

폐수지를 건조/포장한 HIC의 최적 소내저장방안 분석

Investigation of the Optimum On-site Storage Option of HIC Packed
with Dried Spent Resin

박승철, 곽상수, 하종현, 김병태

한전 원자력환경기술원
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

영광원전에서는 폐수지를 처리하기 위해 기존의 시멘트고화 방법 대신 감용효과가 큰 폐수지건조설비(SRDS)를 도입하여 운영하고 있다. 그러나 SRDS에서 발생하는 건조폐수지 포장을 위한 고건전성용기(HIC)는 기존 55gal드럼에 비해 외관 규격이 크고 방사능준위도 높기 때문에 그 취급/저장 시설의 개선 및 새로운 운전절차의 수립이 필요하다. 따라서, 본 논문에서는 영광원전에서 발생한 HIC를 부지내에 저장하기 위한 최적방안을 결정하기 위해 첫째, 영광원전의 폐수지 발생량 및 표면선량을 검토하였으며, 둘째, 드럼취급/저장시설 현황, HIC의 저장 요건 등을 검토하였다. 그 결과 영광원전에서 발생하는 HIC 수량은 연간 약 18개이고 HIC의 최대표면선량은 60R/h에 이를 것으로 예상되었다. 3가지 HIC 저장대안이 도출되었으며 이 중에서 순차적저장방안이 가장 현실적인 HIC저장방안으로 나타났다. 또, 최적저장방안에 대한 방사선안전성평가 결과 2개 저장고의 III지역에 HIC를 저장할 경우 모두 저장고 외벽의 표면선량이 기준(0.5mR/h)을 만족할 수 있는 것으로 나타났다.

Abstract

In order to treat spent resin, Youngkwang NPP has introduced a Spent Resin Drying(SRDS) of which volume reduction ratio is much higher than that of cementation process. However High Integrity Container(HIC), which is used for the packaging of dried spent resin from SRDS, has larger size and much higher radioactivity than those of the present 55gal drum. Therefore, the modification of drum handling devices and drum storage facilities, and new drum handling procedure may be required. In order to determine the optimum option for the on-site storage of the HIC at Youngkwang NPP site, the yearly generation amount of the spent resin and it's surface dose rate have been investigated. And the current system used for drum handling and storage, and basic requirements for the storage of HIC have been also investigated. The yearly amount of HIC generated from Youngkwang NPP site is expected to be 18. The highest surface dose rate of HIC is anticipated to be about 60R/h. From the Investigated results, three options for the storage of HIC was suggested. Among the three options, the sequential storage option has been selected as the most realistic option for the storage of HIC. Finally radiation safety analysis result for the optimum option showed that

outside surface dose rate of the two storage facilities would meet the requirement of 0.5 mR/h.

1. 서 론

영광원전에서 발생하는 방사성고체 폐기물은 그 구성물에 따라 농축폐액, 폐수지, 폐필터, 잡고체로 나누어진다. 표1은 영광원전 고체폐기물처리계통(SRS)으로 연간 유입되는 고체폐기물발생량이다.

표1. 영광원전의 SRS계통으로 유입되는 고체폐기물 발생량

방사성 고체 폐기물의 종류	연간 고체폐기물 발생량(m ³ /yr)		
	영광1,2호기	영광3,4호기	영광5,6호기
페이온교환수지	96.8	111.3	55.6
폐여과기(고화된 상태 기준)	24.1	27.2	22.3
슬러지(농축폐액 등)	936.1	1,076.1	8.5
잡고체(압축상태 기준)	360.5	414.4	34.5
합 계	1,471.5	1,628.9	120.9

<자료출처 : YGN 1&2 FSAR Table 11.4-1, YGN 3&4 FSAR Table 11.4-1
YGN 5&6 FSAR Table 11.4-1 >

영광원전에서는 이렇게 발생하는 방사성폐기물을 모두 시멘트고화 방법으로 안정화시켰었다. 그러나 방사성폐기물드럼 발생량을 보다 획기적으로 줄이기 위해 1996년부터 단계적으로 CWDS¹⁾, 초고압압축기, SRDS²⁾ 등 도입하여 기존공정을 개선하였다.

표 2. 영광원전의 방사성고체폐기물 처리방법 개선 내용

폐기물 종류	당초 처리방법		개선된 처리방법		비 고
	고화방법	드 럼	고화방법	드럼규격	
농축폐액	시멘트고화	55gal	파라핀고화	55gal	1996년 CWDS 도입
폐수지	시멘트고화	55gal	건조/포장	HIC (306gal)	1999년 9월 이후 SRDS 운영시작
폐필터	시멘트고화	55gal	시멘트고화	55gal	
잡고체	저압압축 (10톤)	55gal	초고 압압축 (2000톤)	재포장드럼 (82gal)	1999년 후반 초고압압축기 운영

이와 같은 고체폐기물 안정화방법의 개선에 따라 최종적인 고화체드럼의 특성이 다양화되었다. 특히 최근 SRDS의 도입으로 발생하게 되는 HIC³⁾는 기존 55gal 드럼보다 외관 규격이 크고 방사선 준위도 현저히 높아서 현재 운용하고 있는 드럼 취급/저장 방법의 개선이 요구되고 있다. 한편, 영광원전에서 발생하는 방사성폐기물드럼은 다른 원전과 마찬가지로 국가 중·저준위방사성폐

1) CWDS(Concentrated Waste Drying System) : 농축폐액을 건조하여 분말화 한 다음 용융된 파라핀과 혼합하는 설비

2) SRDS(Spent Resin Drying System) 폐수지를 유리수가 1 vol% 미만인 되도록 건조하는 설비

3) HIC(High Integrity Container) : 처분장조건하에서 300년 이상 구조건전성을 유지하는 용기

기물관리시설의 운영이 시작되는 2008년까지는 원전부지에 자체 저장해야 한다.

