

금속수산화물 폐기물의 시멘트 고화의 압축강도

구대서*, 성현희, 김계남, 김승수, 김일국, 한규성, 최종원
한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 989번길 111
*ndskoo@kaeri.re.kr

1. 서론

국내 방대한 방사성 오염 토양 및 콘크리트 폐기물을 한국원자력환경공단 처분장에 영구처분하기 위한 연구가 수행되고 있다. 원자로 운전 및 관리 과정에 많은 방사성 오염 토양 및 콘크리트 폐기물이 발생하게 된다. 이를 해결하기 위하여 동전기 장치를 운전하여, 방사성 오염 토양 및 콘크리트 폐기물의 우라늄 농도를 IAEA 및 KINS 허용치 이하로 감소하는 연구를 수행해 왔다[1-6].

본 연구에서는 우라늄 오염 토양 및 콘크리트 폐기물을 제염 후 발생한 2차 금속 수산화물 폐기물을 한국원자력환경공단 처분장에 처분하기 위하여, 시멘트 고화 기술을 사용하여 시멘트 고화하여 금속수산화물 폐기물의 시멘트 고화 압축강도 특성을 분석하였다.

2. 본론

2.1 시료준비

막자사발을 사용하여 방사성 오염 토양 및 콘크리트 폐기물 제염 후 금속수산화물 폐기물덩어리를 작은 입자로 만들었다. 이 폐기물 입자를 시멘트 고화시키기 위하여, 몰탈 믹서 (HJ-1150) 사용하여 혼합하여 스테인레스 스틸 몰드에 고화하였다. Table 1은 시멘트 고화시험조건을 나타낸 것이다. 시멘트 고화배합은 Table 1조건으로 하여 시멘트 고화체를 제작하였다. Fig. 1은 시멘트 고화체 절단하는 것을 나타낸 것이다.

Table 1. Cement Solidification Conditions

시편	시료(g)	물(g)	시멘트(g)	질량(g)
C-3	1.5 (175.2)	1.2 (140.2)	1 (116.8)	432.1
C-4	2.0 (193.6)	1.65 (159.7)	1 (96.8)	450.1

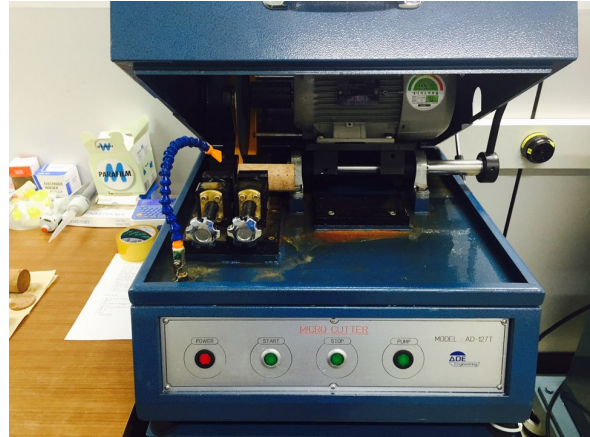


Fig. 1. Cutting of Cement Solidification.

2.2 강도 측정

스테이레스 스틸 몰드에 고화한 시멘트 고화시편을 시편절단기로 절단 (직경 50 mm, 높이 100 mm 원기둥)한 후, 디지털 이동식 압축재료시험기(HCT-DC50)를 사용하여 압축강도를 측정하였다. Fig. 2는 시멘트 고화시편의 압축강도 측정을 나타낸 것이다.

Table 2는 한국원자력환경공단의 방사성폐기물 고화체 시험기준을 나타낸 것이다.

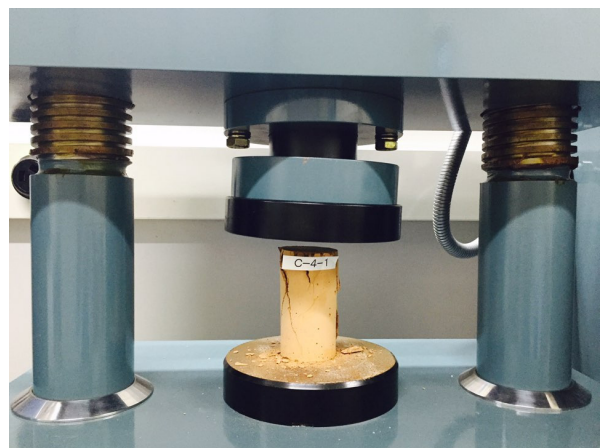


Fig. 2. Measurement of Compressive Strength.

