

원자력발전소 방사성폐기물 폴리머고화처리를 위한 시료 입증시험

이세엽, 김동균, 문기원, 김군열

(주)한국원자력엔지니어링, 경기도 성남시 분당구 야탑동 145번지 분당테크노파크 C동 504호

kdk5109@hanmail.net

I. 서론

원자력발전소의 운영상 방사선 관리구역 내에서 발생하는 액체폐기물을 농축 건조시켜 Bead 형태로 만든 것을 폴리머로 고화시켰을 때 미국 NRC Technical Position on Waste Form, Rev.1(1991)의 고화체에 대한 방사선조사시험 및 중·저준위 방사성폐기물 인도규정에 적합한 폴리머 고화체 처리 방법에 대한 검증을 수행함으로써 폴리머 고화처리 기술의 신뢰성을 확보하고자한다.

표1. 고화폐기물의 관련시험 규격 / 입증의뢰 기관

시험항목	관련 규격	입증의뢰 기관
압축강도 측정	ASTM C39 경질의 경우 : KS F 2405	한국건설 시험연구소
방사선조사시험	NRC <Waste Form Technical Position Rev.1>	한국원자력 연구원(정읍)
FT-IR(열분해법)	FT-IR(Method of Heat Solution)	한국화학 시험연구원

II. 본론

1. 폴리머 고화시편 제조

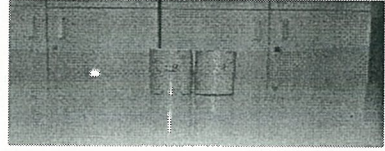
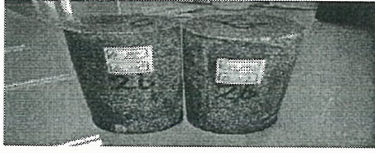
폴리머 시편제조에 필요한 주체의 주성분은 올리핀 및 코폴리머(Polyesters+Epoxis)이고 경화제는 아민을 첨가제로 사용하였으며 농축액 Bead는 한수원(주) 원자력 발전기술원에서 확보한 Bead를 사용하여 "중·저준위 방사성 폐기물 고화체 특성시험용 시편제조 절차"(한국원자력연구원 2004. 6. 4, Rev.1)에 따랐다. 또한 1,000ml 비이커에 Bead 950ml와 폴리머액 10ml를 배합하여 크기 L/D=2(D≥ 50mm)의 준비된 시편몰드에 주입하고 온도계로 발열반응(약 70~75℃)을 확인 한 후 흔들리거나 진동을 받지않는 표면이 평편한 곳에 양생했다.

2. 방사선조사시험

정읍 방사선 과학연구원에 의뢰 2008년 12월 17일 - 2009년 1월 19일까지 2차에 걸쳐 미국 NRC 기준 1.0E+9Rads의 방사선조사(표2 참조)를 실시한 결과로 각 시료에 대한 시편제작은 3개씩 제작하였으나 방사선조사에 사용된 시편시료는 2개만 조사하였다. 그림1은 방사선조사 후 사진으로 시편(26, 28) 표면자체에 대한 부풀림 현상 및 크랙, 부스러기, 붕괴등에 대한 상태를 확인한 결과 이상이 없음이 확인되었다.

표2. 고화시편 방사선 조사시험 결과

구분		ko-POS-B-07 시편(26-1)	ko-POS-B-08 시편(26-2)	ko-POS-B-09 시편(28-1)	ko-POS-B-10 시편(28-2)
시편 Size(cm)		Φ5.0×10	Φ5.0×10	Φ5.0×10	Φ5.0×10
조사실 내부 온도	시작	20.1℃	20.1℃	19.0℃	19.0℃
	종료	17.1℃	17.1℃	17.4℃	17.4℃
방 사 선 조 사	형태	감마 Co-60 292,620Ci			
	총흡수선량	1.0×10 ⁷ Gy(1.0×10 ⁹ rad)			
	흡수 선량율	1.74×10 ⁴ Gy(1.74×10 ⁶ rad)			
	조사시간	574.8hr	574.8hr	574.8hr	574.8hr



(그림1. 방사선 조사 후 고화시편 #26, 28번)

3. 압축강도시험

정읍 방사선과학연구원에서 방사선조사를 실시한 시편(S-1, S-2, S-3)을 창원 한국건설시험연구소에 압축강도시험을 의뢰 하였다. 의뢰한 시편은 한국공업규격(KS)의 KS F-2405 시험방법의 절차에 따라 압축강도시험 실시한 시험결과(표3) 기준값 500psi 보다 약 8배 이상의 강도가 확인되었다.

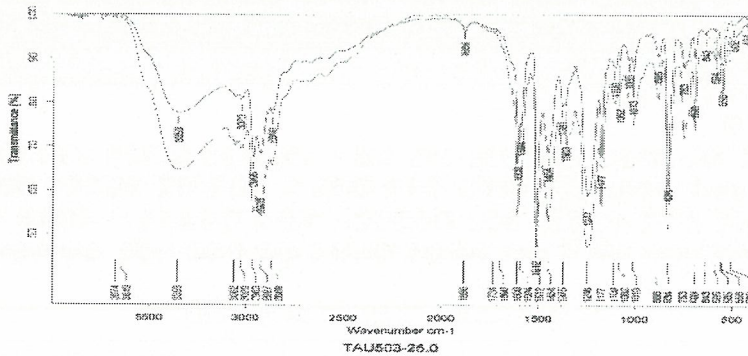
표3. 압축강도 시험결과

시료번호	시료크기 (mm)		시험일	압축강도	시료종류
				psi	
S-1	50	× 100	2009/1/29	3,855	26-1(KO-POS-B-07)비드
S-2				3,369	26-2(KO-POS-B-08)비드
S-3				3,874	28(KO-POS-B-09)비드

4. 제조시편에 대한 성분분석

폴리머 고화체 제조시편(26, 28)에 대한 성분분석을 울산화학 시험연구원 FT-IR(열분해법) 절차에 따라 성분분석시험을 실시한 결과 제조시편(26, 28)의 성분이 동일한 성분 시료로 확인이 되었다.

표4. 제조시편 26, 28 FT-IR(열분해법) 성분분석 시험결과



III. 결 론

본 입증시험은 원자력발전소의 운영상 방사선관리구역에서 발생하는 액체폐기물의 농축건조폐기물을 폴리머를 이용하여 미국 NRC Technical Position on Waste Form, Rev.1(1991) 및 중·저준위 방사성폐기물의 영구처분인도기준에 적합한 폴리머 고화체를 개발한 결과물을 가지고 각각의 공인기관에 의뢰한 결과 방사선 조사시험결과 외부변형 크랙, 부스러기, 붕괴등 이상이 없음을 확인되었고, 방사선조사한 후 압축강도시험결과 압축강도 기준 500psi 의 8배 이상이 됨이 입증되었다. 또한 고화시편 26, 28에 대한 FT-IR(열분해법)에 의한 성분분석 결과 그래프 패턴이 동일 패턴을 유지하여 같은 성분임을 확인하였다. 이런 일련의 과정을 통해 개발된 폴리머는 향후 각 발전소에서 발생된 농축폐액의 폴리머고화처리 작업시 고화작업의 신뢰성을 한층 높이는 데 계기가 될 것이다.