

장기 노출된 탄소 콘크리트의 전기적 특성

김찬오 · 손기상 · 김중훈

서울산업대학교 안전공학과

1. 서론

콘크리트에 탄소를 혼합하여 제작하면 탄소자체의 흡수성질이 있어 배합콘크리트에 밀실하게 배합되기가 쉽지 않으나 일단 밀실하게 제작되면 압축강도가 크게 개선되는 것으로 전기·전도에 큰 성능개선을 할 수 있는 것으로 보여진다.

콘크리트에 전선을 매입하여 그 특성을 개선하는 등 해외 및 국내 연구들이 진행되고 있다. 본 연구에서는 기구 매입 없이 초기 배합에서 곧바로 전기적 특성을 이러한 방향으로 개선하는 방법을 찾는 기초연구를 하는데 있다.

본 연구에서는 2001년 10월 2일부터 2002년 4월 30일 까지 장기간에 걸쳐서 계절이 바뀌는 자연현상에서 전기·전도 특성개선 및 축열효과 관점에서 전기적으로 계속 관찰하였다.

2. 실험장치 및 방법

탄소콘크리트는 전류가 다른 폐자재보다 월등한 것으로 다만 그 배합 비율의 적절성에 따른 전도성을 측정하는 것으로 초점을 맞추었다.

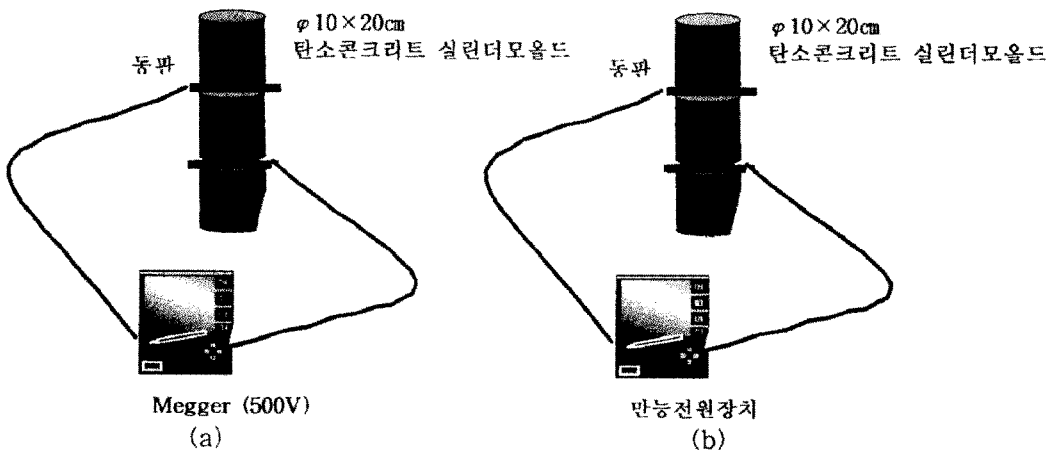


Fig. 1 전기실험장치 설치도

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

Table 2. 탄소콘크리트 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 5% by vol	0.2kg	carbon	3.10kg	2.00kg	8.95kg	10.95kg	25.00kg	3
Mix Design 10% by vol	0.2kg	carbon	3.10kg	2.00kg	8.95kg	10.95kg	25.00kg	3
Mix Design 20% by vol	0.2kg	carbon	3.10kg	2.00kg	8.95kg	10.95kg	25.00kg	3

탄소성분을 (normal, 5%, 10%, 20%)의 비율로 콘크리트에 Table 1과 같은 기본 배합을 하였으며 시료들에 대하여 Fig. 1에서와 같이 회로를 구성하고 모델명 Megger(500V), 만능전원장치(모델명500lix, 제작사 California Instrument)를 이용하여 저항값을 구한 후 $\rho = R \cdot \frac{A}{l}$ [$\Omega \cdot m$]으로 고유저항율을 계산한 후 최종적으로 저항값을 압축강도에 따른 영향인자로 규명 되도록 하였다.

K레미콘 공장에서 설계강도 240kg/cm² 실린더 모듈드를 15±2℃ 자동온도조절기가 장치된 양생조에서 7일간 양생된 실험체를 기준으로 하였으며 측정시 주변환경에 대해 디지털 온도, 습도계를 이용하였다. 실린더 모듈드는 서울산업대학교 전기 안전실험실에서 측정하였다.

