

폐수지 폴리머고화 특성 연구

김주열, 양호연*

(주)미래와도전, 서울특별시 관악구 신림9동 산56-1 서울대학교 135동

*한국수력원자력(주) 원자력발전기술원, 대전시 유성구 장동 25-1

gracemi@fnctech.com

1. 서론

최근 국내에서는 폐기물처리 개념의 재정립으로 폐수지 처리방안 개선이 제기되고 있다. 본 연구에서는 미국 원자력규제위원회(NRC)의 인증을 받은 신규 폴리머 고화기술의 적합성 및 타당성을 평가하였다. 상기 기술은 폐수지의 in-situ (no mixing) 고형화에 관한 것으로 폐수지 함유 Class B & C 폐기물에 대해 NRC가 승인한 유일한 고화공정 기술이다. 폴리머 고화체의 성능평가를 위해 Technical Position on Waste Form (Rev.1, 1991)에 규정된 압축강도시험, 침출시험, 침수시험, 방사선조사시험 및 열순환시험을 수행하였다.

2. 실험 및 결과

폐수지 폴리머 고화체의 경우 드럼에 수지를 넣은 상태에서 in-situ 공정으로 진행하여 고화제가 수지 공극 사이에 완전히 스며들고 드럼 내부의 탈수장치(dewatering internals)를 통해 고화제가 배출될 때까지 진공을 유지시킨다. 본 연구에서는 직경이 5 cm이고 높이 10 cm인 직원기둥의 고화시편을 제작하여 폴리머 고화체 성능시험을 수행하였다. 고화시편 제작 장치는 Fig 1에서 보는 바와 같이 매우 간단한 장치로서 PP(polypropylene) 몰드와 삼각 플라스크, 진공펌프, 클램프, 고화제 이송튜브 및 스탠드로 구성된다. 진공펌프는 최대 진공도가 25.5 Hg인 DOA-P104-A4 모델을 사용하였다. PP 몰드는 내경 5 cm, 두께 2 mm, 높이 12 cm로 주문 제작되었다. 본 시험에 사용된 수지는 혼상수지로서 AMBERLITE™ IRN150 수지이며, 1주일간 경화를 진행한 후 몰드를 제거하였다.

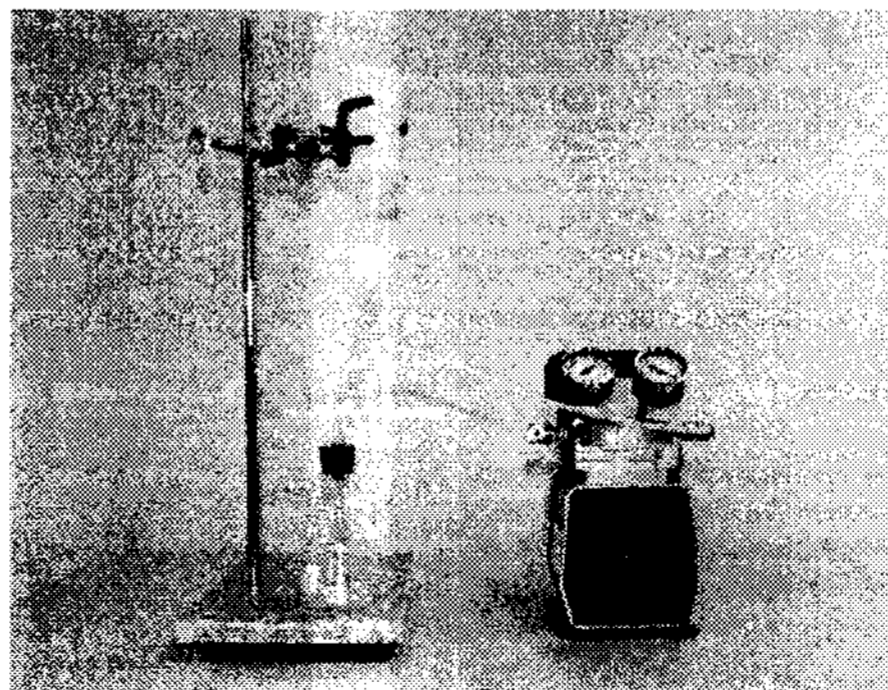


Fig 1. Laboratory equipment for polymer solidification

폐수지 폴리머 고화체 제작 및 고화체 특성 연구 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- KS-F-2405 기준에 따라 압축강도를 진행하였으며, 고화제 혼합비가 주재:경화제:희석제=70:30:0의 경우 최대 압축강도(4064 psi) 값이 측정되었고 희석제가 포함될 경우 압축강도가 낮아짐을 확인할 수 있었다.
- ANS 16.1 표준침출법에 따라 진행된 침출시험 결과, 완전건조 수지 고화체의 경우 재수화반응(rehydration)으로 인한 팽윤현상이 발생하였으며(Fig. 2), 자연건조 수지 고화체는 팽윤현상과