따라서 본 논문에서는 HIC를 처분하기 전까지 영광원전 부지에 저장하기 위한 최적방안을 도출하기 위해 영광원전의 폐수지 및 HIC 발생현황을 파악하고, HIC의 취급시설 및 드럼저장시설현황을 파악하였으며, 이를 바탕으로 최적저장 방안을 검토하였다.

2. 폐수지 및 HIC의 발생

2.1 폐수지의 발생량

원전의 폐수지는 LRS, CVCS, spent fuel pool, steam generator blowdown 계통에서 주로 발생된다. 영광원전의 FSAR에 따르면 매년 2개 호기당 약 13,000gal의 폐수지가 발생한다. 그러나 실제 폐수지발생량은 FSAR의 17% 이내이며, 각 발전소의 노형 및 운전이력에 따라서도 매년 다르게 나타난다. 표3은 영광원전의 상업운전 이래 1998년까지 실제로 발생한 폐수지량이다.

표 3. 연도별 실제 습윤폐수지 발생량 (단위 : gal)

연도 호기별	연도					합계	평균
	'86~'94	'95	'96	'97	'98		
영광1,2호기	9,026	346	598	1,047	673	11,690	900
영광3,4호기	-	264	528	1,373	1,056	3,221	1,100
합 계	9,026	1,610	1,126	2,420	1,729	14,991	-

폐수지 발생량은 불시 예방정비 등 여러 가지 요인에 의해 변화되는데, 보수적으로 과거 발생량의 1.5배 정도가 발생할 것으로 판단되며 1999년 이후 연간 폐수지 발생량은 영광1,2호기 : 1,350gal/yr(FSAR의 16.9%), 영광3,4호기 : 1,650gal/yr(FSAR의 12.5%), 영광5,6호기 : 1,550gal/yr(FSAR값의 12.5% 적용)가 각각발생될 예정이며 영광원전 전체적으로는 총 4,550gal/yr에 이를 것으로 예상된다.

2.2 HIC(High Integrity Container)의 규격

HIC는 탈수된 방사성폐기물을 포장하여 처분할 수 있는 용기로서 미국 연방법 49CFR173.398(b) 및 US NRC의 "Branch Technical Position on Waste Form"에 따라 A형 포장물에 대한 설계요건을 만족해야 한다. 현재 국내 원전에서는 금속재질 HIC가 사용되고 있으나, 앞으로는 보다 가격 조건이 유리한 polyethylene재질의 HIC가 사용될 것으로 보인다. 표4에 이들 2종의 HIC에 대한 주요 재원을 비교하였다.

표 4 국내원전에서 사용하는 HIC의 규격

규격	HIC 모델	EA-50 ^a	EL-50 ^b
	외경		46.5 in (118.11 cm)
높이		50.75 in (128.9 cm)	51.0 (129.5 cm)
처분용적		49.9 ft ³ (373 gal)	51.0 ft ³ (382 gal)
용기 내부용적		44.9 ft ³ (330 gal)	41.0 ft ³ (306 gal)
용기 무게		1500 lb (680 kg)	500 lb (227 kg)

^a Duplex Ferritic Austenitic Stainless Steel, Ferralium Alloy 255

^b Cross-linked Polyethylene, Marlex CL-200

2.3 HIC내의 폐수지 충전량

US NRC의 Technical Position은 처분시 복토의 함몰을 방지하기 위해서 HIC내의 빈 공간을 5%정도로 권고하고 있다. 그러나 국내 원전에서 사용하게 될 HIC(EL-50)는 폐수지건조처리공정(SRDS)의 특성상 내부용적의 85%까지만 처리할 수 있기 때문에 HIC 한 개에는 약 260gal의 폐수지를 처리할 수 있다.

2.4 HIC의 표면선량을

폐수지는 선량이 높기 때문에 직접 폐수지를 채취하여 분석할 수 있는 방법이 없다. 다만, 폐수지 저장탱크 표면이나 폐수지 이송배관을 측정하여 간접적으로 폐수지의 표면선량을 측정하거나 FSAR에 나타난 폐수지의 표면선량을 값을 참고하여 추정하는 방법이 있다.

지금까지 영광1,2호기의 폐수지 탱크의 선량을 간접적으로 측정('97. 12)한 결과 최고 35 R/h으로 나타났다. 또, 영광1,2호기와 동일한 노형인 고리3,4호기의 경우 SRDS운전시 폐수지가 건조/포장된 HIC상부의 선량을 측정('99.1) 결과 최고 45 R/h으로 나타났다. 한편, SRDS기본설계서(1997. 4, KOPEC)에서는 폐수지의 설계선량(FSAR 기준으로 100일 감쇄 후 선량)으로 영광1,2호기(고리3,4호기와 동일) : 500 R/h, 영광3,4호기 : 1,000 R/h로 각각 제시하였다.

위에서 SRDS기본설계서의 설계선량은 핵연료손상 등의 가상사고를 가정한 상태에서 계산된 수치이므로 실제와는 차이가 있다. 반면, 지금까지 폐수지처리 운전 중에 측정된 최고 선량은 실질적으로 가장 의미가 있는 수치가 된다. 이와관련 "HIC차폐체제작 및 운영방안('99.6, 영광원전)"에서는 폐수지의 선량, 현장운영 및 운반조건(운반용기 무게) 등을 고려하고 향후 선량증가 및 안전도를 고려하여 HIC의 표면선량을 지금까지 측정된 최대값의 약 1.5배인 60R/h로 정하였다.

