

화학첨가제를 사용한 미분말 고화체 안정화 특성평가

박정우, 민병연, 최왕규, 이근우

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045

piw4863@kaeri.re.kr

1. 서론

국내 연구로 및 우라늄변환 시설을 해체 하였을 시 약 260톤 가량의 방사화 콘크리트 폐기물이 발생하고 약 100톤 이상의 우라늄 오염 콘크리트 폐기물이 발생함에 따라 이들 폐기물의 처리 문제가 현안 문제로 대두되고 있다. 콘크리트는 30%의 다공성 시멘트와 70%의 석영이나 석회암 같은 농후한 집합체로 이루어져 있고, 대부분 다공성 시멘트에 오염되어 있다. 콘크리트를 분리하였을 경우 30%를 상회하는 오염된 미분말 폐기물이 발생하는데 최종 처분할 경우 분산성 폐기물이므로 안정화 및 고정화를 하여 처분해야 한다. 방사성폐기물 고화체 처분장 인수 시험기준으로 침수시험, 열순환시험, 방사선 조사 시험 압축강도 시험 및 침출 시험이 있다. 압축강도는 고화체가 수직으로 받는 하중을 고려한 것으로 처분장 상부구조물의 하중과 관련 되어 있고, 경질 고화체에 대해서는 3.44 MPa 이상, 연질 고화체는 0.41 MPa 이상 이어야 한다. 침출성에 대한 시험으로 침출 실험을 통해 방사성 핵종의 누출 정도를 침출 지수로 표시하는데 이는 방출될 수 있는 수중에서의 방사성 농도와 관련이 있으며, ANS 16.1에 따라 방사성 고화체 침출 지수는 6이상이어야 한다. 분말이 포함된 방사성폐기물은 시멘트 고화, 유리고화, 아스팔트 고화 및 폴리머 고화 등에 의해 안정한 고화체로 제조할 수 있다. 이러한 여러 방법 중 시멘트 고화 방법은 재료와 기술이 잘 알려져 있고, 다양한 형태의 폐기물에 적용이 가능하며 비용이 저렴하여 경제성이 뛰어난은 물론 최종폐기물의 구조적 강도 및 차폐효과가 뛰어난 장점들 때문에 폭넓게 사용되고 있으나, 시멘트로 고화하였을 경우 부피 증가가 예상된다.

따라서 본 연구에서는 일차적으로 미분말을 열처리하여 수화성을 회복시키고, 여기에 바인더 및 강도를 증가시켜 주는 역할을 하며 물에 잘 용해되어 부피증가가 없는 무수규산(Sodium silicate)을 첨가하여, 미분말을 최대한 포함하고 고화체 폐기물의 부피 증가가 최소화됨은 물론 방사성폐기물 처분장의 인수조건을 만족하는 고화체 제조 조건을 도출하기 위한 실험을 수행하였다.

2. 실험 및 결과

본 실험에서 사용된 미분말은 연구로 해체 시 발생된 해체 콘크리트 폐기물인 중량 콘크리트와 우라늄변환시설 해체 시 발생한 경량 콘크리트를 조크러셔를 사용하여 1차 분쇄 후 가열하였고, 불밀을 사용하여 2차로 분쇄한 다음 체 분리(mesh)를 하여 생성된 1mm 미만의 중량 및 경량 미분말을 700 °C, 2시간 소성하여 수화성을 회복시킨 후 사용하였다.

미분말 고화체 안정화 조건을 모색하기 위해 미분말, 시멘트 및 무수규산의 배합비를 달리하여 고화체를 제작하였고, 배합 조건은 Table 1과 같다. 미분말 고화체의 구조적 안정성을 시험하기 위해 3, 7, 28일 재령한 고화체를 재하속도 1.3 kgf/sec로 하여 압축강도를 측정 하였고, 결과는 Fig 1과 같다.

Table 1. Mixing ratio of fine powder, cement and sodium silicate

	Fine powder: cement	Sodium silicate
Heavy fine powder	100 % fine powder	10 wt%
	100 % fine powder	20 wt%
	9:1	10 wt%
	9:1	20 wt%
Light fine powder	100 % fine powder	10 wt%
	100 % fine powder	20 wt%
	9:1	10 wt%
	9:1	20 wt%

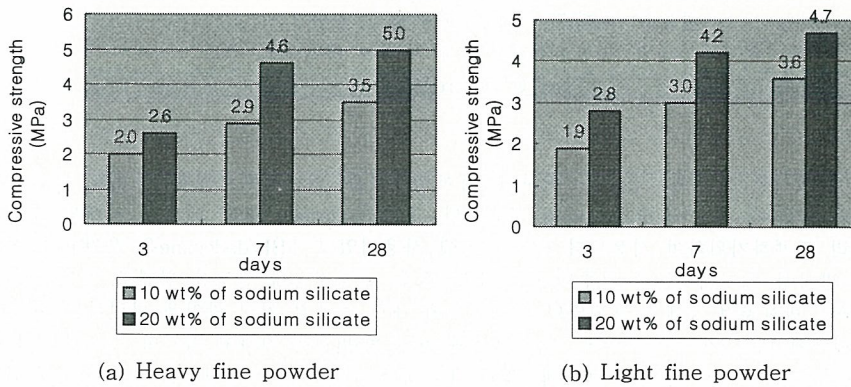


Fig 1.The compressive strength of solidification according to the cure day

무수규산을 첨가하여 고화체를 제작하였을 경우 무수규산 첨가율이 높을 수록 압축강도가 증가하는 경향을 보였다. 보통 압축강도는 28일 고화체를 재령하여 나온 결과를 기준으로 하는데, 경량 및 중량 미분말에 대한 시멘트비가 9:1이고 무수규산을 20 wt%를 첨가하여 제작한 고화체가 재령 7일에도 고화체 압축강도인수 기준 이상으로 만족하였다. 미분말에 대한 시멘트비가 9:1이고 무수규산을 10 wt%를 첨가하여 제작한 고화체는 28일 재령하였을 경우 압축강도 인수기준에 만족하였으나 무수규산은 물에 잘 용해되어 부피증가가 없으므로 구조적 안정성 더 나은 조건인 20 wt%로 무수규산을 첨가하여 고화체를 제작하는 방법이 가장 적합할 것으로 판단된다.

3. 요약

수화성이 회복된 미분말에 시멘트를 10% 첨가하고 무수규산을 20 wt% 배합하여 제작한 고화체가 방사성 고화체 압축강도 인수기준에 만족함과 동시에 부피증가를 최소로 할 수 있었고, 이 조건으로 ANS 16.1 방법에 준하여 고화체 침출 실험이 진행 중에 있다. 고화체의 압축강도 및 침출지수 모두 처분장 인수 기준에 만족할 경우 콘크리트 미분말 폐기물의 부피 증가를 최소화함은 물론 안정한 상태로 처분할 수 있을 것으로 예상된다.