

음료캔 배합 콘크리트 강도 특성

김수건 · 손기상

서울산업대학교 안전공학과

1. 서 론

제품 생산자가 폐기물 수거 책임을 위해 수거비를 정부에 지불하는 경우와 자체적으로 정부 인정하에 수거 폐기하는 경우가 있는 것으로 분류되고 있다.

2001년 국내 굴지 5대 음료회사에서 정부와 합의한 것 중 하나가 자체 생산제품의 폐기처분 비율을 정부에 지불하지 않는 대신에 자체적으로 폐기하도록 합의하였다.

금속캔 음료 재활용 방안은 여러 가지가 있겠으나 크게는 알루미늄제와 철제 두 가지로 대별된다. 본 연구에서 이 두 가지 캔을 압착 후 파쇄하여 입자 크기 5mm~1cm로 된 폐기물을 콘크리트에 배합 설계하여 그 강도 특성을 확인하기 위해 압축강도와 인장강도 실험을 하여 비교하는 것으로 하였다. 콘크리트 재료 특성을 압축강도, 인장강도만으로 결정, 단정 할 수 없으나 여러 가지 제약을 받는 조건하에서 가장 중요한 요소인 강도특성 변화를 먼저 하는 것으로 하였다. 즉, 실제의 구조물에 시공될 때 품질을 알고, 설계 가정한 압축강도 및 기타의 성질을 알아보기 위함이다.

2. 실험계획

2.1 재료배합

사용된 음료캔을 압착·파쇄하여 철제품 과 알루미늄제품으로 구분하여, 실험재료로 만들어 콘크리트에 배합하였다. 배합된 음료캔의 크기는 0.5mm~1cm로 하였으며, 재료의 분리 방지를 위하여 믹서에 혼합한 콘크리트를 깨끗하게 하고, 철판위에 옮긴 후 흙손으로 재 혼합하였다. 이들 배합비는 try and error method로 먼저 시도되었던 페타이어 배합비와 동일하게 하였다. 표1, 2는 이번 실험의 배합표를 철재와 알루미늄제로 구분하여 자세히 나타내었다.

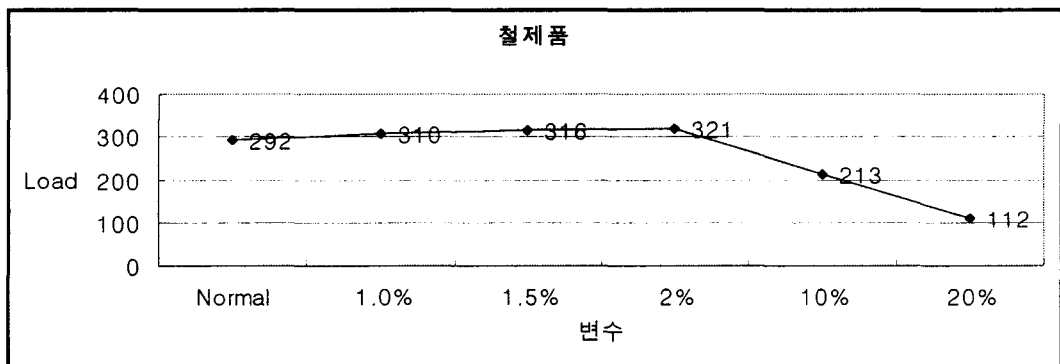
2.2. 강도실험

실험의 정확성을 위해 국내의 D레미콘 회사에서 직접 제작을 하였고, 변수별로 3개씩 실험을 하였다. 공시체는 성형후 30시간 경과후 모울드를 제거하였고, 시험 전까지 $21 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 온도에서 습윤상태로 양생하였다. 그리고, 철제품 과 알루미늄제품을 7일과 28일의 압축강도와 인장강도로 구분하여 실시하였다. 실험순서는 철제품의 인장과 압축을 먼저 하였고, 그 다음에는 알루미늄제품을 하였다. 사진1~4는 배합이 잘되지 않는 철제 20%와 알루미늄 10%, 20%의 형태를 보여주고 있다.

