미세 화이버 입자 혼입 콘크리트 구조의 특성실험

홍승렬 · 조병헌* · 손기상*
대림산업(주) · *서울산업대학교 안전공학과

1. 서 론

최근 경제 발달로 인해 재료수요량이 급증하고 있으나, 자원의 한계성으로 인한 재료 공급부족현상과 또한 환경문제로 인한 폐기물의 처리가 중요한 현안으로 부각되기 시작했다. 이러한 두 가지 측면의 입장에서 폐기물을 이용한 연구는 그 연구만으로도 유용하다 하겠다. 이런 점을 감안하여 본 논문은 폐기물인 폐타이어와 폐톱밥을 사용하여 미세 화이버 입자 혼입 콘크리트의 실험을 하였다.

미세 입자 화이버 혼입 콘크리트 연구는 진행되어 왔으나 골조 구조에 적용하여 유용한 특성을 규명하여 실제 적용하고자 하는 연구는 거의 없었다.
10mm분말 폐타이어 0.5%, 1.0%, 1.5% 혼입 철근콘크리트보 3가지와 5mm이하의 목재 톱밥 0.1%, 0.5%, 1.0%혼입 콘크리트보 3가지 그리고 기준이 되는 이들 화이버의 혼합 없는 일반 보통 철근 콘크리트보 이렇게 7개를 20cm×30cm의 단면에 길이 1.2m를 제작하였다.

본 논문의 목적은 폐자재를 사용한 미세 화이버 입자 혼입 콘크리트의 재료실험과 구조부재실험을 통한 비교로서 건물에 적용가능성을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 실험

2.1 실험계획

재료 실험으로는 압축과 인장 두 가지를 하는 것으로 하였고, 구조부재 실험은 보 실험 형태로 실험하였으며, 28일 강도만을 실험에 적용하였다.
실험체 제작시의 철근 배근도는 다음과 같다.(철근 인장값은 4000kg/cm^2)

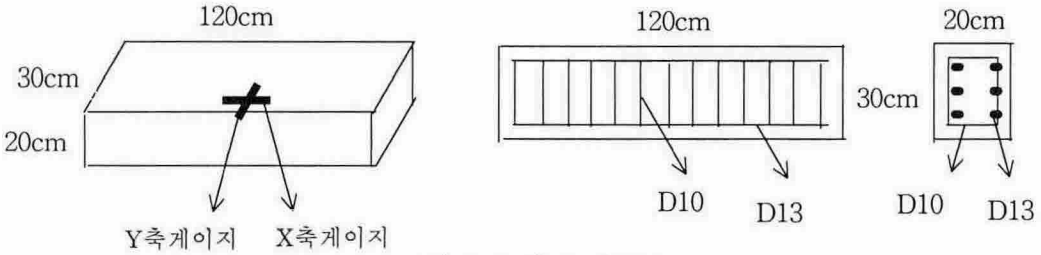


그림 2-1 철근 배근도

2.2 배합설계

배합설계는 손 비빔에 의한 오차를 줄이기 위해서 D레미콘 회사의 배합표를 이용하여 아래와 같이 배합하는 것으로 하였고, 설계 강도값은 180kg/cm^{2}을 사용하였다.(1000 ℓ를 기준 배합설계이며, 폐타이어는 10mm폐타이어를 사용하였으며, 톱밥은 5mm이하의 톱밥을 사용하였다.)

표 2-1 콘크리트 배합비

성분	Cement	Water	Sand	Gravel	ad	W/C	Total Weight
Weight	277kg	179kg	909kg	931kg	1.39kg	64.7	2296kg
폐타이어	0.5%	1.0%	1.5%	폐톱밥	0.1%	0.5%	1.0%
Weight	11.48kg	22.96kg	34.44kg	Weight	2.29kg	11.48kg	22.96kg

2.3 제작 및 시험방법

실험은 D레미콘 회사의 배합표를 이용하여 서울산업대 실험실에서 공시체와 구조부재를 제작하였고, 공시체는 21±2℃를 유지했으며 재령 28일 강도만을 각각 실험하였다. 압축강도는 KS F2405와 할열인장강도시험 KS F2423에 따라 실시하였다.