Table 2. Test Criterion of Radioactive Waste

구분	시험 항목	표준규격	시험 방법	기준
구조적 안정성	압축 강도 시험	경질:KS-F2405 연질:KS-F2351	-	경질:≥ 3.44MPa 연질:≥ 0.41MPa
	침수 시험	NRC 「Technical Position on Waste Form, rev.1」	90일 침수 후	압축 강도 기준 만족
	열순환 시험	ASTM B553	순환시험 후	압축 강도 기준 만족
	방사선 조사 시험	NRC 「Technical Position on Waste Form, rev.1」	이온 교환: 1.0E+6Gy 그 외: 1.0E+7Gy	압축 강도 기준 만족
침출성	침출 시험	ANS 16.1	Cs, Sr, Co 핵종	침출지수 ≥ 6
유리수	실물 크기 시험	ANS 55.1과 유사한 방법 적용	-	유리수 < 0.5%
	시편 및 잡고체	EPA Method 9095B (Paint Filter Liquid Test)	-	유리수 < 0.5%

3. 결과 및 토의

3.1 압축강도

Table 3은 우라늄 오염 토양 및 콘크리트 폐기물 동전기 제염 후, 2차 금속수산화물 폐기물의 시멘트 고화시편의 압축강도 측정 결과를 나타낸 것이다.

Table 3. Compressive Strength of Cement Solidification

시료번호	압축강도 (kgf/cm ²)	인수기준 (kgf/cm ²)
C-4-2	131.55	34
C-3-2	165.51	34

4. 결론

우라늄 오염 토양 및 콘크리트 폐기물을 제염 후 발생한 2차 금속수산화물 폐기물에 대하여 시멘트 고화하여, 압축강도 특성을 분석하기 위하여, 스테인레스 스틸 몰드로 고화시편을 제작하였다. 시멘트 1.0에 대하여 시료 2.0 배합의 시멘트 고화

시편의 압축강도는 131.55(kgf/cm²) 였으며, 시멘트 1.0에 대하여 시료 1.5 배합의 시멘트 고화시편의 압축강도는 165.51(kgf/cm²) 였다. 이 압축강도는 한국원자력환경공단 방사성폐기물 인수기준 34(kgf/cm²) 보다 각각 3.9, 4.9배 크게 나타났다.

따라서 시멘트 고화기술을 사용하여 방사성 오염 토양 및 콘크리트 폐기물 제염 후 잔류 금속수산화물 폐기물의 영구처분이 가능함을 확인하였다.

5. 참고문헌

- [1] 김계남외, “동전기적방법을 이용한 방사능오염 토양내의 세슘 제거”, 한국방사성폐기물학회, 2003 춘계학술발표회, pp. 696-700 (2003).
- [2] 김계남외, “동정기적 방법을 이용한 방사능오염 토양 내의 방사성 핵종 제거”, 한국원자력학회, 2004 춘계학술대회, pp. 1-7 (2004).
- [3] G. N. Kim et al., “Development of complex electrokinetic decontamination method for soil contaminated with uranium”, Electrochimica Acta, Vol.86, pp. 49-56, (2012).
- [4] 김계남, 오원진, 원희준, 정종헌, “동전기방법에 의해 토양 내의 방사능핵종 제거시 Aging 효과에 관한 연구”, 한국 폐기물 학회지, V.21(3), pp. 243-252(2004).
- [5] 김계남외, “동전기적방법을 이용한 스트론튬 오염토양 제염연구”, 대한환경공학회, 2000 춘계학술연구발표회, pp. 259-260 (2000).
- [6] 김계남외, “동전기적 토양제염에 미치는 pH의 영향”, 한국폐기물학회지, V.17(6), pp. 781-788 (2000).