2.5 HIC 발생량 예측

1999년 이후 영광원전에서 연간 발생하는 폐수지를 SRDS로 처리할 경우 연간 총 17.5개(발전소당 5.8개)의 HIC가 발생된다. 만일 폐수지를 종전대로 시멘트고화(시멘트:폐수지=8:2)할 경우 413드럼(55gal)에 해당되기 때문에 시멘트고화에 비해 SRDS에 의한 처리는 최종 고화체 부피기준으로 약 1/5, 드럼수 기준으로는 약 1/24의 감용효과가 있다.

한편, 폐수지를 건조/포장한 HIC는 중·저준위처분장 운영 시작후 약 10년이 경과되는 시점인 2018년 경부터 처분이 시작될 수 있을 것으로 예상된다. 따라서, 현재 발생된 폐수지 및 앞으로 발생될 폐수지를 모두 HIC로 건조포장하고 이를 발전소에서 자체저장한다고 가정할 경우 2017년까지 영광1,2호기 : 119개, 영광3,4호기 : 132개, 영광5,6호기 : 96개 등 총 347개의 HIC가 발생할 것으로 예상되며, 따라서 이에 대한 저장능력이 확보되어야 할 것으로 판단된다.

3. 영광원전의 드럼저장시설 및 HIC취급장치

3.1 드럼 저장시설

영광원전에서는 방사성폐기물드럼을 저장할 경우 표5와 같이 드럼의 표면선량에 따라 3종으로 드럼을 분류하여 각각 저장지역을 지정하고 있다.

표 5. 저장지역별 드럼의 저장관리 기준

저장지역	저장대상	최대표면 선량
I 지역	저준위 드럼	200 mR/h
II 지역	중저준위 드럼	2,000 mR/h
III 지역	중준위 드럼	20,000 mR/h

현재 영광원전 부지내에는 2개의 방사성폐기물저장고와 각 발전소의 처리건물에 드림을 임시저장할 수 있는 구역이 있다. 이중에서 HIC의 저장을 고려할 수 있는 곳은 제1저장고의 III지역(지하) 및 제2저장고의 III지역이다. 그리고 각 처리건물내 임시저장고에 HIC를 저장할 수 있으며, 임시저장구역은 각 발전소 처리건물에서 폐기물저장고로 HIC를 인출할 경우, 제염 또는 일정기간 표면선량을 완화시키는 대기장소로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

3.2 HIC 취급 장치

가. HIC 운반용기

그림1은 HIC 운반용기 개념도이다. HIC 운반용기는 원통형으로 운반용기 내부에 HIC저장용차폐체 또는 HIC저장 rack을 넣을 수 있게 하여 HIC의 운반/저장 작업시 작업과정을 단순화하고 작업자의 피폭을 최소화할 수 있는 구조로 하였다. HIC운반용기의 설계기준과 관련하여 HIC의 최대 표면선량은 60R/h을 기준으로 하였고, 표면(10cm이격)선량을 200mR/h, 1m 이격시 선량을 10mR/h의 운반기준을 만족하도록 설계하되 운반용차폐체 두께 및 무게를 최대한 경감시켰다.

그리고 표면선량이 60R/h 이상인 HIC는 이 용기로 이송할 수 없기 때문에 일정기간 처리건물내의 임시저장지역에 저장하여 HIC의 표면선량을 떨어뜨린 후 운반용기의 표면선량이 운반기준에 적합한 정도가 되면 이 용기를 사용하여 운반할 수 있다. 그림2에 HIC의 처리건물내 임시저장기간과 관련하여 200R/h인 HIC의 시간경과에 따른 표면선량을 변화를 한 예로서 표시하였다. 이 HIC의 경우 약 12년이 경과하면 표면선량값이 60R/h까지 낮아지므로 HIC운반용기를 이용하여 HIC를 처리건물 임시저장고에서 저장고로 운반이 가능함을 알 수 있다. 여타 다른 HIC의 경우도 시간에 따라 같은 표면선량을 감소율을 적용하면 60R/h를 넘는 HIC의 임시저장기간을 예측할 수 있다.

운반용기 주요규격은 차폐두께 : 9.4cm(SUS 304 2.0cm, Pb 7.4cm), 무게 : 12.9 ton(body 10.1 ton + lid 2.8 ton), 외경 : 152.4cm(내경 : 133.4cm), 높이 : 162.6cm이다.

나. HIC 저장차폐체

그림1의 HIC운반용기의 내부에 위치해 있는 것이 HIC 저장차폐체이다. 선량이 높은 폐수지를 건조/포장한 HIC를 저장할 경우 저장고 외벽에서의 표면선량률이 제한치(0.5mR/h)를 초과할 우려가 있을 때 HIC 저장차폐체를 사용할 수 있다. HIC저장차폐체의 재질은 차폐물질(납)과 구조물(탄소강)로 이루어져 있고, HIC운반용기 안에 미리 들어가도록 설계하여 저장시뿐 아니라 필요한 경우는 폐수지 건조/포장 운전시 및 HIC의 운반시에도 차폐목적으로 사용할 수 있다. 이렇게 HIC와 저장차폐체를 미리 HIC운반용기에 장착시킨 상태에서 폐수지 건조작업을 하면 운전중 또는 저장시에 운반용기에서 HIC저장차폐체나 HIC저장rack로 HIC를 옮겨 담는 작업과정이 생략되어 작업자의 피폭량을 줄일 수 있다. HIC저장차폐체의 사용은 점은 HIC저장구역의 조명교체, 방사선 감시기보수, CCTV 조정 및 낙하 물건의 정리 등 작업자의 접근이 필요한 경우 과다피폭을 방지할 수 있다.

