미세 폐타이어 입자 콘크리트 강도별 특성 비교

최용호 · 전창현* · 손기상*
삼부토건 · *서울산업대학교 안전공학과

1. 서 론

최근 들어 환경공해문제가 중요한 부분으로 부각되면서 폐기물의 처리와 그것을 이용한 재활용의 응용이 현대사회의 중요한 사항으로 인식이 되고 있다. 이들 폐기물을 단순 소각하거나 매립할 경우 장소확보가 용이하지 않으며, 인근 지역 주민들과의 마찰 및 환경훼손의 여지를 남기고 있어 그에 따른 대책으로 폐기물의 최소화 및 재활용하는 것이 가장 효율적인 방법이라 할 수 있다.

수많은 폐기물중 폐타이어는 급격한 국민경제 수준의 향상과 더불어 자동차 산업의 계속되는 발전으로 2004년 3월 현재 자동차 보유대수가 1467만대를 돌파한 우리나라는 그에 따른 결과로 많은 폐타이어가 배출되고 있다. 타이어는 고무제품 수요중 차지하는 비중이 크며 수명도 타 고무제품에 비해 가장 짧은 실정으로 급격한 양적 증가추세를 나타내고 있다.

또한, 과거에 폐타이어 대한 근본적인 처리방안이 마련되지 못하여 발생량이 많음에도 불구하고 근본적인 처리방안이 마련되지 못하여 재활용이 극히 미진하다. 이에 환경공해의 심각한 폐기물중의 하나인 막대한 양의 폐타이어를 건설재료로서 재활용함으로 자원의 절약과 재활용이라는 측면에서 그 의의가 클 것으로 사료된다.

이에 본 연구에서는 폐타이어를 건설자재로 재활용하기 위한 측면에서 폐타이어 분말을 기존에 생산되는 레미콘에 혼입하여 강도에 미치는 영향을 실험적으로 고찰하여 폐타이어 콘크리트의 실용화 방안 및 생산 기초자료로 이용될 수 있도록 하는데 본 연구의 목적이 있다.

2. 실험계획

레미콘회사에서 생산되는 일반적인 콘크리트 강도는 180kg/㎠, 210kg/㎠, 240kg/㎠, 270kg/㎠이다. 이 네 가지 강도를 갖는 레미콘에 폐타이어를 0.6mm, 1.2mm, 2.0mm, 6mm 크기로 파쇄한 조각을 혼입하여 혼입량에 따른 배합을 변수요인으로 결정하였으며, 파쇄 조각의 입자는 fig 1.과 같다. 배합표는 D사에서 생산되는 레미콘의 시방배합(Table1.)에 준하여 실험을 진행하였으며 보다 정확한 실험을 위해 골재와 혼화제 또한 D사에서 사용되는 것으로 하였다. 혼화제는 AE 감수제 표준형을 사용하였으며,

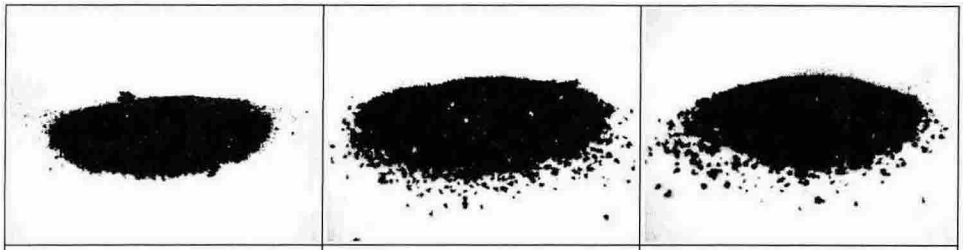


figure 1. particle size of wasted tire-chip

Table 1. Weight proportion for waste-tire mixing concrete for level of 270

Mix proportion	Waste tire	Gravel (≤25mm)	Sand	Cement	Water	Agent
0.0%(nor)	0	959	821	323	314	1.81
0.5%	11.48	959	821	323	314	1.81
1.0%	22.96	959	821	323	314	1.81
1.5%	34.44	959	821	323	314	1.81
2.0%	45.92	959	821	323	314	1.81

(unit : kg)

감수율은 12.3%이다. 실험체는 Φ10㎝×20㎝몰드를 호칭강도별 폐타이어 혼입량에 따라 6개씩 제작하였다. 변수량은 시방배합의 총무게에 0%(normal), 0.5%, 1.0%, 1.5%와 2.0%씩의 폐타이어 파쇄입자를 첨가하고, 공칭용량이 60L인 강제 혼합 믹서에 시방배합에 따라 30L를 넣고 1분30초 동안 비빔을 진행하였다. 양생은 20±3℃의 수조에서 하였고, 몰드의 재령은 28일로 하여 압축강도는 KS F 2405, 인장강도시험 KS F 2423, 슬럼프 시험은 KS F 2402의 시험방법에 따라 시행하였다.

