

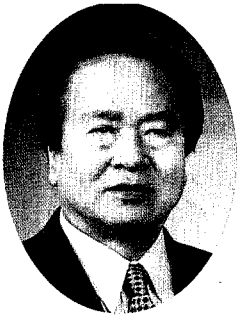
GOVP1200300140

행정간행물등록번호
11-1350000-001105-10

원자력 안전백서

2002

발간사



1992년 원자력안전백서가 최초로 발간된 이래 올해로 11회째를 맞이하고 있습니다.

현재 우리나라는 17기 원전을 가동하여 전력생산량의 40%를 공급하고 있습니다. 방사성동위원소 이용도 의료, 연구, 공업, 농업적 이용 등 다양한 분야에 걸쳐 증가되고 있고 1,882개 기관에서 사용되고 있습니다.

정부는 국가원자력사업 추진에 있어 원자력안전을 최우선하는 정책을 지속적으로 추진하고 있습니다. 원자력안전위원회의 운영, 원자력안전정보의 공개, 지역주민이 참여하는 방사선환경조사 실시, 원자력안전종사자에 대한 지원시책 등을 추진하였고 2001. 9. 6에는 원자력안전현장을 제정·공포하였습니다.

2001년도에는 영광5호기 운영허가, 신형경수로 1400 표준설계 인가 심사, 고리1호기와 월성1호기에 대한 주기적안전성 평가를 수행하였고, 방사선동위원소사용기관에 대한 안전 검사를

실시하였으며 방사선 사고시 비상조치를 수행할 방사선기동대책반을 구성·운영하였습니다.

과학기술부에 원자력방재과를 신설하고, 방사능중앙통제상황실을 구축하였으며 원자력병원에 국가방사선비상진료센터를 설치하였습니다.

원자력안전백서는 지난 한해 동안의 원자력안전에 대한 주요활동을 종합 정리하여 알림으로써 국민과 함께 하는 원자력을 구현하기 위해 매년 발간해오고 있습니다.

이 백서를 통해 원자력안전에 대한 지식과 이해가 확산되기를 기대드리고, 우리나라 원자력안전을 위해 헌신하고 계신 원자력계 여러분과 백서발간에 노력하신 모든 분께 진심으로 감사드립니다.

2002년 11월

과학기술부 장관

채영복



▶ 채영복 장관 제46차 IAEA총회 기조연설 (2002. 9. 16)



▶ 이승구차관 제2차 한·중 원자력 공동위 합의록 서명 (2002. 11. 2)



▶ 제7회 원자력 안전의 날 기념식 (2001. 9. 6)



▶ 기념식에 이어 원자력 안전 정책 토론회 개최 (2001. 9. 6)



▶ 대 테러에 대비한 방사능 방재 훈련 (울진원전, 2001. 9. 12)



▶ 방사능 방재 종합상황실 준공기념식 (2001. 12. 11)



▶ 울진 원자력 5호기 원자로 설치 (2001. 6. 21)



▶ 북한 경수로 요원 훈련 교육교재개발 (한국원자력 안전기술원)

목 차

제1편 원자력안전규제 총론	1
제1장 원자력안전규제 일반	3
제1절 원자력안전규제 연혁	3
제2절 원자력안전규제를 둘러싼 대내·외 환경변화	4
1. 국제동향	4
2. 국내동향	6
제3절 원자력안전규제의 특성과 역할	8
제4절 원자력안전규제의 수준	9
제2장 정책 및 제도	11
제1절 원자력안전규제 정책방향	11
1. 정책기조	11
2. 정책방향	13
제2절 원자력안전규제 조직 및 행정체제	18
제3절 원자력안전위원회 및 원자력안전전문위원회 활동	21
1. 원자력안전위원회 활동	21
2. 원자력안전전문위원회 활동	23
제4절 새로운 안전규제제도의 도입	30
1. 주기적안전성평가제도	30
2. 신형경수로 1400 표준설계인가	35
3. 방사성동위원소 및 방사선기기 생산업 허가제도 등	40
제3장 법령 및 기준	42
제1절 안전규제 법령 정비	42
1. 원자력법령의 정비	42
2. 원자력법령 주요 개정내용	43

제2절 원자력손해배상법 개정	46
1. 원자력손해배상제도의 개념	46
2. 국내 원자력손해배상제도	47
제3절 원자력안전규제 기술기준	51
제4절 신형경수로 1400 기술기준의 개발	54
제4장 원자력안전연구	55
제1절 원자력안전연구 현황	55
1. 현황 및 추진체계	55
2. 향후 연구방향	57
제2절 원자력안전규제 연구	57
1. 원자력안전규제 기술개발	57
2. 원전부지 지진안전성 평가기술개발	60
3. 중수형원자로 안전규제 요건개발	61
4. 주기적안전성평가 기술개발	61
제3절 원자력안전성 향상 연구	62
1. 원자력안전성 향상기술개발	63
2. 원자력 열수력 실증실험 및 평가기술개발	65
3. 중대사고 실증실험 및 평가기술개발	66
4. 일체형원자로 안전현안연구	68
5. 중수로안전성 향상기술개발	68
제4절 방사선 안전규제연구	69
1. 방사선 안전규제 기술개발	69
제2편 원자력시설의 안전규제	75
제1장 2001년 주요 안전규제 총괄	77
제1절 안전규제 절차	77
제2절 안전 심사	80
제3절 안전 검사	80

제2장 가동중 원자력발전소 안전규제	82
제1절 고리 원자력발전소(1호기~4호기)	82
1. 안전심사	82
2. 안전검사	83
제2절 월성 원자력발전소(1호기~4호기)	85
1. 안전심사	85
2. 안전검사	86
제3절 영광 원자력발전소(1호기~4호기)	88
1. 안전심사	88
2. 안전검사	89
제4절 울진 원자력발전소(1호기~4호기)	92
1. 안전심사	92
2. 안전검사	93
제3장 건설중 원자력발전소 안전규제	96
제1절 영광원자력 5, 6호기	96
1. 건설허가 후속심사 및 운영허가심사	96
2. 사용전검사	96
제2절 울진원자력 5, 6호기	97
1. 건설허가 후속심사	97
2. 사용전검사	98
제4장 신형경수로 1400 표준설계인가심사	99
제5장 원자력발전소 운전 분석	101
제1절 2001년 원자로 정지현황 및 원인평가	101
제2절 원자력발전소 안전성능지표 분석	105
1. 개 요	105
2. 분석결과	106

제6장 원자력시설 품질보증 관련 안전규제	112
제1절 원자력시설의 건설 및 운영 품질보증	112
1. 품질보증심사	112
2. 품질보증검사	115
제2절 원자로 주요부품 생산 품질보증	116
1. 검사 대상	116
2. 검사 목적	117
3. 생산 품질보증검사 내용 및 현황	117
4. 검사 결과	118
제7장 주재관 운영	119
제8장 연구용원자로, 핵연료주기시설 및 폐기시설 등 안전규제	121
제1절 인·허가 및 검사활동	121
1. 사용후핵연료 처리시설	121
2. 핵연료 가공시설	122
3. 폐기시설	124
4. 하나로 및 부대시설	125
5. 교육용 원자로	126
제2절 원자력시설의 폐로·해체	127
제9장 기타 규제활동	129
제1절 특정기술주제보고서 안전심사	129
1. 개 요	129
2. 각 주제보고서별 현황	130
제2절 원전부지 지진감시	134
1. 개 요	134
2. 원전부지 지진감시망	135
3. 연구개발	136
4. 지진감시 및 자료취득	137

제3편 방사성물질 안전규제	139
제1장 핵물질 안전규제	141
제1절 핵물질 이용현황	141
제2절 핵물질 안전규제	141
제2장 방사성동위원소 등 안전규제	143
제1절 방사성동위원소 등의 이용현황	143
제2절 방사성동위원소 등 이용기관의 안전관리 현황	144
제3절 방사성물질의 포장·운반	147
제3장 방사성폐기물 안전관리	151
제1절 고체방사성폐기물 안전관리 현황	151
1. 중·저준위 방사성폐기물 안전관리	151
2. 사용후핵연료 안전관리 현황	154
제2절 방사성유출물의 안전관리 현황	157
제3절 방사성폐기물 안전관리 주요현안 및 규제방향	159
1. 국가 방사성폐기물관리계획 추진내용	159
2. 방사성폐기물 안전규제 기술기준 개발	160
3. 주요 안전규제 사례	161
4. 방사성폐기물 안전관리 통합시스템(WACID) 개발	161
제4편 방사선 안전관리	165
제1장 방사선 작업종사자 안전관리	167
제1절 개 요	167
제2절 방사선 작업종사자의 피폭관리	169
1. 방사선 작업종사자의 선량한도	170
2. 방사선 작업종사자의 피폭관리 현황	171
제2장 관독기관에 대한 안전규제	176
제1절 관독업무 등록	176
1. 관독업무의 등록심사	176

2. 등록변경 신고	177
제2절 관독기관 검사	177
1. 정기검사	177
2. 성능검사	178
제3절 관독기관의 안전관리 실적	180
제4절 방사선 작업종사자의 피폭관리 제도개선	182
1. 관독업 등록제도	182
2. 방사선 피폭기록의 효율적 관리	183
제5편 환경방사능 감시	185
제1장 환경방사능 감시 개요	187
제2장 원자력이용시설 주변 환경방사능 감시	189
제1절 환경방사선/능 감시계획	190
제2절 감시결과 및 평가	194
1. 공간감마선량률 및 공간집적선량	194
2. 환경시료중 인공방사성핵종 농도	196
3. 월성원전 주변 환경시료중 ^3H 및 ^{14}C 의 감시 결과	197
제3장 전국토 환경방사능 감시	200
제1절 전국토 환경방사능 감시체제	200
1. 전국 방사능측정소	200
2. 국가 환경방사선 자동감시망	201
3. 감시계획	203
제2절 감시결과 및 평가	207
1. 공간감마선량률 및 공간집적선량	208
2. 전베타 방사능 농도	209
3. 식품류 중의 방사능 농도	211
4. 빗물중 삼중수소 농도	212
5. 공기부유진, 낙진 및 강수중 방사능 농도	213
6. 해수중 방사능 농도	214

제4장 방사능분석 품질관리	217
제1절 수행방법 및 절차	217
1. 국내 교차분석	217
2. 국외 교차분석	218
제2절 교차분석 평가결과	220
1. 국내 교차분석	220
2. 국외 교차분석	221
제6편 방사능방재 대책	225
제1장 방사능방재 대책	227
제1절 개 요	227
제2절 방사능방재 체계	229
1. 방사능방재 조직	229
2. 방재 체계	231
제3절 방사능방재 관련 활동 현황	237
1. 방사능 재해 대책 계획의 수립	237
2. 방사능방재 훈련	238
3. 방사선 비상계획 안전심사	240
4. 방사선비상 대응시설 정기검사	240
5. 방사능방재 국제협력	241
제4절 방사능방재대책 대응능력 향상	242
1. 방사능방재대책 기술지원 전산체계 구축	242
2. 방사능테러 대응대책	248
제7편 원자력 국제협력	251
제1장 다자간 협력	253
제1절 추진경위	253
제2절 원자력안전협약	253

제3절 사용후핵연료 관리의 안전 및 방사성폐기물 관리의 안전에 관한 공동협약	254
1. 공동협약 개요	254
2. 공동협약 체결국 준비회의	255
제2장 양국간 원자력안전협력	256
제1절 원자력안전협력약정의 체결	256
제3장 북한경수로의 안전성 확보 지원	257
제1절 북한경수로 사업의 개요	257
1. 한반도에너지개발기구(KEDO)	257
2. 한반도에너지개발기구의 경수로공급사업	257
제2절 북한경수로의 안전성 확인	258
1. 원자력 안전성 확인체제	258
2. 안전성 확보 지원사업	258
제8편 원자력안전규제 기반 구축	259
제1장 원자력안전 전문인력 양성	261
제1절 개 요	261
제2절 면허시험 관리	262
1. 현 황	262
2. 면허시험 과목	263
3. 원자로 조종면허	264
4. 방사성동위원소 취급 및 핵연료물질 취급면허	264
제2장 안전규제 대국민 이해 제고	266
제1절 개 요	266
1. 안전규제 홍보	266
제2절 원자력안전에 대한 국민이해활동	266
1. 원자력안전현장 제정	266
2. 원자력안전의 날 행사	267

제3절 원전 사고·고장 정보 공개	268
제4절 국민이해 증진 사업의 추진방향	269
1. 환경분석	270
2. 홍보방향	270

【부 록】

2002년 원자력안전 정책 방향	271
-------------------------	-----

【자료편】

1. 2001년 원자력안전 주요일지	287
2. 2001년도 원자력발전소 건설·운영현황	289
3. 원자로 노형별 주요기능 및 사양	290
4. 발전용원자로 안전심사 실적	293
5. 원자력발전소 정기검사 실적	294
6. 연구용 및 교육용 원자로 운영현황	295
7. 핵연료주기시설 현황	296
8. 방사성동위원소 등의 이용기관 증가 추이	297
9. 방사성동위원소 및 방사선발생장치 인·허가 실적	298
10. 방사선안전관리자 선임현황	298
11. 방사성동위원소 이용기관에 대한 안전검사 실시현황	299
12. 국내방사성물질 운반 정기검사 현황	299
13. 연도별 방사성폐기물 발생현황	300
14. 원자력발전소주변 환경방사선 감시결과	302
15. 원자력발전소 작업종사자 피폭현황	303
16. 세계의 원자력발전소 현황	306
17. 2001년도 원전 발전정지 현황	307
※ 사용된 영문 약어	309

그림 목 차

그림 1-2-1	국내 원자력안전규제 체제 및 기능	20
그림 1-2-2	신형경수로 1400 입체도	37
그림 2-5-1	연도/계통별 사건발생분포	103
그림 2-5-2	연도/원인별 사건발생을 분포	103
그림 2-5-3	전체 원전의 성능지표 추이	109
그림 2-5-4	원자로 용량별 성능지표 추이	110
그림 2-5-5	원자로 노형별 성능지표 추이	111
그림 3-3-1	WACID시스템 개념 설계도	163
그림 4-2-1	피폭관리 절차도	184
그림 5-2-1	공간감마선량률과 강수의 일일변동 양상	195
그림 5-3-1	환경방사선 자동감시망 실시간 접속상태 구성도	202
그림 5-3-2	환경방사선량률 표시화면(KINS 인터넷홈페이지)	203
그림 5-3-3	전국 환경방사능 감시체계	204
그림 5-3-4	동·서·남해안 표층해수 채취정점	207
그림 5-3-5	우리나라 주변해역 표층해수중 방사성핵종의 연평균 농도변화	216
그림 5-4-1	국내 교차분석 결과 등급별 분포	221
그림 6-1-1	국가 방사능방재 조직 체계도	230

표 목 차

표 1-2-1	원자력안전위원회 구성	21
표 1-2-2	2001년도 원자력안전위원회 주요 안전	22
표 1-2-3	2001년도 원자력안전전문위원회 주요 안전	24
표 1-2-4	2001년도 전문분과 개최현황	24
표 1-2-5	2001년도 전문분과 주요 안전	25
표 1-2-6	10년이상 경과한 원자로시설의 주기적안전성평가 보고서 제출시한	32
표 1-2-7	각국의 주기적안전성평가제도 운용현황	33
표 1-2-8	IAEA 주기적안전성평가 안전인자 및 평가범위	34
표 1-2-9	신형경수로 1400 참여기관별 주요업무	35
표 1-2-10	신형경수로 1400 단계별 주요 추진실적	36
표 1-2-11	신형경수로 1400 주요 설계 특성	38
표 1-3-1	원자력손해배상 책임보험 현황	49
표 1-3-2	원자력손해배상보상계약 체결 현황	50
표 1-3-3	원자력손해배상법 주요 개정 내용	51
표 1-3-4	2001년도 개정 완료된 고시	52
표 1-3-5	2001년도 제정 완료된 고시	53
표 1-4-1	2001년 원자력 안전연구분야 과제현황	56
표 2-2-1	고리원전 가동중 심사현황	83
표 2-2-2	월성원전 가동중 심사현황	86
표 2-2-3	영광원전 가동중 심사현황	89
표 2-2-4	울진원전 가동중 심사현황	93

표 2-5-1	국내 원전 원자로 정지현황	101
표 2-5-2	2001년 원자로 정지별 원인 분류 및 등급	102
표 2-5-3	안전성능지표(안)	106
표 2-6-1	2001년도 품질보증계획서 심사현황	114
표 2-6-2	원자로 주요부품 생산 품질보증검사 수행현황	118
표 2-7-1	원자력발전소 주재관실 인원현황	120
표 2-7-2	2001년 원전주재관 일상검사 실적	120
표 2-8-1	연구용 원자로시설 등 안전심사 현황	127
표 2-8-2	핵주기시설 및 R1폐기물폐기시설 등 안전검사 수행현황 ..	128
표 2-9-1	특정기술주제보고서 인가 현황	133
표 2-9-2	국내 지진계측 현황	137
표 3-1-1	핵물질 등 사용기관 현황	142
표 3-3-1	주요 국가의 중·저준위 방사성폐기물 처분장 현황	152
표 3-3-2	피복방사선량과 설계기준과의 비교	158
표 4-1-1	방사선작업종사자 등 선량한도	170
표 4-1-2	방사성동위원소 등의 이용기관의 피폭선량 관리실적	175
표 4-1-3	방사성동위원소 등의 이용기관의 2001년 피폭선량 분포	175
표 4-2-1	판독시스템 성능검사 범주 및 성능기준	179
표 4-2-2	연간 판독업무자에 대한 규제현황	181
표 4-2-3	판독특이자에 대한 조사 및 평가 현황	183
표 5-2-1	환경조사 및 평가대상 시설	190
표 5-2-2	원자력사업자의 환경방사선/능 조사요령	191
표 5-2-3	원자력이용시설 주변 환경방사선/능 조사현황	192

표 5-2-4	원전주변 감시포스트 설치위치	193
표 5-2-5	월성원전 주변 환경시료중 ^3H 및 ^{14}C 조사계획	193
표 5-2-6	원자력이용시설 주변 공간감마선량률 및 공간집적 선량 ..	195
표 5-2-7	원자력이용시설 주변 환경시료중 방사능 농도	197
표 5-2-8	월성원전 주변 환경시료중 ^3H 의 방사능 농도	198
표 5-2-9	월성 주변 대기중 ^{14}C 의 방사능 농도	199
표 5-3-1	전국 방사능측정소 설치현황	201
표 5-3-2	전국 환경방사선/능 감시계획	205
표 5-3-3	해양방사능 조사 실적	206
표 5-3-4	공간감마선량률 및 공간 집적선량	208
표 5-3-5	공기부유진 및 낙진 중의 전베타 방사능 농도	209
표 5-3-6	빗물 및 상수 중의 전베타 방사능 농도	210
표 5-3-7	식품류 중의 ^{137}Cs 농도	211
표 5-3-8	빗물중 ^3H 의 방사능 농도	212
표 5-3-9	공기부유진, 낙진 및 강수중 방사능 농도 (지방측정소)	213
표 5-3-10	공기부유진, 낙진 및 강수중 방사능 농도 (중앙측정소)	214
표 5-3-11	동·서·남해 표층 해수중 방사능 농도	215
표 5-4-1	국내 방사능교차분석 프로그램	218
표 5-4-2	한·일 교차분석 프로그램	219
표 5-4-3	DOE/EML 교차분석 프로그램	220
표 5-4-4	연도별 국내 교차분석 내용 및 결과	221
표 5-4-5	Agar-agar시료에 대한 교차분석 결과	222
표 5-4-6	표준시료에 대한 교차분석 결과	222
표 5-4-7	환경시료중 감마핵종의 교차분석 결과	223

표 5-4-8	환경시료중 ^{14}C , ^{226}Ra , ^{239}Pu , ^{240}Pu 및 $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 의 교차분석 결과	223
표 5-4-9	TLD를 이용한 방사선량 교차분석 결과	223
표 5-4-10	주요 참여기관별 EML QAP 54 교차분석 평가 결과	224
표 6-1-1	주민대피 및 소개기준	233
표 6-1-2	방사선비상합동훈련 실시현황	238
표 6-1-3	안전기능별 주요실시간 수집 안전변수	246
표 8-1-1	규제대상 시설 증가 추이	261
표 8-1-2	원자력관계 면허시험 종류	262
표 8-1-3	원자력관계 면허시험 과목(분야)	264
표 8-1-4	원자로조종 면허시험 실적(1984-2001)	265
표 8-1-5	방사성동위원소 취급 및 핵연료물질취급 면허시험 응시 및 합격현황	265

제1편 원자력안전규제 총론

여 백

제1장 원자력안전규제 일반

제1절 원자력안전규제 연혁

2001년은 원자력법이 공포(1958년)된지 43년, 연구용원자로가 가동된지 39년, 그리고 상업용 원전이 처음 가동된 지 23년이 되는 해이다. 우리나라 원자력의 성장은 국가차원의 지속적인 선진기술 개발, 안전을 최우선으로 하는 정책의 추진과 일반 국민들의 원자력안전성에 대한 높은 인식이 밑거름이 되고 있다.

1960년대 우리나라의 원자력 안전규제는 방사성동위원소 사용에 대한 방사선장해방지로부터 시작되었다. 1970년대에는 원전 건설이 본격화됨에 따라 안전규제조직과 제도가 점차 골격을 갖추게 되었다. 당시 안전규제법령 및 기준은 원전 도입 국의 기준 등을 준용하면서 국내 기술개발에 따라 보완 발전하였다. 1960년대와 70년대에는 과학기술부 원자력국에서 모든 원자력 안전규제 활동을 수행하였다.

원전 건설 및 운영에 대한 규제경험이 축적된 1980년대 이후 원자력안전규제 당국인 과학기술부는 체계적인 안전규제 전문성 축적과 기술지원체제를 구축하기 위해 한국원자력연구소 내에 원자력안전센터(1990년 한국원자력안전기술원으로 독립)를 설립하고, 원전 부지에는 주재관을 상주시켰다. 지난 40여 년 간 과학기술부는 우리나라의 독자적 기술 기준 확립, 안전성 연구의 강화 등 안전규제

4 제1편 원자력안전규제 총론

의 선진화를 지속적으로 추진하여 왔으며, 90년대에는 전문지원기관으로 원자력안전기술원을 설립하고 표준형 원전의 안전성 규제체제를 확립하였다.

근래에는 북한경수로 안전성 지원도 수행하고 있다. 또한 방사성 동위원소의 이용 분야도 핵의학, 비파괴검사, 측정, 생태계 연구 등 점차 다양해지고 있으며, 2001년 말 현재 그 이용기관의 수도 1,800여 개에 이르고 있다.

원자력을 대체할만한 다른 청정에너지원 확보가 현실적으로 어려운 국내 여건상 향후 원전 건설·운영이 확대될 전망이다. 이에 따라 국민의 원자력 안전성 및 환경보전에 대한 관심은 증가될 것이다. 따라서 안전규제업무의 향상은 지속적인 요청 사항이며, 민주화·지방화의 진전에 따라 사회의 요구에 부응하는 다양화·체계화가 진행될 예정이다.

과학기술부는 21세기가 시작되는 현시점에서 우리나라의 원자력 안전규제가 원자력 및 방사선 이용증대의 기본이며 성장의 전제요소로서 더욱 안전하고 국민의 지지를 받는 선진 원자력 안전규제체계가 정착되도록 노력해 나가고 있다.

제2절 원자력안전규제를 둘러싼 대내·외 환경변화

1. 국제동향

1979년과 1986년에 각각 발생한 스리마일 아일랜드(TMI) 원전사고와 체르노빌 원전사고는 국민, 원자력사업자, 안전규제기관의 안전의식 전환의 계기가 되었다. 원자력안전은 개별국가 차원을 넘어

범지구적인 과제화 되었고, 국제적으로 통용되는 안전기준과 원칙을 확립하려는 노력이 경주되어 왔다.

원전 안전성 확보에 관한 국제규범인 “원자력안전협약”은 1996년 10월에 발효되었다. 우리나라는 1995년 국제원자력기구(IAEA) 정기총회기간중 동 협약의 비준서를 기탁하였고, 1998년 9월에 제1차 국가보고서, 2001년 9월에 제2차 국가보고서를 제출하였다. 원자력안전협약은 전 세계적으로 높은 수준의 원자력안전을 유지하고 방사선장해에 대한 효과적인 방호수단을 확립·유지하며, 사고를 예방하고 사고시 그 피해를 최소화하는데 목적이 있다. 체약국들은 자국내 원자력시설의 안전성을 점검하여 필요한 안전조치를 강구해야 하며, 가동중인 원자력시설의 안전성을 주기적으로 평가하는 체계 등 적합한 안전규제체제를 마련해야 한다. 각국의 안전관련 사항들은 3년 주기로 개최되는 체약국 회의에서 검토된다.

한편 국제원자력기구는 “원자력사고 조기통보 및 사고지원에 관한 협약”을 마련하여 원자력사고에 대비한 국제대응체제를 구축하였으며, “원자력손해배상에 관한 비엔나협약” 개정과 함께, “사용후 핵연료관리의 안전 및 방사성폐기물관리의 안전에 관한 공동협약” 등도 마련하였다.

또한, 국제원자력기구는 미국 9.11 테러이후 그동안 핵물질의 국제운송과정에서의 탈취방지 중심으로 운영되고 있던 “핵물질의 물리적 방호에 관한 국제협약”을 핵물질의 국내사용·저장·운반뿐만 아니라 핵물질 및 원자력시설에 대한 사보타지 및 방사능영향 저감대책 강구 등 기존 협약을 강화하기 위해 개정작업을 추진 중에 있다.

한편, 유엔기후변화협약(1992. 5, 브라질 리우)과 교토의정서(1997. 12)에 따라 선진국들은 2012년까지 1990년 대비 5.2%의 온실가스를

6 제1편 원자력안전규제 총론

감축하여야 하므로, 세계 11위의 온실가스 배출국인 한국에 대한 온실가스 감축의무 이행요구가 증대되고 있다. 2000년초 우리 정부는 온실가스 저감노력의 확산과 함께 원전 건설을 통해 청정연료인 원자력발전을 활용 하고 2000~2015년 기간 중 원전 8기를 추가로 건설할 예정이다.

원자력사업의 환경변화로서 유럽, 미국 등 전 세계적으로 전력시장의 자유 경쟁체제가 심화되고 있으며, 영국, 독일 등 유럽국가에서는 원자력산업이 침체되고 있는 반면에 일본, 중국 등 아시아지역에서는 활발한 원자력시장을 형성하고 있다. 반면 미국에서는 원전의 성능 및 설비개선을 꾸준히 하여 안전성이 입증되고 이용률이 높은 가압경수로(PWR) 위주로 운영허가 연장이 추진되고 있다. 미국 원자력규제위원회(NRC)는 2000년에 5기, 2001년에 1기에 대하여 각각 20년 단위의 운영연장을 승인하였으며, North Anna-1 등 13개 원전에 대한 운영허가 연장을 심사중이다.

2. 국내동향

원자력이용개발 확대에 따라 안전규제업무량이 지속적으로 증가하는 추세에 있다. 또한 원자력안전에 대한 국민적 관심증대로 원전의 각종 사건·사고에 대한 체계적인 조사와 후속조치를 위한 행정수요가 증대하고 있다.

최근에는 국내·외적으로 원자력발전소의 가동연한이 증가함에 따라 원전 노후화관리에 대한 종합적인 안전성 확인이 요구되고 있다. 우리나라도 2000년 5월 고리 1호기, 2001년 5월 월성 1호기에 대한 주기적 안전성평가 시범적용을 추진하고 있으며, 2001년 원자력법을 개정하여 10년 주기의 주기적 안전성평가제도를 법제화하고

2002년부터 10년이 경과한 국내 전 원전에 대하여 본격적인 평가를 시행할 예정이다.

아울러 북한경수로 사업의 추진에 따라 KEDO와 원자력안전기술 원간의 안전협력 계약이 체결되어 원자력안전에 대한 남북교류가 이뤄질 전망이다.

국내의 환경변화로서는 한국 표준형 원전의 해외진출 등 원자력 수출을 증진하기 위한 노력과 함께 우리나라 원자력의 국제경쟁력을 강화하고 전력산업 구조개편(2001.4)에 따른 한국수력원자력(주)의 한국전력공사로부터 분리 등이 진행되었다. 이에 따라 안전성 확보를 위한 규제 강화 요구는 더욱 증가하게 될 전망이다.

정부는 규제의 효율성 제고를 위하여 가동 중 원전에 대해 리스크 정보를 이용한 규제(Risk-Informed Regulation)의 적용을 검토하고 있으며, 2001년에는 규제의 효율성과 효과성 제고를 위하여 원전 안전평가지표에 의한 발전소 평가의 시범 도입 및 관련기술을 개발 중이며, 원전 안전에 대한 정보를 일반국민에게 신속히 공개하는 등 국민의 신뢰성 확보에 노력하였다. 신규원전에 대해서는 안전성과 경제성이 획기적으로 개선된 피동안전설비나 디지털시스템설계의 도입을 원전사업자에게 제시하였고, 또한 신형원자로, 중소형 원자로 등 다양한 원자로형의 개발추진, 핵주기시설 확대 및 미래형 핵연료 기술개발, 방사선 이용 기술개발 등으로 안전규제의 대상이 다양화되고 있다.

이와 동시에 국민의 생활 수준 향상으로 환경 및 안전에 대한 관심이 증대되고 있으며, 원자력사업자 단체 및 NGO 등 사회단체들의 정책수립과정의 참여분위기와 역할이 증대되고 있는 등 국내의 정치적·사회적 여건도 상당히 변화하고 있다.

제3절 원자력안전규제의 특성과 역할

원자력의 이용·개발의 대 전제는 원자력 안전성의 확보이다. 원자력 안전규제는 계획, 설계, 제작, 건설, 운영, 폐기 등 사업자의 전체 활동의 안전성을 국민이 신뢰할 수 있도록 실시하고 증명해야 하는 특성을 가지고 있다.

원자력안전규제는 원자력·기계·전기·전자·인간공학 등 여러 분야의 전문지식을 필요로 하며, 원전의 인·허가 과정에는 고도의 전문지식이 총 동원되어 3~4년 이상의 기술적 검토가 필요하다.

일반산업규제와는 달리 정부가 규제기준을 지속적으로 보완·개발하여 철저한 확인·감시활동을 실시하고 있다. 이에 따라 원자력 안전규제 당국을 정부 내에 두고 원자력발전기능과는 독립된 전담 부서로서 운영하고 있다.

안전규제의 역할은 이를 둘러싼 대내·외 환경변화, 원자력안전규제의 특성 등이 고려되어야 한다. 국민의 신뢰 속에서 원자력사업을 지속적으로 추진하기 위해서는 기술적 안전성 확보를 위한 노력 외에도 원자력안전에 관한 사회적 합의 형성이 필수적이다. 즉 강력하고 효과적인 안전규제 활동을 통하여 원자력사업자의 제반 조치사항을 사전·사후에 철저히 감독함으로써 확고한 안전성이 유지되는 가운데 원자력이용개발이 수행됨을 국민들에게 인식시키는 역할이 필요하다.

이를 위해서는 안전규제 당국이 분명한 임무와 권한을 가지고 국민들로 하여금 정부가 안전성을 최우선으로 하면서 원자력사업을 추진한다는 사실을 인식하도록 함으로써 합리적인 사회적 수용성이 형성되도록 해야 한다.

따라서 안전규제 당국은 원자력시설의 부지선정단계부터 설계·

건설·운전·유지 및 보수·폐지에 이르기까지 전 단계에 걸쳐 인허가 및 심사·검사 업무를 철저히 수행해야 하며, 상업용뿐만 아니라 각종 연구용 시설에 대한 안전 관련 세부기준 마련 안전성 연구 및 분석, 법규 위반시 보완조치 등 제반 역할을 수행하여 국민을 안심시킬 수 있는 안전규제 행정을 펼쳐나가야 한다.

제4절 원자력안전규제의 수준

원자력은 전력생산 뿐만 아니라 의학·공학·농학 등 여러 분야에서 폭넓게 활용됨으로써 국민의 복지향상과 경제발전에 많은 공헌을 하고 있다. 원자력의 이용과정에서 수반되는 안전성을 사전에 확보하고 환경에 미치는 영향을 가능한 한 최소가 되도록 하는 것이 안전목표이다. 세계 각국은 자국의 문화적, 사회적 여건과 기술수준, 안전의 관행 및 경제성 측면 등을 종합적으로 고려하면서 자국에 적합한 합리적인 안전성 목표를 설정해 운용하고 있다.

우리나라에서는 원자력시설의 정상운전중에 시설 내·외부에서의 방사선 수준을 제한치 이내에서 합리적으로 달성 가능한 한 낮게 유지하고 사고로 인한 방사선 영향을 최소화하도록 보장하며, 원자력시설의 설계시에 고려된 모든 사고에 대해 방사선에 의한 피해가 최소화 하도록 안전목표를 설정했다.

원자력 안전수준의 평가는 과거의 사고·고장 기록, 결정론적 및 확률론적 안전성평가 내용, 방사선생물학적 조사연구결과 등에 따라 상당부분 계량화될 수 있다.

원자력발전소는 정성적·정량적 안전목표를 설정하여 설계, 건설, 운영되기 때문에 방사선 영향은 자연방사선의 영향에 추가적인 영

향은 거의 없는 수준이다. 만일의 경우 중대사고가 발생하더라도 원자력시설은 다중방호벽으로 건설되어 있으므로 방사선에 의한 피해는 제한치 이하로 유지되도록 되어 있다. 미국 스리마일 아일랜드 원전사고 이후 방사능 누출과 관련된 2,000건 이상의 소송이 있었으나 모두 기각된 바 있다.

그럼에도 불구하고 원자력시설의 위험성에 대해 국민들이 안심할 수 있도록 새로운 기술개발과 설비개선, 안전문화 정착 등 안전성 향상을 위한 정부 및 사업자의 부단한 노력이 필요하며, 원자력시설의 위험도를 최소화하고 안전을 생활화할 수 있는 제반대책을 강구하고 있다.

우리나라 원자력발전소의 안전성수준은 미국, 캐나다 등 선진국과 대등한 수준이다. 국제원자력기구의 안전점검단도 수차례 내한하여 우리나라 원전의 안전도에 대해 국제적 수준임으로 평가한 바 있다.

그러나 무엇보다도 안전에 일차적 책임이 있는 원자력사업자의 자체적인 안전성 확보 노력은 매우 중요한 선행요건이다.

제2장 정책 및 제도

제1절 원자력안전규제 정책방향

1. 정책기조

원자력 안전규제에 관한 정책기조는 『안전을 최우선으로 하는 원자력 시책』을 구현하여 방사선재해로부터 국민의 생명과 건강을 보호하고 자연 환경을 보전하는데 기본목표를 두고 있다. 이러한 목표 아래 정부의 안전규제 정책기조는 1994년 9월 “원자력안전정책성명”에서 천명한 안전규제활동의 5대 원칙, 즉 『안전규제의 독립성』, 『원자력 정책 및 활동의 공개성』, 『안전규제의 명확성』, 『안전규제 수단 및 활동의 효율성』, 그리고 『안전규제의 신뢰성』을 실현해 나가는 것이다.

정부는 이러한 정책기조 아래 원자력 시설의 안전성을 선진국 수준 이상으로 유지하고 최고의 원자력 안전성을 확보하기 위하여, 기술적 능력 배양과 함께 국제적인 원자력 안전규범을 능동적으로 수용하고, 우리의 여건과 실정에 적합한 각종 제도와 관행을 지속적으로 개선·보완해 나가고 있다.

무엇보다도 국내 원자력 시설에서의 사고를 미연에 방지하는데 최선의 노력을 경주하고 있으며, 이와 함께 원자력 안전문화의 기반 조성 과 대국민 신뢰성 제고를 위한 안전정보의 공개, 원자력 안전규

제 정책 결정에의 국민 참여 기회 확대 등을 추진해 나가고 있다.

과학기술부는 원자력 안전에 관한 주요정책결정과 조치가 보다 독립적이고 전문적으로 수행될 수 있는 제도적인 장치 마련을 위하여 1997년 8월부터 『원자력안전위원회』가 발족되었고, 산하 안전전문위원회 및 전문분과회의의 활동을 통하여 원자력 안전성을 확인하고 있다.

2001년 9월 6일 제 7회 원자력안전의 날에는 원자력안전이 원자력사업 추진에 우선하는 최고의 목표임을 명백히 밝히고, 원자력계 모든 종사자로 하여금 안전성 확보를 위한 사명감과 책임의식을 고취시키며, 일반 국민의 원자력안전에 대한 신뢰를 확보하기 위하여 『원자력안전헌장』을 선포하였다.

원자력안전헌장

우리는 원자력의 평화적 이용이 국가의 발전과 국민의 삶의 질 향상에 기여함을 인식하고, 원자력을 안전하게 관리하여 국민을 보호하고 환경을 보존하는 것이 최우선임을 확인하면서 다음과 같이 다짐한다.

- I. 원자력의 이용에 있어 최상의 안전수준을 유지한다.
- I. 원자력 안전에 관한 정보를 신속하고 투명하게 공개한다.
- I. 원자력 안전 시책 수립에 있어 국민의 의견을 수렴한다.
- I. 원자력 안전규제의 독립성과 공정성을 보장한다.
- I. 원자력 안전에 관한 연구와 기술개발을 강화한다.
- I. 원자력 안전에 관한 법규와 국제조약을 성실히 이행한다.
- I. 원자력 안전에 관한 법과 제도를 지속적으로 보완·발전시킨다.
- I. 원자력 안전문화를 창달하고 이를 생활화 한다.

2001년 9월 6일

2. 정책방향

가. 원자력시설의 안전성 확보

원자력시설의 안전성은 시설자체에 대한 안전과 시설을 운영·관리하는 활동에 대한 안전을 확보함으로써 보장된다.

원자력시설 설비자체의 안전성은 원자력시설의 설계·제작·건설·운영·해체 등 전 단계에서 설비의 안전성을 확인함으로써 확보된다. 시설의 운영·관리측면에서의 안전성은 원자력시설 운영에 관한 각종 기준 및 절차의 적합성, 이의 준수여부에 대한 관리·감독 및 운영요원의 교육·훈련을 통한 자질 향상 등을 통해 확보된다.

따라서 정부에서는 원자력법에 따른 인·허가 과정과 각종 법정 검사를 통해 건설·운전중인 원자력시설의 안전성 확보를 위해 노력하고 있으며, 원자력시설에서의 사고·고장 발생에 대비하여 방사선 피해를 최소화하기 위한 방사능 방재대책을 수립하여 주기적인 훈련을 실시하고 있다. 아울러 외국 원자력시설의 사고·고장 정보를 체계적으로 수집·분석하여 국내 원자력시설에서 유사한 사례가 발생하지 않도록 사전에 취약설비를 유지·보수하는 등 사고예방활동도 적극적으로 추진해 나가고 있다.

나. 원자력 안전규제 기술향상 및 기준개발

정부에서는 원자력기술 발전과 함께 원자력이용의 다양화, 사회적 수용여건의 변화 등 국내·외 원자력안전규제 여건변화와 기술발전 등을 반영하여 우리의 실정에 적합한 국제수준의 원자력 안전규제

제도를 지속적으로 개선·보완하고 있다.

특히 원자력시설의 지속적인 증가에도 불구하고 총체적인 리스크가 증가하지 않도록 안전관리를 강화하고 선진화된 규제기법을 도입하고 있다. 중대사고에 대한 결정론적 분석방법과 확률론적 평가방법의 병행을 위한 기준 정립, 사고관리 프로그램의 개발 및 적용, 가동중 원전의 노후화에 따른 종합적 안전성 평가, 리스크 기준 규제 등을 검토하고 있다. 2001년에는 원자력법 개정을 통하여 주기적 안전성평가제도와 표준설계인가제도를 도입하였다. 이와 함께 신형 원전 및 폐로 대책 등 미래의 규제수요에도 대비해 나가고 있다.

방사성동위원소의 경우에는 사용형태별로 안전도를 고려하여 안전규제제도를 개선하고 있다. 원전 주변지역의 방사선환경영향과 방사선재해를 방지하기 위해 관련 규제요건을 점진적으로 강화해 나가고 있다. 방사선방호는 방사선영향과 누출을 경제적, 사회적 여건을 고려하여 “합리적으로 달성 가능한 한 낮게(ALARA)” 유지하는 개념을 적용하고 있으며, 개인피폭방사선량에 대하여는 국제방사선방호위원회의 권고(ICRP 60)를 국내 제도에 단계적으로 도입하고 있다.

정부는 앞으로도 원자력시설의 증가, 신규 규제수요의 대두, 안전규제에 대한 국내·외 환경변화 등을 고려하여 국내 원자력 안전규제 제도에 대한 심층적인 연구·검토를 수행함으로써 국내 원자력 안전규제 제도의 개선과 발전방향을 지속적으로 모색해 나갈 계획이다.

다. 방사능방재대책 및 환경방사능감시의 강화

체르노빌 원전사고를 계기로 원자력안전은 어느 특정지역 및 국

가만의 문제가 아닌 범지구적으로 대처해야 할 문제로 인식되고 있다. 따라서 기존의 전국 환경방사능감시망을 확대하고 원자력시설에서의 방사능누출 등 사고발생 가능성에 대비한 국제적 환경방사능 감시 및 방사능방재협력체제를 구축하고 있다.

정부는 원자력시설의 사고발생시 사고로부터 주민보호와 환경보전 등 방사능재난대책을 총괄하기 위하여 과학기술부에 중앙방사능재난대책본부를 설치하게 된다. 중앙방사능재난대책본부의 본부장은 과학기술부장관이 되며, 부분부장은 과학기술부차관과 행정자치부차관, 위원은 방사능방재와 관련된 중앙부처의 3급이상 공무원으로 구성되며 지방자치단체의 지원요청에 대해 국가적 지원대책 수립과 중앙부처간 업무조정 임무를 수행한다.

현재 IAEA와 추진중인 방사능감시 기술협력사업을 바탕으로 중국, 러시아 등 동북아 국가간 환경방사능 감시를 위한 공동 협력체제를 마련할 예정이며, 정기적으로 실시하고 있는 국제기구, 원전공급국, 인접국과의 비상통신 훈련과 국내 원자력발전소에서 실시하는 각종 방재훈련을 보다 내실화하고 있다.

라. 안전문화의 확산

원자력 분야에 있어서 “안전문화”라는 용어는 1988년 IAEA가 발간한 “원자력발전소 기본 안전원칙”에서 “안전목표를 달성하기 위한 기본적인 원리로서 원자력에 관련된 모든 활동에 종사하는 각 개인과 조직이 안전성에 관련된 모든 정보를 자유롭게 교환할 수 있는 개방된 태도를 가지며, 실수가 있을 경우에는 솔직히 이를 인정하고, 안전에 대한 철저한 인식과 책임의식을 갖고 있는 문화적 풍토”로 규정한 바 있다.

정부는 원자력 종사자의 안전에 대한 철저한 책임의식이 정착되도록 안전문화운동을 전개하고 있다. 또한, 원자력 안전성 확보에 있어서 안전문화의 정착이 무엇보다도 중요한 요소임을 인식하고, 1994년 9월에 “원자력안전 정책성명”을 발표하고 그 안에서 원자력 안전문화의 확산과 정착을 위하여 노력할 것임을 천명하였다. 1995년 9월에는 원자력 안전문화의 정착을 위해 원자력안전의 날을 제정하여 안전유공자에 대한 포상, 안전관련 심포지움 개최 등 다양한 활동을 통해 원자력 안전문화가 범국가적으로 확산되는 계기를 마련하고 있다. 2001년 9월 제7차 원자력안전의 날에는 “원자력안전헌장”을 공표하여 원자력의 이용에 따른 방사선 재해로부터 국민을 보호하고 환경을 보전하기 위한 정부와 원자력 관계자들의 실천의지를 국민에게 천명하였다.

마. 원자력 안전정보 공개 및 국민이해 제고

정부는 “원자력행정의 공개”라는 원칙과 “공공기관의 정보공개에 관한 법률(정보공개법)”의 취지에 따라 안전규제정책 결정과정과 각종 제도의 수립·추진에 있어 각계 각층의 의견수렴과 참여기회를 확대하고 관련 자료와 정보를 적극 공개하고 있다. 또한 원자력안전에 대한 불필요한 오해와 불안을 해소하기 위하여 과학기술부 홈페이지에 원자력안전위원회, 원자력안전전문위원회 및 전문분과회의 안전과 원자력시설 현황자료, 원자력발전소의 정기검사 결과 등도 공개하고 있다.

또한 원자력시설 견학, 각종 홍보 팸플릿 배포 등을 통해 일반국민들이 원자력안전에 보다 친숙해지도록 노력하고 있으며, 원자력시설 주변의 환경영향평가 및 환경방사능 감시활동 등에 대한 지역주

민 참여, 공청회 등을 통하여 원자력안전규제에 대한 일반국민들의 참여를 확대해 나가고 있다.

바. 안전규제의 국제화

1996년 10월 발효된 “원자력안전협약”, 그리고 1997년 9월 채택되어 우리나라가 서명한 “사용후핵연료 관리의 안전 및 방사성폐기물 관리의 안전에 관한 공동협약”의 구체적 이행방안 수립과 국제원자력기구, 국제방사선방호위원회, 경제협력개발기구 등의 국제적 안전 기준 권고를 검토하여 우리나라의 원자력 안전규제 법령 및 제도와 기술개발에 적극 활용하며, 외국과의 안전정보 교환과 국제공동연구 수행을 통해 원자력안전수준을 지속적으로 향상시키고자 노력하고 있다.

사. 원자력안전규제전문지원기관의 지원·육성

원자력안전성 확보를 위해서는 무엇보다도 정부와 안전규제지원 기관이 고도의 기술적 능력과 인적자원을 가지고 독립적인 규제활동을 할 수 있어야 한다. 원자력안전규제는 모든 규제과정이 국민에게 공개되고 정확한 정보가 제공되어야 하며, 국민이 참여할 수 있도록 개방되어야 한다. 이와 함께 안전규제는 일관성 있고 논리적이며 명확한 정책의지가 전달되고 상호 이해되어야 하며, 과학적 근거와 전문적인 지식에 바탕을 두고 공정하게 집행되어야 한다.

이를 위해 규제요원은 공공봉사자로서 스스로 윤리관과 도덕관을 확립하여 사업자와 국민으로부터 공적인 신뢰를 구축하는 것이 필요하다. 과학기술부는 규제전문기관인 원자력안전기술원이 고도의

전문기술을 바탕으로 윤리·도덕성을 갖춘 기관으로 발전할 수 있도록 육성·지원하고 있다.

제2절 원자력안전규제 조직 및 행정체제

정부는 원자력안전규제의 목표와 정책을 수립하고 이를 효과적으로 집행하기 위해 법적·제도적 장치를 마련하고 있다. 이러한 원자력안전규제활동과 관련되는 정부조직으로는 과학기술부, 산업자원부, 환경부, 보건복지부 등이 있으며 관계법령으로는 원자력법, 원자력손해배상법, 전기사업법, 환경영향평가법, 의료법 등이 있다.

과학기술부는 정부의 원자력안전규제 주 당국으로서 원자로 및 관계시설, 핵물질 및 방사성동위원소 이용 등에 대한 안전규제 행정 전반을 종합적으로 관장하고 있다. 산업자원부는 전력사업 및 전기설비에 대한 업무를 수행하고 있으며, 환경부는 원자력시설의 방사선환경영향평가를 제외한 일반환경영향평가에 대하여 협의·조정하는 업무를 수행하고 있고, 보건복지부와 지방자치단체는 진단용으로 사용되는 방사선발생장치에 대한 업무를 맡고 있다.

정부는 안전규제에 관한 사항을 심의·의결하는 기구로 과학기술부장관을 위원장으로 하는 『원자력안전위원회』를 설치·운영하고 있으며, 원자력안전위원회 산하에 전문적 사항을 심의하기 위해 원자력안전전문위원회를 두고 있다. 그리고 필요시에 특별조사위원회를 설치할 수 있도록 하고 있다.

원자력안전에 관한 주요사항은 원자력안전위원회 및 분야별 전문가로 구성된 전문위원회가 기술적 세부사항을 검토·평가함으로써 안전규제의 전문성과 객관성 그리고 공정성이 제고될 수 있다.

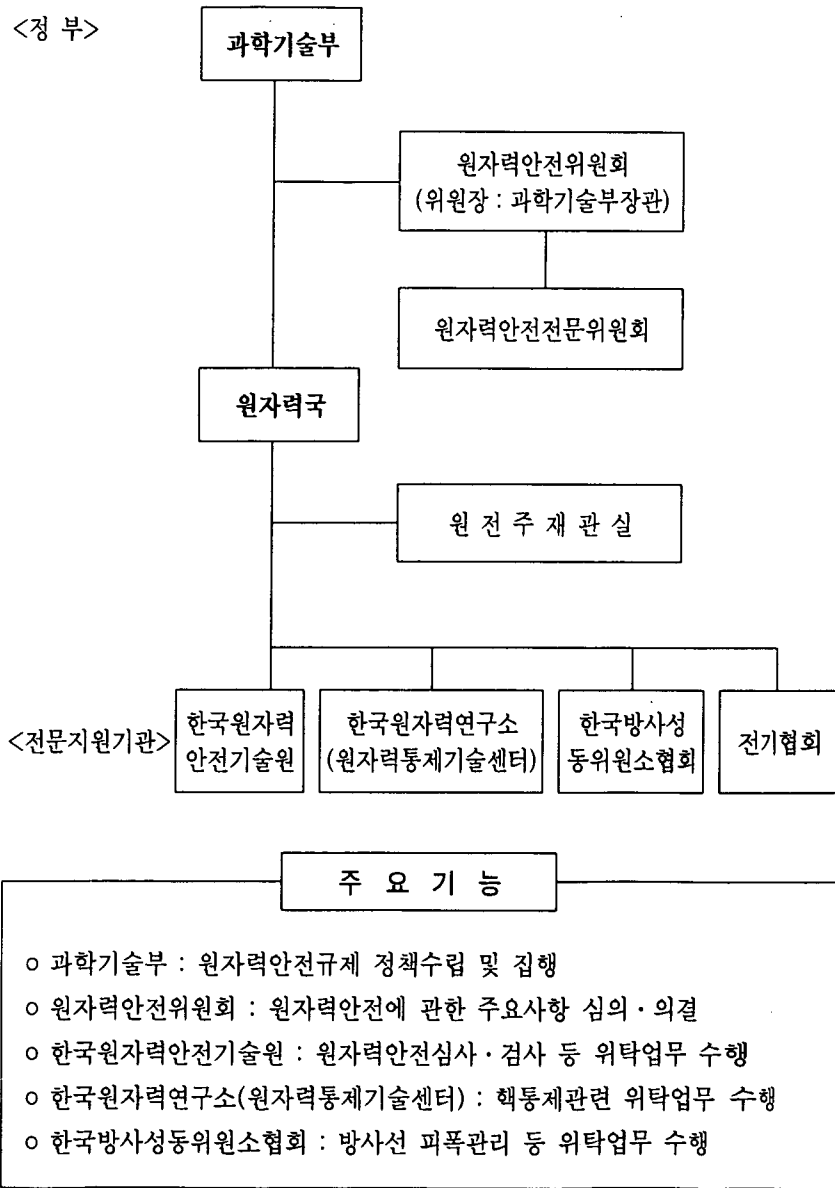
원자력법은 원자력발전소를 비롯한 모든 원자력시설, 우라늄 등 핵물질을 포함한 방사성물질, 원자력관련사업 및 활동이나 행위, 종사자면허 등 제반 원자력 관련사항에 대하여 규정하고 있다.

원자력안전규제는 여타 일반행정과는 달리 고도의 과학기술적 전문성이 요구되는 기술행정으로 원자력시설의 증가에 따른 행정수요와 전문인력의 운용에 있어 과학기술부는 안전규제업무의 기술적 지원체계를 마련하고 있다. 과학기술부는 전문성 및 기술적 특성을 감안하여 산하 전문기관의 특성에 맞춰 해당사항의 일부를 위탁하고 안전규제 업무를 종합적으로 관리하고 있다.

원자력안전기술원에 위탁된 업무는 원자력시설의 인·허가 관련 안전성 심사, 원자력시설의 검사, 기술기준의 개발 등이며, 전기협회에는 원자력발전 관련 산업기술기준의 개발 및 관리, 한국방사성동위원소협회에는 방사선 작업종사자의 피폭기록관리, 방사성동위원소 수출·입 신고 접수 및 조치 등의 업무가 위탁되어 있다. 한국원자력연구소의 원자력통제기술센터에는 핵물질 및 시설의 물리적 방호, 계량관리 및 사찰업무 지원에 관한 업무가 위탁되어 있다.

또한, 과학기술부는 원전 현장 주재관실 운영으로 운전중 원전에 대한 일상점검을 통해 지속적인 운전 안전성을 확인하고 있으며, 원자력발전시설 뿐만 아니라 연구용원자로 및 방사선 비상대책, 방사선 방호, 방사성동위원소 이용에 대한 규제를 <그림 1-2-1 참조> 함께 총괄적으로 수행하고 있다.

<정 부>



<그림 1-2-1> 국내 원자력안전규제 체제 및 기능

제3절 원자력안전위원회 및 원자력안전전문위원회 활동

1. 원자력안전위원회 활동

가. 구성 및 운영

원자력안전위원회는 1997년 8월 원자력안전과 관련한 주요사항을 심의·의결하는 기구로 발족하였으며, 1997년 8월20일 제1차 회의가 개최되었다.

원자력안전위원회는 원자력법 제5조 내지 제8조에 의거 과학기술부장관 소속 하에 두며 과학기술부장관이 위원장이 되고 7인 내지 9인 이하의 위원으로 구성토록 되어 있다. 2001년말 현재 7인의 위원으로 구성되어 운영중이며(<표 1-2-1> 참조), 발전용원자로 및 관계시설의 운영에 종사하는 자는 위원으로 위촉될 수 없다.

원자력안전위원회에는 소관업무를 전문적으로 조사·심의하기 위하여 원자력안전위원회 산하에 원자력안전전문위원회를 두고 있으며, 원자력안전전문위원회는 4개의 전문분과로 나누어 운영되고 있다.

<표 1-2-1> 원자력안전위원회 구성 (2001년말 현재)

위원장	과학기술부장관	(당연직)
위원장	한국 원자력안전 아카데미 이사장	임용규
위원	부산대학교 법대 교수	천병태
	서울대학교 자연대 교수	장호완
	서울대학교 의대 교수	박찬일
	서울대학교 공대 교수	이은철
	한국과학기술원 교수	장순홍

나. 2001년도 운영 실적

원자력안전위원회는 발족 이후 원자력안전규제 정책, 원자력발전소의 건설 및 운영허가 등 원자력안전 관련 주요사항을 심의·의결해 오고 있다. 2001년에는 원자력안전위원회가 4회 개최되었으며 주요안건은 <표 1-2-2>와 같다.

<표 1-2-2> 2001년도 원자력안전위원회 주요 안건

<p>제15차 (’01. 3. 8)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제14차 원자력안전위원회 회의결과 보고 ○ 2001년도 원전 안전규제 정책방향 ○ 전력구조개편에 따른 원전 안전성 확보 방안 ○ 연구로용 핵연료 가공사업 허가(안)
<p>제16차 (’01.7.16)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제15차 원자력안전위원회 회의결과 보고 ○ 원전안전종합대책 추진결과 보고 ○ 원자력안전현장 제정 추진 현황 ○ 원전안전성 증진을 위한 우수인력 확보방안 ○ 원자력발전소 중대사고 정책 (안)
<p>제17차 (’01.8.29)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제16차 원자력안전위원회 및 제9차 원자력안전전문위원회 결과보고 ○ 원자력안전현장(안) ○ 원자력발전소 중대사고 정책(안) ○ 원자력안전협약 이행을 위한 제2차 국가보고서(안)
<p>제18차 (’01.10.24)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제17차 원자력안전위원회 및 제10·11차 원자력안전전문위원회 결과보고 ○ 영광원자력 5호기 운영허가(안) ○ 국가 방사능 방재체제 강화방안

2. 원자력안전전문위원회 활동

가. 구성 및 운영

원자력안전전문위원회는 원자력법 제5조에 의한 원자력안전위원회의 소관업무를 전문적으로 조사·심의하기 위하여 원자력법시행령 제19조의 규정에 의하여 1997년 8월 20일에 구성되었다.

원자력안전전문위원회는 원자력법시행령 제20조에서 준용하는 제13조의 규정에 따라 위원장을 포함하여 25인 이내의 위원으로 구성되고, 위원장은 원자력안전위원회의 위원장이 원자력안전위원회 위원중에서 지명한다.

위원장을 제외한 전문위원의 임기는 2년으로서 연임할 수 있으며 2001년말 현재 각계전문가 25명으로 전문위원회가 구성되어 있다.

또한 전문적인 사항에 대한 효율적 심의를 위하여 원자력안전전문위원회 산하에 원자로계통분과(제1분과), 방사선 및 환경분과(제2분과), 부지 및 구조분과(제3분과) 및 정책 및 제도분과(제4분과), 등 4개의 전문분과를 별도로 운영하고 있으며(2002년도에는 제5분과인 방호 및 방재분과를 신설할 계획임), 각 분과는 전문분야별 6~8명씩의 전문위원들로 구성되어 있다.

나. 2001년도 운영 실적

2001년도에는 원자력안전전문위원회가 4회 개최되었으며, 주요안건은 <표 1-2-3>와 같다.

<표 1-2-3> 2001년도 원자력안전전문위원회 주요 안전

제9차 (’01.8.20)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제8차 원자력안전전문위원회 회의결과 ○ 방사선안전 주요 고시 제정(안) ○ 원자력안전현장(안) ○ 원자력안전협약 제2차 국가보고서(안) ○ 원자력안전증진대책(안)
제10차 (’01.9.19)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제9차 원자력안전전문위원회 회의결과 보고 ○ 영광5호기 운영허가 심·검사 현황 및 향후 계획 ○ 원자력발전소 방호 및 안전관리 대책
제11차 (’01.10.9)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제10차 원자력안전전문위원회 회의결과 ○ 영광원자력 5호기 운영허가(안)
제12차 (’01.12.20)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제11차 원자력안전전문위원회 회의결과 보고 ○ 과학기술부 고시(안) 심의 ○ 2001 원자력안전관련 포상 계획 ○ 원전안전 증진대책 추진현황 ○ 원전안전 시범평가 추진현황 ○ 2001 원자력 사고·고장 분석결과 보고 ○ 한전원자력연료(주) 가스누출 및 화재사건 관련 후속조치 보고

그리고 원자력안전전문분과는 4개 분과에서 36회 개최되어 총 129개 안전이 보고 또는 심의되었다. 분과별 개최 현황 및 안전은 <표 1-2-4> 및 <표 1-2-5>와 같다.

<표 1-2-4> 2001년도 전문분과 개최 현황

구분	정책/ 제도분과	원자로 계통분과	방사선/ 환경분과	부지/ 구조분과	계
횟수	9회	11회	8회	8회	36회
안전	29건	40건	30건	30건	129건

<표 1-2-5> 2001년도 전문분과 주요 안건

원 자 로 계 통 분 과	
1차 (1.16)	1호안건 : 제2000-7차 회의결과보고 2호안건 : 지르로(ZIRLO) 피복관 마모특성 검증결과 3호안건 : 영광 5,6호기 소외전원상실 가정에 대한 사고해석 타당성 검토결과 4호안건 : 차세대원전 인허가 검토현황 5호안건 : 고리 2호기 격납용기내 방사능 준위(가스) 증가 6호안건 : 영광 5호기 상온수압시험(CHT) 시험결과 보고
2차 (2.27)	1호안건 : 제2001-1차 회의결과 2호안건 : 영광 5,6호기 운영허가 심사 현황 3호안건 : 모터구동벨브 운전성능평가 현황
3차 (3.14)	1호안건 : 제2001-2차 회의결과 2호안건 : 월성 2호기 열수송정화계통 배관연결부 검사결과 3호안건 : 연구로용 핵연료가공사업 심사결과 보고
4차 (4.25)	1호안건 : 제2001-3차 회의결과 2호안건 : 원자력발전소 중대사고 정책안 3호안건 : 고리1호기 PSR 추진현황 4호안건 : 대만 원전(만산) 정전사고 원인 및 대책검토
5차 (5.30)	1호안건 : 제2001-4차 회의결과 2호안건 : 원전안전종합대책 추진현황 및 향후계획(안) 3호안건 : 제2차 원자력진흥종합계획(초안) 4호안건 : 차세대원자로 안전규제기술개발 규제요건 법제화 현황 5호안건 : 영광4호기 S/G 와전류검사 현황 보고
6차 (6.22)	1호안건 : 제2001-5차 회의결과 2호안건 : 영광원자력5,6호기 건설허가 행정조치사항 검토결과 3호안건 : 영광4호기 증기발생기 세관 결합 조치검토 결과

26 제1편 원자력안전규제 총론

원 자 로 계 통 분 과	
7차 (6.30)	1호안전: 제2001-6차 회의결과 2호안전: 고리2호기 핵연료 손상원인 및 조치계획
8차 (7.26)	1호안전: 제2001-7차 회의결과 2호안전: 울진3호기 S/G 열화 세관 조치결과 3호안전: 원자력안전현장 제정 추진현황 4호안전: 원자력안전협약 제2차 국가보고서 주요내용 5호안전: 원자력발전소 중대사고 정책(안)
9차 (9.28)	1호안전: 제2001-8차 회의결과 2호안전: 영광 원자력 5호기운영허가 심사 및 검사 결과 3호안전: 핵융합연구시설의 안전규제 추진방안
10차 (10.15)	1호안전: 제2001-9차 회의결과 2호안전: 영광원자력 5호기 운영허가 심사 및 검사 결과
11차 (11.15)	제1호: 제2001-10차 회의결과 제2호: 울진 3호기 원자로냉각재 방사능 증가관련 조치현황 제3호: 신형경수로 1400 표준설계인가 심사 현황 제4호: 울진 원자력 1호기 제11차 정기검사 결과

방 사 선 방 호 분 과	
1차 (2.9)	제1호 제2000-4차 방사선 및 환경분과 회의결과 제2호 연구로용 핵연료가공사업 허가 심의 제3호 방사선 안전규제 현안보고 제4호 방사선 안전관련 고시 제·개정 주요내용
2차 (3.20)	1호안전: 원자력안전전문위원회 방사선 및 환경분과 회의결과 2호안전: 방사성동위원소 안전관리 강화 종합대책 세부 실천 계획 3호안전: 방사선안전 관련 고시 제·개정 주요내용

방 사 선 방 호 분 과	
3차 (4.24)	1호안건 : 제 2001-2차 방사선 및 환경분과 회의결과 2호안건 : 원자력 환경 변화에 따른 원전의 방사선관리 방안 3호안건 : 방사성폐기물 관련 고시 개정 주요내용
4차 (5.15)	1호안건 : 제 2001-3차 방사선 및 환경분과 회의결과 2호안건 : 제 2차 원자력진흥종합계획 3호안건 : 『원전안전종합대책』 추진현황 및 향후계획(안) 4호안건 : 방사선안전 관련 고시 제·개정 주요내용
5차 (6.19)	1호안건 : 제 2001-4차 방사선 및 환경분과 회의결과 2호안건 : 방사선안전관리 통합정보망 3호안건 : 방사성폐기물 및 사용후핵연료 안전관리 통합정보 시스템 개발 4호안건 : 방사선안전 관련 고시 제·개정 주요내용
6차 (7.20)	1호안건 : 제 2001-5차 방사선 및 환경분과 회의결과 2호안건 : 방사선피폭에 의한 업무상질병 인정 제정(안) 3호안건 : 원자력안전협약 제2차 국가보고서 주요내용 4호안건 : 원자력안전현장 제정(안) 추진현황 5호안건 : 원전 방사선작업종사자 안전관리 절차
7차 (9.26)	1호안건 : 제2001-6차 방사선 및 환경분과 회의결과 2호안건 : 영광5호기 운영허가 심사 및 검사결과 3호안건 : 핵융합 연구시설의 안전규제 추진방안
8차 (11.20)	1호안건 : 제2001-7차 방사선 및 환경분과 회의결과 2호안건 : 내부피폭 평가보고 시행 추진방향 3호안건 : 일본 하마오카 원전1호기 증기배관 파열사건 4호안건 : 동해안 공간감마선량을 이상상승에 대한 보고 기타안건 : 방사선안전 관련 고시 제개정 주요내용

부지 및 구조분과	
1차 (2.12)	1호안전: 제2000-2차 회의결과보고 2호안전: 울진 5,6호기 콘크리트 앵커볼트 관련 건설허가 후속조치 3호안전: 신규 원전부지 지질조사 계획 보고 4호안전: 국내 원전 내진설계 현황 보고
2차 (4.18)	1호안전: 제2001-01차 회의결과 2호안전: 신규원전 건설추진 및 부지확보 계획 3호안전: 원전 콘크리트 구조물 균열 점검결과 보고 4호안전: 원전 콘크리트 구조물 균열 저감대책 보고
3차 (5.22)	1호안전: 제2001-02차 회의결과 2호안전: 울진5,6호기 안전관련 구조물 기초치반 현장평가 결과 3호안전: 원전안전 종합대책 추진현황 및 향후계획 4호안전: 제2차 원자력진흥 종합계획
4차 (6.15)	1호안전: 제2001-03차 회의결과 2호안전: 신형경수로 1400 내진설계 현황 보고 3호안전: 신고리1,2호기 건설부지 현황 보고
5차 (7.27)	1호안전: 제2001-04차 회의결과 2호안전: 지진안전성 평가기반 기술개발 연구과제 추진현황 3호안전: 원자력안전현장 제정 추진현황 4호안전: 원자력안전협약 제2차 국가보고서 주요내용 5호안전: 원자력발전소 중대사고 정책(안)
6차 (9.28)	1호안전: 제2001-05차 회의결과 2호안전: 영광 원자력 5호기 운영허가 심사 및 검사 결과 3호안전: 핵융합연구시설의 안전규제 추진방안
7차 (10.30)	1호안전: 제2001-6차 회의결과 보고 2호안전: 신울진원전 전원개발사업 예정구역 추진현황 보고 3호안전: 원전부지 안전성심사 체계보고
8차 (11.21)	1호 안전: 제2001-7차 회의결과 보고 2호 안전: 방사성폐기물 위치기준 개정 주요내용 3호 안전: 기상지진기술개발사업 추진현황 4호 안전: 일본 하마오카 원전 1호기 증기배관 파열사건

정 책 및 제 도 분 과	
1차 (1.18)	1호안전: 전기회의 결과보고 2호안전: 원자력규제정책방향연구
2차 (2.26)	1호안전: 전기회의 결과보고 2호안전: 2001년도 원전안전규제정책방향 3호안전: 원자력환경변화에 따른 원전안전성 향상방안 4호안전: 2001년도 품질보증활동 계획
3차 (3.28)	1호안전: 2001-02차 회의 결과보고 2호안전: 원자력법시행령 개정안 3호안전: 원자력발전소 중대사고 대책추진안 기 타: 2001-03차 회의결과
4차 (4.30)	1호안전: 2001-03차 회의 결과 2호안전: 원자력발전소 중대사고 정책안 3호안전: 원자력안전현장 제정 추진현황
5차 (5.21)	1호안전: 제2001-04차 회의 결과 2호안전: 원전안전종합대책 추진상황 및 향후계획(안) 3호안전: 제2차 원자력진흥종합계획(초안)
6차 (6.12)	1호안전: 제2001-05차 회의결과 보고 2호안전: 원자로시설등 기술기준에 관한 규칙 개정안 3호안전: 원자력법시행규칙 개정안
7차 (7.24)	1호안전: 제2001-06차 회의결과 보고 2호안전: 원자력안전현장 제정 추진현황 3호안전: 원자안전협약 제2차 국가보고서 주요내용 4호안전: 원자력발전소 중대사고 정책(안)
8차 (9.26)	1호안전: 제2001-07차 회의결과 보고 2호안전: 핵융합연구시설의 안전규제 추진방안 3호안전: 영광원자력5호기 운영허가 심사 및 검사결과
9차 (11.21)	1호안전: 2001-8차회의 결과보고 2호안전: 원자력관련시설 고시 제·개정 주요내용보고 3호안전: 일본 하마오카 1호기 증기배관 파열사고 보고 4호안전: 원전안전 성능평가지표개발 보고

제4절 새로운 안전규제제도의 도입

1. 주기적안전성평가제도

가. 배 경

스리마일 아일랜드 원전사고(1979)와 구 소련의 체르노빌 원전사고(1986) 이후 서방 각국은 가동원전의 안전성을 강화하기 위한 체제를 구축하였다.

