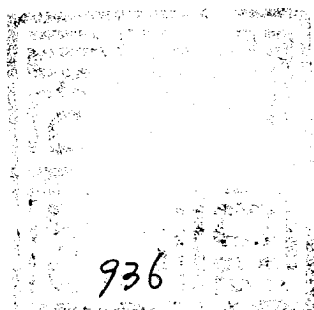


# 北韓・統一 研究 論文集

— (Ⅶ) 科學 分野 —



1990

統 一 院



## 논문집을 내면서

신진학자들에 대한 북한 및 통일문제 연구 지원사업이 올해로 두번째를 맞는다.

올해는 지난 해에 비해 참여율도 높았을 뿐만 아니라 연구 주제도 대부분 참신한 것이었고, 응모하여 주신 학자들의 연구결과 전문성 또한 한껏 돋보였다. 참여해 주신 여러분께 이 자리를 빌어 깊이 감사드리고자 한다.

제출된 연구계획서를 검토하면서, 응모에 참여하신 모든 이에게 참여의 기회를 드리는 것이 마땅하다고 생각하면서도 여건상 신청된 106개 과제중에서 40개 과제만을 선정하여 연구를 위촉하게 된 것이 아쉬움으로 남는다. 오는 91년도에는 그간의 경험과 전문가들의 의견을 널리 반영하여 보다 좋은 연구결과가 나올 수 있도록 사업을 추진해 나갈 계획이다.

독일과 예멘의 통일과정에서 보듯이, 이들 두 나라 모두 오래전부터 통일에 대비해서 관련 연구를 추진해 왔었다. 그러나 막상 통합에 이르러서는 그 과정에서 뿐만 아니라 통합후에도 전혀 예견하지 못했던 여러가지 문제점들이 현실적으로 제기되고 있음을 본다. 우리들은 이러한 중요한 경험들을 타산지석으로 삼아야 할 것이다.

이와함께 여기에서 우리가 얻을 수 있는 또 하나의 교훈은 북한 및 통일문제 연구의 전문인력이 절대적으로 부족하다는 점이다. 지금의 북한 및 통일문제의 연구는 하나의 독립된 분야로 체계화 되지 못하고 인접학문에 대한 연구의 일환으로 겨우 그 명맥을 유지해오고 있다해도 과언이 아니다.

이와같은 현실에서 당원은 북한 및 통일문제에 대한 체계적이고 깊이 있는 연구를 위해서는 신진학자들의 육성 및 지원을 위한 정책적 배려가 필요하다는 것을 절감하고 본 신진학자 육성사업을 계획하게 되었다.

여기 수록된 논문들이 대부분 북한 및 통일문제에 대한 연구의 시작이고 보면 앞으로 계속 보완 발전시켜 나가야 할 부분도 적지 않으리라고 본다. 그러나 신진학자들의 연구의욕과 진지한 연구태도에는 아낌 없는 찬사보다 더한 성원이 없을 것이다. 아무튼 당원의 신진학자 연구 육성사업이 북한 및 통일문제 전문가를 배출하는 권위있는 등용문이 되리라 믿으면서 학계의 관심을 기대하여 마지 않는다.

1990. 12. 24

통 일 원 조사연구실

# 목 차

## 논문집을 내면서

### 1. 북한이 보유중 또는 도입예정인 원자로의 설계특성 분석

이은철

I. 서론	5
II. 북한의 연구용 원자로시설	7
III. 북한의 발전용 원자로 도입계획	9
IV. 핵확산 금지조약과 IAEA 안전조치	11
1. 북한의 현황	
2. 공산권 국가들의 핵개발 현황	
〈부 록〉 : VVER PWR 원자로의 특성 분석	31
I. VVER의 역사와 일반적인 특징	33
II. 건물과 구조	63
1. 발전소 배치	
2. 건설 시공	
3. 사고의 구역화와 격납용기 계통	
III. 원자로 계통	78
1. 원자로 압력용기	
2. 원자로 내부구조물들	

3. 용기 상부 헤드의 구조물	
4. 보호 캡(Cap)	
5. 초기가동	
6. 정상적인 가동과 가동정지 운전	
<b>IV. 핵연료 취급, 저장과 운송</b>	<b>101</b>
1. 원자로에서(AR)의 사용후 핵연료 취급과 저장	
2. 사용후 핵연료의 운송	
3. 원자로에서 떨어진 저장시설(AFR Storage facilities)	
<b>V. 열전달 계통</b>	<b>113</b>
1. 일차측 냉각수 계통	
2. 일차측 냉각수 파이프들의 용접	
3. 증기 발생기	
4. VVER 구성물의 제조와 건설에 있어서의 일반적인 품질보증(QA)와 품질관리(QC)	
5. 조립후의 작업, 원자로의 시동, 핵증기 공급계통의 시동	
<b>VI. BOP(Balance of Plant) 계통</b>	<b>131</b>
1. 터빈	
2. 터빈 우회 밸브	
3. 복수기	
4. 급수 가열기	
5. 보조 계통	
6. 방사성 폐기물 취급과 처리 계통	
<b>VII. 계기 계통, 제어 그리고 긴급상황 보호계통</b>	<b>139</b>
1. 계기 계통과 제어	

- 2. 계기 계통
- 3. 긴급 보호(AZ) 계통

**VIII. VVER 원전의 수화학**..... 184

- 1. 1차측 수화학
- 2. 2차측 수화학
- 3. ECCS의 수화학
- 4. 물의 정화를 위한 자동 제어

**2. 북한의 의료기술**

이기효 · 이운현 · 이석구

**I. 서 론**..... 200

- 1. 연구의 목적
- 2. 연구 방법
- 3. 연구의 틀

**II. 북한의 사회주의 보건사업과 기술혁명, 의료기술 발전정책**..... 205

- 1. 사회주의의 발전과 북한의 보건의료
- 2. 북한의 과학기술혁명과 보건사업
- 3. 의학과과학기술의 발전정책

**III. 의료기술의 발전과정과 의료산업의 육성**..... 216

- 1. 민주주의 보건제도 시기(1945-1956)
- 2. 사회주의 보건제도 수립기(1957-1970)
- 3. 사회주의 보건제도 공고발전기(1971-현재)
- 4. 의료기술발전의 전망

IV. 보건의료기술 발전의 제도적 장치.....	231
1. 보건의료기술 연구기관	
2. 연구진흥제도	
V. 보건의료인력의 양성체제 .....	248
1. 개관	
2. 보건의료인력의 개발과정	
3. 보건의료인력의 재교육	
VI. 임상의료기술의 수준—의학교과서를 중심으로 한 실증분석 .....	268
1. 기초의학	
2. 내과	
3. 외과	
4. 산부인과	
5. 소아과	
6. 기타 임상과	
7. 농의학	
VII. 결론.....	318
1. 기초의학	
2. 내과	
3. 외과	
4. 산부인과	
5. 소아과	
6. 농의학	



# 1. 북한이 보유중 또는 도입예정인 원자로의 설계특성 분석

이 은 철

## 〈요 약 문〉

### 1. 연구의 목적 및 필요성

북한은 지금까지 3기의 연구용원자로와 앞으로 4기의 동력로를 도입할 예정으로 있다. 이 연구는 북한이 원자력분야에서 개발한 원자로기술을 분석하고 검토함으로써 그들의 원자력 기술수준을 파악할 수 있고 또 그들의 개발의도를 짐작할 수 있을 것이다. 원자력은 그 목적이 평화적인 이용에 있어야 하고 만일 목적을 다른 데에 두고 있다면 그에 대한 대비책을 세워야 한다. 따라서 본 연구는 북한의 실상을 보다 정확하게 파악할 수 있는 근거를 마련하는 데 그 궁극적인 목적을 두고 있다.

### 2. 연구의 내용 및 범위

본 연구의 주요 내용 및 연구범위는 다음과 같다.

가. 기술 현황분석 및 자료수집

나. 북한이 보유하고 있는 연구용원자로의 개발 상황

— 제 1 연구용 원자로(KP-0001)

— 제 2 연구용 원자로(G-1형)

— 제 3 연구용 원자로(G-2형)

다. 북한이 도입할 것으로 알려진 발전용 원자로(VVER-440)

-VVER-440 V213의 설계특성 분석

-우리나라 원자로와 특성 비교

라. 핵확산 금지조약과 IAEA 안전조치

-북한의 핵확산 금지조약 가입 현황과 안전조치 서명반대 입장

-공산권 국가들의 핵개발 현황

### 1. 연구용 원자로 현황

북한은 1965년 제 1 연구용 원자로를 소련 기술에 의해 건조하여 임계에 이르렀고, 1987년에는 자체 기술로 최대 열출력 30MW에 달할 수 있는 제 2 원자로를 건설하였다. 알려진 바로는 북한에서는 최근 자체 기술로 200MW의 제 3 원자로를 설계중에 있다는 소문이 있다. 지금까지 북한은 기술을 주로 소련과 중공에서 습득한 것으로 알려져 있으나, 자체 수준도 상당한 것으로 보여진다. 이러한 북한의 움직임은 단순히 연구용 원자로를 보유하겠다는 의도보다 다른 목적을 가지고 있는 것이 아닌가 하는 의구심을 갖게한다. 그 이유는 제2 또는 제3의 원자로가 이미 불란서에서 개발을 추진하다가 중단한 형태로 연구용이라기 보다는 플루토늄 생산에 그 목적을 두고 있기 때문이다. 만일 핵무기의 개발의지가 없다면 굳이 이 형태를 고집하고 있는 이유를 납득하기 어렵다는 결론이다.

### 2. 발전용 원자로

이번에 도입할 예정인 발전용원자로는 소련이 자체 동력원으로 60년대부터 개발하여 이미 입증이 되어있는 가압경수로형으로 우리나라가 보유하고 있는 원자력발전소와 특성이 유사한 것으로 알려지고 있다. 소련은 1963년 처음으로 상업용 가압경수로를 Novovoronezh에 건설하였다. VVER-210으로 알려진 이 형태의 원자로는 원래는 소련의 전력 공급을 위해 개발되었으나 곧 이 용량이 결코 경제성이 없다는 사실이 밝혀져, 1969년에는 365MWe급의 표준형을 개발하였다. 70년대에 들어서면서 지금의 표준형인 VVER-440으로 개선되었는데 최초의 표준형인 V 230형태의 발전소가 Novovoronezh 3호기이다.

그러나 계속하여 설계 개선을 하여 1970년대 후반에 V213으로 개선된 오늘날의 VVER-440을 탄생시켰다. 북한이 도입할 것으로 알려진 원자로형은 V213형이며 이 형의 원자로는 6개의 루프를 가지고 있고, 각 루프에 격리밸브, 수평형 증기발생기를 가지고 있다. 원자로심에는 126개의 핵연료봉을 포함하는 6각형의 핵연료집합체를 연료로 사용하며, 냉각 펌프는 밀봉된 저관성이다. 원자로의 압력용기와 중요한 기계적 유체장치 성분은 표준화되었으며, 모든 제조 절차도 표준화하였다. 특이한 차이점은 없으나, 소련형은 핵분열생성물의 누출을 방지하기 위하여, 격납용기 내를 몇 개의 구역으로 구획화하였다.

기존의 V230에서는 ECCS가 부착되어 있지 않았으나, 새로운 V213형에서는 ECCS를 갖추고 있어 긴급노심냉각사고에 대비하고 있으며, 중대사고의 영향을 감소시키기 위해 bubbler tower를 연결시키고 있는 점들이 다르다. 일반적으로 다른 구조물들은 우리나라의 원자로 구조와 크게 다르지 않은 것을 발견할 수 있다. 소련이 표준화로 개발한 VVER-400 원자로는 그 용량이 고리 1호기보다도 작은 소형 발전로로서 서방세계에 수출을 목표로 개발한 형태로 알려지고 있다. 그 예로 VVER-440형은 이미 핀란드를 비롯하여 몇 기가 수출되어 운전되고 있다. 북한이 이 형태의 원자로를 도입하려고 하는 것은 다른 불순한 의도보다는 부족한 전력 수요를 충당하려는 것으로 짐작된다.

다만 원자력발전소는 그 크기가 클수록 경제성이 있음이 밝혀지고 있는데 전력생산을 목적으로 굳이 소형 원자로를 4기 도입한다는 사실이 얼른 납득이 가지 않아, 혹시 다른 목적에 사용될 가능성은 없는지, 면밀한 검토를 하였다. 그러나 다른 의도보다는 소련과의 특수한 관계를 고려할 때, 어쩔 수 없는 상황에서 이루어진 것이 아닌가 추측된다.

### 3. 핵확산 금지조약과 IAEA 안전조치

북한은 이미 1985년에 핵확산 금지조약에 서명하고 원자력의 평화적 이용에 동의하였다. 현행 국제 규정상 핵확산 금지조약에 서명한 국가는 그 실행을 위해 국제 원자력기구(IAEA)의 사찰을 허용하는 안전조치 협약에 18

개월 이내에 동의하게 되어있다. 그러나 북한은 전면적인 사찰을 반겼다는 IAEA의 안전조치에 지금까지 서명하지 않고 있다. 북한이 안전조치에 서명하도록 국제적인 압력이 가중되고 있지만, 무슨 이유에서인지 북한은 여러가지 핑계로 거절하고 있다. 이러한 경위로 미루어 볼때 북한이 상당히 강력하게 핵무기의 개발을 의도하고 있는게 아닌가 하는 의구심을 떨칠 수 없다.

그러나 이미 소련에서 만일 북한이 IAEA의 안전조치에 서명하지 않을 경우 발전용원자로의 수출을 하지 않겠다고 강력하게 인압하고 있으며, 중국도 최근에 핵확산 금지조약에 서명하면서 북한이 이 조치에 서명하도록 최선의 노력을 하겠다는 약속을 하였기 때문에 더 이상 북한이 고립을 자초하지는 않을 것으로 예상된다.

### 3. 국내외 연구동향

북한이 보유하고 IRT-DPRK 원자로와 G-1 및 G-2형 원자로는 1950년대에 소련과 불란서가 개발을 시도한 원자로형으로써, IRT형은 실제로 건설되어 운전된 원자로이며, G-1형 및 G-2형 원자로는 불란서가 폴부토늄 생산 목적으로 개발하다가 폐기 처분한 구형 원자로이다. 그런데 북한이 이 형태의 원자로를 설계하였다는 점에서 의아함을 금할 길이 없다. 그것도 자체 기술로 개발한 것을 보면, 북한의 원자로설계 기술이 상당히 앞서 있을 가능성이 엿보인다. 국내에서도 G-1형의 원자로가 개발된 시점과 거의 동시에 자체 기술로 다목적 연구용 원자로를 설계하여 지금 건설 단계에 있다.

원자력발전소의 기술 개발은 객관적으로 보아 북한보다는 우리가 앞서있는 것으로 판단된다. 국내에서는 이미 핵연료의 자체 설계 능력을 갖추었고, 발전소 건설에 필요한 제반 기술들의 수준도 선진국의 기술도입으로 상당히 많은 기술인력과 설계능력을 배양하였다. 다만 원자로의 사용 목적에 따라 북한은 발전보다는 핵무기 개발이라는 명제를 가지고 집념하였으며, 우리는 전력 생산을 목적으로 집념하였기 때문에, 능력 비교를 일대일로 하기는 어려울 것이다.

## I. 서 론

우리나라는 해방 후 국토가 분단된 이래 남북이 대치상태에서 45여년간을 지내오고 있다. 지금까지 우리나라는 원자력기술을 평화적으로 이용하여 전력을 생산하여 왔고, 원자력기술의 응용에서 단지 원자력발전소의 안전하고 경제적인 운전애 노력하여 왔다. 그러나 최근의 대치상황은 결코 우리가 원하지 않는 방향으로 전개되고 있는 조짐이 보인다. 외국의 정보계통이나 신문지상을 통하여 언급되고 있는 소식들을 종합하여 보면, 북한이 핵무기의 개발의지를 가지고 있는 것으로 알려지고 있다. 1985년에 북한이 핵확산금지조약에 서명하였을 때에만 해도, 우리는 다시는 동족상잔의 비극이 이 땅에서 일어나지 않기를 기원하는 마음에서 환영하였다. 그러나 핵확산금지조약에 부수하여 따라야하는 후속조치들을 북한이 거부하고 있다는 사실이 알려지면서 다시금 불안해지지 않을 수 없으며, 최신 뉴스처럼 영변에 사용후 핵연료의 재처리공장을 설립하였을 가능성이 보도되면서, 경악을 금할 길이 없다. 본 연구에서는 북한이 과연 동족인 우리뿐 아니라 전 세계 인류를 파멸로 몰고갈지도 모르는 그러한 우를 범하게 될 것인가를 현재까지의 정보를 통하여 검토하기 위하여 그들이 보유하고 있는, 그리고 계획중에 있는 연구용 원자로 및 발전용 원자로의 특성을 비교하고자 한다. 불행하게도 입수정보의 부족으로 얼마나 정확한 평가가 가능할 지 미지수이지만, 동족끼리 또 한번의 끔찍한 비극을 미연에 방지하려는 노력에서 이 연구를 수행하였다.

이번 보고서에는 전체 흐름에서 일반론적인 항목들이 우선적으로 기술되었으며, 북한의 원자로 보유현황을 상세하게 기술하였다. II 장에서는 먼저 연구용으로 구분되어 있는 정보들을 기술적인 면에서 구체적으로 분석하였으며, III 장에서는 북한이 소련에서 도입하려고 계획중인 VVER-440형의

발전용원자로의 특성을 비교적 간단하게 기술하였다. 물론 정보의 부족으로 새로운 설계개념등의 기술에 미흡한 감이 없지는 않지만, 지금까지 알려진 범위내에서 사실을 그대로 분석하려고 노력하였다. 참고로 이 형태와 동일한 Novovoronezh 발전소 3호기에 대한 상세한 설계기술에 대해 부록에 상세하게 기술하였다. 이 부록은 8개의 장으로 나뉘어 원자로 각 부분의 설계특성이 분석되고 있으며, 우리나라에서 보유하고 있는 가압경수로와 차이가 나는 부분에 대해서 설명하고 있다.

IV 상에서는 북한이 핵확산금지조약에 서명한 사실과 그 후속조치인 IAEA의 안전조치 협정에 가입하지 않는 상황을 설명하고, 그에 대한 각국의 대처 노력을 간단히 기술함으로써 결론에 대신코져 한다.

## II. 북한의 연구용 원자로시설

북한에는 1965년 영변에 2MW 출력의 KP-0001 연구용원자로를 건설하여 임계에 달한 후, 1989년까지 3,4차례에 걸친 출력증강으로 현재 8MW의 최대출력을 낼 수 있다. IRT-DPRK로 명명되는 제 1의 연구용 원자로로는 주로 소련의 기술에 의해 건조되었으며, 80%의 고농축 우라늄을 핵연료로 사용하고 있고, 대부분의 핵연료는 소련에서 공급되고, 사용된 핵연료는 다시 소련이 회수하여 간다. 정상상태의 열출력은 4MW로 중성자열속(flux)는  $10^{14}$  n/sec-cm<sup>2</sup>에 달한다. 지금까지 알려진 바로는 이 연구용 원자로를 통하여 매년 130여명의 학생들이 5내지 8과목을 통하여 실습 교육을 받았고, 이 실습을 담당한 교수진은 4내지 5명으로 알려지고 있다. 실습의 내용은 Nuclear Physics, Reactor Physics, Reactor Technology, Nuclear Electronics 와 Nuclear Materials에 관한 교육이었다. 이 원자로는 소련의 동일 기종인 IRT와 특성이 같으므로, 표 1에 소련의 IRT에 관한 구체적인 기술 사양을 보이고 있다. 북한의 제 1 원자로인 KP-001은 그 목적이 연구실습용이기 때문에, 1977년 12월 14일 국제 원자력기구(IAEA)와 Safeguards Agreement (INFCIRC/252)를 체결하여, 그 후 매년 2 man-days의 IAEA 감시를 받고 있으며, 1988년 5월 10일과 1989년 6월 7일에 사찰을 받은 기록을 보이고 있다.

제 2의 원자로는 80년대 초에 계획되어 1987년 2월 가동을 시작하였다. 이 원자로로는 최대 출력을 30MW까지 낼 수 있으며, 제 1의 원자로와 같이 영변에 위치하고 있다. 이 원자로의 목적은 Plutonium의 생산에 있으며, 최대 출력으로 운전될 경우에는 약 11kg정도의 Plutonium을 생산할 수 있으나, 현재는 출력을 8내지 12MW에서 운전중이므로, 대략 5내지 6kg정도의 Plutonium이 생산될 것으로 추정된다. 이 원자로는 1960년대 초기에 불란서

에서 운전되다가 지금은 운전이 중지된 G-1형과 그 특성이 매우 유사하며, 자연 우라늄을 원료로 사용하고, 감속은 그래ไฟ트로, 냉각은 공기로 하는, 약간 목적이 다른 원자로형이다. 북한이 이 원자로를 선택한 이유를 추정컨대, 우선 소련이나 중공의 도움을 받지 않고 자연에 존재하는 우라늄을 핵연료로 사용할 수 있다는 장점이 있고, 플루토늄 전환율이 높기 때문일 것이다. 북한은 1987년 NPT기구에 대한 Safeguards적용을 위해 Subsidiary Arrangement가 발효되었다고 하지만, 아직까지 공식적인 Inspection은 수행되고 있지 않다. 북한이 자체적으로 개발한 것으로 알려진 G-1형을 과거의 불란서형과 비교하기 위해 표 1에 기술사양을 다른 형태의 연구용 원자로와 특성을 비교하여 요약하였다.

제 3의 원자로는 85년 초에 건립이 시작되어 92년 완공할 예정이며, 출력 규모가 200MW에 달하는 초대형 연구용 원자로이다. 이 원자로는 역시 불란서에서 건설하여 운전하다가 폐기된 G-2형 원자로로, 농축이 필요하지 않는 자연 우라늄을 핵연료로 사용하고, 감속제는 그래ไฟ트로 G-1형과 같으나, 다만 냉각이 공기가 아니고 이산화탄소로 되어있다. 이 원자로는 만일 최대 출력으로 운전된다고 가정하면 약 50kg정도의 플루토늄을 생산할 수 있으리라고 본다. 표 1에 과거불란서에서 제작하였던 G-2형 원자로의 기술사양이 비교되어 있다.



### Ⅲ. 북한의 발전용 원자로 도입계획

알려진 바로는 북한에서 4기의 동력로를 소련으로부터 도입할 계획이다. 원자로형은 VVER-440(서방에서는 WWER-440으로 알려져 있음)으로 가압경수로형이며, 동구권에 많이 공급된 발전용 원자로이다. 이 형태의 원자로로는 소련에서 최초로 건설된 Novovoronezh 원자로와 같기 때문에 그 특성을 비교할 수 있다(표 2). 원자로 도입계획은 1985년에 세워졌으며, 함경남도 신포에 기초공사를 시작하였다. 이 원자로는 최대 열출력이 1,375MW이며, 전기출력이 440MW로 30.1%의 열효율을 가지고 있다. 핵연료의 최대 농축도는 약 3.5%이며, 우리나라의 가압경수로와 유사한 특성을 가지고 있다. 이 원자로를 북한이 도입하는 문제는 아직 완결된 단계는 아니다. 그 이유는 북한이 1985년 12월 12일 핵확산금지 조약에 서명하였으나, 아직까지 Safeguards Agreement에 서명하지 않고 있으며, 1989년 초 IAEA의 사무총장 Dr. Hans Blix가 소련을 방문한 바 있는 데, 당시 Dr. Hans Blix는 북한의 핵무기 개발능력을 우려하여, 소련으로 하여금 북한이 빨리 핵확산 금지조약에 따른 Safeguards Agreement를 체결하도록 압력을 가할 것을 촉구하였고, 이에 대해 소련은 북한이 Safeguards Agreement(INFCIRC/153 type)에 서명하지 않을 경우, 북한에 VVER-440 원자로를 수출치 않을 것을 약속하였기 때문이다.

소련은 1963년에 처음으로 상업용 가압경수로를 Novovoronezh에 건설하였다. 이 때 건설된 원자로 형태는 VVER-210이며, 1969년부터 표준형인 365MWe형이 건설되기 시작하였다. 이 후 소련은 440MWe로 발전소를 표준화하기 시작하였으며, 첫번째 VVER-440은 V230으로 명명되어 1971년에 역시 Novovoronezh에 건설되었다. 이 후에 여러가지 설계개선이 이루어지고 새롭게 V213 모델이 개발되었고, 아마 북한이 도입할 것으로 보이는

원자로 형태는 이 V213이 될 것으로 추측된다.

이 장에서는 일반적인 VVER-440형태의 설계특성을 각 성분별로 분류 검토 분석하고 우리나라가 보유하고 있는 영광 1,2호기와 비교하였다. 영광 1,2호기는 VVER-440에 비해 발전용량이 크고 모든 부분이 대규모이지만, 특성을 비교하기에는 가장 적합한 형태로 보였기 때문에 이 형태를 고려 1, 2호기 대신 선택하여 비교하였다. VVER-440에 대한 세부 설계특성은 별도로 부록에 상세하게 기술하였다.

## IV. 핵확산 금지조약과 IAEA 안전조치

### 1. 북한의 현황

북한에서는 전력 공급을 위한 동력로를 소련으로부터 도입하기로 결정하고, 이를 추진중에 있었다. 1985년부터 이 계획에 따라 기초공사까지 마친 상태이며, 원자로를 우리나라의 고리 1호기와 유사한 특성을 가지고 있다. 이 원자로를 북한이 도입하는 문제는 아직 완결된 단계는 아니다. 그 이유는 북한이 1985년 12월 12일 핵확산금지 조약에 서명하였으나, 아직까지 Safeguards Agreement에 서명하지 않고있으며, 1989년 초 IAEA의 사무총장 Dr. Hans Blix가 소련을 방문한 바 있는 데, 당시 Dr. Hans Blix는 북한의 핵무기 개발가능성을 우려하여, 소련으로 하여금 북한이 빨리 핵확산 금지조약에 따른 Safeguards Agreement를 체결하도록 압력을 가할 것을 촉구하였고, 이에 대해 소련은 북한이 Safeguards Agreement(INFCIRC/153 type)에 서명하지 않을 경우, 북한에 VVER-440 원자로를 수출치 않을 것을 약속하였기 때문이다.

이 밖에도 핵연료의 성형가공 공장과 재처리시설을 북한이 독자적으로 개발중인 것으로 알려져있다. 핵연료의 성형가공 공장은 1985년에 착공되었으며, 현재 공사가 진행중이나, 재처리설비에 관해서는 추측이 무성하다. 들리는 바에 의하면, 이미 85년에 시작되어 93년에는 본격적으로 가동될 예정이라고 하지만, IAEA에서는 공식적으로 확인되지 않고 있으며, 다만 영변에 이와 유사한 설비가 건설중인 것으로 추정되고 있을 뿐이다. 미국 국무성의 정보에 의하면, 영변에 건설중인 재처리설비는 1950년대의 구식 모델이며, 불란서, 영국및 중국형이 혼합되어 있으나 이들 국가가 직접적으로 참여한 흔적은 찾기 어렵다. 소련에서 50년대 이후 북한의 원자력

개발에 상당한 지원을 하여 왔고, 최근에는 북한이 소련으로부터 강력하게 핵물질을 획득하려고 시도하고 있으나, full-scope Safeguards Agreement에 가입하고 있는 소련의 입장에서 북한에 핵물질을 판매할 경우에는 IAEA의 통제를 받아야하기 때문에 상당히 어려울 것으로 예측된다.

북한은 핵확산 금지조약에는 서명하였으나, full-scope Safeguards Agreement에는 아직까지 가입하지 않고 있다. 따라서 현재로서는 각 시설별로 Safeguards Agreement를 체결하여 Safeguards를 적용하고 있는 실정이다. 이 경우에는 독자적으로 개발 생산한 핵시설에 IAEA Safeguards를 적용받을 의무가 주어지지 않는다. 그러나 핵확산 금지조약 협정에 따르면, NPT 협정 발효 후 180일 이내에 NPT에 따른 Safeguards Agreement negotiation이 종료되어야 하고, 그 후 180일 이내에 발효되어야 한다고 명시되어 있다. NPT에 따른 Safeguards Agreement(INFCIRC/153 type)가 발효되는 경우는 자국내에서 생산된 원자로시설이건, 수입된 것이든 그 국가내의 모든 핵시설 및 핵물질은 IAEA Safeguards를 적용받게 되어있다. 지금까지 국제 원자력기구와 북한측은 계속적으로 동 협정에 대하여 협상중이지만 아직까지 성과를 거두지 못하고 있다. 1987년에서 1988년 기간중 협상이 실패한 것은 IAEA측에서 알바니아와 체결한 full-scope Safeguards Agreement type을 요구하였으나, 북한측이 INFCIRC/153 type가 아니라는 이유로 이루어지지 않았다.

1990년에 들어서면서 소련등 동구권 국가들의 민주화 개방물결이 거세어졌으며, 한국과 소련의 화해무드 속에 점차 북한에도 개방압력이 강화되고 있다. 이 압력은 미국측이 IAEA의 Safeguards Agreements에 북한이 서명할 것을 강력하게 요구하고 있으며, 이에 부응하여 소련도 북한이 서명할 것을 강요하고 있는 실정이다.

따라서 이러한 움직임 속에서 북한이 독자적으로 핵무기를 개발한다는 것은 그렇게 쉬운 일은 아닐 것이다. 다만 북한이 핵무기제조에 강력한 의사가 있다면, 소련이 아닌 다른 공산권국가나 또는 제 3세계로부터 기술지원 또는 협조를 받게될 가망도 전혀 배제할 수 없다. 따라서 다음 절에서는

기타 공산권국가들 또는 파키스탄등 핵보유국들의 현황을 간단하게 살펴봄으로써 가능성을 타진하고자 한다.

## 2. 공산권 국가들의 핵 개발 현황

북한의 핵개발 잠재능력 판단을 위한 핵연료 도입 가능성을 분석하기 위해서는, 공산권 국가에 있어서의 원자력 관련 협정을 살펴봄과 아울러 기술 이전 관례등을 통하여 추정할 수가 있다. 소련은 공산권 국가에 있어서의 원자력의 대부로서 공산권 국가에 가동되고 있는 72기의 원자로중에서 50기를 가동하고 있으며, 체코, 핀란드, 동독, 불가리아, 헝가리등에서 가동되고 있는 원자로도 대부분 PWR형의 VVER이 주종을 이루고 있다. 농축 설비 규모는 연간 10,000KSWU로서, 자국을 포함한 공산권에 연료를 공급하고도 남을 정도다.

재처리 설비 규모는 외부에 노출되어 있지 않으나, 동독, 헝가리, 체코, 핀란드에서 사용후 핵연료를 회수하고 있는 것으로 볼때 충분한 능력이 있는 것으로 추정된다. 소련의 기술 이전 관례를 살펴보면 1957년 중국의 Gansu 및 Lanzhou 지방에 개스 확산법에 의한 농축공장 건립을 지원하였다. 그러나 그 당시의 서방 진영의 기술 이전 문제들 알아보면 미국의 아이젠하워 대통령은 UN에 국제 원자력 기구(IAEA) 창설을 제창하여 평화적 이용이라는 것을 내세워 군사적 목적이용의 조장을 금지하고 70년대에는 London 7개국 정상회담에서 핵 확산방지가 평화적 이용 개발보다 우선토록 정책을 전환하고 플루토늄 관련 핵 기술확산을 최대한 지지하는 정책을 사용하였다.

중국의 원자력 기술은 중국의 역사와 밀접하게 연관되어 있다. 1949년 과학원의 창설에 이어 1955년에는 군사적 원자력 이용계획을 지원하기 위해 소련과 원자력 협력 협정을 체결하였다. 아울러 소련과 국방 과학 기술 협력 협정을 체결하여 원자력의 군사적 이용 기술에 관한 정보를 얻을 수가 있었다. 1958년에는 국가 과학기술 위원회를 만들어 소련의 도움을 받아

10MW 중수형 연구용 원자로와 2.5% 농축 우라늄을 생산하게 되었다.

이러한 소련의 도움으로 빠른 시간내에 원자력 기반을 구축한 중공은 얼마후 소련과의 외교적 마찰로 독자적인 자립 정책을 추구한 결과 우라늄 탐사 및 탐광에서부터 농축, 성형가공, 사용후 핵연료 재처리까지 완벽한 핵연료 주기기술을 갖추게 되었다.

최근에는 독자기술로서 농축 공장 2개소를 건립하고 원심분리, 레이저 방법에 의한 농축을 시도하고 있으며, 재처리 능력도 연간 300Kg 플루토늄을 추출할 수 있는 능력을 갖추고 있으며 상업용 재처리를 위한 pilot plant를 건설하고 있다. 86년 9월 파키스탄과 원자력 포괄 협정을 체결하여 탐광개발, 방사성 동위원소 이용, 기자재 공급등의 협력을 합의하였다.

특히 83년 중국은 아르헨티나에 IAEA보장조치 없이 중수 9톤을 판매하였으며 CANDU형의 원자로를 사용하고 있는 아르헨티나가 캐나다의 중수 수입을 거부하고, 소련, 서독, 중공과의 경쟁 입찰에서 중공을 선정하였다는 것은 한가지 의미를 찾아 볼 수 있는 일이라고 생각된다.

파키스탄은 1955년 원자력 위원회의 신설과 동시에 경제 개발을 추진하기 위한 대체 에너지로서 원자력을 시작했다. 최초의 10년간은 기술자 양성 훈련에 중점을 두고 미국, 캐나다, 일본등으로 부터 기술을 수입하기 시작하였다. 1963년 5MW의 pool형의 연구용 원자로를 시발로 1965년 125MWe의 CANDU 형의 원자로가 건설되기 시작하여 1972년 완공하여 운전을 계속하고 있으며 그후 자국 기술로서 900MWe급의 대형 원자로를 가동하며 동구권과 교류를 강화하고 있다. 핵연료도 1979년 원심분리법에 의한 5% 우라늄 농축공장을 건립하였으며 90% 농축도 기술적으로 가능하게 되었다. 파키스탄의 농축 기술은 중공이 지원하였다는 정보가 있으나 그전에 네덜란드로부터 미국의 농축기술을 훔쳐 갔고 1982년에는 무기 시험용 oscilloscope를 밀수입하였다.

체코는 전체 에너지의 20%를 원자력으로 충당하고 있으며 8기의 상업용 발전소를 가동하고 있는 동구권의 원자력 강국이다. 특히 국산화율은 80%수준이 되어 원자력 기자재에 대해서는 소련 및 동구권을 도와주고 있다.

결론적으로 북한은 1956년 3월 소련 드브나 핵연구소 창설에 참여 한다는 협정체결로 원자력이 시작되어 대부분 소련과의 원자력 협력을 하고 있다. 그러나 70년대에는 일본, 프랑스로부터 원전 도입 교섭을 하였으며 80년대에는 서독에 원전 도입 교섭도 벌였다.

소련은 중국에 원심분리 기술을 이전하였고 중국은 파키스탄으로 서방세계보다도 비교적 쉽게 기술을 이전하였다. 80년초 파키스탄은 많은 양질의 우라늄 매장량이 있는 북한의 자원을 수입하고 기술을 수출하려 했다는 첩보도있다. 이러한 것을 종합하여 볼 때 동구권내에서의 원자력 기술 이전은 서방 세계보다는 다소 용이한 상태라고 추정되며 동구권이라는 서방 세계로부터의 기술수입 가능성도 아울러 존재하는 것이 현실이다. 특히 최근에는 중·소의 개방정책과 아울러 핵연료 공급시장에 중·소등의 공산 국가들이 서방 세계의 수출시장에 뛰어들어 수출 경쟁이 더욱 가열되고 있는 현실을 고려할 때 그 가능성은 더욱더 증가되리라고 판단된다.

표 1. 연구용 원자로의 특성 비교

		IRT 형	G-1 형	G-2 & G-3형
총 괄	원자로 형태	Pool type, 핵연료로 10%의 농축 우라늄을 사용하고, 감속제와 냉각각재, Reflector로 경수를 사용	핵연료로 천연 우라늄을 사용하고, 감속제로 흑연(graphite), 냉각제로 공기(Air)를 사용	핵연료로 천연 우라늄을 사용하고, 감속제로 흑연, 냉각제로 CO <sub>2</sub> 를 사용
	원자로 출력	2MWt	38MWt, 1.7 MWe	200MWt, 30MWe
	목적	핵물리학, 방사 화학과 생물학, 동위원소 생성 분야에서의 연구	플루토늄(Plutonium) 생성	플루토늄 생성
	위치	소련, 모스크바	프랑스, Gard	프랑스, Gard
	소유자와 운전자	소련 과학자 원자력 협회기관		
	설계자와 시공자	소련 국립 설계, 계획, 건설 기구		
원자로 이론	중성자 에너지	열(Thermal)	열(Thermal)	열(Thermal)
	Lifetime		$1.75 \times 10^{-3}$ sec	$1.5 \times 10^{-3}$ sec
	반응도	북 효과 : 3.6% 실험 : 0.5%		
	보상해야할 잉여반응도		온도 : 0.65% Xe와 Sm : 0.85% 토륨 : 3.00%	온도 : 1.8% Xe와 Sm : 2.4% 토륨 : 1.7%
	최대 잉여 반응도		4.5%	6.0%
	중성자 속(n/cm <sup>2</sup> sec)	최대 $3.2 \times 10^{13}$ (열중성자)	평균 $1.55 \times 10^{12}$ (열) 최대 $4.65 \times 10^{12}$ (열) 평균 $2 \times 10^{12}$ (속중성자)	평균 $0.9 \times 10^{13}$ (열) 최대 $1.7 \times 10^{13}$ (열) 평균 $1.2 \times 10^{13}$ (속)
	중심에서의 노심 변수		$k_{\infty} = 1.083^*$ $P = 0.912^*$	핵연료봉 직경 : 2.8cm Channel 직경 : 7.0cm



		IRT 형	G-1 형	G-2 & G-3형
[* 표시는 가동 정지 상태]			$f=0.894^*$ $B^*m=1.04m^{2*}$ $k=1.038$	$k=1.012$ 열누출: 0.006 속누출: 0.006 $B^*m: 0.14m^{2*}$
원자로집	형태	평행 6면체	수평 8각 Prism	수평 8각 Prism
	치수	57.2×42.9cm 높이: 50cm	외경: 822.5cm 길이: 840cm	길이: 845cm 체적: 409m <sup>3</sup> 직경 7.85m
	Channel	Grid Plate에서 이용할 수 있는 48위치 중 26에서 48 위치가 핵연료 집합체로 채워지고 나머지 위치는 알루미늄으로 피복된 흑연 Ex-peller	수: 1337	수: 1200 직경: 7cm
부집합체			Channel당 2개의 핵연료봉	Channel당 28개의 핵연료봉
격자	정방형 피치: 1.6cm(핵연료봉) 7.15cm(집합체)	정방형 피치: 20cm	정방형 피치: 20cm	
임계 질량	2.9Kg U <sup>235</sup>	24,300 Kg 천연 U	20,800Kg 천연 U	
Core loading	3.3-4.9Kg U <sup>235</sup>	100,000Kg 천연 U	110,000Kg 천연 U	
비출력	500KW/Kg U <sup>235</sup>	0.38KW/Kg 천연 U	0.82KW/Kg 천연 U	
노심의 평균출력 밀도	~16KW/liter	0.0896KW/liter	0.5KW/liter	
연소	~20%			
핵연료 장전	수동	Cartridge를 넣어 넣음	Chute 계통과 컨베이어로 핵연료를 운반함	

		IRT 형	G-1 형	G-2 & G-3형	
핵연료봉	조사된 핵연료 저장	불밀	불밀	Cartridge를 기계로 삽입	
	감속제	증류수, 온도: ~40°C	1200톤의 흑연블럭 크 기: 20×20×150cm	1200톤의 흑연 블럭 크 기: 20×20×150cm	
	Blanket 가스	없음	없음	없음	
	형태	원주형 봉	원주형 Slug	원주형 봉	
	치수	외경: 1.0cm 길이: 50cm	직경: 26mm 길이: 100.5mm 무게: 1Kg	직경: 2.8cm 길이: 28.2cm	
	조성	농축도 10%의 UO <sub>2</sub> 와 마그네슘	핵연료봉 당 37개의 Slug(Cartridge)	우라늄 밀도 28.9g/ cm <sup>3</sup> Cartridge가 포함 도 포함	
	피복	알루미늄으로 1mm	마그네슘으로 2mm 길이방향으로 1.5mm 두께의 냉각핀 8개 부 착	0.4-0.7%의 Zr을 포 함하는 마그네슘으로 로 피복	
	부집합체	16개의 핵연료봉이 1개 의 집합체를 형성			
	노심열전달	열전달 면적		전체: 3260m <sup>2</sup>	전체: 4.29×10 <sup>3</sup> cm <sup>2</sup>
		연속	최대: 13.3cal/cm <sup>2</sup> sec	최대: 2.63cal/cm <sup>2</sup> sec	최대: 9.85cal/cm <sup>2</sup> sec
핵연료봉 온도		피복재: 90°C(최대)	핵연료: 400°C(최대) 피복재: 275°C(최대)	핵연료: 525°C(최대) 피복재: 400°C(최대)	
열전달 계수			8.4×10 <sup>-3</sup> cal/cm <sup>2</sup> sec°C	4.9×10 <sup>-2</sup> cal/cm <sup>2</sup> sec°C	
냉각재 유량		700m <sup>3</sup>	76.6×10 <sup>3</sup> cm <sup>3</sup>	32100cm <sup>3</sup>	
면적과 속도		2.1m/sec	58m/sec(중앙 채널)	19.5m/sec(중앙 채널)	
Mass Flow Rate		150 liter/sec(노심) 100 liter/sec(펌프)	222 Kg/sec(Air)	997 Kg/sec	

	IRT 형	G-1 형	G-2 & G-3형
냉각재 온도와 압력	평균 : 40°C 평균 : 0.6 Kg/cm <sup>2</sup>	입구 : 18°C 출구 : 135°C 입구 : 0.2 Kg/cm <sup>2</sup> 출구 : 0.025 Kg/cm <sup>2</sup>	입구 : 80°C 출구 : 305°C 입구 : 15 Kg/cm <sup>2</sup> 출구 : 14.5 Kg/cm <sup>2</sup>
가동 정지후 열 제거	Pool Water	2개의 보조 Blower	3개의 보조 Blower
제어	제어봉 2개의 Shim-Safety봉 1개의 자동 Regulating 봉 4개의 수동 Regulating 봉 흡수 물질 : Boron Car- bide 제어봉가 : 3.3% Δk/ k	B.C를 포함하는 34개 의 제어봉, 길이 : 5m 제어봉의 속도 모터 : 0.1-0.2×10 <sup>-3</sup> (% Δk/k/sec) 중력 : 23-70×10 <sup>-3</sup> 제어봉가 : 4% Δk/k	B.C를 포함하는 44개 의 제어봉, 길이 : 1m 제어봉의 속도 : 0.5cm /sec 제어봉가 : 5% Δk/k
반응도부가율		0.1-0.2×10 <sup>-3</sup> % Δk/ k/sec	9×10 <sup>-3</sup> % Δk/k/sec
Scram		자석 클러치 중력으로	G-1 Type과 동일
자동제어의 감 도	±1%	0.06%	0.1%이상
온도계수		4.8×10 <sup>-3</sup> % Δk/k/°C	6×10 <sup>-3</sup> % Δk/k/°C
가연성 독봉	없음	없음	없음
원자로용기 형태, 재료와 치수	알루미늄 탱크 4.5×2×8m	콘크리트	생물학적 차폐물 역할 도 담당하는 P.S 콘크 리트 용기 길이 : 33.7m 직경 : 20m 체적 : 13000m <sup>3</sup>
작동, 설계시 험 압력	작동 압력 : 0.6atm	대기압	작동압력 : 15 Kg/cm <sup>2</sup> 시험압력 : 24 Kg/cm <sup>2</sup>

		IRT 형	G-1 형	G-2 & G-3형
유체	차폐물-포함	6×10×10m	길이 : 14m	길이 : 33.65m
	원자로 치수		넓이 : 28m 높이 : 18m	넓이 : 20.00m 높이 : 27.5m
	열교환기		1개 전체 표면적 : 58000m <sup>2</sup> 공기 속도 : 6.95 m/sec 물의 속도 : 1.18 m/sec	4개 Economizer, 중간 압력 증발기와 Superheater, 고압 증발기와 Superheater가 부착
	냉각재 손실과 정화		공기를 직접 필터로 정화	정화 회로불 흐르는 속도 : 1 Kg/sec 먼지는 필터로, 기름은 활성화된 탄소로, 물은 실리카겔로 제거
	분해와 재결합		없음	냉각 가스에 있는 산소, 수소가 Palladium 촉매로 재결합하여 불이됨
	냉각 안전계통		디젤기관으로 작동되는 보조 Blower	
반사체와	파손된 핵연료 검출		채널 Scanning 계통 : 채널은 20개 그룹으로 나뉘어 지며 각 채널은 45분 마다 측정됨	각 핵연료 채널에서 냉각재를 채취하여 핵분열 생성물을 검사 1200개의 채널은 6개 그룹으로 나뉘어 지며 채널을 45분 마다 측정
	반사체 (Reflector)	중류수	190,000Kg의 흑연 두께 : 80cm 길이 : 8.84m 외경 : 9.7m	500,000Kg의 흑연 두께 : 60cm 100cm(코어 주위)

		IRT 형	G-1 형	G-2 & G-3형
차폐	방사선 준위	0.06mr/hr(측면에서)	Loading and Unloading Site : 1.5mr/hr 남쪽 : 2-8mr/hr Control Gear Platform hr : 15-20mr/hr	측면 : 0.3mr/hr Charging Face : 3-7mr/hr 열교환기 : 5-10mr/hr
	차폐물	측면 : 50cm 경수 20cm 철-시멘트 1.6m 철-시멘트 상부 : 6m 경수	8cm 철판, 2m 콘크리트 Air로 냉각	열차폐 : 450,000Kg의 철판, 15cm 두께 생물학적 차폐 : 33,000톤의 콘크리트 3m 두께, 핵연료 배출구 쪽에 80cm의 흑연 차폐물, CO로 냉각
	격납용기	보통 건물	없음	원자로 건물만 있음
터보발전기	터빈		수직 축, 포화 스팀, 3000rpm	수평 축, 40MW 3000rpm
	발전기		1개, 5750KW, 3상, 5500V, 출력인자 : 0.8 3000rpm	1개, 수평 축, 45MVA 3상, 10.5KV, 50cycles/sec, 3000rpm

표 2. WVER-440과 영광 1,2호기 원전의 특성 비교

## 1. 총 관

항 목	WVER-440	영광 1,2호기
원자로형	저농축 우라늄(3.5%)을 사용하는 가압 경수로	저농축 우라늄(3.1%)을 사용하는 가압 경수로
원자로당 정격출력	열출력 : 1375MWt 전력출력 : 2×2200MWe 순 전력출력 : 413MWe 발전소 사용 : 6.1%	열출력 : 2775MWt 전력 출력 : 996.8MWe 순 전력 출력 : 937.8MWe 발전소 사용 : 5.9%
순 효율	30.1%	33.8%
설계자	소련의 국립 설계와 제조 기구	Westinghouse

## 2. Reactor Physics

항 목	WVER-440	영광 1,2호기
중성자 에너지	열(thermal)	열(thermal)
노심 계수	정지 운전중 Keff 1.172 1.115 $B^2(\text{cm}^{-2})$ $3.93 \times 10^{-4}$ $3.35 \times 10^{-4}$	Keff : 1.40(Cold, Clean, Unbo- rated Water) 1.23(Cold, Zero Power BOC)
보상할 수 있는 잉여 반응도	온도 4.4% Doppler 1.8% Xe 생성 2.9% Sm 생성 0.5% 연소 5.0%	
최대 과다 반응도	14.7%	23%(BOC)
온도 계수	정지 운전중 핵연료 $-0.38 \times 10^{-2}$ $-0.33 \times 10^{-2}$ 감속재 $-0.32 \times 10^{-2}$ $-1.11 \times 10^{-2}$	

## 3. 노 심

항 목	VVER-440	영광 1,2호기
모양	원주형	원주형
크기	외경 : 3.07m 높이 : 2.5m	직경 : 3.04m 높이 : 3.66m
channel의 수와 크기	349개의 6각형 모양 집합체 flat : 14.4cm 길이 : 250cm	across 157개의 핵연료 집합체
격자	삼각형, Pitch : 14.7cm	사각형
정격 출력에서의 코어 부하	4200KgU(농축도 3.5%)	75.34×10 <sup>3</sup> Kg UO <sub>2</sub>
핵연료의 평균출력 밀도	33KW/kgU	41.78KW/kgU
노심 평균 출력밀도	83KW/liter	104.5KW/liter
연소	평균 : 28,600MWd/MTU 최대 : 42,000MWd/MTU	평균 : 37,000MWd/MTU 최대 : 50,000MWd/MTU
조사된 핵연료 저장소	물로 채워진 rack 내부	
재처리	aqueous reprocessing	
감속재	125kgf/cm <sup>2</sup> 의 경수 8m 평균 온도 285℃ 최대 온도 301℃	
blanket gas	없음	

## 4. 핵연료 봉

항 목	VVER-440	영광 1,2호기
크기	직경 : 0.91cm 길이 : 250cm(Active)	직경 : 0.914cm 길이 : 365.76cm(Active)
조성 및 농축도	소결시킨 UO <sub>2</sub> pellet 밀도 : 10.4g/cm <sup>3</sup>	소결시킨 UO <sub>2</sub> pellet Feed Assembly : 1.6 w/o, 2.4

항 목	VVER-440	영광 1,2호기
	농축도 : 2.4%와 3.6% 평균 농축도 : 3.5%	w/o, 3.1 w/o
pellet	외경 : 0.755cm 내경 : 0.14-0.16cm	외경 : 0.784cm 길이 : 1.288cm
피복재	1%의 Nb가 첨가된 Zr 합금 두께 : 0.65mm	Zr-4 두께 : 0.563cm
핵연료 집합체	집합체 당 봉수 : 126 배열 : 사각형 봉의 Pitch : 1.22cm 길이 : 320cm 총 집합체 수 : 349	집합체 당 봉수 : 264 배열 : 사각형 봉의 Pitch : 1.26cm 총 집합체 수 : 157

5. 노심 열전달

항 목	VVER-440	영광 1,2호기
열전달 면적	핵연료봉 당 : 0.071m <sup>2</sup> 핵연료 집합체 당 : 8.7m <sup>2</sup> 전체 : 3140m <sup>2</sup>	전체 : 4350m <sup>2</sup>
핵연료봉 표면에서의 heat flux	평균 : 46W/cm <sup>2</sup> 최대 : 124W/cm <sup>2</sup>	노심 평균 : 62.22W/cm <sup>2</sup> 최대 : 144.34W/cm <sup>2</sup>
냉각제의 유막(film) 온도 강하	12.8°C	
핵연료봉의 최대온도	핵연료 : 1940°C 피복재 : 367°C	핵연료 : 2593°C(설계)
냉각제 유량 면적	핵연료 집합체 : 90cm <sup>2</sup> 전체 : 3.0m <sup>2</sup>	전체 : 4.09m <sup>2</sup>
냉각제 유속	평균 : 3.5m/sec	4.66m/sec
열전달 계수	3.49W/cm <sup>2</sup> °C	
정격출력에서의 mass	노심 전체 : 29,000t/hr	노심 전체 : 50.58×10 <sup>4</sup> t/hr



항 목	VVER-440	영광 1,2호기
flow rate(G)	핵연료 집합체 : 83. lt/hr	
냉각재 온도	입구 : 269°C 출구 : 301°C	입구 : 292.06°C 출구 : 327.72°C
냉각재 압력	출구 : 125kgf/cm <sup>2</sup>	2,280psia
hot channel factor	radial : 1.5 axial : 1.4	2.32(Heat Flux)
가동 정지후 열의 제거를 위한 설비	shutdown 열 제거 계통	RHRS(Residual Heat Removal System)

## 6. 제 어

항 목	VVER-440	영광 1,2호기
기본적인 제어 특성	1. 연소와 온도 반응도 효과를 보상하기 위해 1차측 냉각수에 보론을 사용. 2. 집합체에 BP를 사용.	1. 1차측 냉각수에 보론을 사용. 2. 집합체에 BP(Burnable Poison)를 사용.
제어, regulating과	73개의 6각형 흡수 튜브 두께 : 0.6cm	52개의 Cluster 24 Rods/Cluster
안전봉	길이 : 250cm 전체 제어봉가 : 20.61% $\Delta k/k$ (20°C에서) 20.71% $\Delta k/k$ (260°C에서)	흡수 물질 : B.C 직경 : 0.75cm 밀도 : 1.77g/cm <sup>3</sup> 길이 : 385.32cm 흡수체 길이 : 360.68cm 전체 제어봉가 : 21.61%
속도	최대 : 25cm/sec 최소 : 2cm/sec	
최대 반응도 불가율	$1.6 \times 10^{-2} \% \Delta k/ksec$	
scram 시간과 메카니즘 유형	시간 지연 : 0.5-1.0sec 봉 낙하시간 : 10sec	

항 목	VVER-440	영광 1,2호기
	중력에 의한 scram rack 기어 바퀴에 의한 rack 메카니즘	
반응도 계수	핵연료 : $-0.33 \times 10^{-2} \% \Delta k / k^{\circ}C^{-1}$ 감속재 : $-1.11 \times 10^{-2} \% \Delta k / k^{\circ}C^{-1}$	
다른 shutdown 설비	1차측 냉각수에 있는 봉수	

7. 원자로 용기

항 목	VVER-440	영광 1,2호기
형태	원주형	원주형
치수	외경 : 3.84m (윗부분 3.9-4.4m) 높이 : 11.8m 벽 두께 : 14.5cm 피복재 두께 : 2cm	내경 : 3.99m 높이 : 12.98m 벽 두께 : 15.56cm 피복재 두께 : 0.32cm
원자로 용기와 피복재의 재료	고강도 저합금강 48TS(15H2MFA)	Austenitic Stainless Steel(304형)
압력(응력)	작동압력 : 125Kgf/cm <sup>2</sup> 설계압력 : 125Kgf/cm <sup>2</sup> 시험압력 : 190Kgf/cm <sup>2</sup>	작동압력 : 2,317psig 설계압력 : 2,485psig

8. 가압기(Pressurizer)

항 목	VVER-440	영광 1,2호기
체적	진체 : 39-44m <sup>3</sup> 스튜 : 16-18m <sup>3</sup>	진체 : 130m <sup>3</sup>
온도	327°C	360°C
압력	124bar	2,485psig

## 9. 유 체

항 목	VVER-440	영광 1,2호기
열교환기	6개의 수평 튜브와 shell형의 S/G extended surface : 2240m <sup>2</sup>	표면적 : 5110m <sup>2</sup> U-tube
온도와 압력	1차측 2차측 입구 : 301℃ 226℃ 출구 : 268℃ 259℃ 압력 : 125Kgf/cm <sup>2</sup> 47Kgf/cm <sup>2</sup>	1차측 2차측 입구 : 326.61℃ 226.67℃ 출구 : 291.50℃ 282.22℃ 압력 : 964psia
1차측 회로	6개의 루프 총 냉각재량 : 187m <sup>3</sup>	3개의 루프 총 냉각재량 : 251.94m <sup>3</sup>
1차측 회로 파이프	austenite 스테인레스강 H18N9T 외경 : 50cm 두께 : 3.5cm	내경 : 67.31cm 두께 : 5.89cm
펌프	전기 모우터에 의해 작동되는 6개의 펌프 전력 소모 : 2050KW/펌프	3개의 펌프 전력 소모 : 5220KW/펌프
1차측 냉각수 정화와 손실	고압 이온 filter로 정화 설계 손실 : 500Kg/hr	
2차측 회로	6개의 주 스팀 파이프	
냉각 계통의 안전 특 징	1. 3개의 독립적인 전력 공급원과 2 개의 발전기 2. 비상시 스팀을 우회 3. 비상시 봉산의 주입	
핵연료봉의 파손탐지 계통	1. 1차측 냉각수의 $\gamma$ 선 계측(각 핵 연료 집합체를 검사) 2. 일정 간격에서 화학적 sampling	

## 10. Reflector와 차폐물

항 목	VVER-440	영광 1,2호기
reflector	경수(24cm 두께)와 강철(10cm 두께)	Top : 25.4cm Bottom : 25.4cm 경수+강철 Side : 38.1cm
차폐물	콘크리트, 물 그리고 강철 콘크리트 두께 : 200cm 콘크리트 밀도 : $2.3\text{g}/\text{cm}^3$	

## 11. 안전과 직납용기

항 목	VVER-440	영광 1,2호기
환경	발전소 면적 : 20ha 반경 7km이내에서는 거주가 허용되지 않음 지진도 허용되지 않음	
직납용기의 유형	콘크리트벽	Steel-lined P.S 콘크리트 벽

## 12. Turbogenerator

항 목	VVER-440	영광 1,2호기
터빈	2개의 스팀 터빈(K-220-44) 220MW/터빈, 3000rpm 스팀 압력 : $44\text{Kgf}/\text{cm}^2$ 입구 온도 : $255^\circ\text{C}$ 평균 함수율 : 0.005%	1개의 고압 터빈+3개의 저압터 빈(TC6F-44형), 1800rpm 입구 압력 : 4.4MPa 스팀 유량 : $453.6 \times 10^3\text{Kg}/\text{hr}$
발전기	2개의 발전기(TBB-220-2) 220MW/발전기, 50Hz, 3상	994.649Kw
복수기	터빈당 2개의 복수기 후방 압력 : $0.033\text{Kgf}/\text{cm}^2$ 냉각수 유속 : 18,275l/h 입구온도 : $5^\circ\text{C}$	1개의 복수기 압력 : 1.5in.Hg A 냉각수 유속 : 858,000gal/min

## 참 고 문 헌

- Research Reactor Data Base. *Report* XBJQM02P 89-04-05. IAEA. Vienna.
- The Text of the Agreement of 20 July 1977 Between the Agency and the Democratic People's Republic of KOREA for the Application of Safeguards in Respect of a Research Reactor Facility. INFCIRC / 252. Nov. 14. 1977.
- H.W. Graves. *Nuclear Fuel Management*. John Wiley & Sons Inc. (1979).
- P.C. William. *Nuclear Power & Nonproliferation*. 국방대학원 안보문제연구소(1983).
- S. Villani. *Uranium Enrichment*. Springer-Verlag (1979).
- 「88 과학 기술 연감」, 과학기술처(1988).
- R. Serber. *Introduction Course of Los Alamos Project*. LA-1. 1943.
- B.A. Bolt. *Nuclear Explosions and Earthquakes*. 1974.
- A. Kapur. *India's Nuclear Option, Atomic Diplomacy and Decision Making* (Paeger : New York. 1976.
- M. Nacht. "Nuclear Energy and Nuclear Weapons". *Report on the 1975 Aspen Workshop on Arms Control* (Aspen Institute on Humanistic Studies. Princeton. 1976.
- B. Spinnard. "Nuclear Power and Nuclear Weapons: The Connection is Tenuous". *The Bulletin of the Atomic Scientists*. vol. 39. No. 2. 44 (Feb. 1983).



## 부록 : VVER PWR 원자로의 특성 분석

### 목 차

I. VVER의 역사와 일반적인 특징.....	33
II. 건물과 구조.....	63
III. 원자로 계통.....	78
IV. 핵연료 취급, 저장과 운송.....	101
V. 열전달 계통.....	113
VI. BOP(Balance of Plant)계통.....	131
VII. 계기 계통, 제어, 그리고 긴급 상황 보호 계통.....	139
VIII. VVER 원전의 수화학.....	184





## I. VVER의 역사와 일반적인 특징

이 장은 VVER 원자로의 발전과 개선과정 그리고 일반적인 특성에 관한 기본적인 정보를 제공하고 설계특성, 일반적인 발전소의 설비, 설계 매개변수, 흐름도 등에 관하여 논의된다.

소련은 첫번째 상업용 PWR 원자로를 1963년에 Novovoronezh에 건설했다. VVER-210이라고 명명된 이 첫 번째 원전에 이어, 두 번째의 표준형인, 1969년 후반에 발전을 시작한 365MWe형이 뒤따른다. 이 표준형으로부터 소련은 VVER-440이라 명명된 표준화된 440MWe 핵발전소를 개선시켰다. 첫 번째의 VVER-440은 V230으로 명칭된 표준 발전소 설계이다. 처음의 V230은 1971년에 발전을 시작한 Novovoronezh 3호기이다. 1970년대 후반에 도입된, 나중의 VVER-440모델은 V213로 명명되었다. 표 1.1은 1986년 12월 31일 현재 발전중이거나 건설중인 VVER-440을 나열했다.

표 1.1 1986년 12월 31일 현재 운전 중이거나 건설중인 VVER-440

나라와 발전소 위치	호기 수	형	상 태
불가리아	1	V230	운전중 1974
Kozioduy	2	V230	운전중 1975
	3	V230	운전중 1980
	4	V230	운전중 1982
	1	V213*	건설중
Juragua	2	V213*	건설중
체코	1	V230	운전중 1978
Bohunice	2	V230	운전중 1980
	3	V213	운전중 1984
	4	V213	운전중 1985
Dokovany	4	V213	운전중 1985

나라와 발전소 위치	호기 수	형	상 태
Mochovce	1	V213	운전중(1985)
	2	V213	운전중(1986)
	3	V213	운전중(1986)
	4	V213	건설중
	1	V213	건설중
	2	V213	건설중
	3	V213	건설중
	4	V213	건설중
핀란드	1	V213*	운전중(1977)
Loviisa	2	V213*	운전중(1981)
동독 Lubmin Nord	1	V230	운전중(1973)
	2	V230	운전중(1975)
	3	V230	운전중(1978)
	4	V230	운전중(1979)
	5	V213	건설중
	6	V213	건설중
	7	V213	건설중
	8	V213	건설중
헝가리 Paks	1	V213	운전중(1983)
	2	V213	운전중(1984)
	3	V213	운전중(1986)
	4	V213	건설중

\*표시는 적납용기를 갖춘 원자로임

모든 VVER-440은 6개의 루프, 각 루프에 격리밸브, 수평형 S/G (Steam Generator), Rack와 Pinion 형의 제이빙 드라이브, 126개의 핵연료봉을 포함하는 6자형의 핵연료 집합체, 밀봉된 저관성 펌프를 가지며 220MWe의 Steam Turbine을 사용한다. 그림 1.1은 VVER-440의 구성도이다.

원자로 압력용기와 주요한 기계적 유체 장치 성분은 표준화된 설계이며 표준화된 제조절차를 가지고 생산된다. VVER 설계는 공학적으로 그리고

## 1. 총괄

항목	VVER-440	VVER-1000
Thermal capacity	1375 MWt	3000MWt
Electric capacity	2×220 MWt	2×500MWe(1×1000MWe)
터빈의 형태	K-220-44-3000	K-500-60/3000 K-1000-60/1500
효율	31.3%	33.7%
원자로 출구의 1차측 회로 냉각재 압력	12.4MPa	15.7MPa
입구의 냉각수 온도	268℃	289℃
출구의 냉각수 온도	301℃	322℃
원자로의 냉각수 유속	42,000m <sup>3</sup> / hr	80,000m <sup>3</sup> / hr
터빈의 입구압력	4.4MPa	6.0MPa
터빈의 입구온도	256℃	276℃

## 2. 원자로

항목	VVER-440	VVER-1000
용기 높이	11.8m	10.88m
최대 직경	4.27m	5.5356m
내부 직경	3.56m	4.07m
무게	201톤	304톤
실린더 부분의 두께	0.14m	0.19m
노즐 부분의 두께	0.200m	0.265m
입구와 출구 노즐 채널수	2×6	2×4

## 3. 원자로 노심

항목	VVER-440	VVER-1000
노심의 높이	2.5m	3.58m
Equivalent diameter	2.88m	3.12m
핵연료 집합체의 수	349	151
집합체의 배치	6각형	6각형
Size across flat	141mm	238mm
노심의 핵연료 집합체 spacing	147mm	241mm
제이봉 수	37	109
집합체에 있는 핵연료봉 수	126	317
핵연료봉의 직경	9.1mm	9.1mm
열전달 표면적	3150m <sup>2</sup>	4850m <sup>2</sup>
평균 비열	380KW / m <sup>2</sup>	550KW / m <sup>2</sup>
보조 흡수체 수	—	12
핵연료 집합체의 높이	3.21m	4.67m
평균 노심 출력	83KW / liter	111KW / liter
평균 출력 밀도	33KW / Kg of uranium	45.5KW / Kg of uranium
노심 부하	42톤/우라늄	66톤/우라늄
핵연료 농축도	2.4+3.6(U-235)	3.0+4.4
매년 교체되는 핵연료량	1/3	1/3
재장전 사이 평균 full power hour	7000	7000
평균 연소도	28,000MWD/분	26,500MWD/분
최대 연소도	42,000MWD/분	44,000MWD/분
반응도 제어	붕산	붕산

구조적으로 변화되었지만, 기본적인 요소와 시스템설계에 있어서 변화는 거의 없었다. 변화된 점은 재료의 개선과 안전에 관련된 특성과 장치가 나중의 발전소에 부가되었다는 것이다.

VVER-440 V230형은 핵분열 생성물의 누출을 방지하기 위하여 영역을 구획화했다. 그림 1.2는 이 개념을 보여준다. V230은 긴급 노심 냉각에 대한 제한된 능력을 가지는 make up coolant pump를 가지나 긴급 노심냉각장치(ECCS)는 부착되어 있지 않다.

VVER-440 V213형은 ECCS를 가지고 있다는 점과 중대 사고의 영향을 격감시키기 위해 영역 구획에 “bubbler tower”를 연결하고 있다는 점에서 오래된 V230형과는 다르다. V213형의 압력용기는 stainless steel로 설비된다. 비상시에 coast-down time을 증대시키기 위해 1차냉각 펌프에 flywheel을 갖추고 있다. VVER-440 V213형의 주요한 구성은 그림 1.4(a)와 1.4(b)에 도시되어 있다. 그림 1.5는 VVER-440의 원자로 용기 집합체를 보여주고 있다. 그림 1.6은 원자로 집합체, 원자로 압력 용기 지지대와 원자로 shaft를 보여주는 V213형의 단면도이다.

1970년대초, 소련은 VVER-1000이라고 불리우는 1000MWe PWR 원자로를 설계해서 건설하기 시작했다. 이 원자로는 spray 형태의 steam suppression을 가진 격납구조물에 포함된 4개의 루프 시스템을 가진다. VVER-1000은 ECCS를 가지고 있고 지진에도 견디도록 설계되어 있다. 첫번째 VVER-1000이 1980년도에 Novovoronezh 5호기에서 가동하게 되었다. 그림 1.7은 VVER-1000 원자로 용기 집합체의 일반적인 배치를 보여주는 그림이다. 그림 1.8은 VVER-1000의 일반적인 배치를 보여주고 있다.

현재 소련은 오로지 VVER-1000만을 건설하고 있다. VVER-1000은 수출용으로도 가능한데 몇개의 원전이 몇몇의 동유럽 국가에 건설중이거나 계획중이다. 표 1.2는 1986년 12월 31일 현재 작동중이거나 건설중인 VVER-1000을 목록으로 작성했다.

표 1.2 1986년 12월 31일 현재 운전중이거나, 건설중, 또는 계획중인 VVER-1000

나라와 발전소 위치	호기 수	상 태
불가리아	5	건설중
Kozloduy	6	건설중
Belene	1-4	계획중
체코	1	건설중
Temelin	2-4	계획중
동독	1-2	계획중
Stendal		
헝가리	5-6	계획중
Paks		
폴란드	1-2	계획중
Kujawy		
소련	5	운전중(1980)
Novovoronezh	3	운전중(1986)
Rovno	4	건설중
	1	운전중(1983)
South Ukraine	2	운전중(1984)
	3-4	건설중
	1	운전중(1984)
Kalinin	2	운전중(1986)
	3-4	계획중
	1	운전중(1984)
Zaporozhye	2	운전중(1985)
	3	운전중(1986)
	4-6	건설중

표 1.3은 VVER-440과 VVER-1000의 기초적인 설계특성을 보여준다.

표 1.3 기본적인 설계 특성

## 4. S / G(Steam Generator)

항목	VVER-440	VVER-1000
열출력	229.2MW	750MW
스팀출력	451.8톤/시간	1469톤/시간
발생된 스팀의 압력 스팀의 온도	4.6MPa	6.48MPa
입구	258.9℃	278.5℃
출구	226℃	220℃
1차측 회로의 작동 압력	12.3MPa	15.7MPa
열교환기 표면적	2510m <sup>2</sup>	5040m <sup>2</sup>
1차측 냉각재 유속	4842톤/시간	14,400톤/시간
1차측 냉각재 온도		
S / G의 입구	301℃	322℃
S / G출구	268℃	290℃
Log평균 온도차	22.3℃	23.2℃
열전달 계수	854Btu / hrft <sup>2</sup> F	1361Btu / hrft <sup>2</sup> F
평균 열속	108KW / m <sup>2</sup>	184KW / m <sup>2</sup>
냉각재 튜브 수	5536	15648
튜브의 직경과 두께	16×1.4mm	12×1.2mm
평균 튜브 길이	9m	8.5m
튜브의 전체 길이	49,760m	133,760m
튜브의 무게	25.89톤	43.1톤
1차측 압력 강하	0.065MPa	0.135MPa
shell의 내부 직경	320mm	400mm
row사이의 간격	24mm	18mm
row통로 사이의 간격	23mm	17mm
단일 row에 있는 분리기 구역의 수	24	11

항목	VVER-440	VVER-1000
row의 수	2	8
구역의 폭	382mm	960mm
구역의 길이	920mm	500mm
파이프의 직경		
1차측의 입구와 출구	500mm	850mm
2차측 입구	250mm	375mm
2차측 입구	400mm	500mm
열전달 면적의 단위 체적당 열 출력	6.4MWe / m <sup>3</sup>	17.3MWe / m <sup>3</sup>
스팀의 함수량	0.02톤/시간	0.05톤/시간
S / G의 blowdown	4.5톤/시간	7.3톤/시간

### 5. 가압기(Pressurizer)

항목	VVER-440	VVER-1000
체적		
전체	39-44m <sup>3</sup>	79m <sup>3</sup>
스팀	16-18m <sup>3</sup>	24m <sup>3</sup>
온도	327°C	346°C
압력	124bar	150bar
히터		
수	360	280
출력	1620KW	2520KW

### 6. 안전 밸브

항목	VVER-440	VVER-1000
첫번째 봉로 압력	147bar	185bar
두번째 봉로 압력	150bar	190bar



항목	VVER-440	VVER-1000
새번째 통로 압력	150bar	190bar
내부 직경	2.4m	3.0m
높이	10.8m	13.66m
무게	112.8톤	212톤

## 7. Bubbler

항목	VVER-440	VVER-1000
전체 체적	15.0m <sup>3</sup>	?
물의 체적	11.25m <sup>3</sup>	?
격막의 압력	5.0bar	?

## 8. 1차측 냉각 펌프

항목	VVER-440	VVER-1000
명칭	GTsN-310/GTsN-317	GTsN-195
펌프 수용력	6500/7100m <sup>3</sup> /hr	20,000m <sup>3</sup> /hr
냉각재 온도	270℃	300℃
흡입 압력	12.5MPa	15.6MPa
압력 상승	0.52/0.4MPa	0.2MPa
설계 압력	14MPa	18MPa
설계 온도	335/350℃	350℃
출력소모		
Nominal	1,200/1,400KW	5,300KW
찬물	?/1,600KW	7,000KW
전압(50Hz)	6,00volt	6,000volt
속력	1,500 회전/분	1,000 회전/분
Flywheel	No Yes	있음

항목	VVER-440	VVER-1000
효율	0.52/0.76	0.74
부게	48/42톤	156톤

VVER에 있어서 중대한 변혁은 다음과 같다. VVER-440과 초기 VVER은 좋지 못한 coast-down performance를 가지는 저관성 pump를 사용하였다(그림 1.9). 전력이 상실되었을 경우 pumping을 계속할 목적으로, 나중의 원자로들은 약 100초 동안 전력을 공급하기 위해 터빈 발전기 축에 위치한 특별한 발전기를 가진다. 모든 VVER-1000과 최근의 VVER-440은 원하는 flow pump coast-down을 공급하기 위해 특별한 flywheel을 가진 밀봉된 축 pump를 사용한다(그림 1.10).

1969년에 있었던 진동 문제는 Novovoronezh 원전의 열차폐물을 움직이게 했다. 그림 1.11은 이 문제를 해결하기 위해 수정된 점들을 보여준다. 열차폐물은 나중의 VVER-440형과 VVER-1000에서는 제거되었다.

1974년과 1975년에 부식에 대한 문제가 피복재가 stainless steel spacer와 접촉되는 부분에서 발생하였다. 그림 1.12는 이 문제를 보완하기 위한 일련의 수정들을 보여주고 있다. 아르메니아 1호기로부터 시작하여 구멍 뚫린 흐름 분배판이 노심의 아래 입구쪽에 설치되어 있다. 처음의 VVER 10호기까지는 원자로 압력용기 내부에 피복재를 사용하지 않았다. 중대한 부식이나 다른 문제들은 암모니아-나트륨수의 제어 방법을 사용했기 때문에 보고되지 않았지만, Loviisa 1호기와 뒤따르는 VVER(V213형과 VVER-1000)들은 원자로 압력용기 내부에 stainless steel 피복을 사용한다.

처음의 두 VVER(Rhienberg에 있는 원전과 Novovoronezh 1호기)에는 잉여 반응도를 보상하기 위해 제어봉을 사용하였다. 그 이후의 원자로들은 제어봉의 역할을 대신하기 위하여 봉산을 사용했다. 봉산의 사용은 VVER-440에서 제어봉수를 73개에서 37개로 감소시켰다. 초기의 VVER들은 screw-nut 형의 제어봉 드라이브를 사용하였다. VVER-440은 rack와 pin-

ion형의 제어봉 드라이브를 사용한다. VVER-1000은 몇몇의 다른 형태의 전자기 드라이브를 사용해왔다. 이들 초기의 두 VVER은 또한 pressurizer에 질소 가스를 사용했지만, 그 다음의 원자로에서는 스팀을 사용해 왔다.

1차 냉각 계통에 속개폐형 격리밸브가 초기의 두 VVER에 사용되었지만, 그 이후의 VVER-440과 VVER-1000은 속 개폐형을 사용하지 않았다. VVER-440은 계속해서 느린 1차 냉각 계통 격리 밸브를 사용하고 있다. 1차 냉각 시스템에 대한 격리 밸브는 원자로가 작동하는 동안에 이용도와 지속성이 유지된다는 기대 때문에 처음의 VVER-1000에서 사용되었다. 이는 사실이 아님으로 증명되었고, 따라서 격리 밸브는 더이상 VVER-1000 설계에서 포함되지 않고 있다.

Loviisa 1호기 원자로 압력용기의 금속에 있는 구리와 인의 불순물에 의해 야기된 문제에 관심이 집중되었다. 이 불순물들은 재료를 기대했던 것보다 빨리 취약하게 만들었다. 중성자 조사는 금속이 연성을 잃는 온도를 증대시키는 효과를 가진다. 연성의 부족이 용기를 과열시키는 가능성을 방지하기 위해 충분한 마진으로 이 온도는 운전 온도이하로 유지되어야 한다. VVER 원자로 압력 용기의 비교적 작은 직경은 원자로 용기 벽에서 중성자속을 감소시키지 못한다. 결과적으로 취성이 용접금속과 base 금속에서 관심사이다. 이 문제로 말미암아 바깥쪽 옆에 있는 36개의 핵연료 집합체는 원자로 용기에서 중성자속을 감소시키려는 목적으로 특별한 차폐 집합체로 대체되어 있다.

Loviisa 원전이 건설된 이후에 연이어 설계되고 지어진 VVER-440의 안전 특징에 있어서 주요한 변화가 생겼다. 이 새로운 모델을 V213이라 한다. 이전의 VVER은 ECCS, accumulator나 격납 용기를 갖지 못했다. 이전의 원전은 10cm 직경의 파이프 과열을 수용하도록 설계된 사고 구역화 계통을 가졌다. Loviisa 원전 이후에, 새로운 설계가 도입되었는데, bubbler tower pressure suppression system과 봉산으로 채워진 accumulator를 가진 비상 냉각 시스템이 더해졌다. 이 새로운 발전소는 50cm 파이프의 파괴 효과를 줄이기 위해 설계되었다. 1980년 이후에 지어진 VVER-440은 V213형이다.

VVER-1000도 또한 격납용기와 spray 형의 steam suppression system을 가진다(그림 1.13).

불가리아에 있는 kozloduy 핵 발전소에서 VVER-440 원전에 영향을 준 1977년의 주요한 지진 이전에 VVER 설계는 지진에 대한 어떠한 준비도 포함하지 않았다. 이 지진은 kozloduy에 있는 원전의 S/G를 약 12cm 이동시켰다. 이 지진 이후에, 지진이 발생했을 경우에 shut-down 시키는 장치들이 높은 지진대의 지역에 있는 몇몇의 VVER에 추가되었다.