HIC저장차폐체의 주요규격은 외경 : 133cm, 높이 : 146.5cm, 차폐체(Fe 2cm + Pb2cm 또는 Fe1.2cm + Pb 2.5cm), 차폐체무게 : 3.5ton(body 2.0ton, lid 0.7 ton)이다.

다. HIC저장 Rack

폴리에틸렌 재질의 HIC(EL-50)를 다단 적재할 경우 HIC 저장rack에 의해 구조적 안정성을 보강할 수 있다. 이 HIC 저장rack은 HIC의 load collar(grapple 걸이)의 외부에 볼트로 고정하여 HIC와 한몸체로 취급하게 된다.

HIC 저장rack의 주요규격은 body두께 : 8mm(steel), 높이 : 133.1cm, 외경 : 127.3cm(돌출부까지 고려시 최대직경 130cm), 무게 : 500kg이다.

4. HIC 저장방안

4.1 HIC 저장요건

폐수지 및 HIC의 발생특성, HIC취급장치 및 저장시설 현황 등 발전소의 요구조건 등 제반여건을 바탕으로 영광원전의 HIC의 최적저장방안에 필요한 요건(requirements)을 도출하였다.

- 작업자 피폭 최소화
- 바닥하중(사하중 8 ton/m²)이내에서 저장
- HIC의 최대 표면선량을 : 60R/h
- 저장고 외벽선량을 기준 : 0.5mR/h
- HIC의 사업소내 저장시한 : 2017년

4.2 저장방안

영광원전에서 발생한 HIC의 소내저장방안으로 표6과 같이 3가지 저장대안이 검토되었다.

표 6. 영광원전의 HIC 저장관리 방안

저장관리 방안		내 용
독립저장 방안		(대안 1) 영광1,2호기에서 발생한 HIC는 제1저장고 III지역(지하)에 저장하고, 영광3,4호기, 영광5,6호기 발생 HIC를 제2저장고 III지역에 별도 저장
통합저장 방안	순차적 저장 방안	(대안 2) 영광원전의 모든 HIC를 우선 제1저장고 III지역(지하)에 저장하고, 포화되면 제2저장고 III지역에 저장
	병렬 저장 방안	(대안 3) 영광원전의 모든 HIC중 표면선량이 일정선량(20R/h) 이상인 HIC는 제1저장고 III지역(지하)에 저장하고 그 이하인 HIC는 제2저장고 III지역에 저장

5. 방사선안전성평가

5.1 선원향

FSAR에 나타난 영광1,2호기의 폐수지내감마선에너지분포와 영광3,4호기 방사성핵종분포자료를 토대로 방사선원향을 산출하였다. 산출된 선원향에 따라 영광1,2호기에서 발생한 폐수지를 건조/포장하고 표면선량을 60R/h인 HIC에 대해 감마선에너지 분포비율을 따라 방사능으로 환산하였다.(표7) 또, 영광3,4호기 HIC는 HIC의 표면선량에 영향을 미칠 수 있는 장반감기 핵종(FSAR에 나타난)과 감마선 방출비율, 감마선 에너지 및 방사능 등을 고려하여 핵종을 선택한 다음 HIC의 표면선량이 60R/h일 경우의 HIC내 각 방사성핵종의 방사능을 구하였다.(표8)

표 7. 영광1,2호기의 HIC내 감마선에너지분포에 따른 방사선의 세기

감마선에너지 (MeV/gamma)	방사선세기 (MeV/cm ³ -s)	감마선에너지 (MeV/gamma)	방사선세기 (MeV/cm ³ -s)
0.2 - 0.4	4.20 x 10 ⁵	1.8 - 2.2	4.20 x 10 ⁵
0.4 - 0.9	1.86 x 10 ⁵	2.2 - 2.6	2.37 x 10 ⁵
0.9 - 1.35	1.95 x 10 ⁵	2.6 - 3.0	6.00 x 10 ²
1.35 - 1.8	6.90 x 10 ⁴	3.0 - 4.0	1.77 x 10 ²

<출처: 영광1,2호기 FSAR자료>

표 8. 영광3,4호기의 HIC내 방사성핵종별 방사능

방사성 핵종	방사능(Ci)	방사성 핵종	방사능(Ci)
Cs-134	29,389	Zr-95	0,904
Cs-137	43,708	Nb-95	0,354
Mn-54	0,829	Ru-103	10,550
Fe-55	0,754	Ag-110m	6,481
Fe-59	0,047	Te-129m	0,226
Co-58	1,130	Ba-140	5,953
Co-60	0,362	Ce-141	0,173
Zn-65	2,487	Ce-144	21,100

<출처: 영광3,4호기 FSAR자료>

5.2 제1저장고 III지역(지하)에 HIC를 저장할 경우 방사선안전성 평가

가. HIC의 저장조건(그림3, 그림4 참조)

- 지하격실내 HIC적재방법 : (2단×4행)/격실 × 13.5개 격실
- 지하격실의 콘크리트 뚜껑 두께 : 32cm(인양 eye bolt 홈 부분 : 15cm)
- HIC의 표면선량율 : 60R/h
- HIC의 재질 : 폴리에틸렌
- HIC 반경 : 60cm
- HIC 높이 : 130cm
- HIC내 폐수지 밀도 : 0.96g/cm³

나. 차폐계산 결과

차폐계산 코드(ISO-PC Version 1.98)를 이용하여 계산한 결과는 다음과 같다.

