

# 콘크리트 물-결합재비 및 광물질 혼화재가 전기-화학적 기법에 의한 부식 평가에 미치는 영향

Effect of Concrete Water-Binder Ratio and Mineral Admixture  
on Corrosion Estimation by Electro-Chemical Method

양 은 익<sup>1)\*</sup>

최 윤 석<sup>2)</sup>

한 상 훈<sup>3)</sup>

Yang, Eun Ik

Choi, Yoon Suk

Han, Sang Hun

## Abstract

In this study, when concrete properties are changed by concrete mix proportions or blending of admixtures, the characteristics of electro-chemical method for corrosion assessment of the embedded steel are compared and its causes are analyzed. According to the results, when the ratio of corroding area was less than 10%, the half-cell method was affected by concrete properties. In the case of specimen blended admixtures, it is possible to assess the high-corroded steel qualitatively using the half-cell method. For the polarization resistance method, though the corroding area was less than 10%, it has not affected by concrete properties. However, in case of specimen blended admixtures, the corrosion level of steel was underestimated than OPC specimens having a similar corroding area.

**Keywords** : Admixture, Chloride, Half-cell method, Polarization resistance method

## 1. 서론

철근 콘크리트 구조물의 내구성 저하에 가장 큰 영향을 미치는 내부 철근의 부식을 평가하기 위해서 구조물의 손상을 최소화하고 짧은 시간에 비교적 정확한 진단을 내릴 수 있는 장점을 지닌 전기-화학적 측정방법들이 사용되고 있으며, 대표적으로 자연전위법과 분극저항법이 현장 및 실험실에서 널리 사용되고 있다. 그러나 이러한 전기-화학적 기법은 기준전극과 금속재료가 전해액 상태에서 전기적으로 접촉하였을 때의 부식정도를 측정하는데 그 원리가 있다. 따라서 콘크리트 구조물의 적용에 있어서는 내부 철근과 전극 사이의 전해액에 해당되는 매개체인 콘크리트에 의한 영향을 고려해야만 한다. 특히 기준전극의 위치가 콘크리트의 표면이라는 점을 감안할 때 콘크리트 내부의 물성 및 화학작용에 의해서 발생할 수 있는 특징들을 파악해야만 한다. 기존 연구에서는 외부로부터 염화물이 침투할 경우, 보통콘크리트와 혼화재를 혼입한 콘크리트와의 철근부식의 저항성을 평가하기 위하여 자연전위법등을 사용하였으며, 혼화재를 혼입한 시험체의 자연전위값이 높게 나타나 부식의 가능성이 적다고 평가하였

다(김은겸 등, 2004; 송하원 등, 2008; 2008; Wolsiefer, 1991). 또한 방청제의 효과를 평가하기 위하여 콘크리트 배합 시 염화물을 혼입한 결과, 방청제를 첨가하지 않은 시험체에서 부식촉진 시험 초기부터 자연전위값이 급격히 낮아졌다는 연구보고가 있다(문한영 등, 1998). 그러나 이러한 연구보고들의 결과에서는 부식이 미미하게 발생한 초기부터 혼화재와 방청제가 혼입된 콘크리트와 보통콘크리트와의 자연전위값에서 큰 차이를 보이고 있다 (Valentini et al., 1990; Montemor et al., 2000; Al-Saadoun et al., 1993).

따라서 자연전위법이 단지 매립철근의 부식정도만을 반영한다고는 볼 수 없으며, 콘크리트 내부의 물성이 변함에 따라 전기화학적 측정법은 영향을 받는 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 하천 모래의 고갈로 해사의 사용이 증가되고 있는 추세를 반영하여 콘크리트 배합물에 염화물을 혼입하고 장시간에 걸쳐 자연폭로하여 발생한 매립철근의 실제 부식정도를 자연전위법과 분극저항법으로 측정하여 각 측정법의 적용성과 신뢰성을 평가하였으며, 콘크리트의 물성과 첨가된 혼화재의 작용에 의해서 콘크리트의 내부상태가 변화할 때 각 측정법들이 가지는 특성들을 확인하고 그 원인을 분석하였다.