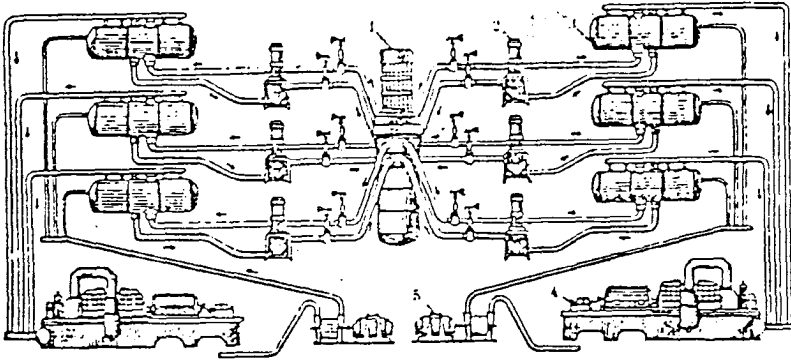


그림 1.1 WVER-440

1-reactor; 2-primary coolant pump; 3-steam generator;  
4-turbine generator; 5-feed water pumps

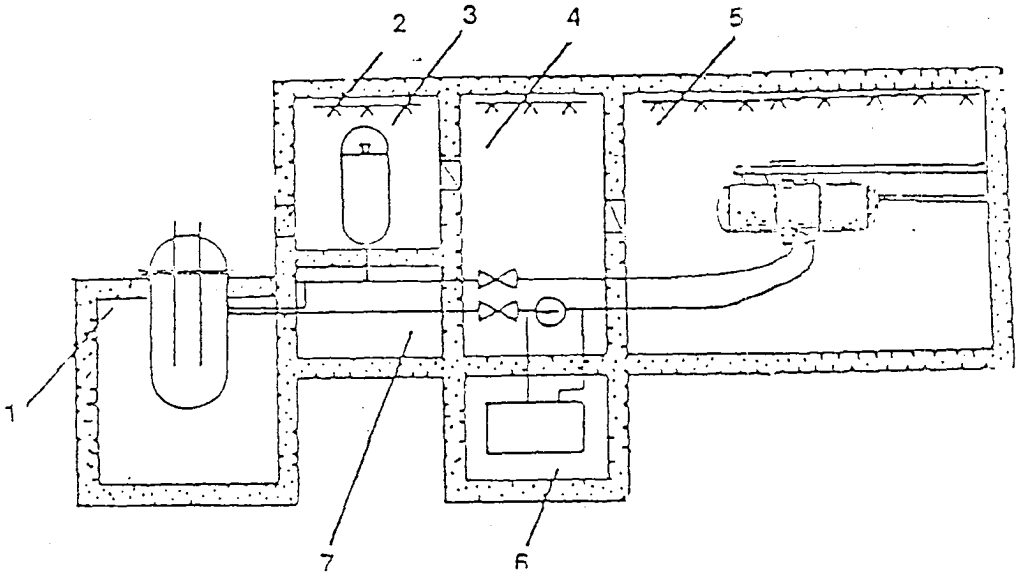


그림 1.2 구역 구획화

1-reactor shaft; 2-sprinkler system; 3-pressurizer cell;  
4-primary coolant pump cell; 5-steam generator cell;  
6-primary coolant system water cleaning system cell;  
7-tunnel for primary coolant system pipes

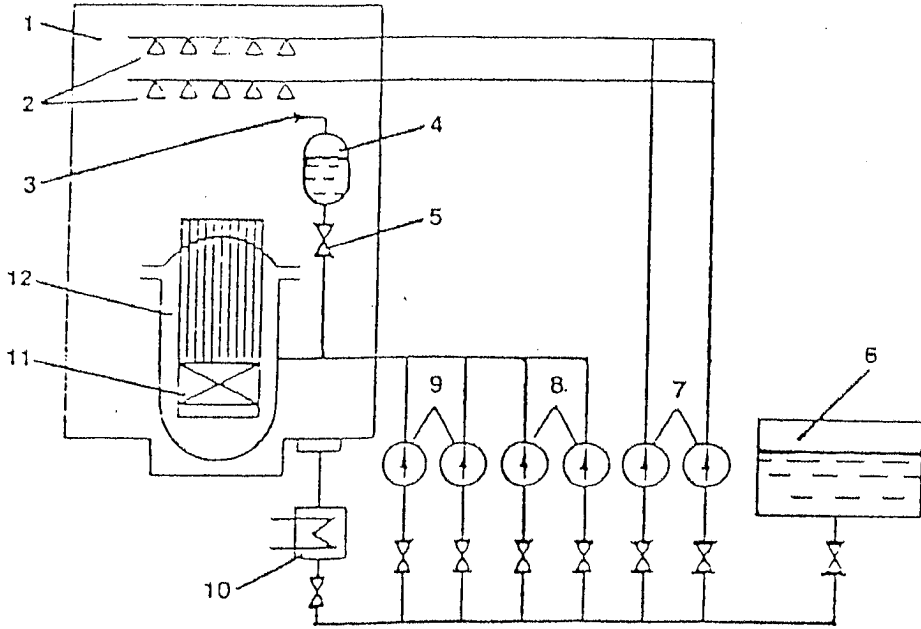


그림 1.3 VVER-440 V213형의 ECCS 흐름도

1-local area compartments; 2-sprinklers; 3-compressed nitrogen supply line; 4-accumulator vessel; 5-valve; 6-boric acid solution tank; 7-sprinkler pumps; 8-high-pressure injection pumps; 8-shut-down cooling for low-pressure pumps; 10-heat exchanger; 11-reactor core; 12-reactor vessel

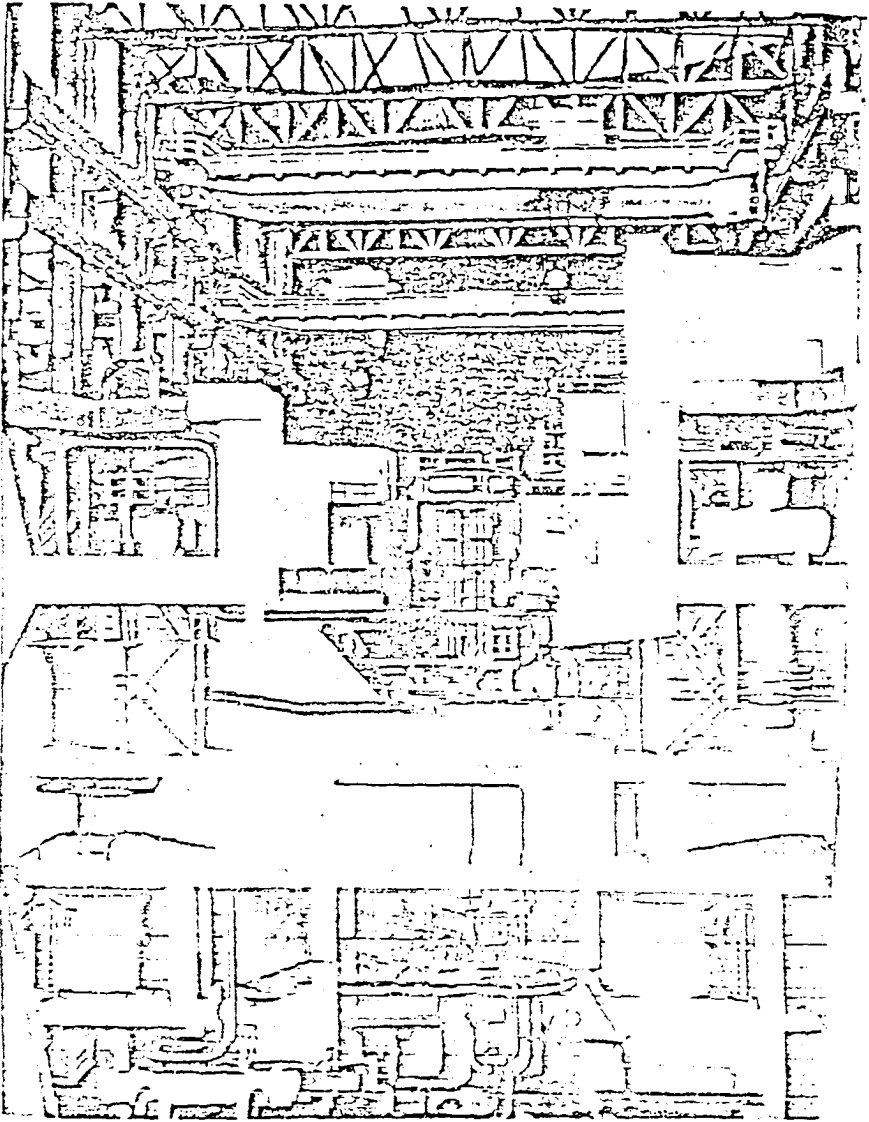


그림 1.4(a) VVER-440 V213형

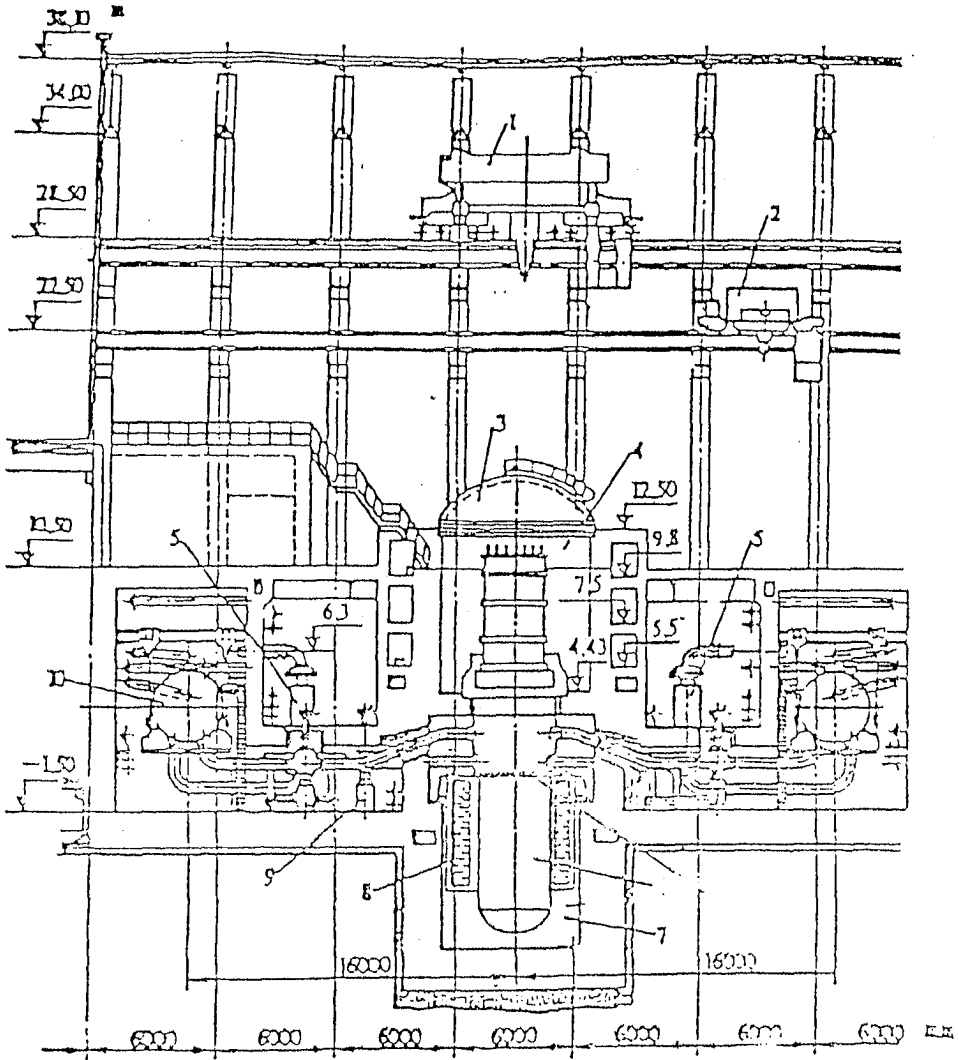


그림 1.4(b) VVER-440 V213형의 입면도

- 1-crane; 2-auxiliary crane; 3-reactor cap; 4-refueling pools; 5-primary coolant pump; 6-reactor vessel; 7-reactor shaft; 8-annular shield, 9-primary coolant system isolation valve; 10-steam generator



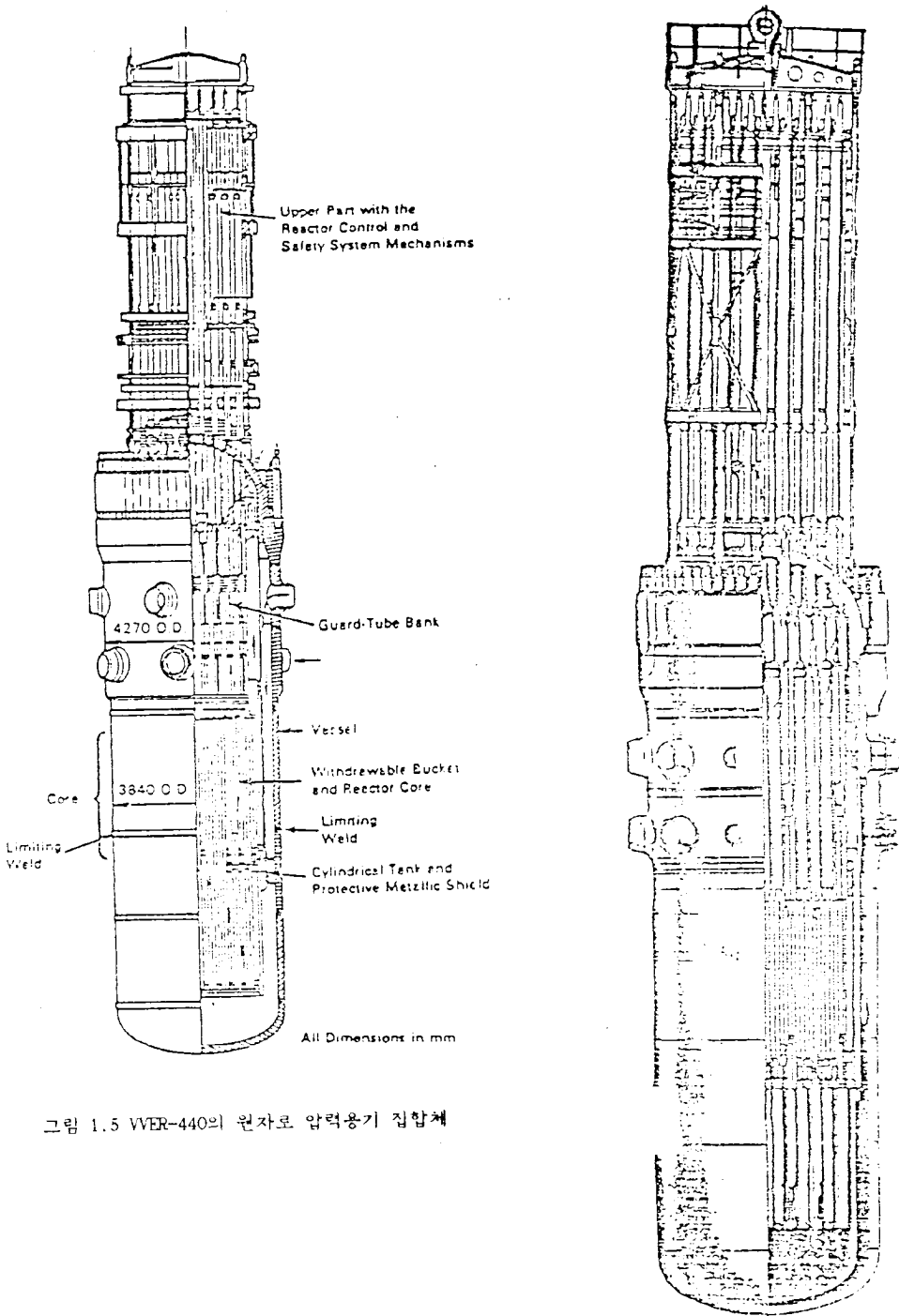
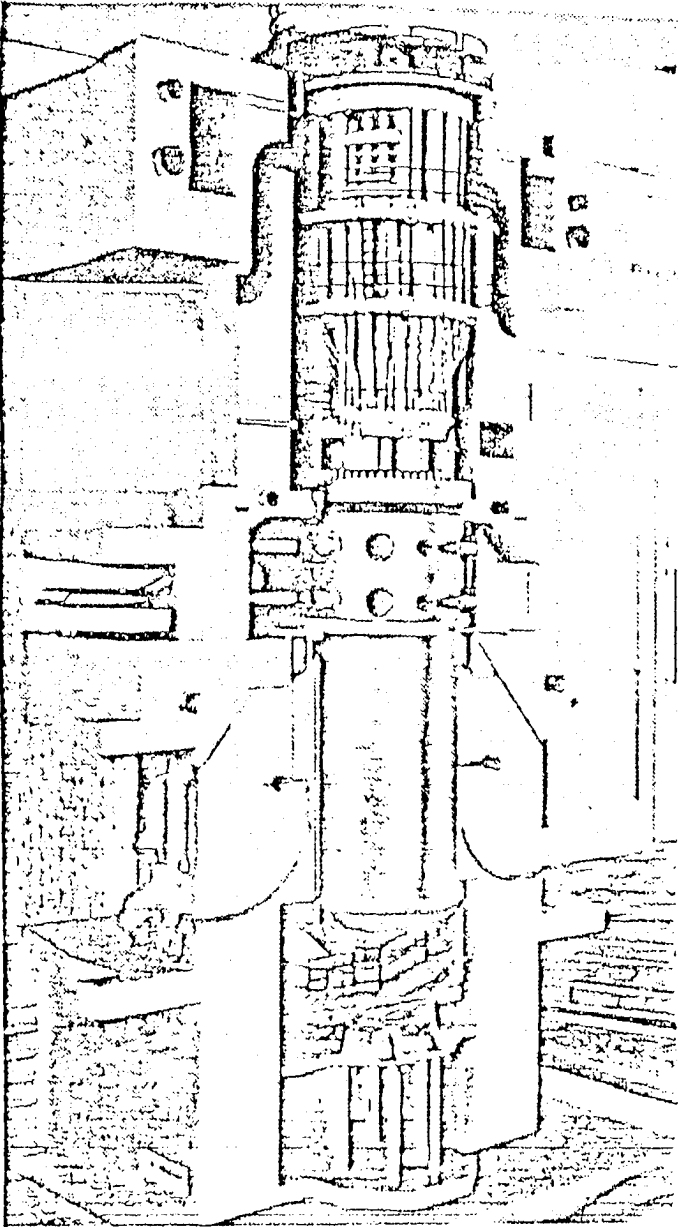


그림 1.5 VVER-440의 원자로 압력용기 집합체



림 1.6 WER-440 v213형 원자로의 압력용기 집합체, 지지대와 축

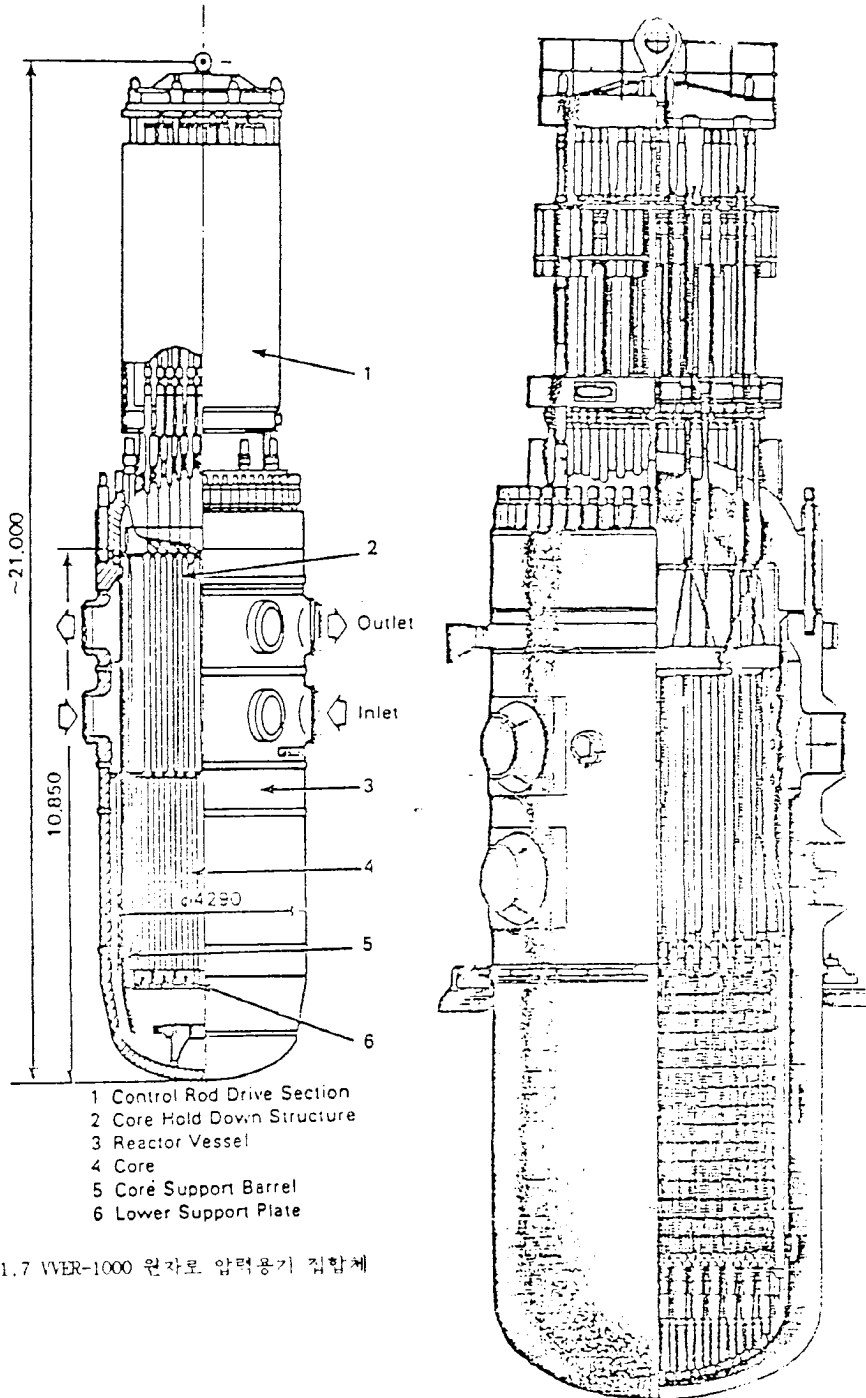


그림 1.7 VVER-1000 원자로 압력용기 집합체

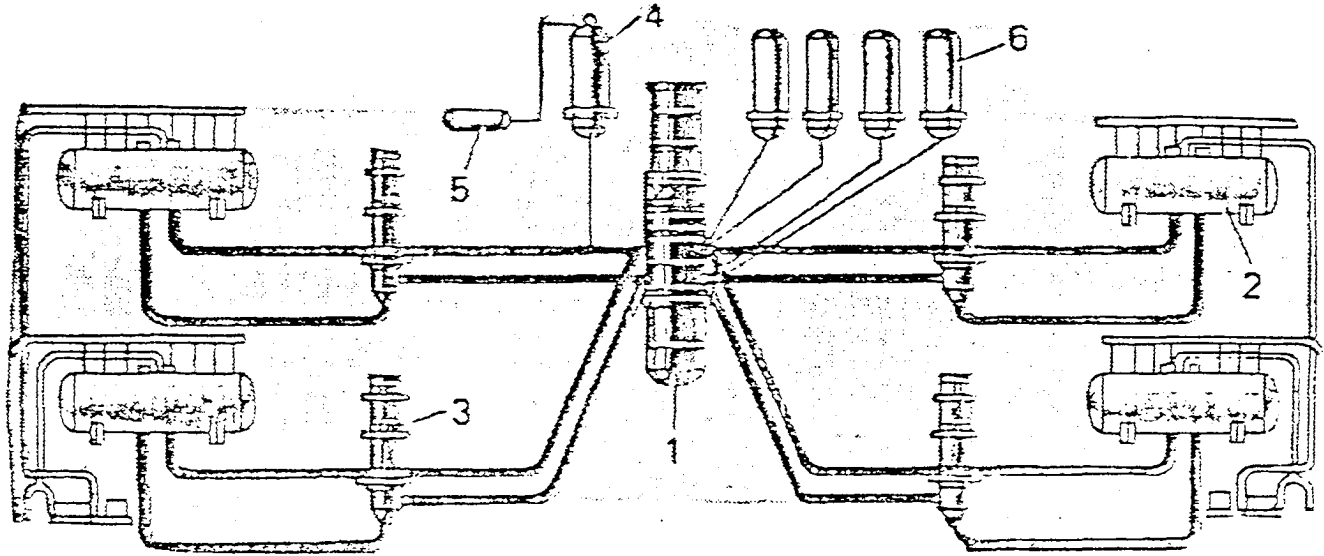


그림 1.8 VVER-1000

1-reactor pressure vessel; 2-steam generator;  
3-primary coolant pump; 4-turbine generator; 5-feedwater pumps

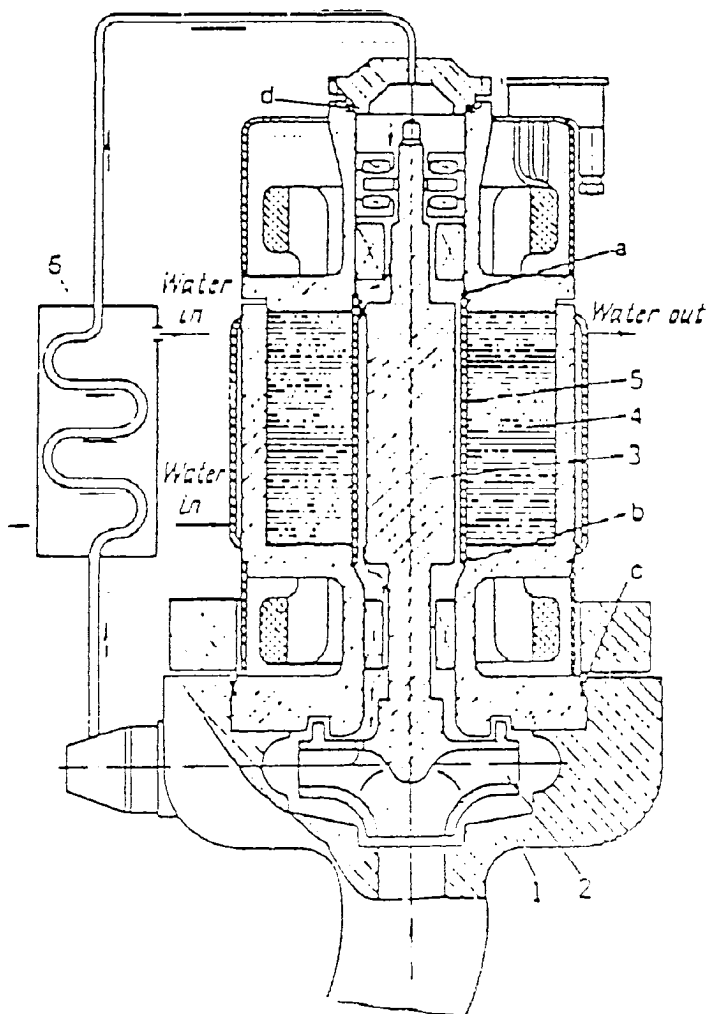


그림 1.9 VVER-440 V230형의 저관성 펌프

1-pump housing; 2-impeller; 3-motor rotor; 4-stator with three-phase winding; 5-thin-wall sealed partition of stator; 6-cooler; (a), (b) points of partition welding to housing; (c), (d) packed joints

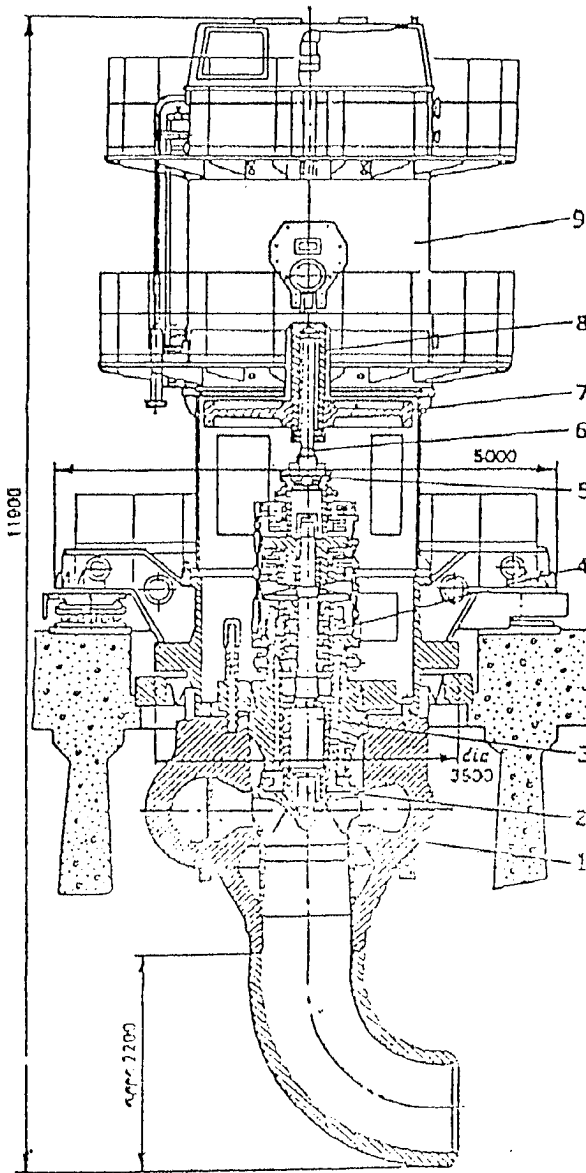


그림 1.10 VVER-1000의 밀봉된 축을 가진 1차 냉각 펌프

- 1-pump housing; 2-impeller; 3-pump shaft;  
 4-sealing; 5-coupling; 6-drive shaft; 7-flywheel; 8-electric  
 motor shaft; 9-electric motor housing

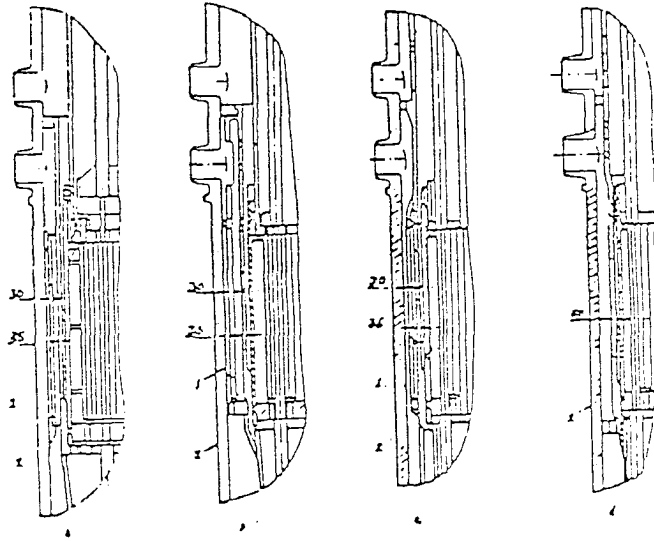


그림 1.11 열차폐의 건설

a-VVER-210; b-VVER-375; c-VVER-440 (Novovoronezh Units 3 and 4);  
d-other VVER-440s; 1-thermal shield; 2-shaft

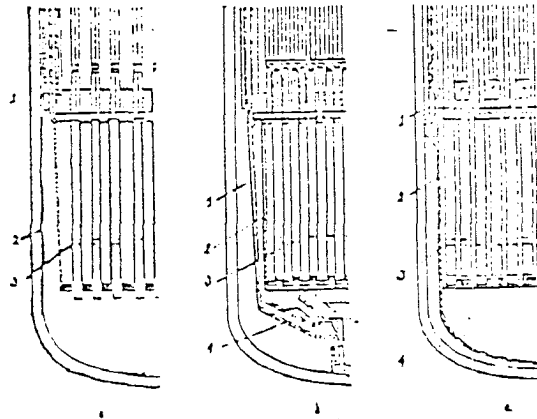


그림 1.12 유랑에 의한 진동을 감소시키는 원자로 내부 설계의 변화

a-VVER-365; b-VVER-440 (Novovoronezh Units 3 and 4); c-other VVER-440s;  
1-shaft; 2-bottom of the shaft; 3-openings for passage of coolant into the control assemblies;  
4-perforated bottom

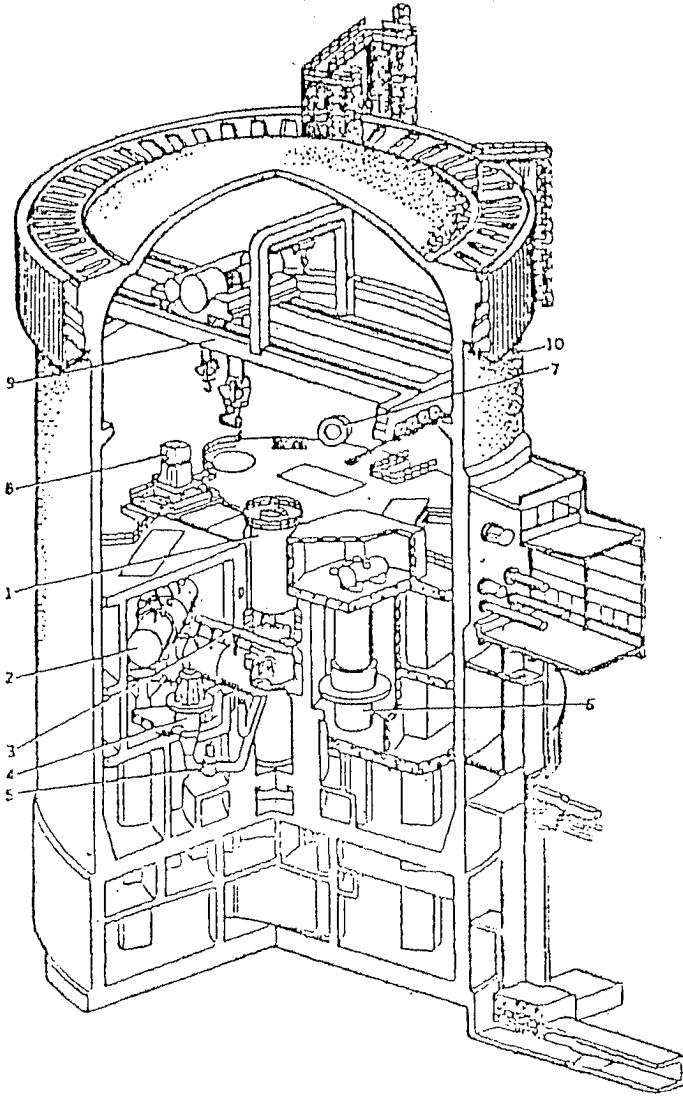
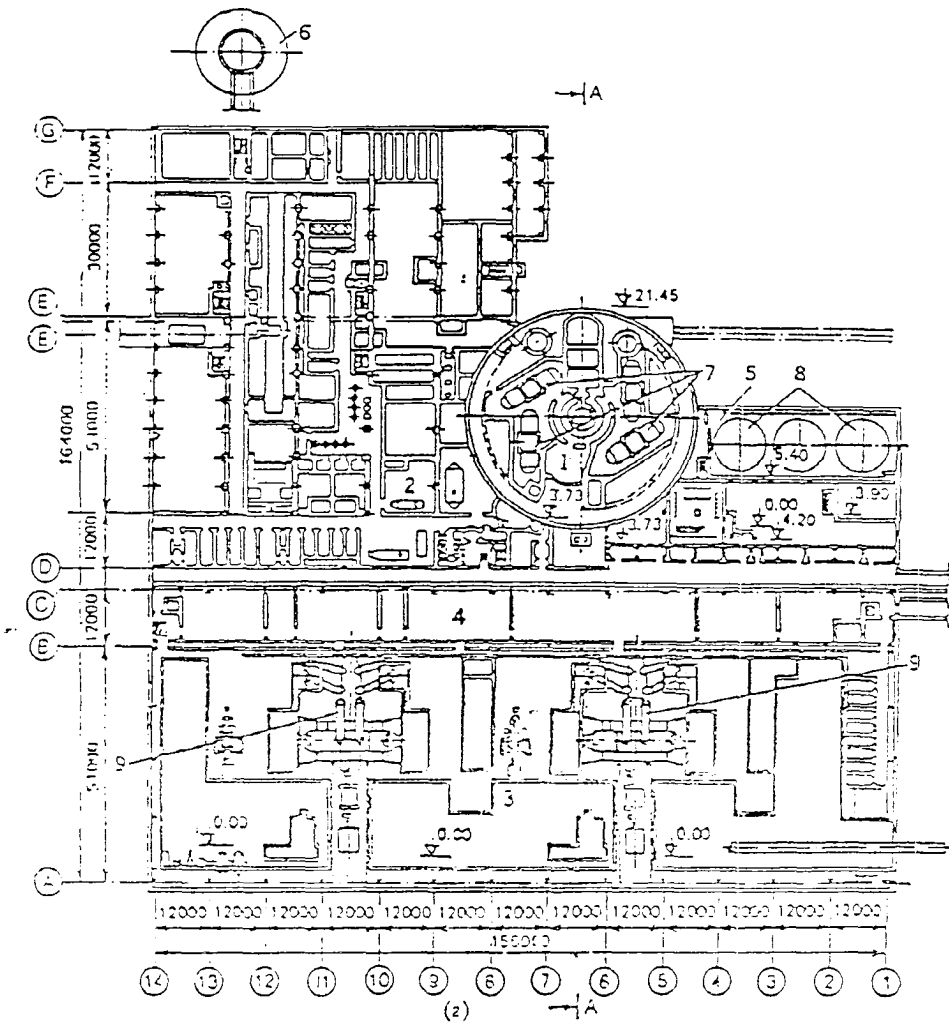


그림 1.13 VVER-1000의 격납 건물

1-reactor pressure vessel assembly; 2-steam pipelines; 3-steam generator; 4-primary coolant pumps; 5-isolation (gate) valve; 6-pressurizer; 7-emergency exit; 8-fuel handling machine; 9-overhead crane, (capacity 400 tonnes); 10-containment building





국립 1000 VER-1000의 평면도

- 1-reactor shaft; 2-special housing; 3-turbine building;
- 4-deaerators; 5-accumulator (emergency reserve of boronated water); 6-ventilation pipe; 7-steam generators; 8-boron solution storage tanks; 9-turbine;

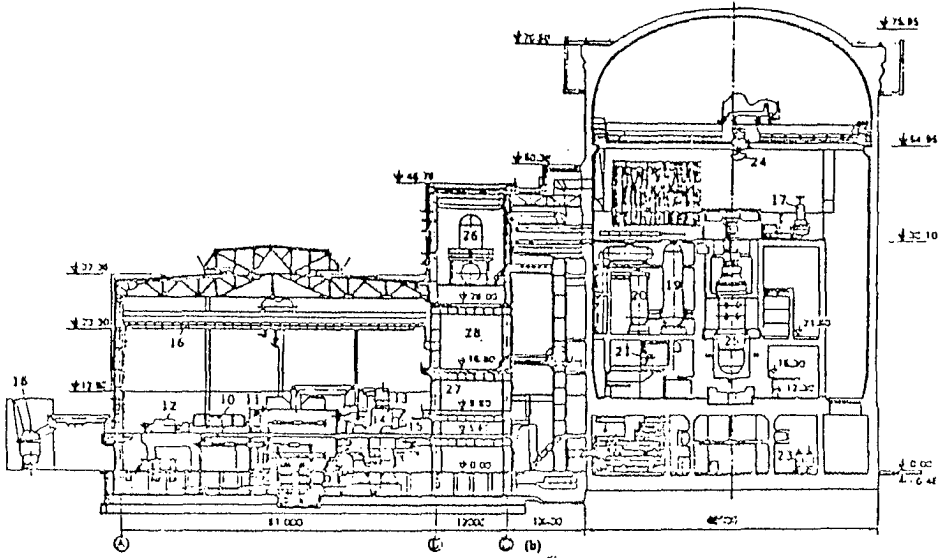


그림 1.15 WWR-1000의 정면도

- 10-generator; 11-condenser; 12-exclter;  
 13-separator-reheater; 14, 15-low-pressure water heaters;  
 16-overhead travelling crane; 17-dererator; 18-transformer;  
 19-pressurizer; 20-water tank; 21-ventilation plant; 22-emergency  
 shutdown cooling heat exchanger; 23-blowdown expander of steam  
 generators; 24-overhead travelling crane on circular runway;  
 25-reactor pressure vessel; 26-fuel handling machine;  
 27-power unit control board; 28-plenum ventilation center



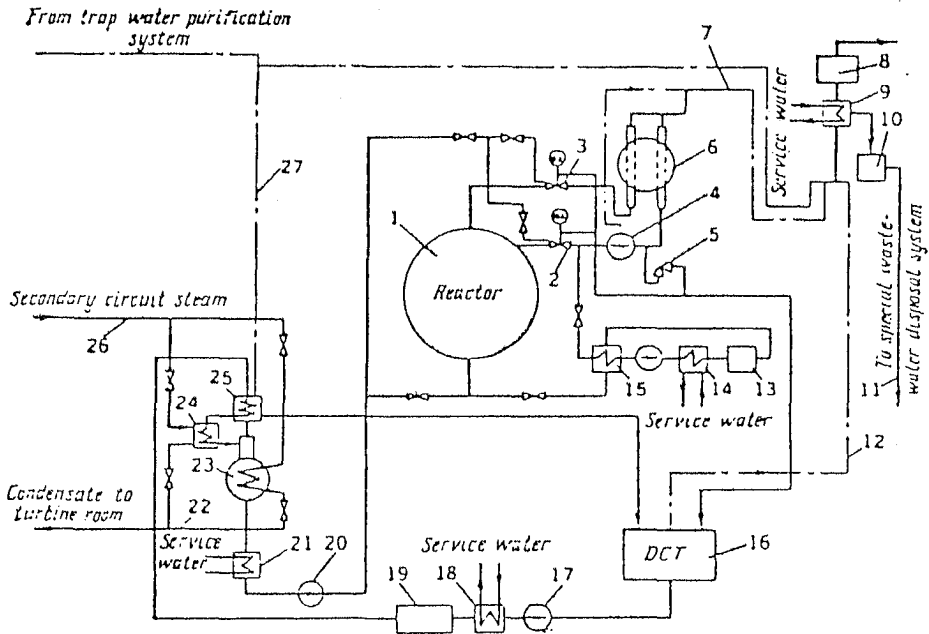


그림 1.17 VVER-440의 make-up water system의 흐름도

- 1-reactor pressure vessel; 2, 3-isolation valves; 4-primary coolant pump; 5-pressure relief valve; 6-steam generator; 7, 12, 27-lines for feeding the steam-gas mixture from the primary coolant pump and steam generator, radioactive condensate tank, and vapor condenser
- In the gas blowoff system; 8-gas cleaning system; 9-cooler; 10-settler; 11-line of condensate supply to special waste-water disposal system; 13-ion-exchange cleaner of blowdown water; 14-aftercooler; 15-regenerative heat exchanger; 16-collecting tank of organized leakages of the primary circuit; 17-radioactive condensate pump; 18-cooler; 19-ion-exchange cleaner of radioactive condensate; 20-organized leakage pump; 21-cooler; 22-condensate return line; 23-make-up water deaerator; 24-heat exchanger; 25-vapor condenser; 26-steam supply line

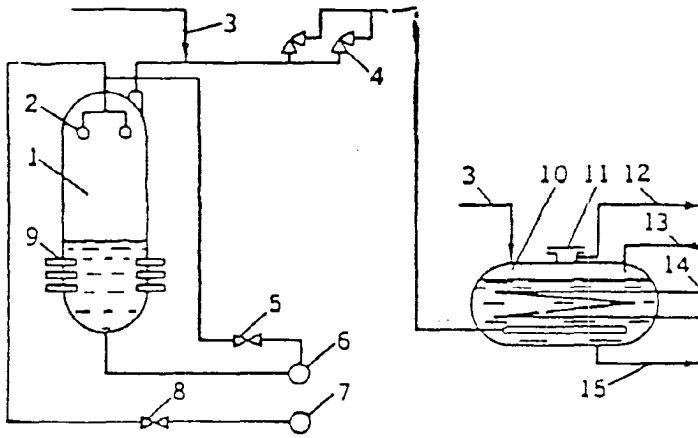


그림 1.18 pressurizer 시스템의 흐름도

1-pressurizer; 2-spray; 3-nitrogen supply; 4-safety valve;  
 5-pipeline with non-return valve; 6, 7-supply and return  
 pipelines to primary coolant system; 8-control valve; 9-electric  
 heaters; 10-bubbler; 11-rupture disc; 12-removal of  
 radioactive gases for removal; 13-water supply; 14-cooling coil; 15-to  
 radioactive condensate tank

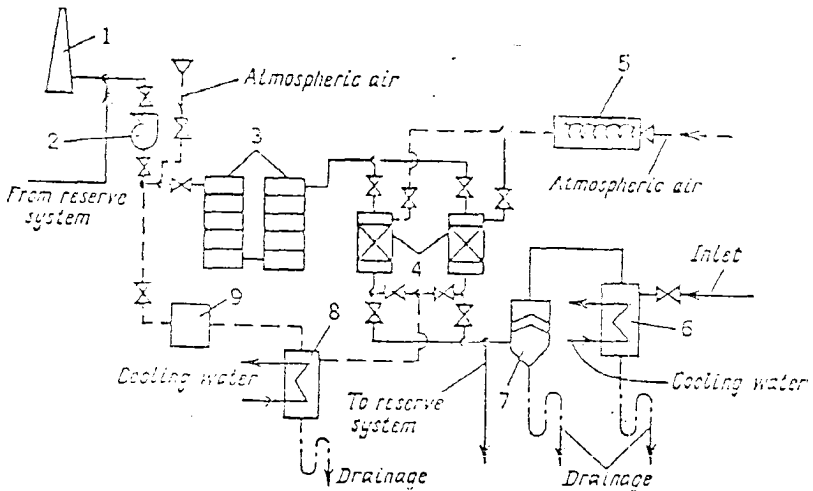


그림 1.19 방사능 gas의 정화시스템

1-exhaust stack; 2-gas blower; 3-filter-adsorber; 4-zeolite  
 columns; 5-electric heater; 6, 8-coolers; 7-percent aerosol  
 filter; 9-iodine filter-adsorber

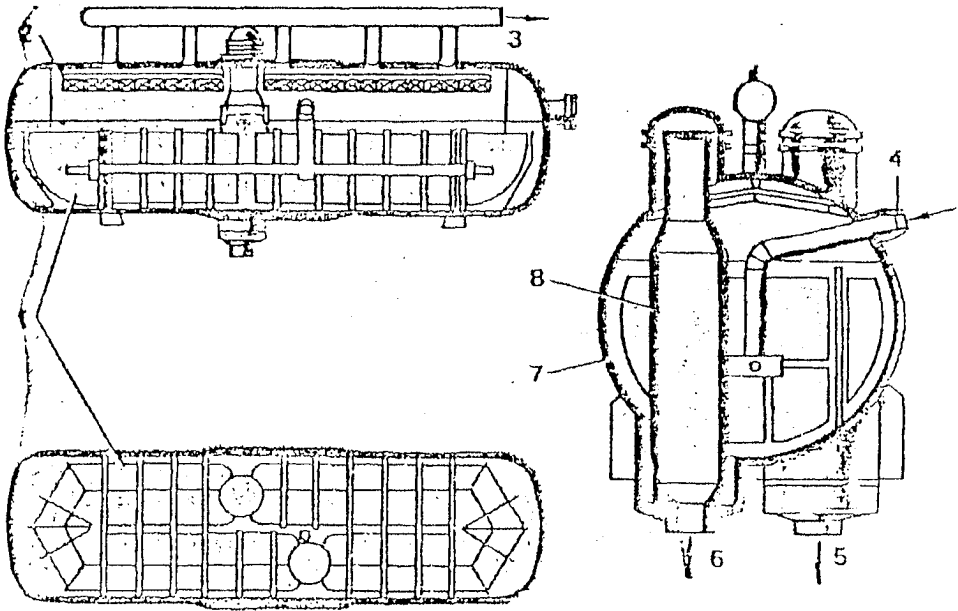


그림 1.20 VVER-440의 S/G

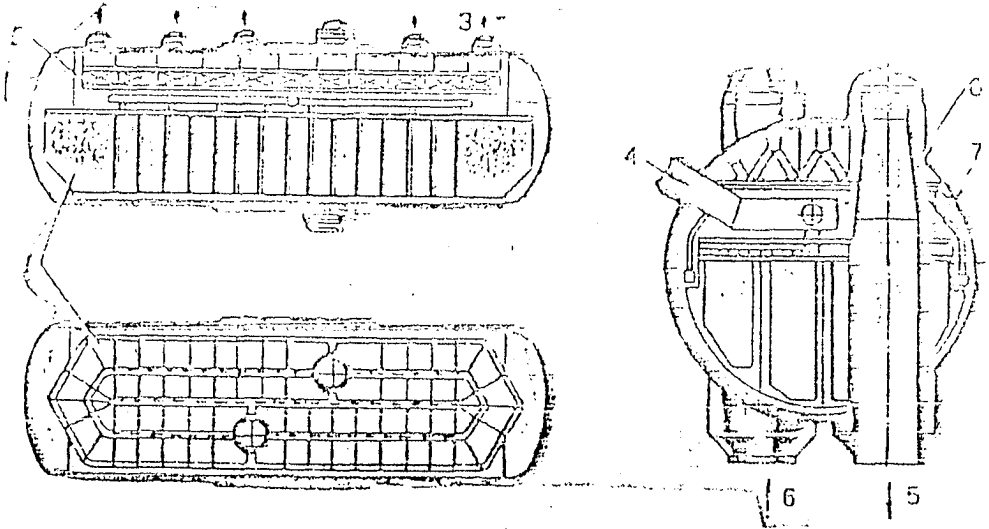


그림 1.21 VVER-1000의 S/G

## II. 건물과 구조

이 장은 VVER의 토목 구조적인 측면을 묘사한다. 발전소의 표준 배치, 건설 시공, 그리고 사고로부터 발생한 스팀과 핵분열 생성물을 구역화시켜 저장하는 방법이 논의된다.

### 1. 발전소 배치

그림 2.1은 두 VVER-440 원전의 전형적인 위치도이다. 일반적으로 VVER-440 원전은 최소한 2기나 2기의 중복으로 설계되고 건설된다. 보조 원자로 계통(clean-up 계통, 건조기, 이온 교환기)은 2기에 의해 공유되고 2기의 뒤에 위치한 보조 건물에 수용된다. 보조 건물과 중앙 수리실 뒤쪽의 비교적 넓은 지역에 방사성 폐기물 저장 용기가 확보되어 있다. 어떤 경우에는 원자로에서 떨어진 건물이 사용후 핵 연료의 저장을 위해 지어진다.

분리된 제어실이 각각의 VVER 단위로 설치되어 있다. 제어실은 각 단위의 반대편에 있는 원자로 건물의 바깥쪽 벽의 내부에 위치한다. 실제로 각 단위당 2개의 제어실이 존재하는데, 하나는 원자로 계통과 발전 계통의 제어를 위한 것이고, 하나는 원자로 계통만을 위한 여분의 제어실이다.

그림 2.2는 63cm 높이에서의 V230 2기의 평면도이다. 6개의 steam generator, 1차 냉각 펌프, 1차 계통 격리 밸브, 그리고 원자로 건물안의 다른 장치들의 위치가 도시되어 있다.

그림 2.3은 2세대 VVER-440(V230형)의 입면도이다. 이 그림에서 1세대와 2세대 원전의 두가지 주요한 차이가 명백히 나타난다. 원자로 압력 용기가 원자로 건물 안에서 상승되어 있는데 이는 전체 건물 높이를 증가시켜서 내부 구조물을 포함시키고 구역화 체적을 증대시킨다. 원자로 지역 밖의 주

건물의 새로운 지역에 첨가된 기포 냉각탑(bubbler condensor tower)이 도시되어 있다.

그림 2.4는 VVER-1000 원자로의 전형적인 배치도이다. 이 경우에 있어서 발전소는 두 가지의 형태의 적납 용기형-원자로 건물을 가진다. 공통의 보조 계통을 포함하는 분리된 보조건물은 2기의 사이에 위치한다. 제어실은 적납 구조물 아래에 있는 원자로 건물의 낮은 쪽에 있다. 두 개의 제어실이 나란히 있는데 하나는 원자로와 전기 계통의 제어용이고 다른 하나는 오로지 여분의 원자로 제어용이다.

## 2. 건설 시공

원자로 건물의 외부와 내부 벽은 철근 콘크리트로 구성된다. 원자로 건물의 벽과 바닥은 두꺼운데 이는 구조적인 지지를 위해서 뿐만 아니라, 생물학적 차폐를 하기 위함이다. 터어민에 있는 토대도 역시 철근 콘크리트이다. 건물의 나머지 대부분도 미리 주조된 콘크리트 부재나 철근 건설물이다.

VVER-1000은 원주형의 적납 구조물에 원자로 계통이 수용된 것을 특징으로 한다. 원자로 건물의 기초 토대의 슬랩은 3m 두께의 콘크리트이다. 여러 층의 철근 콘크리트 블럭 구조물이 토대 슬랩으로부터 위로 12.3m까지 뻗어 있는데, 이는 위쪽의 원주형 적납 구조물의 P.S 철근 콘크리트 벽을 지지하는 단단한 하부 구조를 형성하기 위함이다. 전형적인 건벽과 돔의 두께는 각각 1.2m와 1.0m이다. 원주는 P.S보강재가 부착되어 있는 원형 금속재로 돔에 연결되어 있다. 건벽은 8mm 두께의 철로된 누출 방지의 금속 라이너를 가진다. 라이너는 구조물로 작용을 하며, 부식을 방지하기 위해 알루미늄 금속과 에폭시 수지로 코팅되어 있다.

## 3. 사고의 구역화와 격납용기 계통

Loviisa의 2기와 쿠마에 건설중인 2기를 제외하고, VVER-440은 적납



구조물을 사용하지 않는다. 격납 구조물이 없는 경우, 각 VVER-440은 1차 계통 요소에서의 파열이 초래하는 스팀과 핵 분열 생성물의 누출을 방지할 의도로 두 가지 “사고 구역화”의 개념 중 하나를 사용한다.

모든 VVER-1000은 철관을 입힌 나선형으로 꼬인 P.S 콘크리트가 완전히 원자로와 1차 냉각 계통을 감싸는 철근 콘크리트 격납 구조물을 가진다.

### 1) VVER-440 V230 형

V230 원전은 입구와 출구 배관, S/G, 펌프, 격리 밸브, 그리고 원자로 용기의 낮은 부분을 포함하는 1차 계통 부분을 둘러싼 밀봉 구획을 사용한다. V230 설계에서 사고 구역화의 크기는 대략 10m<sup>3</sup>이다.

원자로 용기의 윗쪽 부분은 사고 구역화 경계의 바깥쪽에 놓여 있다. V230 원전의 사고 구역화는 10cm 크기의 직경을 가진 하나의 1차 계통 배관의 파열을 극소화하고 한 방향으로 흐름을 유지하기 위해 설계되었다. 파열 발생후 구역화 구획 내부의 스팀을 냉각시키고 압력을 격감시키기 위하여 S/G와 1차 냉각 펌프 주위의 구획에 water spray가 장착되어 있다. sump로 모인 물이나 냉각된 스팀은 스프레이 계통이나 1차 냉각 계통으로 재순환될 수 있다. 구획으로부터 직접 원자로 건물의 낮은 부분 밖에 있는 대기로 스팀이나 공기를 배출하는 압력 격감 장치는 설계에 근거하지 않은 파열 사고 시 과도한 압력으로 인한 손상으로부터 구조물을 보호한다.

최외각 구역화 구획은 S/G구획이다. S/G는 띠쇠와 스프링 지지대에 의해 구획의 지지대에 의해 매달려 있다. 그러므로 S/G의 하중은 가로놓여 있는 지붕에 전달 된다. 가압기는 터빈 건물과 다른 원자로에 가까운 코너에 위치한다. 다른 원자로에 가까우나 터빈 건물 반대에 있는 코너는 S/G구획에 속하지 않는다. 이 코너는 재장전 동안 원자로 용기가 위치하고 수리할 수 있는 검사소를 포함하고 있다.

S/G구획의 윗쪽 내부는 고리 모양의 구역이다. 6개의 1차 냉각 펌프에 있는 전기 모터와 hot leg와 cold leg 배관의 1차 계통 격리 밸브에 있는 전기 드라이브는 철근 콘크리트 마루 위에 있는 이 구획에 위치한다. 여기

에는 또한 냉각과 환기 계통도 위치한다. 테크와 펌프실의 벽, 마루, 지붕은 충분한 차폐능력이 있어 검사원은 원자로가 작동하고 있는 동안 테크실에 들어가서 펌프의 윗쪽 부분을 검사할 수 있다. 테크 구획의 배치는 다른 부포가 계속 작동하는 동안 각 부포의 작동을 중지시켜 펌프 전기 모터의 윗쪽 분리할 수 있는 부분의 수리를 가능케한다.

테크 밑에 있는 각 1차 냉각 펌프의 열수려 부분은 불 형태의 지지대를 가진 움직일 수 있는 3각대로 지지된다. 각 펌프는 테크 마루에 있는 원형 통로를 통과한다. 이 통로의 직경은 펌프의 직경보다 충분히 크다. hot leg와 cold leg 배관의 1차 냉각 계통 격리 밸브가 또한 테크 밑에 있다. 테크 아래 지역의 S/G실은 운전시 1차 냉각 계통에 있는 높은 gamma source 때문에 출입이 제한된다.

사고 구역화 구획의 벽은 페인팅된 탄소강이나 stainless steel로 내충한다. 철 내충은 누출 방지 벽 역할을 하는 반면, 주위의 철근 콘크리트는 충분한 강도를 주어 과도 압력에 상응하는 하중을 수용한다.

원자로 용기는 원주형이며 맨 위에는 S/G튜브의 윗쪽이 오도록 설치한다. 이 배치는 원자로가 정지되거나 재장전을 목적으로 용기의 머리부분이 제거될때 1차 냉각수를 자연스럽게 순환하게 한다. 원주형의 철근 콘크리트 벽이 원자로 용기 주위의 주 생물학적 차폐벽 역할을 한다. 원자로 용기도 또한 테크 구획의 내부에 위치한다.

원자로 축 아래 부분은 사고 구역화 구획(accident localization compartment)이다. 각각의 주 냉각 배관은 shaft 벽을 통과하고 고리형의 세척 gap에 쌓여있다.

돔형태의 보호 금속판이 축면의 환형 차폐물 위쪽에 위치한다. 돔의 목적은 차폐물을 통과하는 방사선과 원자로 제어 계통의 channel에 있는 gap를 통하여 제어봉 구동장치에 의해 산란되는 방사선을 감쇠시키는 것이다.

초창기의 V230발전소에서 원자로 노심 부분은 물과 콘크리트의 조합에 의해 차폐되었다. 물로 채워진 환형 철판 탱크가 원자로 용기의 밖에 위치해 있고 물탱크는 3m두께의 환형 콘크리트로 쌓여있다. 물탱크는 짐차 방

사화된 물의 누출에 의해 부식되었으며 실질적으로 수리나 대체가 불가능했다. 결과적으로, 물탱크는 다음의 발전소에서부터는 제거되었고 serpentine 콘크리트층으로 구성된 “건조(dry)” 차폐물이 그 역할을 대신 수행했다.

사고 구획화 계통은 0.1MPa의 과도 압력을 수용하도록 설계된다. 이 압력은 직경이 10cm까지 되는 단일 배관의 파열시 발생할 수 있는 압력을 의미한다.

붕수를 분사하는 스프링쿨러는 S/G와 데크 구획 내부에 설치되어 스팀을 냉각 시킨다. shaft 안에는 스프링쿨러가 없어도 이 스프레이는 스팀의 형성으로 초래된 과도 압력이 0.2MPa를 넘을 경우에 작동된다. 물과 냉각된 스팀은 sump에 모아져 스프레이 펌프에 의해 구역화 구획으로 재순환된다.

결국 V230의 비상수 공급 계통은 보통 압력에서 시간당 약 100m의 1차 계통 누실율을 보상할 수 있다. 비상수 계통에는 붕수를 주입하며, 구역화 구획의 sump에 모아진 물이 1차 계통에 재순환된다. 만일 사고 구역화 구획의 압력이 0.08MPa 이상으로 상승되면 밸브들이 열려 스팀과 공기를 S/G 구역의 바깥벽에 위치한 통로를 통하여 대기로 흘러 보낸다. 만약 0.1MPa의 과도 압력에 도달되면 발생하는 구획화 경계의 손상을 방지하기 위해 이런 방식으로 환기가 이루어진다. 이 배출 channel은 직경 20cm 단일 배관의 파열에 상응하는 스팀과 공기의 흐름을 고려하여 설계되었다. 밖으로 환기된 스팀은 구역화 구획에서 영원히 사라지며 따라서 다시 냉각되거나 1차 계통으로 재순환될 수 없다.

더 높은 압력에 대하여(즉, 50cm의 입구와 출구 배관 파열), 구역화 구획은 0.4MPa의 과도 압력에서 열리는 파열 디스크로 구성된 압력 격감 계통을 갖추고 있다. 스팀과 공기는 원자로 건물의 아래쪽에서 대기로 직접 환기된다. 환기구가 열리면 S/G구역의 바깥 벽에 있는 통로는 그대로 남아 있고 증기와 핵분열 생성물이 주위 대기로 흘러 나간다.

철근 콘크리트 사고 구역화는 미리 구조된 원자로 건물 위쪽 부분의 철근

콘크리트에 대해 기초역할을 하는 단단한 box를 형성한다. 사고 구역화 구획 위의 원자로 건물 부분은 어떠한 사고 구역화나 격납 기능도 수행하지 못한다.

## 2) VVER-440 V213형

V213 원전은 기포 냉각탑이라고 불리우는 다른 장치를 갖추으로써 사고 구역화 구획을 강화시킨다. 이 계통은 50cm의 입구나 출구 배관을 포함하여 어떠한 1차 계통 배관 양단 절단도 수용하도록 설계되었다. 파열된 곳에서 유출되는 스팀은 터널을 통하여 원래의 구역화 구조물에서 뽑아져 스팀이 압축 pool로 흐를때 광범위한 냉각이 일어나는 기포 냉각탑으로 들어간다. 전반적인 냉각률을 강화시키기 위하여 S/G와 주 펌프를 둘러싼 구역화 구획에 스프링쿨러가 존재한다.

S/G 구획, 테크 구획의 기본 배치와 V213 설계의 pit는 V230의 설계와 같다. 원자로 용기의 윗 부분은 사고 구역화 구획의 바깥쪽에 놓인다. S/G실은 약 100m<sup>2</sup>의 단면적을 갖는 터널에 의해 기포 냉각탑과 연결된다. 탑 내부의 전체 자유 공간은 약 4×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>가 되어 전체의 잠재 사고 구역화 공간은 약 6×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>에 이른다.

파열된 배관에서 유출된 스팀은 터널을 통하여 S/G구획에서 기포 냉각탑으로 들어간다. 중대 사고를 줄이도록 설계되었기 때문에 50cm의 내경을 가진 입구와 출구 배관의 양단 절단 파열시에도 사고 구역화 내부의 압력은 0.15MPa를 넘지 않는다. 설계에 근거한 과도압력은 대략 이 값에 일치한다. V230의 과도압력에 대한 발전소의 수용력을 늘리기 위해 벽, 마루, S/G구획의 지붕, 펌프실, pit 등을 철근 콘크리트로 하고, 입구에 있는 문을 공기가 새지 않도록 하였으며, 콘크리트의 두께와 압력 보유능력도 증대되었다.

V213은 고압 펌프와 저압 펌프, accumulator탱크를 가지는 3개의 독립적인 긴급 노심 냉각 계통(ECCS: Emergency Core Cooling System)을 가지고 있다. V230 설계에 대조적으로 사고 구역화 구획은 상부에 위치하고 있으며, 특히 V213의 원자로 건물의 토대는 스프레이 계통 부분과 함께

ECCS 부분을 포함하는 밀봉되지 않은 토대를 말한다.

스팀을 냉각시키기 위한 V213의 설계에서, S/G와 펌프 구획에 3개의 독립적인 스프레이 계통이 주어진다. 스프레이 계통 부분은 S/G실 아래에 있는 밀봉되지 않은 지역에 위치한다. 열교환기는 sump에서 모아져 스프레이 펌프에 의해 구역화 구획이나 ECCS펌프에 의해 다시 1차 계통으로 재순환되는 물을 냉각시키는데 사용된다.

V230은 압력 격감 밸브와 파열 디스크를 갖추고 있어 압력이 0.08MPa 이상으로 상승되었을 때 구역화 구획의 경계면을 보호하기 위해 스팀과 공기를 사고 구역화 구획에서 방출시킨다. V213은 이런 형태의 방출 밸브를 갖지 않으며 파열 디스크 압력 격감장치도 갖지 않는다.

### 3) VVER-1000

모든 VVER-1000은 원자로와 1차 계통 부분을 감싸고 있는 철로 내충한 P.S철근 콘크리트격납용기를 가진다. 격납 용기는 85cm 직경의 입구와 출구 배관을 포함하여 어떠한 단일 1차 계통 배관 라인의 파열도 수용하도록 설계되었다. 파열 사고 후 압력을 낮추기 위해, S/G와 가압기를 포함하는 격납 용기와 열린 구획(open compartment)에 있는 스프레이가 스팀냉각을 촉진한다. sump에서 모아진 물과 냉각 스팀은 ECCS펌프에 의해 1차 계통이나 격납용기 스프레이에 재순환된다.

모든 VVER-1000의 NSSS(Nuclear Steam Supply System)는 원주형 벽, 원형 토대, 그리고 타원형의 도움을 가진 철라이닝 P.S 철근 콘크리트 격납 껍벽으로 보호된다. 격납 내부 경계는 압력장벽 역할을 하는 0.8cm 두께의 탄소강 내충물이 설치된다. P.S 격납 껍벽은 충분한 강도를 가져 과도압력에 부합되는 하중을 수용한다. 격납 용기는 0.4MPa의 과도 압력과 150°C의 온도에 견디도록 설계되었다.

격납 용기 내부는 많은 구획으로 나누어진다. 격납 용기 벽, 파루, 그리고 지붕은 방사선 차폐를 제공하고, 회로 계통의 파열 사고시 파편 조각이나 미사일로부터 철 내충과 격납 껍벽의 콘크리트를 보호한다.

콘크리트 cantilever 환형 bracket이 VVER-1000에도 설치되어 있다. 재장전시, 액체 밀봉이 cantilever 근처에서 형성되어 원주형 용기의 상부로부터 shaft지역이 인속된 pool을 형성하도록 물로 넘쳐흐른다.

S/G의 지붕과 가압기 구획은 원자로건물 중앙홀의 마루를 형성한다. 재장전 중 용기의 윗쪽 헤드가 검사되고 수리되는 부분에 pit가 있다. 요오드와 방사성 불순물은 filter를 넣은 재순환 계통을 갖춘 격납용기에서 공기로부터 제거된다.

격납용기 도체에 있는 커다란 통로를 통해 새로운 핵연료와 사용후 핵연료, 폐기물과 장치가 재장전 중에 통과할 수 있다. 그림 2.5는 새로와진 VVER-1000의 평면과 입면도이다. 초기의 VVER-1000과는 대조적으로 격납 용기의 하부 2/3가 정방형의 차폐 건물에 쌓여있다. 차폐건물은 원자로 건물의 일부분이며 많은 보조 계통을 포함한다.

VVER-1000은 3개의 독립적인 ECCS를 가지고 있다. 격납용기 내부에 accumulator 탱크를 갖추고 있지만, 고압과 저압 펌프를 포함하여 ECCS의 주요 부분은 또한 밀봉되지 않은 지역에 위치한다. 이 배치는 배관과 케이블 길이를 최소화시키고 비상 계통의 검사를 가능케 한다.

VVER-1000은 3개의 독립적인 스프레이 계통을 갖추고 있다. S/G와 가압기 구획 내부 뿐만 아니라 격납용기 뒤편에도 스프링클러가 갖추어져 있다. 이 스프레이 계통은 방수나 물을 사용한다. 냉각된 스팀은 sump에 의해 모아져 스프레이 펌프에 의해 다시 격납용기로 재순환될 수 있다. 선택적으로 sump로부터 나온 물이 ECCS의 고압과 저압 펌프에 의해 다시 1차 계통으로 재순환될 수 있다. 저장탱크로부터의 방산을 주입한 다음 물은 sump에서 취해져 1차 계통으로 재순환된다. sump계통에서 온 물을 냉각시키기 위해 열교환기가 사용된다.

VVER-1000은 서방 원자로에서 표준화되어 있는 격납용기 격리맨브와 유사한 주 streamline 격리맨브를 가진다. 다양한 VVER의 사고 구역화와 격납용기 특징이 표 2.1에 요약되어 비교된다.

표 2.1 VVER 원전의 사고 구역화와 격납용기 특징의 요약과 비교

특징	1세대 VVER-440	2세대 VVER-440	VVER-1000
사고 구역화 및 격납용기	사고 구역화	사고 구역화	격납용기
구조	<p>입구와 출구 배관, S 상승한 평행 압축 원자로 스팀 시스템을 G, 1차측 냉각펌프, pool tray와 팽창체를 완전히 에워싼, 철로 가압기, 멤브레를 둘 포함하는 기포 냉각탑 내층한 PS철근 콘크리터싼 서로 연결된, 철 에 터널로 연결된 1세 리트 격납용기로 내층한, 철근 콘크 대의 VVER-440과 리트 사고 구역화 구 유사한 사고 구역화 획. 원자로의 용기 윗 구획. 원자로 용기의 윗 부분은 제외됨. 배출 밸브와 파열 디스크는 과도 압력으로부터 구 획을 보호하기 위해 대기로 과다 스팀과 핵분열 생성물을 배출.</p>	<p>평행으로 작동하는 3개의 독립적인 스팀 water tray 압축 풀. 3 레이 계통. 개의 독립적인 스팀레이 계통</p>	<p>평행으로 작동하는 3개의 독립적인 스팀 water tray 압축 풀. 3 레이 계통. 개의 독립적인 스팀레이 계통</p>
스팀 냉각 시스템	스프레이 계통	평행으로 작동하는 3개의 독립적인 스팀 water tray 압축 풀. 3 레이 계통. 개의 독립적인 스팀레이 계통	평행으로 작동하는 3개의 독립적인 스팀 water tray 압축 풀. 3 레이 계통. 개의 독립적인 스팀레이 계통
최대 설계 사고	10cm인 1차 계통 배관의 파열	어떠한 1차 계통 배관의 양단 절단	어떠한 1차 계통 배관의 양단 절단
최대 설계 과도압력	0.1MPa	0.15MPa	0.4MPa
전 사고 구역화 및 격납용기 체적	10,000m <sup>3</sup>	60,000m <sup>3</sup>	70,000m <sup>3</sup>
물의 재순환 능력	<p>sump에 의해 모아진 물은 작은 파열을 보상하는 비상수 공급에 의해</p>	<p>sump에 의해 모아진 물은 ECCS 펌프에 의해 1차측 계통으로</p>	<p>sump에 의해 모아진 물은 ECCS 펌프에 의해 1차측 계통으로</p>

특징	1세대 VVER-440	2세대 VVER-440	VVER-1000
	<p>봉에 의해 1차측 계통으로 재순환되거나 스프레이 펌프에 의해 스프레이 계통에 재순환된다.</p>	<p>재순환되거나 스프레이 펌프에 의해 스프레이 계통으로 재순환된다.</p>	<p>재순환되거나 스프레이 펌프에 의해 스프레이 계통으로 재순환된다.</p>



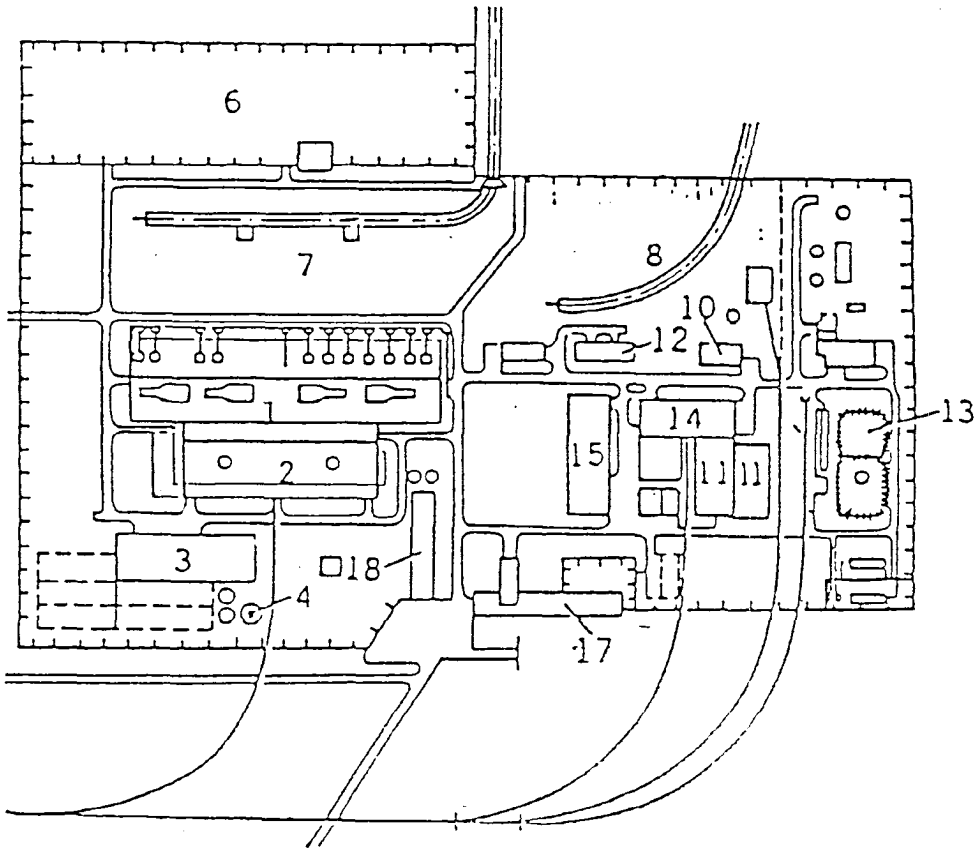


그림 2.1 2기의 VVER-440을 가진 원전 배치의 평면도

- 1-turbine building; 2-reactor building; 3-auxiliary building;  
 4-ventilation stack; 5-transformers; 6-switchgear;  
 7/8-water supply and discharge channels; 10-start-up boiler;  
 11-water treatment station; 12-emergency diesel generators;  
 13-fuel oil handling facilities; 14-materials storage;  
 15-central repair workshops; 17-office building;  
 18-laboratory and maintenance support building

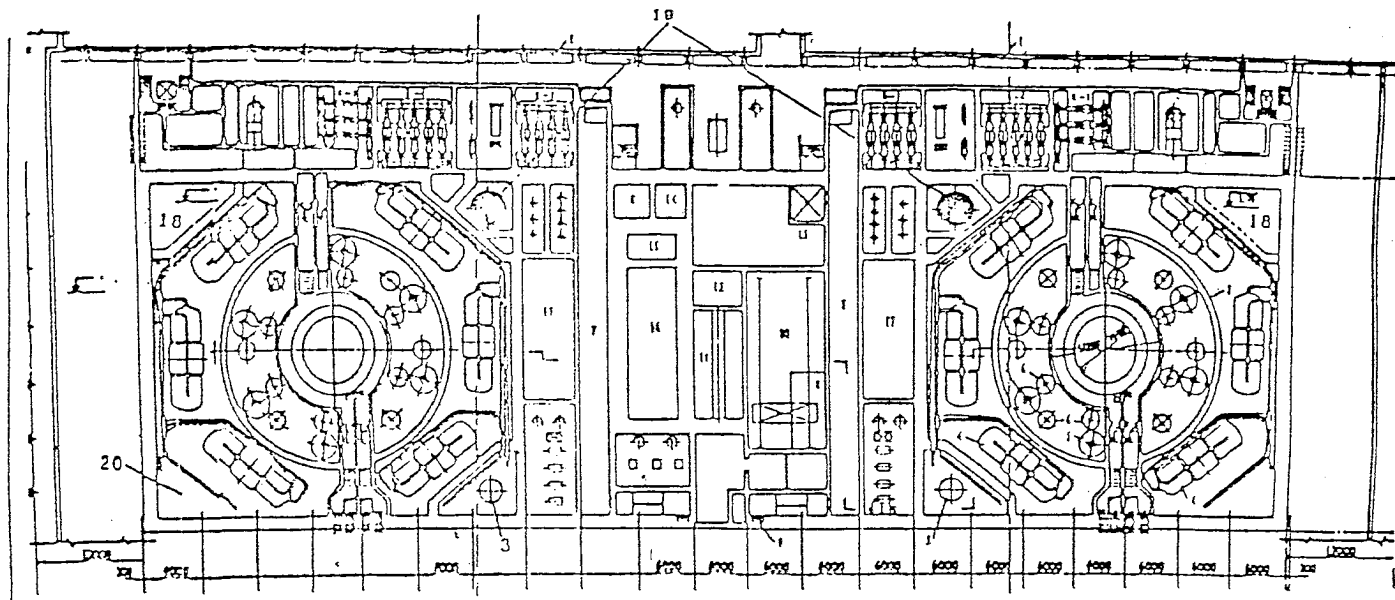


그림 2.2 VVER V230형의 원자로 S/G 실

- 1-ventilation center; 2-common biological shield of steam generators; 3-secondary circuit piping pit; 4-steam generator;
- 5-primary coolant pump; 6-primary coolant system; 7-cable corridor; 8-wash room; 9-elevator; 10-workshops; 11-entrance;
- 12-container room; 13-fresh fuel storage; 14-storage; 15-burial compartment; 16-short term spent fuel storage; 17-assembly room;
- 18-inspection pit; 19-pressurizer; 20-general maintenance

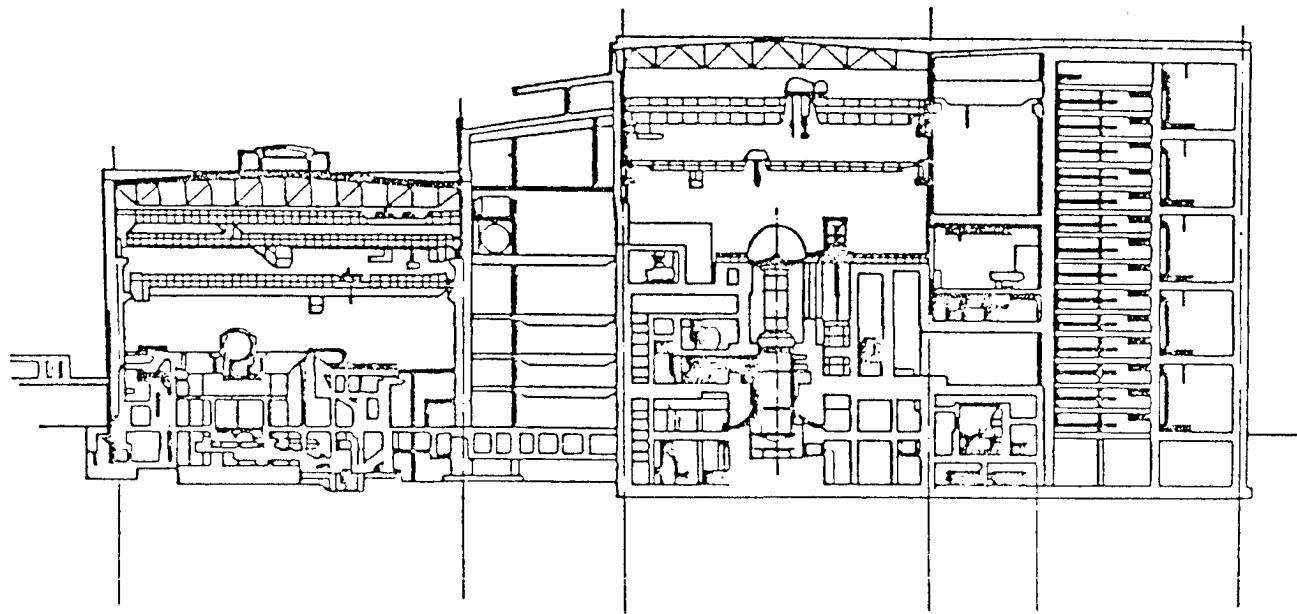


그림 2.3 기포 냉각탑을 보이고 있는 VVER-440 V213형의 입면도

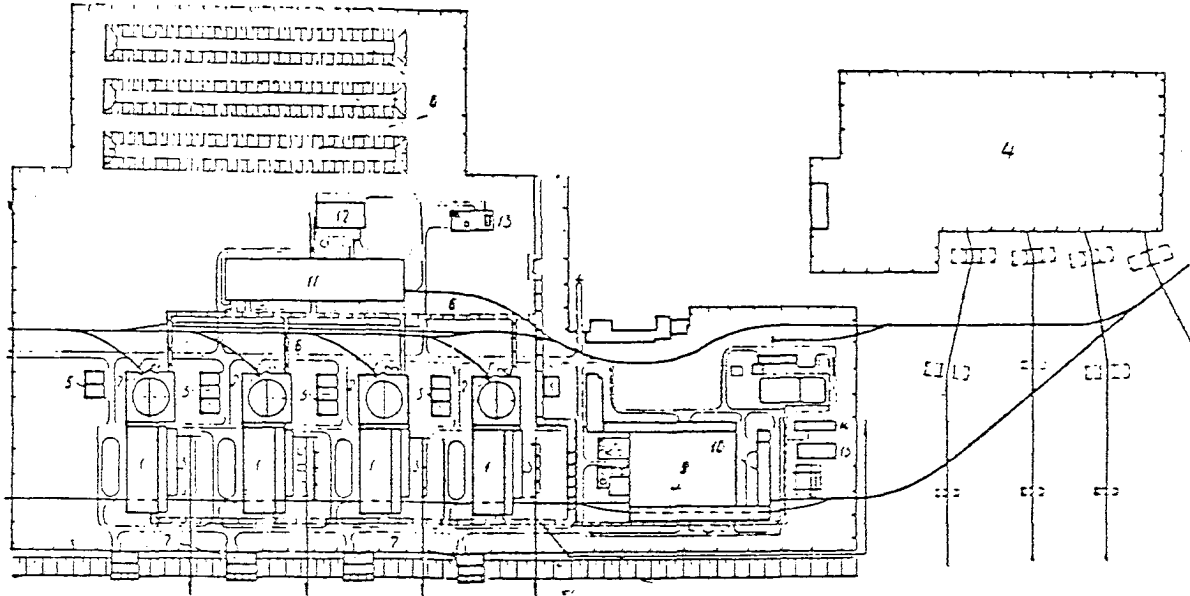


그림 2.4 VVER-1000원전의 위치 배치도

- 1-turbine building; 2-reactor building (containment) and auxiliary building; 3-transformer; 4-outdoor switchgear;  
 5-emergency diesel generators; 6-piping; 7-pumping station;  
 8-cooling pond; 9-treatment plant; 10-compressors; 11-auxiliary building;  
 12-radioactive waste treatment plant compactor)

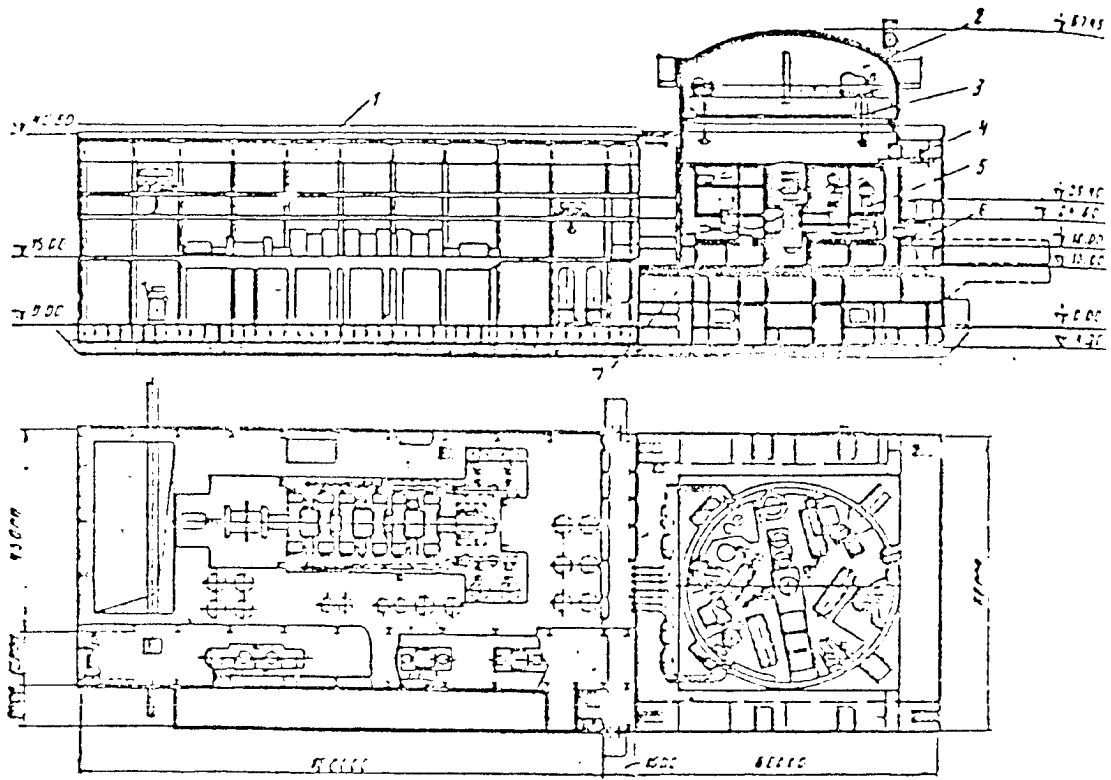


그림 2.5 새로와진 VVER-1000의 입면도와 평면도

1-turbine building; 2-containment shell; 3-polar crane;  
 4-steam generator; 5-primary coolant pump; 6-auxiliary and  
 shield building; 7-control room

### Ⅲ. 원자로 계통

이 장은 원자로 압력용기와 내부 구조물, 이 부분의 집합체, 용기 상부헤드, 보호 cap과 초기 운전시작과 시험을 묘사한다. 원자로 내부는 노심 동체, 유량분포 구조물, 핵연료 집합체 그리고 제어봉과 드라이브를 포함한다.

#### 1. 원자로 압력용기

원자로 압력용기는 노심과 고압 냉각재의 압력 경계(물)이며, 자합금, 고강도 강철의 원통형 난조물로 가공되어 진다. 원자로 압력용기 헤드는 용기 압력 경계를 완전하게 하고 제어봉 구동 장치들을 지지하기 위해 볼트로 죄어진다. VVER-440 V213형에서는 2cm 두께의 스테인레스 강철 방호 피복재가 강철용기 내면에 쓰인다. V230 시리즈는 피복재가 없다. VVER-440과 VVER-1000 압력용기들에 대한 설계 특징들이 표 3.1에 주어져 있다. 그림 1.5와 1.7은 각각 VVER-440과 1000에 대한 원자로 압력용기 집합체의 세부 상황들을 보여준다.

표 3.1 VVER-440과 VVER-1000의 핵연료 설계 변수

Core	VVER-440	VVER-1000
가동 섬 집합체	73(37) <sup>aw</sup>	0
고정 핵연료 집합체	273(312) <sup>aw</sup>	151
총 핵연료 집합체	349(349) <sup>aw</sup>	151
노심 직경	2.88 m	3.12 m
노심 높이	2.5 m	3.55 m

Core	VVER-440	VVER-1000
노심 체적	16.3 m	27 m <sup>3</sup>
노심 출력 밀도	83 to 86 kilowatts / liter	111 kilowatts / liter
노심 우라늄 양	41 to 42 tonnes	66 tonnes(72.6 tons)
우라늄 비출력 밀도 (kw / kg U)	33 kilowatts / kilogram of uranium	45 kilowatts / kilogram of uranium
U-235 농축도	2.4 and 3.6%	3.3 or 4.4% <sup>b</sup>
우라늄 평균 연소 (Mwd / tonne)	28.6 megawatt days / tonne	27 megawatt-days / tonne
우라늄 질량 연소 (Mwd / tonne)	42 megawatt-days / tonne	40 to 44 megawatt-days / tonne
적사	삼각형	삼각형
외경	14.7 cm	24.1 cm
핵연료봉		
외경	9.1 mm	9.1 mm
외부재부께	0.65 mm	0.65 mm
길이	257.2 cm	
Active length	232-250 cm	355 cm
Linear Power	127 watts / cm	176 watts / cm
외부재	Zr-1% Nb	Zr-1% Nb
우라늄 부체	0.92-0.99 kg	1.38 kg
가스	헬륨	헬륨
Fuel Pellets		
외경	7.55 mm	7.55 mm
내경	1.4-1.6 mm	1.4-1.6 mm
밀도(g / cm <sup>3</sup> )	10.1 grams / cm <sup>3</sup>	10.1 grams / cm <sup>3</sup>
재료	UO <sub>2</sub>	UO <sub>2</sub>

압력용기에 있는 관통부는 냉각수가 들어가고 나올 수 있도록 되어있다. VVER-440은 80mm 지름의 노즐 12개를 가지고 있다. VVER-1000은 8개의 노즐을 가지고 있다. 하단 노즐들은 냉각재 입구이고, 상단은 출구이다.

용기의 다른 구조물들은 외부 지지 플랜지, 노심통체, 그리고 내부 노심

동체 센터링 소켓트를 포함하고 있다. 지지 플랜지는 용기 샤프트 지지 링 용기 지지물에 놓여있다. 이 구조물에 의해 용기의 무게가 지탱된다. 노심 동체(그림 3.1)는 입구와 출구 냉각재 노즐들 간의 용기 안쪽에 용접되어 진다.

원자로 압력용기의 집합체 허용도는 다음과 같다.

- 용기 커비의 지지표면 편평도가 그 지름에 대하여  $+1/-0.5\text{mm}$ 보다 벗어날 수 없다.
- 용기지지 플랜지의 수직 상승도가  $+1/-1.0\text{mm}$  설계치 안에 있어야 한다.
- 지지링은 편평도가  $0.05\text{mm}$  이내 이어야 한다.
- 용기 센터라인의 수직 얼라인먼트가 수직의 10분(각도단위) 안에 있어야 한다.
- 용기 센터라인의 얼라인먼트는 원자로 샤프트 센터라인의  $+1/-1.0\text{mm}$  안에 있어야 한다.

## 2. 원자로 내부 구조물들

원자로 내부 구조물은 열수력 유량 제어를 위한 구조물, 핵연료 지지 장치, 핵연료 집합체, 제어봉 그리고 구동 라인들을 포함하고 있다.

### 1) 열수력과 지지 구조물들

VVER-440의 노심 집합체는 높이 11m, 두께 36mm, 무게 48톤의 실린더이다. 이것은 핵연료 집합체를 포함하고 있는 제거 가능한 노심 바스켓의 지지 집합체들을 붙잡고 있다. 동시에 이것은 나가고 들어오는 냉각수를 분리시키고, 유량을 원자로 전체를 통해 분배시키는 역할을 한다.

노심을 지지하는 내부 구조물들은 핵연료 집합체들의 상부에 위치하게 하여, 그들이 냉각수에 의해 위쪽으로 밀리지 않게하고 제어봉 구동 장치들을 보호하고 1차 냉각수와 접촉하지 않도록 하게한다. 그 구조는 높이 6.



7m, 지름 3.26m 그리고 무게 26톤으로 되어있다. 그림 3.3에 지지 상하단 내부 구조 계통의 배열이 도시되어 있다.

VVER-440 노심 바스켓 집합체는 일련의 튜브들로 분리된 두 평판과 한 개의 제거할 수 있는 노심 지지 구조물로 구성되어 있다. 이 집합체는 노심 밑을 통과하는 유동 씬봉에 대한 안내 튜브와 노심을 지지하게 된다. 노심 바스켓 집합체는 지름 2.9m, 크기 2.8m, 그리고 무게가 19톤이다. 이 집합체는 그림 3.2에 보여져 있다.

오버헤드 크레인에 의해 노심동체가 원자로 용기에 장착된다. 수평면으로부터 축방향으로 3mm의 편차가 그 높이에 걸쳐 허용된다. 노심동체의 주축은 원자로 용기 주축과 정렬되어야만 한다. 최종적으로 위치를 조사한 후에 노심지지 동체를 용기에 단단히 장착한다.

제거 가능한 노심지지 구조물 또한 오버헤드 크레인에 의해 장착되어진다. 이것은 노심동체에 대하여 수평과 수직으로 정렬되어진다. 이 노심지지 구조물은 그 장치의 수명기간 동안 주기적으로 제거되므로 그 제거의 용이성이 확증되어야 한다.

노심을 지지하고 있는 상하단 내부 구조물 계통의 설치는 노심 구조와 비슷한 방법으로 진행된다. 이것 또한 핵연료 재장전 동안 제거되므로 그 제거의 용이성이 입증되어야 한다.

## 2) 핵연료 집합체

VVER-440 V230형의 노심에 있는 핵연료 집합체 수는 349개 이다. 이 중 73개는 움직일 수 있는 집합체들이다. 움직일 수 있는 핵연료 집합체 단면(바닥이 있는)은 제어봉 단면(꼭대기에 있는)과 세로로 나란히 있으며 이를 씬(shim) 집합체라 한다. VVER-440 V213형 원전에서는 씬 집합체들의 수가 37개로 줄었다.

그림 3.4에 VVER-440의 고정된 핵연료 집합체가 도시되어 있다. 육각형의 핵연료 집합체 덮개는 냉각수의 흐름을 연료 집합체 안으로 유지해주고 원자로 핵 연료 집합체의 모든 부분을 집적 장치로 붙들어 준다. 집합체

의 머리부분은 제장전과 수송시의 간고리로 길이 잡을 수 있게 되어 있다. 중앙 튜브에 안착된 벌집 형태의 그리드들은 핵연료봉들을 12.2mm의 봉 피치를 가진 삼각형 모양으로 배열하는데 쓰인다.

초기 VVER-1000의 핵연료 집합체는 핵연료봉 사이의 간격이 12.76mm 인 3각형 그리드로 배열된 핵연료 다발이다. 핵연료 pellet은 9.1×0.65mm 의 Zr으로 피복되어 있다. 이 pellet은 직경이 7.55mm이고 4.4w/o까지 U-235로 농축된다. 1개의 핵연료봉에 있는 UO<sub>2</sub>의 질량은 1565gm이다. 제어봉 집합체를 가진 핵연료 집합체의 높이는 4.7m이다. 이 핵연료 집합체는 317 개의 핵연료봉, 제어봉을 위한 12개의 가이드 채널, 출력 밀도 감지기를 위한 1개의 채널과 텅빈 중앙 튜브를 포함한다. VVER-1000의 핵연료 집합체가 그림 3.5에 보여진다. 현재의 VVER-1000 핵연료 집합체는 바깥쪽 덮개를 갖지 않는다. 흡수체봉의 수가 18개로 증가되었고 U-235의 농축도는 4.4%로 증가되었다.

그림 3.6은 VVER-440과 VVER-1000의 핵연료봉 설계를 보여준다. 핵연료봉은 바깥 직경이 9.1mm인 Zr-Nb 튜브 내에 있는 직경이 7.55mm인 UO<sub>2</sub> pellet으로 구성된다. VVER-440의 봉 길이는 2572mm이고, VVER-1000은 3550mm이다. pellet 맨 윗쪽에 운전시 pellet의 팽창을 고려해서 56mm 또는 76mm의 공간을 둔다. 그 공간에는 스프링이 있어서 pellet 터미를 지지한다. U-235의 농축도는 VVER-440의 경우 2.4~3.6w/o이고 VVER-1000의 경우에는 3.3~4.4w/o이다. 직경이 1.4~1.6mm인 중앙 구멍은 핵연료 pellet의 중앙 온도를 감소시켜 운전시 중앙선의 용융 가능성을 줄인다. 핵연료봉은 헬륨으로 채우며 양 끝을 용접하여 밀봉시킨다. 설계 특성이 표 3.1에 제시되어 있다.

### 3) 제어봉

VVER-440의 쉘 집합체에 대한 흡수 확장 부분이 그림 3.7에 제시되어 있다. 흡수체 확장 부분이 shank를 통해 가동 핵연료 집합체의 상부에 붙어 있다. 불의 흐름을 위해 상부와 바닥에 통로가 있다. 봉소강은 반응도를 제

어하고, 흡수체 확장 부분은 핵연료 집합체와 유사하게 6각형의 덮개에 의해 묶여 있다.

쉽 집합체는 노심에서 핵연료봉을 인출하고 흡수체를 삽입시킴으로써 비상시와 계획된 운전정지를 수행하거나, 출력을 규정된 수준으로 유지시키거나 또는 출력을 한 수준에서 다른 수준으로 변화시킨다. 그리고 원자로 노심에 핵연료를 부분적으로 혹은 완전히 삽입시켜 반응도의 노린 변화를 보상한다.

쉽 집합체가 원자로 제어 드라이브 시스템에 의해 위로 이동되면 흡수체가 노심에서 추출되고 핵연료 집합체로 대체된다. 핵연료 집합체가 증가되면 중성자 흡수가 감소되고 노심에 있는 연료가 증가되므로 원자로의 반응도가 증가된다. 흡수 확장 부분은 벽을 가진 6각형의 스텐레스스틸 캔인데 이것은 열중성자를 완전히 흡수한다. 열중성자와 약간의 epithermal 중성자를 흡수하는 붕소강 삽입물이 캔 내부에 있다. 제어봉의 내부에 있는 물은 집합체의 흡수 효과를 증대시킨다. 전체의 쉽이나 핵연료 집합체가 노심에서 제거되면, 6각형의 공간이 물로 채워지는데 이는 제어 시스템의 70%에 해당하는 흡수효율로 중성자를 흡수한다. 이 효과는 핵연료 재장전시에 사용된다. 쉽 집합체가 제거되기 전에, 주위의 2개 혹은 3개의 핵연료 집합체가 올려 지는데 이는 물 공간을 형성하여 부분적으로 노심에서 흡수체를 제거하는 것을 보상한다.

제어 집합체의 효과는 노심에서의 집합체 위치에 주로 의존한다. 노심에서 핵연료와 흡수체의 B<sup>1</sup>이 연소됨에 따라 쉽 집합체의 효과는 변한다. VVER V213형의 노심은 37개의 제어 집합체를 가지고 있다. 초기의 VVER-1000의 핵연료 집합체는 고정된 가연성 제어봉과 가동 집합체를 가지고 있다. VVER-1000 원전은 총 151개의 핵연료 집합체를 가지고 있는데 이 중 12개의 가동 제어봉을 가진 집합체는 109개 이다. 이후의 VVER-1000은 18개의 가동 제어봉을 가진 61개의 핵연료 집합체와 18개의 고정된 가연성 제어봉을 가진 90개의 핵연료 집합체를 가진다. 12개의 가동 제어봉을 가진 VVER-1000의 핵연료 집합체의 예가 그림 3.5에 나타나 있다.

