

하이브리드 미터를 이용한 양생조건에 따른 응결 및 압축강도 추정

Estimation of Setting Time and Compressive Strength of the Concrete According to Curing Conditions Using a Hybrid Meter

박재웅^{1*} · 정준택² · 임군수³ · 한준희³ · 김 종⁴ · 한민철⁵

Park, Jae-Woong^{1*} · Jeong, Jun-Taek² · Lim, Gun-Su³ · Han, Jun-Hui³ · Kim, Jong⁴ · Han, Min-Cheol⁵

Abstract : This study aimed to evaluate a feasibility of estimating setting time and compressive strength of curing conditions using a Hybrid meter. As a result, It was determined that the measured hardness value at the initial set, final set and at 5MPa of the Hybrid meter were not affected by curing conditions. And the Hybrid meter(A) is confirmed to have a higher correlation, so it is judged to be more suitable for practical use.

키워드 : 하이브리드 미터, 응결시간, 압축강도

Keywords : hybrid meter, curing conditions, setting time, compressive strength

1. 서론

콘크리트 표면마감 작업시기 산정을 위한 응결시간 확인, 측면 거푸집 탈형을 위한 소요재령에서의 압축강도 확인은 건설 초기 단계 품질관리 측면에서 매우 중요하다. 하지만 현재 건설현장에서는 KS규정에 따른 측정방법으로는 확인이 번거로워 초기품질관리에 어려움이 있다. 이에 본 연구진에서는 Settimer를 이용한 응결시간 및 Strength meter를 이용한 초기재령 압축강도 추정방법을 제안한 바 있다. 이후 Settimer와 Strength meter의 기능을 하나의 기기로 결합한 Hybrid meter를 활용하여 표면 경도 측정에 의한 응결 및 압축강도 추정 연구를 진행하고 있다.

따라서, 본 논문에서는 해당 연구의 일환으로 표준적인 Proctor 관입저항기와 만능재료시험기를 통한 측정값들과 Hybrid meter를 이용한 측정값을 양생조건에 따라 상호비교함으로써, Hybrid meter의 사용가능성을 분석하고자 한다.

2. 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 응결시간 측정의 경우 KS 표준에 의거하여 진행하였고, 압축강도의 경우 습윤양생과 기건양생으로 구분하여 측정을 진행하였다. Hybrid meter의 상세 규격은 표 2와 같으며 측정시 오차를 최소화하기 위해 5회 측정후 평균 경도치(HD)를 사용하였다. 측정기기의 구성 및 원리는 그림 1과 같다.

3. 실험결과 및 분석

그림 2는 양생조건별 시간경과에 따른 Hybrid meter(A) 및 (B)의 측정

표 1. 실험계획

구분	실험요인	실험수준	
		2	3
배합 사항	양생상태	2	• 습윤, 기건
	목표 슬럼프(mm)	1	• 180±25
	목표 공기량(%)		• 4.5±1.5
실험 사항	응결시간	3	• Proctor 관입저항시험기 • Hybrid meter(A) • Hybrid meter(B)
	압축강도	3	• 만능재료시험기 • Hybrid meter(A) • Hybrid meter(B)

표 2. 측정기기의 추정침의 상세 규격

구분	단면형상	직경(mm)	침깊이(mm)
		Hybrid meter (A)	원기둥
Hybrid meter (B)		2.0	

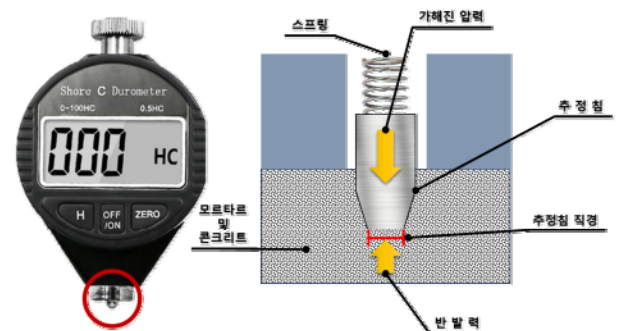


그림 1. Hybrid meter 구성 및 원리

1) 청주대학교, 석사과정, 교신저자(jacwoong918@naver.com)

2) 청주대학교, 석사과정

3) 청주대학교, 박사과정

4) 청주대학교, 조교수, 공학박사

5) 청주대학교, 교수, 공학박사

경도치를 나타낸 것이다. KS규정에 따른 응결시간 측정의 경우는 같은 조건에서 진행하였고, 양생상태에 따른 환경조건은 기건양생과 습윤양생으로 나뉘서 측정하였는데 이를 비교하였을 때, 기건양생 조건에서 5 MPa 도달까지 약 5% 촉진되는것을 확인할 수 있었다. 이는 기건양생을 함에 있어 습윤양생에 비하여 내부의 수분이 빠르게 증발하여 강도발현 성능이 촉진된 것으로 판단된다.