- 외벽선량율 : < 0.5mR/h
- 지하격실에 HIC 저장시 지하격실 뚜껑과 손잡이 부분에 대한 선량율 및 납차폐를 할 경우에 대한 선량율(표9)

표 9. 영광제1저장고 격실에 HIC저장시 선량율 계산결과

측정지점	위 치	뚜 껑 (mR/h)	손 잡 이 (mR/h)
	표면선량율	213	2751
	1미터에서의 선량율	145	1723
납차폐 두께에 따른 표면선량율	1cm	81	993
	2cm	33	387
	3cm	14	157
	4cm	7	67
	5cm	3	30

다. 방사선안전성 평가

차폐계산결과 지하격실 상부의 방사선량율을 50mR/h 이하로 유지하기 위해서는 전반적으로 2cm의 납차폐가 필요하고, eye bolt 홈 부분에 대해서는 추가로 약 3cm 납차폐가 필요하다. 이웃한 두 개의 격실에 저장된 HIC는 측정지점에서의 표면 선량율에는 입사 각도상 큰 영향을 주지

는 않으나 1m 떨어진 지점의 선량율이 약 210mR/h로 나타나 이웃 격실의 HIC가 약 50% 정도 공간선량율을 상승시키는 것으로 나타났다. 이에 따라 지하격실에 전부 HIC를 저장하면 저장고내 공간선량율은 약 210mR/h 정도를 나타낸다고 볼 수 있다. 그러나 저장고 외벽에서의 선량율은 모두 0.5mR/h 이하로서 기준치를 만족한다.

5.3 제2저장고의 III지역에 HIC를 저장할 경우의 방사선안전성 평가

가. HIC의 저장조건(그림 5, 그림 6 참조)

- 저장고 외벽 콘크리트의 두께 : 90cm
- 외벽으로부터 115cm 이격하여 HIC를 적재

나. 차폐계산 결과

측정지점 근처(4행×3열×4단)의 HIC만 외벽의 표면선량율에 영향을 주는 것으로 가정하여 차폐계산을 수행한 결과 저장고 III지역 외벽의 표면선량율 0.08 mR/h로 나타났다.

다. 방사선안전성 평가

제2저장고 III지역에 HIC를 저장할 경우 저장고의 콘크리트 외벽에 미치는 선량율은 약 0.08mR/h로 나타나 외벽에 대한 선량기준을 만족하였다. 그러나, HIC의 저장시 저장고내의 III지역에는 작업자의 출입을 가능한 제한하여야 할 것으로 판단된다.

5.4 HIC 취급/저장 작업에 대한 방사선 안전성 평가

가. 처리건물내 HIC 임시저장 및 인출작업

영광원전 처리건물에서 HIC취급작업은 차폐체를 이용하고 원격조작을 하기 때문에 작업자의 피폭선량은 무시할 수준이다. 그러나, HIC를 처리건물로부터 저장고로 인출할 때 운반용기의 제염을 위해 순간적이거나 HIC가 아무런 차폐체 없는 상태에서 트럭베이내 공간에서 노출되게된다. HIC가 차폐없이 노출될 경우 저장고의 차폐문 및 외벽에서의 선량율을 계산하였다.

결과 HIC와 외벽의 거리 : 3.6m, 외벽 콘크리트 두께 : 1.2m, 트럭베이 차폐문(콘크리트)의 두께 : 45cm이며 이 조건하에서 차폐계산을 수행한 결과 처리건물 외벽에서는 0.00028mR/h으로 기준치를 만족하였으나, 처리건물 트럭베이 차폐문에서는 2.3mR/h로 나타나 기준치를 초과하는 것으로 나타났다. 이와 관련 HIC운반용기 인출작업시에는 트럭베이 차폐문으로부터 반경 5m 지역을 임시방사선관리구역으로 설정하여 관리하는 것이 필요한 것으로 판단된다.

나. 폐기물저장고에서 HIC의 하역 작업

또, 폐기물저장고 내에서도 트럭베이에서 HIC운반용기로부터 HIC를 인출하여 HIC의 적재장소로 이동하는 동안에도 HIC가 일시적으로 아무런 차폐체 없이 공간에 노출된다. 이 경우 저장고 저장고 차폐문 또는 외벽의 선량율에 영향을 줄 수 있다.

이와관련 저장고 트럭베이 차폐문과 HIC의 거리 : 5 m, 외벽에서 HIC의 거리 : 6.5m, 트럭베이 차폐문 : pb 10cm + Fe 4.8cm + 내부공간 7.2cm, 저장고 외벽의 콘크리트 두께 : 42cm의 조건하에서 차폐계산을 수행한 결과 저장고 차폐문에서 0.1 mR/h, 저장고 외벽에서 2.1 mR/h의 선량율이 나타났다. 따라서 HIC를 저장고에서 하역하여 저장할 경우에도 저장고트럭베이 근처 5m를 임시방사선관리구역으로 설정하여야 할 것으로 판단된다.