가동성 제어봉 이외에, VVER-1000은 가연성 독봉(Zr 합금이 w/o의 보론을 가짐)을 가진다. 이는 공간 출력 밀도를 균등하게하고 고농축도의 핵연료 집합체 주위 중성자 증배 성질을 감소시킨다. 독봉은 핵연료봉 대신 집합체에 있고, 높이가 3.5m이다.

#### 4) 제어봉 드라이브

VVER-440은(제어봉을 제거하기 위해) 래크와 pinion 드라이브 기계장치를 사용한다. 드라이브봉과 기계장치는 특별한 계통에 있는 중간 회로의 물에 의해 냉각된다.

래크와 pinion 드라이브 시스템이 그림 3.8에 보여진다. pinion은 모터에 연결된 2단계 직각 reducer에 의해 회전된다. 전자석에 스위치가 연결되면, pinion에 래크를 결합시키는 작동이 시작된다.

제어봉은 래크에 단단히 고정되어 있다. 비상 scram 신호가 전달되면 전자석에 에너지가 제거되고 pinion이 래크에서 떨어져, 래크는 중력에 의해 제어봉을 따라 낙하된다. 이 형태의 드라이브는 신호를 발생시켜 제어봉 위치를 지시하는 선형 위치 감지기를 사용한다. VVER-1000의 제어봉 드라이브는 scram 방식이 다르다. VVER-1000은 scram시 전자기 시스템을 사용하여 제어봉을 주입시킨다. VVER-440과 VVER-1000의 제어봉 설계 변수가 표 3.2에 제시된다.

### 3. 용기 상부 헤드의 구조물

상부 헤드 구조물은 원자로 덮개, 제어봉 드라이브 냉각 시스템을 포함한다. 이 구조물은 전체 높이가 12m, 그리고 무게가 213톤이다.

상부 헤드 구조물은 gantry 크레인으로 원자로 용기 위로 올려진다. 허용 가능한 최대 이탈의 한계치는 원자로 축에 대해  $+/-0.5\text{mm}$ 이다. 상부 헤드는 원자로 용기에 볼트로 죄어진다. VVER-1000은 볼트를 잡기 위한 거대한 플랜지를 가지고 있다. VVER-440은 플랜지를 갖지 않으며 대신에

볼트를 지지하기 위해 원자로 용기의 두께가 증가되었다. VVER-440과 VVER-1000에 대한 볼트의 배열이 각각 그림 3.9의 3.10에 상세히 보여진다.

#### 4. 보호 캡(cap)

보호 캡은 원자로 윗쪽 공간을 밀봉시키고 생물학적 차폐물을 제공한다. 냉각 파이프가 캡의 내부 표면에 연결되어 원자로 윗쪽 공간의 요구된 온도를 유지시킨다. 캡은 높이 6m, 직경 7m, 두께 25m 그리고 무게가 38톤인 탄소강으로 만들어진다.

보호 캡은 7개 부분으로 나뉘어 건설 장소로 운반된다. 각부분은 원자로 건물의 래크위에서 용접된다. 중심 부분에 대한 허용 편차는  $+/-1.5\text{mm}$ 이다. 칼라의 평면은 1m의 길이에 대해 1mm와 반경 방향으로 0.1mm의 편차를 허용하고 있다. 그림 3.11은 cap을 보여주고 있다.

#### 5. 초기 가동

NSSS(nuclear steam supply system)의 압력 평가 후에, 제한된 가동이 시작된다. 이 과정 동안 핵연료는 노심에 장전되고 노심의 상태가 임계에 접근하도록 제어된다. 제어봉 특성도 이때 결정된다. 핵연료 취급 기계들은 핵연료 장전 동안에 시험된다. 이러한 모든 작동은 원자로 덮개가 제거된 상태에서 일어난다.

1차측 계통의 운전 시험은 노심을 완전히 장비한 다음에 시작된다. 노심의 subcriticality는 핵연료봉의 자리에 장전된 흡수체봉과 1차측 냉각수에 함유된 고농축 붕산에 의해 보장된다. 1차측 시스템은 저온에 냉각수 온도가  $120^{\circ}\text{C}$ 까지, 압력이 약 4MPa 그리고 작동 변수하에서 시험된다. 이 시운전의 목적은 다양한 운전 조건하에서 시스템의 기계적, 진동적, 열수력학적 특성을 결정하기 위함이다. 이 단계에서 제어와 안전 시스템은 복잡한 기계

적 가동과 시험을 받는다. 그 다음, 원자로는 분해되고 NSSS의 장치는 철저히 검사된다. 이 초기 시험 다음에, 운전 핵연료가 장전되어 저출력 상태에서 평가된다. 저출력 실험은 원자로 그리고 제어와 안전 시스템의 물리적 특성을 평가한다. 저출력 실험 후에 출력은 천천히 전 출력 운전상태로 올려진다.

## 6. 정상적인 가동과 가동정지 운전

가동 정지 후에 VVER-440 원자로를 가동시켜 전 출력 상태에 이르게 하는데는 약 60시간이 걸린다. 가동 첫단계에서, 가압기에 있는 순환 펌프와 전기히터가 1차측 냉각수를 100~120°C까지 상승시킨다.

원자로는 임계수준에 도달할때까지 제어봉을 뺀고 냉각수에 있는 붕산의 함량을 줄임으로써 임계 상태에 도달한다. 원자로가 출력의 2~3%에 도달하고 스팀의 압력이 수용력의 8~10%에 도달하면 스팀라인과 터빈의 가열이 시작된다. 발전기의 초기 부하 후에 출력은 4~5 단계로 5MWe/min을 넘지않도록, 정격 출력 수준으로 올려진다.

72시간 이하의 작동정지를 수행한 원자로(hot reactor)의 가동은 전기 부하를 5MWe/min으로 증가시킴으로써 지체없이 수행된다.

VVER 원전의 작동정지 동안 발전기 부하는 5MWe/min을 넘지 않는 속도로 감소되어야 한다. 이 때 열출력도 동시에 제어봉의 삽입에 따라 감소된다. 전기 부하가 정상 출력의 0~7%로 낮아지면 발전기는 시스템에서 분리되고, 원자로는 모든 제어봉을 삽입해서 shut down된다. 붕괴 열 냉각은 펌프 작동에 의해 1차측 냉각계통에 의해 이루어진다. 나중에 S/G, deaerator와 복수기를 이용하여 대류 냉각을 수행한다. 냉각율은 20°C/hr이다.

표 3.1 VVER-440과 VVER-1000의 핵연료 설계 변수

<u>Core</u>	<u>VVER-440</u>	<u>VVER-1000</u>
Movable shim fuel assemblies	73 (37) <sup>(a)</sup>	0
Fixed fuel assemblies	273 (312) <sup>(a)</sup>	151
Total fuel assemblies	349 (349) <sup>(a)</sup>	151
Core diameter	2.98 meters (9.4 feet)	3.12 meters (10.2 feet)
Core height	2.5 meters (6.3 feet)	3.55 meters (11.5 feet)
Core volume	16.3 meters <sup>3</sup>	27 meters <sup>3</sup>
Core power density	83 to 86 kilowatts/liter	111 kilowatts/liter
Uranium core load	41 to 42 tonnes	68 tonnes (72.6 tons)
Uranium specific power density (kW/g U)	33 kilowatts/kilogram of uranium	45 kilowatts/kilogram of uranium
Uranium-235 enrichment (%)	2.4 and 3.6%	3.3 or 4.4% (b)
Uranium mean burnup (MWd/tonne)	29.6 megawatt-days/tonne	27 megawatt-days/tonne
Uranium peak burnup (MWd/tonne)	42 megawatt-days/tonne	40 to 44 megawatt-days/tonne
Lattice	Triangular	Triangular
Pitch	14.7 centimeters (5.8 inches)	24.1 centimeters (9.5 inches)
<u>Fuel Rods</u>		
Outer diameter	9.1 millimeters (0.36 inches)	9.1 millimeters (0.36 inches)
Cladding thickness	0.65 millimeter (0.026 inches)	0.65 millimeters (0.026 inches)
Length	257.2 centimeters (101.2 inches)	-
Active length	232-250 centimeters (91.3-98.4 inches)	355 centimeters (139.7 inches)
Linear power	127 watts/centimeter	176 watts/centimeter
Cladding material	Zr-1% Nb	Zr-1% Nb
Uranium weight	0.92-0.99 kilograms (2-2.4 pounds)	1.38 kilogram (3.04 pounds)
Fill gas	Helium	Helium
<u>Fuel Pellets</u>		
Outer diameter	7.55 millimeters (0.3 inches)	7.55 millimeters (0.3 inches)
Inner diameter	1.4-1.6 millimeter (0.055-0.063 inches)	1.4-1.6 millimeters (0.055-0.063 inches)
Density (g/cm <sup>3</sup> )	10.4 grams/centimeters <sup>3</sup>	10.4 grams/centimeters <sup>3</sup>
Material	UO <sub>2</sub>	UO <sub>2</sub>

CoreVVER-440VVER-1000

22

Fuel Pellets (Continued)

Uranium-235 enrichment	2.4 and 3.6%	3.3 or 4.4%
Configuration	Annular	Annular
Refuelling scheme and schedule	3.3%-1/2 core/year	4.4%-1/3 core/year

Fuel Assemblies

Number of fuel rod channels	128 (120) <sup>(a)</sup>	317 (311) <sup>(a)</sup>
Number of absorber rod channels	0 (0) <sup>(a)</sup>	12 (18) <sup>(a)</sup>
Number of power density sensor channels	?	1
Hollow central tube channel	1	1
Total channels/assembly	127	331
Fixed assembly length	3.200 meters (10.5 feet)	4.655 meters (15.3 feet)
Movable assembly length	5.7 meters (32.5 feet)	N/A
Can configuration	Hexagonal	Hexagonal
Can construction	Non-perforated	Perforated
Can across flats	14.4 centimeters (5.68 inches)	23.8 centimeters (9.37 inches)
Can thickness	2 millimeters (0.08 inches)	1.5 millimeters (0.05 inches)
Can material	Zr-2.5% Nb	Zr-2.5% Nb
Fixed assembly weight	220 kilogram (100 pounds)	?
Movable assembly weight	?	?
Uranium weight	?	437.5 kilogram (119 lbs)
Rod configuration	Triangular	Triangular
Rod pitch	12.2 millimeters (0.48 inches)	12.76 millimeters (0.502 inches)
Dimensions of guide and sensor channel	None	12.6 x 0.85 millimeters (0.5 x 0.033 inches)
Dimensions of central tube	?	10.3 x 0.65 millimeters

(a) later model values are in parentheses.

(b) 3.3% for 2-year cycle and 4.4% for 3-year cycle.



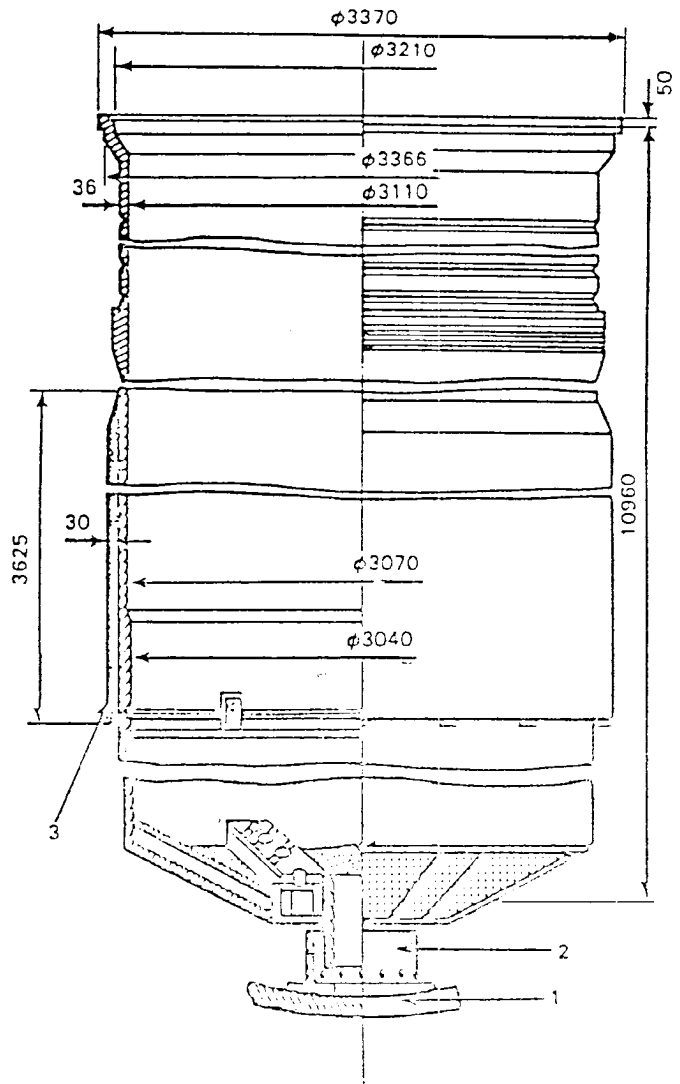


그림 3.1 WER-440의 노심 집합체

1-reactor vessel; 2-centering socket; 3-core barrel

표 3.2 VVER-440과 VVER-1000의 제어봉 설계 변수

	<u>VVER-440</u>	<u>VVER-1000</u>
<u>Core</u>		
Number	73 (37) <sup>(a)</sup>	109 (61) <sup>(a)</sup>
Configuration	Hexagonal tube	12 (18) <sup>(a)</sup> rods
Thickness	0.6 centimeter	-
Length	250 centimeters (98.4 inches)	374 centimeters (147.2 inches)
Type	Water trap, in tandem above fuel assembly	Bundle of 12 or 18 rods Inserted in fuel
Absorber Material	Boron steel insert	Europia in aluminum alloy matrix
<u>Rod Description</u>		
Cladding size		8.2 x 0.6 millimeters (0.33 x 0.02 inches)
Cladding material		Stainless steel
Absorber diameter		7 millimeters (0.28 inches)
Maximum Speed	25 centimeters/second (9.8 inches/record)	5 centimeters/second (2 inches/record)
Minimum Speed	2 centimeters/second (0.8 inches/record)	
Total worth (% k/k)		
@ 20°C (88°F)	20.61	5.2
@ 260°C (500°F)	20.71	-
Maximum rate of reactivity addition (% k/k s)	11.6 x 10 <sup>-2</sup>	-
Scram actuation time(s)	0.5 to 1.0 seconds	-
Rod travel time(s)	10 seconds	1.5 to 2.0 seconds
Rod scram drive mechanism	Gravity	Electromagnetic

(a) later model values are in parenthesis.

	<u>VVER-440</u>	<u>VVER-1000</u>
<u>Fixed Burnable Poison Rods In Fuel Assemblies</u>		
Quantity of rods/assembly		12 or 18
Rod description		
Cladding size	9.1 x 0.65 millimeters (0.36 x 0.026 inches)	8.2 x 0.6 millimeters (0.32 x 0.023 inches)
Cladding material	Zr-1% Nb	Stainless steel
Absorber diameter	7.8 <sup>a</sup> millimeters (0.31 inches)	7 millimeters (0.28 inches)
Absorber rod material	0.5 to 1.0% boron in zirconium matrix	1% boron in zirconium matrix

(a) Later model values are in parenthesis.

(b) 3.3% for 2-year cycle and 4.4% for 3-year cycle.

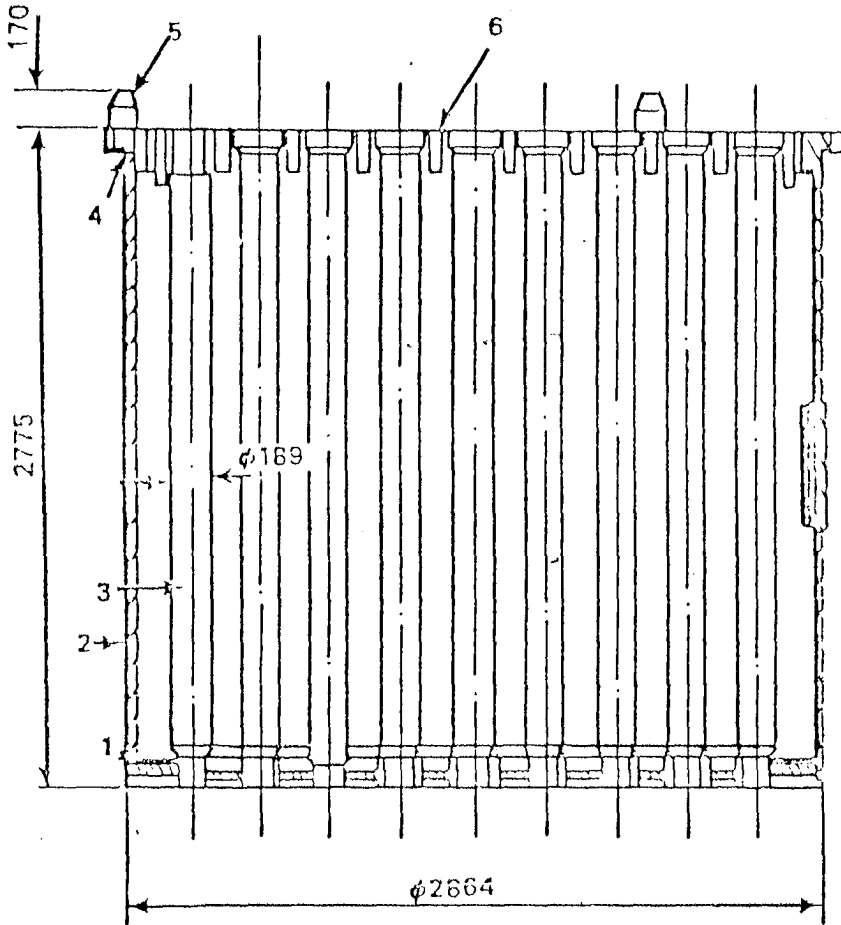


그림 3.2 노심 집합체

1-lower support plate; 2-flow skirt; 3-control rod guide tube;  
4-upper grid plate; 5-centering pins; 6-flow orifice seat

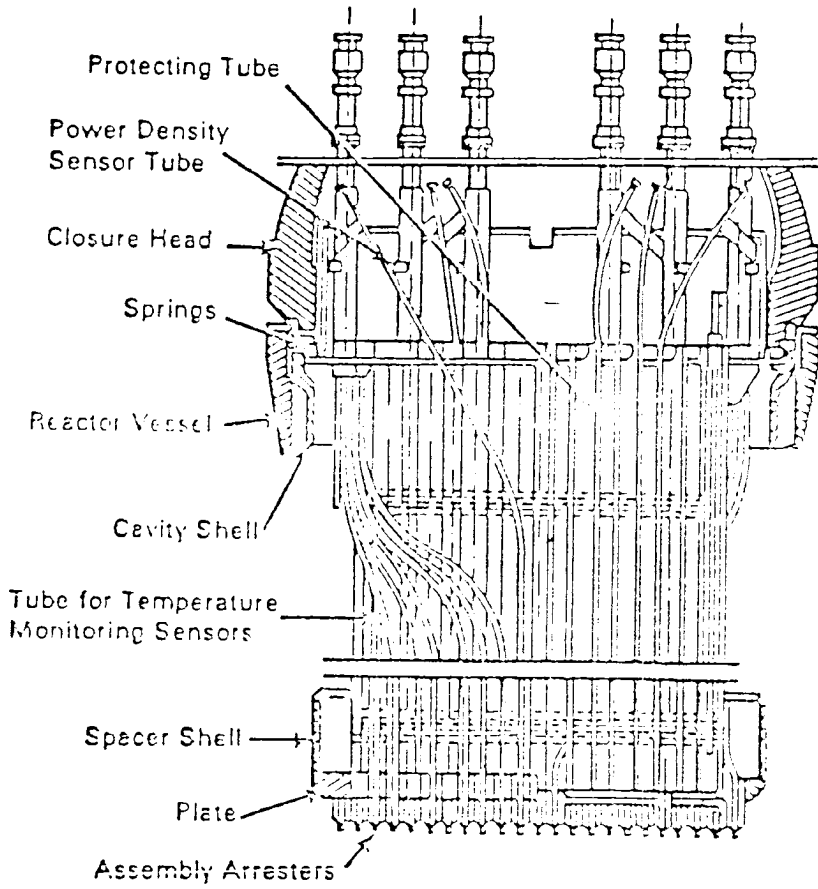


그림 3.3 WER-440 원자로의 노심을 잠고있는 상하단 내부구조.

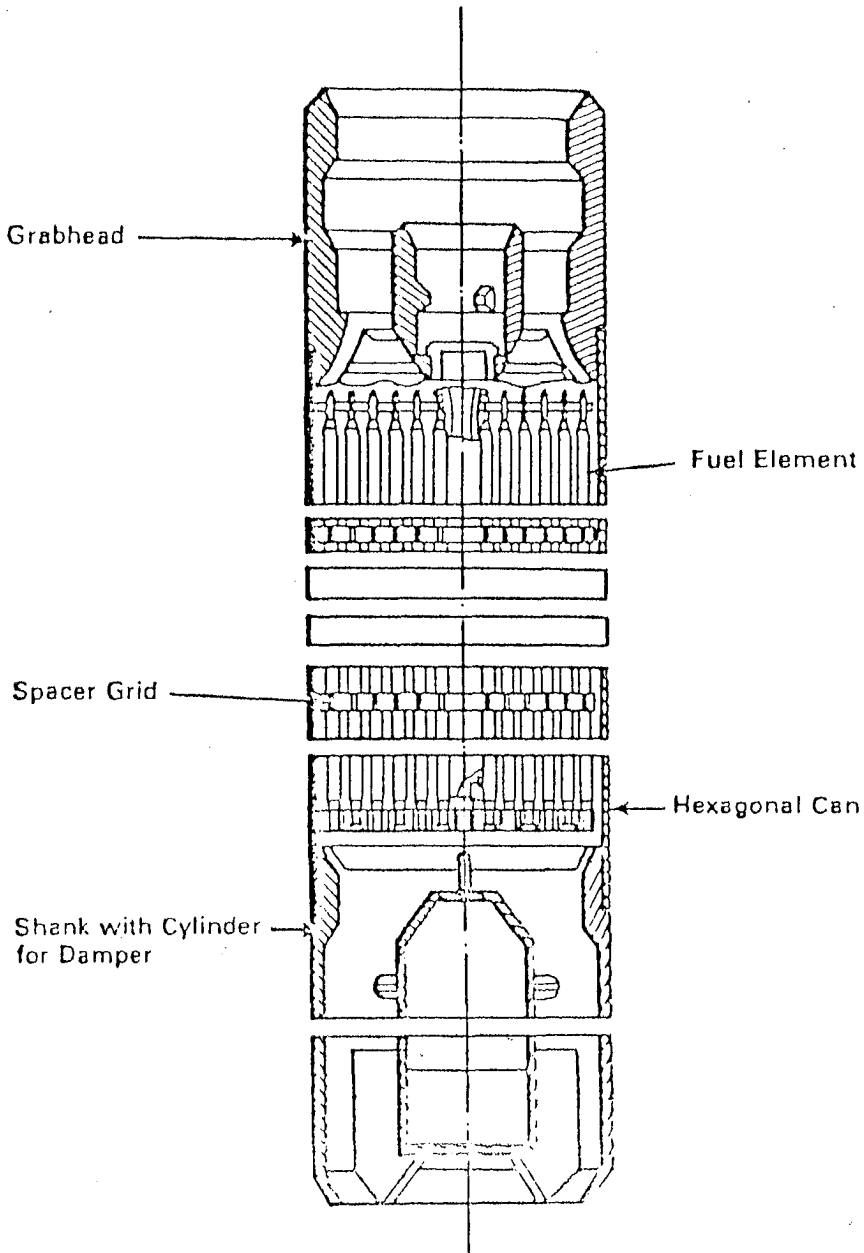


그림 3.4 VVER-440의 고정된 핵연료 집합체

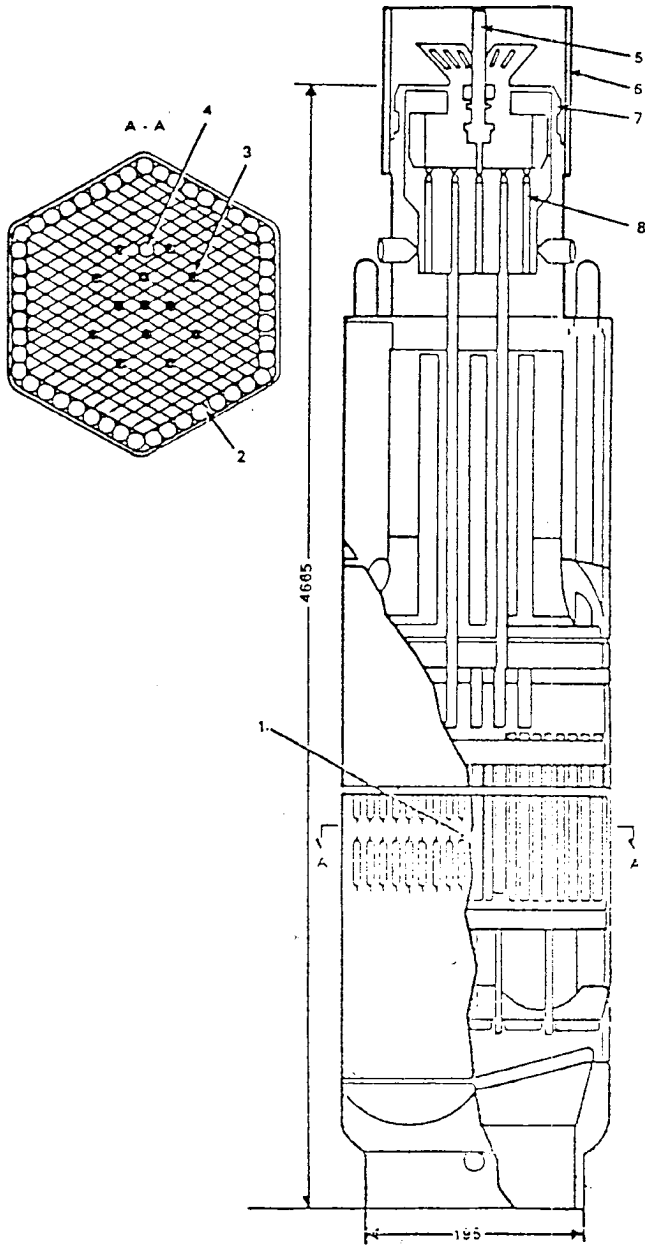


그림 3.5 VVER-1000의 핵연료 집합체

- 1-fuel rod; 2-assembly shroud; 3-control rod guide tube;
- 4-instrument tube; 5-rod cluster drive shaft; 6-protective tube;
- 7-lifting attachment; 8-control rod

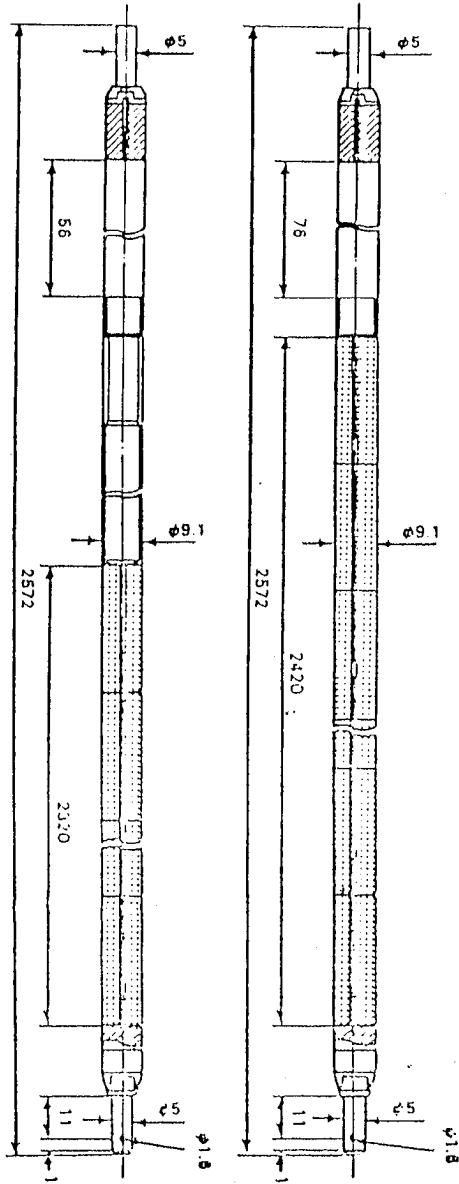


그림 3.6 VVER-440과 VVER-1000의 핵연료봉 설계



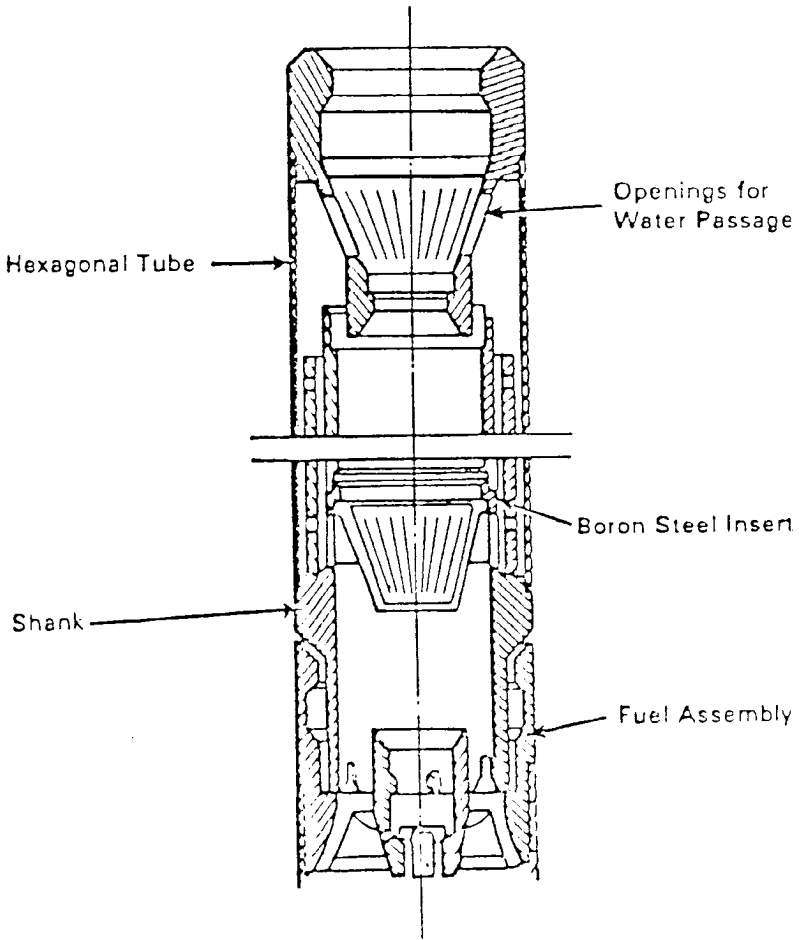


그림 3.7 제어봉 집합체의 축방향 단면

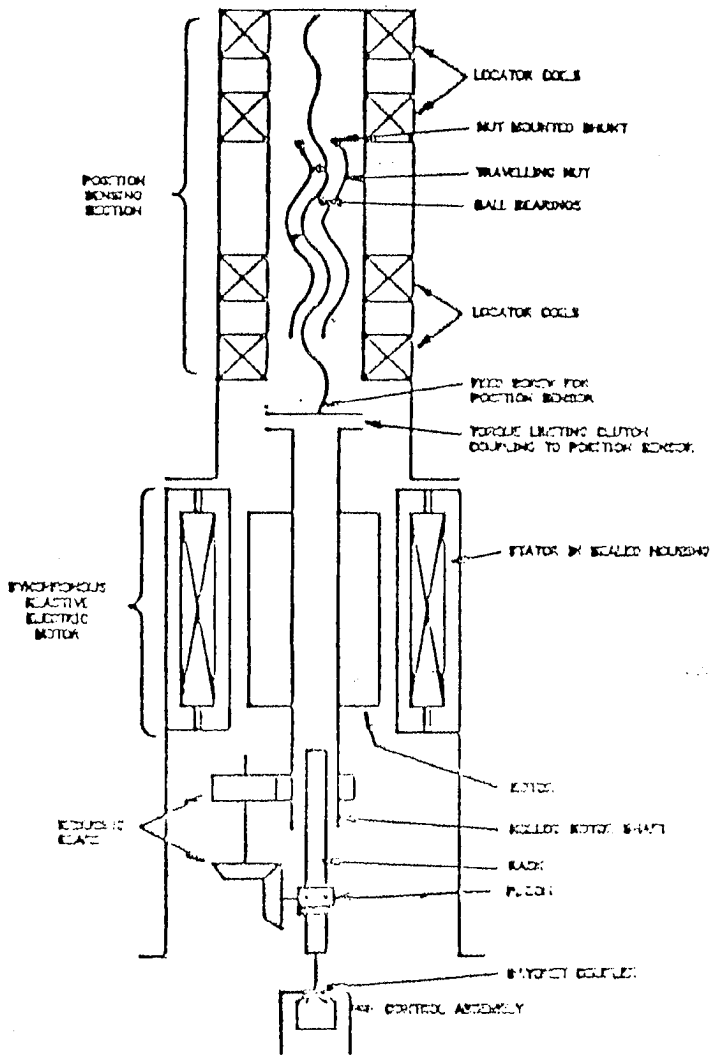


그림 3.8 VVER-440의 rack와 pinion 제어용 드라이브 계통

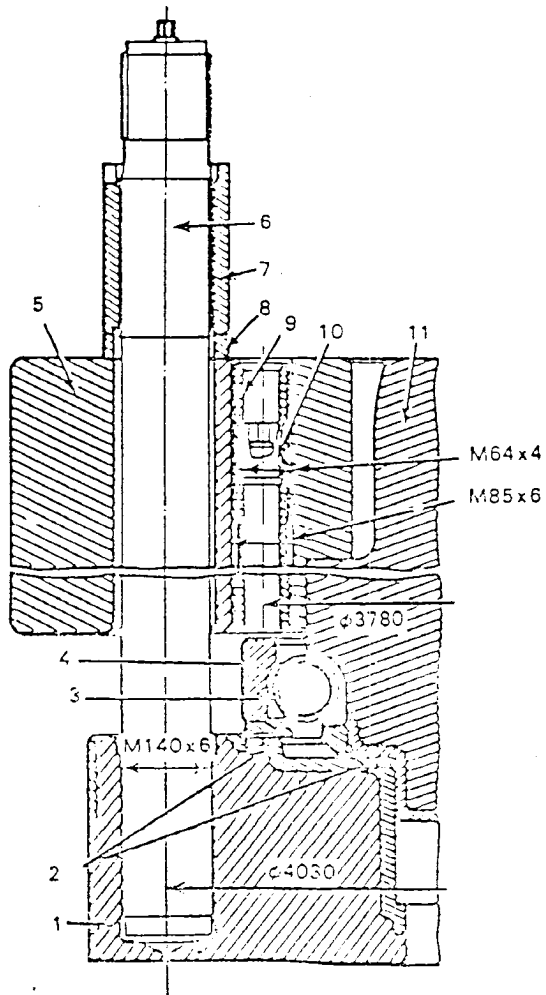


그림 3.9 VER-440의 볼트 배치

1-reactor pressure vessel; 2-nickel sealing rings;  
 3-compensator; 4-sealing flange; 5-hold down ring; 6-bolt;  
 7-nut; 8-washers; 9-liner; 10-tightening bolt; 11-reactor cover

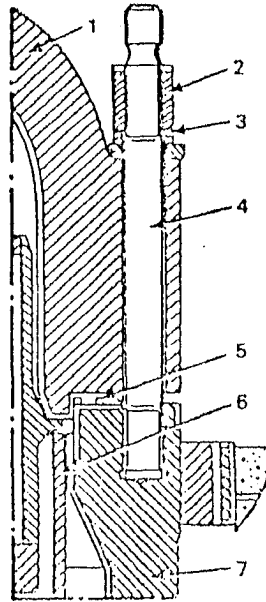
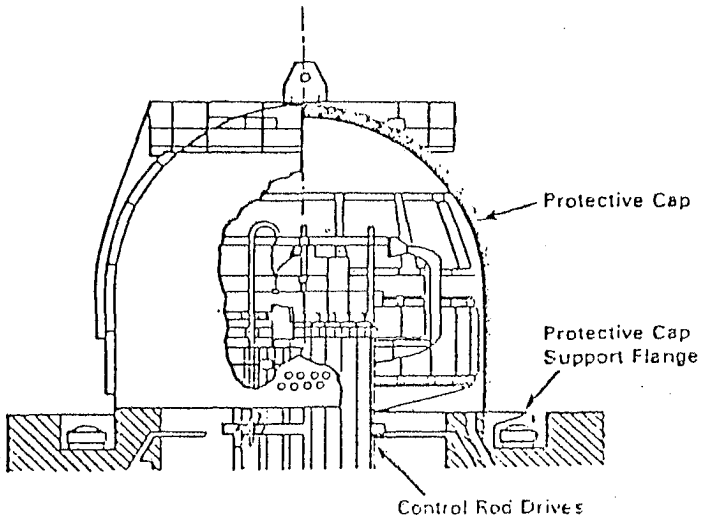


그림 3.10 VVER-1000의 볼트 배치

1-reactor cover; 2-nut; 3-washer;  
4-bolt; 5-nickel cooling ring;  
6-core support barrel; 7-reactor pressure vessel



## IV. 핵연료 취급, 저장과 운송

이 장에서는 원자력 발전소에서 나온 순간부터 재처리 공장에 도달할 때까지의 핵연료 취급이 기술된다.

대부분의 VVER에 대한 일반적인 핵연료 처리 계획에 따르면 매년 노심의 약  $\frac{1}{3}$ 가량의 사용후 핵연료가 배출된다. 어떤 평가서에 의하면 소련에서 높은 연소율의 고농축 핵연료에 대해서는 매년 노심의  $\frac{1}{4}$ 가량의 핵연료 배출이 관리된다고 한다.

### 1. 원자로에서(AR)의 사용후 핵연료 취급과 저장

그림 4.1은 재장전시 수행되는 작동 계통의 그림이다. 원자로 용기의 상부 헤드가 제거된 후, 사용후 핵연료 저장 pool과 운송 수로 사이에 있는 물의 누출 방지벽이 제거된다. 물의 수위는 저장 pool에서 상승되어 운송 수로와 원자로의 윗부분 공간을 채운다. 핵연료는 원자로에서 제거되어 운송 수로를 통해 저장 pool의 물 밑으로 운송된다. 약 3년 후에 원자로에서 떨어진 저장소나 핵연료 재처리 공장에 운송될 목적으로 사용후 핵연료는 운반통에 운반된다.

재장전 기계는 원자로 노심로부터 핵연료를 꺼내어 저장 pool에 이동시킨다. VVER-440의 재장전 기계가 그림 4.2에 나타나 있다. 그 기계는 두 주요 부분으로 구성되는데, 원자로 shaft와 저장 pool 위의 레일에서 움직이는 구조물 브리지와, 구조물의 방향에 수직으로 움직이는 운반차이다. 운전자는 구조물 위의 제어실에 탑승한다. 운반차는 핵연료를 고정시켜 노심으로부터 꺼내는 기계장치와 물 밑 작동 상황을 관찰하기 위한 잠망경에 장착된 TV 카메라를 이동시킨다. 이 재장전기계는 노심에 새 연료를 삽입할 때

사용한다.

노심에서 이동된 핵연료 집합체는 핵분열 생성물의 유출 유무를 확인받는다. 누출되는 집합체는 저장 pool에 있는 물을 오염시키지 않도록 밀봉 컨테이너에 넣어진다.

VVER-440과 VVER-1000의 저장 시설물은 다르다. VVER-440은 그림 4.3에서 보여진 바와 같이 원자로 주위에 하나의 저장 pool을 가지는 반면 VVER-1000은 그림 4.4에서 보는 바와 같이 보조 건물에 추가적인 pool을 가진다.

표준 VVER-440 저장 pool은 349개의 핵연료 집합체를 수용하도록 설계되었다. 매년 노심 1/3의 핵연료가 배출되는 것을 가정할 때 이는 3년의 수용 능력을 가진다. 최대 수용 능력은 698개의 핵연료 집합체이다. VVER-1000의 사용후 핵연료 취급은 보조 건물에 있는 저장 pool로의 이동에 수반되는 추가적인 단계를 포함한다.

저장 pool과 운송 pool은 철근 콘크리트로 건설되고 용접된 stainless steel 판으로 내충된다. 봉합된 용접 부위는 누출을 감시하기 위하여 누출 시스템이 장착되어 있다. pool에 있는 물은 PH 5 이상에서 12g/liter의 최소 농축을 가진 봉산이다. 물의 평균 온도는 40°C이다.

저장 pool은 그 자체의 냉각과 정화 계통을 가지고 있다. 파이프의 파열 시 핵연료 집합체 아래로 물의 수위가 내려가지 않도록 모든 파이프가 설치되었다.

## 2. 사용후 핵연료의 운송

사용후 핵연료는 철로차에 의해 원자로에서 운송된다. 핵연료는 핵연료 저장 pool에서 운반통에 실린다. VVER-440 TK-6의 운반통이 그림 4.5에 나타나 있다. VVER-1000 TK-10의 운반통은 이와 비슷하나, 2m가 더 크다. TK-6 운반통에 대한 레일 차에의 직제는 그림 4.6과 4.7에서 보여준다. TK-6 운반통은 30개의 표준 핵연료 집합체나 누출된 핵연료 집합체

에 사용되는 18개의 단일 집합체 컨테이너를 수용할 수 있다.

TK-6 운반통은 내부 대류 냉각재로서 질소나 물을 사용한다. 최대 연소도가 24MWe/kg 이상이면 wet loading을 사용하고, 이 보다 낮은 연소도의 집합체는 질소로 채워져 운반된다. 이 두 운송 기술에 대한 여러가지의 제한들이 표 4.1에 제시되었다.

TK-10 운반통은 12개의 사용후 핵연료 집합체를 수용할 수 있다. 이 운반통은 불활성 가스로 채워져 있는데, 이는 최대 피폭 온도의 제한과 핵연료를 운송하기 전 최소 3년동안 냉각시켜야 한다는 이유 때문이다.

VVER-1000 운반통은 운송을 위해 수평으로 회전된다. 컨테이너 덮개는 돌쩌귀로 장착되어 상전을 위해 조개 껍데기와 같이 열린다. 차체는 환풍-가열 장치를 가지고 있어 운반통을 가열 또는 냉각시킬 수 있다.

### 3. 원자로에서 떨어진 저장시설 (AFR storage facilities)

사용후 핵연료를 재처리하는데 있어서의 시간 지연 때문에 소련의 Novovoronezh, 불가리아의 Kzlduy, 체코의 Bohunice, 그리고 헝가리의 Paks에서 AFR 저장시설의 건설이 필요하게 되었다. 각 AFR은 4기의 VVER-440에 대해 10년의 저장 능력을 가진다. 핀란드는 2개의 VVER을 가지고 있고 약 6년의 수용능력을 갖춘 AFR 저장시설을 설계하여 건설했다.

저장 지역은 4개의 분리된 pool로 구성되며 이 pool은 운송 수로에 의해 연결된다. pool은 탈광물된(demineralized)물로 채워지고 구멍난 마루로 덮힌다. 이는 최적 환풍조건을 제공하고 핵연료 용기 수송을 도우며 미리 결정한 저장 위치를 지정하는 역할을 한다. AFR 시설물 배치의 입면과 평면도가 그림 4.8a와 4.8b에 나타나 있다.

## § 4.1 VVER-440 TK-6

## WATER-FILLED TK-6 CASK LIMIT

---

Maximum Average Fuel Burnup	40 gigawatt days/metric tonnes of uranium
Maximum Total Cask Heat Rate Depending on Maximum Outside Air Temperature	38 degrees C (100 degrees F) 8 kilowatts
	30 degrees C (86 degrees F) 12 kilowatts
	20 degrees C (68 degrees F) 15 kilowatts
Maximum Difference in Burnup	30%
Maximum Internal Gas Pressure	4.1 kilograms/centimeter <sup>2</sup> (58 pounds/inch <sup>2</sup> )
Average Internal Water Temperature	76 degrees C (169 degrees F)
Cask Maximum Outer Surface Temperature	82 degrees C (180 degrees F)
Cask Maximum Inner Surface Temperature	> 0 degrees C (32 degrees F)
Cask Maximum External Surface Dose Rate	200 milliroentgen equivalent man/hour

## NITROGEN-FILLED TK-6 CASK LIMITS

---

Maximum Fuel Burnup	24 gigawatt days/metric tonnes of uranium
Individual Fuel Assembly Maximum Decay Heat Rate	340 watts
Total Cask Maximum Heat Rate	8 watts
Maximum Cask Pressure	5 kilograms-force/centimeter <sup>2</sup> (70 pounds/inch <sup>2</sup> )
Maximum Nitrogen Temperature	175 degrees C (347 degrees F)
Maximum Cask Outer Surface Temperature	32 degrees C (90 degrees F)



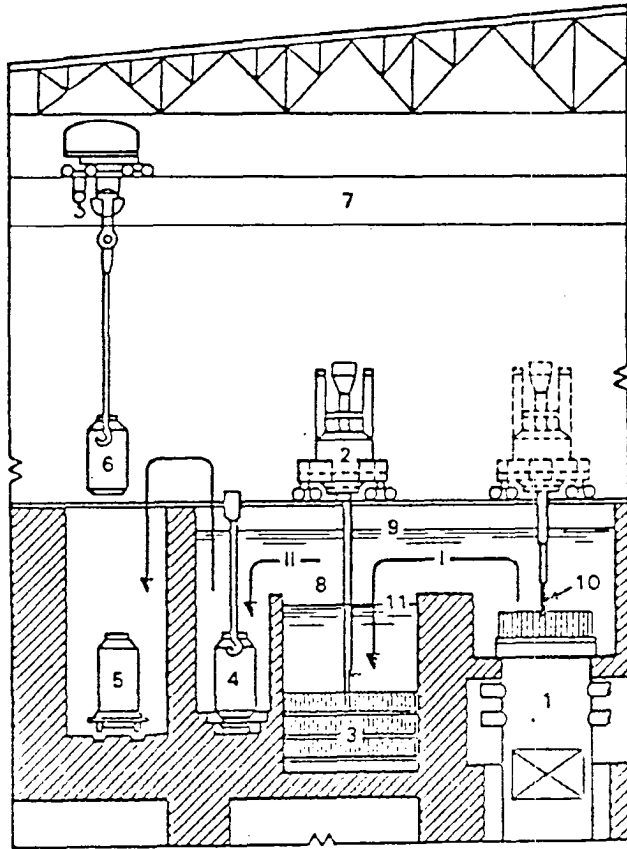


그림 4.1 재장전 작동

- 1-reactor pressure vessel; 2-refueling machine; 3-racks for spent fuel;  
 4-receiving container; 5-railroad transport; 6-transport  
 container; 7-reactor hall bridge crane; 8-storage pool  
 (I-reloading of spent fuel from reactor to storage pool and  
 II-reloading of "cooled" spent fuel to transport container);  
 9-level of water during refueling; 10-spent fuel element;  
 11-level of water during storage

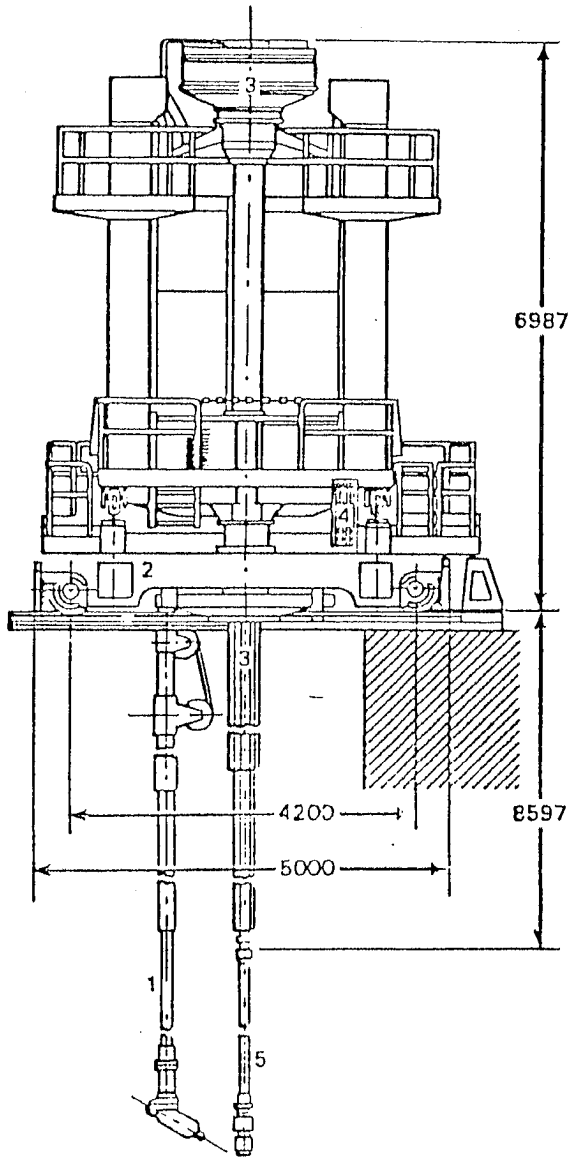


그림 4.2 VVER-440의 재장전 기계

1-periscope; 2-frame; 3-working shaft; 4-transport pulley;  
5-changeable gripper mechanism  
(units in millimeters)

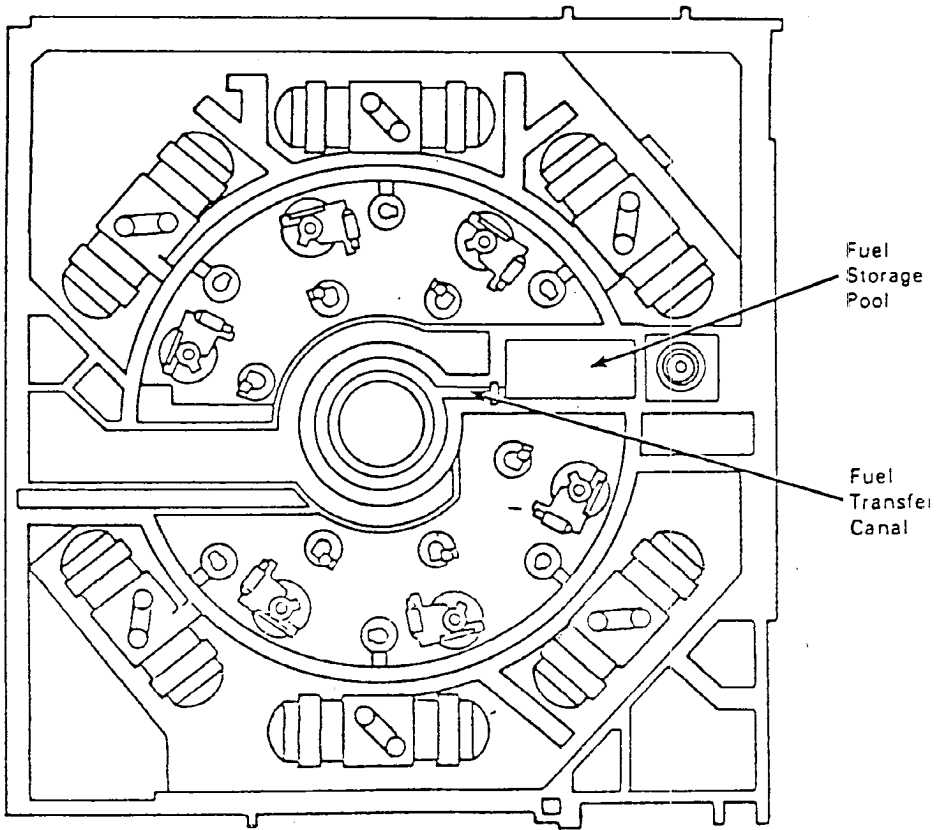


그림 4.3 VVER-440의 핵연료 운송과 저장 배치도

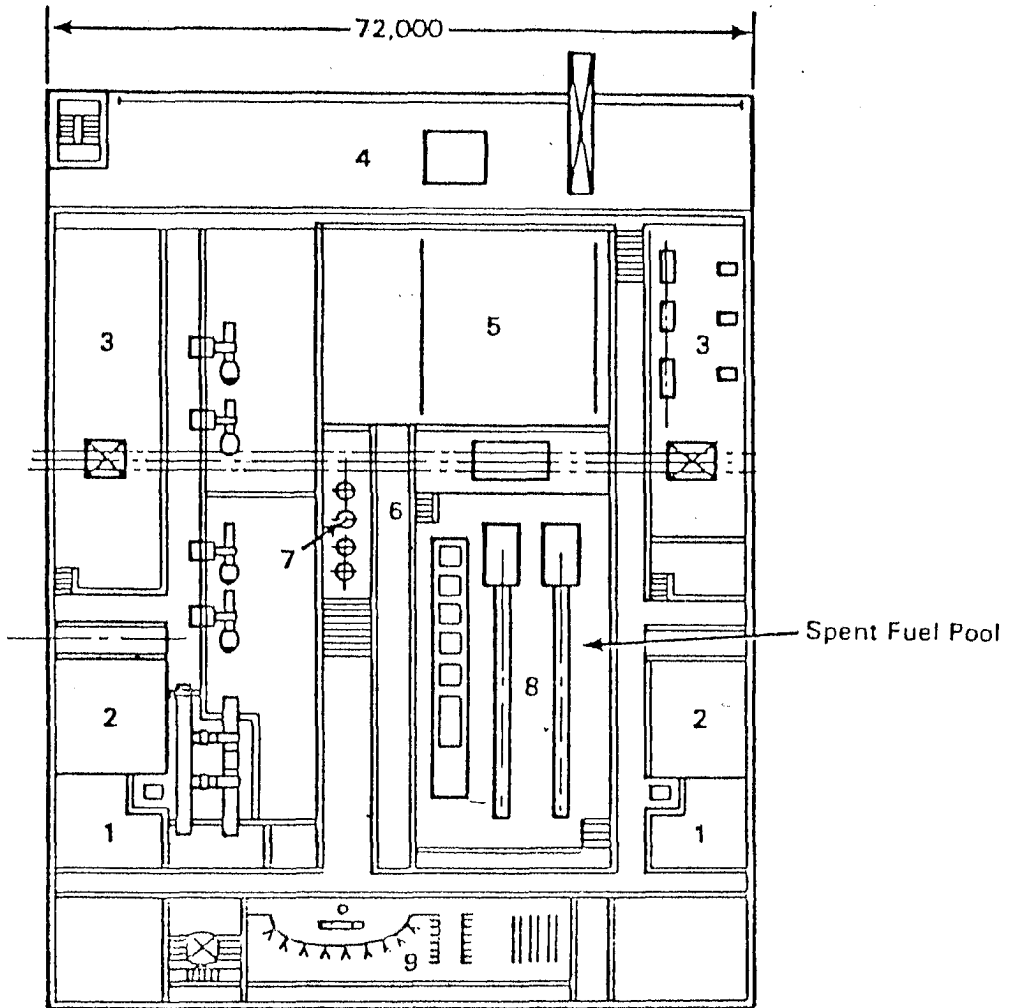


그림 4.4 VVER-1000의 보조건물

- 1-room for make-up water deaerator; 2-room for pumps (make-up and shut-down cooling) of the aging pond; 3-radioactive workshop; 4-burial room; 5-analytical laboratory; 6-service passage; 7-discharge check tanks; 8-fresh fuel storage and aging pond of used fuel; 9-control room

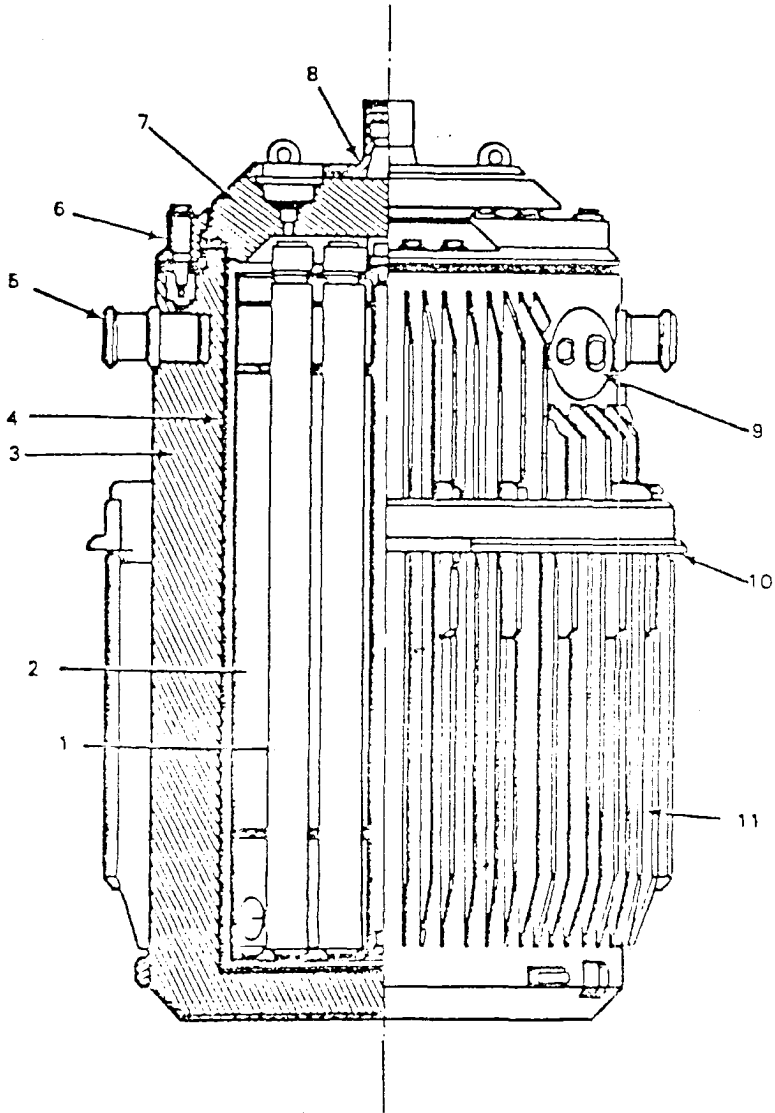


그림 4.5 VVER-440의 핵연료 운반용인 1K-6

- 1-hermetically sealed container for fuel assembly;  
 2-internal barrel; 3-cask body; 4-cladding; 5-pivot;  
 6-fastening ring; 7-cask closure; 8-lifting assembly;  
 9-valves; 10-support flange; 11-stiffeners

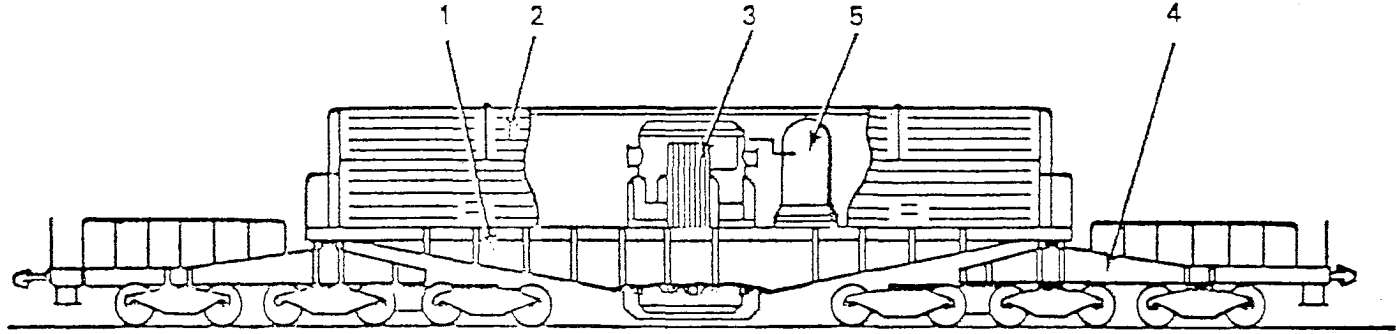


그림 4.6 VVER-440의 적재 레일 운반차

1-car frame; 2-car body; 3-cask; 4-trolley (changeable  
to accommodate different rail widths)

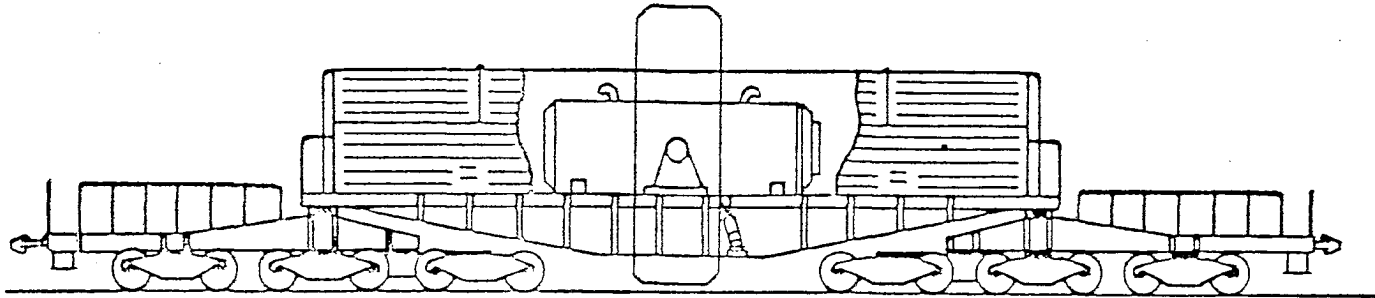


그림 4.7 VVER-1000의 적재 레일 운반차

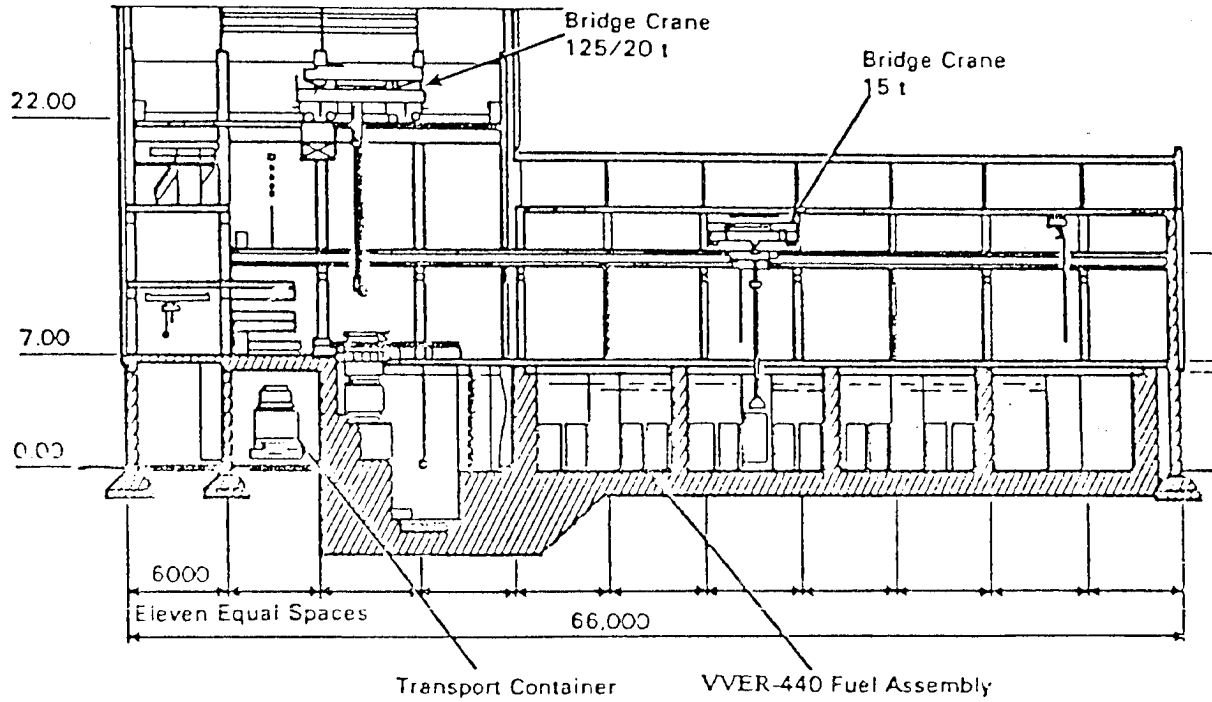


그림 4.8a VVER-440의 AFR 설치

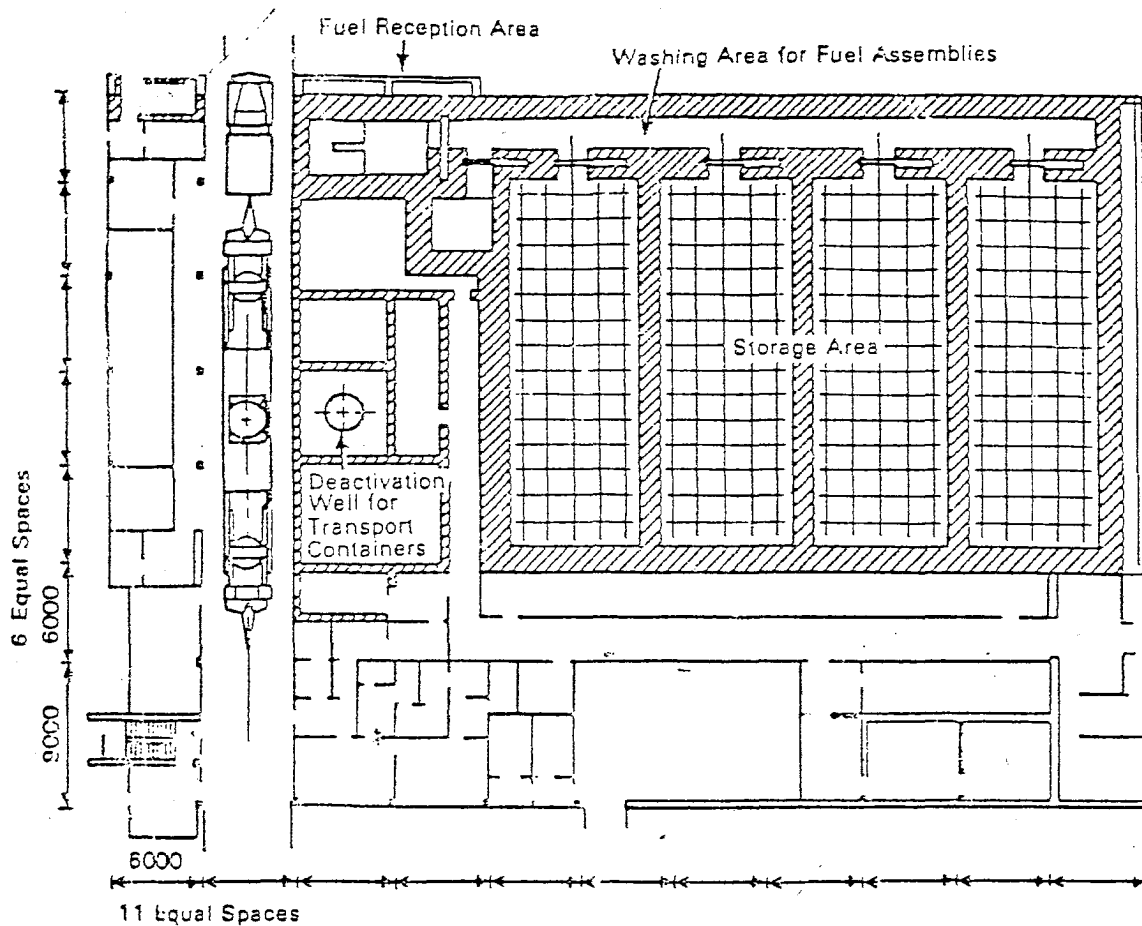


그림 4.8b VVER-440의 AFR 설치(평면도)



## V. 열전달 계통

일차측 열전달 계통은 가압수를 사용하여 원자로에서 생성된 열을 전달한다. 일차측 냉각수는 일련의 수평 증기 발생기의 평행 루프들을 통해 순환된다. 증기 발생기에서 저압의 이차 계통에 있는 물은 증기로 바뀐다. 이 증기는 열에너지를 기계적 에너지로 바꾸는 터빈으로 곧바로 보내진다. 터빈을 나온후 증기는 응축되고 증기 발생기로 되돌아 가기 전에 일련의 급수 가열기들과 한 개의 기체 감소기(deaerator)로 펌프에 의해 보내진다. 표 5.1은 VVER-440과 VVER-1000에 대한 전반적인 변수들을 나타낸다.

표 5.1 전반적인 열전달계통 변수

	VVER-440	VVER-1000
열출력	1375MW	3000MW
전기출력	440MW	1000MW
1차측 계통		
냉각 회로나 루프수	6	4
원자로 용기의 압력	12.5MPa	16 MPa
hot leg 온도	301°C	322°C
cold leg 온도	268°C	289°C
유속	1450kg / sec	3990kg / sec
2차측 계통		
스팀 드럼 출구 압력	4.7MPa	6.4MPa
포화된 스팀 온도	259°C	278°C
feedwater 온도	226°C	220°C
유속	125kg / sec	400kg / sec
BOP		

터빈		
수	2	2 또는 1
입구 압력	4.4MPa	6.0MPa
입구 온도	255°C	274°C
feedwater 히터	10	7
복수기	4	4 또는 6

표 1.3은 보다 자세한 중요 변수들을 나타낸다. VVER-1000이 4개의 루프를 가지고 있는 반면 VVER-440은 6개의 루프를 가지고 있다. VVER-1000의 부분적인 개선은 증기 발생기에 있다.

VVER-440의 장비들에 대한 무게의 분석은 표 5.2에 보여진다.

표 5.2 VVER 완전의 무게 비교(톤)

장 치	VVER-440 V230형	VVER-440 V213형
1차측 루프 장치	2900	3500
2차측 루프 장치	5500	5500
스테인레스 스틸 파이프	490	530
탄소강 파이프	1900	1900
환기 시스템 장치	430	475

VVER-440과 VVER-1000의 열전달 계통장비와 부품들의 무게비교는 표 5.3에 보여진다.

## 1. 일차측 냉각수 계통

VVER 일차측 냉각수 계통들은 원자로심에서 증기 발생기로 열을 전달

한다. VVER-440과 Novovoronezh 5호기(VVER-1000)에서는 일차측 냉각수 계통 격리밸브를 사용함으로써 한개의 루프가 고장이 나도 운전이 가능하다. Novovoronezh 5호기의 VVER-1000에 격리 밸브들이 설치되었다. VVER-440 원자로에 대한 일차측 냉각수 계통 격리 밸브는 그림 5.1에 나타내어진다.

VVER-440에 대한 흐름도는 1장의 그림 1.18에 있다. VVER-1000과 VVER-440 일차계통의 주된 차이점들은 6개 대신에 단지 4개의 평행 루프를 사용한다는 것과 3개의 분리 긴급 냉각계통들이 장비된 점이다. VVER-440에서 일차 냉각수는 원자로 출구 노즐로부터 증기 발생기들로 흐른다. 전체적인 계통 압력을 유지하고 일차 냉각수의 부피 변화를 보상하는 가압기는 원자로 출구 노즐과 출구 격리 밸브 사이에 있다. 일차 냉각수는 수평 증기 발생기의 관을 통해 흐른 뒤 펌프에 의해 다른 격리 밸브를 지나 원자로 입구 노즐로 보내진다. VVER-440 V213형과 VVER-1000들은 긴급사태시 붕소와 냉각수를 용기내에 직접 주입할 수 있다.

온도변화에 따른 냉각수 부피의 보상은 일차계통의 hot leg와 cold leg에 연결된 가압기가 한다. 가압기내 압력이 초과 상승할 경우 냉각수를 안전밸브들을 통해 bubbler로 버린다. 가압기는 순환 루프의 비고립 부분에 연결되어 있으므로 여러 개의 관계 없는 루프들과 연결되어 있다. 가압기는 전기저항 가열기들을 이용해서 발생된 열에 의해 가압된다.

원자력 발전소 운전중에 일차측 냉각수는 냉각수내에 있는 불순물들의 방사화와 손상된 핵연료에서 나오는 핵분열 생성물들에 의해 오염된다. 일차측 냉각수 정화계통은 일차측 냉각수 계통의 activity level을 특정 한계치 이내로 유지하기 위해 고안되었고, 냉각수내에 있는 부식물을 제거하는 역할도 담당한다. 냉각수의 일부를 각 순환루프의 비연결 부분으로부터 취해서 열교환기들에서 식힌 다음, 냉각수는 고압의 이온 교환기들에서 정제되어 다시 주 순환루프로 되돌아 간다. 정화계통내 냉각수의 유속은 VVER-440의 경우 20-40ton/hr이다.

일차회로에서의 통제된 누출은 sump로 부터 취해서 저압 이온 교환기들

에서 정제된 후 증기냉각기가 있는 보충수 기체 감소기(deaerator)로 보내진다. blow-down / make-up 계통은 방사 조절을 위해 사용된다. 원자로내의 방사농도는 농축된 방사용액을 보충수 기체 감소기로 보냄으로써 증가된다. 긴급 정지 계통은 질소에 의해 4.0MPa(580 psi)로 가압된 방사수를 가지고 있는 4개의 능동적인 긴급 노심 냉각탱크들과 고-저압 주입펌프들을 포함한다.

blow-down 계통은 방사성 기체들과 방사화된 기체들을 제거하기 위해 작동한다. blow-down 계통에서 방사성 기체들과 방사화된 기체들은 질소와 희석되고 일차회로부터 제거된후 곧바로 특유의 기체-세척 계통으로 보내진다.

그림 5.2는 1차측 루프의 hot-leg와 cold-leg 격리밸브를 보이는 VVER-1000 Novovoronezh 5호기의 흐름도이다.

## 2. 일차측 냉각수 파이프들의 용접

Novovoronezh 1과 2호기에 있어서 주 냉각수 파이프들은 직경이 500mm (21.7in)이고 두께가 25mm(0.1in)인 오스테나이트강(austenitic steel), OCr18Ni2T로 만들어진다. 접합부의 가장자리는 아르곤 차폐 하에서 제조되고 용접된다. 이러한 오스테나이트 강은 용접시 깨지는 경향이 있으므로, 특별한 용접선 Sw-O4d19Cr19Ni1M3을 삽입한다. 접합의 첫번째 층의 생성시 녹은 이러한 삽입물들은 가장자리의 질을 증가시킨다. 그러나 몇몇 접합부의 접점에서 축방향 용융물을 따라 깨짐(crack)이 나타나고 이것은 용접된 접합부들을 부식시키는 경향이 있다.

직경이 크고 두꺼운 스테인레스 파이프들의 용접에 대한 더 새로운 방법이 이 실험에 의해 개발되어졌다. 이 방법은 위에서 언급한 결함들이 존재하지 않는다. 접합부들의 가장자리 제조에 대한 이러한 새로운 방법은 Kola 발전소의 VVER-440 V230형 원자로 뿐만 아니라 동쪽에 있는 Nord 발전소와 불가리아에 있는 Kozloduy 발전소의 주 냉각수 파이프라인들 용접에

사용했다. 이러한 파이프라인들은 바깥지름의 560mm(20.0in)이고 두께가 32mm(1.26in)인 OCr18N12T강로 만들어진다. 대부분의 용접은 고도로 숙련된 용접공들에 의해 수작업으로 행해진다.

원자력 발전소 건설에 사용하기 위해 자동용접기(AT-159-II M)가 개발되어 1977년부터 이용되어 왔다. 이것은 직경 564mm(22.2in), 두께 80mm(3.15in) 이하의 파이프 라인들의 용접을 가능케 한다. 동시 아아크(synchronized arc)를 이용한 용접에 대해 가장자리의 알맞은 각도는 20-22도이다. 이러한 이유 때문에 직경 564mm(22.2in), 두께 35mm(1.38in) 파이프의 가장자리는 경사지게 된다.

### 3. 증기 발생기 (S/G)

표 1.3은 VVER-440과 VVER-1000의 증기발생기들에 대한 변수들을 자세히 나타내었다.

그림 1.22와 1.23은 VVER-440과 VVER-1000의 증기발생기들에 대한 그림을 제공한다. 수평 증기발생기들의 장점은 기화면을 크게 만들 수 있다는 것이다. 이는 자연순환과 불순물들의 농축없이 냉각수를 순환시키는 능력을 향상시킨 것이다. 증기발생기가 원자로 건물내에서 약간 윗부분에 있으므로, 핵연료 재장전시 일차측 회로는 원자로 냉각에 사용될 수 있다. VVER-440은 직경이 3.340m(131.5in), 길이 12m(474.4in), 질량 145tonnes(159.5tons)인 6개의 수평 증기발생기들을 가지고 있다. 이러한 발생기들은 철로단(rail platform) 위에서 이동 되어지고 원자로 홀의 이동계단 내에 내려진다. 장치의 방법은 운반시 구조작업의 상태에 의존한다.

증기발생기들은 바닥이 완성되기 전이나 후에 원자로 건물내에 높이 10.5m(34.5feet)에 설치된다. 이 방법을 위해 250/30-ton 주 받침대 기중기가 사용된다. Novovoronezh 4호기와 5호기의 증기발생기들은 바닥이 건설되기 전에 설치되었다. Kola와 Bulgarian Kozloduy 발전소의 증기발생기들은 바닥이 건설된 후에 설치되었다.

VVER-440의 증기발생기 설치방법은 그림 5.3에 나타내어진다. 증기발생기가 내려진 후 이동 지지물들은 제거된다. 원자로 건물의 주 받침대 기중기는 발생기(1)(그림 5.2참고)를 그것의 구획으로 이동한 다음 집합체 opening 밑에 설치된 지지물들(2와 3) 위에 그것을 놓는다. 지지물(3)은 발생기에 용접된다. 동시에 지지구조물(4)은 발생기의 자리내에 설치되고 구조물의 아래판 콘크리트 내에 있는 고정기구(5)에 용접된다. 발생기는 받침대 기중기로 지지물위에 설치한다. 증기 수집기(collector)(6)는 발생기의 파이프들에 용접된다. 받침대 기중기가 닿을 수 있는 위치에 있는 5개의 증기발생기들은 이러한 방법으로 설치된다. 받침대 기중기가 닿을 수 없는 위치에 있는 6번째 발생기는 잭(jack)을 사용하여 지지구조물 위로 밀어 올린다. 증기발생기들의 설치후 구조물위 높이 10.5m(34.5feet)에 천장이 설치된다. 천장이 설치되는 동안 hangers(7)가 그것에 고정된다. 수력승강기(10)의 도움으로 증기발생기는 계획된 높이로 올려지고 매달린 막대들에 묶여진다. VVER-1000의 증기발생기 고정방법은 그림 5.4에 나타내어진다. VVER-1000 증기발생기는 설치과정을 간단히 하기위해서는 바닥에 지지시킨다.

#### 4. VVER 구성물의 제조와 건설에 있어서의 일반적인 품질보증(QA)과 품질관리(QC)

소련 공업 코드들에 대한 또 다른 해결책과 장비들의 제조와 원자력 발전소 건설에 있어서 이행된 규칙들은 다음과 같다.

1. PK 1514-72(1974) “실험용 원자로와 NPP'S의 용접된 연결부들과 집합체의 피복재 검사를 위한 설계명세서”
2. GOST 75R-55 “용접된 집합부 비파괴 검사를 위한 표준”
3. GOST 3247-54 “용접된 집합부 표면검사에 대한 표준”
4. AMGOST 6032050 “격자간 부식에 대한 용접된 집합부의 검사”

5. GOST 9940-72 “오스테나이트강과 스테인레스강로 만들어진 파이프들의 표준과 기술적 설계명세서”
6. GOST 9941-72 “NPP'S와 실험용 원자로들의 용접과 집합체들의 파폭에 대한 일반적인 요구사항”
7. TU-14-3-197-73
8. TU-14-3-808-781
9. OP-1513-72(1974)
10. CHMTU 242-60 “1차계통 파이프에 대한 일반적인 기술적 요구사항들”

소련 장비는 제작자 기준과 내부 기술 요구 사항을 기초로 제조된다. 검사기록과 결과들은 장비와 구성물들과 함께 제공되어지지 않는다. 일반적으로 소련으로부터 원자력 발전소에 대한 항목들을 수입하는 나라들은 제작자의 검사기록들에 접하지 못한다.

VVER-440과 VVER-1000의 장비는 소련 기술면허에 기초를 둔 CMEA 나라들에 의해 건설된다. 허가 준비의 일환으로서 소련 또는 CMEA에 의해 부가된 재료들의 기술적 요구사항들과 제작자의 특별한 준비는 서방의 그것과 비슷한 기준들에 기초를 둔다. 일반적으로 VVER-440과 VVER-1000 장비의 제작에 사용된 QA와 QC가 바뀌는 동안 덜 엄격한 기준에 의해 건설된 여러개의 VVER들이 가동중이다.

VVER들을 기초로한 소련기준들(GOSTs)는 CMEA 국가들에 의해 제조된다. 원자력 품질개선을 위해 필요한 것을 결정하므로써 GOST들은 개선되고 보충되어진다. QA활동을 조정하기 위해 CMEA 국가들의 대표로 구성된 품질관리 기구가 있다.

폴란드에서는 QA와 QC 프로그램들이 첫번째 폴란드의 VVER 건설 시작 전에 준비되었다. 기초 장비와 파이프 계통의 QC에 대해 소위 “기록도표(Documentational chart)”들이 준비되었다. 이러한 기록도표들은 문제가 되는 장비의 검사, 범위, 위치, 방법등을 지정한다. 계통들의 명확한 검증을

할 수 있는 특별한 해당의 사용에 의해 도표들은 체계화 되었다.

그림 5.5, 5.6, 5.7은 증기발생기 인차측 냉각재 계통 파이프, 원자로 용기뚜껑에 있는 제어봉 이동축의 노출검사에 대한 폴란드 기록 도표들의 예를 보여준다. 그림 5.8은 제어봉 이동축 노출들의 검사에 대한 자세한 도표의 예이다. 설명된 도표들은 비파괴 검사를 포함하는 92 기록도표들의 한 부분이다.

## 5. 조립후의 작업, 원자로의 가동, 핵증기 공급계통의 가동

증기 발생 계통과 그와 관련된 계통들이 장치되고 조립과 용접의 품질조절이 완성된 후 발전소는 가동하기 시작한다. 이러한 작동들은 다음을 포함한다.

1. 열수력학적 계통들의 조립후 세척
2. 수력학적 검사
3. 열수력학적 계통들의 검사와 인가
4. 열수력학적 장비와 계통들의 가동과 조정
5. 운전을 위한 각 계통들의 공식적 양도

실제 가동은 다음의 단계들을 포함한다.

1. 각 계통의 기계적, 열수력학적 가동과 조정
2. 원자로의 첫번째 임계
3. 저출력에로의 원자로 가동
4. 원전의 검사와 가동

### 1) 장비와 계통들의 조립후 세척

보통 오염은 방아박 물질, 조립전 세척에 의해 제거될 수 없는 부식의 흔적, 긴 조립작업 동안에 나타나는 부식 그리고 건설공정에서 생기는 여러가지 입자들을 포함한다. 열수력학적 계통들에 이러한 입자들이 존재하면 그



들의 세척이 필요하다. 이것은 원자로 냉각계통과 방사성 물질들을 함유하게 될 계통들에 있어서는 특히 중요하다.

VVER들의 핵증기 발생계통들의 조립후 세척과 행굼은 기준화될 수 없고 각 건설 계획에 대해서는 각각의 기초에 의존해야만 한다.

VVER NSSS 장비의 조립후 세척은 보통 다음을 포함한다.

1. 장비에 의해 2.5-3.0 MPa(363-435psi) 압력하에서 증기를 주입.
2. 응축수 또는 demineralized water를 가지고 세척
3. 특유의 세척 물질들을 가지고 세척
4. demineralized water 또는 응축수를 가지고 행굼
5. 일시적 장치들의 제거후 응축수 또는 demineralized water로 마지막 세척

각 루프에 cut-off 밸브들이 장착된 VVER-440 원전의 핵증기 발생계통은 부분별로 세척되고 행구어진다. 보통 이것을 위해 단지 하나의 순환펌프만 사용한다. 세척전에 입구와 출구노즐들을 분리하는 수평 간막이판이 원자로 용기내에 있는 지지 림에 설치된다. 물은 다음과 같은 방법으로 순환된다. 펌프에 의해 구동되고 간막이막 아래로 그리고 용기내로 흐른 다음 루프의 찬 부분, 순환펌프 housing, 증기발생기 그리고 루프의 뜨거운 부분을 통해서 원자로 용기의 윗부분으로 흐른다. 그 다음 물은 루프의 뜨거운 부분을 통해 증기발생기로 되돌아온 다음 구동펌프의 흡입 부분으로 온다. cut-off 밸브들은 나머지 루프들을 같은 방법으로 깨끗한 상태에 있게 한다. 세척과 행굼과정 동안에 원자로는 보수작업시 원자로 내부를 보호하는 특별한 집합체 뚜껑에 의해 닫힌다. 세척과 행굼을 위해 사용되는 물은 60-90°C이다. 모든 핵증기 발생계통은 가동조작 동안에 여러번 세척되고 행구어진다.

계통들을 흐르는 증기와 세척과 행굼을 위한 뜨거운 물은 시동 보일러나 다른 근원으로부터 제공된다. 연속된 원전의 가동 동안에 기존 원자로의 보일러를 사용할 수 있다. 이러한 시스템은 Kozloduy, Nord 그리고 Paks 원전

에서 실행되어 졌다.

## 2) 수력학적 검사

VVER-440들의 수력학적 검사동안 작용된 압력은 0.5MPa의 압력에서 작동되는 50%의 장비와 장치들 그리고 0.5MPa이상의 압력에서 작동되는 25%의 장비와 장치들에 의해 작동압력을 초과한다. 모든 경우에 작용된 검사압력은 0.3MPa보다 낮지 않아야 한다.

VVER들의 일차측 회로들에 대한 검사압력은 아래와 같다.

원자로	작동압력	검사압력
VVER-440	12.3MPa	18.6Mpa(150%)
VVER-1000	15.7MPa	22.1Mpa(140%)

수력학적 검사들의 온도는 검사되는 요소 벽의 임계 취성 온도보다 적어도 30℃ 높게 선택된다.

계통들은 검사압력하에서 벽두께가 50mm이하의 element에 대해서는 5분 동안 벽 두께가 50-100mm이하의 element에 대해서는 20분동안 그리고 벽 두께가 100mm이상의 element에 대해서는 60분 동안 유지시킨다.

일차측 냉각계통 파이프 라인들을 가열하는 동안, 온도상승율(최대 가능치는 20℃/hr)과 열적변위의 방향과 범위는 조절되어 진다. 핵증기 계통으로부터 펌프 모터 housing을 분리하는 파이프들의 통로에는 충분히 넓은 틈새로 구부리기 쉬운 패키징들이 제공된다. 일차측 냉각수 루프들, 증기발생기들, 펌프들 그리고 파이프들의 열팽창을 방해하지 않기 위해 VVER-440과 VVER-1000은 단단한 지지물들을 가지고 있지 않다. 파이프들은 열팽창 동안에 자체보상(self-compensation)을 할 수 있도록 배열된다.

