

# 염산용해열법을 이용한 콘크리트의 단위시멘트량 추정

## Measurement of Cement Content on Concrete Using the Method of Hydrochloric Acid Melting Heat

**김 상 민\***    **신 세 준\*\***    **현 승 용\*\*\***    **김 종\*\*\*\***    **한 민 철\*\*\*\*\***    **한 천 구\*\*\*\*\***  
 Kim, Sang-Min    Sin, Se-Jun    Hyun, Seung Yong    Kim, Jong    Han, Min-Cheol    Han, Cheon-Goo

### Abstract

In this study, the effect of the change in the cement contents on the basic properties of the concrete and the estimation of the cement contents of hardened concretes using the hydrochloric acid melting heat. As a result of the study, as the cement contents increased, the fluidity and compressive strength increased, and there was no significant difference in the air contents and the unit volume mass. In addition, it showed a high correlation when compared with the estimated cement contents derived using the hydrochloric acid melting and the cement contents at the time of mixing. Therefore, it is considered that the hydrochloric acid melting is possible as a method of estimating the cement contents of concrete.

키 워 드 : 단위시멘트량, 염산용해열법, 발열온도

Keywords : cement content, method of hydrochloric acid melting heat, exothermic temperature

## 1. 서 론

콘크리트의 배합설계에 있어서 단위시멘트량의 설정은 경제성 측면과 콘크리트의 내구성 확보 및 재료분리, 강도저하와 같은 안전성 측면에서도 매우 중요한 요소이다.

하지만, 일부 건설현장에서는 간혹 실수를 통해 시멘트가 납품 계약보다 적게 들어가는 대신 혼화재가 적정량 이상으로 치환되는 경우가 빈번히 생기고 있어 콘크리트의 내구성 문제가 야기되고 있다.

한편, 콘크리트의 강도를 판정하는 방법은 코어 및 표준양생 공시체 등을 이용한 파괴시험부터 슈미트해머, 초음파 측정을 이용하는 것과 등가재령 및 적산온도 등을 이용한 비파괴시험 방법까지 다양한 강도측정 방법이 실무에서 사용되어지고 있으나, 경화 콘크리트의 단위시멘트량을 확인하는 방법은 거의 보고된 바가 없는 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 단위시멘트량 변화에 따른 기초적 특성 및 압축강도를 분석하고, 염산을 활용한 콘크리트의 발열온도 측정 결과를 확인 및 분석하여 염산용해열법을 이용한 단위시멘트량 추정 가능성을 고찰하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같으며, 온도차의 식은 다음과 같다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합 사항	W/C(%)	1	45
	목표 슬럼프		150±25
	목표 공기량		4.5±1.5
측정 사항	단위시멘트량(kg/m <sup>3</sup> )	6	356    366 378    389 400    411
	공시체 파쇄 간격(mm)	1	3 <sup>1)</sup>
실험 사항	균지 않은 콘크리트	4	슬럼프 슬럼프 플로 공기량 단위용적질량
	경화 콘크리트	2	압축강도 (재령 3, 7, 28일) 염산용해열법 <sup>2)</sup> (재령 28일)

1) 조크리셔로 파쇄

2) 모르타르 및 콘크리트 시험

\* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(sangminjake@hanmail.net)  
 \*\* 청주대학교 건축공학과 석사과정  
 \*\*\* 청주대학교 건축공학과 박사과정  
 \*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 조교수, 공학박사  
 \*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사  
 \*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 명예석좌교수, 공학박사

$$\Delta T = T - (0.8 T_c + 0.2 T_H) \text{ ----- (1)}$$

여기서,  $\Delta T$  : 온도차(°C)

$T$  : 반응 최고 온도(°C)

$T_c$  : 반응전 콘크리트 희석액 온도(°C)

$T_H$  : 반응전 염산 온도(°C)

### 3. 실험결과 및 분석

그림 1은 단위시멘트량에 따른 슬럼프 및 SP제량을 나타낸 것으로 단위시멘트량이 증가함에 따라 슬럼프가 증가하여 SP제량을 감소시켜 목표 값을 만족시켰다. 이는 단위시멘트량이 증가할수록 동일 W/C에서는 콘크리트 내부의 물이 많아져 유동성이 증가한 것으로 판단된다.

그림 2는 단위시멘트량에 따른 공기량 및 단위용적질량을 나타낸 것이다. 공기량은 단위시멘트량이 증가함에 다소 증감하는 경향으로 나타났다. 이는 단위시멘트량 증가에 따른 충전성 향상에 기인한 것으로 판단되며 단위용적질량은 변화가 거의 없는 것으로 확인되었다.