6. 결 론

○ 최적 저장관리 방안의 도출

HIC저장방안으로 도출된 3개 저장대안에 대한 장·단점을 표10에 비교하였다. 이 중 현재 제2저장고의 조건부 사용 승인으로 인해 대안1과 대안3은 당분간은 채택할 수 없는 방법이며

결국 순차적저장방안이 유일한 HIC저장방안인 것으로 판단된다. 그리고, 2002년 이후 영광 제2저장고의 전면적인 사용이 가능하게 되더라도 순차적저장방안에 의해 HIC를 저장하는 것이 적절할 것으로 사료된다.

표 10. 영광원전의 드럼 및 HIC 최적저장관리방안

	방안 1 (독립저장방안)	방안 2 (순차적저장방안)	방안 3 (병렬저장방안)
장 점	책임의식 강화 사후관리 용이	저장고 관리가 유리	드럼특성에 맞는 저장관리 가 가능하며 경제적이다
단 점	제2저장고를 활용할 수 없을 경우는 채택 불가능	책임의식 약화 HIC의 사후관리 어려움	제2저장고를 활용할 수 없을 경우는 채택 불가능

○ 최적 저장관리방안에 대한 후속조치 필요사항

- 기존의 크레인조작 스위치의 line 연장 및 제어반 설치(제1저장고)
- 감시용 CCTV 구매/설치(제1저장고)
- 천장좌표계 교정(제1저장고 및 제2저장고)
- 제1저장고 격실 상부 납차레 보강(특히 뚜껑간 틈 및 인양용 eye bolt 부분)
- 소내운반/저장 절차서 등 관련문서의 개정
- 기존 크레인의 정밀점검 실제 저장전에 HIC의 취급/저장에 대한모의 훈련

5. 참고문헌

1. 방사성폐기물관리현황 및 대책, 1999.1 한국전력공사
2. 방사선관리연보, 1998, 한국전력공사
3. '98년도 방사성물질관리과장회의자료, '98. 11.27, 영광2발전소, 방관부
4. 영광1,2호기 FSAR
5. 영광3,4호기 FSAR
6. 영광5,6호기 FSAR
7. 울진, 영광원자력제2연구창고 설계용역종합보고서, 1995. 3. 3, 삼성건설(주)
8. 고리 제4고체폐기물저장고 설계용역종합보고서, 1989. 12. 26, KOPEC
9. 폐수지 건조처리설비 기본설계서, 1997. 4, KOPEC
10. 폐수지 건조처리설비 도입대책 검토, 1999.1, 영광2발전소
11. 폴리에틸렌 고건성용기 적재 방법관련 현장 고려 사항, 1998. 11, 고리2발전소
12. 처분대책연구, 1999.1, 한전 원자력환경기술원