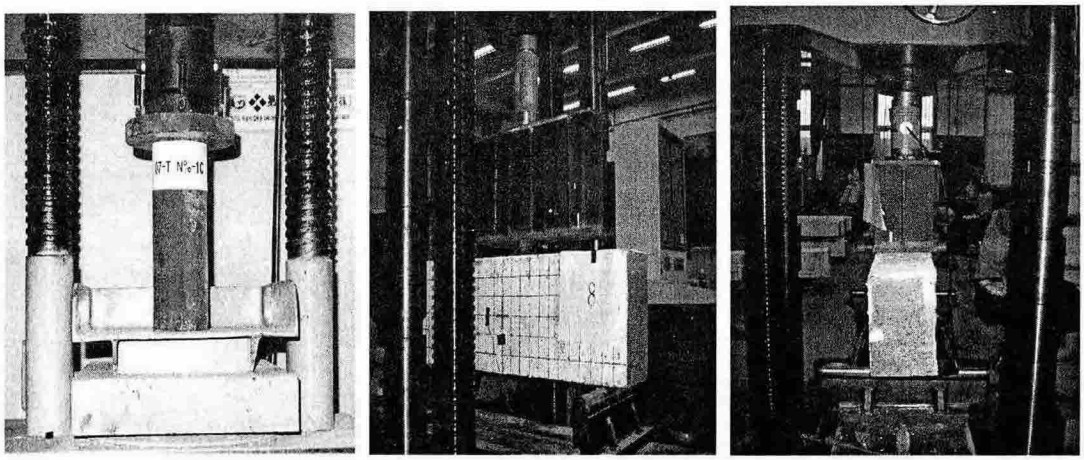


그림 2-1 실험사진(재료실험, 구조부재실험)

3. 실험결과

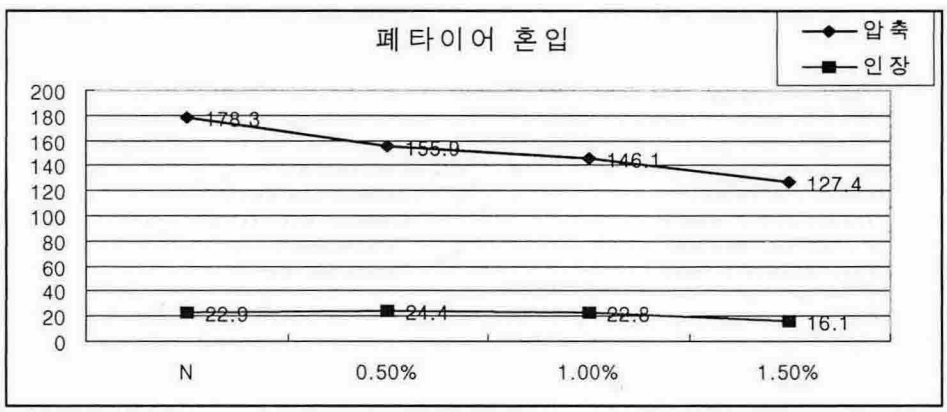
3.1 재료실험결과

표 3-1 폐타이어 혼입(0.5%,1.0%,1.5%)

		압 축		인 장	
		28일	평균	28일	평균
N	1	180	178.3	23.5	22.9
	2	180		22.4	
	3	175		22.8	
0.5%	1	154	155.9	23.7	24.4
	2	165.2		24.1	
	3	148.4		25.3	
1.0%	1	151.2	146.1	21.4	22.8
	2	117.6		24.1	
	3	169.4		22.8	
1.5%	1	149.8	127.4	16.7	16.1
	2	135.8		16.5	
	3	96.6		15.1	

표 3-2 폐톱밥 혼입(0.1%,0.5%,1.0%)

		압 축		인 장	
		28일	평균	28일	평균
N	1	180	178.3	23.5	22.9
	2	180		22.4	
	3	175		22.8	
0.1%	1	156.4	150.2	16	17.3
	2	152.2		18.4	
	3	142		18.1	
0.5%	1	134.7	131.3	16.9	17.9
	2	141		17.3	
	3	118.3		19.4	
1.0%	1	115	115.1	15.7	16.2
	2	113.1		16.9	
	3	117.4		16	



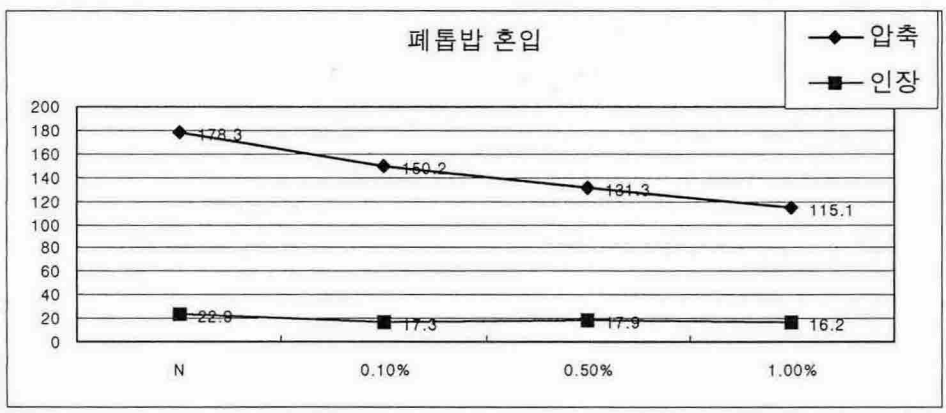
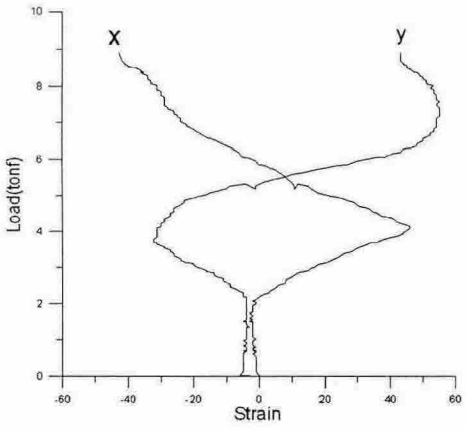


