

온도 변화에 따른 철녹콘크리트의 강도 특성

이근오 · 손기상 · 권성대 *

서울산업대학교 안전공학과 · *건설레미콘

1. 서 론

환경부의 정책중 하나로서 지정 폐기물체로서 산업 전 현장에서 생성되는 폐기물들을 매립 등 버리게 되었을 때 향후 토양오염 등 문제가 심각히 대두되는 품목들에 대해서 지정한 본 연구를 수행하기 위해 우선 환경부 허가부터 받기 위해 수개월을 보내면서 적지 않은 고민을 하게 된 것이 본 연구 수행에 오히려 도움이 되었다.

콘크리트에 배합되는 철녹의 재료비율은 이미 시행된 폐타이어 재료 배합비를 기본으로 try and error method로 설계 배합하여 구조적으로 압축, 인장, 열특성, 휨, 피로강도, 인성등 제특성들이 있으나 여기서는 여러 제약 조건으로 인하여 우선 구조적 측면에서 가장 중요한 것으로 평가되는 온도변화에 따른 철녹 콘크리트의 압축강도와 인장강도를 관찰하는 것으로 하였다. 물론 배합시 양생시, 강도시험시 기존 보통 콘크리트와 다른 특성 및 변화상황들이 관찰 기록되는 것으로 하였다.

본 실험의 목적은 온도 변화에 의한 강도 특성을 알기 위해서 300℃, 500℃, 800℃의 온도 조건을 두었으며, 1시간씩 유지해서 그때의 변화를 Normal과 강도특성을 비교하는 것으로 하였다.

철녹을 섞은 콘크리트를 실제의 구조물에서 시공될 때 온도 변화에 따른 품질을 알고, 설계 가정한 압축강도 및 기타의 성질을 알아보기 위함이다.

2. 실험방법

2.1 실험계획

배합설계는 Table1 철녹 용적별 실험 배합표에서와 같이 일반콘크리트의 시멘트, 모래, 자갈에 철녹을 1.0%, 1.5%, 2.0%, 5%, 10% 배합 제작하였고, 재료의 분리 방지를 위해 40시간 경과 후에 몰드를 제거하였고, 시험전 까지 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 온도에서 습윤상태로 양생을 하였다. 재령 28일 압축강도와 할열인장강도를 실험하여 결과를 얻고 이를 기준으로 하여 화재시의 온도를 300℃, 500℃, 800℃ 증가 온도에 따라 어떻게 강도가 변화하는지를 이들 폐기물을 배합치 않은 일반 콘크리트 Normal의 경우와도 함께 비교하는 것으로 하였다.

Table1. 철녹 용적별 실험 배합표

실험체 번호	자갈 2.0mm이하	시멘트	모래	물	철녹	비고
Normal	10.95	3.1	8.95	2.0	0kg	
① 1.0%	10.95	3.1	8.95	2.0	0.25kg	
② 1.5%	10.95	3.1	8.95	2.0	0.375kg	
③ 2.0%	10.95	3.1	8.95	2.0	0.5kg	
④ 5%	10.95	3.1	8.95	2.0	1.25kg	
⑤ 10%	10.95	3.1	8.95	2.0	2.5kg	

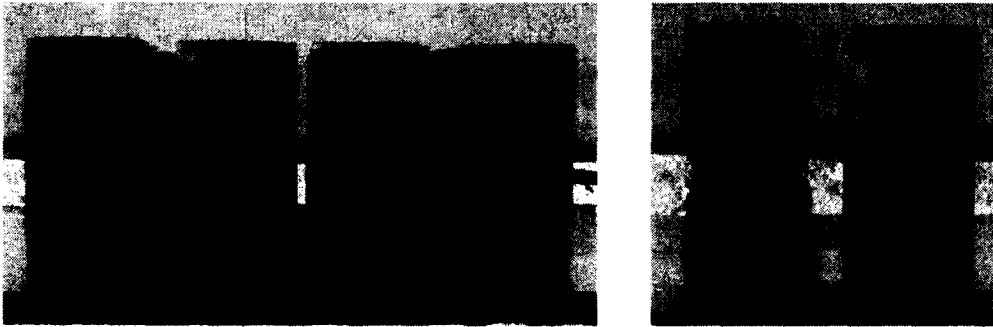
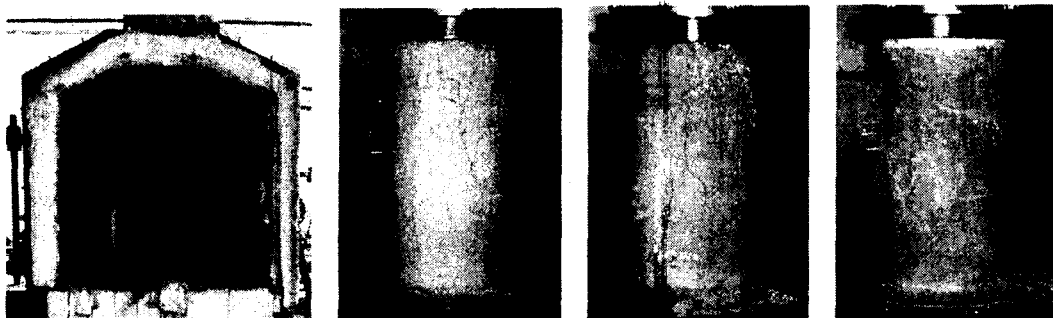