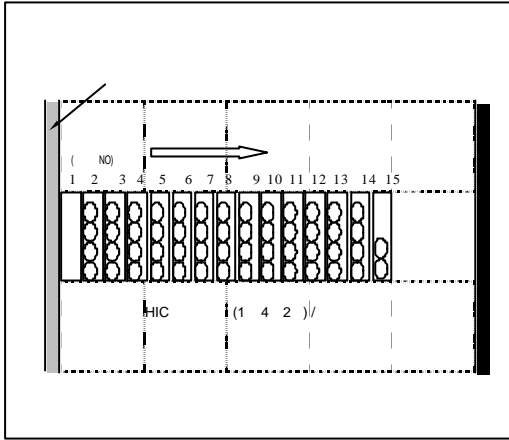


그림3. 제1저장고 [[지역(지하)의 HIC적재형태

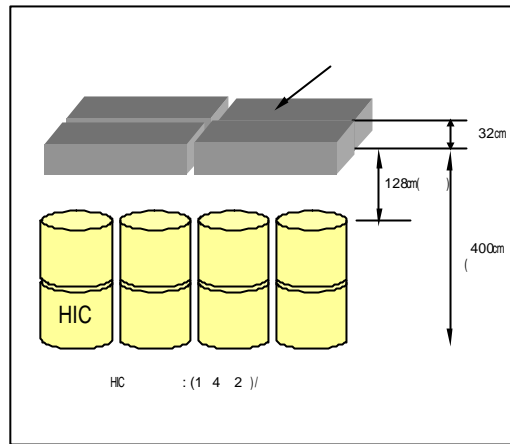


그림4. 제1저장고 [[지역에서 HIC의 기하학적 배치형태

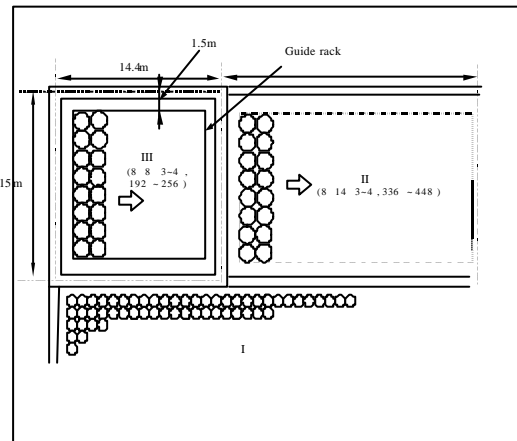


그림5. 제2저장고 [[지역에서 HIC의 적재형태

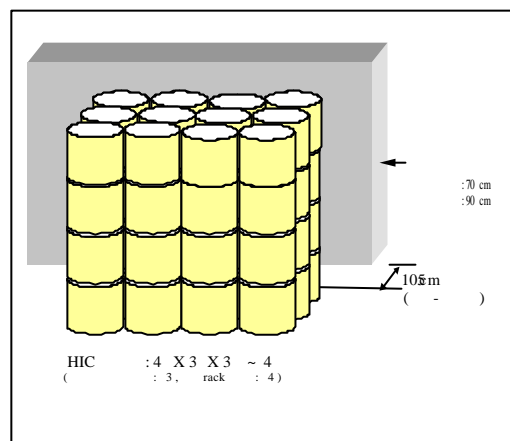


그림6. 제2저장고 [[지역에서 HIC의 기하학적 배치형태

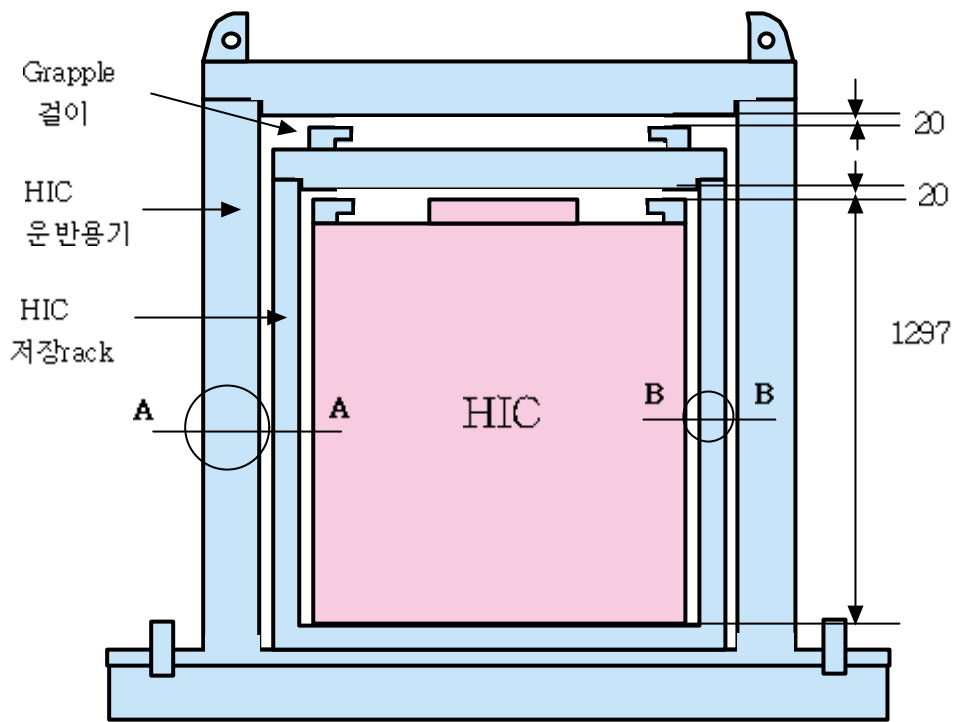
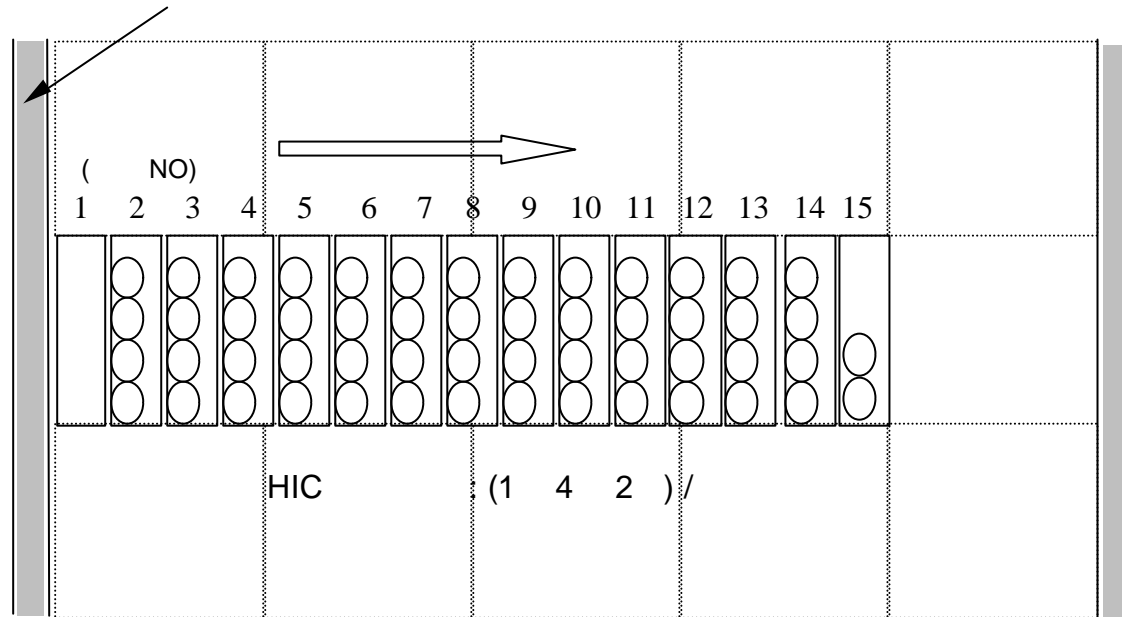
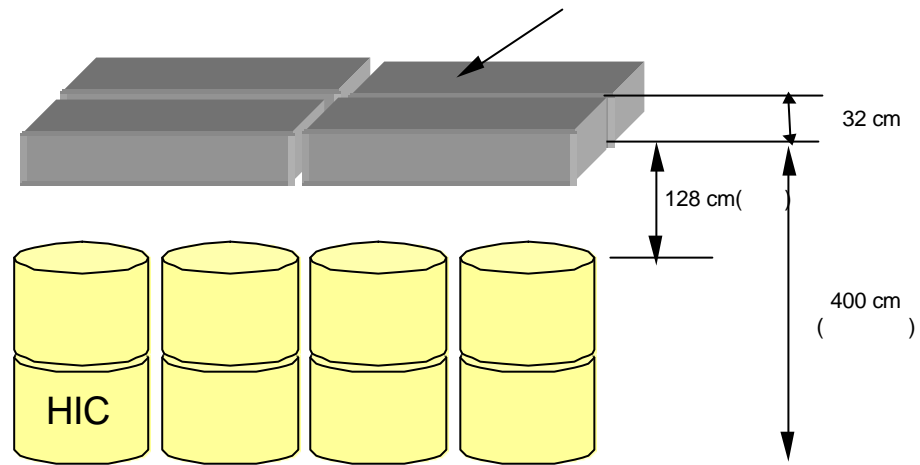


