

배합에 따른 초고강도 콘크리트의 자기수축 특성

Autogenous Shrinkage Properties of Ultra High Strength Concrete According to the Mixing Design

하 정 수* 백 민 수** 이 주 하*** 손 유 신*** 이 승 훈**** 정 상 진*****
 Ha, Jung-Soo Paik, Min-Su Lee, Joo-Ha Sohn, Yu-Shin Lee, Seung-Hoon Jung, Sang-Jin

Abstract

In this study, W/B that affect the strength and shrinkage were 4 level(14.5~11.5%), so that the and the physical and shrinkage properties were verified. And the shrinkage formula is suggested at the age of 91. The results showed that the strength of W/B 12.5% was the highest strength. And as W/B decreased, the shrinkage ratio increased. The autogenous shrinkage was rapidly decreased after 28 days.

키 워 드 : 초고강도 콘크리트, 물결합재비, 자기수축
 Keywords : Ultra High Strength Concrete, Water-Binder Ratio, Autogenous Shrinkage

1. 서 론

최근 건축물이 점차 고층화, 대형화 됨에 따라 콘크리트의 구조물의 자중을 저감시키고 부재의 단면을 감소시킬 수 있는 고강도 콘크리트의 사용이 요구되고 있다.

물-결합재비(W/B)가 낮은 초고강도 콘크리트는 배합 특성상 매우 낮은 공극률과 시멘트풀 내에 불연속의 모세관 공극 구조를 갖기 때문에 타설 후 수일 이내에 콘크리트 내부가 빠르게 건조화 되는 자기 건조로 인해 자기 수축이 발생하여 일반 콘크리트에 비해 초기 균열 발생의 가능성이 높아진다. 콘크리트 수축으로 인한 균열 발생은 콘크리트 내로의 유해한 물질의 침투 경로가 되어 구조물의 내구 성능을 저하시켜 구조물의 사용 수명이 단축된다.

이에 본 연구에서는 초고강도 콘크리트가 일반콘크리트와 상이한 특성을 나타내고 있는 자기수축 변형 특성을 검토하여 초고강도 콘크리트의 효과적인 활용방안을 제안하는데 연구의 목적이 있다.

2. 실험개요

설계기준강도 및 수축변형에 큰 영향을 미치는 물-결합재비를 14.5~11.5%의 4수준으로 설정하고 100×100×400mm의 시험체를 각각 2개씩 제작하였으며, 제조된 콘크리트는 온도 20±

2℃, 습도 50±5%의 양생 조건에서 보관하였다.

표 1. 사용재료

항목	기호	물리적특성
시멘트	C	보통포틀랜드시멘트, 밀도3.15g/cm ³
	Gy	밀도2.70g/cm ³ , 분말도3,500cm ² /g
혼화제	BS	밀도2.90g/cm ³ , 분말도7,500cm ² /g
	ZSF	중국산, 밀도2.25g/cm ³ , 분말도10.2m ² /g
골재	S	밀도2.65g/cm ³ , 흡수율0.98%
	G	밀도2.70g/cm ³ , 흡수율1.45%
혼화제	SP	폴리카보산계고성능AE감수제

· Gy: 무수석고, BS: 고로슬래그, ZSF: 실리카폼

표 2. 배합

배합 No.	W/B (%)	슬럼프 플로 (mm)	Air (%)	단위량 (kg/m ³)							SP (B×%)
				W	C	ZSF	BS	Gy	S	G	
1	14.5	80±10	1.5±0.5	150	569	207	207	52	433	819	1.2
2	13.5				611	222	222	56	408	772	1.5
3	12.5				660	240	240	60	379	717	1.6
4	11.5				717	261	261	65	345	653	1.8

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 콘크리트의 특성

각 배합의 슬럼프플로 및 공기량 실험결과를 그림1에 나타내었다. 슬럼프플로는 795mm~855mm 범위였으며, 공기량의 경우 1.7%~2.0%로 목표 슬럼프 플로 및 공기량을 만족하는 실험결과가 측정되었다.

* 단국대학교 건축공학과 석사과정
 ** 단국대학교 건축공학과 외래강사, 공학박사
 *** 삼성물산(주) 건설부문 기술연구센터, 선임연구원
 **** 삼성물산(주) 건설부문 기술연구센터, 수석연구원
 ***** 단국대학교 건축공학과 교수, 교신저자
 (d-jsjin@hanmail.net)

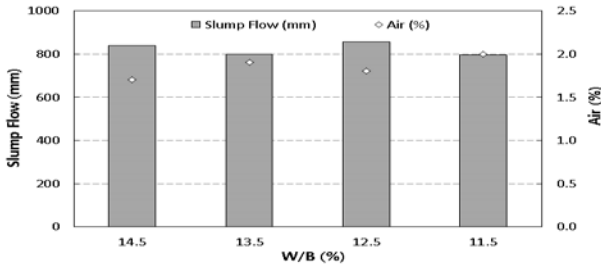


그림 1. 배합별 슬럼프 플로 및 공기량

3.2 경화 콘크리트의 압축강도 특성

각 배합의 압축강도 특성을 그림2에 나타내었다.

