

## **C-11**

# 온도변화에 따른 알루미늄 음료캔 배합 콘크리트 강도 특성

김수권 · 손기상

서울산업대학교 안전공학과

## Alumiriyum Can Match Concrete Strength Property by Temperature Change

**KIM Soo Kun · SON Ki Sang**

*Dept. of Safety Engineering Seoul National University of Technology*

### 1. 서론

콘크리트에 사용되는 재료들은 진보와 함께 콘크리트의 경제성에 따른 고내구성은 비교적 용이하게 되었고, 콘크리트 구조물도 대형화, 다양화, 고급화되어 특수한 용도로서의 사용이 늘어나고 있다. 여기서 주안점을 두어 음료캔을 사용해서 콘크리트의 강도 개선에 영향을 알아보려고 한다.

현재 국내에서 발생하는 음료캔은 해마다 증가하고 있으며, 재활용을 하기 위해 많은 노력을 하고 있습니다. 하지만 아직까지 그냥 버려지는 음료캔들이 많이 있기에 환경 오염의 원인이 되며 또한 비용이 많이 들기 때문에 재활용을 해야 합니다. 음료캔 재활용 방안은 여러 가지가 있겠으나 크게는 알루미늄캔과 철제캔 두 가지로 나눌 수 있습니다.

이번 실험에서 알루미늄캔만을 사용하여 실험을 하였습니다. 동일 건물의 동일한 부재라 하더라도 화력의 강도가 다르며, 화재시 건물의 온도와 콘크리트가 받는 온도를 정확하게 측정한다는 것은 어려운 일 일입니다.

본 실험의 목적은 온도 변화에 의한 강도 특성을 알기 위해서 300°C, 600°C, 900°C의 온도 조건을 두었으며, 1시간씩 온도를 유지해서 그때의 변화를 Normal과 강도특성을 비교하는 것으로 하였다.

일반적으로 콘크리트가 가열되면 강도 및 탄성계수는 감소한다. 이것은 콘크리트를 구성하는 각 성분의 열특성 때문이며, 그 변화는 단순하지가 않지만 주로 콘크리트 내부의 수분 증발로 인한 시멘트 페이스트의 수축과 골재의 팽창에 의해 생기는 것이다. 콘크리트 재료 특성을 압축강도, 인장강도 만으로 결정, 단정 할 수 없으나 여러 가지 제약을 받는 조건하에서 가장 중요한 요소인 온도 변화에 따른 강도특성 변화를 알고자 하는 것으로 하였다. 즉, 알루미늄캔을 씌운 콘크리트를 실제의 구조물에서 시공될 때 온도 변화에 따른 품질을 알고, 설계 가정한 압축강도 및 기타의 성질을 알아보기 위함이다.

## 2. 실험계획

### 2.1 재료배합

사용된 알루미늄 음료캔을 압착·파쇄하여 실험재료로 만들어 콘크리트에 배합하였다. 재료의 투입은 콘크리트의 종류나 배합 등에 의해서 상이하나, 신속하고 균일하게 되도록 하였다. 배합된 알루미늄 음료캔의 크기는 0.5mm~1cm로 하였으며, 재료의 분리 방지를 위하여 믹서에 혼합한 콘크리트를 깨끗하게 하고, 철판위에 얹은 후 흙손으로 재 혼합하였다. 본 실험에서의 알루미늄 배합비 변수는 Normal, 1%, 1.5%, 2%, 5%, 10% 총 6가지로 하였고, 온도 조건은 가스로를 사용해서 300°C, 600°C, 900°C로 하였다. Table1에 실험변수에 대해 보여 주고 있다.

### 2.2. 강도실험

실험의 정확성을 위해 국내의 D레미콘 회사에서 직접 몰드를 제작하였고, 공시체는 성형 후 40시간 경과후 모울드를 제거하였고, 시험 전까지  $21 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 온도에서 습윤상태로 양생 하였다. 콘크리트의 압축강도 시험을 시험규격 KS F 2405(콘크리트의 압축강도 시험방법)에 따라 변수별로 3개씩 실험을 하였고, 온도 변수에 따라서는 2개씩 실험을 하였다. 실험은 서울산업대학교 도예학과에서 가스로 로 실험을 하였으며, 실험순서는 온도 변화를 주지 않고 알루미늄만 혼합한 몰드의 압축강도와 인장강도실험을 먼저 하였고, 그 다음에는 온도에 따른 압축강도 실험을 하였다. Fig. 1은 배합이 잘되지 않는 알루미늄 배합비 10%의 형태와 강도실험, 온도변화에 따른 콘크리트의 양상을 보여주고 있다.

