

전기로 산화슬래그 골재를 활용한 방사능차폐콘크리트의 방사능 차폐 성능에 관한 연구

A Study on Radiation Shielding Performance of Radiation Shielding Concrete Utilizing Electronic arc Furnace Oxidizing Slag

임 희 섭*

Lim Hee-Seob

이 한 승**

Lee Han-Seung

최 재 석***

Choi jae-Seok

Abstract

In general, magnetite or barite (density: more than 4.0ton/m³) has been used in concrete for radiation shielding, and radiation tests have been performed to evaluate shielding performance. However, researchers have not studied concrete for radiation shielding that utilizes electric arc furnace oxidizing slag. This research aims to utilize electric arc furnace oxidizing slag which depends on reclamation as environment-friendly concrete materials by using coarse and fine aggregates of electric arc furnace slag containing 30% ferrous metal and with a density of around 3.0~3.8 ton/m³. Accordingly, this research has judged that the high density electric arc furnace oxidizing slag aggregate can be applied to radiation shielding concrete. It has also examined the possibility of developing radiation shielding concrete utilizing electric arc furnace oxidizing slag aggregate by comparing concrete utilizing all fine and coarse aggregate of electric arc furnace oxidizing slag with concrete using magnetite.

키 워 드 : 방사선 차폐 콘크리트, 중량 콘크리트, 제강 슬래그, 전기로 산화 슬래그

Keywords : radiation shielding concrete, heavyweight concrete, steel slag fine aggregate, electric arc furnace slag

1. 서 론

일반적으로 방사선 차폐 콘크리트는 자철석나 중정석(밀도 4.0ton/m³ 이상)을 사용하나 국내에서 생산되는 것은 거의 없는 실정이다. 본 연구에서는 자철석, 중정석을 대체 할 수 있는 재료로서 전기로 산화슬래그를 활용하였다.

전기로 산화슬래그의 경우 불안정한 재료로서 방치되어 왔지만, 최근 전기로 산화 슬래그를 콘크리트용 잔골재로 활용하기 위하여 KS규격[KS F 4571 콘크리트용 전기로 산화슬래그 잔골재]이 제정되어 슬래그의 자원화 기반이 마련되었다. 전기로 산화 슬래그의 경우 약 30%의 철 금속을 함유하고 있어 밀도가 약 3.0~3.8 ton/m³으로서 보통골재 보다 크다. 이에 대해 본 연구에서는 높은 밀도를 보이는 전기로 산화 슬래그 골재를 방사능 차폐 콘크리트에 적용이 가능하다고 판단된다. 전기로 산화슬래그 골재를 활용하여 친환경적인 콘크리트 재료로서 활용하고 기존 방사능 차폐 콘크리트와 방사능 차폐 성능을 비교하였다.

2. 실험 계획 및 방법

각 배합은 30ℓ 비비기를 W/C 40%와 45%를 기준으로 하였으며 일반콘크리트, 전기로 산화슬래그 콘크리트, 자철석 콘크리트, 전기로 산화슬래그 콘크리트의 단위질량을 증진하기 위해 분철을 혼입한 콘크리트에 대해 실험을 진행하였다. 다음 표 1은 실험 항목이다.

표 1. 실험 항목

실험 항목	측정 항목
굳지 않은 콘크리트	슬럼프, 공기량, 단위용적질량
경화 콘크리트	압축강도 (3, 7, 28일)
	단위용적질량
	X-선 투과 실험, 감마선 투과 실험

3. 실험 결과

굳지 않은 콘크리트의 슬럼프, 공기량, 단위용적질량에 대한 실험 결과와 경화 콘크리트 압축강도에 대해 다음 표 3과 같이 볼 수 있다.

* 한양대학교 건축환경공학과 석사과정

** 한양대학교 건축공학과 부교수, 공학박사, 교신저자 (ercleehs@hanyang.ac.kr)

*** 한국건설생활환경시험연구원

이 연구는 2011년도 지식경제부 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. (과제번호:10035222)