국제원자력기구는 가동 원전의 안전수준 저하를 방지하고 안전수준을 지속적으로 개선하기 위해서는 종합적인 안전평가를 일정 주기로 수행하는 제도를 채택하는 것이 효과적인 대책임을 인식하고, 주기적안전성평가제도에 관한 안전지침(IAEA Safety Series No. 50-SG-O12)을 제시하고 상업용 원전 운영국들에게 적극적인 적용을 권장하고 있다. 그리고 1994년 9월 국제원자력기구가 채택한 원자력안전협약 제14조에서 체약국은 가동 원전에 대하여 수명기간중 종합적이고 체계적인 안전성 평가를 수행하도록 명시하고 있다.

주기적안전성평가는 가동 원전에 대해 경년열화, 시설변경, 운전 경험, 기술발전 등의 누적된 영향을 평가하고, 원전 운전기간동안 고도의 안전성이 유지됨을 보증하기 위하여 일정주기로 그 안전성을 재평가하는 것이다. 이는 현재의 안전기준 관점에서 가동원전이 안전한 지 여부와 장기안전성유지대책이 적절히 이행되고 있는가를 종합적으로 평가하는 것이다.

나. 추진현황

우리나라는 원자력안전협약 가입(1994)과 함께 주기적안전성평가 제도 도입을 추진하기 시작하였다. 과학기술부는 원자력안전정책성명(1996, 공표)에서 발전소 설비 노후화 및 과거의 기술기준 적용으로 인한 안전 취약점을 체계적으로 보완하기 위하여 주기적안전성평가 방안을 수립하여 이행토록 하였으며, 1997년 제247차 원자력위원회에서는 주기적안전성평가제도 도입을 2001년까지 검토하도록 결정하였다.

이에 따라 원자력안전기술원과 수력원자력(주)의 세부추진방안을 바탕으로 전문가의 검토, 토론회 및 공청회 등의 다양한 의견수렴과정을 거쳐 제11차 원자력안전위원회에서 2000년중 주기적안전성평가제도의 법제화 추진, 고리1호기의 시범평가 착수 등 가동원전의 주기적안전성평가 추진방안을 심의·의결하였다.

과학기술부는 2000년 5월 고리1호기의 주기적안전성평가를 시범착수시키는 한편, 주기적안전성평가제도를 원자력법에 반영하여 2001년 1월 공포하였다.

2001년 5월 월성1호기의 주기적안전성평가가 착수되었으며, 주기적안전성평가과정에서 도출되는 현안사항과 문제점을 해결하기 위해 매분기별로 주기적안전성평가 실무협의회를 운영하고 있다.

다. 주요내용

2001년 1월에 공포된 원자력법령의 주기적안전성평가에 관한 내용은 다음과 같다

발전용원자로운영자는 해당 원자로시설의 운영허가를 받은 날

부터 10년마다 안전성을 평가하고 평가보고서를 과학기술부장관에게 제출하여야 한다. 평가내용은 원자로시설의 물리적 상태, 안전 성분석, 기기검증 등으로 국제원자력기구의 주기적안전성평가지침(Safety Series No. 50-SG-O12)에 제시된 11개 안전인자와 동일하다.

이와 함께 이 법 시행 당시(2001년 7월) 가동년수가 10년 이상 경과한 원자로시설의 주기적안전성평가는 과학기술부장관이 정하는 일정에 따라 수행하되, 2006년 12월31일까지 이를 완료하도록 하였다.

<표 1-2-6> 10년 이상 경과한 원자로시설의 주기적안전성평가 보고서 제출시한

원자로시설명	평가보고서 제출시한	원자로시설명	평가보고서 제출시한
고리1호기	'02.11.30	영광1호기	'05.06.30
월성1호기	'03.06.30	영광2호기	'05.06.30
고리2호기	'03.12.31	울진1호기	'06.12.31
고리3호기	'04.06.30	울진2호기	'06.12.31
고리4호기	'04.06.30		

라. 각국의 운용현황

미국과 캐나다를 제외한 대부분의 원전 운영국들이 10년 주기의 안전성평가제도를 운용하고 있으며, 미국과 캐나다도 각각 이를 대체할 수 있는 체계적 성능평가(SALP), 개별원전점검(IPE)과 2년 주기의 운영허가 재심사 등의 평가·점검수단들을 활용하고 있다.

각국의 주기적 안전성평가의 시행근거 및 수행범위는 <표 1-2-7>에서 보는 바와 같이 차이가 있으나 대체로 IAEA 안전지침에서 제시한 안전해석 등 11개 분야의 범위내에서 평가범위를 수립하여 시행하고 확률론적 안전성 평가(PSA)도 적용하고 있다. <표 1-2-8>은 IAEA가 제시한 11개의 안전인자 및 그 평가범위를 나타낸 것이다.

<표 1-2-7> 각국의 주기적안전성평가제도 운용현황

국 가 명	설계수명 (년)	운영허가 기간(년)	평가주기 (년)	규제근거	허가갱신 규 정
한 국	30~40	명시안함	10	규제규정	없음
미 국	30~40	최장 40	SALP, IPE 등 실시	규제권한	있음
캐 나 다	30	0.5~5 (통상2)	제도 미도입	--	있음
핀 란 드	30~40	5~20	10	규제규정 (허가갱신과 연계)	있음
스 페 인	30~40	5~10	10	규제권한	있음
프 랑 스	30~40	명시안함	10	규제권한	없음
일 본	30~40	명시안함	10	규제권한	없음※
영 국	20~40	명시안함	10	규제규정	없음※
스 웨 덴	30~40	명시안함	10	규제규정(규칙)	없음
독 일	30~40	명시안함	10	기존원전 : 규제권한 신규원전 : 허가조건	없음
스 위 스	30~40	33~40	10	규제권한	없음
네덜란드	25~30	명시안함	10	규제권한 (Backfitting정책)	없음
벨 지 움	30~40	명시안함	10	허가조건	없음
헝 가 리	30~40	명시안함	10	규제규정 (허가갱신과 연계)	있음

주) * : 정기검사후 계속 운전 허용

<표 1-2-8> IAEA 주기적안전성평가 안전인자 및 평가범위

안전 인자	평 가 범 위
1. 실제 물리적 상태	○ 원전 구조물, 계통 및 기기의 실제 물리적 상태 파악 및 평가
2. 안전성 분석	○ 발전소 실제상태, 예상되는 수명말기 상태와 현행 해석방법, 안전기준, 기술지식을 고려한 기존 안전성 분석의 타당성 평가 - 기존 안전해석기법의 타당성 - 공동원인사고, 교차결합(Cross-links) 사고 가능성 - 결정론적방법을 기본으로 확률론적방법 병행권장 ○ 지질, 홍수, 기상, 인구분포등을 고려한 부지특성 평가
3. 기기검증	○ 안전 관련 장비들에 대한 규정 및 안전기능 수행 가능성 검증 이행 실태 평가 및 품질보증 이행현황 평가 - 수명기간동안 안전기능 수행 보증 증거 제시 및 문서화 - 경년열화, 변경, 보수, 정비, 고장, 교체, 비정상운전조건, 이력
4. 경년열화	○ 원전 안전여유도 유지를 위한 노후화 관리실태 및 향후 관리계획의 적절성 평가 - 구조물 및 기기/계통 미래 상태 예측 - 성능 저하 시점 예측 및 감지, 적절한 보수 및 완화 조치 - 경년열화 프로그램 및 안전여유도 유지 계획
5. 안전성능	○ 원전의 안전성능 및 운전경험 기록경향 분석 - 안전성관련 사건, 안전계통 이용불능도 - 방사선 피폭, 폐기물 발생 및 유출 - 운전기록, 보수, 시험, 검사, 교체, 변경 기록을 평가 - 안전성능지표 이용
6. 운전경험/ 연구 결과 활용	○ 운전경험 및 기술개발 결과의 반영 활동 평가 - 반영 체계, 현황 및 성과 등을 검토
7. 절차서	○ 원전 운전, 보수, 점검, 시험, 변경 및 비상대응 절차의 적절성 평가 - 운전, 보수, 점검, 시험, 작업허가 및 방사선 방호절차 및 변경절차 - 발전소 설계, 하드웨어의 변경 관리·통제 절차
8. 조직 및 행정	○ 조직 및 행정의 원전 안전운전에 대한 적합성 평가 - 안전 운전에 대한 적합성 - 관리, 배치(형상) 조정, 기술 및 계약 지원, 훈련, 품질보증, 기록, 법령준수 등
9. 인적인자	○ 원전 안전운전 관련 각종 인적인자들의 상황 평가 - 직원 구성, 채용, 훈련, 절차서 형태, 인간-기계 연계 등
10. 비상계획	○ 사업자의 비상대비계획, 인력 및 시설/장비 확보상태와 국가차원의 준비, 조정 및 정기점검 실태 평가
11. 환경영향	○ 사업자의 적정 원전환경영향감시 프로그램 확보 여부 확인

2. 신형경수로 1400 표준설계인가

가. 개 요

정부는 지난 1992년부터 국가선도기술개발사업(G-7 Project)의 일환으로 한국형 차세대원자로인 신형경수로1400(Advanced Power Reactor(APR)1400) 기술개발을 수행하고 있다.

동 사업은 국내 모든 유관 기관이 참여하는 대형 프로젝트로서 기술개발에 10여년의 기간과 연인원 약 2,000명의 기술인력 및 약 2,300억원의 개발비가 소요되었으며, 이러한 장기사업을 효과적으로 추진하기 위해 사업을 단계별로 구분 추진되었다.

<표 1-2-9> 신형경수로 1400 참여기관별 주요 업무

참 여 기 관	주 요 업 무
과 학 기 술 부	- G7 프로젝트 종합관리 및 인허가 - 차세대 원자로(APR-1400) 인·허가
산 업 자 원 부	- 차세대원자로기술개발 총괄
수 력 원 자 력(주)	- 기술개발단 총괄주관 및 설계 (첨단 주제어실 등 일부설계 자체개발)
한 국 전 력 기 술(주)	- 원자로계통 및 플랜트 종합설계
한 전 연 료(주)	- 초기 노심 및 연료설계
두 산 중 공 업(주)	- 기기 설계 및 제작
한 국 원 자 력(연)	- 핵심기술개발, 설계검증기술개발 (원자력중장기과제로 추진)
신형로연구센터 (CARR)	- 중대사고 등 핵심기술연구
원 자 력 안 전 기 술 원	- 안전규제기술개발, 사전안전성검토 및 표준설계 인가 심사

<표 1-2-10> 신형경수로 1400 단계별 주요 추진 실적

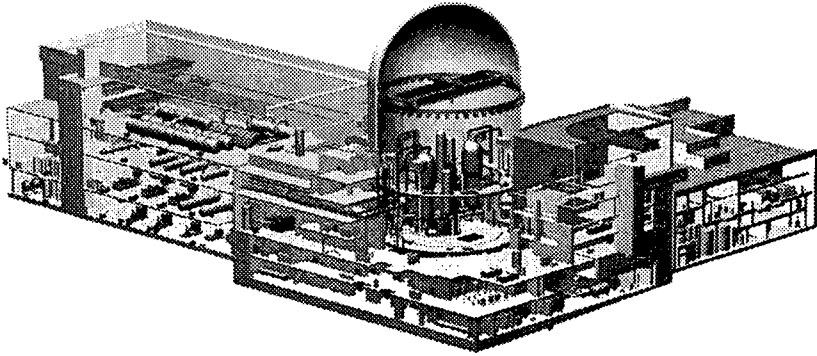
구 분	기 간	주요 추진 실적
1단계	'92.12~'94.12	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개발노형 확정 ○ 설비용량 등 42개 기본요건 개발 확정 ○ 차세대원전의 계통구성 개념 확정
2단계	'95.01~'99.02	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기본설계 개발 ○ 표준설계안전성분석보고서 및 NSSS 주요 기기 Spec. 작성 ○ 계통설명서 작성 ○ 주요 기기에 대한 설계규격(Design Spec.) 작성 ○ 설계인증에 필요한 안전해석
3단계	'99.03~'01.12	<ul style="list-style-type: none"> ○ 경제성 제고를 위한 설계최적화 ○ 장기소요기술 개발

나. 주요 설계 특성

1) 근본적인 안전성 확보

신형경수로1400은 비상사고시나 이상상태 발생시에도 원자로가 건전성을 유지할 수 있도록 충분하게 설계 여유를 보유하고 있다. 물론 기존의 원자로도 설계여유를 가지고 있지만, 고유 안전성이나 설계 여유보다는 안전 장치에 더 의존하는 방식이다. 따라서 신형경수로1400은 충분한 설계여유, 즉 안전여유를 확보하여 사고시 일반 대중에 대한 안전 보장은 물론 사업자의 손실을 최소한으로 줄일 수 있도록 설계하였다. 이러한 설계목표를 달성하기 위한 설계개선 사항으로는 노심의 열적여유도 증대와 더불어 가압기 및 증기발생기의 용량증대, 정지 냉각계통 및 격납건물 살수계통 펌프의 기능적

상호교환, 독립된 4개 계열의 안전주입계통 및 원자로 직접주입, 안전감압계통 및 격납건물 내 핵연료재장전수조(IRWST) 설치 등을 들 수 있다.



<그림 1-2-2> 신형경수로1400 입체도

2) 사고완화 및 방사선 방출 최소화

신형경수로1400은 사고방지 측면뿐만 아니라 사고 발생시에도 사고완화 및 사고관리를 개선시키기 위한 독특한 특성을 갖추고 있으며, 기체 및 액체 상태로 방출되는 방사선의 양을 최소화할 수 있는 설계 개념을 채택하였다. 기존의 원자로에서와 같이 다중의 방어개념이 도입되어 있고 방사선의 환경누출도 근본적으로 제한되고 있다. 아울러 격납건물 내 핵연료재장전수조와 연계된 안전감압계통, 수소점화계통 등이 강화되었다.

3) 설비의 단순화·표준화

원자력발전소는 발전용량의 증가에 따른 설비의 추가와 안전성을

강화하기 위하여 부분적 보완으로 각종 설비가 추가되었다. 한 차원 높은 안전성을 동시에 확보하기 위해 설계 방식의 재검토를 통하여 설비의 단순화, 표준화 및 모듈화 등을 추진하였다.

4) 한국인 인간공학적 요소를 고려한 첨단 주제어실 설계

신형경수로 1400의 주제어실은 한국인의 체형과 습성 등 인간공학 요소를 충분히 반영하여 설계하였다. 기존 원전의 과도상태에서 운전원이 처리해야하는 많은 정보를 효율적으로 처리할 수 있도록 소형 워크스테이션으로 필요한 모든 정보를 취득하여 운전 제어를 할 수 있게 설계하였으며, 대형정보표시판을 설치하여 발전소 전체 상황을 한눈에 보고 발전소 상황을 인식할 수 있도록 하였다.

<표 1-2-11> 신형경수로 1400 주요 설계특성

항 목	한국표준형 원전 (울진 3,4호기)	신형경수로 1400
[성능 분야] ○ 설계수명 ○ 설비용량 ○ 일일부하추종운전능력 ○ 핵연료 주기 ○ 계측제어방식	- 40 년 - 100만 kW급 - 수동 - 12 ~ 18 개월 - 아날로그 방식	- 60 년 - 140만 kW급 - 자동 - 18 개월 - 디지털 방식
[안전성 분야] ○ 노심손상빈도 ○ 격납건물 손상빈도 ○ 운전원조치 여유 ○ SG 관막음 여유도	- 10만년에 약 1회 (1.3 x 10 ⁻⁵ /ry) - 10만년에 1회 미만 (7.9 x 10 ⁻⁶ /ry) - 10분 - 8%여유도 (Inconel 600)	- 100만년에 약 2회 (2.52 x 10 ⁻⁶ /ry) - 100만년에 1회 미만 (1.6 x 10 ⁻⁷ /ry) - 30분 - 10%여유도 (Inconel 690)

다. 표준설계인가 안전심사

1) 표준설계인가제도

표준설계인가제도는 이미 인가된 표준설계에 대해서는 인허가 심사에서 이를 생략토록 함으로써 중복심사를 지양하고자 하는 취지에서 만들어졌다. 표준설계인가 심사에서는 표준설계에 대한 안전성 분석보고서를 주요 심사대상서류로 하여 설계에 대한 안전성을 검토하며, 건설허가와 운영허가 단계에서는 표준설계를 참조한 동일설계분야에 대해서는 심사의 중복을 피하고, 발전소 고유특성(부지 고유특성, 환경영향평가 등), 인가되지 않은 설계부분만을 심층 검토하게 된다.

표준설계인가는 중요한 설계 및 인허가 심사를 건설 착수 이전에 완료할 수 있어 건설계획의 불확실성을 줄일 수 있고 건설중 설계변경을 최소화할 수 있다. 또한 건설사업마다 동일한 설계를 반복 사용하지 않으므로 최소 유효기간(10년) 동안에는 추가설비나 기술적 보완이 요구되지 않아 건설사업을 훨씬 용이하게 추진할 수 있다.

2) 신형경수로 1400 표준설계인가 심사

수력원자력(주)는 과학기술부에 신형경수로 1400에 대한 표준설계인가를 신청(2001년 7월 25일)하였다. 표준설계인가 신청서류로 제출된 표준설계안전성분석보고서, 원자로의 사용목적에 관한 설명서, 원자로시설의 설계에 관한 기술능력의 설명서, 표준설계기술서 및 비상운전절차서 작성계획서를 검토하였다. 표준설계인가 심사시에서는 한국표준형원전(울진3,4호기, 영광5,6호기, 울진 5,6호기 등)의 최근 인·허가 심사경험을 반영하여 발전소의 전반적인 설비, 계통 및

기기의 설계에 대한 종합적인 안전성을 평가함은 물론, 설계변경 사항 및 그로 인한 영향과 선행호기 등의 건설 및 운영 과정에서 제기된 안전성 현안, 그리고 국내·외의 규제요건 및 기술기준 변경에 따라 영향받는 사항 등을 중점적으로 검토하였다.

동 심사 과정 중 국외 전문가들로부터 안전현안에 대한 기술자문을 수행하였으며, 국내 산·학·연 전문가로 안전현안협의회를 구성하여 인·허가 쟁점이 되고 있는 안전현안들에 대하여 주기적인 회의를 통해 최적 해결방안을 도출하였다. 이 과정에서 약 2,200여건(사전안전성검토 포함)의 심사질의 및 답변을 수행하여 신기술 적용, 중대사고 대처능력, 안전성 향상을 위한 기술기준 적용 등의 타당성 등을 확인하였다.

3. 방사성동위원소 및 방사선기기 생산업 허가제도 등

병원, 학교, 공장 또는 연구실에서 사용하고 있는 방사성동위원소와 방사선발생장치 등 방사선원의 대부분은 미국, 일본 등에서 수입되고 있다. 이는 방사선원의 국내사용이 본격화된 1960년대 이후 일관된 현상으로, 방사선원의 생산에는 높은 기술수준이 요구될 뿐만 아니라 원자로와 같은 대형장치가 필요한데 기인하였다. 그러나, 최근 들어 원자력연구소 하나로원자로의 가동에 따라 방사성동위원소의 국내 생산체제를 갖추게 되었으며, 많은 수량은 아니지만 방사선발생장치의 국내생산도 가시화되고 있음은 국내기술의 향상과 함께 경제성을 갖추어 가고 있다는 반증으로 고무적인 현상이라 아니할 수 없다.

방사선원의 생산은 안전성과 함께 정확성이 선행되어야 하는 첨단 정밀산업으로 높은 부가가치를 창출할 수 있다는 관점에서 국산화가 시급했던 분야이다. 특히, 국민복지의 향상과 신물질 개발에 필수적인 진료용 및 추적자용 방사성동위원소는 폭발적인 수요증대

가 예상되고 있어 국산화의 시기를 앞당기는 획기적인 조치가 요구되었던 것이다. 따라서, 태동 단계인 방사선원의 국내생산기술을 한 단계 상승시켜 수입대체 효과를 극대화하고 수출산업으로 육성할 필요성이 제기되었으며, 이를 제도적으로 정립하기 위하여 방사성동위원소 및 방사선발생장치를 포함한 방사선기기의 생산업허가제도를 도입하게 되었다.

이 제도의 주요 골자를 보면, 방사성동위원소 및 방사선발생장치를 생산하고자 하는 자는 안전성분석보고서 및 품질보증계획서 등을 첨부한 허가신청서를 과학기술부장관에게 제출하여 생산허가를 받아야 하며, 생산된 방사성동위원소에 대해서는 모델별 생산검사를 받아 판매하도록 되어 있다. 다만, 방사선발생장치의 경우에는 기존의 제도인 제작검사를 통하여 제작절차에 따른 안전성을 확보하도록 하였고, 특수형방사성물질의 경우에는 외국의 예와 같이 허가증외에 별도로 설계승인서를 발급하여 제품의 안전성을 확보할 예정이다. 이와 같은 제도는 방사선원을 생산하고 있는 모든 국가에서 채택하고 있는 안전성확보를 위한 보편적 방법으로, 이를 통하여 방사선원의 품질향상 및 방사선장해방지를 도모하고 있는 것이다.

이 제도의 성공적인 정착을 위해서는 우리 수준에 적합한 기술기준의 개발과 방사선산업계의 자체적인 기술력 확보에 의한 제품의 신뢰도 향상이 병행되어야 한다. 따라서, 향후 과학기술부장관의 고시로 규정할 관련 기술기준은 산업계의 의견을 충분히 수렴하되 가급적 국제수준에 입각하여 품질향상을 추진할 예정이며, 국내 기술수준을 항시 점검하여 이를 기준에 반영함으로써 점진적인 발전을 이룩하고자 한다.

이 제도의 도입을 기점으로 국내 방사선산업은 일대 전환기를 맞고 있으며, 이에 수반되는 방사선계측·계량, 방사성물질의 운반분야를 포함하여 방사선발생장치의 부속품 및 방사선기기의 설계제작 등 관련산업의 부흥도 기대되고 있다.

제3장 법령 및 기준

제1절 안전규제 법령 정비

1. 원자력법령의 정비

원자력의 안전성 확보는 원자력관계사업자가 원자력법령의 제규정과 기술기준을 철저히 준수·이행하고 안전규제기관이 이를 확인·감독하는 일련의 행위에 의해 달성될 수 있다.

따라서 원자력법령에서는 안전규제의 합리적 수행을 위한 기술적 판단의 기준과 안전규제행위의 절차 및 방법을 투명하게 제시하여야 한다. 또한 기술진보에 따른 원자력안전분야의 국제 조류를 적절히 국내체제에 반영할 필요가 있다.

원자력법은 1958년 3월 11일 제정된 이래 여러 차례의 개정을 거듭하여 왔으며 원자력법시행령은 여러 건의 독립시행령으로 산재하던 규정을 모아 1982년 9월 30일 제정되어 개정을 거쳐 오늘에 이르고 있다. 또 2000년에는 그간 총리령인 원자력법시행규칙에서 규율하던 사항을 다음과 같은 3건의 과학기술부령으로 분리하여 정비하였다.

- 원자력법시행규칙 : 원자력법 및 동법시행령에서 위임한 사항과 각종 서식 및 양식의 규정 (2000. 5. 27 과학기술부령 18호)
- 원자로시설등의기술기준에관한규칙 : 원자로시설, 핵연료주기시

설의 위치, 구조 및 설비, 성능 및 품질보증에 관한 기술기준 (2000. 4. 18 과학기술부령 제16호)

- 방사선안전관리등의기술기준에관한규칙 : 핵물질, 방사성물질 및 방사성폐기물의 취급시설 및 취급에 관한 기술기준과 방사성 물질의 운반에 관한 기술기준 (2000. 4. 18 과학기술부령 제 17호)

이와 같이 과학기술부령이 개편됨에 따라 서로 다른 성격의 안전규제분야에 대하여 차별화된 기준으로 운영될 수 있는 장치가 마련되었으며 관련 기술기준의 다양화와 전문화를 도모할 수 있게 되었다.

2. 원자력법령 주요 개정내용

2001년도 주요 개정내용은 가동중 원전의 안전성을 종합평가하는 주기적 안전성평가제도의 도입, 중복심사를 배제하기 위한 표준설계 인가제도 도입, 원자력시설의 방사선안전관리 강화 및 방사성동위원소 생산허가제도 도입, IAEA 안전조치관련 추가의정서 체결에 따른 국가 의무사항 반영 등이 있는 바, 세부 개정사항을 요약하면 다음과 같다.

가. 원자력 정책 및 연구개발분야

원자력안전위원회의 위원수를 현행 5~7인에서 7~9인으로 확대하였고, 원자력사업자의 원자력연구개발 사업 부담금 규모를 기존의 원자력법 시행령보다는 원자력법에 규정하는 것이 적절한 것으로 판단하여 원자력연구개발기금의 부담규모의 상한선(전년도 원자력

발전량×1.2원/kWh)을 법률로 옮겨 규정하였으며, 원자력분야의 인력양성을 위한 재원을 마련하기 위하여 기금의 용도에 “원자력관련 인력양성사업”을 신설하여 원자력 등의 사업에 연구개발기금을 사용할 수 있도록 하는 근거를 마련하였다.

나. 원자력시설 안전규제 분야

원자력발전소 운영과정에 발생하는 설계변경, 노후화, 운전경험과 새로운 지식의 축적 등 누적효과를 일정기간마다 종합적이고 체계적으로 검토·평가하는 주기적안전성평가(Periodic Safety Review) 제도를 도입하여, 국내 원전의 가동년수가 증가함에 따라 가동원전에 대하여 주기적으로 종합적인 안전성을 평가하도록 하여 가동원전의 안전성을 확보하도록 하였다. 사업자는 원전의 운전 년수 경과에 따른 안전성을 주기적으로 평가하여 그 결과를 과학기술부에 제출하도록 하였으며, 평가방법 및 평가내용 등에 관한 사항은 대통령령에서 규정하도록 하였다. 과학기술부에서는 이러한 사업자의 안전성 평가결과를 심사하여 안전조치가 미흡하다고 인정되는 때에는 시정·보완 조치할 수 있도록 하였으며, 이 시정·보완조치 명령 위반시에 운전정지 등의 조치를 할 수 있도록 하였다.

동일한 원자력발전소를 반복적으로 건설하는 경우에 그 동일 설계에 대하여는 미리 안전성 심사를 할 수 있도록 표준설계인가제도를 도입하였다.

원자력발전소 내에서 핵물질, 사용후핵연료 및 방사성폐기물 등을 취급·관리하는 방사선 관련업무는 관련 면허자(핵연료물질 취급감독자 면허, 방사성동위원소 취급감독자 면허, 방사선관리기술사)로 하여금 수행하도록 하여 방사선안전관리를 강화하도록 하고, 이를

위반할 때에는 허가취소 또는 운전정지 조치를 취할 수 있도록 하였다.

핵연료물질의 사용시설 및 폐기시설 운영의 경우에도 관련 면허자 및 안전관련 장비를 보유하도록 법률에 명시하였다.

다. 원자력기술 발전에 따른 제도 정비·보완

방사성동위원소 및 방사선발생장치 생산허가제도를 도입하였다. 즉, 방사성동위원소 등을 생산하고자 하는 경우 생산에 관한 안전성 분석보고서 등을 제출하여 허가를 받도록 하였으며, 허가기준은 기존의 RI 사용허가 기준을 준용하되 생산시설에 대한 성능기준 및 품질보증 기준을 추가하고, 생산허가자에 대해서도 감사의무를 부과하고 그 결과에 따라 시정·보완 조치할 수 있도록 하며, 이에 불응할 경우에는 생산허가를 취소하거나 업무정지를 명할 수 있는 근거를 마련하였다.

방사성폐기물 취급, 방사성오염 제거 등 방사선 관련업무를 대행하는 “업무대행자”에 대한 안전규제를 강화하였는데, 업무대행자에게 안전관리규정 등 기술기준 준수 의무를 부과하고, 업무대행자에 대해 감사의무를 부과하여 등록기준 미비 또는 관련규정 위반시 시정·보완 조치토록 하고, 등록기준 미달 또는 검사결과에 따른 시정 조치 불이행시에는 등록을 취소할 수 있도록 하였다.

라. 국제 안전조치의 의미사항 반영

IAEA의 안전조치 강화에 따라 핵주기 관련 연구개발 활동과 원자력 특정품목의 생산활동 등에 대한 보고 등 사찰범위 확대에 적

절히 대처하기 위하여 핵연료 주기관련 연구개발자와 원자력 특정 품목 생산자에게 관련업무에 대한 보고의무를 부과하고, 안전조치관련 검사를 실시할 수 있는 근거를 마련하였다.

제2절 원자력손해배상법 개정

1. 원자력손해배상제도의 개념

원자력의 이용에 있어서 다른 어떠한 요소보다도 안전성 확보가 최우선시되고 있으며, 그에 따라 대중에 손해를 미치는 원자력사고의 발생가능성이 극히 희박한 것이 사실이다. 그러나 만일의 사고로 인하여 원자력손해가 발생할 경우 피해자를 철저히 구제하고, 한편으로는 원자력사업자를 재정적으로 보호할 제도적 장치가 구비되어야 한다는 취지에서 원자력손해배상제도가 마련되었다.

원자력손해배상제도는 일반 민사배상제도의 경우와 다르게 원자력손해에 대하여 원자력사업을 수행하는 사업자의 과실 유무와 관계없이 책임을 지도록 하는 무과실책임 원칙을 채택하고 있으며, 동시에 원자력손해배상책임보험 뿐만 아니라 동 책임보험 계약에 의하여 보전받을 수 없는 손해를 배상함으로써 생기는 손실을 정부가 보상하여 주는 원자력손해배상보상제도를 함께 운영하고 있다.

이러한 원자력손해배상제도는 원자력손해 당사자에 대한 충분한 배상과 원자력사업의 건전한 육성 측면을 동시에 고려한 것이라 하겠다.

2. 국내 원자력손해배상제도

가. 현 황

원자력의 이용 및 안전관리를 위하여 정부는 1958년부터 원자력법을 제정·운용하고 있으며, 또한 원자력손해배상 및 보상을 위하여 원자력손해배상법(법률 제2094호, 1969. 1. 24. 제정)과 원자력손해배상보상계약에관한법률(법률 제2764호, 1975. 4. 7. 제정)을 제정하여 운용하고 있다.

우리나라의 원자력손해배상법에서는 배상책임의 엄격화와 배상책임의 집중, 원자력사업자의 손해배상조치의 강제, 배상조치 초과분에 대한 정부원조, 손해배상분쟁조정을 위한 원자력손해배상심의회 의 구성·운영 등을 규정하고 있다.

우리나라의 원자력손해배상제도는 다른 나라의 경우와 같이 원자력사업자로 하여금 원자력손해를 배상함에 필요한 재정적 조치를 한 후가 아니면 원자로의 운전 등을 할 수 없도록 하는 의무적 배상조치를 규정하고 있다. 여기서 원자력사업자라 함은 원자로 및 관계시설의 건설 또는 운영허가를 받은 자, 핵주기 관련 사업의 허가를 받은 자, 핵연료물질의 사용허가를 받은 자 등을 포함하고 있다. 원자력손해배상조치는 원자력손해배상책임보험계약(사업자-보험자) 및 원자력손해배상보상계약(사업자-정부)을 체결하거나 공탁에 의한 두 가지 방법이 있고 손해배상조치(계약)금액은 원자력사업 또는 시설의 종류에 따라 최고 60억원(원자력발전소)에서 최저 1천만원(핵연료가공시설)까지로 정해져 있다. 현재 원자력손해배상조치는 책임보험과 보상계약이 이용되고 있다.

나. 원자력손해배상조치 운영 현황

원자력사업자는 원자력시설의 운전을 개시하기 전에 책임보험에 가입하고 동시에 같은 금액을 보상계약금으로 하는 보상계약을 체결한다.

이중 책임보험은 원자력사업자가 보험회사와 체결하는 보험계약이며 상법상의 책임보험의 일종이다. 현재 국내 손해보험사들로 결성된 원자력보험풀이 동 책임보험을 인수하고 있는데, 2001년 1월 1일 현재 배상책임보험 현황을 보면 보험금액 합계 2,080.5억원, 보험료 합계 약 30억원 수준이다<표 1-3-1 참조>. 이 보험풀에 대하여는 대한재보험주식회사가 간사를 맡고 있다.

보상계약은 정부와 원자력사업자간에 체결되는 손해담보계약으로 원자력손해배상법 제3조의 규정에 의하여 원자력사업자가 저야 할 책임 중 정상운전으로 인한 손해 등 일정한 원인으로 인해 발생한 원자력손해의 배상을 이행함으로써 생기는 사업자의 손실을 보전하며, 이에 관하여는 원자력손해배상보상계약에 관한 법률 및 동법시행령이 적용된다. 2001년 1월 1일 현재 보상금액 합계는 위 책임보험과 같고, 보상료 합계는 1억원 수준으로 그 내역은 <표 1-3-2>와 같다.

다. 원자력손해배상법령 개정

원자력손해배상법은 원자력손해의 개념 구체화, 책임의 한도 설정, 배상조치액의 인상, 인적 손해배상청구의 소멸시효기간 연장 등 1997년의 개정 비엔나협약의 기본정신을 반영하기 위하여 2001년 1월 16일 개정되었는데 그 주요 내용은 <표 1-3-3>과 같다.

<표 1-3-1> 원자력손해배상책임보험 현황

(2001. 12말 현재)

기관명	1사고당 보상한도액	보험기간 보상한도액	보험료	(계약일)~ 계약기간
○ 수력원자력(주)				
- 고리 #1~4	500억원	1,000억원	648,000,000원	('02. 1. 1)~ '02.12.31
- 영광 #1~6	"	1,200억원	1,138,990,000원	"
- 월성 #1~4	"	1,000억원	544,320,000원	"
- 울진 #1~4	"	1,000억원	699,840,000원	"
소 계	2,000억원	4,200억원	3,031,150,천원	
○ 원자력(연)				
- 하나로	60억원	60억원	9,000,000원	('01. 2. 2) ~'02. 2. 1
- 조사후시험 시설	10억원	10억원	2,859,070원	('01. 4.28) ~'02. 4.27
- 핵연료시험 시설	0.1억원	0.1억원	387,950원	('01.11.13) ~'02.11.12
- TRIGA- MARK(서울)	10억원	10억원	1,324,230원	('01. 4.17) ~'02. 4.16
소 계	80.1억원	80.1억원	13,571,250원	
○ 핵연료(주)				
- 원전연료 성형가공	0.2억원	0.2억원	420,000원	('01. 4.20) ~'02. 4.19
○ 경희대				
- 연구용원자로	"	"	"	('01.4.17) ~'02. 4.16
계	2,080.5억원	4,280.5억원	3,045,141,250원	

<표 1-3-2> 원자력손해배상보상계약 체결현황

(2001. 12말 현재)

기관명	1사고당 보상한도액	보상료율	보상료	(계약일)~ 계약기간
○ 수력원자력(주)				
- 고리 #1~4	500억원	5/1만	2,500만원	('02. 1. 1) ~ '02.12.31
- 영광 #1~6	"	"	"	"
- 월성 #1~4	"	"	"	"
- 울진 #1~4	"	"	"	"
소 계	2,000억원		1억원	
○ 원자력(연)				
- 하나로	60억원	25/1만	150만원	('95. 2. 2) 1년
- 조사후시험 시설	10억원	"	25만원	('87. 5.1) 1년
- 핵연료시험 시설	0.1억원	"	2,500원	('81.4.25) 1년
- TRIGA- MARK(서울)	10억원	"	25만원	('76.10.18) 1년
소 계	80.1억원		2,002,500원	
○ 핵연료(주)				
- 원전연료 성형가공	0.2억원	5/1만	10,000원	('88. 4.20) 1년
○ 경희대				
- 연구용원자로	"	25/1만	5,000원	('83. 6.27) 1년
계	2,080.5억원		102,017,500원	

<표 1-3-3> 원자력손해배상법 주요 개정내용

항 목	개정 전	개정 후
적용 범위	규정 없음 (한국영토 내에 적용)	영토 및 배타적 경제수역
상호주의	규정 없음	외국인의 피해에 대하여는 상호의 보증이 있는 한도 내에서만 적용
손해의 개념	손해 종류 열거 없음	환경손해, 방재 조치비용 등 손해를 구체적으로 열거
외국원자력선, 폐기시설	배상조치의무 없음	배상조치 의무 신설
면책사유	심대한 천재지변 및 전쟁 유사사변	전쟁 유사 사변 (무력충돌, 적대행위, 내란, 반란 등)
배상책임한도	규정 없음 (무한책임)	3억SDR로 제한
배상조치액	90억원 내에서 시행령이 범위를 정하고 그 한도에서 과기부장관이 승인하는 금액	3억 SDR 의 범위내에서 시행령이 정하는 금액. 시행령을 통하여 점진적으로 증액 예정(현행 시행령상 원전은 500억원)
소멸시효	규정 없음 (민법에 따라 사고로부터 10년)	민법규정과 동일한 규정을 하되, 인적 손해에 관하여는 30년
기 타		<ul style="list-style-type: none"> • 정의 조항중 필요한 수정 • 제조물책임법 적용 제외 등

제3절 원자력안전규제 기술기준

개정된 원자력법령에 따라 기존 고시에 대하여 관련 법령근거가 없어진 2건의 고시는 폐지되었고, 18건은 존치, 관련근거 및 요건의 일부를 보완하여 개정한 고시는 21건, 신규로 개발한 고시는 13건으로, 2001년 말 현재 유효한 고시는 52건이고 향후 34건의 원자력관련 고시를 개발할 계획이다.

원자력법령 개정시 관련근거 조항 삭제에 따라 2001년도에 폐지

된 고시는 고시 제1997-10호 “사용후핵연료처리시설의 정기검사에 관한 규정”과 고시 제1997-19호 “방사성동위원소 관련 면허시험 합격자의 실무교육에 관한 규정” 2건이다.

<표 1-3-4> 2001년도 개정 완료된 고시

신규 고시번호	고 시 제 목	기존 고시번호
제2001-02호	방사선방호 등에 관한 기준	제1998-12호
제2001-08호	원자력관계 면허시험 시행에 따른 경력(교육훈련 포함)의 내용 및 산출방법 등에 관한 고시	제1999-02호
제2001-09호	방사선발생장치 적용대상에 관한 고시	제1997-12호
제2001-10호	방사선안전보고서 작성지침	제1998- 9호
제2001-11호	외부피폭선량 판독에 관한 품질보증계획서 작성기준	제1996- 7호
제2001-12호	판독업무 등록기준 및 검사에 관한 규정	제1996- 6호
제2001-23호	방사성물질 등의 포장 및 운반에 관한 규정	제1996-38호
제2001-24호	원자력이용시설 방사선환경평가서 작성 등에 관한 규정	제1998-10호
제2001-25호	원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선환경영향평가에 관한 규정	제1996-31호
제2001-26호	방사선안전관리 등의 교육·훈련에 관한 규정	제1997-11호
제2001-30호	방사성폐기물의 자체처분에 관한 규정	제1997-19호
제2001-31호	중·저준위 방사성폐기물 소각기준	제1997-8호
제2001-32호	중·저준위 방사성폐기물 인도규정	제1996-10호
제2001-33호	사용후핵연료 인도규정	제1996-13호
제2001-38호	원자로시설의 안전밸브 및 방출밸브에 관한 기준	제2000-18호
제2001-39호	가압 경수로의 비상소심냉각계통의 성능에 관한 기준	제2000-19호
제2001-40호	원자로시설주요부품의 내압시험에 관한 기준	제2000-16호
제2001-41호	원자로조종감독자 및 원자로조종사면허소지자에 대한 보수교육 규정	제1996- 1호
제2001-43호	원자력관계시설의 검사에 따른 지적사항 처리 및 관리에 관한 규정	제1996-39호
제2001-44호	원자력시설의 사고·고장 발생시 보고에 관한 규정	제1996-25호
제2001-46호	운영기술지침서의 작성에 관한 기준	제1983- 3호

원자력법령 관련근거 및 요건의 일부를 보완하여 2001년도에 개정이 완료된 고시는 <표 1-3-4>와 같이 21건이다.

개정 원자력법령의 신규 기술기준 설정에 따라 신규로 개발완료한 고시는 <표 1-3-5>와 같이 13건이고, “화재위험도분석에 관한 기술기준”과 “원자로시설의 위치제한에 관한 기술기준” 등 신규로 제정할 9건의 고시들은 현재 검토중에 있으며, 신규 기술기준설정에 따라 추후 개발할 34건의 고시들은 그 시급성과 우선순위를 고려하여 개발을 추진할 예정이다.

<표 1-3-5> 2001년도 제정 완료된 고시

신규 고시번호	고 시 제 목
제2001-03호	방사성동위원소에서 제외되는 물질 등에 관한 고시
제2001-04호	방사선발생장치에서 제외되는 용도 및 용량 등에 관한 고시
제2001-05호	사용허가 대상에서 제외되는 핵연료물질의 종류 및 수량 등에 관한 고시
제2001-18호	의료분야의 방사선안전관리에 관한 기술기준
제2001-19호	방사성물질 운반용기 등의 제작검사 및 사용검사에 관한 규정
제2001-20호	방사선원의 누설점검에 관한 기술기준
제2001-21호	일시적 사용장소의 변경신고에 관한 지침
제2001-22호	방사선기기의 설계승인 및 검사에 관한 기준
제2001-35호	방사선작업종사자 등의 업무상질병 인정범위에 관한 규정
제2001-36호	개인 피폭방사선량의 평가 및 관리에 관한 규정
제2001-42호	원자로격납건물 누설률시험에 관한 기준
제2001-47호	원자로시설의 품질보증세부요건에 관한 기준
제2001-48호	원자로시설의 사용전검사에 관한 규정

제 4 절 신형경수로 1400 기술기준의 개발

국가선도기술개발사업(G-7 Project)의 하나인 『차세대원자로 기술 개발』의 일환으로서 차세대원자로 안전규제기술개발 과제가 1992년 12월에 착수되어 2001년 12월 31일 부로 종료되었다. 차세대원자로 안전규제기술개발은 2010년부터 상용화될 차세대원자로 (신형경수로 1400)의 인·허가 심사 시에 적용할 인·허가절차/제도 요건과 안전규제기술요건의 개발에 주안점을 두고 있다. 이 사업은 총 3단계로 추진되었다. 1단계 (1992년 12월~1994년 12월)사업에서는 안전규제기술요건을 체계적이고 일관성 있게 개발하기 위한 상세 개발방향을 정립하였다. 2단계 (1995년 11월~1999년 2월)사업에서는 1단계 사업에서 설정된 방향에 따라 기본요건(안전목표/원칙, 일반 안전요건), 상세안전요건 및 지침(안전규제지침, 안전심사지침)을 개발하였으며, 3단계(1999년 2월~2001년 12월)사업에서는 인허가 절차/제도 요건의 개발과 함께 기 개발된 규제기술요건 및 지침에 대한 국내·외 전문가 검토를 통해 개발결과의 타당성을 점검하고, 기술기준으로서의 위상을 부여하기 위한 법제화를 추진하였다.

신형경수로 1400의 안전수준을 만족시키기 위하여 준수되어야 하는 기술적 세부요건인 상세안전요건은 IAEA를 비롯한 국내·외 전문가의 의견을 반영하여 초안을 완성하였다. 부지/환경, 설계, 운영 및 품질보증 등 4개 분야 총 23장으로 구성된 상세안전요건에 대하여 29개의 기술지침안을 개발하였다. 또한, 필수적인 안전규제 기술요건 (일반안전요건, 상세안전요건) 을 이행하기 위한 허용가능한 방법론 및 사양들을 명시하는 총 161개의 안전규제지침안을 개발하였다.

정부는 신형경수로 1400 안전규제기술개발 사업의 종료에 따라, 상세안전요건 및 안전규제지침에 토대하여 개발된 29개 기술지침안의 고시화, 인·허가 심사방법의 개선·보완등을 지속적으로 추진할 계획이다.

제4장 원자력안전연구

제1절 원자력안전연구 현황

1. 현황 및 추진체계

원자력안전협약 및 국제방사선방호위원회 권고와 같은 국제적으로 요구되는 규범을 준수하고 국내 원전 수 증가와 가동원전 설비의 노후화에 대비한 총체적인 원자력 안전성을 향상시키기 위해서는 국내·외 환경변화에 능동적으로 대응할 수 있는 연구를 체계적으로 수행하여야 한다.

원자력안전규제의 국제 규범화에 선도적 역할을 담당하고 원자력 안전성 향상기술 및 안전규제의 기술력을 발전시키기 위하여 2001년도 중장기 연구과제가 “원자력연구개발 중·장기계획(1997~2006)”에 따라 연구과제가 수행되었다. 주요 특징은 향후 기술수요에 부응하는 신규 분야/과제의 도출, 원자력분야의 균형적 발전을 도모하기 위한 비발전분야의 투자확대, 연구개발 사업투자의 효율성 제고를 위한 단위사업 세분화 및 산·학·연 협동/공동연구의 활성화 도모 등이었다.

또한 중수로 연구가 보완되었고, 주기적안전성평가(PSR : Periodic Safety Review)의 수행에 대한 연구가 신규로 추진되었다. 한편, 원전부지의 지진안전성에 대하여 국내의 전문가가 총 집결된 연구가

<표 1-4-1> 2001년 원자력 안전연구분야 과제현황

대 과 제 명	세 부 과 제 명	주관 기관
1. 원자력 안전 규제기술개발	1-1 위험도기준 규제기술개발 1-2 원전 수명관리 규제기술개발 1-3 열수력 안전해석규제 기술개발 1-4 중대사고평가 규제기술개발 1-5 디지털 계측제어 규제기술개발 1-6 구조/지진 안전성평가 규제기술개발 1-7 안전규제 체계개선/효율화 연구	KINS
2. 원자력 안전성 향상연구	2-1 사고관리 종합평가기술개발 2-2 신뢰도 기반 안전성평가기술개발 2-3 원자력 구조 건전성 평가기술개발	KAERI
3. 원자력 열수력 실증시험 및 평가 기술개발	3-1 원전 안전계통 실증시험 3-2 원자로 열수력 실증시험 3-3 최적 열수력계통분석코드 개발	KAERI
4. 중대사고 실증 실험 및 평가 기술개발	4-1 노내 노심용융물 냉각실험 4-2 격납건물 위해요인 평가기술개발 4-3 중대사고 위해도 완화전략 종합전산 코드 개발	KAERI
5. 방사선 안전 규제 기술개발	5-1 방사선방호 규제기술개발 5-2 방사성폐기물 규제기술개발 5-3 방사능 방재, 환경 규제기술개발 5-4 국민방사선위해도 평가 및 전국실내 라돈 방사능 조사 5-5 해양 환경방사능 감시기술개발 5-6 방사선 방호를 위한 표준한국인 설정 연구	KINS
6. 지진안전성 평가기반 기술개발	6-1 활성단층 평가기반 및 DB 구축 연구 6-2 신기 단층 조사 연구 6-3 원전 내진설계를 위한 기반구축 연구	KINS
7. 중수형원자로	7-1 중수형 원자로 안전규제 기술요건 개발	KINS
8. 방재시스템구축	8-1 국가 방사능방재 종합시스템 구축 연구	KINS
9. 주기적 안전성 평가(PSR)	주기적 안전성 평가 기술개발	KEPRI

* KINS : 한국원자력안전기술원
 KAERI : 한국원자력연구소
 KEPRI : 한전전력연구원

수행되어 국민의 우려를 없애는데 많은 기여를 하였다. 특히, 2001년도에는 원전 안전점검 결과와 장기진흥계획의 내용을 반영하여 안전연구를 수행하였으며, 전체적으로는 총 202억원(안전규제분야 71억원, 안전성향상분야 131억원)을 투입하여 원자력 안전 관련 22개 세부과제로 구성된 5개 대과제와 4개의 단위과제를 수행하였다. 안전규제 기술개발분야 연구에서는 검증평가기술의 고도화를 통한 독자적 안전규제능력 확보 및 안전규제 요건에 대한 기술적 근거 정립 등을 하였으며, 안전연구분야에서는 신뢰도평가, 열수력실증시험 등 핵심기술에 대하여 지속적으로 중장기연구를 수행하는 체제를 유지하면서도 현장의 문제점을 해결하고 지원할 수 있도록 단기 현안에 대한 연구도 보강하였다.

2. 향후 연구 방향

안전규제기술 선진화를 위해서 현장중심 연구 강화와 안전규제 최적화 연구를 중점적으로 추진해 나갈 것이다. 즉, 원전안전 종합 점검 결과를 반영하는 안전연구의 확대, 현장 중심의 연구강화, 현안문제에 대한 해결방안 모색, 종합적이고 체계적인 기획 및 관리 강화가 이루어질 것이다.

제2절 원자력안전규제 연구

1. 원자력안전규제 기술개발

원자력 안전규제 기술개발은 원자력시설에 대해 국제규범에 부합

하는 우리 고유의 안전규제 제도 및 기술기준을 수립하고 선진국 수준의 안전규제 기술력을 배양하는 데 목표로 두고 있다.

본 연구는 원자력안전규제연구·증장기계획(1997~2006)에 의거 1 단계(1997~2001) 목표인 원자력안전규제기술 개발을 위해 지난 1997~2001년 5년 동안 총 140억(14억/1997, 27억/1998, 30억/1999, 33억/2000, 36억/2001)을 투입하여 수행하였다.

가. 위험도기준 규제기술 개발

위험도기준 규제(RIR) 적용 체제 수립, 위험도기준 규제기술 개발, 규제현안에 대한 RIR 기술 개발, 가동중시험 규제지침개발, 모터구동밸브(MOV) 특별시험 요건 개발 등 5개 세부분야에 대한 연구를 수행하였으며, 동 연구를 통하여 안전목표 개발 및 위험도정보 활용 원칙 및 일반 지침을 개정하고, 확률론적 안전성 분석(PSA) 1 단계, 2단계 PSA, 저출력 정지(LP/SD) PSA, PSA 신뢰도자료에 대한 검토지침을 개발하였다. 또한 위험도정보 활용에 대한 RI-IST, RI-ISI, RI-MOV, RI-Tech. Spec. 등에 대한 검토 지침을 개발하고 성능기반 규제의 정비효율성 수행 지침을 개발하였다. 위험도정보의 규제 활용을 위한 국내 표준형 원전 위험도기준 검사지침서를 개발하고 RIR 훈련프로그램을 제시하였다.

원전 계통 및 기기성능과 관련하여 가동중시험 대체시험 분석지침을 개발하여 가동중시험에 대한 종합적인 국내 규제 기반을 구축하고, MOV 검사지침 개발 및 MOV 성능감시 기반기술 연구를 수행하여 MOV에 대한 안전성 평가 및 감시기술을 개발하였다. 2001년은 1단계 증장기연구의 최종 수행년도로서 계획에 따른 모든 연구가 완료되었다

나. 원전 수명관리 규제기술개발

수명연장에 대한 안전규제 요건 개발과 관련하여, 외국의 수명연장 인·허가 관련 안전규제 요건을 조사하고 이를 근거로 수명관리 요건개발 전략을 수립하고, 수명연장 대상 구조물, 계통 및 기기(SSC)에 대한 규제요건을 개발하였다.

주요 기기 및 계통별 수명관리 규제요건 및 규제지침서를 원자로, 증기발생기, 배관, 증수로 압력관 및 칼란드리아용기, 원자로 내부구조물, 그리고 디젤발전기에 대해 개발하였다.

열화 및 노후화 확인평가에 대한 규제기술을 개발하였으며, 국내 UT Round Robin 수행, 그리고 초음파검사 신뢰도평가 및 FEM/BEM 해석 등이 포함되었다. 또한, 비파괴검사 검증제도 도입적용을 위한 규제요건 및 규제지침서를 개발하였으며, 국내 원전의 PSI/ISI에 대해 확률론적 신뢰도 평가가 수행되었다.

다. 열수력 안전해석 규제기술 개발

신형경수로 1400 원전 대형 냉각재상실사고 분석을 통해 비상노심냉각계통의 성능을 검토하였다. 열수력 안전현안의 해결을 위한 신형경수로 1400 원전 IRWST 열수력 성능 평가, 고연소도 핵연료 안전현안 평가, 가압 열충격 열수력 평가, ATWS에 대한 발전소 설계의 대응능력 평가 등을 수행하였다.

라. 중대사고평가 규제기술개발

경수로 원전의 중대사고 대처능력평가를 위한 검증기술개발을 수행하였다. 이를 위하여 신형경수로 1400에 대한 MELCOR 전산코드

입력자료를 개발하여 중대사고시의 수소제어기술, 노심용융물-콘크리트 상호작용현상 등을 분석하였으며 그 결과를 신형경수로의 설계인증심사에 활용하였다.

마. 디지털 계측제어 안전규제 기술개발

디지털 계측제어계통 규제지침을 보완하였으며, 데이터통신계통 독립성, 소프트웨어 안전성 위험도, 소프트웨어 형상관리, 개량형 제어실 정보표시, 인적오류분석, 전자기파 환경검증 및 케이블 상태감시방법 등에 대한 규제기술을 개발하였다.

바. 구조 및 지진 안전성평가 규제기술 개발

1899년부터 2000년 사이에 한반도에서 발생한 규모 3.0 이상, JMA 진도 I 이상 또는 MM 진도 IV 이상 되는 1351개 지진(계측기에 의한 기록)의 발생시각, 진앙 및 규모를 포함한 한반도 및 주변 지역의 계기지진 목록을 작성하고 지진재해도에 영향을 미칠 수 있는 지진원 확인 및 지진특성을 평가하였으며, 최근 제기되어 왔던 한반도 지진 발생 증가론이 적합하지 않음을 밝혔다.

2. 원전부지 지진안전성 평가기술개발

본 연구는 지진관련 연구개발사업을 2000년 3월에 통합·재 기획하여 2000년 4월부터 2006년 3월까지 종합하여 추진하고 있다. 국내 전문연구기관 및 대학 등 총 13개 기관이 참여하고 있으며(원자력안전기술원 주관) 최종목표는 다음과 같다.

- 한반도에 적합한 활성단층 평가기준 정립
 - 한반도 주요지역 및 원전부지 일대의 활성단층 특성규명 및 자료 DB 구축
 - 원전부지의 최대 지진력 평가 및 내진설계를 위한 기초자료 확보
- 2차년도('01. 7 ~ '02. 4)에는 미국, 일본, 중국 및 IAEA 등 주요 외국의 원자력법상 활성단층 기준 및 설정근거 현황을 우선 분석하여 국내 고유의 기준설정을 위한 기틀을 마련하였다. 또한 국내 지질환경 분석을 위해 월성원전 주변지역에 발달하는 제4기 단층에 대한 지질구조, 단층 연대측정, 제4기 퇴적환경 등 지질특성 환경을 조사하였다. 특히, 제4기 단층과 연관된 해안단구 등 제4기 지질환경 연구를 수행하여 제4기 단층의 활성여부 종합분석을 위한 기초자료를 개발하였다.

3. 중수형원자로 안전규제 요건개발

중수로 운영국가중 최초로 중수로 안전심사체제 수립을 위한 “안전성분석보고서 표준작성지침서”를 개발하였으며, “표준 안전심사지침서”에 대해서는 작성방안을 수립하고 일부 분야에 대한 표본항목을 선정하여 초안을 개발하였다.

가동중 중수로에 대한 안전기능의 성능평가를 위하여 “중수로 안전성능평가지침서” 및 “안전성능 평가관리 전산시스템 (SPIS)”을 개발하였다.

4. 주기적안전성평가 기술개발

제11차 원자력안전위원회(1999. 12. 21)에서 주기적안전성평가 제

도의 기본방향을 의결하였으며, 2001년에는 원자력법 및 시행령, 시행규칙 및 과기부장관 고시 등 법적 근거를 마련하였다. 수력원자력(주)는 고리1호기에 대한 주기적안전성 평가를 수행 중에 있으며, 2002년 12월까지 평가보고서를 규제기관에 제출할 예정이다. 1단계 목표(2000. 9. 16~2001. 5. 15)에서는 PSR 수행에 필요한 선행기술 및 기반기술을 개발하고, 2단계에서는 PSR 후속조치에 필수적인 안전성 향상 기술 개발을 목표로 추진하고 있다.

2001년도에는 1단계 연구로서 IAEA에서 제시한 11개 안전인자에 대한 국내 기술 수준, PSR에서의 기여도, 기술의 파급효과를 고려, 5개 분야의 연구를 수행하였다.

제3절 원자력 안전성 향상 연구

원자력발전소의 높은 안전성에도 불구하고 원전의 안전에 대한 국민의 관심이 커졌으며, 이로 인해 안전성의 정확한 평가 기술을 포함한 원전의 안전성 향상 연구는 원자력의 지속적인 발전에 그 중요성이 더욱 부각되고 있다. 또한, 규제기관의 안전목표 및 중대 사고 대책의 마련, 신뢰도 기반 규제 및 정비 기술의 적용, 원전의 노후화에 따른 구조물의 건전성 평가 등 가동중 원전의 안전성과 관련한 기술 개발이 안전성뿐 만 아니라 경제성과의 최적화를 위해 그 필요성이 높아지고 있다. 이러한 안전성 향상 요구를 충족하기 위해 원자력안전성향상기술개발 과제 등 정부주도의 안전 연구가 수행하고 있으며, 분야별 주요 내용은 다음과 같다.

1. 원자력 안전성 향상 기술 개발

본 과제에서는 사고 예방과 비상대응 능력을 제고하기 위한 연구, 확률론적안전성평가 기법을 활용한 안전성연구, 격납건물의 건전성을 평가하는 기술개발로 구성되어 있다.

중대사고 비상대응 능력의 향상 관점에서는 발전소 외부의 리스크 최적 관리 도구인 NARIS와 중대사고 훈련도구인 SAMAT를 개발하였으며, 사고 예방 관점에서는 인적오류분석 방법의 개발과 실시간 원전 감시 시스템 DynaRM을 연구 개발하였다.

NARTIS는 영광 3,4호기를 대상으로 총 20여개 사고 시나리오에 대하여 차폐, 소개, 임시이주 등 비상대응 방안에 대하여 비용/이득 분석을 통하여 리스크를 최소화하는 비상대응 방법이며, SAMAT는 중대사고 그래픽 시뮬레이터, 이를 사용하여 주요 사고 시나리오에 대한 중대사고 전략의 검증, 중대사고지침서의 전산화, 중대사고 지식관리 시스템 등으로 구성하여 중대사고에 대처한 훈련을 원활하게 하였다. 인적오류를 예방하기 위해 정량적 인적 오류 평가 방법인 AGAPE-ET 방법론을 완성하였으며, 영광 2발전소 시뮬레이터 모의실험을 통하여 국내 운전원 수행도에 대한 데이터베이스를 구축하여, 비상운전절차서의 개정에 활용되고 있다. 실시간 리스크 감시 시스템인 DynaRM은 울진 3,4호기에 설치되어 현장검증을 수행 중에 있다.

국내에서 많이 수행한 확률론적 안전성 평가(PSA) 결과를 원전의 설계 개선에 반영할 뿐만 아니라 원전의 운영, 정비, 규제에도 활용 하자는 취지로 신뢰도 기반 안전성 평가 기술을 1) 요소기술개발, 2) 기기 신뢰도 데이터베이스 구축, 3) 발전소 보호계통 상세 신뢰도 분석으로 나누어 연구하였다.

요소기술로서는 정비규정 수행시 예상되는 편익 항목을 조사하였고 소요되는 비용을 계산하였으며, 영광 3,4 호기 및 울진 3,4 호기 24 개 주요 계통에 대한 상업 운전 이후 2000년까지의 발전과장일지 및 Trouble Report를 분석하여 표준원전의 기기 신뢰도 데이터 베이스를 구축하였다. 표준원전 기기 신뢰도 자료를 일반 신뢰도 자료와도 비교한 결과 전반적으로 일반 신뢰도 자료보다 고장률이 작은 것으로 나타났다. 표준 원전의 원자로 보호계통(RPS)과 공학적 안전설비 작동계통(ESFAS)에 대한 점검주기 최적화를 위해, 정기 점검 주기를 1개월에서 3개월 또는 6개월로 늘였을 경우의 민감도 분석, 즉, 계통 이용불능도, 노심손상빈도 및 초기 대량 방사능 누출 빈도의 변화를 분석하였다. 허용정지시간 변경시의 민감도 분석도 함께 수행하였다.