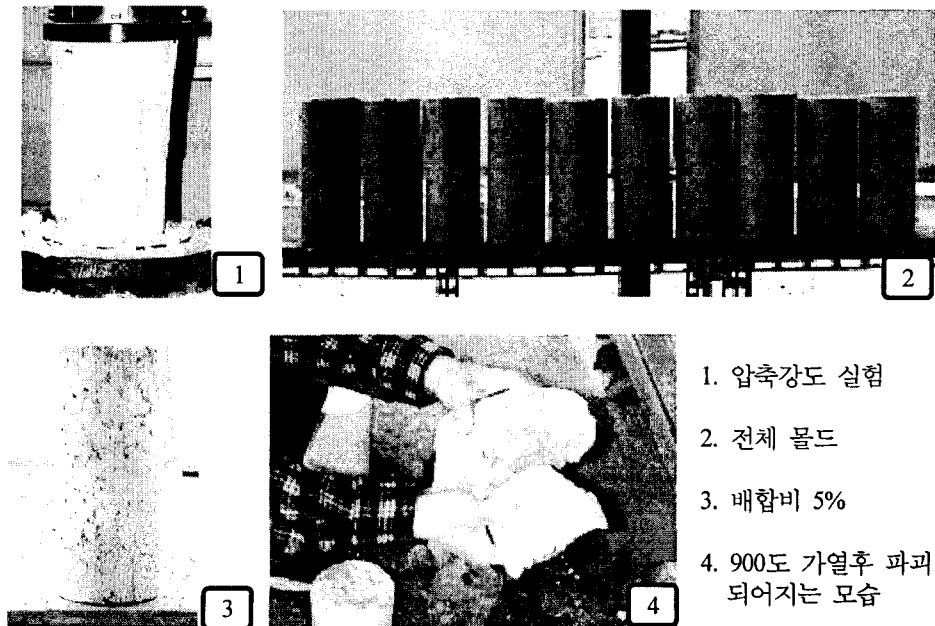


Fig. 1. 실험 몰드 사진.

### 3. 실험결과

Table 1. 알루미늄캔 배합 실험 계획표

실험체 번호	배합설계	자갈	시멘트	모래	물	28일강도		28일 화재실험			비고
						압축	인장	300°C	600°C	900°C	
	Φ 10×20cm 실린더 3개당 재료	10.95kg	3.1kg	8.95kg	2.0 l	3	3	2	2	2	
①	Normal	10.95×5 =54.75kg	3.1×5 =15.5kg	8.95×5 =44.75kg	2.0×5 =10 l	287	40	252.6	184.5	75.5	
						282	41	246.3	179.7	74.3	
						285	34				
						평균	284.6	38	249.5	182	74.9
②	Mix Design 1.0% by vol (3개당)					224	34	172.8	108	51.3	
						219	33	175.6	111.4	54.2	
						217	30				
						평균	220	32	174.2	109.7	52.8
③	Mix Design 1.5% by vol (3개당)					183	28	117.3	76.3	43.9	
						186	29	124.9	80.4	46.7	
						178	27				
						평균	182	28	121.1	78.4	45.3
④	Mix Design 2.0% by vol (3개당)					142	27	80.4	42.9	28.1	
						147	19	83.1	46.1	31.4	
						150	24				
						평균	146	23	81.8	44.5	29.8
⑤	Mix Design 5% by vol (3개당)					92	30	13.1	9.4	5.3	
						96	19	14.5	8.9	6.2	
						89	17				
						평균	92.3	19	13.8	9.15	5.8
⑥	Mix Design 10% by vol (3개당)					몰드 형성이 안됨					
						평균					

