

개질처리 제강슬래그를 혼합한 굳지않은 콘크리트의 재료분리

The Segregation of Concrete Containing Atomized Steel Slag Fine Aggregate

문 한 영*, 유 정 훈**, 정 철 희***
Moon, Han Young Yoo, Jung Hoon Jung, Chul Hei

ABSTRACT

Recently, the river sands are in short supply. Gathering sea-sand will be faced with difficulty. Alternative aggregates for concrete are estimated by many researchers. The aggregates are blast furnace slag, steel slag, copper slag, ferro-nickel slag and recycled aggregate and etc. Nevertheless steel slag has been limited in practical use due to its expansibility which is occurred reaction with water and free CaO in slag. Most recently stable management method is to minimize the expansibility researched and developed. First of all, slump, air content, compressive strength and flexural strength are measured in concrete. An estimate is made of the segregation of concrete containing atomized steel slag by Image Analyser program.

1. 서론

최근 강모래와 같은 양질의 하천골재의 품귀현상과 환경적인 문제 등으로 인해 바다모래의 채취 곤란 등으로 인하여 산업부산물인 고로 및 제강슬래그와 폐콘크리트를 재활용한 재생골재 등을 콘크리트용 대체 골재로 활용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.

최근 제강슬래그의 팽창붕괴성을 안정화시키는 처리기술의 발달과 제강과정의 혁신적인 발전으로 도로포장재료, 매립재 등과 같은 한정된 용도로만 활용되고 있는 제강슬래그를 콘크리트용 잔골재로 사용하기 위한 연구가 진행 중이다.

본 연구에서는 개질처리의 일종인 분무법에 의해 산소를 불어 넣어 구형(球形)의 입자를 형성하므로 팽창성을 억제한 제강슬래그 잔골재 사용 콘크리트의 경화 전후 기초물성을 실험하고, 전로슬래그의 비중(3.65)이 천연 골재보다 큰 점을 고려하여 Image Analyser를 이용하여 재료분리 유무 및 정도를 실증하였다.

2. 실험개요

2.1 실험재료

(1) 시멘트

비중 3.14, 비표면적 3,265cm²/g의 1종 보통포틀랜드시멘트를 사용하였다.

* 정회원, 한양대학교 공과대학 토목공학과 교수

** 정회원, 한국지오택 연구개발팀 팀장

*** 정회원, 한양대학교 공과대학 토목공학과 석사과정

(2) 골재

잔골재는 비중 2.65, 조립률 2.92의 바다모래를 세척하여 사용하였으며, 굵은골재는 비중 2.63의 부순 돌을 사용하였다. 또한 비중 3.65인 개질처리한 구형의 전로슬래그 잔골재(PAC로 약함)를 사용하였다. 이때 잔골재의 입도에 의한 영향을 배제하기 위해 PAC를 세척사와 동일한 입도로 분류하였다.

(3) 혼화제

비중 1.2이고 암갈색의 액상형 나프탈렌계 고성능감수제와 비중 1.02, 연한 암갈색의 AE제를 사용하였다.

2.2 실험방법

(1) 슬럼프 및 공기량

KS F 2402에 따라 굳지않은 콘크리트의 슬럼프를 측정하였으며, KS F 2421에 준하여 압력법에 의한 굳지않은 콘크리트의 공기량을 측정하였다.

(2) 압축강도 및 휨강도

압축강도 시험은 KS F 2403, 2405에 따라 $\phi 10 \times 20$ cm의 공시체를 제조한 후 재령별 압축강도를 측정하였고, KS F 2408에 준하여 $10 \times 10 \times 40$ cm 공시체를 제조한 후 재령 28일에서 3등분점 하중법에 따라 콘크리트의 휨강도를 측정하였다.

(3) Image Analysis

믹싱 직후 PAC혼합 콘크리트를 $\phi 10 \times 20$ cm의 공시체에 타설하고 진동기를 이용하여 배합(Type I, II, III) 및 시간(10 및 60초)별로 분류한 후 깊이별(10, 15, 20cm)로 절단하였다. 그리고 절단면을 접사촬영한 후 Image Analyser에 의한 PAC의 면적비를 산출하였다.

2.3 콘크리트 배합

콘크리트 배합은 설계기준강도로부터 1종(270kgf/cm²), 2종(240kgf/cm²) 및 3종(210kgf/cm²)으로 나누었다. 이때 콘크리트의 배합표는 표 1과 같다.