3. 실험결과

각 실험인자별 실험체 개수는 각 3개씩 평균값으로 표시하였고 강도실험에는 BS EN ISP9001 인증을 받은 강도시험기기로 매초 0.6±0.4N/㎟의 속도로 파괴하였다. 호칭강도별 폐타이어 혼입률에 따른 강도변화와 슬럼프는 Table 2.와 같다.

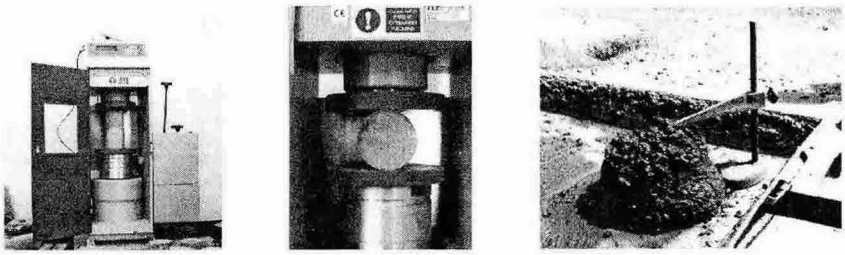
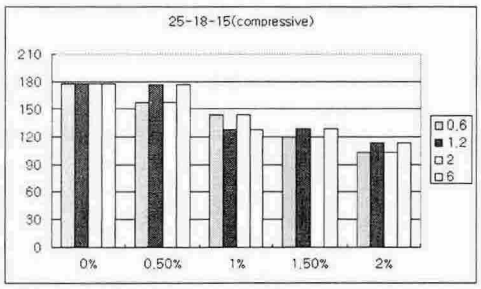


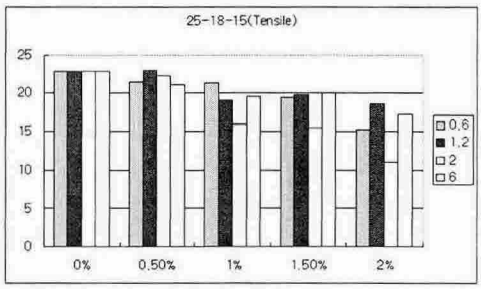
figure 2. slump and Strength test

Table 2. Strength and Slump test for Rubber Concrete

level of concrete \ mixing proportion \ particle size		0.6			1.2		
		slump (cm)	compressive	splitting tensile	slump (cm)	compressive	splitting tensile
180kg/㎠ (25-18-15)	0%	17	178	22.9	17	178	22.9
	0.5%	17	173	21.5	16	158.7	23.0
	1.0%	16	126	21.4	16	103.6	19.1
	1.5%	16	124	19.5	16	110.6	19.8
	2.0%	15	121.8	15.3	15	65.8	18.7
210kg/㎠ (25-21-15)	0%	15	220.0	24.5	15	220.0	24.5
	0.5%	15	212.0	23.9	15	156.5	24.3
	1.0%	14	162.0	20.3	14	126.0	21.0
	1.5%	14	91.0	17.0	14	112.0	17.3
	2.0%	14	90.5	16.6	13	135.5	20.4
240kg/㎠ (25-24-15)	0%	15	252.4	27.0	15	252.4	27.0
	0.5%	14	159.9	26.1	15	169.3	27.5
	1.0%	14	156.3	27.2	14	165.9	27.4
	1.5%	13	177.0	21.0	14	98.7	18.4
	2.0%	13	133.0	14.3	13	59.4	10.7
270kg/㎠ (25-27-15)	0%	16	289.3	33.4	16	289.3	33.4
	0.5%	16	206.0	23.8	16	219.5	35.1
	1.0%	15	198.0	21.8	15	149.5	22.4
	1.5%	15	206.7	25.0	15	124.5	21.9
	2.0%	15	119.0	20.8	14	74.5	13.7

level of concrete \ particle size / mixing proportion		2.0		
		slump (cm)	compressive	splitting tensile
180kg/㎠ (25-18-15)	0%	17	178	22.9
	0.5%	16	157.3	22.3
	1.0%	15	143.7	15.9
	1.5%	15	119.9	15.5
	2.0%	15	103.6	11.0
210kg/㎠ (25-21-15)	0%	15	220	24.5
	0.5%	14	161.5	23.5
	1.0%	14	123.0	17.6
	1.5%	14	105.0	18.3
	2.0%	13	99.0	16.3
240kg/㎠ (25-24-15)	0%	15	252.4	27.0
	0.5%	15	184.7	22.4
	1.0%	14	149.3	22.6
	1.5%	14	145.2	20.9
	2.0%	13	146.2	21.5
270kg/㎠ (25-27-15)	0%	16	289.3	33.4
	0.5%	16	204.5	26.1
	1.0%	15	181.5	27.1
	1.5%	15	130.5	20.9
	2.0%	14	135.5	21.5