1) 정회원, 강릉원주대학교 토목공학과 교수

2) 정회원, 강릉원주대학교 토목공학과 박사과정

3) 정회원, 한국해양연구원 선임연구원

\* Corresponding author : eiyang@nukw.ac.kr 033-640-2418

• 본 논문에 대한 토의를 2010년 4월 30일까지 학회로 보내주시면 2010년 7월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

## 2. 실험 계획 및 방법

### 2.1 실험 계획

콘크리트에 혼합되는 염소이온을 고려하기 위하여 배합 시 계획된 염화물량을 혼입하였으며, 콘크리트의 영향을 평가하기 위해서 물-시멘트비와 혼화재 종류를 변화시켰다. 시험체 제작 후에는 콘크리트 매립 철근의 자연적인 부식유도를 위하여 평균온도 20℃, 상대습도 50~60%의 조건으로 18개월, 42개월 동안 자연폭로하였다. 실험변수는 Table 1과 같다.

### 2.2 시험체 제작

시험체는 150(D)×150(H)×150(L)mm로 제작되었

Table 1 Experimental variables

W/B(%)	0.4, 0.5, 0.6
Mineral Admixture	SF(10%), BFS(30%)
Chloride(kg/m <sup>3</sup> )	0.6, 0.9, 1.2, 1.5, 1.8, 2.4, 3.0, 3.6
Measurement	Half cell, Polarization resistance, Corroding area
Age	18month, 42month

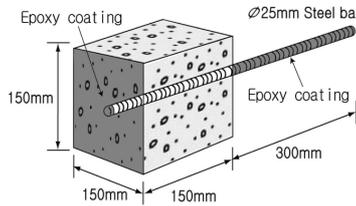


Fig. 1 Test specimen configuration

다. 철근은 이형철근(KS D25)을 사용하였으며, 철근 표면의 녹이 없음을 확인한 후 타설하였다. 시험체의 상세도는 Fig. 1과 같다.

### 2.3 사용 재료 및 배합

#### 2.3.1 시멘트 및 골재

시험체 제작에 사용된 시멘트는 KS L 5201에 규정된 보통포틀랜드시멘트를 사용하였다. 잔골재는 하천 모래를 사용하였으며, 굵은 골재는 쇄석(Gmax=25mm)이 사용되었다. 사용된 골재의 물리적 성질은 Table 2와 같다.

#### 2.3.2 혼화재

혼화재 혼합의 경우에는 물-시멘트비 0.6을 기준으로 실리카흄(SF) 10%, 고로슬래그미분말(BFS)을 30% 대체하였다. 사용한 혼화재의 물리적 성질 및 화학성분은 Table 3~4와 같다.

#### 2.3.3 배합

본 실험에 사용된 기준 배합표는 Table 5와 같다. 이 배합을 기준으로 하여 염화물이온, 혼화재를 계획된 비율에 따라 혼입 및 대체하여 배합하였다.

## 3. 부식 측정 방법

### 3.1 자연 전위법

Table 2 Material properties of aggregate

Aggregate	Density	Absorption(%)	F.M
Fine	2.59	0.99	2.65
Coarse	2.64	0.70	6.82

Table 3 Chemical-Physical characteristics of slag (%)

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	LOI	specific gravity	specific surface area(cm <sup>2</sup> /g)
21.8	5.8	3.56	60.6	3.54	2.6	1.0	3.14	3422

Table 4 Chemical-Physical characteristics of silica fume (%)

SiO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	LOI	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	HgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	C	SO <sub>3</sub>	Cl
97	0.6	1.0	0.2	0.3	0.3	0.2	0.5	0.1	0.7	0.1	0.05

Table 5 Concrete mix proportion

No.	G <sub>max</sub> (mm)	Slump(cm)	Air(%)	W/B(%)	S/a(%)	Unit weight(kg/m <sup>3</sup> )					
						W	C	S	G	SF	BFS
1	25	10	5	0.4	43	170	425	716	1022	-	-
2	25	10	5	0.5	43	172.5	345	776	970	-	-
3	25	10	5	0.6	43	172.5	288	813	978	-	-
4	25	10	5	0.6	43	172.5	259.2	810	1024	28.8	-
5	25	10	5	0.6	43	175	204.4	810	1023	-	87.6

