

# 장기 노출된 음료캔 콘크리트의 전기적 특성

김찬오 · 손기상 · 이홍주

서울산업대학교 안전공학과

## 1. 서론

환경적·산업적으로 크게 문제되는 폐기물인 Steel 음료캔과 Aluminum 음료캔을 사용하여 기존의 콘크리트와 다른 다양한 관점에서 음료캔 발열콘크리트의 강도와 전기적 특성에 관하여 실험했다.

본 연구에서는 2002년 3월 8일부터 2002년 10월 9일 까지 장기간에 걸쳐서 계절이 바뀌는 자연현상에서 음료캔 발열콘크리트의 특성과 악을 위한 전기·전도 특성과 축열 효과 관점에서 저항률 변화를 계속 실험, 연구하였다.

## 2. 실험장치 및 방법

### (1) 실험장치 및 방법

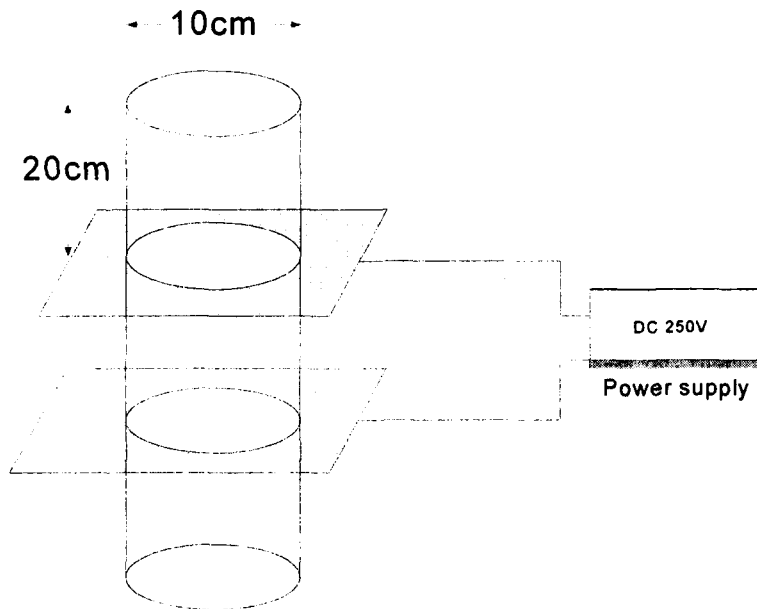


Fig. 1 실험장치 설치도

Aluminum 음료캔과 Steel 음료캔을 아래의 Table 2.와 같이 normal, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 10.0%, 20.0%의 비율로 콘크리트에 Table 1과 같은 기본 배합을 하였으며 시료들에 대하여 Fig. 1에서와 같이 회로를 구성하여 만능전원장치 (모델명 5001ix, 제작사 California Instrument)를 이용하여 저항값을 구한 후  $\rho = R \cdot \frac{A}{l}$  [ $\Omega \cdot m$ ]으로 고유저항값을 계산한 후 최종적으로 저항값을 압축강도에 따른 영향인자로 규명 되도록 하였다. 그리고 실험결과의 신뢰도를 높이기 위하여 동판과 전도성페인트를 사용하였을 때의 차이를 실험했다. 실험은 서울산업대학교 전기안전실험실에서 실시했다.

### (2) 기본 콘크리트 배합표

Table 1. 기본 콘크리트 배합표

Mix Proportion						
Material	Cement	Water	Fine Aggregate	Coarse Aggregate < 20	Total Weight	W / C
Wt/100 kg	12.41 kg	7.95 kg	35.85 kg	43.79 kg	100 kg	0.64