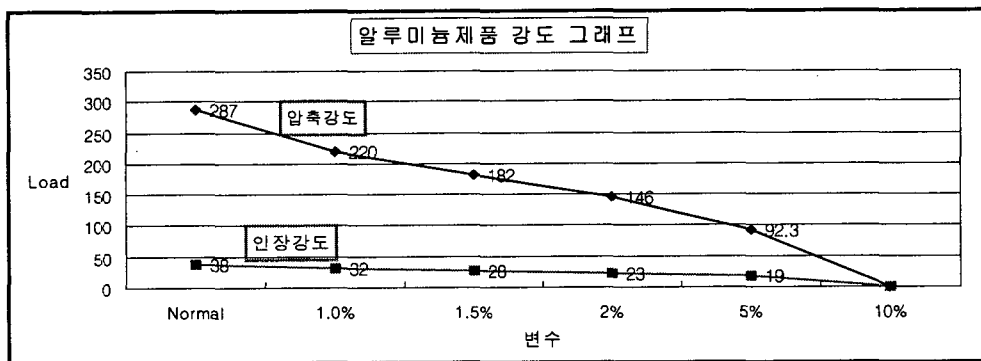


Fig. 2. 알루미늄제품 강도 그래프(28일).

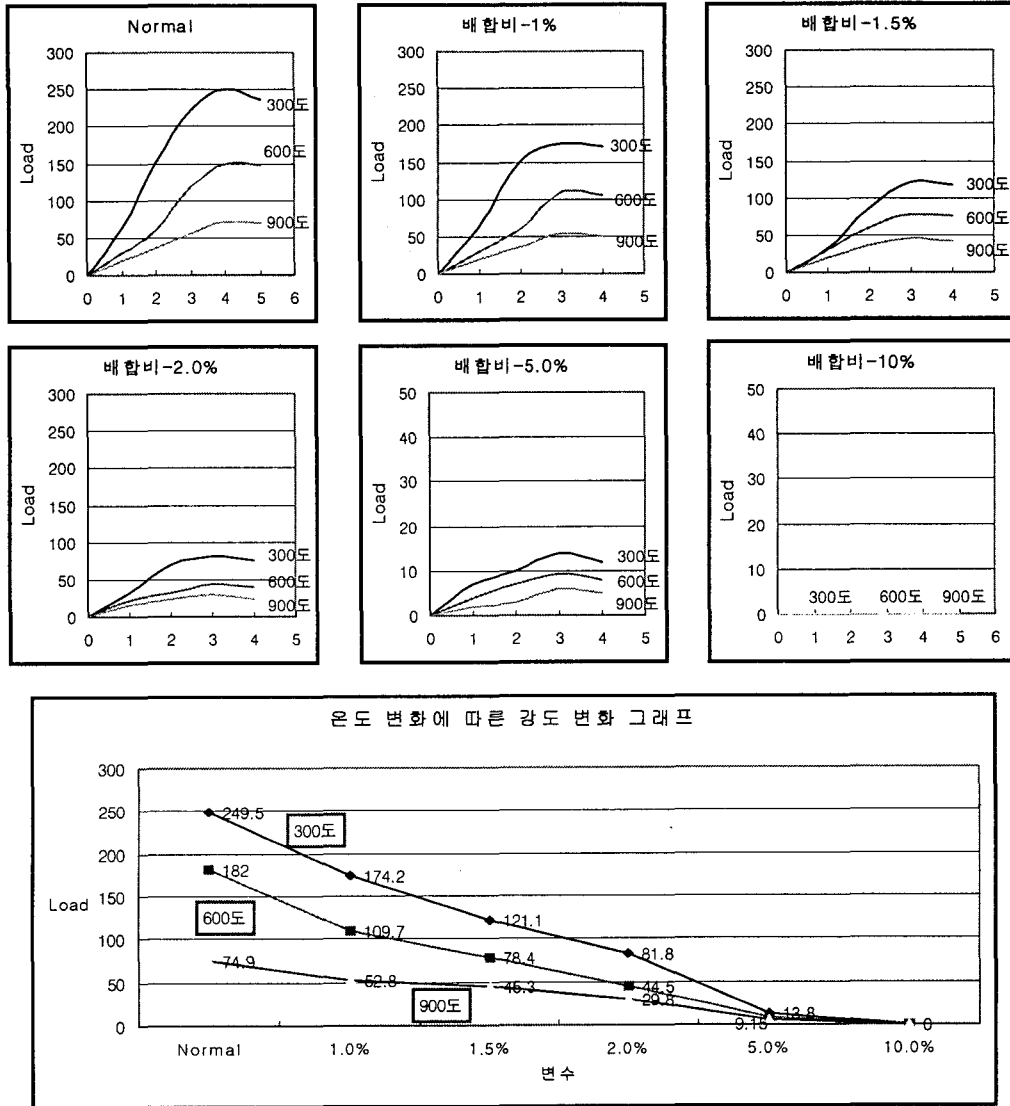


Fig. 3. 알루미늄제품 온도 변화에 따른 강도 그래프(28일).