원자력발전소 격납건물의 건전성 평가는 요소기술 개발 및 성능 평가 기본자료 확보를 목표로 하고 있다. 개발 중인 요소기술은 내진성 평가, 열화 평가 및 비선형 해석 기술 등이며, 확보 중인 성능 평가 기본 자료는 한반도의 지진원 변수값, 격납건물 DB, 격납건물 열화모델, 격납건물 실험자료 등이다.

내진성 평가와 관련하여 내진해석 지침서 및 지진취약도 분석 지침을 작성하였으며, 구조물의 노후와 관련 전년도에 개발한 격납건물의 열화 D/B 코드를 이용하여 영광 3호기 격납건물에 대한 DB를 구축하였다. 또한, 격납건물 콘크리트의 열화 실험 결과를 이용하여 열화모델을 개발하였고, 텐돈 및 라이너플레이트에 대한 부식실험을 수행한 후 강재의 열화모델을 개발하였으며, 격납건물 콘크리트의 결합 및 열화 평가 관련 실험결과 및 기법 개선결과를 반영하여 열화 조사/탐지/평가 절차서를 작성하였다. 격납건물의 비선형 구조해석 프로그램인 NUCAS 코드를 완성하고 검증하였다. 격납건물의

성능 검증과 관련 격납건물 벽체의 축소모델 실험을 통해 균열 거동을 파악하고 분석하였으며, 또한 NRC/ NUPEC의 1/4 축소모델에 대한 극한내압 해석을 수행하였다.

2. 원자력 열수력 실증실험 및 평가기술 개발

원자력 열수력 실증실험 및 평가기술은 원자력발전소의 원자로계통과 안전계통의 열수력 안전성능(노심냉각성능)을 평가하고 검증하기 위한 핵심 안전 기술이다. 본 과제에서는 원전의 전반적인 열수력 거동과 노심, 계통, 기기 및 핵연료에서의 열수력 거동을 연구하며, 실험과 해석기술이 상호 긴밀한 연계 하에 추진하고 있다. 이 연구는 원전 안전 현안 해결과 국민 신뢰 확보, 설계와 운전 최적화를 통한 안전성과 경제성 증진, 핵심 안전기술 확보를 통한 수출 산업화의 기반 제공, 신형 원자로 및 개량 핵연료 개발의 체계적·효율적 지원체제 확보 등에 크게 기여한다.

본 과제의 목표는 2005년까지 열수력 종합효과실험 시설과 체계를 구축하고, 원자로 계통과 노심에 대한 개별효과 실험기술과 체계를 확보하며, 이와 연계하여 다차원 최적 계통분석코드를 개발하고 검증하는 것이다.

‘원전 안전계통 실증실험’ 세부과제에서는 2000년도에 이어 증기 방출-응축 실험과 봉다발 임계열유속 실험을 중심으로 연구를 수행하여 설계/성능 검증 및 인허가용 데이터를 생산하여 산업체 등에 제공하였다.

‘원자로 열수력 실증실험’ 과제에서는 열수력 종합효과 실험계획 및 장치설계를 산·학·연·관 전문가들과의 광범위한 의견 교환과 토론을 통해 종합적으로 재검토하여 추진방향을 재설정하고 실험장

치 설계를 최적화하였으며, 관련된 핵심 기반기술을 개발하였다. 종합효과실험시설이 구축되는 2005년 이후에는 국제적 수준의 열수력 종합효과 실험을 통해 원자력 기술 발전에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

‘최적 열수력 계통분석코드 개발’ 과제에서는 다차원 최적 안전 해석 통합코드인 MARS 코드 개발 및 평가를 핵심 목표로 하고 있다. MARS 코드는 1차원 및 3차원 열수력 모듈의 통합을 통하여 원자로계통의 다차원 열수력 해석을 구현하고, 코드 Restructuring 및 현대화를 통하여 기술 국산화를 이룩한 코드이다. 또한 다차원 원자로계통 열수력, 다차원 노심 열수력 및 동특성, 그리고 격납용기 열수력 과도거동의 통합 해석을 구현한 세계 최초의 통합 안전 해석 체계이다.

3. 중대사고 실증실험 및 평가기술 개발

TMI 사고 및 체르노빌 원전 사고 이후 중대사고는 원전 안전을 위해서 해결하여야 할 가장 중요한 현안 중의 하나로 정부는 원전 중대사고 정책을 통해 원전의 중대사고에 대한 대처 능력의 확보를 요구하고 있다. 중대사고에 대한 연구는 중대사고 현상 파악, 평가 방법론 확립, 중대사고 대처방안 수립을 위한 실험 및 해석적 연구 등이 수행되어 왔으며, 이러한 연구를 바탕으로 가동중 원전의 개별 원전 안전성 점검과 중대사고관리 전략을 수립하고 신형경수로1400과 같이 신규 원전에 대해서는 중대사고 대처 방안을 설계에서부터 반영하여 원전 안전성 확보에 노력을 기울이고 있다.

“중대사고 실증실험 및 평가기술개발” 과제는 원전의 중대사고에 대한 안전성 확보를 위해 심층 방호개념에 입각한 중대사고 위해도

완화전략 및 평가기술 개발을 최종목표로 하고 있다. 이를 위하여 원자로 내에서 사고를 종결하기 위한 노내 연구, 원자로용기 파손 이후의 격납건물 현상분석을 위한 노외 연구, 그리고 중대사고해석 종합 전산코드개발 등 3개 분야로 나누어 수행하고 있다. 또한 미국, 유럽의 원자력 선진국들과 정보교환 및 기술교류를 위하여 CSARP, PHEBUS-FP 등 국제공동연구협력 프로그램에도 활발히 참여하고 있으며, 최근에는 OECD/NEA와 공동으로 TROI 실험 프로그램을 수행하게 되어 중대사고 연구분야의 기술수준을 인정받게 되었다.

노내 노심용융물냉각 과제는 SONATA-IV의 간극 냉각 실험을 마무리하고 노내 노심 용융물 냉각의 개선 방안을 모색하였다. 또한 LAVA 대형 용융물 실험을 통하여 간극 냉각의 스케일링 측면을 실험하였으며 UO₂를 이용한 실험으로 용융물의 재료 특성 차이에 따른 영향을 비교하였다. 실험과 병행하여 원자로하부 용융물의 냉각을 전체적으로 모의하는 LILAC코드를 개발하였다.

격납건물 위해요인 평가기술 개발분야에서는 격납건물의 건전성을 위협하는 현상 중 원자로 캐비티에서의 증기폭발 현상, 수소연소 제어, 핵분열생성물 거동 연구를 수행하고 있다. '01년에는 실제 원자로 물질인 코륨 (UO₂/ZrO₂ 혼합물)을 이용한 증기폭발 실험을 수행하여 세계에서 처음으로 코륨의 자발적인 증기폭발 현상을 관찰하여 국제적인 주목을 받았다. 그 결과 OECD/NEA에서 수행하고 있는 SERENA 국제 공동 연구와 공식 협력이 합의되었다.

중대사고 위해도 완화전략 분석을 위한 전산코드 개발에서는 새로운 모델개발과, 사용자 편의성을 향상시키고 개발된 모델을 쉽게 접목할 수 있도록, 코드 구조의 개편 등을 통해 중대사고해석 열수력 종합 전산코드인 MIDAS/TH를 개발하였고, 이를 이용하여 가동

중 및 설계 중인 발전소에서의 중대사고 대처 능력을 평가함으로써 안전성을 향상시키는데 일익을 담당하고 있다.

4. 일체형원자로 안전현안연구

한국원자력연구소에서는 해수 담수화 및 전기 생산을 위해 330 MWt 가압경수로 일체형 원자로 (SMART) 설계 기술을 개발하고 있다. SMART 담수화발전소는 40,000m³/day의 용수를 생산할 계획이다. 원자력안전기술원은 원자력연구소와 공동으로 1999년 4월부터 2002년 3월까지 3년간 일체형원자로 안전현안연구를 수행하였다. 본 연구에서는 국내·외에서 개발, 운전되는 일체형 원자로의 활용 특성과 안전 특성을 분석하였으며, 해수 담수화용 일체형 원자로와 관련된 안전규제요건의 분석 및 담수화 설비에 연계되는 계통들에 대한 새로운 안전요건의 조사를 수행하였다.

본 연구결과는 설계자에게 설계단계에서 안전성을 증진시키고자 하는 노력을 장려하고, 향후 안전성 평가 과정에서 예상이 되는 안전현안들을 조기에 도출하여 해결할 수 있는 기회를 제공함으로써 인허가의 안정화에 기여할 수 있을 것이다.

5. 중수로 안전성 향상 기술개발

1999년 9월 말 월성4호기의 준공과 함께 우리나라가 중수로 중주국인 캐나다에 이어 세계 제2위의 중수로원전 보유국으로 부상함에 따라 과학기술부는 2000년 초부터 “가동중 중수로원전 안전성 향상 기술개발 연구” 과제를 현장 중심의 현안지원 성격으로 신규 기획하여 동년 9월 착수하게 되었다.

2000년 9월부터 2002년 3월까지 약 18.5개월간 수행한 1단계 과제 의 최종 목표는 가동중 중수로 안전성 평가 기술개발 및 안전여유 최적화를 통한 안전성 확보에 두고 있으며, 우선 그 방안을 수립하 는 것을 목표로 하였다.

이에 이어 2002년 4월부터는 원자력 중장기계획사업 2단계로 원 전성능 및 현장기술혁신분야의 “중수로 운전성능 향상기술 개발” 과 제를 수행하고 있다. 동 과제도 1단계와 마찬가지로 산·학·연이 함께 참여하는 협동과제로 수행되고 있으며, 중수로 원전의 주요 운 영현안 해결을 통한 운전성능 향상 및 기술수준의 선진화를 최종목 표로 하고 있다.

제4절 방사선 안전규제연구

1. 방사선 안전규제 기술개발

방사선안전규제 기술개발과제는 3단계로 구분하여 1단계는 1997~1999(3년), 2단계는 2000~2004(5년) 3단계는 2005~2006 (2년)으로 추진하고 있다. 현재 2단계 연구가 다음의 목표로 추진중에 있다.

- 방사선방호 검증기술 확립
- 방사성폐기물 관련 종합검증체제 확립
- 환경영향평가 및 환경방사선/능 모니터링 기법 선진화 및 비상 대응기술 확립
- 방사선원 안전규제기술 확립

- 국민 방사선 데이터베이스 구축

연구과제는 방사선방호, 방사성폐기물, 방사능 방재 및 환경, 국민 방사선 D/B 및 전국토 라돈농도 조사, 해양환경 방사능 감시, 방사선방호를 위한 표준한국인 설정, 그리고 방사선원 규제기술개발 등의 세부과제로 구성되고 있었으나, 해양환경 방사능 감시 및 전국토 라돈농도 조사 과제는 2002년 3월로 종료 된다. 2002년 3월 라돈농도 조사가 완료됨에 따라 2002년부터는 국민 방사선 D/B 및 전국토 라돈농도 조사 과제가 “국민 방사선위해도 평가” 과제로 수정·보완되었고, “방사선원 안전성 규제기술 개발” 과제가 방사선방호 과제에서 분리되어 수행된다.

2단계 1차년도(2001년) 연구성과로는 국내·외의 학술지에 각각 3편 및 2편의 논문을 게재하였으며, 국내에는 33편, 국외에는 3편의 논문을 발표하였다. 안전규제연구 성과로는 1건의 규제요건 개발을 완료하였고, 3건의 주제별 보고서를 발간하였다.

가. 방사선방호 규제기술개발

LNT 가설의 합리성 재평가, 방사선방호 신개념 등 국제동향 및 규제영향을 분석 국제 방사선방호 기준의 국내규제도입 방안을 모색하였고, 원자력시설의 주요작업 사후평가 기법 개발 및 개인 작업장 감시 평가기술 기반을 구축하여 원전시설 방호 Program 평가기술을 개발하였다. 직접측정방법에 의한 선량평가 검증체계 구축 및 간접측정방법 검증을 위한 뇨시료 제작 및 예비 검증을 수행하고, 말단선량평가를 위한 유효선량 환산기술 개발 및 보조선량계에 의한 선량평가 기술지침을 개발함으로써 개인 유효선량 평가/검증기술 개발을 추진하였다. 방사선기기의 취급 단계별 안전성확보 요건

을 도출하고 방사선취급에 따른 피폭유형 및 경로 분석하여 방사성 물질/방사선기기 안전성 평가기술을 개발하였으며, 운반안전성 평가 기술 개발을 위해 시험조건 및 안전평가 기준 도출, 해석방법 비교 및 신뢰성 검증을 통하여 운반 안전해석 검증기술을 개발하였다. 정량적 ALARA 평가기술 개발을 위하여 국내외 종사자 방사선량 동향분석 및 OECD/NEA ISOE 체제의 가동원전 ALARA 기술정보 체제를 분석하였다.

나. 방사성폐기물 규제기술개발

원자력시설 해체 안전성 검증기술 개발을 위해 해체에 관한 방사선영향평가와 사고해석에 관한 연구를 수행하였으며 방사성폐기물의 규제해제를 위한 기준농도(안)과 고시안을 수립하였다. 신규 규제수요인 유리화시설과 월성 삼중수소제거시설에 대한 안전요건(안)과 안전성평가지침을 개발하였다. 그동안 수행된 처분안전성검증연구의 결과들을 종합하여 천층처분시설 안전성검증지침과 처분장 수리지질특성 검증지침을 발간하였다. 핵종 Inventory 검증, 고화체 특성평가, 방사성폐기물 분류, 천층처분제한치 설정 등 IAEA 폐기물 안전협약을 이행하는 데 필요한 기초연구에 착수하였다.

다. 방사능 방재 · 환경 규제기술개발

확률론적 안전성 평가(PSA) 기법에 근거한 주민피폭선량 평가에 적절한 코드를 선정하고, 부지특성에 맞는 환경인자를 보완 적용하였다. 또한 ICRP-60 개념에 적합하도록 선량환산인자 및 risk factor를 선정 적용하였다. HR-ICP-MS를 이용한 ^{99}Tc 의 신속분석

법 및 LEPS를 이용한 ^{210}Pb 및 ^{241}Am 의 신속분석법의 실용성을 검증하고 각각의 절차를 확립하였다. 다수 β 핵종 동시분석을 위한 스펙트럼 분석 알고리즘을 개발하였으며, 배수모니터의 신호처리를 위한 전자회로를 자체 설계 제작하여 그 성능을 평가하였다. 국가 환경방사능 자료 평가를 위한 DataMart의 검증시스템 개발 및 GIS 시스템을 기본 설계하였으며, 방사선 비상개입준위 기준(안) 및 사고 초기 단계시 적용할 수 있는 대피/소개/옥소제 복용 피폭관리에 관한 기술 기준(안)을 개발하였다.

라. 전국 실내 라돈 방사능 조사

전국 3,000 지점에 대한 라돈 조사를 수행하여 우리나라 실내 라돈지도를 작성하였으며, 국내 10개 주요 도시에 대한 실외 라돈농도 조사도 실시하였다. 국내 실내외 연평균 라돈농도 자료를 이용하여 라돈에 의한 우리나라 국민의 연평균 피폭선량을 평가하였으며, 이를 토대로 실내 라돈에 대한 국내 권고치(안)을 제시하였다.

마. 해양환경방사능 감시기술 개발

우리나라 주변 해역의 수괴별 주요 인공방사성핵종 정밀 분포 현황을 조사하였으며, 주요 인공 방사성핵종 기원을 규명하기 위하여 입력경로별 주요 인공 방사성핵종의 입력량을 산정하였다. 황해/동중국해 경계면을 통한 주요 인공핵종 교환량을 산정함으로써 황해 환경평가를 위한 정책자료를 제시하였고, 황해/동중국해 순환산정모델과 황해 인공핵종 이동/확산 기초모델을 개발하였다.

바. 방사선 방호를 위한 표준한국인 설정 연구

표준성인(남녀) 영상 이미지 자료를 확보하고 방사선방호 관심장기를 3차원 영상으로 처리하였다. 인체 조직성분을 분석하여 단수명 핵종 및 장수명 핵종의 미량원소를 정량화했으며, 흡입 및 취식에 의한 내부피폭 평가모델을 구축하고 ICRP 30 모델과 한국인 모델을 비교하여 의미있는 차이를 확인하였다.

사. 방사선원 안전성 규제기술 개발

방사선방호 규제기술개발의 일환으로 수행되고 있던 방사선원 분야를 별도로 분리하여 세부과제의 하나로 구성하였다. 이 과제를 통하여 방사성동위원소 및 방사선발생장치의 안전성 규제기술을 개발할 예정이다. 세부적으로는 공동 또는 위탁연구를 통하여 안전규제 제도의 합리화, 방사선원의 안전성평가기술, 방사선취급 안전성평가기술, 방사선량평가 안전성검증기술 및 안전규제 기반을 구축하게 된다.

여 백

제2편 원자력시설의 안전규제

여 백

제1장 2001년 주요 안전규제 총괄

제1절 안전규제 절차

원자력 안전규제는 건설 및 가동중인 모든 원자력시설에 대해 수행되며 안전심사 및 안전검사로 나누어진다. 안전심사는 사업자가 원자로 및 관계시설에 대한 인허가 신청시 제출하는 안전성분석보고서 및 품질보증계획서 등을 관련기술기준에 따라 심사·평가하는 것으로서 신청된 시설의 설계, 제작, 건설 및 운영 등에 대한 제반 안전성을 확인하는 규제활동이다. 안전심사 대상에는 발전용 원자로, 연구용 원자로, 핵연료주기시설 및 방사성폐기물 처리시설 등 원자력법의 적용을 받는 모든 시설이 포함된다. 이들 시설에 대한 건설 또는 운영허가 심사는 부지의 적합성, 구조물, 계통 및 기기의 설계안전성, 환경영향, 운전안전성은 물론 원자력시설 운영시의 각종 가상사고 및 이상상태시의 확고한 대처능력 등에 대해 안전성을 평가한다. 발전용 원자로에 대한 안전심사는 크게 신규원전에 대한 건설 및 운영허가 심사와 가동중 원전에 대한 허가사항의 변경에 따른 변경허가 심사로 구분되며, 이 밖에도 원자력법의 건설허가 신청전 부지사전송인 신청 제도에 따라 필요시 이에 대한 심사도 수행하게 된다.

신규원전 건설허가 심사는 사업자가 허가신청시 제출하는 예비안전성분석보고서, 방사선환경영향평가서 및 건설에 관한 품질보증계

획서 등에 대한 검토를 통하여 신청된 원전시설이 원자력관계법령 및 기술기준을 충분히 충족시킬 수 있도록 설계방향, 설계원칙 및 기본설계개념 등이 타당하게 설정되었는지와 신청된 시설이 환경에 미치는 영향 및 이의 최소화 대책이 적절한지 여부를 확인한다. 신규원전에 대한 운영허가 심사에서는 최종안전성분석보고서 및 운영기술지침서 등에 대한 검토를 통하여 최종 설계내용이 원자력관계법령 및 기술기준에 따른 허용기준을 충족하며, 또한 비상운전절차서 등 제반 운전지침이 설계대로 확립되어 있는지를 확인함으로써 원전 운영에 따른 제반 안전성을 평가한다.

가동중인 원전에 대한 운영변경허가 심사는 규제요건의 변화나 기술 발전에 따라 설비의 보완, 변경 또는 운영절차 변경 등이 요구되는 경우 원자력법 제21조(운영허가) 및 동법시행령 제34조(변경허가 신청)에 의거 원자력사업자의 신청을 받아 변경 신청된 사항이 원자력관계법령 및 기술기준에 적합한지를 평가한다.

한편, 원자력시설에 대한 안전검사로는 건설중 원자력시설에 대한 사용전검사 및 시설검사(핵연료주기시설), 가동중 원자력시설에 대한 정기검사, 건설 및 가동중 원자력시설 등에 대한 품질보증검사, 원자로 주요부품 생산에 관한 생산품질보증검사, 주재관실에서 수행하는 일상검사 및 원자력시설에 주요현안이 발생할 경우 수행하는 수시검사 등이 있다.

사용전검사는 원자력법 제16조(검사) 및 동법시행령 제27조(사용전검사) 등에 따라 건설중 원자력시설의 공사 및 성능이 원자력관계법령에서 규정한 기술기준에 적합한지 여부를 검사한다. 정기검사는 원자력법 제23조의 2(검사) 및 동법시행령 제42조(정기검사) 등에 따라 가동중인 원자력시설의 운영에 필요한 기술능력을 확보하고 있는지와 해당 시설의 성능이 원자력관계법령 및 기술기준에 적합

하게 운영되고 있는지, 또한 원자로 시설의 내압, 내방사선 및 기타 성능이 사용전검사에 합격한 상태로 유지되고 있는지 여부를 확인한다.

법시행령 제128조에 따라 핵연료주기시설중 하나인 변환 및 가공 시설에 대한 시설검사를 통해 시설의 위치·구조·설비 및 성능이 적합함을 확인한다.

품질보증검사에서는 원자력관계 사업자의 품질보증계획 이행상태 및 품질활동의 적합성을 검사한다. 또한 생산 품질보증검사는 원자력시설의 원자로 주요부품의 건전성을 유지하기 위하여 원자력법 제16조, 동법시행령 제31조(품질보증검사) 등의 규정에 따라 국내·외에서 생산되는 원자로 주요기기·부품의 제작과정에서 적용되는 관련법령 및 기술기준 요건의 준수여부 확인을 통해 주요기기·부품이 설치되기 전에 안전점검을 철저히 하여 원전의 안전성을 확보하는데 주목적을 두고 있다.

일상검사는 과학기술부와 원자력안전기술원에서 파견한 원자력발전소 주재관실 요원들이 원전 현장에 상주하면서 안전운전을 감시하는 활동으로, 매일 발전소 운전현황을 파악하고 운전중에 원자로 정지 또는 중요한 안전계통에 문제가 발생할 경우 이를 조사하여 필요한 조치를 취한다.

수시검사는 원자력관계시설에 특별한 상황이 발생하거나 기타 국내·외 원자력관계시설 등에서 발생한 유사사건들을 참고로 하여 특별히 검사를 수행할 필요가 있다고 과학기술부에서 결정할 경우 수행한다.

제2절 안 전 심 사

2001년도에 수행된 안전심사 활동으로는 영광 5,6호기에 대한 건설허가의 후속심사로서 격납건물내 수소제어능력 확보 등을 포함한 건설허가 행정조치사항 4건에 대한 적합성 검토를 수행하였으며, 정부는 영광 5호기에 대해 운영허가 심사결과와 사용전검사 결과를 바탕으로 2001년 10월 24일에 운영허가를 발급하였다.

울진 5,6호기는 부지사전승인시 부과된 안전관련 구조물 하부의 연약대에 대한 굴착단계별 현장평가를 기초굴착시 수행하였다.

고리 1호기를 포함한 가동중 원전 16기에 대한 운영변경허가 및 경미한 사항 신고에 대한 안전심사로서 고리 3호기 사용후연료 저장용 조밀저장대 추가설치에 대한 심사 등 총 164건이 되었다.

연구용 원자로 및 핵연료주기 및 폐기시설 등의 안전심사로는 원자력법 제33조(연구용원자로등), 제43조(핵연료주기시설), 제76조(폐기시설) 등에 따라 하나로 건설·운영허가 관련 핵연료장전에 따른 허가조건사항 해제 신청 등 27건의 변경허가 및 경미한 사항신고에 대한 심사와 3건의 기술검토가 수행되었다.

품질보증심사로서 신연료집합체 운반용기 제작검사 품질보증계획서 검토 등 총 33건이 수행되었다.

제3절 안 전 검 사

2001년도에는 총 16기의 가동중 원전중에서 영광 1, 영광 3 및 월성 2호기를 제외한 13기의 원전에 대하여 정기검사를 수행하였다.

2001년도에는 개정된 원자력법시행령 제42조의 규정에 따라 추가된 운영기술능력분야의 점검사항인 운영조직, 자격 및 훈련, 운영절차서, 인적요소점검, 운전경험반영에 대한 점검, 시험·감시·검사 및 보수에 대한 점검 등에 대해 검사하였다.

건설중 원전과 관련하여 영광 5호기는 시운전시험, 영광 6호기는 계통별 기능시험 및 고온기능시험, 울진 5,6호기는 제1단계(구조물) 부분의 사용전검사를 수행하였다. 또한 연구용 원자로, 핵주기 시설 및 RI 폐기물 폐기시설 등에 대한 안전검사를 수행하였으며, 특히 2001년 후반부터 원자로건물을 제외한 부속시설에 대한 해체공사가 진행중인 연구용 원자로 2호기(TRIGA MarkⅢ)에 대해 방사선관리, 폐기물처리 및 관리 점검 등의 분야에서 해체 상황을 점검하였다. 원자력관련 사업자에 대한 품질보증검사는 수력원자력(주) 등 총 4개 기관의 10개 사업장에 대하여 품질보증계획 이행상태 및 품질활동 적합성 여부를 검사하였으며, 원자로 주요기기·부품 제작자인 두산중공업, 독일 KSB 등 국내·외 9개 업체를 대상으로 총 14회의 생산품질보증검사를 수행하였다.

한편, 동일한 설계의 발전용 원자로 및 관계시설을 반복적으로 건설하기 위한 표준설계인가제도가 2001년 7월에 법제화됨에 따라 사업자는 차세대원전에 대한 표준설계인가를 과학기술부에 신청하였다. 이에 따라 차세대원전에 대한 사전안전성검토와 연계하여 표준설계인가 심사가 진행중에 있다.

2001년도 한해동안 가동중인 원전 16기에서 발생한 원자로 정지는 총 17회로써 평균 정지율은 1.1회/원자로·년이였다. 이는 지난 5년간의 평균치인 1.3회/원자로·년의 수준이하를 유지하고 있으며, 원자로 정지원인을 분석한 결과 1차계통 및 인적실수에 기인한 원자로 정지가 전반적으로 감소추세에 있음이 확인되었다.

제2장 가동중 원자력발전소 안전규제

제1절 고리 원자력발전소(1호기~4호기)

1. 안전심사

가. 고리 1, 2호기 안전심사

1,2호기 주급수격리밸브 및 주증기격리밸브 시험주기 연장, 1호기 원자로 노외 핵계측 계통 설비개선, 축방향 출력편차 확장에 따른 노심 주요변수 변경, 2호기 증기발생기 습식휴관설비 신설, 순환수 계통 회전식 바스크린 설치, 열출력측정기 영구설치, 안전등급펌프 가동중시험용 압력계 신설 등과 관련하여 가동원전 안전심사를 수행 하였다. 고리원전 심사현황은 <표 2-2-1>과 같다.

나. 고리 3, 4호기 안전심사

3호기 사용후연료 조밀저장대 추가설치, 3,4호기 1차기 냉각해수계통 입구 온도제한치 완화, 지진기록장치 및 분석설비 교체, 발전기 수소공급설비 개선, 주급수펌프 입구압력-저 정지회로 개선, 증기발생기 대기방출밸브 후단 소음기 설치, 주증기격리신호 관련 공학적안전계통의 전자기판 이중화 등과 관련한 가동 원전 안전심사를 수행하여 안전성을 확인하였다.

<표 2-2-1> 고리원전 가동중 심사현황

호 기	운영 변경허가	정미한사항 변경신고	기술검토	소 계
고리 1,2	8	10	5	23
고리 3,4	4	14	2	20
계	12	24	7	43

2. 안전검사

가. 고리 1호기 정기검사

2001년 11월 16일부터 2001년 12월 18일까지 33일간에 걸친 제20차 계획예방정비 기간 동안, 총 63개 검사항목에 대해 58명의 검사원이 투입되어 정기검사를 수행하였다.

검사결과, 원자로 및 관계시설은 계획예방정비와 시험이 관련 규정 및 절차에 따라 적절히 이루어졌으며 동 시설의 성능이 원자로 시설 등의 기술기준에 관한 규칙(과학기술부령 제31호) 제50조 내지 제66조의 기술기준에 적합하게 유지되고 있음을 확인하였다. 또한 지적사항은 5건, 권고사항은 11건이 도출되어 시정조치 되었다.

나. 고리 2호기 정기검사

2001년 5월 27일부터 2001년 7월 19일까지 54일간의 제16차 계획예방정비 기간 동안, 총 53개 검사항목에 대해 정기검사가 수행되었고, 총 44명의 검사원이 투입되었다. 특기사항으로서 제16주기에 사용된 핵연료에서 동일설계 핵연료의 연소실적에 비해 과다연소

된 핵연료봉 손상이 발견되어, 건전한 핵연료로 대체되었다. 핵연료봉 이상의 원인규명 및 재발방지를 위하여 이상 핵연료봉 정밀검사 및 수입자재 품질관리를 강화하였으며, 제17주기 운전 중 핵연료 이상을 극소화하기 위하여 노심운전절차 준수, 출력상승률 제한(1%/hr 이내) 및 제어봉 동작 최소화 등을 조치하였다. 또한 핵연료봉 이상 징후가 나타날 경우에는 원자로냉각재 정화유량을 최대로 하여 운전하고 원자로냉각재 방사능분석 주기를 1회/일로 단축하도록 하였다.

원자로 및 관계시설은 관련규정 및 절차에 따라 계획예방정비 및 시험이 적절히 이루어졌으며 동 시설의 성능이 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙(과학기술부령 제31호) 제50조 내지 제66조의 기술기준에 적합하게 유지되고 있음을 확인하였다. 지적사항은 7건, 권고사항은 7건이 도출되어 시정조치 되었다.

다. 고리 3호기 정기검사

2001년 3월 19일부터 2001년 4월 30일까지 43일간의 제13차 계획예방정비 기간 동안 총 55개 검사항목에 대해 정기검사를 수행하였고, 총 50명의 검사원이 투입되었다.

검사결과, 원자로 및 관계시설은 계획예방정비 및 시험이 관련 규정 및 절차에 따라 적절히 이루어졌으며, 동 시설의 성능이 원자로 시설 등의 기술기준에 관한 규칙(과학기술부령 제31호) 제50조 내지 제66조의 기술기준에 적합하게 유지되고 있음을 확인하였다. 지적사항은 1건, 권고사항은 7건이 도출되어 시정조치 되었다.

라. 고리 4호기 정기검사

2001년 11월 20일부터 2001년 12월 31일까지 42일간의 제13차 계획예방정비 기간 동안 총 61개 검사항목에 대해 정기검사를 수행하였고, 총 53명의 검사원이 투입 되었다.

검사결과, 원자로 및 관계시설은 계획예방정비 및 시험이 관련 규정 및 절차에 따라 적절히 이루어졌으며, 동 시설의 성능이 원자로 시설 등의 기술기준에 관한 규칙(과학기술부령 제31호) 제50조 내지 제66조의 기술기준에 적합하게 유지되고 있음을 확인하였다. 지적사항은 2건, 권고사항은 5건이 도출되어 시정조치 되었다.

제2절 월성 원자력발전소(1호기~4호기)

1. 안전심사

가. 월성 1, 2호기 안전심사

1호기 비상발전기 연속부하운전 시험주기 변경, 2호기 현장설비의 정정, 1,2호기 환형기체계통 역지밸브 신설, 2호기 비상노심 냉각수 탱크 최대운전온도 및 고온경보 설정치 변경, 2호기 제2정지계통 전송기 교체, 1,2,3,4호기 시범연료 장전 근거조항 신설 개정 등 총 16건의 심사를 수행하였다. 또한 2호기 배관누설부 보수 및 기술검토 보고서에 대한 기술검토, 1호기 압력관 결함보고서에 대한 기술검토 등 12건의 기술검토결과 안전성을 확인하였다.

월성원전 심사현황은 <표 2-2-2>와 같다.

나. 월성 3, 4호기 안전심사

기기냉각수 팽창탱크 수위 지시범위 확대, 복수펌프 기동 논리회로 변경, 인허가 서류 종합검토에 따른 FSAR 개정, 정기시험 주기 연장을 위한 운영기술지침서 개정 등 총 12건의 심사를 수행하였다. 또한 격납건물 포스트텐서닝계통 가동중점검보고서에 대한 기술검토, 3호기 정비부위 건전성 확인 방법 대체적용신청서에 대한 기술검토 등 4건의 기술검토 결과 안전성을 확인하였다.

<표 2-2-2> 월성원전 가동중 심사현황

호 기	운영변경허가	경미한사항 변경신고	기술검토	소 계
월성 1,2	5	11	12	28
월성 3,4	3	9	4	16
합 계	8	20	16	44

2. 안전검사

가. 월성 1호기 정기검사

2001년 9월 5일부터 2001년 11월 17일까지 74일간에 걸쳐 총 71개 검사항목(성능분야 65개 항목, 운영기술능력분야 6개 항목)에 대해 정기검사가 수행되었고 총 57명의 검사원이 투입되었다.

성능분야에서는 핵연료 압력관 연신량 측정 검사, 핵연료 압력관 가터 스프링 위치 교정 점검, 전 정지봉 낙하시험 점검, 안전등급 펌프 및 밸브 가동중시험 점검, 비상노심냉각계통 점검, 증기발생기

세관 와전류탐상시험 점검, 방사성폐기물 관리시설 점검, 방사선측정 및 감시계통 점검, 화재방호계통 점검 등에 대해 검사를 수행하였다. 운영기술능력분야에서는 운영조직에 관한 점검, 인적요소관리 등에 관한 점검 등에 대한 검사를 수행하여 원자로 및 관계시설의 성능이 유지되고 있음을 확인하였다. 검사결과 지적사항 2건, 권고사항 10건이 도출되어 시정조치 되었다.

나. 월성 3호기 정기검사

2001년 2월 28일부터 2001년 4월 17일까지 49일간에 걸쳐 총 62개 검사항목에 대해 정기검사를 수행하였고, 총 42명의 검사원이 투입되었다. 핵연료 압력관 연신량 측정 검사, 안전등급 펌프 및 밸브 가동중시험 점검, 원자로 제1,2 정지계통 계측설비 응답시간 점검, 제2정지계통 점검, 비상전원공급계통 점검, 방사성폐기물 관리시설 점검, 방사선측정 및 감시계통 점검, 원자로건물 부등침하상태 점검 등에 대한 검사가 수행되어 원자로 및 관계시설의 성능이 유지되고 있음을 확인하였다. 검사결과 지적사항 1건, 권고사항 12건이 도출되어 시정조치 되었다.

다. 월성 4호기 정기검사

2000년 11월 30일부터 2001년 2월 1일까지 64일간에 걸쳐 총 59개 검사항목에 대해 정기검사가 수행되었고 총 41명의 검사원이 투입되었다. 원자로 임계 점검, 가동중 검사, 정지냉각계통 점검, 안전등급 펌프 및 밸브 가동중시험 점검, 비상노심냉각계통 점검, 증기발생기 세관 와전류탐상시험 점검, 방사성폐기물 관리시설 점검, 방

사선측정 및 감시계통 점검, 화재방호계통 점검 등에 대한 검사를 수행하여 원자로 및 관계시설의 성능이 유지되고 있음을 확인하였다. 검사결과 지적사항 4건, 권고사항 9건이 도출되어 시정조치 되었다.

제3절 영광 원자력발전소(1호기~4호기)

1. 안전심사

가. 영광 1, 2호기 안전심사

격납용기 차단밸브 차단시간 조정, 비상디젤발전기 신뢰도향상, 과온도/과출력 원자로정지 설정치 변경, 1차 기기 냉각해수펌프 진동감시설비 개선, 주급수 제어밸브 솔레노이드 구동밸브 이중화, 공기압축기계통 압력계 신설, 터빈보호제어설비 개선 등과 관련, 13건의 안전심사를 수행하여 안전성을 확인하였다.

영광원전 심사현황은 <표 2-2-3>과 같다.

나. 영광 3, 4호기 안전심사

원자로 노심 운전주기 연장에 따른 운영변경허가 후속조치로 부과된 핵연료 건전성평가 결과 검토, 3,4호기 대체비상디젤발전기의 5,6호기 공유, 감속재온도계수 허용운전범위 변경, 노심운전제한감시계통 운전불능시 기술지침서 적용시간 연장, 복수펌프 전동기 교체,

수직형 고압전동기에 대한 시험설비 신설, 주발전기 고정자권선 냉각용 수소누설감지설비 신설, 주급수제어밸브 제어회로 이중화 등과 관련, 18건의 안전심사를 수행하여 안전성을 확인하였다.

<표 2-2-3> 영광원전 가동중 심사현황

호 기	운영 변경허가	경미한사항 변경신고	기술검토	소 계
영광 1,2	7	13	2	22
영광 3,4	5	13	0	18
계	12	26	2	40

2. 안전검사

가. 영광 2호기 정기검사

2001년 9월 4일부터 2001년 10월 25일까지 52일간에 걸쳐 총 64개 검사항목에 대해 제12차 정기검사를 수행하였고, 총 54명의 검사원이 투입되었다.

핵연료건전성 검사, 영출력 및 출력중 노물리시험, 원자로 중성자속검출기 이동관 와전류탐상검사, 원자로헤드 관통관 용접부 육안점검, 안전등급 1,2,3계통 가동중검사, 증기발생기 와전류탐상검사, 원자로 정지계통 응답시간 측정시험, 노냉각수 온도계기계열 교정, 방사선 측정 및 감시계통 점검, 격납건물 가연성기체 제어계통 점검, 격납건물 종합누설률시험, 격납건물 관통부 도체차단기점검, 방사선

비상대응시설 점검, 비상디젤발전기 점검, 기기냉각해수계통 점검, 잔열제거계통 점검, 비상노심냉각계통 점검, 금속파편감시계통 점검 등에 대한 검사를 수행하였으며, 운영기술능력분야의 6개 검사항목이 추가로 함께 검사되어 만족됨을 확인하였다. 검사결과 원자로 및 관계시설의 성능이 관련 규정 및 기술기준에 만족하였고 내압, 내방사선 및 기타의 성능이 원자력법 시행령 제27조의 규정에 의한 검사에 합격한 상태를 유지하고 있으며 발전용 원자로 및 관계시설의 운영에 필요한 기술능력도 유지하고 있는 것으로 평가되었다.

원자로냉각재 RTD 우회배관 철거 등 설계변경 작업과 국내·외 운전경험을 반영한 원자로헤드 관통관 용접부 육안점검, 원자로 안전등급 배관의 건전성 점검, 격납건물 라이너플레이트 점검 등도 함께 점검되었으며 제13주기 노심운전에 대비하여 핵연료 피복관의 재질이 Zircaloy-4에서 Zirlo로 변경되고 핵연료집합체의 상단고정체 누름스프링 고정나사의 재질도 인코넬-718로 변경된 Vantage-5H 핵연료가 장전되어서 이에 대한 적합성도 함께 검토되었다. 지적사항 4건과 권고사항 8건이 도출되어 시정조치 되었다.

나. 영광 4호기 정기검사

2001년 5월 3일부터 2001년 7월 10일까지 69일간에 걸쳐 총 61개 검사항목에 대하여 제5차 정기검사를 수행하였으며, 동 검사에는 총 47명의 검사원을 투입하였다.

핵연료건전성 검사, CPC/CLOSS 관련 시험, ICI Seal Housing 교체작업 점검, 가압기밸브 점검, 원자로냉각재펌프 점검, 발전소 보호계통 교정 및 기능시험, 원자로 정지차단기 기능시험, 제어봉 위치

신호전송용 광케이블 선로변경 점검, 격납건물 국부누설률 시험, 핵연료교환용수 저장탱크 점검, 4.16kV 모선 저전압 보호계전기 점검, 비상디젤발전기 성능점검 및 기계계통 점검, 안전등급 펌프 및 밸브 가동중시험 점검, 화학 및 체적제어계통 점검 등에 대한 검사를 수행하였다. 그 결과 원자로 및 관계시설의 성능이 관련 규정 및 기술 기준에 만족하였고 내압, 내방사선 및 기타의 성능이 원자력법 시행령 제27조의 규정에 의한 검사에 합격한 상태를 유지하고 있는 것을 확인하였다. 영광 4호기 제5차 정기검사결과 지적사항 4건, 권고사항 7건이 도출되어 시정조치 되었다.

정기검사기간중 수행된 주요 작업사항으로서는 노심 핵계측기 Seal Housing(54개 전량)과 Seal Table 교체작업, 원자로냉각재 가스방출계통 밸브 교체, 가압기 전열기 교체, 해수냉각계통 공통모관 연결작업, 격납건물 라이너플레이트 가동중검사, 제어봉 위치신호전송용 광케이블 선로변경 점검 등이 있으며, 제6주기 노심운전에 대비하여 핵연료피복관 재질이 Zirlo로 변경되고 이물질 정화능력이 향상된 가디안핵연료집합체(Guardian Fuel Ass'y)가 장전되어서 이에 대한 적합성도 함께 검토되어 만족됨을 확인하였다.

정기검사중 특이사항으로서는 증기발생기 세관의 와전류탐상검사 과정에서 발견된 고온관측 세관 35개의 원주방향 균열(Outer Diameter Stress Corrosion Cracking)이다. 동 사항에 대하여 사업자의 조치결과 적합성 검토결과가 원자력안전전문위 제1분과(원자로계통분과) 제6차 회의에 보고·심의되어 재가동에 따른 안전성을 확인하였다.

제4절 울진 원자력발전소(1호기~4호기)

1. 안전심사

가. 울진 1, 2호기 안전심사

안전등급 직류전원 B계열 축전지 교체, 기체배기구 방사능감시기 경보설정치 변경, 염소생산설비 염소주입 유량계 개선, 발전소 조직 및 책임사항 수정, 원전연료 피복관 재질 변경, 순환수계통 취수구 트레블링 스크린 설치, 금속파편 감시설비 신설 관련 FSAR 개정 등 총 17건을 심사하였다. 기술검토사항으로는 2호기 격납건물내 계통도면 비치용 패널설치 손상부분에 대한 보수계획 검토, 1호기 및 2호기 교체노심 안전성평가보고서 검토 등 6건의 기술검토를 하였다.

울진원전 심사현황은 <표 2-2-4>와 같다.

나. 울진 3, 4호기 안전심사

원전연료의 ZIRLO 피복관 적용, 가디안연료 사용시 축방향 출력 편차 개정, 개선운영기술지침서 및 FSAR 개정, 감속재 온도계수 허용운전범위 변경, 격납건물 운전지역 감시기 경보설정치 추가, 노심 운전 제한치 감시계통 운전불능시 적용시간 변경 개정 등 8건의 운영변경허가 신청과 Crank Case Vent 배관 변경, 주급수 승압펌프 급수계통 기기배수밸브 추가, 보조증기계통 기기배수밸브 추가, 비상계획 수정, 주발전기 자동전압 조정기실 냉방기 추가 변경 등 30건의 경미한 사항 변경신고 건에 대한 심사가 수행되었으며, 기술검

토사항으로는 울진 3호기 증기발생기 세관 정비계획서 검토, 울진 3호기 및 4호기 교체노심 안전성평가보고서 등 5건이 검토되어 안전성을 확인하였다.

<표 2-2-4> 울진원전 가동중 심사현황

호 기	운영 변경허가	경미한사항 변경신고	기술검토	계
울진 1,2	2	15	6	23
울진 3,4	8	30	5	43
계	10	45	11	66

2. 안전검사

가. 울진 1호기 정기검사

2001년 10월 3일부터 11월 9일까지 38일간에 걸쳐 총 63개 검사 항목에 대한 정기검사가 수행되었으며, 총 51명의 검사원이 투입되었다. 원전연료 상단고정체 스프링나사 보수를 위해 35 다발의 연료에 대한 상단고정체를 INC-600에서 INC-718로 교체함으로써 장전 연료 전량의 상단고정체 교체를 완료하였다. 원자로뚜껑 관통관 육안검사, 증기발생기 세관 와전류탐상 검사, 원자로냉각재펌프 점검, 제어봉 낙하시간 측정시험, 방사성폐기물 관리시설 점검, 보조급수계통 점검 등에 대한 검사가 수행되어 원자로 및 관계시설의 성능이 유지되고 있음을 확인하였다. 검사결과 안전등급 1,2 및 3 계통에 대한 누설시험 절차 미흡 등 지적사항 7건과 권고사항 11건이 도출되어 시정조치 되었다.

나. 울진 2호기 정기검사

2001년 5월 15일부터 6월 28일까지 44일간에 걸쳐 총 54개 검사 항목에 대한 정기검사를 수행하였으며, 총 39명의 검사원이 투입되었다. 원전연료 상단고정체 스프링나사 보수를 위해 81 다발의 연료에 대한 상단고정체를 INC-600에서 INC-718로 교체함으로써 장전 연료 전량의 상단고정체 교체를 완료하였으며, 격납건물내 계통 도면 비치용 패널을 설치한 손상부위에 대한 보수를 실시하였다. 노물 리시험, 원자로 정지계통 응답시간 측정시험, 가압기 밸브 점검, 증기발생기 세관 와전류탐상 검사, 핵연료 이송설비 점검, 보건물리 및 감시계통 점검, 화재방호계통 점검 등에 대한 검사가 수행되어 원자로 및 관계시설의 성능이 유지되고 있음을 확인하였다. 검사결과 가동중시험 요건에 따른 후속조치 미흡 등 지적사항 5건과 권고사항 5건이 도출되어 시정조치 되었다.

다. 울진 3호기 정기검사

2001년 6월 30일부터 8월 8일까지 40일간에 걸쳐 총 54개 검사 항목에 대한 정기검사를 수행하였으며 총 41명의 검사원이 투입되었다. 증기발생기 세관 와전류탐상검사 결과 2차측 응력부식균열이 검출된 6개 세관에 대해 Stabilizer가 부착된 관마개로 관막음하였다. 핵연료건전성 검사, 안전등급 1,2,3 계통 가동중검사, 발전소보호계통 교정시험, 증기발생기 세관 와전류탐상 검사, 비상디젤발전기 점검, 격납건물 국부누설률시험, 가동중시험 점검 등의 검사결과 원자로 및 관계시설의 성능이 유지되고 있음을 확인하였다. 노외중성자속 선형채널 시험절차서 내용 미흡 등 지적사항 3건과 권고사항 8건이 도출되어 시정조치 되었다.

라. 울진 4호기 정기검사

2001년 2월 10일부터 3월 28일까지 47일간에 걸쳐 총 57개 검사 항목에 대한 정기검사를 수행하였으며, 총 42명의 검사원이 투입되었다. 증기발생기 세관 외전류탐상 검사 결과 상부 지지구조물에서의 마모 등이 발생한 10개의 세관을 관막음하였다. 핵연료건 전성 검사, 영출력 및 출력중 노물리시험, 발전소보호계통 응답시간 측정시험, 지진감시계통 점검, 비상디젤발전기 점검, 격납건물 살수계통 점검, 방사선비상대응시설 점검, 보조급수계통 점검, 화재방호계통 점검 등의 검사결과 원자로 및 관계시설의 성능이 유지되고 있음을 확인하였다. 보조급수계통 작동시 취출 및 시료채취 격리신호 설계 부적합 등 지적사항 8건과 권고사항 6건이 도출되어 시정조치 되었다.

제3장 건설중 원자력발전소 안전규제

제1절 영광원자력 5, 6호기

1. 건설허가 후속심사 및 운영허가심사

영광 5,6호기는 각각 2002년 4월 및 2002년 12월에 준공을 목표로 건설되는 1000MWe급 가압경수형 원전으로, 1997년 6월 14일 “사고 해석 가정의 타당성(소외전원상실 3초 지연)” 등 4건의 행정 조치사항을 부과하여 건설허가를 발급하였다. 동 4건의 건설허가 행정조치사항은 요구내용대로 조치되어 종결하였으며, 운영허가안전심사와 관련하여 156건의 1차 심사질의 및 62건의 2차 심사질의가 발행되었다.

2. 사용전검사

원자력법 제16조 및 동법 시행령 제27조에 의거, 사업자가 신청한 사용전검사에 대해 구조물공사와 관련하여 총 11회의 사용전검사를 통해 총 32건의 지적사항 및 13건의 권고사항을 발급하였으며, 시설의 설치분야 사용전검사는 총 33건의 지적사항과 11건의 권고사항을 발급하였다. 그리고 2000년 4월에 신청해온 II단계 계통기능시험에 대한 사용전검사를 수행하여 총 3건의 지적 및 1건의 권고사항

을 발급하였으며 III단계 상온수압시험 및 고온기능시험에 대한 사용전검사를 수행하여 지적 7건을 발행하였다. 영광 5호기는 2001년 10월 24일 운영허가가 발급되어 핵연료 장전 및 시운전시험을 수행 중에 있으며 영광 6호기는 계통별 기능시험 및 고온기능시험에 대한 사용전검사를 수행중에 있다.

제2절 울진5, 6호기

1. 건설허가 후속심사

울진 5,6호기는 각각 2004년 9월과 2005년 9월 준공을 목표로 건설되는 1000MWe급 가압경수형 원자력발전소로서 원자로 및 관계 시설은 영광 5,6호기를 참조하여 설계되며 선행호기의 건설·운영 경험과 개량형 안전설계요건 등을 반영하여 영광 5,6호기 대비 30여 건의 설계변경이 이루어졌다.

건설허가심사는 1997년 6월 부터 1999년 3월까지 수행되었으며 1997년 12월 30일 부지사전승인이 발급되었고 1999년 5월 17일자로 건설허가가 발급되었다. 2001년도에는 부지사전승인시 부과된 기초지반의 현장평가 및 건설허가 후속조치 사항들에 대한 심사를 수행하였다.

기초지반의 현장평가와 관련하여 배수구 구조물 기초지반, CCW 열교환기건물 기초지반, 응축수저장탱크 기초지반 및 비상디젤건물 기초지반 등에 대한 평가 및 현장확인을 수행하였으며 아울러 영구 지하수처리의 적합성을 검토하였다.

건설허가 후속조치 사항 5건 중 2건은 1999년, 2000년에 각각 종결되었으며 나머지 3건의 심사가 당해연도에 수행되었다. 디지털기반의 계측제어계통 설계는 울진 5,6호기에서 처음 시도되는 신기술로 소프트웨어 품질보증계획에 대한 보완요구가 시정조치 되었다. 또한 소프트웨어 품질보증계획의 수행상태를 확인하기 위하여 제작자에 대한 1차 실사를 수행하고 실사시 제기된 문제점을 보완하도록 요구하였다. 선형호기에 비하여 전열관 재질이 인코넬 690으로 변경되고 유량분배판이 설치된 증기발생기의 건전성에 대해서는 사업자가 제출한 보고서를 검토하고 2차에 걸친 질의를 수행하였다.

상기한 건설허가 후속심사 사항은 사업자가 제시한 조치내용의 적합성이 확인될 때까지 지속적으로 검토할 예정이다.

2. 사용전검사

안전관련 구조물에 대한 5, 6, 7차 사용전 검사가 수행되었으며 검사결과 원자로건물 및 안전관련 구조물의 공사는 적합하게 시공되었으며 7건의 지적사항 및 6건의 권고사항이 도출되어 시정조치되었다. 계통에 대한 시설검사는 2001년 6월부터 시작되었다.

제4장 신형경수로 1400 표준설계인가심사

국가선도기술개발과제 (G-7 Project)의 일환으로 “차세대 원자로 기술개발”사업 ('92. 12~'99. 2) 수행되어 기본설계를 완료하고 이를 반영하여 표준설계안전성분석보고서가 개발되었다.

차세대 원전(신형경수로1400)은 디지털 계측제어계통, 첨단 인간-기계연계 등의 신규 개량설비를 설계에 반영하여 표준화된 설계의 노형으로 반복 건설될 예정이다. 따라서 차세대원전의 설계특이성 등을 고려할 때 철저한 안전성 확인이 필요하며, 원자력안전기술원은 표준설계인가제도에 따라 정식 인허가 신청 전에 차세대원자로 기술개발 제Ⅱ단계사업에서 개발한 설계에 대한 안전성을 조기에 확인하고, 제Ⅲ단계 목표인 표준설계인가 발급 추진일정 등을 고려하여 1999년 12월 15일부터 2001년 12월 까지 표준설계안전성분석보고서를 대상으로 사전안전성검토를 수행하였다.

사전안전성검토에서는 선행호기(울진3,4호기, 영광5,6호기, 울진 5,6호기 등)의 최근 인허가 심사경험을 반영하여 발전소의 전반적인 설비, 계통 및 기기의 설계에 대한 종합적인 안전성을 평가함은 물론, 설계변경 사항 및 그로 인한 영향과 선행호기 등의 건설 및 운영 과정에서 제기된 안전성 현안, 그리고 국내·외의 규제요건 및 기술기준 변경에 따라 영향받는 사항 등이 중점적으로 검토되었다.

표준설계인가제도가 법제화됨에 따라 2001년 7월 25일 사업자

는 표준설계인가를 정식으로 과학기술부에 신청하였으며 사전안전성검토와 연계하여 표준설계인가 심사가 수행중에 있다.

표준설계인가심사에서는 사전안전성검토의 대상서류인 표준설계안전성분석보고서외에 추가로 제출된 원자로의 사용목적에 관한 설명서, 원자로시설의 설계에 관한 기술능력의 설명서, 표준설계기술서 (CDM) 및 비상운전절차서 작성계획서 (EOG)가 검토되고 있다.

제5장 원자력발전소 운전 분석

제1절 2001년 원자로정지 현황 및 원인평가

2001년도에는 가동 중 원전 16기에서 총 17회의 원자로 정지가 발생하였으며 평균 정지율은 약 1.16회/원자로·년이다. 최근 5년간의 원자로정지 통계 평균치인 1.3회/원자로·년의 수준이하를 유지하고 있다. 이 중, 울진 1,2호기의 원자로정지 5건은 새우떼, 해파리 등의 해양생물 유입에 의한 것이었다. <표 2-5-1참조>

<표 2-5-1> 국내 원전 원자로 정지현황

연도	고 리				영 광				울 진				월 성				평균율	총정지	호기수
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
1997	2	2	1	0	1	2	1	5	4	5	-	-	0	4	-	-	2.3	27	12
1998	0	2	2	0	0	0	0	0	1	0	0	-	2	2	2	-	0.8	11	14
1999	1	2	2	0	1	5	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1.1	17	16
2000	1	0	1	1	0	0	0	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0.6	9	16
2001	0	0	0	0	0	2	0	0	6	5	0	0	0	2	2	0	1.1	17	16

주 1) 본 자료는 과학기술부고시를 기준한 원자로정지 통계임.

주 2) 평균율은 총 정지를 가동 원전 수로 나눈 값으로 단위는 정지회수/원자로·년임.

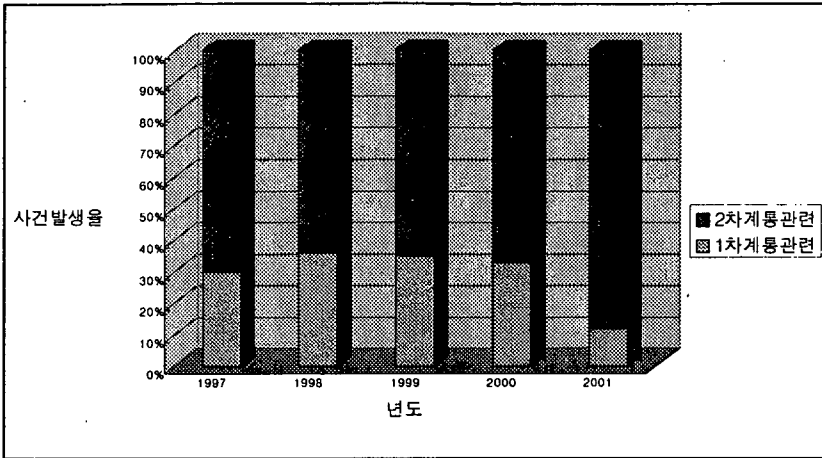
2001년도의 원자로 정지원인별 분석결과는 <표 2-5-2>와 같다. 정지원인을 원전 1차 계통과 2차 계통으로 구분하여 보면 1차 계통 관련 정지는 2건으로 2000년도에 비해 감소되었으며, 2차 계통 관련 정지는 15건이었다. 정지원인 중 인적실수가 1건, 기계적 원인이 10 건이고, 전기적 원인과 계측제어 관련 정지는 각각 3건이었다.

<표 2-5-2 및 그림 2-5-1, 그림 2-5-2 참조>

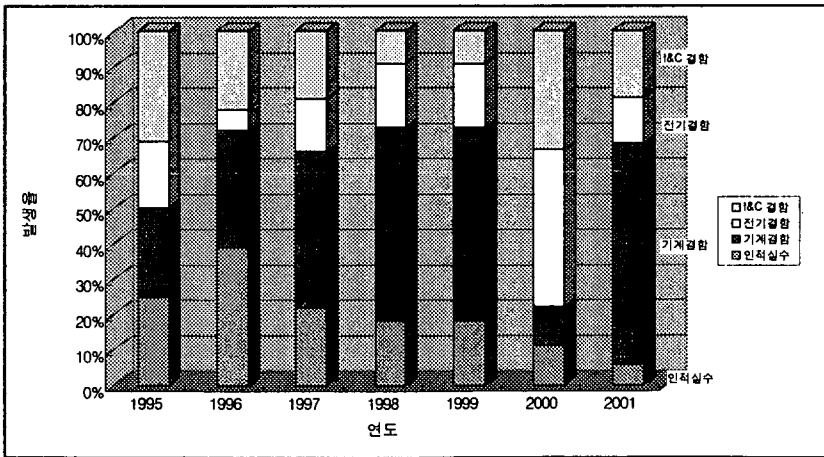
<표 2-5-2> 2001년 원자로 정지별 원인 분류 및 등급

순번	호기	일시	사 건 내 용	등급	정 지 원 인						
					1차	2차	인적	기계	전기	계측	
1	울진2	1.16	계전기 오동작에 의한 원자로정지	0		○					○
2	울진1	1.30	주변압기 고장에 의한 원자로정지	0		○				○	
3	월성3	3. 1	증기방출밸브 고착으로 인한 원자로 정지	0		○		○			
4	월성2	3. 7	삼중수소농도 증가로 인한 원자로 수동정지	0	○			○			
5	울진1	5. 1	새우떼 유입에 의한 원자로 정지	0		○		○			
6	울진1	5. 1	새우떼 유입에 의한 미임계 진입	※		○		○			
7	울진2	5. 1	새우떼 유입에 의한 미임계 진입	※		○		○			
8	울진1	5. 2	증기발생기 고-고 수위에 의한 원자로 정지	0		○					○
9	월성3	5.17	터빈제어기 고장에 의한 원자로 수동정지	0		○					○
10	월성2	7.11	발전기 수소 누설로 인한 원자로 수동정지	0		○		○			
11	울진2	8.11	해파리떼 유입에 의한 원자로 정지	0		○		○			
12	울진2	8.15	복수기 진공 상실로 인한 원자로 정지	0		○		○			
13	울진1	8.26	해파리떼 유입에 의한 원자로정지	0		○		○			
14	영광2	9. 3	증기발생기 고-고 수위에 의한 원자로 정지	0		○		○			
15	영광2	10.15	증기발생기 저-저 수위에 의한 원자로 정지	0	○			○			
16	울진2	10.29	소내원전계통 저전압계전기 동작에 의한 원자로 정지	0		○				○	
17	울진1	11.17	발전기 고정자 접지계전기 동작에 의한 원자로 정지	0		○				○	

총 건 수	건	2	15	1	10	3	3
구 성 비	%	12	88	6	59	18	18



<그림 2-5-1> 연도/계통별 사건발생분포



<그림 2-5-2> 연도/원인별 사건발생률 분포

원자로 정지원인중 인적실수가 차지하는 비율은 최근 5년간 계속 감소하는 추세에 있으며 <그림 2-5-1 참조> 이는 전반적인 원전

운영에 있어 안전문화의 확산 등 질적 향상에 기인한 것으로 평가되었다. 인적실수에 의한 정지 1건은 영광 2호기에서 발생한 사건으로 계획예방정비 후 출력증강 중 노외핵계측기(NIS) 검교정 작업과정에서 수위제어계통에 과도현상이 발생하여 원자로가 정지된 사건이다.

기계적인 원인에 의한 정지는 총 10건으로 전체 정지 원인중 59%를 차지하고 있으나, 이 중 5건은 울진 1,2호기에서 새우폐, 해파리 등 해양생물의 유입에 의하여 발생하였다.

전기계통에 의한 원자로정지는 총 3건으로 전체 정지 원인 중 18%를 차지하고 있으며, 3건 모두 울진 1,2호기에서 발생하였다. 울진 1호기의 경우, 주변압기 고장 및 발전기 고정자 접지 계전기 동작으로 2건의 정지가 발생하였고, 울진 2호기는 소내 보조변압기내부 접촉불량으로 저전압계전기가 작동하여 터빈/발전기 및 원자로가 정지하면서 발생한 사건이다.

계측제어계통에 의한 원자로정지는 3건으로 18%였다. 이는 2000년의 33%보다 낮아진 것이다. 이는 계측제어계통의 경우 예측이나 사전 인지가 어렵다는 특성에 따른 것으로 판단되며, 특별히 문제가 빈발할 소지가 있는 요인은 없는 것으로 판단된다.

2001년에는 국내 가동 중 원전에서 발생한 총 17건 중 2건의 미입계 진입 건을 제외한 15건의 원자로정지가 원전 사고·고장 등급평가위원회에서 4회에 걸쳐 심의되었다. 등급평가 결과 모든 원자로정지가 0등급으로 판정되었다.

제2절 원자력발전소 안전성능지표 분석

1. 개 요

가동원전수의 증가에 따라 축적된 운전이력은 원전의 안전운전에 중요한 정보를 제공해 준다. 특히 비정상 상태나 성능의 저하 등은 안전성 관련 사건의 선행지표가 되기도 한다. 이에 따라 각국의 원자력 사업자, 규제기관과 국제기구에서는 원전의 성능을 분석, 감시하기 위한 도구로서 각각의 목표에 적합한 다양한 지표들을 개발하여 사용하여 왔다.

이들 지표에는 국제적 차원, 국가(규제기관)차원, 각 사업자 차원의 지표들이 있으며 우리나라에서도 국가차원의 지표 필요성이 인식되어, 1995년부터 1997년까지 2년간에 걸쳐 과학기술부의 정책과제로 원전 성능지표가 개발되었다.

개발된 지표는 8개 분야 10개의 지표로 구성되었으며 시범적용을 통해 보완되어, 매년 지난 10년간의 성능추이에 대한 분석이 실시되고 있다. 추이 분석은 전체 호기의 평균값, 원전 용량별 평균값 및 공급자별 평균값을 조합하여 수행되며 호기별 자료의 특이사항에 대한 분석도 이루어졌다. 지표는 기존의 지표에 근거하되 위험도 개념의 도입 등 국제적인 추세와 위험도 기준규제의 시행시 보조 수단으로의 이용 가능성, 그래픽 도시를 통한 국민 홍보자료로의 활용가능성 등을 고려하고 지표별 성능목표치와 위험도에 근거한 성능영역의 구분 등이 이루어질 예정이다. 2001년도에 선정된 개선된 지표는 시범적용 및 수정을 거쳐 점차적으로 기존 지표를 대체하게 될 것이다. 개선된 지표는 일반영역 2개 지표, 원자로 안전영역 8개 지표, 방사선 안전영역 2개 지표 등 모

두 12개의 지표로 구성되며 필요시 지표의 추가와 수정이 수행될 것이다. <표 2-5-3 참조>

<표 2-5-3> 안전성능지표(안)

영역	분야	지표	비고
일반성능	운전	• 이용률	
	정비	• 원자로 비가동률	
원자로 안전	발생사건	• 비계획 원자로정지 • 비계획 출력변동	지표추가
	안전계통	• 안전주입계통 • 비상발전기 • 보조급수계통	지표분리 지표추가
	안전방벽	• 핵연료 • 1차냉각재 계통 • 비상대책	지표추가
방사선안전	소내	• 방사선 집적선량	
	소외	• 소외방사선 피폭	지표추가

2. 분석결과

가. 이용률 관련 성능지표의 추이

국내 원전의 이용률은 1988년 이후 지속적으로 증가하여 1991년 이후부터는 약 80% 이상의 높은 수준을 유지하고 있으며 1988년 가동을 개시한 울진 1호기 이후 원전 전체가 상당히 안정적인 운전

을 하고 있다. 이와 같은 추세는 영광 3,4호기가 가동된 1995년 이후에도 지속되고 있다. 2001년의 국내 원전 평균 이용율은 93.2%에 도달하였다.