3. 실험결과

표1. 음료캔 배합(철재)

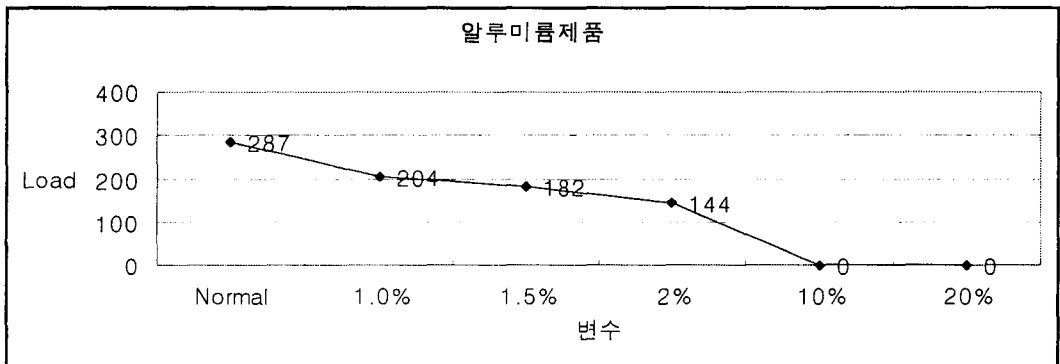
실험 체 번 호	배합설계	중량	자갈	시멘트	모래	물	7일강도		28일강도		비 고
							압축	인장	압축	인장	
	Φ10×20cm 실린더 3개당 재료	0.0kg	10.95kg	3.1kg	8.95kg	2.0ℓ	3	3	3	3	
①	Normal		10.95×5 =54.75kg	3.1×5 =15.5kg	8.95×5 =44.75kg	2.0×5 =10ℓ	200	46	281	69	
							209	44	293	67	
							206	49	299	51	
							평균	205	46	292	
②	Mix Design 1.0% by vol (3개당)	0.25kg(3개당) ×5 =1.25kg					208	42	310	69	
							220	48	317	64	
							192	43	305	45	
							평균	207	44	310	
③	Mix Design 1.5% by vol (3개당)	0.38kg(3개당) ×5 =1.9kg					219	43	310	70	
							218	46	327	68	
							201	41	310	62	
							평균	213	43	316	
④	Mix Design 2.0% by vol (3개당)	0.5kg(3개당) ×5 =2.5kg					181	32	323	64	
							211	35	325	57	
							215	38	316	57	
							평균	202	35	321	
⑤	Mix Design 10% by vol (3개당)	2.5kg(3개당) ×5 =12.5kg					108	38	234	57	
							88	31	180	59	
							115	28	224	55	
							평균	104	32	213	
⑥	Mix Design 20% by vol (3개당)	5kg(3개당) ×5 =25kg					물드가 형성이 안됨	125	13		
								106	25		
								106	13		
								평균	112		17



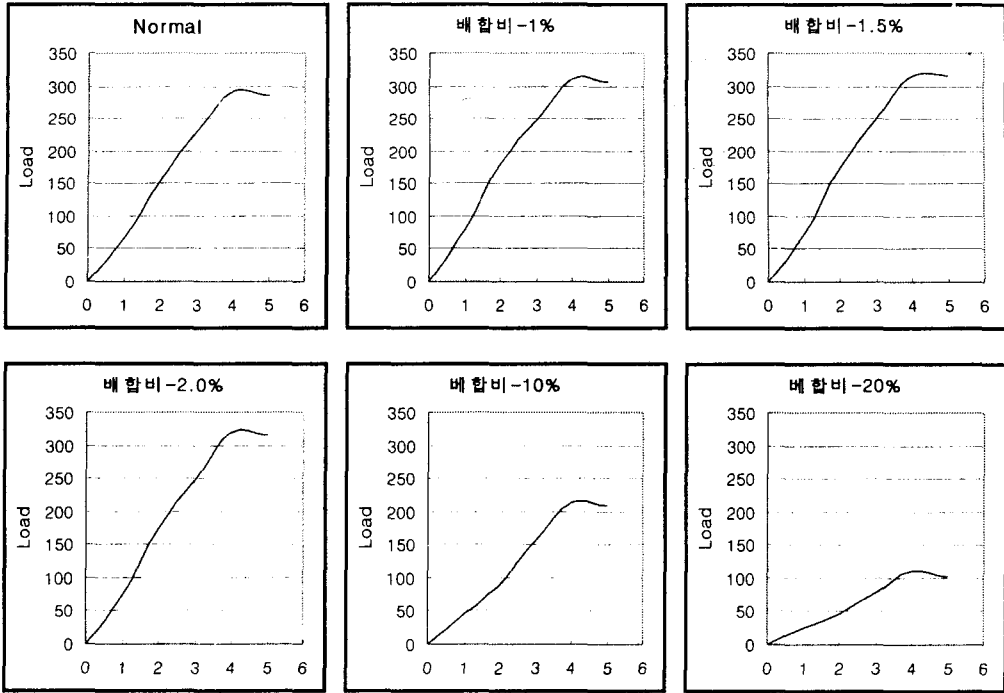
그래프1. 철제품 강도 그래프(28일)

