

반발 경도법의 고강도 콘크리트 적용성 검토

A Study on application of High Strength Concrete by Non-Destructive Test

김희두* 임성주* 박용규** 김현우** 윤기원*** 양성환****
 Kim, Hee-Doo Lim, Sung-Joo Park, Yong-Kyu Kim, Hyun-Woo Yoon, Gi-Won Yang, Seong-Hwan

Abstract

This is an foundational study to adequacy the non-destruction testing for the estimation of compressive strength of high strength concrete. The results are as follows, In high strength concrete, H type is NR type rebound number rather than higher. The relation between rebound number and compressive strength of high strength concrete have lower coefficient. when compressive strength estimation of high strength concrete, it consider that rebound hardness test is not applied and should be consider to combined method or addition method.

키워드 : 비파괴 시험, 슈미트 햄머, 고강도 콘크리트
 Keywords : non-destructive test, schmidt hammer, high strength concrete

1. 서론

실 구조물의 유지관리 및 안정성을 평가하기 위해서 콘크리트의 강도 평가는 매우 중요한 요소로써, 일반적으로 콘크리트 구조물의 강도 평가를 위해서 비파괴 검사가 활용되고 있다. 콘크리트 비파괴 검사로는 반발 경도법, 초음파 속도법, 인발 시험법 등이 이용되고 있으나, 최근에는 구조물에 손상을 주지 않으면서 콘크리트의 실제 압축강도와 비교적 상관관계가 높고 측정이 간편한 슈미트 햄머를 이용한 반발경도법이 많이 사용되고 있다.

슈미트 햄머를 이용한 반발도 측정법의 경우 콘크리트의 일반 압축강도 영역에 대한 연구가 비교적 활발히 진행되어 다수의 추정식이 활용되고 있으며, 압축강도와 반발도의 상관계수(R)도 0.80~0.98로 상당히 높은 편으로 보고되고 있다.¹⁾²⁾³⁾ 하지만, 최근 고강도 콘크리트의 사용이 빈번해지고 있음에도 불구하고 고강도 영역에 대한 반발 경도법의 국내 연구는 많지 않은 실정으로, 반발 경도법을 이용한 고강도 콘크리트의 압축강도 추정에 대하여 뚜렷한 방법이 제시되지 않고 있으며, 최근 판매되고 있는 고강도용 슈미트 햄머의 적용성 여부의 검토가 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 NR형 및 고강도 측정용 슈미트 햄머(이하 H형) 두 종류를 이용하여 고강도 영역의 콘크리트 구조물의 강도와 반발도(이하 R_0)의 상관관계를 비교, 분석함으로써 고강도 영역에서의 반발경도법의 적용성을 판단하고자 하였다.

2. 실험계획 및 방법

표 1은 본 연구의 실험계획으로 목표 강도 60~90 MPa 및 목표 슬럼프 플로우 600±50 mm를 만족하도록 배합설계를 실시한 후 270×300×150 mm의 보 구조물과 ø100×200 mm 공시체를 제작하여 계획된 재령에서 반발도 측정과 압축 강도 시험을 KS F 2730 및 KS F 2405에 의거 실시하였다.

표 1. 실험계획

실험 요인 및 수준			실험항목
목표 강도(MPa)	4	60, 70, 80, 90	압축강도 측정(3, 7, 14, 28일) 반발도 측정(3, 7, 14, 28일)
목표 슬럼프 플로우(mm)	1	600±50	
슈미트 햄머	2	NR, H형	

* 인천대학교 도시건축학부 학사과정

** 아주산업(주) 기술연구소 선임연구원, 공학박사

*** 아주산업(주) 기술연구소 소장, 공학박사

**** 인천대학교 도시건축학부 교수, 교신저자 (shyang@incheon.ac.kr)

3. 실험결과 및 고찰

그림 1은 슈미트 해머의 NR형과 H형의 반발도 관계를 나타낸 것으로, 슈미트 해머 종류별 제조사에서 권장하는 측정 범위는 NR형의 경우가 15~60 MPa, H형이 60~100 MPa이며, 고강도 콘크리트의 반발도 측정 결과 H형이 NR형에 비해 동일 재령에서 R_0 값이 평균 11 정도 높게 측정되었으며, 이를 일본 재료학회 압축강도 추정식으로 비교하면 약 9 MPa 정도 압축강도가 높게 측정되는 것을 알 수 있었다.