나. 원자로 비가동률에 대한 추이

원자로 비가동률 증가에 영향을 준 것은 2차측 계통인 주발전기와 터빈의 영향이 컸다. 1994년도에 원자로 비가동률이 증가한 것은 1994년 11월 8일부터 1995년 1월 2일까지 고리 1호기 증기발생기 세관 누설과 관련한 정비작업의 영향이다. 2001년도에는 해양생물의 유입으로 인한 울진 1,2 호기의 정지와 월성 2,3호기 및 울진 1호기 발전기 보수로 인해 원자로 비가동율이 증가하였다.

다. 원자로 자동정지 횟수와 관련된 추이

1991년도의 평균 3.0회/원자로·년의 높은 정지율은 고리 1호기에서 계측설비의 경년열화로 인하여 정지횟수가 증가한 것과 직접적인 관계가 있다. 1992년 및 1993년도의 전체 원자로 정지횟수 증가는 고리 3,4호기에서 발생한 수차례의 원자로 정지로 기인하였다. 1997년도에는 울진 1,2호기에서 자연현상(폭설에 의한 지락 및 새우떼 등)으로 인하여 정지횟수가 증가하였으며, 1999년도에는 영광 2호기의 원자로 연속정지 영향으로 정지횟수가 증가하였다. 2001년의 경우 울진 1,2호기 취수구에 새우떼, 해파리떼의 유입으로 원자로 정지 횟수가 증가하였으나 최근 몇 년간 호기당 연간 1회 정도의 낮은 정지율을 유지하고 있다.

라. 원자로냉각재계통의 건전성

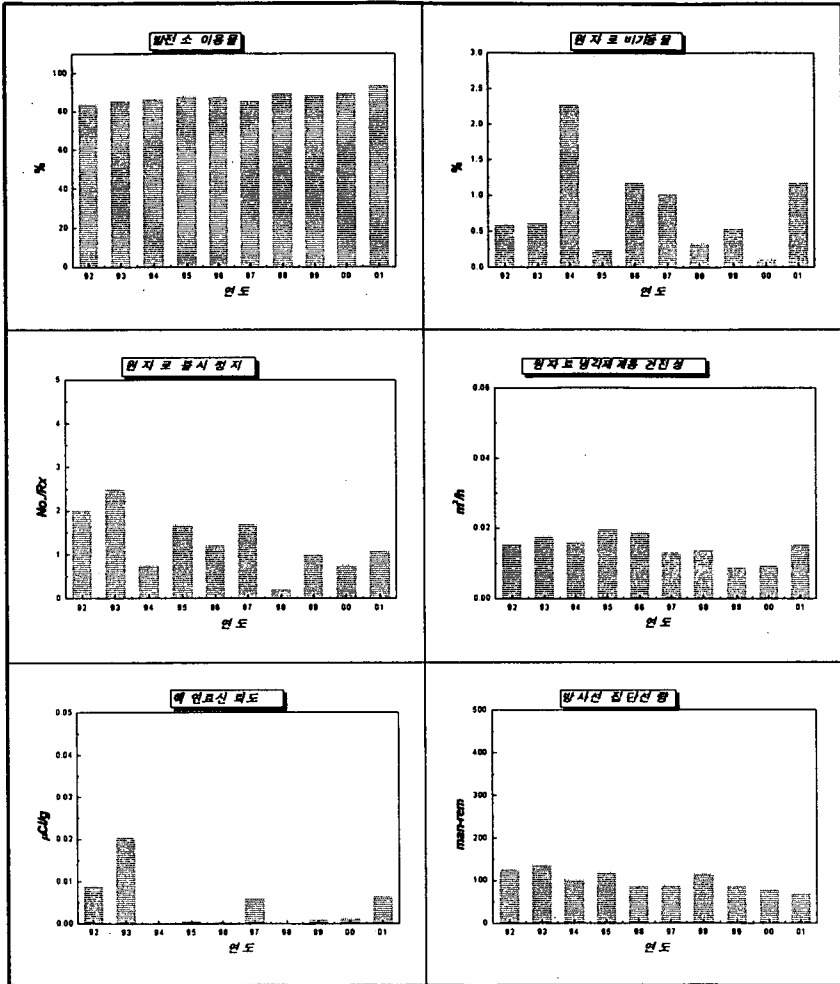
원자로냉각재계통의 압력경계 미확인 누설률은 전체적으로 감소 추세를 보이고 있으며, 이것은 누설 부위에 대한 관리가 강화되고 있음을 나타낸다. 영광 3,4호기의 경우 누설률 감소는 가동 개시후 계통이 안정추세로 유지되고 있음을 보이고 있다.

마. 핵연료의 신뢰도

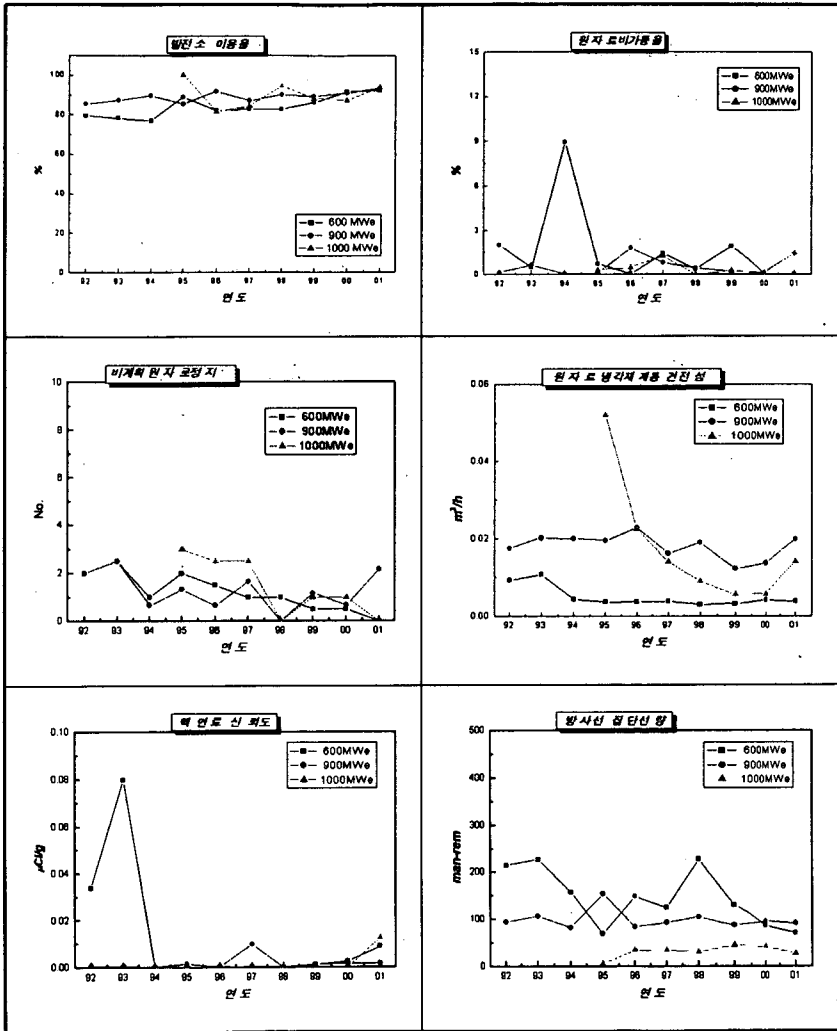
고리 2호기에서 발생한 핵연료 손상의 영향으로 1992년과 1993년도에 원자로냉각재 내의 방사능 농도가 증가하였으며, 1997년에는 영광 2호기에서의 핵연료 결함에 의한 영향으로 높은 준위를 나타내었다.

바. 방사선 집단선량

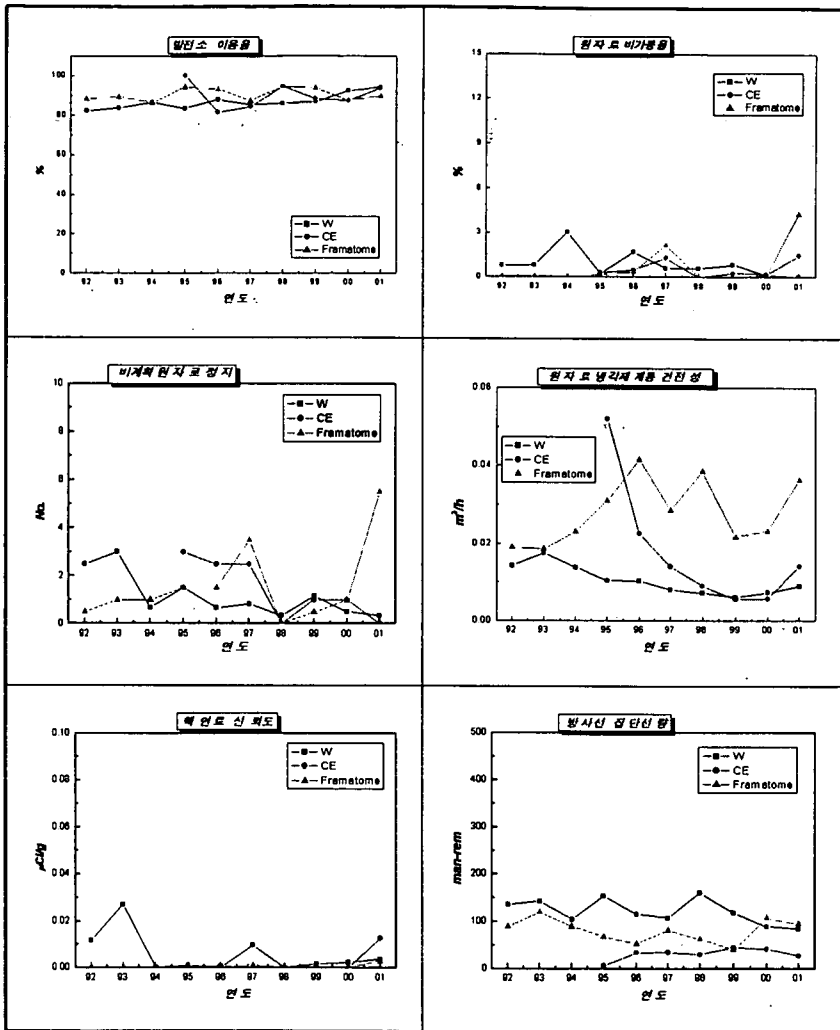
방사선 집단선량은 작업관리 향상 등으로 점차 감소추세에 있다. 1992년 및 1993년도의 증가현상은 고리 2호기의 연료손상과 관련된 것이며, 1995년도는 고리 3,4호기 및 영광 1,2호기의 원자로 냉각재 펌프 관련 작업으로 인하여 증가하였다. 1998년도에는 고리 1호기에서 증기발생기 교체작업으로 증가하였다.



<그림 2-5-3> 전체 원전의 성능지표 추이



<그림 2-5-4> 원자로 용량별 성능지표 추이



<그림 2-5-5> 원자로 노형별 성능지표 추이

제6장 원자력시설 품질보증 관련 안전규제

제1절 원자력시설의 건설 및 운영 품질보증

1. 품질보증심사

가. 심사대상

심사 대상은 발전용 원자로 및 관계시설, 연구용원자로 및 관계시설, 핵연료주기시설 등을 설계·건설·운영하는 원자력 관계 사업자의 품질보증 관련 인·허가 및 신고 사항으로, 신규허가, 변경허가 및 경미한사항 변경신고 등이다.

2001년도에는 발전용 원자로 영광 5,6호기 운영허가, 차세대원자로 사전설계안전성 심사, 원전연료 가공사업 관련 변경허가 및 경미한 사항 변경신고 심사, 방사성물질 및 핵연료 운반용기 제작사업 심사, 사용 후 핵연료 운반용기 제작사업 심사, 신연료운반용기 제작사업심사 등 각종 인·허가 및 신고사항과 관련된 품질보증계획 분야의 심사를 수행하였다.

나. 심사목적

원자력 관계 사업자의 품질보증 관련 인·허가 및 신고 내용이

원자로시설등의 기술기준에 관한 규칙, 제4절 「원자로시설의 건설 및 운영에 관한 품질보증」에 규정된 기본 요건과 「경수로형 원자력 발전소 안전심사지침서, 제17장 품질보증」에 기술된 상세 요건을 충족하는지를 심사하고 미비점을 도출, 시정 또는 보완토록 하여 원자로 및 관계시설의 안전성을 확보하기 위함이다.

다. 심사내용 및 현황

품질보증계획서 심사의 18개 기준은 다음과 같다.

1) 조직, 2) 품질보증계획, 3) 설계관리, 4) 구매서류, 5) 지시서 절차서 및 도면, 6) 문서관리, 7) 구매자재, 장비 및 용역의 관리, 8) 자재 부품 기기의 식별 및 관리, 9) 특수공정관리, 10) 검사, 11) 시험관리, 12) 측정 및 시험장비의 관리, 13) 취급, 저장 및 운송, 14) 검사 시험 및 운전상태, 15) 부적합 자재 부품 또는 기기, 16) 시정 조치, 17) 품질보증기록, 18) 감사 등이다.

품질보증 관련 인·허가 사항 심사 및 변경허가 사항 검토는 원자로관계시설 건설 및 운영 사업자가 상기 18개 기준에 따라 작성·제출한 품질보증계획서의 각 장별 기술내용의 적합성을 「원자력 발전소 안전심사 지침서 제17장 품질보증요건」에 따라 확인하는 것으로, 2001년도에는 총 33건의 품질보증 심사를 수행하였다.

라. 심사결과

2001년도에는 원자력발전소 전 호기 건설·운전 품질보증계획서 변경허가, 한전원자력연료(주)의 변경허가 및 경미한 사항 변경신고 등에 대한 심사를 수행하여, 품질부서장 자격기준 적용 미흡 등 23

건의 미비사항이 도출되어 시정되었다. 2001년도에 수행한 품질보증 계획서 심사 결과는 <표 2-6-1>과 같다.

<표 2-6-1> 2001년도 품질보증계획서 심사현황

번호	제 목
1	북핵 안전성분석보고서 본검토 및 SER작성
2	차세대 설계사전안전성 심사(2차 답변 검토 및 3차질의)
3	영광 5,6호기 건설허가 경미한사항 변경신고
4	울진 5,6호기 건설허가 경미한사항 변경신고
5	차세대 사전안전성검토 3차답변 검토 및 4차질의
6	영광 5,6호기 경미한사항 변경신고 보완 검토
7	울진 5,6호기 QAM 경미사항변경 보완 검토
8	KEDO KEPCO QAPM 개정검토
9	영광 5호기 운영허가 관련 심사(1차 답변검토 및 2차 질의)
10	경미한 사항 변경신고 보완자료 검토 (운전 전호기)
11	전호기 경미한사항 변경신고 검토
12	영광 5호기 운영허가 관련 2차 답변검토
13	월성 1호기 운영변경허가사항 검토
14	월성 1,2호기 경미한사항 변경신고 검토
15	고리 1,2,3,4/영광1,2,3,4 FSAR 개정안 검토
16	울진 3,4호기 운영변경허가 신청서 검토
17	운영변경허가 신청자료 검토 (고리3,4/영광1,2,3,4)
18	고리 1-4,영광 1-4,울진 1-4 운영변경허가 신청서 보완자료 검토
19	울진 1,2호기 경미한사항 변경신고 검토(조직)
20	울진 1,2호기 경미한사항 변경신고 검토(부서업무조정)

<표 2-6-1> 2001년도 품질보증계획서 심사현황(계속)

번호	제 목
21	영광 5호기 운영허가 심사보고서 작성
22	영광 5,6호기 운영허가 신청서류 변경내용검토
23	영광 5,6호기 운영허가 신청서류 변경내용 검토 (규일 제413호)
24	전호기 경미한사항 변경신고서 검토
25	특수형방사성물질 설계승인 관련 보완자료 심사
26	핵물질가공사업 변경허가 신청서 검토
27	하나로 건설, 운영허가 관련 경미한 사항 변경신고서 검토
28	핵연료 운반용기 설계승인심사 (1차질의)
29	하나로 건설·운영허가 관련 경미한 사항 변경신고 답변 자료 검토
30	핵물질 가공사업 변경허가 검토
31	HIC용기개발에 관한 특정기술주제보고서검토(최종본)
32	사용후핵연료 운반용기 보완답변 자료 검토의뢰
33	신연료집합체 운반용기 제작검사 품질보증계획서 검토

2. 품질보증검사

가. 검사대상

품질보증검사 대상기관은 2001년도 원자로 및 관계시설의 설계, 건설 및 운전 관련 총 4개 기관, 15개 사업장 중, 수력원자력(주) 본사 및 6개 사업소(영광 5, 6호기, 울진 1, 2호기, 영광 1, 2호기, 월성 3, 4호기, 고리 3, 4호기 및 울진 5, 6호기), 원자력연구소, 한

국전력기술(주), 한전원자력연료(주) 등 4개 기관, 10개 사업장이 선정되었다.

나. 품질보증검사의 목적

원자력 관계 사업자의 품질보증계획이 허가받은 상태를 유지하고 있으며, 그 상세 요건이 효율적으로 이행되고 있는지를 점검하여 미비점을 도출, 시정시킴으로써 원자로 관계시설의 안전성을 확보하기 위함이다.

다. 품질보증검사 내용 및 현황

2001년에 수행된 품질보증검사는 검사대상별 시설특성과 전년도 검사결과를 반영하여 각 사업장별로 검사주기 및 검사중점사항을 선정하여 실시하였다. 투입된 검사인력은 총 20명으로 매 검사마다 5~6명이 4~5일간에 걸쳐 총 10회의 검사를 실시하였다.

2001년도 품질보증검사 결과, 검사지적사항 92건, 권고사항 10건이 도출되어 시정조치 되었다.

제2절 원자로 주요부품 생산 품질보증

1. 검사 대상

원자로 주요부품 생산에 관한 품질보증검사의 대상은 원자로압력 용기, 증기발생기 가압기, 원자로냉각재 배관 및 펌프 등 주기기 5

개 품목과 원자로냉각재계통, 안전주입계통, 화학 및 체적제어계통, 정지냉각계통의 압력용기, 배관, 펌프, 밸브, 탱크 및 열교환기 21개 품목 등 원자로 및 안전관련 계통 26개 품목이다.

2001년도에는 울진 5, 6호기 원자로 등 주요기기 및 부품 공급 주계약자인 두산중공업(주)과 충전펌프 생산업체인 독일 KSB, 안전주입펌프, 화학 및 체적제어계통(CVCS) 펌프 생산업체인 효성에바라(주), 밸브류 생산업체인 (주)삼신, 충전펌프 생산업체인 독일 KSB, 밸브류 생산업체인 영국 Thompson, 미국 TRC, Crosby, Flowserve 등 9개 업체에 대해 검사가 수행되었다.

2. 검사 목적

생산 품질보증검사는 원자력법 제16조, 동법 시행령 제31조(품질보증검사)의 규정에 의거, 국내·외에서 생산하는 원자로 주요기기·부품의 제작과정에 적용되는 품질보증 관련 법령 및 기술기준요건의 준수여부를 확인하고, 사업자의 하청계약자 관리 및 부적합사항 처리 적합성을 점검하여, 건설현장에 주요기기 및 부품이 설치되기 전에 제품의 문제점을 발견, 시정토록 하여 원자력발전소의 안전성을 향상시키는데 그 목적이 있다.

3. 생산 품질보증검사 내용 및 현황

원자로 주요기기·부품 생산업체를 대상으로 품질보증계획서 및 관련 절차서의 적합성, 생산공정 중 품질관리 활동의 적합성, 부적합사항 처리의 적합성 등 품목 제작 중 법적 및 기술적 품질보증요건 충족여부를 검사하였다.

2001년도에 수행한 원자로 주요기기·부품 생산에 관한 품질보증 검사의 대상업체 및 품목별 검사수행 현황은 <표 2-6-2>와 같다.

<표 2-6-2> 원자로 주요부품 생산 품질보증검사 수행 현황

대상업체	1/4분기		2/4분기			3/4분기			4/4분기			대상기기
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
두산중공업(주)	○			○			○			○		주기기, 배관, 탱크 및 열교환기
(주)삼 신			○					○				밸브
효성에바라(주)			○					○				CVCS 및 SI 펌프
Thompson,UK		○										압력제어 밸브
KSB,Germany		○										충전펌프
Westinghouse, USA			○									RCP, CEDM
Flowserve, USA			○									공기 구동 밸브
Crosby, USA					○							압력방출 및 안전밸브
Curtiss Wright, USA					○							솔레노이드 구동 밸브

4. 검사 결과

원자로시설등의 기술기준에 관한 규칙, 품질보증관련 기술기준, 품질보증계획 및 절차서 등 관련 요건과 관련하여 총 44건의 지적 사항이 도출되어 모두 시정조치 되었다.

제7장 주재관 운영

과학기술부는 원자력발전소의 현장 안전규제에 관한 업무를 수행하기 위하여 1978년 고리 1호기 가동 당시부터 주재관을 파견한 이래 2001년말 현재 고리, 월성, 영광, 울진 등 전 원자력발전소에 총 24명이 주재하면서 원자력 안전규제의 현장 파수꾼으로서의 역할을 충실하게 수행하고 있다.

주재관실은 과학기술부 공무원 12명과 원자력안전기술원 8명, 사무보조원 4명 등으로 구성되어 있다. <표 2-7-1 참조>

주재관의 임무는 건설·운영중인 원자력발전소에 대한 일상점검으로 그 주요업무는 다음과 같다.

- 일일 건설· 운전현황 파악 및 원자로 불시정지 등 비상사태 발생시 사업자 조치사항 조사· 보고
- 원자력관계법령 및 기술기준 준수 등 원자력사업자의 안전관리 이행여부 확인 및 일상 검사
- 사고· 재난 기타 원자력안전과 관련된 비정상 상황의 조사
- 검사지적사항의 발급 및 관리
- 안전규제 관련규정의 경미한 위반사항에 대한 조치
- 위탁업무 취급기관(원자력안전기술원)의 현장검사관리 및 관련 정보 제공
- 원자력법령의 명백한 위반사항이나 안전성에 중대한 영향이 있는 사고· 고장의 조사· 보고
- 특정 핵물질의 계량관리 및 방호에 관한 검사

원자력시설의 안전규제를 위한 주재관 제도는 검사관(원)이 원전 현장을 출장 방문하여 검사할 경우 시간적 제약으로 인하여 원자력 사업자의 안전의무 준수활동을 적시에 파악할 수 없는 점 등을 보

완하기 위하여 도입·운영하고 있으며 대부분의 원자력 선진국에서도 이를 운영하고 있다.

<표 2-7-1> 원자력발전소 주재관실 인원현황

(2001년 12월 현재)

주재관실	과 학 기 술 부				원자력 안전기술원	계
	4급	5급	6-7급	계		
고 리	1	1	1	3	2(1)	5(1)
월 성	1	-	2	3	2(1)	5(1)
영 광	1	1	1	3	2(1)	5(1)
울 진	-	1	2	3	2(1)	5(1)
계	3	3	6	12	8(4)	20(4)

* ()는 사무보조원

특히 우리나라의 주재관은 원전의 건설·운영 현장에서 일상검사를 통해 발견되는 원전 운영·절차상의 문제점들에 대하여 사업자에게 시정조치를 명할 수 있는 권한을 행사할 수 있어 실질적인 안전규제 활동을 수행하고 있다. <표 2-7-2 참조>

한편, 원자력발전소 현장주재관이 체계적으로 계획적인 검사업무를 수행할 수 있도록 “원자력발전소 주재관(원) 표준검사지침서”를 적용하고 있는 바, 표준검사지침서에는 점검해야 할 각 검사항목별 요건(목적, 착안점, 지침)을 건설·운영 및 노형별로 구분하였으며 특히 운전중인 원전에 대해서는 운영조직, 훈련 및 자격, 운전보수, 기술지원, 방사선관리 등 8개 분야로 작성하여 현장검사업무에 적합하도록 체계화하였다.

<표 2-7-2> 2001년 원전주재관 일상검사 실적

주 재 관 실	지 적 사 항	권 고 사 항
고 리	20	17
월 성	28	33
영 광	56	21
울 진	53	39
계	157	110

제8장 연구용원자로, 핵연료주기시설 및 폐기시설 등 안전규제

제1절 인·허가 및 검사활동

연구용 원자로, 핵연료주기시설 및 방사성폐기물 폐기시설 등 비발전분야에 대한 인·허가 및 점검활동을 아래에 기술하였다. 2001년도에 해당시설에 대해 수행한 안전심사 현황은 <표 2-8-1>과 같으며, 안전검사 현황은 <표 2-8-2>와 같다.

1. 사용후핵연료 처리시설

사용후핵연료처리시설의 정기검사는 원자력법 제45조, 동 법 시행령 제151조, 시행규칙 제44조에 의거하여, 시설의 성능이 원자력법 제44조 및 과학기술부령 제16조의 규정에 의한 기술기준에 적합하게 운영되고 있는지와 화재 및 폭발을 방지하는 능력과 기타의 성능이 동법 시행령 제149조(사용전검사)의 규정에 의한 검사에 합격한 상태로 유지되고 있는지를 확인함에 있다.

한국원자력연구소에서 운영중인 사용후핵연료처리시설은 조사후 시험시설과 방사성폐기물 처리시설로 구성되어 있으며, 조사후 시험 시설에서는 가압경수로 사용후 핵연료에 대해 물리, 화학 및 금속재

료 실험을 통하여 핵연료의 건전성을 평가하며, 방사성폐기물 처리 시설은 원자력연구소내 발생 액체 및 고체 방사성폐기물 처리 및 저장관리를 하는 곳으로서 1991년 3월에 정상운동을 개시하였다.

동 시설에 대한 정기검사는 조사후시험시설 및 방사성폐기물처리 시설 등을 검사대상으로 하여 15명의 검사원을 투입하여 검사를 수행하였다. 정기검사 기간중 사용후 핵연료 처리시설 지역방사선 감시기 점검 후 조치 미흡 등 2건의 지적사항과 비상 디젤발전기 보호기능 점검수행 권고 등 권고사항 3건이 도출되어 시정되었다.

2. 핵연료 가공시설

가. 연구로용 핵연료가공시설

원자력연구소에서 운영중인 연구용원자로 하나로의 핵연료를 지금까지 캐나다로부터 전량수입에 의존하여 왔으나, 원자력연구소에서는 2003년 이후부터 자체생산하여 전량 공급하고 핵연료분말도 수출하기 위하여 2000년 4월 10일 연구로용 핵연료가공사업 허가를 신청하였다. 본 가공시설의 규모는 420kg/년 농축도 20%이하 규모로서 하나로 연구로시설에 인접하여 건설될 계획이다. 제출된 허가 신청서와 설계 및 공사방법에 관한 설명서 및 환경영향평가서 등 부속서류에 대하여 검토결과 핵연료주기시설의 위치·구조 및 설비의 기술기준 적합성과 방사성물질 등에 의한 재해방지에 지장이 없음이 확인되어 2001년 3월 20일 허가가 발급되었다.

나. 원전연료가공시설

한전원자력연료(주)에서 운영하는 가공시설에 대하여 원자력법 제 45조 및 시행령 제142조의 2, 준용 규정 제32조에 따라 가공시설의 성능이 원자력법 제43조와 시행령 제128조(시설검사) 및 과학기술부령 제31호(원자로시설등의 기술기준에 관한 규칙)와 의 규정에 의한 적합한 상태로 운영·유지되고 있는지를 확인하기 위한 정기검사가 수행되었다. 화학처리시설 등 13개 시설의 21개 검사항목에 대해 18명의 검사원이 투입되어 검사를 수행하였다. 정기검사 기간중 기화기밸브 보수작업 절차 미흡 등 7건의 지적사항과 종합적인 방사선 안전관리 계획의 장기적인 수립 권고 등 5건의 권고사항이 도출되어 시정조치 되었다.

한편 안전심사의 경우 원자력법 제43조, 동법 시행령 제126조 및 동법 시행규칙 제37조에 의거 제1공장 공조 및 환기계통 시설 개선 등 13건의 핵물질가공사업 변경허가 등에 대한 심사를 수행하였다. 또한 원자력법 제45조 및 시행령 제128조(시설검사) 규정에 따라 변경허가 승인된 시설의 공사 및 성능에 대하여 안전성을 확인한 결과 제출된 시설의 설치 및 설계변경 내용대로 적합하게 공사가 이루어져 시설의 운영상 문제가 없음을 확인하였다.

한편 2001년도 8월 23일 한전원자력연료(주) 제2공장 기화기실에서 공기구동 밸브의 작동불량으로 정비중에 있던 다른 공기구동 밸브가 순간적인 오동작으로 개방되어 육불화우라늄가스가 일시적으로 누설되는 사건이 발생하였다. 정부 조사단의 2차의 현장조사를 거쳐 누출원인, 작업절차서 준수여부, 사건발생직후 대응조치의 적합성, 보고규정 준수여부 및 방사선영향 평가 등 점검을 수행하였다. 점검결과 자동제어장치의 회로기의 카드 불량으로 확인되었고 작업종사자에 대해 방사선건강진단 및 체내외 피폭선량 평가를 수

행하였으나 이상이 없었다. 그러나 향후 이러한 보수작업시 기체 누설이 되지 않도록 기화기를 안전상태로 유지하고 보수작업을 수행하는 절차 및 점검요건 등을 절차서에 반영, 보완하도록 하고, 각 회로 카드 점검 주기를 설정하여 이행토록 하였으며, 인적실수 최소화를 위한 작업전 준비/점검사항 재검토 및 교육강화 등을 철저히 수행하도록 조치하였다.

또한 2001년 11월 25일 한전원자력연료(주) 제1공장 4층 굴뚝실에서 환기시설의 개선공사를 위하여 제거되었던 환기시설의 공조코일 등 폐자재를 산소용접기로 절단작업하던 중 불뚱이 폐자재 필터 종이박스에 붙어 붙어 발화가 되었다. 화재원인 및 방사선영향 평가 등을 점검한 결과 작업종사자 및 환경에 미치는 방사선영향이 없음을 확인하였다.

3. 폐기시설

방사성동위원소 폐기물 폐기시설은 방사성동위원소를 사용하고 있는 병원, 산업체, 교육·연구기관 등으로부터 발생된 각종 방사성동위원소 폐기물을 수거·운반하여 보관·처리·저장하는 시설이다. 한전원자력환경기술원에서는 방사성동위원소 폐기물 폐기시설을 운영중이며 방사성폐기물 관리시설 건설을 추진중에 있다. 방사성폐기물 관리시설에는 중·저준위 처분시설과 사용후핵연료 중간저장시설이 있으나 현재는 부지 공모중에 있어 현재 방사성동위원소폐기물 폐기시설에 대해서만 규제활동을 수행하고 있다. 국내에서 유일하게 운영되고 있는 단일 폐기시설로서는 한전원자력환경기술원에서 운영하는 방사성동위원소 폐기물 폐기시설이 있다. 이 시설은 방사성동위원소를 사용하고 있는 병원, 산업체, 교육·연구기관 등으

로부터 발생된 각종 방사성동위원소 폐기물을 수거·운반하여 보관·처리·저장하는 시설이다.

방사성동위원소 폐기물 폐기시설에 대한 정기검사는 원자력법 제 78조 및 동법 시행령 제223조(정기검사)에 의거하여, 구조 설비 및 성능이 방사선 안전관리 등의 기술기준에 관한 규칙(과학기술부령 제30호)의 규정에 의한 기술기준에 적합하게 운영하고 있는 지를 확인하기 위해 수행되었다. 정기검사는 서류검토, 사업자와의 면담, 현장입회를 통하여 검사를 수행하며, 검사시 운전 및 보수이력 검토, 시험결과의 만족여부 등을 확인한다. 2001년도에 수행한 정기검사에서는 방사성폐기물 처리·저장·관리시설 등 4개 시설에 대한 7개 검사항목에 대해 총 13명의 검사원이 투입되어 검사를 수행하였다. 검사결과 각 대상시설 등은 관련 기술기준에 따른 적절한 성능을 유지하고 있는 것으로 확인되었다.

인·허가 심사사항으로서는 사업자가 유기폐액을 처리할 수 있는 소각시설을 설치하고자 신청한 변경허가 건이 있으며 이와 관련하여 방사선환경에 미치는 영향 등에 대해 검토중이다.

4. 하나로 및 부대시설

한국원자력연구소의 연구로시설인 하나로 및 부대시설은 하나로, 방사성동위원소생산시설 및 조사재시험시설로 구성되어 있으며 원자로 재료 연구, 핵연료 노내 조사시험 및 방사성동위원소 생산을 수행한다. 하나로 및 부대시설의 정기검사는 원자력법 제36조의 준용 규정에 의한 제23조의 2, 동법 시행령 제49조의 준용 규정에 의한 제42조와 시행규칙 제19조에 따라 원자로시설의 성능이 관련 기술기준에 적합하게 운영되고 있는지 및 원자로 시설의 내압, 내방사

선 기타 성능이 사용전검사의 규정에 의한 검사에 합격한 상태로 유지되고 있는지 확인하기 위해 수행한다. 정기검사항목중 추가된 방사선비상대응시설에 대한 거주성, 조직구성, 통신 설비, 정보시스템 등을 점검함으로써 방사선 비상시 주민 및 환경 보호를 위한 비상대응조치를 효과적으로 수행할 수 있는 능력을 확인하였다. 시설의 성능 점검 외에 허가조건중 운영기술능력을 확인하기 위해 운영조직, 자격 및 훈련, 운영절차서 관리상태, 인적요소관리, 운전경험 반영 등 전반적인 운영관리상태를 점검하였다.

2001년도 하나로 및 부대시설(조사재시험시설 및 RI 생산시설) 정기검사에서는 방사선비상대응시설 등 11개 검사대상시설의 48개 검사항목에 대하여 검사가 수행되었으며, 검사결과 16건의 지적사항, 7건의 권고사항이 도출되어 시정조치 되었다.

한편 인·허가 심사사항으로서는 하나로 건설·운영허가 관련 핵연료 장전에 따른 허가조건사항에 대한 후속심사로서 13건의 안전심사를 수행하였으며 심사결과 안전성 및 시설의 운영에도 문제가 없음을 확인하였다.

5. 교육용 원자로

경희대학교의 교육용원자로인 AGN-201 원자로(Aerojet General Nucleonics Model No. 201)는 1982년 교육, 연구, 의학적 진단 및 산업적 이용을 목적으로 설계된 저출력 임계장치 원자로이다. 주된 설계 목적은 최소의 임계질량으로 안전하고 용이하게 노물리 특성을 실험적으로 파악하고 노심설계에 응용할 수 있는 분석자료를 제공하는 데 있다. 2001년도에 수행된 정기검사를 통해 원자로 및 관계시설의 성능이 유지됨을 확인하였다.

제2절 원자력시설의 폐로·해체

국내 최초의 연구용 원자로인 TRIGA Mark-II&III(연구로 1호기/2호기)는 각각 1962년과 1972년에 가동을 시작하여 1995년도에 가동 중지되었으며, 하나로 연구용 원자로가 가동에 따라 이 연구로들의 해체가 1996년 3월 25일 원자력이용개발위원회에서 결정되었다.

이에 따라 2001년 후반부터 해체공사가 진행되는 원자로건물을 제외한 부속시설에 대해 원자력법 제 31조에 따라 방사선관리, 방사선감시 및 측정, 방사성물질 제염, 폐기물 처리 및 관리 점검 및 품질보증분야에서 해체 상황 점검을 수행하였으며, 점검 결과 방사선관리구역 미흡 등 개선요구사항 3건을 도출되어 시정조치 되었다.

또한 폐로 해체계획서 승인조건 후속 조치검토사항으로서 방사선관리절차서 및 관리지침서 그리고 부지고유의 기상자료를 이용한 확산인자 및 방사선영향 재평가 이행결과에 대해 검토한 결과 원자력법 및 기술기준에 적절함을 확인하였다.

<표 2-8-1> 연구용 원자로시설 등 안전심사 현황

구 분	변경허가	경미사항	기술검토	소 계
하나로 및 부대시설	9	2	2	13
원전연료가공시설	12	0	1	13
사용후핵연료처리시설	2	0	0	2
연구로용핵연료가공시설	0	0	0	0
RI 폐기물 폐기시설	1	0	0	1
폐로 해체	1	0	0	1
계	25	2	3	30

<표 2-8-2> 핵주기시설 및 RI 폐기물 폐기시설 등 안전검사 수행 현황

시 설(검사) 명	검 사 기 간	검사원수	검사항목수
원전연료가공시설 (정기검사)	'01.07.30~'01.08.31	18	21
사용후핵연료처리시설 (정기검사)	'01.10.29~'01.11.20	15	22
방사성동위원소 폐기물 폐기시설 (정기검사)	'01.10.22~'01.10.26	13	7
하나로 및 부대시설 (정기검사)	'01.10.29~'01.12.01	33	46
교육용원자로시설 (정기검사)	'01.12.10~'01.12.10	12	6
연구로용 핵연료가공시설 (시설검사)	'01.04.~'01.11	4	2
원전연료가공시설 (시설검사)			
- 핵연료 서비스동	'01.05.~ '01.06	3	2
- 제1공장 환기시설 개선	'01.11.~'01.12	1	2
- 제1공장 재변환 정제 설비철거 및 가연성 흡수봉 제조설비설치	'01.11.~'01.12	4	2
- 경수로용 소결체 연삭 공정의 건조방식 및 소결체 공급장치	'01.08.3~'01.08.7	4	2
- 소결로 및 압분기 이전설치	'01.12~'01.12	7	5
원전연료가공시설 (UF ₆ 누출사건 점검)	'01.08.23~'01.08.24	6	-
원전연료가공시설 (화재 사건 점검)	'01.11.25~'01.11.26	7	-
연구로 2호기 부속시설 (해체 점검)	'01.12.04~'01.12.06	4	3
소 계		133	119

제9장 기타 규제활동

제1절 특정기술주제보고서 안전심사

1. 개 요

특정기술주제보고서는 원자력시설의 설계 및 운전에 관련되는 기술적 사항으로서 원자력 안전성확인에 중요한 상세 주제 즉, 설계방법, 해석방법, 성능시험 또는 이에 관련된 전산코드 개발내용 등을 기술한 보고서이다. 특정기술주제보고서 제도의 운영은 원자력 시설의 인허가 신청서 첨부서류(예비안전성분석보고서 또는 최종안전성분석보고서) 기술내용에 대한 상세 근거를 피규제자가 사전에 제시함으로써 안전규제 측면에서는 이들 내용에 대한 사전검토가 가능하도록 하고, 인허가 심사 기간 중 관련 내용의 중복심사를 배제함으로써 심사기간을 단축시킬 수 있으며 원전 사업자 측면에서는 기술개발내용에 대한 인허가 가능성을 사전에 인지하고, 인허가 발급시기를 예측함으로써 원자력사업의 안정성을 도모하고, 국내 원자력사업의 활성화 및 대외 공신력을 제고시키는 효과를 기대할 수 있다.

특정기술주제보고서의 대상은 동일한 목적으로 반복 적용될 수 있는 사항, 그리고 원자로시설에 대한 허가신청서의 첨부서류 작성에 기초가 되는 사항 등이 포함된다. 따라서 최근들어 국내 원

자력산업계의 기술자립 내용이 다양화되고, 원자력사업의 국산화 비중이 증대됨에 따라 특정기술주제보고서의 제출이 증대되고 있는 추세이다.

특정기술주제보고서의 안전심사에 대한 국내 원자력 법령은 1995년 1월에 신설된 원자력법 제104조 2항 및 동 법 시행규칙 제115조 2항의 규정이 있으며, 정부에 안전심사가 신청되어 2001년도에 심사가 진행 중이거나 종료한 특정기술주제보고서의 내용을 간략히 요약하면 다음과 같다.

2. 각 주제보고서별 현황

가. 원전 보호계통 및 공학적안전설비 작동계통-보조캐비닛 디지털 설계 심사

- 심사의뢰 기관 : 수력원자력(주)
- 심사수행기간 : 1998년 1월 1일 ~ 2001년 12월 31일
- 주요 심사내용

“원전 보호계통 및 공학적안전설비 작동계통-보조캐비닛 디지털 설계”가 울진 5,6호기 및 이후에 건설예정인 한국표준형 원전의 발전소 보호계통 및 공학적안전설비 작동계통-보조캐비닛 설계에 반복 적용될 수 있는지를 검토한다. 검토내용은 기존 설계방식의 계측제어설비를 컴퓨터-기반 설계방식의 계측제어시스템으로 설계변경함에 따른 일반적인 설계방법론의 타당성을 평가하는 것이다. 주요 검토항목은 디지털시스템 설계에 적용되는 신규 적용기술기준의 반영, 컴퓨터 시스템의 품질확인, 기기검증, 전자기파 적합성, 시스템 건전성 및 통신독립성 평가 등이다.

○ 심사결과 및 향후일정:

디지털 원전 보호계통 및 디지털 공학적안전설비 작동계통-보조 캐비닛 설계에 적용되는 신규 적용기술기준 적합성, 컴퓨터시스템의 품질, 공통모드고장 방어설계의 적합성 등 7개 분야에 대한 종합적인 설계 안전성을 확인한 결과, 개별 발전소 적용시 검토가 필요한 11개 항목을 제외하고는 관련 규제기준 및 기술기준을 만족하는 것으로 확인되었다. 본 심사결과를 토대로 본 특정기술주제보고서의 일반 설계내용 및 방법론을 승인하였다.

나. 원자로 정지불능 완화계통 설계 심사

- 심사의뢰 기관 : 수력원자력(주)
- 심사수행기간 : 2001년 7월 1일~2002년 6월 30일(12개월)
- 주요 심사내용

“원자로 정지불능 완화계통”이 고리 1,2,3,4호기 및 영광 1,2호기 설계에 반복 적용될 수 있는지를 검토한다. 검토내용은 원자로 시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제27조 “다양성보호계통” 및 10CFR 50.62에 따라 국내 웨스팅하우스형 원전에 설치되는 원자로 정지불능 완화계통 설계 적합성을 평가하는 것이다.

○ 심사결과 및 향후일정

원자로 정지불능 완화계통의 하드웨어 기기검증 내용의 타당성, 소프트웨어 수명주기 공정의 계획서와 설계 결과물의 타당성, 보호계통과의 설계 다양성, 응답시간, 하드웨어 제작사의 제작공정 등의 타당성 등을 검토 중이며, 2002년 6월말 까지 “원자로 정지불능 완화계통 설계” 방법론에 대한 안전성 심사를 완료할 예정이다.

다. 비상노심냉각계통의 최적평가 방법론 심사

- 심사의뢰 기관 : 수력원자력(주)
- 심사수행기간 : 1998년 10월 1일 ~ 2001년 3월 31일
- 주요 심사내용

“비상노심 냉각계통의 최적평가 방법론”이 원자력발전소의 건설 및 운영에 공통적으로 적용될 수 있는가를 검토한다. 검토내용은 본 보고서에서 제안된 내용이 비상노심냉각계통의 성능을 최적 평가하는데 충분한 기술적 근거를 가지고 있는지에 대한 평가와 가압경수로형 원자력발전소 안전심사지침서 제6.3장과 제 15.6.5장의 요건, 그리고 미국의 관련 규제지침서인 Reg. Guide 1.157을 만족시키고 있는지를 평가하는 것이다.

- 심사결과 및 향후 일정

본 심사는 1998년 10월부터 시작되었으며, 보고서의 기술내용에 대해 2차에 걸친 질의 및 답변, Reg. Guide 1.157과 비교를 위한 외부 위탁연구 수행, 수 차례의 실무협의 등 활발한 검토가 수행되었다. 질의 답변과정에서 제기된 사항이 반영되어 대폭적인 방법론 변경이 이루어져 2001년 11월에 개정본이 제출되었으며 당초 2000년 3월로 예정했던 심사기간을 2년 연장하여 2002년 3월까지 심사가 진행될 예정이다.

라. ZIRLO 피복관의 웨스팅 하우스형 원전에 대한 영향평가심사

- 심사의뢰 기관 : 한전원자력연료(주)
- 주요 심사내용

웨스팅하우스형 원전에 사용되고 있던 기존의 Low-Tin Zircaloy-

4 OPTIN 피복관 보다 개선된 성능의 ZIRLO 피복관의 장전 타당성을 검토하였으며 2001년 4월 최종 승인 조치하였다.

〈표 2-9-1〉 특정기술주제보고서 인가현황

(2001.12.현재)

제 목	신청자	수행부서	수행기간	현황
원자력건설 및 운영에 관한 품질보증 계획서	수력원자력(주)	품질규제실	'96.5~'99.7	부적합
방사성폐기물 처리용 고건전성 용기	수력원자력(주)	방사선 평가실	'96.9~'99.9	조건부 적합
한국표준형 교체노심 안전성평가 방법론	원자력연료(주)	원자로안전 해석실	'98.1~'99.9	적합
원전 보호계통 및 공학적 안전설비 작동계통 디지털설계	수력원자력(주)	계측제어실	'98.1~'01.12 (1차연장)	적합
CASMO-3/MASTER 핵설계체계 검증 및 불확실도 분석	원자력(연)	원자로안전 해석실	'98.2~'00.3	적합
가압경수로(WH, CE) 표준운영기술지침서	수력원자력(주)	계통평가실	'99.1~'00.5	적합
비상노심 냉각계통의 최적평가 방법론	수력원자력(주)	원자로안전 해석실	'98.10~'02.3	심사중 (2차연장)
원전 가동중검사 발견 결함 파괴역학 분석 프로그램	수력원자력(주)	기계재료실	'99.9~'00.6	적합
ASTRA/CASMO-3 체제검증 및 불확실도 평가	원자력연료(주)	원자로안전 해석실	'99.11~'01.2	철회
LOCA 해석용 에너지 축적량 계산 방법론	원자력연료(주)	원자로안전 해석실	'00.1~'00.3	적합
한국표준형원전 연료용 ZIRLO 피복관 장전 타당성평가	원자력연료(주)	원자로안전 해석실	'00.4~'00.9	적합
ZIRLO 피복관의 웨스팅 하우스형 원전에 대한 영향 평가	원자력연료(주)	원자로안전 해석실	'00.6~'00.12	적합
원전본관 합성구조 해석 및 설계개발	수력원자력(주)	구조부지실	'01.6.1~'02.5.31	심사중
원자로 정지불능 완화설비설계	수력원자력(주)	계측제어실	'01.7.1~'02.6.30	심사중

마. 원전 본관 합성구조 해석 및 설계 개발 심사

- 심사의뢰 기관 : 수력원자력(주)
- 심사수행 기간 : 2001년 6월 1일 ~ 2002년 5월 31일
- 주요 심사내용

개선형 표준원전(신고리 1,2호기등)에 적용할 목적으로 승인 신청한 것으로, 기존의 철근콘크리트 골조구조에서 경제성과 안전성을 향상시키기 위하여 철골철근콘크리트 합성골조구조로 변경 설계한 것이며 원자력 발전소에는 국내 최초로 적용되는 구조형식이다.

- 심사결과 및 향후 일정

2001년 6월부터 12월 사이에 국내 외부전문가 및 국외 전문가와의 기술 자문 및 토의를 수행하였으며 그 결과를 기술검토에 참고하였다. 또한 합성부재의 일체적 거동을 입증·보완하기 위한 구조 실험을 수행토록 요구하였으며, 실험을 위한 시편의 제작상태를 현장에서 확인하였다. 향후 심사현안별 사업자 답변 및 실험결과에 대한 검토를 수행하여 2002년 5월에 심사가 완료될 예정이다.

제2절 원전부지 지진감시

1. 개 요

국내 원전의 지진 대비체계는 부지선정, 설계, 건설 및 운영의 4 단계로 구분되며, 각 단계별 규제기준을 엄격히 적용함으로써 미래에 발생할지도 모를 최대 잠재지진에 대한 안전성을 확보하고 있다. 그러나 국내의 현행 설계지진 관련 규제기준은 많은 부분 미국의 기준을 준용하고 있어, 원전부지에서 실측된 자료를 이용한 국내 고

유의 지진특성 평가기준의 개발이 요구되어 왔다. 또한 영월 및 경주지진 이후 정부는 원전 지진안전대책 강화의 일환으로 원자력안전기술원과 원자력사업자가 독립적으로 지진을 관측하도록 하였다(1997년).

이에 따라 1998년부터 4개 원전부지를 중심으로 공학적 의미를 갖는 지진자료를 계속하고 이로부터 원전 지진안전성 평가의 기반이 되는 지진동 감쇄식 및 부지고유 응답스펙트럼을 개발하며, 강진 발생시 지진계측자료를 이용하여 신속히 구조물 피해를 평가할 수 있는 원전구조물 지진피해 평가체계 구축을 위한 종합계획을 수립하여 시행 중에 있다.

2. 원전부지 지진감시망

1998년에 고리 및 월성 원전부지의 지진관측소와 원자력안전기술원의 지진관측센터를 연계하는 지진감시망을 구축한데 이어 1999년에 영광 및 울진 지진관측소를 구축함으로써 원전부지 지진감시망의 기본적인 골격이 완성되었다. 이들 4개 원전부지 지진관측소의 설치지점 정보 및 배경잡음 특성은 2000년도 원자력안전백서에 기술되어 있다.

이후 원전부지 지진관측소는 지속적으로 보완되었으며, 기상청, 한국지질자원연구원, 한전전력연구원의 지진관측망과 함께 통합지진관측망(KISS; Korea Integrated Seismic System)에 연계함으로써 지진장비의 중복투자를 배제하고 아울러 원전부지 지진감시망의 지진계측력을 더욱 향상시킬 수 있게 되었다(2001년도 원자력안전백서 참조).

2001년에는 원자력안전기술원에 원전부지 지진감시 홈페이지(<http://emc.kins.re.kr>)를 개설하여 지진감시망 정보, 지진계측자료,

연구내용 및 결과를 일반에 제공하고 있다. 또한 원전지진감시센터를 개소하여 원전부지 지진감시 업무를 더욱 체계적이고 효율적으로 수행할 수 있게 되었다.

3. 연구개발

가. 원자로 격납건물 지진피해평가 프로그램 개발

강진에 의하여 원전 주요 구조물에 발생한 지진영향은 검사원의 현장 조사에 의하여 평가된다. 지진영향에 대한 현장 조사·평가는 신속성이 무엇보다 중요하나, 총체적인 평가결과까지는 많은 시간과 인력의 소요가 불가피하다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 원자로 격납건물 지진피해평가 프로그램 개발을 수행하고 있다. 이 평가 프로그램은 해당 원전부지에서 실제 계측된 지진동 자료를 해당부지의 원자로 격납건물 모델에 입력·분석하여 주요 점검부위 및 집중 점검대상 선정에 필요한 자료를 제공함으로써 총체적인 지진영향을 신속하게 평가할 수 있도록 한다.

2000년(1차년도) 개발된 원자로 격납건물 3차원 탄성 내진해석 및 동영상 재현 프로그램을 발전시켜, 2001년에는 소성 및 열화를 고려한 3차원 비탄성 해석이 가능한 프로그램을 개발하였다. 또한 구조물에 발생한 지진피해의 정도를 정량적으로 나타내는 구조물 손상 지수(안)를 개발하였다.

나. 한반도 지진특성 분석

2001년에 한반도 지진특성 분석의 일환으로 국내 계기지진목록과 강지진동 특성 및 감쇄특성을 분석하였다.

기상청 지진목록(1978년~2000년)을 분석한 결과, 최근의 지진발

생 증가는 1990년대에 이루어진 기상청 지진관측망의 보강으로 이전에는 관측에서 누락되었던 작은 지진이 관측되었기 때문인 것으로 밝혀졌다. 또한 여러 가지 상이한 규모척도로 평가되어 지진특성 평가에 오류를 초래해 왔던 한반도 및 주변 지역의 계기지진(1905년~2000년)을 하나의 지진규모(모멘트 규모)로 통일하기 위하여 다양한 지진규모를 지진모멘트로 환산할 수 있는 환산식을 개발하였다. 이 환산식을 이용하여 동일한 규모로 평가된 계기지진 목록이 작성되면 한반도 지진활동 평가의 신뢰도를 획기적으로 개선할 수 있을 것으로 예상된다.

4. 지진감시 및 자료취득

원전부지 지진감시망은 1998년 말 구축되어 1999년부터 본격적으로 지진감시를 시작하였다.

1999년 이후 국내에서 발생한 규모 3.0 이상 지진에 대한 원전부지 지진계측 현황은 <표 2-9-2>에 요약되어 있다. 원전부지 지진계측 자료는 일반적인 지진관측과 달리, 지진의 규모보다는 원전부지에 실제 발생한 지진동의 크기가 중요하다. <표 2-9-2>에서 등록지진란은 계측된 지진동 자료 중 공학적으로 활용이 가능하여 D/B화한 지진의 수를 나타낸다.

<표 2-9-2> 국내 지진계측 현황

년 도	지진발생(규모 3.0 이상)	유감지진*	등록지진**
1999	16	21	12
2000	8	5	3
2001	7	6	3
계	31	32	18

* 사람이 느낀 지진

** 원전부지에 공학적 분석이 가능한 지진동을 유발시킨 지진

여 백

제 3 편 방사성물질 안전규제

여 백

제1장 핵물질 안전규제

제1절 핵물질 이용연황

핵물질은 우라늄, 토륨, 플루토늄 및 그 화합물을 함유하는 물질로서 혼합비율에 따라 핵연료물질과 핵원료물질로 구분된다. 핵연료물질은 우라늄, 토륨 등 원자력을 발생할 수 있는 물질을 지칭하며 핵원료물질은 우라늄광, 토륨광, 기타 핵연료물질의 원료가 되는 물질을 지칭한다. 핵연료물질은 원자력발전소에서 사용되는 핵연료를 생산할 때 주로 사용되지만 이외에도 원자력발전소의 노외 계측용 물질, 섬유 제조공정의 촉매, 광학용 코팅, 연구기관의 분석용 등으로도 사용된다. 2001년말 현재 한수원(주), 한국원자력연구소 등 13개 기관에서 핵연료물질과 핵원료물질을 사용하고 있다.

제2절 핵물질 안전규제

과학기술부는 핵물질을 사용하고자 하는 자로부터 사용시설 등의 설계자료, 취급방법 및 안전조치 등에 대한 자료를 제출 받아 안전성을 검토하여 안전요건에 적합한 경우 허가증 또는 신고증을 발급하고 있다. 또한 일정규모 이상인 경우, 즉 플루토늄과 그 화합물 및 이들 물질이 하나이상 함유된 것으로서 플루토늄의 양이 1그램

이상인 것(밀봉된 것은 제외), 100큐리 이상인 사용후핵연료, 육불화우라늄으로서 우라늄의 양이 1톤 이상인 것 및 우라늄과 그 화합물 및 이들 물질이 하나 이상 함유된 것으로서 우라늄의 양이 3톤 이상인 것(액체상의 것에 한함) 등을 사용하는 경우에는 사용시설에 대한 사용전 검사를 실시하여 설계자료등에 따라 적합하게 설치되었고 안전하게 사용할 수 있는지에 대하여 확인한 후 사용하도록 하고 있다. 안전성 확보를 위해서 핵연료물질 사용허가자에 대하여 매년 1회 정기적으로 현장검사를 실시하고 있다.

〈표 3-1-1〉 핵물질 등 사용기관 현황

(2001. 12. 31 기준)

기관명	사업소(시설)명칭	핵물질 사용근거
1. 한국원자력연구소	○ 핵연료개발등 연구 시설	사용허가
2. 한수원(주)	○ 고리 3,4호기 ○ 영광 3,4호기 ○ 울진 3,4호기 ○ 영광 5,6호기 ○ 영광 1,2호기	사용허가
3. 태광산업(주)	○ 태광산업(주)석유화학 3공장	사용허가
4. 대한중석초경(주)	○ 대한중석초경(주) 대구공장	사용허가
5. 한국표준과학연구원	○ 한국표준과학연구원	사용신고
6. 한국원자력안전기술원	○ 한국원자력안전기술원	사용신고
7. 한전원자력연료(주)	○ 한전원자력연료(주)	사용신고
8. 충주교육청	○ 과학전시실 및 화학분석실	사용신고
9. 삼성코닝(주)	○ 삼성코닝(주)수원 공장	사용신고
10. 벤처라이팅코리아(주)	○ 벤처라이팅코리아(주)	사용신고
11. 한국전광(주)	○ 한국전광(주)	사용신고
12. 한양대학교	○ 한양대학교	사용신고

제2장 방사성동위원소 등 안전규제

제1절 방사성동위원소 등의 이용현황

우리나라에서 최초로 방사선의 이용한 것은 1913년 X-선 발생장치를 의료목적으로 도입한 것이며 공학, 농학, 의학분야에서의 기초적 이용뿐만 아니라 공해물질 처리, 식품개발 및 보존, 신물질 및 첨단소재 개발 등 이용분야가 날로 다양화되고 있다.

방사성동위원소와 방사선발생장치(이하 방사성동위원소등)의 사용에 대한 인·허가 제도가 제정된 1963년 당시 2개 (진단용 X-선만을 사용하는 병원은 제외)이었던 사용기관이 2001년말 총 1,822개 기관으로 급증하였다. 방사선시설에서 근무하는 방사선작업종사자의 수도 이용기관 수와 유사한 추세로 증가하여 2001년 말 현재 30,000여명에 이르고 있다. 초기에는 의료기관이나 교육기관을 중심으로 사용되었으나, 1970년대에는 산업기관에서의 이용추세가 두드러졌으며, 1990년대 이후에는 신물질개발 등 연구활동을 목적으로 하는 연구기관과 공장자동화, 품질개선 등을 목적으로 하는 산업체에서 방사선 이용을 주도하고 있다.

2000년도에 실시된 원자력산업실태조사에 따르면 방사성동위원소 등의 총생산·수입량은 849,067Ci이며 이중 국내 생산량이 494Ci로 전체 사용량의 0.056%에 해당한다. 또한 방사성동위원소등의 수입 금액은 112,827백만원이며 이는 1999년도 보다 무려 178%나 증가한

것이다. 이러한 점에서 볼 때 방사성동위원소등의 이용은 급증할 것으로 전망되며, 이에 대비하여 선진 각국의 활용분야 및 활용방법에 대한 지속적인 관찰과 첨단 활용기술 연구개발에 보다 많은 투자가 필요한 것으로 판단된다.

제2절 방사성동위원소 등 이용기관의 안전관리 현황

방사성동위원소 등은 병원 및 소규모 공장 등 국민의 생활권과 인접한 시설에서 이용되고 있어 방사선 피폭사고 등의 재해로부터 일반국민 및 방사선작업종사자를 보호하고, 자연환경을 보전하기 위한 각별한 안전조치가 필수적이다.

원자력법에 따라 허가를 받지 않거나 신고하지 않은 기관 또는 개인은 방사성동위원소 등을 취득, 소지, 사용할 수 없도록 하고 있다. 또한 허가 또는 신고된 사항을 변경하고자 할 때에는 경미한 사항의 변경을 제외하고는 변경으로 인한 안전성 여부를 정부로부터 다시 확인 받아야 한다.

원자력법은 방사선이용에 따른 안전성을 보장하기 위하여 세부 안전관리 요건, 각종 기술기준, 이용기관의 책임과 의무, 벌칙 등을 규정하고 있다. 여기에는 방사성동위원소등의 사용허가·신고, 취급 면허관리, 방사선피폭관리, 방사성물질의 포장·운반관리, 방사성폐기물관리 및 방사선작업종사자 교육·훈련 등의 분야를 포함하고 있다.

방사성동위원소 등의 이용기관에 대한 안전규제는 사용량 등 그 위험도에 따라 신고대상과 허가대상으로 구분할 수 있다.

허가대상기관의 경우에는 방사성동위원소 등을 구매·설치하기 전에 사용하고자 하는 핵종, 수량 등의 사용내역, 이용시설의 설계, 안전을 위한 조치 등에 관한 자료(방사선안전보고서)를 제출하여 안전성을 확인 받아야 한다. 1999년 원자력법 개정으로 방사선기기를 제작하고자 하는 자는 기기의 설계승인 및 제작검사를 받도록 하여 생산단계에서부터 그 안전성을 입증하도록 하였으며, 사용자의 경우에도 제작검사에 합격한 방사선기기만을 사용하도록 의무화하였다.

허가사용자는 방사성동위원소 등의 안전성 입증 이외에도 방사선 안전관리의 주체, 임무, 이용분야별 안전관리절차 등을 규정한 자체 안전관리규정을 작성하여 제출하여야 하며, 방사성동위원소취급면허 소지자를 방사선안전관리자로 확보하여야 한다.

다만, 상대적으로 위험성이 낮은 선원을 사용하는 허가사용자에 대하여는 방사선안전관리업무 등을 대행하는 전문용역업체(업무대행자)와 계약하여 안전관리를 하는 경우 방사성동위원소취급면허 소지자를 별도로 채용하지 않아도 사용이 가능하도록 1999년 원자력법을 개정하였다. 업무대행자 제도는 면허소지자 채용에 따른 사용기관의 경제적인 부담을 줄이고 전문대행기관을 육성하여 실제적인 안전관리증진을 도모하기 위해 도입되었으며, 정부는 업무대행자에 대한 등록 및 감독을 통해 대행업무의 적정성과 책임성을 확보하도록 하였다.

이러한 요건을 구비한 이용기관은 허가된 내용에 따라 방사성동위원소 등을 구매하고 이용시설을 설치하여야 하고 안전관리에 필요한 장비를 확보하여야 하는데 이는 사용전 검사인 시설검사를 통해 최종 확인된다.

사용중인 허가기관에 대해서는 정기검사 및 수시검사를 통해 안전성을 확인하고 있다. 정기검사에서는 방사성동위원소등의 이용시

설과 선원의 구매, 사용, 저장, 운반, 폐기 등 일련의 사용절차 및 종사자의 방사선피폭관리, 교육훈련 등 제반 안전관리실태가 원자력 법령의 기준에 적합한지를 확인한다. 정기검사의 주기는 방사성동위원소등의 사용에 따르는 위험도에 따라 1년, 3년 또는 5년 등으로 구분된다. 또한 안전관리가 우수한 기관에 대한 정기검사 면제조항을 신설하였고, 이에 따라 2001년에는 18개 기관에 대한 정기검사를 면제하였다.

정기검사 대상인 총 932개의 허가기관 중 2001년도 정기검사 해당기관인 208개 기관에 대해 정기검사를 실시하였으며, 이용분야별로 안전관리 취약점에 대해 중점적으로 검사하였다. 비파괴검사전문기관의 경우 종사자 피폭관리 및 현장작업절차, 선원저장시설의 보안상태 및 운반절차의 적합성을 중점 확인하였으며, 의료기관의 경우에는 선원 및 폐기물 관리 등의 적합여부를 검사하였다. 또한 교육·연구기관의 경우에는 무단 양도 여부 등 방사성동위원소 사용의 적합성을, 판매기관의 경우에는 판매절차, 재고관리, 운반절차의 적합성 등을 중점 확인하였다.

2001년 정기검사 결과 대부분의 기관은 방사선시설의 사용 및 안전관리상태가 적합하였으나, 일부 기관의 경우 원자력법 관련규정의 미준수 등으로 인하여 지적되어 과징금 또는 과태료를 부과하거나 시정조치하고 지적된 사항의 재발방지대책을 수립하여 이행토록 하였다.

또한 2001년에는 방사성동위원소 등의 사용 인·허가, 수입(생산), 판매, 사용, 저장, 폐기 등 일련의 유통과정을 체계적으로 관리하고 정책결정의 최적화를 도모하기 위하여 방사선안전관리 통합정보망 구축사업을 완료하였다. 1단계에서는 인·허가, 안전성 심사·검사, 종사자피폭관리 등에 대한 전산화를 완료하였고(1999년), 이어 2단

계에서는 민원서비스의 품질을 제고하기 위한 사이버방사선안전센터(<http://rinet.kins.re.kr>)와 원자력관계 면허시험의 인터넷 접수시스템, 민원처리단계안내시스템 등을 구축하였다(2000년). 마지막으로 3 단계에서는 방사성동위원소등의 수입(생산), 사용, 폐기의 전과정에 대한 “인벤토리추적관리시스템”과 사용기관이 인터넷 기반의 전산망에서 방사선관련 서류작업을 하도록 하고 별도의 문서보고를 생략하게 하는 “사용자이력관리시스템”을 구축하였다(2001.5 완료). 방사선안전관리 통합정보망은 현재 전 세계적으로 문제가 되고 있는 무적선원(Orphan Source)의 관리에 적극적으로 대응할 수 있게 하고 관련 정보화사업의 모범사례중 하나가 될 것으로 기대된다.

