

# W/B 및 골재암종 변화에 따른 초고강도 콘크리트의 자기수축특성

## Autogenous Shrinkage of Ultra-high Strength Concrete according to W/B and Aggregate Kinds

정 상 운\*      김 태 선\*      이 흥 규\*      한 동 엽\*\*      한 민 철\*\*\*      한 천 구\*\*\*\*

Jung, Sang-Woon    Lee, Hong-Kyu    Jo, Man-Ki      Kim, Gyu-Dong    Han, Min-Cheol    Han, Cheon-Goo

### Abstract

The aim of this research is selecting an economical aggregate type for ultra-high strength concrete with 80 to 120 MPa of compressive strength. As the tests, the effect of water-to-binder ratios and types of aggregate on autogenous shrinkage of ultra-high strength concrete were evaluated, as the results of a series of tests performed, the slump flow was satisfied the target range of  $600 \pm 100$  mm, and the concrete mixture with RLA showed higher elastic modulus than the other cases. For the autogenous shrinkage preventing performance, in the case of water-to-binder ratio of 15, and 20 %, the mixture with BA showed slightly improved autogenous shrinkage reducing effect than the mixture with RLA while the mixture with RLA showed better performance at 25 % of water-to-binder ratio. Therefore, based on the tests results of slump flow, elastic modulus, and autogenous shrinkage, the RLA is considered as a better aggregate type for this purpose.

키 워 드 : 초고강도 콘크리트, 자기수축

Keywords : ultra-high strength concrete, autogenous shrinkage

### 1. 서 론

최근 중국, 중동 및 신흥 개발도상국을 중심으로 각국에서는 인프라 구축 및 초고층 건물 시공을 목적으로 초고성능 콘크리트의 활용이 급격히 증가하고 있다. 이러한 초고성능 콘크리트는 고유동, 고강도, 고내구성 및 고인성등의 성능을 발휘하는 장점을 가진 반면 다량의 시멘트 사용에 따른 높은 수화열 및 자기수축의 발생이 문제시되고 있다. 특히 자기수축과 관련하여 이를 저감하기 위한 방안으로 고가의 팽창재, 수축 저감제를 사용하고 있는데, 수축을 제어하기 위한 방안으로 탄성계수가 높은 굵은 골재의 사용량 증가도 고려해볼 필요가 있다.

따라서 본 연구는 압축강도 80~120 MPa급 초고강도 콘크리트의 경제적인 제조를 위한 일련의 실험중 탄성계수가 높고 경제적인 골재를 선정하여 이들이 자기수축 저감에 미치는 영향을 실험적으로 고찰하고자 하는데, 본 연구범위에서는 W/B 변화 및 굵은골재 종류변화에 따른 자기수축 특성을 분석하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 배합사항으로는 W/B 15, 20, 25 %의 3 변수를 대상으로 골재를 GA, RLA 및 BA의 3종류를 사용하여 총 9배치로 계획하였고, 결합재로서 OPC:FA:SF=7:2:1의 조합에 목표슬럼프 플로  $600 \pm 100$  mm로 계획하였다. 실험사항으로 굳지 않은 콘크리트에서는 슬럼프 플로를 측정하였고, 경화콘크리트에서는 자기수축 길이변화율과 탄성계수를 측정하였다. 실험방법은 KS 규격에 의거하여 진행하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합사항	W/B (%)	3	15, 20, 25
	목표 슬럼프 플로 (mm)	1	$600 \pm 100$
	결합재 구성 (%)		OPC:FA:SF = 7:2:1
	골재종류*	3	GA, RLA, BA
실험사항	굳지 않은 콘크리트	1	슬럼프 플로
	경화 콘크리트	2	탄성계수 자기수축길이변화율

\* GA : Granite Aggregate(화강암)  
 RLA : Recycle Limestone Aggregate(석회암)  
 BA : Basalt Aggregate(현무암)

\* 청주대학교 건축공학과 석사과정  
 \*\* 청주대학교 산업과학연구소 전임연구원  
 \*\*\* 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사  
 \*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

### 3. 실험결과 및 분석

#### 3.1 굳지않은 콘크리트 특성

그림 1은 골재종류별 W/B 변화에 따른 슬럼프 플로를 나타낸 것이다. 먼저, 배합설계에 의해 모든 배합에서 목표범위인  $600 \pm 100$  mm의 범위를 만족하였고, W/B가 낮아질수록 슬럼프 플로가 증가하였다. 골재 종류변화에 따라서는 RLA 및 BA를 사용한 배합의 경우 GA를 사용한 Plain배합에 비해 높은 유동성을 나타내었는데, 이는 RLA 및 BA의 높은 입형판정 실적율에 기인한 결과로 판단된다.

