

# 고성능 감수제 종류에 따른 초고성능 섬유보강 콘크리트의 응결 및 압축강도에 미치는 영향

## Effect of Superplasticizer on Setting Time and compressive strength of Ultra High Performance Concrete

백성진<sup>1\*</sup> · 현승용<sup>2</sup> · 김종<sup>3</sup> · 한민철<sup>4</sup> · 한천구<sup>5</sup>

Baek, Sung-Jin<sup>1\*</sup> · Hyun Seung-Yong<sup>2</sup> · Kim, Jong<sup>3</sup> · Han, Min-Cheol<sup>4</sup> · Han, Cheon-Goo<sup>5</sup>

**Abstract :** In this study, the setting characteristics of the high range water reducing agent to minimize the retardation of UHPC were confirmed to minimize the setting time in the hardening of UHPC. As a result of the study, there was a slight change depending on the difference in the type of Superplasticizer, K > P > D = S > E in the order of condensation promotion, and E > S = D = K > P on the 28th day.

**키워드 :** 초고성능 섬유보강 콘크리트, 고성능 감수제, T-50, 응결측정시험, 압축강도 시험

**Keywords :** ultra high fiber reinforced performance concrete, superplasticizer, t-50, setting time, compressive strength

### 1. 서론

초고성능 콘크리트(Ultra High Performance Concrete, 이하 UHPC)는 일반 콘크리트에 비해 기계적 물성과 우수한 내구성 및 고밀도 복합체로 교량, 건축물, 철도 및 도로 등에 널리 사용된다.

하지만, UHPC는 낮은 물-결합재 비, 고성능 감수제의 높은 사용량으로 인하여, 응결시간이 지연됨으로 급속경화 양생설비를 사용하여 성능을 확보하고 있는 실정이며, 이에 따라 대부분 증기양생을 통한 급속경화를 실시하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 각 제조사별 혼화제 종류에 따른 C-S-H계 나노입자를 함유한 조강제를 활용하여 UHPC의 응결시간을 촉진시켜서 응결 및 압축강도 특성을 분석하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같으며, 배합사항은 표 2와 같다. UHPC는 SC120F를 사용하였으며, 조강형 고성능감수제의 종류로는 국내 혼화제 제조사에서 생산되는 P, S, D, K, E를 사용하였다. 측정사항으로는 먼저 굳지않은 콘크리트에서 슬럼프 플로는 KS F 2594에 의거하여 측정하였고, 응결측정은 UHPC 배합에서 섬유를 제거한 모르타르 표면에 액상형 파라핀 오일을 도포 하여 KS F 2436의 규정에 따라 실시하였으며, 경화된 콘크리트에서 압축강도 측정은 KS F 2405의 규정에 따라 실시하였다.

표 1. 실험계획

실험항목	실험 요인				실험사항			
	W/B (%)	슬럼프 플로우	UHPC 제품	고성능 감수제	굳지않은 콘크리트		경화된 콘크리트	
실험사항	1			5	3			1
	23	600 이상	SC120F	P, S, D, K, E	슬럼프 플로우	T-50	응결	압축강도 (1, 3, 7, 28일)

1) 청주대학교, 건축공학과 박사 연구원  
 2) 청주대학교, 건축공학과 명예석좌교수 공학박사  
 3) 청주대학교, 건축공학과 교수 공학박사  
 4) 청주대학교, 조교수, 공학박사  
 5) 청주대학교, 백성진 석사과정(psj970616@gmail.com)

표 2. UHPC 배합표

W/B (%)	단위질량(kg/m <sup>3</sup> )					
	단위수량	프리믹싱결합재 <sup>1)</sup>	모래 <sup>2)</sup>	강섬유	수축 저감제	고성능 감수제
				20 mm		
23	210	1,180	847	78	7	17

1) 프리믹싱결합재: 시멘트, 실리카폼, 고로슬래그 미분말, 충전재(CaCO<sub>3</sub> 함유 재료)