표 1 콘크리트 배합표

Types	Items	G _{max} (mm)	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	S/a (%)	Unit Weight (kg/m ³)				
							W	C	S	PAC*	G
Type I	270	25	15	4~6	45	43	156	346	764	-	1,041
									382	526	
Type II	240	"	"	"	50	42	167	334	739	-	1,048
									370	509	
Type III	210	"	"	"	53	43	167	315	764	-	1,039
									382	526	

* PAC : Precious Aggregate for Construction

3. 실험결과 및 고찰

3.1 PAC를 혼합한 콘크리트의 강도특성

그림 1은 PAC을 혼합한 콘크리트의 재령별(7, 28, 91일) 압축강도를 나타낸 것이다. PAC을 50% 대체한 콘크리트는 세척사만을 혼합한 콘크리트보다 1.15~1.81배의 강도를 나타내었다. 그림 2는 재령 28에서 콘크리트의 휨강도를 나타낸 것이다. 휨강도 또한 세척사만을 사용한 콘크리트보다 1.14~1.25배의

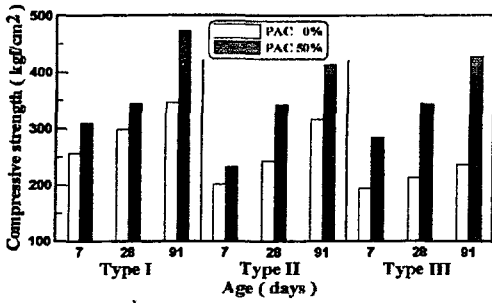


그림 1 PAC 사용 콘크리트의 재령별 압축강도

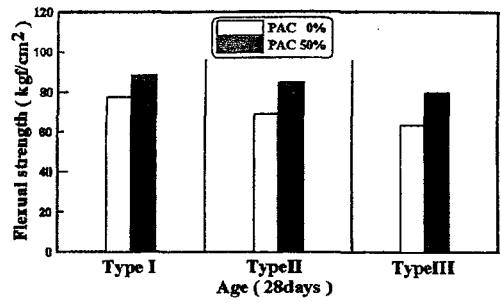


그림 2 PAC 사용 콘크리트의 휨강도 (재령28일)

강도를 나타내었다. 이러한 결과는 PAC의 표면에 있는 철성분과 시멘트와의 부착력에 기인한다고 생각된다.

3.2 Image Analysor을 이용한 재료분리

본 실험에 사용된 PAC의 비중은 3.65로서 천연 골재보다 상당히 크기 때문에 재료분리를 야기할 것으로 예상되어 콘크리트 단면적에 대해 Image analysis를 실시하였다. 사진 1, 2는 Image Analyser(Image Plus Pro)를 이용하여 콘크리트 단면에 존재하는 PAC의 면적을 스캔하고 데이터를 산출하는 과정을 나타내고 있다. 그림 3은 콘크리트 단면적에 대한 PAC의 면적비를 나타낸 것이다.

그림 3을 보면 Type I-10초, Type III-60초에서만 면적비가 깊이별로 증가함을 나타내고 남은 샘플에서는 일정한 추이를 보이지 않고 있다. 이는 PAC와 시멘트의 부착력이 좋다는 것을 의미하며 굵은 골재의 고른 분포 또한 PAC의 재료분리를 방지하는데 효과적이라는 것을 나타낸다.



사진 1 PAC 단면적 스캔

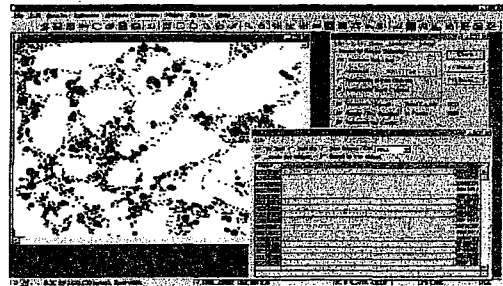


사진 2 PAC 단면적 데이터 산출

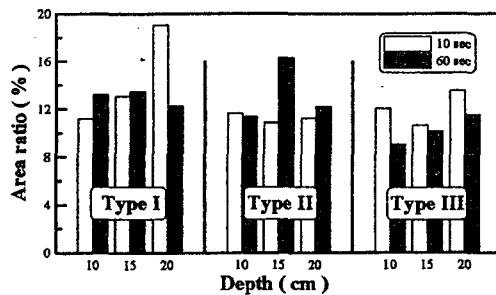


그림 3 콘크리트 단면에 대한 PAC의 단면적비

4. 결론

- (1) PAC를 사용한 콘크리트 압축강도 및 휨강도가 재령 및 배합에 상관없이 큰 값을 나타내었다. 이는 PAC가 완전 구형에 가깝고 시멘트와의 부착력이 좋기 때문이다.
- (2) PAC의 비중이 크지만 굵은골재의 고른 분포에 따른 영향과 PAC와 시멘트와의 부착력 때문에 우려했던 재료분리는 발생하지 않았다.