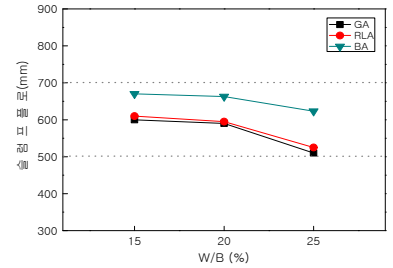


그림 1. 골재종류별 W/B 변화에 따른 슬럼프 플로

#### 3.2 탄성계수 특성

그림 2는 W/B별 골재종류 변화에 따른 탄성계수를 나타낸 것이다. RLA를 사용한 배합이 타 배합에 비해 탄성계수가 약 19.3 % 정도 높은 것으로 나타났다. 이는 RLA 자체의 높은 탄성에 기인한 결과로 판단된다.

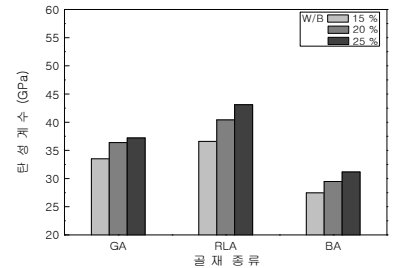


그림 2. W/B별 골재종류 변화에 따른 탄성계수

#### 3.3 자기수축 특성

그림 3~5는 골재종류별 W/B 변화에 대한 자기수축 길이변화를 나타낸 것이다. 전반적으로 W/B에 관계없이 BA를 사용한 경우에서 가장 낮은 자기수축 변화율을 나타내고 있었는데, RLA, BA를 사용한 배합의 경우가 Plain 배합의 경우보다 약 9.3, 19.2 % 정도 자기수축저감 효과가 있는 것을 확인할 수 있었으며, W/B 20 %의 경우도 같은 경향을 나타내었다. 한편, W/B 25 %에서는 RLA를 사용한 배합이 BA를 사용한 배합보다 약 17.5 % 자기수축저감 효과가 있는 것을 확인할 수 있었는데, 이는 RLA의 성분과 시멘트  $C_3A$ 의 반응에 의한 약간의 체적팽창 및 RLA의 높은 탄성계수에 의하여 시멘트 페이스트의 수축을 구속함에 기인한 결과로 판단된다.

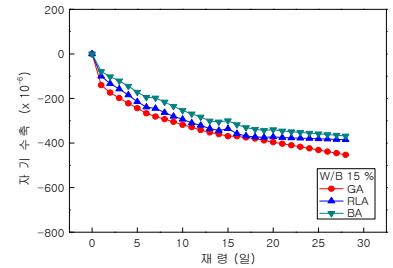


그림 3. 골재종류별 W/B 15 %에 대한 자기수축 길이변화

### 4. 결 론

본 연구는 W/B 및 골재종류 변화에 따른 자기수축 특성에 대한 연구로서 그 결과는 다음과 같다.

- 1) 콘크리트의 탄성계수는 골재 자체의 높은 탄성으로 인하여 RLA를 사용한 배합이 타 배합에 비해 높은 탄성계수를 나타내었다.
- 2) 자기수축은 Plain인 GA를 사용한 배합의 경우보다 RLA 및 BA를 사용한 배합에서 모두 자기수축 저감효과가 우수하였는데, 이는 골재의 높은 탄성계수에 기인된 결과로 판단된다.

#### 감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 건설기술연구사업의 연구비지원(13건설연구A02)에 의해 수행되었습니다.

#### 참 고 문 헌

1. 한천구, 한민철, 김현우, 백대현; 석회암 부순 굵은골재가 콘크리트의 특성에 미치는 영향, 대한건축학회 논문집(구조계), 제24권 제11호, 2008

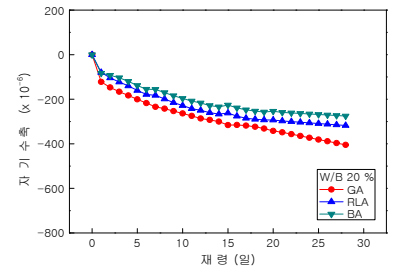


그림 4. 골재종류별 W/B 20 %에 대한 자기수축 길이변화

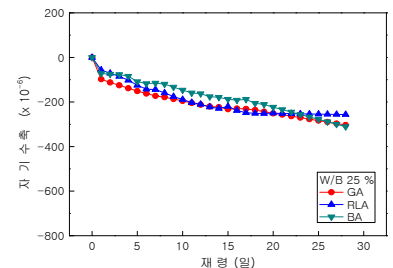


그림 5. 골재종류별 W/B 25 %에 대한 자기수축 길이변화