

# 부식 촉진실험에 의한 철근방식 연구

## Rapid Corrosion Test for Concrete Reinforcing Steels

윤강훈\*

이상국\*\*

정영수\*\*

Yoon, Kang Hoon Chung, Young Soo Lee, Sang Kuk

### Abstract

The purpose of this research is to evaluate the performance of various kind anticorrosives which is developed to enhance the capacity of anticorrosives in several conditions of salty reaction, and evaluate corroded state according to various amounts of chloridized material. Beside, to exam Zincspray for Cathodic Protection System evaluation

### 1. 서론

본 연구는 해안·해양 콘크리트 구조물에 매입되는 철근의 내부식 성능을 향상시키기 위하여 개발된 각종 철근의 방식재료의 성능을 평가하며 염해환경하에서의 철근의 방식 능력을 평가하고 염화물량에 따른 철근의 부식상태를 촉진실험을 통하여 분석·평가 하고자한다. 또한 철근방식기법의 하나인 희생양극법에 대한 평가도 Zincspray를 통하여 규명하고자 한다.

### 2. 연구수행내용

본 연구는 각 변수별 시험체를 128개를 제작하여 각 변수들의 시험체내의 철근부식을 관찰하는 방법으로 실험하였다. 각 변수들의 시험체들은 침지수조와 촉진수조에 각각 64개씩 넣고 침지에서는 자연상태의 조건을 부여하고 촉진수조에는 0.8V의 전압을 Power supply로 공급해 주므로써 철근의 부식을 촉진하고 있다. 또한 변수중 Zincspray기법을 적용하여 희생양극법의 방식기법도 이 실험을 통하여 증명하고자 한다. 그 계측 방법에 있어서는 Current Method 와 Half-Cell Method를 이용하여 철근의 부식정도를 판단하고자 한다. Half-Cell Method는 일부시험체 64개(침지 32개, 촉진32개)의 시험체에 서만 실시하고 있다. 또한 향후 Potentialstat장비를 사용하여 보다 다양한 데이터분석을 할 예정에 있다.

\* 비회원, 중앙대학교 건설대학원 석사과정

\*\* 정회원, 중앙대학교 대학원 토목환경공학과 석사과정

\*\*\* 정회원, 중앙대학교 건설대학 토목공학과 교수

표 1 변수별 시험체

시험변수	변위 (변위갯수)	고정변수					변수당 시험편수	계	
		압축강도	방청제	철근직경	에폭시 코팅	Zinc Spray		침지	촉진
염화물량	0,0.04,0.1,0.2%	공통변수							
압축강도	210,350		-	D13	Not	Not	2	16	16
방청제	Sika, Grace,진용	280	사용	D13	Not	Not	2	24	24
철근직경		D13철근 공통변수							
Zinc Spray	시멘트량의0.5,2배	280	-	D13	Not	Spray	2	16	16
Reference		280	-	D13	Not	Spray	1	8	8
계		총128개						64개	64개