그림 3-1 폐타이어 혼입·폐톱밥 혼입 콘크리트 압축·인장 강도

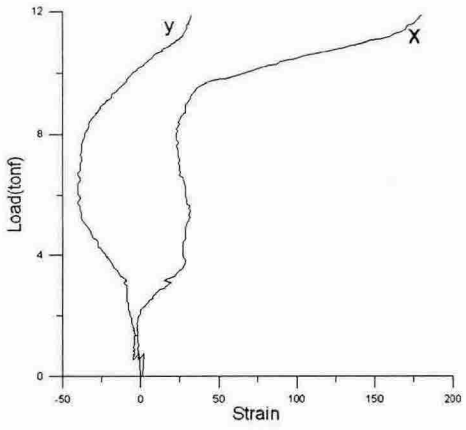
3.2 구조부재 실험결과

표 3-3 휨강도 최대 하중값

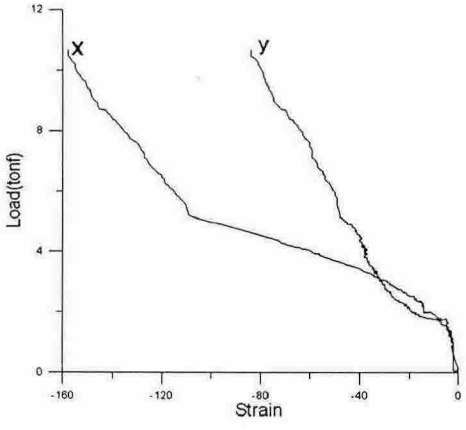
폐타이어	Normal	0.5%	1.0%	1.5%
Max Load(tonf)	8.91	11.88	10.68	11.25
F(kg/㎠)	74.25	99	89	93.75
폐톱밥	Normal	0.1%	0.5%	1.0%
Max Load(tonf)	8.91	9.54	7.74	7.86
F(kg/㎠)	74.25	79.5	64.5	65.5