제3절 방사성물질의 포장·운반

방사성물질의 사용량이 급증함에 따라 방사성물질의 국내 및 국가간 운반이 급격히 증가하는 추세에 있다. 국내에서 운반되는 방사성물질에는 농축유흔화우라늄, 사용전핵연료집합체, 사용후핵연료집합체 등의 핵분열성물질과 의료용, 비파괴검사용, 산업용 게이지류 선원 등의 방사성동위원소 및 방사성폐기물이 있다. 국내에서의 방사성물질 운반은 핵연료물질 및 방사성동위원소가 대부분을 차지하고 있다.

운반 중에 사고로 인하여 운반물이 파손되어 방사성물질이 누출될 경우 운반에 직접적으로 종사하는 작업자는 물론 인근 일반인 및 주변환경에 영향을 초래할 수 있다. 이 때문에 운반용기의 설계 및 제작, 포장, 운반 등 운송을 위한 일련의 과정마다 철저한 안전

성 확인을 통해 사건이나 사고가 발생하였을 때에도 방사성물질의 안전성이 확보되도록 하여야 한다.

방사성물질 포장 및 운반에 있어서 특수형방사성물질과 운반용기의 안전성이 무엇보다 중요한데, 2001년도에는 국내 최초로 한국 원자력연구소의 모델 IRS50 특수형방사성물질에 대한 설계승인 심사가 수행되었다. IRS50 특수형방사성물질은 비파괴검사용 Ir-192 선원으로서 방사능은 50Ci 이다. 동 선원은 이중 캡슐 형태로서 SUS304 재료로 되어 있으며 외부캡슐은 직경 6.35mm, 길이 13.5mm 이고 내부캡슐은 직경 5mm, 길이 8mm이다. 내부캡슐 안에는 작은 원판선원이 내장되는데 직경 2.5mm 두께 0.25mm이다. 방사능에 따라 원판선원 여러 개가 내장되고 있다. 선원캡슐에는 와이어 케이블이 연결되어 있다.

안전성 검토결과 IRS50 특수형방사성물질은 국내 원자력법 관련 규정 뿐만이 아니라 IAEA 최신운반규정의 안전요건을 만족하도록 설계되어 있으며 품질보증요건도 만족하는 것으로 확인되어 정부는 IRS50 특수형방사성물질에 대한 설계승인서(승인번호 : ROK/001/S-96(Rev.0), 발급일자 : 2001. 4. 17)를 최초로 발급하였다. IRS50 특수형방사성물질은 현재 한국원자력연구소 하나로에서 생산하여 비파괴검사회사에 공급하고 있으며 이는 대부분 외국에서 수입하던 방사성동위원소를 국산화하는 전기를 마련하였다.

또한, 한국수력원자력(주)의 사용후핵연료집합체 12다발용 운반용기인 모델 KN-12 운반용기에 대한 설계승인 심사가 수행되었다. KN-12 운반용기는 B(U)F형 운반용기로서 가압경수로에서 발생하는 사용후핵연료집합체 12다발을 건식 및 습식조건으로 운반할 수 있도록 설계되었다. 충격완충체를 포함한 운반용기의 전체길이는 5,744mm 이고, 최대 직경은 2,450mm 의 바벨형태이며 중량은 약

85톤이다. 본체는 탄소단조강 재료 구조이며 내부에 가압경수로형 사용후핵연료집합체 12다발을 장전할 수 있도록 12개의 바스켓이 설치되어 있다. KN-12 운반용기는 독일 GNB가 설계하였으며 두산중공업(주)에서 2개를 제작하여 2002년 하반기에 고리원자력발전소에서 최초로 사용될 예정으로 있다. 현재 설계승인심사가 진행중이며 2002년 전반기까지 심사를 완료할 예정이다.

방사성물질 운반물은 운반용기(포장), 운반물의 방사능량 및 물질 특성 제한조건에 따라 L형 운반물, IP형 운반물, A형 운반물, B형 운반물, C형 운반물, 핵분열성 운반물로 구분된다. B형 및 C형 운반물과 핵분열성 운반물을 운반하고자 하는 원자력관계 사업자는 운반개시 5일전까지 이를 과학기술부장관에게 신고하여야 한다.

운반신고에 대한 심사과정에서는 운반 및 사고대응절차서의 적합성을 확인하며, 무엇보다도 운반용기의 건전성 여부를 중점적으로 확인한다. B형 운반용기와 C형 운반용기, 핵분열성 물질 운반용기는 정부의 설계승인을 받아야 한다.

운반검사는 정기검사와 개별 운반물 검사로 나누어 실시하고 있다. 정기검사는 운반을 주로 하는 발전용원자로운영자, 연구용원자로설치자, 폐기업자, 핵연료주기사업자, 방사성동위원소의 이동사용을 전문으로 하는 사업자, 판매업자 등에 대하여 실시하며 모든 운반물의 운반에 대한 안전기준 준수여부를 주기적으로 점검하게 된다. 정기검사 대상기관이 아닌 원자력관계사업자가 B형 운반물을 운반하는 경우와 사용후핵연료 등을 운반하는 경우에는 매 운반시마다 개별 운반검사를 실시하여 안전하게 운반되도록 하고 있다.

운반검사에서는 운반작업 전 과정에 있어서 안전성이 확보되고 사고의 발생 및 확대방지를 위하여 운반절차와 사고대응절차가 수립, 유지되고 있는지와 이와 같은 운반작업이 원자력법상 방사성물

질 포장 및 운반 관련규정에 적합한지의 여부를 점검하고 있다. 그 주요 내용은 포장의 적합성(운반용기 승인여부등), 적재의 적합성(적재한도 초과여부 등), 운반과정의 적합성(사고시 조치사항등 관련 서류 휴대 여부 등) 등이다. 2001년도 운반 정기검사는 한국수력 원자력(주) 등 59개 기관에 대하여 실시하였으며, 개별 운반검사는 그린피아기술(주) Co-60 : 150,000Ci 운반 등 14개 기관에서 14건의 운반검사를 실시하였다. 운반 정기검사 및 개별 운반검사에서 문제점이 지적된 기관에 대해서는 시정조치 하여 안전하게 운반되도록 하였다.

제3장 방사성폐기물 안전규제

제1절 고체 방사성폐기물 안전관리 현황

1. 중·저준위 방사성폐기물 안전관리

가. 국외현황

방사성폐기물의 처분방식은 일반적으로 동굴처분, 천층처분으로 구분될 수 있으며, 천층처분의 경우 단순처분시설과 공학적 보강 처분시설 등으로 나누어진다.

미국은 저준위폐기물의 경우 해당 주정부가 책임을 지고 있으며, 초우라늄 방사성폐기물과 고준위 방사성폐기물의 처분은 연방정부가 담당하고 있다. 현재 반월, 리치랜드 등의 저준위폐기물 처분장을 운영하고 있다.

프랑스의 경우 방사성폐기물을 단수명 및 장수명 폐기물로 구분하는데, 반감기가 짧은 폐기물은 지표면에 천층처분한다. 라망쉬처분장은 용량포화로 1994년 운영중지되었으며, 로브처분장은 1992년 운영을 개시하였다. 사용후핵연료의 재처리로 발생하는 장반감기의 고준위폐기물은 소멸처리방안과 심지층처분방식 등을 연구하여 2005년까지 의회에 보고하도록 되어있다.

일본의 경우 저준위방사성폐기물의 처분은 1985년 일본 원자력발전회사 등이 출자한 일본원연산업주식회사(JNFL)담당하여 1992년부터 아오모리현 로카쇼무라 처분시설에 처분하고 있으며, 최종적으로 60만m³까지 처분용량을 확장될 예정이다. 특히 고준위폐기물은 2000년 고준위폐기물 처분을 위한 법규정비에 따라 처분사업을 전담하는 원자력발전환경기구(NUMO)를 설립하여 2030년경 상용 고준위 처분장 운영을 목표로 관련 연구를 수행하고 있다.

영국에서는 저준위폐기물은 BNFL의 드리그처분장에 처분되며, 중준위폐기물의 최종처분은 NIREX가 담당하여 셀라필드를 지하처분장 부지로 선정하였다. NIREX는 이 지역에 지하실험실을 건설할

<표 3-3-1 > 주요 국가의 중·저준위 방사성폐기물 처분장 현황

국가	처분장	처분용량	운영 기간	처분방식등
프랑스	라망쉬	517,425m ³	1969~1994	지표(천층)처분
	로브	1,000,000m ³ (5백만 드럼)	1992~	공학적 방벽 지표처분
스웨덴	포스마르크	60,000m ³ (30만 드럼)	1988~	해저동굴처분(50 m) 30,000 m ³ 증설 예정
일본	로카쇼무라	40,000m ³ (3백만 드럼)	1992~	공학적 방벽 지표처분
스페인	엘 까브릴	50,000m ³	1992~	공학적 방벽 지표처분
영국	드리그	800,000m ³ 800,000m ³	1959~ 1988~	단순 트렌치 공학적 방벽 지표처분
핀란드	VLJ (원전)	8,500m ³	1992~	동굴처분(100 m)
	로비사 (원전)	7,800m ³	1995~	동굴처분(110 m)
독일	모르스레벤	54,500m ³	1981~	암염폐광 동굴처분(500m)
	콘라드	650,000m ³	인허가중	폐철광산 동굴처분(1,000m)
미국	반웰	700,000m ³	1965~	지표 (단순천층처분)
	리치랜드	360,000m ³	1971~	지표 (단순천층처분)
	비티	130,000m ³	1962~1992	지표 (단순층처분)

계획이며, 암반특성화시설의 건설착수시기는 인허가 기간에 따라 결정될 예정이다. <표 3-3-1>은 주요국 중저준위 방사성폐기물처분 현황을 보여 주고있다.

나. 국내현황

우리나라에서 원자력발전소에서 발생하는 방사성폐기물은 중·저준위 방사성폐기물과 사용후핵연료로 구분될 수 있으며, 2001년 12월말 기준 중·저준위 방사성폐기물은 200리터 용량 드럼으로 약 58,574드럼이 각 원전 부지내에 저장되어 있다.

원자력발전소 이외에 한국원자력연구소, 한전원자력연료(주)의 원자력이용시설에서도 방사성폐기물이 발생되며, 이들 시설로부터 발생된 방사성폐기물은 자체저장시설에서 저장하고 있다. 2001년 12월말 기준 원자력연구소와 한전원자력연료(주) 저장시설에는 각각 10,251드럼(200ℓ 드럼기준), 3,893드럼(200ℓ 드럼기준)이 저장되고 있다.

방사성동위원소 사용기관에서 발생하여 수거된 동위원소폐기물은 한국수력원자력주식회사 부설 원자력환경기술원에 저장되고 있는데, 그양은 2001년 12월말 기준으로 개봉선원 4,308드럼(200ℓ 드럼기준)과 밀봉선원 169드럼(200ℓ 드럼기준)이다.

방사성폐기물을 가장 많이 발생하고 있는 원전사업자의 경우 자체적으로 효율적인 폐기물 관리방안을 시행하고 있으며 현재까지의 국내 원전의 호기당 평균 발생량 추이를 분석한 결과, 236드럼(1996년), 219드럼(1997년), 172드럼(1998년), 146드럼(1999년), 139드럼(2000년) 및 145드럼(2001년) 등으로 감소 추세를 보이고 있으며, 프랑스의 505드럼(2000년 PWR평균), 일본 125드럼(2000년 PWR평균),

미국 161드럼(2000년 PWR평균)에 비교할 경우, 폐기물 발생 저감화 노력을 충실히 수행하고 있는 것으로 보인다. 이는 초고압 압축설비, 농축폐액 건조설비 및 폐수지 저장을 위한 특수용기 활용 등, 방사성폐기물 감용설비의 효율적 활용과 관리구역내 물품반입 통제, 1차계통 작업 전용 공용기구 관리구역내 배치, 오염과 비오염물질 분류체계 수립 및 관리구역내 1회용품 사용억제 등의 발생 저감화를 위한 관리노력에 기인하고 있는 것으로 판단된다.

2. 사용후핵연료 안전관리 현황

가. 국외현황

원자로에서 인출된 후 원자로 보조건물내에 임시로 저장된 사용후핵연료는 재처리 또는 직접처분에 앞서 사용후핵연료의 냉각을 위하여 중간저장 하게 된다. 사용후핵연료 중간저장기술은 습식저장기술과 건식저장기술로 구분되며, 1980년대 중반까지는 실증경험이 풍부한 습식저장이 주로 채택되었으나, 1990년대에 들어서면서 용량확장과 장기관리 측면에서 유리한 건식저장방식을 채택하기 시작하여 독일, 헝가리, 체코, 미국, 영국 등 현재 많은 나라에서 건식저장시설을 운영중에 있다.

미국은 1982년 방사성폐기물정책법을 제정하여 사용후핵연료의 영구처분시설과 중간저장시설의 건설을 추진하여 왔으나 부지선정의 어려움과 정치적인 문제 등으로 인하여 계속 지연되고 있으며, 이에 따라 각 원전별로 소내저장용량을 확장하여 사용후핵연료저장문제를 해결하고 있다. 최근에는 유카산 사용후핵연료처분시설의 건설지연에 따른 대비책으로 원전발전사업자 주도로 2005년 운영을

목표로 유타주 스킴밸리에 40,000 톤 규모의 민간 운영 건식중간저장시설의 건설계획을 추진하고 있다.

일본은 현재 아오모리에 건설중인 재처리시설의 용량을 초과하여 발생하는 사용후핵연료를 금속 캐스크 방식에 의해 저장관리할 계획이며, 독일은 아하우스와 고레벤에 각각 1,500톤 규모의 소외집중금속캐스크 건식저장시설을 1992년과 1997년부터 운영중에 있다.

캐나다는 각 원전별로 콘크리트 사일로 방식의 건식저장시설을 운영하고 있으며, 최근에는 경수로형 사용후핵연료 저장용으로 개발한 모듈식 저장 시설인 MACSTOR를 CANDU형 연료저장용으로 개선한 CANSTOR 저장시설을 하이드로 퀘벡사의 쉐틸리 원전부지에 건설하여 저장용량의 확충에 활용하고 있다.

영국은 셀라필드 재처리시설에 있는 습식저장시설 외에 월파원전에 볼트저장방식(MVDS)의 저장시설을 1972년부터 운영해 오고 있으며, 스페인은 중앙집중저장시설 운영 예정인 2012년 이전까지는 소내 건식저장을 추진하고 있다.

핀란드의 경우 방사성폐기물의 처분은 포시바사가 담당하고 있으며, 포시바사는 1999년 유라요키 지구의 올킬루오토 원전 인접지역에 건설할 사용후핵연료 최종처분시설 건설신청서를 정부에 제출하였다. 상기 신청서는 2001년 5월 핀란드정부로부터 인준되었으며, 의회에서 압도적인 지지로 승인되었다. 핀란드정부의 결정에 따라 포시바사는 2010년 처분시설의 건설을 착공하며, 상업운전은 2020년 시작할 예정이다. 이에 따라 올킬루오토지역 지하암반 조사를 위한 지하연구시설의 건설을 위한 굴착공사가 2004년경 시작될 예정이다.

나. 국내현황

국내 원전에서 발생하는 사용후핵연료는 현재 각 원전부지내에서 안전하게 저장관리되고 있다. 당초 1997년 12월말까지 중앙집중식 중간저장시설을 건설하여 운영하려던 계획이 부지확보의 지연으로 인하여 제249차(1998년 9월) 원자력위원회에서 2016년까지 중간저장시설을 건설하는 것으로 수정되었다. 따라서 중간저장시설 운영전까지 각 원전별로 사용후핵연료를 효율적으로 관리하기 위하여 습식저장조 확장, 조밀저장대 설치, 원전 호기간 이송저장, 건식저장소 등으로 소내 저장용량 확장을 도모하고 있다.

현재 당면한 사용후핵연료의 저장용량 부족문제를 해결하기 위하여 한수원은 1단계 계획으로 고리 원전간 여분의 저장용량 활용을 위해 호기간 이송분산저장과 사용후핵연료 저장조의 저장용량 확충을 위해 기존 저장대 대신 조밀저장대로의 교체를 2002년 2월 완공 목표로 추진하고 있다. 월성원전의 경우에는 건식저장시설의 포화에 대비하여 기존 콘크리트 사일로 저장시설보다 부지 이용효율이 향상된 CANSTOR 저장방식을 도입하여 저장용량을 확장할 계획이다. 그리고 중앙집중식 중간저장시설이 건설될 2016년까지 2단계 계획으로 원전부지별로 조밀저장대 설치, 호기간 이송분산저장 등을 시행하여 사용후핵연료를 안전관리할 예정이다.

국내 원전에서 발생하는 사용후핵연료는 2010년대 중반까지는 후속기를 포함하여 각 원전별로 조밀저장대의 교체, 추가설치, 원전 호기간 이송저장, 건식저장시설의 건설 등에 의해 저장용량을 확보할 수 있으나, 그 이후의 장기저장을 위해서는 중앙집중식 중간저장시설의 건설이 시급한 실정이다.

제2절 방사성유출물의 안전관리 현황

원자력시설에서 발생하는 방사성유출물은 일반 산업폐기물에 비하여 그 양이 극히 적을 뿐만 아니라 일반 산업폐기물에 의하여 야기되는 지구의 온실화, 수질오염, 대기오염 등과 같이 생태계에 큰 훼손을 주는 환경파괴의 문제는 없으나 방사성물질의 함유하고 있다는 점에서 더욱 엄격하게 관리되고 있다.

기체 방사성유출물은 냉각수 정화시 발생하는 불활성기체가 대부분을 차지하며 자연붕괴에 의하여 일정수준의 준위가 될 때까지 감쇠탱크에서 감쇠시키거나 또는 활성탄 지연탱크들을 통하여 충분히 지연시킨 후 여과 효율이 99.95% 이상인 고효율 입자여과기와 다량의 활성탄이 들어 있는 활성탄여과기를 이용하여 방사성물질을 제거한 후 환경으로 방출한다. 그리고, 액체유출물의 수집, 처리과정과 기기에서 누출되는 기체유출물은 고효율 입자여과기와 활성탄여과기를 사용하여 처리한 후 방출한다. 환경으로 방출할 때는 방사능 연속감시기를 통하여 대기 중으로 방출하게 되며 방출되는 유출물의 방사능이 설정된 안전기준치를 초과할 시에는 자동적으로 방출이 차단되도록 설계되어 있다. 2001년도에 원자력발전소에서 대기중으로 방출된 기체 방사성유출물의 총량은 각 호기마다, 그리고 핵종마다 차이가 있긴 하지만 대부분 설계치에 훨씬 못미치는 수준이며, 이로 인한 주변 주민피폭선량은 일반인의 법정 연간 선량한도인 1mSv의 0.36%정도로 미미한 수준이다.

액체방사성유출물은 냉각수를 정화하는 과정, 방사선방호복 등을 세탁한 물 등을 처리하는 과정에서 발생된다. 이들 액체유출물은 여

과기, 이온교환수지, 폐액 증발기 등으로 처리한 후 방사능농도를 측정하여 방출여부를 결정하고 방사능 연속감시기를 통하여 복수기

<표 3-3-2> 피복방사선량과 설계기준과의 비교

(2001년 12월말 현재: ICRP-60 선량환산인자 적용)

구 분		설계* 기준	원자력발전소(부지당 합계)			
			고 리	월 성	영 광	울 진
기 체 유출물	감마선에 의한 흡수선량 (mGy/yr)	0.10	1.67E-3	6.60E-4	9.32E-6	5.95E-4
	베타선에 의한 흡수선량 (mGy/yr)	0.20	4.57E-3	5.48E-4	8.63E-6	1.83E-3
	불활성기체에 의한 외부유효선량 (mSv/yr)	0.05	5.82E-4	3.46E-3	4.58E-6	3.31E-4
	불활성기체에 의한 피부선량 (mSv/yr)	0.15	1.06E-4	2.67E-4	2.62E-4	5.98E-4
	장기선량** (mSv/yr)	0.15	1.01E-2	2.95E-3	2.40E-3	2.15E-2
액 체 유출물	유효선량 (mSv/yr)	0.03	2.52E-5	2.67E-4	2.62E-4	5.98E-4
	장기선량** (mSv/yr)	0.10	5.12E-5	8.33E-4	2.09E-4	8.04E-4

자료 : 한국원자력안전기술원

주) * : 설계기준은 호기당 기준

** : 장기선량은 여러 장기중 최대선량을 나타내는 장기를 선택한 것임

냉각수인 바닷물로 희석하여 해양으로 방출한다. 2001년도에 원자력 발전소에서 환경으로 방출된 액체 방사성유출물의 연간 총량은 대부분 설계치를 충분히 하회하는 수준이며, 액체방사성유출물 방출에 의한 주변 주민피폭선량은 일반인의 법정 연간 선량한도인 1mSv의 약 0.06%으로 무시할 수준이다.

〈표 3-3-2〉에서 보여주고 있는 것처럼 지난 2001년 동안 국내 원자력발전소에서의 방출되었던 방사성유출물에 의한 환경영향은 과기부고시 제2002-1호 “방사선방호등에 관한 기준”에서 요구하고 있는 법적 설계목표치 보다도 훨씬 작은 값이며, 실제 방사성유출물에 의한 주변환경 및 주민에 대한 영향도 무시할 수 있을 정도이다.

제3절 방사성폐기물 안전관리 주요현안 및 규제방향

1. 국가 방사성폐기물관리계획 추진내용

향후 원자력발전소 방사성폐기물저장고의 저장용량이 포화될 것으로 예상됨에 따라 한국수력원자력주식회사는 1998년 9월 제249차 원자력위원회의 의결에 따라 2008년까지 10만 드럼 용량의 중·저준위폐기물 처분시설을 건설할 계획이다. 또한 2016년까지 2,000톤 규모의 사용후핵연료 중간저장시설을 1단계로 건설하고 이를 단계적으로 확장할 예정이다.

정부는 방사성폐기물 처분시설의 부지를 확보할 때까지 각 방사성폐기물 발생자가 자체적으로 방사성폐기물을 관리하도록 하였다. 이에 따라 산업자원부 및 한국수력원자력(주)는 2000년 6월말 46개

임해지역 지자체를 대상으로 방사성폐기물 관리시설부지 유치공모를 발표하였으나, 공모마감기한인 6월말까지 방사성폐기물관리시설의 유치신청이 성사되지 않았다. 따라서 부지선정을 사업자 주도방식으로 전환하여 지난 유치공모기간동안 주민들이 관심을 보였던 지역주민과 지자체에 대해 유치를 추진하고 있다.

2. 방사성폐기물 안전규제 기술기준 개발

국가 방사성폐기물 관리사업에 필요한 각종 기술기준을 적기에 개발하여 원활한 사업수행을 도모하고 방사성폐기물의 저장·처리·처분시설 및 그 부속시설의 안전성을 확보하기 위하여 원자력법, 동법 시행령 및 규칙(과학기술부령)에서 위임되거나 시행에 필요한 위치, 구조 및 설비, 성능 및 폐기에 관한 기술기준을 개발 중에 있다.

폐기시설에 대한 기술기준은 종전의 시행령 등에 규정되어 있었으나, 2001년 7월에 “방사선안전관리등의기술기준에관한규칙”으로 전면 개정되면서 이관되었고 방사성폐기물관리사업의 시급성과 우선순위를 고려하여 방사성폐기물 자체처분에 관한 규정, 중·저준위 방사성폐기물 소각기준, 중·저준위 방사성폐기물 인도규정, 사용후 핵연료 인도규정 등 4건이 고시되었다. 또한 최근 국제규범 및 안전요건 등을 반영하여 부지선정에 필요한 중·저준위방사성폐기물처분시설의 위치기준, 사용후핵연료중간저장시설의 위치기준, 천층처분시설의 구조 및 설비기준을 보완 중에 있으며, 중·저준위방사성폐기물 처분시설의 안전성분석보고서 작성지침 등을 개발 중에 있다.

3. 주요 안전규제 사례

원자력이용시설에서 방사성물질의 환경유출과 관련하여 시설의 인허가심사 및 정기검사등을 통해 안전규제활동을 강화하고 있다.

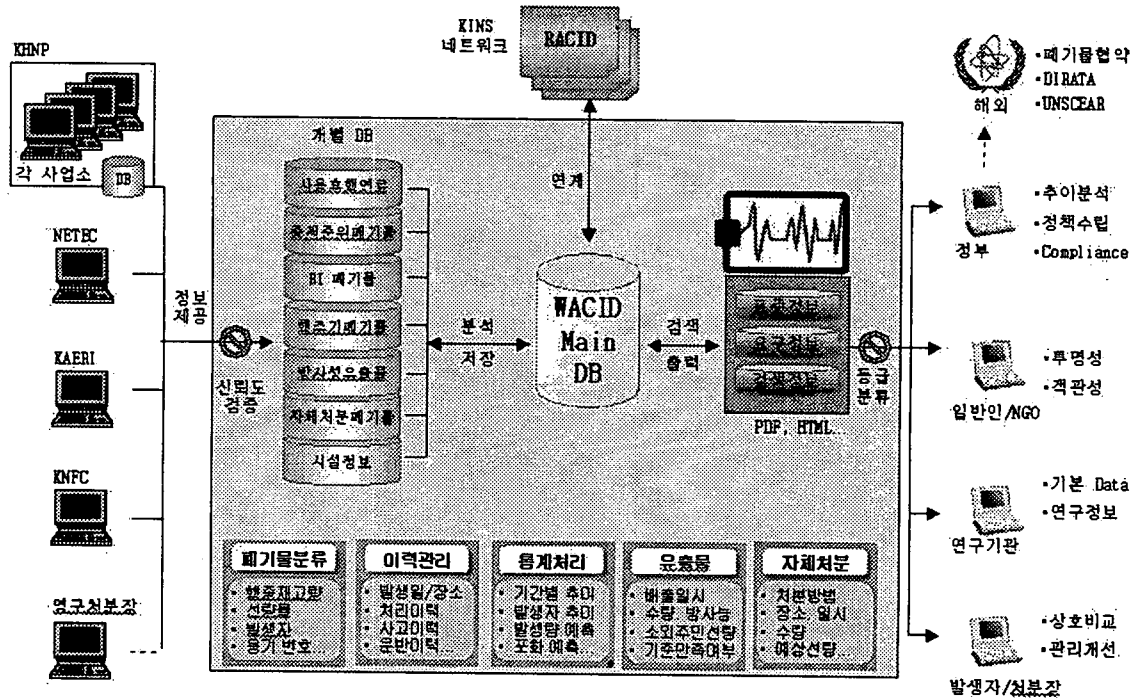
2001년 11월 고리 원전 1호기 정기검사에서 액체폐기물 방출배관의 방출감시기가 2001년 3월부터 9월까지 수차례 경보를 발생한 사실이 있었음이 확인되었다. 동 감시기 경보발생은 액체유출물의 환경방출시 인접된 방출관로에 연결된 노후배관 밸브에서 방사성물질의 누설로 기인되었음을 확인하였으며 재발방지조치로 누설 관련 밸브관을 브라인드 플랜지로 액체폐기물 방출배관으로부터 완전히 격리하도록 하였으며, 계획되지 않은 방출에 따른 액체유출물 방출량과 주민피폭선량의 재평가를 수행하였다. 방출배관 누설로 인한 방사성유출물의 방출량은 약 31.66uCi(1.17MBq)로 평가되었으며, 이로 인한 주민피폭선량은 관련 기준치와 비교할 때 무시할만한 수준임을 확인하였다.

4. 방사성폐기물 안전관리 통합시스템(WACID) 개발

국민이해와 신뢰제고, 안전관리업무의 효율성 제고 등을 위하여는 국내 방사성폐기물 안전관리정보의 효율적인 관리체계가 필요하다. 또한 국제원자력기구 (IAEA)는 2001년 6월 18일 발효된 방사성폐기물안전협약을 통하여 체약국의 방사성폐기물 안전관리 정보의 제공을 의무화하고 있으며 특히 NEWMDB, DIRATA 등 자체 방사성폐기물 DB를 구축하여 회원국에 대하여 관련 정보의 제출을 요청하고 있다. 이에 정부는 국내 방사성폐기물과 사용후핵연료에 대한 안전관리 통합정보시스템을 우선적으로 구축하여 폐기물의 안

전관리내용을 일반대중에게 적극적으로 공개하기로 하였다.

이에 따라 정부는 원자력이용기관의 방사성폐기물안전관리내용을 상호연계하는 국가 체계적인 폐기물 안전관리의 국가 방사성폐기물 안전관리 통합 시스템(WACID: WAste CRehensive Internet Database)의 구축을 추진하고 있다. 동 WACID체계는 지금까지 발생자 위주의 개별적인 방사성폐기물 정보를 국가 차원으로 통합 관리하여 국내 산업계 및 연구계의 관련 추진방향 설정에 필요한 정보를 정확하고 신속하게 제공함으로써 국내 산업계 및 연구계가 추진하는 사업 및 연구의 효율성을 제공할 수 있을 것이다. 또한 발생·저장중인 폐기물의 이력을 체계적으로 추적·관리할 수 있을 뿐만 아니라 기간별/기관별 발생추이 분석 및 향후 누적 예상량 등에 대한 신뢰성 있는 추이분석 결과를 제공함으로써, 정부의 국가 방사성폐기물 관리정책 수립, 안전규제의 체계화 및 품질제고, 그리고 관련 사업 전체 단계에 필요한 정보를 적기에 제공할 수 있을 것이다. <그림3-3-1>은 WACID시스템 개념설계를 보여주고 있다.



<그림 3-3-1> WACID시스템 개념설계도

여 백

제 4 편 방사선 안전관리

여 백

제1장 방사선 작업종사자 안전관리

제1절 개 요

원자력을 이용함에 있어 필수적으로 수반되는 방사선안전관리는 선원관리, 환경관리, 개인관리의 3가지로 구분된다.

선원관리란 방사선을 발생하는 선원 혹은 선원을 사용하는 행위 그 자체를 관리하는 것으로 가장 기본적인 관리이며 적극적으로 관리하여야 할 분야이다. 선원관리의 기본원칙은 선원의 밀봉 및 차폐, 선원의 집중화이다. 선원으로부터의 방사선 또는 방사성물질은 환경의 여러 경로를 통하여 사람에게 도달한다. 작업환경의 경로는 단순하지만 일반환경의 경로는 복잡하며 같은 경로에 복수의 선원이 관계하는 경우가 많다. 밀봉되지 않은 방사성물질(개봉선원)은 기밀성이 높은 용기에 선원을 가두어 넣어 작업환경 및 일반환경으로 방사성물질이 불필요하게 누출되지 않도록 관리하여야 한다.

환경관리는 선원관리가 확실히 수행되고 있다는 것과 방사선의 발생에 이상이 없다는 것을 확인하기 위해 수행되는 것으로서, 환경에는 작업환경과 일반환경이 있다. 작업환경의 방사선은 그곳에서 작업하는 방사선 작업종사자의 피폭에 관련되며, 일반환경의 방사선은 일반 공중의 피폭에 관련된다.

개인관리란 어느 한 개인의 선량이 일정한도(유효선량 한도)를 초과하지 않았다는 것과 개인의 피폭선량이 적절한 관리 상태 하에

있다는 것을 보장하기 위해 수행되는 것이다. 선원으로부터 피폭되는 사람은 선원-환경-사람의 3가지로 이루어진 피폭연결망의 종점이다. 하나의 선원은 대부분 많은 사람의 피폭을 유발한다. 피폭의 종류는 직업상 피폭, 의료상 피폭 및 일반인 피폭의 3가지로 구분되며, 이에 따라 개인관리의 대상도 직업인, 환자, 일반인으로 구분된다.

결국 방사선 안전관리의 목적은 방사선 재해로부터 인간의 안전을 확보하는데 있다. 방사선 장해방어 체계에서 안전이 보장되어야 할 인간은 방사선 시설내의 인간, 즉 직업적으로 방사선을 취급하는 사람과 방사선시설 밖의 일반 국민 대중이다.

우리나라는 원자력법에서 방사선에 의한 재해의 방지와 공공의 안전을 도모하기 위해 방사선 안전관리에 관한 사항을 규정하고 있다. 다양한 방사선 이용활동으로부터 작업종사자 및 일반 국민의 보건 및 안전을 보장하기 위하여 원자력법상 인허가를 받은 모든 원자력관계사업자에게 방사선량 및 방사성오염의 측정, 건강진단, 피폭관리, 방사성물질의 방출량 및 피폭방사선량을 가능한 한 합리적으로 낮게 유지하기 위하여 필요한 방사선장해 방지조치를 취하도록 하고 있다. 또한 지진·화재 및 기타의 재해로 인해 원자력이용시설이나 방사성물질 등에 위험이 발생하거나 발생할 우려가 있을 때, 원자력이용시설의 고장 등이 발생한 때, 방사선장해가 발생한 때에는 법령에서 정한 안전조치를 취하고 그 사실을 지체 없이 과학기술부에 보고하도록 하고 있다.

제2절 방사선 작업종사자의 피폭관리

방사선으로 인한 위해는 크게 신체적인 장애와 시설, 장비 등에 대한 장애, 그리고 환경에 대한 영향으로 구분할 수 있는데, 이들 모두에 대하여 효과적인 방어수단을 강구하려면 무엇보다 방사선의 양과 종류를 정확하게 측정·분석하여야 할 것이다. 이 중에서도 가장 중요한 것은 사람에게 노출되는 방사선에 대하여 측정관리(“방사선피폭관리” 또는 “피폭관리”라 한다)하는 것이다.

방사선 작업에 종사하는 개인은 작업시 방사성물질 또는 방사선 선원에 노출(또는 피폭)된다. 이에 따라 원자력의 이용과정에서 필연적으로 수반되는 방사선피폭이 인체에 미치는 영향을 확인하고 이용시설에서의 방사선작업이 안전하게 유지 관리되고 있으며 작업종사자가 법정 선량한도 내에서 적절히 보호받고 있음을 검증하는 객관적 자료의 확보는 매우 중요하다. 이를 위해 방사선작업종사자의 방사선피폭은 지속적으로 측정·관리되어야 하며 측정결과에 대한 판독 및 기록유지는 관련 법규에 따라 철저하게 수행되어야 한다.

개인의 방사선피폭선량은 방사선방호의 궁극적 지표로 사용됨에 따라 정확한 방사선피폭선량의 판독 및 기록유지는 원자력의 안전성 확보는 물론, 방사선작업 종사자의 보건관리 측면에서 국가적인 과제로 대두되고 있다. 과학기술부는 작업종사자의 피폭관리 정보를 보다 더 체계적이고 집대성하여 종사자의 위험을 예측할 수 있는 기능을 추가하고 유사시에는 기초정보로 활용하고자 국가관리 정보체제의 확대를 검토하고 있다.

1. 방사선 작업종사자의 선량한도

원자력법에서는 사람의 신체 외부 또는 내부에 피폭하는 방사선량을 정하여 엄격하게 관리하고 있다. 선량한도는 외부에 피폭하는 방사선량과 내부에 피폭하는 방사선량을 합한 피폭방사선량의 상한값으로서 <표 4-1-1>과 같다. 동 선량한도는 국제방사선방호위원회(ICRP)에서 1990년에 각국에 권고한 ICRP 60 권고고를 원자력법에서 수용한 것이다.

<표 4-1-1> 방사선작업종사자 등 선량한도

구 분		방사선작업종사자	수시출입자 및 운반종사자	일반인
1. 유효선량 한도		연간 50mSv를 넘지 아니하는 범위에서 5년간 100mSv	연간 12mSv	연간 1mSv
2. 등가 선량 한도	수정체	연간 150mSv	연간 15mSv	연간 15mSv
	손·발 및 피부	연간 500mSv	연간 50mSv	연간 50mSv

1. 위 표에서 "5년간"이라 함은 임의의 특정연도부터 계산하여 매 5년씩의 기간(예 : 1998~2002)을 말한다. 다만, 1998년도 이전의 기간에는 이를 적용하지 아니한다.
2. 일반인의 경우 5년간 평균하여 연 1mSv를 넘지 아니하는 범위에서 단일한 1년에 대하여 1mSv를 넘는 값이 인정될 수 있다.
3. 방사선작업종사자중 임신이 확인된 자와 일반인중 방사성동위원소 등을 제한적 또는 일시적으로 사용하는 자에 대하여는 과학기술부장관이 따로 정하여 고시하는 바에 의한다.

정부는 ICRP 60 신권고를 도입함에 있어서 국내 기술수준 및 산업 여건 등을 감안한 점진적인 도입방안을 모색하였다. 즉, 방사선 작업종사자의 유효선량한도는 2002년말까지 연간 50mSv를 넘지 아니하는 범위에서 5년간 200mSv를 한시적으로 적용하고(2003년부터 신권고 전면 적용), 일반인에 대해서는 1999년 8월 31일 원자력법시행령 개정부터 5mSv에서 1mSv를 적용토록 하였다.

2. 방사선 작업종사자의 피폭관리 현황

가. 개인피폭선량 측정

방사선피폭은 외부피폭과 내부피폭으로 구분된다. 개인선량계는 방사선원 및 방사성물질로부터의 개인피폭을 측정, 평가하는 데 사용하는 도구이다. 종사자의 몸통 전체가 방사선에 노출되었을 경우에는 몸통을 대표하고, 인체의 일부분만 노출되었을 경우에는 그 부분을 대표할 수 있도록 개인선량계를 착용하여야 할 것이다. 이와 같이 몸통전체를 대표하는 선량을 전신선량이라 하며 인체피부를 대표하는 선량을 표층선량이라 한다. 개인선량계를 이용하여 측정한 선량은 사람의 전신에 대한 피폭선량과 인체의 국부 선량을 측정, 평가할 수 있어야 한다.

내부피폭선량 측정은 원자력발전소를 제외한 방사성동위원소 이용기관이나 개봉상태의 방사성물질을 취급하는 기관에서 작업장이나 지역의 방사선 준위나 오염정도를 직접 측정하거나 인체분비물 등을 분석하여 방사선 종류와 양을 평가함으로써 간접적으로 측정하고 있다. 원자력발전소의 경우에는 전신계수기 등을 사용하여 측정하는데 종사자로 처음 지정될 때와 그 이후 매년 정기적으로 실

시하고 있으며, 체내 방사성물질 섭취 우려가 있을 때에는 수시로 측정하고 있다.

나. 피폭선량 판독

개인선량계로 측정된 방사선량을 개인피폭선량으로 환산하는 과정을 판독이라 하며 이를 위해서는 판독시설과 평가 알고리즘이 이용된다. 개인피폭선량 판독기관 또는 판독업무자란 개인선량계(필름선량계 또는 열형광선량계)의 판독을 서비스하는 기관으로서

- i) 사용자(방사선작업종사자등)에게 선량계를 지급하고,
- ii) 선량계를 회수하여 법으로 정한 기술기준(과학기술부고시 제 2001-12호)에 따라 표층 또는 심부선량 당량으로 판독치를 평가하며,
- iii) 평가 결과를 기록하고,
- iv) 정부 및 사용자에게 그 결과를 보고하는 업무를 수행하는 기관을 말한다.

국내에는 사업자가 자신의 직원에 대한 피폭선량을 직접 평가하는 자체판독기관이 13개 있고 소정의 수수료를 받고 판독업무를 대행하는 3개의 전문판독기관이 있다. 개인피폭선량 판독결과에 대한 기록은 자체 판독기관은 자체에서 유지·관리하고 있고, 자체판독기능이 없는 기관은 전문판독기관이 대행하고 있다.

선량한도 초과자에 대하여는 초과원인 및 경위, 방사선 장해 유무 등을 평가하고 필요에 따라 적절한 치료와 함께 작업전환, 재발방지 대책 수립 등의 조치를 취하며, 연간 50mSv 초과자에 대하여는 건강진단 등의 조치를 취하도록 하고 있다.

다. 건강진단

방사선 작업종사자에게 실시하는 특별건강진단 항목중 문진이나 말초혈액중의 이상은 일시에 수백 mSv 이상이 피폭되었을 경우에 나타나는 증상이므로 정상적인 방사선 작업종사자에게는 필요하지 않다는 주장도 있으나 종사자의 건강관리상 필수조건으로 시행하고 있다.

방사선 작업종사자에 대한 건강진단은 방사선시설에 처음 출입하는 자에 대하여는 출입하기 전에, 일상 출입하는 자에 대하여는 매년 정기적으로 실시한다. 또한 사고로 인한 피폭방사선 장해의 우려가 있을 때에는 그때마다 특별 건강진단을 실시하도록 되어 있으며, 진단항목은 다음과 같다.

1) 문진

- 방사선피폭 증상의 유무
- 피폭증상이 있는 자에 대하여는 그의 작업장소, 작업내용, 작업기간, 집적선량 및 방사선 장해의 유무
- 기타 방사선에 의한 피폭증상

2) 검사 또는 검진

말초혈액중의 혈색소량, 적혈구 수 및 백혈구 수

- 말초혈액중의 백혈구상(의사가 필요하다고 인정시)
- 눈(의사가 필요하다고 인정시)
- 피부(의사가 필요하다고 인정시)

라. 피폭선량 기록의 관리

방사선 작업종사자에 대한 피폭선량 기록은 그 작업자의 방사선

장해 유무의 인과관계를 판단하는데 중요한 기초자료이므로 엄격하게 관리되고 보존되어야 한다. 따라서 원자력관계 사업자는 종사자가 방사선업무에 종사하기 시작한 때부터 퇴직 등의 사유로 방사선작업에 종사하지 않게 된 때까지 개개인의 피폭량을 규정된 절차에 따라 측정하고 그 결과를 분기별로 정부에(한국방사성동위원소협회에서 위탁받아 수행) 보고하여야 한다. 한국방사성동위원소협회는 국내의 모든 방사선작업종사자에 대한 피폭량을 종합하여 그 기록을 영구관리하며 피폭추이등을 주기적으로 검토함으로써 과피폭 우려를 사전에 방지하고 선량저감화를 위한 기초자료를 제공하고 있다.

국내 방사선 이용기관수가 증가함에 따라 방사선작업에 종사하는 종사자 수도 1987년도에 9,000여명, 1993년에 15,000여명, 1996년에 21,600여명, 2001년에는 25,200여명으로 증가하고 있다. 또한 이를 종사자의 방사선작업으로 인한 방사선피폭선량을 집단선량(단위 : 밀리시버트($\text{man}\cdot\text{mSv}$))으로 표시하였을 때 1987년에는 18,600, 1993년에는 23,800, 1996년에는 36,400, 2001년에는 30,900으로 집계되고 있다.

1997년부터 2001년까지의 피폭선량 관리실적은 <표 4-1-2>에 나타나 있는 바와 같으며 2001년 실적의 세부적인 분포는 <표 4-1-3>에 나타나 있다. 이 표에서 알 수 있는 바와 같이 방사선작업종사자 수의 증가에 따라 집단선량(작업종사자 수와 평균피폭선량의 곱으로 인·밀리시버트로 나타냄)도 매년 증가하여 왔으나 선량저감 정책의 강화로 방사선작업종사자의 평균피폭선량은 점차 감소하는 추세에 있다. 평균피폭선량은 법정 제한치와 비교하여 크게 하회하고 있으나, 비파괴검사 분야의 상대적으로 높은 평균 피폭은 계속해서 개선하여야 할 과제이다.

<표 4-1-2> 방사성동위원소 등의 이용기관의 피폭선량 관리실적

(단위 : mSv)

연도 기관	1997년		1998년		1999년		2000년		2001년	
	종사 자수	평균 선량	종사 자수	평균 선량	종사 자수	평균 선량	종사 자수	평균 선량	종사 자수	평균 선량
의료기관	1,882	1.01	1,986	1.04	2,133	1.02	2,273	0.95	2,439	0.94
산업체	5,465	0.78	4,537	0.82	4,900	0.87	4,775	0.84	4,783	0.93
비파괴업체	3,610	4.26	2,966	3.36	2,930	3.58	3,225	3.53	3,218	3.22
판매업체	158	0.92	164	0.89	249	0.88	350	0.93	547	0.88
연구기관	2,107	0.34	1,938	0.34	1,907	0.35	2,154	0.29	2,047	0.35
교육기관	1,605	0.52	1,940	0.60	2,350	0.58	2,946	0.52	3,612	0.50
공공기관	790	0.55	700	0.79	160	0.75	202	0.74	211	0.80
원 전	8,068	1.24	9,498	1.44	8,396	1.51	8,048	1.42	8,331	1.29
합 계	23,685	1.42	23,729	1.35	23,025	1.39	23,973	1.31	25,188*	1.23

주) * 합계의 전체 종사자수는 업종별 중복 등록된 종사자수를 고려하지 않은 수임.

<표 4-1-3> 방사성동위원소 등의 이용기관의 2001년 피폭선량 분포

(단위 : mSv)

업 종	0.1mSv 미만	0.1~1 mSv 미만	1~5 mSv 미만	5~10 mSv 미만	10~20 mSv 미만	20~50 mSv 미만	50mSv 이상	종사 자수	집적 선량	평균 선량
의료기관	320	1,553	486	66	11	2	1	2,439	2,303.03	0.94
산업체	323	1,493	2,953	9	5	0	0	4,783	4,440.00	0.93
비파괴업체	0	783	1,849	366	175	43	2	3,218	10,248.00	3.22
판매업체	58	295	183	8	3	0	0	547	479.70	0.88
연구기관	1,095	643	304	2	3	0	0	2,047	712.52	0.35
교육기관	801	1,992	816	2	1	0	0	3,612	1,800.08	0.50
공공기관	8	101	102	0	0	0	0	211	168.37	0.80
원 전	4,617	1,514	1,489	477	234	0	0	8,331	10,751.96	1.29
합 계	7,222	8,374	8,182	930	432	45	3	25,188*	30,903.66	1.23

주) * 합계의 전체 종사자수는 업종별 중복 등록된 종사자수를 고려하지 않은 수임.

제2장 판독기관에 대한 안전규제

방사선피폭에 의한 위해의 정도를 평가하기 위해서는 종사자의 개인선량계를 판독하여 얻은 피폭량이 척도가 될 것이므로 이에 대한 정확성과 균질성이 유지되어야 한다. 과학기술부는 1992년 8월 개인 피폭선량 판독기술기준을 고시화 하였으며 1996년에는 이 기준을 강화하였고 품질보증계획서 작성기준을 추가함으로써 판독기술 향상을 도모하였다. 2001년에는 2000년에 이어 판독 기술기준에 맞추어 국내 판독성능의 정확성 및 재현성을 확인한 결과 판독기술이 기술기준에 적합함을 확인하였다.

판독업무자의 등록심사, 성능검사는 과학기술부고시 제2001-12호 “개인선량계 판독에 관한 기술기준” 및 제2001-11호 “외부선량 판독에 관한 품질보증계획서 작성기준”에서 규정하고 있는 기술요건을 적용하고 있다.

제1절 판독업무 등록

1. 판독업무의 등록심사

개인피폭선량 판독업무자의 심사는 원자력법 제90조의4에 의거 판독업무를 하고자 하는 자가 과학기술부고시 제2001-11호의 요건에 따라 작성하여 제출한 판독 품질보증계획서를 포함하는 등록신

청서에 대한 심사이며, 판독의 정확성 및 균질성을 보증하기 위해 판독기관이 수립한 품질보증계획서의 검토 및 동 계획서의 이행상태를 검증하기 위한 시설점검의 방식으로 시행된다.

2. 등록변경 신고

변경신고는 주로 등록된 판독기관이 판독기를 추가하는 경우 또는 판독기의 노후로 인하여 판독기를 대체하는 경우에 발생되며, 변경신고와 관련된 판독 품질의 검증은 수시로 수행된다. 변경신고와 관련한 규제에 대해서는 원자력법에 따라 판독기관 신규 등록과 동일한 기준을 적용한다.

제2절 판독기관 검사

1. 정기검사

원자력법 제90조의6의 규정 및 동법시행령 제297조의 2에 의거 판독업무자는 판독업무 등에 대하여 과학기술부장관의 검사를 받아야 한다. 판독업무자에 대한 정기검사 내용은 i) 판독업무종사자의 자격 ii) 시설 및 취급기준 요건 준수 iii) 판독의 기술능력 요건의 규정 이행 iv) 판독 성능의 균일성 유지·관리 등에 대한 확인이다.

2. 성능검사

가. 성능기준

판독시스템에 대한 성능검사는 과학기술부고시 제2001-12호에서 정하는 방법 및 기준에 따라 수행되는 것으로서 통상 판독기관 등록, 변경신고 및 정기검사시 성능확인을 목적으로 실시되는 것을 말한다. 성능검사는 <표 4-2-1>에 나타낸 성능시험범주 중에서 8개의 방사선범주에 대하여 적용한다. 정기검사의 경우, 8개의 방사선범주에 대한 성능검사는 2년마다 실시한다. 2년의 주기내에서도 정기검사시에는 3개의 방사선범주에 대하여 축소된 성능확인 검사(Blind Test)를 실시한다. <표 4-2-1>은 8개의 방사선범주에 대한 방사선장, 선량범위 및 심부선량(Deep dose equivalent) 및 표층선량(Shallow dose equivalent)에 대한 허용준위를 나타낸다. 범주 III 및 VI에 대해서는 시험기관이 무작위로 선정한 X-선 에너지를 적용한다. Hp(10)은 국제방사선단위측정위원회(ICRU)가 정하는 심부선량으로써 인체의 몸통 표면 아래 10mm 깊이에서의 선량당량을 말하며, Hs(0.07)은 ICRU가 정하는 표층선량으로서 인체의 피부 표면 아래 0.07mm 깊이에서의 선량당량을 말한다.

판독수준은 성능검사 결과로써 평가하며 <표 4-2-1>에서 나타난 바와 같이 성능기준은 고선량 범주에서는 0.3, 그 외의 범주에서는 0.5를 적용하고 있다. 성능의 표준편차와 편중의 상한기준을 설정함으로써 우리나라의 개인피폭선량의 정확도와 균질성을 국제수준과 같이 유지하도록 하고 있다.

<표 4-2-1> 판독시스템 성능검사 범주 및 성능기준

성능검사 범주	조사범위	성능 기준					
		심부선량 Hp(10)			표층선량 Hs(0.07)		
		L	B	S	L	B	S
I. 고선량, 저에너지 광자 M150	0.1-2 Sv	0.3	- ¹⁾	-	-	-	-
II. 고선량, 고에너지 광자 ¹³⁷ Cs의 γ 선	0.1-1 Sv	0.3	-	-	-	-	-
III. 저에너지 광자 M30, M60, M100, M150, H150	0.3-100 mSv	0.5	0.35	0.35	0.5	0.35	0.35
IV. 고에너지 광자 ¹³⁷ Cs의 γ 선	0.3-100 mSv	0.5	0.35	0.35	-	-	-
V. 베타, ⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y, ²⁰⁴ Tl	1.5-100 mSv	-	-	-	0.5	0.35	0.35
VI. 광자 혼합 방사선장 III 및 IV 항의 혼합	0.5-50 mSv	0.5	0.35	0.35	0.5	0.35	0.35
VII. 베타-광자 혼합 방사선장 IV 및 V 항의 혼합	2-50 mSv	0.5	0.35	0.35	0.5	0.35	0.35
VIII. 중성자-광자 혼합 방사선장 ²⁾	1.5-50 mSv	0.5	0.35	0.35	-	-	-

주 : 1) - 는 해당사항 없음

2) 두께 0.051cm Cd에 둘러싸인 반경 15cm 구형의 D2O에 의해 감속된 ²⁵²Cf 핵분열 중성자와 ¹³⁷Cs의 γ 선과의 혼합 방사선장

L : 국가기준값과 비교한 오차의 허용준위

| B| : 국가기준값과 비교한 오차 평균치의 절대값

S : 국가기준값과 비교한 오차의 표준편차

나. 성능검사 방법

선량계는 판독업무자가 종사자에게 지급하여 사용하고 있는 선량계 중에서 무작위로 선정하여 제출한 것을 시험한다. 모든 선량계의 조사는 국가교정기관인 한국원자력안전기술원 및 한국원자력연구소(중성자선장인 범주 VIII)에서 수행한다. 선량이 부여된 선량계는 판독기관에 반송하고, 반송시 한국원자력안전기술원은 범주 I 및 II와

관련된 선량계에 대해서는 범주를 표시한다. 판독업무자는 선량계를 받은 즉시 판독하여 그 결과(심부 또는 표층선량)를 한국원자력안전기술원에 제출하여 평가받는다.

범주 시험에서 기준을 만족시키지 못하였을 경우 재시험을 실시한다. 재시험은 실패한 범주가 1개인 경우 실패한 범주 및 그와 관련된 범주 2개를 추가하여 3개의 범주에 대해서 실시되며, 2개 이상 실패한 범주의 경우 전체의 범주에 대해서 시험이 이루어진다.

제3절 판독기관의 안전관리 실적

1995년이래 연간 판독업무자에 대한 규제현황은 <표 4-2-2>와 같다.

2001년에는 16개의 판독기관에 대하여 품질확인을 위한 검사 즉, 정기검사와 8개 범주의 성능검사를 수행하였고, 1개의 기관이 신규로 등록함에 따라 품질체계 평가 및 최초성능검사를 실시하였다. 또한, 3개의 기관에 대해서는 판독시스템 변경에 따른 변경신고에 따라 판독품질을 확인 또는 평가하였다.

2001년에 시행된 판독기관의 심사결과, 판독기관들은 모두 판독시설의 설치·운영 및 판독성능이 원자력법 시행규칙 제109조 및 과학기술부고시 제2001-12호에서 정하는 기술기준에 따라 판독의 품질이 적절하게 유지하고 있는 것으로 확인되었다.

정기검사에서 확인된 주요 사항으로서는 대부분 판독 기관이 시설운영 검사항목의 규정을 만족하고 있으나, 일부 판독기관은 품질절차서 개정 등이 필요한 것으로 발견됨에 따라 시정조치 하였다.

2001년에 시행된 성능검사에서는 전년도에 실시한 일부 방사선범주에 대한 판독성능검사 결과 기술기준에 적합한 성능으로 확인된 기관들에 대해 전체적인 방사선범주의 품질유지 여부를 확인하는데 주안점을 두었다. 따라서 2001년 성능검사는 기술기준에 명시된 8개 시험범주 모두에 대하여 실시하였다.

16개 기관에 대한 성능검사결과 모든 판독기관은 성능기준에 비해 충분한 여유를 가지고 만족하는 것으로 나타났으나 소수의 판독기관은 개별 성능지수가 다소 높은 경우도 발견되었다.

<표 4-2-2> 연간 판독업무자에 대한 규제 현황

구 분	개인선량계 판독기관 규제현황 (건수)													
	시설의 설치 및 운영검사							성능검사						
	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01
1. 판독기관 인허가*3)	4*1)	0	0	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0
	10*2)	0	2	1	0	0	1	10	0	2	1	0	0	1
2. 변경허가*4)	0	2	1	1	2	3	3	0	2	0	2	2	1	0
	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	2	1	0	0
3. 정기검사	0	4	3	4	6	5	6	0	4	3	4	6	9	8
	0	10	11	12	13	13	12	0	10	11	12	13	13	12
계	17	17	18	21	22	21	22	24	17	17	23	22	23	21

주) *1) : 전문판독기관

*2) : 자체판독기관

*3) : 1999년부터 판독업무자 등록

*4) : 1999년부터 판독업무자 등록 변경신고

제4절 방사선 작업종사자의 피폭관리 제도개선

개인에 대한 피폭선량판독 결과는 방사선방호 측면에서는 피폭관리 및 선량 저감을 위한 궁극적 지표로 사용되며 방사선 작업종사자에게는 만족스런 작업조건을 보장하여 건강보호를 위한 기본지표로 사용되고 있다. 과학기술부에서는 피폭선량 측정의 신뢰성을 향상시키고 효율적인 피폭기록관리를 위하여 다음과 같이 제도를 개선하여 적용하고 있다.

1. 판독업 등록제도

과학기술부는 1995년 1월 5일 원자력법을 개정하여 국내 방사선 피폭선량 판독기관의 신뢰성을 향상시키기 위하여 판독업에 대한 인·허가 제도를 신설하였다.

이와 함께 한국원자력안전기술원을 통하여 방사선작업종사자의 피폭선량 판독의 균질성, 정확성을 확보하기 위하여 판독품질보증 검증을 위한 검사, 판독기술을 제고시키기 위한 연구를 통하여 판독기술을 향상시켜 현재는 국제적 성능기준에 만족할 만한 품질보증 체제를 구축하여 국내 판독기관에서 평가되는 피폭선량의 표준화를 이룩하는 기반을 마련하였다.

이러한 노력을 통해 국내 판독기관의 판독기술, 품질보증체제가 정착됨에 따라 기존의 허가제도를 대신하여 정부 또는 국제공인기구(NVLAP 등)가 제시하는 기준에 적합한 품질보증체제를 확보한 후 피폭선량판독자로 등록하도록 하는 등록제도로 전환하였다.

2. 방사선 피폭기록의 효율적 관리

피폭선량기록의 체계적인 관리와 신속한 자료검색을 위하여 한국방사성동위원소협회의 전산관리 프로그램을 대폭 개선하여 운영하고 있으며, 현재 한국원자력안전기술원에서 개발한 “방사선안전관리 통합전산망”과 연계하여 다양한 형태의 정보를 인터넷을 통하여 제공하고 있다. 그리고 종사자 본인이 여타의 목적으로 과거 피폭이력의 확인이 필요한 경우 “피폭선량기록 확인서”를 발급해 주고, 원자력법령에서 정한 선량한도를 초과할 가능성이 있는 방사선작업종사자에게는 사전에 통보하여 업무전환 등 필요한 조치를 취할 수 있도록 “선량한도 예고제”를 추진 중에 있다.

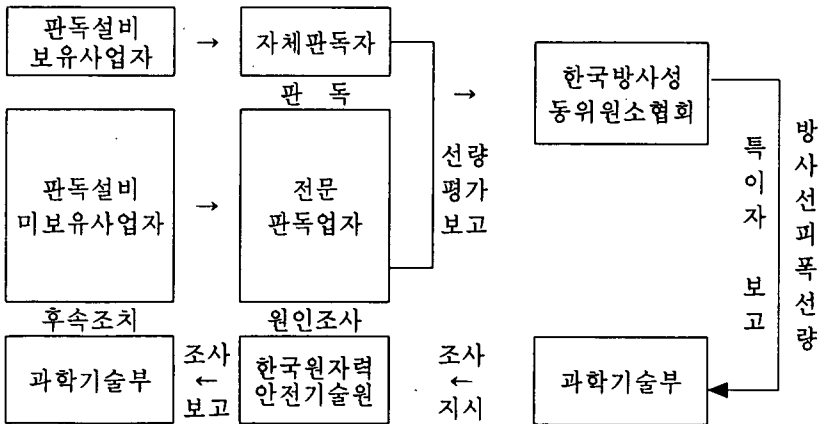
과학기술부는 2001년 11월 28일 과학기술부고시 제2001-36호 「개인 피폭방사선량의 평가 및 관리에 관한 규정」을 고시하였다. 이에 따라 한국원자력안전기술원은 판독기관에서 판독한 피폭선량치가

<표 4-2-3> 판독특이자에 대한 조사 및 평가 현황

구 분		~1999 년 1/4	2/4	3/4	4/4	2000년 1/4	2/4	3/4	4/4	2001년 1/4	2/4	3/4	계
초과판독		4	-	-	-	-	-	-	1		2	3	10
측정 불능	감 광	4	3	1	-	1	4	1	1	-	1	1	17
	수 침	1	1	-	-	-	-	1	1	1	-	-	5
	체 손	2	4	-	1	1	2	1	5	1	2	3	22
분실	취급부주의	13	21	13	2	8	28	21	11	7	15	11	150
	우편/기타	-	4	39	-	-	20	51	1	2	2	17	136
	관리부주의	-	2	-	1	6		-	8	3	-	12	32
계		24	35	53	4	16	54	75	28	14	22	47	372

연간선량한도를 초과하여 피폭되거나 개인선량계의 개봉·감광·수침·미회수 및 분실 등이 보고된 경우, 객관적이고 과학적인 선량평가를 위하여 현장을 방문하여 본인 및 관련담당자 면담 등을 통해 예상 피폭방사선량을 평가하고, 그 결과에 따라 조치하는 업무를 수행하고 있다. 1999년 1/4분기이후 발생한 판독특이자 조사 및 평가 결과는 <표 4-2-3> 과 같다.

<그림 4-2-1>은 방사선작업종사자 피폭선량의 보고절차와 기록관리 체계를 나타내고 있다. 판독특이자에 대해서는 원자력안전기술원에서 평가 후 과학기술부에 보고하고 과학기술부는 필요시마다 그 결과에 따라 필요한 조치를 취하고 있다.



<그림 4-2-1> 피폭관리 절차도

제5편 환경방사능 감시

여 백

제1장 환경방사능 감시 개요

원자력의 평화적 이용이 증대됨에 따라 원자력이 현 산업사회의 중요한 에너지원으로 각광받고 있으나 지난 10여 년 간 원자력이용 시설의 안전성에 대한 일반인의 우려와 관심은 급속히 증대되고 있다. 특히, 방사선환경은 일반 대중의 생활환경과 직접 관련이 있다는 측면에서 큰 관심의 대상이 되고 있으며, 근래에 더욱 강조되고 있는 환경보전의 문제와 더불어 관심도가 한층 높아지고 있다.

환경 방사선 문제제의 접근은 크게 세 가지로 나누어진다. 첫째는 환경으로 방출되는 방사선 또는 방사성물질 즉, 선원에 대한 관리이며, 둘째는 원자력 시설의 운영 등 인위적 행위로 인한 환경방사선 준위의 변화 감시, 그리고 셋째로 환경방사선의 영향 평가이다.

선원의 관리는 원자력이용시설로부터 방출되는 방사성물질이 일정수준 이하로 유지되도록 설계에서부터 운영에 이르기까지 방사선 방호원칙에 입각하여 관리함으로써 그 목표를 달성한다. 여기서 주된 관심의 대상은 시설로부터 외부로 방출되는 기체 또는 액체 유출물의 관리가 된다.

환경방사선의 감시는 실질적으로 주변 환경에 어떠한 영향을 미치지 않고 있다는 것을 확인하기 위해, 또는 사고로 인한 방사성물질의 유출을 감시하고 그 영향을 평가하기 위하여 실시된다. 이러한 감시는 시설 운영자가 일차적으로 수행하지만 그 타당성과 객관성을 확인하기 위해서 지방자치단체 또는 국가기관이 2중, 3중으로 감시하는 경우도 있다. 또한 감시업무는 일정한 시설주변을 대상으로

할 수도 있고 필요에 따라 전국 일원에 걸친 일상감시를 수행하는 경우도 있다.

환경방사선의 영향평가는 두 가지 방법으로 수행될 수 있다. 즉, 방사선 시설로부터 방출된 선원에 대한 자료와 주변의 환경상태를 고려하여 방사성핵종의 환경중 거동을 수학적 모델에 의해 해석하고 이로부터 주민의 피폭량을 추정하는 방법과 실제로 환경중의 방사선을 측정된 값으로부터 주민의 피폭량을 산정하는 방법이 있다. 첫째 방법은 측정이 불가능한 경우나 또는 영향을 사전에 예측하기 위한 수단으로 사용되는데 원자력이용시설 주변의 주민 피폭선량의 산정에 이 방법이 쓰인다. 둘째 방법은 실측이 가능한 경우에 적용할 수 있으므로 사고로 인한 대량 환경 오염의 경우 또는 자연방사선의 영향을 평가하는 데에 사용된다.

제2장 원자력이용시설 주변 환경방사능 감시

원자력이용시설 주변 환경영향 평가의 궁극적인 목적은 원자력이용시설의 설치·운영으로부터 환경을 보전하여 국민의 건강을 보호하는 데 있다.

원자력이용시설 주변 환경감시는 원자력법 제104조의6(환경보전)에 법적 근거를 두고 있으며, 사업자는 과학기술부고시 제2001-25호(원자력이용시설 주변의 방사선환경조사 및 방사선환경 영향평가에 관한 규정)에 근거하여 자체적인 환경감시 계획을 수립하여 그 수행 결과를 과학기술부에 보고한다. 과학기술부는 이와 별도로 원자력안전기술원으로 하여금 독립적으로 환경감시를 수행토록 하여 사업자의 조사결과와 비교·평가하고, 규제점검을 통해 대상 원자력이용시설<표 5-2-1 참조> 주변 환경에 대한 방사능 오염 여부를 객관적인 입장에서 확인 평가하고 있다.

아울러, 원자력사업자의 환경관리 설비와 운영 등에 대해 매년 정기적으로 검사함으로써 사업자의 환경관리 업무가 효율적으로 수행될 수 있도록 감독하고 있다.

