

콘크리트 강도별 페타이어 혼입량에 따른 영향에 관한 실험적 연구

전창현 · 최재하* · 손기상

서울산업대 안전공학과 · 동진레미콘

1. 서 론

국내 자동차 산업의 계속되는 발전으로 2003년 10월 현재 보유대수가 1453만대(통계청)를 돌파한 우리나라는 그에 따른 여파로 2003년엔 23만톤의 페타이어가 배출되었으나 이에 대한 처리문제가 미비하여 환경오염 문제가 심각하게 야기되고 있는 추세이다. 이러한 환경문제의 해결과 경제적인 측면에서 국가적인 자원재활용을 위해 자원재생공사 및 페타이어 재활용업체에서 타이어의 철 성분을 골라내고, 나머지 고무성분을 이용하여 고무 보도블럭, 고무 아스팔트, 철도용 방진고무, 지하철 방음 등 여러 분야에서 쓰이고 있다. 점진적으로 쓰이고 있는 페타이어의 분말을 이용해 콘크리트에 혼합(이하 Rubber 콘크리트라 칭함)하여 기존에 생산되고 있는 강도와 비교·평가하는데 본 연구의 목적이 있다.

2. 실험계획

레미콘회사에서 생산되는 일반적인 콘크리트 강도는 $210\text{kg}/\text{cm}^3$, $240\text{kg}/\text{cm}^3$, $270\text{kg}/\text{cm}^3$ 이다. 이 세 가지 강도를 갖는 레미콘에 페타이어를 10mm크기로 파쇄한 조각과 steel이 포함되어 파쇄된 페타이어를 혼입하여 혼입량에 따른 배합을 변수요인으로 결정하였다. 배합표는 D사에서 생산되는 레미콘의 시방배합(Table1.)에 준하여 실험을 진행하였으

Table 1. Weight proportion for waste-tire mixing concrete for level of 210

Mix proportion	Waste tire	Gravel ($\leq 25\text{mm}$)	Sand	Cement	Water	Agent
0.0%(nor)	0	987	834	331	176	1.7
0.5%	11.64	987	834	331	176	1.7
1.0%	23.28	987	834	331	176	1.7
1.5%	34.92	987	834	331	176	1.7
2.0%	46.56	987	834	331	176	1.7

(unit : kg)

며, 실험체는 $\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$ 몰드를 호칭강도별 페타이어 혼입량에 따라 6개씩 제작하였다. 변수량은 시방배합의 총무게에 0%(normal), 1.5%, 1.0%, 1.5%와 2.0%씩의 페타이어 파쇄입자를 첨가하고, 공칭용량이 60L인 믹서에 시방배합에 따라 30L를 넣고 1분30초 동안 비빔을 진행하였다. 양생은 $21 \pm 2^\circ\text{C}$ 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

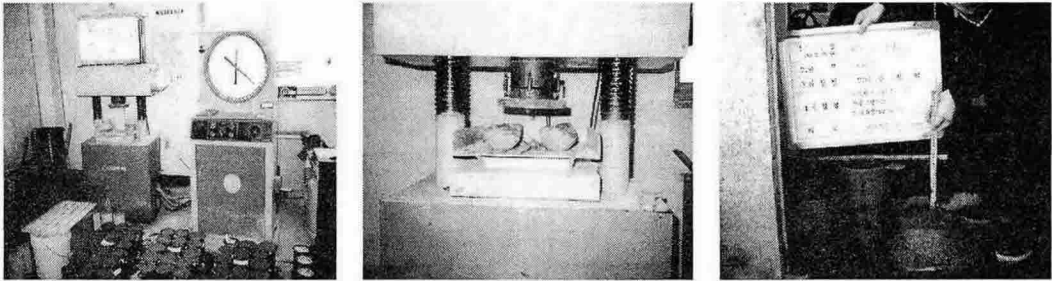
각 실험인자별 실험체 개수는 각 3개씩 평균값으로 표시하였고 강도시험에는 HCT-D300 강도시험기기로 파괴하였다. 호칭강도별 페타이어 혼입률에 따른 강도변화와 슬럼프는 다음과 같다.(Table 2.)

압축강도 결과에서는 호칭강도 $240\text{kg}/\text{cm}^2$ 에서는 steel 1.0%가 $205\text{kg}/\text{cm}^2$ 로 가장 높게 나

Table 2. Strength and Slump test for Rubber Concrete

level of concrete	particle size mixing proportion	10mm			Steel		
		slump (cm)	compressive	splitting tensile	slump (cm)	compressive	splitting tensile
210kg/cm ² (25-21-15)	0%	15	183	25	15	183	25
	0.5%	15	183	24	14	163	22
	1.0%	16	180	25	15	149	19
	1.5%	17	135	18	15	173	24
	2.0%	17	170	20	16	179	19
240kg/cm ² (25-24-15)	0%	14	190	25	14	190	25
	0.5%	14	203	24	15	205	23
	1.0%	15	204	22	15	203	23
	1.5%	16	192	25	16	194	23
	2.0%	16	178	23	17	198	23
270kg/cm ² (25-27-15)	0%	14	232	27	14	232	27
	0.5%	14	265	23	14	278	30
	1.0%	14	251	26	15	261	27
	1.5%	15	240	28	15	229	28
	2.0%	16	160	18	16	214	26

타났고, 호칭강도 270kg/cm²도 steel 성분이 포함된 Rubber 콘크리트가 278kg/cm²로 가장 높게 나타났다. 할열강도 시험에서는 호칭강도 270kg/cm²의 0.5%가 30kg/cm²으로 Normal 보다 높게 나타났다. 또한 강도 실험시 채하된 하중을 제거시 모든 강도의 1.5%, 2.0%가 혼입된 러버 콘크리트는 약 2~3mm가 상승되어 되었다.



