

탄소 콘크리트의 전기적 특성

김찬오 · 손기상

서울산업대학교 안전공학과

1. 서론

기존의 다른 폐자재와는 달리 탄소배합 콘크리트는 탄소는 그 자체가 물을 흡수하는 성질이 있어 배합콘크리트에 밀실하게 배합되기가 쉽지 않으나 일단 밀실하게 제작되면 압축강도가 크게 개선되는 것으로 전기·전도에 큰 성능개선을 할 수 있는 것으로 보여진다.

캐나다 국립건설연구소에서는 기간산업도로의 제설이 큰 문제가 되어 축열등의 방법으로 콘크리트에 전선을 매입하여 그 특성을 관찰하고있고 거의 실용화 단계까지와 있다. (2001. 7월 직접방문), 여기서는 이러한 기구 매입 없이 초기 배합에서 곧바로 전기적 특성을 이러한 방향으로 개선하는 방법을 찾는 기초연구를 하는데 있다.

본 연구에서는 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.

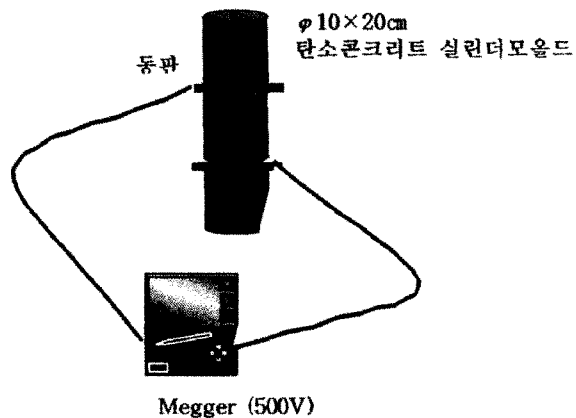


Fig. 1 전기실험장치 설치도

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 1.0% by vol	0.2kg	carbon	3.10kg	2.00kg	8.95kg	10.95kg	25.00kg	3
Mix Design 1.5% by vol	0.2kg	carbon	3.10kg	2.00kg	8.95kg	10.95kg	25.00kg	3
Mix Design 2.0% by vol	0.2kg	carbon	3.10kg	2.00kg	8.95kg	10.95kg	25.00kg	3

탄소성분을 (normal, 1.0%, 1.5%, 2.0%)의 비율로 콘크리트에 Table 1과 같은 기본 배합을 하였으며 시료들에 대하여 Fig. 1에서와 같이 회로를 구성하고 모델명 Megger(500V)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. 양생된 실린더 모듈드는 서울산업대학교 전기 안전실험실에서 측정하였다.

3. 실험결과

Table 3. Resistivity Ohm at the Age of Concrete Mold

노출기간 측정시간		Cylinder 100×200 평균						
		저항율[Ω·m]×10 ³						
		37일차	51일차	58일차	64일차	71일차	78일차	85일차
10:00	날 씨			25℃, 84%	33℃, 60%	28℃, 60%	34℃, 31%	31℃, 69%
	측정값			2.355	15.7	1.9625	157	29.44
16:00	날 씨	34℃, 46%	28℃, 46%	30℃, 72%	36℃, 29%	32℃, 77%	33℃, 57%	34℃, 53%
	측정값	235.5	15.7	11.775	3.925	11.775	58.875	47.1
20:00	날 씨	28℃, 47%	25℃, 69%	25℃, 82%	27℃, 68%		31℃, 58%	
	측정값	588.8	13.7	15.7	47.1		78.5	

노출기간 측정시간		Cylinder 100×200 평균						
		저항율[Ω·m]×10 ³						
		78일차	85일차	92일차	99일차	106일차	113일차	120일차
10:00	날 씨	34℃, 31%	31℃, 69%	29℃, 77%	35℃, 67%		34℃, 51%	33℃, 40%
	측정값	157	29.44	5.8875	3.925		58.875	235.5
16:00	날 씨	33℃, 57%	34℃, 53%		36℃, 41%	33℃, 72%		30℃, 56%
	측정값	58.875	47.1		19.625	11.775		588.75
20:00	날 씨	31℃, 58%		26℃, 88%		28℃, 86%	27℃, 64%	
	측정값	78.5		11.775		5.8875	157	