### (3) 음료캔 콘크리트의 배합표

Table 2. 음료캔 콘크리트 배합표

Mix Design	Fibre		Cement	Water	Aggregate < 20		Total Weight	QTY
					Fine	Coarse		
MD (0.0% f. by vol)	0.0		3.10kg	2.00kg	8.95kg	10.95kg	25.00kg	3
Mix Design 1.0% by vol	0.2kg	Al (Steel)	3.10kg	2.00kg	8.95kg	10.95kg	25.00kg	3
Mix Design 1.5% by vol	0.2kg	Al (Steel)	3.10kg	2.00kg	8.95kg	10.95kg	25.00kg	3
Mix Design 2.0% by vol	0.2kg	Al (Steel)	3.10kg	2.00kg	8.95kg	10.95kg	25.00kg	3
Mix Design 10.0% by vol	0.2kg	Al (Steel)	3.10kg	2.00kg	8.95kg	10.95kg	25.00kg	3
Mix Design 20% by vol	0.2kg	Al (Steel)	3.10kg	2.00kg	8.95kg	10.95kg	25.00kg	3

### 3. 실험결과

#### (1) 실험의 환경조건

Table 3. Ambient temperature and weather conditions at Test

측정시간		제조일 2002년 3월 8일							
		144일차	151일차	158일차	165일차	172일차	179일차	186일차	193일차
10:00	날씨	25.9℃ 68.8%	23.0℃ 74.0%	23.4℃ 68.0%	23.7℃ 68.6%	25.1℃ 74.4%	25.0℃ 68.2%	25.2℃ 57.0%	25.2℃ 54.0%
	절대습도	0.0148	0.0130	0.0124	0.0127	0.0149	0.0135	0.0111	0.0108
16:00	날씨	26.6℃ 68.4%	23.6℃ 73.4%	24.4℃ 66.2%	24.7℃ 66.6%	27.5℃ 65.5%	26.9℃ 67.4%	26.4℃ 56.7%	26.1℃ 56.8%
	절대습도	0.0150	0.0130	0.0128	0.0130	0.0151	0.0150	0.0123	0.0107
20:00	날씨	26.8℃ 68.4%	22.3℃ 71.0%	24.9℃ 65.6%	25.0℃ 65.7%	25.0℃ 68.7%	27.1℃ 62.0%	26.6℃ 50.1%	25.4℃ 54.4%
	절대습도	0.0151	0.0121	0.0130	0.0130	0.0137	0.0137	0.0109	0.0110

#### (2) Aluminum 음료캔 고유저항값

Table 4. Resistivity Ohm at the Age of Aluminum Can Concrete Mold

측정시간		만능전원장치(모델명5001ix, 제작사 California Instrument)							
		Aluminum drink can 배합 콘크리트 저항률[Ω · m]							
		144일차	151일차	158일차	165일차	172일차	179일차	186일차	193일차
NORMAL 측정값	10:00	13.627	14.645	16.085	15.418	14.645	15.331	14.017	16.353
	16:00	17.521	14.645	14.645	14.867	14.867	15.331	13.820	15.575
	20:00	17.521	16.085	15.095	14.429	15.095	14.017	14.429	14.017
1.0% 측정값	10:00	12.114	14.220	15.575	14.867	14.867	14.429	13.441	18.171
	16:00	17.214	14.220	14.429	14.645	15.575	15.095	15.095	17.521
	20:00	17.521	15.331	13.820	14.017	15.575	15.575	13.820	15.332
1.5% 측정값	10:00	13.441	17.214	22.301	20.877	16.353	19.625	17.521	18.869
	16:00	25.160	17.214	17.214	18.171	18.869	15.826	13.083	19.238
	20:00	26.520	18.513	16.085	16.917	19.239	16.353	15.331	14.429
2.0% 측정값	10:00	16.085	20.877	23.932	24.531	23.362	23.362	20.442	20.442
	16:00	20.442	21.331	20.877	21.331	17.214	23.362	21.331	23.362
	20:00	18.869	24.531	19.239	19.625	20.877	18.171	23.362	19.238
10.0% 측정값	10:00	11.681	17.840	16.917	17.214	22.301	23.362	24.531	25.160
	16:00	18.869	16.631	16.353	17.521	21.805	14.867	20.877	21.331
	20:00	20.442	17.214	14.220	14.645	16.353	19.625	20.442	20.877