W/B를 변화시킨 No.1~No.4 배합의 경우 재령 3일의 초기강도는 W/B14.5% 배합이 98.6MPa로 가장 높은 강도 발현을 하였고 재령 91일의 장기강도는 W/B 12.5%가 가장 높은 강도를 발현을 하는 것으로 측정되었다.

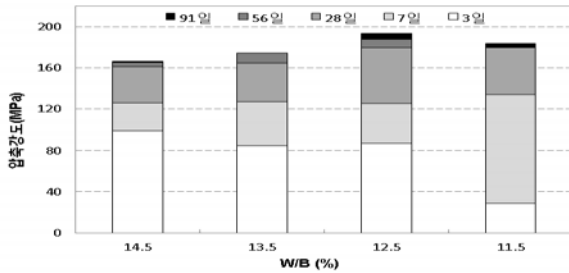


그림 2. 압축강도 실험결과

3.3 경화 콘크리트의 변형특성

그림3은 W/B 변화에 따른 자기수축 변형을 나타낸 것이다. W/B가 저하할수록 수화 초기의 수축은 증가하는 것으로 측정되었다.

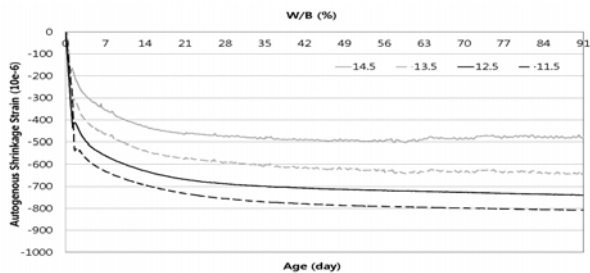


그림 3. W/B 변화에 따른 자기수축변형

재령 28일의 자기수축 변형률은 W/B 14.5, 13.5, 12.5, 11.5%에서 각각 -475.5μ , -592μ , -688μ , -775.5μ 으로 측정되었으며, 재령 91일의 경우 -482μ , -642μ , -740μ , -807.5μ 로 측정되어 재령 28일 이후의 자기수축은 급속히 감소하는 경향을 나타내고 있다.

본 실험을 통하여 도출된 W/B11.5~14.5%, No.1~ No.4 배합의 결과를 가지고 W/B 20% 이하의 초고강도 콘크리트의 재령 91일에서의 자기수축 변형률 $\epsilon_{91}(W/B)$ 를 예측할 수 있는 다음

식을 제안한다.

$$\epsilon_{91}(W/B) = 6100 \cdot \exp[-17.22(W/B)]$$

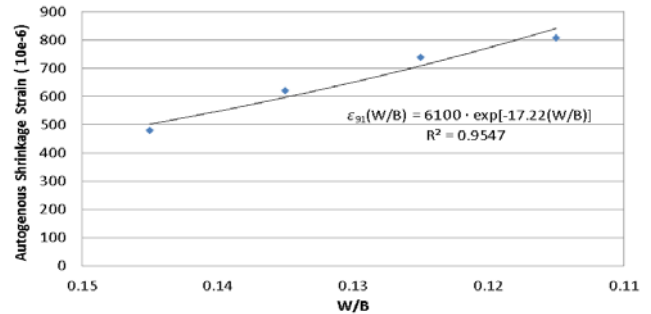


그림 4. W/B에 따른 초고강도 콘크리트의 91일 자기수축률

4. 결 론

- 1) 변형 특성 평가 실험을 위한 굳지 않은 콘크리트 실험 결과 각 배합의 슬럼프플로는 795mm~855mm로 나타났으며, 공기량의 경우 1.7%~2.0%로 측정되었다.
- 2) 재령 28일의 자기수축 변형률은 W/B 14.5, 13.5, 12.5, 11.5%에서 각각 -475.5μ , -592μ , -688μ , -775.5μ 으로 측정되었으며, 재령 91일의 경우 -482μ , -642μ , -740μ , -807.5μ 로 측정되어 재령 28일 이후의 자기수축은 급속히 감소하는 경향을 나타내고 있다.
- 3) 본 실험을 통하여 도출된 W/B 11.5~14.5%, No.1~ No.4 배합의 결과를 가지고 W/B 20% 이하의 초고강도 콘크리트의 재령 91일에서의 자기수축 변형률 $\epsilon_{91}(W/B)$ 를 예측할 수 있는 다음을 제안한다.

$$\epsilon_{91}(W/B) = 6100 \cdot \exp[-17.22(W/B)]$$

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비지원(과제번호 # 09 첨단도시A01)에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Tazawa, E. AND Miyazawa S, "Prediction Model for Shrinkage of Concrete Including Autogenous Shrinkage, Creep, Shrinkage and Durability Mechanics of Concrete and Other Quasi-Brittle Materials", Proceedings of Sixth International Conference, Elsevier Science Ltd, pp. 735~746, 2001.
2. JCI, 自己收縮研究委員會報告書, 1996. 11