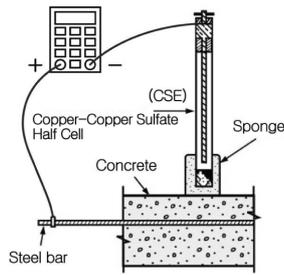


Fig. 2 Setup with half-cell test

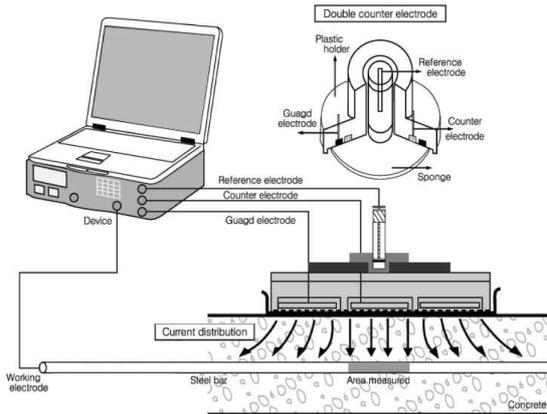


Fig. 3 Setup with polarization resistance test

자연전위의 측정은 ASTM C 876 실험방법을 기준으로 하여 측정 전 콘크리트 표면을 30분 동안 습윤 상태로 유지하였다. 기준전극인 포화 유산동 전극에는 (-) 단자, 측정하는 콘크리트 내부의 철근에 (+) 단자를 연결한 후 이를 조합시켜 전지를 구성하고 기준전극에 대한 (+)와 (-)의 전위차를 측정하였다. Fig. 2는 자연 전위 측정 개요도를 나타낸 것이다.

### 3.2 분극저항법

철근의 분극저항 측정은 C사의 PR-4500장비를 사용하였다. 기준전극은 포화유산동 전극이며, 보조 전극 및 분극면적을 한정시키기 위하여 Guard electrode를 두었으며, 철근과 전극들은 액상의 세제로 적신 스폰지를 통하여 전기적으로 접촉시켰다. 부식전위가 안정화된 후 측정을 실시하였으며, 분극저항 측정시의 전위 이동범위는 부식 전위를 기준으로 -15mV에서 +15mV까지 변화시켰다(Stern and Geary, 1957; Millard et al., 2001). 철근의 분극면적은 보조 전극의 단면을 수직으로 투영시켜, 이에 해당되는 부분의 철근 표면적으로 계산하였다. Fig. 3은 측정 개요도를 나타낸 것이다.

### 3.3 부식 면적을 측정

부식 면적률은 Fig. 4와 같은 방법으로 부식된 면적을

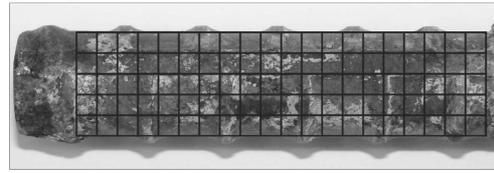


Fig. 4 Calculation of corroding area

측정하여 철근의 총면적에 대한 백분율로 부식면적을 계산하였다. 철근의 총면적은 보조 전극의 단면적을 수직으로 투영시킨 표면적을 총 면적으로 하였다.