표 5.3 VVER-440과 VVER-1000 원자로 구성물의 무게

<u>No.</u>	<u>Type of Equipment</u>	<u>Unit</u>	<u>VVER-440</u>	<u>VVER-1000</u>
1.	Reactor assembly mass fully assembled	each tonnes	1 942	1 1328
2.	Steam-generators complete mass	each tonnes	6 966	4 1357
3.	Volume-control system (pressurizer) complete	each tonnes	1 177	1 164
4.	Emergency cooling system tanks complete mass	each tonnes	4 320	4 450
5.	Reactor coolant pump complete mass	each tonnes	6 330	4 470
6.	Shut-off gate valves complete mass	each tonnes	12 105	8 147
7.	High-pressure piping complete mass - Dn 500 or Dn 800	tonnes tonnes	252 72	420 166
8.	Reactor coolant purification system, radioactive waste treatment and storage systems: complete mass	tonnes	462	685
9.	Heat exchangers complete mass	tonnes	190	250
10.	Refueling machine mass	each tonnes	1 57	1 80
11.	Cranes, fuel handling equipment mass	tonnes	606	960
12.	Maintenance and overhaul equipment complete mass	tonnes	100	122
13.	Bubbler condenser complete mass	each tonnes	1 585	

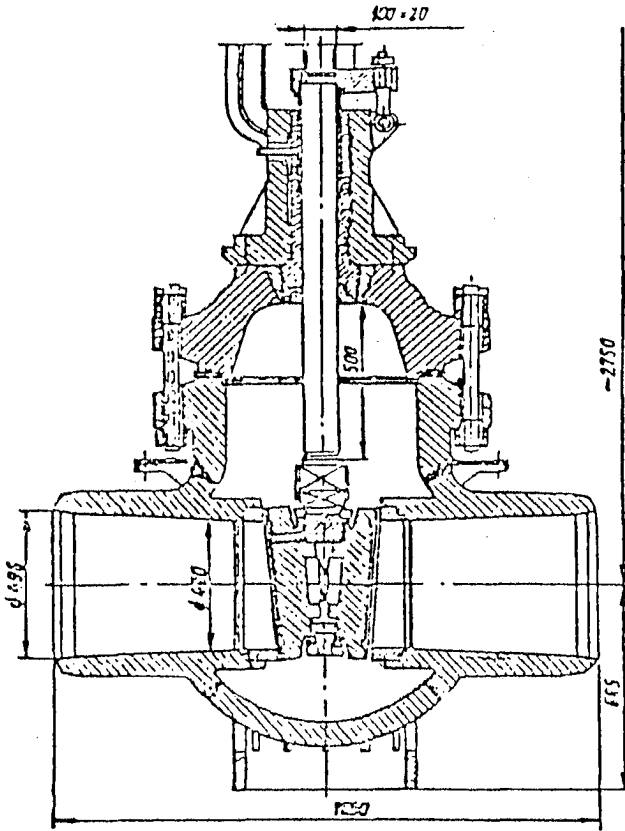


그림 5.1 VVER-440의 1차측 냉각 시스템 격리밸브

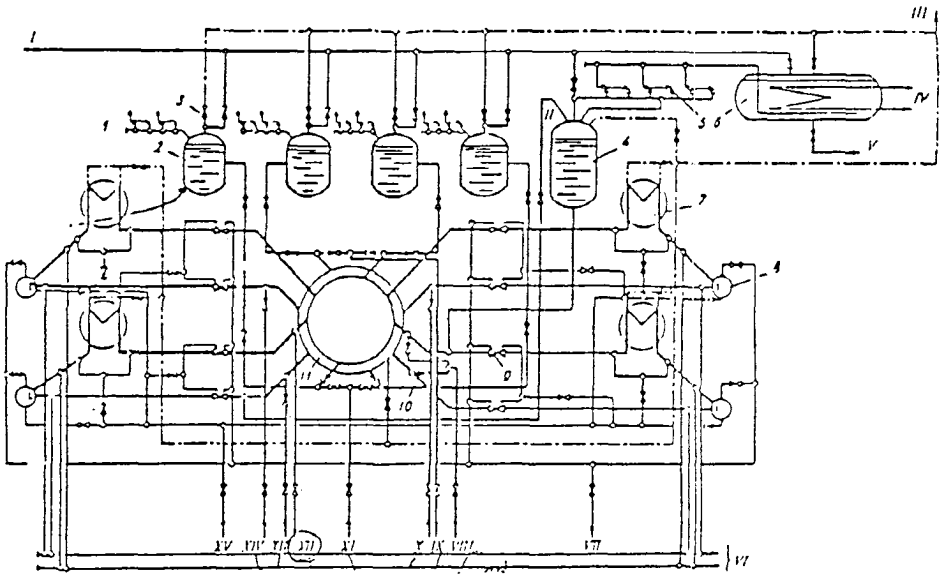


그림 5.2 VVER-1000의 1차측 냉각계통의 흐름도

I-Nitrogen feed line; II-line of injection of "cold" coolant into KO;  
 III-removal of blown-off gas; IV-supply and removal of cooling water of the  
 intermediate circuit; V-pure condensate supply line; VI-to the unit for purifying  
 scavenging water of circuit I; VII-to the heat exchanger of organized leakage system;  
 VIII, IX, XI-from ARN; X, XIII, XIV-from AVN; XII-to emergency shutdown heat exchangers;  
 XV-supply line of sealing water to GTsN and GZZ as well as for filling the loops  
 of circuit I; 1-emergency hydraulic capacity safety valves; 2-emergency hydraulic  
 capacity; 3-gating valve fixtures; 4-pressurizer; 5-KO safety valves; 6-bubbler  
 tank; 7-steam generator; 8-primary coolant pump; 9-isolation valve; 10;nonreturn valve;  
 11-reactor

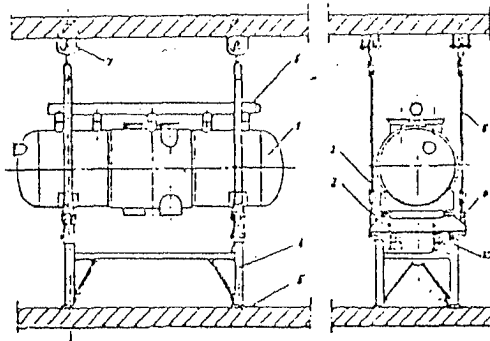


그림 5.3 S/G의 지지 시스템

(VVER-440 Reactor)

- 1-steam generator; 2-lower support; 3-support ring; 4-construction support;  
5-support plate; 6-steam collector; 7-mount; 8-hanger; 9-adjusting bolt;  
10-hydraulic lift

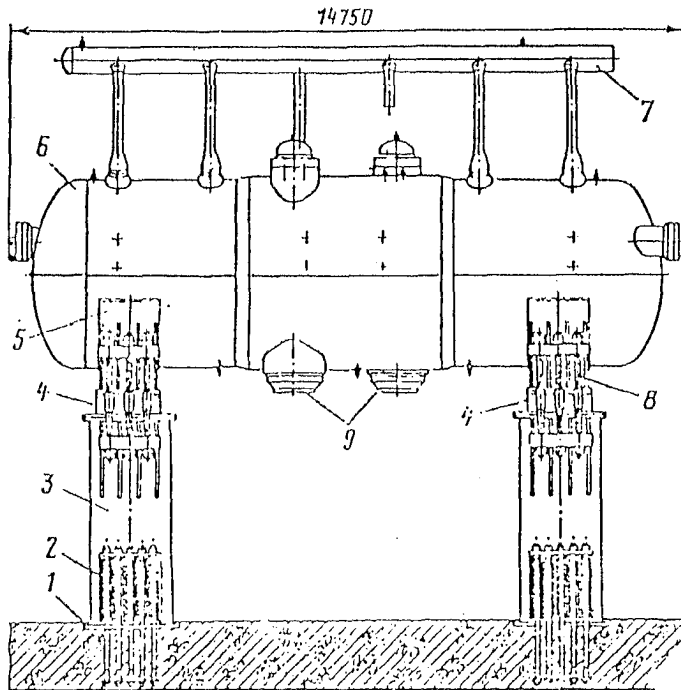


그림 5.4 VVER-1000의 S/G 지지대

- 1-support plate; 2-foundation bolts; 3-support columns; 4-bearing;  
5-support ring; 6-steam generator; 7-steam collector; 8-leveling bolts;  
9-coolant nozzles

KARTA DOKUMENTACYJNA Nr 33 - P - 5										
Nazwa przedmiotu: WYTWORNICA PARY L.7-4.10										
Nazwy w językach obcych:										
Dampferzeuger			parogenerátor				steam generator			
niemiecki			rosyjski				angielski			
Zalecane badania nieniszczące:										
(1) Oznaczenie strefy	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
(2) Miejsce kontroli							M	M	M	M
(4) Śląc powierzchni										
(4) Met. penetracyjna							M	M	M	M
(5) Met. magnetyczna										
(6) Met. radiograficzna							M	M	M	M
(7) Met. ultradźwiękowa							M	M	M	M
(8) Inne										
Legenda: (1) według szkicu, (2) W - wyłódca, M - montaż, E - eksploatacyjno (3) chropowatość w $\mu\text{m}$ , (4), (5), (6), (7), (8) - normy wyższe										
LITERATURA: (2), (4), (6), (7) . (4) (5) (6)										
SZKIC - OZNACZENIE STREF										

그림 5.6 폴란드의 VVER-440에 대한 S.I.G.의 검사 계획 (출처: [1])

특표





KARTA DOKUMENTACYJNA Nr 13 - P - 1										
Nazwa przedmiotu: KROCIEC UKŁADU STEROWANIA I ZABEZPIECZEN 0,24										
Nazwy w językach obcych: <u>SUS - Stützen</u> <u>патрубок SCHZ</u> niemiecki                                      rosyjski										
Zalecane badania nieniszczące:										
(1) Oznaczenie strefy	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
(2) Miejsce kontroli	M,E	M,E								
(3) Stan powierzchni										
(4) Met. penetracyjna	M,E	M								
(5) Met. magnetyczna										
(6) Met. radiograficzna										
(7) Met. ultradźwiękowa		M,E								
(8) Inne	M,E	M,E								
Legenda (1) według szkicu, (2) W - wytwórca, M - montaż, E - eksploatacja (3) chropowatość w $\mu\text{m}$ , (4), (5), (6), (7), (8) - normy wyliczone										
LITERATURA: (2), (4), (7), (8): [4] (8) I, II: M - wizualna, E - wizualna (8) I: E - prądy wirowe										
SZKIC - OZNACZENIE STREF										

그림 5.7 제어봉 드라이브 shaft에 대한 노출의 비파괴 기록표

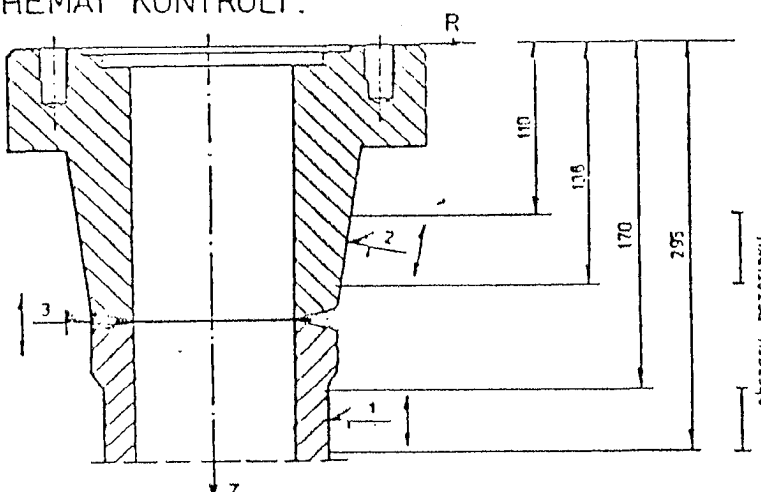
ZALĄCZNIK NR - 2 DO KARTY DOKUMENTACYJNEJ NR 13-P-1		M
Nazwa przedmiotu: KRÓCIEC UKŁADU STEROWANIA I ZABEZPIECZEŃ		
Nazwy w językach obcych: <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <u>SUS - Stützen</u> niemiecki         </div> <div style="text-align: center;"> <u>патрубок SCHZ</u> rosyjski         </div> </div>		
<b>WADY :</b> dopuszczalne $d / \text{równ.} = 12 \text{ mm}$ maks. długość wady 23mm maks. nasilenie wad 23 mm / 100 mm  niedopuszczalne wszelkie pęknięcia	<b>OKRESY KONTROLI :</b> Po zakończeniu operacji montażowej  <b>WARUNKI KONTROLI</b> ULTRADŹWIEKOWEJ APARAT : UNIPAN - 510 GŁOWICE : 2T70° - 10C (1,2) 2,5L0 - 7C (3) ZASIĘG : 0-150 mm T, 0-27mm L DYNAMIKA ZOBRAZOWANIA : (0, 2H-H) = 11 dB WZMOCNIENIE : $h_{r100} = 0,4H + 31 \text{ dB}$ , $h_{25} = 0,4H +$ + 28 dB Monitora nie stosuje się	
<b>SCHEMAT KONTROLI :</b>  <p style="text-align: center;">↓ z</p> <p style="text-align: center;">Lokalizację wad zapisywać w biegunowym układzie i współrzędnych ROz</p>		

그림 5.8 제어봉 shaft에 대한 노출의 비파괴 검사의 상세한 기록표

## VI. BOP 계통

2차 냉각수 루프와 BOP 계통은 S/G로부터 열을 터빈으로 전달하며 터빈에서 열은 기계적 에너지로 변환된다. 터빈을 빠져나온 증기는 지역 난방을 위해 이용될 수도 있다. 그 다음 증기는 일련의 급수 가열기, 탈 광물기, deaerator를 통하여 펌프되기 전에 냉각되어 S/G로 되돌아 간다. 이 장은 터빈, 터빈 우회 밸브, 복수기, 급수 가열기 그리고 폐기물 처리, 공기 정화, 2차 냉각수 정화를 위한 보조 계통에 대해 논의된다.

### 1. 터빈

VVER에서 주로 3가지 형의 터빈이 사용된다.

1. VVER-400 : K-220-4
2. 초기의 VVER-1000 : K-500-60/1500(그림 6.1)
3. 최근의 VVER-1000 : K-1000-60/1500

그림 6.1은 K-500-60/1500 터빈을 보여 주고 있는데 다른 두 종류의 터빈도 기본적으로 같은 설계를 갖는다. S/G로부터의 스팀 유량은 둘로 나뉘어지는데 대부분은 고압 터빈으로 흐른다. 나머지 부분은 재가열기로 들어간다. 고압 터빈에서 고압 급수 가열기로의 유출이 있고, 고압 터빈을 나온 뒤, 증기는 재가열되어 저압 터빈으로 들어간다. K-500-60/1500과 K-1000-60/1500 터빈에서, 약간의 스팀은 재가열기의 출구에서 터빈 드라이버 급수 펌프로 순환된다. 저압 터빈을 나온 뒤 어느 정도의 스팀은 대개 냉각기로 들어가기 전에 지역 난방을 위해 전환된다. 냉각기를 나온 후 냉각수는 deaerator로 들어가기 전에 일련의 저압 급수 가열기와 탈광물기로 펌프된다.

deaerator를 나온 후 냉각수는 일련의 고압 feedwater 가열기에서 가열된 다음 S/G로 들어간다.

2차 냉각수 회로는 다음도 포함한다.

- S/G 냉각 재분출 계통
- 1차 냉각수 회로의 shut down 냉각 계통

S/G의 스팀 냉각 재분출 계통은 냉각 재분출 펌프, 열 교환기, 이온 교환 수지, S/G에서 방출된 냉각수를 위한 저장 탱크를 포함한다.

1차 계통 루프의 shut down 냉각은 S/G를 통하여 원자로 냉각 계통에서 열을 제거한다. 이 계통은 신속히 작동되는 throttle 밸브와 냉각 펌프를 가진다.

## 2. 터빈 우회 밸브

2차 냉각 계통에서 과도한 압력 증가를 방지하기 위해 증기가 증기 드럼에서 터빈 우회 밸브를 통하여 방출된다. 2차 냉각회로의 압력이 설정치를 넘어가면, 밸브가 열려 스팀이 직접 냉각기로 넘어간다. VVER-440에서 6 MPa 이상의 압력으로 증가하면 스팀 드럼에 부착된 안전 밸브가 열린다. 이 밸브는 5 MPa에서 닫히도록 되어 있다.

## 3. 복수기

냉각수의 주위 온도에 따라, VVER-440에서 3가지 형태의 복수기가 개발되었다. 저온 복수기(5°C)는 Kola 발전소(V213)에서 사용되고 있다. 10°C 복수기는 Loviisa 발전소에서 사용되고 있다. 22°C 온도에 대해 설계된 표준 복수기는 Loviisa 발전소에서 사용되고 있다. 22°C 온도에 대해 설계된 표준 복수기는 나머지 VVER-440에서 사용된다. VVER-1000은 basement-mounted 복수기를 사용한다.

#### 4. 급수 가열기

현재 VVER에서 사용되는 급수 가열기는 모두 닫힌 shell형이다. 냉각 표면적은  $800\text{m}^2$ 에서  $2000\text{m}^2$ 에 이른다. 저압 급수 가열기는 VVER-440에서는 수평으로, VVER-1000에서는 수직으로 위치해 있다. 고압 가열기는 VVER-440에서는 수직으로, VVER-1000에서는 수평으로 위치해 있다. VVER-440의 고압 가열기는 VVER-1000의 저압가열기와 같은 설계를 가진다. 최근에, 체코에 있는 Skoda 공장에서 V213의  $500\text{m}^2$  냉각 표면을 가진 표준 급수 가열기를 개발하였다.

#### 5. 보조 계통

VVER의 정상 운전에 필요한 주 보조 계통은 다음과 같다.

1. 방사성 폐기물 취급 계통
2. 가스 정화 계통
3. 2차 냉각수 계통

방사성 폐기물 처리 계통은 분리된 보조 건물에 위치한다. 원자로 건물에서 발생된 액체 방사성 폐기물은 bridge ramp에 있는 파이프를 통하여 보조 건물로 운송된다.

보조 건물은 보조 폐기물 처리 바로 뒤에 위치한다. 이 건물은 농축된 액체 폐기물 저장 탱크, 이온 흡수 물질에 사용되는 탱크, 매우 높은 방사성 고체 폐기물을 위한 방들을 포함한다.

1차 냉각 계통 탈오염 계통은 1차냉각수의 방사성 준위가 설정된 제한치 이내에서 유지되도록 설계된다. 제한치 이내에 방사성 준위를 유지시키는 것 이외에, 1차 냉각 회로 세척 계통은 또한 냉각수에 존재하는 부식물도 제거한다.

냉각수는 계속해서 이온 교환 수지 필터나 기계적인 필터로 정화되어 계통에 들어간다. 세척 계통에서 냉각수의 유속은 전 계통 유속의 일부에 불

과하다. (전형적인 VVER-440에 대해 20~40ton/hr)

1차 루프의 makeup과 letdown 계통은 냉각수 재고량과 화학 물질의 변화를 보상하기 위해 설치되었다. 이 계통은 또한 1차 루프 장치와 계통의 열수력학적 가압에도 사용된다. 1차 루프에서의 냉각수량은 가압기의 레벨 미터에 의해 끊임없이 조사된다.

## 6. 방사성 폐기물 취급과 처리 계통

Novovoronezh 3호기의 첫번째 VVER-440에서 방사성 폐기물 처리 계통은 원자로 사이에 있는 원자로 건물의 중앙 부분에 위치한다. 원자로 건물의 이 부분은 장비의 수리실도 수용하고 있다.

폐기물 처리 계통은 분리된 건물에 위치한다. 이 건물은 액체 폐기물에서 저장 탱크와 고방사성 고체 폐기물을 수용하는 방을 포함한다.

$10^{-6}\text{Ci/kg}$  이상의 비방사능을 가진 고준위 방사능 폐기물은 이온 교환 수지를 가진 이중 증발기에서 처리된다.  $10^{-6}\text{Ci/kg}$  이하의 비방사능을 가진 폐기물은 이온교환 수지나 단일 증발기에서 처리된다.

그림 6.2는 고준위 폐기물의 처리에 대한 공정도이다. 열교환기에서 가열된 후, 유출 불탱크로부터의 방사성 물은 증발기로 들어간다. 최종의 불순물 농축도는 40% 정도로 높으나, 붕산이 있기 때문에 더 높은 농도는 불질을 결정화시키는데는 약간의 문제가 있다. 증발기는 그림 6.3에 나타나 있다.

냉각되지 않은 방사능 가스는 특별한 가스 세척 계통으로 들어간다. 냉각된 후, 이 불질은 이온 교환 계통으로 펌프된다. 깨끗한 불질은 제어 탱크로 들어가서 나중에는 깨끗한 불탱크로 들어가거나 반복 세척을 위해 되돌아간다.

이온 교환수지와 필터에서 사용된 수지뿐만 아니라 이 계통에서 나온 농축된 방사성 폐기물은 주기적으로 압축 공기에 의해 액체 폐기물 저장소로 이동된다.

액체 폐기물 저장 이동 계통이 그림 6.4에 그려져 있다. 각 저장소는 농축된 불순물을 위한 두 개의  $500\text{m}^3$  탱크와  $150\text{m}^3$ 의 수지에 사용되는 탱크를 포함한다. 농축 수지용 탱크는 stainless steel로 만든 2중 사이드와 밀면 벽으로 되어 있다.

VVER-440의 전형적인 설계는 고화 공정 설비를 갖지 않는다. 새로운 VVER-440과 VVER-1000은 폐기물 조밀기(compacter)를 사용하는데, 조밀화 비율은 초기 체적의 0.5와 0.15 사이이다. VVER-440의 기체 폐기물 취급 계통은 수소 연소 계통, 방사성가스 흡수계통과 액체폐기물 저장탱크로부터의 분출 세척계통으로 구성된다.

그림 6.5는 수소 연소 계통을 보여주고 있다. 가스 혼합물의 수소 체적 농도는 입구에서 2.5%, 출구에서는 2.5%이하로 낮아진다. 방사성 가스 흡수 계통은 그림 1.21에 나타나 있다. 방사성 가스는 방사성 크로마토그래프 방법에 의해 월터 흡수체에서 가스혼합물로부터 분리된다. 월터 흡수체의 수용력은  $40\text{m}^3$ 이다.

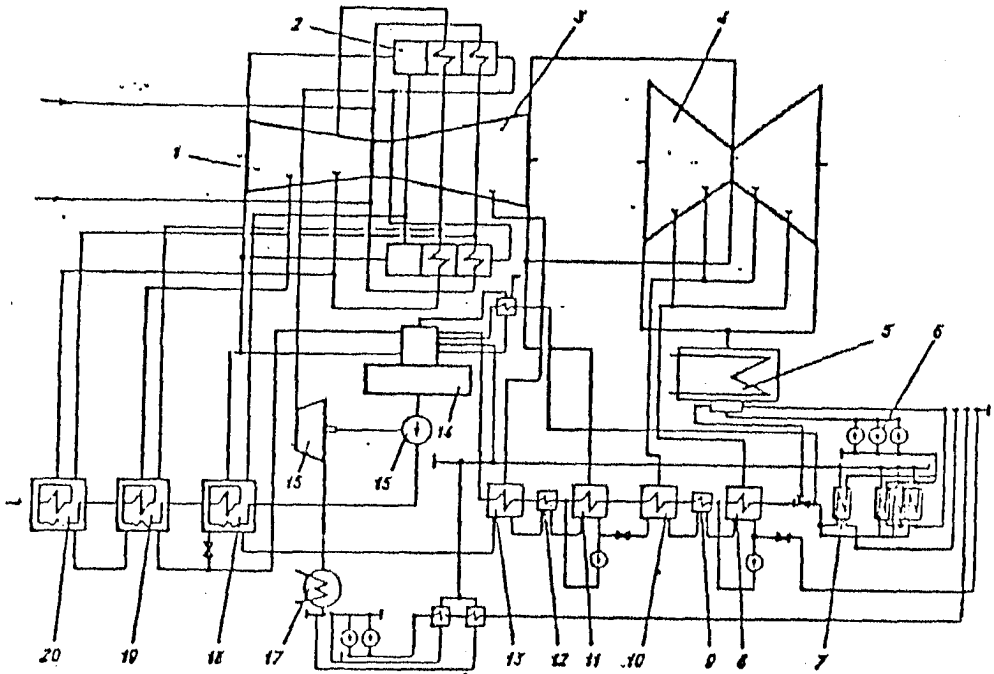


그림 6.1 K-0500-60/1500 터빈

- 1-high-pressure stages; 2-separators steam superheaters;
- 3-medium-pressure stages; 4-low-pressure stages; 5-turbine condenser; 6-condensate pumps; 7-ejector; 8-low-pressure heater No. 1; 9-drainage cooler; 10-low-pressure heater No. 2; 11-low-pressure heater No. 3; 12-drainage cooler; 13-low-pressure heater No. 4; 14-deaerator; 15-feedwater pump; 16-steam driven turbines; 17-condenser for steam driven turbines; 18-high-pressure heater No. 5; 19-high-pressure heater No. 6; 20-high-pressure heater No. 7



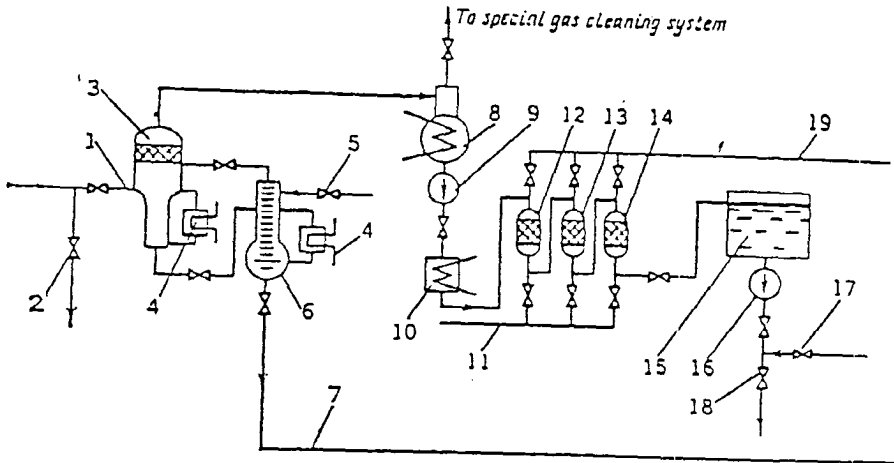


그림 6.2 폐기물 취급의 공정도

1-water supply line; 2-water supply to unit 2; 3-evaporator;  
4-heater; 5-compressed air; 6-after-evaporator; 7-residue  
discharge line; 8-degasser; 9-pump; 10-cooler; 11-water supply  
for hydraulic transport; 12-14-mechanical filter and ion  
exchangers; 18-discharge line; 19-sorbent transfer line

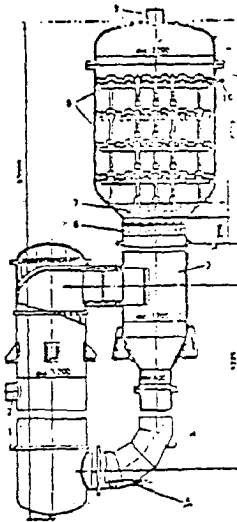


그림 6.3 폐기물 취급 증발기

1-heater; 2-steam supply; 3-separator; 4-blow-down  
pipe; 5-feedwater supply; 6-louver separator; 7-washing  
rings; 8-washing system; 9-steam outlet; 10-washing water

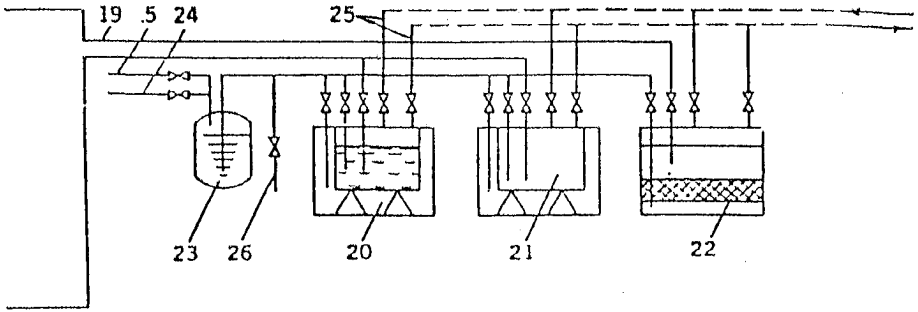


그림 6.4 액체 폐기물 저장

5-compressed air; 19-supply of sorbents from ion exchangers; 20-liquid waste storage tank; 21-reserve tank; 22-tank for sorbents; 23-vacuum vessel; 24-to vacuum pump; 25-air pipeline; 26-drain lines

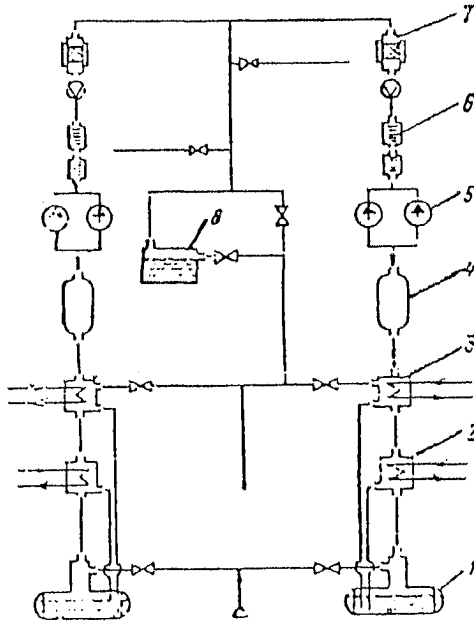


그림 6.5 VVER-440의 수소 연소 계통

## Ⅷ. 계기 계통, 제어 그리고 긴급상황 보호계통

상호 밀접한 관계에 놓여 있는 계통들은 서로 감시하고 VVER 원전의 자동 또는 수동 제어를 제공한다. 이 계기계통은 운전자와 자동제어에 의해 사용되는 자료와 정보를 제공한다. 제어계통은 출력 수준, 중성자속 그리고 발전소 기기들의 기능 등을 제어하고 규제할 수 있는 능력을 제공한다. 긴급 상황 보호 계통(Emergency Protection System)은 정상 운전 제한치를 초과한 발전소를 보호하기 위한 자동적인 기능과 발전소를 보호하기 위해 요구되는 신속한 기능을 제공한다.

### 1. 계기 계통과 제어

#### 1) 개 요

VVER은 포화상태의 증기를 발생하기 위해 수평증기 발생기를 사용한다. 이 포화증기 주기(saturated steam cycle)는 증기의 압력이나 온도를 제어해야만 한다. 이 수평증기 발생기는 출력수준에서 일정한 열교환 단면적과 일정한 열교환계수(heat transfer coefficient)를 가진다. 출력수준이 증가함에 따라, 1차측과 2차측 냉각재 온도의 차이는 증가된 열교환에 의해 증가해야만 한다.

1차측 냉각재 흐름율을 모든 VVER에서 제어되지는 않는다. 출력 수준이 상당한 시간동안 감소된다면, 하나 또는 그 이상의 locp는 기능을 상실할 수도 있고, 격리될 수도 있다.

일정한 1차측 냉각재 흐름율(coolant flow rate), 수평증기 발생기 그리고 포화증기 주기(saturated steam cycle)의 사용은 핵증기 공급계통(NSSS)의 제어 요구 사항들에 대한 중요한 근거를 제시하고 있다.

노심 제어 계통들은 이러한 요구사항들, 노심의 중성자적 그리고 불리적 요구사항, NSSS의 핵연료의 제한치들에 의해서 영향을 받는다.

## 2) 요구사항(requirements)

부가된 특성 요구사항들은 다음과 같다.

- 제어봉의 최대 제거율(maximum rate of removal of the control rods)은 반응도 삽입이  $0.07\% / \text{sec}$ 를 초과할 수 없도록 해야 한다.
- 제어봉들은 개별적으로 집단적으로 통제할 수 있어야 한다. 집단으로 제어할 때는 제어봉들이 동시에 움직이도록 해야 한다.
- 제어봉의 움직임을 측정하는데 있어서의 최대 오차는 5mm 이상을 초과해서는 안된다.
- 제어봉 장치의 기능장해(malfunction)에 의해 제어봉이 위로 움직이지 않도록 해야 한다.
- 최소한 두 개의 독립적인 반응도 제어 계통이 있어야 한다.
- 노심 특성과 함께 반응도 제어 계통은 핵연료 집합체에 손상을 줄 수 있는 출력 변동 억제와 에너지 방출 분포를 막아야 한다.
- 감시와 제어 계통은 모든 가능한 상태에 대해 발전소의 운전을 특징지우는 변수들을 감시하고 기록하는 것을 보장해야 한다. 모든 종류의 운전에 대해 이 계통은 정상적인 운전 계통을 원격(remote) 또는 자동제어를 할 수 있다. 이 계통의 기록 능력을 다음 단계의 분석에 의해서 모든 사고의 시작과 확산을 판단하도록 할 수 있는 것이어야 한다.
- 반응도 제어계통의 반응은 외부 중성자원의 존재에 의해서 영향을 받아서는 안된다.
- 제어 계통의 손상은 제어 개기판(console)에 신호(signal)을 발생시켜야 한다.
- 제어 계통에서의 단일 실패(single failure)는 제어 계통의 효율을 침해해서는 안된다. 이러한 실패들은 sensor와 측정 채널의 실패들도 포함한다.
- 안전 계통(safety system)은 측정과 제어 계통의 요소나 채널들의 장해

나 실패가 부가된 안전 요구사항들을 수행하는 안전 계통의 수행 능력에 영향을 미치지 않을 정도로 측정과 감시 계통으로부터 떨어져 있어야 한다.

- 제어와 안전 계통은 긴급 상황 보호 계통이 현재의 운전 조건들에 대해 적당히 설비되어 있지 않다면 정(positive)반응도를 삽입시킬 수 없다.

- 유체 반응도 제어가 제어와 안전 계통에서 사용된다면, 최소한 독립적인 2개의 경로를 통하여 노심내로 흡수체(absorber) 용액이 삽입될 수 있도록 설비가 되어 있어야 한다. 흡수체 용액을 함유하고 있는 용기는 최소한 두 개의 계통에 의해서 감시되어야 한다. 그리고 저준위에 대한 경고가 원자로 제어 계기판에 제공되어야 한다.

- 핵연료 재장전과 보수 작업 중 1차측 회로, 원자로 부피 그리고 연결계통들은 12g / Kg 정도의 보론산 흡수체 농도(boric acid absorber concentrations)를 가지고 있어야 한다.

- 유체 반응도 제어를 요구하는 흡수체 없는 어떠한 계통으로의 물의 주입은 설계상 배제되어야 한다.

- 제어 계통에 대한 기술적 문서들은 기능 장애들(ex : short circuit, loss of quality of the insulation, voltage drops, voltage adjustment, etc)에 대한 분석을 실행하고 있어야 한다. 원자로를 시운전하기전 제어 계통을 어떤 위험한 상황들을 대비해 살펴보아야 한다.

- 발전소의 부하(load)는 80-150MW / minute의 율로 변화될 수 있어야 한다.

- 안전과 제어봉 집합체들은 1초당 2milliseconds meters의 속도를 가지고 노심내로 삽입될 수 있어야 한다.

두 개의 기본적인 제어 전략(strategy)은 1차측 냉각재와 2차측 냉각재 계통 사이에 적당한 균형을 제공할 수 있도록 사용된다.

- 일정한 1차측 평균 냉각재 온도—이것은 초기 VVER에서 사용되었다.

- 고압 증기 터빈의 일정 증기 압력—이것은 약간 뒤의 VVER 설계에서 사용되었다. 최근의 설계는 각 변수들의 독특한 영향을 판단할 수 있도록 단위 출력 수준에서 두가지 전략을 혼합하고 있다.

그림 7.1은 두 개의 기본적인 제어 전략과 두 개의 혼합 방식 전략에 대해 출력 수준의 함수로서 1차측과 2차측 loop의 온도와 압력을 보여 주고 있다. 그림 7.1의 a는 1차측 loop의 일정한 평균 온도를 유지하는 전략을 나타내고 있으며 노심 입구에서의 온도가 감소함에도 불구하고 출력수준이 증가함에 따라 노심 출구에서 1차측 온도가 증가하고 있음을 보여주고 있다. 제어변수로 요구되는 ‘평균’은 일정한 상태로 있다. 평균온도와 2차측의 포화 온도  $t_2$  사이의 차이는 출력 수준이 증가함에 따라 증가해야 하기 때문에 2차측의 온도와 그에 따른 압력은 출력 수준이 증가함에 따라 감소한다. 100% 출력에서 2차측의 압력은 3.2MPa이다. 이 제어 전략은 평균 온도가 일정하게 유지되므로 1차측 loop의 운전에 가장 유리하다.

이 첫번째 제어 전략과 관계되는 단점은 감소된 출력 수준에서 2차측 loop의 증가된 압력을 수용할 수 있도록 해야한다는 것이다. 그림 7.1의 a에서 보여지는 것처럼 압력의 증가는 2차측 loop의 pipe와 장비들이 더욱 강해야만 한다는 요구사항을 제시하게 된다. 또한 그 주기(cycle)의 효율은 모든 출력 수준에서 상대적으로 낮다.

효율의 감소는 2차측의 loop가 하드웨어의 수용능력보다 더 낮은 압력과 온도에서 운전해야만 하는 높은 출력에서 현저하다. 낮은 출력 수준에서의 더욱 낮은 효율은 높은 증기의 압력에 의한 것이 아니라, 터빈 입구 근처에 있는 제어 밸브의 압력 감소에 의한 것이다. 높은 압력에서의 이러한 효과를 막기 위해서 출력이 상대적으로 긴 시간동안 감소될 때마다 1차측 평균 온도를 감소시킬 필요가 있다.

그림 7.1의 b는 2차측의 압력을 일정하게 유지해주는 2번째 전략에 대한 1차측과 2차측의 온도와 압력을 보여준다. 이러한 상황에 대해 세 개의 모든 1차측 loop의 온도들은 출력 수준에 따라 상당히 증가하게 된다. 이 전략의 장점은 2차측의 압력을 하드웨어의 설계와 부합되는 값으로 유지할 수 있다는 것이다. 따라서 높은 효율을 유지할 수 있다. 2차측의 증기 조건이 일정하게 유지되므로 발전소의 출력 변화율에 제한을 가하지 않아도 된다. 이 제어 전략을 가지고 한 실험은 원자로의 출력이 출력 요구(power

demand) 변화에 의해 종종 야기되는 2차측의 압력 변화에 대한 대응으로 쉽게 제어할 수 있다는 것을 보여주고 있다. 이것은 2차측 압력 변화가 출력 요구의 변화에 대응하여 빠르게 변하기 때문에 가능하다.

그러나 이 제어 전략에도 단점은 있다. 1차측의 출력 수준에 따른 온도의 변화는 첫번째 전략의 4배정도 된다. 그리고 이것은 발전소의 가동을 제한한다. 발전소의 제어는 이러한 온도 진동(swing)에 의해서 야기되는 반응도 변화를 보상해주어야 한다. 그리고 가압기는 이에 따른 1차측의 부피 변화를 보상해 주어야 한다.

그림 7.1의 c는 두 가지를 절충한 전략을 보여주고 있다. 이 경우에 있어서 1차측의 평균 온도는 출력에 따라 증가한다. 그러나 전략 b에 비해 더욱 느리다. 또한 2차측의 온도와 압력은 출력에 따라 전략 a에 비해 더욱 느리게 감소한다.

절충한 전략의 또 다른 예는 그림 7.1의 d에 나타나 있다. 이곳에서는 전략 b의 일정한 1차측 압력이 낮은 출력에서 사용되고 전략 a의 일정한 1차측 온도가 높은 출력에서 사용된다. 변이가 일어나는 출력 수준은 증기 발생기의 최대 허용 압력에 의해 그리고 발전소의 부하로부터 예상되는 잦은 변이의 폭에 의해 결정된다. 이 절충안의 주요 장점은 최적화된 일정한 평균 온도에서 1차측의 운전이 계획상의 출력 근처에서 이루어진다는 것이다.

그림 7.2는 허용가능한 제한치 내에서 중성자속을 유지하기 위해 그리고 1차측과 2차측 사이의 열균형을 보장하기 위해 사용된 제어 loop의 배치이다. 그림의 a부분은 2차측의 일정한 압력을 유지하기 위한 전략에 따른 것이며 그림의 b부분은 1차측의 일정한 온도를 유지하는 전략을 따른 것이다. 일정한 온도와 압력에 주어진 우선권 때문에 제어 계통은 이 그림 중 어느 것을 적용시키든 변수 제어 모델에서 운전하고 있다고 할 것이다.

이 두가지 제어 계통에서 원자로 출력은 조절기 2에 의해서 제어되며 이것은 ionization chamber 1로부터 신호를 받는다. 그리고 제어봉 3의 위치 선정에 영향을 미친다. 조절기 2에 대해 제한치 설정 구성 장치 4는 2차측의 압력 조절기 5나 1차측의 평균 온도 조절기 8로부터 신호를 받는다. 출력장

치에 의해 발생하는 전기적 출력은 터빈의 주파수 조절기 12의 거동에 의해 요구되는 출력에 따르도록 되어 있다. 이 조절기는 터빈으로 가는 증기의 흐름을 통제하는 터빈 제어 밸브를 이동시킴으로써 터빈의 회전 주파수 변동을 교정한다.

또 다른 제어 계통의 예가 그림 7.3에 있다. 이 경우에는 원자로 출력 결과는 일정하며 부하 주파수의 변화에는 무관하다. 앞의 그림에서와 같이 제어 설계는 2차측의 일정한 압력을 유지하는 경우를 보여주고 있다(그림 7.3a). 그리고 일정한 1차측 평균온도를 유지하는 경우를 보여준다(7.3b). 앞의 계통과 이들 계통의 다른 점은 압력 조절기 5 또는 온도 조절기 7은 원자로 출력을 변화시키지 않는다는 것이다. 이들 계통은 동기 장치(synchronizer) 11을 조정함으로써 터빈으로 가는 증기율을 변화시킨다. 조절기 12의 거동을 통해 터빈 밸브 10을 이동케 하는 네트워크의 주파수의 섭동은 2차측 압력의 증가를 가져온다. 그러나 그림 7.3a에서 보여지듯 압력 증가에 따른 보상은 터빈 밸브를 이전의 자리로 돌아가게 하는 동기 장치 11에 압력 조절기 5의 거동이 미침으로써 이루어진다. 비슷한 거동이 조절기의 거동을 통하여 그림 7.3a의 계통에 의해 이루어진다. 원자로 출력은 이들 두 제어 설계에 대해 일정 수준을 유지한다. 원자로 출력의 변화가 요구된다면 중성자속 조절기 2의 제어치 4를 변화시킴으로써 얻을 수 있다. 이와 마찬가지로, 압력 제어치 또는 온도 제어치는 제어치 7를 조정함으로써 변화시킬 수 있다. 감시와 출력 조정은 원자로와 터빈의 출력 결과에 부조화가 있으므로 제어 설계들이 사용되어야 할 때 원자로 운전자에 의해서 요구되어진다.

기술된 제어 계통은 초기 VVER 발전소에 사용되었던 제어 계통의 가장 단순한 변형이다. 이들 각 계통들에서 사용된 기본적인 제어 전략은 1차측의 냉각재 온도를 일정하게 유지한다는 것이다. 이들 제어 계통의 적용에 있어서 몇 가지 어려운 점이 나타났다. 열적 변수들을 제어하기 위한 중성자속의 조정에 의한 제어는 제어 회로의 inertia를 증가시키고, 발전소의 반응속도를 감소시키고, 그리고 제어 과정의 불안정(instability) 원인이 될 수



도 있다는 것이 발견되었다. 공정 변수에 의한 원자로 제어봉의 직접 제어는 출력 계통의 반응 속도를 증가시킨다는 것이 연구 결과로 나와 있다. 중성자속에 의한 제어는 보조 계통으로 남아 있다.

이들 제어 계통들에 대한 연구와 경험의 결과로 후속 VVER의 제어 계통의 발전은 다음과같은 방향으로 진행되고 있다.

(1) 발전소의 열적 변수들은 더욱 직접적인 제어를 원자로 제어봉에 제공한다.

(2) 터빈 입구에서의 증기 압력은 부하의 변화에 대해 좀 더 빠른 원자로의 반응을 제공하기 위해 주요 제어 변수로 될 것이다.

(3) 발전기의 출력과 네트워크의 주파수에 근거를 둔 신호는 발전소 반응을 개선시키기 위해 사용될 것이고 더 발전된 기술을 사용하기 위해 부가적인 제어를 도울 것이다.

(4) 안전, 운전, 시운전, 그리고 긴급사태를 포함한 모든 종류의 운전을 다룰 수 있는 좀 더 통합된 제어 계통이 발전될 것이다.

그림 7.4에서 보여진 제어 계통은 정상적이고 일정한 요구 상황하에서 주파수 제어를 할 수 있을 뿐만아니라 광범위한 출력범위에서 똑같은 주파수를 유지할 수 있다. 이 광범위한 제어를 “floating control”이라 한다. 이 운전은 조절기 9에 연결된 일련의 조절기들에 의해 이루어진다. 조절기 9에 대한 제어치는 출력 계통의 결과 조절기 10에 의해 결정된다. 조절기 9는 상대적인 열출력, 그들의 열출력 능력으로 존재하는 제한들 그리고 그들 출력의 변화율 등에 근거를 둔 발전 장치의 터보 발전기의 출력을 제한하는 신호를 발생시킨다. 터보 발전기,  $N_3$ 의 요구 출력을 가르키는 신호는 조절기 9로부터 electrohydraulic 터보 제어 계통 12로 보내진 지정된 출력  $N_3$ 을 비교한다. 계통 12는 이 electrohydraulic 터빈 제어 계통 12로 보내진 지정된 출력  $N_3$ 를 비교한다. 계통 12는 이 지정된 결과  $N_3$ 를 turbogenerator의 실제 출력  $N_3$ 를 비교한다. 그리고 회전 주파수 조절기 7 대신에 터빈 밸브 구동 계통 8을 제어하는 오차 신호를 발생시킨다. 부가적으로 계통 12는 수동 입력, 터빈의 제어 단계 12의 chamber의 압력, 안전 공정 변수, 그리고 다른

변수들에 근거를 둔 터빈 출력을 제어할 수 있다. 빠른 주파수 제어는 네트워크의 주파수 변화에 의존하는 터보 발전기의 지정 출력을 변화시키는 주파수 변조기 14에 의해 이루어진다.

주요 압력 조절기 2에 부가적으로 이 계통은 electrohydraulic 터빈 제어 계통 12 대신에 제어 밸브 8에 작용함으로써 제어를 하는 조절기 5를 포함하고 있다. 조절기 5는 조절기 2가 일정한 중성자속을 유지하는 형의 운전을 하고 있을 때 그리고 원자로 제어봉 계통이 출력을 감소시키기 위해 시동되었을 때 능동적이다. 또한 조절기 5는 그것의 입구 압력이 허용치인 4.0—4.2MPa이하로 떨어졌을 때 터빈을 unload시킨다. 만약 2차측의 압력의 허용할 수 없는 증가가 발생하면 최대 압력 조절기 4가 자동적으로 응축기로 들어가는 증가율을 제어하는 밸브를 연다. 이 밸브를 완전히 여는 데는 3.5초가 걸린다.

그림 7.4에서 보여진 제어 계통은 분당 2%까지의 비율로 50%에서 100%까지 출력의 변화에 대해서 발전소의 floating control을 제공한다. 이 비율의 제한은 조절기 9에 의해 정해진다. 또한 제어 계통은 분당 20%까지의 비율에서 정상 출력의 5%까지의 빠른 출력 변화를 통해 계통 주파수의 제어를 제공한다.

그림 7.5a는 그림 7.1a에서 보여준 질충 제어 전략을 공급해주는 제어 계통을 보여준다. 이것은 열전쌍 9로부터 오는 신호에 근거를 둔 1차측 평균 온도를 제어하는 조절기 8을 포함하고 있다. 조절기 8은 직접 제어봉 구동 계통 3을 제어한다 2차측의 증기 압력 변화는 압력 게이지 6에 의해 감지된다. 5와 10의 component 작용을 통해 이 압력 신호는 1차측의 평균 온도 밸브를 제어하고 그 다음으로 원자로의 출력을 제어한다. 그림 7.5a의 제어 계통은 그림 7.2a와 그림 7.4의 그것들과 유사하게 작동된다. 그러나 component 10에 의해서 압력 gauge 6으로부터 조절기 8까지의 제어 연결은 낮은 출력 수준에서만 능동적이다. 이미 정해진 출력 수준에서 시작하면서 조절기 8은 1차측의 일정한 평균 온도를 유지해준다. 이미 지정된 수준보다 더 큰 출력 수준에 대해 제어 계통 운전은 그림 7.2b에서 보여지는 것과 비

숫해진다. 따라서 7.5a의 그림에서의 제어 계통은 낮은 출력에서 2차측 압력을 일정하게 유지하고 높은 출력에서는 1차측의 온도를 일정하게 유지한다. 그림 7.4에서와 같이 이 계통은 11, 14, 15 component의 작용을 통하여 주파수의 floating control을 제공한다.

그림 7.5b의 제어 계통은 그림 7.2a의 것과 비슷하다. 그러나 7.5b에 있어서는 조절기 8에 의해 유지되는 온도는 출력의 변화에 의해 지정되며 따라서 그림 7.1의 제어 전략을 제공해준다. 제어는 터빈 출력에 비례하는 신호를 받는 조절기 10을 통하여 이루어진다. 1차측 루프의 component 16에서의 압력변화율에 기반을 둔 부가적 제어는 1차측의 압력 섭동을 감소시키는 어떤 계통에 대해 조절기 2로 이입하게 된다.

### 3) 중성자속 제어

원자로의 출력은 제어봉의 위치를 바꿈으로써 또는 1차측 냉각재에서의 보론 농도를 변화시킴으로써 변화시킬 수 있다. 정상적인 상태의 운전하에서 출력의 제어는 허용가능한 제한치내에서 중성자속의 공간적 분포를 유지하는 것이다. Xe의 축적과 핵연료의 연소도에 의해 야기되는 반응도 효과 그리고 공정 변수들이 제한치에 얼마나 가까운가 하는 것에 의한 중성자속의 진동을 컴퓨터로 하는 제어 계통은 보상해 주어야 한다.

원자로 노심의 감시 계기 계통은 노심 출구에 온도감지기를 가지고 있으며 노심 전체 부피에 걸쳐 분포되어 있는 중성자 감지기도 포함하고 있다. 연소도에 따라 변화하는 실험 관계식을 사용함에도 불구하고 중성자 감지기의 신호는 1%이내의 불확실성을 가지고 중성자속의 분포 모양을 알아낼 수 있다. 온도 입력자료에 더하여 이들 자료들은 노심내에서 발생하는 중성자속 그리고 열수력학적 과정들에 대한 충분한 정보를 제공한다.

정상 운전 상태하에서 대부분의 제어봉은 노심 밖에 위치한다. 단지 하나의 set만이 중성자속 공간 분포에서의 찌그러짐을 막고 자동적인 출력의 조절에 대해 사용된다. 보론 조절 계통은 연료의 연소도와 핵연료 집합체에서 독물질(poison)의 고갈과 같은 장기간의 반응도 효과를 보상한다.

중성자속의 축방향 분포에서의 진동은  $X_0$ 의 축적과 붕괴의 조건하에서 일어날 수 있다. 이 진동의 주기는 VVER-1000 노심에 대해 21시간에서 24시간까지 변한다. 최대 중성자속의 찌그러짐은 정상 출력으로의 회복이 있는지 몇 시간후에 따르는 출력의 완만한 감소가 있을 때 일어난다. 방사상 방향각의 공간 형태의 진동 또한 일어날 수 있다. 그러나 후자의 진동들은 축방향 형태의 그것들보다 더욱 진폭이 작다.

중성자속의 공간적 분포의 찌그러짐은 중성자 자동 감지 계통에 의해서 감지된다. 이 찌그러짐을 교정하기 위해 제어 전략이 최적화 문제를 공식화 시킴으로써 얻어질 수 있다. 현 상태의 vector인  $S$ 는 중성자속의 편차 그리고 먼저의 형태에서 얻는 제논과 아이오다인의 농도 편차로 구성되어있다. 풀어야 할 최적화 문제는  $S$ -vector를 초기 상태  $S(0)$ 에서 제어 운전 최소의 수  $N$ 에서의 우선의 형태  $S(N)$ 까지 변화시키는 제어 운전의 결과에 의해 결정된다. 제어봉의 위치와 1차측 냉각재의 보론 농도는 이 제어 전략에 의해 수정된다. 최적화 문제의 해(解)는 다음 압력조건(constraint)를 따른다.

- 핵연료 요소의 특정 선형 출력을 유지하는 요구조건
- 축방향의 첫번째 공간적 조화의 최대 변화율을 초과하지 않아야 한다는 요구조건. 조건은 공학적 요구조건에 의해 정해진다.
- 제어봉의 이동에 대한 기계적 그리고 제어 제한치에 의해 그리고 1차측의 보론 농도가 바뀌는 율의 제한에 의해 결정됨에 따라 유입되는 반응도의 변화율과 폭을 제한할 필요성
- 요구된 전체 출력을 유지해야 하는 필요성

#### 4) 터빈 제어

그림 7.6(VVER-440)과 그림 7.7(VVER-1000)에 의해 두 형태의 piping과 밸브를 보여주는 선형 다이어그램이 제공되어진다.

그림 7.6에서 각 증기 발생기로부터의 흐름은 flowmeter 2에 의해 감시된다. 게이트 밸브 3은 세계의 모든 증기 발생기를 주요 헤더에 연결시킨다. 밸브 5, 6, 7은 main throttling과 block valve complex를 형성한다. 블럭

밸브 7이 열리고 블럭 밸브 6이 닫혔을 때 스로틀 밸브 5는 터빈 발생기 출력을 조절하는 터빈 제어 계통에 의해 작동된다.

그림 7.7은 1000MW 터빈 발생기를 구동시키는 두 개의 증기발생기를 가진 완전한 VVER-1000 발전소이다. piping과 valving 계통의 한 부분에서의 어떤 문제는 터빈 발생기로의 증기 흐름을 반정도 잃게한다. 이러한 경우 각 증기 발생기로부터의 흐름은 flowmeter 5를 통해 측정된다. 밸브 집단인 6,7,8은 throttling과 block valve complex를 구성하고 있다.

### 5) 원자로 출력 보정과 설정치 조정

원자로의 긴급정지(emergency shutdown)를 피하기 위해 많은 긴급 상황에 대한 첫번째 대응은 허용 가능한 수준까지 출력 감소를 시도하는 것이다. VVER의 제어 그리고 보호 계통에 있어서 이것은 원자로의 열출력을 제한하도록, 그리고 하나 또는 여러개의 1차측 냉각재 펌프 또는 터빈 급수 펌프(TFP)가 제 기능을 하지 못할 때 출력을 감소시키도록 설계된 출력 계통의 제한(POL)과 감소에 의해 이루어진다. 이 장치는 세가지 종류의 긴급 상황 보호 채널(Ax-3)을 통해 제어봉에 작용한다. 그림 7.8은 VVER-1000에 대해 설계된 POL2의 한 채널의 도식적인 구조를 보여준다.

POL2 내에서는 중성자 밀도 N으로부터의 일정한 압력이 있으며, 운전되고 있는 1차측 냉각재 펌프와 TFP의 수에 근거를 둔 설정치  $N_s$ 와의 비교에 의해 생기는 입력도 있다. 두 개의 운전되고 있는 TFP가 있을 때 허용가능한 원자로 출력 수준은 4개의 10% 1차측 냉각재 펌프와 75% 짜리 냉각재 펌프 3개, 50% 짜리 냉각재 펌프 2개가 있을 때의 명목상 최대 출력 수준의 100%이다.

TFP 두개중 하나가 실패했을 때 허용가능한 출력 수준은 명목상 최대 출력의 50%이다. 두개의 터빈 급수 펌프가 실패했을 경우어는 원자로는 폐쇄되어야 한다.

중성자속의 밀도 신호와 원자로의 열출력사이에는 일정한 비율이 없으므로 ionization chamber 특성과 다른 인자들의 변화때문에 중성자 밀도 신호

$N$ 은 열출력  $Q$ 에 비례하는 신호에 대하여 끊임없이 교정되어야 한다.  $Q$ 는 다음 식에 의해 얻어진다.

$$Q = \Delta t_{cp} \cdot m$$

여기서  $\Delta t_{cp}$ 는 1차측 루프를 걸쳐 일어난 평균온도의 강하이다. 그리고  $m$ 은 운전하고 있는 1차측 냉각제 루프의 수이다.

현재 중성자속 밀도  $N$ 의 값은 중성자속 계측 기록 계통(neutron flux recoding instrumentation system)으로부터 증폭기  $A_1$ 의 입력으로 공급되어진다. 증폭기는 디지털 치수기(DR)에 저장되는 수에 의해 결정되는 변수 증폭 인자를 가지고 있다. 펄스 발생기(PG)로부터 나오는 펄스들은 통제 가능한 게이트를 통하여 치수기(register)로 공급된다. 증폭기  $A_1$ 의 결과는 증폭기  $A_4$ 에서 기준값  $N_s$ 와 비교되는 정확한 중성자 밀도  $N_c$ 를 제공한다. 중성자속 밀도의 설정치는 controllable voltage divider인 펌프 1에 의해서 결정된다. 설정치와 옴은 중성자속 밀도의 값은 반대의 부호를 가지고 있다. 증폭기  $A_1$ 은 또한 증폭기  $A_2$ 의 입력으로 공급되어지며 그곳에서  $N_c$ 와  $Q$ 가 비교되어진다. 정상상태에서는 이 신호들은 같다.

1차측 순환 루프에 걸쳐 발생한 평균온도 강하(降下)의 값은 1차측 입구와 출구에 있는 저항 온도계에 의해 측정되어진다. 그리고 이것들은 미분 입력으로 연결되어 있다. 온도계의 신호는 보통 전환기(converter)에 의해 0 ~ 5miliampere의 직류 신호로 바뀌게 된다. 채널당 4개씩 모두 12개의 보통 전환기가 있다. 보통 전환기 신호는  $\Delta t_{cp}$ 신호를 발생하는 평균 증폭기  $A_5$ 의 입력으로 공급된다. controllable voltage divider인 펌프 2를 가지고  $m$ 의 값은 운전하고 있는 1차측 냉각제 펌프의 수가 바뀔 때마다 바뀐다.

POL2는  $N_c$ 와  $Q$ 사이에서 불균형이 발생할 때마다 재보정하도록 작용한다. 증폭기  $A_2$ 의 출력에서 열출력이 증가할 때 차이 신호는  $N_c$ 와  $Q$  밸브에 대하여 나타날 것이다.  $A_3$ 에 의해 증폭된 이 신호는 분력 장치들 TC1와 TC2의 입력으로 공급되며 입력 신호들의 반대 부호로 정해져 있다. 분력

장치 TC1와 TC2의 출력에서의 이 trip신호는 시간 지연 장치(TDD,  $\tau = 50$  sec)로 공급된다. 시간 지연 장치의 도입은 transient perturbation동안 증성 자속 밀도의 교정을 막는다.

## 2. 계기 계통

이 절은 원자로의 감시, 보호, 제어 계통에 필요한 감지기(sensor)를 정의한다. 원자로 계기 계통과 다른 원자로 계통 사이의 관계가 그림 7.9에서 보여지고 있다.

### 1) 개요

원자로 계기 계통은 2개의 주요한 부계통들을 가지고 있다 :

(1) 안전과 보호 계통 (2) 감시 계통

안전과 보호 계통은 VVER-440과 VVER-1000에 있어서 4가지형의 비상 명령 신호를 발생한다. 이들 명령은 AZ-1에서 AZ-4까지 명명된다. 이러한 긴급 명령에 의해 사용된 계기는 표 7.1에 나타나 있다. AZ-1은 즉시 비가역적 정지(scram)을 일으키지만 신호가 없어지면 정지가 역전된다. AZ-3 신호는 신호가 없어질때까지 제어봉들을 아래로 움직이게 한다. AZ-4 신호는 단순히 제어봉 움직임을 제한한다.

원자로내 감시 계통(IRMS)은 가동 자체와 원자로 가동 조건을 설명하는 제어 계통 자료를 전달하도록 설계되었다. 이러한 자료는 다음과 같다. 원자로의 열적 균형, 노심 출력 지도들, 최소출력률, 연소 효과, xenon과 samarium 독물질(poisoning)의 정도, 그리고 과정 변수들, IRMS는 노심 상태를 감시한다. 신호의 정당성 또한 이 계통에 의해 수행된다. IRMS는 자동적으로 작동한다.

원자로와 용기 계기 계통은 곧바로 긴급 보호(AZ) 계통과 제어 계통들에 연결되어 있다. VVER들은 % 보호 논리를 사용한다. 긴급 보호(AZ)계통을 위한 입력 신호들은 3개 그룹들의 긴급 신호 감지기들로부터 전달된다.

감지기들은 그들 자신의 출력 근원들을 가지고 있고 각각에 대해 지역적으로 분리되어 있다.

## 2) 일차측 냉각재 온도 측정

온도 데이터는 일차와 이차 회로내 여러 곳에 있는 열전쌍 또는 platinum 저항 온도계들(RTDs)로 부터 수집된다.

안전 기능 hot-leg RTD에서 측정된 온도가 340°C 또는 330°C를 초과했을때 AZ-4나 AZ-3 긴급 명령을 발생시키기 위해 원자로 정지 계통이 작동된다.

비안전 기능의 VVER들은 비균일 축 방향 출력 분포를 가지고 있다. 이것은 입계 출력률로 인해 비교적 작은 안전 여유(margin)를 산출한다. 이 조건은 노심내 열 출력 발생의 엄격한 감지를 강화한다. 적절한 출력 형태를 얻기 위해 축방향 출력 분포 감지에 여러 배열의 노심 출구 열전쌍들이 사용된다. 실제 출력 형태는 수동적으로 조절한 제어봉들에 의해 얻어진다. hot-leg과 cold-leg의 온도들은 발전소 열적 균형을 개선키 위해 사용된다. 각각의 루프 온도들은 루프 출력 불균형을 막기위해 감지된다.

위치 : 노심 출구 열전쌍들은 연료 집합체들 바로 위에 위치한다. 전형적인 VVER-440들에 있어서 집합체 349개중 210개가 이 방법으로 감지된다. 세가지 형태의 원자로에 대한 전형적인 열전쌍 분포를 그림 7.10에 나타내었다. 전형적인 VVER-440의 냉각 루프내에는 36개의 열전쌍이 있다. 그들중 3개는 각각의 6개 cold leg과 관련있고 3개는 hot leg과 관련있다. platinum RTD들은 cold 순환과 hot 순환 루프에서 정밀 감지기들로 이용된다. 이것은 원자로 입구와 출구에서 보다 정확한 냉각재 온도 측정을 가능케할 수 있을 뿐만아니라 열전쌍 측정값과 보다 정밀한 저항 온도계 값을 비교해서 열전쌍 측정값이 옳은지를 결정할 수 있다.

감지기 설명 : 노심 출구 열전쌍들의 위치에 있는 강렬한 감마선은 가능한한 전량이 가벼운 감지기들의 사용을 필요로 하게 되며 이것은 또한 냉각재와 감지기 사이의 열적 접촉을 증대시킨다. 스테인레스강 바깥 외장을 포



함한 열전쌍의 직경은 3mm이하이다. 노심 출구 열전쌍들은 그룹내에서 결합된다. 각 그룹은 cold-junction compensator와 관련되어있고 이것은 내부 온도 감지 장치가 내장된 수동 온도 조절 장치로 구성 되어 있다.

각각의 cold-junction 온도는 두개의 RTD들에 의해 감지된다. 냉각재 온도 감지 계통은 0.3°C 이하의 오차를 가지고 결정된다.

신호 접속 : 온도 신호들은 12쌍 또는 2쌍의 열과 방사선 저항선들을 통해 일차 계통에서 IRM으로 전달된다. 온도 신호들은 0.07%의 정밀도와 60db signal-to-digital을 가지고 있는 analog-to-digital 변환기를 사용해서 IRM내에서 바뀐다. IRM 계통은 작동에 있어서 독립적인 unit들로 구성되어 있다.

신호의 정당성 : IRM 계통은 적절한 작동을 위해 주기적으로 스스로 점검한다. 프로그램 자체의 상태는 내부에서 감지된다. 열전쌍 신호의 정당성은 부근의 RTD들과 비교해서 결정한다.

### 3) 중성자속 측정

안전 기능 : 중성자속 감지 장치의 주된 안전 기능은 중성자속이 threshold 값에 도달하면 긴급 명령 신호 AZ-1에서 AZ-4를 제공하기 위한 것이다. 설정치(setpoint value)는 원자로 가동 상태에 의존한다. 간접적으로 중성자속 신호는 연료 재장전과 시동시 출력 doubling period를 산출하기 위해 사용된다. 그 period는 긴급 명령 신호 처리 장치의 입력이나 일련의 다른 노심 외부 측정기들이 가동 범위에 의존해서 사용된다.

비안전 기능 : 노심 외부 중성자속 감지계통은 원자로의 출력 제어와 제어실 전시를 위해 사용된다. 3차원의 출력 분포를 도시하는데 사용되는 노심 내부 측정기의 커다란 배열이 있다.

위치 : 노심 외부 중성자속 감지 계통은 source 범위 부계통, 중간 범위 부계통, 출력범위 보조계통들로 구성되어 있다. source 범위 부계통에서 6개의 측정기들로 부터의 신호들은 각 3개의 측정기들의 두 개의 독립적 데이터 chamber들 내에 묶여진다. 그림 7.11은 이 보조계통의 위치와 배열의 계

통도를 보여준다. 중간과 출력 범위 보조계통은 원자로 옹덩이 공간의 생물적 차폐의 ionization chamber channels 내에 위치된다. 두개의 독립적인 제어 channel과 안전 channel이 제공되는데 이것은 ionization chamber channels 곁에 있는 한쌍의 측정기들로 부터 나온 신호들을 처리한다. 이 각각의 channel들은 적어도 3개의 독립적 신호들을 함유한다. 이러한 배열을 가지고, 각각의 2개의 독립적 channel들에 대해 3%의 오차가 얻어진다. 그림 7.11은 이 channel배치에 대한 상세도이다. 생물적 차폐에는 24개의 ionization chamber channel들이 있다. 그림 7.12는 VVER-440 형태인 헝가리 Paks 발전소 노심에 대해 channel들의 상대적 배열을 보여준다. 노심 내부 중성자 측정기들은 36개의 지름 방향으로 분포된 창(lance)들에 위치한다. 노심 내에는 전부 252개의 측정기들이 있다. 가동 수명을 늘리기 위해 자동제어와 수동제어에 의한 이동 장치에 의해 중간과 source 범위 측정기를 이동시킨다. 이동 장치는 출력을 증가시키고 중성자속 지역으로 부터 측정기를 자동적으로 뽑고 정지 또는 출력 감소시키는 가동 위치에 측정기를 넣는다. 수동제어가 chamber 이동에 있어서 자동 제어보다 우선한다. 그림 7.13은 측정기 이동 장치들의 계통도를 보여준다.

감지기 설명 : 미입계 상태에서 120% 출력까지에서의 중성자 속 밀도 측정의 범위는  $10^{10} \sim 10^{12} \text{n/s.cm}^2$ 이다. 이로 인해 VVER-440의 ionization chamber 내의 중성자 속 밀도는  $10^{-1} \sim 10^2 \text{n/s.cm}^2$  범위에서 변하고 VVER-1000에 대해서는  $10^{-1} \sim 6 \times 10^8 \text{n/s.cm}^2$ 에서 변한다. 모든 범위는 임의로 3개의 부범위들로 나뉘어진다. source, 중간 그리고 출력, 안전 기능의 신뢰도를 위해 부범위들의  $10^1 \sim 10^{4.5}$  범위내에서 걸친다. source 범위에서 KNK-15형태의 fission chamber들이 사용된다. 중간 범위에서는 KNK-4 형태의 helium ionization chamber가 사용된다. 출력 범위에서는 KNK-3 형태의 boron ionization chamber가 사용된다. 이온화 과정은 전자기적으로 차폐되고 고립된 가압 실린더내에 국한된다. source 범위 측정기 계통은  $5 \times 10^{-2} \sim 10^6 \text{pulses/second}$ 의 펄스 진동수를 발생한다. 출력 범위 계통은 보통 출력치의 0.1%~12% 내에서 직선적으로 작동한다. 출력 doubling period는 중

성자속 측정으로 부터 산출된다. 노심 내부 측정기들은 rhodium self powered 중성자 측정기들이다(SPND).

신호 접속 : source 범위 측정 계통은 펄스 모드에서 작동되는 반면 중간과 출력 범위는 current mode에서 작동된다. 범위에 관계없이 모든 신호들은 ionization chamber channel 출구 근처에 있는 증폭기와 변환기(ACU)에서 증폭되고 frequency pulse로 변환된다. 잡음(noise) 차폐와 방사선과 환경 침해에 의해 전선 저항 변화의 효과를 최소화하는 특별한 주의가 필요하다. source와 중간 범위 측정기에서는 KAGE 형태의 특별한 전선이 사용된다. 전선은 범위 측정기는 magnesia 절연을 한 KMMS-2s 형태의 세방향 전선을 사용한다. ACU는 또한 잡음 제거를 위해 전자기적으로 차폐되어 있다.

신호의 정당성 : Ionization chamber들과 그들의 보조물들은 이온화 전류 감소 또는 절연성 상실에 대한 점검이 위해 주기적으로 조사된다. 고중성자속에 있는 출력 범위 측정기들은 매 연료 주기마다 바뀌는 반면 중간과 source 범위 측정기는 여러 주기 동안 남아 있다. 세계 중 두개가 high 신호를 나타내면 원자로가 정지된다. 보조 장치들의 고장은 마모된 부분을 대체함으로써 보장된다. 보수와 예방 보수후 온라인 프로그램과 bench testing이 중성자속 신호들의 정당성 결정에 기여한다.

#### 4) 일차측 냉각재 압력 측정

안전 기능 : 일차측 냉각재 압력 측정은 정지 조건(표 7.1)을 실행시키는 긴급 명령 신호의 입력으로서 사용된다. 너무기, 노심 압력 강하와 순환 펌프 압력 강화 또한 안전 신호들로 사용된다.

비안전 기능 : 일차측 냉각재 압력은 안정된 가동을 유지하기 위해 원자로 제어 계통에 의해 사용된다.

위치 : 그림 7.14는 몇몇의 압력 감지기 위치를 따라 전형적인 VVER-440의 계통도이다. 압력 감지기들은 노심 입, 출구와 각 순환 펌프의 출구에 위치한다.

### 5) 일차측 냉각재 유동 측정

VVER들은 어떠한 유동 제어 능력도 없다. 다만, 주 순환 펌프들을 켜고 끌 뿐이다.

### 6) 증기측 변수 감지

안전 기능 : 이차측 증기 압력은 긴급 명령 계통으로 들어가 AZ-3 수준 정지를 발생시킨다. 터빈 정지 밸브 위치는 AZ-1 수준 정지를 시작할 수 있게 한다.

비안전 기능 : 증기 압력 신호는 이차 계통내 적어도 세 곳에서 측정되고 정상 가동을 위한 출력 제어 계통에 의해 사용된다. 터빈의 stage 13에서 제어 목적을 위해 터빈 synchronizing unit에 의해 측정되고 사용된다. 발전소의 일반적인 제어를 위해 다음의 신호들이 측정된다. : (a) drum 수위, (b) 부피 보상기에서의 압력과 높이, (c) deaerator의 압력과 높이, (d) 응축기 수위, (e) 재생산 가열기 수위, (f) feed pump header 압력

### 7) 격납 용기 측정

안전 기능 : VVER들은 일차 계통의 누출을 측정하기 위해 격납 용기 조건들을 감시한다. 특히, drywell 압력과 온도 신호들은 긴급 명령 계통으로 들어가서 AZ-2 수준 정지를 발생시킨다.

감지기 설명 : 핀란드에 있는 Loviisa 발전소는 용기 감지 계기의 여분 (redundancy)을 증가시키기 위해 backfit으로 부터, 더 오래된 VVER-440 들은 적어도 다음의 계기를 가지고 있다.

(a) 한정된 작동 압력 범위를 가진 하나의 압력 감지기(Loviisa 발전소는 넓은 범위를 가진 3개의 여분의 압력 감지기들이 backfit 되었다.)

(b) 격납 용기 fool와 sump의 수위(Loviisa에는 2개의 여분의 capacitor-type 수위 측정 감지기들이 장치되었다.).

(c) 격납 용기 방사선 수준 감지는 현재의 엄격한 요구들을 만족시키지 못한다.

## 8) 가압기 압력과 레벨 측정

VVER에서의 가압기들은 기체 또는 증기 형태이다. 단지 처음 두개의 VVER들에 사용된 기체 가압기에서 압력은 질소에 의해 유지된다. 질소의 사용은 냉각수 pH 제어와의 역반응으로 인해 중단되고 압력 증가시 질소 기체는 응축되지 않으므로 더 큰 가압기 용기가 필요하다. 다음은 증기형태 계통에 대한 설명이다.

제어 계통은 계통 압력과 가압기 수위를 유지 시킨다. 그림 7.15는 가압기 제어 계통을 나타낸다.

위의 그림(그림 7.15)를 참고로, 가압기 제어기의 활동은 다음과 같이 작동한다. 압력은 differential 압력 감지기 5에 의해 감지된다. 규제기 4는 요구된 압력을 유지하기 위해 가열기를 켜거나 끈다. VVER-1000 들에서는 가열기 전력이 2.5MW이고 VVER-440들에서 1.6MW이다. 여분의 열 하중이 시동시 보통 필요하다. 가열 기구들은 봉의 형태이다. 봉들은 가압기 몸체에 용접된 방수 벽돌 안으로 삽입된다. 압력이 너무 증가하기 시작하면 cold-leg에 연결된 분사 계통과 증기 부분 위로의 discharging이 제어기 7와 밸브 2에 의해 작동된다. 과도한 압력 증가를 막기위해 증기가 제어기 8와 밸브 3에 의해 가압기의 active 부분으로부터 버려질 수 있다.

가압기 수위는 수위 측정기 3과 순위 계산기 13에 의해 감지된다. 그들의 신호들은 수위 제어기 9로 보내진다. 수위가 너무 낮으면, 제어기는 스위치 11를 통해 보충 펌프를 가동 시킨다. 수위가 너무 높으면 제어기는 밸브 12를 통해 let-down 계통으로 물을 버린다. 가동시 가열에 의한 물의 부피 팽창으로 인해 수위의 급격한 변화가 생기면 여분의 고수위 신호가 정상 수위 감지기 10으로 부터의 고수위 신호와 함께 제어기 14로 곧바로 보내진다. 제어기 14는 let-down 밸브 15를 가동 시킨다. 또한 급격한 수위 변화를 보상하기 위해 온도 증가를 감지한 수위 계산기 13은 수위 감지기 10으로 부터의 고수위 신호와 함께 let-down 밸브 17를 열 수 있다.

### 9) Loose 부분들 감지

안전 기능 : Loose부분들 감지 계통은 VVER들의 안전 계통에 직접 연결되지 않는다.

비안전 기능 : Loose 부분 계통은 VVER에서 일차 계통과 이차 계통 사이에서 노심 내부 진동과 충격을 감지하기위해 사용된다. loose 부분들 계통에 의해 감지된 주 원자로 보조계통들은 붕들과 주 냉각 펌프들을 제어한다. 현재의 수행에 있어서 loose 부분들 감지기는 신호 처리와 진단을 한다.

위치 : 전형적인 VVER에서 Loose 부분들 감지 계통은 용기와 파이프의 바깥 표면에 있는 27개의 accelerometer들로 구성된다. 9개의 accelerometer들은 용기벽에 설치되고 6개는 주 순환 펌프들의 housing에 위치하며 6개는 주 밸브에 있고 나머지 6개는 증기 발생기 내에 설치된다. 그림 7.16은 특이한 감지기의 배치도이다.

감지기 설명 : accelerometer들은 용기, 펌프들, 증기 발생기들, 그리고 제어요소 받침대 파이프들의 외벽에 설치된다. accelerometer들의 적절한 resonance 주파수는 4~6khz이다.

신호 접속 : accelerometer 신호들은 single-signal 처리기 내에서 복합된다. threshold crossing들의 수는 10초 주기로 계산된다. 그 신호는 loose 부분이 존재하는지를 결정하기 위해 사용된다. 설정치가 결정되었을때 발전소 수명 초기에 연습기간("learning period")이 있다. 그림 7.17은 loose 부분 모니터 시스템에 대한 그림이다.

신호의 정당성 : loose 부분들 감지 계통이 가동성 시험을 위해 시험 신호는 복합된 회로 내에서 28번째의 신호로 포함된다. 주기적으로 이 신호는 처리가 가동되는지 결정하기 위해 분석된다.

### 10) 노심 속 분포 측정

안전 기능 : 노심 속 분포 감지기는 VVER들의 안전 계통과 직접적으로 연결되지 않는다.

비안전 기능 : 노심 속분포는 IRM에 의해 연속적으로 감지된다. IRM은 노심내 SPND들과 노심 출구 열전쌍들로 부터 노심 내의 3D 열 출력 분포까지의 정보를 이용한다. 열 출력 분포는 임계 출력률 계산과 제어봉 pattern 조정을 위해 사용된다.

위치 : 노심 속분포 감지기는 252개의 노심내 SPND들을 사용한다. 또한 이것은 그들에 관련된 연료 집합체들의 출구 바로 위에 위치한 210개의 노심 출구 열전쌍들을 사용한다.

감지기 설명 : 이동할 수 있는 활성화 탐침들은 선 또는 박 형태의 지시계이다. 어떤 경우에 있어서 활성화 탐침들은 열 중성자 영역의 spectral 변수들을 측정하기 위해  $\text{Lu}^{176}$ ,  $\text{Au}^{197}$ ,  $\text{Cu}^{65}$ 로 구성되어 있다. 속 중성자 속 밀도 측정을 위해  $\text{Rh}^{103}$ ,  $\text{In}^{115}$ ,  $\text{Ni}^{58}$ ,  $\text{Fe}^{54}$ ,  $\text{Mg}^{124}$ ,  $\text{Al}^{27}$  그리고  $\text{I}^{125}$ 로 구성된 threshold 측정기들이 사용된다.

### 3. 긴급 보호(AZ) 계통

#### 1) 개요

VVER들의 긴급 보호(AZ)계통은 발전소 변수들이나 조건들이 그들의 안전 운전 제한을 초과하는 것을 막도록 설계한다. 그러므로 다음의 기능들을 수행한다.

- 방사성 물질 방출의 예방
- 발전소 피해의 예방

위 기능들을 수행하기 위해 긴급 보호(AZ)계통은 필요한 것을 감지하고 핵 출력 제한을 창시한다.

긴급 보호(AZ)계통은 다음의 수행 요구를 충족시켜야 한다.

- 설계 사고들중 하나와 하나의 안전 계통 고장이 일어난 후 발전소 정지는 연료 집합체들의 손상을 막기위해 충분히 빨라야 한다.

## 2) 긴급 대처의 lever들

최대 경우인 “AZ-1” 대처시 모든 안전 집합체와 제어봉 집합체들이 노심내로 최대의 속도(0.2m/s)로 들어가서 원자로의 비가역적 정지를 시킨다. 어떠한 이유에서 AZ-1 대처가 시작되면 디젤 발전기와 방해 받을 수 없는 다른 전력 공급 장치가 자동적으로 켜져서 노심 냉각을 시키고 방사선 감지와 다른 안전 기능을 위해 전력을 공급한다.

AZ-2의 경우, 안전 집합체와 제어봉 집합체들은 각 그룹별로 최대 속도로 노심내에 삽입된다. 주의 신호가 멈추면 봉삽입이 멈추고 더 이상의 반응도 감소는 일어나지 않는다.

AZ-3의 경우, 안전 집합체와 제어봉 집합체들은 각 그룹별로 가동 속도(0.02milliseconds)로 삽입된다. 주의 신호가 멈추면, 봉삽입이 멈추고 더 이상의 반응도 감소는 일어나지 않는다.

AZ-4의 경우, 안전 집합체와 제어봉 집합체들의 제어 계통이 노심으로 부터 그들 집합체들의 인출을 자동적으로 방해받아 더이상의 원자로 출력 증가를 허락하지 않는다.

## 3) 긴급 대처를 위한 기준

원자력 발전소 가동과 보수에 대한 규제는 핵증기 발생 장치의 안전 계통들이 고장나면 VVER들은 정지되어야 함을 규정짓는다. 예를 들어 긴급 노심 냉각 장치가 고장나거나 국부적 긴급 누출 발생시 발전소는 정지된다.

VVER-1000의 초기 모델들은 VVER-440과 같이 4-level AZ 단계를 가진다. VVER-1000의 나중 모델들은 이것을 AZ-1 정지 신호와 예방제어의 두 level 즉 PZ-1과 PZ-2를 가지고 있다. 4 레벨의 안전 작용을 사용하는 배치에 대한 VVER-1000의 기준이 표 7.2에 주어진다.

## 4) 보호와 제어의 상호작용

긴급 보호 계통의 작업과 제어 보조계통들의 작업을 조합 시키기 위해 그들 사이에서 정보가 교환되어야 한다. 그러므로 긴급 보호 계통은 발전소의



감지와 제어를 위해 필요한 변수치들을 복합 제어 컴퓨터로 보낸다. 반대로 보호 계통은 복합 제어 컴퓨터와 발전소 제어 계통으로부터 정보를 받을 뿐만 아니라 주 순환 펌프, 터어빈, 그리고 다른 안전 계통들의 정지를 알리는 긴급 신호들을 받는다. 보호장치들은 설계, 제작 그리고 가동 목적을 위해 여러개의 보조계통들과 결합된다. 긴급 보호(AZ) 시스템과 보조계통의 전형적인 구조가 그림 7.18에 나타나 있다.

중성자속 측정 부계통은 감지기, 증폭기, 그리고 연결 전선들을 함유한다. 이것은 중성자속 밀도, period, doubling time 그리고 반응도를 측정해서 이 자료를 다른 보조계통들에 보낸다. 붕 제어 보조계통은 능동 모터, 전기 구동 출력 제어 장치 그리고 제어봉 위치를 알리는 감지기들을 포함한다. 중성자속과 긴급 보호 출력 제한 보조계통은 긴급 상태의 존재를 결정하고 제어봉을 이동 시킨다.

### 5) 추가 안전 특징

긴급 보호 계통을 위한 전기적 장비는 안전 제어실과 발전소 운전 제어실 그리고 back-up 제어실내에 위치한다. 제어봉의 원격 조정과 원자로 출력과 긴급 보호의 자동제어를 위한 장치는 안전 제어실에 위치한다. 제어봉 위치를 알리는 장치와 구동제어, 긴급 보호 제어 그리고 출력 규제를 위한 장치는 운전 제어실에 위치한다. 빨리 작동하는 긴급 정지 계통 제어를 위한 버튼들은 back-up 제어실에 위치한다.

### 6) 정지 신호 처리

긴급 보호 계통의 기능은 긴급 보호 감지로 부터의 신호들을 처리하고 가동중인 붕제어 계통에 보내지는 명령을 만들고 그리고 다른 제어 계통과 안전 계통에 보내질 신호들을 만든다. 긴급 보호 프로그램들은 논리회로에 의해 수행된다.

긴급 보호 계통은 보호출력 신호 형성에 필요한 모든 장비를 함유한다. 그림 7.19는 이 기능에 포함된 신호 경로들을 나타낸다.

다음의 보조계통들은 분리 panel들의 형태로 설치된다. : 신호 분리기(SS) : 정지 발생기(TG) : 정지 분배기(TD) : 원자로 출력 제한기(ROL) : scram catcher(SC) : output duplicator(OD). 신호 분리기, 정지 발생기 그리고 원자로 출력 제한기는 3개의 channel들을 가지고 있고 output duplicator와 정지 분배기는 2개의 channel을 가지고 있다.

#### 가) 긴급 감지

긴급 보호 계통에 대한 입력 신호들은 세 그룹의 긴급 신호 감지기(S1, S2, S3)로 부터 전달된다. 원자로 긴급 보호 계통내에서 생산된 신호의 각 변수들은 세개의 self-contained 감지기들로부터의 신호들에 의해 설명된다. "self-contained"는 감지기들이 그들 자신의 전원을 가지고 있고 그들이 다른 지역에 있는 다른 감지들로 부터 물리적으로 분리되었음을 의미한다.

같은 변수를 함유한 몇몇의 정지 점들이 사용되는 곳에 각각에 대해 대체 입력이 공급된다. 각각의 대체 입력들은 AC회로를 제어한다(그림 7.20). 각각의 신호 분리기 출력 회로에는 2개의 optical coupler가 있다.

#### 나) 신호 고립과 정지 발생

각 optical coupler는 작은 램프와 광저항기로 구성되어 있다. 긴급 상태시 optron들을 가지고 있는 신호 분리기 회로들은 에너지가 감소되고 램프가 꺼지고 광저항기의 저항이 갑자기 증가한다. 입력 변수와 정지 level에 기인해서 신호 분리의 출력 회로는 긴급 보호의 이 계통 4개 명령중 하나에 대응한다.

정지 발생기에서 각 4개 level들의 긴급 대처에 대한 정지 신호는 각 matching level 신호 분리들로부터 전달된 3개의 신호에 대응해서 형성된다. AZ-1, AZ-2, AZ-3 그리고 AZ-4 출력 신호들은 각 정지 발생기의 세개 channel에서 형성된다. 정지 발생기의 출력 회로들은 입력회로와 출력회로 그리고 각각으로부터 전기적으로 고립되어 있다.

변수가 긴급 정지점에 도달하면 모든 회로들이 열리고 출력 전압이 상실된다.  $\frac{2}{3}$  설계를 통해, 3개의 정지 발생기들 중 하나가 이러한 기능의 방해 없이 고장날 수 있다. 같은 명령의 긴급 활동을 제어하는 모든  $\frac{2}{3}$  브러들은

일련의 정지 발생기와 연결된다.

#### 다) 정지 분배

정지 발생기들로 부터의 출력 전압은 정지 분배기들로 들어간다. 각 정지 분배기들에는 12개의 긴급 명령 relay들이 있다. 정지 발생기의 출력은 이러한 relay들의 코일로 들어간다. 긴급 신호가 나타나면 AZ의 세개 relay들은 에너지가 손실된다. 이러한 relay들의 접촉은 긴급 보호 계통의 가동 요소 제어를 위한 2/3 회로에서 사용된다. 긴급 신호들은 가동 요소들로 보내진다. 긴급 신호들은 정상적으로 열린 relay contact와 닫힌 relay의 형태로 다른 계통에 전달된다. 비상 접촉물들은 AZ의 신뢰도를 높이기 위해 고차 AZ계전기를 지휘한다. 고차 AZ이 작동하면 모든 다른 AZ은 역시 작동한다. 운전자는 버튼을 눌러 AZ을 켜고 다른 버튼으로 reset할 수 있다.

표 7.1 전형적인 VVER-440과 VVER-1000의 안전 scram 시스템에 관계된 계기

Emergency Command	Instrumentation	Setpoint
AZ-1	- Period measurement in source range	< 10 seconds
	- Neutron flux in intermediate range	> 140 percent setting
	- Neutron flux in power range	
	- Deenergized circulating pump	< 0.49 megapascals
	- Pump pressure drop	> 0.78 megapascals
	- Core pressure drop	< 14.2 megapascals
	- Core exit pressure	> 17.6 megapascals on close
	- Turbine stop-valve position	
	- Loss of power to safety system	
	- Manual scram	
AZ-2	- Same as AZ-1	> 0.26 megapascals
	- Drywell pressure	> 90 Centigrade
	- Drywell temperature	> 40 seconds
	- Persistence of AZ-3 signal	
AZ-3	- Period in intermediate and source ranges	< 20 seconds > 17 megapascals
	- Core exit pressure	> 7 megapascals
	- Secondary steam pressure	> 105 percent
	- Neutron flux	> 330 Centigrade
	- Hot-leg loop temperature	
	- Loss of off-site power	
AZ-4	- Period in source range	< 40 seconds > 16.2 megapascals
	- Core exit pressure	> 120 percent
	- Neutron in source range	> 340 Centigrade
	- Core exit temperature	

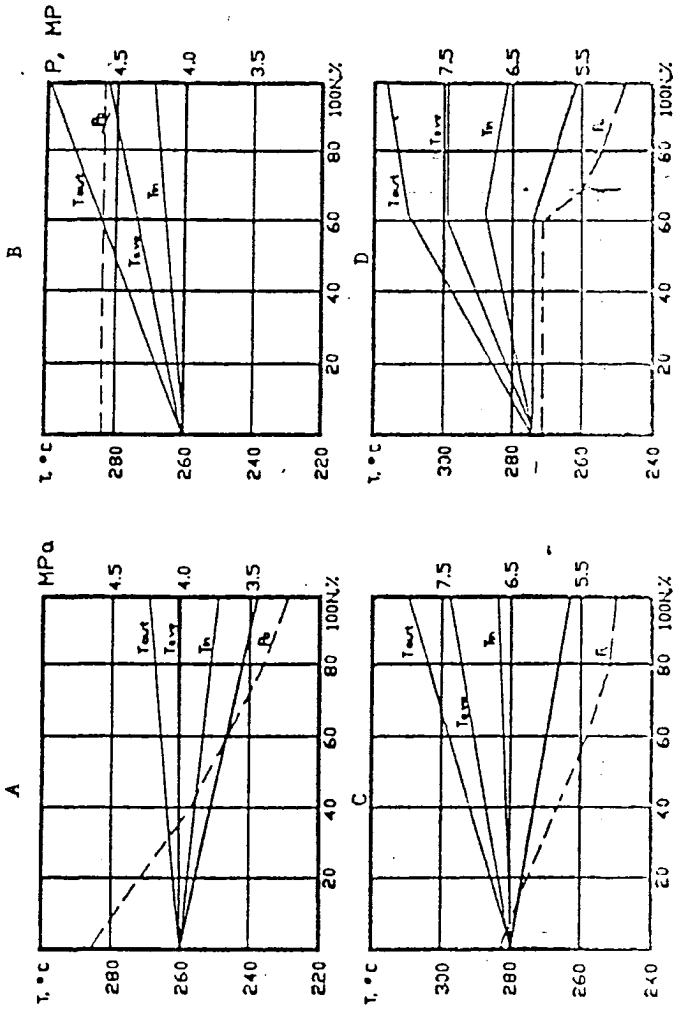


그림 7.1 WER 원자로에 대한 제어전략

Solid curves are temperature and dotted curves are pressure.