그림 3은 단위시멘트량에 따른 압축강도를 나타낸 것이다. 단위시멘트량이 증가할수록 압축강도는 증가하였으며, 재령 28일에서 단위시멘트 356 kg/m<sup>3</sup> 보다 단위시멘트 411 kg/m<sup>3</sup> 콘크리트의 압축강도가 약 22% 높게 나타났다. 이는 단위시멘트량이 증가함에 따른 충전효과 및 공기량 감소에 기인한 것으로 판단된다.

그림 4는 단위시멘트량 변화에 따른 콘크리트 및 모르타르의 온도를 나타낸 그래프이다. 먼저 모르타르의 경우 60초가 지난 시점에서 최고 반응 온도를 확인할 수 있었고, 그 이후부터는 미미하게 온도가 증감하는 것으로 나타났다. 또한, 콘크리트에서는 90초가 지난 시점에서 최고 반응 온도로 나타났다. 이는 시료 채취시 모르타르가 콘크리트 보다 많은 양의 시멘트를 함유하고 있는 것에 기인한 것으로 판단된다.

그림 5는 염산용해열법의 온도차와 단위시멘트량의 상관관계를 나타낸 것이다. 온도차를 기반으로 배합시 사용된 단위시멘트량과 비교하였을 때 모르타르와 콘크리트 모두 양호한 상관관계를 보이는 것을 알 수 있었고, 염산용해열법을 이용하여 단위시멘트량 변화를 추정할 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다.

### 4. 결론

본 연구에서는 염산용해열법을 활용한 단위시멘트량 추정 가능성을 분석하였다. 연구 결과 단위시멘트량이 증가할수록 유동성 및 압축강도는 증가하였으며, 공기량 및 단위용적질량은 큰 차이가 없었다. 또한 염산용해열법을 이용한 온도차와 배합시 단위시멘트량을 비교하였을 때 매우 높은 상관성을 나타냈다. 따라서 콘크리트의 단위시멘트량 추정 방법으로 염산용해열법을 활용하는 것이 가능할 것으로 판단된다. 단, 석회석 골재 및 플라이 애시, 고로슬래그와 같은 재료를 사용하였을 때의 영향인자가 많으므로 앞으로 충분한 검토가 이루어져야 할 것이다.

### 참고 문헌

- 오중식, 한천구, 김무한, 콘크리트강도의 조기추정에 관한 실험적 연구-제3보 염산용해열법, 대한건축학회 논문집-구조계, 제7권 제2호, pp.591~594, 1987.10

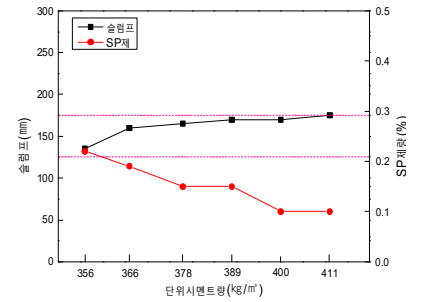


그림 1. 단위시멘트량에 따른 슬럼프 및 SP제량

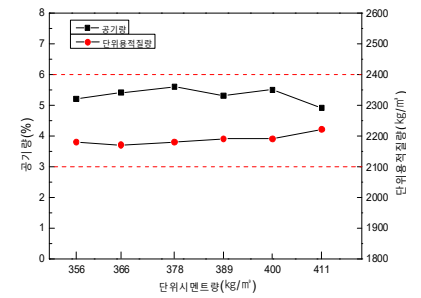


그림 2. 단위시멘트량에 따른 공기량 및 단위용적질량

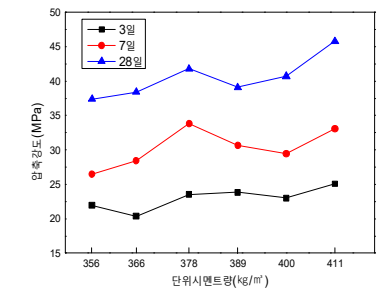


그림 3. 단위시멘트량에 따른 압축강도

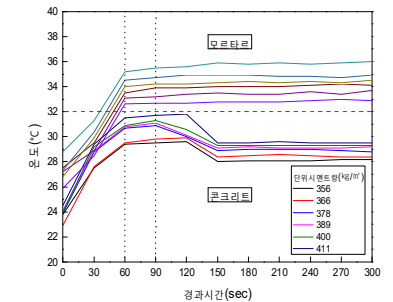


그림 4. 경과시간에 따른 온도이력

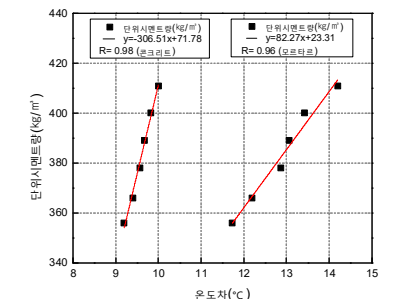


그림 5. 온도차와 단위시멘트량의 상관관계