## 4. 실험결과 및 분석

### 4.1 염화물 혼입량에 따른 내부철근의 부식

Fig. 5는 염화물을 혼입한 시험체의 시간경과에 따라 발생한 철근의 부식면적률을 물-시멘트비와 재령으로 구분하여 나타낸 것이다. 혼입된 염화물량과 재령이 증가할수록 부식면적이 증가하는 것으로 나타났다. 재령이 18개월 경과했을 시,  $2.4\text{kg/m}^3$  이상으로 염화물이 혼입된 경우에는 물-시멘트비와 관계없이 50%이상의 부식면적을 나타냈다. 재령 42개월의 경우에는 물-시멘트 0.5와 0.6에서 염화물 혼입량이  $1.2\text{kg/m}^3$ 을 넘어서면서부터 50% 이상의 부식면적을 보였지만, 물-시멘트비 0.4의 경우에는 재령이 18개월인 때와 유사한 부식면적을 나타냈다. 이와 같이 동일한 염화물의 혼입량에도 부식면적이 크게 다른 현상은 물-시멘트비 0.4와 0.6을 비교했을 때 확연히 나타난다. 이는 물-시멘트비 0.4인 경우가 0.6에 비해 상대적으로 높은 염화물 구속력을 가지고 있으며, 또한 수산화칼슘에 의한 내부 알카리도가 증가하여 나타나는 현상으로 판단된다.

### 4.2 자연전위분석 결과

Fig. 6은 측정된 자연전위를 내부 철근의 실제부식면적과 비교하여 나타낸 것이다. 자연전위 측정 규정인 ASTM C 876에 의하면 -200mV 이상의 경우에는 90%이상의 확률로 부식이 되지 않은 것이며, -350mV 이하일 경우에는 90% 이상으로 부식 확률을 가지는 것으로 규정하고 있다. 그러나 실제 부식면적이 10% 이하로 매우 적은 경우에는 전반적으로 -100 ~ -200mV 사이의 분포를 나타냈으며, 부식면적이 80% 이상인 경우에는 -280 ~ -370mV 이하의 분포를 보이고 있어 규정과는 차이를 가진 것으로 나타났다. 특히, 실험결과 부식면적이 80% 이상으로 철근 부식의 발생을 확인할 수 있을 때의 자연전위 값이 -280 ~ -370mV에 분포하고 있음에도 규정에서는 -250 ~ -350mV 사이의 자연전위 값을 부식확률이 불확실한 구간으로 구분하고 있어 규정에 따라 부식

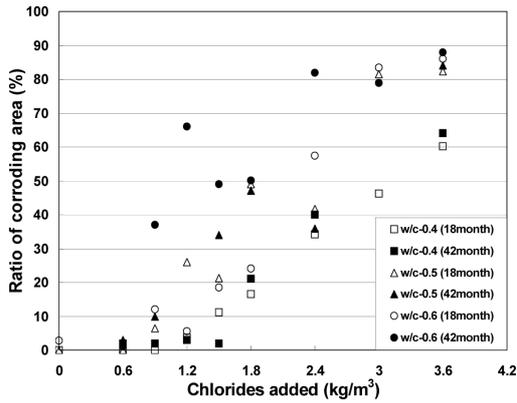


Fig. 5 Comparison of corroding area and chlorides added

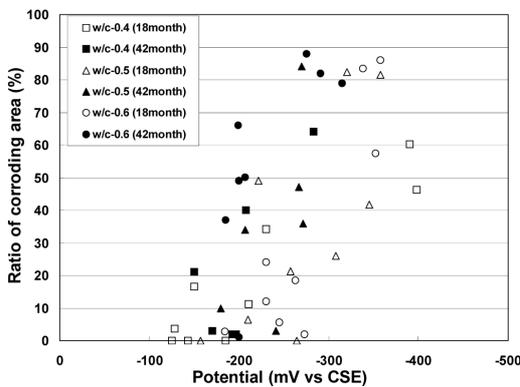


Fig. 6 Comparison of potential with corroding area

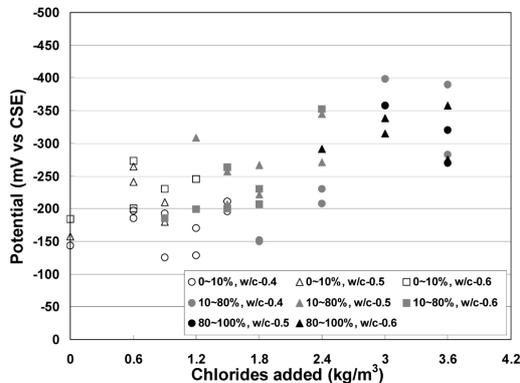


Fig. 7 Comparison of potential with chloride

의 유·무를 평가하는 것은 무리가 있다고 판단된다.