Fig1. 변수별 몰드 사진

2.2 실험방법

콘크리트의 압축강도는 시험규격 KS F 2405(콘크리트 압축강도 시험방법)따라 재령 28일 인장강도 3개, 재령 28일 압축강도 3개씩을 파괴하여 기준강도로 하였고, 각 온도별 300℃, 500℃, 800℃에 따라 2개씩 서울산업대학교내의 가스로에서 가열하여 서울산업대학교 구조공학과에 설치된 압축강도 시험기로 실험하여 온도 변화에 따른 강도 변화 값을 구하였다.



(가) 가스로 내부모습

(나) 배합비 1%

(다) 배합비 2%

(라) 배합비 5%

Fig1. 온도 변화에 따른 파괴양상(300℃)

3. 실험결과

Table2. 강도실험 결과표

실험 체 번호	배합설계		28일강도		28일 화재실험			비고
	Φ10×20cm 실린더 3개당 재료		압축	인장	300℃	500℃	800℃	
①	Normal	1	279	90	249	187	파괴되지 않았음.	
		2	290	86	258	192		
		3	283	85				
		평균	284	87	254	190		
②	Mix Design 1.0%	1	331	121	330	276		
		2	340	113	342	283		
		3	327	109				
		평균	333	114	336	280		
③	Mix Design 1.5%	1	329	107	318	256		
		2	321	102	307	251		
		3	316	98				
		평균	322	102	313	254		
④	Mix Design 2.0%	1	291	86	266	226	몰드가 650℃ 에서부터 파괴되기 시작했음	
		2	312	92	282	232		
		3	305	91				
		평균	302	89	274	229		
⑤	Mix Design 5%	1	187	58	162	123		
		2	162	68	147	137		
		3	158	53				
		평균	169	60	155	130		
⑥	Mix Design 10%	1	몰드 양생시 몰드가 녹아 버림					
		2						
		3						
		평균						

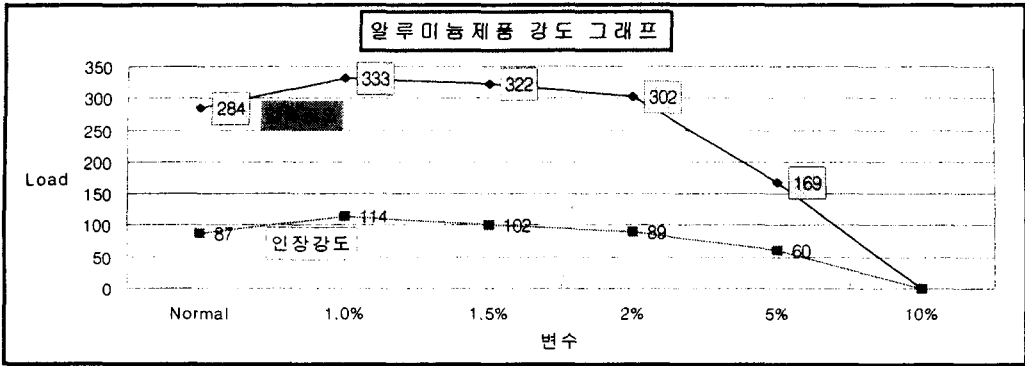


Fig2. 철녹 강도 실험 그래프(28일)

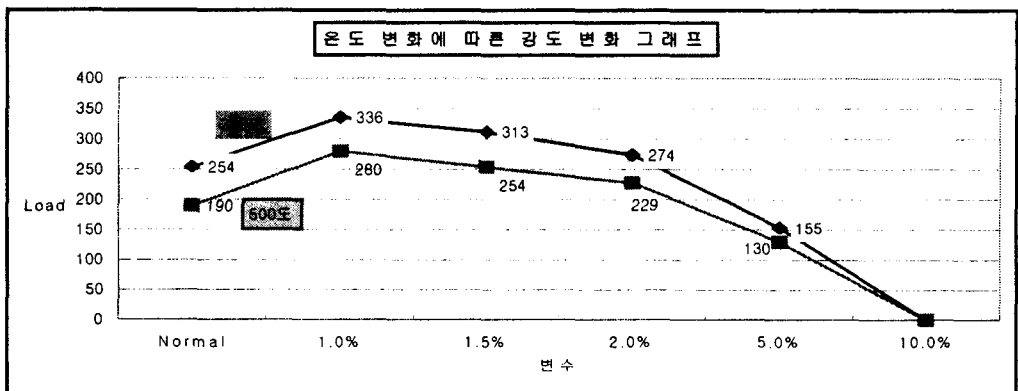
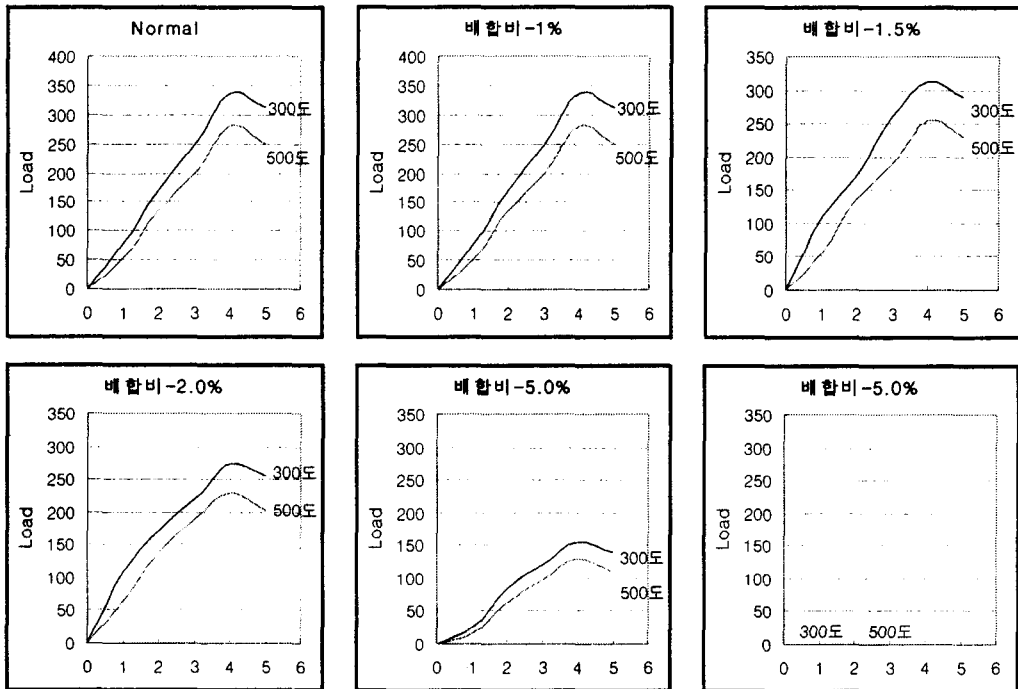


Fig3. 온도 변화에 따른 강도 그래프(28)

4. 분석

- 1) 철녹 함유량이 많을수록 몰드의 색깔이 바뀌고, 스텝프와 공기량이 감소하였다.
- 2) 철녹 10%배합시 몰드 형태는 있으나 양생시 몰드가 녹아 버려 형성이 이루어지지 않았다.
- 3) 철녹을 5%이상 함유한 몰드는 일반 몰드 보다 양생시간이 오래 걸리고 강도 개선이 이루어지지 않았다.
- 4) 온도가 650℃ 이상일 때 몰드가 파괴되기 시작해서 800℃에서는 거의 다 파괴되었다.
- 5) 300℃ 일 때는 몰드에 균열이 발생하지 않았지만, 500℃에서는 균열이 발생하였다.
- 6) 300℃ 온도 변화에 따라서는 Normal은 10%의 감소율을 보였지만, 배합비 1%와 1.5%는 강도 손실이 거의 발생하지 않았다.
- 7) 500℃ 온도 변화에 따라서는 Normal은 35%의 감소율을 보였지만, 배합비 1%는 15%의 감소율을 배합비 1.5%는 20%의 감소율, 배합비 2%와 5%는 25%의 감소율을 보였다.

5. 결론

이상의 실험결과, 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 철녹이 소량의 첨가제 1.0%~2.0%로 사용될 경우는 강도개선에 유효한 것으로 판명되나 양생조건을 크게 유의해야 할 것으로 사료된다.
- 2) 철녹 1% 배합비는 15%의 강도가 개선되었고, 1.5% 배합비는 10%, 배합비 2.0%에서는 5%의 강도 개선이 나타났다.
- 3) 골재의 팽창과 수분의 증발로 철녹의 성분으로 인해 콘크리트의 내부 조직에 변화가 생긴 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Harmathy T.Z. and L.W. Allen, Evaluation and Repair of Fire Damage to Concrete,(ACI Committee 26, Detroit), 1986
2. "철근부식에 의한 육지 콘크리트의 잔존수명 예측(The Prediction of Remaining Service Life of Land Concrete Due to Steel Corrosion)", 콘크리트학회 논문집, 제 12권 5호, 2000. 10
3. "콘크리트 구조물의 철근 부식 모니터링 기술", 콘크리트 학회지 Vol.12 No.3, 2000. 5
4. Cooper L.Y., "A Mathematical Model for Estimating Available Safe Egress Time in Fires", Fire and Materials, Vol.6, pp.135~144, 1982
5. 권영웅, "철근부식상태에 따른 철근콘크리트 보의 슬립특성", 한국콘크리트학회 제 11권 6호, 1999