표 2. 콘크리트 배합표

W/C	잔골재율	물	시멘트	잔골재 1	잔골재 2	굵은골재	AD 혼화제	단위용적질량 (kg/m³)	잔골재 밀도	굵은골재 밀도	재료명	시료명
40%	49	165	413	904	-	875	3.3	2356	2.59	2.61	일반	N-40
				1287	-	1240	3.3	3105	3.68	3.70	당진 슬래그	DS-40
				1570	-	1508	4.1	3656	4.5	4.5	자철석	MA-40
				1287	-	1508	3.3	3373	3.68	4.5	S1(당진슬래그)+G1(자철석)	DSMA-40
45%	47	180	400	1223	-	1387	3.3	3125	3.68	3.70	당진 슬래그	DS-45
				1123	-	1287	3.3	2921	3.38	3.42	인천 슬래그	IS-45
				1496	-	1686	4.0	3698	4.5	4.5	자철석	MA-45
				1199.7	133.3	1686	3.3	3535	4.01	4.5	S1(당진슬래그)+S2(분철10%) G1(자철석)	DSSM-45
				997.2	664.8	1387	3.3	3564	5.0	3.70	S1(당진슬래그)+S2(분철40%) G1(당진슬래그)	DSSS-45
				844	-	959	3.3	2362	2.59	2.61	일반	N-45

표 3. 굳지 않은 콘크리트 실험 결과

W/C	시료명	슬럼프 (mm)	공기량 (%)	단위용적질량 (kg/m³)	압축강도 (MPa)
40	N-40	160	1.8	2280	39.5
	DS-40	160	2.5	3210	60.2
	MA-40	155	3.5	3470	55.5
	DSMA-40	155	2.8	3270	61.5
45	DS-45	160	2.2	3110	35.5
	IS-45	165	2.3	2910	32.1
	MA-45	145	3.3	3610	37.5
	DSSM-45	155	2.1	3500	36.1
	DSSS-45	155	2.4	3650	39.3
	N-45	170	2.3	2340	31.2

다음 그림 1은 X-선 차폐 실험 결과로 각 재료별 차폐성을 단위용적질량과 비교하였다. 자철석의 경우 93%로 가장 높았으며, 일반 콘크리트의 경우 73% 미만의 성능을 보여주고 있는 것을 확인 할 수 있었다.

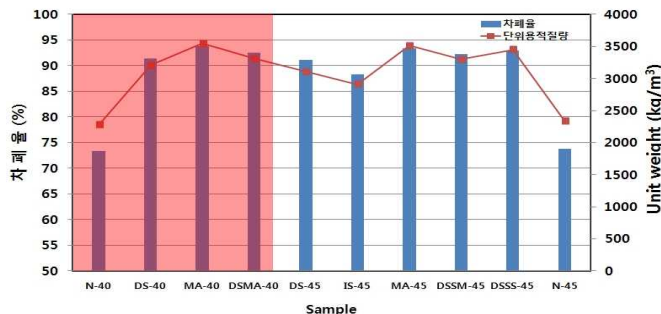


그림 1. X-선 차폐율-단위용적질량 결과값 비교

다음 그림 2는 감마선 차폐율 결과값과 단위용적질량을 비교한 것이다. 감마선 차폐율은 최대 40%의 차폐 성능을 보이고 있으며, 자철석과 분철을 혼입한 전기로 산화슬래그 콘크리트에

서 나타났다. 이는 차폐체의 두께가 5Cm로 감마선의 강도가 높아 차폐 성능이 낮게 나타남을 알 수 있었다.

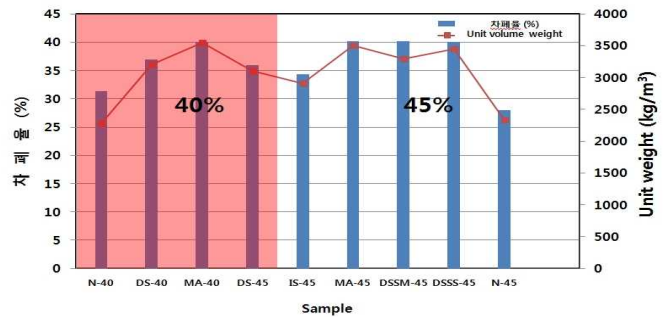


그림 2. 감마선 차폐율-단위용적질량 결과값 비교

4. 결 론

전기로 산화 슬래그는 높은 단위용적질량을 보임으로서 X-선 차폐율 및 감마선 차폐율에서 일반 콘크리트 보다 높은 차폐 성능을 보이고 있다. 자철석을 사용한 콘크리트 보다 비중은 낮았지만, 분철을 사용시 전기로 산화 슬래그의 비중을 높일 수 있었으며, 비중 증가시 차폐율이 증가함을 알 수 있었다. 감마선 차폐율에서는 비교적 낮게 나타났으나, 이는 감마선의 강도가 높고 차폐체의 두께가 5Cm로 인하여 나타났다.

참 고 문 헌

1. 장성훈, 고밀도 중량콘크리트의 방사선 차폐효과에 관한 연구, 명지대 대학원 석사학위논문, 1993
2. 조성현, 제강슬래그 잔골재를 사용한 모르타르 특성, 한국콘크리트학회 추계학술발표대회 논문집 2003