Fig. 7은 염화물 혼입량과 부식면적에 따른 자연전위 분석결과를 나타낸 것이다. 이를 살펴보면, 0~10%로 부식량이 적게 발생했을 경우에는 내부 염화물의 함유량에 상관없이 물-시멘트비가 낮을수록 자연전위값이 다소 크게 측정되었으나, 부식량이 증가할수록 물-시멘트비의 영향이 줄어드는 것으로 나타났다. 따라서 자연전위법은 부식량이 적은 경우에는 콘크리트의 물성에 다소 영향을 받지만, 부식량이 증가하면 물-시멘트비가 낮아 콘크리트의 저항이 상대적으로 커지더라도 큰 영향을 받지 않는

것으로 판단된다.

한편, 기존 연구에서는 침지실험을 통해 부식을 유도했을 시 부식량에 관계없이 전해액의 염분농도가 높아질수록 자연전위값이 저하되는 현상이 보고된바 있다(Arup, 1979). 이와 같은 현상은 부식이 발생하지 않은 초기에 높은 농도로 염분을 침투시킨 시험체의 자연전위값이 낮게 나타나는 것으로 확인되어진다. Fig. 7의 혼입된 염화물량이  $1.2\text{kg/m}^3$  이하이면서 부식면적이 10%이하인 경우를 살펴보면, 혼입된 염화물량이  $0.6\text{kg/m}^3$ 일 때는 자연전위값이 감소하여 나타났지만, 염화물량이 0.9,  $1.2\text{kg/m}^3$ 으로 증가하면 자연전위값은  $0.6\text{kg/m}^3$ 을 혼입했을 때보다 오히려 크게 나타났다. 따라서 콘크리트 내부에 염화물이 혼입되어 있는 경우에는 증가되는 염분농도에 따른 자연전위의 변동(저하)현상은 없는 것으로 판단된다.

또한  $1.2\text{kg/m}^3$  이상에서 염화물의 혼입량이 증가할수록 자연전위값이 낮아지는 것은 콘크리트 내부의 염화물 농도에 의한 영향보다는 혼입된 염화물의 양이 증가할수록 부식량이 증가하기 때문에 나타나는 현상이라고 판단된다. 따라서 내부에 염화물이 혼입되어 부식이 발생할 경우에는 염화물의 혼입량이 증가하여 콘크리트 공극속의 염분농도가 높아지더라도 자연전위측정값에는 큰 영향이 없는 것으로 판단된다.

부식면적이 80% 이하일 때는 자연전위값으로 부식에 대한 뚜렷한 경향을 찾기 어려우나, 80% 이상으로 부식이 크게 진행된 경우에는 측정값이  $-280\text{mV}$  이하로 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 따라서 발생한 부식면적이 총 측정면적의 80% 이하일 때는 자연전위법으로 부식의 유·무를 판단하기에는 다소 무리가 있으며, 최소 80% 이상으로 부식면적이 발생하면 자연전위측정법으로 부식의 발생여부를 평가할 수 있을 것으로 판단된다.

### 4.3 분극저항분석 결과

Fig. 8은 측정된 분극저항값을 내부 철근의 실부식면적과 비교하여 나타낸 것이다. 실제 부식면적이 80% 이상 부식된 시편들의 분극저항값은  $50\text{k}\Omega \cdot \text{cm}^2$  이하의 분포를 보였으며, 10%이하로 부식된 경우에는  $200\text{k}\Omega \cdot \text{cm}^2$  이상의 값을 보였다. 분극저항에 의한 부식평가기준(CEB Bulletin N°243, 1998)에 의하면 분극저항치가  $26\text{k}\Omega \cdot \text{cm}^2$  미만일 경우에는 부식속도가 매우 빠른 것으로 규정하고 있는데, 본 실험 결과 측정면적의 80% 이상이 부식된 경우에는 전반적으로  $50\text{k}\Omega \cdot \text{cm}^2$  이하의 분포를 나타냈다. 따라서 부식 평가기준(CEB Bulletin N°243, 1998)은 분극저항치와 실제 철근의 부식 관계를 과소 평가하는 것으로 판단된다.