표 7.2 전형적인 초기 VVER-1000의 비상 작동에 관한 지표

Emergency Command	Instrumentation	Setpoint
AZ-1 (full Irreversible scram)	Period measurement in any range	< 10 seconds
	Neutron flux in intermediate range	> 140 percent setting
	Neutron flux in power range	> 110 percent setting
	De-energized circulating pumps	< 2 pumps running
	Circulating pump pressure drop	< 71 pounds per second
	Main circulating pump pressure	> 113 pounds per second
	Core pressure drop	3-7 pounds per second
		> setpoint
	Core exit pressure	> 2550 or < 2059 pounds per second
	Core exit pressure <u>plus</u> rate of pressure drop	< 2130 pounds per second
	Stop-valve of only turbine	> 14.2 pounds per second
	Power to safety system	Closed
Manual scram	Loss Activation	
AZ-2 (Partial terminable scram)	Neutron flux in source range	> 140 percent setting
	De-energized circulating pump	< 3 pumps running for 3 seconds
	Core exit pressure	< 2130 pounds per second
	Secondary steam pressure	> 1070-1100 pounds per second
	Drywell pressure	> 38 pounds per second
	Drywell temperature	> 194 Fahrenheit
	AZ-3 signal persistence	> 40 seconds
	Manual AZ-2 switch	Activation
AZ-3 (controlled insertion of rods)	Period in intermediate and source ranges	< 20 seconds
	Neutron flux	> 105 percent
	Core exit pressure	> 2400 pounds per second
	Secondary steam pressure	> 1020 pounds per second
	Hot-leg loop temperature	> 620 Fahrenheit
	Off-site power	Loss
	Thermal power	> Limit for of working loops
	Manual AZ-3 switch	Activation
AZ-4 (rod with- drawal inhibit)	Period in source range	< 40 seconds
	Neutron flux in source range	> 120 percent setting
	Core exit pressure	> 2350 pounds per second
	Core exit temperature	> 644 Fahrenheit
	Thermal power	> 102 percent setting

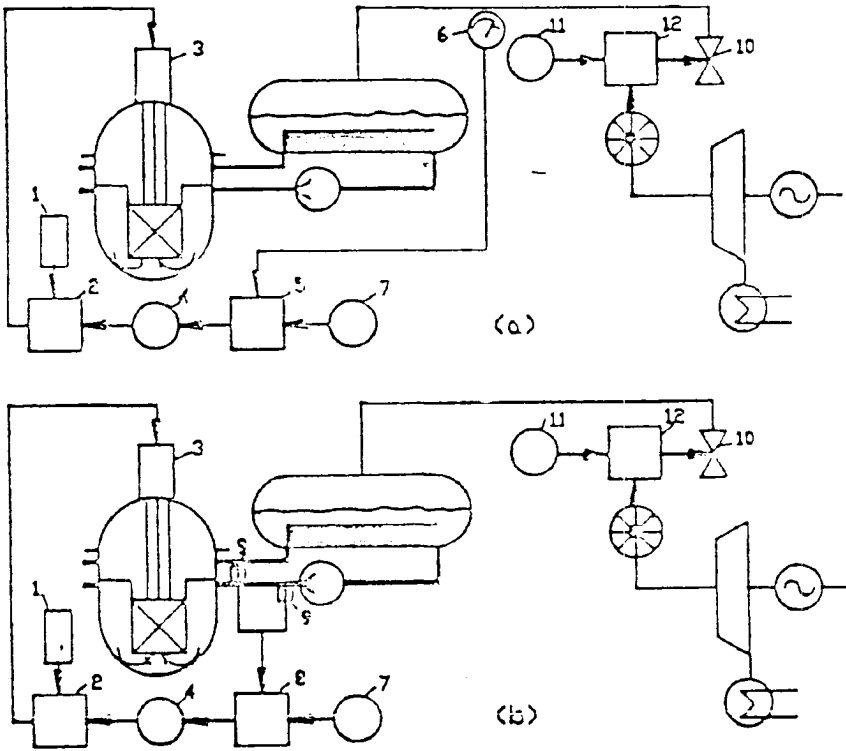


그림 7.2 VVER의 제어 계통

a-control of  $t_2$ ; b-control of  $t_{ave}$

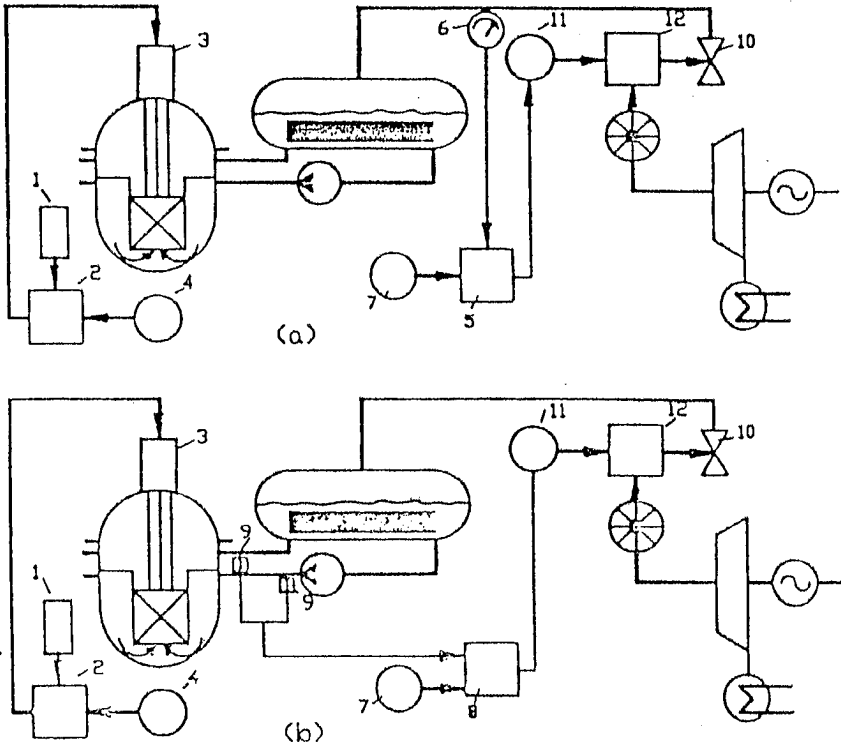


그림 7.3 중성자속에 대한 제어 계통

a-control of neutron flux and secondary pressure; b-control of neutron flux and primary temperature



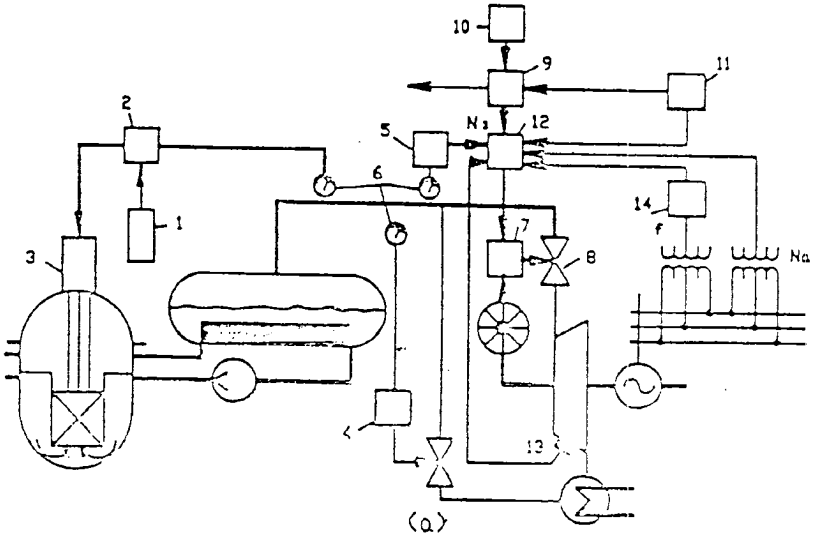


그림 7.4 일정한 2차 압력을 유지시키는 계락을 사용한 VVER의 제어 계통

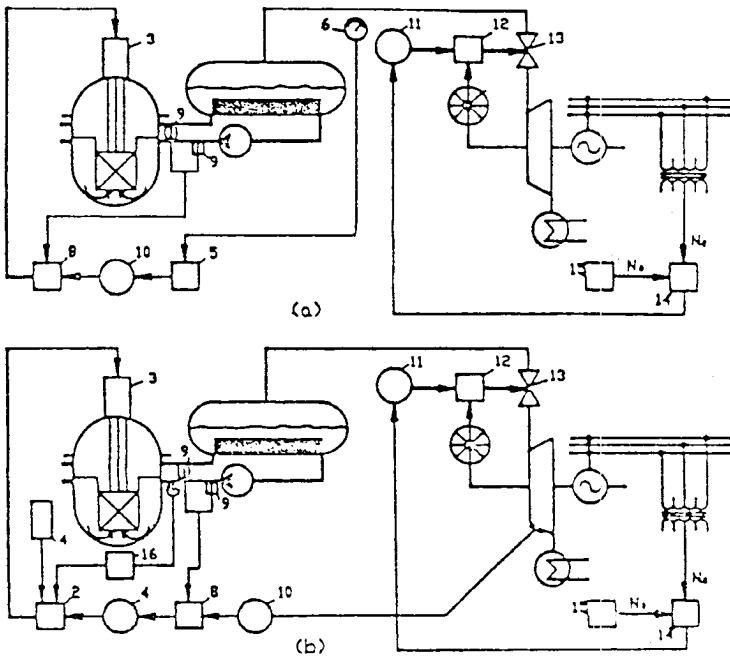


그림 7.5 설송 제어 전략과 floating 진동수 mode를 사용한 VVER의 제어

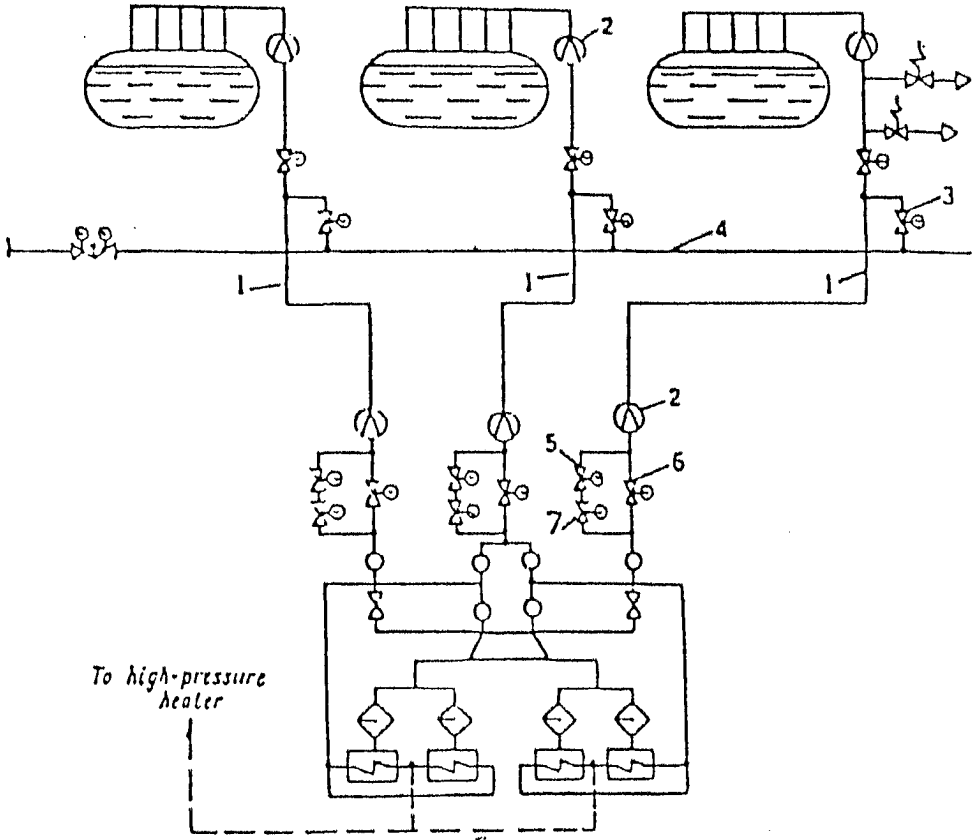


그림 7.6 VVER-440 원자로를 가진 원전의 주 스팀파이프라인의 단면화된 그림

1-live steam pipeline; 2-flowmeter; 3-closing gate valve; 4-switching line  
 5-throttle valve; 6-main steam gate valve

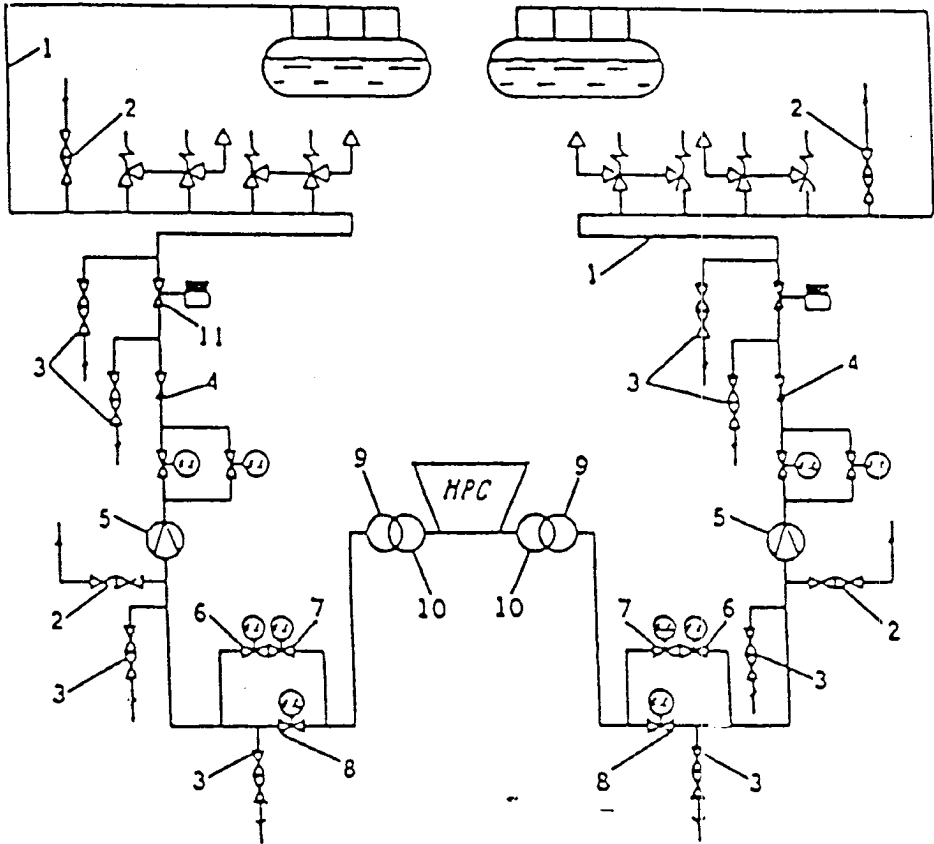


그림 7.7 VVER-1000에 대한 주 스팀 파이프라인의 블록그림

1-live steam pipeline; 2-air vents; 3-drainages; 4-non-return valve;  
 5-flowmeter; 6-throttle valve; 7-closing gate valve; 8-main steam gate valve;  
 9-stop valve; 10-control valve; 11-control valve with a hydraulic drive

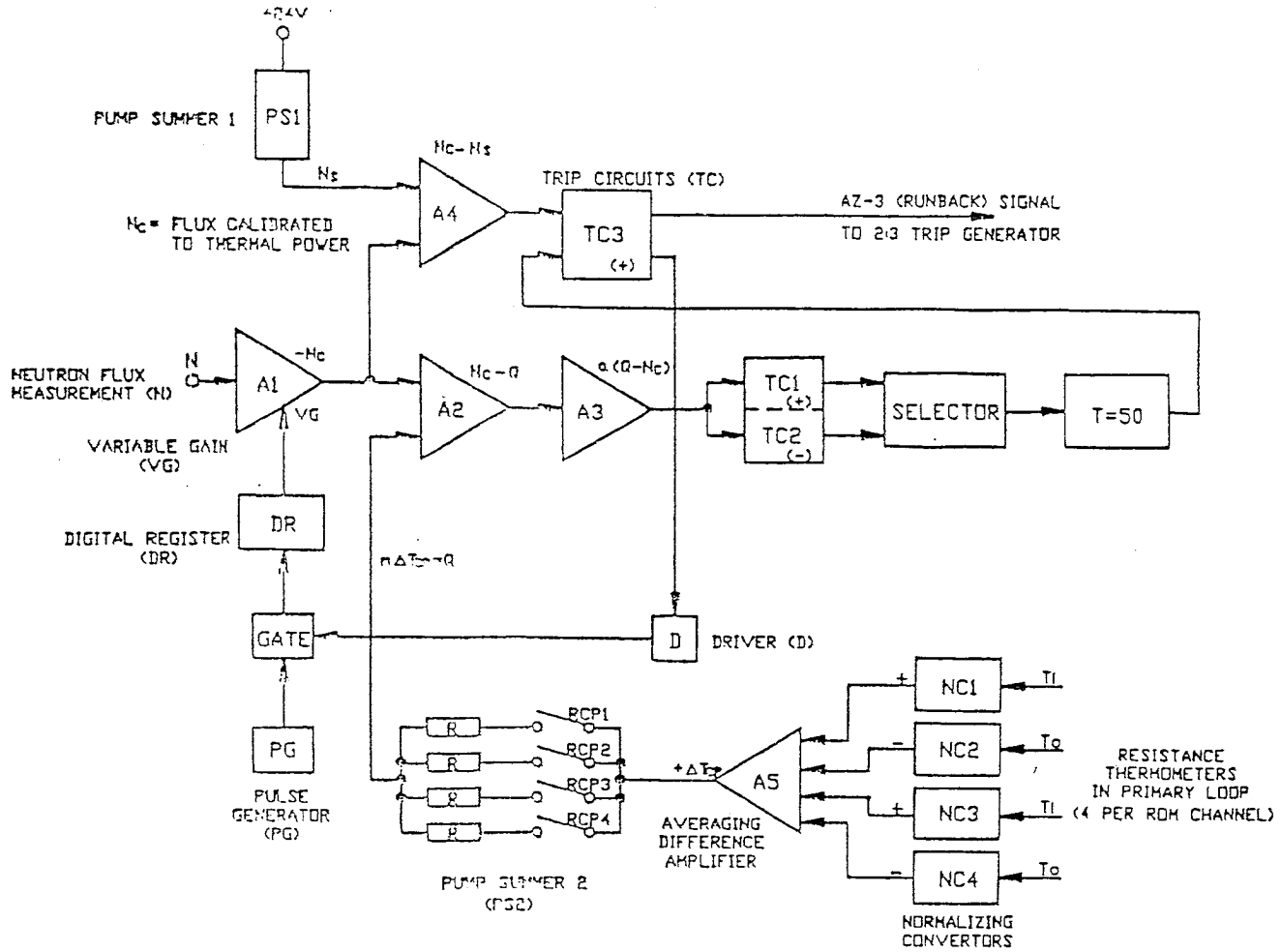


그림 7.8 VVER-1000에 대한 작동그림

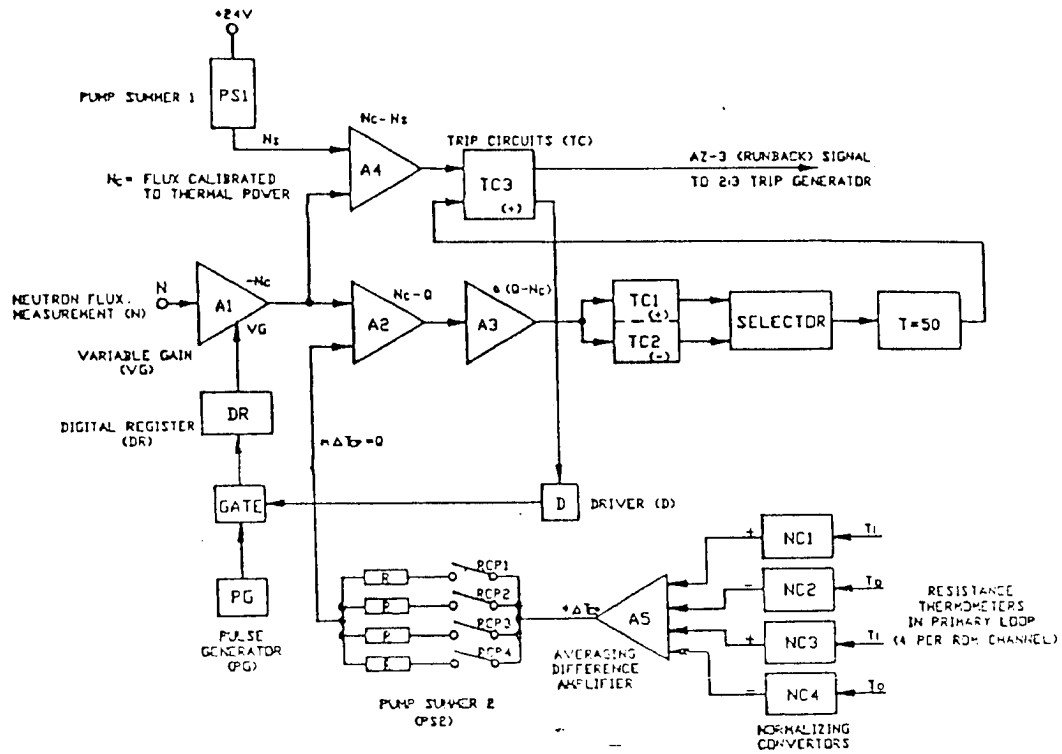


그림 7.9 원자로 계기 계통과 다른 원자로 계통 사이의 관계도

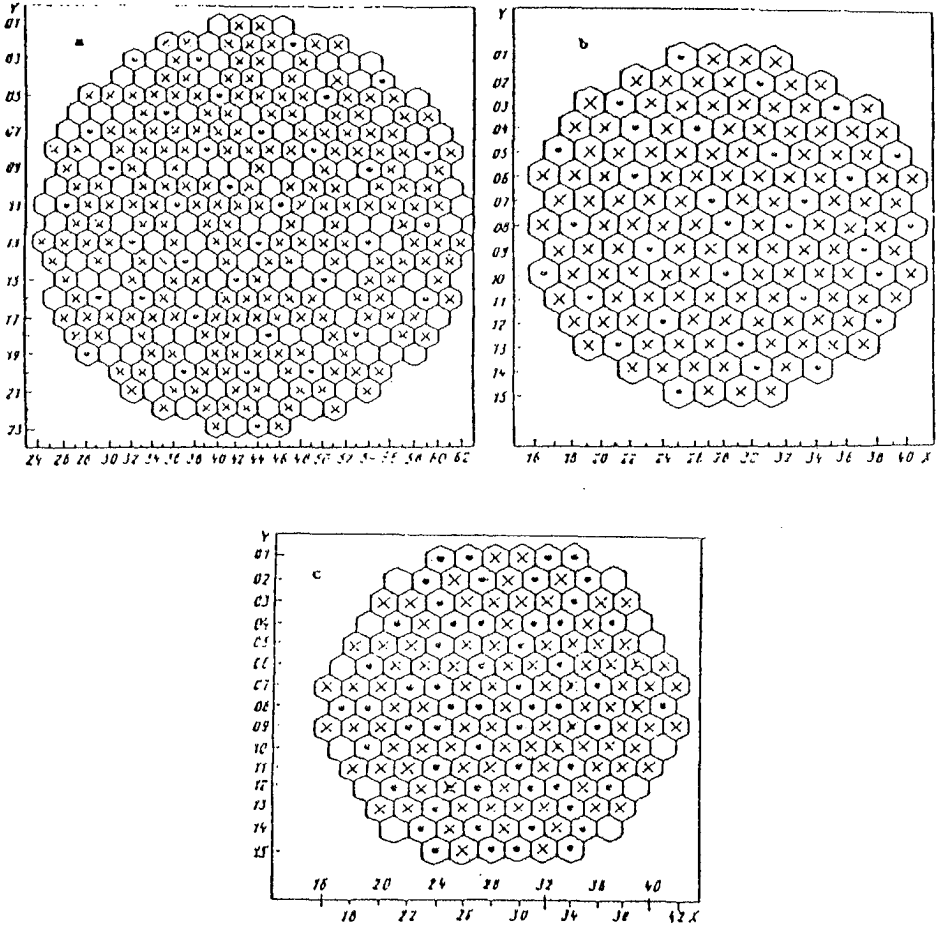


그림 7.10 노심에서의 감지 배치에 대한 비교도

a - of the VVER-1000 reactor in the fifth unit of the Novovoronezhskaya NPS;  
 b - in the first unit of the Yuzhno-Ural'skaya NPS; c - o, a dry channel and  
 x, a thermocouple

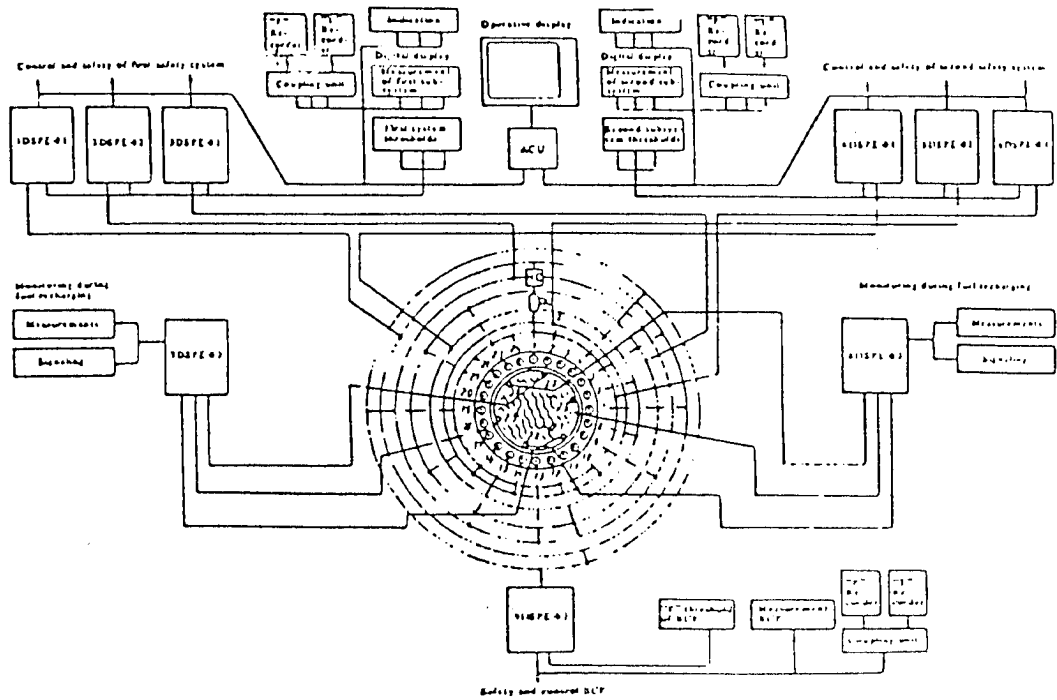


그림 7.11 용기 외부의 중성자 모니터 부시스템의 위치와 배치도.

DSPE-data storage and processing equipment; NC-normalizing converters

POSITION OF TEMPERATURE, IN-CORE AND EX-CORE  
NEUTRON DETECTORS IN WPP PAKS REACTORS

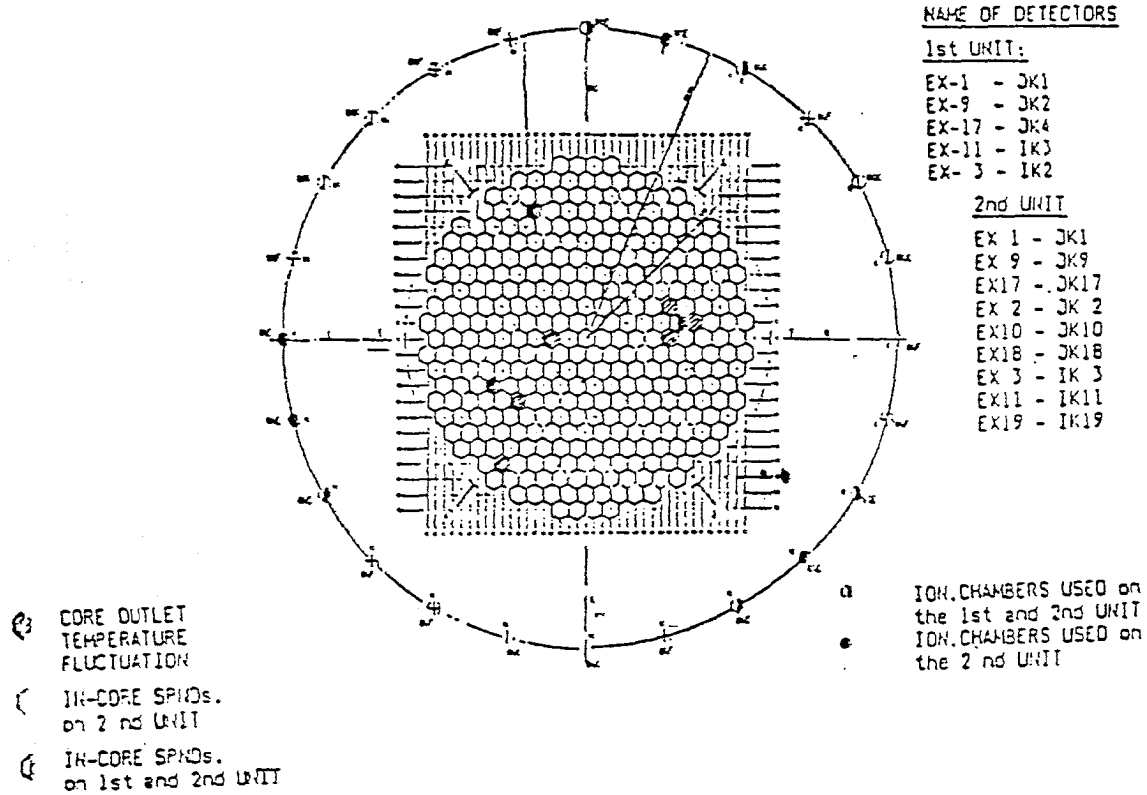


그림 7.12 원자로심 내부와 외부의 중성자 측정기 그리고 온도 위치



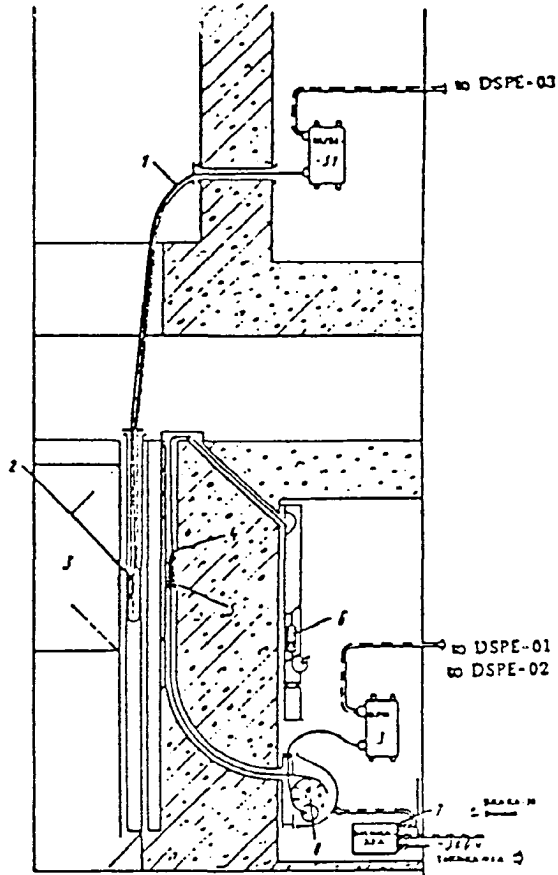


그림 7.13 측정기의 위치를 움직이고 감시하기 위한 장치

1-mechanical part of the fuel charging monitoring (FCM) (case, duct, etc.);  
 2-detector unit (BDPNZ-17A) for monitoring the core during fuel recharging;  
 3-reactor core; 4-clamp; 5-detector unit; 6-counterweight; 7-movement control;  
 8-movement mechanism of detector unit (DU): SR and IR; ε-reducer; b-electric  
 motor; c-selsyn detector; δ-drum

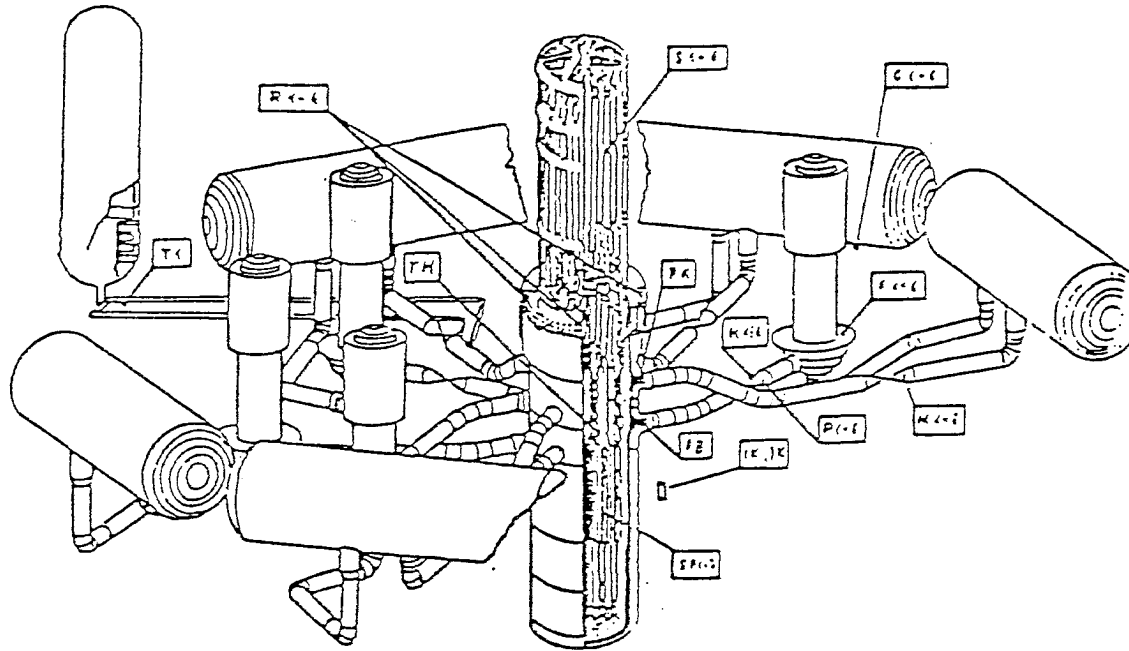


그림 7.14 VVER-440에 대한 accelerometer, 압력 변이 감지기, 그리고 중성자 속속 정기에 대한 위치도

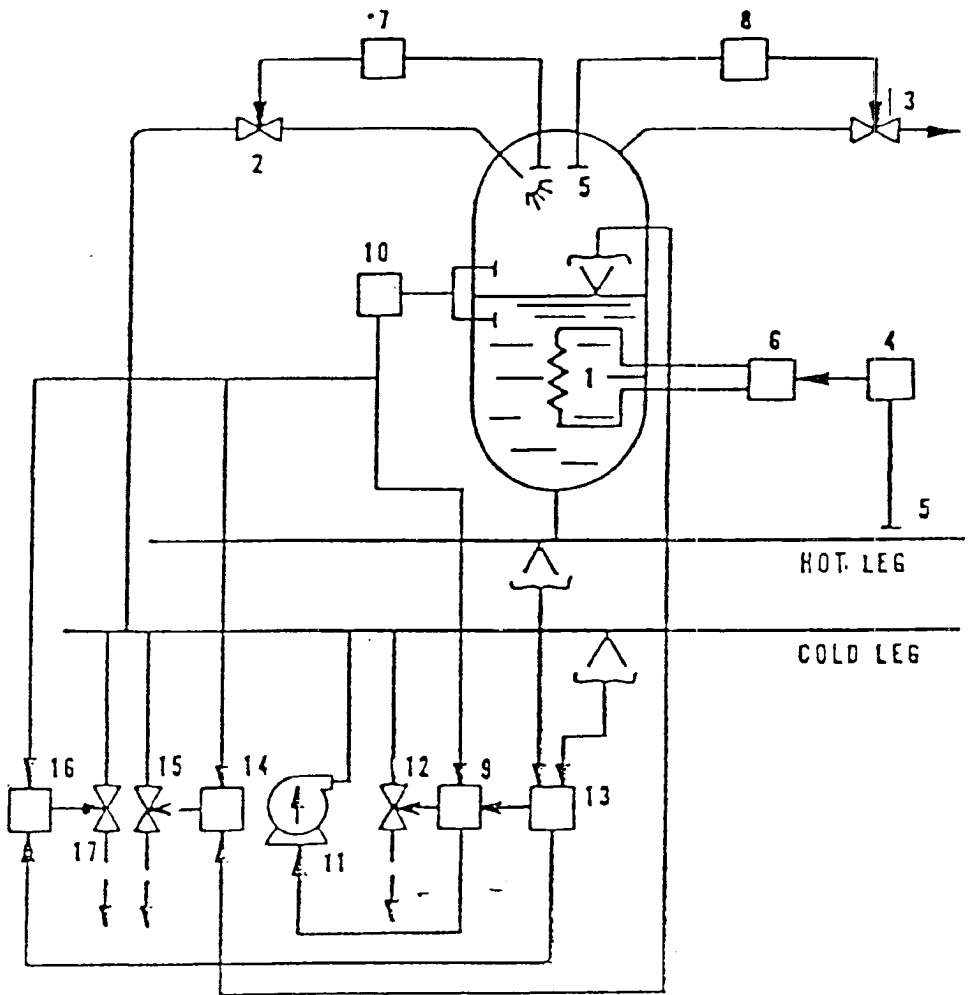


그림 7.15 가압기에 대한 제어도

- 1-electric heater; 2-valve for cold leg water; 3-let down valve;  
 4-regulator; 5-manometer; 6-controller; 7-regulator; 8-regulator; 9-level regulator;  
 10-level detector; 11-make up pump; 12-let down valve; 13-level calculator; 14-start-up  
 regulator; 15-start-up let down valve; 16-regulator with temperature bias;  
 17-let down valve

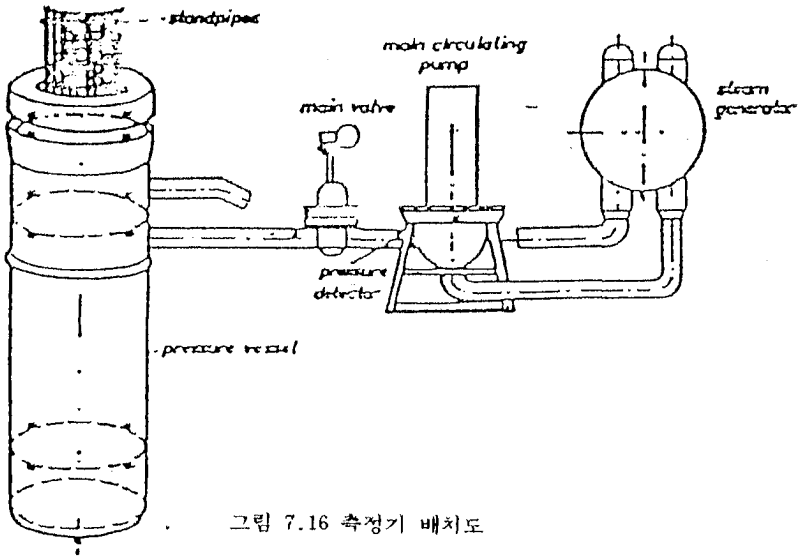


그림 7.16 측정기 배치도

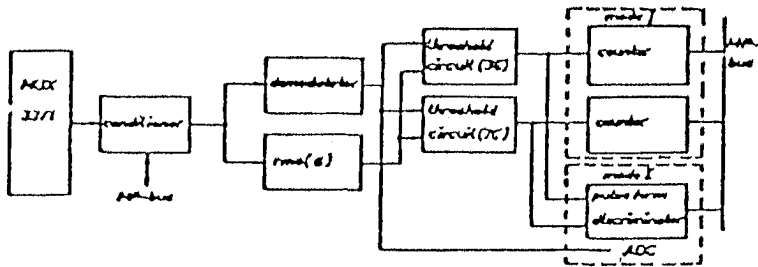


그림 7.17 loose 부분의 감시 계통도

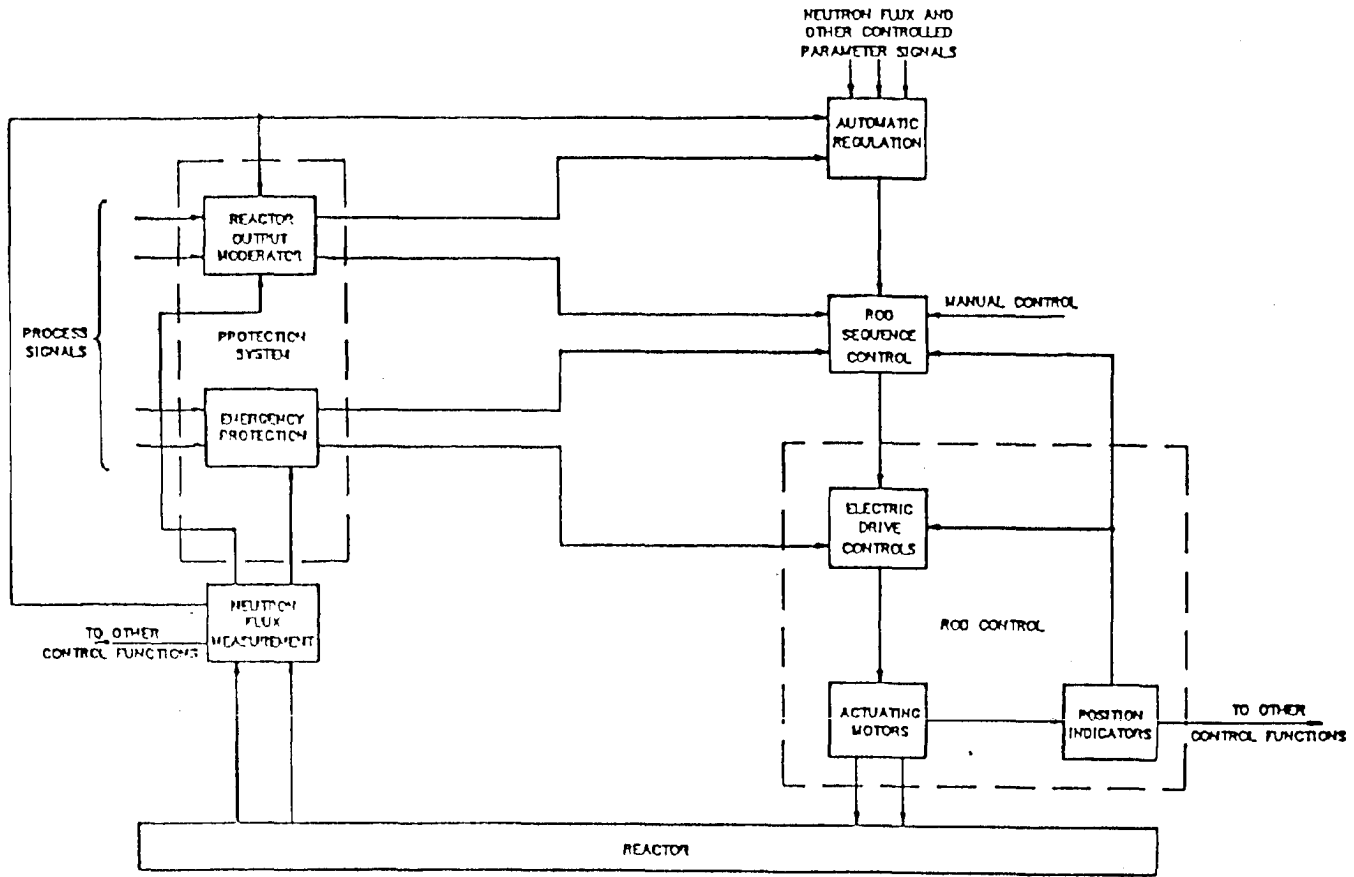


그림 7.18 제어와 scram을 위한 보조계통의 전형적인 배치도

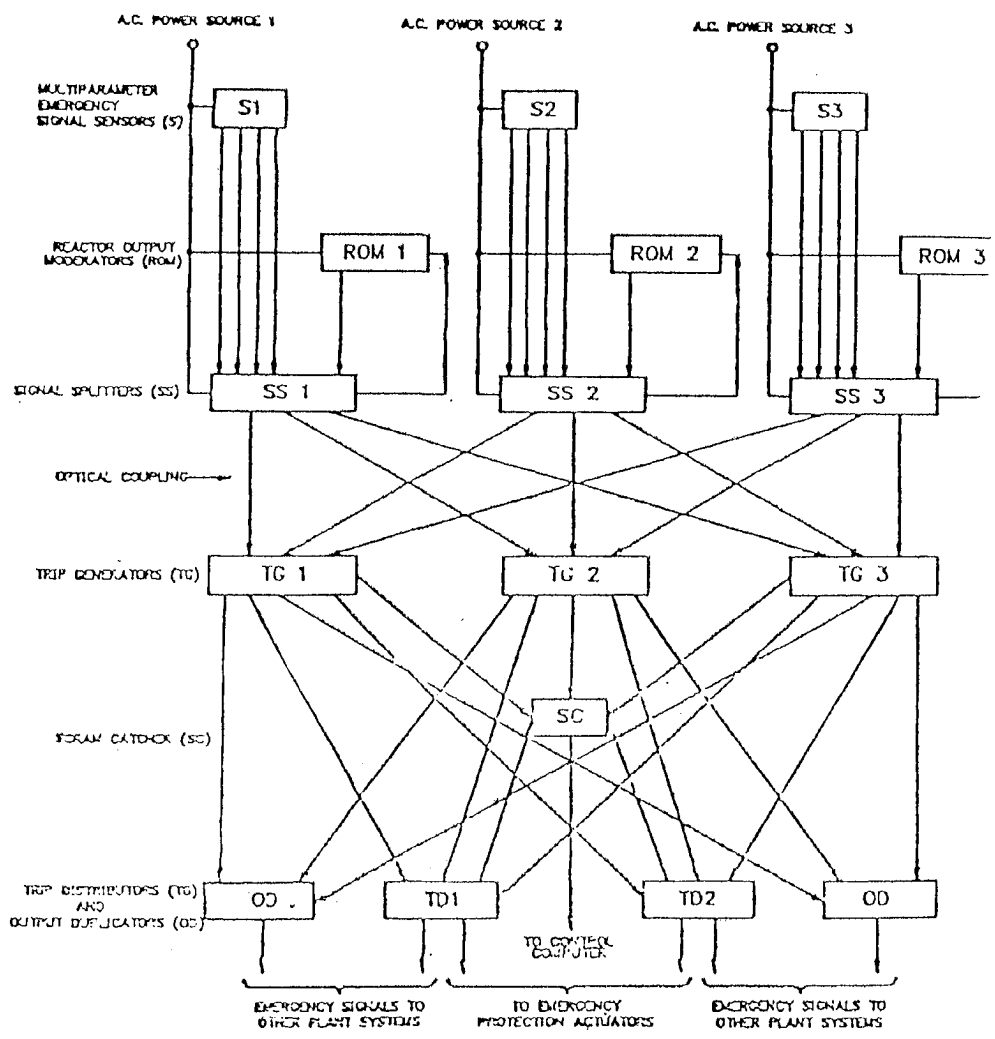


그림 7.19 VVER-1000의 비상보호 시스템에 대한 신호의 흐름도

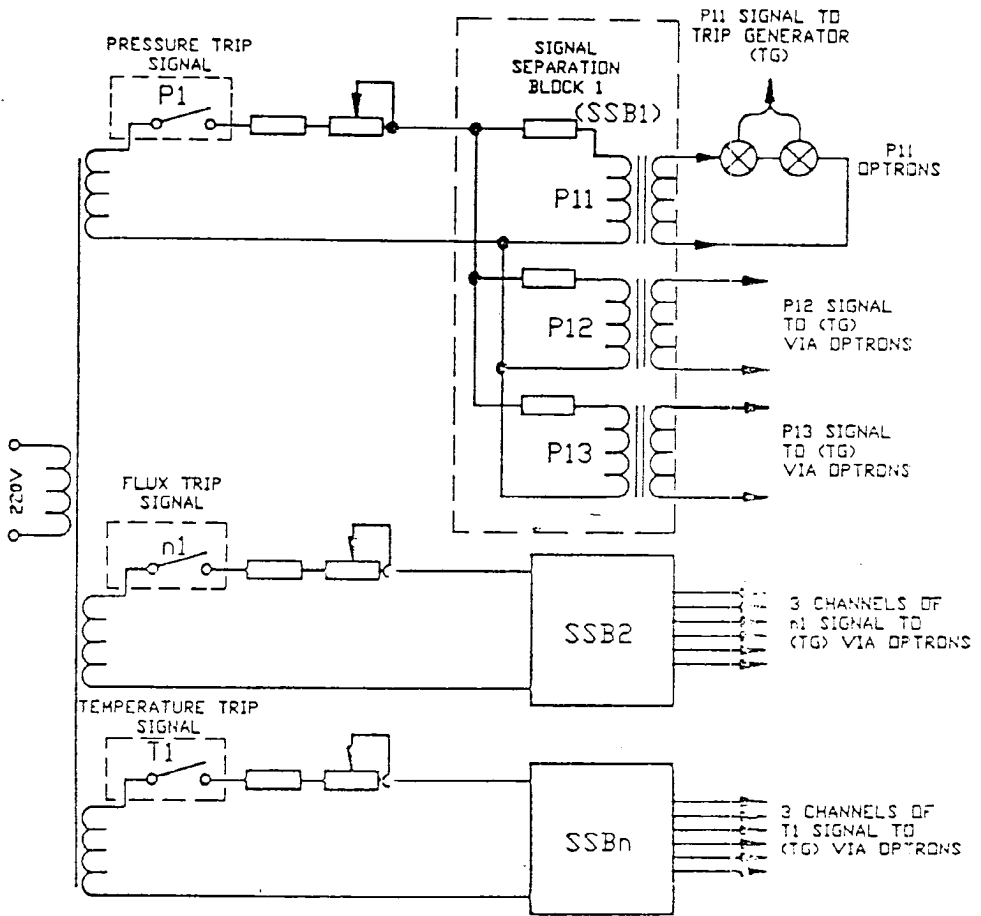


그림 7.20 VVER 비상보호 시스템의 1개 신호 splitter에 대한 작동도

## VIII. VVER 원전의 수화학

### 1. 1차측 수화학

표 8.1은 VVER에 대한 1차측 수화학 명세를 보이고 있다. 몇가지 독특한 양상은 소련이 암모니아를 사용한다는 것이다. 이 암모니아는 원자로의 방사선 場에서 수소와 질소로 분해가 된다. 그리고 pH를 제어하기 위해 수산화칼륨을 사용하지 않고 있다.

피복재가 없는 압력용기는 깨끗해야하며 운전중 부식을 최소화 하기 위해 불용성이어야 한다. 소련은 이러한 목적을 위해 두 단계의 기술을 발전시켰다. 첫째로 킬레이트 화합물인 EDTA를 사용하였으며 그리고 120-150°C에서 표면의 과도한 산화를 막기 위해 순환시켰다. 다음으로 EDTA와 함께 철의 수용성양을 4-6시간동안 280°C에서 가열함으로써 분해시켰다. 이 온도에서는 Steel의 표면은 분해를 촉진시키며 강 표면에 침성이 강한  $Fe_3O_4$  막을 형성하며 이것은 부식에 대한 지속적인 저항을 하게 된다. 그림 8.1은 1000시간 동안 화학 처리된 탄소강과 되지 않을 것을 비교한 것이다.

VVER은 가연성 독물질로 보론산을 사용하며 KOH를 부가함으로써 pH를 중화시킨다. KOH의 사용은 미국에서는 중지되었으며, 대신 LiOH가 중성자와 보론의 반응에서 존재하므로 LiOH를 사용한다. 그리고 LiOH는 국부적인 지르칼로이의 핵연료 피복재의 부식 또는 철강에 대한 가성 충격을 유발하지 않는다.

원자로 노심의 반응도를 제어하기 위한 보론 수준을 감시하는 것은 복잡한 계기를 요구한다. 이 목적을 위해 소련은 전통적인 수용성 화학 기술(wet chemical technique)을 대신하고 보상해주기 위해 중성자 - 감쇄 감지



기를 개발했다. 이 중성자 용액 분석기는 각기 다른 부분과 용량에서의 냉각재의 보론산 농도를 측정할 수 있다. 이 분석기는 측정부분과 잠입 그리고 부유 상태의 sensor로 구성되어 있다. 격납용기에서의 보론산 농도를 측정할 때 1초당  $10^6$ 의 중성자를 생성하는 Pu-Be 중성자원을 사용하는 잠입 상태의 감지기를 사용한다. 그리고 파이프 라인에서의 구성물을 측정하고자 할 때는 1초당  $5 \times 10^6$ 의 중성자를 생성하는 IBN-9형의 중성자원을 가진 부유 상태의 감지기를 사용한다.

## 2. 2차측 수화학

VVER에서의 2차측 수화학의 변수들은 표 8.2에 기재되어 있다. 만수 흐름에서의 광물제거기는 2차측 냉각재의 pH를 올리고 산소를 없애는 “complexone”을 사용하는 모든 휘발성 처리와 함께 사용되었다. VVER 수화학에 대한 지침은 EPRI에서 추천하는 것과 거의 동등하며 SiO<sub>2</sub>와 염화물에 대한 제한치는 EPRI에서 추천하는 것보다 약간 높다.

2차측 수화학은 복수기가 누설되고 광물 제거기가 파괴되면 갑작스런 변화가 올 수 있다. 일단의 응축적 광물 제거기의 사용은 증기 발생기에 대한 보호를 제공한다. 스테인레스 스틸 튜브는 냉각재 내에서의 낮은 염화물 농도하에서도 chloride-induced stress corrosion cracking에 민감하다. 그리고 그곳은 튜브들 사이, 튜브의 지지대 또는 튜브로부터 tube sheet junction까지의 사이에서와 같은 곳에 존재한다.

소련은 수직 튜브의 증기 발생기에서 종종 발생하는 tube sheet sludge pile의 존재를 없애고자 수평 튜브의 증기 발생기를 사용한다. 가열된 crevice에서는 불순물이 집중되어 있는 국부적인 ‘건조’지역이 확장된다. 이론적으로 이 과정은 NaCl 그리고 NaOH와 같은 불휘발성의 용해 불순물의 국부적 농도가  $10^4$  또는 그 이상이 될 때 까지 지속된다. VVER에서의 스테인레스 스틸 증기 발생기 tubing은 chloride-induced stress corrosion에 면역을 갖추고 있지 못하다. 따라서 chloride 주입을 막기 위해 커다란 조심이 필요

하다. 염화물의 주입은 tubing의 2차측으로부터 발생되었으며 creviced 영역 같은 곳에서 stress corrosion의 확장이 Nord VVER에서 발생했다.

### 3. ECCS의 수화학

최근의 모델인 V213VVER과 VVER-1000의 ECCS 저장 탱크는 16,000 / 10° 농도의 보론산을 함유하고 있다. 이 양은 보통 온도의 용해도(2%)를 초과하는 것이며 탱크는 보론을 액체로 유지하도록  $50 \pm 10^\circ\text{C}$ 의 온도를 유지하여야만 한다.

### 4. 물의 정화를 위한 자동 제어

제염 흐름 계통도의 특징은 화학적 불 정화 계통으로 들어가는 물의 질과 관계된다는 것이다. 그 물은 낮은 염분도(20-25 miligram/Kg)와 그것의 구성의 안전성에 의해 특징지워진다. 정화기를 지난 후 물은 clarified-water tank에 도착하게 되고 그곳으로부터 첫번째 단계의 수소 양이온 교환기를 통해서 탄소 제거기 탱크로 pumping된다. 탄소가 제거된 물은 두번째 단계의 수소 양이온 교환기로 pumping되며 강한 수산화 음이온이 가득찬 첫번째 단계의 음이온 교환기를 거치게 된다.

두번째 특징은 화학적 물 정화 계통은 정화기의 주기가 길다는 것이다.

세번째 특징은 공정 기간중에 물의 질이 상대적으로 안정적이라는 것이다.

정화기 작동의 자동 화학 제어에 대한 변수들의 선택은 항상 정화되는 것의 질을 결정하는 기본 변수들의 변화를 기술하는 dynamics의 연구와 관계가 있다는 것이다. 첫번째 단계의 수소 양이온 교환기에 적용되는 운전 조건에 부합되며 운전을 제어하는 변수는 산도(acidity)이며, 정화기가 마모되며 발생하는 산도의 감소는  $\text{Na}^+$  이온이 정화되는 것으로의 증폭에 의해 결정되어진다. 그리고 정화되는 것의 전기적 전도도의 감소가 수반된다. 첫번째

째 단계의 수소 양이온 교환기의 운전은 산도를 사용함으로써 제어가능하다. 특정 전기적 전도도는 grade-1의 정확도를 가지고 측정 범위가  $0.01 - 11 \times 10^6$ 에서  $0.01 - 100 \times 10^6$  uS/cm인 portable conductivity apparatus를 가지고 측정한다. 작업주기동안 수소 양이온 교환기를 거친 후의 정화되는 것의 특정 전기적 전도도는  $130 - 100$  uS/cm이며 그것의 통계적 평균은  $x = 120$  uS/cm이다.

정화되는 것의  $\text{Na}^+$  농도는 실제로 거의 상수( $\approx 50$  ug/Kg)이다. 그것의 최대분산은 탄소 제거 탱크가 가득 차 있는 동안 계속 대기중인 정화기의 inclusion과 관련이 있다. 얻어진 data와  $180$ ug/Kg의 산도 분산에 의해 절정되어지는 정화기의 소모는  $6$ milligram/l까지의  $\text{Na}^+$  농도의 변화와  $60$ uS/cm까지의 특정 전기적 전도도의 감소를 수반하게 된다.

자동 화학 제어의 변수로서 정화되는 것의 특정 전기적 전도도를 사용하는 것의 유용성은 작업주기 동안 안정성을 보여주는 정화기 주기동안의 변화의 성질에 의해서 지지된다. 통계학적 평균의 최대 편차는  $16\%$ 이며, 정화기가 다 사용되었을 경우는 그 수치가  $50\%$ 가 된다. 특정 전기적 전도도의 절대적 수치는 정화되는 것의 산도가  $180$ ug-equivalent/Kg까지 변할 때  $60$ uS/cm이다.

강한 수산화 음이온 교환기의 작동 기간중 자동 화학 제어에 대한 변수로 silicon의 양을 사용함이 제시되어 지고 있다. 실리콘의 양은 현재 강한 수산화 음이온 교환기의 작동 감시 지침역할을 한다.

## 표 8.1 VVER의 1차측 수화학

	<u>VVER</u>
Boric Acid	up to 2800 (ppm B)
pH Additive	2.0-16.5 ppm K & s KOH
Ammonia	> 5.0 ppm
Hydrogen	30 ml/kg (from decomposition of ammonia)
Oxygen	< 0.01 ppm
Chloride	< 0.1 ppm
pH at 25 degrees	> 6.0

## 표 8.2 VVER의 2차측 수화학

	<u>VVER</u>	
	<u>Feedwater</u>	<u>Flowdown</u>
Dissolved O <sub>2</sub> , ppb	< 15	None
Chloride, ppm,	< 0.02	0.5-1.0*
Hardness (meg-equiv/Kg)	—	< 100
SiO <sub>2</sub> (ppm)	—	< 5
Total Conductivity, us	—	
pH	<u>&lt; 7.0</u>	
Cu, ppm	< 0.025	

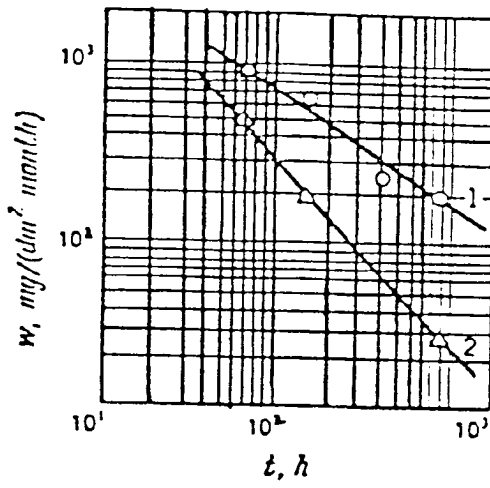


그림 8.1 290°C에서 고순도 물에 대한 perlite강 20% 용액의 부식율



## 2. 북한의 의료기술

이기효 · 이석구 · 이운현

### 〈요 약 문〉

통일은 민족적 과제로서, 기필코 통일이 달성되어야 한다는데 대해서는 이론이 있을 수 없다. 다행스럽게도, 현재 소련, 동유럽 등에서 일어나고 있는 개방화물결과 세계적인 해빙의 분위기에 발맞추어 남북간의 정치적, 문화적 교류가 점차 빈번해 질 조짐을 보이고 있어 한반도의 통일이 앞당겨 지리라는 희망을 갖게하고 있다.

이렇게 앞으로 통일을 위한 남북교류가 보다 활발해지면, 보건의료분야의 교류는 다른 분야보다 선차적으로 추진되리라고 생각된다. 왜냐하면 보건의료분야는 덜 이념적이고 인도주의적 요소를 많이 가지는 분야여서, 미국과 중국, 쿠바와의 교류의 예에서 보듯이 다른 분야에 앞서 교류가 이뤄지기 때문이다.

그러나 북한의 의료기술에 대한 지식은 북한 보건의료 여타부분의 연구가 그나마 어느정도 이루어진데 비하여, 전혀 알려진 바가 없다. 보건의료 체계가 다르고, 의료기술의 발전경로가 다르며, 의과대학의 교육내용도 상

이한 상황에서 이러한 지식의 결여는 목진에 닥친 남북한 간의 보건의료교류와 더 나아가 통일 후에 오는 여러문제들, 특히 국민의 건강 및 생명과 직결되는 보건의료분야의 통합 융화방안을 마련하는데 크나큰 장애가 된다.

그러므로 본 연구는 북한 보건의료기술의 전반적인 발전과정을 고찰하고 구체적으로는 의료기술을 발전시키기 위한 연구기관의 현황, 보건의료인력의 양성, 의료기술을 발전시키기 위한 장려정책, 그리고 의학교과서를 통한 실제적 임상기술수준의 파악 등이 분야에 관련된 지식과 정보를 체계적으로 집대성 하는데 그 목적이 있다.

그리하여 본 연구는 활발해지고 있는 남북한간의 교류와 상호이해의 분위기속에서 앞으로 제기될 보건의료의 교류와 더 나아가 후일 다가올 민족통일에 대비하여 북한의료기술의 분야이해에서 비롯될 장애를 극복하기 위해 수행되었다.

연구방법으로는 주로 현재 구득이 가능한 북한의 원서를 분석하는 방법을 취하였다. 특히 북한의 임상의료기술을 파악하기 위해서는 현재 취할 수 있는 거의 유일한 객관적 방법인 의학교과서의 내용분석을 시도하였다. 국내에서 구할 수 있는 북한의 의학교과서는 모두 40여종으로 주로 의학대학 학생용 교과서이다. 교과서는 그 사회의 실태를 충실히 반영하는 것이 상례이므로 교과서를 분석하는 것은 어느정도 실태파악을 가능케 해 준다. 더구나 북한이 단순한 번역서가 아닌 자체의 교과서를 60년대 초반부터 발간하고 있다는 점과 그 교과서가 북한의 의료현실을 잘 반영하고 있다는 점을 고려하면 의학교과서를 분석하는 것은 큰 의미를 지닌다 하겠다. 한편으로 북한 의료기술의 발전과정, 발전정책, 발전진흥기관·제도 등에 대해서는 조선중앙연감 각년도판 등의 북한자료와 국내외 자료를 널리 수집, 분석하는 방법을 취하였다.

일반적으로 한 사회의 의료기술은 그 사회의 전반적인 경제발전 수준과 과학기술혁명의 진척에 따라 발전의 정도가 결정된다. 생산력 수준이 낮은 경우 의료기술의 발전을 기대하기는 어렵다. 보건의료기술의 발전은 보통 경제발전으로 물질적 토대가 갖추어져야 가능한 것이다. 한편, 생산력의 발



전이 어느정도 진행되면 필연적으로 과학기술혁명의 필요성이 제기된다. 즉 어느 수준에 다다르면 생산력의 발전은 한계에 부딪치게 되는데 이를 극복하는 유일한 무기가 과학기술혁명이 되는 것이다. 이에따라 과학기술혁명이 이루어지고 이는 생산력의 발전을 가져온다. 의료기술의 발전은 전반적인 과학기술혁명의 일환으로 이루어지는 일면 과학기술혁명이 가져온 전반적인 생산력 발전의 토대하에 독자적 기술발전을 이루기도 한다.

이에따라 의료기술을 적극적으로 발전시키려는 국가의 의식적인 노력, 즉 의료기술 발전정책을 펴게되는 데, 이는 자유방임을 전제로 하는 자본주의 국가에서도 마찬가지이다. 의료기술 발전정책은 크게 제도적 발전장치의 구축, 양질의 보건의료인력 양성, 의료산업 양성 분야에 간여하게 되고, 결국은 의료기술의 발전에 이바지하게 된다.

이러한 요인을 정리하면 그림 1과 같다.

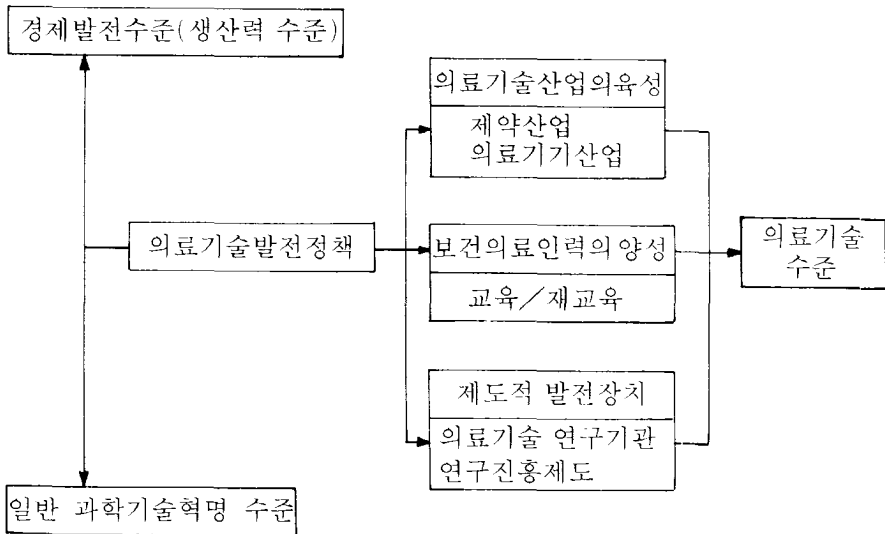


그림 I-1. 보건의료기술 발전의 제 요인

본 연구에서는 앞에서 설명한 요인들을 기본 틀로 북한의 의료기술을 분석하는데 적용하였다. 이에 따라 구체적으로 다음과 같은 내용을 분석하였다.

제 1 장은 서론으로 연구의 목적, 연구의 방법, 연구의 틀을 기술하였다.

제 2 장에서는 북한의 사회주의 보건사업과 기술혁명, 의료기술의 발전정책을 유기적으로 분석하고, 북한 의료기술 발전정책의 특징을 살펴보았다.

제 3 장에서는 북한 의료기술의 발전과정을 세단계로 나누어 통사적인 고찰을 시도하였고, 아울러 제약과 의료기구 산업의 육성과정을 살펴보았다.

제 4 장에서는 의료기술발전의 제도적 장치를 살폈는데, 구체적으로 보건 의료기술연구기관의 현황 및 연구진흥제도의 실태를 분석하였다.

제 5 장에서는 보건인력의 기술수준을 알아보기 위해 교육과정, 교육기관, 교육장비 등 교육의 질을 살펴보고, 직무교육(On-the-job Training)에 대하여 고찰하였다.

제 6 장에서는 북한의 임상의료기술을 알아보기 위해 의학교과서 40여종을 임상 각과별로 분석하여, 그 실태를 파악할 수 있도록 하였다.

마지막으로 제 7 장 결론에서는 종합적인 측면에서 북한의 의료기술을 평가하였다.

이 연구의 결과로 나타난 보건의료기술의 특징은 다음과 같다.

첫째, 북한은 다른 모든 분야에 있어서와 마찬가지로 의학기술의 발전에 있어서도 ‘주체’적 발전을 강조하여 ‘주체의학’을 육성하였다. 주체과학을 발전시킨다는 것은 “사체의 원료에 의거하여 자기 나라 실정에 맞게 경제를 발전시키기 위한 과학기술적 문제들을 푸는데 기본을 두고 과학연구사업을 해나간다는 것”을 의미한다.

이러한 주체의학의 면모는 여러곳에서 발견되는데, 예를 들면 의학용어를 거의 한글로 쓰고 있는데, 해부학 용어의 경우 6,000여개의 한글 용어를 쓰고 있다. 또한 북한에서 많이 나는 원료(약재)를 이용할 수 있는 강점이 있는 동의학의 이용을 강조하는 것도 주체의학의 한 표현이라 하겠다.

한편으로 주체의학을 강조하면서도 선진 외국의 의학과학기술의 도입을

적극 권장하는 정책을 취했기 때문에, 외국 특히 소련의 의료기술이 북한의 의료기술발전에 많은 영향을 미쳤다. 의학교과서를 보면 참고문헌으로 소련의 문헌이 많이 보이며, 중국과 일본의 문헌도 보이고 있다. 그러나 철저히 북한의 실정에 맞게 수용하는 것을 볼 수 있다.

둘째, 북한은 ‘자력갱생’의 경제발전 노선에 따라 의학과과학기술을 비롯한 과학기술의 발전정책을 실시해 왔다. 다시 말해서 의학과과학기술을 자체 개발하고, 이에 소요되는 재원을 전적으로 자체조달했으며, 제약과 의료기구 공업 등 의료산업의 육성도 거의 자력으로 꾸려왔기 때문에, 전반적인 발전수준이 그렇게 높지 못함을 발견할 수 있다. 결국 북한 사회의 폐쇄성으로 생산력을 빨리 높일 수 없었던 상황에서 북한의 의료기술개발은 한계에 부딪치고 있음이 분명하다.

세째, 보건의료인력의 양성측면을 살펴보면, 해방직후에는 극히 부족했던 의료인력을 양성하기 위해 단기과정의 중간급 보건인력의 양산에 주력했으나, 무상치료제와 의사담당구역제를 실시하면서 의사인력을 보건인력의 근간으로 하는 정책을 취하여 대량 배출하고 있다.

의사인력의 기술수준은 준의, 부의, 정규의사 등 각종 의사에 따라 다를 것으로 보이는데, 의사와 각 보건일군들의 경력발전체계가 갖추어져 있기 때문에 교육, 훈련이 강조되고 있음을 볼 수 있다. 또한 이러한 기술적 재교육과 함께 사상교육, 예컨대 ‘정성운동’등 의료인력의 사명감을 고취시키는 여러가지 수단을 동원해 의료의 질을 높이려고 노력하고 있다. 그러나 의학교과서 분석에서 드러나듯이 전반적인 의학과과학기술의 수준이 높지 못하기 때문에 의료인력의 기술수준도 그리 높지 못한 것으로 평가된다.

네째, 북한은 보건의료기술을 발전시키기 위한 제도적 장치로서 각종 연구기관과 각종 연구지원제도를 갖추고 있다. 연구기관으로는 의학과학원을 중심으로 동의학연구소, 약학연구소, 위생연구소, 종합임상연구소, 광천물리연구소, 의료기구연구소, 미생물연구소 등을 운영하고 있는데, 연구활동을 보면 각종 전염병퇴치에 관한 것부터 면역학과 유전학 부문에 이르기까지 광범위하게 이루어지고 있다. 발표되는 연구논문은 연간 약 1,000여편

에 달하는데 동의학이나 자연요법과 관련된 연구활동이 큰 부분을 차지하고 있어서 최신의 현대 의학기술에 대한 심도깊은 연구활동은 거의 이루어지지 못하는 것으로 보인다. 그리하여 최근에 들어서는 국제간 의료기술 교류를 강조하여 선진의학기술을 받아들이려고 노력하고 있음을 볼 수 있다.

다섯째, 북한의 의학교과서를 통해서 본 임상 각과별 의료기술의 특징은 다음과 같다.

### 1. 기초의학

1955년에 이미 임상해부학교과서를 순 한글로 출판하는 등 일찌기 60년대에 자체의 기초의학 교과서를 발간하여 사용해 왔음은 높이 평가할 만하다. 그리고 영양학이 기초학부 과정의 필수과목으로 편성되어 있는 점 등은 북한의 현실을 반영한 의학교육으로 여겨진다. 그러나 첨단장비를 이용한 분석기법 등이 소개되어 있지 않는 등 수준의 심도가 그리 높지 못함을 볼 수 있다.

### 2. 내과

치료에 있어서 동의학과 양의학을 결합해서 사용하고 있는데, 의학지식이 있는 사람이라면 누구라도 실행에 옮길 수 있도록 알기쉽게 교과서를 기술하고 있는 점이 특징적이다. 이에 따라 기초지식은 잘 설명되어 있으나 전문성을 결여하고 있어, 기술수준의 취약성을 보이고 있다.

내용에 있어 특이한 것은 기후치료, 온천치료, 물리치료, 치료체육 등의 이학적치료가 널리 쓰이고 있는 것인데, 이러한 치료들은 일부는 의학적 상식과 어긋나는 경우도 있으나 적응증, 치료방법, 치료기간, 금기 등을 체계적으로 설명하고 있는 등 나름대로의 과학적 타당성을 확보하고 있어 손쉬운 치료방법을 개발하고 있는 것으로 보인다.

### 3. 외과

외과계에 피부과와 마취과가 포함되어 있는 것은 우리와 다른 점이며, 15권으로 구성된 방대한 외과교재를 발간한 것은 괄목할 만하다. 또한 질병의 통계자료를 북한자체의 것을 사용하고 있는 점, '구급외과적 치료조직'을 구축하여 응급의료체계를 갖춘 점 등은 높이 평가할 만하다.

그러나 외과 진단에 있어서의 장비 부족 및 치료에 있어서의 약제의 부족 등으로 현대적인 양질의 의료를 제공하기에는 미흡하다고 볼 수 있다.

#### 4. 산부인과

해산방조조직, 산부인과 담당구역제, 장기간의 유급휴가제 등 모성보호를 위한 제도는 비교적 잘 짜여져 있다. 그러나 진단에 있어서 가장 많이 쓰이는 초음파진단장비가 거의 갖추어져 있지 않고, 리진료소 담당의사가 주로 준의여서 기술수준에는 의문의 여지가 많다. 또한 치료에 있어서 소독약품의 경우 현재 부작용이 있는 것으로 밝혀진 것을 그대로 사용하고 있는 등 의료기술의 낙후성을 보이고 있다.

#### 5. 소아과

소아과 치료는 다른 임상과와 달리 동의학적 치료가 차지하는 비중이 매우 작은 것이 특징인데, 이는 동의학적 접근을 소아과에는 적용하기가 어렵기 때문이 아닌가 여겨진다. 대부분의 감염성 질환에 페니실린과 스트렙토마이신 등 초보적인 1차항생제를 주로 쓰고 있는데, 이중 스트렙토마이신은 현대의학에서는 부작용이 큰 것으로 밝혀져 아동에게는 거의 쓰지 않는 약이라는 것을 감안하면 소아과의 치료수준 역시 낮다는 것을 알 수 있다.

#### 6. 동의학

동의학은 내과, 외과를 비롯한 임상 각과에 널리 이용되고 있는데, 동약을 집대성하여 체계적으로 정리하고, 과학화시킨 것은 돋보인다. 특히 동의외과적 치료법을 발전시켜 암 및 골절 등에까지 적용하고 있다.

그러나 일부 치료법(예로서 각종 암의 치료에 동물의 피를 섭취하도록 하는 방법)의 경우 과학적인 입증이 없이 쓰이고 있는 것으로 생각된다.

북한은 주체적인 문제의식을 강조하며, 국가의 계획적인 발전정책으로 보건의료기술의 발전을 위해 노력해 왔다. 그러나 북한의 임상기술수준을 현대화된 의료기술수준의 척도로 평가했을 경우 전반적으로는 본 연구에서 분석한 바와 같이 현대적 의료기술수준에 못미치는 수준이다.

일반적으로 한 사회의 의료기술이 그 사회의 일반적인 경제발전 수준과 과학기술혁명의 진척에 따라 발전의 정도가 결정된다는 점을 감안하면 이

러한 의료기술의 낙후성은 자연스럽다 할 것이다. 왜냐하면 생산력 수준이 낮은 경우 의료기술의 발전을 기대하기는 어렵기 때문이다. 보건의료기술의 발전은 보통 경제발전으로 물질적 토대가 갖추어져야 가능한 것이다.

그러나 이러한 북한의 의료기술이 북한사회의 현실에 비추어 적정한 수준인지, 아닌지 평가하기는 쉽지않다.

왜냐하면 의료기술이 어느 정도까지 발전되어야 하는지, 바꾸어 말하면 의료기술의 발전에는 다른분야에 쓰일 수 있는 자원의 투입을 필요로 하게 되는데 과연 이것이 어느정도까지 발전되어야 바람직한 것인지에 대한 판단기준이 명확치 않기 때문이다. 더구나 의료에서 고도로 발달한 기술의 과도한 사용이 비경제적일 뿐만 아니라 불필요한 고통의 원인이 되기도 한다는 의학기술발전에 대한 비판적 견해를 감안하면 더욱 그러하다.

그러나 현재 북한의 경우 의료기술발전의 부작용에 대한 문제제기는 없는 듯 하다. 최근의 문헌에서 보는 바와 같이 최신의학기술의 도입과 개발을 강조하는 것은 북한 의료기술의 현 단계가 절대적인 기술수준의 향상을 도모해야 할 시점이라는 것을 시사한다. 그러므로 북한은 향후에도 계속 선진의료기술을 개발하고, 도입하려는 노력을 계속할 것이다.

여기서 제기되는 문제는 북한의 경제력이 어떻게 보건의료기술의 발전을 뒷받침하느냐 하는 것이다. 곧 사회주의국가가 전반적으로 경험하고 있는 생산력발전의 정체국면을 북한이 여하히 극복하느냐에 향후 의료기술의 발전양상이 결정될 것이다.

결국 보건기술을 발전시키기 위해서는 '자력갱생'에 불투하는 폐쇄적인 경제정책을 수정하여 경제력 발전을 이룩하고, 현대적 의료기술을 도입하는 획기적인 조치가 취해져야 할 것이다. 여기에는 남북한 간의 교류가 점차 활발해지고 있는 상황이므로, 남한의 발달된 선진의학기술을 수용하는 방안도 고려될 수 있을 것이다.

우리정부가 민족화합과 상호교류의 차원에서 한국의 발달된 의학기술을 북한에 제공하고, 한편으로는 동의학 등 북한의 연구성과를 수용하기 위해 남북한 의료기술교류를 제안하는 것도 바람직하다고 본다. 이러한 제안은

상호이익을 증진시키는 것일 뿐만 아니라 민족통일을 위한 상호이해의 폭을 넓히고 교류를 촉진시키는 좋은 방안이 될 것이다.

## I. 서 론

### 1. 연구의 목적

통일은 민족적 과제로서, 기필코 통일이 달성되어야 한다는 데 대해서는 이론이 있을 수 없다. 다행스럽게도 현재 소련, 동유럽 등에서 일어나고 있는 개방화물결과 세계적인 해빙의 분위기에 발맞추어 남북간에 정치적, 문화적 교류가 점차 빈번해질 조짐을 보이고 있어 한반도의 통일이 앞당겨 지리라는 희망을 갖게하고 있다.

이렇게 앞으로 통일을 위한 남북교류가 보다 활발해지면, 보건의료분야의 교류는 다른 분야보다 선차적으로 추진되리라고 생각된다. 왜냐하면 보건의료분야는 덜 이념적이고 인도주의적 요소를 많이 가지는 분야여서, 미국과 중국, 쿠바와의 교류의 예에서 보듯이 다른 분야에 앞서 교류가 이뤄지기 때문이다.

그러나 40여년간의 분단은 정치, 경제, 사회, 문화 등 사회생활의 전 분야에 걸쳐 남북한 간의 이질성을 크게 나타나게 하고 있으며, 이러한 사정은 보건의료 분야도 예외가 아니다. 남북한의 원활한 교류를 위해서는 이러한 문제점을 타개해야 할 것인 바, 이를 위해서는 북한의 실태를 정확히 파악하기 위한 기초 조사가 연구가 활발히 이루어져야 할 것이다.

더구나 북한의 의료기술에 대한 지식은 북한 보건의료 여타부분의 연구가 그나마 어느정도 이루어진데 비하여, 전혀 알려진 바가 없다.<sup>1)</sup> 보건의료체계가 다르고, 의료기술의 발전경로가 다르며, 의과대학의 교육내용도 상

1) 글레틀이 「남북한 보건의료 비교연구」(민중화 외, 국토통일원 1989), 「북한의 보건 의료제도 분석」(문옥분, 국토통일원, 1989) 등의 연구가 수행되었다.



이한 상황에서 이러한 지식의 결여는 목전에 닥친 남북한 간의 보건의료교류와 더 나아가 통일 후에 오는 여러문제들, 특히 국민의 건강 및 생명과 직결되는 보건의료분야의 통합 융화방안을 마련하는데 크나큰 장애가 된다.

그러므로 본 연구는 북한 보건의료기술의 전반적인 발전과정을 고찰하고 구체적으로는 의료기술을 발전시키기 위한 연구기관의 현황, 보건의료인력의 양성, 의료기술을 발전시키기 위한 장려정책, 그리고 의학교과서를 통한 실제적 임상기술수준의 파악 등이 분야에 관련된 지식과 정보를 체계적으로 집대성 하는 데 그 목적이 있다.

그리하여 본 연구는 활발해지고 있는 남북한간의 교류와 상호이해의 분위기속에서 앞으로 제기될 보건의료의 교류와 더나아가 후일 다가올 민족통일에 대비하여 북한 의료기술의 몰이해에서 비롯될 장애를 극복하기 위해 수행되었다. 이 연구가 모쪼록 당국의 전반적인 통일정책수립의 기초자료로서, 또한 민족의 보건향상을 위한 기초 연구로서, 그리고 향후 계속될 연구의 디딤돌로서 조금이나마 보탬이 되었으면 한다.

## 2. 연구 방법

상당한 정도로 북한의 자료가 개방되긴 했지만 아직도 본격적인 북한연구를 하기에는 제약이 많다. 더구나 현지방문을 통한 관찰연구방법 등이 가능해야 그 실상을 정확히 파악할 수 있는 의료기술의 연구는 더욱 어려울 수 밖에 없다. 특히 북한의 의학과학지식수준이나 보건의료인력의 실제 임상진료능력 및 기술의 숙련도는 현장확인 없이 측정하기가 거의 불가능하기 때문에 더욱 더 그러하다. 그러므로 이 연구는 처음부터 현장확인의 불가능이라는 난제를 안고 출발할 수 밖에 없었다.

따라서 본 연구는 현재 구득가능한 북한의 원서를 주로 분석하는 방법을 취하였다. 특히 북한 임상의료기술을 파악하기 위해서는 현재 취할 수 있는 거의 유일한 객관적 방법인 의학교과서의 내용분석을 시도하였다. 국내에서 구할 수 있는 북한의 의학교과서는 모두 40여종으로 주로 의학대학 학생

용 교과서이다. 교과서는 그 사회의 실태를 충실히 반영하는 것이 상례이므로 교과서를 분석하는 것은 어느정도 실태파악을 가능케 해 준다. 북한이 단순한 번역서가 아닌 자체의 교과서를 60년대 초반부터 발간하고 있다는 점과 그 교과서가 북한의 의료현실을 잘 반영하고 있다는 점을 고려하면 의학교과서를 분석하는 것은 큰 의미를 지닌다 하겠다.

북한 의료기술의 실상을 의학교과서가 충실히 반영하고 있다는 것은 여러가지 면에서 발견된다. 예를 들면 해부학에 있어서 인체의 구조를 기술할 때 북한인의 체형을 모델로 한다든지, 또 한 예로 뇌컴퓨터 단층촬영 기술의 경우 87년판 교과서 이전에는 환례에 대한 기술이 없다가 87년판 교과서에는 환례설명에 있는 점, 그리고 전신촬영용 C.T의 경우 87년판에도 환례의 소개를 하고있지 않다는 점 등 교과서가 그 당시 쓰이는 의료기술, 장비만을 설명하고 있는 것을 볼 수 있다(외과전서 3,1984, 외과전서7,1987).

한편으로 북한 의료기술의 발전과정, 발전정책, 발전진흥기관·제도 등에 대해서는 조선중앙연감 각년판 등의 북한자료와 국내외 자료를 널리 수집, 분석하는 방법을 취하였다.

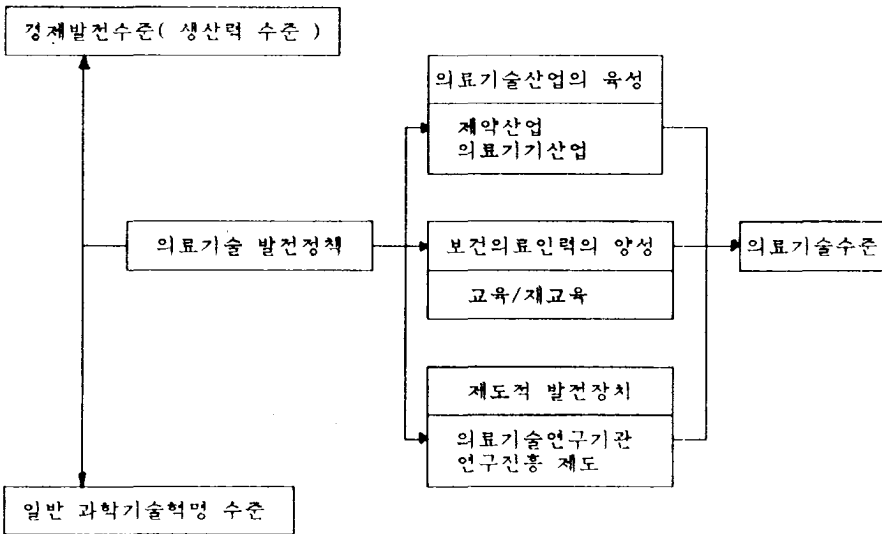
### 3. 연구의 틀

일반적으로 한 사회의 의료기술은 그 사회의 일반적인 경제발전 수준과 과학기술 혁명의 진척에 따라 발전의 정도가 결정된다. 생산력 수준이 낮은 경우 의료기술의 발전을 기대하기는 어렵다. 보건의료기술의 발전은 보통 경제발전으로 불절적 토대가 갖추어져야 가능한 것이다. 한편, 생산력의 발전이 어느정도 진행되면 편연적으로 과학기술혁명의 필요성이 제기된다.

