

급냉 전기로 산화슬래그 대체율에 따른 무수축 그라우터의 공학적 특성

Engineering Properties of Non Shrinkage Grouter According to Replacement Ratio of Rapidly Cooled Electric Arc Furnace Oxidizing Slag

성 종 현*
Sung JongHyun

선 정 수**
Sun Jung Soo

홍 성 록***
Hong Sung

김 진 만****
Kim JinMan

Abstract

The spherical bead manufactured by rapidly cooling process shows high density of 3.64g/cm³, high unit volume weight of 2.6kg/l, and high solid volume of 71%. When it applies to the grouter, it is possible to obtain even high fluidity with only a small amount. This study, focusing the grouter using a rapidly-cooled electric arc furnace oxidizing slag(RC-EAFS), deals with the properties of flow and setting time in fresh state, compressive strength and length variation at 1, 3, 7 and 28 curing day in hardened state. As the results, even though the grouter with RC-EAFS shows comparative low strength, it will be possible to development the competitive product due to the properties of increasing flow and low cost.

키 워 드 : 그라우터, 무수축 그라우터, 급냉 전기로 산화슬래그
Keywords : grouter, shrinkage grouter, rapidly cooled electric arc furnace oxidizing slag

1. 서 론

급냉 전기로 산화슬래그(이하 RC-EAFS)는 밀도 3.64g/cm³, 구형율 0.8 이상, 단위용적중량 2.6kg/l, 실적률 71%의 물리적 특성을 가지고 있다. 이러한 특성은 콘크리트 및 모르타르에서 천연 골재를 사용할 경우보다 동일 W/C 및 감수제 사용시 유동성이 향상되는 특징이 있다. 이러한 특징을 가진 EAF Slag를 높은 유동성이 필요한 그라우터에 대체하여 사용할 경우 적은 혼화제의 사용으로도 높은 유동성을 나타낼 수 있는 장점이 있다. 이에 본 연구에서는 RC-EAFS를 사용한 그라우터의 특성을 검토하여 대체골재로서 적합성 여부의 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 실험 계획

실험 계획은 대체 골재로 표준 입도에 만족하는 RC-EAFS를 (0, 25, 50, 75, 100)% 대체하여 사용 하였고, 시멘트는 I종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다. 측정항목으로 굳기 전 상태에서 슬럼프 플로우와 응결시간을 측정하였으며, 굳은 상태에서 1,3,7,28일 재령에서의 압축강도와 길이변화를 측정하였다. 실험 배합은 표 1.과 같다.

표 1. 실험 배합

ID	W/C (%)	CSA (%)	Replacement Ratio(%)	Unit weight(g/mm ³)				Water	SUM
				C	CSA	Fine aggregate			
						EAF slag	Sand		
Base	35	5	0	761	38	-	1201	280	2279
S-1			25	787	39	310	931	289	3257
S-2			50	814	41	643	643	299	2440
S-3			75	844	42	1000	333	310	2530
S-4			100	876	44	1384	-	322	2626

* 공주대학교, 친환경 콘크리트 연구실, 석사과정
 ** 공주대학교, 친환경 콘크리트 연구실, 박사과정
 *** 공주대학교, 친환경 콘크리트 연구실, 연구원
 **** 공주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

3. 실험 결과

3.1 슬럼프 플로우

그림 1은 RC-EAFS 대체율에 따른 슬럼프 플로우를 측정한 그래프이다. Base를 기준으로 RC-EAFS의 대체율이 늘어날수록 적은 양의 SP제의 사용으로 목표 슬럼프 플로우인 $250 \pm 15\text{mm}$ 를 만족하는 것으로 나타났다. 이는 RC-EAFS의 높은 밀도와 둥근 입형으로 유동성이 증가하였기 때문으로 판단된다.