3. 실험결과

Table 3. Ambient temperature and weather conditions at Test

노출기간 측정시간		제조일 2001년 10월 2일						
		175일차	189일차	196일차	203일차	210일차	217일차	231일차
10:00	날씨	12℃ 35.7%	12.5℃ 46.3%	11.8℃ 35.1%	12.2℃ 40.8%	15℃ 40.9%	12.2℃ 37.3%	23.4℃ 35.3%
	절대습도	0.0031	0.0041	0.003	0.0037	0.0044	0.0033	0.0062
16:00	날씨	14.7℃ 45.3%	13.5℃ 38.5%	13.6℃ 37.2%	13.1℃ 41.2%	16.5℃ 38.3%	14.2℃ 31.8%	19.4℃ 28.4%
	절대습도	0.0048	0.0038	0.0037	0.0039	0.00435	0.00325	0.0039
20:00	날씨	12℃ 32.3%	12.7℃ 34.1%	14.4℃ 34.9%	14.5℃ 35.8%	16.9℃ 30.3%	13.2℃ 38.6%	18.4℃ 26.4%
	절대습도	0.0027	0.0038	0.0035	0.00375	0.00355	0.0036	0.0034

Table 4. Resistivity Ohm at the Age of Concrete Mold

노출기간 측정시간		Megger 500V 저항율[Ω · m]×10 ³						
		175일차	189일차	196일차	203일차	210일차	217일차	231일차
5% 측정값	10:00	23.55	51.03	39.25	90.28	15.31	27.48	23.55
	16:00	62.80	62.80	58.88	76.54	11.78	15.70	35.33
	20:00	33.36	58.88	60.84	94.20	24.34	13.35	70.65
10% 측정값	10:00	78.50	58.88	51.03	88.31	15.70	23.55	15.70
	16:00	137.14	51.03	47.10	54.95	9.81	13.74	29.44
	20:00	62.80	51.03	90.28	70.65	19.63	7.46	27.48
20% 측정값	10:00	588.75	15.31	431.75	298.30	58.88	70.65	160.93
	16:00	196.25	14.92	157.00	239.43	15.7	43.18	21.20
	20:00	392.50	31.01	196.25	286.53	12.8	17.66	235.50

노출기간 측정시간		만능전원장치(모델명500lix, 제작사 California Instrument) 저항율[Ω · m]						
		175일차	189일차	196일차	203일차	210일차	217일차	231일차
5% 측정값	10:00	23.35	18.84	39.25	18.53	16.92	17.51	17.86
	16:00	20.41	18.84	17.86	17.86	16.09	14.44	20.88
	20:00	31.05	22.80	20.88	29.75	16.92	18.88	15.35
10% 측정값	10:00	19.63	18.17	39.25	20.02	17.51	17.86	16.37
	16:00	49.06	17.51	18.88	20.02	16.10	14.88	16.10
	20:00	20.88	20.41	19.23	20.02	18.49	17.23	15.82
20% 측정값	10:00	108.99	17.82	109.04	49.06	20.88	22.29	25.16
	16:00	23.35	17.5	30.65	36.35	16.37	15.82	18.17
	20:00	39.25	18.17	28.02	44.59	19.63	18.53	22.80

4. 분석

- 1) Megger 500V 보다 만능전원장치(DC 250V공급)의 저항측정 결과값이 전체적으로 10^4 도가 적게 나타났다.
- 2) Megger 500V에서 각각의 같은 절대습도에서의 경년일수에 따른 고유저항값의 변동이 일정한 흐름이 없이 컸다.
- 3) 만능전원장치에서도 같은 절대습도에서의 경년일수에 따른 고유저항값의 변화는 거의 비슷하거나 약간 떨어지는 추세였다.
- 4) 210일차 10:00시의 절대습도와 16:00시의 절대습도가 동일하였는데 측정결과값은 대략 $1[\Omega \cdot m]$ 정도가 차이가 났다.

5. 결론

이상의 실험과 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) Megger 500V와 만능전원장치(DC 250V공급)의 저항측정 결과값이 차이가 나는 것은 Megger의 전원공급이 일정하지 못하고 변동이 심하고 계속적으로 일정공급이 안되기 때문에 결과값의 차이가 컸다.
- 2) 탄소 배합비율 5%와 10%에서는 고유 저항율이 큰 변화가 없었으므로 배합비율을 증가시킨다고 해서 전도도가 크게 향상된다고 볼 수는 없다.
- 3) 탄소 20%의 몰드가 장기적으로 외부에 노출됨에 따라 다른 물질과의 접촉력이 크게 떨어져서 캡이 분리되어 새로운 캡핑을 했는데 기존의 굳은 몰드와 새로 배합된 캡의 수분차이로 인한 접촉저항이 증가되어 고유저항율이 175, 196일차에 현격히 높아졌다. 장기 콘크리트 고유저항을 측정치의 정확성을 위해서 이를 방지할 수 있는 대책도 고려되어야 할 것이다.

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. Por시. 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)