즉 어느 수준에 다다르면 생산력의 발전은 한계에 부딪치게 되는데 이를 극복하는 유일한 무기가 과학기술혁명이 되는 것이다. 이에 따라 과학기술혁명이 이루어지고 이는 생산력의 발전을 가져온다. 의료기술의 발전은 전반적인 과학기술혁명의 일환으로 이루어지는 일반 과학기술혁명이 가져온 전반적인 생산력 발전의 토대하에 독자적 기술발전을 이루기도 한다.

이에 따라 의료기술을 적극적으로 발전시키려는 국가의 의식적인 노력, 즉 의료기술 발전정책을 폐쇄되는 데, 이는 자유방임을 전제로 하는 자본주의 국가에서도 마찬가지이다. 의료기술 발전정책은 크게 제도적 발전장치의 구축, 양질의 보건의료인력 양성, 의료산업 양성 분야에 간여하게 되고, 결국은 의료기술의 발전에 이바지하게 된다.

이러한 요인을 정리하면 그림 I-1과 같다.



[그림 I-1] 보건의료기술 발전의 제 요인

본 연구에서는 앞에서 설명한 요인들을 기본 틀로 북한의 의료기술을 분석하는데 적용하였다. 이에 따라 구체적으로 다음과 같은 내용을 분석하였다.

제 2 장에서는 북한의 사회주의 보건사업과 기술혁명, 의료기술의 발전정책을 유기적으로 분석하고, 북한 의료기술 발전정책의 특징을 살펴보았다.

제 3 장에서는 북한 의료기술의 발전과정을 세 단계로 나누어 통사적인 고찰을 시도하였고, 아울러 제약과 의료기구 산업의 육성과정을 살펴보았다.

제 4 장에서는 의료기술발전의 제도적 장치를 살폈는데, 구체적으로 보건 의료기술 연구기관의 현황 및 연구진흥제도의 실태를 분석하였다.

제 5 장에서는 보건인력의 기술수준을 알아보기 위해 교육과정, 교육기관, 교육장비 등 교육의 질을 살펴보고, 직무교육(On-the-job Training)에 대하여 고찰하였다.

제 6 장에서는 북한의 임상의료기술을 알아보기 위해 의학교과서 40여종을 임상 각과별로 분석하여, 그 실태를 파악할 수 있도록 하였다.

마지막으로 제 7 장 결론에서는 종합적인 측면에서 북한의 의료기술을 평가하였다.

## II. 북한의 사회주의 보건사업과 기술혁명, 의료기술 발전정책

### 1. 사회주의의 발전과 북한의 보건의료

사회주의는 흔히 자본주의사회에서 갓 태어났을 뿐 아직 모든 점에서 그 태내에서 불려받은 낡은 사회의 모반을 아직도 품에 지니고 있는 사회에 비유된다. 게다가 이미 사회주의 단계에서 새로운 생산관계를 확립했음에도 불구하고 사회주의적 노동은 그 내용과 성격이 공산주의적 노동과는 현저하게 차이가 있다. 사회주의 단계에서는 공업노동과 농업노동, 정신노동과 육체노동, 숙련노동과 비숙련노동 사이에 본질적인 차이가 있는 것이다.

이처럼 역사적 발전 단계로서의 차이가 존재하지만 사회주의와 공산주의는 공통된 유기적 통일성을 지니고 있다. 사회주의와 공산주의는 동일한 경제적 기초—생산수단의 사회적 소유—를 갖고 있으며, 노동은 자본주의적 조건 아래서와 같은 사적인 것으로부터 직접적이고 사회적인 것으로 전화하게 된다. 또한 양자는 사회적 생산을 사회 전 성원의 완전한 복지와 개인의 전면적 발달에 종속시키는 단일의 기본적 경제법칙이 작용하고 있다.<sup>2)</sup>

이에 Marx는 「고타강령비판」에서 공산주의적 구성체가 그 발전에 있어서 제 1의 낮은 단계—사회주의—와 제 2의 높은 단계—고유의 공산주의—를 경과한다는 것을 밝힌 바 있다.<sup>3)</sup>

이러한 사회주의 이행기에 보건의료가 차지하는 위상은 사회주의 이행양식에 따라 각기 다를 수 밖에 없다. 그 이전 단계의 생산양식이 무엇이었

2) L.I.아발킨 외(1989 : 58).

3) K.Marx, “고타강령비판”, K.Marx F.Engels(1988 : 173).

으며, 그에 따른 보건의료의 모습이 어떠한 형태였었는지가 사회주의 이행기의 보건의료를 결정하는 중요한 하나의 요소가 될 것이다. 그리고 이행전략 혹은 이행의 양식에 따라 사회주의의 지향이 달라질 것이므로 이행양식이 사회주의 이행기의 보건의료를 결정하는 또 다른 하나의 요소라고 할 수 있다. 그러나 이 두 요소는 서로 어느 정도의 연관성을 갖고 함께 맞물려 있다고 할 수 있다.

즉 사회주의 이행시 보건의료의 위상은 사회주의 이행을 경험하는 사회의 이전 생산양식에 의해 달라지는데, 현재 사회주의를 경험하고 있는 사회의 경우 대부분 전자본제적 사회에서 사회주의로의 이행을 경험하였기 때문에 생산력 수준이 매우 낮은 단계에서 사회주의 이행을 시도하게 이에 따라 된다. 제도 수립 과정에서는 소기의 성과가 달성되나 이러한 제도 수립 후의 발전단계에 이르게 되면 생산력 수준이 미약하여 내적 진통을 겪을 수 밖에 없다.

사회주의 이행을 위한 기본 전제들이 충분히 갖추어지지 않은 사회에서 보건의료의 모습은 노동력을 유지 보존하는 기능을 담보함으로써 부르조아 민주주의 혁명과 사회주의 혁명 과정에서 일차적으로 국유화 내지 전인민적 소유로 보건의료 서비스를 제공하는 모습을 띠게 된다. 이러한 측면에서 보건의료는 전인민의 노동력 보존이라는 내용을 바탕으로 생산력 발전의 기반을 마련한다. 따라서 혁명 초기에 국유화되는 것은 말할 나위도 없으며, 전인민적 소유를 지향하는 것으로서 외형상 국가의 계획과 통제아래 보건의료 서비스가 제공된다. 이 때의 보건의료 서비스 제공을 담당하는 기관에 대한 통제는 이행과정상 강압적 성격을 띠 수 밖에 없다. 그 이유는 사회주의 이행에서 전자본제적 생산관계를 철폐하고 새로운 사회질서를 구축함에 있어 필요한 노동력의 보존을 위하여 보건의료를 독자적으로 움직이도록 방지할 수 없기 때문이다. 특히 생산력 발전에 따른 생산관계의 변화 순으로 사회주의가 이루어진 것이 아니라, 생산력과는 무관하게 생산관계로서의 사회주의 이행을 시도할 경우 이러한 통제는 필연적일 수 밖에 없을 것으로 생각된다.

결국 사회주의 사회에서의 보건의료는 공산주의로의 발전을 위한 생산력 발전의 일환으로 노동자의 건강을 유지 보존하여야 하는 기능을 담당함으로써 그 자체가 노동력 제공의 남지자가 된다. 따라서 전인민적 소유와 국가적 통제 및 계획에 의해 운영된다.

그런데 이러한 모습을 갖추기 위한 내적 운동력은 고도의 생산력 발전이 뒷받침하지 않았을 때 그 추진력을 잃고 만다. 곧 사회의 전반적인 생산력이 떨어지고, 보건의료 분야의 과학기술수준이 낙후되어 있다면 사회주의 보건의료는 결국 실천할 수 없는 이상이 되고 마는 것이다.

북한의 보건의료는 민주주의혁명과 사회주의혁명을 실현하는 과정에서 그 모습을 바꾸어 왔다. 북한의 경우 만제만봉건민주주의 혁명의 과정에서 일제식민지 잔재를 완전히 청산하지 못하고 부분적으로 소상품생산 등의 유산을 공존시키면서 사회주의 생산관계를 도입하였다. 그 후 국가소유와 집단소유 등의 사회주의적 생산관계를 발전시켜 왔지만 전자본제적 생산력 수준에 머물고 있어 사회주의로의 생산양식이 완결되지 못하였다. 이 과정은 주로 생산수단의 소유 관계의 변화를 가져왔는데 보건의료의 경우에도 동일한 변화가 있어 초기에 사적 소유의 의료기관이 존재하다가 차후 국유화되거나 집단 소유로 전환되었다. 또한 보건서비스를 제공하는 기관외에 보건관련 산업으로서 제약산업과 의료기자재를 생산하는 부분에서도 동일한 변화가 이루어졌다. 그러나 이러한 과정을 거치면서 북한의 생산력 수준이 생산관계를 뒷받침하지 못했기 때문에 이를 극복하기 위한 과학기술혁명을 강조하게 되었다. 곧 보건의료에 있어서의 의료기자재와 약품 등의 생산이 뒷받침되지 않았을 때, 사회주의적 생산관계에 의한 보건의료 서비스의 제공을 포함하는 사회주의적 보건의료의 실현은 한계에 직면할 수 밖에 없었던 사정에서 의학과과학기술혁명을 강조하게 되었던 것이다.

## 2. 북한의 과학기술혁명과 보건사업

과학기술혁명은 사회주의적 생산관계하에서 생산력을 증대시키기 위해

절대적으로 중요하다. 특히 자본주의적 발전을 거치지 못한 후진국에서의 사회주의 혁명단계에서는 더더욱 그렇다.

북한과 같이 자본주의적 발전단계를 제대로 거치지 못한 뒤떨어진 농업 국가에서 생산수단을 사회화한 다음에 나서는 가장 중요하고도 어려운 과업은 과학기술혁명이었다.

“만일 우리나라가 자본주의적으로 발전된 나라였다고 하면 사회주의건설에서 기술혁명이 큰 문제로 나서지 않았을 것입니다. 발전된 자본주의 나라들에서는 오래전에 이미 산업혁명이 수행되고 공업화가 실현되어 사람들이 기계를 가지고 많은 재부를 생산하고 있습니다……. 어쨌든 자본주의하에서 기계기술이 상당한 정도로 발전한 것만은 사실입니다. 이러한 나라에서는 로동계급이 주권을 잡고 자본가들에게서 기계와 생산수단을 빼앗아내어 인민의 소유를 만들기만 하면 기술혁명문제는 비교적 쉽게 해결할 수 있습니다.

그러나 우리 나라와 같이 자본주의적 발전단계를 제대로 거치지 못한 뒤떨어진 농업국가에서는 인민이 주권을 잡고 생산수단을 사회화한 다음에는 기술혁명이 매우 중요하고도 어려운 과업으로 나서게 됩니다.”<sup>4)</sup>

또한 “기술혁명을 힘있게 벌여야 할 필요성은 현대 과학과 기술이 급속히 발전하고 사회생활과 발전에서 수행하는 그의 역할이 더욱 강화되고 있는 사정과도 관련되어”<sup>5)</sup> 있다.

이러한 과학기술혁명은 “인민대중의 창조적 능력의 성장과 사회발전에서 거대한 역할”을 한다.<sup>6)</sup> 과학의 구체적인 역할은 첫째, 생산력을 발전시켜 새사회건설에 필요한 물질기술적 토대를 마련하고 경제발전에서 큰 작용을

4) 김일성, 「기술혁명을 성과적으로 수행할데 대하여」-조선로동당 중앙위원회 전원회의에서 한 결론 1960년 8월 11일, 「우리나라의 과학기술을 발전시킬데 대하여」, 1986 : 73).

5) 북한 사회과학원 철학연구소(1988 : 104).

6) 북한 사회과학원 철학연구소(1988 : 104).



하게 되며 새로운 사회관계의 확립과 공고화에 이바지한다. 둘째, 물질문화적 재부를 늘리고 생산수단과 노동조건을 개선함으로써 사람들의 물질문화 생활과 노동생활을 유족하고 분명하게 하는 데 크게 이바지한다. 셋째, 나라의 정치, 경제, 군사적 위력을 강화하는 데에서 정치사상적, 물질기술적 담보를 마련하는 데 크게 작용하게 된다.” 따라서 과학을 “인민대중의 창조적 힘에 의거하여 끊임없이 빨리 발전시키는 것은 사회주의의 종국적 승리를 달성하기 위한 중요한 담보”<sup>7)</sup>로 간주되고 있다.

이에 따라 과학기술을 발전시키기 위한 노력을 기울여왔는데, 그 과제에 대하여 일찌기 다음과 같이 지적하고 있다.<sup>8)</sup>

첫째, 이론과 실천의 연계를 이루어야 한다고 하고있다. 즉, 과학연구기관들과 기술학교들은 생산에 대하여 적게 관심을 가지고 있다고 비판하며 과학자, 기술자들은 선진적생산혁신자들이 세운 노력적위훈과 고귀한 경험들을 일반화하여 그것을 광범한 대중속에 보급하여야 한다고 하였다.

둘째, 과학연구사업을 국가계획의 중요한 부분으로 인정하고 계획적으로 추진시키며 모든 가능성을 다 이용하여 그것을 유일한 국가적 목적에 복종시켜야 한다고 하였다. 즉, 과학연구사업이 국가적 계획으로 이루어져야 한다는 것을 강조한 것이다.

셋째, 국가적의의를 가지는 연구사업들을 원만히 진행하기 위하여 모든 성, 직속국들과 그 산하연구기관들과 여러 대학들이 서로 밀접한 연계를 가지며 서로 돕는 정신에서 집체적인 힘을 발휘하도록 하여야 한다고 하였다. 집체적인 연구를 강조한 것이다.

넷째, 배 과학자, 기술자들은 자기의 정치사상의식을 높여 국가와 인민에게 충실히 복무하는 입장에서 튼튼히 서야한다고 강조하였다.

7) 북한 사회과학원 철학연구소(1988 : 62).

8) 북한 사회과학원 철학연구소(1988 : 62).

9) 김일성, 「우리나라 과학을 발전시키기 위하여」, 1952.4.27., 「우리나라의 과학기술을 발전시킬데 대하여」(1988 : 6-26).

다섯째, 과학연구사업에서 얻은 성과는 그것이 아무리 적은것이라 할 지라도 그것을 곧 생활에 받아들이며 보급하여야 한다고 한다.

여섯째, 과학연구사업을 발전시키기 위하여 학계에서 비판을 장려하며 강화하여야 한다고 하고 있다.

일곱째, 과학자, 기술자들은 선진과학의 성과와 방법들을 적극 배우며 받아들여야 한다고 하고 있다.

마지막으로 전문가들의 실무수준을 높이는 문제를 들고있는데, 기술교육을 널리 조직하여야 하며 기능공과 기술자 양성사업을 강화하여야 하고, 여성들에게 전문기술을 가르쳐주며 기술을 전습시키는 사업을 벌리고, 기술일군들과 과학일군들의 재교육사업을 개선해야 한다고 강조하고 있다.

과학기술의 발전정책은 앞서 언급한 바와 같이 경제발전의 담보라는 인식하에 이루어졌는데 특히 1970년 11월에 열린 제 5 차 노동당 대회에서 ‘인민경제 발전 6개년 계획’(1971-1976)을 채택하고 이 계획의 목적을 “공업화의 성과를 강화, 발전시키고, 기술혁신을 새로운 높은 단계로 끌어올리며, 사회주의의 물질적, 기술적 토대를 한층 강고하게 하여 인민경제의 모든 부문에서 뼈를 짚는 힘든 노동으로부터 근로자를 해방시키에 있다”고 밝힌 이후 기술혁신을 더욱 강조하였다.<sup>10)</sup>

이러한 방침에 따라 북한은 과학기술혁명을 이룩하기 위한 노력을 기울여왔는데 기술혁명은 사상혁명, 문화혁명과 함께 3대혁명의 한 부분을 이루고 있을만큼 절대적인 과제로 되었다.

이와같이 과학기술혁명은 “인민경제의 주체화, 현대화, 과학화를 성과적으로 실현하는 데”<sup>11)</sup>서 주도적 역할을 하고 있다. 1980년의 노동당 제 6 차대

10) 高瀨淨(이남현 옮김), (1989 : 255).

11) 김일성, 「우리나라 과학기술을 발전시키기 위한 재일본조선인 과학자, 기술자들의 과업에 대하여」, 1979. 4. 13. ; 「우리나라의 과학기술을 발전시킬데 대하여」(1986 : 449).

회에서 한 김일성의 보고는 이를 명확히 보여주고 있다.<sup>12)</sup>

이에 의하면 “인민경제의 주체화, 현대화, 과학화는 사회주의, 공산주의 경제건설에서 일관하게 견지하여야 할 전략적보선”이라고 천명하고 있다.

또한 인민경제를 현대화한다는 것은 “뒤떨어진 기술을 선진기술로 개조하여 인민경제의 기술장비수준을 높인다는 것”을 말하는 것으로 “인민경제 현대화의 목표는 생산의 종합적 기계화, 자동화”에 있다고 하였다.

그리고 인민경제를 과학화한다는 것은 “과학기술을 발전시켜 모든 생산 부분의 생산과 경영활동을 새로운 과학적 토대위에 올려세운다는 것”을 말하는 것으로, 과학연구사업을 발전시키기 위하여서는 “국가적인 보장대책을 잘 세워야”하고, “과학연구사업을 강화하는 것과 함께 과학연구성과들을 제때에 생산에 받아들이는 것이 중요”하다고 강조하였다.

이처럼 과학기술혁명은 북한의 사회주의 경제제도를 발전시켜, 사회주의, 공산주의 사회를 건설하기 위한 두가지 요새, 즉 사상적 요새와 물질적, 기술적 요새 중 물질적, 기술적 요새를 담보하는 결정적 요인으로 파악되고 있는 것이다. 원만한 보건사업을 위해서는 전반적인 사회의 물질, 기술적 토대가 잘 갖추어져야 하고, 총체적인 과학기술혁명이 성공적으로 수행되는 동시에 의학과과학기술 자체가 발달하여야 한다는 점에서, 북한사회의 일반적인 과학기술수준의 발달은 보건사업의 성패를 좌우하는 중요한 요인이라고 할 것이다.

### 3. 의학과과학기술의 발전정책

의학과과학기술을 발전시키는 것은 총체적인 과학기술의 한 부분인 동시에 사람의 생명을 다루는 중요한 기술이라는 측면에서 중요시 되고 있다. 전반적인 물질, 기술적 토대의 구축과 함께 의학과과학기술을 발전시켜야 “치료에

12) 김일성, 조선로동당 제 6 차 대회에서 한 중앙위원회사업총화보고, 1980. 10. 10., 「우리나라의 과학기술을 발전시킬데 대하여」(1986 : 458-464).

방사업에서 나서는 모든 문제를 원만히 풀어나갈 수 있으며 보건사업을 높은 과학기술적 토대위에 올려세울 수”<sup>13</sup> 있기 때문이다.

북한의 의학과과학기술 발전정책의 특징은 다른 분야에서와 마찬가지로 ‘주체’를 강조하고 있다는 점이다.

“오늘 우리나라에서 과학발전의 기본방향은 첫째로 우리나라 인민경제의 발전에 절실히 필요하며 긴급하게 해결을 요구하는 문제들에 중심을 두며, 둘째로는 선진국가들에서 이미 거둔 과학기술의 성과를 우리나라의 구체적인 형편에 맞게 받아들이기 위한 방도를 연구하는데 있습니다.”<sup>14</sup>

곧 과학연구사업에서 “주체를 철저히 세워”, 혁명과 건설에 의학과과학기술을 효과적으로 이바지하게 하기 위해서는, 북한의 “현실이 제기하는 절실한 문제를 푸는데 기본을 두면서 선진과학기술을 받아들이기 위한 문제를 풀어나가야”한다는 것이다.<sup>15</sup>

이러한 기본원칙하에 구체적인 방안을 세워 의학과과학기술을 발전시키고 있는데, 이것은 1985년 전국보건일군대회 참가자들에게 보낸 김정일의 서한 “보건사업을 더욱 개선강화할데 대하여”에 잘 정리되어 있다.<sup>16</sup>

첫째, “현시기 의학과과학기술을 발전시키는데서 중요한 것은 보건사업에서 절박하게 나르고 있는 과학기술적 문제를 푸는데 힘을 집중하는 것”이다. 즉 주민들의 건강상태와 유병률 동태, 위생역학상태 등 보건현실과 약초자원과 제약실태 등 보건사업발전에 유효하게 쓸 수 있는 자원을 먼저 조사연구한 다음, 유병률과 사망율이 높은 질병을 막으며 동의학을 과학화하고, 동의학과 신의학을 옹계 배합하며, 공해를 미리 막으며 의약품과 의료기구의 가지수를 늘이고 그 질을 높이기 위한 연구사업에 힘을 넣으면서

13. 김정일, 「보건사업을 더욱 개선강화할데 대하여」-전국보건일군대회 참가자들에게 보낸 서한, 1985년 4월 21일; 조선중앙연감(1986:95).

14. 김일성저작선집(2권:218)

15. 조선보건사(1981:599).

16. 김정일, 「보건사업을 더욱 개선강화할데 대하여」-전국보건일군대회 참가자들에게 보낸 서한, 1985년 4월 21일; 조선중앙연감(1986:95-96).

기초의학을 발전시키기 위한 연구사업을 전망성있게 추진하는 것이다. 그리고 의학과학의 새로운 분야를 개척하며 최신과학기술의 성과를 치료예방사업에 받아들이기 위한 사업을 힘있게 벌리는 것과 함께 보건기관의 경영활동을 과학화하기 위한 연구사업도 잘 하여야 한다는 것이다.

둘째, “과학기술발전계획을 바로세우고 이김없이 집행하는 강한 규율을 세워야”한다. 이르기 위해서는 의학과학연구기관과 치료예방기관에서는 자체의 과학기술역량을 옹기 타산한테 기초하여 치료예방사업의 실천적 요구와 의학과학기술발전의 세계적 추세에 맞게 과학기술발전계획을 세우고 그 때마다 과학연구사업을 목적 지향성있게 해나가야 한다고 하고 있다.

셋째, “의학과학기술발전계획을 바로 세우는 것과 함께 그것을 집행하기 위한 조직사업을 짜고 들어야”한다. 이를 위해서는 의학과학연구기관과 치료예방기관에서는 의학부문 과학자, 기술자들의 준비정도와 능력에 맞게 연구과제를 똑똑히 주고 연구조건을 충분히 보장해주며 연구사업정형을 정상적으로 상악통제하여야 하고, 의학과학부문에서 당면하게 풀어야 할 중요한 연구대상에 대하여서는 우수한 의학부문 과학자, 기술자들과 연구수단을 집중하며 연구소들 사이의 협동을 잘하여 제때에 풀어나가야 하는 것이다.

넷째, “의학부문 과학자, 기술자들의 책임성과 역할을 높이는 것은 의학과학기술을 발전시키기 위한 중요한 방도의 하나”이다. 의학과학기술을 발전시키나가는데서 주인은 어디까지나 의학부문 과학자, 기술자이므로 의학부문 과학자, 기술자들은 당과 혁명 앞에 지닌 무거운 책임을 깊이 자각하고 의학과학기술을 발전시키기 위하여 적극 투쟁하여야 함과 동시에 과학연구사업에서 주체를 철저히 세워 구체적 실정에 맞는 가치있는 과학기술의 문제를 많이 연구해 내어야 한다는 것이다.

다섯째, “의학부문 과학자, 기술자들이 과학연구사업을 신속하게 하려면 자질을 높이고 현실속에 깊이 들어가야”한다. 이에따라 의학부문 과학자, 기술자들은 혁명적 학습기풍을 세워 당의 보건정책으로 무장하며 전문분야에 대한 깊은 지식과 과학연구사업의 옳은 방법론을 소유하여야 하며 연구

소 울타리안에서 맴돌지 말고 치료예방기관에 자주나가 현실속에서 배우며 보건일군들과 합심하여 과학기술적 문제를 풀어나가야 한다고 강조하고 있다.

여섯째, “의학과과학기술을 발전시키기 위하여서는 의학과학연구기지를 튼튼히 꾸리며 과학적 잠재력을 최대한으로 동원하여야”한다. 이를 위해서는 국가적 투자를 늘여 의학과학 연구기관들에 현대적인 시험설비와 실험기구를 충분히 대주어 의학과학원을 비롯한 의학과학연구기관들을 믿음직한 과학연구기지로 꾸려야 하겠으며, 의학과과학기술의 발전추세에 따라 새로운 전문연구소를 더 내오고 의학과학역량이 준비되어있는 지방에 의학과학원분원을 내오는 등의 노력을 기울여야 한다고 한다. 또한 과학적 잠재력을 최대한으로 동원하기 위하여 의학대학들과 치료예방기관 들에서 본래의 사업을 하면서 의학과학을 연구할 수 있는 일군들을 최대한으로 동원하여 그들이 나라의 의학과과학기술을 발전시키는데서 한몫 단단히 하도록 하여야 하고, 특히 의학부문 과학자, 기술자 후비로 자라나고 있는 20대, 30대의 청년 인테리들을 과학연구사업에 널리 망라시켜 그들이 가치있는 과학기술적 문제를 많이 연구해 내도록 하여야 한다는 것이다. 이와함께 의학과학연구사업에 대한 통일적인 지도체계를 세우고 분산되어 있는 의학과학역량과 연구시설들을 통합조절하여 효과적인 과학연구사업을 수행하여야 한다고 강조한다.

일곱째, “의학과과학기술을 발전시키기 위하여서는 사회주의 나라들과 제 3 세계 나라들을 비롯한 세계 여러나라들과의 의학과과학기술 교류사업과 통보사업을 강화하여야”한다. 곧 의학과학연구사업에서 주체를 세우기 위한 투쟁을 힘있게 벌리면서 다른 나라들과의 의학과과학기술 교류사업과 통보사업을 더욱 발전시켜 나가야 하는데, 이를 위해서는 선진 사회주의 나라들에서 유능한 의학자들과 의사들을 데려다 의학대학들에서 강의도 하게 하고 의학부문 과학자, 기술자들과 의학대학 교원들에게 강습도 하게 하며, 의학자와 보건일군들을 외국에 파견하고, 유학생의 파견을 통해 선진 의학과과학기술을 많이 배워오게 하여야 한다고 하고 있다. 또한 의학과학연구부문에

다른나라의 선진과학기술자료를 연구하고 통보하는 연구소 같은 것을 내고 거기에서 세계 여러나라들의 의학과과학기술에 대한 자료를 체계적으로 수집하여 통보해 주도록 하여야 하고, 분과별 의학잡지와 의학과과학기술 통보자료 같은 것도 많이 출판하여 의학과기술분야에서 이룩한 새로운 연구성과를 제때에 보급하고 일반화하여야 한다고 강조한다.

이와같이 북한은 구체적인 문제의식을 강조하며, 국가의 계획적인 발전 정책으로 의학과과학기술을 발전시키려고 노력하고 있다.

### Ⅲ. 의료기술의 발전과정과 의료산업의 육성

북한 사회주의 건설과정이 시기구분에는 여러가지 기준이 적용되고 있는데, 김일성은 1973년 ‘조선민주주의 인민공화국’ 건국 25주년 기념식에서 발전단계를 인민민주주의 개혁기(1945-48), 사회주의 개혁기(1953-56), 사회주의 혁명기(1957-60), 그리고 사회주의 건설기(1960-70)로 나눈 바 있다.<sup>17)</sup> 본 연구에서는 조선보건사(1981)와 인민보건사업경험(1986)의 보건 의료 발전단계와 위의 시대구분을 결합하여, 먼저 인민민주주의 개혁기와 사회주의 개혁기를 합쳐 민주주의적 보건제도기로, 사회주의 혁명기와 사회주의 건설기를 사회주의 보건제도 수립기, 그리고 1970년대 이후를 사회주의 보건제도 공고발전기로 나누어 의료기술과 산업의 육성과정을 전반적인 경제발전정책과 보건사업의 발전, 그리고 전반적인 과학기술혁명정책과 관련지어 서술하도록 한다.

#### 1. 민주주의 보건제도 시기(1945-1956)

북한은 1946년 중앙정권기관으로서 북조선임시인민위원회를 조직하고 20 개정강을 발표하여 이에 의거 “북조선에서 반제반봉건적 민주혁명을 완수하고 인민민주주의 제도를 확립함으로써 북조선을 강력한 혁명적 민주기지로 전변”시키기 위해 개혁을 실시하였다.<sup>18)</sup> 이에 따라 토지개혁과 농업부문의 사회화, 중요산업의 국유화와 함께 사회주의의 계획적 발전이 추진되었다.

17) 김일평(1987 : 21).

18) 한국역사연구회(1989 : 375).



이에 따라 일련의 계획적인 경제발전이 추진되어 1947년과 1948년에는 각각 1년간의 국민경제 계획을 수행하였고, 1949년부터 2개년계획에 착수했지만 한국전쟁에 의해 중단되고, 전후 경제건설기를 맞는다. 1954년부터는 ‘경제부흥 3개년계획’(1954-1956)이 시작되고, 복구와 자립경제의 기초를 다지기 시작한다. 이의 추진방법은 중공업의 우선적 발전을 보장하면서, 경공업과 농업을 동시에 발전시킨다는 노선에 입각하였다.

복구건설과정이 1956년에 완성되었을 때 두가지 큰 변화가 일어났다. 즉 식민지 경제체계에서 민족경제 체계로의 변화와 개인 농경영의 협동화, 사영 상공업의 집단화라는 체제혁명 즉 사회주의적 개조가 현저히 진행되었던 것이다.<sup>19)</sup>

이에따라 이 시기 보건제도의 성격은 생산관계와 계급구조의 사회주의적 개조과정과 발맞춰 자본주의적 요소와 사회주의적 요소가 일시적으로 공존해야 하는 상황을 반영하고 있는 ‘민주주의적 보건제도’였다.

이 시기의 보건사업 발전의 기본방향은 “일제 식민지 보건의 잔재를 철저히 청산하고 보건의 민주화를 실현함으로써 광범한 근로인민 대중에게 복무하는 민주주의적 보건제도를 세우는 것”<sup>20)</sup>이었다. 이러한 보건사업의 민주화와 민주주의적 보건제도 확립의 기본 목적은 노동계급을 비롯한 근로자들의 건강을 증진시켜 민족경제를 부흥·발전시키며 사회주의 혁명의 투쟁을 고취하여 생산관계의 사회주의화를 촉진하고 북한의 혁명적 민주기치 건설을 고무하며 남한 대중들에게도 혁명적 영향을 미치는데 있었다. 전쟁 시기에는 전쟁의 승리를 위한 인민군과 후방 근로자들의 생명과 건강을 보호하는데 목표를 두었으며, 전후 복구시에는 전쟁으로 인한 민심의 동요를 진정시키는 한편, 정부흥의 목적아래 노동자들의 건강을 보호하는데 중점이 주어졌다.

인민정권은 “우선 국가병원수를 늘리며 개인개업의 제도에 기초한 일제 식

19) 高瀨淨(이남현 옮김), (1988 : 243-245).

20) 조선보건사(1981 : 415).

민지 보건잔재를 청산하고 인민의 건강을 국가가 책임지는 국가적인 보건 사업체계를 세우는 것을 중요한 과업으로 내세웠다. 이와 함께 일제통치의 악독한 후과의 하나인 전염병을 근절함으로써 나라의 위생상태를 근본적으로 개선하며 노동자, 사무원들에게 사회보험제를 실시하고 도시와 농촌의 가난한 인민들을 무료로 치료하여…… 광범한 근로자들에게 의료봉사에 대한 권리를 보장하여 주는 것을 중요과업으로 내세웠다.”<sup>21)</sup>

그러나 국가운영의 보건체계가 미비하였던 당시의 상황으로서는 사적 의료기관과 일제하에서 교육받은 인텔리인 의료인력의 존재를 인정하지 않을 수 없었으므로, 자본주의적 요소와 사회주의적 요소를 공존시키면서 전자를 점차 인민정권의 강압과 통제아래 소멸시켜 나가야 했다. 이에 따라 “국가보건기관수를 빨리 늘이고 개인의사들을 교양개조하여 점차적으로 국가기관에 받아들여도록하는 조치를 취하였고”<sup>22)</sup>, 무상치료제 실시의 첫단계로서 사회보험법에 의한 무상치료제를 노동자, 사무원 및 그 부양가족에 대해 우선 실시하다가 점차 그 범위를 넓혀 나가 1953년을 기해 전반적인 무상치료제를 실시하였다. 이러한 보건사업정책에 맞추어 의학과학기술 발전정책이 시행되었는데 그당시의 의약품과 의료기구 생산부문을 보면, 부족한 의약품과 의료기구의 생산에 상당한 노력을 기울였으나 당시의 제약공업의 토대는 미약하여 필요로 하는 양을 충분히 생산, 공급하지 못하는 실정이었다.<sup>23)</sup> 그리하여 1946년 2월 북조선임시인민위원회내에 조직된 보건국에서는 동년 3월 「제약허가규정」을 발표하여 의약품의 법적허가규정을 제정하였고 1947년에는 국영제약공장을 창설하기 위한 방침을 내놓아 제약공장건설에 주력한 결과 소정의 성과를 거두었다고 한다.<sup>24)</sup> 보건의료기술산업의 국영화가 시작된 셈이다.

21) 인민보건사업경험(1986 : 6-7).

22) 인민보건사업경험(1986 : 9).

23) 조선보건사(1981 : 455).

24) 조선보건사(1981 : 457).

또한 1949-1950년 의약품 생산계획으로 국영제약공업의 토대를 다지는 한편 이 시기에 평양의료기구공장을 세워 40여종의 의료기구도 생산하는 등의 노력을 통하여 의약품 유통과정에서 자본주의적 요소를 배제하고 사회화과정을 꾸준히 추진해 나갔다. 그후, 한국전쟁 시기에는 전반적 부상치료제 실시 방침과 더불어 전쟁의 영향으로 의약품 생산량은 1946년에 비하여 1953년에 15배로 증가하였다.<sup>25)</sup> 초창기의 국영의료산업은 이처럼 목표를 초과달성 하면서 급속도로 발전하기 시작한 셈이다.

전후 복구시기에는 근로자들의 생산력을 강화하고 경제건설에 박차를 가할 수 있는 노동력을 확보한다는 인민보건사업의 기본방침하에 제약공장들이 전반적으로 복구 확장되고 생산이 추진되어 보건성 의약품 공업관리국 산하의 생산실적이 전쟁전에 비하여 7배로 높아졌다고 한다.<sup>26)</sup> 전후 극도로 피폐해진 북한경제를 감안할때 이 정도로 국영의료산업의 생산실적이 증가하였다는 것은 이 부문에 대한 그당시 투자 우선순위가 그만큼 높았음을 시사해주고 있다.

그리고 의학과학기술을 발전시키기 위하여 의학연구기관들이 조직되었는데, 보건사업에서 가장 절박하게 제기되는 의학과학기술적 문제를 풀기 위한 부문의 연구기관부터 설립되었다. 이시기의 가장 절실한 문제는 각종 전염병에 대한 방역대책과 의약품의 공급을 증강하고 노동 및 생활환경을 위생적으로 관리하는 예방사업을 강화하는 것이었으므로 이에따라 1946년에 첫 의학연구소인 서북방역연구소가 조직되었고, 1947년 8월에는 북조선 약품 및 위생연구소가 조직되었다. 이어 1948년에는 약품 및 위생연구소를 각각 약품연구소와 위생연구소로 분리시켜 독립적으로 발전시키는 한편 1949년에 산업의학연구소를 설립하였다.<sup>27)</sup>

한편으로 의학자들과 의사, 약제사들의 자질을 높여 연구사업을 진행하도록 하였다. 이를 위해 강습소를 조직하고 의사들을 재교육하였는데 평양

25) 조선보건사(1981 : 514).

26) 조선보건사(1981 : 544).

27) 조선보건사(1981 : 466).

시 보건부가 시내보건일꾼들의 기술향상을 위하여 1947년 11월 전문과별 임상분과위원회를 조직하고 1개월에 1번씩 기술강습을 하며 1년에 2차례씩 종합연구회를 조직한 것은 그 대표적인 예이다.<sup>28)</sup>

특히 전시에는 군진의학이 급속히 발전하여 복잡한 여러가지 전쟁외상과 세균, 화학전에서 비롯되는 의료문제를 풀기위한 의학과학부문이 발달하였다. 예로서 두부외과 부문에서는 “총알이 뚫고나간 머리상처를 단번에 꿰매거나 경뇌막을 성형하는 방법으로 상처를 막는 치료방법을 창안”했으며, 확대개흉술을 창안했다고 한다. 이밖에 화기성물질치료, 외상성 쇼크의 예방치료, 화상치료 등에서 발전이 있었다고 한다.<sup>29)</sup>

1955년 “사상사업에서 교조주의와 형식주의를 퇴치하고 주체를 확립할데 대하여”가 발표되면서, 의학, 보건사업 분야에서도 주체를 세우기 위한 운동이 벌어졌는데 이는 ‘주체의학’의 발전을 의미하는 것이었다. 이에따라 의학교육내용에 대한 검열이 벌어졌는데 다음과 같은 식이었다.

“조선사람의 체격과 체질이 외국사람과 차이가 많음에도 불구하고 외국 사람의 기준치로 교육함으로써 조선사람의 체격이나 체질로서는 병이 아닌 것도 병이라고 하는가 하면 우리 나라에는 없고 외국에만 있는 질병에 대하여 많은 시간을 들여 가르치고 있으나 우리 나라에서 문제로 되는 「극산병」이나 「지스토마」같은 질병들은 외국책에 없다고 하여 가르치지 않고 있었다.”<sup>30)</sup>

이에따라 교육내용의 개편이 이루어졌으며, 이것은 당의 정책을 잘 모르는 보건일꾼들에 의해 저질러진 일이라 하여 의학교육에서 사회과학교육을 강화한 계기가 되기도 하였고 의학기술분야에서 주체성을 회복하는 계기가 되었다.

28) 조선보건사(1981 : 468).

29) 조선보건사(1981 : 533).

30) 조선보건사(1981 : 560).

## 2. 사회주의 보건제도 수립기(1957-1970)

이 시기는 경제, 사회구조의 사회화와 더불어 보건부문에서의 민간부문이 소멸함으로써 국가에 의한 단일의 통일된 보건의료체계를 확립한 사회주의 보건제도의 수립기였다.

사회·경제구조의 혁명적 변화는 농업과 공업의 사회화가 완성된 1985년에 구체화되었다. 사회주의적 공업화의 기초를 축성하며 인민들의 의식주 문제를 기본적으로 해결하기 위한 5개년계획의 기본 과업과 “기술혁명과 문화혁명을 실현하여 현대적 공업과 발전된 농업을 가진 사회주의적 공업국가로 전변시키며 인민들의 물질문화 생활수준을 획기적으로 향상시키려는”(제4차 당대회 결정서) 7개년 계획의 기본 과업에 따라 1957년부터 시작된 제1차 5개년 계획과 1960년대의 7개년 계획은 생산관계를 사회주의적으로 개조하는 것과 함께 사회주의의 완전한 승리를 달성하기 위하여 물리적·기술적 토대를 축성·강화하기 위한 담보였다.

이 과정에서 기술·문화·사상의 3대혁명을 전개하였는데, 기술혁명은 중공업을 우선으로하여 공업의 부분적인 기계화로부터 전체의 기계화와 자동화로 나아가는 점진적 노선을 취하였으며 농촌지역의 기술혁명에는 농업의 화학화, 기계화, 전력화 및 관개화 계획이 포함되었다. 문화혁명은 기술혁명과 밀접하게 추진되었는데, 낡은 사회적·정신적 속박으로부터 인민을 해방시키고 그들을 노동계급의 이념으로 부상시키며 새로운 사회주의 문화의 창조를 통해 문화생활을 섭취하고 개선함으로써 그들의 지적·정신적 생활수준을 향상시키는데 있었다. 사상혁명은 교조주의, 형식주의, 가족주의, 그리고 사대주의를 제거하여 주체사상을 확립하기 위한 것으로, 새로운 것과 낡은 것, 무단한 개혁사상과 보수주의, 집단주의와 개인주의 사이의 모순을 해결하기 위한 것이었다.

사회주의 공업화를 이룩하기 위한 문화혁명 및 기술혁명을 결합시킨 천리마운동이 대중동원의 핵심으로 채택되었는데, 이는 사회주의 경쟁운동으로 공업과 농업 양면에서 생산력을 높인 목적으로 노동력을 동원하고, 그것

을 조직하기 위해 시작되었지만 이후 상업, 교육, 보건, 과학, 문화, 예술 등의 분야로 급속히 확산되어 노동자들을 공산주의 사상으로 교양·개조하는 당의 총노선으로까지 격상되었다.

북한은 이러한 사회·경제구조의 사회주의적 개조에 따라 민주보건제도를 더욱 공공히 하면서 그것을 점차 사회주의 보건제도로 발전시켜 나갔다. 민주주의적 보건제도를 사회주의 보건제도로 공고 발전시키는데 있어서 중요한 문제는 개인병원, 개인의사들을 사회주의적으로 개조하고 사회주의적 보건사업체계를 최종적으로 완성하며 무상치료제를 보다 완전한 것으로 발전시키는 것이었다.

그리하여 민간부분의 개인의사와 개인병원의 사회주의화가 완료된 1958년 이후에는 사회주의 보건제도를 발전시키는 것이 목표였는데 구체적으로는 시·군 인민병원과 리진료소를 늘리고, 의사담당구역제를 실시하며, 전문병원과 요양소의 서비스를 강화하고, 집단적인 어린이 보육교양사업을 개선 강화하며, 보건사업에서 예방의학적 방침을 확고히 견지하는 한편, 도시와 농촌에서 위생 방역사업을 전개하는 것이었다.

한편으로는 보건인력에 대한 사상교양의 강화와 노동계급화가 추진되었는데, 이는 보건의료의 전문주의적 균위주의를 불식하고 부르조아적 경향을 타파하기 위한 것이었다. 이러한 사상투쟁은 곧바로 천리마운동과 밀접하게 결부되어 ‘정성운동’으로 발전하게 되었는데, 이것은 “보건부문에서 인간개조와 보건사업의 발전을 유기적으로 결합시켜 새로운 기적과 성과를 끊임없이 창조해 나갈 수 있게 하는 사회주의 보건발전의 힘있는 추동력이었으며 보건일군들을 새로운 기적과 위훈으로 부르는 대중적 혁신운동이었다”고 한다.<sup>31)</sup>

이와 함께 전인민적인 위생문화운동이 예방의학방침과 결합되어 전개되었다. 보건위생사업은 낡은 사회가 남겨놓은 비문화적이고 비위생적인 생활관습을 청산하는 문화혁명의 한 부분으로 추진되었다.

31) 조선보건사(1981 : 598).

이러한 보건사업의 발전에 맞추어 의학과과학기술의 발전도 이루어졌는데, 이시기의 당면과제는 지스토마를 비롯한 토질병과 일부전염병을 근절하기 위한 과학기술적 문제를 푸는 것과 근로자들의 일시적 노동능력 상실과 이환율이 높은 질병과 투쟁을 강화하는 일이었다.<sup>32)</sup> 이에 따라 위생연구소가 강화되었으며 산업성 유해인자들을 제거하기 위한 위생공학적 대책을 세울 수 있는 위생학부분의 연구사업이 강화되었다. 한편, 디스토마와 일부 북부 산악지방에 토착되어 있던 지방병을 없애기 위한 연구사업이 전개되었고, 홍역을 비롯한 일련의 전염병예방약에 대한 연구를 심화시켜 나갔다. 그리하여 1964년에는 홍역예방약과 일본뇌염 예방약의 생산연구가 완성되었다고<sup>33)</sup> 한다.

이와함께 약학부분의 연구사업이 강화되었는데, 페니실린과 항생제를 대량생산하기 위한 연구가 벌여졌고, 약학연구소의 사업이 강화되었다. 또한 이시기에 동의학에 대한 연구사업을 강화하였는데 이에 따라 국가동의치료 예방기관들과 협동기관들을 설립하여 모든 동의사들을 국가기관에 포괄하였다. 동의학과 신의학의 배합이 강조되었으며, 동의고전과 동의인상 및 동약에 대한 연구사업들이 진행되었고, 널리 민간요법이 수집되었다. 동의학을 과학화시키기 위한 연구가 이루어져, 치핵, 치루, 임파선결핵, 골결핵 등의 치료에서 동의학적방법이 널리 이용되었다고<sup>34)</sup> 한다.

한편으로 의학과학연구사업이 확대, 강화됨에 따라 통일적인 지도체계를 세울필요가 제기되어 1958년 과학원에 속해있던 의학학연구소와 약초원의 연구과제와 기구성원 등 일체를 보건성에 넘기도록 하였고, 이어 의학과학

32) 조선보건사(1981 : 599).

33) 80년대 후반에 북한에서는 홍역으로 추정되는 괴질이 대규모로 발생하였다. 이러한 사실은 채코동지에서 수학하다가 귀순해온 의학도들에 의하여 확인되었다.

34) 조선보건사(1981 : 624) : 북한에서는 80년대 후반에 홍역이 크게 유행한 것으로 알려졌다. 북한에서 홍역예방약의 자체생산이 1964년부터 시작된 사실로 미루어 볼때 이러한 유행은 예방약 자체의 결함이 있는 것으로 보아야 할 것이다.

연구 및 의학과학 간부양성사업을 통일적으로 진행할 목적으로 보건성산하의 미생물연구소, 의약학연구소, 위생연구소, 약품분석검사소 및 약초원을 통합하여 의학과학연구원을 창설하도록 하였다.<sup>35)</sup> 그후 1961년부터 1966년 사이에 동의학연구소, 산업의학연구소, 영양위생연구소, 보건조직학연구소, 실험의학연구소, 방사선의학연구소와 평양의학대학에 위생연구소, 약학연구소, 의학연구소가 설립되었다. 또한 1963년에 종전의 의학과학연구원을 발전시켜 조선의학과학원을 창립하였다.<sup>36)</sup>

기초의학분야에서는 북한주민의 정상치와 병적기준치들이 널리 연구되고 방사성동위원소 등을 의학부문에 적용시키며, 세포학, 바이러스학 등을 새롭게 발전시켰다.<sup>37)</sup>

1967년 “제약공업과 의료기구공업을 발전시킬데 대하여”가 발표되면서 약과 의료기구의 수요를 충족시키지 못하고 있는 형편을 강조하며, 자립적인 제약의료기구공업을 건설하기 위한 정책을 시행하였다.

“제약공업과 의료기구공업을 빨리 발전시키기 위하여 필요한 제약설비들과 의료기구생산설비들을 사들여다 제약 및 의료기구 공업기지를 튼튼히 꾸려야 하겠습니까. 그리고 화학공업부문 일군들과 과학자들이 제약공업과 의료기구공업을 적극 도와주며 기계공업부문에서도 적극적으로 지원하여야 하겠습니까.”<sup>38)</sup>

이에따라 제약공장의 확장이 이루어졌으며 한편 각 부문의 공장, 기업소들에서도 제약 및 의료기구 직장 또는 작업반을 꾸리고 공장의 중간제품과 부산물들을 이용하여 약과 의료기구를 만드는 조치가 취하여졌다.<sup>39)</sup>

35) 조선보건사(1981 : 601).

36) 조선보건사(1981 : 622).

37) 조선보건사(1981 : 624).

38) 김일성, 「보건위생사업을 발전시키기 위하여」; 조선보건사 1981 : 634.

39) 조선보건사(1981 : 633).



### 3. 사회주의 보건제도 공고발전기(1971-현재)

70년대 이후는 60년대에 달성된 사회주의 공업화의 성과를 토대로 사회주의의 완전한 승리, 곧 부계급사회 건설의 바탕이 되는 물질적·기술적 토대와 사상문화적 기반을 구축하기 위해서 3대 기술혁명을 계속 추진한 시기이다.

사회주의 헌법에 따르면 사회주의체제는 이미 “계급적 대립과 인간에 의한 인간의 온갖 착취와 압박이 영원히 없어지”(사회주의 헌법 제 6 조) 수립되었으나, 사회주의의 완전한 승리는 “도시와 농촌의 차이, 노동계급과 농민의 계급적 차이”(사회주의 헌법 제 26 조)가 남아있어 아직 성취되지 않았다는 것이다. 따라서 “중로동과 경로동의 차이, 농업로동과 공업로동의 차이를 없애고 근로자들을 힘든 노동에서 해방하며 육체로동과 정신로동의 차이를”(사회주의 헌법 제 25 조) 줄이기 위하여 기술혁명을 수행하는 등 “사회주의의 완전한 승리”(사회주의 헌법 제 5 조)를 위하여 계속 투쟁해야 한다고 밝히고 있다<sup>40)</sup> 한다.

이에 따라 1960년대의 중공업 우선정책은 70년의 공업화의 성과를 바탕으로 공업과 농업, 도시와 농촌간의 격차를 줄이며, 인민경제의 균형발전을 도모하는 정책으로 전환하게 되었다.

“우리 당은 사회주의 공업화의 성과에 토대하여 중로동과 경로동의 차이, 농업로동과 공업로동의 차이를 훨씬 줄이며 녀성들을 가정일의 무거운 부담에서 해방하기 위한 투쟁을 힘있게 벌임으로써 근로자들을 힘든 노동에서 해방하고 그들의 노동조건을 개선하는데서 커다란 진전을 이룩하였습니다.”(김일성, 조선노동당 제 6 차대회에서 한 중앙위원회 사업총화보고, 11쪽)

이와함께 정공업과 소비생활의 향상이 더욱 강조되고 있다.

“인민생활을 끊임없이 높이는 것은 우리당 활동의 최고 원칙이며 1980년

40) 조선중앙연감(1976 : 1-2).

대에 우리 앞에 나선 가장 중요한 과업의 하나입니다.…… 인민생활을 빨리 높이기 위해서는 경공업발전에 큰 힘을 넣어 인민소비품생산에서 일대 전변을 가져와야 합니다.”(김일성, 조선노동당 제 6 차대회에서 한 중앙위원회 사업총화보고, 60쪽)

보건의료정책도 이러한 기조에 따라 발전정책의 결과로 나타난 도시와 농촌간의 보건의료서비스의 불균형을 해소하기 위한 방향, 결국은 사회주의 보건제도를 공고 발전시키는데 역점을 두었다.

“인민보건사업을 더욱 발전시켜… 특히 군병원들을 잘 꾸리고 농촌녀성들을 위한 산원시설을 강화하며 농촌리의 진료소들을 병원화하고 모든 리에 아동병원을 꾸려 농촌주민들에 대한 의료봉사사업을 결정적으로 개선하도록 하여야 겠습니다.”<sup>41)</sup>

이에따라 보건사업은 구체적으로 예방의학과 대중참여를 원칙으로 하여 위생방역사업 강화, 의사담당구역제의 완전실시, 제약공업과 의료기구 생산제고, 의료기관의 확충, 치료사업의 강화, 동의학 과학화 등으로 나타났다.

예방의학의 강조로 전염병예방 연구사업이 활발하게 벌어져 결핵퇴치운동이 벌어졌으며 유행성간염을 없애기 위해서 간염연구소가 설립되었다.<sup>42)</sup>

1971년 노동당중앙위원회 제 5 기 제 2 차 전원확대회에서 “지금 보건사업에서 부족한 점은 보건사업의 과학기술수준이 낮은것”<sup>43)</sup>이라는 토로에서 나타나듯이 노동당 제 5 차 대회가 제시한 보건부문의 과업을 수행하는데 있어서 중요한 문제는 보건사업의 과학기술수준을 결정적으로 높이는 것이었다.

이시기 의학과학부문에는 유해노동을 무해화하는데서 나서는 위생학적 문제, 농촌경리의 화학화, 기계화에 따른 농업노동위생학적 문제, 녀성들

41) 김일성저작선집(제 5 권 : 418).

42) 조선보건사(1981 : 644).

43) 조선보건사(1981 : 658).

의 가정일의 무거운 부담을 덜어주기 위한 식료위생학적 문제, 그리고 농촌 수도화, 어린이교육 교양사업의 강화와 관련된 공중 및 아동위생학적 문제, 리진료소의 병원화와 군인민병원의 종합병원화에서 나서는 보건경영학적 문제 특히 동의학을 과학화하며 널리 이용하는 데서 나서는 동의학적 문제 등 절박한 문제들이 제기되었다.<sup>44)</sup>

이에 따라 의학과과학발전의 기점으로 될 의학대학과 대학병원, 임상연구소 등을 망라한 과학기지를 현대적으로 꾸리고 보건일꾼들의 자질을 높이기도 하여, 평안남도과 황해북도, 황해남도에서는 도 자체로 대학병원건설공사를 추진하는 등, 1976년까지의 기간에 대규모의 평성의학대학병원, 해주의 학대학병원, 사리원의학대학병원이 설립되고 중앙과 지방의 의학연구소들이 더욱 실하게 꾸려졌다.

보건일꾼들의 자질을 높이기 위해서 전국적으로 화요일 오후에는 보건일꾼들이 기술학습을 하는 화요일기술학습체계가 수립되었고, 의학기술발전을 다스리기 위해 1971년 조선의학협회가 창설되었다.<sup>45)</sup>

1972년에는 「림상의전」이 출판되었는데 이는 모든 보건일꾼들이 임상에서 경험하는 어떤 내용이든지 쉽게 찾아보고 응용할 수 있도록 내과, 외과, 소아과, 등 신의학과 동의학에 이르기까지 모든 전문가를 다 포괄하였다고 한다.

“총론과 각론, 부록과 색인 등 도합 2,600페이지로서 총론 17개장, 각론 22개장으로 되어 있다. 책에는 현대의학적으로 검증된 400여종의 동약처방과 침구요법, 광천물리치료법 그리고 2,000여종의 신약과 180여종의 동약제제가 쓰여있다.”<sup>46)</sup>

자립적인 제약의료기구공급의 강화정책은 대중적인 의약품 및 의료기구 생산투쟁으로 이어졌는데, 이는 “그 생산을 최단기간내에 빨리 늘일 수 있

44) 조선보건사(1981 : 663).

45) 조선보건사(1981 : 661).

46) 조선보건사(1981 : 662).

게 하는 가장 혁명적인 방도였으며 품종이 많은데 비하여 양적 수요는 그리 많지 않은 약과 의료기구수요에 맞게 생산을 발전시키기 위한 효과적인 방도였다”<sup>47)</sup>고 한다. 이리하여 대규모 중앙제약공장과 의료기구공장을 현대적으로 더 잘 꾸리면서 각처에 중소규모의 제약공장과 의료기구공장을 설립하였으며 화학, 식료, 금속, 기계, 건재공업기업소들에 의약품 및 의료기구 생산직장 또는 작업반을 조직하도록 하였다. 그리하여 많은 기계공장의 의료기구생산직장들에서 렌트겐장치, 심전도기, 초단파치료기, 고순도증류수기 등 현대적인 의료기구와 설비들이 생산되었다고 한다.<sup>48)</sup> 그리고 의학과학원 산하에 의료기구 연구소가 설립되었다.<sup>49)</sup>

약초재배채취사업도 균중적으로 벌어져 약초에 대한 수요를 충족시켰을 뿐만 아니라 지난날 수입에 의존하던 강심제, 스테로이드호르몬 제제, 호흡흥분제, 구충제들을 국내약초로 생산하게 되었다.<sup>50)</sup>

한편, 예방약품생산에서는 판토피드를 비롯하여 계면활성계통의 소독약, 피콜리니움과 염화시아놀산계열의 소독약품들이 생산되고 있으며 구충률이 높은 알코파르와 페나잘과 디클로르펜 등의 약품이 생산되고 있다.<sup>51)</sup>

동약제의약품은 심장맥관계통의 질병에 쓰이는 의약품과 진해거담제, 지혈제, 이담제, 자궁수축제, 구충제, 간장 및 위장 질병치료제 등이 생산되고 있다.<sup>52)</sup> 특히 보약제 생산이 늘어나 외국에 수출하고 있다고 한다.

합성의약품의 경우에는 해열제, 진통제는 물론 합성항생제, 합성비타민, 합성호르몬, 합성항바이러스약제, 합성효소제, 합성혈액대용액을 만들고 있으며 페니실린, 스트렙토마이신, 테라마이신을 비롯한 항생제에 대한 수

47) 조선보건사(1981 : 687).

48) 조선보건사(1981 : 689).

49) 남한에는 아직 국가적인 수준에서 의료기구연구소와 같은 의료장비 전문연구소는 없다. 일부대학에서의 의공학과가 이 역할을 담당하고 있을 뿐이다.

50) 조선보건사(1981 : 692).

51) 조선보건사(1981 : 693).

52) 조선보건사(1981 : 693).

요를 기본적으로 충족시키고 있으며, 지금은 여러가지 광복항생제들과 항암제들을 생산할 수 있는 수준에 올라섰다고 한다.<sup>53)</sup>

의학과학연구사업분야에서는 광천 및 물리학연구소, 인구연구소, 의학과학통보연구소를 비롯한 새로운 연구소들이 나오고 평양의학대학의 기초의학부분 연구사업이 강화되었다.<sup>54)</sup>

#### 4. 의료기술발전의 전망

북한은 해방전의 의료기술의 불모지상태에서 출발하여 나름대로의 발전을 위해 많은 노력을 기울여왔다. 그렇지만 전반적인 경제발전의 부진에 따라 그들 스스로 인정하듯이 만족할 만한 성과를 거두진 못했다. 그리하여 의료기술의 발전에 더욱 큰 노력을 보이고 있는데, 구체적인 방향은 최근의 문헌〈보건사업을 더욱 개선강화할데 대하여〉(김정일, 1985)에 잘 나타나고 있다.

“현시기 의과학기술을 발전시키는데서 중요한 것은 보건사업에서 질박하게 나서고 있는 과학기술적 문제를 푸는데 힘을 집중하는 것입니다. 의과학부문에서는 심장혈관계통질병과 암성질병을 비롯한 병걸린률과 사망률이 높은 질병을 막으며 동의학을 과학화하고 동의학과 신의학을 옹계 배합하며 공해를 미리 막으며 의약품과 의료기구의 가지수를 늘이고 그 질을 높이기 위한 연구사업에 힘을 넣으면서 비루스학과 유전의학을 비롯한 기초의학을 발전시키기 위한 연구사업을 전망성있게 하여야 하겠습니다. 또한 의학과학의 새로운 분야를 개척하며 최신 과학기술의 성과를 치료에방사업에 받아들이기 위한 연구사업을 힘있게 벌려야 합니다. 의과학부문에서는 이미 이룩된 성과에 토대하여 유전자공학, 면역학, 분자생물학 분야를 개척하며 전자공학과 레이저공학을 비롯한 최신과학기술의 성과를 치료에

53) 조선보건사(1981 : 694).

54) 조선중앙연감(1987 : 284).

방사업에 널리 받아들이기 위한 연구사업을 강화하여야 하겠습니다. 이와 함께 보건기관의 경영활동을 과학화하기 위한 연구사업도 잘하여야 하겠습니다.”<sup>55)</sup>

전반적으로 볼때 북한사회의 폐쇄성이 현대과학기술 수준의 국제간 교류에 걸림돌이 되고있다. 다시말해서 의과학기술을 순수하게 자체개발 해야 하고, 이에 소요되는 재원을 전적으로 자체조달해야 하기 때문에 북한의 의료기술개발은 한계에 부딪치고 있음이 분명하다. 향후의 과제는 의학과과학기술을 현대화하여 보건사업의 질을 높이는 것인데, 이의 성패는 결국 전반적인 경제의 발전과 의과학기술의 발전이 이를 여하히 뒷받침 하느냐에 달려있다고 할 것이다.

---

55) 김정일, “보건사업을 더욱 개선강화할데 대하여”, 『조선중앙연감』 1986 : 95 .

## Ⅳ. 보건의료기술 발전의 제도적 장치

### 1. 보건의료기술 연구기관

#### (1) 개 요

북한은 국가건설이 과학기술의 개발의 기반 위에서만 가능하다는 인식하에 각 분야에 있어서 과학기술 연구사업을 육성하여 왔다. 1950년에 과학기술 연구체계를 정비한 후, 1960년대 이르러서는 중공업 우선 정책을 추진하여 사상, 문화에 이어 기술혁명을 추진 하였다. 1970년대에는 공산주의건설을 위해서는 기술혁명을 통하여 근로자들이 고된중노동에서 해방되어야 한다고 보고 이를 위한 구체적인 방안으로 “중로동과 경로동의 차이, 공업로동과 농업로동의 차이를 줄이고 여성을 가사노동으로부터 해방”하는 일이 시급하다고 하였다.<sup>56)</sup> 북한은 이러한 3대 기술혁명을 주축으로 『주체과학』을 내세워 자재의 자원과 인력, 기술을 동원하여 각종 산업의 현대화와 과학화를 추진하였다. 3대 기술혁명의 추진은 보건의료부분에도 많은 영향을 주어 의학과학의 질적 수준을 향상시키위한 각종 기술연구사업을 적극 추진시켰다.<sup>57)</sup>

김일성은 1971년 4월 당 제 5 차 대회이후 처음으로 소집된 당 중앙위원회 제 5 기 제 2 차 전원회의 확대 회의에서 인민보건 사업에 있어서 부족한점은 보건사업의 과학기술 수준이 낮은 것이라고 지적 하면서 선진국 수준으로 향상을 위해 보건인력, 의약품, 의료기구 개발을 독려했다.<sup>58)</sup> 조선 보건

56) 『우리나라의 과학기술을 발전시킬데 대하여』(1989 : 346).

57) 조선중앙연감(1974 : 251).

58) 조선보건사(1981 : 657-658).

사를 보면 국가 보건사업을 주민의 건강보호라는 측면에서 보다는 국가건설에 바탕이 되는 노동력 확보라는 점을 강조하고 있음을 알 수 있다. “평양 방직공장 종합진료소의 의료 일군들은 로동자들 속에 깊이 들어가 일시적 로동력 상실을 가져오는 원인을 찾고 대책을 세워 로동능력 상실을 40% 이상 감축 시켰으며 연 5만5천공수의 노력을 얻어냈다”<sup>59)</sup>

북한은 우선 산만하게 분산되어 있는 의학 과학 기관들의 실태를 분석하여 이들을 합리적으로 조직하는 작업에 착수 하였고 이에 따라 1958년 2월 1일 내각결정 51호를 통해서 그동안 과학원에 속해 있던 의약학연구소와 약초원을 보건성으로 이관하여 명령 감독체계를 일원화 하였다. 뒤이어 1958년 4월17일 내각명령 제42호를 발표하여 의학과학연구 및 의학과학 간부양성 사업을 통일적으로 관리하기 위한 목적으로 보건성산하에 미생물연구소, 의약학연구소, 위생연구소, 약품분석 검사소 및 약초원을 통합하여 의학과학연구원을 창설하도록 하였다. 1963년 11월 5일 내각결정 73호에 의해 의학과학원으로 개칭 되어 오늘에 이르고 있다.<sup>60)</sup>

의학과학원은 기존 보건성 학술위원회가 맡아오던 의학과학 연구사업과 의학대학, 전문학교 및 보건기관들의 의학과학 연구사업을 통일적으로 지도할 수 있게 되었다.

## (2) 의학과학원

북한은 1970년대에 사상, 문화, 기술혁명의 3대 혁명의 실행을 구체화 하기 위해서 국가 과학기술 연구체계에 대폭적인 개혁을 실시했다. 새로운 기술의 연구 개발로 생산성을 향상 시키고 설비 이용률을 기하는 동시에 제품의 질을 높이기 위해서 정부의 통제를 강화하는 것이 주내용 이다. 그림 IV-1에서와 같이 국가연구 기관 사업 체계는 정부원산하 국가 과학기술위원회가 주축이 되고 있다. 이 외에도 인민무력부와 교육위원회 국가 원자력위

59) 조선보건사(1981 : 501).

60) 북한총람(1983 : 1017).



원회가 담당 분야의 과학기술 연구를 맡고 있다.<sup>61)</sup> 의학과학원은 원장, 부원장등 1,000여명으로 구성된 4개의 연구소와 2개의 약초 시험장 5개의 생산공장, 수혈처, 부속병원등 수 백명의 종업원으로 구성되어 있다(그림 IV-2).

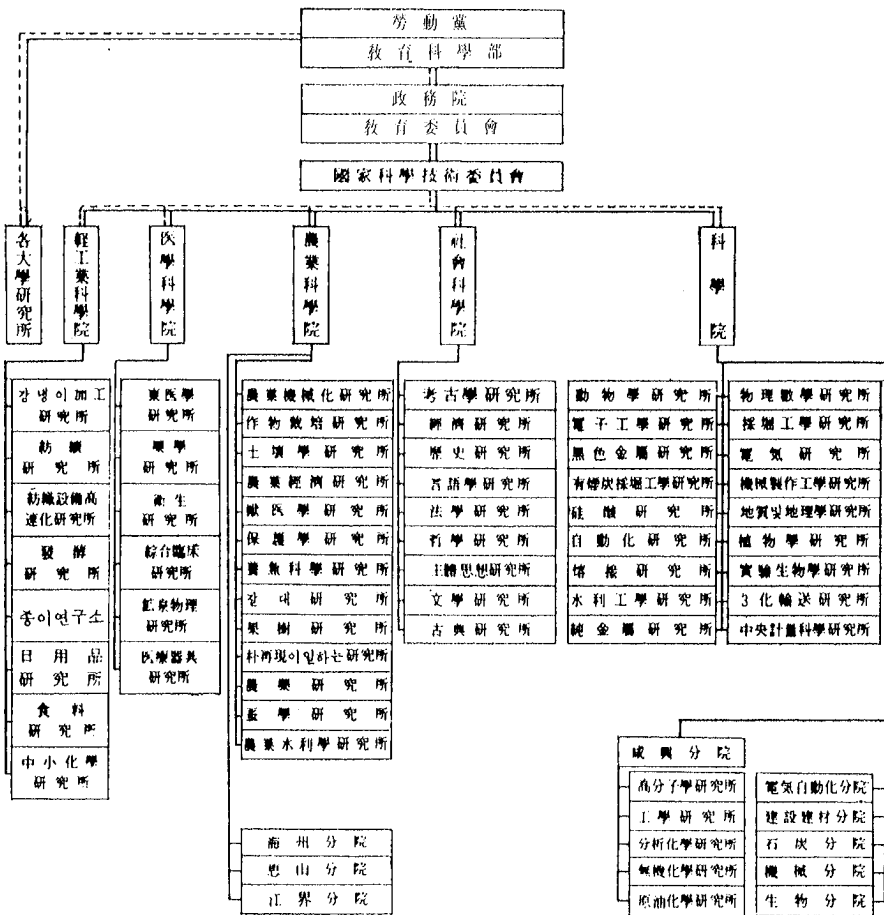


그림 IV-1. 국가연구기관체계도  
 자료: 북한연구소(1983: 1354).

61) 북한전서(1974: 659).

醫學科學院 機構表

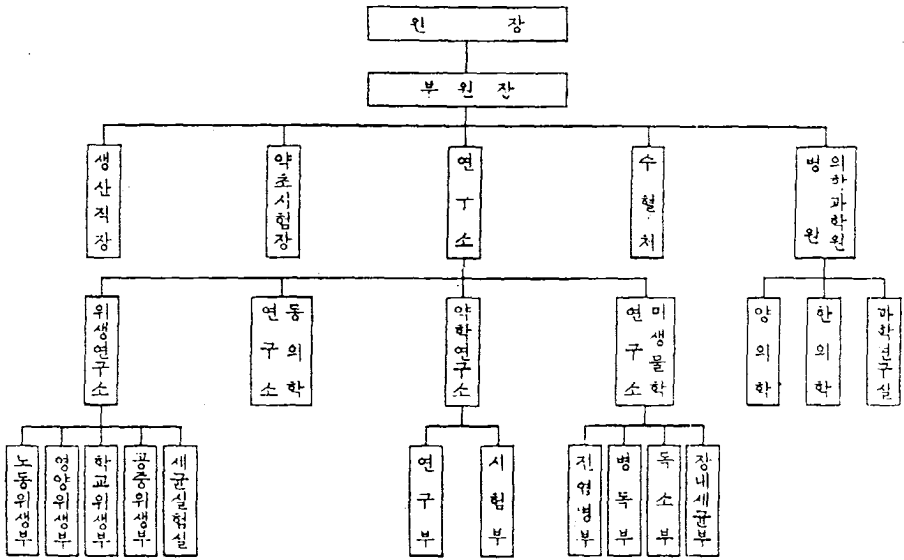


그림 IV-2. 의과학원기구

자료 : 변종화 외(1989 : 35).

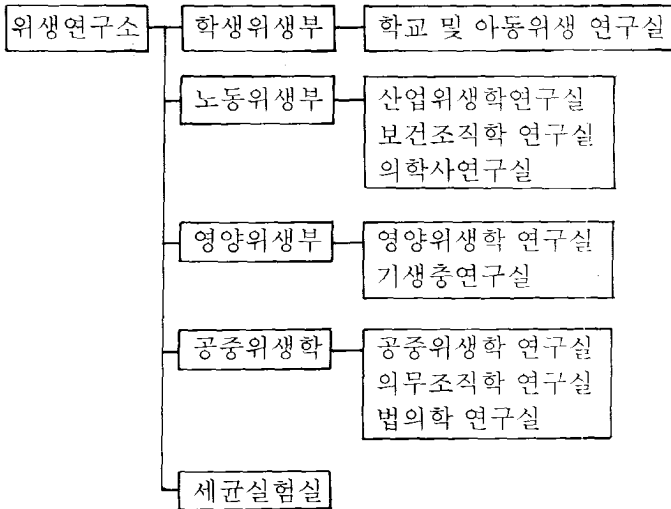


그림 IV-3 위생연구소 조직

자료 : 북한총람(1983 : 1017).

### (3) 의학과학원 산하 주요기관

#### 가. 위생 연구소

위생 연구소는 1951년 창설 되어 1958년 의과대학 연구소가 통합 되었다가 1963년 의학과학원 발족과 동시에 의학과학원에 편입 되었다. 위생연구소 산하 5부개의 부서를 두고 학교보건과, 산업보건, 기생충, 공중위생에 대한 연구를 하며 100여명의 연구원이 종사 한다<sup>(62)</sup>(그림(IV-3)).

북한에서는 위생방역운동이 예방의학방침을 강화하는 중요한 수단으로 인식되고 있고 전국적규모의 조직체와 인력으로 구성된 위생방역기관이 주민들의 위생분화운동을 담당하고 있다.<sup>(63)</sup> 이 연구소는 유해노동지역의 위생환경개선과 주민들의 위생교육과 지도를 주업부로서는 위생방역기관들에게 각분야별로 기술적 지원을 하고 있다. 산업위생 연구실에서는 근로자들의 생활환경과 노동환경을 위생분화적으로 개선하고 공해를 사전에 예방하기 위한 연구사업을 실시하여 성과를 보고있다 한다.<sup>(64)</sup> 그밖에 농촌지역의 수도화 사업을 위해서 새로운 불소독법을 개발하여 농촌 수도화 실현에 적극 이바지했다.<sup>(65)</sup>

#### 나. 동의학 연구소

북한은 전통 의학인 한의학의 중흥을 사회주의 보건 입국수단의 하나로 보고 국가보건정책에 강력하게 반영하고 있다. 이에따라 북한은 동의학을 과학화하고 신의학을 배합 발전 시키는 방향으로 추진하면서 중앙과 도에 동의병원을 설치하고 시·군단위 인민병원과 그리고 리단위 인민병원 및 진료소등에 동의과를 두고 있으며 시·군단위에 신약국과 함께 동약국(또는 동약방)을 설치 운영 하고 있다. 동의학을 담당할 보건인력을 확보하기 위해서 의학대학에 동의학부, 약학대학 및 의약대학, 약학부에 동의제약과

(62) 북한총람(1983 : 1017).

(63) 조선중앙연감(1973 : 287).

(64) 조선중앙연감(1984 : 290).

(65) 조선보건사(1981 : 290).

를 두어 동의사와 동약사를 양성하고 있으며 동의학의 과학화를 효과적으로 추진하기 위해서 의학과학원 산하에 동의학 연구소를 두고 있다. 이들 기관들의 연구사업의 결과로 동의처방의 치료효과, 동약, 침, 뜸, 부항을 포함한 가치있는 민간요법의 치료효과를 과학적으로 해명하는데 큰 성과를 거두었다고 한다.<sup>66)</sup>

북한의 동의학은 주체의학을 발전 시키는데 중요한 위치를 점하고 있다. 따라서 북한은 보건사업 전반에 걸쳐서 동의학을 현대화, 과학화하기 위한 연구사업이 활발하다. 북한에서 동의학 연구의 실행 대책을 보면 다음과 같다.

첫째 : 중앙과 도의 동의병원과 시·군 인민병원, 산업병원의 동의과에 현대적인 의료시설을 설치하고 리·인민병원과 진료소에도 동의과를 배치하여 군과 리에 이르기 까지 동약국, 동약방을 내고 동약을 널리 공급한다.

둘째 : 민족의학에 대한 교육사업을 강화하여 현대 의학적 지식을 겸비한 동의사를 많이 키워 내야 한다.

셋째 : 대학의 동의학부와 함께 동의연구 기지들을 설치하여 동의학을 과학화 한다.

넷째 : 동의사들 속에서 기술학습을 강화 한다.

다섯째 : 전 균중적 운동으로 약초 재배 사업과 야생약초 및 보호증식사업을 힘있게 늘려야 한다.<sup>67)</sup>

북한은 동의학을 연구 발전시키는 것이 민족의학의 유산을 비판적으로 계승 발전시켜 나가는 데 대한 요구를 구현한 것으로서 보건 사업에서 주체성을 강화하고 인민들의 건강을 더욱 믿음직하게 보호 증진 시켜나가기 위한 힘있는 담보로 보고 있다.<sup>68)</sup> 이에 따라 동의치료 예방 기관들과 합동 기관들을 조직하여 모든 동의사들을 국가기관에 배치하는 한편 모든 병원, 진

66) 조선중앙연감(1982 : 246).

67) 북한총람(1986 : 1022).

68) 조선보건사(1981 : 620).

료소들에서 동의사와 신의사간의 협조로 치료 예방의 수준을 높이면서 민간 치료법을 연구수집하여 보급 하도록 하였다. 김일성은 “우리 인민이 오랜기간 사용하고 습관화된 동약을 깊이 연구하고 그 우수한 점을 섭취하여 대중 보건사업에 이용 하도록 해야 하겠습니다.”<sup>69)</sup>라고 강조하고 있다. 이러한 정책적 지원으로 1964년 조선의학 과학원 동의학 연구소가 설립된 이후 민간요법 연구실의 기능을 확대하여 질병의 종류별 연구 활동을 체계화 하였다. 이를 바탕으로 45,000여건의 민간요법을 수집하여 이론적으로 정리한 경과를 〈민간요법〉, 〈동의학의 민간요법 연구자료〉등의 서적으로 발간 하였다.<sup>70)</sup>

북한의 동의학 연구소 산하 기구현황을 보면 다음과 같다.

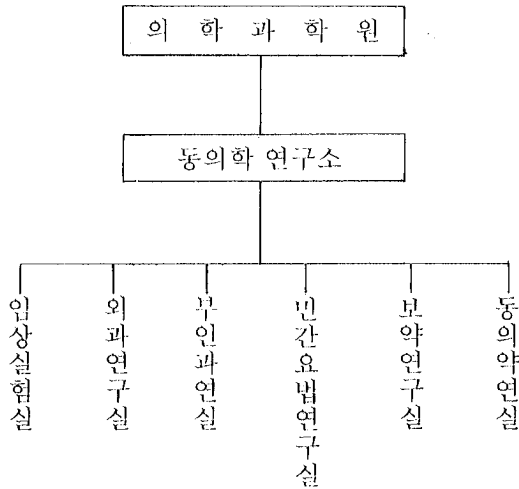


그림 IV-4. 동의학연구소 조직

자료 : 북한총람(1983 : 1022)

69) 김일성저작집(10권 : 244).

70) 조선보건사(1964 : 615).

#### 다. 미생물 연구소

북한은 전염병을 일제 식민통치의 유물로 보고 이를 청산하기 위한 방역 투쟁과 위생문화 운동을 전개하였다. 미생물 연구소는 해방으로 고향에 돌아오는 모든 동포들의 검역사업과 예방사업을 목적으로 1946년에 설립된 서북방역 연구소(후에 북조선 방역 연구소로 개칭)를 확대 개편한 기구이다. 서북방역연구소는 해방직후 북한의 모든 행정기구들이 그러하듯이 공산혁명의 당위성을 부각시키는데 주요한 도구의 역할을 담당하고 있다.

조선 보건사는 “일제의 식민통치는 우리나라에서 대대적으로 유행한 온갖 전염병의 주되는 요인 이었다. 일제식민지통치 전 기간에 우리나라에서는 콜레라와 티푸스성 질병을 비롯한 여러가지 전염병이 꼬리를 물고 유행하여 인민들의 귀중한 생명을 수없이 빼앗아 갔으나 일제는 조선인민을 위해서는 초보적인 위생방역 대책도 세우지 않았다”<sup>71)</sup>고 기록하고 있다. 이러한 열악한 보건 상태를 개선하기 위해서 북한에서는 국력을 총동원하여 방역 연구기간과 방역사업을 하였다고 한다. 사회주의 국가에서의 건강은 국가의 생산력의 지표가되며 인민의 건강이 없이는 국가건설이 진행될 수 없다는 사실을 잘 인식하고 있는 셈이다. “자립적 민족경제 건설을 위한 인민경제 여러 부문의 연구기관을 내오는 것이 매우 절실하게 제기되고 있으나 우리당이 다른 연구소들 보다 전염병예방약의 연구와 생산을 위한 방역연구소를 우선적으로 조직한 것은 사람의 귀중한 생명과 건강보호를 위한 일이라면 그무엇도 아끼지 않고 다들이며 인민의 복지증진을 활동의 최고 목적으로 삼고 있는 우리나라 인민민주주의 제도의 주체적이며 인민적인 성격을 뚜렷이 보여주고 있다.”<sup>72)</sup>

북조선 방역연구소는 1947년에 북조선전염병 연구소로 개편 되면서 조직과 기구를 확대 개편 하여 112명의 연구원을 두고 연구와 생산을 겸비 하였다. 여기서 개발된 약들은 콜레라, 천연두 기타 장내성전염병 예방약이

71) 조선보건사(1981 : 434).

72) 조선보건사(1981 : 435).

있다. 1958년에는 미생물 연구소로 다시 개칭된후 1958년 의과학원에 통합이되어 전염병부, 병독부, 독소부, 장내세균부 등 4개 연구부와 수혈처와 10개 연구실을 갖고 있다.

#### 라. 약학 연구소

북한은 1954년 한국전쟁으로 파괴된 제약시설을 복구하고 부족한 약품을 빠른 시간안에 자체 생산하기 위하여 약학연구소를 설치운영 하였다. 이 연구소의 성과는 1959년 한해 동안에 10억원에 달하는 의약품을 자체 생산하는데 기여 했으며 60여종의 1억4천만원의 의료기구를 만들어내는 계획을 세웠다 한다. 그러나 이 연구소에 생산하는 생산품목들은 아트리포스, 위궤양 치료제, 구충제, 치담수 등 10여종에 불과하며 자연약초와 공업부산물로 아르기닌 주사약과 새로운 지혈제를 연구 생산하는 초보적 단계이다.

한편 이 연구소는 동약제의 개발에도 역점을 두고 있다. 생약조사 연구사업은 1960년 의과학연구소원 약학연구소 연구원들이 주동이되어 1962년발 조사사업이 완료 되었다 한다. 약학연구는 자체내에서 많은 기술지도원을 양성하고 이들을 중심으로 의학, 농학부분 대학 및 고등기술학교 학생들과 보건원, 협동농장 농민을 망라한 생약 자원조사대를 조직 하였다. 생약자원조사결과 백여종의 항결핵제와 2,400여건의 민간요법이 수집되었으며 전국 생약자원분포와 43,000종의 약물 식물표본이 제작 완료되었다고 할뿐 아니라 1962년에는 생약제로 사용되고 있는 약초의 종류는 400여종으로 1960년에 비하여 200여종이 증가하였다 한다.

북한은 동의학을 신의학에 효과적으로 결합하기 위하여 동의학을 과학화 하는데 주력하였다. 약학연구소에는 동약을 현대적으로 개발하여 신의학에 접합함으로써 주체의학을 보다 높은 단계에 올려놓는데 기여했다<sup>73)</sup>한다. 실제적으로 성과를 보면 동약제를 기본원리로하여 많은 신약을 개발해놓고 있으며, 특히 효능높은 새로운 면역부활제를 생산했다는 보고이다.<sup>74)</sup>

73) 조선중앙연감(1987 : 290).

74) 조선중앙연감(1987 : 284).

#### 마. 기타 연구기관

북한은 이밖에도 보약연구실, 천연물의약품연구소, 청진임상의약연구소, 산부인과학연구소, 광천학연구소, 의학정보연구소, 유전의학연구소 등이 있다.

#### (4) 연구기관의 주요연구성과

1970년 이후 북한의 보건의료연구기관이 행한 연구활동을 보면 다음과 같다(표Ⅳ-1).

표 Ⅳ-1. 북한의 보건의료연구기관의 주요 연구활동 및 성과

년 도	연구활동 및 주요성과
1970년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비루스조직배양에 의한 예방약 생산</li> <li>• 새로운 식도수술방법 개발.</li> <li>• 새로운 의약품개발(안나지트, 레보비짱, 꼬르제정)</li> </ul>
1971년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 임상의전 출간</li> <li>• 비루스 조직배양에 의한 증역 및 일본뇌염 예방약 개발.</li> <li>• 감마피클린 자체개발</li> <li>• 30여종 새 의약품개발 신체재접합기술 향상</li> </ul>
1972년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동의학연구소 설치</li> <li>• 로동위생과 임상의학개발</li> <li>• 동맥경화증에 대한 연구</li> <li>• 심·이지장궤양의 치료체계에 관한 연구</li> <li>• 원발성심근염의 림상적연구,</li> <li>• 중·노년기부정맥에 대한 연구</li> <li>• 새 의약품개발(콘도르, 알조바르비시링)</li> <li>• 50개의 온천수 및 광천수 개발</li> </ul>
1973년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 열직장에 유기체에 미치는 영향을 없애기 위한 연구</li> <li>• 광폭 항·비루스제 간섭소의 생산과 적용에 관한 연구</li> <li>• 광천에 대한 분광분석적 연구</li> <li>• 탁아소어린이들의 일광욕 조직에서 햇빛조임량 결정에 대한 연구</li> </ul>



년 도	연구활동 및 주요성과
1974년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 약용식물개발</li> <li>• 약용식물을 이용한 주사약개발</li> <li>• 19종의 신약품개발</li> <li>• 민간요법책(민간요법), &lt;동의학의 민간요법 연구자료&gt; 발간</li> <li>• 200여가지 동의학 가공법 개발</li> <li>• 230여종의 약초지역지 분포상태정리</li> <li>• 효능높은 아르기닌주사약 개발</li> <li>• 불고기를 이용한 새 의약품 개발</li> <li>• 비타민 합성법 개발</li> </ul>
1975년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 불보존액, 염소가스 중화합</li> <li>• 진탁물 용해제, 인공진, 인공혈관등 개발</li> <li>• 인삼에 대한 종합적분석, 난치병에 대한 동의적 치료방법 개발</li> <li>• 새로운 생약표식화합물에 의한 동위원소질 진단법 개발</li> </ul>
1979년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 친연두, 콜레라, 제귀일, 말라리아, 일본뇌염, 홍역 등과 같은 전염병이 없 어짐</li> </ul>
1982년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동약과 민간약제의 성분과 약리작용에 대한 연구</li> <li>• 보약의 작용원리와 임상응용에 관한 연구</li> <li>• 침, 뜸의 작용원리와 그 응용에 관한 연구</li> <li>• 의방류취, 동의보감, 향학집성방의 민의관 출간</li> </ul>
1983년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 면역학, 유전학 등의 기초의학 부문에 연구사업이 확고한 토대를 갖추</li> <li>• 동약의 현대적 생산기법개발</li> </ul>
1984년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전국 동의부분 과학 토론회개최(190개 논문발표)</li> </ul>
1985년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동맥경화 고혈압치료제 개발, 유전자 의학연구소 설치,</li> <li>• 전국의학과학 토론회 대회(370여 논문발표) 이린이 영양관리 연구소, 산부 인과학연구소, 청진임상의학 연구소, 광천학연구소, 의학정보연구소 설치</li> </ul>
1986년	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광천 및 불리학연구소, 인구연구소, 의학과학 통보연구소 설치</li> <li>• 약학연구소에서는 동의약제를 이용해서 효능 높은 새 변역부합제 개발, 880 여건의 논문발표</li> <li>• 440여건의 발명 및 창의고안이 실현됨</li> </ul>

자료 : 조선중앙인간(1981 : 563).

위의 자료에서 보듯이 연구활동의 범위가 각종 전염병 퇴치에 관한 것에서부터 면역학과 유전학부문에 이르기까지 광범위하고, 연간 약 1천건에 달하는 연구논문이 발표되고 있으며 매년 약간의 신규 의약품이 개발되고 있다. 그러나 동의학이나 자연요법과 관련된 연구활동이 큰 부분을 차지하고 있어서 전체적으로 본 연구활동의 수준은 그다지 높지 못한 편이다.

## 2. 연구진흥제도

### (1) 개요

북한의 일반적인 사회구도가 그러하듯이 학술연구도 당과 행정기구의 2중적 규제와 통제를 받는다. 당 조직상으로는 당 중앙위원회 과학교육부가 북한의 전체 연구기관을 지도감독하고 있으며, 행정조직상으로는 정무원 교육위원회가 연구 정책을 집행하고 있다. 따라서 과학기술 발전의 계획을 수립하고 착수하는 것까지도 당적, 국가적 요구를 옹계 구현하고 있는가에 기준을 두고 있다. “의학과학 연구기관에 종사하는 과학자나 기술자들에게 능력에 맞게 연구과제를 두고 연구조건을 충분히 보장해주며 연구사업정형을 정상적으로 장악 통제하여야 한다”<sup>75)</sup>고 명시하고 있다.

북한은 사회주의 보건의제의 정책을 위하여 인력의 양성이 시급하다고 보고 고급인력 양성에 정책적 지원을 강화하였다. 의학분야의 기술발전의 관건은 의학부문 과학자, 기술자들의 주인의식을 가진 책임성과 역할을 높이는데 있다고 보고 있다. “의학 부문 과학자, 기술자들은 당과 혁명앞에 지닌 무거운 책임을 깊이 자각하고 의학과학 기술을 발전시키기 위하여 적극적으로 투쟁하여야 하겠습니다”<sup>76)</sup> 이러한 지침 아래 국제간 의료기술교류를 촉진하고 각종 연구소를 중심으로 선진기술자료를 연구하여 보급하도록 권장하고 있다. 이에따라 북한은 1970년 모든 보건일군들이 임상에 임함

75) 조선중앙연감(1986 : 95).

76) 조선중앙연감(1986 : 95).

에 있어서 부딪히는 어떤 내용이든지 쉽게 응용할 수 있도록 내과, 외과, 소아과등 신의학과 동의학과에 이르기까지 의학의 모든 전문과를 다 포괄한 “임상의학”책을 출판하였다<sup>77)</sup>한다. 이책은 총론과 각론, 부록 색인등을 포함한 2,600페이지로서 총론 17개장, 각론 22개장으로 구성되어있고 현대 의학적으로 검증된 400여종의 동의처방과 침구법, 광물리치료법 180여종의 동의체제가 기록되어 있다한다.

1980년에 북한은 의학과학 기술향상에 있어 사상적 교양을 강화하고 그들에게 충성심을 고양하기 위한 영웅칭호제를 도입하였다.<sup>78)</sup> 조선연감의 기록에 의하면 1980년에 인민의사, 인민약제사 칭호가 새로 제정되었다고 한다.

## (2) 연구지원제도

북한은 보건일군과 의과학자들에게 자력갱생, 혁명정신을 고양시켜 의학기술수준의 향상을 도모하고 있다. 의학분과과학자와 기술자의 책임성과 역할이 의학기술수준의 향상에 있어서 중요한 요인이라고 보고 정성운동이나 영웅칭호제와 같은 사상적, 정신적 지원과 전국보건일군대회를 개최하는 등 제도적 지원을 하고 있다.