Fig. 9는 염화물 함유량과 부식면적에 따른 분극 저항 분석 결과를 나타낸 것이다. 자연전위값에서는 부식량이

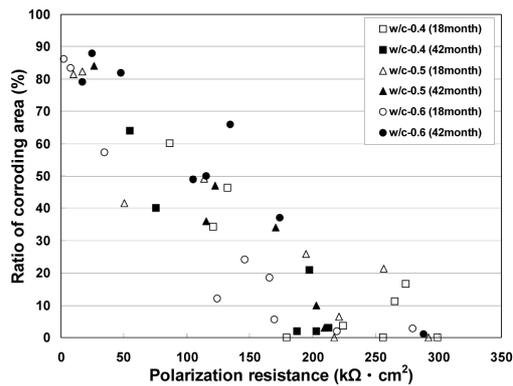


Fig. 8 Comparison of polarization resistance and corroding area

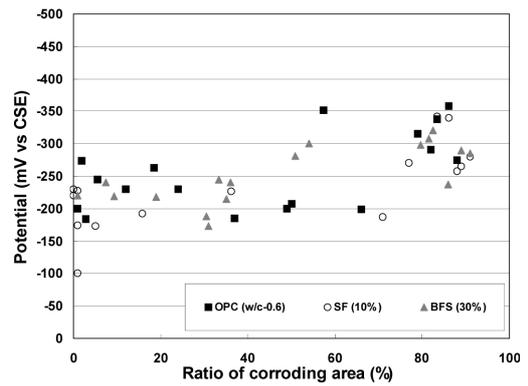


Fig. 10 Potential of steel bars embedded in BFS, SF concrete

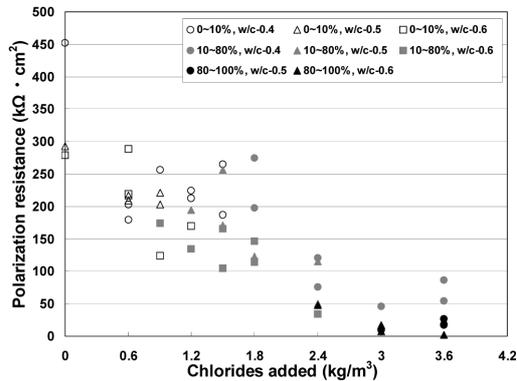


Fig. 9 Comparison of polarization resistance with chloride

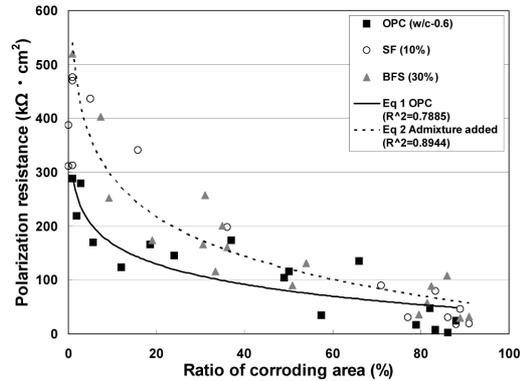


Fig. 11 Polarization resistance of steel bars embedded in BFS, SF concrete

적은 경우, 물-시멘트비가 낮을수록 상대적으로 커지는 콘크리트 저항에 따른 영향이 나타났으나, 분극저항값에서는 미미하게 부식이 발생한 경우에도 콘크리트 물성에 대한 영향이 나타나지 않았다. 또한 재령이 증가함에 따라 혼입된 염화물에 의한 부식이 진전됨으로써 분극저항값이 낮아질 뿐 내부 염화물의 혼입량에 의한 영향이 없는 것으로 나타났다. 따라서 분극저항법은 매립철근의 부식량이 적은 경우, 즉 콘크리트의 저항이 금속표면의 저항보다 지배적인 경우에도 콘크리트 물성의 영향을 받지 않고 철근의 부식량을 평가할 수 있으며, 실제 부식면적이 증가함에 따라 분극 저항값도 낮아지는 경향을 보여 매립철근의 부식상태를 정량적으로 평가하는 것이 가능할 것으로 사료된다.