또한 원자력이용시설 주변 환경보전과 관련한 고시 및 지침을 제정 또는 수정·보완함으로써, 사업자로 하여금 원자력이용시설 주변의 환경을 보다 효과적으로 보전하여 주민들에 대한 방사선 영향을 최소화하도록 유도하고 있다.

<표 5-2-1> 환경조사 및 평가대상 시설

시 설	소재지 (부 지)
가) 원자력발전소 ○ 고리 1 ~ 4호기 ○ 월성 1 ~ 4호기 ○ 영광 1 ~ 5호기 ○ 울진 1 ~ 4호기 나) 핵연료주기 시설 ○ 한전원자력연료주식회사 다) 원자력연구시설 ○ 한국원자력연구소	부산시 기장군 장안읍 고리 경북 경주시 양남면 나아리 전남 영광군 홍농읍 계마리 경북 울진군 북면 부구리 대전시 유성구 덕진동 대전시 유성구 덕진동

제1절 환경방사선/능 감시계획

원자력이용시설의 정상운영 중에도 기준치 이내의 방사성물질의 환경방출이 수반될 수 있으므로 시설주변에 대한 환경조사를 실시하여 환경에 대한 영향을 평가하여야 한다.

환경방사능 측정을 위한 시료채취지점의 위치와 환경시료별 분석항목 및 분석주기는 시설주변의 인구분포, 방사능 착지 예상 최대농도, 기상조건, 해양조건, 지형, 방위, 대기확산인자 등을 일차적으로 고려하고 각 시설별로 고유한 설계특성 및 방사성물질 방출형태 등도 감안하여 결정하게 된다. <표 5-2-2>는 과학기술부 고시에 따른 원자력사업자의 환경방사선/능 조사요령이며, <표 5-2-3>은 원자력사업자가 수행한 환경감시에 대한 품질보증 및 기초자료 확보를 위하여 시행한 2001년도 환경감시 현황이다.

<표 5-2-2> 원자력사업자의 환경방사선/능 조사요령

조사 항목			조사 주기		조사 지점
구분	환경매체	감시핵종	채취 빈도	분석 빈도	
환경 방사선	공간 선량률	감마선량률	연속 감시	월 1 회	· 육상시료 채취지점 : ① 거리와 방위별로 안배 하되 지역의 기상자료, 지역특성, 대기확산 평가 등을 근거하여 확률적으로 오염의 가능성이 높은 지역을 우선 선정 ② 직접 주민에게 피폭을 주는 공기오염이나 방사선량률의 조사지점은 인구밀집 지역에 비중 ③ 조사항목, 지리적 특성, 시료 채취가능성 등을 고려하여 선정 · 해상시료 채취지점 : ① 해수의 유동을 고려하여 확률적으로 오염의 가능성이 높은 지역을 우선 선정 ② 취·배수구를 조사지점에 포함 ③ 해양의 이용현황(어장, 양식장, 휴양지 등)을 고려하여 선정
		집적선량		분기1회	
육상 시료	공 기	전 β , ^{14}C , ^{131}I , U, γ 동위원소	연속 채취	월 1 회	
	공기중 수분	^3H		월 2 회	
	식 수	^3H , γ 동위원소, U	분기1회	분기1회	
	지표수 빗 물	전 β , γ 동위원소, ^3H , U	월 1회	월 1 회	
	지하수	^3H , γ 동위원소, U	분기1회	분기1회	
	하천토	γ 동위원소, U	분기1회	분기1회	
	토 양	γ 동위원소 ^{90}Sr , Pu, U	연 2회	연 2 회	
	우 유	γ 동위원소 ^{90}Sr , ^{129}I , ^{131}I	월 1회	월 1 회	
		^{14}C		분기1회	
	농산물	γ 동위원소 ^3H , ^{14}C , ^{90}Sr	수확기	연 2 회	
지표생물	γ 동위원소 ^{90}Sr	연 2회	연 2 회		
육 류	γ 동위원소 ^{14}C	연 2회	연 2 회		
해상 시료	해 수	전 β , ^3H	월 1회	월 1 회	
		γ 동위원소 ^{90}Sr , Pu		분기1회	
	해저토	γ 동위원소 ^{90}Sr , Pu	연 2회	연 2 회	
	어패류	γ 동위원소 ^{90}Sr , Pu	연 2회	연 2 회	
해조류	γ 동위원소 ^{90}Sr , ^{129}I , ^{131}I	연 2회	연 2 회		

<표 5-2-3> 원자력이용시설 주변 환경방사선/능 조사현황

시 료 명		분석항목	분석 주기	지 점 수	
방사선 조사	공간감마선량률	공간감마선량률	연속 감시	각 원전주변 1개소	
	공간집적선량	공간집적선량	매분기	부지당 12개 지점	
방사능 분석	환경 시료	토 양	감마동위원소 ^{90}Sr , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$	연 2회 연 1회	부지당 10개 지점 부지당 2개 지점
		해저토 (하천토)	감마동위원소 ^{90}Sr , ^{238}Pu , $^{239+240}\text{Pu}$	연 2회 연 1회	부지당 2~3개 지점
		대 기	^3H , ^{14}C	매 월	월성 원전주변 3개 지점
		술 잎	^3H , ^{14}C	매 월	월성 원전주변 3개 지점
	물시료	해 수	감마동위원소, ^3H ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$	매분기 연 1회	취·배수구 3~6개 지점 (대덕 제외)
		지하수	감마동위원소, ^3H	연 2회	부지당 2개 지점
		빗 물	^3H	매 월	각원전 기상관측소 (월성은 거리별 13개지점)
	식품 시료	우 유	감마동위원소 ^{90}Sr ^3H	매분기 연 2회 매 월	부지당 1개 목장 " 월성 원전주변 1개 목장
		배 추	감마동위원소	연 1회	부지당 2개 지점
		쌀	감마동위원소	연 1회	부지당 2개 지점
	해양 시료	어 류	감마동위원소	연 2회	부지당 2지점(대덕 제외)
		해조류	감마동위원소	연 2회	부지당 2지점(대덕 제외)

<표 5-2-4> 원전주변 감시포스트 설치위치

지역	지점	방위	거리(km)	주소
고리	장안읍 사무소	WSW	9.0	부산 기장군 장안읍
월성	양남면 소방서	SSW	4.5	경북 경주시 양남면
영광	홍농읍 복지회관	SE	3.5	전남 영광군 홍농읍
울진	북면 사무소	SE	6.0	경북 울진군 북면

또한 원자력발전소 주변의 환경방사선 감시를 보다 강화한 실시간 감시를 위하여 공간감마선량률 감시포스트(Monitoring Post)를 <표 5-2-4>의 위치에 설치하고 연중 계속하여 모니터링하고 있다. 이와 같이 연속적으로 측정된 자료는 지역주민이 측정값을 현장에서 직접 볼 수 있도록 전광판에 나타냄과 동시에 통신망을 통하여 실시간으로 수집하고 인터넷을 통하여 일반국민 및 관련기관에 제공하고 있다.

<표 5-2-5> 월성원전 주변 환경시료중 ^3H 및 ^{14}C 조사계획

핵종	시료명	채취지점	조사지점수
^3H	공기	N 1km (N-1), NNE 2km (N-2), SSW 1.9km (S-2)	3개 지점
	술잎		
^{14}C	빗물	N 1km NNE 2, 3.9, 8.8, 11.1km NW 22.3km SSW 1.2, 1.9, 2.5, 4.2, 5, 7, 14km	13개 지점
	공기		
^{14}C	공기	N 1km, NNE 2km, SSW 1.9km	3개 지점
	술잎		

한편, 월성원전은 중수를 냉각재와 감속재로 사용하는 원자로의 특성에 따라 경수를 사용하는 원전들보다는 상대적으로 많은 양의

삼중수소(^3H) 및 방사성탄소(^{14}C)가 환경으로 방출되고 있다. 따라서 ^3H 에 대해서는 1992년도부터 지속적으로 농도변동 추이를 조사하고 있으며, ^{14}C 의 경우는 1996년도에 ^{14}C 의 분석법을 자체 개발하여 1997년도부터 실제 월성 원전 주변 대기시료에 대한 감시를 실시하게 되었다. <표 5-2-5>는 월성원전 주변 ^3H 및 ^{14}C 조사지점을 나타낸 것이다.

제2절 감시결과 및 평가

원자력이용시설 주변 환경감시 결과의 평가는 과거 3~5년간의 일상적인 환경방사선/능 준위 범위와 비교를 통하여 이루어졌다. 이 경우 일상적인 준위 범위는 최근 3~5년간 조사된 자료중 원자력이용시설의 영향이나 측정오류 등으로 인한 이상측정치를 제외한 정상시의 환경방사선/능 준위 변동범위로 설정하였다.

1. 공간감마선량을 및 공간집적선량

<표 5-2-6>은 4개 원자력발전소 및 원자력연구소 부지 주변에 대한 2001년도 공간감마선량을 및 공간집적선량의 감시결과를 나타낸 것이다. 2001년도 부지별 공간감마선량률의 연평균 범위는 10.8~15.0 $\mu\text{R/h}$ 로 최근 5년 간의 연평균 농도범위인 9.3~15.0 $\mu\text{R/h}$ 과 거의 같은 수준이었다.

<그림 5-2-1>은 중앙방사능측정소(대전)에서 측정한 공간감마선량률의 일일 변동양상과 강수량의 일일 변동양상을 나타낸 것이다.

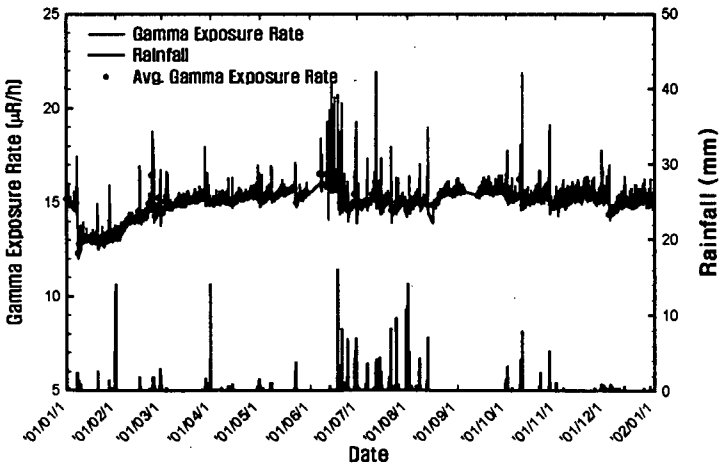
<표 5-2-6> 원자력이용시설 주변 공간감마선량률 및 공간집적선량

구 분	공간감마선량률 ($\mu\text{R/h}$)		공간집적선량 (mSv/분기)	
	2001년도 연평균 $\pm \sigma$	최근 5년간 연평균 범위	2001년도 연평균 $\pm \sigma$	최근 5년간 연평균 범위
고 리	11.6 \pm 0.8	11.1 ~ 12.2	0.192 \pm 0.023	0.189 ~ 0.222
월 성	10.8 \pm 0.6	9.3 ~ 10.7	0.191 \pm 0.026	0.198 ~ 0.242
영 광	12.3 \pm 0.2	11.2 ~ 12.3	0.230 \pm 0.026	0.207 ~ 0.244
울 진	15.0 \pm 0.4	13.9 ~ 15.0	0.256 \pm 0.026	0.251 ~ 0.302
대 덕	-	-	0.250 \pm 0.034	0.250 ~ 0.296

자료 : 한국원자력안전기술원

주) σ : 연평균 표준편차 (변동폭)

- : 연속측정 미 실시



<그림 5-2-1> 공간감마선량률과 강수의 일일변동 양상

그림에서 보는 바와 같이 공간감마선량률은 강수시 많은 변동을 보이며, 특히 가뭄이 지속되다가 비가 오기 시작할 때 공간감마선량률은 상당히 증가하는 경향이 있다. 이는 천연핵종을 함유하고 있는 대기중의 먼지, 토양입자 등이 빗물과 함께 지표로 떨어져 공간감마선량률의 상승에 기여한 것으로 평가된다.

한편 2001년도 각 부지의 분기별 공간집적선량의 연평균 범위는 분기당 0.191~0.256mSv로서 2000년 이전의 최근 5년간 연평균 범위 0.189~0.302mSv 이내에 포함되는 값을 나타내었다.

2. 환경시료중 인공방사성핵종 농도

<표 5-2-7>은 4개 원자력발전소 부지 및 원자력연구소 주변지역에서 채취한 2001년도 환경시료중 인공 방사성핵종의 농도범위를 요약하여 정리한 것이다. 환경시료중 인공 방사성핵종 농도범위는 2000년 이전 최근 5년간 조사된 농도범위 내에 포함되어 예년과 비슷한 경향을 나타내었다.

이상과 같은 결과를 살펴보면 국내 원자력이용시설 주변에서 ^{137}Cs 및 ^{90}Sr 등의 인공 방사성핵종이 미량 검출되고 있으나, 이는 과거 핵실험에 의한 방사능 낙진 준위와 유사한 값으로 나타났다. 따라서, 원전주변에서 검출되는 이들 인공 방사성핵종은 핵실험의 잔존물로 평가되며, 원자력이용시설로부터 방출된 방사성핵종에 의한 기여는 거의 무시할 수준으로 평가된다.

원자력발전소 주변에서 채취한 해저퇴적물 및 해조류 시료에서는 ^{60}Co , ^{95}Nb , ^{110}mAg 과 같은 일부 인공핵종이 미량이지만 검출되었다.

<표 5-2-7> 원자력이용시설 주변 환경시료중 방사능 농도

시료명	검출핵종	단위	농도 범위 (2001년도)	최근 5년간의 농도 범위
토양	^{137}Cs	Bq/kg · dry	<0.859 ~ 22.6	0.40 ~ 114
	^{90}Sr	"	0.430 ~ 1.66	<0.21 ~ 4.85
	$^{239+240}\text{Pu}$	"	0.059 ~ 0.379	<0.06 ~ 1.97*
	^{238}Pu	mBq/kg · dry	0.815 ~ 18.8	<4.93 ~ 65.1*
해저 퇴적물	^{137}Cs	Bq/kg · dry	<0.668 ~ 3.55	<0.692 ~ 4.87
	^{90}Sr	"	<0.059 ~ 0.563	<0.07 ~ 2.12
	$^{239+240}\text{Pu}$	"	0.092 ~ 0.265	<0.042 ~ 1.47*
	^{238}Pu	mBq/kg · dry	<5.90 ~ 29.3	<3.84 ~ 25.3*
해수	^{137}Cs	mBq/kg	1.22 ~ 4.07	1.98 ~ 6.46
	^3H	Bq/L	0.111 ~ 24.2	<0.073 ~ 36.9
	$^{239+240}\text{Pu}$	$\mu\text{Bq/kg}$	6.40 ~ 17.1	<3.68 ~ 33.5*
	^{90}Sr	mBq/kg	1.36 ~ 2.62	0.98 ~ 6.72*
지하수	^{137}Cs	mBq/kg	<0.967	0.708 ~ 2.28
	^3H	Bq/L	0.71 ~ 44.8	0.20 ~ 155
우유	^{137}Cs	mBq/kg · fresh	<16.8 ~ 46.9	<12.0 ~ 58.1
	^{90}Sr	"	<5.36 ~ 25.3	<7.3 ~ 34.3**
채소류	^{137}Cs	mBq/kg · fresh	<20.7	<15.9 ~ 175
곡류	^{137}Cs	mBq/kg · fresh	<9.43 ~ 13.9	<7.96 ~ 308
어류	^{137}Cs	mBq/kg · fresh	<51.7 ~ 150	17.8 ~ 280
해조류	^{137}Cs	mBq/kg · fresh	<57.2 ~ 155	<19.6 ~ 185

자료 : 한국원자력안전기술원

주) * : 최근 4년간의 자료 (1997~2000)

** : 최근 3년간의 자료 (1998~2000)

< : MDA(검출하한치) 이하의 값으로 판정된 자료 (< 다음의 숫자는 MDA 값)

3. 월성원전 주변 환경시료중 ^3H 및 ^{14}C 의 감시 결과

<표 5-2-8>은 월성원자력발전소 주변 북쪽방향으로 1km(청경사택 ; N-1), 북북동방향으로 2km 지점(청구연수원 ; N-2) 및 남남서

방향 2km 지점(직원사택 ; S-2)에서의 대기시료를 비롯한 여러 가지 환경시료중 2001년도 ^3H 의 연평균농도와 2000년 이전 최근 5년간의 연평균 변동범위를 나타낸 것이다.

월성원자력발전소로부터 비교적 거리가 가까운 N-1지점이 다른 지점에 비해 높은 수준을 나타내고 있으며, 타 원전부지에 비하여 상대적으로 높은 경향을 보이거나 예년의 변동범위 내에 있다. 이러한 농도준위는 과학기술부 고시 (2002-1호 방사선 방호 등에 관한 기준)의 배출관리 기준 중 배기중 배출관리기준 및 배수중 배출관리기준 (각각 3000 Bq/m^3 , 40000 Bq/L)의 0.1% 정도의 수준으로 평가된다.

<표 5-2-8> 월성원전 주변 환경시료중 ^3H 의 방사능 농도

시료명	채취지점	2001년도 연평균 $\pm \sigma$	최근 5년간의 연평균 변동 범위
대 기 (Bq/m^3)	N-1	3.39 ± 3.74	3.73 ~ 8.25
	S-2	1.52 ± 1.04	0.73 ~ 2.21
	N-2	2.22 ± 1.84	1.09 ~ 4.66
솔 잎 TFWT (Bq/L)	N-1	256 ± 314	133 ~ 790
	S-2	97.5 ± 79.7	63.8 ~ 197
	N-2	84.6 ± 99.7	52.6 ~ 241
빗 물 (Bq/L)	N-1	63.8 ± 71.5	107 ~ 212
	S-2	94.7 ± 118	67.1 ~ 154
	N-2	31.2 ± 32.0	37.3 ~ 124

자료 : 한국원자력안전기술원

주) σ : 연평균 표준편차 (변동폭)

TFWT : Tissue Free Water Tritium (조직자유수중 삼중 수소)

한편, <표 5-2-9>는 N-1, N-2 및 S-2 지점의 2001년도 연평균 대기 및 솔잎중 ^{14}C 의 방사능 농도를 나타낸 것이다. 대기중 ^{14}C 의

연평균 방사능 농도는 N-1지점에서 0.305 Bq/g-C, N-2지점에서 0.287 Bq/g-C, S-2지점에서 0.286 Bq/g-C의 준위로서 모두 최근 4년 간의 연평균 변동범위 내로서 예년과 비슷한 수준이었다. 한편 솔잎중 ^{14}C 의 연평균 방사능 농도는 N-1지점에서 0.438 Bq/g-C, N-2지점에서 0.289 Bq/g-C, S-2지점에서 0.279 Bq/g-C의 준위로서 모두 최근 3년 간의 연평균 변동범위 내로서 예년과 비슷한 수준이었다.

<표 5-2-9> 월성 주변 대기중 ^{14}C 의 방사능 농도

(단위 : Bq/g-C)

시료명	채취지점	2001년도 연평균 $\pm \sigma$	최근 4년간의 연평균 변동 범위
대 기	N-1	0.305 \pm 0.022	0.377 ~ 0.608
	S-2	0.286 \pm 0.014	0.261 ~ 0.402
	N-2	0.287 \pm 0.018	0.281 ~ 0.507
솔 잎	N-1	0.438 \pm 0.084	0.726 ~ 0.897*
	S-2	0.279 \pm 0.022	0.281 ~ 0.332*
	N-2	0.289 \pm 0.022	0.367 ~ 0.481*

자 료 : 한국원자력안전기술원

주) * : 최근 3년간의 자료 (1998~2000)

σ : 연평균 표준편차 (변동폭)

제3장 전국토 환경방사능 감사

제1절 전국토 환경방사능 감시체제

1. 전국 방사능측정소

전국토 환경방사능 감시업무는 1960년대 지상 핵실험이 빈번했던 시기에 핵실험으로 인한 방사성 낙진이 우리나라에 미치는 영향을 탐측할 필요성이 대두되어 전국에 방사능측정소를 설치하고 환경감시 활동을 개시한 것에서 부터 비롯한다. 즉, 측정소의 운영목적은 국토내 환경중의 방사선 이상사태를 조기에 탐지함으로써 필요할 경우 적절한 국민보호 조치를 적시에 시행할 수 있도록 하는 것이다.

전국토 환경방사능 감시 업무가 확대·발전됨에 따라 출범 당시 6개소이던 지방측정소(서울, 대전, 광주, 대구, 부산, 제주)가 현재는 지방 방사능측정소 10개소, 간이측정소 7개소로 확장되었으며, 각 지방의 방사능측정소 업무를 총괄 운영하기 위한 중앙 방사능측정소를 한국원자력안전기술원에 두고 있다. 2002년도에는 지역적인 균형과 지형특성 등을 고려하여 경기지역 및 충청지역에 2개의 지방측정소 및 18개의 간이측정소를 증설할 계획으로 있다.

<표 5-3-1> 전국 방사능측정소 설치현황

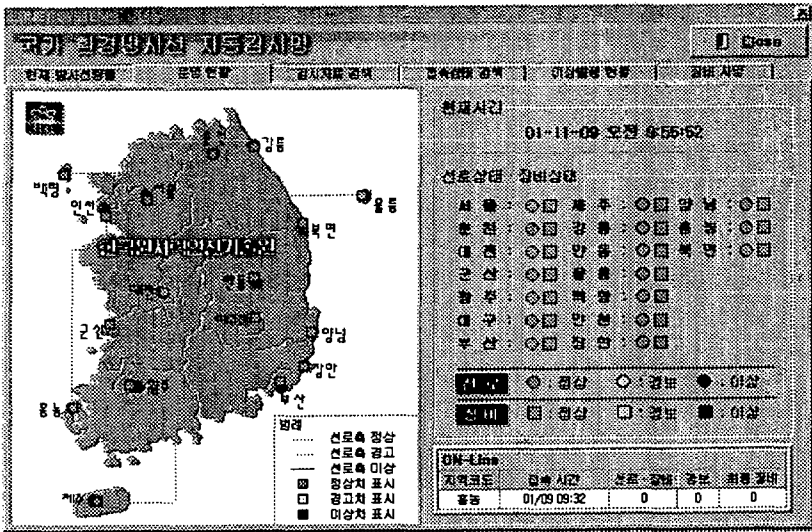
구분	측정소명	설치기관	책임자	관할지역
중앙측정소	KINS	한국원자력안전기술원	권석근	측정소 총괄
지방측정소	서울	한양대학교 원자력공학과	이재기	서울, 경기
	춘천	강원대학교 물리학과	차문희	강원도 영서
	대전	충남대학교 물리학과	전재식	대전, 충청
	군산	군산대학교 물리학과	김병호	전북
	광주	전남대학교 물리학과	우정주	전남
	대구	경북대학교 물리학과	강희동	경북 남부
	부산	부경대학교 해양학과	양한섭	부산, 경남
	제주	제주대학교 농화학과	유장걸	제주
	강릉 안동	강릉대학교 물리학과 안동대학교 물리학과	안동완 윤지홍	강원도 영동 경북 북부
간이측정소	울릉도 백령도 고리원전 월성원전 영광원전 울진원전 인천(국군)	울릉기상대 백령면사무소 장안읍사무소 양남소방서 홍농읍 복지회관 부구면사무소 국군제1화학방어연구소	무인감시소	

2. 국가 환경방사선 자동감시망

환경방사능 감시강화 방안의 일환으로서 환경방사선을 효율적으로 감시하기 위한 환경방사선 자동감시망(IERNet ; Integrated Environmental Radiation Monitoring Network)을 원자력안전기술원에 구축하여 운영하고 있다. 또한 중앙정부차원에서 전국의 공간감마선량률을 실시간으로 감시하고 있다.

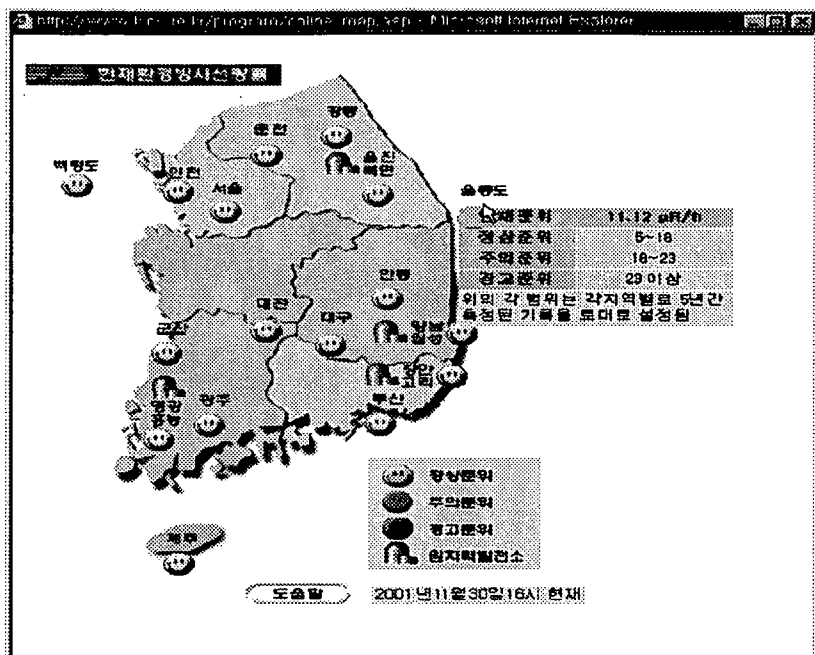
국가 환경방사선 자동감시망은 전국 10개소의 지방측정소, 간이측

정소 7개소 등 전국 17개소의 공간감마선량률 감시기가 전용통신망으로 연결·구성되어 있으며, 2002년도에 지역적인 균형, 지형 등을 고려하여 2개 지방측정소 및 18개소의 간이측정소를 포함하여 총 20개소의 공간감마선량률 감시기를 증설할 계획으로 있다. 이들 감시자료는 실시간으로 중앙측정소에서 수집하여 관리·평가하고 있으며, <그림 5-3-1>에서 보는 바와 같이 중앙방사능측정소의 주 컴퓨터시스템에서 원격으로 방사선감시기의 현재상태 및 정상작동 여부를 확인하고 있다.



<그림 5-3-1> 환경방사선 자동감시망 실시간 접속상태 구성도

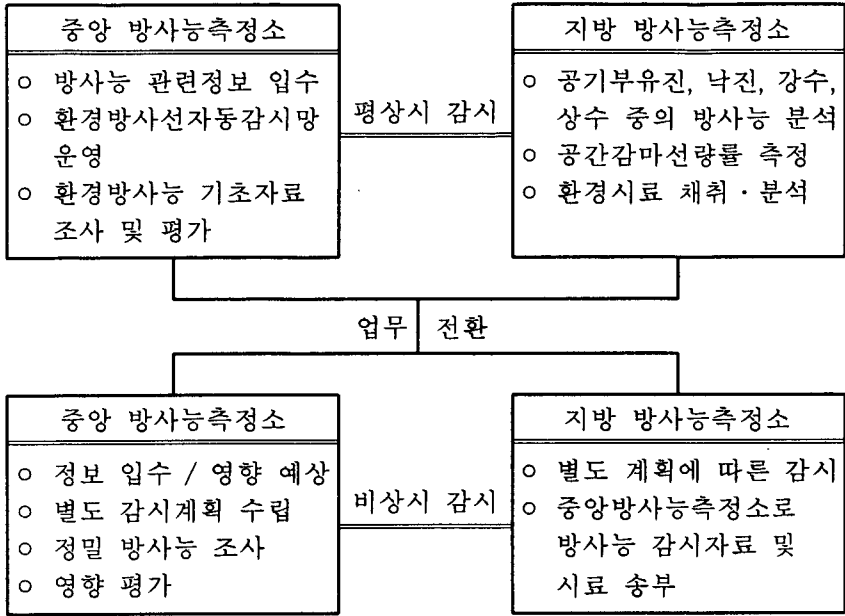
한편 환경방사선 자동감시망을 통하여 수집된 감시자료는 <그림 5-3-2>에서 보는바와 같이 한국원자력안전기술원의 인터넷 홈페이지(<http://kins.re.kr>, <http://iernet.kins.re.kr>)를 통하여 일반국민에게 공개하고 있으며, 관련기관에도 제공되고 있다.



<그림 5-3-2> 환경방사선량률 표시화면

3. 감시계획

전국토 환경방사능 감시는 정상시와 비상시로 구분하여 수행하고 있다. 정상시에 전국 방사능측정소에서는 평시 감시계획에 따라 환경방사능 감시업무를 수행하며 방사능 비상시에는 중앙 방사능측정소에서 방사능사고와 관련된 정보를 입수하고 그 영향을 예상하여 방사능 사고 유형에 따라 감시계획을 수립하여 운영한다.



<그림 5-3-3> 전국 환경방사능 감시 체계

지방측정소의 방사선 감시는 <표 5-3-2>와 같이 방사능 비상조기탐지를 목적으로 신속하게 그 변동을 탐측할 수 있는 공간감마선량률을 비롯하여 공기부유진, 방사성 낙진, 강수 및 상수 중의 방사능 농도를 그 대상으로 하고 있으며, 측정 주기는 대상에 따라 감시목적이 달성될 수 있는 범위로 설정되어 있다.

간이측정소에서는 공간감마선량률계(ERM)를 설치하여 공간감마선량률의 변동을 감시하고 있으며, 필요에 따라 방사능 분석을 위한 환경시료를 채집하는 시료채집소의 기능을 갖고 있다.

〈표 5-3-2〉 전국 환경방사선/능 감시계획

구분	감시대상	분석항목	감시주기	시료채취
중앙 측정소	공간감마선	선량률 변동감시	연 속	자동감시망(17개소)
	"	집적선량(TLD)	매분기	지방측정소 및 군 감시 Post
	공기부유진 낙진	감마핵종	매 월	중앙측정소 감시 Post
	강수 우유	감마핵종	매 월	"
		감마핵종	매 월	대전 인근 지역
지방 측정소	공간감마선	공간감마선량률	연 속	지방측정소 감시 Post
	공기부유진 낙진	전베타/감마핵종	매일/매월	
	강수	전베타/감마핵종	매월/매월	
	식수	전베타/감마핵종	강수시/매월	
		전베타	매 주	
추정소	전분류 채소류	감마핵종	연 1 회	감자, 고구마 콩나물, 양파, 호박, 시금치, 파, 무청, 고추, 마늘, 상치 사과, 감, 귤, 배, 포도 고등어, 명태, 갈치, 오징어, 굴, 바지락, 홍합 관할지역 5개 지역
	과실류	감마핵종	연 1 회	
	어패류	감마핵종	연 1 회	
	상수원수	감마핵종/ ^{226}Ra	연 1 회	
간이 측정소	공간감마선 " 강수	공간감마선량률 집적선량(TLD) ^3H 시료채취	연 속 매분기 매 월	울릉도, 백령도 간이 측정소 감시 Post
군연계 감시망	공간감마선 " 강수	공간감마선량률 집적선량(TLD) ^3H 시료채취	연 속 매분기 매 월	인천 육군 제1 화학방어연구소 인천, 철원, 양구, 문산, 간성 인천 육군 제1 화학방어연구소

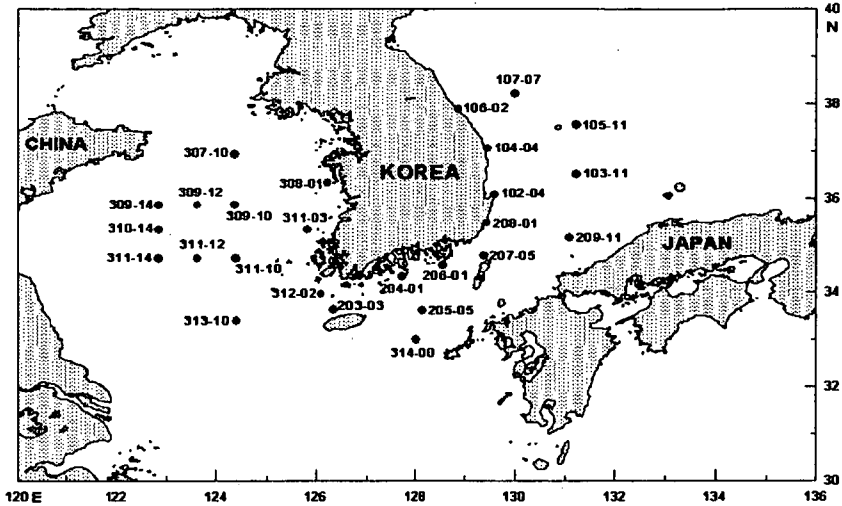
중앙측정소에서는 우리나라 자연환경 및 생활환경 중의 방사능 기초준위를 파악하기 위해서 <표 5-3-2>에 나타난 바와 같이 공간 감마선량 및 집적선량 등의 환경방사선 감시와 병행하여 공기시료를 포함한 각 종의 환경시료중 감마핵종, 삼중수소(^3H), 방사성스트론튬(^{90}Sr) 및 플루토늄($^{239+240}\text{Pu}$) 등의 환경방사능을 정밀분석하고 있다.

<표 5-3-3> 해양방사능 조사 실적

구 분	조사 시기	조사정점 수	조사대상	감시핵종	시료채취 협조기관
1차조사	2001. 2월	21개 정점 (동해 : 8 정점) (남해 : 7 정점) (서해 : 6 정점)	표층해수 각정점 6L 채취	^{137}Cs , ^{90}Sr , ^3H , $^{239+240}\text{Pu}$	동해수산연구소(강릉) 남해수산연구소(여수)
2차조사	2001. 8월	21개 정점 (동해 : 8 정점) (남해 : 7 정점) (서해 : 6 정점)	표층해수 각정점 6L 채취	^{137}Cs , ^3H	서해수산연구소(인천)

1993년 러시아 정부의 방사성폐기물 해양투기에 관한 백서 발표에 이어 동해 해역에 러시아의 방사성폐기물 투기 사건을 계기로 국내 해양환경방사능 감시의 필요성이 대두되었다. 이에 따라 과학기술부에서는 우리나라 주변해역에 대한 환경방사능 감시차원에서 1995년부터 국립수산과학원 산하의 동·서·남해 수산연구소의 협조로 연 2회 지정된 해상정점에서 해수시료를 채취하여 정밀 방사능분석을 수행해 오고 있다. 해양방사능 자료는 만약의 해양방사능 오염사고가 발생했을 때, 비교·판단자료로 활용할 수 있으며, 또한 방사능오염에 대한 국가간 분쟁시 기초자료로 제시할 수 있다. 따라

서 본 조사는 우리나라 주변해역의 방사능 감시와 아울러 그 현황 자료를 확보하는데 목적을 두고 <표 5-3-3>과 같은 조사 계획으로 수행하였으며, 2001년도에 방사능조사를 실시한 해수 시료의 채취정점은 <그림 5-3-4>와 같다.



<그림 5-3-4> 동·서·남해안 표층해수 채취정점

제2절 감시결과 및 평가

전국 환경감시 결과의 평가는 과거 5년 간의 일상적인 환경방사선/능 준위 범위와 비교를 통하여 이루어졌다. 이 경우 일상적인 준위 범위는 최근 5년 간 조사된 자료중 국내·외 원자력이용시설의 영향이나 측정오류 등으로 인한 이상측정치를 제외한 평상시의 환경방사선/능 준위 변동범위로 설정하였다.

1. 공간감마선량률 및 공간집적선량

2001년 1월 1일부터 2001년 12월 31일까지 지방방사능측정소의 감시 포스트에서 측정한 공간감마선량률과 각 지역별 공간집적선량 감시결과는 <표 5-3-4>와 같다. 지방측정소 감시 포스트에서 측정한 2001년도 공간감마선량률 연평균값의 범위는 7.7~14.3 $\mu\text{R/h}$

<표 5-3-4> 공간감마선량률 및 공간집적선량

구 분	공간감마선량률 ($\mu\text{R/h}$)		공간집적선량 (mSv/y)	
	2001년도 연평균 $\pm \sigma$	최근 5년간 연평균 범위	2001년도	최근 5년간 연평균 범위
서울	11.9 \pm 0.2	11.7 ~ 13.2	0.996	0.949 ~ 1.21
춘천	14.3 \pm 0.7	12.5 ~ 14.3	1.14	1.10 ~ 1.31
대전	11.9 \pm 0.4	11.4 ~ 12.1	1.00	0.969 ~ 1.09
군산	14.1 \pm 0.4	14.3 ~ 15.1	1.07	1.09 ~ 1.36
광주	12.6 \pm 0.3	11.4 ~ 12.6	0.967	0.912 ~ 1.08
대구	10.9 \pm 0.3	10.5 ~ 11.1	0.937	0.911 ~ 1.12
부산	10.4 \pm 0.4	9.8 ~ 10.6	0.837	0.883 ~ 1.01
제주	8.2 \pm 0.3	7.6 ~ 8.3	0.695	0.714 ~ 1.14
강릉	11.9 \pm 0.6	10.0 ~ 12.3	0.945	0.868 ~ 1.07
안동	10.1 \pm 0.2	9.8~10.1('97~'00)	0.831	0.823~0.940('97~'00)
울릉도	11.2 \pm 0.4	11.1 ~ 11.8	0.868	0.844 ~ 1.13
백령도	7.7 \pm 0.4	7.6 ~ 7.9	0.735	0.667 ~ 1.11
인천	13.1 \pm 0.7	13.2~13.4('98~'00)	1.07	1.03 ~ 1.24
문산			1.02	0.998 ~ 1.20
철원			1.14	1.14 ~ 1.25
양구			1.26	1.21 ~ 1.39
간성			1.19	1.22~1.27('98~'00)

자 료 : 한국원자력안전기술원
 주) σ : 연평균 표준편차 (변동폭)

로서 2000년 이전 최근 5년 간의 연평균 범위 7.6~15.1 $\mu\text{R/h}$ 와 동일한 수준이었으며, 2001년도 지역별 공간집적선량률 범위는 0.69 5~1.26 mSv/y로서 최근 5년 간의 공간집적선량 범위인 0.667~1.39 mSv/y과 유사한 수준이었다.

2. 전베타 방사능 농도

<표 5-3-5>는 공기부유진 및 낙진 중의 전베타 방사능 농도를 측정된 결과이다. 공기부유진의 전국 연평균 전베타방사능 농도범위 (전세계환경방사능감시망 ; GERMON)의 권고에 따라 공기부유진

<표 5-3-5> 공기부유진 및 낙진 중의 전베타방사능 농도

지역	공기부유진 (mBq/m^3)		낙진 ($\text{Bq/m}^2 \cdot 30\text{days}$)	
	2001년도 연평균 $\pm \sigma$	최근 5년간 연평균 변동범위	2001년도 연평균 $\pm \sigma$	최근 5년간 연평균 변동범위
서울	6.04 \pm 3.45	5.28 ~ 9.57	15.5 \pm 7.3	11.0 ~ 28.3
춘천	6.87 \pm 5.15	7.45 ~ 10.6	4.38 \pm 2.54	4.74 ~ 19.6
대전	9.34 \pm 6.38	7.88 ~ 12.5	10.2 \pm 5.4	12.2 ~ 15.6
군산	6.28 \pm 4.57	5.96 ~ 9.91	8.84 \pm 6.67	14.3 ~ 21.0
광주	6.91 \pm 5.05	6.72 ~ 11.5	12.1 \pm 12.0	3.15 ~ 12.4
대구	6.30 \pm 3.94	5.11 ~ 9.94	6.46 \pm 3.22	8.62 ~ 13.6
부산	2.66 \pm 2.80	4.02 ~ 5.31	16.5 \pm 6.7	6.99 ~ 17.9
제주	2.77 \pm 1.40	2.74 ~ 5.83	17.1 \pm 10.6	2.63 ~ 14.8
강릉	4.57 \pm 2.27	5.32 ~ 8.37	26.6 \pm 11.7	5.47 ~ 23.0
안동	5.35 \pm 2.85	5.87 ~ 12.9*	17.4 \pm 12.9	10.8 ~ 32.5*

자료 : 한국원자력안전기술원

주) σ : 연평균 표준편차 (변동폭)

* : 최근 4년간의 자료 (1997~2000)

시료를 채취가 종료된 시점에서 48시간경과 후 측정치는 2.66 mBq/m^3 에서 9.34 mBq/m^3 의 범위로서 이는 2000년 이전 최근 5년

간의 연평균 범위인 2.74~12.9 mBq/m³과 거의 비슷한 수준이었다. 2001년도 우리나라 전지역 낙진중 연평균 전베타방사능의 변동 범위는 4.38~26.6 Bq/m²-30days로 최근 5년 간의 연평균 변동 범위인 2.63~32.5 Bq/m²-30days 내의 수준이었다.

<표 5-3-6>은 전국 10개 지방측정소의 빗물 및 상수 중 전베타 방사능 농도를 나타낸 것이다. 10개 지방측정소의 빗물 및 상수의 연평균 전베타방사능의 변동 범위는 각각 0.122~0.514 Bq/L, 0.0412~0.109 Bq/L로 최근 5년간 각각에 대한 연평균 변동 범위인 0.03~0.29 Bq/L, 0.02~0.19 Bq/L와 거의 동일한 수준이었다.

<표 5-3-6> 빗물 및 상수 중의 전베타방사능 농도

지역	빗물 (Bq/L)		상수 (Bq/L)	
	2001년도 연평균 ± σ	최근 5년간 연평균 변동범위	2001년도 연평균 ± σ	최근 5년간 연평균 변동범위
서울	0.284 ± 0.381	0.11 ~ 0.29	0.0684 ± 0.0187	0.03 ~ 0.08
춘천	0.122 ± 0.105	0.06 ~ 0.21	0.0412 ± 0.0108	0.03 ~ 0.05
대전	0.388 ± 0.425	0.09 ~ 0.23	0.0897 ± 0.0187	0.07 ~ 0.09
군산	0.456 ± 0.465	0.06 ~ 0.13	0.0514 ± 0.0102	0.05 ~ 0.07
광주	0.375 ± 0.526	0.03 ~ 0.27	0.0682 ± 0.0176	0.02 ~ 0.09
대구	0.215 ± 0.213	0.06 ~ 0.14	0.0907 ± 0.0239	0.10 ~ 0.19
부산	0.290 ± 0.291	0.04 ~ 0.16	0.109 ± 0.039	0.10 ~ 0.13
제주	0.187 ± 0.143	0.04 ~ 0.10	0.0978 ± 0.0407	0.04 ~ 0.09
강릉	0.514 ± 0.607	0.05 ~ 0.21	0.0422 ± 0.0124	0.03 ~ 0.07
안동	0.230 ± 0.298	0.05 ~ 0.19*	0.0812 ± 0.0192	0.08 ~ 0.11*

자료 : 한국원자력안전기술원

주) σ : 연평균 표준편차 (변동폭)

* : 최근 4년간의 자료 (1997~2000)

3. 식품류 중의 방사능 농도

식품류중의 방사능 분석은 지방측정소 소재지에서 소비되는 주요 식품을 대상으로 1998년 처음 실시 되었다. 2001년도에는 '국민영양 조사결과 보고서'의 식품섭취량에 근거하여 식품중 국민의 섭취량이 많은 순서대로 아직 국내에서 방사능 농도 조사가 되지 않았던 식품을 새로이 선정하여 각지방 측정소의 인근지역에서 해당 시료를 채취토록 하였다.

<표 5-3-7> 식품류 중의 ^{137}Cs 농도*

식품명	농도(mBq/kg · fresh)	식품명	농도(mBq/kg · fresh)
감	<MDA	사	<MDA
고구마	<MDA ~ 32.4	과	<MDA ~ 11.4
콩나물	10.2 ~ 63.6	감귤	12.4 ~ 57.2
양파	<MDA	배	<MDA
호박	<MDA	포도	<MDA
시금치	<MDA	등어	77.8 ~ 200
파	<MDA	명태	27.2 ~ 213
무	<MDA ~ 151	갈치	45.0 ~ 215
고추	<MDA	오징어	<MDA ~ 32.0
마늘	<MDA	갈지	<MDA ~ 33.4
상추	<MDA ~ 44.6	바지락	<MDA ~ 33.8
		홍합	<MDA ~ 30.7

자료 : 한국원자력안전기술원

주) * : 식품중 방사능 잠정허용기준 : 모든 식품에 대하여 $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$ 의 농도 370,000 mBq/kg · L(식품공전, 1999)

MDA : 검출하한치

<표 5-3-7>은 식품류 중의 ^{137}Cs 방사능 농도 범위를 나타낸 것이다. ^{137}Cs 이외의 감마선 방출 인공핵종은 검출되지 않았다. 식품의 종류에 따라 ^{137}Cs 농도준위는 많은 차이가 있는 바, 이는 식품의

생장 특성에 따라 과거 지상핵실험시 방출된 방사성핵종의 잔존물이 식품 내로 유입되는 경로가 다양하기 때문이며, 이들 농도는 보건복지부 고시 제89-19호에서 제시하고 있는 식품중 방사능 잠정허용기준에 비하여 무시할 수 있을 정도로 낮은 수준이다.

4. 빗물중 삼중수소 농도

<표 5-3-8>은 지방측정소 주변에서 채취한 빗물중 ^3H 의 방사능 농도를 나타낸 것으로서 각 지역의 연평균 농도범위는 0.580~1.93 Bq/L였으며, 2000년 이전 최근 5년 간의 연평균 변동범위인 0.461~2.93 Bq/L 내의 분포를 보였다.

<표 5-3-8> 빗물중 ^3H 의 방사능 농도

지 역	연평균(Bq/L) $\pm \sigma$	
	2001년	최근 5년간 연평균 변동범위
서 울	1.45 \pm 0.93	1.05 ~ 1.69
	1.07 \pm 0.58	0.967 ~ 1.84
대 천	1.01 \pm 0.44	1.18 ~ 2.93
	0.790 \pm 0.370	0.815 ~ 1.40
광 주	0.800 \pm 0.313	0.796 ~ 1.33
	1.07 \pm 0.34	0.996 ~ 2.81
부 산	0.999 \pm 0.466	0.882 ~ 2.64
	0.580 \pm 0.240	0.461 ~ 1.49
강 룡	0.762 \pm 0.352	0.937 ~ 1.49
	0.784 \pm 0.380	0.842 ~ 1.36*
백 도	0.897 \pm 0.612	0.739 ~ 1.53
	0.658 \pm 0.350	0.840 ~ 1.03
울 룡	1.93 \pm 2.42	0.928 ~ 1.23*

자료 : 한국원자력안전기술원

주) σ : 연평균의 표준편차 (변동폭)

* : 최근 4년간의 자료 (1997~2000)

5. 공기부유진, 낙진 및 강수중 방사능 농도

<표 5-3-9>는 2001년 각 지방측정소 모니터링포스트에서 채취한 공기부유진, 낙진, 강수시료에 대한 감마동위원소 분석결과를 나타낸 것이다. ^{137}Cs 과 같은 인공핵종은 대부분의 측정소에서 검출

<표 5-3-9> 공기부유진, 낙진 및 강수중 방사능 농도 (지방 측정소)

구 분	공기부유진		낙진($\text{Bq/m}^2 \cdot 30\text{days}$)			강수(mBq/L)		
	^{137}Cs ($\mu\text{Bq/m}^3$)	^7Be (mBq/m^3)	^{137}Cs	^7Be	^{40}K	^{137}Cs *	^7Be	^{40}K
서울	<0.934 ~ 2.46	1.42 ~ 3.46	<0.0278 ~0.152	5.40 ~ 23.4	1.35 ~ 12.6	<0.163 ~8.61	279 ~2820	<1.18 ~ 367
춘천	<0.745 ~ 1.94	1.59 ~ 3.80	<0.0250 ~0.0433	1.69 ~ 15.4	0.359 ~ 4.87	<0.301	14.7 ~1060	<3.23 ~ 533
대전	<0.836 ~ 2.07	1.29 ~ 3.66	<0.0254 ~0.0865	3.90 ~ 33.8	0.954 ~ 6.53	<0.212 ~8.07	278 ~3130	<1.51 ~ 247
군산	<0.846 ~ 2.60	1.54 ~ 4.67	<0.0304 ~0.0900	2.15 ~ 31.3	0.992 ~ 6.10	<0.335	57.3 ~2150	<3.07 ~ 170
광주	<0.530 ~ 1.22	1.03 ~ 2.61	<0.0268 ~0.0468	4.27 ~ 34.9	0.969 ~ 4.24	<0.307 ~1.69	43.9 ~1290	<2.40 ~ 51.4
대구	<0.751 ~ 1.61	1.26 ~ 3.58	<0.0258 ~0.0682	2.10 ~ 39.9	0.390 ~ 6.51	<0.231	277 ~1560	<1.92 ~ 42.6
부산	<0.686 ~ 1.25	1.70 ~ 4.25	<0.0279 ~0.0306	3.71 ~ 54.3	2.68 ~ 29.4	<0.181	23.6 ~1300	<1.61 ~ 79.8
제주	<0.500 ~ 1.44	1.20 ~ 3.64	<0.0187 ~0.0447	6.03 ~ 221	1.98 ~ 9.35	<0.183	169 ~2270	<2.15 ~ 15.6
강릉	<0.576 ~ 1.77	1.70 ~ 3.90	<0.0228 ~0.127	27.8 ~ 134	1.43 ~ 10.6	<1.01	78.4 ~2900	16.3 ~ 59.2
안동	<0.533 ~ 1.64	1.15 ~ 3.76	<0.0210 ~0.0737	2.52 ~ 22.9	2.48 ~ 10.2	<0.124	25.5 ~3170	<1.69 ~ 86.0

자 료 : 한국원자력안전기술원

주) * : 단일 <MDA로 표시된 자료는 MDA 값중 최소 MDA 값으로 표시

하한치(MDA) 이하의 값을 나타내고 있다. <표 5-3-10>은 2001년 중앙측정소 모니터링포스트에서 채취한 공기부유진, 낙진, 강수시료에 대한 감마동위원소 분석결과를 나타낸 것이다. 인공방사성 핵종인 ^{137}Cs 의 경우 공기부유진, 낙진, 강수에 대해서 월별 측정값

의 범위는 각각 <math><1.11 \sim 3.73 \mu\text{Bq}/\text{m}^3</math>, $0.0262 \sim 0.132 \text{ Bq}/\text{m}^2\text{-30days}$, <math><0.137 \sim 2.43 \text{ mBq}/\text{L}</math>이었다.

<표 5-3-10> 공기부유진, 낙진 및 강수중 방사능 농도(중앙측정소)

시 료	^{137}Cs	^7Be	^{40}K
공기부유진	<math><1.11 \sim 3.73</math> ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	2.05 ~ 5.59 (mBq/m^3)	-
낙진 ($\text{Bq}/\text{m}^2\text{-30 days}$)	0.0262 ~ 0.132	17.3 ~ 38.9	0.283 ~ 7.25
강수 (mBq/L)	<math><0.137 \sim 2.43</math>	461 ~ 6030	<math><3.35 \sim 221</math>

자료 : 한국원자력안전기술원

주) - : 감시 대상 핵종이 아님

이상과 같이 전국 환경시료에 대한 환경방사능의 조사결과 및 공간감마선량을 조사결과를 보면 특이한 이상측정치는 없었으며, 미량 검출되는 핵실험의 잔존물인 일부 인공핵종의 농도도 예년과 비슷한 준위를 나타내고 있음을 알 수 있다.

6. 해수중 방사능 농도

우리나라 주변해역 21개 정점에서 채취한 2001년도 표층해수의 ^{137}Cs 방사능 농도 범위는 $1.71 \sim 3.38 \text{ mBq}/\text{kg}$으로, 2000년 이전 최근 5년간 조사된 농도범위인 $1.99 \sim 7.00 \text{ mBq}/\text{kg}$과 비교할 때 거의 비슷한 준위를 나타내었다. ^{137}Cs 의 연평균 방사능 농도는 해역별로 두드러진 차이를 나타내지 않았다.

^{90}Sr 은 ^{137}Cs 와 마찬가지로 방사성물질에 의한 환경오염여부를 평가할 때 주요 조사대상 핵종이며, 환경에서 검출될 때 그 오염원을 파악하기 위하여 ^{137}Cs 과 병행해서 조사하는 것이 일반적이다. 그러나, 국내에서는 원자력이용시설 주변의 해수에 대한 조사는 예전부

터 수행하여 왔으나 동·서·남해안에 대한 조사는 우리나라 주변 해역에 대한 ^{90}Sr 의 기초자료 확보차원에서 1996년에 처음으로 26개 정점에서 실시하였으며, 1998년부터는 12개 정점으로 조정하여 수행해오고 있다. 우리나라 동·서·남해안 12개 정점에서 2001년도에 채취한 표층 해수의 ^{90}Sr 방사능 농도 범위는 0.82~2.53 mBq/kg 범위로서 1996년~2000년 4년 간의 조사범위인 <0.59~6.06 mBq/kg 이내이며, 일본 주변해역에서 검출된 농도범위인 ND~10 mBq/kg 과 비교할 때 약간 낮은 준위를 나타내고 있다. ^{90}Sr 방사능 농도는 해역 별로 두드러진 방사능 농도 차이는 없었다.

우리나라 주변해역 21개 정점에서 채취한 표층해수 중의 삼중수소 농도 범위는 <0.098~1.19 Bq/L로, 2000년 이전 최근 5년간 조사된 농도범위인 <0.062~1.02Bq/L과 비교할 때 비슷한 준위를 나타내고 있다. 조사시기별 방사능 농도 차이는 없었다. 특히, 해수중

<표 5-3-11> 동·서·남해 표층 해수중 방사능 농도

핵종	단위	동 해		남 해		서 해		참고 자료
		2001년	최근 5년간 자료	2001년	최근 5년간 자료	2001년	최근 5년간 자료	
^{137}Cs	mBq/kg	1.81 ~ 3.38	1.99 ~ 6.27	1.71 ~ 3.21	2.01 ~ 7.00	1.92 ~ 2.94	2.37 ~ 5.92	ND~21.0
^3H	Bq/L	<0.098 ~ 1.19	<0.065 ~ 1.19	<0.098 ~ 0.298	<0.062 ~ 0.68	0.120 ~ 0.367	<0.09 ~ 0.89	0.43~1.09
^{90}Sr	mBq/kg	0.82 ~ 2.03	<1.16 ~ 6.06*	1.81 ~ 2.53	<0.59 ~ 3.36*	1.01 ~ 2.48	1.31 ~ 3.74*	ND~10.0
$^{239+240}\text{Pu}$	$\mu\text{Bq/kg}$	3.61 ~ 5.97	2.13 ~ 35.9	3.33 ~ 5.67	2.67 ~ 21.5	3.94 ~ 5.31	2.00 ~ 19.2	ND~10.9

자료 : 한국원자력안전기술원

참고자료 : 일본 연근해에서 조사한 자료 (1982~1996)

주) * : 최근 4년간의 자료 (1997~2000)

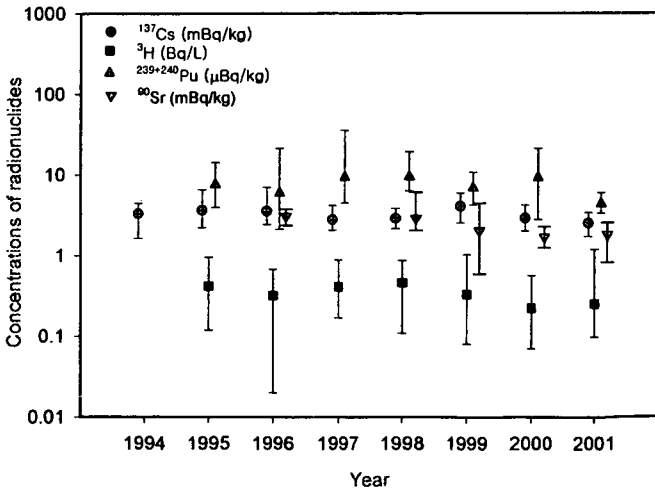
< : MDA 이하의 값으로 판정된 자료 (< 다음의 숫자는 MDA 값)

ND : 검출되지 않음을 의미 (<MDA와 같은 의미)

3H 방사능 농도는 시료채취 당시의 기상조건, 해수수온, 해류 등에 따라 시시각각으로 변화하기 때문에 그 변동폭이 비교적 큰 편이다.

$^{239,240}\text{Pu}$ 방사능 농도는 매우 낮아 대부분이 검출하한치에 가까운 농도를 나타내었으며, 그 농도범위는 $3.33\sim 5.97\ \mu\text{Bq/kg}$ 로 2000년 이전 최근 5년간 조사된 농도범위 $2.00\sim 35.9\ \mu\text{Bq/kg}$ 내의 준위를 나타내고 있다. 최근 5년 간의 해역별 $^{239,240}\text{Pu}$ 연평균 방사능 농도를 비교하여도 해역별로 두드러진 차이를 나타내지 않았다.

2001년도 우리나라 동·서·남해 주변해역에 대한 환경방사능 감시결과를 해역별로 요약하여 <표 5-3-11>에 나타내었으며, 연도별 변화추이는 <그림 5-3-5>에 나타내었다. 이러한 우리나라 주변 해역의 방사능 농도 준위는 과거 15년간 일본 연근해에서의 표층해수를 조사한 참고자료와 비교할 때 그 범위 내로서 특이한 이상치는 없었으며, 1994년부터 2001년까지 연평균 방사능 농도는 <그림 5-3-5>에서 보는 바와 같이 연도별로 두드러진 변화 없이 거의 일정한 값을 나타내었다.



<그림 5-3-5> 우리나라 주변해역 표층해수중 방사성핵종의 연평균 농도변화

제4장 방사능분석 품질관리

환경방사능분석 품질관리의 목적은 얻어진 분석자료의 품질이 객관적으로 의미가 있는 것으로서 적절한 신뢰구간 내에 유지되고 있는지를 확인하는데 있다. 다시 말해서 품질의 보증이 확립되어 있으면 다른 분석기관 또는 실무담당자가 어떤 계측 및 분석법을 사용하더라도 동일시료의 경우 어떤 보증된 구간 내에서 서로 일치한다.

이러한 품질관리 활동의 일환으로 우리나라는 방사능분석 기술의 지속적인 개발과 함께 환경방사능분석에 관한 국제간 교차분석에 매년 정기적으로 참여함으로써 분석능력의 질적인 향상을 도모하고 분석자료의 신뢰성을 확보하고 있다. 또한 원자력이용시설 사업자, 지방 방사능측정소, 대학, 연구소 등의 방사능분석 능력향상을 위하여 환경시료 및 표준시료에 대한 국내 교차분석을 수행하고 있다.

제1절 수행방법 및 절차

1. 국내 교차분석

국내 방사능분석기관의 방사능분석 기술의 향상과 품질관리, 분석자료의 신뢰도 향상 등을 목적으로 1997년부터 국내 방사능 교차분석을 주관하여 있다. 2001년도 국내 교차분석은 감마핵종, 삼중수소, 전베타 및 ^{90}Sr 을 대상으로 지방측정소, 국내 원자력사업자, 대학 및

연구소, 육군 제1화학방어연구소 등 방사능분석 관련기관 25개 실험실이 참여하였다.

교차 분석용 시료 및 대상핵종은 <표 5-4-1>과 같다. 본 교차분석에서의 평가 등급 “A”(Acceptable)는 매우 우수하게 분석한 것을 나타내며, 등급 “W”(Acceptable with Warning)는 분석값이 다소 신뢰하기가 어려운 상태를 나타낸다. 등급 “N”(Not Acceptable)은 방사능분석이 잘못되어 원인규명을 통하여 분석능력에 대한 종합적인 검토가 필요한 상태를 의미한다. 그리고 감마핵종 스펙트럼의 교차분석에서 “ND”(Not Detected)는 실제 스펙트럼 상에 존재하는 핵종을 식별해내지 못한 것을 나타내고, “FP”(False Positive)는 실제 스펙트럼 상에 존재하지 않은 핵종을 존재하는 것처럼 오인하여 판별한 것을 의미한다.

<표 5-4-1> 국내 방사능교차분석 프로그램

목 적	국내 환경방사선/능 측정 및 분석의 품질관리
대 상 시 료	토양, 공기부유진필터, 스펙트럼, 물
분석대상핵종	감마핵종, ^{90}Sr , ^3H , 전베타
평 가 방 법	Acceptable (A), Acceptable with Warning (W) Not Acceptable (N), Not Detected (ND), False Positive (FP)

2. 국외 교차분석

가. 일본분석센터 교차분석 프로그램

우리나라와 일본분석센터는 1989년부터 매년 정기적으로 교차분석을 실시하고 있다. 이 프로그램에서 분석자료의 평가는 다음해의

양국 기술협력운영위원회에서 상호 평가하고 있으며, 또한 이 때 당해년도 양국간의 교차분석 대상시료 및 추진일정을 협의하여 수행하고 있다. 2001년도에 일본분석센터와 수행한 교차 분석용 시료 및 대상핵종은 <표 5-4-2>와 같다.

<표 5-4-2> 한·일 교차분석 프로그램

목 적	방사능분석 품질관리, 방사능분석 기술협력, 교육훈련	
교차분석 대상시료	표준시료	Agar-agar (감마핵종), Ash(⁹⁰ Sr), 쌀(¹⁴ C), 토양(Pu 및 ²²⁶ Ra)
	환경시료	분유(감마핵종), 쌀(¹⁴ C), 토양(감마핵종, Pu, ²²⁶ Ra)
	방사선량	TLD
시료배분 방법 및 절차	표준시료	일본 방사성동위원소협회에서 제작된 것을 일본분석센터와 원자력안전기술원이 상호분석
	환경시료	한국원자력안전기술원에서 채취하여 균등 배분
	방사선량	일본분석센터에서 조사 (irradiation)
평가방법	표준시료	인증농도의 10% +3σ 이내
	환경시료	분석값의 상호비교에서 10% +3σ 이내
	방사선량	조사선량의 5% 이내

나. 미국 환경방사능측정연구소(DOE/EML) 교차분석 프로그램

자체 분석능력을 선진국 기술수준과 비교하기 위하여 미국 EML이 실시하는 분석능력 정기평가에 1997년 이후 매년 정기적으로 참여하고 있다. 이 교차분석 프로그램(QAP ; Quality Assurance Program)은 미국 에너지성(DOE) 산하의 환경방사능 감시업무에 참여하는 미국내 130여개 연구기관의 분석능력을 년 2회 평가하는 프로그램이다. 정부는 대기부유진 필터, 토양, 건조채소 및 물 등에 포함된 51개의 항목에 대하여 <표 5-4-3>과 같이 분석을 실시하였다.

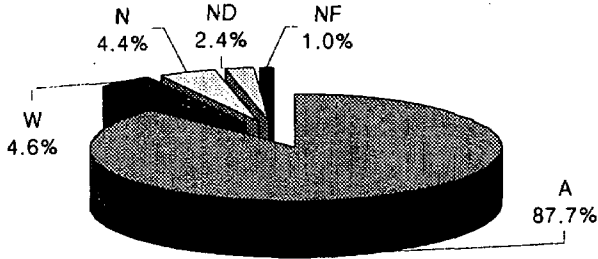
<표 5-4-3> DOE/EML 교차분석 프로그램

목적	환경방사선/능 측정 및 분석의 품질관리
대상시료	Air Filter, 토양, 건조채소, 물
분석대상 핵종	감마핵종, ^{90}Sr , ^3H , ^{234}U , ^{238}U , 총 U, ^{239}Pu , ^{238}Pu , ^{241}Am , ^{244}Cm , 전알파, 전베타
평가방법	Acceptable (A), Acceptable with Warning (W), Not Acceptable (N)

제2절 교차분석 평가결과

1. 국내 교차분석

<그림 5-4-1>은 2001년도 국내교차분석 전체분석결과에 대한 등급별 분포를 나타낸 것으로서 전체 분석항목 중 87.7%정도가 “A” 등급에 해당하였다. 이와 같은 결과는 <표 5-4-4>에서 보는 바와 같이 “A” 등급이 전체의 87.7 %을 차지함으로써 전년도 92 %에 비하여 그 비율이 약간 낮았으나 우리나라 방사능 분석 실험실들의 방사능 분석 능력이 선진국 수준에 결코 뒤지지 않는다는 것을 확인하였다. 그러나 비교적 분석이 어려운 ^{90}Sr 분석에는 소수의 기관이 참여하였으며 그 결과 또한 비교적 좋지 못하여 차후 ^{90}Sr 분석에 대한 교육 및 각 실험실의 보다 많은 노력이 필요할 것으로 본다.