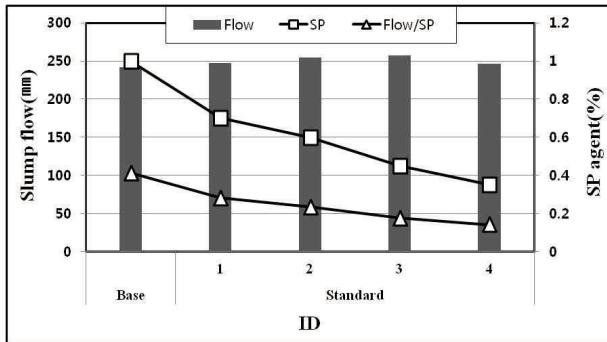


그림 1 슬럼프 플로우

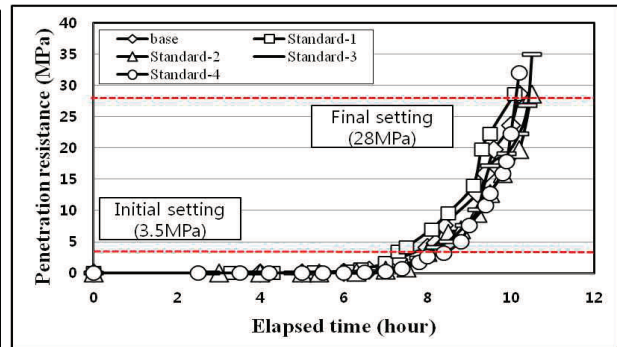


그림 2. 응결시간

3.2 응결시간

그림 2는 RC-EAFS 대체율에 따른 응결시간을 측정한 것으로 KS에서 기준으로 정한 10시간 이내에 종결은 모두 만족하지 못하였으나, RC-EAFS의 대체율이 증가 하여도 동일한 응결시간을 나타내어, RC-EAFS의 혼입이 응결에 영향을 주지 않는 것으로 판단되어진다.

3.3 길이변화

그림 3은 길이변화를 나타낸 그래프이다. KS 규격에서는 무수축 특성을 파악하기 위하여 팽창률 시험을 실시하도록 규정하고 있으나, 팽창률 시험으로는 수축 및 팽창 특성을 파악하기 어려워 본 실험에서는 길이변화율 시험으로 대체하였다. 실험 결과 모든 시험체에서 Base의 경우 0.058%의 팽창이 나타났으며, RC-EAFS의 대체율 25, 50, 75, 100%에서는 각각 0.037, 0.050, 0.041, 0.059%로 나타났다.

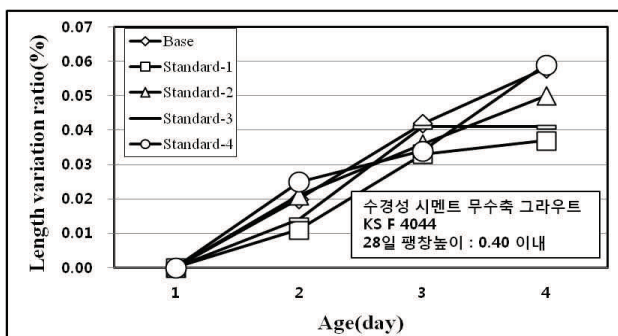


그림 3. 길이변화

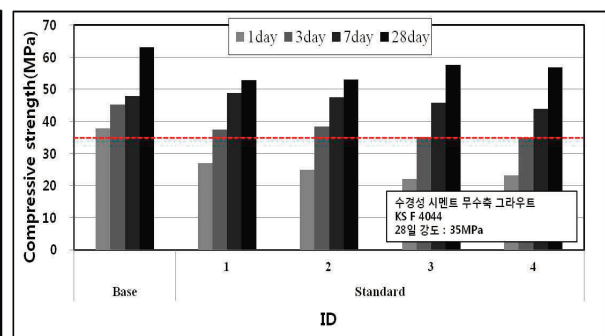


그림 4. 압축강도

3.4 압축강도

그림 4는 RC-EAFS 대체율에 따른 압축강도를 나타낸 그래프로써, RC-EAFS를 대체한 모든 배합에서 28일 재령 기준 Base 보다 낮은 압축강도를 나타내었다. 그러나 RC-EAFS 대체율이 증가함에 따라 강도는 증가하는 것으로 나타났으며, KS F 4044 『수경성 시멘트 무수축 그라우트』의 28일 압축강도 기준 35MPa 이상에는 모두 만족하는 것으로 나타났다.

4. 결 론

- 1) 굳기 전 상태의 슬럼프 플로우 측정 결과 RC-EAFS의 대체율이 높아질수록 유동성이 높아지는 것으로 나타났으며, 이는 RC-EAFS골재의 둥근 입형과 높은 밀도에 의한 것으로 판단되어지며, RC-EAFS가 응결에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.
- 2) 압축강도 측정 결과 RC-EAFS 대체시 강도 저하는 나타내었으나 KS에서 규정한 재령 28일 강도 35MPa이상은 모두 만족하는 것으로 나타났으며, 길이변화 또한 최대 0.06%이하의 팽창으로 KS 기준 팽창율이 0.4% 이내를 모두 만족할 것으로 판단되어 진다.
- 3) RC-EAFS의 대체에 따른 그라우터의 특성 시험결과 일부의 KS기준을 만족하고 있지 않지만, 추후 다양한 배합조건을 대상으로 한 추가적인 실험이 수행된다면, 충분히 경쟁력 있는 제품을 개발할 수 있을 것으로 판단된다.

Acknowledgement

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2012년도 산학연공동기술개발사업(NO.C00-56377)과 광역경제권연계협력(과제번호 : R0000621) 사업의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 이원영, 급냉 제강 슬래그 잔골재의 입형에 관한 기초적 연구, 한국건설순환자원학회, 제10권 제2호, 2010
2. 전준영, 팽창성 무수축 그라우트재에 관한 연구, 연세대학교, 석사학위논문, 1993
3. 홍기남, 알루미늄 시멘트와 무수석고를 이용한 그라우트의 재료적 특성, 한국안전학회, 제26권 제5호, 2011