#### 4.4 혼화재 혼입에 따른 영향

Fig. 10은 혼화재가 혼입되었을 때의 자연전위값을 나타낸 것이다. 이를 살펴보면, 혼화재의 혼입에 상관없이 부식면적이 40% 이하일 경우에는  $-170 \sim -250\text{mV}$  사이의 그룹을 형성하였으며, 부식면적이 80% 이상인 경우에는  $-250 \sim -350\text{mV}$  사이에 분포하는 그룹으로 큰 편차를 보여 혼화재가 혼입되었을 경우에도 자연전위법에 의해서는 부식면적이 80% 이상일 때의 부식판정만이 가

능할 것으로 판단된다.

한편 Fig. 11의 혼화재가 혼입된 경우의 분극저항값을 살펴보면, 유사한 부식면적 상태에서 분극저항값이 전반적으로 실리카흙 > 고로슬래그미분말 > OPC 순서의 분포를 나타냈다. 본 실험에서는 물-시멘트비, 측정 시 주위환경, 피복두께를 동일하게 했음에도 혼화재의 혼입에 따라 측정값에 차이가 생기는 것은 혼화재의 혼입이 분극저항측정법에 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있으며, 분극저항법은 동일한 부식량임에도 혼화재가 혼입되면 부식정도를 과소평가하는 것으로 판단된다.

혼화재의 종류별로 좀 더 면밀히 살펴보면, 실리카흙을 사용했을 때의 분극저항값이 고로슬래그 미분말을 사용했을 경우보다 상대적으로 높은 분극저항값을 나타냈으며, 고로슬래그미분말을 혼합한 경우의 분극저항값은 실리카흙의 경우보다는 작지만, OPC의 경우보다는 높은 분포로 나타났다. 이는 혼화재가 혼입되면 콘크리트는 조밀한 구조를 형성하게 되고 기준전극과 작동전극인 철근사이의 저항이 상대적으로 증가하게 되며 이로 인해 전위감소해서 나타나는 현상으로 판단할 수 있다.

또한 혼화재를 혼입했을 때 분극저항값이 높게 나타나는 현상이 부식면적 50% 이하에서는 확연히 나타나고, 부식면적이 80% 이상으로 발생하면 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 이는 부식량이 적을 때는 철근표면의 저항보

다 혼화재의 혼입으로 인해 증가한 콘크리트의 저항이 크기 때문에 유사한 부식량에서도 혼화재가 혼입된 시편의 분극저항값이 크게 측정되는 것으로 판단된다.

반면 부식량이 80% 이상으로 증가하면 철근 표면의 부식생성물에 의한 저항이 증가하므로 혼화재가 혼입되지 않은 시편의 분극값과 혼화재가 혼입된 시편의 분극값의 편차가 줄어드는 것으로 판단된다. 따라서 분극저항법을 사용하여 혼화재를 혼입한 콘크리트 내부 철근의 부식정도를 평가할 경우, 부식량이 80% 이하일 때는 혼화재의 영향을 고려하여야 할 것으로 판단되며, 좀 더 다양한 혼화재의 종류와 함유량을 변수로 하는 연구가 필요할 것으로 판단된다.

## 5. 결론

본 연구를 통하여 얻어진 결과를 정리하면 다음과 같다.

1) 염화물이온 함유량이 증가할수록 부식면적 이 증가하는 것을 확인할 수 있었으며, 내부염화물  $1.2\text{kg/m}^3$  이상에서 부식이 발생하는 것으로 나타났다.