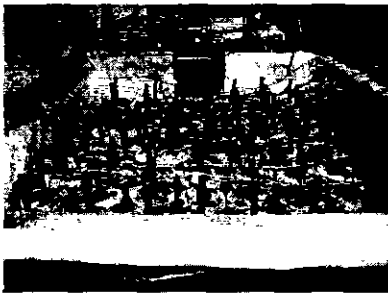


사진 1 시험체 전경

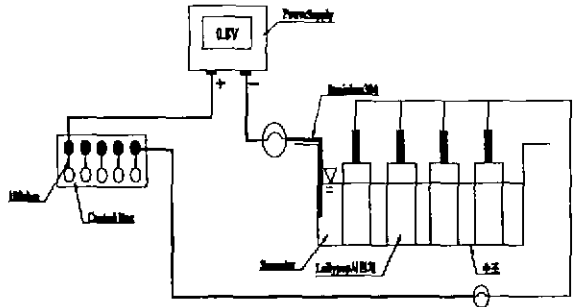


그림 1 부식계측 계략도

### 2.1 배합실험

시험체의 총수량은 128개로서 기준 설계압축강도  $280\text{ kg/cm}^2$ 의 시험체를 제작하였다. 그리고 압축강도  $210\text{ kg/cm}^2$ ,  $350\text{ kg/cm}^2$  및 방청제(3社)의 시험체들도 실내에서 제작하였다. 또한 시험체의 철근 직경은 13mm 철근으로 동일하며 시험체 마다 염화물량을 0, 0.04, 0.1, 0.2%로 달리하여 시험체를 제작하였고 희생양극법에 활용될 Zincspray 시험체는 시멘트량의 0.5배, 2배로 배합 설계하였다. 수량은 각 변수별로 4개씩 침지수조에 2개, 촉진수조에 2개씩 넣고 실험하고 있다.

표 2 시험체의 배합비 및 압축강도

설계강도 ( $\text{kg/cm}^2$ )	W/C (%)	S/a (%)	물 (kg)	시멘트 (kg)	잔골재 (kg)	굵은골재 (kg)	압축강도 ( $\text{kg/cm}^2$ )	공기량 (%)
210	57.5	46	193	337	807	973	239	4.0
280	49.9	43.3	179	360	782	1120	332	4.5
350	46.2	41.3	182	394	726	1113	387	4.5

### 2.2 시험체 제작

시험체의 형상은 공시체( $150 \times 200\text{ mm}$ )로서 전 시험체가 동일하며 중앙의 D13철근을 중앙까지 삽입하

였으며 철근의 중앙4cm 부분에 Epoxy Coating을 해줌으로써 외부와 접해있는 부분의 철근조기 부식을 방지하였다. 또한 공시체 윗부분의 외부 부식인자의 침입을 막고 철근 주변의 부식 방지를 위하여 산 모양으로 몰탈처리 하였다. 철근은 총 20cm로서 10cm는 공시체 중앙에 삽입되며 나머지 10cm는 외부로 노출시켜 계측선의 장착을 용이하게 하였다. Zincspray시험체는 다른 변수와 동일한 형상을 하고 있으며 공시체 주변을 Zinc를 시멘트와 혼합하여 Spray하였다.

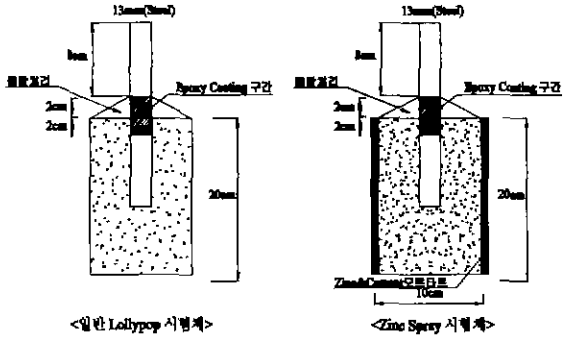


그림 2 시험체 형상

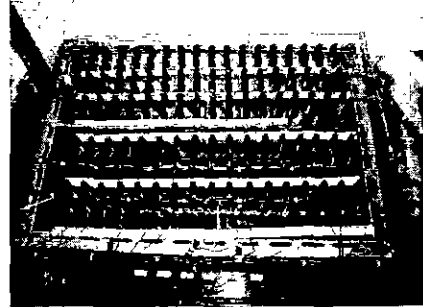


사진 2 계측 BOX 모습

### 3. 부식도 계측

본 실험에서는 시험체에 대해 Current Method, Half-Cell Method 두가지 방법으로 측정하였으며 Current Method에서는 Strainless와 철근사이에 흐르는 전류값을 측정함으로써 부식속도를 추정하며 Half-Cell Method에서는 Calomel Electrode를 사용하여 철근과 기준전극간의 전위차를 측정하므로써 부식정도를 추정하였다. 또한 향후 Potentialstat 장비를 이용하여 다양한 부식평가를 시도할 예정이다. Current Method와 Half-Cell Method의 좀더 세밀한 측정을 위하여 Datalogger로 data를 수집하고 있다.