### 가. 정성운동

정성운동은 보건일군의 책임성과 역할을 높이고 환자들에게 정성을 다하게 하는 것이다. 정성은 사람의 생명과 건강을 책임지고 있는 보건일군들이 지녀야 정신도덕적 풍모로 인식하고 있다.<sup>79)</sup> 이같은 정성운동 보건일군들에게 한정된 자원과 시설을 가지고 최대의 보건 서비스효과를 올리도록 하는데 주목적이 있다. 따라서 이 운동은 의료자원의 효율성의 극대화라는 목표하에 보건의료인력들에게 기술개발을 조장하는데 크게 기여하고 있는 셈이다. “정성운동은 기술혁신 운동과 밀접하게 결합되어 더욱 높은 단계에게

77) 조선보건사(1981 : 66).

78) 조선중앙연감(1986 : 96).

79) 근로자(1986년, 4월호 : 80).

힘있게 벌여짐으로써 오늘 우리나라에서는 기존 의학상식으로서는 고치지 못하던 중한 질병도 성과적으로 고치고 있다<sup>80)</sup>” 그리고 정성운동은 의료일꾼들의 충성심을 유도하여 보건의료인력의 자발적인 연구를 통하여 창의적인 의료기술개발이나 봉사를 하게하여 북한 사회체계의 근본적 혁명가를 양성시키는 역할을 담당하고 있다.

“우리는 정성운동을 숨은 영웅들의 모범을 따라 배우는 운동과 밀접히 결부하여 적극적으로 벌어나감으로써 모든 보건일꾼들은 당과 수령에 대한 충질성을 확고한 신념으로 삼고 우리당의 주체적인 보건사상을 이 땅위에 활짝 꽃피워 나가는 참다운 혁명가로 튼튼히 준비시켜야 한다.”<sup>81)</sup>

즉 정성운동은 사회주의 국가에서 근로대중에게 인민을 위하여 몸바쳐 일하도록 사상적 교양사업 강화하여 생산자들 상호간 그리고 과학자들 상호간에 ‘사회주의 경쟁’의 원리를 수용하여 체제의 효율성을 높이기 위한 중요한 역할을 하고 있다.<sup>82)</sup>

#### 나. 전국의학과학 토론회

북한은 보건의료인력들이 혁명적 학습기풍을 세워 정열적 독학가 되도록 하고 있다. 즉 전공분야의 과학이론과 기술에 전공한 유능한 인력이 되기 위해서는 기술강습이나 임상토론회등 여러 기술학습에 의무적으로 참가하도록 하고 있다.<sup>83)</sup> 북한에서는 보건의료인력들의 연구사업을 조장하기 위해서 전국적 규모의 의학과학 토론회를 개최하고 있다. 1985년 평양에서 개최된 토론회에서는 의학과학 기술을 발전시키기 위한 과학연구 사업과 치료예방 사업에서 얻은 성과와 경험을 보여주는 370여건의 논문이 발표되었다. 동의학 뿐만 아니라 신의학 전반에 걸친 연구논문 발표는 조선의학 과학원, 평양의학대학, 조선동의과학원 등의 주요 연구 단체와 일반학자들이 참가하

80) 근로자(1986년, 4월호 : 78).

81) 근로자(1986년, 4월호 : 80).

82) 김일성, 「우리나라의 과학기술을 발전시키는데 대하여」(1986 : 289).

83) 근로자(1986년 4월호 : 80).

고 있으며 이 토론회를 통하여 각기관과 개개학자들에 대한 평가가 이루어지고 있다.<sup>84)</sup>

#### 다. 명예칭호 수여

1980년 제정된 인민보건의법 제 6 장 43호는 보건일군에 대한 명예칭호 조항을 규정하고 있다. 이 규정은 사회주의 경쟁의 원리를 이용하여 보건인력의 자발적 연구사업과 치료사업을 조장하는데 그 목적이 있다. 중앙인민 위원회 강령에 의하여 인민의사칭호와 인민약제사칭호가 제정되었으며 인민의사, 인민약제사칭호에 관한 규정이 승인되었다. 이 규정에 의하면 인민의사, 인민약제사칭호는 당에 대한 끊임없는 충성심을 깊이 간직하고 20년이상 의사, 약제사로 사임하고 있는 공훈의사, 공훈약제사로서 당의 보건정책 관철에서 특출한 공훈을 세운 보건인력에 수여하고 있다. 노력 영웅칭호를 수여받는 의사, 약제사는 공훈의사, 공훈약제사가 아니더라도 특출한 공훈을 세운 경우에 이 칭호 수여 대상으로 될 수 있으며 인민의사, 인민약제사칭호를 받는 일군에게는 해당칭호 증서와 국가훈장 제 1 급을 수여하게 된다.<sup>85)</sup>

#### 라. 전국보건 일군대회

북한에서는 보건부분에 대한 전반적인 평가와 정책을 결의하는 전국보건 일군대회를 개최하고 있는데 이 대회 또한 보건분야인력에 대한 지침과 행동 강령을 제시하고 기존에 실시되었던 보건정책결과에 대한 광범위한 평가를 한다. 이 대회는 정무원 총리와 당간부 그리고 전국에서 모인 보건인력들이 참석하여 총리가 먼저 보건의료전반에 대한 보고를 하고 이에 토론회를 개최한다.

토론의 내용은 보건분야에 있어서 과학적 기술향상에 대한 연구보고와 치료예방사업에 대한 영웅적 경험담이 주를 이루고 있다. 1985년 개최된 전국보건일군대회에서 토론에 나선 함흥외상징형과 병원팀은 230여건의 새로

84) 조선중앙연감(1986 : 29).

85) 조선중앙연감(1986 : 642).

운 과학기술적 문제를 해결하여 주체의학을 빛냈고, 16명의 박사, 준박사와 50여명의 전문의사를 길러 낸 경험에 대하여 발표하였다. 건천탄광병원팀의 경우 갱 의사담당구역제를 새로이 실시하고 새로운 분무기를 창안도입하여 발파후 먼지와 가스를 없애는 시간을 크게 단축한 성과를 보고 하였다. 이와같이 전국보건일군대회는 대회를 통하여 보건의료인력의 연구분위기를 조성하고 당정책을 전달하는 중요한 역할을 담당하고 있다.

### (3) 대외 기술협력

북한사회의 일반적인 폐쇄성에도 불구하고 과학기술정책에 있어서는 제한된 국가들과 활발한 교류가 이루어지고 있다. 특히 소련등 공산권국가는 물론 일본, 서독등 서방제국으로부터 선진과학기술 도입에 주력하고 있으며 제 3세계국가들과도 폭 넓은 기술교류로 국제적인 연계성을 높여 호혜원칙하에 교류국가의 보유자원의 합작개발, 경험및 기술 상호교환, 공동관심사 연구등으로 과학기술교류를 적극 추진하여 과학기술 수준 제고에 부심하면서 정치적, 경제적 바탕을 다지고 있다.<sup>86)</sup>

이처럼 북한이 과학기술 전반에 대한 개방을 선언한 것은 1972년 6개년 계획이 극도의 폐쇄주의와 악화된 외화사정으로 크게 부진한 데 기인한다. 북한은 이 실책을 만회하기 위해서 1978년부터는 새로 제 2 차 7개년 계획을 수립하였다. 이 제 2 차 7개년 계획에 있어서는 계획의 기본과업을 산업 경제 발전에 두고 인민경제를 발전시키기 위하여 주체화, 현대화, 과학화의 3대 방침을 택하고 있다.

이 방침의 여러사업중 중요한 것은 대외개방에 대한 것이다. “외국의 선진과학기술을 익히고 그 성과를 선별, 적극도입 하도록 하며 경제 발전의 척도가 과학기술 수준의 제고가 있는 만큼 정부주도하에 계획적인 과제를 설정하여 산학 협동체제를 굳힌다”는 실천 방침을 제시하고 있다.

·보건의료분야에 있어서도 1980년 북한이 새로이 제정한 인민보건법에 대

86) 북한총람(1983 : 1358).

외교류에 대한 조항을 명시 함으로써 구체화 하고있다. 조선민주주의 공화국 인민보건법 제 1 장 제 8 조에서는 “북한은 우리나라를 우호적으로 대하는 모든 나라들과 보건분야에서의 과학기술 교류와 협조를 끊임없이 발전시킨다<sup>87)</sup>”라고 규정하고 있다. 1985년 북한은 전국보건 일군대회 참가자들에게 보낸 서한에서 의학기술 발전을 위하여 세계주요 사회주의 국가와의 기술 및 의료인력 교류사업을 강화한 것을 명시하고 있다. 북한이 보려는 국제교류의 시간은 국내부존자원을 이용할 수 있는 선진기술을 습득하여 주체를 확고히 하는 데 있다.

“우리가 풀지 못하고 있는 문제에 대하여 다른나라에서 배울수만 있다면 서슴지 않고 배워야 합니다. 다른나라 기술을 받아들인다하여 거기에 자본주의나 수정주의가 묻어 들어오는 것은 아닙니다. 사회주의 나라에서 배우는 것은 물론, 자본주의나라에서 배우는 것도 겁낼 필요가 없습니다……. 우리가 다른나라에서 배우는 것은 남을 숭배하고 예속되기 위해서가 아니라 앞선나라를 따라잡고 자기나라의 자립성을 강화하기 위해서입니다

<sup>88)</sup>”

이러한 정책의지와는 달리 실제로 북한의 보건의료분야의 대외교류와 협력은 주로 사회주의 국가에 국한하고 있다. 기술습득이나 인재양성에 있어서 귀순자들의 증인에 의하면 의사들이 아프리카 주요 수교국가들에 파견되고 있으며 이들의 주된 목적은 외화벌이라고 한다. 그리고 평양의과대학 내에 해외파견반이 있으며 이들 또한 같은 목적으로 파견되고 있다한다. 기술교류의 경우, 소련 및 체코에서 전문의료인이 초빙되어 수술시범을 보여주는 예가 있으며 북한의 의과대학생을 외국에 파견하거나 의사들의 연구를 통한 신 기술도입을 추천하고 있으나 북한사회 자체가 갖는 폐쇄성으로 명백한 한계가 있다는 것이다.<sup>89)</sup>

87) 조선중앙인간(1986 : 96).

88) 김인성, 「우리나라의 과학기술을 발전시킨데 대하여」(1986 : 190).

89) 문옥륜 외, 「북한의 보건체제와 의료보장제도 연구」(1988 : 307).

## V. 보건의료인력의 양성체계

### 1. 개 관

북한의 교육정책의 이념은 헌법 제 39조에 나타난 바, 교육부문에서 사회주의 교육학의 원리를 철저히 구현하고 모든 학생들을 혁명사상으로 튼튼히 무장시키고, 지·덕·체를 겸비한 사회주의, 공산주의 건설의 믿음직한 역군으로 양성하는데 있다.

이 이념을 바탕으로 한 교육정책의 특징은 공산주의적 정치사상교육의 원칙과 전면적인 기술교육의 원리를 들 수 있다.<sup>90)</sup> 북한의 교육정책의 이념은 보건인력양성정책에서도 잘 반영되고 있다. “국가는 보건일군을 계획적으로 양성하며 그들의 사상의식과 기술수준을 끊임없이 높여 인민의 참된 복무자로 만든다<sup>91)</sup>” 1980년 4월 조선 민주주의 인민공화국 최고인민회의 제 6기 제 4 차회의에서 채택된 조선 민주주의의 인민공화국 인민보건법에서는 인민보건의 기본원칙으로 보건인력의 사상성을 강조하고 있다.

보건일군들은 사회주의 건설에 가장 귀중한 재산인 인민들의 생명과 건강을 책임지고 있으며 그들의 건강을 증진시켜 혁명과 건설의 주인으로서의 역할을 끊임없이 높여나가는 중요한 임무를 수행하고 있다고 보고, 따라서 보건일군들이 직업상 특성으로보아 먼저 철저한 공산주의자들이 되어야 한다는 것이다.<sup>92)</sup>

보건인력의 철저한 공산주의 사상강화는 보건일군들을 혁명화 로동계급

90) 북한총람(1983 : 1255).

91) 조선중앙연감(1981 : 105).

92) 조선보건사(1981 : 609).



화 하기위한 투쟁을 통하여 자신을 혁명화 하는데 있다고 보고있다. 적극적인 자유의 실현과 인간 해방을 목표로 하는 공산주의 이상의 실현은 정치가나 기술적 전문가에 의한 제도의 통제가 아니라 정치적, 경제적, 사회제도에 대한 이념의 광범위하고 직접적인 참여를 통하여 이루어진다. 따라서 공산주의의 보건의료제도는 지역주민과 노동자에 의한 보건의료제도의 통제를 특징적으로 하게되는 것이다.<sup>93)</sup> 실제로 북한은 사회주의 혁명을 완성해가는 과정에서 주민을 노동당의 열렬한 지지자들로 묶어놓은 역할을 보건의료가 담당하고 있다. 그러므로 북한의 보건의료인력은 사회주의 혁명의 전사인 것이다.<sup>94)</sup> 초창기 북한의 보건인력 양성사업은 이같은 맥락에서 이해되어진다.

1970년대 이르러서는 낙후된 보건의료기술 개발에서 주체적 입장을 강화하고 종래의 사회주의 예방의학 원칙을 재조명하여 기술개발을 강화했다. 기술개발을 위하여 의학대학이나 대규모 현대적인 병원에서는 의료인군들의 재교육을 강화하여 임상기술발전에 기여하였고 전국적 규모의 학술토론을 개최하여 기술실부자질 향상을 도모하였다.

특히 1971년 의학과학 기술발전을 위하여 조선의학협회를 결성하였다.<sup>95)</sup> 이 조선의학협회는 전제 의사, 약사들이 모여 선진의학기술 보급과 의학교육을 목적으로 한 사회단체로서 보건사업의 과학기술 수준과 보건일군들의 기술적자질을 높이는데 기여 하였다 한다.<sup>96)</sup>

이상과 같이 북한의 보건인력 양성은 사회주의 혁명초기에는 순수하게 혁명전사로서 교육되었으나, 점차 주민의 현실적 요구에 부응하는 방향으로 나아가서 질적의료를 공급하는 보건일군을 양성하는데 주력하게 되었다.

93) 배상수(1990 : 132).

94) 문옥륜 외(1989 : 265).

95) 조선보건사(1981 : 661).

96) 조선보건사(1981 : 661).

## 2. 보건의료인력의 개발과정

해방직후 북한은 인구 만명당 의사 0.5명, 간호사 0.8명, 조산원 0.9명에 불과한 현실을 타계 하기위해 1947년 <북조선 임시 인민위원회 제69차회의>에서 <북조선 고등교육 사업개선에 관한 결정서>를 채택하였다. 이에 따라 김일성 종합대학에서 의학부를 독립시켜 평양의학대학을 창립하고 청진의학대학을 신설해서 1946년 창설된 함흥의과대학과 더불어 의사양성에 박차를 가하였다.<sup>97</sup> 여기서 양성된 의사들은 아직 사회주의 체계의 초보적 단계에 머물러있던 북한의 낙후된 현실에 새로운 전기를 가져다 주었다. 즉 일제하에서 기존 형성되었던 의료질서에 뼈기를 박는 동인으로서 역할을 수행 하였다.

1946년 8월에 형성된 <북조선 보건인직업동맹>이 대표적인 집단으로 이들은 식민지 보건정책과 침략정책 수행에 적극적으로 추종하여 온 <의사회>를 해체하기에 이른다. 그러나 이들의 반발역시 만만치 않았다. 이리하여 북한은 계속적인 사상교양을 통하여 개인 의사들이 자진하여 의료시설을 헌납하도록 강요하였다. 그 결과 1946년 개인병원과 국영병원을 비율이 16 : 1이었던 것이 1949년 상반기에는 17 : 100으로 국가보건기관이 압도적 우위를 차지하게 된다.<sup>98</sup> 개인의사들이 국영병원에 흡수된 것은 한국전쟁이 결정적인 역할을 하였다. 북한은 보건 계통의 학교들을 6·25동란으로 일단 폐교하였으나 휴전후에 다시 복구개교하게 되었다. 즉 평양, 함흥의대와 함흥, 청진, 해주, 강계, 신의주의전이 개교 되었으며, 그 밖에 부족했던 보건의료인력을 단기 양성하였다.

<V-1>보는 바와 같이 해방직후의 의사수(개인의사로 추정됨)를 100으로 보았을때 1956년은 269로 무려 의사수가 2.7배이상 늘었다. 초창기 10년동안에 준의를 대량양산하여 의사부족 현상에 대처해 나갔으며 약제사와 조

97) 조선보건사(1981 : 462).

98) 조선보건사(1981 : 428, 475).

표 V-1. 북한의 보건 인력의 성장을

	1946	1949	1953	1956
의사	100	182	121	269
준의	100	252	547	968
약제사	100	190	341	669
조제사		100	286	451
조산원	100	328	118	414
보철사		100	74	111
간호원	100	232	501	702

자료 : 조선보건사, 1981, P. 563

제사 그리고 간호사와 조산원이 대량 배출되었다. 그리하여 1958년 개업의들이 모두 국가보건기관에 인입됨으로서 사회주의 보건제도가 수립되었다.<sup>99)</sup> 일단 사회주의 보건제도가 수립되자 북한은 단기양성된 보건의료인력의 기술향상을 위한 방안을 강구하였다. 일부 의전(사리원 및 신의주의학전문학교)을 고등의학 전문학교로 개편하였고 전시에 단기 강습수료만으로 임용된 '일반준의사' 및 '전시제조의사'를 '일반 준의사' 및 '일반제조사'로 양성하기 위하여 평양의학대학과 3개 의학전문학교에 특설반을 설치하였다. 또한 간호원학교가 신설되었고 의학전문학교를 고등의학으로 개편하였다. 북한이 무상치료제를 도입하고 의사담당구역제를 실시하게 됨에 따라 의료인력 수요가 크게 늘어나게 되었다. 정책적 목적과 의료인력 부족이라는 현실적인 상황에서 북한은 단기보건인력 양성을 위한 전문교육기관을 신설하였다. “전반적 무상치료제를 실시하려면 의사, 약제사, 간호원 등 보건일꾼들이 많아야 합니다. 보건일꾼을 양성하지 않고서는 전반적인 무상치료제를 실시하여도 소용이 없습니다. 한편 단기 강습소들을 설치하여 보건일꾼들을 대대적으로 양성하여야 하겠습니다.” 이에 따라 북한은 부엌

99. 조선보건사(1981 : 571).

보다도 보건일군의 양성사업을 보건부문의 다른 모든사업에 우선하도록 배려하였다. 그리하여 해방직후부터 의학교육기관들을 많이 설립하고 여러가지 형태의 보건일군 양성체계를 통하여 상습보건일군과 함께 중등보건일군들을 대대적으로 양성하도록 하였다. 곧 의학대학, 의학전문학교와 함께 중등보건일군을 대대적으로 키워내기 위하여 평양에 중앙보건 간부양성소를 설치하였고 각도에는 간호원, 조산원 양성소와 야간 강습소를 설치하도록 하였다. 이에 따라서 60년대까지는 중등보건일군을 증가시키는데 주력하게 되었다.

1961년에는 각도에 '보건일군양성소'를 설치하고 중등보건요원을 재교육시키기 위한 준의 양성반, 2급 동의양성반 및 보건원양성반을 두었다. 1968년에는 신의주와 강계에 의과대학을 설치하고 1969년에는 여의사 재교육을 위한 여의사반을 설치하였다. 1970년에 이르러서는 각도에 의대를 1개교씩 설치하게 되었으며 의학교육 연한을 예과1년, 기초학 3년, 임상학 3년 도합 7년으로 개편하였으나 1971년에는 도의 보건간부양성소를 보건 간부학교로 개편하여 그 규모를 확대하는 동시에 각 시·군에 약 200여개를 설치하였다. 현재의 보건의료인력 양성기관은 <표 V-2> 같다.

표 V-2. 북한의 보건의료인력 양성기관

보건의료인력	양 성 기 관	기 간 수	양성기간
*의사	의학대학	11개(각도단위)	6년
*동의사	의학대학 동의학부		4년
*위생의사	의학대학 위생학부		5년
*약제사	의학대학 약학부		5년
*조제사	의학대학 약학부		5년
*부의사	고등의학전문학교	11개(각도단위)	4년
조산원	고등의학전문학교	11개(각도단위)	3년
준의사	고등의학교	11개(각도단위)	3년
조제사	보건간부학교	11개(각도단위)	2년

보건의료인력	양 성 기 관	기 간 수	양성기간
간호원	보건간부학교	11개(각도단위)	2년
조산원	보건간부학교	11개(각도단위)	2년
간호원	간호학교 및 간호원양성소	미상	1년
** 병원, 방역소 요양소 의 간부교육	중앙보건간부학교	1개(평양)	1년
***보육원	보육원양성소	각시, 군별로 1개소	3개월

\* 정규 4년제 대학과정은 중학교 졸업후 1년의 예과를 거쳐서 전공과목을 중심으로 공부를 하므로 의사인 경우 7년과정이라 함.

\*\* 북한총람(1983 : 1093).

\*\*\* 북한전서(1974 : 178).

자료 : 1987년에 월남한 의사의 진술과 북한연구소 자료에 근거

출처 : 분옥환 외(1989 : 171)의 <표6-2-1>를 일부변경

### (1) 의학대학

북한에서 의학대학은 예과 1년을 거쳐서 본과 6년을 마쳐야 하는 7년제로 되었으며 이기간에 졸업을 못하는 경우 졸업이 늦어질 수 있다. 대부분의 학생들은 7년안에 졸업하는 경우가 드물어 대개는 지연되는 사례가 많다. 한편 우리나라와는 달리 졸업과 동시에 의사자격이 부여되며 의사자격에 관한 국가고시제도는 없다. 재학중에 의사자격에 필요한 각종 시험을 매과목 종료시에 합격하여야 한다. 반면에 졸업후 10년이상 경과 된 의사에 대하여 3년마다 보수교육 및 심사를 하고 있다.<sup>100)</sup>

<그림 V-1>에서 보는바와 같이 도단위 의학대학에는 기초학부, 임상학부, 위생학부, 약학부, 동의학부, 통신학부 및 야간학부, 특설학부 등 7개 학부로 편성되어 있다. 도단위 의학대학은 북한전역에 11개소가 있으며 그 지역내의 의사 인력을 양성하고 또한 통신학부 및 야간학부에서와 같이 이미 배출된 보건인력의 재교육과 현장에서 새로운 보건인력을 양성하여 지역의료의 질적수요에 대처하고 있다.

100) 보건신문(1990. 9. 3일자).

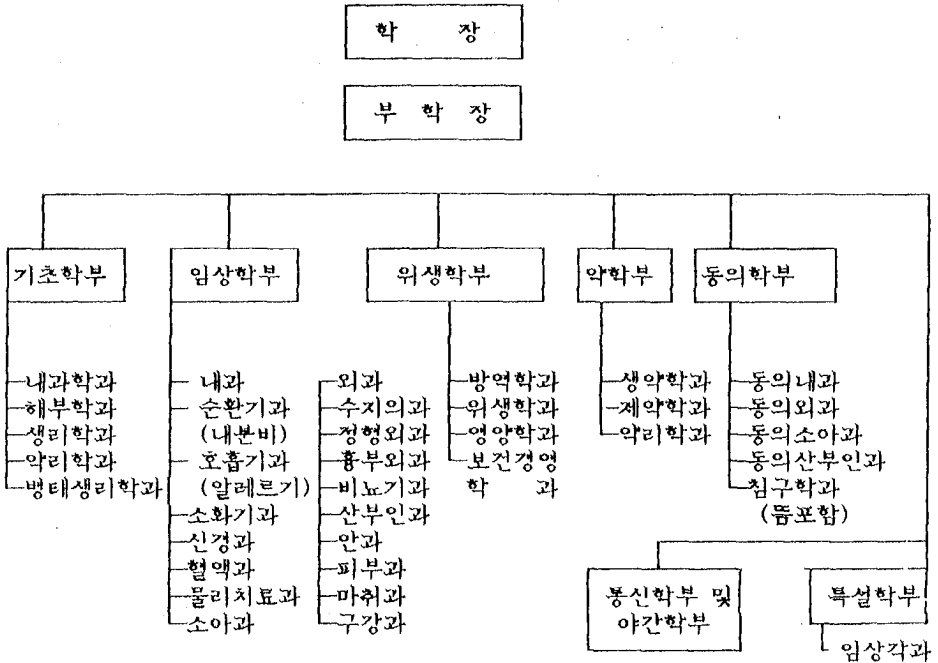


그림 V-1. 단위별 일부 의학대학 조직

자료 : 변종화 외(1989 : 51)의 그림III-1을 일부변경

특설학부의 경우 기초학부를 제외한 임상각과가 있으며 이것은 준의로서 5년이상 근무한 자가 추천받아 입학, 수학한 후 의사가 되는 과정이다. 통신학부는 본과 6년제로 의학대학에서 가까운 거리에 거주한 자는 야간에 2시간씩 수강을 받고 원거리 거주자는 통신수강으로 이수할 수 있다. 의학대학을 졸업하면 학위가 수여되는 것이 아니라 2년의 연수와 4년의 학위 코스를 거쳐 준박사, 박사, 조교수, 교수를 갖게 되고 이와 별도로 강좌수업을 받게 된다<sup>101)</sup>(그림 V-2참조).

이와같은 학칙이나 학위는 정무원이 직접 그 수여에 관여하고 있어 준처럼 받기 힘들며 그 수여는 극히 소수에 불과하다. 한편 박사원 및 연구원의

101) 보건신문(1990. 9. 3일자).

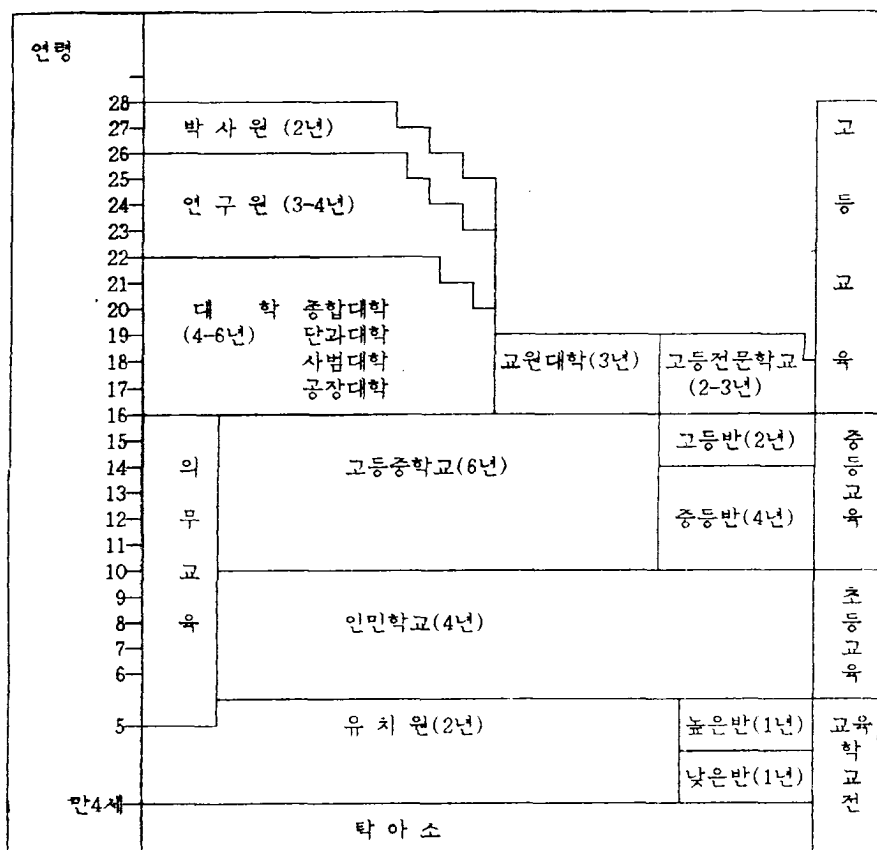


그림 V-2. 북한의 교육체계(1982. 8 현재)

자료: 북한총람(1983: 1271).

입학자격은 당일 유일 사상체계가 확립되어있고 혁명과업 수행에 있어서 모범적인 사람으로서 앞으로 과학, 기술의 여러분야에 유능한 간부로 발전할 수 있는 사람으로 규정하고 있다. 입학을 위해서는 박사원의 경우에는 지원자의 정치적 및 과학적 이론에 대한 심의에 의하고, 연구위원의 경우에는 조선노동당역사, 철학, 외국어, 해당전공과목 등 4과목을 입시과목으로 하고 있다.<sup>102)</sup> 보건의료부문에서는 보건성산하 의과학원에 박사원을 설치

102) 북한총람(1983: 1361).

운영하고 있으며 이같은 학칙과 학위제도가 보건의료기술 수준 향상에 기여하고 있다한다. 그러나 북한의 과학기술 연구는 폐쇄적이고 비공개적인 요소가 많고 자력갱생, 주체사상의 강조와 국제간 교류의 미비로 그 한계가 명백하다.<sup>103)</sup>

각 의학대학내에 설치된 학부의 종류와 학생수는 <표 V-3>과 같다.

표 V-3. 의학대학의 학부 종류 및 학생수(1984-1985)

기 관 명	설립연도	1984~1985				학 부 명
		1학년 신입생수	총학생수	졸업생수	교수수	
병 양 의 학 대 학	1948.9.1	400	2,200	425	535	본학부(주간)의학부. 위생학부. 구강학부. 약학부. 동의학부. 통신학부(야간)의학부. 위생학부. 약학부. 구강학부
함 흥 의 학 대 학	1946.7.7	260	1,300	243	250	본학부 : 의학부, 약학부, 통신학부 : 의학부, 약학부
청 진 의 학 대 학	1948.9.1	210	1,050	199	210	본학부 : 의학부 통신학부 : 의학부
해 주 의 학 대 학	1959.9.1	250	1,250	237	185	상동
신 의 주 의 학 대 학	1969.12.26	250	1,250	241	180	본학부 : 의학과
강 계 의 학 대 학	1969.10.1	170	850	165	146	상동
원 산 의 학 대 학	1969	170	850	162	135	상동

103) 북한총람(1983 : 1368).



기 관 명	설립연도	1984~1985			학 부 명
		1학년 신입생수	총학생수	졸업생수	
사리원의학대학	1969	170	1,020	146	127 상동
평성의학대학	1969				상동
해산의학대학	1970	170	680	154	126 상동
개성의학대학	1970	?	320	?	? 상동
계	11개교	2,090	10,770	1,972	1,894

- 주 : 1. WHO자료에서는 개성의학대학이 빠져 있어서 10개의 의학대학이 있는 것으로 되어 있음. 그러므로 개성의학대학의 자료는 변종화 외의 자료로 대체했음.  
 2. 청진의학대학의 경우 최근의 입학생수는 약 300명인 것으로 알려져 있음.  
 3. 북한연구소가 발생한 북한총람(1983)자료에서는 의학대학생 수가 7,600명으로 되어 있으며, 이중 6년제 정규대학 학생수는 5,080명으로 되어있음

자료 : WHO(1988 : 75).

변종화 외(1988 : 53-54).

1984-1985년 학기에 총학생수는 10,770명이며, 매년 약 2,000명 정도의 신입생이 입학하고 그 보다 약간 적은 수가 졸업하는 것으로 되어있다.<sup>104</sup> 의학대학의 교수는 개성의학대를 제외할 때 1,894명으로 교수 1인당 학생수는 5.5명 정도였다.

의학대학의 교육은 예과 1년, 기초학부 3년, 임상학부 3년으로 나뉘어 실시되는데, 구체적인 교육내용은 다음과 같다.<sup>105</sup>

\*예과1년 : 일반지식과목, 화학, 물리, 수학, 영어, 혹은 러시아어, 혁

104) 1990년 9월 3일자 보건신문에서 일본 동경대 마루오 다찌오 교수가 북한의 의료계에 대하여 발표한 내용을 보면 의대입학시 복수지원을 허용해 2개 학교를 동시에 응시할 수 있으며 평양의대가 가장 우수하다 한다. 또한 의학대학 총 정원은 1,750명으로 의과대학생은 기초 3년, 임상 3년 후 졸업하면 의사자격을 획득 하게 된다 라고 기술하고 있다.

105) 변종화 외(1989 : 61-62)와 의학 미생물학(1972 : 평양)를 참조했음.

표 V-4. 북한의 주요 의과대학과 설치학과

대 학 명	학 과	비 고
평양 의 학 대 학	의학과, 동의학과, 위생학과, 구강학과, 약학과, 동의학과, 임상학과	설립 : 1948. 9. 28(김일성대의학부가 분리되어 창설) • 박사원 • 방사선실험실
함흥 의 학 대 학	의학과, 약학과, 동의학과, 위생학과	설립 : 1946. 7. 7
해주 의 학 대 학	의학과, 약학과, 동의학과, 위생학과	설립 : 1959. 11. 25 • 부속병원
청진 의 학 대 학	의학과, 약학과, 동의학과, 위생학과	설립 : 1948. 9. 1
강계 의 학 대 학	의학과, 약학과, 동의학과, 임상학과	설립 : 1969. 12. 26
신의주의학대 학	의학과, 약학과, 동의학과 등 9개 학과	설립 : 1969. 12. 26 • 부속병원
원산 의 학 대 학	의학과, 약학과, 동의학과	설립 : 1971
사리원의학대 학	의학과, 약학과, 동의학과	설립 : 1969
개성의학대 학	의학과, 약학과, 동의학과	설립 : 1970
혜산 의 학 대 학	의학과, 약학과, 동의학과	설립 : 1970
함흥 약 학 대 학	약학과, 세약학과, 생물약품공학과, 의료기구공학과, 합성제약공학과	설립 : 1968. 10. 6

자료 : 북한총립(1986 : 1289).

평역사, 김일성료자, 김일성주체철학, 당정책

\* 기초학부 1-3년 : 혁명역사, 김일성료자, 당정책, 김일성주체사상, 미·일침략사, 해부학, 생리학, 병리학, 약학, 병태생리, 의학미생물, 기생충병리학, 방역학, 화학(생화학), 위생(노동, 공중등), 영양, 외국어(로어,

영어, 라틴어 중 택일), 물리학

\*임상해부

-공통 : 혁명역사, 김일성로작, 당정책, 김일성주체사상, 미·일침략사

-4학년 : 임상 각 과목이론(평균 1일 5강좌 중 2강좌 실습, 그중에서 1강좌 병원실습, 1강좌 의학대학실습)

-5학년 : 임상 각 과목이론(평균 2강좌는 병원에서 실습)

-6학년 : 임상 각 과목이론 및 6개월실습(실습은 의학대학병원, 지방병원, 군병원 및 특수병원에서 실습함)

전 의학도들은 재학기간중 100시간의 동의학이론 및 실습교육을 받으며 4-5년 사이에 동의학 실습을 거치게 된다.

(2) 약학대학

북한에서는 약학대학이 의과대학내에 설치운영되고 있다. 약학대학으로 독립된 대학은 함흥의학대학 한 곳 뿐이다. 약학대학의 교육과정은 의과대학과는 다른 5년제이며 약학대학내의 의료기구학부, 항생소학부, 약제학부 등으로 구분되어 있는 것이 특징이다. 약학대학내에 3개학부는 각각 몇개의 과를 두고 있다. 예를 들어 의료기구 학부에는 의료기구과, X-선과 등 항생소학부에는 각종 항생제별로 그리고 약제학부에는 약품공학과, 생물약품공학과 등이 있다. 함흥 약학대학조직은 다음과 같다.

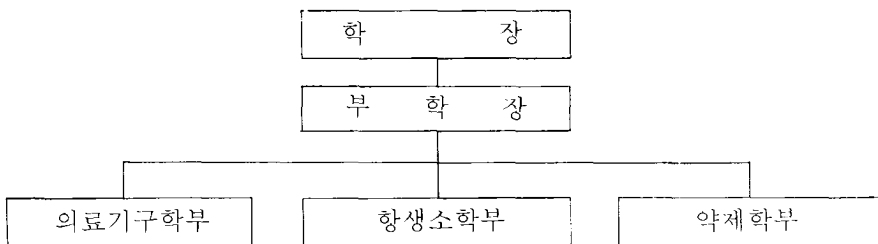
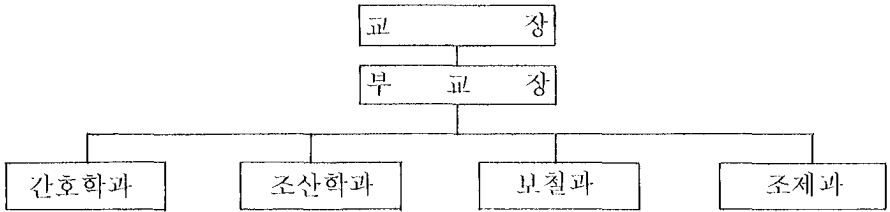


그림 V-3. 함흥 약학대학 조직

자료 : 변종화 외(1989 : 52).

(3) 도 보건간부학교

북한은 간호원과 의료기사를 양성하기 위하여 도 보건간부학교를 설치운영 하고 있다. 도 보건간부학교는 간호학과, 조산학과, 보철과, 조제과로 나뉘며 해당인력을 배출하는 2년제 학교이다(그림 V-4참조).



(졸업후 조제사로 인민학교 배치)

그림 V-4. 도 보건간부학교 조직

자료 : 변종화 외(1989 : 52).

표 V-5. 의사 1명당 보건일군의 성장

연 도	인구만명당 의사수	(성장율%)	인구만명당 중등보건일군수	(성장율%)
1944	0.5			
1947				
1949	1.1	100.0	3.0	100.0
1955	1.5	136.4	8.7	290.0
1960	3.3	300.0	19.5	650.0
1965	9.3	845.5	29.7	990.0
1970	11.7	1,063.6	34.4	1,143.3
1975	17.5	1,590.9	44.4	1,480.0
1980	23.6	2,145.5	43.4	1,446.7
1982	24.0	2,181.8	42.1	1,403.3

\*준의를 포함한 수치임.

자료 : 조선중앙인감(1984 : 292).

교과목은 사회정치론, 의학기초기술과목(해부, 생리, 약리학), 전문부문 이론교육, 임상실습(내과, 외과, 소아과, 이비인후과등)으로 구성되어 있다.

이밖에도 간호원양성을 위해 별도의 1년제 간호원양성소가 있으며, 교육 기간 3개월인 보육원양성소가 각, 시군별로 설치 되어있다.

〈표 V-5〉에서 보듯이 1965년 까지는 중등보건일군수의 성장이 의사수의 성장을 능가하고 있다. 이와같이 단기교육을 통해 배출된 중등교육 인력은 무상치료제를 실시할 수 있는 기반을 닦는데 기여하였다고 본다. 그러나 1970년 들어서 사회주의 보건제도가 틀을 갖추게되자 급조된 의료인력에 대한 질적평가를 하게된다. 혁명과 건설이 진척됨에 따라 더욱 높아지는 근로자들의 의료봉사의 질적 요구를 원만히 충족시키기 위해서는 보다 향상된 보건일군을 양성해야 한다고 강조하고 있다.<sup>106</sup> 1970년에 들어서 의사수의 급격한 증가는 그동안 고등의료인력의 부족때문에 초래된다. 도·농간의 의료서비스의 질적차이를 해소하는데 지대한 공헌을 했다. 즉, “군병원들을 잘 꾸미고 농촌여성들을 위한 산원시설을 강화하며 농촌리의 진료소를 병원화하고 모든 리에 아동 병원을 꾸려 농촌주민들에 대한 의료봉사사업을 결정적으로 개선하도록 하였다.”<sup>107</sup> 이 방침은 서비스 개선을 통하여 농민들의 물질적 생활 토대를 향상시키고 사회 모든 부문에서 추구하고 있는 균형성장으로의 방향전환을 모색하기 위한 것이다.<sup>108</sup> 이러한 정책요구가 고급의료인력, 즉 의사의 수요를 증대시키게 된 직접적인 원인으로 보인다.

이에 따라 각 의학대학과 고등의학교의 학생모집 규모를 늘이는 한편, 대학과 고등의학교의 특설반을 강화하였으며 통신 및 야간학부의 규모를 대대적으로 늘였다. 또한 기술검정시험을 통하여 의사의 수를 증가시켰다.<sup>109</sup>

106) 인민보건사업경험(1986 : 41).

107) 「김일성저작선집 제 5 권」(제 2 판 : 478).

108) 장동민(1989 : 67).

109) 변종화 외(1989 : 47).

그리하여 1949년에 비해 1982년에는 인구 만명당 의사수가 20배를 넘게 되고, 중등보건일군의 성장율을 크게 앞지르게 된 것이다 (표 V-5참조). 현재 북한은 보건의료인력중에서 의사인력을 주로 활용하고 있으며 그외의 인력에 대해서는 크게 비중을 두고있지 않다<sup>110)</sup> (V-6참조) 이러한 상황은 남한과 비교할 때 대단히 특이한 상황이며 같은 사회주의 국가인 소련이나 중국과 비교해도 차이가 있다. 의사인력에 대한 의존도가 매우 높다는 점에서 북한의 보건의료체제는 같은 사회주의 국가인 쿠바의 그것과 흡사하다고 하겠다.

〈표 V-6〉 의사와 중등보건일군수의 비교  
(의사를 1로 했을때의 중등보건일군수)

연 도	북 한 <sup>1)</sup>	소 련 <sup>2)</sup>	남 한 <sup>3)</sup>
1949	2.8		0.6
1955	5.8		0.7
1960	5.9	3.4	1.1
1965	3.2	3.1	1.6
1970	2.9	3.2	2.0
1975	2.5	3.1	1.8
1980	1.8		4.3
1982	1.7		5.7

- 1) 자료 : 표 V-5. 의사의 1명당 보건일군의 성장으로부터 계산.
- 2) 자료 : Navarro(1977 : 69)의 표 7-3으로부터 계산.
- 3) 자료 : 보건사회부, 보사통계연보, 각연도.

\*북한 : 준의포함.

소련 : feldsher 제외.

남한 : 간호원, 조산원, 약사, 의료기사, 간호보조원을 포함한 면허 및 자격증 등록현황.

자료 : 분육환 외(1989 : 178).

110) 변종화 외(1989 : 68).

북한에서 이처럼 의사인력을 상대적으로 과잉배출하는 것은 이들을 국가의 통제하에서 교육할 수 있으며, 의사를 활용하는데 있어서도 다른 인력에 비하여 의사에게 높은 보수를 지급하지 않고 배치할 수 있는 사회주의 국가의 일반적인 보건의료체계의 특성에서 기인한다고 볼 수 있겠다. 그리고 1970년대 들어 보건의료인력의 양적팽창으로부터 질적개선에로 정책방향을 바꾼데서 비롯된 것으로 보인다.

보건의료인력의 질적인 강화를 보다 구체화한 것은 1980년 제정된 인민보건법이된다. 이법의 제 1 장 제 4 조와 제 5 조를 보면 국가는 의학과학 기술을 발전시키며 인민보건사업에 필요한 물질기술적 조건과 수단들을 원만히 보장하여 치료예방사업을 끊임없이 현대화, 과학화하고 또한 보건일군들을 계획적으로 양성하여 그들의 사상의식과 기술수준을 끊임없이 높여야 한다고 규정하고 있다.

### 3. 보건의료인력의 재교육

북한에서 재교육의 형태는 사회전반에 걸쳐 분야별로 활발하게 진행되고 있다. 재교육은 북한주민으로 하여금 북한사회구조의 체제에 부합되는 생활을 할 수 있도록 하는데 그 근본 취지가 있다. 일반적으로 재교육의 형태는 정치 사상교육이 핵심이 되고 있으며 그중에서도 가장 중요한 것은 계급교양과 혁명전통교양이다. 북한의 전반적인 재교육의 구체적인 목적은 첫째, 정치이념교육의 강화, 둘째, 기술교육수준 강화로 1人 1技 교육달성, 셋째, 일반적인 교육수준 향상, 넷째, 도시와 농촌간의 격차를 줄이고, 다섯째, 당성을 높이기위해 전주민의 재교육 강화이다.<sup>111)</sup>

이같은 북한 사회의 전반적인 사회 재교육의 활발한 진행은 보건의료분야에 있어서도 잘 나타나고 있다. 보건의료분야에 있어서의 재교육 사업은 사회주의 혁명 초기에 양산된 보건의료인력을 기술적으로 고급인력화하고

111) 북한총람 1981 : 1330.

사회주의 혁명의 전사로서 사상적 충성을 확보하는데 있다.

### (1) 정치이념강화와 당성을 높이기 위한 재교육

북한의 ‘보건일군’은 전문 기술자인 의료인이기에 앞서 사회주의혁명의 임무를 담당할 혁명가, 공산주의자로 인식되어지고 있으며 이같은 혁명임부의 중요성과 직업상의 특성으로 인하여 특별히 중요하게 사상교육의 필요성이 강조되어지고 있다.

“의료일군들은 사람의 귀중한 생명과 건강을 책임지고 있을 뿐만 아니라 광범한 군중을 대상으로하고 있는 직업상의 특성을 가지고 있다. 따라서 의료일군을 혁명가, 공산주의자로 준비시키는 것은 의료사업을 원만하게 할 뿐만 아니라 군중에 대한 감화력과 영향력을 이용하여 광범한 대중을 혁명 투쟁에 불러 일으켜 혁명의 종국적 승리를 다그쳐 나가는데서도 큰 의의를 가진다.”<sup>112)</sup> 이에 따라 북한당국은 보건일군의 혁명가, 노동계급화하는데 끊임없는 노력을 기울였는데 이러한 노력은 보건부문에서의 인간개조와 보건사업의 발전을 유기적으로 결합시키기 위한 정성운동으로 발전하게 된다.

‘정성’은 사람의 생명과 건강을 책임지고 있는 보건일군들이 지켜야 할 정신도덕적 풍모의 표현으로서 의술보다도 공산주의적 인간애가 더욱 귀중하다는 것이다.<sup>113)</sup> 즉 정성운동은 의료인력들이 그들의 책임성과 역할을 높여 환자에게 정성을 다하도록 하여 보건의료의 질적수요에 대처하고자 했다. 이와같은 정성운동은 보건의료의 본질적인 측면인 치료와 예방에서의 질을 높이려는 목적외에도 정치적인 사상교양주입을 통하여 체제정당성 확보에 기여하는 측면을 강하게 지니고 있다고 평가된다. 결국 사상교육은 보건의료인력이 광범한 대중과 접하는 직업적 특성을 감안 하면서, 그들을 체제유지적 세력으로 묶어 두려는 필요성에 큰 중요성을 가진다고 할 수 있다.

112) 조선보건의사(1981 : 357).

113) 조선중앙연감(1984 : 231).



## (2) 의학기술수준을 높이기 위한 재교육

북한은 보건의료인력의 질을 높이기 위하여 의학과 기술의 재교육을 실시하고 있다. 의학과 기술의 재교육은 단기 양성체제를 마친 중등보건일군을 재교육시켜 의사로 전환시키는 상급보건일군의 확충을 위한 재교육과 일반적인 기술수준을 강화할 목적으로 한 재교육으로 분류된다.

### 가. 중등보건인력을 고급인력화하기 위한 재교육

북한은 전반적인 무상치료제 실시와 의사담당 구역제 실시로 공급이 부족한 보건인력을 보충하기 위하여 대대적으로 중등보건인력을 양성하였다. 이같이 단기양성된 보건인력은 점차 의료수요가 다양화 되면서 주민들에게 만족할 만한 의료서비스를 공급하지는 못했다. 이에 중등보건일군들이 현장에서 이탈됨이 없이 자신의 기술적 자질을 높여 상급 보건일군으로 자라나게 하는 재교육을 실시한 것이다. 이를 위하여 북한은 의학대학 특설학부를 설치하여 중등보건일군들을 상급 보건일군으로 키워내도록 하는 한편, 의학부에서도 통신 및 야간 교육체계를 세우도록 하였다.<sup>114)</sup> 그리고 각 도 단위 의학대학이 이같은 사업의 핵을 이루게 하여 교육기자재를 제공하여 임상실습하도록 배려했다. 그리하여 전쟁시기와 전투기에 단기양성체제를 통하여 대대적으로 양성된 중등보건일군들을 점차 모두 상급 보건일군으로 키워내도록 조치하였다.

중등보건일군을 의사로 전환시키는 재교육은 의과대학 통신과를 거치는 과정이 대표적이다. 의과대학 통신과는 대개가 지방 보건의료기관에서 준의사나 준조제사로 일하고 있는 중등보건일군이 등록하여 수학하는데, 정규과정과 똑같이 졸업과 동시에 면허를 취득하게 되어있다.<sup>115)</sup>

통신의학대학생들은 또한 1년에 한번씩 일정한 기간동안 대학본부에 와서 정식으로 강의를 받게되어 있다. 과거 일정한 제도가 확립되어 있지 않은 때엔 방학동안에 와서 공부하기로 되어 있는데 그 당시 이 제도가 잘 운

114) 인민보건사업경험(1986 : 45).

115) 김선호(1976 : 22).

영되지 않은 이유는 첫째로, 교원들이 학생들에게 일정한 숙제를 미리 주지 않는 등 교원자신들이 학생들을 맞을 준비가 되어있지 않았던 것과, 둘째로는 방학때 전체학생들이 한꺼번에 밀려오는 까닭으로, 시설미비로 인해 일대 혼란을 초래했었다는 것 등이었다. 그리하여 1965년에는 전체학생들이 대학본부에 와서 강의를 들을 수 있도록 제도화 하였다고 한다. 서구에서의 의학교육은 일반적으로 정규과정을 통하여 이루어지고 있다. 이러한 서구의 의학교육의 바탕에서 보면 통신행과 교육은 파격적이라고 할 수 있다. 그러나 북한의 입장으로부터 보면 그것은 마르크스-레닌주의를 고등교육에 적용한 시범적 케이스라 할 것이다.<sup>116)</sup> 곧 교육과 노동을 밀접히 결합시켜 이론과 실재를 통일하겠다는 공산주의적 교육관을 현실에 적용한 것이 된다.

#### 나. 의학기술향상을 위한 재교육

북한은 보건일군들이 주민들에게 효과적으로 의료봉사 사업을 잘 하기 위해서는 임상기술수준이 높아야 한다고 지적하고 있다. “보건일군들이 인민의 생명을 책임진 주인으로서의 영예로운 임무를 원만히 수행하기 위해서는 질병의 예방과 치료에서 나서는 과학기술적 문제들을 훌륭히 풀어나갈 수 있는 높은 의학기술적 자질을 가져야 한다”고 보고 이러한 의학기술적 자질을 높이는 가장 효과적인 방도의 하나는 보건일군들을 재교육시키는 것이라고 하고 있다.<sup>117)</sup> 이에 따라 대학을 졸업한 지 5년 이상되는 현직보건일군들을 의사재교육 체계에 계획적으로 망라시켜 3-6개월동안 임상기술수준 향상을 위한 재교육을 진행하고 있으며 이를 위해서 의사들의 자체학습과 기술강습 임상토론회를 비롯한 여러가지 형식과 방법으로 기술학습을 강화하고 있다.<sup>118)</sup> 이 기존 의사들의 의료기술 향상을 위한 교육기관은 평양

116) 김선호(1976 : 110).

117) 인민보건사업경험(1986 : 46-47).

118) 조선중앙연감(1986 : 94).

의사 재교육대학과 각도에 설치된 분교에서 실시되고 있다.<sup>119)</sup> 한편 압도적 다수를 차지하고 있는 여성보건일군들을 계획적으로 재교육시키는데 특별한 주의를 기울이고 있다고 한다.<sup>120)</sup> 그리고 중등보건일군과 간호원들에 대한 재교육사업은 고등의학전문학교와 각 도에 설치된 재교육대학 분교들에서, 보육원들에 대한 재교육은 보육원 양성소들에서 진행하고 있다.<sup>121)</sup>

이상을 요약하면, 초창기 북한의 의료인력정책은 의사부족에 대처하기 위하여 단기과정의 중간급 보건인력 양산체제를 유지해왔으나, 부상치료제와 의사담당구역제가 실시된 이후에는 의사인력의 대량배출에 치중하고 있다. 대체로 북한의과대학의 총학생수는 남한보다 많으며, 그 과정이 의학부, 위생학부, 구강학부, 약학부, 동의학부 등으로 세분화 되어있는 것이 특징이다. 그리고 보건의료인력의 질을 유지하기 위하여 사상적 재교육과 기술적 재교육을 강화하고 있는데 전자는 '정성운동'으로 그리고 후자는 '취업중 훈련'이나 중등보건일군을 의사로 전환시키는 '의과대학 통신과정'으로 대변된다. 북한 사회의 필요와 요구에 따라 보건인력 양성체계가 신속성있게 조정되고 있음을 볼 수 있다.

119) 조선중앙연감(1986 : 241).

120) 인민보건사업경험(1986 : 48).

121) 인민보건사업경험(1986 : 47).

## Ⅵ. 임상의료기술의 수준—의학교과서를 중심으로 한 실증분석

### 1. 기초의학

북한의 기초학부에서 이수하도록 되어있는 15개 과목중에서 기초의학으로 분류할 수 있는 것은 해부학, 생리학, 병리학, 약학, 병태생리, 위생학, 영양학, 생화학 등의 8개 과목이며 이중 현재 구할 수 있는 것은 립상해부학(1955, 1973), 립상면역학(1984), 립상립사법상·하(1965), 의학미생물학(1972), 영양과건강(1984), 혈액표본도해(1987), 병원성 미생물검사법(1966) 등이다.

북한에서는 1955년에 이미 기초의학교과서를 만들어서 사용했으며 영양학이 기초학부과정의 필수과목으로 되어있는 것이 눈에 띈다. 병리학은 임상병리학 위주이며, 각종 임상검사와 방사선 검사가 여기에 포함되어 있으며 각 검사항목은 질병별로 정리된 것이 아니라 장기별로 묶어서 기술하고 있다.

#### (1) 해부학

북한학계의 해부학에 대한 견해는 그들의 주체사상과 긴밀히 연관되어 있다. 다른 의학분야가 동의학의 영향을 많이 받은데 대하여 해부학은 한의학 보다도 주체사상의 영향을 다분히 받았다고 할 수 있다. 이러한 이유로서는 다음과 같은 사실을 들 수 있다<sup>122)</sup>.

첫째, 외국사람들의 해부학적 자료들을 그대로 갖다가 쓴다면 조선 사람

122) 「인체해부학 개정판」(1973 : 18-24).

들의 몸집과 체질에 맞지 않고 따라서 당인민보건정책을 관철하는데 해를 끼치게 될 것이라는 생각을 가지고 있다.

둘째, 서양해부학의 특징인 관념론적이고 형이상학적인 서술 해부학을 반대하고 유물변증법적인 기능해부학의 입장을 견지한다는 것이다. 즉 사람의 몸을 고정불변한 것으로 보는 서술해부학은 사람이 어떻게 생겼는가 하는 것만을 가르치게 된다. 이것은 학생들의 사고를 고정시키게 되고 부단한 변화상태에 있는 사람 몸의 구조와 형태에 대한 정확한 인식을 가질 수 없게 된다는 것이다. 따라서 사람 몸의 구조와 형태는 변화 발전의 견지에서 연구하고 체계화 하여야 한다는 것이다.

셋째, 학술용어를 우리말로 다듬어 쓰는 것은 사회주의적 민족문화 건설에서 중요한 과업의 하나이기 때문에 해부학 분야에서도 예외가 있을 수 없다. 즉 사대주의를 극복하고 주체사상을 세우야 한다는 주장이 이 분야를 지배하고 있다. 이와같은 작업은 “고유한 우리말을 살려쓰며 그것을 현대의 요구에 맞게 더욱 발전시키기 위하여 적극 노력하여 하겠습니다<sup>123)</sup>” 등의 김일성 교시에 맞추어 진행되고 있는 것으로 보인다.

이와같은 주장하에서 해부학은 나뉠대로의 독특한 개념을 가지고 있으나 내용상에서는 그다지 주체화의 면모를 찾아 보기는 어렵다. 주체해부학에 대한 특징은 다음과 같다.

첫째, 다른 의학부문과 마찬가지로 해부학도 주로 소련의 영향을 많이 받았으며 부분적으로는 일본과 중국 등지에서 영향을 받은 것으로 보인다<sup>124)</sup>.

둘째, 한글만을 너무 고집함으로써 신체 각 부위에 대한 해부학적 명칭을 부여하는 데 어려움이 있는 것 같이 보인다.

셋째, 해부학 용어를 거의 한글로 표기 하고 있다. 여기에 따라 국제해부

123) 「김일성저작선집」 제 5 권, p. 463

124) 「림상해부학」(1955, 1973), 「림상면역학」(1984), 「림상위사법 상·하」(1965), 「주체의학」 등의 참고문헌 수에서 추론하였음.

학명(PAN)에 근거한 6,000여개의 해부학 용어를 만들어 놓고 있다<sup>125)</sup>.

내제, 구성은 골학, 관절학, 내장학, 중추신경, 말초신경계, 감각기 등으로 세분하고 있다. 그러나 주요 부분만 개괄적으로 설명하고 있고, 손으로 그린 흑백그림만을 도시하여 아직은 체계화 되어 있지 않음을 알 수 있다<sup>126)</sup>.

## (2) 미생물학

의학대학의 미생물학은 내과학, 소아과학, 외과학 등의 임상과목에 지식을 더해 주는 기초과목으로 편성되어 있다. 그러나 미생물학이 다른 과에 속하여 강의되는지 분리된 단독과목으로 되어 교육되는지는 알 수 없다<sup>127)</sup>.

구성은 의학세균학, 의학리케치아학, 의학비루스학, 의학원충학, 면역학 등으로 되어 있으며, 이중 의학원충학은 기생충병학에서 다루고 있다<sup>128)</sup>.

내용에 있어서는 미생물의 형태와 생리, 환경이 미생물에 미치는 영향, 미생물과 유기체와의 상호작용, 미생물학적 검사 및 진단법 등 환경부문을 인접하고 있고 기초지식을 이해하기 쉽게 체계화시켜 나가고 있다<sup>129)</sup>.

북한에서 현재 임상에 쓰이는 예방약의 종류는 두보, 장티프스, 콜레라, 발진티프스, 디프테리아, 파상풍, 일본뇌염, 결핵, 홍역, r-gobulin, 천연두

125) 1955년도 인체해부학은 소련의 풀레쓰니코프, 엔. 웨가 쓴 것을 북한의 리영일이 번역하여 교과서를 만들었으나 1973년의 개정본은 소련, 중국, 일본의 해부학을 참고로 하여 평양의학대학 인체해부학 강좌에서 편집하여 출판하였다.

126) 인체해부학 개정본은 손으로 쓴 필체로 청진의학대학 도서관 소장서이다. 따라서 현재 이책이 전의학대학에서 교육되고 있는지는 확실하지 않다.

127) 문육관 등의 연구에 의하면 기초학부 1-3년 사이의 교과목에 미생물학이 빠져 있다. 그러나 의학미생물학 서문에 기초과목임을 명시한 대목에서 기초학부 1-3년 사이에 교육되고 있음을 알 수 있다. 의학대학과 전문학교에서 미생물학, 방역학, 전염병학 등의 강좌가 있다고 한다.

128) 「의학미생물학」(1972 : 12-15).

129) 「의학미생물학」(1972 : 13-14).

등의 약 20여종이 있다<sup>130)</sup>.

### (3) 영양학

남한과는 달리 기초학부 1-3년 동안에 영양학을 강의하고 있다. 실제 이의 질적인 면을 제외하고서도 현재 증가일로에 있는 성인병의 예방에 섭생의 중요성이 강조되고 있음에 비추어 영양학을 강의하는 것은 상당히 고무적인 일로 받아들여 진다. 그러나 영양학 교재를 구할 수가 없어 자세한 실태를 알 수는 없다.

이유식은 생후 3-6개월에 할 것을 추천하고 있으며, 어머니 젖이 부족할 경우는 다른 어머니젖, 소젖, 염소젖, 암젖 등을 권장하고 있는 바 어린이를 위한 분유제품의 개발이 뒤져 있음을 알 수 있다. 또한 이유식의 종류에도 쌀락쌀이나 쌀, 물고기뼈가루, 남새(감자, 배추, 부우, 시금치), 알류, 과일즙, 등<sup>131)</sup> 그 종류에 있어서 빈약할 뿐 아니라, 제품화된 이유식이 개발되어 있지 않다. 각 가정에서 구할 수 있는 식품위주로 소개하고 있어서 실용성이 강조되고 있으나 질적인 면에서는 충분하다고 볼 수 없다.

### (4) 병리학

병리학은 우리의 임상병리학(Clinical Pathology)과 비슷한 개념으로 쓰인다. 특이한 점은 일반적으로 많이 실시할 수 있는 간편한 검사법이 주를 이루고 있다. 또한 질병별이 아닌 각 장기별로 기능 검사법을 나열하고 있어서 반복되는 면은 있으나 일목요연하게 정리하고 있었다(VI-1). 예를 들어서 소화기기능검사의 경우 위장관검사항목 전부가 한데 기술되어 있어서 우리나라의 경우 각 진료과목별로 검사하는 것과는 대조를 보이고 있다.

병리검사중 혈액검사는 따로 분리해 혈액질병들의 진단과정과, 판정에서 중요한 지표가 되는 형태학적 변화를 혈액표본상에 도시하여 놓았다. 혈액

130) 『의학미생물학』, 1972 : 15-17)

131) 『영양과건강』(1984 : 362).

## 표VI-1 주요 병리검사법

장	내 용	장	내 용
1	혈액의 일반검사법	11	항생물질의 검사법
2	혈액의 화학적검사	12	순환기능검사
3	오줌의 검사법	13	발초혈관의 검사
4	척수액 검사법	14	호흡기의 기능검사
5	침자액의 검사법	15	소화기의 기능검사
6	객담의 검사법	16	간장의 기능검사
7	대변 검사법	17	신장의 기능검사
8	암 진단법	18	현액의 기능검사
9	생물학적 임신진단	19	내분비 계통의 기능검사
10	류마치스질환의 혈청진단법	20	식물신경계통의 검사법

자료 : 임상검사법, 상, 의학출판사, 1965.

표본도해는 40여가지의 의학교과서 중에서 혈액세포의 기본구조, 정상세포와 병적세포들의 원형 사진을 원색으로 출판하고 있는 유일한 교재이다<sup>132)</sup>.

병원성 미생물검사는 균량의 측정, 항체의 정제와 농축, 냉동건조, 복소 및 균체성분 등의 내용으로 이루어지고 있다. 또한 별균방법으로는 자비, 화염, 건열, 증기, 여과별균방법이 소개되고 있으며 실제 쓰이고 있는 것으로 보인다. 최근의 교재는 구할 수가 없어 현재의 실태를 알 수는 없다<sup>133)</sup>.

132) 「혈액표본도해」(1987).

133) 병원성 미생물검사법(1966 : 15).



## 2. 내과

### (1) 내과학의 기본구성

내과는 내과계<sup>134)</sup>의 대표적 임상과로서 북한에서는 내과학을 크게 두부분으로 나누고 있는데 하나는 내과질환을 진단하기 위한 방법적 측면을 총론적으로 취급하는 내과진단학이며, 다른 하나는 진단된 내과질환의 치료를 취급하는 내과치료학이다.

북한내과학의 발전역사는 1945년의 해방에서 시작하여 최근에까지 소련내과학의 도입 및 그의 주체의학적 재정립에 집중되어 있다. 1950년에는 소위 군진내과학을 탄생시켰는데 이는 6.25전쟁중 내과의사들이 전쟁에 참가하여 군진환자들을 돌보는데서 시작 되었다(군진내과학 본페렌찌아 문헌집, 군진내과학, 군진전염병학 등의 책자를 발간함). 또한 1952년에는 과학원 의학연구소에 내과연구실이 설립되었으며, 1958년부터는 의학 과학원에 의하여 중요 내과질환에 대한 연구사업을 실시하고 있다. 북한의 모든 과학과 마찬가지로 방법론에 있어서는 사상적 근간을 맑스-레닌주의, 즉 변증법적 유물론에 두고 있으며 과학적 근간을 이루는 것은 파블로프의 생리학설 및 동의학 이론임을 밝히고있다<sup>135)</sup>.

해방후에서 현재까지 주요 학술연구 발표는 조선의학, 주체의학, 의학, 인민보건 등에 실리고 있다.

현재 내과학의 대표적 교과서는 '내과전서'를 들 수 있으나 아직 입수된 것이 없어 내과학 총론 I, II를 참고로 할 수 밖에 없다. 이들 교재들은 엄밀히 분류하자면 진단학과 임상약리학에 해당되는 것으로 임상진단학은 다음과 같은 특징이 있다(표 VI-2).

134) 변종화 등(1989)에 의하면 내과계는 내과기술 부원장 밑에 순환기과·내분비), 호흡기과(알레르기), 소화기과, 신경과, 실험과, 렌트겐과, 물리치료과, 소아과, 동 의과(동의내과, 동의외과, 동의소아과)등으로 구성되어 있다고 한다.

135) 「내과학 총론 I」(1962 : 19-24).

첫째, 실제 임상에서 적용되는 진단법과 임상검사법이 서구의학적 관점에서 설명되어 있다. 그러나 그들이 주장하는 주체의학적 입장에 입각하여 동의학적 진단법을 혼합해 놓았다.

둘째, 각 장기를 열거하고 여기에 따른 증상 및 발생기전을 설명해 놓고는 있지만 구성상 산만한 감이 있어 체계적이지 못하다.

셋째, 서구임상약리학을 근간으로 하여 여기에 동의학적 임상약리학을 체계화 시켜 현대의학적 임상약리학과 동의학적 임상약리학을 개발하여 서술한 첫 시도인 것으로 보인다.

넷째, 임상검사법은 분진, 시진, 촉진, 타진, 진수법(위부위를 진탕하여 진탕유를 얻는 방법으로서 위의 크기와 위벽의 긴장상태를 알아보는 방법),

#### 표VI-2 임상진단학의 구성

구 성	내 용
일반진단학	분진, 시진, 촉진, 타진, 청진, 진수법등
일반증상론	환자의 일반적 특성, 신체 각 부위의 주요 증상
진단의 방법론	환자에 대한 태도, 진단의종류, 오진과의 부정
호흡기계통질환의 진단	해부생리학적 개요, 증상, 검사법
혈액순환계통질환의 진단	해부생리학적 개요, 증상, 검사법
소화기계통질환의 진단	식도, 위, 장, 취장의 해부생리, 증상, 검사법
간장 및 담도질환의 진단	해부생리학적 개요, 주요증상군, 검사법
비장질환의 진단	해부생리학적 개요, 주요증상군, 검사법
비뇨기계통질환의 진단	해부생리학적 개요, 주요증상군, 검사법
혈액질환의 진단	혈액의 채취, 세균학식 검사법, 도말염색표본검사
내분비계통질환의 진단	갑상선, 뇌하수체, 부신, 성선, 취장(인슐린)
물질대사질환의진단	비타민, 당뇨병, 비만증
각종신경계통질환의	근위축성 측삭경화증, 진행성근위축증
감별진단과 검사법	진행성근영양장애, 뇌종양, 뇌출혈등

자료 : 최응석, 「내과학총론 I」(조선의학출판사, 1962), 차례.

청진 렌트겐검사법, 실험식검사 등의 순서로 구성되어 있다.

다섯째, 의학도서의 주 대상이 남한에서는 의사와 의과대학생인데 반하여 여기에서는 의사, 의과대학생등과 그 외의 보건일꾼들에 공동으로 볼 수 있도록 구성되어 있어 기초지식은 잘 설명되어 있으나 전문지식은 빈약한 편이다.

한편 임상약리학은 동약과 양약을 혼합해서 사용하고 있으며 의학지식이 있는 사람이라면 누구라도 제조할 수 있도록 세밀하게 기술하고 있다.

## (2) 내과부문에서의 진단

외래진료와 입원진료에서 사용하는 병력서의 양식에는 차이가 있다.

입원환자를 진찰할 때의 병력서에는 환자에 관한 일반적 특성, 환자에 대한 문진진찰 및 검사소견, 모든 임상적 관찰의 분석, 경과, 적용된 치료법, 각종상담, 모든변화, 병리해부학적 소견 등의 환자 관찰일지 등으로 구성되어 있다. 특징적인 것은 환자의 지식정도<sup>136)</sup>, 노동생활과 사회적 생활, 정서적 생활 및 민족<sup>137)</sup> 등의 항목이 병력서에 포함되어 있다(표VI-3).

표VI-3 병력서의 구성(외래)

항 목	내 용
1. 환자에 관한 일반적 등록	연령, 성별, 지식정도, 직업, 직장, 주소, 가족관계, 민족별
2. 환자에 대한 문진	환자의호소, 현병력, 유전, 가족생활, 성생활, 노동생활과 사회적생활, 정서적생활
3. 환자의 진찰	일잔적 진찰 : 연령, 성별, 체질형, 영양상태 장기계통진찰 : 장기별
진단과 그 후의 진찰	1 예비적 진단 : 환자의 첫 진찰과정에서 진찰이 끝나면 곧 붙이게 된다 2 실험실적, 기능적 및 기타 특수검사 3 임상적 진단 : 1과2과로 부터 결론을 내림

자료 : 내과학총론 I, 조선의학출판사, 1962, 병력서의 구성편

136) 환자의 학력을 기재하는 것으로 보인다.

137) 소련인, 중국인, 일본인 등이 섞여있어 이를 기록하고 있는 것으로 보인다.

동의학에 있어서도 신의학에서와 비슷한 병력서가 쓰이고 있는 것으로 보인다. 그러나 실제에 있어서, 이러한 양식은 의학대학 학생들의 교육용 및 초의사<sup>138)</sup>를 위한 것이다. 그러나 실제에 있어서는 단지 일반적 특징 항목만 규정대로 기록하고 다른 부분은 적당한 용지에 규격없이 쓰는 것이 관례이다. 왜냐하면 의사의 자유로운 서술을 저해하고 일정형식에 얽매어 창의력 및 창의적 활동을 억제하기 때문이라고 주장하고 있다<sup>139)</sup>.

실제 임상에서 사용하는 임상검사법과 임상병리 검사법은 서구의학의 것을 도입했으며 여기에 동의학의 이론에 근거한 동의학적 진단법이 가미된 진단기술을 가르치고 있다.

진단의 종류는 보통 네가지로 나뉜다<sup>140)</sup>.

첫째, 환자를 상급기관에 보내기 위하여 작성되는 보낸 기관의 진단, 즉 파송진단.

둘째, 접수과 의사 또는 일직의사가 설정한 진단. 즉 입원시 진단.

셋째, 환자가 입원실에 있는 동안에 임상적으로 확정된 진단, 즉 임상적 진단.

네째, 환자에 대한 치료를 끝내고 최종적 결론을 쓸때의 진단, 즉 종국적 진단.

이와같이 진단의 종류를 세분함은 진단의 정확성을 기하기 위한 방법으로 볼 수도 있으나, 사회주의적 중앙집중경제 체제의 특성중 하나인 보고 및 통계적 파악의 철저에서 기인되는 것으로 보인다. 실제진단에 있어서도 서구의학적인 몇가지 특수한 검사가 개괄적으로 소개되고는 있으나 일반수기에 의한 진단법이 주종을 이루고 있다. 각 질병의 진단에 있어서도 정밀진단 방법이 아닌 일반적인 단순진단 방법만이 소개되어 있다. 이러한 사실에서 북한의학이 서구의학적 진단술을 도입하려고 노력은 하고 있으나 실

138) 우리나라의 전공의 또는 인턴에 해당.

139) 「내과학총론 I」(1962 : 병력서의구성편).

140) 「내과학총론 I」(1962 : 진단의형성편).

제에 있어서는 의학기술 및 장비의 열세로 인하여 거의 실행하지 못하고 있는 경우가 있는 것 같다. 예를들어 기관지천식 진단방법의 경우 다음과 같은 정밀진단법이 소개되고 있어 우리와 같으나 본문에는 거의 언급되어 있지 않음을 볼 수 있다(표VI-4).

표VI-4 기관지 천식의 특수 진단 방법

종 류	방 법
항원 없애기 시험	의심되는 항원을 한개씩 제거하면서 원인물질을 찾아내는 방법
피부시험	피내법, P-K반응 <sup>1)</sup> , 바르기 시험, 점막법
비만세포탈과립시험	특이 알레르겐을 진단하는 방법
방사알레르겐흡착 시험	특이 IgE를 시험관 안에서 측정하는 방법으로 일종의 항체 검사법
면역학적 및 혈청학적 검사	면역확산법(Oudin), 피동감작적혈구 응집반응(PHA) 이중 확산법(Ouchter long)

자료 : 박재선, 기관지천식, 과학백과사전출판사, 1984, 기관지천식의 진단편.

주1) 환자이외의 제 3 자의 피부를 이용하여 감각항체(reagin)를 증명하는 방법.

또한 위, 장, 췌장, 및 간장의 진단시 임상병리, 방사선, 임상검사 등이 서로 섞여 있어 전문성이 결여되어 있으나 각 장기의 검사법을 총체적으로 열거하여 체계화 시킨 점은 주목할만 하다<sup>14)</sup>.

### (3) 내과부문에서의 치료

환자의 치료는 양약과 동약, 신의학과 동의학이 서로 섞여있어 이를 파악하기가 용이하지는 않다. 내과에서 보편적으로 중요하게 취급되는 약물의 하나인 항생제의 경우에 특징을 살펴보면 다음과 같다(표VI-5).

14) 소화기기능진단(1984).

첫째, 일차 항생제가 주종을 이루고 있으며 세파게통의 2,3차계 항생물질이 없다.

둘째, 각 질병에 대한 실제 사용에 있어서는 페니실린과 아미노글리코시드계 약물이 거의 대부분을 차지하고 있다.

셋째, 살균 및 균증식억제 등 항생작용을 가지는 동약을 분류, 체계화 하여 실제 각 질병의 치료에 사용하고 있다.

넷째, 노인인구에 있어서의 감염의 특징 및 항생제 사용시 주의점 등을 비교적 많은 부분에 걸쳐 설명하고 있다. 북한에는 아직 노인인구의 비율이 높지 않은데도 불구하고 이점에 대하여 각별하게 취급하고 있음을 알 수

표VI-5 북한에서 사용되는 주요 항생제

구 분	종 류
페니실린계	페니실린 G, V, 페네티실린, 프로피실린, 메티실린 옥사실린, 클록사실린, 디클록사실린, 암피실린 피팜피실린, 안옥실린, 카르바니실린, 숄베니실린
제팔로스포린계	제팔로딘, 제팔로리딘, 제파졸린, 제파만돌, 제팔복심, 제포티암, 제팔로글리신, 제팔렉신, 제프라딘
테트라싸클린계	테트라싸클린, 클로로테트라싸클린, 옥시테트라싸클린, 모로프짜클린, 글리코짜클린, 메타짜클린, 독시짜클린, 데메틸클로로테트라싸클린
클로람페니콜계	클로람페니콜, 레보미젠, 클로르미제틴속전염, 산토미젠
아미노배당체계	스트렙토미젠, 카나미젠, 디태옥시카나미젠, 짜클로세린, 아미노태옥시카나미젠, 테오미젠, 겐타미젠, 파로모미젠, 디메카젠, 아미카젠
마크롤리드계	에리트로미젠, 에리트로미젠아스코르빈산소다, 린코미젠, 클레안도미젠, 트리아세틸올레안도미젠, 리스토미젠, 리팍피젠
기타	노보미오젠, 푸짜린산, 난리틱신산

자료: 박지선, 유홍동. 감염증과 항생제 치료. 과학백과사전출판사, 1984, 항생제의 분류편.

있다.

다섯째, 이러한 항생제의 대부분을 외국으로 부터 수입해야 하는데 외환 사정의 악화로 인하여 항생제의 공급이 여유치 못한 것으로 알려져 있다.

동의학적 치료는 크게 먹는 동약과 침뜸치료로 나눌 수 있고 서로 병행 된다. 기관지 천식 치료를 예로 보면 산소, 기관지확장제, 항히스타민제, 부신피질 호르몬제 등의 신의학적인 처방과 동의치료로 나누어 지는데 여기에는 사간마황탕, 소청룡탕, 정천화담탕 등의 먹는 동약과 침뜸치료를 포함한다. 특히 침치료 환자에 있어서 80%이상이 발작이 몇거나 경하여 졌다<sup>142</sup>고 하는데 이것이 사실이라면 침치료가 기관지 천식의 치료에 큰 공헌을 하고 있다고 볼 수 있다. 그러나 젊은사람, 발병기간이 짧은 사람들에게서 효과적이고, 나이가 많거나 합병증이 있는 사람에게서는 효과가 적거나 없다고 하는데 이것은 신의학도 비슷한 실정이므로 이의 효과에 관한 문제는 비용과 효과면에서 엄밀하게 재검토해 봐야 할 것이다.

치료분야에 있어서 신약과 동약 이외의 독특한 치료방법들을 설명하고 있는데 기후치료, 온천치료, 물리치료, 치료체육 등이 그것이며 이러한 치료법들은 다른 임상과에 서도 비슷하다(표VI-6).

이러한 치료법들은 일부는 상당히 근거가 있으나 일부는 이해할 수 없는 경우도 볼 수 있다. 북한에서 이러한 치료에 의존하는 이유로서는 다음과 같은 것을 생각할 수 있다.

첫째, 사회주의 국가에서 주장하는 예방적치료 강조와 부족한 의료자원에 대한 대체등의 맥락에서 이러한 치료법이 개발되었을 것으로 보인다.

둘째, 이러한 치료법을 보통 20-30일 간의 치료기간을 가지며 만성질환을 대상으로 하고 있기 때문에 이들 치료기관이 병·의원보다는 시설장비 면에서 비용절감적일 수 있기 때문이다.

142: 문옥륜 등 1989:295: 귀순용사와의 대화에 의하면 페니실린은 약국에서 팔지 않고 병원에서 쓰려고 해도 부족한 실정이다.

143: 기관지천식 1984:191-195.

표VI-6 기관지천식의 이학적 치료

년 도	방 법	적 응 증
기후치료	기후 변동이 적은 바닷가 기후나 500-1000M의 산림기후 <sup>1)</sup> , 공기욕 햇빛쬐이기, 바다욕	계절성천식, 계절에 따라 더 심해지는 경우
온천치료	라논천, 임소온천, 탄산천(4-40℃)의 불맞이, 불끼엇기, 팽천수분무 흡입, 온천아에로졸	
물리치료	자외선치료, 일광욕, 인공태양 단파 투열치료, 초단파치료,	
치료체육 <sup>2)</sup>	숨쉬기운동, 산보치료, 등산 체육경기, 공기욕	합병증, 수반증이 있는 경우 상태가 나쁜경우, 만성환자

자료 : 박제선, 기관지천식, 과학백과사전출판사, 1984, PP. 197

주1) 고산기후치료는 만성환자의 경우에 보통 80-90%에서 효과가 있는 것으로 보고하고 있다.

2) 치료체육은 발작 간헐기에 일찍부터 적극적으로 해야 효과가 있다고 한다.

세제, 약품개발에 있어 후진성을 면치 못하고 있고 이에따른 약제부족에 대한 대체방안으로 이들 만성질환에 대한 치료에 자연자원을 이용하는 것으로 보인다.

### 3. 외과

#### (1) 외과학의 기본구성

외과는 외과계<sup>144)</sup>의 대표적인 임상과로서 각 과별로 전문 담당의사가 있다: 의과대학 학생들의 외과교과서로는 '외과전서'가 있는데 이를 통하

144) 변종화(1989)에 의하면 외과계는 외과기술 부원장 밑에 수지외과, 정형외과, 흉부외과, 비뇨기과, 산부인과, 이비인후과, 안과, 피부과, 신경외과, 마취과, 구강과(치과)등으로 구성되어 있다고 한다.



여 북한 외과학의 실태를 파악할 수 있으며, 이 책들을 지금도 의과대학 교과서로 쓰이고 있는 것으로 보인다. 그러나 각 편들의 발간년도가 다양하여 현재 전편(15편)을 다 교육하고 있는지 또는 이 책 발간전에는 외과교과서가 무엇이었는지 알 수 없다(표VI-7).

표VI-7 북한 외과교과서의 구성

종 류	발 간 년 도
마취편	
집중치료편	
외상총론편	1984(638P)
외과적감염편	
증상총론편	
혈관외과편	
뇌신경외과편	1987(607P)
경흉부외과편	1988(?)
심방외과편	
복부외과편(1,2)	
비뇨외과편	
정형외과편	
성형 및 이식외과편	
어린이 및 늑은이 외과편	

다만 일반외과(외상총론편), 정형외과(외상총론편 및 정형외과편)를 필두로 하여 신경외과(뇌신경외과편), 흉부외과(경흉부외과편) 등으로 더 세분화되고 있다. 따라서 교육에 있어서도 일반외과, 정형외과 부문에서 시작하여 점차 다른 외과부문이 참가되기 시작하였다. 그러므로 타 부문의 외과계는 체계적으로 시작하지 얼마 되지 않는 것으로 볼 수 있다.

내용상에 있어서는 전문성을 많이 결여한 것으로 보이나 전시손상, 체육외상, 교통외상의 분리, 기술이나 자체자료의 제시, 북한에 흔한 동물의 그림 및 그에 따른 치료법 등은 특징적 어었으며 그 외에 다음과 같은 것들이 있다<sup>145)</sup>.

첫째, 실제 임상에서 보는 흔하고 간단한 질병들을 자세히 기술, 설명하고 발병율이 낮거나 특이한 질병들은 간단히 언급하고 있고 종류도 많지 않다. 즉 비의료전문인이 모아서 실행할 수 있는 의학지식이 있는 반면 전문인만이 실행할 수 있는 내용이 섞여 있다.

둘째, 제시된 자료의 대부분은 북한 자체의 것을 수록하고 있다. 따라서 자료의 출처를 제시하지 않아 신뢰성에는 문제가 있는 것으로 보인다.

셋째, 치료방법의 설명이 단순하고 수술술기에 있어서도 주로 한가지 방법만을 제시하고 있으며, 그 설명 또한 간단하여, 실제 이의 적용에 있어 책만보고서는 그 술기의 실행이 불가능할 것으로 보인다.

넷째, 전시손상, 체육외상, 폭풍외상 등을 언급하고 있는데 이는 북한이 항상 전쟁에 대비하고 있으며 또한 국민에게 체육을 장려하고 있는 정책을 의료분야 에서도 반영하고 있는 것으로 보인다.

## (2) 외과부문에서의 진단

외과계에는 많은 과가 섞여있어 일률적으로 기술하기는 불가능 하다. 따라서 각 과별 또는 진단명별로 진단방법 및 장비를 분석해야 하나 자료의 부족 및 질병종류의 과다 때문에 현재 최첨단 장비의 개발 및 종류에서 급성장되어 있는 신경외과 부문에서의 장비를 주로 살펴보고자 하였다. 진단의 질적판단은 장비뿐만 아니라 이에 관계하는 의사, 의료기사 등의 기술에도 관계되어야 하나 의사, 기사 등의 기술은 객관적 판단이 용이하지 않으므로 현재 진단에 이용되는 장비의 종류와 실제 이용도를 가지고 판단하는 것이 더 유용하리라고 생각된다.

145) 『외과전서 3,7,8』.

북한에서는 현재 남한 또는 선진외국에서 사용하고 있는 진단장비들이 갖춰져 있으나 수직인 면에서 열세에 있는 것으로 보인다. 각 질환의 진단 시 주로 단순두개촬영(Plain X-ray) 및 뇌혈관촬영(Cranio-angiography)에 대한 소견 및 판독례만을 언급하는 것으로 봐서 첨단장비의 실제 사용은 극히 제한적임을 알 수 있다. 외과교과서에 실려있는 신경외과의 진단장비는 총 11가지이며 이중 단순촬영 및 뇌혈관촬영이 근간을 이루고 있다(표 VI-8).

---

#### 표 VI-8 신경외과 진단장비의 종류

---

두개촬영(기본, 단층, 확대, 절선방향촬영)

뇌피질조영촬영(양기오그라핀, 우로그라핀, 베로그라핀, 양기오콘레이, 콘레이)

방사성동위원소검사

뇌초음파진단(뇌종양, 혈종, 뇌농양, 뇌출혈, 수두증)

기뇌촬영(Pneumo-encephalography)

척수촬영(Simple and myelography)

뇌진기저항용적맥과검사(Rheo-encephalography)

근전도(EMG)

전자계산기식단층촬영(C.T)

뇌척수액검사

뇌파검사(EEG)

---

자료 : 외과전서7, 과학백과사전출판사, 1987, 기구학적진단편

이중 뇌혈관촬영은 전산화 단층촬영기(Computed tomography) 개발 이전에 두개내 기질적 병변(Organic brain lesion: 뇌종양, 뇌농양, 두개내출혈 등)의 진단과 감별에 사용되어 왔으나 C.T의 개발로 최근에는 극히 제한된 영역에서만 사용되어 임상에서 C.T에 의해 밀려난 장비라고 할 수 있다. 그

러나 북한에서는 C.T가 도입되어 사용은 하고 있으나 수직인 열세로 사용 범위에 있어서는 극히 제한되어 있다.

이는 정형외과 부문에서도 알 수 있는 바 추간판탈출등(Herniated intervertebral disc)에 있어서나 척수압의 진단에 있어서 단순 x-ray, 공기조영촬영(Pneumo-myelography), 조영촬영(Myelography) 등이 사용되며 C.T의 사용법 및 판독법이 없는 것으로 봐서 현재 점차 사용이 늘고있는 C.T가 북한의 정형외과 영역에서는 사용되고 있지않고 척수압 등의 진단에도 단순 x-ray나 조영촬영에 의존해 정확한 진단은 수술을 하고 나서야 결정되는 것으로 보인다<sup>146)</sup>. 또한 복부외과(일반외과)의 경우에도 암종의 진단에 단순 x-ray 및 조영제촬영(U. G. I, Barium enema)등에 의존해 정확한 진단은 개복수술후 내려지고 있다.

북한에서 C.T도입 시기는 정확히 알 수는 없으나 85년도 '렌트겐학'교과서에 C.T에 의한 뇌수질병의 진단과 전반적인 설명 및 몇가지 질병별 소견, 이용에 대하여 기술되어 있으나 실제 환례소개가 없었다. 따라서 85년도에는 C.T가 없었던 것으로 보이나 87년도의 외과전서 7권 에서는 C.T에 의한 진단례가 수록된 것으로 봐서 85-87년 사이에 도입되었을 것으로 추측된다. 또한 "지금 임상에서는 머리검사 뿐 아니라 온몸검사용 C.T가 개발되어 척추 및 척수질병 진단에 쓰이고 있다<sup>147)</sup>"로 소개만 하고 있는 것으로 보아 두개촬영용 C.T는 도입되어 있지만 전신촬영용은 도입되지 않은 것으로 보인다. 신경외과 수술시 안전한 수술을 위하여 일반적으로 시행하는 검사는 다음과 같다(표VI-9).

일반검사는 피검사, 간기능검사, 콩팥기능검사, 기타로 나누어 지며 남한에서 시행하고 있는 심장검사(EKG)와 호흡기 검사(Chest P-A)가 빠져 있다. 또한 피검사중 혈청단백량, 알부민/글로불린, 혈청전해질, 혈당 등은 간기능검사(LFT)항목에 해당되는 것이며 콩팥기능 검사에서 현미경 검

146) 「외과전서7」(1987 : 331).

147) 「외과전서7」(1987 : 209).

표VI-9 신경외과 수술시 검사항목

검사항목	내 용
일반검사	
피검사	붉은피알수, 흰피알수, 혈색소, 흰피알백분율, 피형 출혈시간, 응고시간, 적혈구용적비(HCT) 혈청단백량 <sup>1)</sup> , 알부민/글로불린 <sup>1)</sup> , 혈청전해질 <sup>1)</sup> , 혈당 <sup>1)</sup>
간기능검사	GOT/GPT, 티몰혼탁반응, 쿡켈, 말렌, 우로빌린 등
콩팥기능검사	오줌량과 비중, 오줌단백, 오줌당, 뇨침사
기 타	기초대사측정, 폐환기량측정, 17-케토스테론정량
신경학검사	지각반사, 이학적검사
특수검사	뇌척수액검사, 렌트겐 단순촬영 뇌피줄조영촬영, C.T검사

자료 : 외과전서7. 과학백과사전출판사, 1989, P.220

주1. 남한에서는 간기능검사항목에 들어가 있다.

