

# 추정계를 활용한 3성분계 콘크리트의 응결 및 압축강도 추정

## Estimation of Setting Time and Compressive Strength of Ternary Blended Concrete Applying Estimator

박재웅<sup>1\*</sup> · 임군수<sup>2</sup> · 김종<sup>3</sup> · 한민철<sup>4</sup> · 한천구<sup>5</sup>

Park, Jae-Woong<sup>1\*</sup> · Lim, Gun-Su<sup>2</sup> · Kim, Jong<sup>3</sup> · Han, Min-Cheol<sup>4</sup> · Han, Cheon-Goo<sup>5</sup>

**Abstract :** This study aimed to evaluate the feasibility of estimating the setting time and compressive strength in Ternary Blended Concrete(TBC) using Settimer, Strength meter, and Hybrid meter. It was determined that the hardness values at the initial setting time and final setting time of Settimer, Hybrid meter, and at the 5 MPa of Strength meter were not affected by the mixing ratio of TBC. However, future studies need to consider the errors caused by the instability of the measurement surface during condensation and the state of the measurement surface after hardening.

**키워드 :** 3성분계, 세티미터, 스트렝스미터, 하이브리드 미터

**Keywords :** ternary blended concrete, settimeter, strength meter, hybrid meter

### 1. 서론

건설현장에서 콘크리트 타설 후 초기 단계의 품질관리는 바닥 미장 시공을 위한 응결시간 확인, 소요 재령에서의 압축강도와 내구성 확보 차원에서 매우 중요하다. 하지만 국내에서는 표면 마감 작업시기 판정방법이 정립되어 있지 않아 기능공의 주관적 판단에 의해 수행되고 있으며, 측면 거푸집 탈형 시기의 경우에는 구조체 관리용 공시체를 이용해야 하는 번거로움으로 초기품질관리에 어려움이 있다. 이에 본 연구진은 고무경도계(Durometer)를 활용하여 응결시간 측정방법 및 초기 압축강도 추정방법을 제안한 바 있다.

따라서 본 연구에서는 앞선 연구의 후속 연구로서 표면 경도측정에 의한 응결 및 압축강도 예측 연구의 영향인자 연구로 3성분계 콘크리트(이하 TBC: Ternary Blended Concrete)의 혼합비율에 따른 Settimer, Strength meter 및 Hybrid meter(a),(b)를 활용한 응결시간 및 압축강도 추정 가능성을 평가하고자 한다.

표 1. 실험계획

구분	실험요인	실험수준				
배합 사항	W/C(%)	1	• 40			
	목표 슬럼프(mm)		• 180±25			
	목표 공기량(%)		• 4.5±1.5			
실험 사항	혼합비율(%)	3	FA	0 <sup>1)</sup>	10	20
			BS		20	40
실험 사항	응결시간	4	• Proctor 관입저항시험기 • Settimer • Hybrid meter(a) • Hybrid meter(b)			
	압축강도	4	• 만능재료시험기(UTM) • Strength meter • Hybrid meter(a) • Hybrid meter(b)			

1) Plain

### 2. 실험 계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 실험사항은 KS 표준에 의거하여 진행하였다. Settimer, Strength meter 및 Hybrid meter의 상세규격은 표 2와 같고, 측정시 ASTM D 2240의 방법을 참고하였으며, 측정치의 오차를 줄이기 위해 5회 측정 후 평균값을 사용하였다. 측정기기들의 구성 및 원리는 그림 1과 같으며 ASTM D 2240을 참고하여 20~80 HD를 신뢰성이 높은 구간으로 설정하고 실험을 계획하였다.

표 2. 측정기기의 추정치의 상세 규격

종류	type	단면형상	직경(mm)	침깊이(mm)
Settimer	C	원기둥	5.0	2.1
Strengthmeter	D		1.0	
Hybridmeter(a)			1.5	
Hybridmeter(b)			2.0	

1) 청주대학교 건축공학과, 석사과정, 교신저자(jaewoong918@naver.com)

2) 청주대학교 건축공학과, 박사과정

3) 청주대학교 건축공학과, 조교수

4) 청주대학교 건축공학과, 정교수

5) 청주대학교 건축공학과, 명예석좌교수

### 3. 실험결과 및 분석

그림 2와 3은 TBC 혼합비율에 따른 측정기구별 초결 및 종결시의 경도치를 나타낸 것이다. 먼저, *Settimeter*의 경우 초결시 평균 54.5 HD로 TBC 치환율에 따라  $\pm 3.4$  HD를 확인하였으며, 종결시 평균 81.2 HD로  $\pm 2.0$  HD를 확인하였다. *Hybrid meter(a)*이 경우 초결시 평균 14.1 HD로 오차범위  $\pm 2.6$  HD를 확인하였으며, 종결시 58.2 HD로 오차범위  $\pm 1.4$  HD를 확인하였다. *Hybrid meter(b)*의 경우 초결시 평균 16.8 HD, 오차범위  $\pm 6.9$  HD를 확인하였고 종결시 평균 68.1 HD, 오차범위  $\pm 4.7$  HD를 확인하였고 응결영역에서의 측정은 크고 작은 오차범위를 확인할 수 있었다. 이는 콘크리트의 소성체 단계에서 측정면의 상태가 다소 불안정하여 응결 정도치 오차범위가 크게 나타나는 것으로 판단된다.