### 4. 결과분석 및 연구평가

부식도 측정결과 몇가지 분석결과를 도출해 낼수 있었다. 방청효과면에서는 그림4에서와 같이 G社の 방청제를 보면 부식Current값에서 초기에는 그림5의 방청제를 사용하지 않은 시험체와 비슷한 Current값을 보였지만 차츰 시간이 경과함에 따라 방청제를 사용하지 않은 시험체에 비해 현저히 그 값이 작게 변화하는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 G社の 방청제가 시험체의 영향을 미침을 의미한다. 또한 Zincspray를 이용한 방식효과면에서는 그림6에서와같이 초기값에서는 침지수조에 있는 시험체(그림7)나 Zincspray를 하지 않은 시험체(그림5)에 비해 그 값이 상당히 큼을 발견할 수 있었는데 이는 촉진시험체에 전압이 가해지면서 Zinc의 산화반응을 촉진하고 이로인해서 Stainless와의 사이에 흐르는 전류값이 컸음을 의미한다. 시간의 경과함에 따라 값이 작아지는데 이는 철근의 부식을 Zinc가 대신함으로써 철근의 방식효과를 나타냄을 알 수 있었다.

본 실험결과에서 염화물량에 대한 부식경향은 명확히 판단이 되지진 않았지만 시간이 경과함에 따라 그 경향이 나타날것으로 판단되어진다.

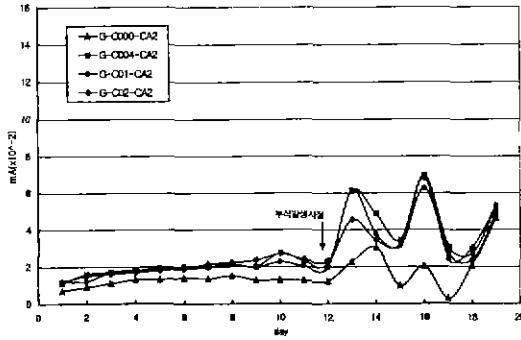


그림 4 부식 Current G사 방청제(축진)

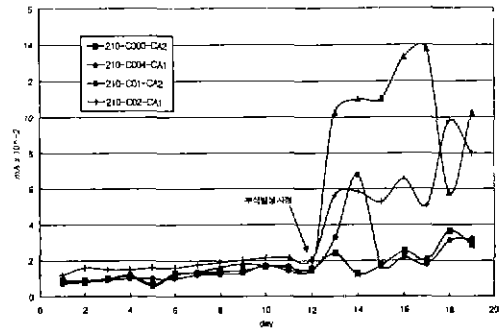


그림 5 부식 Current 210강도(축진)

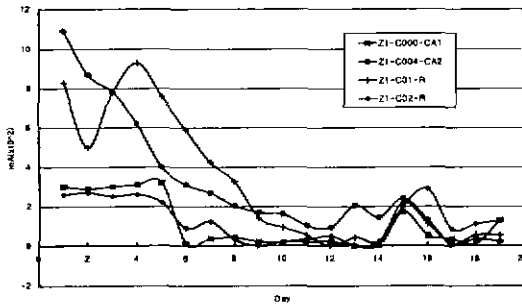


그림 6 부식Current Zincspray(축진)

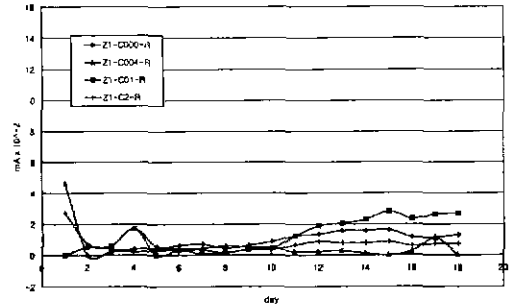


그림 7 부식Current Zincspray(침지)