표2. 음료캔 배합(알루미늄)

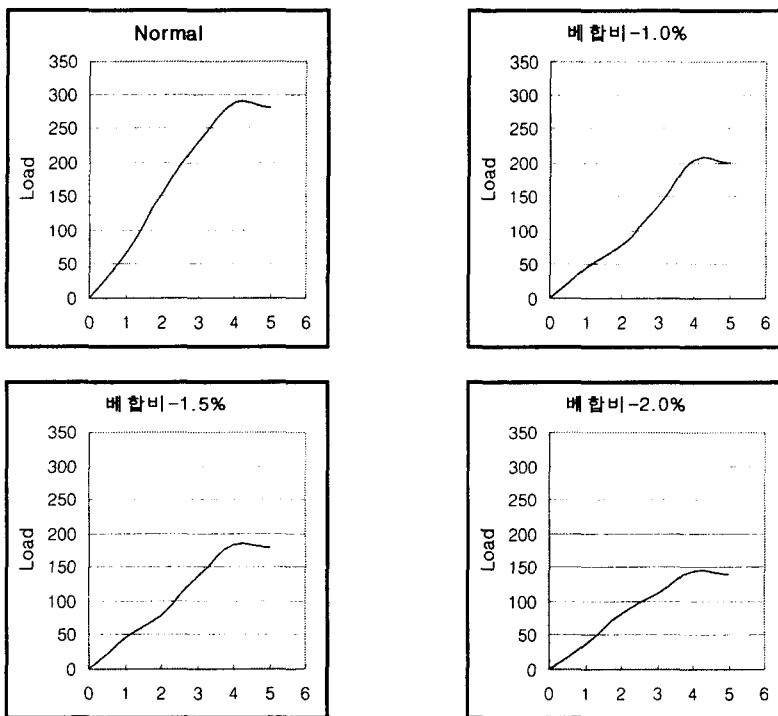
실 험 체 번 호	배합설계	중량	자갈	시멘트	모래	물	7일강도		28일강도		비 고
							압축	인장	압축	인장	
	Φ10×20cm 실린더 3개당 재료	0.0kg	10.95kg	3.1kg	8.95kg	2.0ℓ	3	3	3	3	
①	Normal		10.95×5 =54.75kg	3.1×5 =15.5kg	8.95×5 =44.75kg	2.0×5 =10ℓ	201	25	283	35	
							209	22	288	39	
							214	26	292	28	
							평균	208	24	287	
②	Mix Design 1.0% by vol (3개당)	0.25kg(3개당) ×5 =1.25kg					166	21	219	31	
							172	20	201	30	
							166	23	192	29	
							평균	168	21	204	
③	Mix Design 1.5% by vol (3개당)	0.38kg(3개당) ×5 =1.9kg					159	22	194	27	
							135	19	190	29	
							133	17	162	25	
							평균	142	19	182	
④	Mix Design 2.0% by vol (3개당)	0.5kg(3개당) ×5 =2.5kg					116	10	133	24	
							99	16	141	24	
							99	11	158	18	
							평균	105	15	144	
⑤	Mix Design 10% by vol (3개당)	2.5kg(3개당) ×5 =12.5kg					평균	몰드가 형성이 안됨			
⑥	Mix Design 20% by vol (3개당)	5kg(3개당) ×5 =25kg					평균	몰드가 형성이 안됨			



그래프2. 알루미늄제품 강도 그래프(28일)



그래프1. 음료캔 배합(철재)



그래프2. 음료캔 배합(알루미늄)