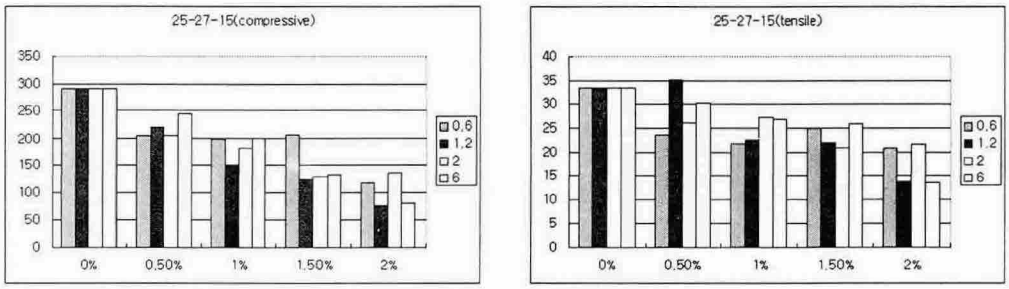


fig.3 strength varying with waste-tire mix proportion

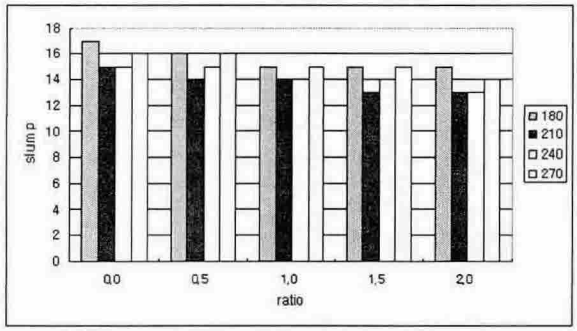


fig.4 slump of 0.6mm wasted tire-chip

4. 분 석

1) 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프는 폐타이어의 혼입량이 높아질수록 최대 3cm 감소하여 작업성에 영향을 줄수 있다.
2) 배합강도와 입자의 크기에 관계없이 혼입량이 증가할수록 압축강도는 감소하였다.
3) 180강도의 경우 0.5%혼입된 경우 압축강도가 기준강도와 차이가 없으며, 타입자의 0.5%혼입율 대비 최대 20kg/㎠ 정도의 강도가 발현됐다.
4) 180강도에서 1.2mm입자가 0.5% 혼입된 경우 인장강도가 기준강도에 비해 높게 측정되었다.
5) 1.2mm입자가 270강도에 2.0% 혼입된 경우 기준강도 대비 28%의 강도로 현저히 감소되었다.
6) 210강도에서 0.6mm 입자가 0.5%혼입된 경우 기준강도 대비 약 3% 감소하였다.
7) 배합강도가 증가할수록 골재의 혼입이 낮아지고, 시멘트의 양이 증가하여 압축강도가 증진되는데, 타이어 입자가 고강도에 혼입될수록 강도 감소율이 증가한다.

5.결 론

이상과 같은 실험과 분석에 의하여 다음과 같은 결론을 같게 되었다.

1) 0.6mm와 1.2mm입자를 180강도에 0.5%혼입된 콘크리트는 구조물에 적용할 수 있다.
2) 폐타이어 입자는 압축력보다 인장력을 받는 곳에 적용될 수 있을 것으로 사료된다.
3) 고강도에 혼입될수록 시멘트와의 타이어 입자와 부착력이 감소되는 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 서종규, "폐타이어를 혼입한 모르터 및 콘크리트의 특성에 간한 실험적 연구", 단국대학교 대학원 박사논문, 1997.2 pp5~6
2. 배주성 외 3인, "폐타이어 분말을 혼입한 콘크리트 도로포장의 성능평가", 제16권 제Ⅲ-3호, 대한토목학회논문집 1996. 5, pp236~237
3. 이석민 , "폐타이어 조각을 혼입한 콘크리트의 파괴 및 강도 특성에 관한 연구", 전북대학교 대학원 토목공학과 석사논문, 1997. 2, pp13~16
4. 김영찬, "폐타이어 미분말을 이용한 경량콘크리트의 개발에 관한 연구", 순천대학교 산업대학원 토목공학과 석사논문, 2001. 2, pp9~12
5. 김영진, 폐타이어의 기본특성과 건설재료로서의 재활용 현황", 통권133호, 한국기술정보, 1994,12, pp17~18
6. 손기상, "폐타이어를 혼입율에 따른 콘크리트 강도변화에 관한 실험적 연구", 제18권 1호, 산업안전학회지 2003, 1, pp76~80