5. 결론 및 실험상의 문제점

표 3 염화물 0% 시험체의 결과 측정치

변수별시험체	Method		Potentialstat		경과일
	Current(mA x10 <sup>-2</sup> )	Half-Cell(mV)	Icorr( $\mu$ A/cm <sup>2</sup> )	MPY	
Zincspray(1)	12.2 / 5.63	447 / 330	0.498	0.226	130일 초기값/ 경과후측정치
Zincspray(2)	19.7 / 3.261	477 / 518	3.163	1.44	
210 kgf/cm <sup>2</sup>	0.9 / 2.87	214 / 206	1.141	0.519	
350 kgf/cm <sup>2</sup>	1.6 / 1.94	415 / 422	4.218	1.920	
G社 방청제	0.7 / 4.63	214 / 283	751.2	345.5	
J社 방청제	1.9 / 2.0	313 / 490	7.170	3.264	
S社 방청제	0.5 / 1.042	262 / 337	463.8	213.34	

위의 표3과 같이 염화물 함량이 0%인 변수별 시험체의 측정결과를 보면 각 시험체별로 몇가지 경향을 분석해 낼 수 있었다. Zincspray시험체에 있어 Zinc를 시멘트 중량의 2배를 몰탈한 시험체의 부식 측정치값들은 그렇지 않은 시험체들에 비해 현저히 철근의 부식이 적게 진행됨을 알 수 있었다. 또한 Zinc몰탈은 시멘트 중량의 0.5배인 시험체들은 Zincspray하지 않은 시험체들과 비슷한 정도의 진행을 나타내고 있다. 강도변수 시험체에서는 비록 mV값에서 350 kgf/cm<sup>2</sup> 강도가 210 kg/cm<sup>2</sup> 강도보다 더

높은 값을 보였지만 이는 초기값을 고려한다면 부식정도를 아직 판단하기에는 이른 것으로 판단된다. 본 실험에서 방청제간의 차이가 극심함을 알수 있었는데 특히 S社의 방청제의 효과는 오히려 부식을 가속화 시키는 것으로 나타났다. 하지만 이는 방청제의 화학적 특성상의 문제로 판단되어지고 S社의 방청제의 화학적 반응에 대하여 향후 철지한 분석이 요구되어진다. 또한 염화물 함량과 관련해서 0, 0.04%, 0.1%, 0.2% 의 시험체들은 뚜렷한 결과를 볼수는 없었지만 0%, 0.04%를 함량한 시험체보다 0.1%, 0.2%를 함량한 시험체들이 각 측정방법에 의한 측정치에서 부식진행이 빠르고 부식정도가 높은 것으로 나타났다. 부식값들의 절대치로 부식들 판단하기는 어려우며 지속적인 측정에서 그 변화의 추이를 분석하는 것이 정확한 분석방법이라 하겠다. 또한 ZinCspray시험체 제작과정에서 Spray의 문제점이 나타났다. Spray과정에서 비록 Zinc의 방식효과는 나타났지만 Zinc자체의 입자와 조기경화와 부착성의 효과를 얻기위해 혼합했던 시멘트의 입자의 크기로인해서 Spray가 잘되지 않았으며 이는 현장 적용성에 큰 문제로 지적되었다. 향후 Spray기법개발이 급선무라 할 수 있다. 측정과정상의 문제점은 수조안의 해수가 실내내의 건조한 환경 때문에 증발하는 경우 그 Current값에 차이가 나타나므로 수조안의 해수수위를 항상 유심히 관찰할 필요가 있을 것이다.

#### 감사의글

본 연구는 교내 학술연구비 지원으로 수행되고 있습니다. 이 지원에 감사드립니다.

#### 참고문헌

- [1] 정영수, "철근 콘크리트 시험편의 철근방식에 관한 측정법", 한국 콘크리트학회 논문집. 제9권 제2호, 1997.11, pp281-286
- [2]. Peter H.Emmons, "Concrete Reinforcement Corrosion", (Training Course Notes of Colebrand/UK)
- [3] 건설부, "콘크리트 구조설계기준", 1999.
- [4] 정영수, 문홍식, "염수환경하 콘크리트의 철근방식공법 연구", 콘크리트 학회 논문집. 제1권 제2호, 1999.11