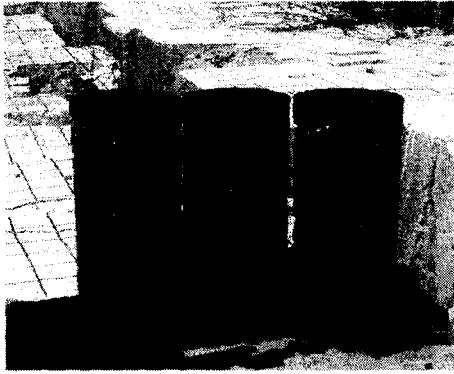


사진1. 철재배합 20%



사진2. 알루미늄배합 10%

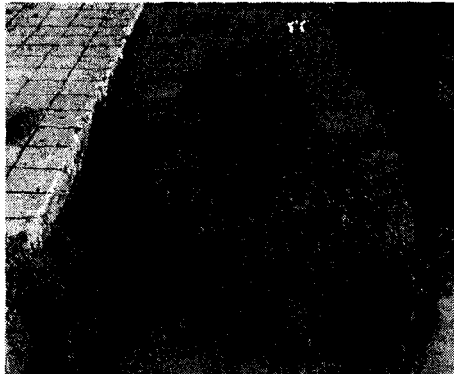


사진3. 알루미늄배합 20%



사진4. 부서지는 장면(알 20%)

4. 분석

- 1) 시료자체에 당분이 남아있어 콘크리트의 수화 반응에 영향을 미쳐 종결시간이 오래 걸림
- 2) 알루미늄은 비중이 낮아 무게에 대한 % 적용에 무리가 따르는 것 같음(10, 20%)
- 3) 알루미늄 10%, 20%와 철재 20%는 몰드 형성이 안되어 강도 실험에 문제가 있었음.
- 4) 알루미늄이나 철재를 콘크리트에 첨가할 시에는 양이 어느 정도 이상이 되면 그 만큼의 골재량을 빼주어야 한다고 생각됨.
- 5) 시료의 형태가 각이 많이 나서 작업성이 떨어짐
- 6) 철재를 첨가한 콘크리트는 강도 값이 일반 콘크리트 보다 높게 나타났고, 알루미늄을 첨가한 콘크리트의 강도 값은 일반 콘크리트 보다 현저히 낮게 나왔음.
- 7) 알루미늄제품은 전체가 일반 공시체 강도 보다 현저히 낮게 나타났다.

5. 결 론

이상의 실험결과와 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 철제품은 함류량이 2.0% 까지는 일반 공시체 보다 강도가 높게 나왔으며, 이 결과 과 볼 때 음료캔의 물리적 성질을 고려하여 2.0%까지는 활용이 가능하다고 판단된다.
- 2) 철제품이 알루미늄제품 보다 강도에서 훨씬 높게 나타났다.
- 3) 철제품의 혼합비 2% 이상과 알루미늄제품은 강도 개선에 효과가 없는 것으로 판단된다.
- 4) 실험은 음료캔을 있는 그대로 사용했기에 음료캔 자체에 남아있는 당뇨라든지 미세한 이 물질에 의해 강도에 영향을 받은 것으로 판단된다.
- 5) 더 많은 실험을 거쳐야 하지만, 이번 실험을 통해 조금이나마 알 수 있는 것은 음료 캔 철제품을 어느 정도 혼합해서 사용하면 강도가 증가된다는 것을 알 수 있었다.

이번 실험의 목적은 재활용 음료캔을 첨가하여 강도에 어느 정도 영향을 미치는지에 대한 실험이었다. 다음실험에는 다양한 조건을 가지고 어느 정도까지 첨가를 하면 일반 강도 보다 높게 나타나지 더 정확한 데이터를 가지고 실험을 해야겠다.

참고문헌

1. R. Cigna, "Measurement of the electrical conductivity of cement mortars", *Annali di Chimica*, 66, Jan. 1996 pp.483~94
2. V. P. Ganin, "Electrical resistance of concrete as a function of its composition", *Beton I Zhelezobeton*, No.10, pp.462~5(1964)
3. E. Hammond and T. D. Robson, "Comparison of electrical properties of various cements and concretes", *The Engineer*, Jan. 21. 1955, pp.78~80
4. 하준, 최완철, 홍기성, 오승모, 장지원, 최응규, "콘크리트 구조물의 철근방식 성능 실험평가", 제9권 제2호, 한국콘크리트학회지, 1997, pp.163-172
5. 정영수, 배수호, 석윤희, "재생유리를 혼입한 모르타의 특성에 관한 실험적 연구", 한국콘크리트학회지, 제10권 2호, 1998, pp.36~41