

개량형 3성분계 결합재를 사용한 조강형 저탄소 콘크리트의 기초적 특성

A Engineering Properties of High Early Strength Low Carbon Concrete Using Modified Ternary Blended Cement

최 현 규* 한 상 윤* 김 경 민** 박 상 준*** 한 민 철**** 한 천 구*****

Choi, Hyun-Kyu Han, Sang-Yoon Kim, Kyung-Min Park, Sang-Joon Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

This study is to investigate the engineering properties of low heat concrete incorporating improved ternary blended cement by combining OPC(original portland cement), blast furnace slag and fly ash. The results were summarized as following ; For ITB(Improved Ternary Blend)mixture was that setting time proved to be accelerated, and adiabatic temperature rises were low. The use of ITB resulted in an increase of initial compressive strength.

키 워 드 : 조강형 저탄소 콘크리트, 개량형 3성분계 결합재

Keywords : high early strength low carbon concrete, modified ternary blended cement

1. 서 론

최근 저탄소 녹색성장에 대한 중요성이 강조됨에 따라 현대 건설 산업에서도 CO₂ 배출량을 저감하기 위한 다각적인 검토가 이루어지고 있는 실정이다. 이와 관련하여 콘크리트 제조과정에서 혼합되는 시멘트량에 따라 CO₂ 배출량이 달라지는 것으로 알려져 있어 건설 산업에서는 고로슬래그 미분말 및 플라이애시 등의 광물질 혼화재를 결합재로 사용하는 혼합시멘트를 사용함으로써 시멘트 사용량을 절감하고 있다.

그러나 실무 현장에서는 혼화재가 다량치환 될 경우 초기강도 저하로 공기지연과 내구성 저하 등의 문제점이 지적되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 다량의 혼화재를 사용한 콘크리트의 초기강도를 향상 시킬 수 있는 방안을 모색하고자 현재 많은 건설현장에서 사용하고 있는 저열 결합재, 기존 3성분계 결합재를 활용한 콘크리트와 금번 본 연구팀의 선행연구로 개발된 개량형 3성분계 결합재 콘크리트의 기초적 특성을 비교·분석함으로써 개발품의 우수성을 입증하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 즉, W/B 35 %에 대하여 결합재를 저열(이하 LHC), 기존 3성분계(이하 OTB) 및 개량형 3성분계(이하 ITB) 3수준으로 균지않은 콘크리트에서는 슬럼프, 공기량, 응결시간, 간이단열온도상승량을 측정하였고, 경화 콘크리트는 각 재령별 압축강도를 측정하였다. 또한, 사용재료는 모두 국내산을 사용하였으며, 실험방법은 KS 표준에 의거하여 실시하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합 사항	W/B (%)	35	
	슬럼프 (mm)	1	150 ± 25
	공기량 (%)	4.5 ± 1.5	
	결합재 (%)	3	·저열(LHC) - (저열시멘트:FA=70:30) ·기존 3성분계(OTB) - (OPC ¹⁾ :BS ²⁾ :FA ³⁾ =30:40:30) ·개량형 3성분계(ITB) - (OPC+FC ⁴⁾ :BS+M ⁵⁾ :FA+FLP ⁶⁾ =30:40:30)
실험 사항	균지않은 콘크리트	4	·슬럼프 ·공기량 ·응결시간 ·간이단열온도상승
	경화 콘크리트	1	·압축강도(1, 2, 3, 7, 28, 56일)

1) 보통 포틀랜드시멘트 2) 고로슬래그 미분말 3) 플라이애시

4) 미분시멘트 5) 믹스콘알파 6) 석회석 고미분말

* 청주대학교 대학원 건축공학과 석사과정, 교신저자
(friendchk@naver.com)

** (주)대우건설기술연구원 전임연구원

*** (주)대우건설기술연구원 책임연구원

**** 청주대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

***** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

3. 실험결과 및 분석

표 2는 굳지않은 콘크리트의 시험결과를 나타낸 것으로서, 슬럼프 및 공기량은 모두 목표 범위를 만족하는 것으로 나타났다.

그림 1은 결합재별 경과시간에 따른 관입저항치를 나타낸 것으로서 응결시간이 LHC가 약 13시간으로 가장 빠른 종결시간을 나타냈으며, OTB는 약 26시간, ITB는 19시간으로 나타나, ITB는 LHC보다 응결이 지연되는 것으로 나타났지만, OTB보다는 7시간 단축되는 것으로 나타났다. 이는 ITB의 결합재인 미분시멘트와 $M\alpha$ 의 상대적으로 높은 분말도 및 알칼리의 영향으로 수화가 촉진되어 나타난 것으로 판단된다.

그림 2는 경과시간에 따른 간이단열온도상승량을 나타낸 것이다. 먼저 LHC가 43.1℃로 가장 높은 수화열이 나타났는데, 이는 3성분계 결합재보다 시멘트의 비율이 크기 때문으로 사료된다. 한편, OTB는 35.2℃, ITB는 38.0℃로 ITB가 OTB보다 약 3℃의 온도상승이 있으나 전반적으로 유사한 경향의 낮은 온도이력을 나타냈다.