2) 자연전위법은 부식량이 10% 이하로 미미한 경우에는 물-시멘트비가 낮은 시험체에서 자연전위 값이 다소 크게 측정되었으나, 부식량이 증가하면 낮은 물-시멘트비에 의한 콘크리트의 저항이 상대적으로 커지더라도 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 또 한 염화물의 혼입량이 많아 공극속의 염분 농도가 높아지더라도 자연전위 측정값에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

3) 부식면적 80% 이하에서는 자연전위값으로 부식의 발생여부를 평가하기에는 무리가 있는 반면 부식면적이 80% 이상으로 발생하면 자연전위값이  $-280\text{mV}$  이하로 낮아지는 경향을 보였다. 따라서 측정면적의 80% 이상으로 부식이 발생하면 자연전위법으로 부식의 발생여부를 구별할 수 있을 것으로 판단된다.

4) 분극저항법은 자연전위법과는 달리 철근의 부식량이 미미한 경우에도 콘크리트 물성과 내부 염화물량의 영향을 받지 않는 것으로 나타났다. 따라서 분극저항법은 매립철근의 부식량이 적은 경우에도 콘크리트 물성의 영향을 받지 않고 철근의 부식량을 평가할 수 있으며, 실제 부식면적이 증가함에 따라 분극저항치도 낮아지는 경향을 보여 매립철근의 부식상태를 정량적으로 평가할 수 있을 것으로 판단된다.

5) 자연전위법은 혼화재가 혼입된 경우에는 높은 수준의 부식발생만을 평가할 수 있으며, 분극저항법의 경우에는 동일한 부식량에서도 혼화재가 혼입된 시험체가 혼화재가 혼입되지 않은 시험체보다 상대적으로 높은 분극저항값을 나타냈다. 따라서 혼화재가 혼입된 콘크리트 내부 철근의 부식정도를 평가할 때는 혼화재에 의해 콘크리트의 저항이 커지는 것을 고려하여 분극저항법을 적용하는

것이 바람직할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 논문은 2006년도 한국학술진흥재단의 지원(KRF-2006-013-D00310)을 받아 수행된 연구임

## 참고문헌

1. 김은경, 김진근, 이동혁, 김영웅, 김용철, “고로슬래그미분말을 사용한 콘크리트의 염화물이온에 의한 철근부식 저항성 연구”, 콘크리트학회 논문집 Vol. 16, No. 1, 2004, pp.1-9.
2. 문한영, 김성수, “염화물을 함유한 콘크리트 중의 철근방식을 위한 방청제 효과”, 콘크리트학회지 제10권, 6호, 1998, pp. 325-333.
3. 송하원, 이창봉, 이근주, 벨루사라스와티, “활성화된 플라이애쉬 혼입콘크리트의 철근부식거동에 관한 전기화학적 연구”, 한국구조물진단학회지 제12권, 6호, 2008, pp.97-108.
4. Al-Saadoun, S.S., Rasheeduzzafar, Al-Gahtani, A.S., “Corrosion of Reinforcing Steel in Fly Ash Blended Cement Concrete”, Journal of Materials in Civil Engineering, Vol. 5, No. 3, 1993, pp.356-371.
5. Arup, H., “Electrochem. and Corr”, Newsletter, 1979, pp.2-8.
6. ASTM C 876, ‘Standard Test Method for Half Cell Potentials of Reinforcing Steel in Concrete’, ASTM, 1980.
7. CEB Bulletin N°243, ‘Strategies for Testing and Assessment of Concrete’, 1998.
8. Millard, S.G., Law, D., Bungey, H., Cairns, J., “Environmental Influences on Linear Polarisation Corrosion Rate Measurement in Reinforced Concrete”, NDT&E International, Vol. 34, 2001, pp.409-417.
9. Montemor, M.F., Simões, A.M.P., Salta, M.M., “Effect of Fly Ash on Concrete Reinforcement Corrosion Studied by EIS”, Cement & Concrete Composites, Vol. 22, 2000, pp.175-185.
10. Stern, M., Geary, A.L., “Electrochemical Polarization I: A Theoretical Analysis of Shape of Polarization Curves”, Journal of the Electrochemical Society, Vol. 104, 1957.
11. Valentini, C., Berardo, L., Alanis, I., “Influence of Blast Furnace Slags on the Corrosion Rate of Steel in Concrete”, ASTM STP 1065, 1990, pp.17-28.
12. Wolsiefer, J.T., