

A-8

페타이어 콘크리트의 화재 특성

손기상, 이근오

서울산업대학교 안전공학과

Properties of Concrete Materials Using Waste Tyre

1. 서론

일반구조물에 이용되는 콘크리트는 화재를 입었을 때, 즉 높은 온도에 따라 강도가 급격히 감소되는 것으로 보고 되어왔고, 또한 수십년 동안 국내에서 학습되어왔다.

400도에서 현격히 50% 가까이 강도 감소를 보이는 것으로 많은 실험에서 보고 되어왔다. 페타이어 재활용 차원에서 진행되는 본 연구에서도 국내에서 정부 주도하에 폐기물 처리차원에서 폐기시키는 타이어의 입자별 용도성 재활용 대비로 생산되는 입자별 제품을 이용한 콘크리트별 내화성능을 실험 후 관찰하고, 분석하여 적용가능성 있는 특성을 제시하는 것이 본 연구의 목적으로 하였다.

콘크리트는 철근과 합동으로 구조물을 형성하기 때문에 철근콘크리트에 대한 화재성능을 밝혀야 하지만 재활용 자재 유용성이 더 큰 연구요소이기 때문에 본 연구에서는 우선 재료에 따른 성능을 밝히고자 한다. 즉 순수(콘크리트+페타이어재)로 이루어진 요소를 실험요소로 제작하였다.

온도상승이 콘크리트 강도에 미치는 영향은 250℃ 이하에서는 조금 불규칙하다. 그러나 300℃ 이상에서는 강도의 한정적 손실이 발생한다. 만약 높은 온도가 잠시 짧은 기간(즉 1시간)만 있으면, 느린 강도 회복이 생긴다. 온도가 높을수록 강도 손실은 건조 콘크리트에서 보다 습원 콘크리트에서 더 커진다. 재령 14일 이상인 매스양생 콘크리트의 강도는 21~96℃ 범위내의 온도 영향은 받지 않는다.

빈 배합 콘크리트는 부배합 콘크리트 보다 강도 손실은 상대적으로 더 낮아진다. 온도전도가 낮은 콘크리트는 내화성능도 개선된다. 즉, 경량 콘크리트가 보통 콘크리트 보다 화재에 더 잘 견딘다. 특히, 하중을 받으면서 열을 받은 콘크리트는 가장 높은 내력을 유지하는데, 열을 받고 있는 하중을 받지 않고 있는 실험체는 계속 냉각되는 콘크리트가 되면서 최저 강도에 이른다.(ref.6)

Nevill은 다음과 같이 콘크리트 화재시 높은 온도에 영향 받은 콘크리트 강도감소에 대해 제시하고 있다.(ref.6)

본 연구에서는 앞서 언급된 바와 같이 보통 콘크리트의 온도에 따른 강도 감소에 대해 재활용 폐자재인 페타이어 콘크리트가 특성을 발휘하는지 설계 배합표(Table 1)에 따라 전기로에서 가열시켜 강도 테스트를 하는 실험하는 연구가 된다. Fig. 1, 2는 기존에 널리 알려진 재료들에 관해 제시하고 있다.

Table1. Waste-tyre mixing proportion

Mix Design	Fibre	Coarse	Cement	Fine	Water	Remarks
		Aggregate < 20				
		10.95kg	3.10kg			
Mix Design 2.0% by vol Φ 10 × 20cm	Normal	10.95 × 4 =43.80kg	3.10 × 4 =12.4kg	8.95 × 4 =35.80kg	2.00 × 4 =8.0kg	3단계 온도별 각 입자별 압축강도 테스트용
	0.4					
	0.4~0.6					
	0.6~1.2					
	2.0					
	7.0					
	10.0					
	steel					
	탄소					

