

자화수를 이용한 콘크리트 내구성(=강도)증진에 관한 연구

A Study to Increase Strength of Concrete using of Magnetic Water

한 상 목* 권 중 주** 송 학 문*** 이 원 효*** 용 광 준****
Han, Sang Mook Kwon, Jong Ju Song, Hak Moon Lee, Won Hyo Yong, Gwang Jun

1. 서론

일반적으로 동일한 배합에서 콘크리트의 강도를 증진시키는 방법중에서 혼화재를 넣는 방법이 일반적이다. 이는 첨가되는 혼화재의 양만큼 생산비용이 증가하며, 본 실험에서 콘크리트 강도를 증진시키기 위해 사용한 자화수는 자석을 통과시켜 만든 물이며 제작방법이 매우 간편하고 자석이라는 비소모성 및 무동력 의 장치를 사용하여, 또한 화학물질을 사용하지 않고 얻을 수 있다. 이때의 자화수는 외관상으로는 보통물과 아무런 차이가 없으며 무색무취이다. 즉 강력한 자장속에 보통물을 통과시켜서 이온화된 자화수를 얻을 수 있는 것이다. 실례로 러시아 “샤프스쿠스크” 철근 콘크리트 제품공장에서 자화수를 사용해서 매년 약 15%의 시멘트절약에 성공하고 있고, 모스크바의 철근콘크리트연구소에서 자주 자화수의 전문회의가 열리며, 매년 좋은 결과를 서로 보고하고있다고 한다. 본 실험에서는 자화수에 의한 강도증진효과를 보기 위해서 동일배합에서 보통물 과 자화수를 배합수로 하여 각각의 콘크리트 공시체를 제작해 압축강도를 비교하였다. 그 결과 보통물을 사용해 제작한 공시체 보다 4~13% 가량 강도증진효과를 보았다. 따라서 다른 혼화재를 사용하지 않고 오직 자화수를 배합수로 하여 제작된 콘크리트 강도를 높임으로써, 동일한 배합강도를 얻기 위해서 보통물을 배합수로 제작된 콘크리트에 비해 시멘트 사용량을 줄일 수 있어 이에 따른 경제적 효과를 얻을 수 있다고 본다. 이에 따라 본 연구는 여러 가지변수에 따라 자화수가 콘크리트 강도증진에 어떠한 영향을 주는지를 알아보았다.

*정회원, 금오공과대학교 토목환경공학부 부교수

**정회원, 금오공과대학교 토목환경공학부 대학원 박사과정

***금오공과대학교 토목환경공학부 대학원 석사과정

2. 실험개요

2.1 사용재료

(1)시멘트

시멘트는 시중에서 구입한 S사제품의 보통 포틀랜드 시멘트이며 물리적 성분은 다음과 같다.

표 1. 시멘트의 물리적 성질

비중	비표면적	용결(시;분)		안정성	압축강도(kg/cm ²)		인장강도(kg/cm ²)	
		시발	종결		σ_n	σ_{28}	σ_n	σ_{28}
3.1	3100	4 : 30	6 : 30	양호	207	312	24	38

(2) 잔골재

잔골재는 낙동강에서 채취한 모래를 사용하였으며 다음의 물리적 성질을 가지고 있다.

표 . 잔골재의 물리적 성질

표면비중	흡수율	각 체 통과량의 백분율(%)							조립율 (FM)
		10mm	No.4	No.8	No.16	No.30	No.50	No.100	
2.47	2.68	100	99	91	70	34	4	2	3.0

(3) 굵은 골재

굵은 골재는 쇄석을 사용했으며 쇄석에 포함된 미립의 이물질을 없애기 위해 세척 후 사용했으며 최대치수는 19mm이다.

표 3 . 굵은 골재의 물리적 성질

G(mm)	비중	흡수율 (%)	각 체 통과량의 백분율(%)				조립율 (FM)
			25mm	19mm	10mm	No.4	
19	2.84	1.6	100	99.5	10	0	6.81

(4) 실험에 사용한 자석의 특성

① 자석형태

본 실험에서 사용한 자석은 그림1 과 같으며 관속의 물의 흐름방향 에 대한 관에 대한 자석부착형태 에 따라 그림2 (순방향,역방향)와, 그림3,4,5 (단방향, 양방향반발력, 양방향교차)로 나누어 실험하였다.

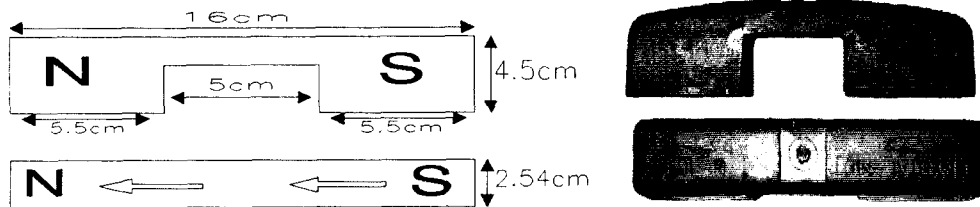


그림 1. 자석 형태

그리고 자화수 방향에 대하여도 다음과 같이 나눌 수 있고, 이에 대해서도 실험하였다.