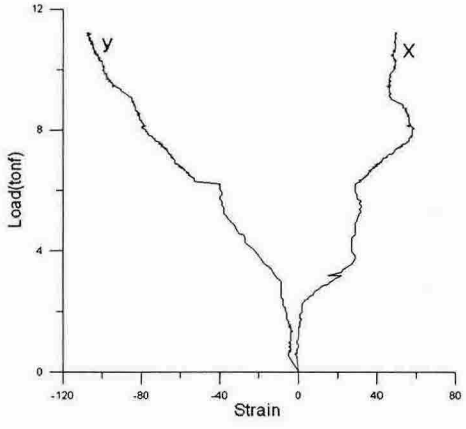
Normal



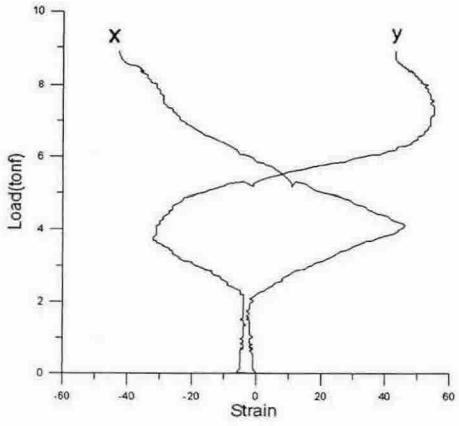
폐타이어 0.5%



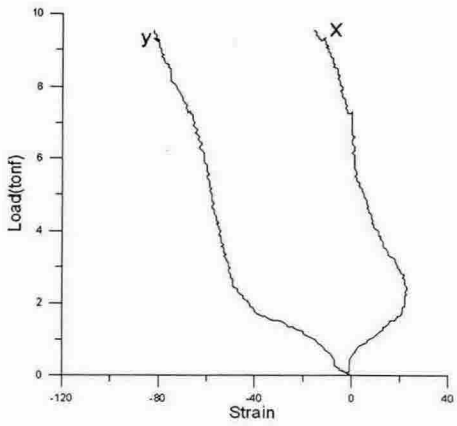
폐타이어 1.0%



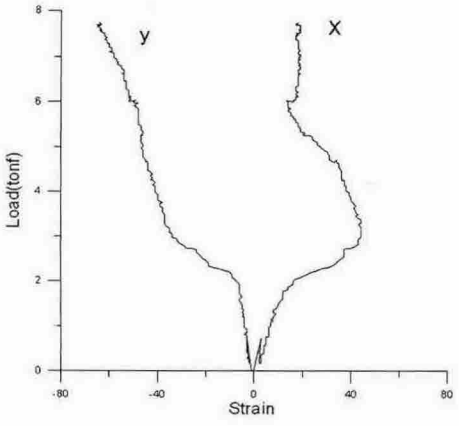
폐타이어 1.5%



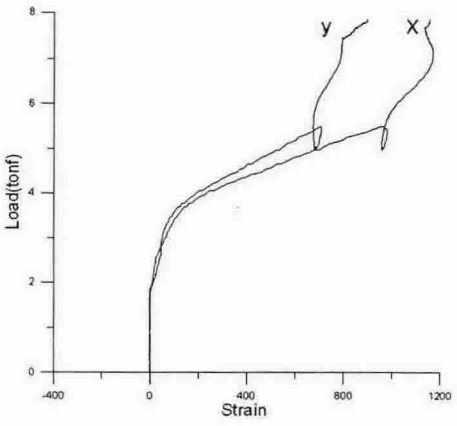
Normal



폐톱밥 0.1%



폐톱밥 0.5%



폐톱밥 1.0%

4. 분 석

1) 재료실험, 구조부재실험의 경우 배합비가 높을수록 슬럼프치는 높게 나타났고, 단위 용적중량은 낮게 나타났다.
2) 재료실험의 경우 배합비가 높을수록 압축강도, 인장강도 값은 낮게 나타났다.
3) 재료실험의 경우 폐타이어나 폐톱밥이나 압축강도:인장강도의 비율이 6:1~8:1정도로 비슷하게 나타났다.
4) 재료실험의 경우 폐타이어나 폐톱밥이나 압축강도의 값은 비율별로 강도값이 떨어짐을 보였으나, 인장강도는 비율별로 강도값이 큰 차이가 없음을 보여준다.
5) 재료실험의 경우 폐타이어는 비율별로 규칙적인 강도값을 보여주지만, 폐톱밥은 Normal에서 0.1%까지 압축강도값이 현격히 감소됨을 볼 수 있다.

6) 구조부재의 실험의 경우 대체적으로 스트렌게이지의 X축방향은 양의 방향을 Y축방향은 음의 방향을 나타내었다.
7) 구조부재의 실험의 경우 폐타이어나 폐톱밥이나 혼합비율이 높아질수록 초기변형률이 많이 짐을 보여준다.
8) 폐타이어의 재료실험 강도값은 혼합비율이 높을수록 감소되었으나 폐타이어의 구조부재실험은 혼합비율이 높을수록 강도값이 증가하는 함을 볼수 있다.

5. 결 론

이상과 같은 설문 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다..
1) 폐타이어나 폐톱밥이나 혼합비율에 따른 강도성능도 유사하다.
2) 폐타이어나 폐톱밥의 혼합비율이 높을수록 재료의 특성과 간극율이 커지므로 강도값이 하락한다.
3) 혼합비율이 높아도 인장강도값에는 영향을 미치지 않는다.
4) 구조부재의 강도변화에는 철근의 영향으로 인한 비율별 최대하중 값이 재료실험과는 다르게 나타난다.
5) 앞으로 폐타이어·폐톱밥 함께 강도 실험 뿐만아니라 단열, 흡음, 부착강도 실험을 추가해서 다양한 성능을 규명할 필요가 있다.

참고문헌

1. 손기상, "폐타이어를 혼입율에 따른 콘크리트 강도변화에 관한 실험적 연구", 제18권 1호, 산업안전학회지 2003, 1, pp76~80
2. 김영찬, "폐타이어 미분말을 이용한 경량 콘크리트의 개발에 관한 연구", 순천향대학교 산업대학원 토목공학과 석사논문, 2001. 2, pp9~12
3. 김영진, "폐타이어의 기본특성과 건설재료로서의 재활용 현황", 통권133호, 한국기술정보, 1994.12, pp17~18
4. 김종희, "폐기 알루미늄 톱밥을 혼입한 콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구", 대전산업대 산업대학원, 2000
5. 한국콘크리트학회, "최신 콘크리트공학", 기문당, pp549, 1992
6. 정헌수, "고강도 콘크리트 구조", 태림문화사