같은 물리적 변화가 발생하지 않았다. 자연건조 수지 고화체의 침출능 지수는 코발트 및 세슘의 경우 25 정도로 상당히 높게 측정되었으며, 미국 NRC에서 권고하는 6 이상을 충분히 만족하였다.

- 완전건조 수지 고화체의 재수화반응을 방지하기 위하여 고화시편 제작 시 여과포(filter cloth)를 사용하여 수지 알갱이들이 시편의 표면에 직접 노출되는 것을 방지한 결과, 90일 침출시험 동안 팽윤현상은 전혀 발생하지 않았다.
- 침수시험 결과, 희석제 사용을 가능한 배제하고 주제-경화제 혹은 주제-경화제-경화보조제의 고화제 조성비가 바람직함을 알 수 있었다.(Fig. 3)
- 방사선조사시험 결과, 조사시험 후 균열, 깨짐 등의 외형적 변화는 없었으며, 방사선조사 시 경화반응으로 인하여 압축강도는 소폭 증가하였다.(4088 psi)
- 열순환 시험은 ASTM B553에 따라 수행하였으며, 총 210 시간의 혹독한 온도변화에도 물리적 변화는 일어나지 않았고 시험 후 압축강도는 시험 전에 비해 증가하였다.



Fig 2. Swelling phenomenon of polymer waste form including completely dried resin

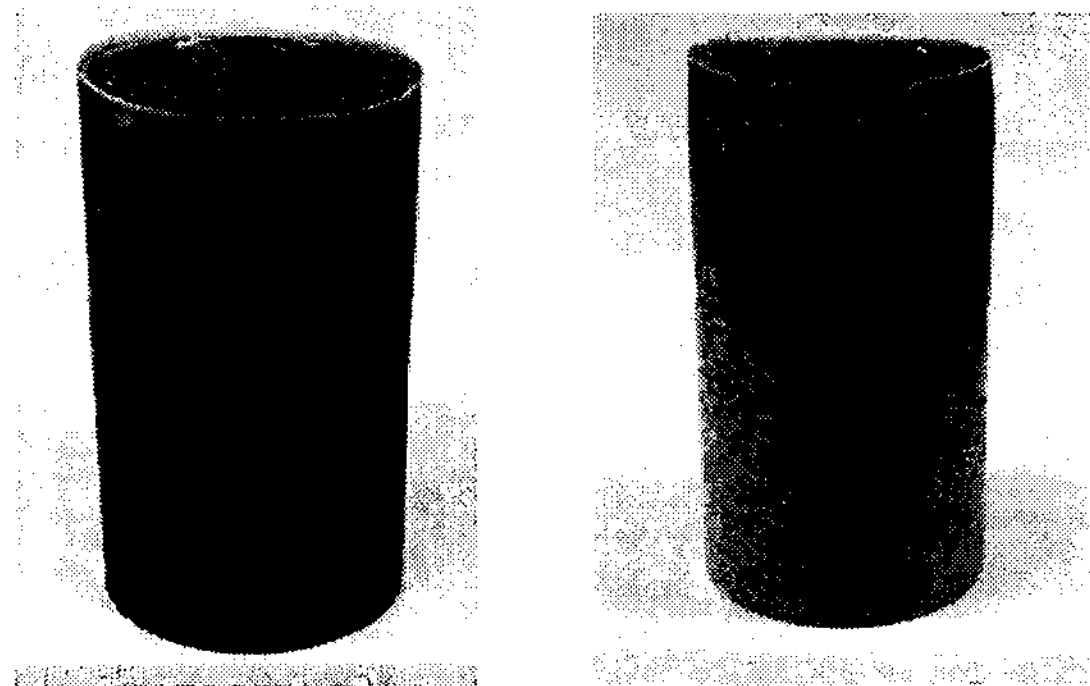


Fig 3. Polymer waste form before (left) and after (right) water immersion test