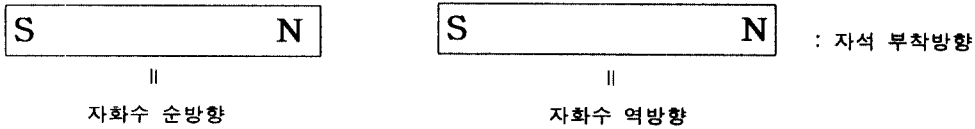


그림 2. 순방향 역방향의 형태

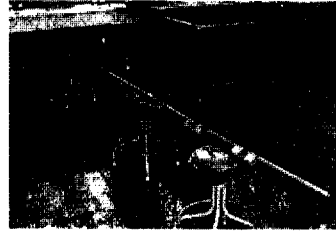
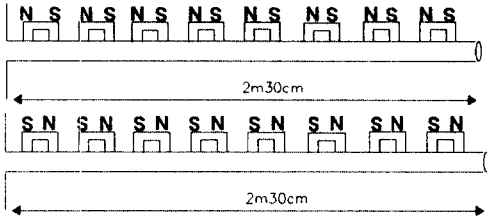


그림3 단방향 부착형태

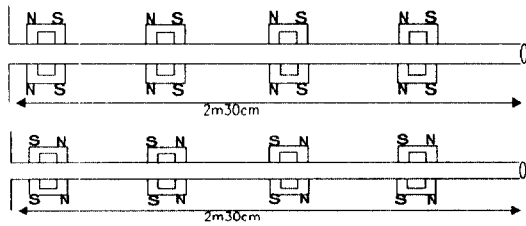


그림4 양방향반발력에 의한 부착형태

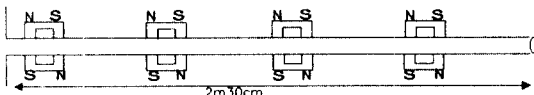


그림5 양방향교차에 의한 부착형태



③ 자석의 세기

물이 흐르는 관에 자석의 세기가 고루 미치도록 적당한 장소에 영구자석을 부착하였으며 한 개의 자석으로부터 나오는 자장의 범위는 모두 동일한 것으로 사용하였고, 비록 여러개의 자석이지만 통합하여 전체자석이 한 개의 자석역할을 하는 것으로 구성하여 자기포화상태를 유지 할 수 있게 하였으며 Gauss meter를 이용해 자석의 세기를 측정하였다. 본 실험에 사용한 자석의 최대유도작용력(단위:Gauss)은 4000 Gauss 이다.

2.2 실험방법

(1) 공시체의 제작

보통물을 사용해만든 공시체와 자화수를 배합수로 사용한 콘크리트의 강도증진특성을 비교하기 위해 사용한 배합설계표는 표4와 같다. 보통물과 자화수(순방향,역방향)를 사용해 동일한 조건하에서 동일한

개수의 공시체를 제작하였으며, 일반수도관을 통해 보통물을 받았고, 자석을 관에 부착했을 때 통과한 물을 자화수라 하였다. 이 때 관 외벽의 자석의 자계가 관 내부를 관통하도록 하되 항상 만관이 되도록 하였고 자석은 적당한 량의 자속밀도(4000Gauss)정도인 투자율을 갖도록 하였다. 그림3,4,5 에서와 같이 관에 대한 자석부착방향에 따라 단방향, 양방향반발력, 양방향교차로 나누었으며 이 세가지경우의 자화수를 다시 순방향, 역방향으로 분리했으며 이 자화수들을 배합수로 사용해 각각의 공시체를 만들었다. 관의 재질은 PVC관을 사용하였고 내경17mm , 외경22mm 이며. 공시체는 KSF2403(콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법)에 따라 지름 10cm , 높이 20cm 인 원주형 공시체를 종류별로 제작하였으며, 콘크리트 타설시 봉상진동기를 이용해 다짐하였으며, 24시간 실험실에서 양생한 후 탈형하여 $20 \pm 3^{\circ} C$ 의 물 속에서 수중양생 한 후 공시체의 윗면 마무리는 기계식 연마기를 사용하였고, 각 공시체는 100t용량만능시험기와 loadcell 값을 비교하기 위해 함께 사용했으며, KSF2405(콘크리트의 압축강도 시험방법)에 따라 14일, 28일의 압축강도를 측정하여 각각의 강도 값을 비교하였다.

