

# 장기 노출된 철녹 콘크리트의 전기적 특성

김찬오 · 손기상 · 김중훈

서울산업대 안전공학과

## 1. 서론

산업폐기물인 철녹을 콘크리트에 배합하여 그 강도특성을 밝힌 후에 다시 장기적으로 계절적 변화에 따라 노출된 구조 요소인 재료의 전기적 특성을 밝히는 것은 새로운 재료연구에 중요한 일이라 하겠다. 여기서 전기적 특성은 철의 본 성질을 기대할 수 없는 것으로 폐기물로서도 사용할 수 없는 것이기 때문이다. 본 연구에서는 일반콘크리트와 비교해서 전기적으로 특성이 개선될 수 있음을 기대하고 이에대한 실험으로 사실확인을 하고 적용하는 요소에 따라 전기적 특성을 증진하는 배합요소를 찾고자 한다.

## 2. 실험계획

철녹 함량인 배합분량별로 나누어 장시간 실시를 위해 다음과 같은 분포로 제작되었다. 철녹의 파쇄분들에 대하여 (normal, 1.0%, 1.5%, 2.0%, 10%, 20%)의 비율로 콘크리트에 표1과 같은 기본 배합을 하였으며 시료들에 대하여 Fig. 1에서와 같이 회로를 구성하고 모델명 Megger(500V), 만능전원장치(모델명5001ix, 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/cm<sup>2</sup> 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. 여기서 Normal은 철녹이 배합되지 않은 일반 공사장에서 타설되는 상용 콘크리트이다. 즉 철녹 배합전과 후의 재료의 전기특성 비교를 위한것이다.

Table 1. 철녹 용적별실험 배합표

Mix Design	Coarse	Cement	Fine	Water	Total Weight
	Aggregate < 20				
MD (0.0% f. by vol)	10.95kg	3.10kg	8.95kg	2.00lg	25.00kg

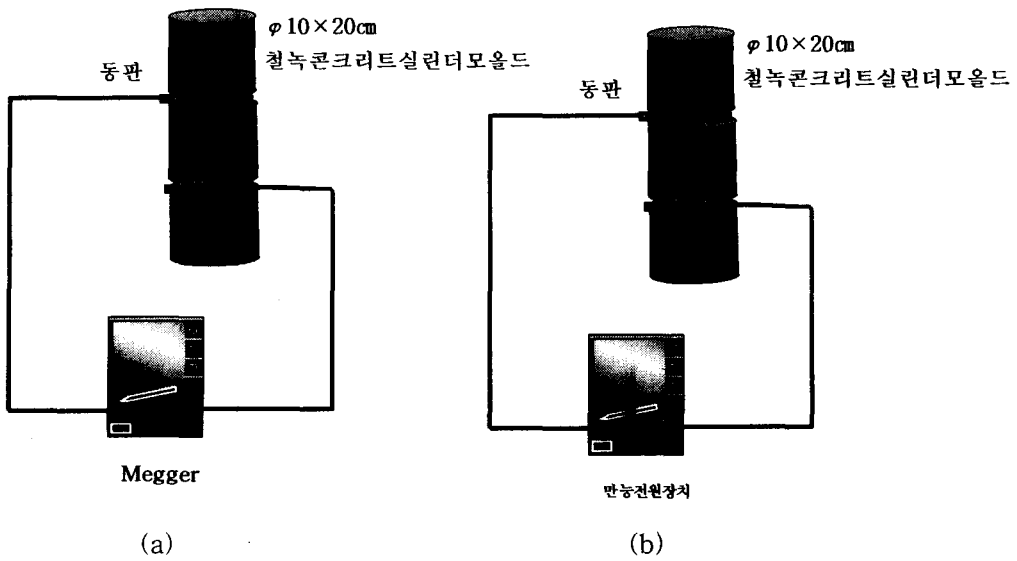


Fig. 1 전기실험장치 설치도

### 3. 실험결과

Table 2. Ambient temperature and weather conditions at Test

노출기간 측정시간		계조일 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 3. Resistivity Ohm at the Age of Concrete Mold

노출기간 측정시간		Megger 500V						
		저항율[Ω · m] × 10 <sup>3</sup>						
		일차	일차	일차	일차	일차	일차	일차
Normal 측정값	10:00	98.13	18.84	43.18	43.18	47.10	51.03	98.13
	16:00	102.06	35.33	27.08	34.93	58.88	38.47	157.00
	20:00	98.13	30.62	58.88	35.33	31.40	31.40	235.50
1.0% 측정값	10:00	157.00	274.75	431.75	290.45	86.35	204.10	259.05
	16:00	247.28	353.25	251.2	149.15	121.68	121.68	490.93
	20:00	243.35	196.25	239.43	278.68	270.83	141.30	471.00
1.5% 측정값	10:00	125.60	274.75	392.50	333.63	153.08	314.00	341.48
	16:00	219.80	227.65	215.86	200.18	149.15	168.78	628.00
	20:00	239.43	333.63	412.13	325.78	310.08	200.18	706.50
2.0% 측정값	10:00	219.80	137.38	266.90	102.05	51.03	98.13	231.58
	16:00	176.63	117.75	219.80	117.75	31.40	58.88	471.00
	20:00	353.25	86.35	121.68	227.65	94.20	62.80	451.38
10% 측정값	10:00	109.90	62.80	196.25	200.18	94.20	98.13	164.85
	16:00	125.60	43.18	117.75	160.93	78.50	137.38	274.75
	20:00	62.80	47.10	109.90	155.04	98.13	70.65	223.73
20% 측정값	10:00	231.58	74.58	153.08	113.83	98.13	270.83	667.25
	16:00	58.88	58.88	70.65	270.83	105.98	667.25	902.75
	20:00	153.08	74.58	74.58	227.65	196.25	368.95	942.00