(3) Steel 음료캔 고유저항 값

Table 5. Resistivity Ohm at the Age of Steel Can Concrete Mold

노출기간 측정시간		만능전원장치(모델명5001ix, 제작사 California Instrument)							
		Steel drink can 배합 콘크리트 저항율[ $\Omega \cdot m$ ]							
		144일차	151일차	158일차	165일차	172일차	179일차	186일차	193일차
1.0% 측정값	10:00	14.017	18.171	21.331	20.877	21.805	21.331	19.239	16.353
	16:00	23.362	17.521	20.877	20.025	16.917	16.917	17.840	17.521
	20:00	22.819	18.171	18.513	18.171	20.442	18.171	15.331	17.840
1.5% 측정값	10:00	14.429	15.575	16.631	16.353	15.826	25.822	18.171	18.171
	16:00	25.160	16.917	14.645	15.095	20.442	18.513	15.826	17.840
	20:00	24.531	17.214	15.826	15.575	23.362	20.442	16.917	18.171
2.0% 측정값	10:00	13.820	16.353	19.625	19.239	19.238	21.331	24.531	18.869
	16:00	20.025	17.521	18.869	19.239	18.171	18.869	19.625	17.214
	20:00	22.819	18.171	17.840	18.171	22.301	21.805	21.805	19.239

4. 결과분석

- 1) 절대습도가 같고 온도와 습도가 비슷하면 경년일수가 변해도 고유저항값은 비슷하였다.
- 2) 절대습도가 같아도 온도나 습도의 차이가 있으면 고유저항값의 변동이 컸다.
- 3) 동일 온도에서 습도의 변화에 따른 고유저항의 변화와 동일 습도에서 온도의 변화에 따른 고유저항의 변화는 어떤 경향을 찾을 수 없었다.
- 4) Aluminum 음료캔의 경우 배합비율이 20%일 때 콘크리트 몰드가 밀실하게 배합되지 않았다.
- 5) Steel 음료캔의 경우 10%, 20%에서 몰드가 밀실하게 배합되지 않았다.

5. 결론

이상의 실험과 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 고유저항값은 온도와 습도에 영향을 크게 받으므로 절대습도가 같아도 온도와 습도

의 차이가 있으면 고유저항값의 차이가 있었다. 그러나 절대습도가 같고 온도와 습도가 같으면 고유저항값이 경년일수에 상관없이 비슷했다.

- 2) 온도와 습도의 변화에 따른 고유저항값의 변화에서 어떤 경향을 찾을수가 없는 것은 측정전의 온도와 습도의 변화에 따라 측정시의 고유저항값이 변하기 때문이다.
- 3) 실험방법에서 콘크리트의 몰드의 전극으로 동판대신 전도성페인트를 사용한 경우 접촉성이 좋아져서 동판 사용시 보다 고유저항값이 약 1/2로 감소하였다. 따라서 향후에는 전도성페인트를 전극으로 사용하여 지속적인 실험연구가 계속되어야 할 것으로 본다.

### 참고문헌

1. AM Neville, "Electrical properties of Concrete", pp511-528, properties of Concrete, 3rd Edition, pitman, 1981
2. D. A. Hausmann, Electrochemical behaviour of steel in concrete. J. Amer Concr. Inst., 61, No. 2, pp. 171-88(Feb. 1964)
3. G. E. Monfore, The electrical resistivity of concrete, J. Por<sup>s</sup>. Cem. Assoc. Research and Development Laboratories, 10, No. 2, pp. 35-48(May 1968)
4. R. Cigna, Measurement of the electrical conductivity of cement mortars, Annali di Chimica, 66, pp. 483-94(Jan. 1966)
5. R. L. Henry, Water vapor transmission and electrical resistivity of concrete, Technical Report R-244(U.S. Naval Civil Engineering Laboratory, Port Hueneme, California, June 30, 1963)
6. V. P. Ganin, Electrical resistance of concrete as a function of its composition, Beton i Zhelezobeton, No. 10, pp. 462-5(1964)
7. E. Hammond and T. D. Robson, Comparison of electrical properties of various cements and concretes, The Engineer, 199, pp. 78-80(Jan. 21, 1955): pp. 144-15(Jan. 28, 1955)
8. J. R. Farrar, Electrically conductive concrete, GEC J. of Science and Technol., 45, No. 1, pp. 45-8(1978)