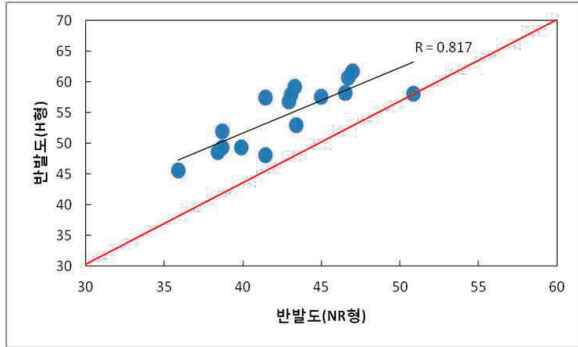


그림 1. NR형과 H형의 관계

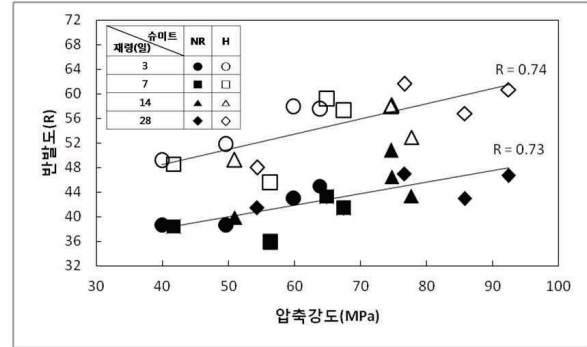


그림 2. 슈미트 해머별 반발도와 압축강도의 관계

그림 2는 슈미트 해머별 반발도와 압축강도의 관계를 나타낸 것으로, 슈미트 해머의 반발도는 재령이 경과할수록 강도가 클수록 슈미트 해머 종류에 관계없이 반발력이 증가하는 것으로 나타났으며, 슈미트 종류별로는 NR형에 비해 H형의 경우가 동일 강도에서 좀 더 높은 R_0 값을 나타내었다. 강도 크기별 반발도의 차이는 재령 28일을 기준으로 하였을 때 실측 압축강도가 60~90MPa로 증가하는 것에 비하여 NR형의 경우 R_0 값은 41.5~46.7로 차이가 크지 않았고, H형의 경우 R_0 값이 48.0~60.7로 NR형과 비교하여 강도별 R_0 값의 차이는 다소 높게 나타났다.

또한, H형과 NR형의 재령별 반발도 측정값을 회귀식을 통해 상관계수를 구한 결과 NR형이 $R=0.73$ 으로 기존연구¹⁾²⁾와 같이 낮은 편으로 고강도 콘크리트에 NR형을 적용하는 것은 부적절할 것으로 사료된다. H형의 경우도 $R=0.74$ 로 상관성이 비교적 높지 않은 것을 알 수 있었다. 따라서, 슈미트 해머를 사용하여 고강도 콘크리트의 압축강도를 추정할 경우 슈미트 해머에 대한 충분한 검토가 반드시 필요할 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구는 반발 경도법을 이용한 고강도 콘크리트의 강도 추정에 대한 적절성을 검토하기 위하여 실시한 기초적 연구로서 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 고강도 콘크리트에서 강도 범위별 슈미트 해머 종류에 따른 차이는 H형 슈미트 해머가 NR형 보다 다소 높은 값을 나타내는 것을 알 수 있었다.
- 2) 고강도 영역에서 실측압축강도와 반발도의 상관성은 NR형, H형 모두 비교적 낮은 상관관계를 보이고 있으므로, 슈미트 해머를 이용하여 고강도 콘크리트의 압축강도 추정이 필요한 경우 충분한 검토 후 적용이 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 김기정 외 4인, 콘크리트의 초기강도품질관리를 위한 P형 슈미트 햄머법 비파괴시험에 관한 연구, 한국콘크리트학회 봄 학술발표 논문집, pp.157~162, 2002
2. 김명식 외 2인, 부순모래 콘크리트의 비파괴 시험에 의한 압축강도 추정에 관한 연구, 한국콘크리트학회지, 제19권 제호, pp.75~81, 2007
3. 김무한 외 4명, 고강도 콘크리트의 압축강도 추정을 위한 비파괴 시험식의 적용성에 관한 연구, 한국건축시공학회 논문집, 제2권 제3호, pp.123~130, 2002.8