그림 4는 TBC의 혼합비율에 따른 5 MPa 도달시 측정 기구별 경도치를 나타낸 것이다. *Strength meter*의 경우 5 MPa 도달시 평균 76.0 HD, 오차범위  $\pm 7.6$  HD를 확인하였다. 또한, *Hybrid meter(a)*, *(b)*의 경우 5MPa 도달 시 각각 평균 80.2 HD, 82.1 HD, 오차범위  $\pm 3.4$ ,  $\pm 2.9$  HD를 확인하였다. 측정시 크고 작은 경도값의 오차범위를 확인할 수 있었는데, 이는 측정시 측정면의 상태가 반복측정에 따라 표면이 점점 평탄화되어 오차범위가 줄어드나, 평탄화가 완전히 이루어지지 않은 부분에서 오차범위가 발생한 것으로 판단된다. 또한, TBC 혼합비율에 따라서는 각각의 응결 및 압축강도 발현 시기의 시간차를 확인하였으나, 기기별 응결 및 5MPa 정도치에 대한 영향은 없는 것으로 확인하였다.

### 4. 결론

본 연구는 *Settimeter*, *Strength meter* 및 *Hybrid meter*를 활용하여 TBC의 혼합비율에 따른 응결시간 및 압축강도 추정 가능성을 검토하였는데, 모든 추정계의 정도치는 TBC의 혼합비율에 따른 영향을 받지 않는 것으로 검토되었다. 다만, 응결상태에서 측정면의 불안정으로 인하여 생기는 오차와 경화 이후 측정면의 상태를 평탄화하여 오차를 줄일 수 있는 방안도 추가적으로 고려해야 될 것으로 사료된다.

### 참고문헌

1. 한민철, 신용섭, 한인덕. *Durometer*를 이용한 고유동 콘크리트의 응결시간 판정 방법. 대한건축학회 논문집. 2019. 제35권 9호. pp. 433-440.
2. 한천구, 한민철, 신용섭. 콘크리트의 응결시간 판정시 개량형 듀로미터의 사용 가능성 분석 한국건축시공학회지. 2020. 제20권 5호. pp. 433-440.
3. 한수환, 한준희, 현승용, 김종, 한민철, 한천구. D형 *Durometer*를 이용한 콘크리트의 미장용 모르타르의 응결시간 및 초기재령 압축강도 추정. 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집. 2021. 제21권 1호. pp. 57-58.

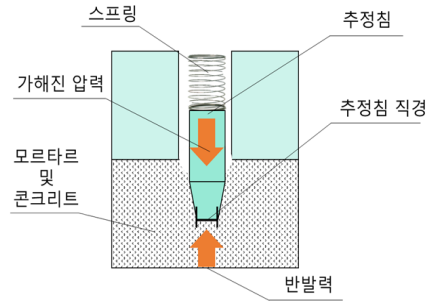


그림 1. 추정계 구성 및 원리

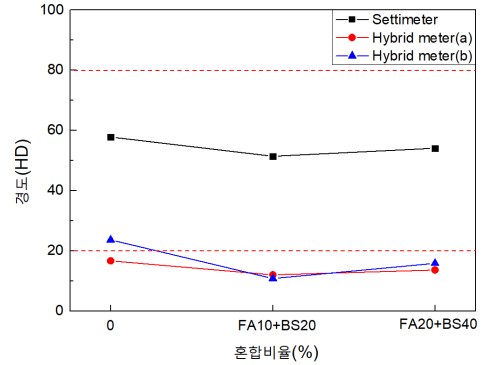


그림 2. TBC 혼합비율에 따른 측정기구별 초결시 정도치

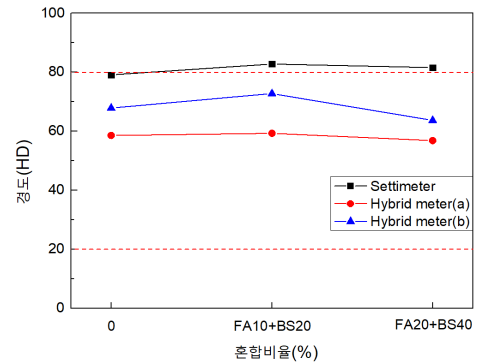


그림 3. TBC 혼합비율에 따른 측정기구별 종결시 정도치

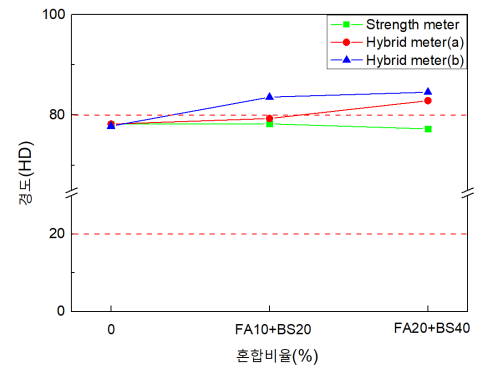


그림 4. TBC 혼합비율에 따른 측정기구별 5 MPa 도달시 정도치