2. 실험방법 및 계획

배합은 페타이어 2.0%를 시행하고, 페타이어 성분이 전혀 없는 Normal, 입장크기 0.4 mm, 0.6mm, 1.2mm, 2.0mm, 7.0mm, 10.0mm, 그리고 steel 성분이 함유된 입자, 그리고, 탄소가루가 배합된 경의로 하였다. 여기서 배합된 페타이어는 환경부 산하 자원재생공사에서 생산되는 재료를 구입하여 오차를 줄이기 위해 K. S인가 콘크리트 제작공장(레미콘)에서 제작하였다. 방재시험 연구소에 의뢰하여 실시하였다. 이때 가열 작업에서 압축강도 시험까지 일괄적으로 실시하여 신뢰성을 높이고자 하였다. 150도에서 시간 유지 400도에서 1시간 유지 한 후 압축강도 테스트를 하도록 하였다. 400도에서는 1시간 유지 후 2시간 경과로 식혀서 아직도 온열이 있는 상태에서 압축강도 시험을 하는 것으로 하였다. 실험시의 온도 150, 400은 페타이어 재료가 배합되지 않은 기존의 콘크리트에 관한 연구에서 단계별 화재시의 온도에 따른 현격한 강도 감소 범위를 택한 것으로 본 연구의 예측을 가능케 하기 위한 수단으로 하기 위함이었다.

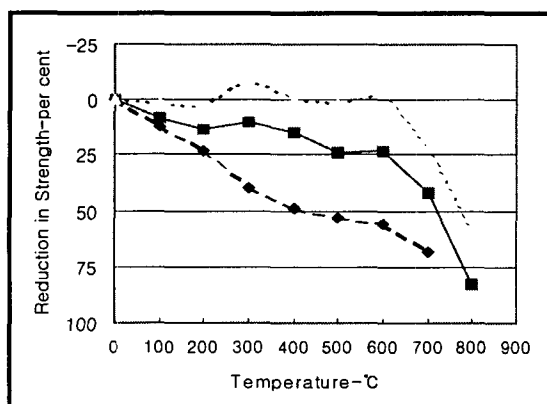


Fig. 1. Reduction in compressive strength of concrete heated without application of load and then tested hot: average initial strength of 28 MPa (4000psi)

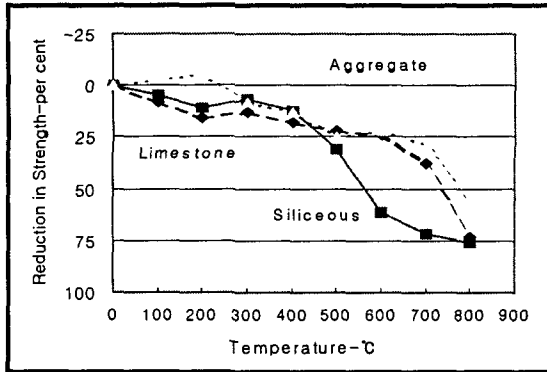


Fig. 2. Reduction in compressive strength of concrete made with limestone aggregate: A heated without application of load and then tested hot, B heated under an initial stress-strength ratio of 0.4 and then tested hot, C heated without application of load and tested after 7 days of storage at 20°C(70°F)

3. 실험결과

Table 2. Strength Test Results(28일)

번호		상온	150도		400도
		압축	압축	평균	압축
Normal	1	290	280	276	263.5
	2		272		
① 0.4	1	226	218	213	292.1
	2		208		
② 0.6	1	224	196	201	299.5
	2		206		
③ 1.2	1	224	210	204	218.9
	2		198		
④ 2.0	1	231	221	219.5	187.3
	2		218		
⑤ 7.0	1	232	241	244	263
	2		247		
⑥ 10.0	1	333	241	235	299.6
	2		229		
⑦ steel	1	264	256	253.5	204.9
	2		251		
⑧ 탄소	1	357	421	425	446.7
	2		429		

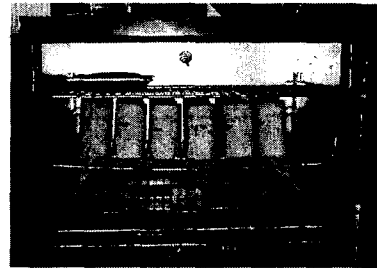


사진 1. 화재실험(150°C)