그림1. HIC 운반용기 및 HIC저장rack의 개념도

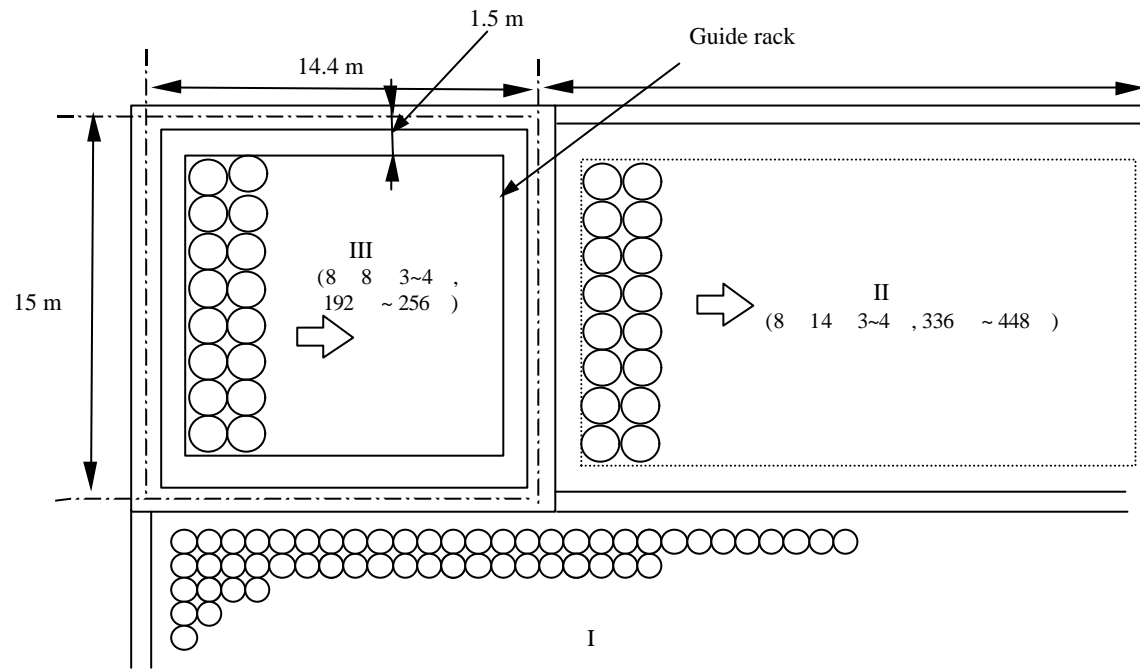


3. 1 III () HIC

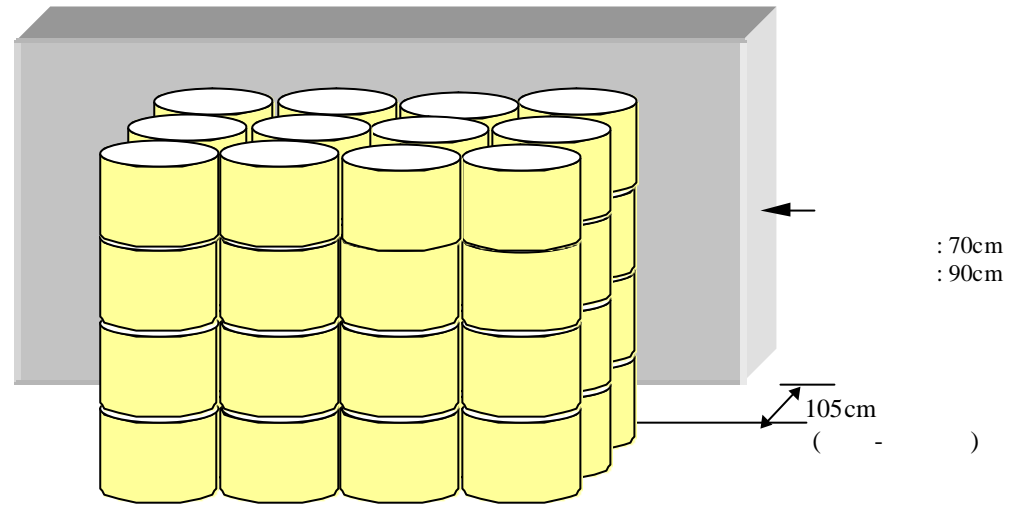


HIC : (1 4 2) /

4. 1 III HIC



5. 2 III HIC



HIC : 4 X 3 X 3 ~ 4
 (: 3 , rack : 4)

6. 2 III HIC