표 3은 Hybrid meter의 측정 경도치 초결, 종결 및 5 MPa 도달시 측정 경도치를 나타낸 것이고, 그림 3 및 4는 양생조건에 따른 측정 경도치를 관입저항치와 압축강도와와의 상관성을 회귀 분석하여 그래프로 나타낸 것이다. Hybrid meter(A)의 경우 초결시 약 4.17HD, 종결 시 약 43.13HD, 5MPa 도달시 7.16~72.8 HD로 측정되었으며 결정계수(R^2)의 경우 각각 0.94, 0.89로 높은 상관성을 확인할 수 있었다. 또한, Hybrid meter(B)의 경우 초결시 약 8.85HD, 종결시 약 44.76HD, 5 MPa 도달시 78.16~81.3HD로 측정되었으며 결정계수(R^2)는 각각 0.81, 0.91로 높은 상관성을 확인할 수 있었다. 이를 통해 Hybrid meter(A), (B) 모두 양생조건에 큰 영향을 받지 않는 것으로 확인되었다. 또한, Hybrid meter(A)가 Hybrid meter(B)보다 좀 더 높은 상관성을 확인할 수 있었다.

표 3. Hybrid meter 측정 경도치

구분	양생상태	초결(HD)	종결(HD)	5MPa(HD)
Hybrid meter(A)	습윤	4.17	43.13	71.6
	기건	-	-	72.8
R^2		0,944		0,890
Hybrid meter(B)	습윤	8,85	44,76	81,3
	기건	-	-	78,16
R^2		0,811		0,914

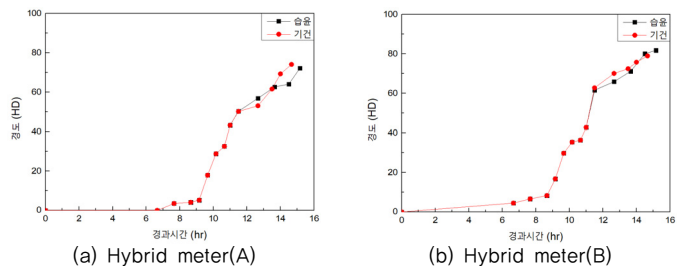


그림 2. 시간경과에 따른 Hybrid meter의 측정 경도치

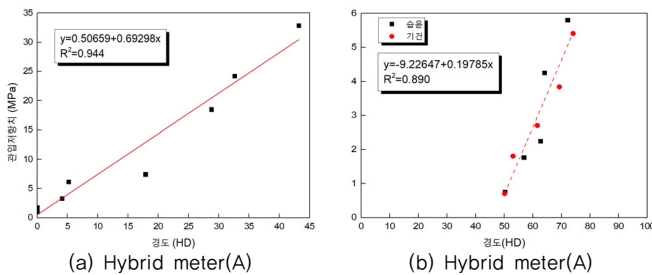


그림 3. Hybrid meter(A)의 관입저항치 및 압축강도와 경도의 회귀식 도출 및 상관성 분석

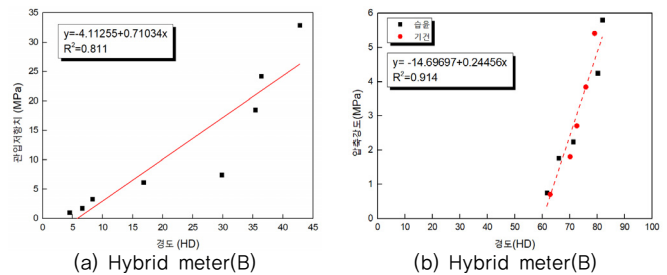


그림 4. Hybrid meter(B)의 관입저항치 및 압축강도와 경도의 회귀식 도출 및 상관성 분석

4. 결론

본 연구에서는 Hybrid meter를 활용하여 콘크리트의 응결시간과 양생조건에 따른 압축강도 5 MPa 강도발현 시기까지의 경도치를 측정 후 상호비교함으로써 Hybrid meter의 사용 가능성을 평가하였다. 양생조건에 따른 Hybrid meter (A),(B)의 측정 경도치에 대하여 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단되며, Hybrid meter (A)가 더 높은 상관계수로 확인되어 실무현장 사용에 더 적합한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 2023년도 (주)유탑엔지니어링건축사사무소 연구비 지원에 의한 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다. (과제번호: 202100197)

참고문헌

- 한민철, 한인덕, 신용섭. 고무경도계를 이용한 콘크리트의 응결시간 추정 가능성 분석. 한국건설순환자원학회 논문집. 2019. 제7권 4호. p. 358-366.
- 한수환, 김종, 한민철, 한천구. 응결시간 추정기에 의한 콘크리트 표면마감시간 관리의 가능성 분석. 대한건축학회논문집. 2022. 제38권 3호. p. 241-247.