사가 빠져있고 간기능검사의 항목도 비교적 단순하다. 이상에서 볼때 수술시 시행하는 일반검사의 체계가 없고, 그 내용에 있어서도 몇개의 항목만을 시행하는 것을 알 수 있다.

### (3) 외과부문에서의 치료

#### 교통외상

북한의 교통사고는 주로 화물자동차에 의한 것이 제일 많고 다음이 기차에 의한 사고이며, 손상부위별로는 두부손상(52.0%), 다음이 복합손상(30.1%)이고 이중 두부손상이 동반된 것이 84%정도 차지하고 있는 것으로 보고되고 있다<sup>148)</sup>. 특징적인 것은 '구급외과적 치료조직'이 교통사고시를 대비해 구축되어 있는데 내용은 다음과 같다<sup>149)</sup>.

148) 「외과전서3」(1984 : 592).

149) 「외과전서3」(1984 : 교통외상편).

## 가) 현장에서의 구호조직과 구급치료 및 후송조직

### (1) 구호조직과 부상자 후송

#### 교통외상에 대한 통보

교통사고 외상환자가 발생하면 해당지방의 보건기관이나 행정기관, 철도역 등을 통하여 상부기관에 통보하게 되는데 다음의 두가지가 있다.

1차통보 : 교통외상이 생긴 장소와 시간, 외상의 성격과 규모, 예상되는 부상자수, 생명이 위급한 중상자수를 일차 통보한다.

2차통보 : 구호조직과 환자처리에 관한 통보, 구호조직과 관련되는 요구사항을 제기한다. 1차 후송병원과 전문치료를 위한 병원을 통보받으며 상급행정기관의 지시도 전달받게 된다.

-비상구호조직 : 보건일군들을 포함하는 행정구호조직 지휘부를 구성한다(행정기관, 기업소, 협동농장, 전문가).

-부상자후송 : 구급차나 버스를 이용한다(중상자가 있을 경우에는 반드시 의사나 준의사가 동승한다).

### (2) 현장구급치료

현장의 기구를 이용하여 옆에 있는 동료나 보건일군이 응급치료를 실시한다.

#### 나) 병원에서의 중상자치료

수술실비가 없거나 전문일군이 없어서 구급수술을 할 수 없는 경우에는 후송하는 동안 혈압을 유지할 수 있고, 기도 확보가 되어 있는 경우에 실시하며 이때는 반드시 보건일군이 직접 후송하여야 한다.

이와 같이 의과대학 교과서에 의사의 할일과 후송체계 등을 명시하고 있음은 사회주의 국가의 특징으로 이해될 수 있으며, 비상구급체계가 잘 갖춰져는 있으나 실제 이와 같은 제도가 얼마나 잘운영되고 있는지는 의문시되며 다만 충분한 인적자원이 있음을 감안하면 불가능한 일로는 보이지 않는다.

#### 체육외상

“우리는 체육을 대중화, 생활화 하여 전체 인민의 체력을 향상시키며 나

라의 체육과학과 기술을 빨리 발전시켜야 하겠습니다<sup>150)</sup>”에서 볼 수 있듯이 북한에서는 체육외상에 대해 관심이 높다. 이는 예방의학적 관점에서 체육을 통한 신체단련으로 질병을 미리 막아야 한다고 생각하기 때문이다. 이와 같은 견지에서 의료부문에 있어서도 체육외상에 많은 관심을 가지고 있는 듯하다.

외상중 체육외상은 2-3%를 차지하며 경증 28.4-75.6%, 중증 3.1-15.1%로 대부분이 경증환자이며 종목별로는 권투 25.3% 축구 22.6%, 레슬링 11.1% 빙상호케이 10.1% 등의 순서로 권투경기에서 제일 많이 다친다고 보고 있다<sup>151)</sup>. 체육외상중 제일 많은 것은 염좌(타박상, contusion)이며 이의 치료는 신약과 동약에 의해 하고있다. 동약치료의 경우를 보면 질병의 시간적 관계에 따라 또는 질병의 치료방법에 따라 세분되어 있음을 볼 수 있다(표VI-10).

표VI-10 염좌의 동약치료

치료방법	내 용
내치법	
초기	칠리산, 정골자금단
중기	관근산, 보근환, 서근활형탕, 속근단
후기	건보호잠환, 장근속근단
외치법	소어지통고, 가형피산, 소종고, 오황산, 쌍백산
후유증	삼릉침, 잎침

자료 : 외과전서3, 과학백과사전출판사, 1984, pp. 566-567

### 전시손상, 폭풍외상

전쟁중에 일어날 수 있는 외상의 종류를 열거하고 특히 전시화상의 경우

150) 「김일성저작선집」 8권, p. 348.

151) 「외과전서3」(1985 : 564).

1, 2, 3, 차 화상으로 나누며 이의 치료에 대해 각각 설명하고 있다. 화기성 창상의 치료순서는 1차치료(사고지역에서 하는 치료)-진료소치료-일반병원(군)치료(분과치료)-전문치료 등으로 전달체계가 확립되어 있다<sup>152)</sup>.

### 신경외과

다른과와 마찬가지로 신경외과에 있어서도 각 질병별 치료방법이 상이하므로 일률적으로 평가하기는 불가능하다. 따라서 신경외과 질병중 어렵고 치료가 세분되어 있는 뇌종양의 치료에 관해 살펴봄으로써 치료의 수준을 가늠해 보는 것이 유용한 것으로 사료된다. 현재 신경외과 영역에서 주로 쓰이고 있는 치료법에는 수술적 치료, 방사선 치료, 화학적 치료 및 면역학적 치료 등이 있으며 주로 앞의 세가지 치료법이 사용되고 있다(표VI-11).

표VI-11 뇌종양의 치료법

치료방법	내 용
수술적치료	종양의 성질에 따라 수술방법을 달리함
방사선치료	렌트겐심부치료(수아세포종), 동위원소치료( <sup>60</sup> CO)
<b>화학요법</b>	
알킬화제, 니트로민 (Methylamine-N-Oxide)	티오테파(Triethylene-thiophosphoramide) 엔톡산(Phosphamide), BCNU, CCNU
대사길항제	MTX, 5-FU
식물성 알칼로이드	뷰산빈블라스틴(Vinblastinsulphate) 뷰산빈클리스틴(Vincristine sulphate)
항종양항생제	사르코미젠, 미토미젠-C, 약티노미젠, 블레오미젠
면역학적치료	BCG, Pacibanil, Levamisole

자료 : 외과전서7, 과학백과사전출판사, 1987, pp. 374-377.

152) 「외과전서3」(1984 : 494).



특히 정위뇌수술<sup>153</sup>과 아픔치료<sup>154</sup>에 대한 상세한 언급이 있는데 이는 남한에 있어서도 최근에 도입되어 시행되고 있는 방법으로 외과중 신경외과 치료수준은 상당히 서구치료 수준에 근접하고 있는 것으로 보인다. 그러나 이러한 치료법이 C.T를 이용해야 하는데 이의 보급이 저조한 점에 비추어 보편화 되지 않았음을 알 수 있다.

일반적 치료법에 있어서도 수술후 수액은 2-3일부터 경구적 영양(Oral Nutrition)을 할 것을 원칙으로 만일 환자의 상태가 여의치 못한 경우는 위루(Gastrostomy)를 만들어 경구적 영양을 실시하도록 교육하고 있는 바, 북한에서는 현재 아미노산제제 같은 비경구적 영양(Parenteral Nutrition)수액이 거의 없는 것으로 보여진다(표VI-12).

표VI-12 북한의 수액제 종류

구 분	종 류
포도당액	5%, 10%, 20% 40%
염류용액	0.85% 생리적 식염수(Normal Saline) 5%식염포도당링게르액(5% D/S) 포도당링게르액(Dextrose Ringer's Solution) 젖산용액(Lactic Solution)
덱스트란(Dextran)	6%, 10%, 레오크로마텍스(RMD) 레오폴리글루킨, 폴리글루킨, 인트라텍스, 폴리보텍스, 덱스트라벤
혈액제	보존피, 자기피보존혈액, 적혈구부유액, 혈소판농후혈장, 건조혈장, 액상혈장, 알부민용액, rglobulin액

자료 : 외과전서3, 과학백과사전출판사, 1984, p. 124.

153: 「외과전서7」(1987: 591-602):뇌수의 일정한 부위를 수술복표로 삼고 그곳을 조종하여 진행하는 수술, 입체수술.

154: 「외과전서7」(1987: 555-590):현재 남한의 경우 주로 마취과에서 동통클리닉으로 운영.

항생제 치료는 페니실린과 스트렙토미절, 페니실린과 카나미절, 에리트로미절과 테트라싸클린, 테트라싸클린과 올레안토미절 등을 사용한다. 일반적으로는 페니실린과 스트렙토미절을 주사하는 것을 권하고 있는 바, 이들 항생제가 주로 1차 기본 항생제이며 현재 우리나라의 신경외과 영역에서 거의 쓰지 않는 항생제이다. 그러나 북한에서는 항생제의 절대량이 부족하고 개발이 낙후되었고 좋은 의미에서 내성균이 없는 이유 등을 들 수 있겠다.

### 일반외과

북한의 외과부문 과별 분류가 우리와 다르기 때문에 화상, 동물에 의한 손상, 동상, 유방질환, 인파질환 등을 일반외과로 간주하여 고찰해 보고자 하였다. 화상치료의 경우, 신의학적 방법과 동의학적인 방법을 혼용해 쓰고 있으며 전자의 경우에는 연고, 항생제, 수술 등의 방법을 주로 사용하고 이중 항생제의 경우 1차 약으로 페니실린과 스트렙토미절을 권장하고 있는데 특히 스트렙토미절은 귀에 치명적 손상을 줄 수 있어 남한에서는 그 사용범위가 축소되고 있는 약제이다. 화상연고로서는 메르쿠로크롬, 질산은, 술파마이론연고 등이 사용되는데 이중 앞의 두가지는 독성이 강할 뿐만 아니라 피부 및 기구의 착색을 일으켜 현재 사용되지 않고 있는 약이다. 이와 같이 화상의 치료에 있어서 과거 약제의 개발이 미흡한 당시 쓰던 약제를 사용하고 있는 점으로 미루어 이는 북한의 제약사업의 수준을 간접적으로 볼 수 있는 자료가 된다. 화상의 동의학적 치료에 있어서도 전반적인 체계가 없이 민간요법만을 소개하고 있어 낙후성을 면치 못하고 있다(표 VI-13).

결핵성 전환에 있어서도 이와 비슷한 실정을 볼 수 있으며, 결핵성 인파절염인 경우 20살 안팎에서 가장 많고 남 : 녀비율은 1 : 2로서 여자에게 많은 것으로 보고하고 있다<sup>155)</sup>. 투베르쿨린반응은 어른에게서 80%정도가 양성이므로 진단에 사용하지 않고 있으며 결핵의 1차치료 약제는 스트렙토미

155) 「외과전서8」(1988 : 38).

## 표VI-13 화상의 치료

구분	종 류
양 약	
항 생 제	폴리백신, 겐타미젠, 가나미젠, 모노미젠, 질산은, 네오미젠, 콜리미젠, 케니실린', 테트라제콜린'
연 고	3%메르쿠로크롬, 5-10% 술과마이론연고 0.5% 질산은용액, 신토미젠젯제, 평양화상연고 0.5% 푸라실린젯제
동 약	
동 약	증액탕, 회양구급탕, 황련해독탕, 오미소독음가감방
민간요법	오소리비계제, 오소리기름+뽕잎재, 벌꿀곰은화용액

자료 : 외과전서3, 과학백과사전출판사, 1984, pp. 385-393.

주1: 위의 2가지 약제는 록농균(Pseudomonas)에 감염되었을 경우는 쓰지 않는다고 한다.

젠(SM), 이소니아지드(INH), 에탐부톨(EMB), 리팜피젠(RFP) 등이 쓰이고 2차치료에는 이소니아지드, 스트렙토미젠, 파스크 또는 리팜피젠, 에탐부톨 등이 쓰이고 있다. 치료기간은 평균 1-1년반이며 삼자배합을 권장해 남한과 비슷하나 2차약제에 있어서 다양성이 없으며 아침, 저녁 두번투여, 식후투여, 단기요법의 미실시 등은 다른집이라 하겠다(표VI-14).

동물에 의한 손상은 매우 상세히 기술되어 있는데 이는 지역적으로 산악지역이 많아 동물에 의한 자상이 많기 때문인 것으로 보여진다. 각 동물별로 특징과 그림을 열거해 알기쉽게 하였으며 우리나라에 많은 동물을 순서대로 설명하고 있다<sup>156</sup>.

정형외과(늑은이 골절)

노인에 있어서의 골절을 따로 분리시켜 취급하고 있으며 자체의 통계자료를 가지고 있다. 예를 들어 65살 이상에서는 1,000명당 요골 원위단골절

156 「외과전서3」(1984 : 제17장 .

표VI-14 결핵치료방법 및 내용

구 분	내 용
치료종류	화학치료, 동의치료, 수술치료
화학치료	파스키 SM:1회 1gm, 주2번 1주 2차치료 INH: 1일 0.4gm, 아침, 저녁 식사후 EMB: 1일 1gm, 아침, 저녁 식사후 RIF: 1일 450gm, 아침 저녁 식사전 2차치료
치료방법	1-1년 6개월, 삼자배합법
동의치료	결핵성농양, 누공, 폐양, 피부선명(칠보환, 칠보봉)

자료: 외과전서8, 과학백과사전출판사, 1988, pp. 38-39.

의 경우 남자 0.7-1명, 여자 5명, 상반부경부골절 0.4-1명 이며 65-74세에서는 남자 0.3명, 여자 0.7명 75-84세에서는 남자 0.7명, 여자 2.4명, 85살 이상에서는 남자 1.7명, 여자 6.6명으로 보고하고 있다. 또한 대퇴경부골절은 남자 0.5명, 2.3명, 4.6명, 여자 0.9명, 3.9명, 12.6명으로 북한 노인에 있어서의 골절의 경향은 나이가 많을 수록, 또한 여자 일수록 많다는 것을 알 수 있다. 이처럼 의료분야의 일부에 있어서는 매우 세밀한 자체자료를 개발해 놓고 있다. 또한 치료에 있어서도 어린이와 노인의 치료를 분리해 따로 설명하고 있다<sup>157)</sup>.

#### 동의치료

외과부문의 동의치료는 주로 간단한 절병의 치료에 국한되어 있으나 일부에 있어서는 관혈적 처치(Surgical management)를 요하는 부분까지도 언급하고 있다(표VI-15).

157) 「외과전서3」(1984: 235).

표VI-15 외과부문에 있어서의 동의치료

질 병 명	방 법
좌 상	동약(계명산, 겨자, 생강, 봉선화, 부원활명탕 침 부황
골 절	약:초기: 소어사통산, 쌍백산, 꿀 찜질약:중기: 비전접골단, 접근속근고약 후기: 팔원소요산, 화어선방 먹는약:초기: 대성탕, 옥진산 중기: 접골단, 비전접골단 후기: 인삼자급단, 단너삼고
화 상	오비소독음가감방(목화꽃+석고+산치차……) 증액탕+인삼 회양구급탕(인삼+꿀겉질+마른생강……)
동 상	동상탕(당귀+감초+겨자+생강) 사당물, 콩물, 소젖
일사병과 열사병	사향(먹거나주사), 익원산
동물에 의한 손상	만년버섯(영지), 구리대(백지), 족두리풀뿌리 세신)
폐화농증(폐화농 증, 폐옹)	동약치료, 침뜸치료 민간요법
폐암(폐암)	가와버섯다당체, 참나무버섯다당체

자료: 외과전서3, 과학백과사전출판사, 1984.

#### 4. 산부인과

##### (1) 산부인과학의 기본구성

산부인과학에 있어서는 다루는 영역이 우리와 거의 차이가 없으며 산과와 부인과로 나누어져 있다. 인력구성은 산부인과의사 담당구역제에 의하여 산부인과 전문의사 및 조산원이 주를 이루고 있다. 대표적인 교과서로는

표VI-16 북한 산부인과 교과서의 구성

종 류	발 간 년 도
기초편	1985(414P)
증후 및 진단편	
치료총본편	1986(439P)
정상임신, 해산, 산후 및 갓난아이편	1987(418P)
이상임신편	
이상해산 및 이상산후기편	
부인과적임증, 성기위치이상	
손상, 발육이상, 기형편	
불임증, 월경이상, 임신조절	
부인중앙편	
수술편	

‘산부인과전서’를 들수 있는데 이는 총 10권으로 이루어져 있다(표VI-16).

산모는 해산방조조직에 의하여 상태에 따라 산원 또는 시(구역), 군, 인민병원, 리인민병원 등으로 분류하여 분만개조를 받게된다. 이중 일부는 산과전문일군에 의하여 산모의 집에서 낳기도 한다(표VI-17).

또한 산모에게 유급휴가를 주는데 보통 산전 21일, 산후 56일의 77일을 주게된다. 북한에서는 이의 실시를 위하여 분만에정일과 휴가일정의 결정을 위한 ‘칼렌다리’(달력)을 만들어 놓고 있으며 유급휴가 기일을 정하는 방법을 상세히 설명하고 있다<sup>158)</sup>.

북한에서도 우리의 가족계획사업과 유사한 ‘임신조절에 대한 지도사업’을 하고 있는데 이는 “오늘 세계의 많은 나라들에게 여성들이 아이를 많이

158) 「산과학 정상편」(인도비상 : 500) 산전, 산후 전정을 위한 칼렌다리는 주로 소련것을 참고로 만든것으로 소련도 이와 비슷한 제도를 시행하고 있음을 주목케한다.

표VI-17 해산방조 조직 및 그 내용

구 분	내 용
조 직	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 모든 임신부들은 산과전문일군이 있는 입원실 조건에서 해산방조를 한다.</li> <li>· 산모의 상태에 따라 산원, 시(구역), 군인민병원 리인민병원으로 분류한다.</li> <li>· (예외)쌍둥이는 도, 시(구역), 군인민병원, 산원에 입원하고 세 쌍둥이는 반드시 평양산원에 후송한다.</li> </ul>
해산방조지도	
해산 1.2기	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 경산부는 규칙적인 진통시, 초산부는 진통간헐기가 10분일때 입원한다.</li> <li>· 검사항목: 오줌단백, 오줌당, 태아심음, 란트겐관측, 초음파</li> </ul>
해산 3기	해산후 2시간 정도 출혈여부를 관찰한다.
해산후	해산 6주후에 이상이 없으며 노동에 참가한다.
갓난아이 건강관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 첫1주일간: 담당구역 산부인과 의사, 조산원 이 관리한다.</li> <li>· 1주일후: 담당구역 소아과 의사에게 인계한다.</li> <li>(예외)이상이 있을 경우에는 소아과 의사의 진료후 즉시 인계한다.</li> </ul>
예방접종	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 산부인과 의사, 조산원 등은 생후 3-7일 사이에 BCG를 접종한다. 이때 투베르쿨린검사는 시행하지 않는다.</li> <li>· BCG는 최소한 60일 까지는 접종한다.</li> </ul>

자료: 산부인과전서1, 과학백과사전출판사. 1985, pp. 396-400.

주1) 보통중의(고등학교 3년제)가 담당구역 의사가 된다.

2) 3년제의 고등의학전문학교 또는 1년제의 간호학교 및 간호원양성소에서 배출된다.

낳고 싶어도 먹여 살리고 키울일이 걱정스러워 낳지 못하고 있습니다. 그러나 우리나라 여성들은 이런 걱정을 전혀 하지 않게 되었습니다. 다른 나라들에서는 경제적인 사정때문에 여성들이 아이를 많이 낳는 것을 제한하지만 우리나라에서는 오직 모성들의 건강을 보호하기 위하여 여성들이 아이를 적게 낳을 것을 권고하고 있을 뿐입니다<sup>17)</sup>” 등에서 엿볼 수 있다. 이유야

159 『김일성적작선집7권』, p. 161.

어떻든 현재 가족계획사업은 실시하고 있는 것으로 보이며 임신조절에 대한 지도는 여성들의 건강관리를 담당하고 있는 담낭구역의사, 조산원, 그의 산부인과 일꾼들이 주축이 되어 실시하고 있다<sup>160)</sup>.

이와같이 인력면에서나 조직면에서 충분한 자원을 확보하고 있는 것은 사회주의의 특징인 단기간 교육후 충분한 인력의 확보나, 실행가능성 또는 효율성을 무시한 대외 선전용의 조직체계확립이란 측면에서 이해될 수 있으며, 질적인 면에서는 3년 교육의 준의사 조산원에 의해 진료가 행해지고 있어 주민을 위한 현대적 고급의료를 제공하고 있지는 못한 것으로 보인다.

## (2) 산부인과 부문에서의 진단

산부인과영역에 있어서 부인과 문제가 증가하고 있지만 교과서에서는 주로 임신부 및 태아의 관리가 주를 이루고 있다. 따라서 임신부의 진찰실태 및 태아감시장비의 실태를 고려해 봄으로써 간접적이거나 그 수준을 가늠해 볼 수 있을 것으로 사료된다.

첫째, 임신부의 진찰법에는 일반적 진찰과 계측진이 있으며 전자는 문진, 외진, 청진(산부인과 청진) 등으로 나뉘고 후자는 골반내, 외계측계, 경사 각도계, 분도계 등을 이용한 골반계측, 복부계측, 태아계측(촉진 또는 x-ray) 등으로 나뉜다<sup>161)</sup>. 그러나 임신부의 산전진찰시 현재 널리 이용되는 초음파 진단에 관한 것이 없는데 86, 87년 이후에 발행된 교과서에 비로소 일부 소개되어 있다. 거의 대부분의 질병진단 과정에서는 일반적 진찰 및 이학적 검사(Physical examination)가 주를 이루고 있어 이는 북한의 해산방조조직이 잘 짜여져 있다는 점을 감안하더라도 진단장비 및 기술의 열세로 인한 질적인 면에서 낙후되어 있음을 시사해 주고 있다. 보통 이학적 검사 중 골반계측은 특수한 경우(협골반등)에 아주 드물게 시행되며 주로 초음파에 의해 진찰하는데 비하여 북한에서는 대부분의 산전진찰에는 임상진찰에

160) 「산부인과전서」, 1985, p.401.

161) 「산과학」(1974 : 199).



골반계측계만을 이용하고 있음을 알 수 있다<sup>162</sup>.

둘째, 태아의 진단법에는 임상진찰(태동, 산부인과 청진기), 초음파 단층진, 양수진단, 태아심박수도 검사, 태아의 심전도와 심음도 검사, 겐트겐 진단, 태아말초피의 Ph검사 등이 있는데 이중 실제 분만시 쓰이는 것은 산과청진기 밖에 없다<sup>163</sup>.

세째, 분만시 사용하는 소독약품의 경우에도 메르쿠로크롬이나 질산은 등의 독작용 및 피부차색 등으로 현재 부작용이 많아서 사용되지 않고 있는 약품이 사용되고 있다.

표VI-18 분만개조시 준비물

구 분	내 용
분만시 쓰는 기구 와 재료(건당)	지혈집계2, 핀셋2, 태줄가위1, 기관카테테르1, 도뇨카테테르1, 지침기1, 바늘2, 고무장갑1, 직전도, 기계크룻1, 농반1, 4각방포1, 약천5장, 태줄봉대, 태줄결찰사, 봉합실
진찰기구	일반청진기, 산과청진기(더욱 좋기는 초음파도플라), 골반계, 혈압계, 줄자, 체온계, 초시계
소독약품	알콜, 메르쿠로크롬, 요드팅크, 루몰액, 질산은수, 크레졸, 킬로라민
기구 및 비품	흡인해산기, 소생기, 마취기, 무통해산기구, 설적대 해산종합감시장치, 무영등, 양수경, 기계대

자료 : 산부인과전서1. 과학백과사전출판사, 1985. p.395.

부인과의 경우에는 생식기암 특히 자궁경부암에 대한 진단계획이 구비되어 있어 기혼여성에게 1년내 2번씩 부인과적 건강검진을 시행하고 있다(표VI-19).

162. 「산과학1」(1974 : 199).

163. 「산부인과전서1」(1985 : 395).

표VI-19 부인과 생식기암의 조기진단을 위한 대책

종 류	내 용
자궁경부암	· 기혼여성에게 일년에 두번씩 부인과적 건강검진을 실시한다. · 세포진검사(Pap.Smear) : 40-50대의 여성을 기본대상으로 한다.
자궁체부암	· 50살 안팎부터 검사를 한다.
난소암	· 세포진과 혈청학적검사 : AFP, 암배아상항원(CEA)

자료 : 산부인과전서1, 과학백과사전출판사. 1885, p. 407.

### (3) 산부인과부문에서의 치료

#### 가) 산과영역의 치료

산과영역에서 제일 중요하다고 대다수를 차지하는 것은 분만에 관한 사항이다. 산부인과전서를 통하여 얻을 수 있는 산과영역의 치료는 다른 의과부문(신경외과, 일반외과, 정형외과) 등에 비하여 낙후되어 있음을 알 수 있다. 예를들어 수술자세 및 수술대의 경우 수술대에 다리를 거는 보조기구가 없어 삼각건 및 끈을 이용하여 산부인과 수술자세(Lithotomy Position)를 취하게 하고 있다. 북한이 자랑하고 있는 평양산원에는 현대식 최신 수술대가 있으나 일반 병원에서는 낡고 구식의 수술대를 그대로 쓰고 있는 것으로 보인다.

분만시 회음절개(Episiotomy)는 대부분 시행하지 않고 있다. “회음의 신전성이 나쁘든가, 태아머리가 너무 커서 회음을 보호하여도 회음파열이 불가피하다고 인정될 때, 회음은 보호될 수 있으나 골반저부의 근육과 질벽이 손상되어 후에 후이증을 낳을 수 있을 때, 태아머리를 압박하여 외상을 입힐 우려가 있을 경우에는 회음절개를 하여야한다. 이러한 경우를 제외하고는 해산방조자는 회음을 잘 보호하여야 한다<sup>164)</sup>” 등에서 볼 수 있듯이 특

164) 「산과학 정상편」(년도미상 : 173, 435) : 발행년도는 알 수 없으나 산과학1권이 1974년도 발간이므로 74년 이후에 발간된 것으로 보인다.

165) 「산과학1」(1974 : 319-320).

별한 경우가 아니면 실행하지 않고 있다. 이것은 대부분의 리단위 병원에서  
 준의사 및 조산원이 분만을 개조하는 상황에서 항생제 등의 약제가 부족하  
 기 때문에 절개후의 감염 등 부작용을 우려한 탓으로 여겨진다. 이에 비하  
 여 남한에서는 거의 대부분 회음절개를 하고 있다. 또한 인공임신 중절기술  
 이 주로 겸자<sup>166)</sup> (Forceps)만에 의해 시행되고 있으며, 이밖에도 손가락에 의  
 한 내용물 제거법<sup>167)</sup> 등이 소개되어 있는데 이는 시설의 낙후를 보여주는 단  
 적인 예라 하겠다.

#### 나) 부인과영역의 치료

부인과적 치료에 있어서는 광천치료<sup>168)</sup>, 감탕치료<sup>169)</sup>, 물리치료<sup>170)</sup>, 기후치  
 료<sup>171)</sup>, 광선치료<sup>172)</sup>, 한증치료<sup>173)</sup>, 안마<sup>174)</sup>, 체육치료<sup>175)</sup> 등의 동의치료가 주를  
 이루고 일부 질환에 있어서는 이해할 수 없는 치료법들도 있어 치료의 질이  
 나 내용면에서 상당히 뒤져 있는 것으로 보인다(표VI-20).

## 5. 소아과

### (1) 소아과학의 기본구성

소아과의 대상년령은 출생시부터 만 14세 까지의 어린아이이며, 진료는

166) 「산부인과전서3」(1986 : 391).

167) 「산부인과전서3」(1986 : 392).

168) 「산부인과전서3」(1986 : 311).

169) 「산부인과전서3」(1986 : 313).

170) 「산부인과전서3」(1986 : 318).

171) 「산부인과전서3」(1986 : 333).

172) 「산부인과전서3」(1986 : 321).

173) 「산부인과전서3」(1986 : 335).

174) 「산부인과전서3」(1986 : 336).

175) 「산부인과전서3」(350-365) : 준비자세, 동작, 운동횟수, 주의점 등이 상세히 기술  
 되어 있다.

## 표VI-20 산부인과 질병에 대한 동의치료

질 병	치 료 방 법
월경곤란증, 갱년기장애증후군부월경, 기능성자궁출혈, 자간된임쓰러, 자궁외임신, 태하중, 임신중독증, 불임증	인삼, 단니삼(Radix astragalus) 익모초, 꿀깍질, 삼지구엽초 파극천(Radix morindae), 익모초등
자궁암, 음모성종양	여러가지 동물의 피(소, 돼지), 왕벌젖
자궁내박엽, 질염, 절부미란	소금불
월경이상, 자궁내박엽, 젖양이가려움증, 허리아픔, 아래배아픔, 비뇨생식기질병	침치료

자료 : 「산부인과전서 3」과학백과사전출판사, 1986, 제4, 7장.

소아과 전문의사에 의해 행해지고 있다.

어린이의 분류는 연령에 따른 신체적, 정신적 발달정도에 따라 분류하는 것이 아니고 국가수용시설에 수용하는 나이에 따라 분류한다. 특히 유치원 시기(탁아소시기에서 학령기전)는 제일 예민한 시기이므로 보양교육 사업 중 사상교양 사업에 역점을 두어야 할 시기라고 주장하고 사상교육에 역점을 두고 있다<sup>176)</sup>.

갓난아이시기(생후2-3주)부터 만 4살 까지를 탁아소에서 보육할 시기라고 하여 탁아소 시기로 부른다. 이때부터는 탁아소에 위탁되어 교육되는데 여기에는 일단위, 주단위, 월단위 탁아소가 있으며 구체적인 내용은 다음과 같다<sup>177)</sup>.

#### 반조직 형태

나이에 따라 젖먹이반, 젖떼기반, 어린이반으로 나눈다. 이때 사람젖, 소젖, 염소젖 등의 우유제품이나 가루우유, 줄인젖, 신젖(삭인젖), 콩젖 등을 주며 이유식으로서는 납새, 닭알죽, 납새장국물, 납새물고기죽, 밥감주,

176) 「소아과학 4판」(1976 : 16).

177) 「소아과학 4판」(1976 : 140-143).

과실물, 산채국물암, 뼈국물죽 등을 준다.

### 반굶기기

2-3개월에 한번씩 실시하며 책임제 보육의 원칙에 의하여 담당보육원이

표VI-21 탁아소일과표

순서	구분	시부터	간까지	생활내용
1	잠 깨 기	6시	6시20분	잡자리 정돈
2	세 수	6시20분	7시	대소변보기, 세수하기, 체온재기
3	아침밥먹기	7시	8시	2교대로30분씩
4	자유시간	8시	8시30분	
5	놀이 및 수업	8시30분	9시	원수님따라배우기, 노래공부
6	손씻기, 새참	9시	9시30분	새참은 사탕, 과자
7	산 보	9시30분	11시30분	산보 준비시간 포함
8	손 씻 기	11시30분	12시	점심먹기 준비
9	점심밥먹기	12시	13시	2교대로30분씩
10	낮 잠 준비	13시	13시30분	손발씻고 대소변가리기
11	낮 잠	13시30분	15시30분	창문을 열고 재운
12	손 씻 기	15시30분	16시	대소변 가리기
13	새 참	16시	16시30분	새참은 우유
14	놀이 수업	16시30분	17시30분	기재를 이용하여 밖에서 진행
15	손 씻 기	17시30분	18시	대소변 가리기
16	저녁밥먹기	18시	19시	2교대로30분씩
17	자유시간	19시	19시30분	바깥바람쏘이기
18	목 욕	19시30분	20시	매일 4-5명씩 목욕
19	새 참	20시	20시30분	새참은 사탕, 과자
20	밤 잠 준비	20시30	21시	손씻고 대소변보기
21	밤 잠	21시	아침6시	밤11-12사이에 오줌가리기

자료 : 북한총람, 북한연구소, 1983, p.1001.

계속 자기만 어린이를 데리고 반을 옮긴다.

### 일과

기본구성은 잠자기, 먹기, 깨여놀이 등이며 어린이의 가정일과 탁아소의 일과가 일치 되도록 1일24시간의 일과를 전부 작성하게 된다(표VI-21). 이처럼 1일24시간 일과를 전부 작성하는 것은 가정과 탁아소의 일과가 단절됨으로써 오는 어린이의 혼란을 막기 위함이라고 설명하고 있다.

### 접수체계

접수는 보통 2단계로 이루어져 있다.

첫째단계에서는 탁아소 소장, 의사(준의) 또는 간호원, 경험있는 유능한 보육원이 접수하고 열의 유부나 피부발진의 유부로, 어린이의 건강상태, 전염병 환자와의 접촉유무를 관찰하게 된다.

둘째단계는 담당보육원이 자기방에서 체온을 재고 구체적인 건강상태를 다시 살피는 과정을 말하며 예외규정으로 전염병이 유행하는 시기에는 3단계 접수를 하기도 한다. 새로운 어린이를 받아들일 때는 담당구역의사(준의)가 기재한 발육인지를 받아서 최근 3주일간 전염병 환자와 접촉이 있었는지의 유부를 확인하게 된다. 또 병으로 탁아소에 나오지 않다가 처음 나오는 경우에는 치료한 의사로부터 병의진단, 치료 등에 대하여 확인하고 탁아소 의사(준의)가 재검진하여 받아들여지게 된다.

### 격리시설치

급성전염병이 아닌 가벼운 질환을 앓고 있는 어린이를 위하여 탁아소 어린이의 10%정도에 해당되는 침대를 설치하여 운영하고 있다.

### 어린이의 몸단련법

공기를 이용한 몸단련 : 대기속에서 낮잠 재우기, 공기쏘이기, 바깥놀이 등이 있으며 낮잠재우기의 경우 생후 2-3달까지는 영하 5도 까지의 온도에서 15도에서 30분정도부터 잠주머니(Sleeping bag)를 입혀 대기욕대에서 재운다. 바깥놀이의 경우에는 영하15도 이하에서 시행하며 매일 1시간30분까지 하루 2번씩 시키고 있다.

햇빛을 이용한 몸단련 : 공기햇빛쏘이기, 햇빛쏘이기 등이 있으며 전자는

옷을 벗기고 하는 것으로 후자와 구별되며 생후 2-3개월 부터 시작하여 앉지 못하는 시기에는 누운채로 시킨다. 후자는 젓먹이기반에서 밥먹이기반에 실시하며 봄, 가을은 오전 10-11시, 오후3시 두번, 여름은 오전 9-10시 사이에 시키고 있다.

물을 이용한 물단련 : 주로 감기에방을 위한 방법으로 찬물로 발씻기, 뚝이 지난 어린이를 위한 물끼엮기, 생후 3개월부터 시작하는 분질러주기 등이 있다.

쓰다듬기와 주무르기, 어린이체조 : 전자의 2가지는 2-3분간 실시하고 있으며 어린이체조를 개발하고 있다.

자외선등 쪼임 : “ 지금 우리나라의 탁아소와 유치원들에서는 아버지 수령님의 두터운 배려로 자외선등이 설치되어 어린이들을 튼튼히 키우는데 널리 쓰이고 있다” 등의 선전을 하고 있는 것으로 봐서 일탁아소는 주간에만 운영하고 야간에는 각 가정에서 관리되나 일과는 일괄적으로 탁아소 일정표에 맞춰서 생활하게 된다. 이렇듯 시설 및 관리체계가 명확히 확립되어 있는 것은 사회주의 국가에서 그렇듯이 북한에서도 여성의 노동력을 얻기 위한 수단으로서 탁아소가 운영되고 있다<sup>178)</sup>. 어린이들의 건강관리에 있어서도 담당소아과 의사는 의학대학이 아닌 3년제의 고등학교를 나온 준의에 의해 실시된다. 그러나 이들에 의한 건강관리가 간혹 어린이의 건강증진이 아닌 집단수용으로 빚어지는 전염병의 만연을 막기 위한 수단에 그치는 경우가 있다. 탁아소 관리가 어려운 질병에 이환된 탁아는 부모들이 지역담당 소아과의사의 진료를 받도록 제도화 해두고 있다.

## (2) 소아과부문에서의 진단

소아과에 있어서 진단은 렌트젠검사, 병리검사, 심전도, 동맥-심장조영술 등을 시행하고 있으나 주로 문진 및 이학적검사 만이 대부분의 진단에

178 『김일성저작선집 4권』(1975 : 413 .

이용된다<sup>179)</sup>. 내용에 있어서도 감염성 질환, 영양결핍성 질환, 기생충 질환 등이 주를 이루며 특히 영양결핍성 질환(구부병, Vit-A와C 부족질환 등)의 차지하는 비중이 상대적으로 높고, 실명이 상세히 되어 있는 바 아직도 저개발국가에서 흔한 질병이 많음을 알 수 있다. 특히 탁아소 시기에 카타르 성 구내염(Catarrhal stomatitis), 헤르페성 구내염(Herpetic stomatitis), 아구창(Thrush) 등이 많은 것으로 보고 있는데<sup>180)</sup> 이는 환경위생의 불량 및 집단 수용에서 오는 전염성 질환 또한 흔하게 있음을 알 수 있다. 그러나 어린이들에 대한 간염 및 결핵의 정기검진제도의 확립 등은 고부적이다 할만 하다 (표VI-22).

표VI-22 어린이에 대한 건강검진 사업

구 분	검진횟수
검진횟수	
1개월-1살	매달1번씩
1살-4살	분기당1번씩
유치원시기	1년에2번씩
학령기	1년에1번씩
간염검진	
탁아소시기	매달1번씩
유치원시기	분기당1번씩
결핵검진	2년에1번씩

자료 : 「소아과학 제 4 판」, 평양의학대학, 1976, p. 153.

179) 「소아과학 4판」(1976).

「소아과 의사 필독서」(1965).

180) 「소아과학 4판」(1976 : 각론부 제 7 장).



### (3) 소아과부문에서의 치료

60년대 후반기 까지만 해도 감기, 편도선염, 홍역, 백일해, 회충증 등에 관한 동의학적 요법이 많이 소개되어 있었으나 70년대 후반기에 쓰여진 교과서에서는 이에 대한 언급이 별로 없다는 것은 특기할 만하다<sup>181)</sup>. 아마도 이는 소아과에 있어서는 동의학적 치료의 접근이 어렵기 때문에 신의학에 의존하고 있는지 아니면 동의소아과가 완전히 분리되어 있어 교과서에 실리지 않았던지 등의 이유를 들 수 있다. 그러나 다른과의 경우 서로 혼용되어 있는 점으로 미루어 전자일 가능성이 높다.

소아과치료 시설로서 일반병원 외에 특별한 시설이 설치되어 있는데 탁아소 어린이를 위한 아동병동제도가 그것이다. 여기에는 감기, 설사 등의 경환자, 회복기 환자, 만성병 환자들이 입원되며 탁아소 침대수의 5-10% 범위로 운영되고 있다(표VI-23). 이것은 소아과 치료시설의 완비로 어린이들의 질병치료 및 건강회복에 역점을 둔 사업처럼 보인다. 그러나 “탁아소 어린이들의 건강에 대하여 깊은 관심을 돌려야 하며, 특히 소아병동을 더 많이 더 잘 꾸려야 하겠습니다. 소아병동을 잘 꾸려주어야 여성들의 광범한 사회진출을 보장할 수 있으며 그들의 출근률도 높일 수 있습니다” 등에서 볼 수 있듯이 어머니들의 간병으로 인한 시간적 손실을 없애도록 하기 위한 수단으로 아동병동이 활용되고 있음을 알 수 있다. 이들은 담당의사(준의)의 책임지도하에 돌보도록 되어 있으나 실제 업무는 보육원과 간호원이 시행함으로써 오는 치료수준의 열악함도 생각할 수 있다. 그러나 사회생활을 하는 여성에게 간병으로 부터의 시간적 손실을 없애준다는 취지에서는 상당히 고무적이며 이들을 위한 아동병동의 설치는 새로운 시각에서 이 제도를 바라보게 하고 있다.

질병의 실제 치료에 있어서 제일 많은 감기의 경우 찬물에 발씻기, 일광욕, 소금물 양치질 등 만을 소개하고 있는데 이 자체를 치료수준으로 봐야

181) 「소아과의사 편람」(1965).

「소아과학 4판」(1976).

표VI-23 아동병동 사업 조직

구 분	내 용
조직과 형태	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 해당탁아소 침대수의 5-10%범위</li> <li>· 독립형태, 병실형태, 진료소병실형태</li> </ul>
임원대상 <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 경환자(경한감기, 기관지염, 단순설사, 국제형폐업)</li> <li>· 허약한 어린이, 회복기환자, 구루병 등의 만성질환</li> </ul>
목적	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 허약하거나 경하게 앓는 어린이들을 치료해 준다</li> <li>· 여성들이 마음놓고 사회주의건설에 참가할 수 있도록 한다.</li> </ul>
관리자 <sup>2)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 모유원</li> <li>· 간호원</li> </ul>

자료 : 「소아과학 제 4 판」, 1976, 총론부 제 5 장

주1) 예외규정으로 격리실이 있는 경우에는 수두, 이하선염 등도 입원할 수 있다.

2) 주로 이들이 관리하며 담당의사의 지도를 받아 수행하게 된다.

하는지는 의문이다. 특히 폐렴의 경우 아직도 폐니실린, 스트렙토미췌, 테트라제콜린 등을 사용하는데<sup>182)</sup> 이는 약제의 종류나 양에 있어서 상당히 낙후되어 있음을 보여주는 단적인 예가 될 수 있다.

## 6. 기타 임상과

### (1) 피부과

피부과는 외과계에 속해있어 이를 내과계로 분류하고 있는 우리와는 대조를 이룬다.

피부과 질환의 치료는 피부과 전문의사들에 의해 이루어지고 치료방법은 신의학적인 것과 동의학적인 것이 있다. 대표적 교과서로서는 ‘림상피부병학’을 들 수 있으며 여기에는 피부의 해부생리, 일반적 원인과 발생생리, 일반적 치료 등으로 개괄적인 치료법들을 다루고 각론부에서 질병별로 원

182) 「소아과학 4판」(1976 : 195-220).

표VI-24 피부병의 치료

종 류	적응증 및 방법
항생제 치료	페니실린, 니스타진, 암포테리신B, 폴리스틴, 그리세오펜반, 폴리믹신, 스트렙토미친
동의치료	피부가렵증, 습진, 두드러기, 신경성피부병, 화농성피부병, 백반, 습진
침뜸치료	습진, 두드러기, 음부 및 홍문(항문)가렵증, 대상포진, 탈모증, 뽕두라지, 보통건선, 사마귀, 붉은코, 태선, 땀띠(다한증), 신경성피부염
이학적치료	
물치료	
광천치료	1일 또는 2일에 한번씩 5-10분 동안 한다. 10-15번 정도를 1치료주기라함
기후치료	햇빛쬐이기, 공기욕, 해수욕 두드러기, 난치성폐양, 건선, 여드름, 만성습진, 피부가렵증
온열치료	붓돌, 모래, 소금찜질, 김쬐이기 피부가렵증, 만성두드러기, 한랭두드러기, 건피증, 신경성피부염
한랭치료	찬물목욕, 얼음찜질, 피부랭동료법 티눈, 모반, 모세피출확장증, 사마귀, 철구콘딜롬
두드러기	탈모증, 동상, 공피증, 피부위축
광선치료	햇빛, 인공광선 건선, 만성폐양, 피부갈색, 단순포진, 칸디다증
전기치료 (electrotherapia)	탈모증, 손발땀나기, 피부위축
초음파치료	신경성피부염, 궤양, 뽕두라지, 탈모증 대상포진, 건선, 신경통
방사선치료	

자료 : 임상피부병학, 과학백과사전출판사, 1984, pp. 90-100.

인, 증상, 진단, 예방, 치료 순서로 비교적 자세히 설명하고 있다<sup>183)</sup>.

피부병의 진단에는 현재 개발되어진 거의 모든 방법을 설명하고는 있으며 피부병의 특수검사 항목이 8종이나 되는데도 불구하고 각 질환의 진단시에는 한가지도 설명되어 있지 않았다. 따라서 실제 각 질환의 진단에 있어서는 주로 이학적 검사방법에 의존하고 있는 것으로 보인다.

피부질환의 치료에는 신의학적인 치료와 동의학적인 것이 있는데 전자의 경우는 몇가지의 항생제, 항균제, 스테로이드, 항히스타민제가 쓰이고 있고 대부분은 동의치료 및 이학적 치료에 의존하고 있어 피부과 영역의약품 개발이 상당히 뒤진것으로 보여진다(표VI-24).

그러나 피부과 영역의 진균성 피부염 치료제중 농약을 살균력을 가진 농약(Bacteriocidal herb drug)과 억균력을 가진 농약(Bacteriostatic herb drug)으로 나누어 그 약효별로 사용하고 있어서 농약활용이 어느정도 체계화 되어 있음을 알 수 있다. 또한 250여종 이상의 피부연고를 조성, 만드는법, 비슷한 처방 등으로 분류하여 그 지역에서 생산된 약재를 이용, 각 병원의 약제사들이 직접 만들어 쓰게 하고 있다<sup>184)</sup>.

## (2) 방사선과

방사선과는 보통 진단 방사선과와 치료 방사선과로 나뉘나 북한의 경우에는 렌트겐전문의사를 주축으로 하는 진단 방사선과 성격의 렌트겐과가 있다<sup>185)</sup>.

위장관 방사선학적 검사에서 보빈 위이중조영법, 후복막기복법, 단순바륨검사 등을 소개하고 있는데<sup>186)</sup> 이중 첫번째와 세번째 방법은 위장질환과 위암검사에 사용되고 있는 바, 이들의 검사후 C. T에 의한 정밀진단에 대하

183) 「림상피부병학」(1984).

184) 「피부외용약」(1984 : 머리말).

185) 「신경렌트겐진단」(1985).

186) 「림상렌트겐학2」(1984 : 43).

여는 전혀 언급되지 않고 있다. 따라서 정확한 진단은 개복후 내려지고 있는 것으로 보인다. 특히 후복막기복법의 경우 췌장, 콩팥, 부신, 대동맥 등의 검사를 위해 시행하고 있는데 이는 초음파 및 C.T의 개발로 지금은 거의 시행되지 않고 있는 검사법이다.

간장(Liver)의 방사선학적 진단에 있어서도 간문맥조영법( Porto-hepatic angiography), 기복법, 혈관조영법(Hepatic angiography) 등만을 사용하고 있는데 이 경우에는 비침습적 진단(Non-invasive diagnosis)법인 초음파가 주를 이루는데 반해 이에 대한 언급은 전혀 없다.

#### 표VI-25 장개별 렌트겐검사법

장 기	방 법
위장관	위이중조영법(Double contrast method) 후복막기복법(Pneumoretroperitoneum) 바륨에네마, 단순조영제검사
췌장	소화관조영법, 담낭조영법, 취관조영법(ERCP) 태줄조영법
비뇨기	단순촬영, 배설성, 역행성 비뇨기조영법, 후복막기복법, 콩팥동맥조영법
콩팥암	단순촬영, 콩팥실질층촬영, 동맥조영
신경외과	
뇌압	단순촬영, 피줄조영, 기뇌실조영(Pneumo-ventriculogram)
뇌출혈	단순촬영, 피줄조영, (경동맥조영)
척수압	단순촬영, 척수조영검사, 단층촬영(Tomography)
간장	
실질	단순촬영, 기복법(Pneumoperitoneum), 피줄조영법, 간실질조영법 문맥조영법
담도	단순촬영, 경구담도조영법(Oral-cholecystography) 경정맥법, 경피담관조영(PTC)

자료 : 「림상렌트겐학2」, 과학백과사전출판사, 1984.

「신경렌트겐진」, 과학백과사전출판사, 1985.

북한에서도 개심술(Open heart surgery)을 시행하고 있는 것으로 보이는데 이는 “단순 렌트젠상에서 근치 수술후의 변화 가운데서 가장 빨리 나타나는 것은 말초 폐피출부너의 변화인데 이것은 혈행동태의 정상화를 잘 반영한다. 좌우방향 단락성심장병 때는 수술후 1-2주 사이에 벌써 폐피출 부너가 개성되어 보이고 6달-1년이면 거의 정상화 되어간다<sup>187)</sup>” 등에서 알 수 있다. 그러나 심장병 진단의 경우 심에코도(Echo-cardiogram) 등에 대한 설명이 없어 심장검사의 경우 대부분 침습적 진단(Invasive diagnosis)법에 의존하고 있는 것으로 보인다(표VI-25).

### (3) 마취과

북한의 마취과에 대한 분헌은 1965년 마군필이 저술한 ‘마취학’이 있으며 최근의 자료는 구할 수가 없다. 따라서 마취학이 최근에 급속히 발달했음을 감안할때 현재의 상태와 많은 괴리가 있을 것으로 사료되나 마취인력의 구성 및 당시의 마취실태를 알아보는 데는 도움이 될 것이다.

북한에서는 마취과 분야에 대한 관심이 일찍부터 있었던 것이 사실이다. 마취의 전문성을 위하여 마취연구사 및 마취의사들을 배출하고 있으며 마취약제의 생산도 가능했다.

이상과 같은 사실은 “해방후 우리나라에서 마취학은 당의 정확한 인민보건 정책에 의하여 급속히 보급발전되었다. 특히 기계공업의 발전과 제약공업의 발전은 각종 마취기계들과 마취약제들을 대량 생산할 수 있게 하였다. 또한 연구기관들과 병원들에서도 전문적인 마취의사들의 대렬이 확대되어 가고 있다<sup>188)</sup>” 등에서 알 수 있다.

반면, 60년대 북한의 과학기술 수준으로 미루어 짐작하건데 마취기계 및 약제들의 실태에 관한 과장된 면이 없지는 않으나 그 당시에 마취학 교과서를 펴낸 것은 주목할 만한 일이다.

187) 「심장렌트젠진단」(1985 : 278).

188) 「마취학」(1965 : 서문).

표VI-26 마취학교재의 구성

순서	내용	순서	내용
제 1 장	마취발전의 간단한 역사	제13장	저온마취
제 2 장	호흡에 대한 기본지식	제14장	인공저혈압
제 3 장	혈액순환에 대한 기본지식	제15장	국소마비
제 4 장	환자의 관리	제16장	척추마비
제 5 장	마취에 사용되는 기구와 장치	제17장	척수경막외강차단마비
제 6 장	흡입마취	제18장	복강내 상기수술의 마취
제 7 장	흡입마취의 합병증과 그와의 투쟁	제19장	흉부외과수술의 마취
제 8 장	정맥내 마취법	제20장	심장, 혈관질환 환자의 마취
제 9 장	기관내 마취법	제21장	기타 수술시의 마취 (심장수술, 뇌신경외과, 산부인과, 이비인후과)
제10장	근육 이완제		
제11장	호흡관리		
제12장			

자료 : 「마취학」, 의학출판사, 1965.

교재의 구성은 전반적인 환자관리, 마취법(기관내마취, 인공저혈압, 정맥마취), 각 특수장기 수술시의 마취상 문제점 및 마취방법의 종류에 있어서 다양성을 가지고 있었다. 에테르마취와 클로르포름(ether and chlorform) 마취에 대한 언급이 많은 것은 그 당시에는 현재에 거의 쓰이지 않는 이런 마취를 시행하고 있었기 때문으로 보인다(표VI-26).

#### (4) 이비인후과

이비인후과는 외과계에 속한 과로서 이비과 혹은 이비인후과로 불린다. 치료는 이비인후과 전문의사가 담당하게 된다.

교재로서는 귀, 코, 인두, 후두, 기관 및 식도 등의 5권으로 되어있는 '이

비인후과전서’가 있다. 이중 기관 및 식도편은 우리의 내과와 흉부외과 질환이 대부분이어서 다루는 영역에 있어서 우리보다 광범위 함을 알 수 있다. 또한 실어증, 언어장애, 말더듬증 등 일부에 있어서도 정신과 영역의 질환도 다루고 있어 과별 분류가 불명확 하다.

귀질환의 주요 검사방법으로는 음차, 이징, 초시계, 발소리로 하는 청력 검사<sup>189)</sup>, 전기청력검사 및 단순 x-ray, 단층검사(Tomography)등이 있다<sup>190)</sup>. C.T가 84년 이후에 신경외과 부분에서 도입되었을 것 이라고 추측되는 바 이 당시에 C.T사용에가 없음은 당연하나 기타 다른 과에서도 사용에가 없는 것으로 미루어 볼때 현재(87년)까지 이비인후과 영역에서 C.T는 사용되고 있지 않은 것으로 보인다.

치료는 단순치치 및 수술치료로 나뉘며 여기에 민간요법과 물리치료가 섞여 있다(표VI-27).

귀막화상의 경우 2% 봉산수, 스트랩토미젠, 페니실린 등과 민간요법으로 오소리기름, 닭알기름, 선인장을 , 귀막통상인 경우 캄파연고, 술파민제와 쟁의뇌수, 국화 등을 사용한다고 소개하고 있는데<sup>191)</sup> 전반적으로 치료가

표VI-27 이비인후과 영역의 물리치료

방 법	적 응 증
전기치료	
직류약물치료	아급성 및 만성후두염, 상악동염
고주파치료	기울이, 영양장애 및 마비, 신경염, 신경통, 살갓가려움증
광선치료	코습진, 외이습진, 급성감염성코염
불 및 온열치료	피출신경성 장애로 오는 귀병, 피출운동 신경성 코염

자료 : 「이비인후과전서5」, 과학백과사전출판사, 1987, 제 6 장.

189) 말소리를 녹음기에 녹음 시켰다가 재생해서 청력검사를 시행하는 방법.

190) 「귀병의됨상」(1984 : 제 3 장).

191) 「귀병의됨상」(1984 : 제 5 장).



단순하고 주로 민간요법(동의치료)에 의존하고 있다. 더우기 내이의 심부 질환, 중증질환인 경우에는 민간요법이 없고 단순신의학적인 처치만이 소개되고 있어 다른 외과부문보다 상대적으로 치료방법이 덜 개발되어 있는 것으로 보인다.

### (5)안과

안과는 외과계에 속해 있으며 최근의 자료에 의하면 상당히 발전된 안과 전용 단과건물을 갖추고 있다. 그러나 안과에 관한 교과서는 구할 수가 없어 일본인 ‘마루오 다찌오’가 발표한 북한안과학계의 현황을 통해서 일부만을 알 수 있는데<sup>192)</sup>, 국립 조선적십자병원의 경우 1백65개의 안과단독 병상 확보(1980년 현재), 안과전용구급차확보, 각 막보강술 실시, 백내장 수술후 쓰이는 인공수정체나 콘택트렌즈를 병원기공과에서 직접 제작하는 점<sup>193)</sup> 등에서 타과에 비교하여 발달한 안과의 실태를 추측할 수 있다. 그러나 의료 기술의 발달이 각 진료과목간에 연계성이 있음을 비추어 볼때, 유독 안과만의 월등한 발달을 기대할 수는 없으나 김일성이 눈의 중요성을 강조해 ‘몸이 천냥이면 눈은 구백냥’이라는 속담을 유행시키고 있는점, 안과전용건물의 확보등과 같은 사실에서 어느정도 안과가 특별히 발달되어 있음을 알 수 있다.

## 7. 동의학

### (1) 동의학의 기본개념

휴전후, 북한치료예방 사업의 특징은 서구의학과 한의학을 병행시키는 것이었으며, 현대의학을 보완하기 위하여 고유의 한의술을 과학적으로 연구

192) 위의 내용은 광동의학 세미나 관련 학회지를 카톨릭의대안과교수인 이상구씨가 북한의 안과실상을 발표한 제경대 안과교수 마루오 다찌오의 기고문을 통해 국내에 소개한 것임.

193) 보건신문, 제2491호, 1990.9.3.

발전시키는 것이었다. 동의학<sup>194)</sup>은 56년 노동당3차대회 이후 활발해졌으며 1976년 현재 북한의 11개 의학대학에 동의학교가 설치되어 있으며 매년 수백명씩 배출되고 있다.

전통한의학에는 우리민족의 생활습성과 신체구조에 맞게 발전되어 온 민족의학이라는 측면과 종교적, 비과학적인 경험의학이라는 이중적인 성격을 가지고 있다고 생각하여 이러한 부정적인 측면을 배제시키면서 한의학의 긍정적인 면을 발전시켜 왔다. 동의학은 한약제가 풍부하고, 치료중 부작용이 거의 없으며 언제, 어디서나 사용하기 쉽다는 점에서 체계화, 과학화시키고 있다.

## (2) 동의학부문에서의 진단

동의학의 진단은 이제마의 동의수세보원, 동의사상진료의전, 영추통천편 오대인론 등을 참고로 했으며 “사람은 아주 상이한 용모, 성격, 특성, 습관, 체질 등을 가지고 있어 같은 병에 걸리더라도 증상이 상이하게 나타나며 따라서 치료도 상이하다”라는 이론에서 사람의 외부상태, 내부상태, 심리상태에 따른 4상을 나뉘대로 분류, 정리하고 여기에 따른 진단과 치료를 하고 있다<sup>195)</sup>.

## (3) 동의학부문에서의 치료

동의학적 치료는 각급 병원의 동의과와 시, 군단위의 동약국(동약방)에서 담당하고 있다<sup>196)</sup>.

194) 북한에서는 주체사상이 가미된 전통한의학을 ‘동의학’, 서양에서 도입된 서양의학을 ‘신의학’이라한다.

195) 동의진단학(1962 : 동의사상의학 진단) : 이외에도 음양오행설, 6경, 경락, 영위기혈 이론, 장상 등의 개념이 들어가 있다. 여기에서 4상이라 함은 태양인, 소양인, 태음인, 소음인을 가리키며, 남한에서도 이와 비슷한 사상의학의 개념을 가지고 한의학에서 진단하고 있다.

196) 김종려, “북한의 전통한의학” 『의협신보』, 1988. 4. 3.

동약을 집대성한 실용동약학을 보면 419종의 동약을 약성에 따라 14개의 장으로 나누어 설명하고, 그 외의 105종을 포함, 총524종의 동약을 집대성해 놓고 있다. 내용에 있어서는 교과서적인 기술을 피하고 동약의 채취시기, 산지 및 가공법, 성분과 약제작용, 법제, 임상적 이용 등 실제 동약을 생산해서 사용하는데까지의 모든 내용이 담겨져 있다. 따라서 동의사와 동의 약제사가 직접 각 기관에서 만들어 쓸 수 있도록 하여 지역에 따른 약재 종류의 특성도 배려하고 있다(표VI-28).

이처럼 동약을 과학적으로 체계화 하였다는 것은 높이 평가할 만하다.

표VI-28 동약의 효능별 분류

약 성	종 류	백 분 율
보약	64	12.7
리기약	14	2.7
리혈약	52	9.9
열내림약	99	18.9
설사약	15	2.9
오줌내리기약	28	5.3
설사멧이약 및 계웁멧이약	13	2.5
풍습증약	21	4.0
한증약	14	2.7
진해화담약	35	6.7
진정진경약	22	4.2
소화약	5	1.0
외용약	20	3.8
구충약 및 살충약	17	3.2
기타	105	20.0
계	524	100.0

자료 : 차진헌, 실용동약학, 과학백과사전출판사, 1984.

동의외과는 크게 두가지로 이루어져 있다. 하나는 일반외과와 비슷한 영역을 다루는 일반 동의외과학(유방질환, 항문질환, 사지질환)이고 다른 하나는 정형외과 부분의 골, 관절의 상해를 주로 다루는 상과학이다.

동의외과에 속하는 질병들은 대부분 인체 외부의 조직, 기관들과 기타 여러 부속기까지 아프고, 가렵고, 붓고, 붉기는 등의 국소적 증상이 발생했을 때 약불을 외부에 붙이거나 내복시키며, 다른 한편으로는 수술로써 치료해야 할 질병들이다(표VI-29).

여기에서 더 나아가 지금은 단순히 외부에 나타나는 질병만을 취급하지 않고 몸 안에 있는 용(carbuncle, furuncle:장웅, 간웅, 폐웅 등), 저(necrosis), 암 등도 그 대상이 되고 있다. 동의외과의 치료법은 간단한 질병의 치료시에 사용할 수 있는 방법들이 소개되어 있고, 또 일부는 민간요법들을 체계화 시킴으로써 경제적인 치료방법이 되고 있는 것으로 보인다.

표VI-29 동의외과의 주요영역

일반동의외과학	상 과 학
외웅, 내용	타절 및 넘좌상
징창	탈구 및 착위
외과허로병	골절
영류 및 압증	척골외상
두부 및 안면질환	기타손상 및 질병
이비인후질환	
유방질환	
항문질환	
전음질환	
사지질환	
피부질환	
출혈질환	

자료 : 동의외과학, 의학출판사, 1967.

그러나 다음과 같은 동의외과의 주요 치료법<sup>197</sup>에서 보듯이 양질의 의료라고 보기는 힘들 것 같다.

① 내치법 : 외과질병에 약물을 이용해 치료하는 방법.

② 외치법 : 병변이 있는 국부에 직접 약을 작용시키는 방법

약물요법 : 고약, 연고, 가루약, 부식제

침구요법

수술요법 : 절개법, 펴림법(사기조각 끝으로 절개하여 치료), 패선법(부식작용이 있는 실로 양쪽 누공을 연결시켜 치료), 결찰법(치핵, 사마귀 치료)

③ 기타 : 찜질, 거머리 요법(거머리를 붙여 피와 고름을 받아먹게함)

정형외과부문의 동의학적 치료는 우리와 그 개념이 전혀 다른데 “동의학에서는 과거부터 수술하는 방법을 적용하지 않고 뼈가 부러진데 대하여... 모두 수법으로 정복한다...4-5일에 한번씩 고정한 것은 풀어 제끼고 골절부위와 붙인 약을 검사한다<sup>198</sup>” 하라고 설명하고 있는 바, 골절의 상태에 관계 없이 일괄적으로 도수정복을 시행한다거나 혹은 수일에 한 번씩 골절부위를 움직여 보는 것 등은 우리의 상식으로서 이해하기 어려운 부분이다.

197: 「동의외과학」(1967: 총론부 제 4 장).

198: 「동의외과학」(1967: 동의정골에 대한 리론).

## Ⅶ. 결 론

북한은 주체적인 분체의식을 강조하며, 국가의 계획적인 발전정책으로 보건의료기술의 발전을 위해 노력해왔다. 이 결과 한국과는 다른 발전경로를 통해 발전했고, 그 실상을 살필 방법이 거의 없기 때문에, 우리가 단편적인 연구를 통해 그 전체적인 모습을 이해하기는 매우 어렵다. 특히 북한의 의학과학지식수준이나 보건의료인력의 실제 임상진료능력 및 기술의 숙련도는 측정하기가 불가능하기 때문에 더욱 더 그러하다.

본 연구는 북한에서 나온 문헌을 통하여 북한 의료기술의 발전정책, 발전과정, 의료산업의 육성, 보건의료인력의 양성, 제도적 발전장치 등 의료기술수준에 영향을 미치는 요인들을 분석한 다음, 의학교과서를 분석하여 각 임상과별로 의료기술의 수준을 살펴보는 방법으로 제한적이긴 하지만 북한 의료기술의 면모를 살펴보려 하였다.

그 결과 다음과같이 북한 보건의료기술의 특징을 살펴볼 수 있었다.

첫째, 북한은 다른 모든 분야에 있어서와 마찬가지로 의학기술의 발전에 있어서도 '주체'적 발전을 강조하여 '주체의학'을 육성하였다. 주체과학을 발전시키기 위한 과학기술적 문제들을 푸는데 기본을 두고 과학연구사업을 해나간다는 것<sup>199)</sup>을 의미한다.

이러한 주체의학의 면모는 여러곳에서 발견되는데, 예를 들면 의학용어를 거의 한글로 쓰고 있어, 해부학 용어의 경우 6,000여개의 한글 용어를 쓰고있다고 한다. 또한 북한에서 많이 나는 원료(약재)를 이용할 수 있는 장점이 있는 동의학의 이용을 강조하는 것도 주체의학의 한 표현이라 하겠다.

199) 김일성, 제원본조선인과학자들은 우리나라의 과학기술발전애 적극 이바지하여야 한다. 1972. 12. 16, 「우리나라의 과학기술을 발전시키는데 대하여」(1986 : 394).

한편으로 주체의학을 강조하면서도 선진 외국의 의학과학기술의 도입을 적극 권장하는 정책을 취했기 때문에, 외국 특히 소련의 의료기술이 북한의 의료기술발전에 많은 영향을 미쳤다. 의학교과서를 보면 참고문헌으로 소련의 문헌이 많이 보이며, 중국과 일본의 문헌도 보이고 있다. 그러나 철저히 북한의 실정에 맞게 수용하는 것을 볼 수 있다.

둘째, 북한은 ‘자력갱생’의 경제발전 노선에 따라 의학과학기술을 비롯한 과학기술의 발전정책을 실시해 왔다. 다시 말해서 의학과학기술을 자체 개발하고, 이에 소요되는 재원을 전적으로 자체조달했으며, 제약과 의료기구 공업 등 의료산업의 육성도 거의 자력으로 꾸려왔기 때문에, 전반적인 발전수준이 그렇게 높지 못함을 발견할 수 있다. 결국 북한 사회의 폐쇄성으로 생산력을 빨리 높일 수 없었던 상황에서 북한의 의료기술개발은 한계에 부딪치고 있음이 분명하다.

세째, 보건의료인력의 양성측면을 살펴보면, 해방직후에는 극히 부족했던 의료인력을 양성하기 위해 단기과정의 중간급 보건인력의 양산에 주력했으나, 무상치료제와 의사담당구역제를 실시하면서 의사인력을 보건인력의 근간으로 하는 정책을 취하여 대량 배출하고 있다.

의사인력의 기술수준은 준의, 부의, 정규의사 등 각급 의사에 따라 다를 것으로 보이는데, 의사와 각 보건일군들의 경력발전체계가 갖추어져 있기 때문에 교육, 훈련이 강조되고 있음을 볼 수 있다. 또한 이러한 기술적 재교육과 함께 사상교육, 예컨대 ‘정성운동’등 의료인력의 사명감을 고취시키는 여러가지 수단을 동원해 의료의 질을 높이려고 노력하고 있다. 그러나 의학교과서 분석에서 드러나듯이 전반적인 의학과학기술의 수준이 높지 못하기 때문에 의료인력의 기술수준도 그리 높지 못한 것으로 평가된다.

네째, 북한은 보건의료기술을 발전시키기 위한 제도적 장치로서 각종 연구기관과 각종 연구지원제도를 갖추고 있다. 연구기관으로는 의학과학원을 중심으로 동의학연구소, 약학연구소, 위생연구소, 종합임상연구소, 광천물리연구소, 의료기구연구소, 미생물연구소 등을 운영하고 있는데, 연구활동을 보면 각종 전염병퇴치에 관한 것부터 면역학과 유전학 부문에 이르기까

지 광범위하게 이루어지고 있다. 발표되는 연구논문은 연간 약1,000여건에 달하는데, 동의학이나 자연요법과 관련된 연구활동이 큰 부분을 차지하고 있어서 최신의 현대 의학기술에 대한 심도깊은 연구활동은 거의 이루어지지 못하는 것으로 보인다. 그리하여 최근에 들어서는 국제간 의료기술 교류를 강조하여 선진의학기술을 받아들이려고 노력하고 있음을 볼 수 있다.

다섯째, 북한의 의학교과서를 통해서 본 임상 각과별 의료기술의 특징은 다음과 같다.

## 1. 기초의학

1955년에 이미 임상해부학교과서를 순 한글로 출판하는 등 일찌기 60년대에 자체의 기초의학 교과서를 발간하여 사용해 왔음은 높이 평가할 만하다. 그리고 영양학이 기초학부 과정의 필수과목으로 편성되어 있는 점 등은 북한의 현실을 반영한 의학교육으로 여겨진다. 그러나 첨단장비를 이용한 분석기법 등이 소개되어 있지 않는 등 수준의 심도가 그리 높지 못함을 볼 수 있다.

## 2. 내과

치료에 있어서 동의학과 양의학을 결합해서 사용하고 있는데, 의학지식이 있는 사람이라면 누구라도 실행에 옮길 수 있도록 알기쉽게 교과서를 기술하고 있는 점이 특징적이다. 이에 따라 기초지식은 잘 설명되어 있으나 전문성을 결여하고 있어, 기술수준의 취약성을 보이고 있다.

내용에 있어 특이한 것은 기후치료, 온천치료, 물리치료, 치료체육 등의 이학적치료가 널리 쓰이고 있는 것인데, 이러한 치료들은 일부는 의학식상식과 어긋나는 경우도 있으나 적응증, 치료방법, 치료기간, 금기 등을 체계적으로 설명하고 있는 등 나름대로의 과학적 타당성을 확보하고 있어 손쉬운 치료방법을 개발하고 있는 것으로 보인다.



### 3. 외과

외과계에 피부과와 마취과가 포함되어 있는 것은 우리와 다른 점이며, 15 권으로 구성된 방대한 외과교재를 발간한 것은 괄목할 만하다. 또한 질병의 통계자료를 북한자체의 것을 사용하고 있는 점, '구급외과적 치료조직'을 구축하여 응급의료체계를 갖춘 점 등은 높이 평가할 만하다.

그러나 외과 진단에 있어서의 장비 부족 및 치료에 있어서의 약제의 부족 등으로 현대적인 양질의 의료를 제공하기에는 미흡하다고 볼 수 있다.

### 4. 산부인과

해산방조조직, 산부인과 담당구역제, 장기간의 유급휴가제 등 모성보호를 위한 제도는 비교적 잘 짜여져 있다. 그러나 진단에 있어서 가장 많이 쓰이는 초음파진단장비가 거의 갖추어져 있지 않고, 리진료소 담당의사가 준 의여서 기술수준에는 의문의 여지가 많다. 또한 치료에 있어서 소독약품의 경우 현재 부작용이 있는 것으로 밝혀진 것을 그대로 사용하고 있는 등 의료기술의 낙후성을 보이고 있다.

### 5. 소아과

소아과 치료는 다른 임상과와 달리 동의학적 치료가 차지하는 비중이 매우 작은 것이 특징인데, 이는 동의학적 접근을 소아과에는 적용하기가 어렵기 때문이 아닌가 여겨진다. 대부분의 감염성 질환에 페니실린과 스트렙토마이신 등 초보적인 1차항생제를 주로 쓰고 있는데, 이중 스트렙토마이신은 현대의학에서는 부작용이 큰 것으로 밝혀져 아동에게는 거의 쓰지 않는 약이라는 것을 감안하면 소아과의 치료수준 역시 낮다는 것을 알 수 있다.

## 6. 동의학

동의학은 내과, 외과를 비롯한 임상各科에 널리 이용되고 있는데, 동약을 집대성하여 체계적으로 정리하고, 과학화시킨 것은 돋보인다. 특히 동의의 외과적 치료법을 발전시켜 압 및 골절 등에까지 적용하고 있다.

그러나 일부 치료법(예로서 각종 암의 치료에 동물의 피를 섭취하도록 하는 방법)의 경우 과학적인 입증이 없이 쓰이고 있는 것으로 생각된다.

위와같이 북한의 임상기술수준은 현대화된 의료기술수준을 척도로 평가했을 경우 전반적으로 이에 못미치는 수준이라고 생각된다.

일반적으로 한 사회의 의료기술은 그 사회의 일반적인 경제발전 수준과 과학기술혁명의 진척에 따라 발전의 정도가 결정된다는 점을 감안하면 이러한 의료기술의 낙후성은 자연스럽다 할 것이다. 왜냐하면 생산력 수준이 낮은 경우 의료기술의 발전을 기대하기는 어렵기 때문이다. 보건의료기술의 발전은 보통 경제발전으로 물질적 토대가 갖추어져야 가능한 것이다.

그러나 이러한 북한의 의료기술이 북한사회의 현실에 비추어 적정한 수준인지, 아닌지 평가하기는 쉽지 않다.

왜냐하면 의료기술이 어느 정도까지 발전되어야 하는지, 바꾸어 말하면 의료기술의 발전에는 다른분야에 쓰일 수 있는 막대한 자원의 투입을 필요로 하게 되는데 과연 의료기술이 어느정도까지 발전되어야 바람직한 것인지에 대한 판단기준이 명확치 않기 때문이다. 더구나 의료에서 고도로 발달한 기술의 과도한 사용이 비경제적일 뿐만 아니라 불필요한 고통의 원인이 되기도 한다는 의학기술발전에 대한 비판적 견해를 감안하면 더욱 그러하다<sup>200)</sup>.

그러나 현재 북한의 경우 의료기술발전의 부작용에 대한 문제제기는 없는 듯하다. 최근의 문헌에서 보는 바와 같이 최신의학기술의 도입과 개발을 강조하는 것은 북한의료기술의 현 단계가 절대적인 기술수준의 향상을 도

200) 이에 대하여는 F. 카프라(이성범, 구윤서 옮김, 1988 : 116-153)를 참조할 것.

모해야 할 시점이라는 것을 시사한다<sup>201)</sup>. 그러므로 북한은 향후에도 계속 선진의료기술을 개발하고, 도입하려는 노력을 계속할 것이다.

여기서 제기되는 문제는 북한의 경제력이 어떻게 보건의료기술의 발전을 뒷받침하느냐 하는 것이다. 곧 사회주의국가가 전반적으로 경험하고 있는 생산력발전의 정체국면을 북한이 여하히 극복하느냐에 향후 의료기술의 발전양상이 결정될 것이다.

결국 보건의료기술을 발전시키기 위해서는 ‘자력갱생’에 몰두하는 폐쇄적인 경제정책을 수정하여 경제력 발전을 이룩하고, 현대적 의료기술을 도입하는 획기적인 조치가 취해져야 할 것이다. 여기에는 남북한 간의 교류가 점차 활발해지고 있는 상황이므로, 남한의 발달된 선진과학기술을 수용하는 방안도 고려될 수 있을 것이다.

우리정부가 민족화합과 상호교류의 차원에서 한국의 발달된 의학기술을 북한에 제공하고, 한편으로는 동의학 등 북한의 연구성과를 수용하기 위해 남북한 의료기술교류를 제안하는 것도 바람직하다고 본다. 이러한 제안은 상호이익을 증진시키는 것일 뿐만 아니라 민족통일을 위한 상호이해의 폭을 넓히고 교류를 촉진시키는 좋은 방안이 될 것이다.

201) “의학과학부문에서는 이미 이룩된 성과에 도대하여 유전사공학, 번역학, 분자생물학 분야를 개척하며 전자공학과 레이자공학을 비롯한 최선과학기술의 성과를 치료예방사업에 널리 받아들이기 위한 연구사업을 강화하여야 하겠습니까.” 김정일, 「보건사업을 더욱 개선강화할데 대하여」-전국보건의료인문대회 참가자들에게 보낸 서한, 1985년 4월 21일, 조선중앙연감(1986 : 95).

## 참 고 문 헌

### 1. 국내문헌

- 高瀨淨 著, 이남현 옮김, 「북한경제입문」(청년사, 1988).
- 고현욱 외, 「북한사회의 구조와 변화」(경남대 북동문제연구소, 1987).
- 경제기획원, 「사회지표」(1989a).
- ....., 「'88 사인통계 집계결과」(1989b).
- 공산권문제연구소, 「북한 총람」(1969).
- 국토통일원, 「북한 법령집 II」(1972a).
- ....., 「북한 법령집 III」(1972b).
- ....., 「북한인구 추계(1946-1978)」(1978a).
- ....., 「북한자료집」(1978b).
- ....., 「남북한 사회문화 현황비교」(1983).
- ....., 「북한 개요」(1984).
- ....., 「북한경제 통계집(1946-1985)」(1986a).
- ....., 「사회복지시책 발전유형(보건위생), 평화통일 기반성을 위한 북한 상황변화에 축」(1986b).
- ....., 「남북한 비교총서」(1988a).
- ....., 「북한의 정치경제」(1988b).
- ....., 「조선개관」(1988c).
- 북동문제연구소, 「북한 진서」(1974).
- ....., 「북한 진서」(1983).
- 길영환 著, 이원웅역, 「남북한 비교정치론」(문백사, 1988).
- 김남식, “북한연구 방법론의 현황과 문제점”, 『이대학보』, 10월 13일자.
- 김동익, “조선인과 패권해”, 『신동아』(1935).

- 김선호, 「북한의 기술교육 및 고등교육의 발전상」(국토통일원, 1976).
- 김용식, “북한의 의료제도와 보건행정의 낙후성”, 「북한」 1987.2(북한연구소, 1987).
- 김일평, 「북한정치경제 입문」(한울, 1987).
- Kim Il Pyoun, *Communist Politics in North Korea*(N.Y: Praeger Publishers, 1975)
- 김종렬, “북한의 전통한의학”, 「의협신보」, (1989.1.30., 3.20., 4.3., 4.6., 4.10., 4.13. ).
- 나바로 쫘, ‘보건과 사회’연구회 옮김, 「현대자본주의와 보건의료」(한울, 1989).
- 동아일보사, “원자료로 본 북한, 1945-1988”, 「신동아」 1983년 1월호 별책, 1989.
- 문옥륜 외, 「한의 보건의료제도 분석」(국토통일원, 1989).
- 문옥륜 외, 「북한의 보건체계와 의료보장제도 연구」(의료보험관리공단, 1989).
- 박홍우, 「남북한 사회복지정책 비교연구」(서울대 석사학위논문, 1988).
- 변종화 외, 「남북한 보건의료 비교연구: 북한실태를 중심으로」(국토통일원, 1989).
- 북한연구소, 「북한개요」, 1979.
- \_\_\_\_\_, 「북한 총람」, 1983.
- \_\_\_\_\_, 「북한의 전통한의학」, 1983.
- \_\_\_\_\_, 「북한 총람」, 1986.
- 배상수, 「보건의료서비스의 배분적 정의에 대한 이론적 연구」(서울대학교 대학원 박사학위논문, 1990).
- 배손근, “북한경제의 이론과 실제”, 「사회와 사상」, 1988.12, 한길사.
- 아말긴, L.I. 외 쫘, 배손근 옮김, 「현대사회주의의 정치경제학」(태암, 1989)
- 양재모, 「남북한 의료제도의 비교연구」(국토통일원, 1972).
- \_\_\_\_\_, 「남북한 의료기술 협력방안」(국토통일원, 1973).
- 양호민 외, 「북한사회의 재인식 1」(한울, 1987).
- 엘렌브룬. 재퀴스 허쉬 쫘, 김해성 역, 「사회주의 북한: 북한 경제발전 연구」(지평, 1988).
- 오정수, 「북한의 사회체제변동과 사회정책의 전개과정」(서울대 석사학위논문,

- 1987).
- 이운죽, 「북한사회연구」(서울대 출판부, 1988).
- 이용필, “남북정치체제의 변화연구”, 「사회과학과 정책연구」 제Ⅳ권 제1호(서울대 사회과학연구소, 1982).
- 장동민, 「북한의 보건의료정책에 관한 연구」(서울대 보건대학원 석사학위논문, 1989).
- 전용필, 「남북한 사회보장정책 및 현황비교고찰」(국토통일원, 1972).
- 평화통일연구소, 「북한개요」, 1986.
- 한국역사연구회, 「한국사 강의」(한울아카데미, 1989).
- 한국인구보건연구원, 「의료자원과 관리체계에 관한 조사연구」, 1987.
- 한국의약신문, 「북한의 사회보장-귀순자 정병호씨의 증언」, 1989.
- 홍기창, 「북한의 의료제도 및 기술수준 분석」(국토통일원, 1980).

## 2. 북한문헌

- ....., 「가정의학독본」 (조선의학출판사, 1958).
- ....., 「가정의학독본」 6판 (과학백과사전출판사, 1979).
- 박지선·홍어택, 「간장질환의 립상」(의학출판사, 1965).
- 박지선·유홍농, 「감염증과항생제치료」(과학백과사전출판사, 1987).
- 김종영, 「건강과 장수」(과학백과사전출판사, 1983).
- 김동욱, 「귀병의립상」(과학백과사전출판사, 1984).
- ....., 「근로자」(1971-89), 근로자사.
- 박제선, 「기관지천식」(과학백과사전출판사, 1984).
- ....., 「김일성 선집」 2권-6권(조선노동당 역사연구소, 1964).
- ....., 「김일성 저작선집」 1권-9권(조선노동당 역사연구소, 1967-1987).
- ....., 「김일성 저작집」 1권-35권(조선노동당 출판사, 1979-1989).
- 오선국, 「꽃피는 생활」(사회과학출판사, 1970).
- 양재모, 「남북한의료제도의비교연구」(국토통일원, 1972).

- \_\_\_\_\_, 「내과학총론 I」(조선의학출판사, 1962).
- 최응석, 「내과학총론 I」(의학출판사, 1964).
- \_\_\_\_\_, 「누구나 일하며 다 잘사는 세상」(조선노동당 출판사, 1960).
- 손병권, 「동의외과학」(의학출판사, 1967).
- 리호남·홍장신, 「동의진단학」(과학백과사전출판사, 1962).
- 박창호·오시웅, 「림상검사법」(의학출판사, 1965).
- 리용겸, 「림상렌드겐학 2」(과학백과사전출판사, 1984).
- 강원욱, 「림상면역학」(과학백과사전출판사, 1984).
- 리병익, 「림상피부병학」(과학백과사전출판사, 1984).
- 마균필, 「마취학」(의학출판부, 1965).
- 윤량평, 「면역능검사법」(과학백과사전출판사, 1984).
- \_\_\_\_\_, 「백과사전」(과학백과사전출판사, 1983).
- \_\_\_\_\_, 「보건신문」(1990.9.3), 제2491호.
- 김태철, 「비타민학」(과학백과사전출판사, 1984).
- \_\_\_\_\_, 「사회주의 정치경제학 연구에서의 몇가지 이론문제」(과학백과사전출판사, 1987).
- \_\_\_\_\_, 「산과학 1」(고등교육도서출판사, 1974).
- 정상편, 「산과학」(조선의학출판사, 년도미상).
- \_\_\_\_\_, 「산부인과전서 1」(과학백과사전출판사, 1985).
- \_\_\_\_\_, 「산부인과전서 3」(과학백과사전출판사, 1986).
- \_\_\_\_\_, 「산부인과전서 4」(과학백과사전출판사, 1987).
- 박인교·김사갑, 「소아과의사편람」(과학백과사전출판사, 1987).
- \_\_\_\_\_, 「소아과학」4판(평양의학대학출판부, 1976).
- 김정순, 「소아액체료법」(연변인민출판사, 1982).
- 오수종·리호우, 「소화기기능진단」(과학백과사전출판사, 1984).
- 박종윤, 「신경렌트겐진단」(과학백과사전출판사, 1985).
- \_\_\_\_\_, 「실용동약학」(과학백과사전출판사, 1984).
- \_\_\_\_\_, 「실험검사의림상적의의」(과학백과사전출판사, 1987).

- 리병호, 「심장렌트겐진단」(과학백과사전출판사, 1987).
- 리경재, 「어린이대장염과 설사증」(의학출판사, 1966).
- 김일성, 「어린이 교육보양사업을 더욱 발전시키는데 대하여」(사회과학출판사, 1976).
- 민병택·서원서, 「어린이 폐염」(의학출판사, 1966).
- 김제익, 「영양과 건강」(과학백과사전출판사, 1984).
- \_\_\_\_\_, 「외과전서 3」(과학백과사전출판사, 1984).
- 권오덕·정순덕, 「외과전서 7」(과학백과사전출판사, 1987).
- \_\_\_\_\_, 「외과전서 8」(과학백과사전출판사, 1988).
- 김일성, 「우리나라의 과학기술을 발전시키는데 대하여」(조선노동당출판사, 1986).
- \_\_\_\_\_, 「의학미생물학」(고등교육도서출판사, 1972).
- 남인길, 「의학생화학」(과학백과사전출판사, 1985).
- \_\_\_\_\_, 「의협신보」 1988. 4. 3.
- \_\_\_\_\_, 「이미인후과전서 5」(과학백과사전출판사, 1985).
- 김원석·박영보, 「인민 경제 계획화에서 군중 보건의 관철」(조선노동당출판사, 1963).
- \_\_\_\_\_, 「인민보건」(제 2 호—제 7 호), 보건성기관지, 1949.
- 승창호·리복희, 「인민보건사업경험」.
- \_\_\_\_\_, 「인민생활을 높인 경험」(사회과학출판사, 1985).
- \_\_\_\_\_, 「인민생활 향상을 위한 우리당의 정책」(사회과학 출판사, 1985).
- \_\_\_\_\_, 「인민의 건강을 넘려하시여」 2권(과학백과사전 출판사, 1981).
- \_\_\_\_\_, 「인민의 건강을 넘려하시여」 3권(과학백과사전 출판사, 1981).
- 엔 웨, 플레쏘니코프, 「인체해부학」(교육도서출판사, 1955).
- \_\_\_\_\_, 「인체해부학」, 개정판(고등교육도서출판사, 1973).
- 리웅남, 「전염병에 대한 이야기」(교육도서출판사, 1958).
- \_\_\_\_\_, 「조선민주주의 인민공화국 국가사회도」(과학백과사전출판사, 1984).
- \_\_\_\_\_, 「조선민주주의 인민공화국 약진」 1, 2권, 1982.
- \_\_\_\_\_, 「《조선민주주의 인민공화국 사회주의헌법》 해설」(인민과학사, 1973).
- 홍순원, 「조선보건사」(과학백과사전출판사, 1981).



- \_\_\_\_\_, 「조선중앙연감」(1949-1987), 조선중앙통신사.
- \_\_\_\_\_, 「주체의학」(1983.2-1989.1), 주체의학사.
- 유병철, 「척수질병의림상」(과학백과사전출판사, 1987).
- 사회과학원 철학연구소, 「철학사전」(서울: 도서출판 힘, 1988).
- 김영경, 「피부외용약」(과학백과사전출판사, 1984).
- \_\_\_\_\_, 「학교위생학」(학우서방, 1969).
- 박성길, 「혈액표본도해」(과학백과사전출판사, 1987).

### 3. 외국문헌

- Deacon. B. "Medical Care and Health Under State Socialism." *International Journal of Health Services*. Vol. 14, No. 3. 1984.
- Deppe. H.. "State and Health." *Soc. Sci. Med.*, Vol. 28, No. 11. 1989.
- Doyal. L.. *The Political Economy of Health* (Pluto Press. 1979).
- McKeown. T.. *The Role of Medicine* (Oxford: Basil Blackwell, 1979).
- Navarro. V.. *Social Security and Medicine in the USSR: A Marxist Critique* (Lexington Books. 1977).
- Rahman. M. A.. "Children's Palace." *World Health*, Jan - Feb. 1984.
- Smith. H. F.. *Report on the Public Health Problems of the Republic of South Korea*. 1950.
- UNICEF. *The State of the World's Children*. 1984.
- U. S. Department of the Army. *North Korea*. 1981.
- WHO. *Primary Health Care in Action*, Pyong Yang Conference (SEARO Regional Health Papers, No.6). 1985.
- WHO. *Evaluation of the Strategy for Health for All by the Year 2000*, Vol. 4. 1986.
- WHO. *World Directory of Medical Schools*. 1988.
- World Bank. *World Development Report* (Oxford University Press. 1986); *World Development Report* (Oxford University Press. 1988).



## 집필자 소개 (세재순)

1. 이 은 철      서울대학교 원자핵공학과 교수  
미국 메릴랜드대학교 대학원 졸업(공학박사)  
연구실적 : Safety Analysis for Reactor Transients,  
부하추종 운전 에 따른 국내원자력발전소 안  
전성 연구 등
2. 이 기 효      서울대학교 국민보건연구원  
서울대학교 보건대학원 졸업(보건학 석사)  
연구실적 : 제약산업의 정치경제학적 연구 등
- 이 윤 현      서울대학교 국민보건연구소 연구원  
서울대학교 보건대학원 졸업(보건학 석사)  
연구실적 : 직장의료보험 기여 및 급여제도의 형평성에  
관한 연구 등
- 이 석 구      서울대학교 국민보건연구소 연구원  
서울대학교 보건대학원 졸업(보건학 석사)  
연구실적 : 의학교과서에 나타난 북한의 의료기술 등



북한·통일 연구 논문집

- (Ⅶ) 과학 분야 -

---

---

1990년 12월 26일 인쇄  
1990년 12월 31일 발행

발행처 통일원

인쇄처 정문사문화(주)

---

---