노출기간 측정시간		Cylinder 100×200 평균						
		저항율[Ω·m]×10 ³						
		127일차	134일차	141일차	148일차	162일차		
10:00	날 씨	31℃, 47%	31℃, 30%	30℃, 33%	24℃, 40%	18℃, 71%		
	측정값	235.5	137.375	117.75	510.25	3.925		
16:00	날 씨	29℃, 59%	32℃, 30%	30℃, 31%	28℃, 36%	18℃, 72%		
	측정값	588.75	1177.5	117.75	785	15.7		
20:00	날 씨	23℃, 76%	21℃, 58%	22℃, 62%	22℃, 51%	18℃, 72%		
	측정값	11.775	176.625	105.975	588.75	15.7		

Table 4. Teat Results without Consideration of Weather Condition

측정시간 \ 노출기간	Cylinder 100×200 평균			
	저항률[$\Omega \cdot m$] $\times 103$			
	7일차	14일차	21일차	28일차
1.0% 측정값	39.25	255.13	117.75	235.5
1.5% 측정값	3.93	314	608.38	1373.75
2.0% 측정값	39.25			

4. 분 석

- 1) 37일차 20:00, 습도 47%, 온도 28℃조건에서의 저항값 588.8과 162일차 습도 72%, 온도 18℃조건에서의 15.7은 전자에서 습도는 후자의 경우보다 25%이상이 적은 조건으로 저항값은 97.5% 감소된 저항값으로 나타났다. 하루시간대는 20:00으로 똑같다.
- 2) 재령 2개월차인 64일차(10:00, 16:00)와 71일차(10:00, 16:00)은 같은 시간대에 습도 차이가 50%로 나타난데 비해 저항값은 8정도 차이가 났다. 습도가 높은 77%에서 11.775 저항값인데 비해 29%에서는 저항값 3.925로서 1/4배 적게 나타났다.
- 3) 162일차에서 테스트 시간이 10:00, 16:00, 20:00 측정대에 각 값이 3.925, 15.7, 15.7로 나타났는데 습도가 71%, 72%, 72%이고 온도는 18℃로 동일하였다. 온도, 습도가 동일 조건임에도 오전 10:00대는 타시간대에 비해 1/4값만을 나타냈다.

5. 결 론

이상의 실험과 분석을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 탄소콘크리트에서 동일조건일 때 저항값은 거의 같다.
- 2) 온도가 낮고 습도가 높은 조건일 때 재료의 재령차이에 따라 저항값이 현격히 낮아진다.
- 3) 7일차의 탄소성분량에 따른 저항의 변화를 보면 1.0%와 2.0%와의 차이가 없는 것으로 뚜렷한 특성을 찾기 위한 차후 실험에서는 많은 함량의 혼합이 필요함을 알 수 있다.

참고문헌

1. S.J.Pantazopoulou, J.F.Bonacci, S.Sheikh, "Repair of Corrosion Damaged Columns with FRP wraps", pp 3-11, vol5, NO1, ASCE February 2001.
2. C.Andrade, C.Alonso, "On-site measurements of Corrosion rate of reinforcements", pp141-145, vol15,no2, Construction and Bulding Materials, March-April 2001

3. 오병환, 조원구, 차수원, 정원기, "전위차 부식 촉진법을 이용한 철근콘크리트의 내부식성 예측을 위한 새로운 기법 연구", pp201-209, 제8권 제6호, 한국콘크리트학회지, 1996. 10
4. AM Neville, "Electrical properties of Concrete", pp511-528, properties of Concrete, 3rd Edition, pitman, 1981
6. D. A. Hausmann, Electrochemical behaviour of steel in concrete. J. Amer Concr. Inst., 61, No. 2, pp. 171-88(Feb. 1964)
7. G. E. Monfore, The electrical resistivity of concrete, J. Por사. Cem. Assoc. Research and Development Laboratories, 10, No. 2, pp. 35-48(May 1968)
8. R. Cigna, Measurement of the electrical conductivity of cement mortars, Annali di Chimica, 66, pp. 483-94(Jan. 1966)
9. 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)
10. V. P. Ganin, Electrical resistance of concrete as a function of its composition, Beton i Zhelezobeton, No. 10, pp. 462-5(1964)
11. 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)
12. J. R. Farrar, Electrically conductive concrete, GEC J. of Science and Technol., 45, No. 1, pp. 45-8(1978)