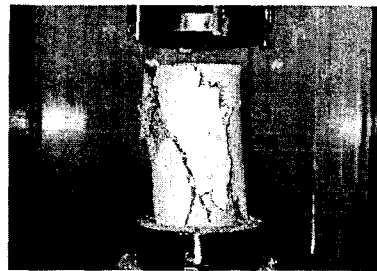


사진 2. Steel 파괴양상



사진 3. 탄소콘크리트 파괴양상

Normal은 수직 및 대각균열이 고루 분포된 균열 형태이었고, 0.4mm입자 배합은 수직성 균열을 보였고, 0.6mm는 대각으로 균열되었고, 1.2mm는 겉모습은 균열이 약간만 있는 상태에서 파괴되었고, 7.0mm는 균열이 미미하게 나타났고, 10.0mm와 탄소콘크리트는 한쪽 부분이 썩하고 떨어져 나갔는데 보통 고강도 Normal 콘크리트의 파괴양상과 비슷하였다.

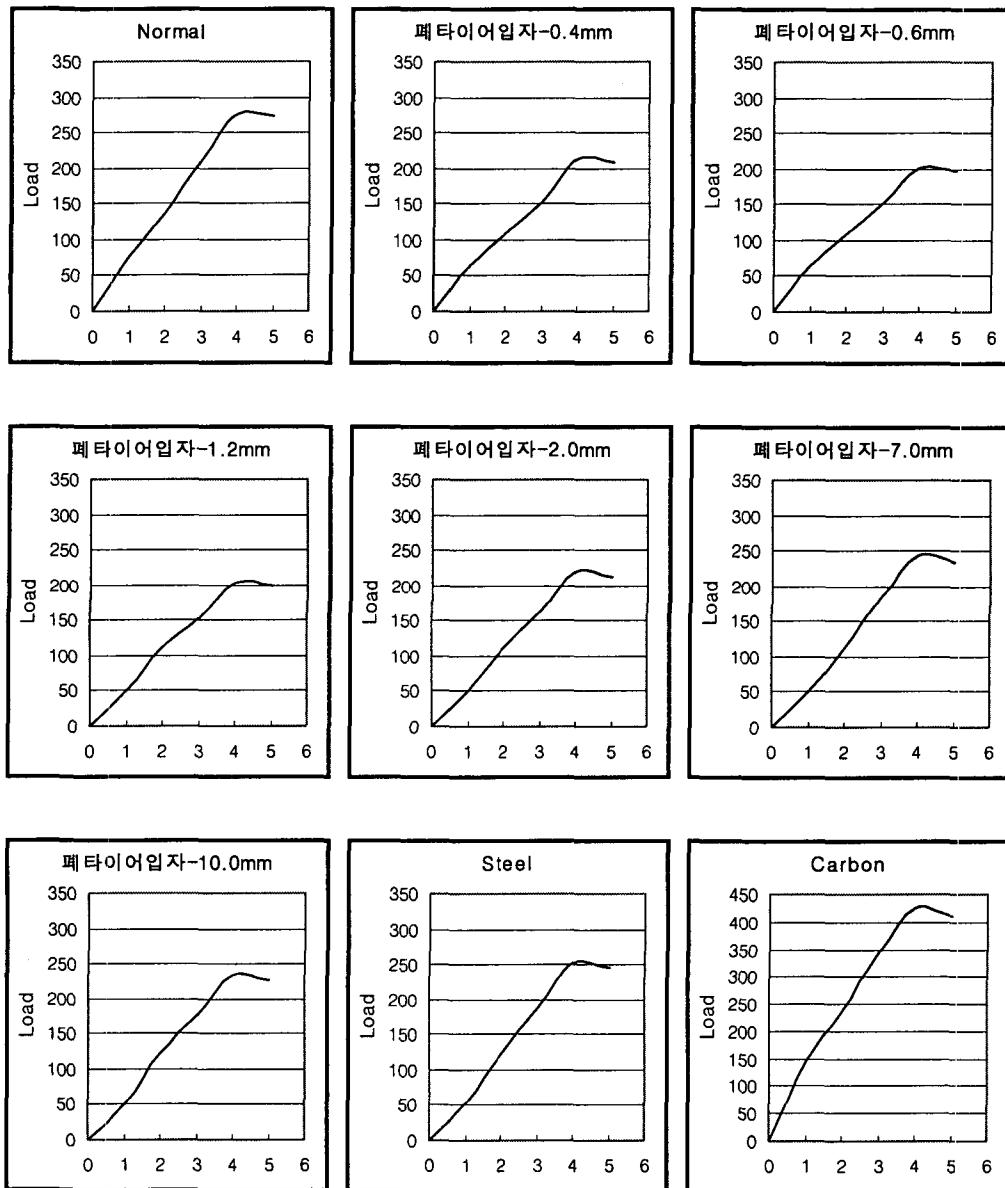
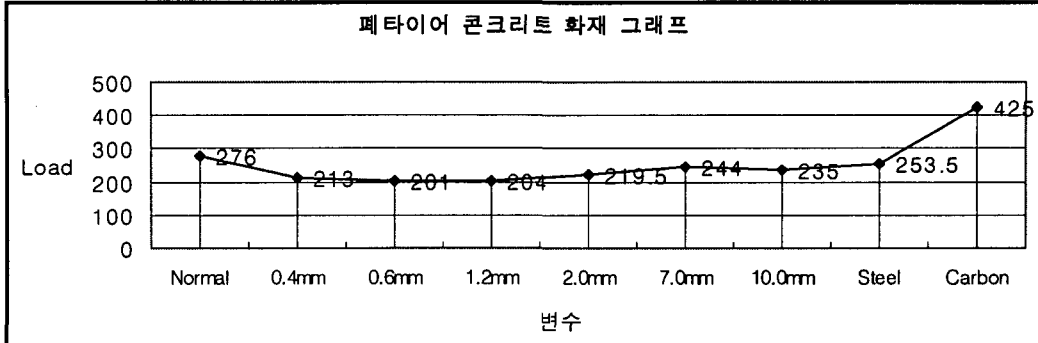