<그림 5-4-1> 국내 교차분석 결과 등급별 분포

<표 5-4-4> 연도별 국내 교차분석 내용 및 결과

시행 연도	참여기관 수	총 분석항목 수	"A" 등급 비율 (%)
1997	19	528	63
1998	31	467	68
1999	32	461	84
2000	33	608	92
2001	25	503	88

2. 국외 교차분석

가. 일본분석센터 교차분석 프로그램

<표 5-4-5>는 Agar-agar시료에 대한 감마핵종 교차분석 결과를 나타낸 것이며, <표 5-4-6>은 표준시료 중 ^{90}Sr , ^{14}C , ^{226}Ra , ^{239}Pu , ^{240}Pu 및 $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 에 대한 교차분석 결과를 나타낸 것이다. 표에서 보는 바와 같이 우리나라(KINS 수행) 분석결과는 일본분석센터가 제시하는 인증농도와 비교할 때 10% +3 σ 이내에서 잘 일치하고 있다.

<표 5-4-5> Agar-agar시료에 대한 교차분석 결과

(단위 : Bq/g)

핵종	¹⁰⁹ Cd (88 keV)	⁵⁷ Co (122 keV)	¹³⁹ Ce (166 keV)	⁵¹ Cr (320 keV)	¹³⁷ Cs (662 keV)	⁵⁴ Mn (835 keV)
인증농도	113±1.7	8.37±0.11	4.23±0.050	51.0±0.55	4.49±0.051	8.19±0.11
KINS 분석농도	120±0.3*	8.96±0.01	4.31±0.02	51.7±0.9	4.45±0.02	8.04±0.03
핵종	⁸⁸ Y (898 keV)	⁵⁹ Fe (1099keV)	⁶⁰ Co (1173keV)	⁵⁹ Fe (1292keV)	⁶⁰ Co (1332keV)	⁸⁸ Y (1836keV)
인증농도	8.19±0.11	25.3±0.25	4.27±0.066	25.3±0.25	4.27±0.065	8.19±0.11
KINS 분석농도	8.55±0.05	23.5±0.2	4.33±0.02	23.7±0.2	4.30±0.02	8.32±0.05

자료 : 한국원자력안전기술원

*) 계측오차 (1σ)

<표 5-4-6> 표준시료에 대한 교차분석 결과

핵종 및 시료명	⁹⁰ Sr	¹⁴ C	²²⁶ Ra	²³⁹ Pu	²⁴⁰ Pu	²⁴⁰ Pu/ ²³⁹ Pu
	Ash (Bq/kg)	Rice (Bq/g-C)	Soil (Bq/kg)	Soil (Bq/kg)	Soil (Bq/kg)	Soil (Bq/kg)
인증농도	211±2.3	0.249±0.0019	239±5.1	1.81±0.04	1.14±0.03	0.172±0.005
KINS 분석농도	218±2.3*	0.245±0.006	261±5	1.93±0.05	1.23±0.02	0.174±0.007

자료 : 한국원자력안전기술원

*) 계측오차 (1σ)

<표 5-4-7>은 환경시료중의 감마핵종에 대한 교차분석결과를 나타낸 것인데 ¹³⁷Cs 및 ⁴⁰K의 분석농도는 상호간 10%+3σ 이내에서 잘 일치하고 있다. <표 5-4-8>은 환경시료에 대한 ¹⁴C, ²²⁶Ra 및 ²³⁹+²⁴⁰Pu의 교차분석 결과를 나타낸 것으로서 JCAC의 결과치와 10%+3σ 이내에서 일치하였다. <표 5-4-9>는 TLD를 이용한 방사선량 교차분석 결과를 나타낸 것인데 허용범위인 5%이내에서 잘 일치하고 있다.

<표 5-4-7> 환경시료중 감마핵종의 교차분석 결과

핵종 및 시료명	^{137}Cs 방사능농도(662keV)		^{40}K 방사능농도(1461keV)	
	KINS	JCAC	KINS	JCAC
분 유 (Bq/kg)	0.178 ± 0.038	0.20 ± 0.047	489 ± 2	500 ± 3
토 양 (Bq/kg-dry)	127 ± 1	130 ± 2	206 ± 8	192 ± 8

자료 : 한국원자력안전기술원

*) 계측오차 (1σ)<표 5-4-8> 환경시료중 ^{14}C , ^{226}Ra , ^{239}Pu , ^{240}Pu 및 $^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ 의 교차분석 결과

핵종 및 시료명	쌀	토양			
	^{14}C (Bq/g-C)	^{226}Ra (Bq/kg)	^{239}Pu (Bq/kg)	^{240}Pu (Bq/kg)	$^{240}\text{Pu}/^{239}\text{Pu}$ (원자비)
KINS	$0.253 \pm 0.006^*$	24.5 ± 1.0	2.05 ± 0.33	1.29 ± 0.17	0.173 ± 0.007
JCAC	0.258 ± 0.0019	17 ± 2.3	2.28 ± 0.14	1.40 ± 0.10	0.167 ± 0.016

자료 : 한국원자력안전기술원

*) 계측오차 (1σ)

<표 5-4-9> TLD를 이용한 방사선량 교차분석 결과

Level	JCAC		KINS
	Irradiation Dose (mSv)	TLD (mSv)	TLD (mSv)
Level 1	0.264	0.259 ± 0.0041	0.275 ± 0.004
Level 2	0.468	0.458 ± 0.0087	0.455 ± 0.015
Level 3	0.791	0.789 ± 0.0097	0.814 ± 0.042
Level 4	1.05	1.05 ± 0.014	1.053 ± 0.022
Transit		0.0034	0.077

자료 : 한국원자력안전기술원

나. 미국 DOE/EML 교차분석

<표 5-4-10> 및 표 <표 5-4-11>은 EML QAP 54('01. 3)에 대한 교차분석 결과를 나타낸 것이다. 우리나라가 분석한 결과(KINS 수행)는 토양시료중 ^{228}Ac , ^{212}Bi , ^{214}Pb 및 채소시료중 ^{244}Cm 에 대해서만 “W” 판정을 받았다. 이들 결과를 제외하고는 나머지 모든 핵종에 대한 분석결과는 92.2%가 “A” 등급에 해당되었다. “A” 등급비율 및 참여 핵종수를 타 기관과 비교해 볼 때 아국 방사능분석 기술은 매우 우수한 것을 확인할 수 있다. 또한 1998년 45개 항목에 참여하여 96%의 “A” 등급, 1999년 41개 항목에 참여하여 88%의 “A” 등급 그리고 2000년 35개 항목에 참여하여 94%의 “A” 등급을 받았으며 2001년도에도 좋은 성적을 받음으로써 우리나라의 핵종분석 능력이 지속적으로 잘 유지되고 있음을 보여 주었다.

<표 5-4-10> 주요 참여기관 별 EML QAP 54 교차분석 평가 결과

기 관 명	분석 핵종수	등급별 분포율(%)		
		A	W	N
한국 원자력안전기술원	51	92	8	0
미국 ORNL 방사능물질 분석실	37	86	11	3
미국 EPA NAREL 연구소	34	67	29	3
타이완 원자력연구소	31	84	8	8
미국 국립 Brookhaven연구소	25	72	16	12
스웨덴 FOA	20	84	12	4
중국 방사선방호연구소	17	94	6	0
캐나다 AEBC	12	75	17	8
미국 NRC Region I Office	11	100	0	0

자료 : QAP54 Report(EML-613)

주) A : Acceptable, W : Acceptable with Warning, N : Not Acceptable

제 6 편 방사능방재 대책

여 백

제1장 방사능방재 대책

제1절 개요

1979년의 TMI사고는 원자력발전소 운전 사상 최초의 대규모 주민소개를 경험하면서 사고시 원자력발전소 주변 주민 및 환경을 보호할 적절한 대책을 강구해야 할 필요성을 인식하는 계기가 되었다. 1986년의 체르노빌사고 경험을 통하여 방사능사고의 광역성을 인식하고 국제간 비상협력체제 구축의 필요성이 제기되었다. 또한, 1999년에 발생한 일본 JCO사고는 평상시부터 보다 실제적이고 효율적인 방사선비상대책이 수립되어야 한다는 교훈을 주었으며, 2001년 9월의 미국 테러사건 발생으로 원자력시설의 테러대비 방재능력의 강화 필요성이 부각되었다.

우리나라에서는 1983년부터 원자력발전소 주변에 대한 방사능방재대책을 국가 재난 대책의 일환으로서 5개년간의 장기계획인 민방위기본계획에 반영하고 매년 정기적으로 비상계획을 수립·시행하도록 하였다. 2001년도는 제5차 국가민방위기본계획(1997~2001)의 제5차 연도로서, 사업자, 지방자치단체 및 중앙관련부처 등 관련기관 모두가 참여하는 종합적인 방재조직 체계를 구축하는데 역점을 두고 있다.

최근 정부에서는 국내의 방사선관련 사건에 적절히 대응하기 위

하여 2001년 8월에 국가 방사능방재 중앙통제상황실을 구축하고, 11월에는 과학기술부내에 방재업무 전담부서인 원자력방재과를 신설하는 등 방사선비상대응체계의 강화를 위한 노력을 구체화하고 있으며, 원자력안전기술원에 2001년 12월, 방사능방호기술지원본부를 구축하는 등 방사선사고에 대비하여 철저한 준비를 하고 있다.

방사능방재대책은 원전 방사선비상계획과 전국토 환경방사능 감시계획으로 구분된다. 원전 방사선비상계획은 국내 원자력발전소의 방사선사고시에 대비한 계획이며, 전국토 환경방사능감시계획은 국내에서 방사선비상사태가 발생하거나 인근 국가의 원자력시설 사고로 인하여 우리나라 영토에 방사능 영향을 주거나 미칠 가능성이 있는 사고에 대비하여 평소에는 전국토에 대한 자연방사선의 준위를 계속 조사하여 비상시를 대비한 기초자료를 확보하고 비상시에는 국가 방사능방재대책 수행의 일환으로 활용하기 위한 것이다.

과학기술부는 중앙행정기관의 비상계획을 종합한 국가 방사능재해대책을 수립하고 각 중앙행정기관은 방사선비상시 중앙정부 및 지방자치단체에 대한 책임, 지원내용, 세부 대응조치 등을 기술한 자체비상계획을 수립하고 있으며,

원전이 위치하고 있는 지방자치단체는 관할 지역주민의 보호조치를 위하여 방사능재해대책계획을 광역시·도, 시·군 단위로 수립하며, 유사시 주민보호조치와 관련한 자체 대응활동 능력을 향상시키는 데 중점을 두고 있다.

원자력발전소 운영자는 발전소 또는 부지별로 방사선비상계획서 및 관련 수행절차서를 수립하여 사고시 당해 시설 운영으로부터 야기될 수 있는 방사선장해 위험을 최소화하기 위한 조치를 취할 책임이 있다. 또한 원자력안전기술원은 사고시 방사능방재대책에 관한 기술적인 사항의 지원, 기술지원단의 현장 파견, 전국토 환경방사능

감시계획에 의한 10개소의 전국 방사능측정소 및 2개소의 간이측정소의 비상 운영, 방사선/능 감시 및 평가를 위한 모니터링 차량 지원, 사업자의 대응조치 감시 등은 원자력안전기술원을 통해 수행하고 있다.

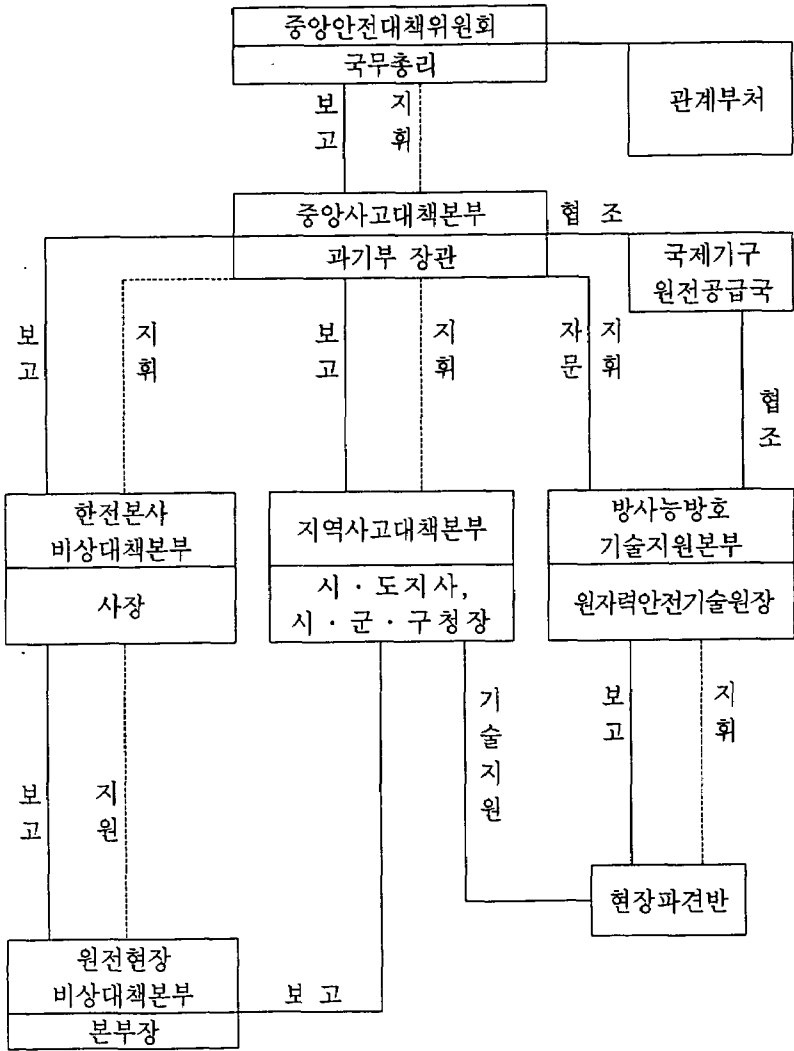
제2절 방사능방재 체계

1. 방사능방재 조직

민방위기본법(1975년 7월 25일 제정, 2000년 1월 12일 9차 개정) 및 동법 시행령에 근거한 제5차 국가민방위기본계획(1997~2001년) 중 방사능재해대책계획을 수립·시행하고 있다. 동 계획에 근거하여 우리나라는 <그림 6-1-1>과 같은 방사선비상시 국가 방사능방재 조직 체계를 갖추고 있으며, 이는 국무총리를 위원장으로 하는 중앙안전대책위원회를 중심으로 중앙사고대책본부, 지역사고대책본부, 한전비상대책본부 및 방사능방호기술지원본부로 구성되어 있다.

원자로 시설에서 방사능 누출 사고가 발생하거나 발생할 우려가 있을시 방사선/능으로부터 주변주민 보호와 환경보전 등 방사능 재해 대책을 총괄·조정하기 위하여 과학기술부장관을 본부장으로 하는 『중앙사고대책본부』를 설치·운영하며 관계 중앙 행정기관들은 소관 방재활동을 지원하게 된다.

또한 방사능방재에 관한 기술적인 사항의 지원, 사고 현장의 방사선/능 감시를 수행하기 위하여 중앙사고대책본부 산하에 『방사능방호기술지원본부』를 원자력안전기술원내에 설치·운영한다.



<그림 6-1-1> 국가 방사능방재 조직 체계도

사고 원전지역에는 실질적인 주민보호조치 수행을 위하여 『지역 사고대책본부』가 설치·운영되며 본부장은 해당 지역의 시장, 도지

사 또는 군수가 된다.

발전용원자로 운영자는 원자력발전소의 사고 수습과 사고 확대 방지 및 시설 복구 등의 업무를 수행하기 위하여 본사와 사고 발전소 현장에 각각 비상대책본부를 설치·운영한다.

또한, 재난관리법(1997년 8월 30일 전문 개정, 2001년 1월 29일 3차 개정) 및 동법시행령에 근거하여, 행정자치부장관 소속하에 중앙 긴급구조본부를 설치하여 긴급구조에 관한 사항의 총괄·조정, 긴급구조기관간의 역할 분담 및 긴급구조기관이 행하는 긴급구조활동의 지휘·통제 등에 관한 업무를 수행하도록 하고 있다.

한편, 사고지역의 광역시장·도지사 소속하에 시·도 긴급구조본부를, 시장·군수·구청장 소속하에 시·군·구 긴급구조본부를 설치하여 지역별 긴급구조에 관한 사항의 총괄·조정과 당해 지역에 소재하는 긴급구조기관간의 역할 분담 및 긴급구조활동의 지휘·통제 등에 관한 업무를 수행하도록 하고 있다.

2. 방재 체계

가. 사고초기의 대응

원자력발전소에서 방사선비상사고가 발생하면 발전용원자로 운영자는 사고의 영향을 최소화하기 위한 긴급조치를 취함과 동시에 관계기관에 신속히 사고상황을 통보하게 되며 통보절차 및 내용은 과학기술부 고시 제2001-44호에 의거하여 수행하게 된다.

과학기술부는 비상연락망을 주간 및 야간으로 구분하여 유지하고 이를 주기적으로 점검함으로써 비상사태 발생시 효율적이고 신속한 비상연락이 이루어 질 수 있도록 준비하고 있다.

원자력안전기술원은 사고발생 초기에 신속한 상황파악 및 재해 확대방지 조치를 위하여 현장파견기술지원단을 파견한다.

발전용원자로 운영자는 원자력시설의 제반 사고정보와 기상평가 및 방사능 방출에 대한 선량평가 결과를 관계기관에 정확하게 주기적으로 제공하는 등 관련 기관의 방재대책 시행에 적극적으로 협조하도록 되어 있다.

원자력시설의 방사성물질 방출사고는 주민 스스로 사고의 발생을 인지할 수 없는 특성이 있으므로 신속하고 정확히 사고의 내용을 알리는 것이 무엇보다도 중요하다. 따라서 사고초기에 인근주민에 대해서 다음과 같이 동원 가능한 모든 방법으로 비상통보를 하게 되며, 사고가 광역화할 경우에는 언론매체(라디오, TV)를 활용하게 된다. 이때의 발표내용은 사고의 발생사실 뿐만 아니라 행동요령 등을 이해하기 쉽고 간략하게 정확히 전달하여야 하며 주기적으로 변화된 상황을 함께 제공한다.

- 발전소 반경 2km 이내의 마을에 대해서는 발전소에 설치되어 있는 대민 비상경보용 방송망 이용
- 마을 또는 직장단위로 설치된 스피커, 앰프시설 활용
- 경찰 또는 민방위대의 순찰차량이 순회방송
- 사람이 많이 모이는 장소(학교, 병원, 시장, 정류소 등)는 전화 활용

나. 주민보호조치

방사능재해 발생시 지역주민의 옥내대피 및 소개와 같은 주민보호조치는 지역사고대책본부장인 광역시장 또는 도지사가 결정하며, 긴급시 사업자의 권고에 따라 해당 시·군·구청장 또는 읍·면·

동장이 우선 조치를 취할 수 있다. 유사시 주민보호조치를 효과적으로 이행하기 위하여 해당 광역시장 또는 도지사는 비상계획구역내의 주민분포상황을 매년 조사하고 소개 대상 인원 및 거리 등을 고려하여 수용에 필요한 대피·소개시설, 수송수단, 소개통로, 교통통제 방법 등 주민보호조치와 관련된 제반사항들을 사전에 파악하여 관련 방재계획에 반영하고 있다.

방사성물질의 방출에 따라 지역사고대책본부장은 음식물섭취 제한조치를 취하게 되는데 중앙사고대책본부장, 또는 원자력사업자를 비롯한 관련기관에서는 이러한 의사결정을 할 수 있도록 최대한 협조한다. 가축에 대해서는 방사성물질에 오염되지 않은 저장된 사료를 공급하는 등 이차적인 방사능 오염 확대를 예방하기 위한 대책을 강구하게 되며, 주민 생활 안전을 위하여 단기적인 대체 음식물 확보 및 비상 급수 공급 체제를 강구하며 비상 사태의 장기화에 대비하여 장기 대책을 수립한다.

<표 6-1-1> 주민대피 및 소개기준

(단위 : mSv)

예상피폭선량		방 호 대 책
전신 외부피폭	갑상선 피폭	
10 ~ 50	100~500	○ 유아, 아동, 임산부는 옥내에 대피 ○ 외부의 오염된 공기가 들어오지 못하도록 창문 등을 꼭 닫아 기밀성을 유지
50 ~ 100	500~1,000	○ 유아, 아동, 임산부는 콘크리트 건물 내로 대피하거나 소개 ○ 성인은 옥내에 대피
100 이상	1,000 이상	○ 주민 모두 콘크리트 건물내에 대피하거나 소개

주민보호조치 이행을 위한 기준으로서 <표 6-1-1>은 주민대피 및 소개기준을 나타내고 있다.

다. 비상장비 및 의료구호

원자력사업자의 비상대응시설에는 비상상황하에서 발전소 비상대책을 총괄·조정할 발전소 비상대책실(EOF : Emergency Operation Facility), 발전소 정비 등의 임무를 수행할 비상운영지원실(OSC : Operation Support Center), 그리고 주제어실의 운전원을 도와 비상 운전에 대한 기술지원 임무를 수행할 비상기술지원실(TSC : Technical Support Center)이 있으며, 주제어실(MCR: Main Control Room)과 이들 시설간의 정보전달을 위한 원자력 안전변수 표시장치(SPDS : Safety Parameter Display System)등이 있다.

또한 발전소내 계통 및 지역 방사선/능 감시 기기, 방사선방호장비, 제염시설 및 장비, 방사성물질의 외부 방출량을 산정하고 그 영향을 지속적으로 평가하기 위한 시설·장비와 환경실험실, 자연재해 정보(풍향, 풍속, 강수량, 대기안정도, 지진 등)를 관찰할 수 있는 시설 및 장비가 있다.

한편, 발전소로부터 반경 2km 이내의 지역주민이 비상내용을 청취할 수 있는 비상경보용 방송망을 설치·운영중이며 민방위운영계획상의 대피시설 확보계획에 따라 비상계획구역 내의 주민소개 및 대피를 위하여 소개 예상 인원, 거리, 풍향 등을 고려하여 공공 수용건물을 지역별로 사전에 적절히 분산 지정하여 유사시 활용하도록 하고 있다. 또한 방사선측정기, 개인보호장구 등 방호장비는 민방위계획에 의거 지방자치단체 및 사업자가 각 기관별로 연차적으로 확보하도록 하고 있다.

또한 방사선재해 발생시 방사선장해자의 신속한 치료를 위하여 방사선치료 전문의료기관을 사전에 지정하고 있으며, 갑상선 피폭으로 인한 장애 발생에 대비하여 갑상선방호약품(안정옥소제)을 확보·비축하고 주민에 대한 배포체제를 사전에 강구하고 있다. 또한 각급 지방자치단체는 관할 지역주민의 긴급구호를 위한 식량 및 생필품 등의 확보 방안을 강구하여 비상계획에 반영하고 있다.

라. 방사선비상요원 교육 및 방사선비상훈련

방사선비상계획 실무자의 방사능 방재 전문지식의 습득과 상호 정보교환을 위하여 한국원자력연구소 원자력연수원 및 한국전력공사 원자력교육원에 방사능방재에 관한 교육과정을 개설·운영하고 있으며, 지방자치단체장은 방재 및 긴급구조구난 업무에 종사하는 요원들을 위하여 방사능 재난의 특수성을 감안한 자체 교육계획을 수립·시행하고 있다.

과학기술부고시 98-13호에서는 원자력시설에서 방사선사고가 발생할 경우를 대비한 비상훈련을 주기적으로 실시하도록 하고 있으며, 동훈련은 발전소내 비상조직별로 참여하는 분기훈련과 발전소내의 전 비상조직이 참여하는 전체훈련, 그리고 발전소내 전 비상조직과 정부 및 지방자치단체, 전문기관 등 국내 전 대응기관이 참여하는 합동훈련으로 구분하고 있다.

1999년부터는 합동훈련뿐만 아니라 전체훈련에 대해서도 규제기관이 참여하여 방사선비상계획과 그 시행절차서의 적합성, 비상장비와 통신망, 주민통보체계, 비상요원의 임무숙지상태 및 비상대응능력, 비상계획의 현실성과 각 기관간의 협조체제 등에 대한 훈련평가를 실시하여 문제점을 도출하고 이를 시정하게 하고 있다.

전체훈련 및 합동훈련은 원자력발전소의 주변 8~10km 구역에 위치하게되는 비상계획구역내의 주민이 소개, 대피해야 하는 정도의 사고를 가정하여 실시하고 있으며, 특히 합동훈련 및 전체훈련시에는 지역주민을 훈련에 참관하도록 하여 원자력안전과 방사선비상대책업무에 대한 대국민 이해를 높여 나가고 있다.

마. 주민홍보

방사능 재해의 특수성을 감안하여 원자력사업자 및 지방자치단체는 원자력발전소 주변 주민에게 원자력안전에 대한 홍보활동을 지속적으로 전개하도록 하고 있으며, 원자력사업자로 하여금 비상계획구역내의 주민에 대하여 비상계획관련 정보의 제공 및 홍보를 위한 평시 및 비상시의 홍보대책을 지방자치단체와 협의하여 마련하도록 하고 있다.

바. 피해복구대책

지방자치단체장은 방사능방재 기본계획에 따라 방사능 오염 제거에 필요한 장비 동원계획 등 제반조치를 강구하며, 사고시에는 비상상황이 종료되기 전에 복구계획을 수립하여 원자로시설내의 상태가 안정되고 시설 외부의 오염분석 및 범위가 확인된 후 복구조치를 시행하게 된다. 발전용원자로 운영자는 시설 안전조치후 장기적인 복구체제를 강구하여 시행한다.

사. 방사선 비상계획구역과 비상등급

원자력발전소의 방사선비상사고를 대비하여 그 주변의 일정 구역을 “비상계획구역”으로 설정하고 있으며, 인구분포, 도로망 및 지형

등 그 지역의 고유한 특징과 비상대책 시행상의 실효성 등을 종합적으로 고려하여 사업자와 비상계획구역 관할 광역자치단체장이 협의하여 선정하고 과학기술부장관이 인정한 구역을 말한다. 우리나라에서는 원자로를 중심으로 한 반경 약 8~10km의 지역으로 설정하고 있다.

또한 방사선비상사태의 심각성을 객관적으로 표시하고 이에 상응한 대응조치의 정도를 예측할 수 있도록 비상등급을 설정·운영하고 있다. 즉 방사선 영향이 발전소건물 내에 국한되는 백색비상, 원자력시설 부지내에 국한되는 청색비상, 원자력시설 부지 외부까지 피해가 확대되는 적색비상으로 구분하고 있다.

제3절 방사능방재 관련 활동 현황

1. 방사능 재해 대책 계획의 수립

제5차 국가민방위기본계획(1997~2001년)중 방사능재해대책계획에서는 국가 방사능방재 조직 및 운영체제를 확립하고 실효성 있는 방재 체제를 구축하는 것을 목표로 각급 방재관련기관이 방재 능력을 확보토록 하는데 중점을 두고 있으며, 지방자치단체는 방사선비상시 환경방사능 감시를 위한 지원체제를 구축하도록 하고, 지방자치단체와 원자력발전사업자는 방사선비상시 주민행동요령 등 필요한 사항에 대하여 사전교육을 실시하고 주민홍보를 강화하도록 하고 있다. 2001년도에는 동 기본계획에 따른 집행계획으로서 『2001 방사능재해대책계획』이 수립되었다.

2. 방사능방재 훈련

가. 방사능방재 합동훈련

원자력발전소와 소외 방재대책관련기관이 모두 참여하는 방사능 방재 합동훈련은 과학기술부 고시 제98-13호(발전용 원자로 운영자의 방사선비상계획 수립 및 조치에 관한 기준)에 따라 발전소 부지 별로 매 3년마다 1회 이상 실시하고 있다. 이에 따라 2001년 9월 12 일에는 울진 1호기에서 정부, 지방자치단체, 방재대책관계기관이 참여하는 방사선비상합동훈련을 실시하였다.

방사선비상시 발생하는 비상정보를 종합관리하고 주민을 홍보 및 계도하기 위하여 연합정보센터를 설치·운영하고 주민보호에 일차 적 책임이 있는 지방자치단체의 적극적 참여로 실제 주민 소개훈련 등을 실시하는 등 사업자 뿐만 아니라 정부 및 지방자치단체와의 비상공조체제를 확인하는 계기가 되었다.

<표 6-1-2> 방사선비상합동훈련 실시현황

년도	대 상 원 전	훈련참여 자치단체
1989	울진1, 고리1, 영광1	경북, 경남, 전남
1990	월성 1	경북
1991	고리 4	경남
1992	영광 1	전남
1993	울진 2, 월성 1	경북, 경북
1994	고리 1	경남
1995	하나로, 영광 3	- , 전남
1996	울진, 월성	경북, 경북
1997	고리2, 영광4	경북·경남·부산, 전남·전북
1998	울진 3	경북
1999	월성 4	경북
2000	영광 2, 고리 1	전남, 부산
2001	울진 1	경북

과학기술부는 울진 방사능방재 합동훈련과 관련하여 합동훈련계획 수립단계에서부터 훈련계획을 검토·보완하고, 훈련시 정부, 지방자치단체, 원자력안전기술원, 사업자 등의 관계 전문가 참여하에 훈련실시내용의 기술적 평가를 실시함으로써 국가 방사선비상대책의 보완·발전하였다.

지금까지 수행된 합동훈련 실시현황은 <표 6-1-2>와 같다.

나. 방사능방재 전체훈련

원자력관계법령(과학기술부 고시 제98-13호 “발전용 원자로 운영자의 방사선비상계획 수립 및 조치에 관한 기준”)에서는 원자력발전소 전 비상조직이 참여하는 방사능방재 전체훈련의 실시에 관하여 2개 호기별로 매년 1회 이상 전체훈련을 수행하도록 요구하고 있으며 합동훈련을 실시한 연도에는 해당 부지에 대한 전체훈련을 실시한 것으로 간주하고 있다. 이에 따라 합동훈련을 실시한 울진원전을 제외한 3개 원전부지(고리, 월성, 영광)에 대하여 다음과 같이 총 7회의 전체훈련을 실시하였다. 특히 영광원전 5호기의 경우 과학기술부고시 제98-13호에 따른 운영허가사항으로서 금년도에 전체훈련을 실시하고, 차기년도에 합동훈련을 실시하기로 하였다.

- 고리 : 3호기(2001. 6. 13), 2호기(2001. 11. 8)
- 월성 : 1호기(2001. 5. 29), 4호기(2001. 7. 26)
- 영광 : 1호기(2001. 5. 3), 5호기(2001. 10. 30), 3호기(2001.12.6)

1999년부터 사업자 자체훈련으로 실시되어 왔던 전체훈련에 대하여도 규제기관의 검사를 실시하였으며, 이에 따라 각 비상대응시설 및 전문분야 별로 훈련평가단을 구성하여 각 훈련마다 기술적 평가를 실시하고 이에 대한 보완조치를 강구하였다.

3. 방사선 비상계획 안전심사

방사선비상대책과 관련한 주요 안전심사업무는 원자력발전소의 운영허가와 관련한 방사선비상계획서 안전심사와 운영중인 발전소의 방사선비상계획서에 대한 운영변경허가 심사 및 경미한 사항 변경신고 심사로 구분할 수 있다.

2001년도에 수행한 운영허가심사로는 영광 5,6호기 운영허가와 관련한 방사선비상계획서 및 방사선환경영향평가서에 대한 검토를 수행하였다.

원자력발전소의 비상사태 발생시에 대비하여 수립된 영광 5,6호기 방사선비상계획서는 방사선비상사고 발생시에 대비하여 신속하고 효과적인 사고확대 방지 및 최선의 사고수습을 위한 적절한 준비와 대책을 강구함으로써 방사선비상사고 발생시에 방사선이나 기타 장애로부터 발전소 종사자와 발전소 인근 주민의 건강과 재산피해를 최소화한다는 기본 목적을 만족하고 있는 것으로 평가되었다.

방사선환경영향평가서에 기술되어야 할 내용들에 대하여 방사선 비상계획서의 관련내용을 검토한 결과 적절히 기술되어 있는 것으로 평가되었다.

4. 방사선비상 대응시설 정기검사

2000년도부터 방사선비상대응시설이 원자력법시행규칙(부령 제 18 호) 제 19조(정기검사) 제1항 제10호 및 과학기술부령 제16호(원자 로시설등의 기술기준에 관한 규칙) 제 49조(방사선비상대응시설등)에 정기검사 항목으로 추가되어 원자력발전소의 비상대응능력 및 준비태세에 대한 지속적인 점검이 가능하게 되었으며, 2001년에는

고리 1, 3호기를 비롯하여 영광 2, 4호기, 월성 1, 3호기, 울진 1, 4호기에 대하여 정기검사를 수행하였다.

주요 검사항목은 방사선비상대응시설의 거주성과 관련한 비상대응시설의 근무환경, 비상공조설비(HVAC), 거주성 상실시 대응계획, 방사선비상조직 구성 및 비상요원의 교육·훈련, 비상통신설비 및 주민통보관련 비상경보방송설비, 비상정보시스템 등이다.

특히 2001년 7월, 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙의 개정에 따라 제54조(운영조직), 제56조(운영절차서), 제63조(시험·감시·검사 및 보수)와 관련한 발전소내의 비상연락체제, 방사선측정장비 검·교정상태 확인, 비상조직/요원 구성 및 책임/권한 부여의 적정성, 비상관련 절차서 및 자료의 개정·보완 및 비치 상태 등에 대하여 추가 또는 중점 검토하였다.

5. 방사능방재 국제협력

1986년 체르노빌원전 사고의 경험으로 국제적인 협력의 필요성이 대두됨에 따라 국제원자력기구(IAEA)에서는 1986년 10월 27일에 “핵사고시 조기통보협약”과 “핵사고시 비상원조에 관한 협약”을 발효하였다. 이에 따라 우리나라는 1990년에 이 두 협약에 가입하였다.

IAEA는 2000년 12월 1일자로 『핵사고시 조기통보 및 지원 협약』 체제 하의 방사선 비상시 대응 절차에 관한 상세 지침으로 활용되는 “조기통보 및 지원 기술운영절차서”(EPR-ENATOM 2000)를 발효시켰다.

IAEA와는 관련 협약에 따라 IAEA 비상대응반과 과학기술부, 원자력안전기술원간에 정기적인 비상훈련(EMERCON TEST 및 IAEA WMO/GTS)을 실시하고 비상연락망을 확인하고 있으며, 미

국 NRC와 매년 분기별로 1회씩 비상통신훈련을 실시하고 있다.

일본과는 1990년 “원자력안전 조기연락망” 설치를 합의하였고, 아시아·태평양지역의 각국과는 IAEA/RCA를 통해 방사선비상시 상호지원협력체제를 구축하고 있다.

특히, 2001년에는 5월 22~23 IAEA Convex3/Joint INEX1 비상훈련이 실시되었다. 동 훈련에는 우리나라를 비롯한 세계 48개국과 IAEA, EC 등 6개 국제기구가 참여하였으며 프랑스 Gravelines NPP를 사고 대상원전으로 하였으며 사고 경보 통보 메시지, 후속정보 및 기타정보 등의 자료 송수진 절차 시험, 신 개념의 비상협약 이행 절차 시험, 국제기구들의 언론매체 종합적 대응 능력 시험, 방사성물질 방출후 영향 평가, 자문 및 의사결정 메카니즘의 다양한 요소 시험 등을 목적으로 실시되었다.

제4절 방사능방재 대책 대응능력 향상

1. 방사능방재대책 기술지원 전산체계 구축

가. 개 요

방사능방재대책 기술지원 전산체계 (CARE : Computerized technical Advisory system for the Radiological Emergency) 는 원전안전정보망, 자동정보인지시스템, 환경방사능 자동감시망, 방사능방재 기상정보망, 방사선원항분석, 방사선영향평가, 지형·지리정보시스템, 방사능 대응조치 지원 모듈과 IAEA 조기통보체제 등으로 구성되어

있다. 동 시스템은 원거리에서 송·수신된 데이터를 받아서 실시간 온라인으로 처리하여 원자력발전소의 안전한 운전상태를 확인하며, 만일의 사고시에는 방사성물질의 외부 환경 방출과 확산 경로를 예측하여 신속하고 정확한 비상대응조치에 필요한 기술적 지원을 함이 그 주된 기능이다.

나. 추진 현황

CARE 시스템은 1993년 9월부터 1995년까지 고리 원자력 부지 및 고리 4호기를 시범대상으로 프로토타입의 시스템을 구축하였다. 1996년부터 1998년까지는 가압경수로형인 고리 1·2·3·4호기, 영광 1·2·3·4호기, 울진 1·2·3·4호기에 대한 원전안전정보망을 구축하고 기상정보망 및 방사선 영향평가 예측모델과 원자력부지에 대한 지형·지리정보시스템을 구축하여 정보처리 프로그램을 개발 완료하였다.

1999년~2001년에는 월성 원전 2·3·4호기 및 원자력연구소의 하나로 연구용 원자로에 대한 안전정보망을 구축하였고, 월성 원전 부지와 대전 하나로 연구용 원자로 부지에 대한 지형·지리정보 시스템을 개발하였으며, 또한 안전정보망으로부터 실시간으로 수집되어지는 변수상태에 따라 방사선원항의 외부 방출량을 분석할 수 있는 STES(Source Term Estimation System) 프로그램을 경수형 및 중수형 원전에 대하여 개발하였다. 또한 보다 세밀한 방재대응정보를 제공하고자 1/5000 지형·지리정보 시스템을 영광부지를 대상으로 하여 시범적으로 개발하였고 앞으로 전 원전부지에 대해 확대 개발할 예정이다.

다. 세부 내용

CARE시스템은 방사능 방재대책에 필요한 원전 안전정보, 환경방사능정보, 기상정보 등의 수집망, 방사능방출 및 방사선영향평가 모듈, 그리고 수집·처리된 정보를 방재대책 수립을 위한 의사결정에 활용하는 모듈로 구분되어 있다.

- 정보 수집
 - 원자력시설의 사고 및 운전정보
 - 원전주변지역의 기상관측정보
 - 환경방사능감시정보
- 정보 처리 및 해석
 - 수집정보의 데이터베이스 관리
 - 수집정보의 그래픽처리
 - 자동정보통보시스템
 - 방사선원향 평가 및 해석
 - 방사능 물질의 대기확산 및 방사선영향평가
- 방재대책 수립
 - 원전주변지역의 사회·지리 정보
 - IAEA 조기통보망

CARE시스템은 아래와 같은 10개의 세부 모듈로 구성되어 있어, 방사능 관련 사고를 자동으로 탐지·분석할 수 있는 기능을 갖추고 있다.

- 원자력 시설 안전정보의 수집·분석
- 자동정보통지시스템
- 국가 환경방사능 자동감시정보 수집
- 방사능방재기상정보 수집·처리

- 방사선원향 분석
- 대기확산 및 방사선영향평가
- 원전 부지의 사회환경·지리정보시스템
- 방사능 대응조치 정보
- IAEA 조기통보체제
- 시스템 통합 및 관련기관 연계 구현

다음은 2001년도에 구현한 몇 가지 주요한 세부 입력모듈에 대한 설명이다.

1) 원전안전정보시스템(SIDS: Safety Information Display System)

원자력발전소에서의 방사선비상시 가장 중요한 것은 발전소 운전 상태를 분명하게 파악하는 것이다. CARE시스템은 가동중 16개 호기 원전에 대한 실시간 안전변수 수집을 위하여 중앙집중식 통신 및 데이터관리 시스템으로 운영하여 개별적인 데이터 정보로 관리하는 분산화 체제를 확립하였고, 추후 신규원전에 대한 안전정보망 확장을 고려하여 보다 작고, 편리하며, 강력한 성능을 실현할 수 있는 안전정보망으로 구축하였다.

원자력발전소에서 사용되는 운전에 관련된 변수는 수천개이지만 원자로의 안전상태 확인에 중요한 변수를 선정하여 약 10초~20초마다 실시간으로 매 호기별 약 200개의 안전변수를 수집하도록 구축하였다.

수집 안전변수는 <표 6-1-3> 과 같으며, 이러한 안전변수는 사용자가 발전소 상황을 일목요연하게 파악할 수 있도록 7가지의 필수 안전기능별로 분류·구성하였다. 또한 각 안전변수정보에 대하여 시간대별로 변화 추이를 그래프로 볼 수 있도록 구현하였으며, 수집된

정보를 처리하고 관리할 수 있도록 데이터베이스로 구성하였고, 각 기능별 수목도와 함께 그래프적으로 표시되도록 응용프로그램을 제작하여 계통의 운전현황 및 주요인자의 요소에 대한 경보기능을 화면으로 표시해주고 있다.

〈표 6-1-3〉 안전기능별 주요 실시간 수집 안전변수

계 통	안 전 변 수
원자로심	출력, 노심 온도, 제어봉 위치, 봉산농도
일차 냉각재 계통	압력, 저/고온관 온도, 노심출구 온도, 가압기 수위, 일차측 보충/유출유량, 냉각재 유량 및 펌프
이차 냉각재 계통	증기발생기 수위 및 압력, 주급수/보조급수 유량, 증기유량, 복수저장탱크 수위
안전주입계통	고/저압 안전주입 유량, 축압기 수위, 잔열제거 펌프 및 온도
격납용기	압력, 온도, 습도, 수소농도, 살수유량, 집수조수위
방사능감시 계통	일/이차 냉각재 방사능, 격납용기 방사능 준위, 발전소내 방사선 준위, 방출유량 및 방사능감시, 환경방사능감시
기상환경	풍속, 풍향, 대기안정도, 강우량
기 타	원자로정지, 안전계통신호, 기동변압기 등등

2) 자동정보통지시스템(AINS: Automatic Information Notification System)

AINS는 원전안전정보망(SIDS)로부터 실시간으로 수집된 변수의 상태변화를 추적하고 주요 변수의 제한범위의 초과시에 방재관련 요원에게 전화와 휴대폰이나 메일을 통해 사고 정보를 신속하게 알려주는 자동정보인지시스템을 구축하였다.

3) 원자력 안전정보 해석 및 방사선원항 분석(STES : Source Term Estimation System)

STES 시스템은 원전안전정보시스템(SIDS)으로부터 정보를 추출하여 격납건물에서 빠져나가는 방사선원항을 계산한다. 이렇게 계산된 방사선원항 자료를 실시간 방사선피폭계산 지원 모듈인(FADAS)에 온라인상태에서 제공해 주는 매개역할을 하는 역할을 한다. 또한, 방사성물질의 외부 방출 가능성과 예상 누출경로를 평가하여 이상상태 발생 및 각종 방사선 사고를 조기에 알리는 기능을 수행한다.

2001년도에는 중수형 원전에 대한 방사선원항 평가시스템을 완료함으로써 가동중 원전에 대한 방사선원항 분석 체제를 완료하여 방사선 비상사고에 대해 신속하고 정확하게 대응할 수 있는 CARE시스템이 구축되었다.

4) 과학기술부 중앙 통제상황실 구축

방사능 방재 비상통신 설비 체제를 정립하여 종합적이고 체계적인 국가 방사능 방재체제의 구축과 이의 효과적 연락망의 체제를 확립하여 만일의 재난에 대비하여 신속한 조치로 원전의 안전성을 제고할 수 있게 하기 위해 MOST 중앙 통제상황실을 구축하였다.

동 상황실에 멀티미디어 영상 및 음향 설비를 설치하고 다자간 화상회의 시스템 구현하여 의사소통 및 신속한 상황내용을 여러 사람이 모니터링 할 수 있고, CARE 시스템의 정보를 공유하도록 구축하여 최종의사결정시스템을 완성하였다.

동 시스템에는 중앙정부 및 각 원전부지 주재관실과 원자력안전

기술원간에 원격 영상회의 시스템이 구축되어 있으며 만약의 사고 시 신속하고 적절한 의사결정을 지원할 수 있도록 하였다.

라. 향후 개발 계획

2002년도에는 신규원전인 영광 5호기 안전정보망 및 방사선원항 평가 체제를 구축할 계획이다.

대기확산 모델 개발에 있어 원전주변의 국한된 지역 뿐만 아니라 광역 방사선피폭해석 영향평가에 대한 고려도 이루어져야 하므로 이를 위해 현재 기상청과 원자력연구소에서 광역 대기확산 모델을 개발하고 있으며, 추후 이를 CARE시스템에서 활용할 수 있도록 하는 방안을 구상하고 있다. 또한, 지역사고대책본부에 활용할 수 있는 체제를 확립하기 위해서는 CARE 시스템의 독자적인 폐쇄망을 구축하여야 하며, 지역사고대책본부의 특정을 고려한 정보처리의 개선 프로그램이 필요하기 때문에 원전 정보의 처리를 더욱더 빠르고 체계적으로 분석하여 관리하기 위한 시스템 인터페이스 개선 방안을 강구하고 있다.

2. 방사능테러 대응대책

가. 원자력시설의 방호점검

미국의 아프가니스탄 공습이 실시된 직후 과학기술부는 10월8일 05:30부로 국내 원자력발전소를 비롯한 전 원자력관련시설에 대해 테러·사보타지 대비 비상경계를 강화하도록 지시하는 한편, 동일 10:00에 원자력관계기관 안전 및 방호책임자 회의에서 원자력시설

방호점검 등을 실시토록 하였다.

이에 따라 과학기술부와 원자력안전기술원, 한국비파괴검사협회 등으로 점검단을 구성하여 원전, 원자력(연), 한전원자력연료(주), 방사성동위원소사용기관을 10월12부터 10월18일까지 점검하였다. 주요 점검내용은 발전소시설에 대한 방호 및 안전관리체제, 발전소 방호 시설·장비, 특정 핵물질에 대한 물리적 방호 등이다. 점검한 결과 동 시설들은 방호 및 관리체제가 양호한 것으로 확인되었다.

나. 국제동향

국제원자력기구(IAEA)는 11월2일 빈에서 핵테러 대책회의를 열고 핵테러 발생 가능성을 경고하면서 다음 3가지 시나리오를 제시하였다.

구 분	내 용	비 고
원자력시설 공격	핵시설을 공격, 원자로 등을 파괴하여 외부에 방사능을 누출시키는 것	발생 가능성이 높은 시나리오
핵무기 사용	핵물질을 탈취하여 핵무기를 제조 사용하는 것	발생 가능성은 낮지만 배제할 수 없는 시나리오
더러운 폭탄 사용 (Dirty bomb)	재래식 폭탄에 방사성물질을 폭발시켜 환경을 오염시키는 것	발생 가능성이 가장 높은 시나리오

이에 의하면, 원자력시설은 파손될 경우 외부에 방사능 누출로 인해 대규모의 피해가 발생할 우려가 있으므로 테러분자의 주요한 목표가 될 수 있음을 상기시켰다.

다. 테러대비 정부종합대책

정부는 11월 6일 국무총리주재로 관계장관회의를 열고 「테러대비 정부종합대책」을 확정·발표하였다. 신종테러에 효과적으로 대응하기 위해 군·경을 중심으로 제한적으로 운영돼 온 정부의 대테러업무를 대폭 개정하여 무력·화학·생물·방사능·사이버 테러 등 분야별 테러대비태세로 전환기로 한 것이다.

이를 위해 국가안전보장회의 산하에 총리를 의장으로 하는 국가대테러대책회의를 설치하고, 국정원, 행자부, 국방부 등 관계부처 합동으로 대테러센터를 설치기로 하였다.

이에 따라 수립된 방사능테러 대응대책을 살펴보면, 기본방향으로 ‘방사능테러 방지대책 강화’, ‘방사능테러 및 재난대책의 완비’로 정하였다.

먼저 ‘방사능테러 방지대책 강화’를 위해 원자력시설 및 방사성물질에 대한 평시 안전관리를 강화하며, 방사성폐기물 저장소 등 취약시설에 대한 예찰활동을 강화하도록 하였다.

다음으로 ‘방사능테러 및 재난대책 완비’를 위해서 방사능 재난 발생시 신속한 탐지와 사고확대 방지를 위한 종합대책을 마련하며 방사능방재요원에 대한 교육훈련 강화와 이를 통한 비상대응능력 제고, 방사능방재대비 장비·장구 확보 등을 주요 내용에 포함하고 있다.

또한, 방사능테러에 대비하여 원자력시설 상공의 반경 3.6km이내를 비행위험구역으로 지정하여 항공기의 운행을 제한하여 왔던 것을 비행금지구역으로 강화하고 그 범위도 18km로 확장하였으며, 환경방사능감시망을 확충하고 군감시망과 연계하여 종합감시체제를 구축기로 하였다.

제7편 원자력 국제협력

「원자력 국제협력」에 관한 상세한 내용은 원자력 백서
(과학기술부 발간)를 참조하시기 바랍니다.

여 백

제1장 다자간 협력

제1절 추진경위

원자력사고에 공동으로 대처하기 위하여 『원자력사고의 조기통보에 관한 협약』은 1986년 10월에 『원자력사고 또는 방사능 긴급사태 시 지원에 관한 협약』은 1987년 2월 각각 발효되었으며, 양 협약에 우리나라도 가입하였다. 양 협약의 발효로 원자력 사고시에 사고발생 국가는 이에 대한 정보를 인접국은 물론 국제원자력기구(IAEA)를 포함한 전세계에 신속히 알려 적절히 대처하게 하고 또한 피해 당사국에 전문가 파견 등 지원을 위한 국제적인 안전협력체제를 갖추게 되었다.

국제사회는 세계적인 원자력안전성 확보를 위해서는 원자력시설 보유국에게만 안전관리를 전적으로 의존할 수 없다는 인식과 함께 개별 국가별로 추진해 온 중전의 원자력 안전성 증진개념에서 세계 중심의 안전성 확보개념으로 전환해 나가고자 “원자력안전협약”과 “사용후핵연료관리의 안전 및 방사성폐기물관리의 안전에 관한 공동협약”의 제정을 추진하게 되었다.

제2절 원자력안전협약

원자력안전협약 (Convention on Nuclear Safety)은 육상에 설치된

발전용 원자로 및 부속시설의 안전에 대한 국가별 안전조치 강화와 국제협력 증진을 통해 전세계적으로 원자력 안전을 확보하는 것을 목적으로 하는 국제규범으로 1996년 10월 24일 발효되었다. 우리나라는 1994년 9월 20일 동협약에 서명하였고, 2002년 4월 현재 서명국은 65개국, 체약국은 54개국에 이르고 있다.

동협약의 주요내용은 안전규제요건의 제도적 구비, 규제기관의 독립성, 원전운영자의 안전관리책임, 안전우선원칙 등 체약국이 이행해야 하는 의무사항에 관한 규정으로, 체약국은 이러한 의무사항에 대한 이행상황을 국가보고서(National Report)로 작성하여 매 3년마다 제출하여 체약국간 상호 검토, 평가토록 하고 있다.

제1차 국가보고서 검토회의는 1999년 4월 12~23일간 오스트리아 비엔나에서 개최되었고, 제2차 회의는 2002년 4월 15일~26일간 오스트리아 비엔나에서 개최될 예정이다.

제3절 사용후핵연료 관리의 안전 및 방사성폐기물 관리의 안전에 관한 공동협약

1. 공동협약 개요

사용후핵연료 관리의 안전 및 방사성폐기물 관리의 안전에 관한 공동협약(Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management)은 전 세계적 차원에서 사용후핵연료 및 방사성폐기물 관리의 안전에 관한 이슈를 직접적으로 다루기 위한 첫번째 법적

장치로서 2001년 6월 18일 발효되었다. 2001년 8월 현재 우리나라를 포함하여 42개국이 서명하였고, 독일, 캐나다, 프랑스 등 27개국이 비준하였다.

공동협약의 목적은 전세계적으로 높은 수준의 사용후핵연료 및 방사성폐기물 관리의 안전을 달성·유지하는데 있다. 그 적용범위는 민수용 원자로의 운전에서 발생한 사용후핵연료 및 방사성폐기물 관리의 안전을 포함한다. 다만, 군사·방위 프로그램에서 발생한 사용후핵연료 및 방사성폐기물은 체약국이 협약의 대상으로 선언하거나, 민수용 프로그램 대로 영구히 이전·관리되는 경우에 본 협약의 적용대상이 된다.

공동협약의 의무사항으로, 체약국들은 방사성폐기물관리 전반에 걸쳐 방사선 위해로부터 일반대중, 사회 그리고 환경을 보호하기 위하여 국제원자력기구 방사성폐기물 안전원칙을 기초로 하여 법적·제도적 규정을 마련하고, 이의 이행을 통해 상기시설의 운영 및 폐쇄까지 필요한 안전성 확보조치를 취하도록 요구되고 있다.

2. 공동협약 체약국 준비회의

공동협약 제29조에 따라 체약국 준비회의(Preparatory Meeting)가 2001년 12월 10일~12일 기간중 오스트리아 비엔나에서 27개 회원국(비준국), OECD/NEA, IAEA 사무국 전문가 등 90여명이 참석한 가운데 개최되었다.

우리나라는 1997년 9월 29일 동 협약에 서명한 후, 현재 국내비준 절차를 추진중에 있는데, 2002년 하반기까지는 제반절차를 완료할 수 있을 것으로 예상된다.

제2장 양국간 원자력안전협력

제1절 원자력안전협력약정의 체결

과학기술부는 미국 원자력규제위원회(NRC, 2000년 9월 1회 연장), 캐나다 원자력규제위원회(AECB, 1982년 9월 규제정보교환약정, 1998년 10월 안전규제협력각서로 개정), 일본 과기청(STA, 1991년 12월) 및 통산성(MITI, 1991년 2월), 프랑스 원자력시설안전국(DSIN, 1995년 11월), 중국 국가핵안전국(NNSA, 1994년 12월), 영국 보건안전청(HSE, 1997년 12월 1일), 슬로베니아 원자력안전청(SNSA, 2000년 1월) 등과 원자력안전규제협력에 관한 약정, 캐나다 원자력안전위원회(월성삼중수소 제거 설비 이전을 위한 행정절차, 2001. 6), 미국 에너지부 (연구기관간 협력 양해각서, 2001. 9), 국제 원자력기구(한·IAEA 안전조치이행 경수로 협력 양해각서, 2001.10)와 협력약정을 체결하고 있다.

협력약정의 주요내용은 각국의 규제정책·원자력시설 등과 관련되는 기술안전보고서·절차서·사고보고서·규제기준·비상대책 등 기술정보교환을 규정하고 있다. 또한 정보교환, 약정개정 등을 검토하기 위하여 회의 개최에 관한 규정을 두고 있으며, 각각 담당관을 지정하여 정보·자료교환의 창구역할을 수행하도록 하고 있다. 정보의 교환 및 이용의 범위와 관련하여 독점정보 등 비밀정보는 제공자 측의 동의 없이 상업적 목적을 위해 사용되거나 공개될 수 없으며 배포되지 아니한다는 규정을 두고 있다.

제3장 북한경수로의 안전성 확보 지원

제1절 북한경수로 사업의 개요

1. 한반도에너지개발기구(KEDO)

우리 정부는 1995년 1월 북한경수로 사업을 전담할 경수로사업지원기획단을 통일원 산하에 설치하고 미국, 일본과 공조하여 경수로 사업의 재원조달과 공급을 담당할 ‘한반도에너지개발기구’ (Korean Peninsula Energy Development Organization : KEDO)를 설립하였다. 이 설립협정에 따라 한반도에너지개발기구의 중요한 의사결정은 한·미·일의 대표로 구성되는 집행이사회에서 이루어지며, 1997년 9월 유럽연합이 집행이사국으로 신규 가입하였다.

2. 한반도에너지개발기구의 경수로공급사업

한반도에너지개발기구는 1995년 9월 북한과의 협상을 통하여 한반도에너지개발기구가 선정하는 노형의 원자로를 일괄도급방식(Turn-key)으로 공급하는 경수로 공급협정을 체결하였다.

한반도에너지개발기구는 1996년 3월 집행이사회를 개최하고 수력원자력(주)를 경수로 건설사업의 주계약자로 지정하였다.

또한 한반도에너지개발기구는 금호지구 경수로원전 사업부지에 현장사무소를 개설하고 1997년 착공식을 가진 후 1999년 12월 15일

한국전력공사와 주계약을 체결함으로써 본격적인 대북 경수로 공급 사업을 추진하게 되었다.

제2절 북한경수로의 안전성 확인

1. 원자력 안전성 확인체제

공급협정에서는 북한경수로의 설계·제작·건설·시운전이 참조 원전(울진 원자력 3, 4호기)에 적용된 것과 동일한 안전규제 및 기술기준에 부합되도록 공급사업을 추진토록 하고 있다.

한반도에서의 원자력안전성 확보의 일환으로 북한경수로의 안전성확인을 우리나라가 주도하려는 정부의 노력에 따라, 한반도에너지 개발기구의 집행이사회가 1998년 2월 안전성 확인체제의 주된 역할을 담당할 외부 안전규제 전문기관으로서 원자력안전기술원을 지정 하였고 1999년 6월 16일 협력협정을 체결함으로써 이 체제가 본격 가동을 시작하였다.

2. 안전성 확보 지원사업

원전 건설을 위한 안전성 확보여부의 확인을 위한 “건설단계의 안전성검토”는 2001년 2월 예비안전성분석보고서 및 환경영향평가서 등의 안전관련 문서를 대상으로 착수되었으며, 이 기간 중 4월에는 금호부지에 대한 현장확인도 수행된 바 있다. 2001년 6월 안전성 평가보고서(SER) 초안을 발간하여 KEDO에 제공하였으며 같은 시기에 국제원자력기구(IAEA)는 10명으로 구성된 6개 분야의 전문가를 안전성검토에 참여하였다. 2001년 7월 KEDO 안전자문가단(NSAG)의 평가 후 안전성평가보고서(SER) 최종판을 8월에 발간하였다.

제 8 편 원자력안전규제 기반 구축

여 백

제1장 원자력안전 전문인력 양성

제1절 개 요

원자력이 국내 에너지원에서 차지하는 비중이 점진적으로 증가함에 따라 원자력의 안전성 확보를 위한 규제업무의 양적·질적 중요성이 증가하고 있다.

국내의 에너지 수급전망에 따른 원전의 건설 및 운영 등을 차질 없이 수행하기 위한 원자력 안전규제에 대한 수요는 2001년 20기에서 2005년 26기로 약 30% 증가하며, 방사성동위원소 이용기관은 매년 약 10%씩 증가하여 2005년에는 약 2,500개 기관으로 약 700개 기관(약 37.2%)이 증가할 것으로 예상되고 있다. <표 8-1-1 참조>

<표 8-1-1> 규제대상 시설 증가 추이

구 분		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
원자력 발전소	가동중	16기	16기	16기	17기	18기	19기	20기
	건설중	4기	4기	4기	5기	8기	7기	6기
방사성동위원소 이용기관 수		1,570	1,698	1,822	2,000	2,200	2,400	2,500

가동원전의 노후화에 따른 안전성 확보, 주기적 안전성평가제도의 도입 및 방사성동위원소 이용업체의 증가 등에 따른 규제업무의 증가에 대응하여 전문인력의 확보·양성이 필요하다.

제2절 면허시험 관리

1. 현 황

원자력관계면허 분야와 종류는 원자력법 제91조에 의거 발전용 및 교육·연구용 원자로조종을 위한 원자로조종면허(조종사 및 조종감독자)와 방사성동위원소의 취급분야인 방사성동위원소 취급면허(일반, 감독, 특수), 핵연료물질취급 및 관리를 위한 면허(취급자, 감독자)등 모두 3분야의 7종으로 구분되고 있다. 과학기술부는 원자력 관계 면허시험 관리업무와 관련 원자력법 제94조 및 제111조 제1항의 규정에 따라 한국원자력안전기술원에 위탁하여 관리·운영토록 하고 있다.

<표 8-1-2> 원자력관계 면허시험 종류

면허 종류	노형/대상기관	시험 방법
원자로조종사 면허	<ul style="list-style-type: none"> • PWR 600MWe급 (W) • PWR 900MWe급 (W) • PWR 900MWe급 (F) • PWR 1000MWe급 (HANJUNG) • PHWR 600MWe급 (AECL) • 1kWt급 (AGN-201) • 10MWt급 (하나로) 	필기 및 실기
원자로조종감독자 면허		
방사성동위원소취급자일반 면허	<ul style="list-style-type: none"> • RI 일반업체 • RI 판매업체 및 NDT 업체 • RI 교육 및 연구기관 • RI 의료기관등 	필기
방사선취급감독자 면허		
방사성동위원소취급자 특수 면허		
핵연료물질취급자 면허	<ul style="list-style-type: none"> • 발전용 원자로 운영허가 기관 • 연구용 원자로등의 허가 기관 • 핵연료주기사업의 허가 기관 • 핵연료물질의 사용등 허가 기관 	필기
핵연료물질취급감독자 면허		

원자력관계 면허시험의 주요 응시대상은 원자력발전소와 교육·연구용 원자로의 운전요원, 그리고 방사성물질을 취급하는 방사성동위원소 이용기관, 비파괴업체, 연구·교육기관 및 의료기관 종사자들이다. 이러한 방사성동위원소 및 방사선발생장치 이용기관의 증가 및 원자력발전소의 건설이 계속 추진됨에 따라 원자력산업체에서 필요로 하는 종사자를 엄격하게 선별하는 것이 중요한 과제로 부상되고 있다. 이를 위하여 체계적인 면허제도를 구축하고 시험관리의 공신력을 제고하여 원자력관계 면허자의 자질과 능력을 향상시키고 원자력 이용에 있어서의 안전성 확보 및 방사선 방호 목표를 구현토록 노력하고 있다. 2000년말 현재 시행하고 있는 원자력관계 면허 시험 종별 및 분야는 <표 8-1-2>와 같다.

2. 면허시험 과목

원자력법 시행령 제285조(시험과목)에서 규정된 시험과목을 면허 시험 분야별로 분류하면 원자로조종분야는 원자로의 종류, 용량급, 공급자 구분으로 당해 원자로 제어반에서 원자로의 조종사·조종감독자로서 필요한 업무수행의 전문지식과 응용능력의 검정으로하는 필기시험과목과 원자로조종에 필요한 현장실무능력을 모의제어반(Simulator) 또는 해당 발전소 주제어반(MCR)에서 평가할 수 있는 내용의 실기분야 등으로 구분되어 있다. 방사성동위원소취급분야는 일반 및 감독자 면허로서 그 직무수행에 필요한 지식과 기술에 관한 시험과목이 있으며 특수면허는 방사성동위원소의 인체에 관한 전문지식과 기술능력을 검정하는 내용의 시험과목 등으로 구성되어 있다, 핵연료물질취급분야는 핵연료물질취급에 관한 전문지식과 기술능력을 검정하는 내용이 며 시험과목은<8-1-3>와 같다.

<표 8-1-3> 원자력관계 면허시험 과목(분야)

면허구분 시험종별	원자로조종	방사성동위원소취급	핵연료물질취급
필기시험	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원자력관계법령 ○ 원자로구조 및 설계 ○ 운전제어 ○ 방사선안전관리 ○ 원자로이론 ○ 핵물질취급 및 관리 (※ 감독자에 한함) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원자력관계법령 ○ 방사선취급기술 ○ 방사선장해방어 ○ 원자력이론 (※특수는 의학 또는 치의학) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 원자력관계법령 ○ 핵물질취급기술 ○ 방사선장해방어 ○ 핵물질 화학적, 물리적 성질
실기시험	<ul style="list-style-type: none"> ○ 계측시설의 이용 및 그 판독방법등을 포함하여 비상시 대책까지 7개 분야 검정 (※ Simulator 검정) 	—	—

3. 원자로 조종면허

원자로 조종면허는 발전용원자로와 교육·연구목적의 연구용원자로로 구분되며 시험은 노형, 용량급 및 공급자로 구분하여 실시된다. 1차는 필기시험이며 필기시험 합격자 및 면제자에 대해 2차 실기시험을 치른후 최종합격자에 대해 면허증을 교부하게된다. 동 면허시험을 위하여 각 원전의 특성에 적합한 출제기준, 실기기준 및 세부적인 기술지침 등을 확립하고, 실기시험시 모의제어반(Simulator)을 활용하여 양질의 면허자를 엄격 선별하는 등 체계적인 평가방법을 도입하여 실시하고 있다. 1984년부터 2001년까지의 원자로조종 면허시험 실적은 <표 8-1-4>와 같다.