2) 모래 : 일반 모래

### 3. 실험결과 분석 및 고찰

본 연구에서는 UHPC의 조강형 고성능 감수제의 종류에 따른 응결 및 압축강도 특성을 분석한 것이다. 그림 1은 고성능 감수제별 슬럼프 플로 및 T-50을 나타낸 그래프이다. 모든 배합에서 목표 슬럼프 플로를 만족하는 것으로 나타났으며, K, D, S의 경우는 동일한 감수제 사용량에서 우수한 유동성을 나타냈다. 또한 T-50의 경우 모든 배합에서 7초 이내로 T-50을 달성하는 것을 나타냈지만 P의 경우 36초로 다소 오랜 시간이 걸리는 것을 알 수 있었다. 그림 2에서는 고성능 감수제 종류에 따른 UHPC의 응결시간을 그래프로 나타낸 것이다. 감수제 종류에 따른 종결특성은 K>P>D=S>E 순서로 빠른 것으로 나타났다. 이는 고성능 감수제 성분 중 폴리아크릴산계에 있는 C-S-H 나노입자가 배합수에서 수화물의 핵으로 작용하며 수화 생성물간의 브릿지(bridge) 역할과 C-S-H 핵이 성장하여 수화물의 생성이 촉진되는 영향으로 판단된다.<sup>1)</sup>

그림 3에서는 고성능 감수제별 압축강도 특성을 28일로 나타낸 것이다. 1일차의 경우는 P>K>D>E=S 순으로 나타났으며, 3일차의 경우 D>K=P>S=E 순으로 나타났으며, 7일차의 경우 E>S>D>K=P 순이며, 28일차의 경우 E>S=D=K>P 순으로 나타났다.

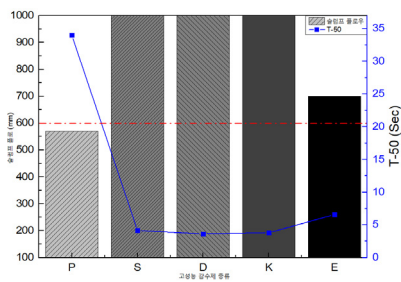


그림 1. 고성능 감수제별 슬럼프 플로

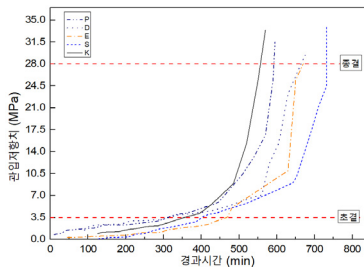


그림 2. 고성능 감수제별 응결

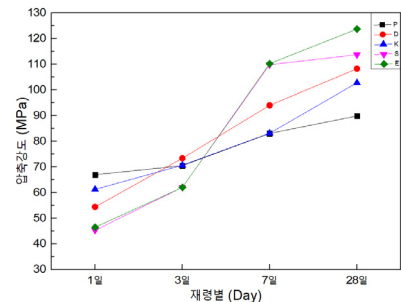


그림 3. 재령별 압축강도 (28일)

### 3. 결론

본 연구에서는 UHPC의 응결을 촉진시키고자 UHPC의 고성능 감수제 종류에 따른 기초물성, 응결 및 압축강도를 분석하였다. 분석 결과는 다음과 같다.

- 1) 슬럼프 플로와 T-50의 결과로는 모든 배합에서 목표 슬럼프 플로를 만족하는 것으로 나타났으며, K, D, S의 경우 동일한 감수제 사용량에서 우수한 유동성을 나타냈으며, T-50의 경우 D>K>S>E>P 순으로 유동성이 높은 것을 알 수 있었다.
- 2) 응결시간이 가장 촉진되는 순서로는 K>P>D=S>E 순서로 나타났다. 이는 고성능 감수제 성분 중 C-S-H 나노입자가 배합수에서 수화물의 핵으로 작용하며 수화 생성물간의 브릿지(bridge) 역할과 C-S-H 핵이 성장하여 수화물의 생성이 촉진되는 영향으로 판단된다.
- 3) 압축강도는 28일차기준으로는 E>S=D=K>P 순으로 나타났다.

### 감사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부 한국건설기술연구원 연구운영비지원(주요사업)사업으로 수행되었습니다(20220140-001, (22주요-대3-목적)남북한 공동번영을 위한 인프라 통합·연계 기반 구축 연구 (2/2)).

### 참고문헌

1. Jeffrey Thomas. Influence of Nucleation Seeding on the Hydration Mechanisms of Tricalcium Silicate and Cement. 2009. p. 4327-4334.