Fig. 1. Relationship between strength and temperature



4. 분석

- 1) 150℃까지 가열을 했을 때는 가열을 하지 않았을 때와 거의 비슷한 강도 값이 나타났다.
- 2) 가열을 했던 몰드는 파괴양상이 일반 몰드 보다 더 심하게 균열이 발생했다.
- 3) 특이한 사항은 탄소콘크리트는 150℃에서 1시간 동안 가열한 것이 가열하지 않는 탄소콘크리트 보다 강도 값이 더 높게 나타났다.

5. 결론

이상의 실험결과와 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 페타이어 콘크리트는 150℃부터 내부조직 변화가 시작될 수 있다.
- 2) 페타이어 콘크리트 400℃에서 압축강도는 재료입자에 따라 약간의 변화가 있었다.
- 3) 탄소콘크리트의 150℃ 가열 후 상승은 지속적 연구가 확대 필요하다.

참고문헌

1. 이태원, “초고층 건물에 있어서의 화재특성과 방재”, 소방안전, pp. 11-22 (1994. 3)
2. 김낙석 외 1명, “페타이어 고무분말을 이용한 아스팔트 콘크리트 혼합물의 성질에 혼합물의 성질에 대한 실험적 연구”, 대한토목학회, pp. 65-68, (1997. 10)
3. 김재욱, 김유목, 정환욱, 문장수, “페타이어 분말을 혼입한 루버 콘크리트의 특성에 관한 연구”, 대한건축학회, 제12권 제6호, pp. 56-61, (1996)
4. 최경수, 박동화, “열플라즈마에 의한 페타이어의 열분해공정에서 가연성가스 생성”, CLEAN TECHNOLOGY, (1999)
5. A. M Neville, “Resistance of Concrete to Fire and Influence of Temperature on Strength”, Properties of Concrete, Pitman publishing co. uk, pp. 498-50, (1981)