노출기간 측정시간		만능전원장치(모델명500lix, 제작사 California Instrument)						
		저항율[Ω · m]						
		200일차	214일차	221일차	228일차	235일차	242일차	256일차
Normal 측정값	10:00	57.70	22.80	39.25	31.64	28.85	28.02	32.70
	16:00	44.59	21.78	18.84	23.35	20.02	20.02	44.59
	20:00	51.61	22.80	29.71	20.88	18.53	19.23	61.35
1.0% 측정값	10:00	81.76	89.18	196.25	51.65	32.70	51.65	98.13
	16:00	61.31	70.06	140.16	40.90	28.02	37.76	140.16
	20:00	89.18	54.48	42.66	46.71	49.06	37.76	163.55
1.5% 측정값	10:00	46.71	49.06	19.63	122.66	49.06	81.76	65.43
	16:00	37.72	29.71	46.71	54.52	30.65	35.05	122.66
	20:00	70.06	39.25	81.76	81.76	57.74	42.66	196.25
2.0% 측정값	10:00	75.48	57.70	140.16	57.74	24.53	33.83	65.43
	16:00	98.13	54.48	122.66	40.90	19.23	19.63	65.43
	20:00	109.00	40.86	25.16	40.90	24.53	22.29	70.10
10% 측정값	10:00	33.83	31.64	61.31	44.59	20.45	22.29	37.76
	16:00	23.35	27.24	24.10	28.85	16.92	18.17	27.23
	20:00	37.72	20.02	23.35	25.83	18.88	22.80	30.65
20% 측정값	10:00	36.35	25.83	28.85	21.82	20.88	37.76	37.86
	16:00	18.84	18.84	18.84	29.75	17.51	44.59	163.55
	20:00	26.49	21.78	21.82	25.16	18.17	33.83	109.04

#### 4. 분 석

- 1) Megger 500V 보다 만능전원장치(DC 250V공급)의 저항측정 결과값이 전체적으로  $10^4$ 도가 적게 나타났다.
- 2) Megger 500V에서 각각의 같은 절대습도에서의 경년일수에 따른 고유저항값이 부식에 의하여 전체적으로 증가했다.
- 3) 만능전원장치에서도 같은 절대습도에서의 경년일수에 따른 고유저항값의 변화는 부식에 의하여 거의 비슷하거나 약간 올라갔다.
- 4) 210일차 10:00시의 절대습도와 16:00시의 절대습도가 동일하였는데 측정결과값은 대략  $6[\Omega \cdot m]$ 정도가 차이가 났다.

#### 5. 결 론

이상의 실험결과와 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) Megger 500V와 만능전원장치(DC 250V공급)의 저항측정 값이 차이가 나는 것은 Megger의 전원공급이 일정하지 못하고 변동이 심하고 계속적으로 일정공급이 안되기 때문에 결과값의 차이가 컸다.
- 2) Normal 콘크리트보다 철녹이 배합된 콘크리트가 전체적으로 고유저항이 높게 나왔다. 전기적인 전도도는 오히려 떨어졌다.
- 3) 철녹의 배합비율이 증가할수록 전반적으로 몰드의 고유저항이 낮아지기는 했지만 배합비율에 따라 고유저항이 변화하지는 않았다.

#### 참고문헌

1. C.Andrade, C,Alonso, "On-site measurements of Corrosion rate of reinforcements", pp141-145, vol15,no2, Construction and Bulding Materials, March-April 2001
2. 오병환,조원구,차수원,정원기, "전위차 부식 촉진법을 이용한 철근콘크리트의 내부식성 예측을 위한 새로운 기법 연구", pp201-209, 제8권 제6호, 한국콘크리트학회지, 1996. 10
3. 송훈, 조영국, 소양섭, "폴리머 코팅 페타이어 분말을 혼합한 시멘트모탈의 기초적 성질", pp163-172, 제8권 제6호, 한국콘크리트학회지, 1996, 12
4. AM Neville, "Electrical properties of Concrete", pp511-528, properties of Concrete, 3rd Edition, pitman, 1981
5. D. A. Hausmann, Electrochemical behaviour of steel in concrete. J. Amer Concr. Inst., 61, No. 2, pp. 171-88(Feb. 1964)
6. G. E. Monfore, The electrical resistivity of concrete, J. Por시. Cem. Assoc. Research and Development Laboratories, 10, No. 2, pp. 35-48(May 1968)

7. R. Cigna, Measurement of the electrical conductivity of cement mortars, *Annali di Chimica*, 66, pp. 483-94(Jan. 1966)
8. 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)
9. V. P. Ganin, Electrical resistance of concrete as a function of its composition, *Beton i Zhelezobeton*, No. 10, pp. 462-5(1964)
10. 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, 1995)
11. 하준, 최완철, 홍기성, 오승모, 장지원, 최응규, "콘크리트 구조물의 철근방식 성능 실험평가", pp163-172, 제9권 제2호, 한국콘크리트학회지, 1997,