#### 4. 분석

- 1) 시료자체에 당분이 남아있어 콘크리트의 수화 반응에 영향을 미쳐 종결시간이 오래 걸리고, 슬럼프는 약간 증가하고 공기량은 많이 증가함.
- 2) 알루미늄은 비중이 낮아 몰드 형성시 고르게 퍼지지 않고 윗 부분으로 모임.
- 3) 알루미늄제품은 전체가 일반 공시체 강도 보다 현저히 낮게 나타났다. 4) 알루미늄 2.0% 이상 혼합한 몰드는 표면에 약간의 힘만 가해도 떨어져 나갔고, 몰드의 형태가 양호하지 못하다.(표면에 구멍이 많고 울퉁부퉁함)

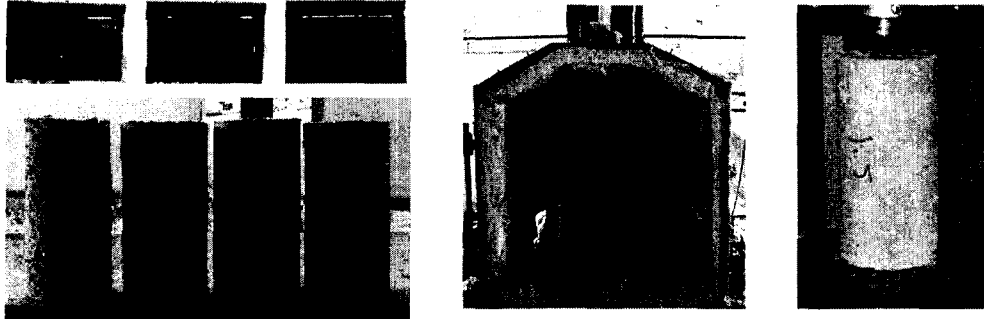


Fig. 4. 온도변화에 따른 몰드 현상 사진.

- 5) 온도가 높을수록 몰드의 색깔이 연분홍색으로 바뀌었고, 균열 발생이 심하게 나타났다.
- 6) 알루미늄 5.0% 이상은 몰드 형성이 어렵고, 강도는 일반공시체 보다 현저히 낮게 나타났다. 온도가 높을수록 변형이 심하다.
- 7) 알루미늄은 녹는점이 낮기 때문에 열에 약하다는 것을 알 수 있다.

## 5. 결론

이상의 실험결과와 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 알루미늄을 혼합한 몰드는 일반 몰드 보다 강도 개선이 일어나지 않았다.
- 2) 300°C 가열한 몰드는 일반몰드와 비교해서 10%의 감소, 600°C에서는 35%, 900°C 85%의 감소율을 보였다.
- 3) 알루미늄 혼합비에 따라서는 1% 혼합비는 15% 감소, 1.5% 혼합비 30% 감소, 2% 혼합비는 45% 감소, 5% 혼합비는 80%의 감소율을 보였다.
- 4) 온도가 높을수록 콘크리트 내부의 탈수로 인한 시멘트 페이스트의 수축과 골재의 팽창으로 생기는 내부균열이 콘크리트 역학적 성질에 영향을 미칠 수 있다.

이번 실험의 목적은 재활용 알루미늄 음료캔을 첨가하여 온도변화에 따라 강도에 어느 정도 영향을 미치는지 알아보기 위한 실험이었다.

## 참고문헌

1. 정영수, 배수호, 석윤호, "재생유리를 혼입한 모르타르의 특성에 관한 실험적 연구," 한국콘크리트학회지, 제10권 2호, 1998, pp. 36-41.
2. E. Hammond and T. D. Robson, "Comparison of electrical properties of various cements and concretes," The Engineer, Jan. 21. 1955, pp. 78-80.
3. 문한영, "건설재료학," 동명사, 1997
4. Andrew H. Buchanan, "Structural Design for Fire Safety," pp. 127-168