picture1. slump and strength test

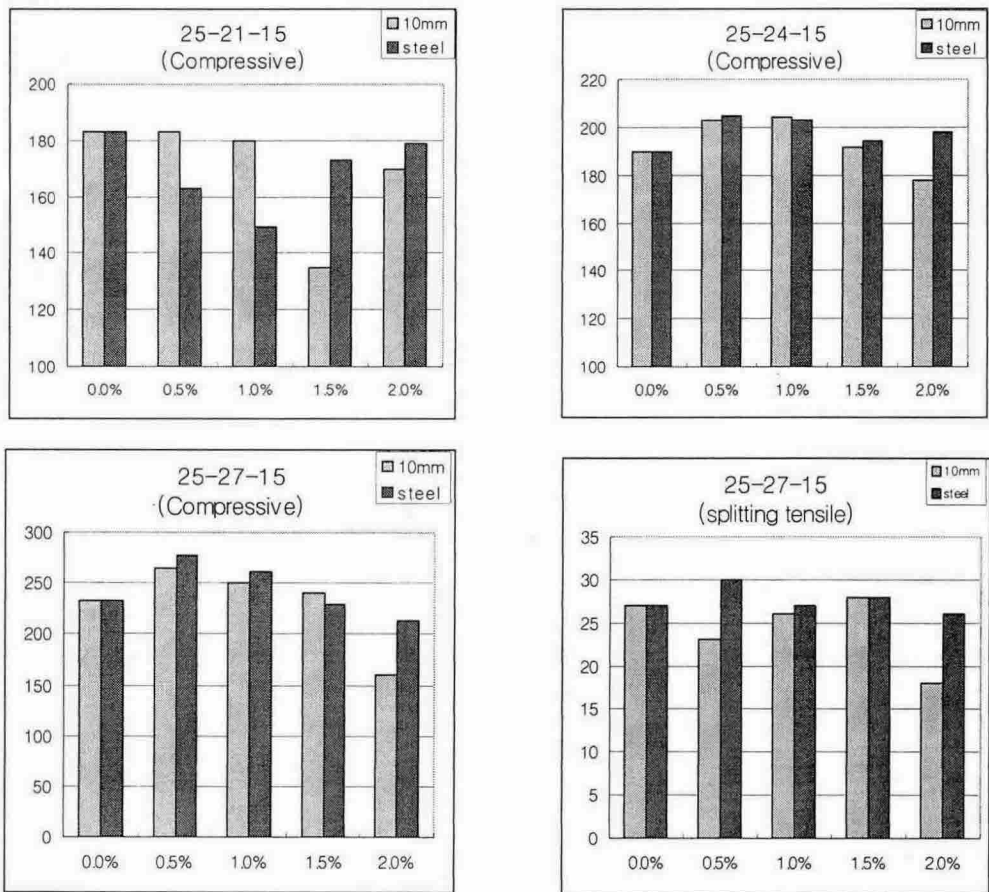


fig.1 Compressive strength varying with waste-tire mix proportion

4. 분석

- 1) 페타이어에 Steel 입자가 포함된 경우 10mm의 페타이어가 혼입된 경우보다 압축강도가 1.5%, 2.0%의 혼입률에서 더 높게 나타났다.
- 2) 호칭강도 210kg/cm² 콘크리트가 1.5%와 2.0%의 혼입에서 급격히 강도가 감소함을 볼수 있다.
- 3) 240kg/cm²강도와 270kg/cm²강도에서 0.5%, 1.0%와 1.5%가 혼입입자와 관계없이 Normal에 비해 높은 강도값을 나타내고 있다.
- 4) 할열강도는 호칭강도 270kg/cm²가 혼입량에 관계없이 normal에 비해 큰 강도값을 가지고 있다.
- 5) 페타이어의 혼입량이 높아질수록 normal에 비해 슬럼프는 1~3cm 높아졌고, Steel 성분이 포함된 레미콘에서는 철심이 있어 피니셔빌리티가 좋지 않다.
- 6) Steel 입자가 포함된 콘크리트에서는 유관으로 확인 가능한 공극이 많이 보인다.

5. 결론

이상과 같은 실험과 분석에 의하여 다음과 같은 결론을 갖게 되었다.

- 1) 페타이어 입자가 0.5%, 1.0% 혼입된 콘크리트는 구조물에 적용될 수 있는 것으로 사료된다.
- 2) 특히, 페타이어의 고무 성분으로 인한 탄성현상으로 진동방지 구조물에 적용할 수 있다.
- 3) 페타이어 입자를 혼입한 레미콘이 normal 강도와 비슷하거나 그 이상일 경우 워커빌리티가 좋아짐을 알수 있다.

참고문헌

1. 손기상, “페타이어를 혼입율에 따른 콘크리트 강도변화에 관한 실험적 연구”, 제18권 1호, 산업안전학회지 2003, 1, pp76~80
2. 이석민, “페타이어 조각을 혼입한 콘크리트의 파괴 및 강도 특성에 관한 연구”, 전북대학교 대학원 토목공학과 석사논문, 1997. 2, pp13~16
3. 배주성 외 3인, “페타이어 분말을 혼입한 콘크리트 도로포장의 성능평가”, 제16권 제 III-3호, 대한토목학회논문집 1996. 5, pp236~237
4. 김영찬, “페타이어 미분말을 이용한 경량콘크리트의 개발에 관한 연구”, 순천대학교 산업대학원 토목공학과 석사논문, 2001. 2, pp9~12
5. 김영진, 페타이어의 기본특성과 건설재료로서의 재활용 현황“, 통권133호, 한국기술정보, 1994,12, pp17~18