표 4 콘크리트 배합설계

W/C	G (mm)	s/a (%)	단위량(kg/cm ³)			
			물(W)	시멘트 (C)	잔골재 (S)	굵은골재 (G)
51	19	48	201	394	773	963

3. 실험결과 및 고찰

보통물과 자화수(단방향, 양방향 반발력, 양방향 교차)를 배합수로 하여 각각의 공시체를 제작하여 압축강도시험을 한 결과값 을 보통물에 대한 자화수(순방향, 역방향)의 강도증가백분율로 환산한 결과, 총 100개의 공시체를 제작한 단방향 공시체(그림 3)의 강도가 보통물 공시체보다 4 % ~13 % 가량 강도가 증가했으며, 양방향반발력(그림4) 과 양방향교차(그림5) 공시체강도와 비교해보면 단방향공시체가 가장 효과적이라는 것을 알 수 있었고 단방향부착에서도 자화수를 순방향,역방향으로 나눈 배합수를 이용해 각각 실험을 한 결과 순방향, 역방향, 보통물 순으로 강도값을 나타내었다. 또한 자석간 거리는 자석크기의 두배반이 적당하고, 관의재질로는 PVC, 배합수는 순방향이 효과적임을 알았으며 자석개수,양생조건들은 강도에 크게 영향을 주지 못했다.

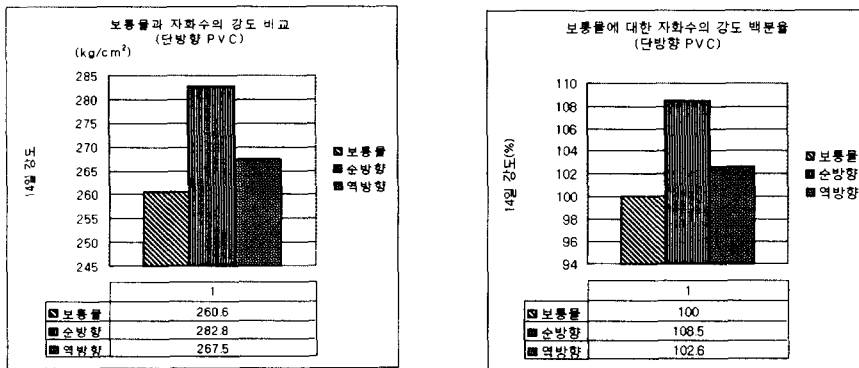


그림 6. 보통물과 자화수의 14일 강도 및 강도백분율 비교

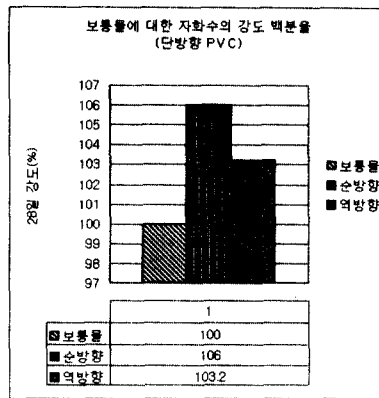
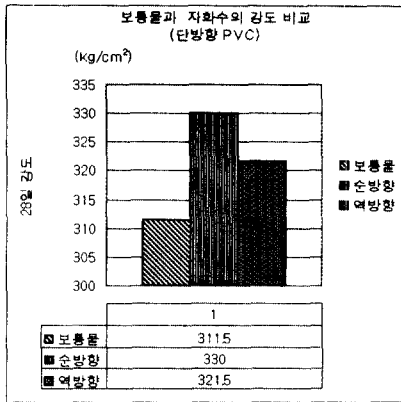


그림 6. 보통물과 자화수의 28일 강도 및 강도백분율 비교

4 결론

보통물과 자화수를 배합수로 사용하여 같은조건에서 만든 공시체의 압축강도를 실험 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 자석의 부착형태는 단방향부착을 하는 것 과 , 자석간거리는 자석크기의 2.5 배로 하는 것이 효과적이다.
- (2) 자석을 부착할 수도관의 재질로는 PVC 관이 강관 보다는 매우 효과적이다. 이는 강관이 물이 이온화되는 것을 억제하는 것으로 생각된다. 앞으로의 연구방향에서도 자화수가 가지는 이온의 성질을 잃어버리지 않도록 세심한주의가 필요할 것으로 생각된다.
- (3) 자화수 순방향을 배합수로 하여만든 압축 공시체가 보통물을 사용한 압축공시체 보다 약 4~13%가량 큰 강도를 발현함으로써, 콘크리트 배합시 혼화제 사용없이 강도를 증진시킬 수 있으므로 이에 따른 시멘트 양을 줄일 수 있다는 경제적 이점이 있을 것으로 본다.
- (4) 앞으로의 연구방향은 자석의 세기, 부착형태, 혼화제 사용에 따른 변화들이 콘크리트 내구성 증진에 어떤 영향을 주는지에 대해 추후 연구해야 할 방향으로 사료된다..

5. 참고문헌

1. 운동한 “ 자석을 이용한 수처리 실험에 관한연구”, “ 물의 혁명, 신비로운 磁化水 ”
2. Nevile “ Property of concrete ”
3. CONCRETE <structure, properties ,and materials> (P.KUMAR MEHTA , PAULO J.M. MONTEIRO)
4. 콘크리트 표준시방서, 건설교통부, 1996
5. Magnetic Treatment of Water(National Technical Information Service U.S.Department of Commerce)
6. Magnetic Fluid Conditioning Systems (Walt Crites,Russell Stephenson,et al.)