4. 방사성동위원소 취급 및 핵연료물질 취급면허

방사성동위원소 취급면허는 일반면허, 감독자면허, 특수면허로 구

<표 8-1-4> 원자로조종 면허시험실적(1984~2001)

구 분	노형, 용량급 및 공급자	응시 및 합격 현황		
		응시자(명)	합격자(명)	합격률(%)
발 전 용	PWR 600MWe급(W)	980	254	25.9
	PHWR 600MWe급(AECL)	863	217	25.1
	PWR 900MWe급(F)	976	285	29.2
	PWR 900MWe급(W)	2,413	553	22.9
	PWR 1000MWe급(HANJUNG)	1,242	324	26.0
	계	6,474	16339	25.2
교 육 · 연 구 용	1kWt급 2MWt급 및 10MWt급	229	63	27.5
총 계		6,703	1,696	25.3

분되며 핵연료물질취급면허는 핵연료물질취급자면허와 핵연료물질취급감독자면허로 구분된다. 방사성동위원소 취급 면허시험은 국내 방사성동위원소 이용기관의 증가에 따라 방사성동위원소취급면허 응시자의 대다수를 차지하는 방사성동위원소 일반면허시험의 출제를 문제은행식 출제 및 OMR 전산화 채점방식을 도입 시행함으로써 시험관리의 체계화와 신속, 정확성을 도모하고 있다. 1983년부터 2001년까지 방사성동위원소 취급 및 핵연료물질 취급면허시험 누적 실적은 <표 8-1-5>와 같다.

<표 8-1-5> 방사성동위원소 취급 및 핵연료물질취급 면허시험 응시 및 합격현황

면허 종류	응시 및 합격 현황		
	응시자(명)	합격자(명)	합격률(%)
방사성동위원소취급자 일반	13,646	2,893	21.2
방사선취급 감독자	2,669	355	12.3
방사성동위원소취급자 특수	841	349	41.4
핵연료물질취급자	37	7	18.9
핵연료물질취급감독자	158	34	21.5
합 계	17,351	3,638	20.9

제2장 안전규제 대국민 이해 제고

제1절 개 요

1. 안전규제 홍보

성숙된 민주시민의식과 정보화사회로의 사회변화가 가속화되고 있는 오늘날, 국민들의 안전한 삶에 대한 욕구와 언론·환경단체 등 여론주도층의 원자력에 대한 관심이 증대되고 있다.

인식도 조사 등을 통한 마케팅 조사결과, 국민의 90% 이상이 원자력 이용에는 안전이 가장 중요하며, 60% 이상이 안전을 지키기 위해서는 안전규제를 강화해야 한다(“원자력 안전규제에 관한 국민의견조사”, 한국원자력안전기술원, 2002년 1~2월)는 생각을 가지고 있다.

따라서 안전규제 홍보의 기본원칙을 원자력의 안전에 관한 정부와 규제전문기관의 역할과 활동을 적극적으로 알리고, 관련 정보를 투명하게 공개함으로써 국민의 신뢰를 형성하는 데 중점을 두었다.

제2절 원자력안전에 대한 국민이해활동

1. 원자력안전현장 제정

“원자력안전현장”은 원자력안전이 원자력사업추진에 우선하는 최

고의 목표임을 명백히 밝히고 원자력계 모든 종사자로 하여금 원자력안전성 확보를 위한 사명감과 책임 의식을 고취시키며, 일반 국민의 원자력안전에 대한 신뢰를 확보하기 위해, 원자력안전위원회(위원장 : 과학기술부장관)의 정책·제도분과에 현장제정소위원회에서 주관하고, 원자력안전위원회의 심의·의결을 거쳐 “제7회 원자력안전의 날” 기념식(2001년 9월 6일) 석상에서 선포되었다.

이로써 1995년도에 원자력시설의 건설 및 운영에 있어 명확한 안전목표와 규제정책방향을 설정하고 이에 따른 엄정한 규제를 실현하기 위한 안전규제의 독립성, 공개성, 명확성, 효율성, 신뢰성 등 5대 원칙을 정하여 안전문화의 실천의지를 천명한 “원자력안전현장”의 공포에 이어 원자력 산업은 안전이 최고의 목표라는 정부의 의지를 다시 한번 밝힘과 동시에 관련 산업 종사자들의 안전의지를 다지는 계기가 되었다.

2. 원자력안전의 날 행사

“원자력안전의 날”은 원자력안전에 대한 국민의 이해를 높이고, 원자력종사자들의 안전의식을 고취시키기 위해 지난 1995년 제정되었다. 2001년 9월 6일 과학기술부장관 등 500여 원자력계 인사들이 참석한 가운데 제7회 원자력 안전의 날 기념식이 한국과학기술회관에서 개최되어 산업훈장 등 33명의 안전유공자를 포상하였다.

기념식에 이은 원자력안전토론회에서는 “원자력에 대한 새로운 시각”을 주제로 6명이 주제발표와 토론으로 구성된 원자력안전 정책 토론회가 개최되었다. 이 토론회는 원자력 각계의 다양한 의견을 수렴하는 계기가 되어 상호이해와 신뢰의 접점을 넓힐 수 있는 장이 되었다.

원자력안전주간에는 22개 원자력 유관기관이 참여하여 전국적으로 학술회의, 가두캠페인 등의 다양한 행사를 개최하였다.

제3절 원전 사고·고장 정보 공개

과학기술부는 원자력발전소의 사고·고장정보를 다양한 통로를 이용하여 신속하게 언론 및 국민에게 공개할 수 있도록 「원전 사고·고장 정보 공개 지침」을 마련하여 1998년 12월부터 시행하고 있다.

이 지침에 의하면, 그 동안 원전안전과 관련된 사고·고장 정보의 공개는 원자로 불시정지 등 일부사항에 국한되어 있던 것을 대폭 확대하였으며, 사고·고장 정보가 신속하게 지방자치단체와 언론에도 제공되도록 하였다. 또한 공개대상 항목을 사고·고장의 종류, 원자력안전에 미치는 영향, 국민의 관심도 등에 따라 「언론공개」와 「인터넷공개」로 구분하고, 공개시점에도 차이를 두었다.

원자력발전소 운영사업자인 수력원자력(주)가 사고·고장 내용을 공개시킨 내에 일차적으로 공개하면, 과학기술부는 현장 주재관의 보고와 원자력안전기술원의 현장 조사결과를 토대로 상황변동 심층 내용을 인터넷에 게재함으로써 실시간대로 사고·고장정보가 공개 되도록 하였다. 각 기관별 인터넷 홈페이지의 주소는 다음과 같다.

- 과학기술부 : <http://www.most.go.kr>
- 한국원자력안전기술원 : <http://www.kins.re.kr>
- 수력원자력(주) : <http://www.khnp.co.kr>

제4절 국민이해 증진 사업의 추진방향

우리나라는 원자력의 과학기술적인 안전성을 확보하기 위한 다양한 제도개선과 연구활동을 의욕적이고 지속적으로 추진하여 왔다.

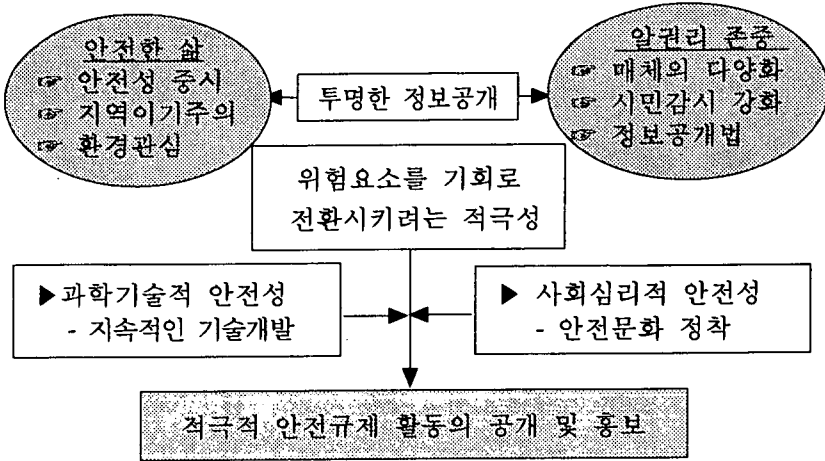
민주화와 경제 안정을 희구하던 1990년대 초반에는 원자력발전의 경제성과 환경에의 기여와 같은 유용성을, 지방정부와 시민·환경단체의 입지가 강화된 1990년대 중반부터는 원자력발전의 안전성을 부각시키기 위한 노력이 추가되었다.

원자력안전의 중요성을 인식한 정부와 원자력계의 노력으로 1995년도에는 “원자력안전정책성명”을 공포하였고, 이 날을 기념하기 위한 “원자력안전의 날”을 제정하였으며, 2001년도에는 원자력계 종사자의 뜻을 한데 모아 원자력의 안전성을 확보하기 위해 지켜야 할 행동강령을 정한 ‘원자력안전헌장’을 제정·공포하여 원자력의 안전이 원자력 이용에 최우선하는 정책목표임을 재확인했다.

국민들이 필요로 하는 정보를 제대로 제공하기 위해 2002년 1월 21일부터 2월 4일까지 15일 동안 총 1,902명 (일반국민 1,502명, 원전주변지역주민 400명)에 대한 원자력 안전규제에 관한 국민의견 조사결과를 보면, 원전에 대한 필요성과 정보공개에 대해서는 긍정적이며, 원전 지역주민들도 원전 주변 거주로 인한 이득이 많다(64%)는 결과가 나타났다. 또한 원전의 안전성 향상을 위해서는 정부의 규제강화(62.6%)의 필요성을 제일 많이 들었으며, 정부의 규제강화 정책에는 88%이상이 긍정적인 반응을 보였다.

이 조사를 바탕으로 원자력을 둘러싼 환경을 분석하고 원자력안전규제 홍보방향을 다음과 같이 수립하였다.

1. 환경분석



2. 홍보방향

국민인식을 토대로 수립한 안전규제 홍보방향을 다음과 같이 수립하였다.

첫째, 안전규제업무 추진내용 및 결과 등 원자력안전규제 정보를 적기에 정확하고 투명하게 공개한다.

둘째, 여론주도층을 주타깃으로 하여 원자력안전의 중요성, 원자력 안전규제 활동, 안전관련 정보공개, 원자력안전문화 현황 등을 있는 그대로 알림으로써 국민적 공감대와 신뢰를 획득한다.

셋째, 인터넷 등 새로운 매체 환경을 이용한 정보 서비스 및 홍보 기능의 강화로 국민적인 관심과 참여를 수용하며, 정보교류 및 의사소통 활성화에 노력한다.

(부 록)

여 백

2002 원자력안전 정책 방향

I. 국내·외 원자력 동향

- 환경친화적, 안정적 에너지공급원으로 원자력의 역할 재인식
- 신형 원자로개발, 원자력시설 해체 및 폐로 등 신규 안전규제 증대
- 방사선 및 방사성동위원소 이용의 지속적 확대
- 전력시장 민영화 및 규제효율화 요구증대

1. 국제동향

- 미국의 신에너지 정책 발표('01. 5)
 - 청정에너지원으로서 원자력의 유용성 재인식 및 원자력발전 확대 검토추진
 - 신형원자로 인허가, 기존 원전 출력증강 및 운영허가갱신
 - 고준위폐기물 처분정책 지속 추진
- 「9.11. 테러」 이후 원자력 시설에 대한 방호강화
 - 핵물질 및 원자력시설에 대한 사보타지, 테러대응 강화를 위한 「핵물질물리적방호협약」 개정 추진(IAEA)
 - IAEA 이사회: 원자력 테러에 관한 특별결의(테러방지 기금)
- 안전성과 경제성이 증진된 新설계개념의 신형로 개발
 - ABWR, AP600, AP1000, EPR(유럽), System 80+, APR1400
 - GEN-IV(GIF), INPRO(IAEA), SMART, PBMR(남아공) 등
- 원자력 안전규제 효율성 및 효과성 제고
 - 『리스크정보안전규제기법(RIR)』 도입, 『국제원자력안전규제자협의회』 결성 등
 - 전력시장 구조변화(경쟁체제, 민영화, M&A 등)에 따른 규제 효율화
- 일부 국가 원전 정책의 변화

- 스웨덴 : 2010년까지 원전을 폐쇄하기로 한 정책을 재고
- 대 만 : 건설중 원전 포기선언('00.10)을 번복('01.2)
- 독 일 : 20년내에 단계적으로 원전폐쇄 법률이 의회 통과
- 핀란드 : 신규원전 건설 및 폐기물처분장 부지선정 발표

2. 국내동향

- 제2차 원자력진흥종합계획 수립 및 추진
 - 안정적·경제적 에너지원으로서 원자력발전의 지속추진
 - 방사선 및 RI 이용분야의 균형적 발전도모
 - 發電대 非發電의 비중: ('00년) 9:1 → ('10년) 7:3
- 원자력산업계 구조변화
 - 한수원(주)의 한국전력(주) 자회사로 전환 및 한국전력기술(주), 한기공(주) 등 민영화 추진
 - 방사성동위원소 이용기관 증가('01년 1,820개 기관)
- 원자력안전에 대한 국민적 관심증대
- 국가 방사능 방재체제 강화
 - 『9. 11 테러』 이후 대테러대책에 방사능테러 대응계획 포함
 - 『방사능중앙통제상황실』 설치('01.8), 『원자력방재과』 신설('01.10)

II. 2001년도 원자력 안전규제 현황

1. 원자력시설 심·검사 현황

< 안전규제 심사 >

- 영광5, 6호기 운영허가 심사
 - 영광5호기 운영허가 발급('01. 10)
 - ※ 증기발생기 세관관리대책, 품질보증 활동 강화 및 보수·정비업체의 민영화에 따른 안전확보대책을 상업운전전까지 수립
- 신형경수로1400 표준설계인가 심사
 - 원자력법령개정('01.7)이전 사전안전성검토('00.1~'01.12)
 - 2002. 3월 표준설계인가 예정

< 안전규제 검사 >

- 가동중·건설중 원자력시설 및 생산업체에 대한 검사
 - 13개 원전 및 연구용원자로 등에 대한 정기검사 수행
 - 영광5·6호기, 울진5·6호기에 대한 사용전검사 수행
 - 한국전력기술(주) 등 24회 품질보증검사 수행
- 고리1호기('00.5) 및 월성1호기('01.5)에 대한 주기적 안전성 평가 수행

2. 방사성동위원소 인허가·검사현황

- 산업체를 중심으로 방사성동위원소의 이용증가에 따른 인허가 심사의 정기수행
 - 허가 사용기관 : 663개 기관, 신고 사용기관 : 1135개 기관
- 200개 사용기관에 대한 정기검사 수행
 - 안전관리는 대체로 양호하게 이루어지고 있으나, 방사선 측정 미흡 등 일부 문제점에 대해서는 시정·보완

3. 방사선 안전관리 현황

- 방사선안전관리 통합정보망 구축
 - 안전성확보와 이용자 편의를 위한 민원서비스 제공
 - 『사이버방사선안전관리정보센터』 운영으로 이용 및 안전정보제공
- 방사선 사고시 긴급수습을 위한 『방사선기동대책반』 신설·운영
 - 비상신고전화운영 및 현장출동 전문가팀 구성
- 사용기관의 편의를 위한 방사선안전보고서 작성지침 등 28건의 방사선안전분야 기술기준 정비

Ⅲ. 2002년도 원자력 안전규제 정책방향

1. 기본방향

- 가동중 원전의 안전성을 지속적으로 강화
 - 시설, 성능등 H/W 뿐아니라 인력, 교육, 훈련 등 S/W 점검을 강조
- 사용이 증대되는 RI 분야 안전성 제고 추진
 - 민원인 중심의 합리적·효율적 규제 시행
- 원자력 안전 “공개행정” 지속 추진
 - 각계 전문가 및 시민참여를 확대하고 원자력 관련 정보를 신속·투명하게 국민에 공개
- 월드컵 등 국제 행사에 대비하여 원자력방호체계 강화
 - 원자력시설방호 및 RI 이송감시 강화, 방사선 비상진료 체계 구축 등 대비태세 확립

2. 중점추진 시책

가. 선진형 안전규제 체제로 발전도모

- “원전 종합안전성평가”체제하의 심사·검사 시행
 - 시설·성능확인 중심에서 원전운영 전반(운영체계, 교육·훈련, 품질보증, 안전문화 등)에 대한 종합안전성 평가시행
 - 확률론적안전성평가(PSA) 결과 활용 및 리스크정보 안전 규제기법 도입
- 원전의 현안사항에 대한 관리 강화
 - 냉각계통 이물질관리 강화, 증기발생기 세관의 건전성 확보, 압력용기 배관(feeder)의 마모현상 철저 감시
- 가동중 원전의 주기적안전성평가(PSR) 시행
 - 10년 이상 운전한 원전에 대해서는 가동연수가 오래된 원전부터 시행하되 2006년 말까지 완료
 - 인적요소 등 11개 안전인자별 PSR 심사지침 적용

나. 현장중심의 안전규제체제 강화

- 가동원전 증가에 따른 현장 안전규제 인력의 적정확보
 - 시설점검 및 현장점검에 방재업무 전문화
 - 1호기당 1주재관 확보추진(USNRC: “N+1”)
- 핵연료 가공시설, 연구용 원자로 등 안전성 강화
 - 종사자 안전의식 강화, 관련법령 및 기술기준 개선

다. 방사선 및 방사성동위원소에 대한 안전관리 강화

- 안전관리체계 개선
 - RI 이용특성에 따른 “안전규제 차별화”를 통해 이용기관 불편해소

- 지적·처벌 위주를 지양하고, 지도·계몽을 병행
- 합리적인 RI 폐기물관리 체계 확립(자체처분 제도 활성화 등)
- 개선된 종사자 교육제도 정착
 - 종사자 안전의식 제고를 통한 선원분실 등의 사고 예방
 - 방사선안전 교육모델 및 평가제도 개발을 통한 자체교육기관의 종사자 교육 내실화
- 종사자 피폭 저감화를 위한 관리체제 확립
 - 방사성동위원소협회에 종사자 등록기능을 부여하여 종사자 피폭기록의 일원화 관리 추진
 - 선량한도 하향조정(50mSv → 20mSv)에 따른 방사선피폭 저감화 대책 수립 시행 및 내부피폭경감 지침 개발

라. 국가방사능방재체제 확립

- 종합 방사능 비상대응 시스템 구축·운영
 - 방사능비상 Network 구축(과기부-원전지자체-KINS)
 - 『방사능중앙통제상황실』과 현지 『재해대책본부』 간 원격 화상회의 체제
 - 국가 방사능 비상진료체제 구축(원자력병원 및 국공립병원 내 방사선비상진료센터/팀 설치·운영)
 - 방사능비상대응 장비 확보 및 지자체 지원(9억원)
- 방사능 방재합동훈련 실시
 - 지자체 주관, 지역주민, 군부대 등 유관기관 참여
 - 대테러 대응훈련을 포함하여 위기 대응능력 제고
 - 합동훈련계획 : 영광(5월), 월성(11월)
- 전국토 환경방사능감시망 확충
 - 지방환경방사능측정소 증설 : ('01)10개소→('02)13개소
 - 환경방사선감시포스트 증설 : ('01)17개소→('02)30개소

- (가칭) 「원자력시설등의방호및방사능방재에대한특별조치법」 제정 추진

마. 월드컵 등 행사관련 방사능테러 대응체제 확립

- 방사성동위원소 탈취등에 대비 특별 행정계도 실시(RI 생산, 판매, 사용기관)
 - RI 이동감시 매뉴얼 작성·배포 등
- 국가테러종합대책반에 방사능테러전담팀 구성·운영
 - 긴급 상황발생시 전문가로 구성된 “119상황조치반” 설치·운영
- 개최도시 국·공립병원에 “방사선비상진료팀” 설치·운영
 - 긴급의료요원에 대한 방사능피폭환자 진료, 오염제거 등 사전 교육실시

바. 안전성 향상을 위한 제도 발전

- 원자력안전 법령정비 지속 추진
 - 원자력법령개정('01년)에 따른 안전기술기준 종합정비('02년)
- 원자력 안전규제요원 전문성 향상 프로그램 실시
 - 검사관(원) 자격제도 도입, 원자로형별 전문가 육성, 안전마크제도 신설 등
- 내실있는 원자력 안전규제 기술개발
 - 원자력 안전관련 분야 연구확대('01: 214억원→'02: 360억원)
 - 안전현안별 산·학·연·관 연구회 구성·운영
 - 연구결과와 안전규제와의 연계활용체제 구축

사. 원자력 안전문화 확산과 공개 행정 추진

- 『원자력안전현장('01. 9. 6)』 정신의 고취 및 확산

- 원전 및 대학, 기업 등 RI 이용기관에 안전현장 배포
- 원자력안전현장 해설서 작성 및 홍보 자료 작성
- 원자력 안전 공로자 및 현장 엔지니어 우대시책 추진
 - 최우수 원자로조종사, 최우수 주재관 등 안전유공자에 대한 포상 확대
 - 원자력안전의날 유공자, 우수 원자력 안전요원, 방사능방재 합동훈련 및 방사선 안전관리 유공자 등
 - 원자력 관련기관 현장근무자 우대제도 도입
- 『원자력안전시민참여 간담회』 운영
- 원자력 안전정보 공개센터 설치·운영

아. 대북 경수로 안전성확보 지원

- 북한경수로 운전 및 안전규제요원 교육훈련실시
- 북한경수로 품질보증검사 및 사용전검사 실시
 - 북한규제요원과 협의검사(Coordinated Inspection)
- 핵사고책임의정서 등 5개 미체결 의정서 협상지원
- 경수로사업지원기획단내 안전규제부 및 금호지구 주재관 신설 추진

자. 안전규제 국제협력 확대

- 원자력 선도국가로서 상응하는 국제협력활동 전개
 - 원자력 안전협약, 방사성폐기물 및 사용후핵연료 안전관리 협약, 핵물질 물리적 방호협약 등
- 선진국 및 대개도국과의 양자간 내실있는 협력 추진
 - 미국, 캐나다, 프랑스, 영국, 일본, 호주, 중국, 러시아
 - 한·중·일 원자력 안전규제기관 협의체 적극 참여
- 국내 안전규제 전문가 해외파견 적극지원

- IAEA 및 OECD/NEA 전문직 진출 확대
- 분야별 전문가 해외 우수기관 파견지원

3. 향후 검토 추진 과제

- 원전 가동년수 증가에 따른 안전증진 방안
 - 원전 평가 및 관리 기술개발의 지속적 추진
 - 각국의 관련기술개발에 대한 종합분석
- 전력시장 구조변화 관련 대응방안 연구
 - 선진국의 민영화 및 경쟁체제 강화에 따라 안전성에 미칠 영향에 대한 심층분석
 - 선진국 사례와 우리의 축적된 경험에 대한 검토를 통해 규제 제도의 지속적 발전 추진
- 안전규제요원 전문화 추진
 - 안전규제요원에 대한 지속적 국내외 교육·연수 실시
- 위험도정보규제제도 도입
 - 리스크 정보 및 안전지표를 활용하여 가동원전에 대한 종합적인 안전성을 평가하는 체제를 구축
 - 중요도에 따른 규제자원 배분을 통하여 규제효율화 및 실질적 안전성 증진에 기여
- 원자력 안전 마인드 확산을 위한 시책 개발
 - 대학원생 우수 원자력안전논문 및 원자력 안전 학술논문 경진대회
 - 원자력안전 관련 표어공모
- 방사성동위원소 인허가 체계의 발전적 개편 연구
 - 의료기관, 교육기관, 대형방사선시설 등 사용용도에 따른 합리적 규제절차 도입 검토

여 백

자 료 편

수록된 통계자료는 2001.12.31 기준 자료입니다.

여 백

1. 2001년 원자력안전 주요일지

- 1. 12 ○ 제31차 원전사고·고장등급평가위원회 개최
- 1. 16 ○ 원자력법 개정공포(법률 제6345호)
 - 원자력손해배상법 개정공포(법률 제6350호)
- 1. 18 ○ 한·브라질 원자력협력협정 체결
- 2. 19 ○ 방사능지방측정소 측정요원 직무교육 실시
 - 참석자 : 측정요원 11명
- 2. 21 ○ 2001년도 원자로조종분야 면허시험 실시
- 2. 27 ○ 원자력안전전문(위) 원자로계통분과 회의 개최
 - 2001년도 연구용 원자로조종면허시험 실시
- 3. 8 ○ 제15차 원자력안전위원회 개최
- 3. 26 ○ 한·체코 원자력협력협정 체결
- 4.11~13 ○ 한·불 원자력공동(위) 개최
- 4. 12 ○ 제32차 원전사고·고장 등급평가위원회 개최
- 4. 14 ○ 원전주재관 회의 개최
- 5. 7 ○ 원자로조종분야면허 실기시험 실시
- 5.14~18 ○ 제8회 원자력발전소 기기 건전성 워크샵 개최
 - 제22차 한·미 원자력상설공동(위) 개최(미국)
- 5.30~31 ○ KINS-NUPEC/SIRC간 기술정보의 개최
- 5.31 ○ 방사선 안전관리 통합정보망 구축
- 6.20~21 ○ 원전 안전 종합대책 이행실태 현장 점검
- 6.25~26 ○ 원전 안전 종합대책 이행상태 현장 점검
- 7. 12 ○ 제33차 원전사고·고장등급평가위원회 개최
 - 제251차 원자력위원회 개최
- 7. 16 ○ 제16차 원자력안전위원회 개최
- 7. 17 ○ 원자력법 시행령 개정공포(대통령령 제17304호)

- 7. 20 ○ 신고리 원전 1,2호기 설계 설명회 개최
- 7. 23 ○ 한·우크라이나 원자력협력협정 체결
- 7. 25 ○ 방사선안전관리 통합 정보망 개통
- 원자력법 시행규칙 개정공포(과기부령 제29호)
- 8. 15 ○ 한·이집트 원자력협력협정 체결
- 8. 20 ○ 제9차 원자력안전전문위원회 개최
- 8. 19~20 ○ 북한 경수로 안전성검토 결과 대북 설명회 개최
- 8. 29 ○ 제17차 원자력안전위원회 개최
- 9. 2 ○ 울진원전방사능방재 합동훈련 실시
- 9. 6 ○ 제7회 원자력안전의 날 기념식 개최
- 9.17~19 ○ 제45차 IAEA 총회시 기술전시회 개최
- 10. 8 ○ 원자력방재과 신설
- 10. 11 ○ 제34차 원전사고·고장 등급평가 위원회 개최
- 10. 24 ○ 제18차 원자력안전위원회 개최
- 10.24~28 ○ 한·중 원자력공동위 개최
- 11. 4 ○ 제56회 RI 감독, 특수 및 제20회 핵연료물질취급 시험 실시
- 11.12~16 ○ 119 구조·구급대 교수요원 방사선안전관리과정 교육 실시
- 11. 26 ○ 방사선 및 RI 이용 진흥계획수립을 위한 공청회
- 11. 30 ○ 방사선테러 모의훈련 실시
- 12. 11 ○ 방사선방재종합상황실 준공
- 12. 20 ○ 원전 지진감시센터 준공
- 12. 20 ○ 차세대 원자로 안전규제기술개발 최종 발표회 개최
- 원자력위원회 간담회 개최

2. 2001년도 원자력발전소 건설·운영현황

발전소명	노형	열출력 (MWth)	전기 출력 (MWe)	'01년도발전량		건 설 허가일	운 영 허가일	상 업 운 전 개시일	
				발전량 (MWH)	이용율 (%)				
고 리	1호기	가압경수로	1,723.5	587	4,886,837	95.0	72. 5.31	72. 5.31	78. 4.29
	2호기	가압경수로	1,876	650	5,092,254	89.4	78.11.18	83. 8.10	83. 7.25
	3호기	가압경수로	2,775	950	7,884,898	94.7	79.12.24	84. 9.29	85. 9.30
	4호기	가압경수로	2,775	950	7,912,836	95.1	79.12.24	85. 8. 7	86. 4.29
영 광	1호기	가압경수로	2,775	950	7,531,250	104.4	81.12.17	85.12.23	86. 8.25
	2호기	가압경수로	2,775	950	7,460,875	89.9	81.12.17	86. 9.12	87. 6.10
	3호기	가압경수로	2,815	1,000	7,667,396	103.6	89.12.21	94. 9. 9	95. 3.31
	4호기	가압경수로	2,815	1,000	7,671,290	87.1	89.12.21	95. 6. 2	96. 1. 1
	5호기	가압경수로	2,815	1,000	-	-	97. 6.14	01.10.24	2002. 5.21
	6호기	가압경수로	2,815	1,000	-	-	97. 6.14	-	2002.12 예 정
월 성	1호기	가압중수로	2,061	678.7	4,939,123	83.1	78. 2.15	78. 2.15	83. 4.22
	2호기	가압중수로	2,061.4	700	5,957,343	97.2	92. 8.28	96.11. 2	97. 7. 1
	3호기	가압중수로	2,061.4	700	5,272,454	86.0	94. 2.26	97.12.30	98. 7. 1
	4호기	가압중수로	2,061.4	700	5,858,615	95.5	94. 2.26	99. 2. 8	99.10.1
울 진	1호기	가압경수로	2,775	950	7,279,036	87.5	83. 1.25	87.12.23	88. 9.10
	2호기	가압경수로	2,775	950	7,621,740	91.6	83. 1.25	88.12.29	89. 9.30
	3호기	가압경수로	2,815	1,000	8,316,442	94.9	93. 7.16	97.11. 8	98. 8. 11
	4호기	가압경수로	2,815	1,000	8,158,740	93.1	93. 7.16	98.10.29	99.12.31
	5호기	가압경수로	2,815	1,000	-	-	99. 5.17	-	2004. 6 예 정
	6호기	가압경수로	2,815	1,000	-	-	99. 5.17	-	2005. 6 예 정

가. 공간방사선량률 (2001년 월별평균치)

【고리원자력본부】

(단위 : nGy/hr)

지점 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	년간
임 랑 리	79	79	79	79	78	78	74	77	75	76	77	78	77
월 내 리	86	87	87	88	86	86	84	85	86	86	86	86	86
명 산 리	79	79	79	79	78	78	78	78	78	78	79	79	79
사 택 (2단지)	88	87	88	87	86	86	84	85	86	86	88	87	86
효 암 리	84	85	86	85	82	82	80	79	80	81	86	86	83
비 학 리	80	80	80	79	78	77	75	76	76	76	76	78	78

【월성원자력본부】

(단위 : nGy/hr)

지점 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	년간
나 산 리	78	79	78	78	77	77	75	74	74	74	78	79	77
직 원 사 택	81	80	79	78	77	77	75	77	82	83	86	82	80
청 경 사 택	81	83	83	84	83	83	82	82	81	80	84	88	83
상 봉 리	86	86	86	87	87	88	88	87	87	88	87	86	87
경 주	80	81	82	83	81	81	78	81	83	86	81	82	82
울 산	82	80	81	81	80	81	77	80	82	84	90	84	82

【영광원자력본부】

(단위 : nGy/hr)

지점 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	년간
본 부 후 문	89	91	90	90	89	90	88	88	89	89	89	89	89
서 초 등 교	84	84	83	83	79	82	82	82	85	84	83	82	83
홍 농	94	97	97	98	96	97	94	95	97	97	96	95	96
법 성	106	110	110	111	110	111	108	109	111	109	109	108	109
영 광	103	106	105	107	104	105	102	105	106	105	105	103	105
고 창	107	109	110	110	109	110	107	108	110	109	109	107	109

【울진원자력본부】

(단위 : nGy/hr)

지점 \ 월별	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	년간
기 곡 동	97	96	97	97	99	99	118	119	117	116	116	117	107
죽 변 초 교	122	119	121	122	123	121	105	106	104	104	104	106	113
부 구 교 량	105	105	106	106	106	107	106	105	104	104	105	105	105
한 전 사 택	118	118	119	119	122	121	119	119	118	117	117	117	119
매 화 초 교	94	94	94	95	95	94	94	94	92	93	93	93	94
궁 촌 초 교	94	94	95	94	94	94	92	93	92	93	94	94	94

4. 발전용원자로 안전심사 실적

가. 건설중 원자력발전소 안전심사 실적

(2001.12월말 기준)

심사대상	적용기준	심사주안점
영광 5,6호기 건설허가 행정조치 사항 검토 및 운영허가 심사	<ul style="list-style-type: none"> • 원자력법 원자력법시행령 원자력법시행규칙 과학기술부고시 • 경수로형 원전 안전심사지침 • 미국 10CFR, RG, SRP 및 기술기준 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 영광 5,6호기 건설허가 행정조치 사항 검토 <ul style="list-style-type: none"> - 원자로냉각재펌프 회전자 고착사고 시 사고해석의 타당성 검토 - 선택성 이온교환기 성능확인 검토 - 소외전원상실사고시 사고해석 가정에 대한 타당성 검토 - 격납용기 수소제어능력 확보 검토 ○ 영광 5,6호기 운영허가 심사 <ul style="list-style-type: none"> - 최종안전성분석보고서 - 운영기술지침서 - 방사선비상계획서 - 운전에 관한 품질보증계획서 - 비상운전절차서 작성시 적용할 기술적 근거 및 검증방법에 대한 설명서 - 원자로의 운전에 대한 기술능력 설명서 - 핵연료 장전계획에 관한 설명서 - 방사선환경영향평가서 등
울진 5, 6호기 건설허가 심사	<ul style="list-style-type: none"> • 원자력법 원자력법시행령 원자력법시행규칙 과학기술부고시 • 경수로형 원전 안전심사지침 • 미국 10CFR, RG SRP 및 기술기준 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 울진 5,6호기 건설허가 행정조치사항 검토 <ul style="list-style-type: none"> - 디지털기반 계측제어계통 소프트 웨어 품질보증, 제작자 1차 실사 - 증기발생기 전열관 건전성 검토 - 국내전력기준(KEPIC) 적용성 검토 ○ 울진 5,6호기 건설허가 변경사항검토 <ul style="list-style-type: none"> - 품질보증계획서 변경 등 ○ 울진 5,6호기 부지승인 후속조치 검토 <ul style="list-style-type: none"> - 울진 5,6호기 기초지반 현장평가 및 지반안정성 검토

나. 가동중 원자력발전소 안전심사 실적

(2001.12월말 기준)

호 기	운영 변경허가	경미한사항 변경신고	기술검토	소 계
고리 1, 2	8	10	5	23
고리 3, 4	4	14	2	20
월성 1, 2	5	11	12	28
월성 3, 4	3	9	4	16
영광 1, 2	7	13	2	22
영광 3, 4	5	13	0	18
울진 1, 2	2	15	6	23
울진 3, 4	8	30	5	43
계	42	115	36	193

5. 원자력발전소 정기검사 실적

(2001.12월말 기준)

호 기	검 사 기 간	검사원수	검사항목수	지적/권고건수
고 리 1	'01. 11. 16~'01. 12. 18	58	63	5/11
고 리 2	'01. 5. 27~'01. 7. 19	44	53	7/7
고 리 3	'01. 3. 19~'01. 4. 30	50	55	1/7
고 리 4	'01. 11. 20~'01. 12. 31	53	61	2/5
소 계		205	232	15/30
월 성 1	'01. 9. 5~'01. 11. 17	57	71	2/11
월 성 3	'01. 2. 28~'01. 4. 17	42	62	1/11
월 성 4	'00. 11. 30~'01. 2. 1	41	59	4/9
소 계		140	192	7/31
영 광 2	'01. 9. 4~'01. 10. 25	54	64	4/8
영 광 4	'01. 5. 3~'01. 7. 10	47	61	4/7
소 계		101	125	8/15
울 진 1	'01. 10. 3~'01. 11. 9	51	63	7/11
울 진 2	'01. 5. 15~'01. 6. 28	39	54	5/5
울 진 3	'01. 6. 30~'01. 8. 8	41	54	3/8
울 진 4	'01. 2. 10~'01. 3. 28	42	57	8/6
소 계		173	228	23/30
합 계		619	777	53/106

6. 연구용 및 교육용 원자로 운영현황

(2001.12월말 기준)

구 분	TRIGA Mark II	TRIGA Mark III	하나로 (HANARO)	AGN-201
소재지	서울시 노원구 공릉동	서울시 노원구 공릉동	대전시 유성구 덕진동	경기도 용인군 기흥읍
가동년도	1962. 3-1996. 5	1972. 5-1996.5	1995. 2	1982. 12
열 출력	250kW	2MW	30MW	0.1W
사용연료	20%농축우라늄	70%농축우라늄	20%농축우라늄	20%농축우라늄
중성자속 (개/cm ² -sec)	1×10 ¹³	5×10 ¹³	5×10 ¹⁴	4.5×10 ⁶
연간운전 시간	36,000시간	55,000시간	4,000시간	100시간
건설비	73만달러 (미국원 조 35만달러)	270만달러(차관 160만 달러)	1,234억원 (’85-’98)	미국 콜로라도 대학 무상제공
설계/제작	미국 GA사/ 미국 GA사	미국 GA사/ 미국 GA사	원자력(연)/ 캐나다 AECL	미국 AGN사
소유자	한국원자력 연구소	좌 동	좌 동	경희대
주활용 분야	• 교육, 기초연구 • 현재 기념관화 를 검토중임*	• 기초연구, 일부 응용연구 • 동위원소 생산 • 현재 폐로중**	• 기초연구 및 응용연구 • 동위원소 생산 • 핵연료·노재 료 개발	학생실습

주) * : 휴지신고(1996.5.1), 폐지신고(1996.7.8), 해체승인(2000.11.23)

** : 휴지신고(1996.5.1), 폐지신고(1998.7.4), 해체승인(2000.11.23)

7. 핵연료주기시설 현황

(2001.12월말 기준)

구분	사업기관	허가일자	시설규모	시설내용	비고	
정 련	한국원자력 연구소	'81. 6. 16	U308 400kg/년 생산	- 원광분쇄시설 - 침출여과시설 - 우라늄침전시설	해체	
변 환	한국원자력 연구소	'81. 6. 16	100TU/년 생산	- 용해, 정제, 침 전시설 - 유동화 시설	사업 휴지중 ('93. 4)	
가	중 수 로 형	한국원자력 연구소	'78. 3. 9	100TU/년 생산	- 소결체 제조 - 핵연료집합체 조립시설	폐지 ('98. 10) ※연구시 설 활용
	한전원자력 연료(주)	'95. 6. 2	700TU/년 생산	- 소결체 제조 - 핵연료집합체 조립시설		
공	경 수 로 형	한전원자력 연료(주)	'86. 9. 12	650TU/년 생산	- 소결체 제조 - 핵연료집합체 조립시설	
	한전원자력 연료(주)	'97. 6. 2	350TU/년 생산	- 소결체 제조 - 핵연료집합체 조립시설		
방사성 폐기물 처 리	한국원자력 연구소	'84. 5. 10	Pool : 3 Cell : 6 액체폐기물 : 1000m ³ /년 고체폐기물 : 12600드럼/년	- 조사후 시험시설 - 폐기물처리시설	시설설치 승인	

8. 방사성동위원소 등의 이용기관 증가 추이

(2001.12월말 기준)

연도	산업기관	의료기관	교육연구기관	판매전문기관	계
1965	5	16	7	0	28
1966	5	16	7	0	28
1967	8	16	7	0	31
1968	10	16	8	2	36
1969	14	17	8	3	42
1970	16	17	8	3	44
1971	18	18	9	2	47
1972	25	20	10	2	57
1973	33	22	9	1	65
1974	35	24	9	1	69
1975	39	26	12	1	78
1976	43	26	12	1	82
1977	56	29	14	1	100
1978	77	32	16	1	126
1979	92	36	18	3	149
1980	110	38	22	4	174
1981	116	43	22	6	187
1982	196	51	29	6	282
1983	222	58	41	8	329
1984	246	67	66	9	388
1985	278	80	70	11	439
1986	324	86	92	12	514
1987	360	85	109	14	568
1988	367	88	123	16	594
1989	396	89	126	22	633
1990	446	93	138	21	698
1991	505	100	145	21	771
1992	521	100	160	23	804
1993	592	100	179	23	894
1994	648	104	212	24	988
1995	675	108	259	22	1064
1996	731	110	302	24	1,167
1997	842	111	339	23	1,315
1998	910	112	350	22	1,394
1999	1,041	120	382	29	1,572
2000	1,114	124	411	49	1,698
2001	1,168	129	412	113	1,822

9. 방사성동위원소 및 방사선발생장치 인·허가 실적

(2001.12월말 기준)

구분	종류	방사성동위원소		방사선발생장치		합 계		
		신규허가	변경허가	신규허가	변경허가	신규허가	변경허가	계
산업기관	일반사용	46	69	50	73	96	142	238
	판매	30	17	47	26	77	43	120
	소계	76	86	97	99	173	185	358
의료기관	일반사용	4	65	0	6	4	71	75
	판매	1	0	1	0	2	0	2
	소계	5	65	1	6	6	71	77
연구기관	일반사용	14	38	11	7	25	45	70
	판매	0	0	0	0	0	0	0
	소계	14	38	11	7	25	45	70
교육기관		4	36	6	17	10	53	63
공공기관		17	35	22	23	39	58	97
계		116	260	137	152	253	412	665

10. 방사선안전관리자 선임현황

(2001.12월말 기준)

구분	일반면허	감독면허	특수면허	대행업자	계
의료기관	103	14	109	0	226
산업체	339	159	0	62	560
연구기관	43	23	2	1	69
교육기관	63	25	17	0	105
공공기관	19	11	0	1	31
기타	0	0	0	2	2
소계	567	232	128	66	993

11. 방사성동위원소 이용기관에 대한 안전검사 실시현황

(2001.12월말 기준)

구 분	시설검사	정기검사	수시검사	계	비고
일반산업기관	148	102	3	253	
의 료 기 관	44	56	0	100	
연 구 기 관	14	12	0	26	
교 육 기 관	27	20	4	51	
공 공 기 관	6	5	1	12	
기 타	0	1	0	1	
계	239	196	8	443	

12. 국내방사성물질 운반 정기검사 현황

(2001.12월말 기준)

구 분	대상 기관	검사실시현황	비고
발전용 원자로 운영자	8	8	
연구용 원자로 설치자	1	1	
폐기업자	1	1	
핵연료주기사업자	1	1	
비파괴검사업자	34	33	
방사성동위원소 판매업자	15	15	
합 계	60	59	

13. 연도별 방사성폐기물 발행현황

가. 기체 방사성폐기물(최근 5년간)

(단위 : TBq)

발전소 연도	고리1	고리2	영광1	영광2	월성1	월성2	울진1	울진2	합 계
1997	4.80	1.98	4.23	0.01	60.25		0.68		71.95
1998	0.99	2.26	6.49	0.01	101.00	60.30	0.06	0.01	171.12
1999	1.73	1.77	6.74	0.01	61.90	42.20	0.05	0.18	114.58
2000	0.42	1.33	3.42	0.008	39.20	13.70	3.25	0.05	61.38
2001	6.20	1.63	0.04	0.05	90.70	40.10	8.10	2.54	143.78

주) 삼중수소는 제외

나. 액체 방사성폐기물(최근 5년간)

(단위 : TBq)

발전소 연도	고리1	고리2	영광1	영광2	월성1	월성2	울진1	울진2	합 계
1997	0.11	0.0014	0.01	0.0034	0.00		0.00		0.12
1998	0.0205	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0205
1999	0.0045	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0045
2000	0.0136	0.0009	0.0007	0.002	0.213	0.076	0.022	0.008	0.3356
2001	0.0196	0.00	0.00	0.001	0.255	0.114	0.012	0.016	0.4176

주) 삼중수소는 제외

다. 원자력발전소 중·저준위 고체 방사성폐기물 발생현황

(단위 : 드럼)

구분	고리	영광	월성	울진	계
1996이전	34,085	8,883	2,632	7,622	53,222
1996이전	-5,190				
1997	1,756	1,249	336	741	4,083
1997 ¹⁾	-2,247				-2,247
1998	2,037	1,076	668	404	4,185
1998 ¹⁾	-1,653				-1,653
1999	1,128	973	580	923	3,604
1999 ¹⁾	-573	-108			-681
2000	1,216	692	370	900	3,178
2000 ¹⁾		-1,410			-1,410
2001	1,185	773	664	751	3,373
2001 ¹⁾		-1,746			-1,746
누계저장량	31,744	5,250	10,238	11,342	58,574
저장능력	50,200	9,000	23,300	17,400	99,900

1) : 고압압축설비 운영등으로 감용분 : 12,927 드럼

14. 원자력발전소 주변 환경방사선 감시결과

가. 공간방사선량률(년도별 평균치)

(단위 : nGy/hr)

원전	연도별 지점	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01
		고리	임랑리	80	79	78	79	86	77	77	77	77	80	84	78
월내리	75		73	71	74	71	75	74	74	78	77	83	85	86	86
사택(1단지)	78		77	85	76	86	75	75	75	79	79	87	82	83	-
사택(2단지)	80		82	82	82	80	78	86	78	78	77	88	85	86	86
효암리	84		82	77	86	75	86	77	76	78	80	92	91	84	83
비학리	86		77	79	75	77	79	79	79	78	77	90	87	81	78
명산리	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79
월성	나산리	91	86	87	86	84	84	81	79	88	91	96	92	82	77
	직원사택	87	89	84	79	90	90	82	82	84	80	82	90	85	80
	청경사택	85	84	84	82	83	81	88	89	88	87	85	84	88	83
	상봉리	84	86	89	87	89	89	87	87	93	89	85	85	88	87
	경주	83	84	85	83	84	83	84	86	86	87	86	85	83	82
	울산	77	83	84	83	83	84	85	85	87	87	85	86	86	82
영광	가마미	74	73	71	74	73	72	81	77	75	77	80	85	-	-
	본부후문	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	90	89
	서초등교	94	92	89	91	93	92	91	94	100	89	83	80	82	83
	홍농	109	106	101	99	98	94	107	107	102	102	102	101	95	96
	법성	104	100	98	104	108	97	111	104	110	103	96	100	108	109
	영광	117	114	110	111	109	104	110	145	150	144	146	124	106	105
	고창	124	124	119	123	125	123	127	128	128	118	110	110	109	109
울진	기곡동	119	101	87	86	94	101	107	108	105	104	105	106	120	107
	죽변초교	118	110	94	91	92	97	105	104	97	99	92	105	104	113
	부구교량	118	101	101	102	102	103	107	108	111	104	100	103	106	105
	한진사택	118	122	109	107	122	118	120	111	116	117	114	116	118	119
	매화초교	113	92	90	89	90	85	92	93	100	102	102	103	94	94
	동점초교	113	104	98	97	101	104	101	100	102	103	103	103	-	-
	궁촌초교	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	95

- * 영광원전 : '99. 7월부터 가마미에서 본부후문으로 측정지점이 변경됨.
- * 울진원전 : '99. 12월부터 동점초교에서 궁촌초교로 측정지점이 변경됨.
- * 고리원전 : '01. 1월부터 사택(1단지)에서 명산리로 측정지점이 변경됨.

15. 원자력발전소 작업종사자 피폭현황

가. 2001년도 발전소별 방사선작업 종사자 방사선량 분포

구 분		선 량 범 위(mSv)								계
		0.1 미 만	0.1~1	1~4	4~6	6~12.5	12.5~20	20~30	30 이 상	
종 사 자 수 (명))	고리1	701	299	290	42	46	8	0	0	1,386
	고리2	637	353	312	91	96	19	0	0	1,508
	월성1	535	277	209	88	77	5	0	0	1,191
	월성2	536	276	239	40	23	0	0	0	1,114
	영광1	689	276	236	65	36	1	0	0	1,303
	영광2	852	228	163	13	10	0	0	0	1,266
	영광3	725	28	4	0	0	0	0	0	757
	울진1	515	277	325	70	79	6	0	0	1,272
	울진2	748	342	162	14	5	0	0	0	1,271
전체분포		4,617	1,514	1,291	336	444	129	0	0	8,331

- ※ 선량범위 0.1~1 mSv는 0.1mSv 이상 1mSv 미만을 간략히 표기한 것임
- ※ 전 원전 종사자 수의 계는 동일인이 다수 발전소에 종사한 경우(계획예방 정비 파견인력, 검사원 등) 1인으로 통계처리 하였으므로 발전소별 종사자수의 합과 일치하지 않음

나. 최근 5년간 발전소별 피폭선량 실적

【고리 1발전소】

구 분	'97년	'98년	'99년	2000년	2001년
종사자수(명/년)	1,336	1,978	1,552	1,438	1,386
집단선량(man-Sv/년)	2.50	4.56	2.62	1.73	1.43
평균선량(mSv/명·년)	1.87	2.31	1.69	1.21	1.03

【고리 2발전소】

구 분	'97년	'98년	'99년	2000년	2001년
종사자수(명/년)	1,404	1,300	1,600	1,424	1,508
집단선량(man-Sv/년)	3.04	1.85	2.42	1.29	2.36
평균선량(mSv/명·년)	2.17	1.42	1.51	0.90	1.57

【월성 1발전소】

구 분	'97년	'98년	'99년	2000년	2001년
종사자수(명/년)	1,663	1,323	1,287	1,324	1,191
집단선량(man-Sv/년)	1.23	2.87	2.77	1.81	1.72
평균선량(mSv/명·년)	0.74	2.17	2.15	1.37	1.44

【월성 2발전소】

구 분	'97년	'98년	'99년	2000년	2001년
종사자수(명/년)	-	1,288	1,311	1,007	1,114
집단선량(man-Sv/년)	-	0.14	0.64	0.40	0.96
평균선량(mSv/명·년)	-	0.11	0.49	0.40	0.86

【영광 1발전소】

구 분	'97년	'98년	'99년	2000년	2001년
종사자수(명/년)	1,126	1,306	1,331	1,518	1,303
집단선량(man-Sv/년)	0.95	3.17	2.05	2.32	1.24
평균선량(mSv/명·년)	0.84	2.43	1.54	1.52	0.95

【영광 2발전소】

구 분	'97년	'98년	'99년	2000년	2001년
종사자수(명/년)	1,381	1,332	1,354	1,343	1,266
집단선량(man-Sv/년)	0.69	0.61	1.01	0.94	0.55
평균선량(mSv/명·년)	0.50	0.45	0.74	0.70	0.44

【영광 3발전소】

구 분	'97년	'98년	'99년	2000년	2001년
종사자수(명/년)	-	-	-	-	757
집단선량(man-Sv/년)	-	-	-	-	0.016
평균선량(mSv/명·년)	-	-	-	-	0.02

【울진 1발전소】

구 분	'97년	'98년	'99년	2000년	2001년
종사자수(명/년)	1,127	1,066	990	1,315	1,272
집단선량(man-Sv/년)	1.62	1.27	0.82	2.15	1.93
평균선량(mSv/명·년)	1.44	1.20	0.82	1.64	1.52

【울진 2발전소】

구 분	'97년	'98년	'99년	2000년	2001년
종사자수(명/년)	-	1,544	1,312	1,419	1,271
집단선량(man-Sv/년)	-	0.03	0.36	0.74	0.55
평균선량(mSv/명·년)	-	0.02	0.28	0.52	0.43

16. 세계의 원자력발전소 현황

(2001. 12. 31 현재, IAEA 자료)

국 가 명	운전중인 발전소 (기 수)	건설중인 발전소 (기 수)	발전량(TWh)	국가 총 전력생산량중 원자력이 차지하는비율(%)
아르헨티나	2	1	6.54	8.19
아르메니아	1	-	1.99	34.82
벨기에	7	-	44.10	58.02
브라질	2	-	14.35	4.34
불가리아	6	-	18.24	41.55
캐나다	14	-	72.35	12.85
중국	3	8	16.68	1.14
체코	5	1	14.75	19.76
핀란드	4	-	21.88	30.54
프랑스	59	-	401.30	77.07
독일	19	-	162.30	30.52
헝가리	4	-	14.13	39.09
인도	14	2	17.32	3.72
이란	-	2	-	-
일본	54	3	321.94	34.26
한국	16	4	112.13	39.32
리투아니아	2	-	11.36	77.58
멕시코	2	-	* 8.11	3.66
네덜란드	1	-	3.75	4.16
파키스탄	2	-	1.98	2.86
루마니아	1	1	5.05	10.46
러시아	30	2	125.36	15.40
남아공	2	-	* 13.34	6.65
슬로바키아	6	2	17.10	53.44
슬로베니아	1	-	5.03	38.98
스페인	9	-	61.07	26.88
스웨덴	11	-	69.20	43.85
스위스	5	-	25.29	35.96
영국	33	-	82.34	22.44
우크라이나	13	4	71.67	46.36
미국	104	-	768.83	20.35
계	438	32	2,544	16.2

- ※ 1. 계는 대만의 운전중 발전소 6기와 건설중인 발전소 2기 포함
 2. * 표시 항목은 추정치임

17. 2001년도 원전 발전정지 현황

정지유형	호기명	정지일시	병입일시	정지기간(시:분)	정지내용
계획정비	월성#4	12.01 00:01	1.28 07:11	1399:10	계획예방정비
	울진#4	2.10 04:00	3.18 07:53	867:53	계획예방정비
	월성#3	3.01 00:12	4.13 07:25	1039:13	계획예방정비
	고리#3	3.19 00:06	4.24 15:00	878:54	계획예방정비
	영광#4	5.03 17:31	6.28 15:00	1341:29	계획예방정비
	울진#2	5.15 00:00	6.17 09:40	801:40	계획예방정비
	고리#2	5.27 10:00	7.12 15:55	1109:55	계획예방정비
	울진#3	6.30 00:10	7.30 20:00	739:50	계획예방정비
	영광#2	9.03 10:13	10.17 01:43	1047:30	계획예방정비
	월성#1	9.05 00:20	11.10 22:55	1606:35	계획예방정비
	울진#1	10.03 00:02	10.31 22:58	694:56	계획예방정비
	고리#1	11.16 10:00	12.12 02:00	616:00	계획예방정비
	고리#4	11.20 00:05	12.24 14:50	830:45	계획예방정비
중간정비	월성#2	3.07 11:31	3.18 09:28	261:57	냉각재 정화계통 배관 용접부 누설 정비
	월성#2	7.11 09:52	7.22 22:23	276:31	발전기 고정자냉각수계통 수소 유입 정비

정지유형	호기명	정지일시	병입일시	정지기간 (시:분)	정지내용
파급지	월성#2	4.06 20:16	4.07 05:52	9:36	변전소 지락파급, 발전기 보호계전기 동작
	울진#1	5.01 01:40	5.02 14:46	37:06	취수구 새우메 대량유입 순환수펌프 정지
	울진#2	5.01 04:53	5.02 12:50	31:57	취수구 새우메 대량유입 순환수펌프 정지
	울진#2	8.11 09:45	8.11 22:36	12:51	취수구 해파리메 대량유입 순환수펌프 정지
	울진#1	8.26 09:32	8.26 19:02	9:30	취수구 해파리메 대량유입 순환수펌프 정지
	울진#2	8.26 09:38	8.26 18:10	8:32	취수구 해파리메 대량유입 순환수펌프 정지
고장 정지	울진#2	1.16 13:48	1.17 05:16	15:28	주중기차단밸브 부분동작 시험중 비정상 닫힘
	울진#1	1.30 12:09	2.03 03:16	87:07	주변압기 B상 부상 도체 연결부 소손
	월성#2	3.24 02:53	3.25 01:27	22:34	발전기 PT 고압측 접촉불량, 접지계전기 동작
	울진#4	3.27 11:03	3.28 03:08	16:05	발전기 B상 PT권선 단선, 접지계전기 동작
	월성#3	5.17 16:57	6.03 19:07	410:10	전원단자 접속불량, 터빈보조계통 제어기 고장
	울진#2	8.15 21:55	8.16 13:48	15:53	MFWP 터빈배기 신축이음 열화 복수기 저진공
	울진#2	10.29 00:50	10.29 23:57	23:07	보조변압기 저전압계전기 입력신호선 접속불량
	울진#1	12.13 10:13	1.22 03:58	953:45	발전기 고장자 권선 절연저하, 접지계전기 동작

사용된 영문 약어

ABB	Asea Brown Boveri
ABB-CE	Asea Brown Boveri-Combustion Engineering
AEAT	AEA Technology
AECL	Atomic Energy of Canada, Limited
AINS	Automatic Information Notification System
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
ALI	Annual Limit on Intake
AMP	Accident Management Program
ANDRA	Agence Nationale la Gestion des Dechts Radioactifs
ANIS	Agency for Nuclear and Industrial Safety
ANRE	Agency for Natural Resource and Energy
ANSCO	Asia Nuclear Safety Consultation Organization
ANSI	American National Standards Institute
APEC	Asia Pacific Economic Cooperation
APR 1400	Advanced Power Reactor 1400
ANSTO	Australia Nuclear Science and Technology Organization
ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASARR	Analogue Studies in the Alligator Rivers Region
ASO	Australian Safeguards Office
ASTM	American Society of Testing Materials
AWS	Automatic Weather System
BNFL	British Nuclear Fuel, Limited
BWR	Boiling Water Reactor
BSS	Basic Safety Standards

CADWELD	Computer Aided Design Weld
CANDU	Canadian Deuterium Uranium
CARE	Computerized Technical Advisory System for the Radiological Emergency
CCFL	Counter-Current Flow Limiting
CEA	Commissariat a L'Energie Atomique
CHF	Critical Heat Flux
CIAS	Containment Isolation Actuation Signal
CIRP	China Institute for Radiation Protection
CNNC	China National Nuclear Corporation
CNSC	Canadian Nuclear Safety Commission
COCOM	Coordinating Committee for Multilateral Export Controls
CPC/COLSS	Core Protection Calculator/Core Operating Limit Supervisory System
CPD	Cooperative Programme for Decommissioning
CRIEPI	Central Research Institute of Electric Power Industry
CSS	Committee on Safety Standards
CSS	Containment Spray System
CTBT	Comprehensive Test Ban Treaty
DAC	Derived Air Concentration
DCH	Direct Containment Heating
DFAT	Department of Foreign Affairs and Trade
DG	Diesel Generator
DNB	Departure from Nucleate Boiling
DOE	Department of Energy
DOS	Department of State
DPIE	Department of Primary Industry and Energy
DSIN	Direction de la Sûreté des Installations Nucléaires

DTI	Department of Trade and Industry
ECCS	Emergency Core Cooling System
ECCS EM	Emergency Core Cooling System Evaluation Model
EOF	Emergency Operation Facility
EOP	Emergency Operating Procedure
EML	Environmental Measurement Laboratory
EPRI	Electric Power Research Institute
ERF	Emergency Response Facility
ERM	Environmental Radiation Monitor
ESFAS	Engineered Safety Features Actuation Signal
FADAS	Following Accident Dose Assessment System
FCI	Fuel-Coolant Interaction
FMCT	Fissile Material Cut-off Treaty
FP	Fission Product
GDC	General Design Criteria
GIS	Geographic Information System
HRA	Human Reliability Analysis
I & C	Instrumentation & Control
IAEA	International Atomic Energy Agency
IAEA/RCA	International Atomic Energy Agency/Regional Cooperative Agreement
ICRP	International Commission on Radiological Protection
ICRU	International Commission on Radiation Unit and Measurement
IERNET	Integrated Environmental Radiation Monitoring Network
INEX	International Nuclear Emergency Exercise
INFCIRC	Information Circular
INRA	International Nuclear Regulators Association
INSAG	International Nuclear Safety Advisory Group

INWAC	International Radioactive Waste Management Advisory Committee
IPE	Individual Plant Examination
IPERS	International Peer Review Service
IRWST	Ib-containment Refueling Water Storage Tank
ISAP	Integrated Safety Assessment Program
ISOE	Information System on Occupational Exposure
JAERI	Japan Atomic Energy Research Institute
JAPEIC	Japan Power Engineering and Inspection Corporation
JCAC	Japan Chemical Analysis Center
JDFA	Joint-Design Fuel Assembly
KAERI	Korea Atomic Energy Research Institute
KEDO	Korean Peninsular Energy Development Organization
KEPIC	Korean Electric Power Industry Code
KEPRI	Korea Electric Power Research Institute
KINS	Korea Institute of Nuclear Safety
KNGR	Korean Next Generation Reactor
KSNP	Korean Standard Nuclear Plant
LBB	Leak Before Break
LBLOCA	Large Break LOCA
LOCA	Loss of Coolant Accident
LPG	Liquefied Petroleum Gas
MAAP	Modular Accidental Analysis Program
MFIV	Main Feedline Isolation Valve
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry
MEXT	Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology
MOFAT	Ministry of Foreign Affairs and Trade

MOST	Ministry of Science & Technology
MOX	Mixed Oxide of U and Pu
MP	Monitoring Post
MSIS	Main Steam Isolation Signal
MSIV	Main Steamline Isolation Valve
MT	Magnetic Testing
NII	Nuclear Installations Inspectorate
NNSA	National Nuclear Safety Administration
NPT	Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons
NRC	Nuclear Regulatory Commission
NSC	Nuclear Safety Convention
NSG	Nuclear Suppliers Group
NUPEC	Nuclear Power Engineering Corporation
NUPEC	Nuclear Power Engineering Corporation
NUMARC	Nuclear Management and Resource Council
NUSSC	Nuclear Safety Standard Committee
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
OECD/NEA	OECD/Nuclear Energy Agency
OFA	Optimized Fuel Assembly
OJT	On the Job Training
OSART	Operational Safety Review Team
PCT	Peak Cladding Temperature
PSA	Probabilistic Safety Assessment
PSAR	Preliminary Safety Analysis Report
PSR	Periodic Safety Review
PWR	Pressurized Water Reactor
PWSCC	Primary Water Stress Corrosion Cracking

QAP	Quality Assurance Program
RASSC	Radiation Safety Standard Committee
RCS	Reactor Coolant System
RHR	Residual Heat Removal
RTSR	Reload Transition Safety Report
RY	Reactor Year
SAGSI	Standing Advisory Group on Safeguards Implementation
SALP	Systematic Assessment of Licensee Performance
SAMG	Severe Accident Management Guidelines
SASSI	Safety Analysis on Soil-Structure Interaction
SCS	Shutdown Cooling System
SEG	Senior Expert Group for the Review of the Agency's Programme of Activities
SEP	Systematic Evaluation Program
SET	Separate Effect Test
SFA	Standard Fuel Assembly
SG	Steam Generator
SGTR	Steam Generator Tube Rupture
SIA	Structural Information Analysis
SIAS	Safety Injection Actuation Signal
SIT	Safety Injection Tank
SLB	Steam Line Break
SPDS	Safety Parameter Display System
SRP	Standard Review Plan
SSC	Structure, System and Component
STA	Science and Technology Agency
TACF	Technical Assistance & Cooperation Fund
TLD	Thermo-Luminescent Dosimeter
TMI	Three-Mile Island
TR	Trouble Report

TRIGA	Test, Research and Isotope Production General Atomic
UPC	Ultimate Pressure Capacity
UNFCCC	United Nations Framework on Climate Change Convention
URD	Utility Requirement Document
UT	Ultrasonic Testing
WASSC	Waste Safety Standard Committee
WH	Westinghouse
WTO	World Trade Organization
ZC	Zangger Committee

편집위원회

위원장	과학기술부	원자력안전심의관	박항식
편집위원	과학기술부	원자력정책과	장윤편
		원자력안전과	과장 김사김
		원자력안전방	과장 김사김
	한국원자력안전기술원	기획부	부장 이재훈
		안전규제부	부장 이종성
		안전평가부	부장 김성호
		규제기술연구부	부장 김석태
		방사선안전센터	장석태
	외부전문가	서울대학교	박교준
		강대학	김교일
		대한매일	신국심
		원자력연구소	국심이
		한국수력원자력(주)	홍의성
		원자력문화재단	의여
		원자력산업회	의여
편집 및 감수위원	과학기술부 한국과학기술원	원자력국	장조원
		한국원자력안전기술원	원장 조은장
		교수	수송원

편집반

반장	과학기술부	원자력안전과	장 김승봉
반원	과학기술부	원자력안전과	김충곤
		"	김상회
		"	김박은영
	한국원자력안전기술원	기획팀	윤용진
			박정섭

본 “원자력안전백서”는 과학기술부와 한국원자력안전기술원이 공동으로 편집하고 과학기술부가 발행한 것입니다.

본 백서의 내용에 대하여 의문이 있으시거나 착오를 발견하신 분은 아래 기관으로 연락해 주시면 감사하겠습니다.

■ 과학기술부 원자력안전과(www.most.go.kr)

전화번호 : (02) 503-7650, 507-0349

주 소 : 경기도 과천시 중앙동 1번지 (정부과천청사)

■ 한국원자력안전기술원 기획팀(www.kins.re.kr)

전화번호 : (042) 868-0355, 0108

주 소 : 대전광역시 유성구 구성동 19번지

원 자 력 안 전 백 서

2002년 11월 발 행

편 집 : 과 학 기 술 부

한국원자력안전기술원

발행처 : 과 학 기 술 부

인쇄처 : 문중인쇄주식회사

(전화 : 503-7764~5 구내 2110-5924~6

FAX : 507-2409)