그림 3은 재령경과에 따른 압축강도를 나타낸 것이고, 그림 4는 재령별 결합재 종류에 따른 압축강도 발현율을 비교한 것이다. 먼저 LHC는 재령 56일에서 60 MPa로 가장 높은 압축강도를 나타냈고, OTB는 50 MPa, ITB는 54 MPa로 나타났다.

표 2. 굳지않은 콘크리트의 시험결과

배합	슬럼프(mm)	공기량(%)
LHC	145	4.0
OTB	160	3.5
ITB	150	3.5

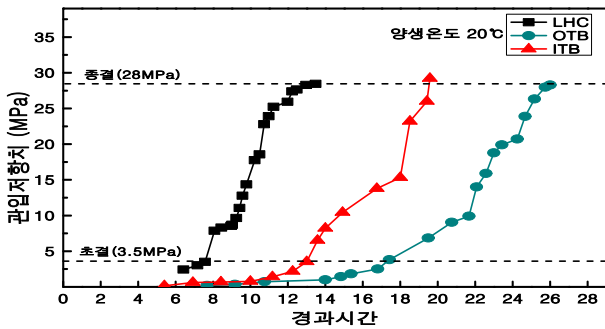


그림 1. 경과시간에 따른 관입저항치

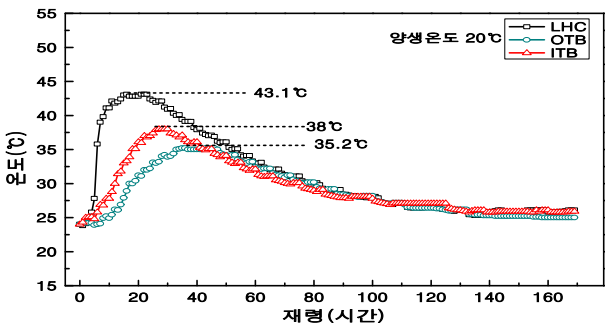


그림 2. 경과시간에 따른 단일온도 상승량

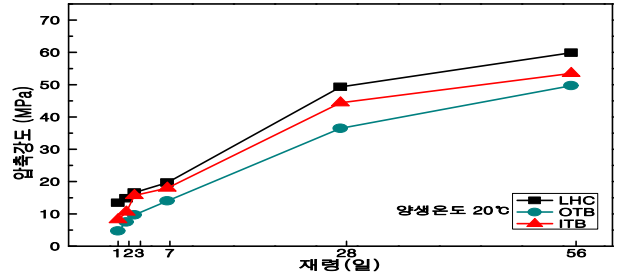


그림 3. 재령경과에 따른 압축강도

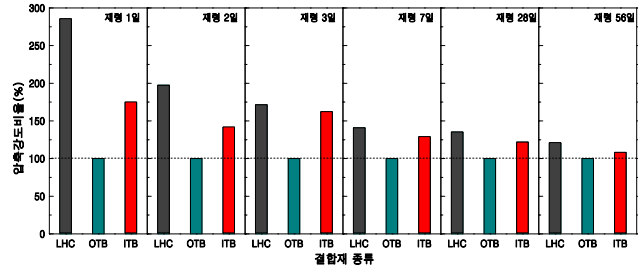


그림 4. 결합재 종류별 재령에 따른 압축강도 발현율 비교

또한, 전반적으로 결합재 종류에 관계없이 모든 재령에서 LHC가 높은 강도발현율을 나타냈고, 초기재령 1~7일에서 ITB도 OTB보다 30~75% 높은 강도발현율을 나타냈지만, 장기재령에서는 OTB와 ITB의 경우 강도발현율이 유사한 것으로 나타났다. 이는 미분 시멘트의 고분말도로 인해 급격한 조기수화반응을 일으키지만, 시간이 경과함에 따라 강도증진이 둔화되어 나타난 것으로 분석된다.

4. 결 론

- 1) 본 연구에 의해 개발된 ITB는 기존 OTB보다 응결시간은 촉진되었고, 단일온도상승온도는 LHC보다 낮고 OTB와는 유사하였다.
- 2) ITB는 OTB보다 초기재령에서 강도발현이 향상되었고, 장기재령에서는 전반적으로 유사한 결과를 나타냈다.

종합적으로 낮은 수화열과 향상된 조기강도 발현량을 고려할 때 개량형 3성분계 결합재가 조강형 저발열성을 발휘하는 배합에 효과적으로 적용될 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 (주)대우건설기술연구원의 지원에 의해 수행된 것으로서, 위 기관에 감사한다.

참 고 문 헌

1. 김연승외 4인 ; 3성분계 시멘트를 사용한 매스콘크리트의 내부온도 특성에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제27권 제1호, pp.651~654, 2007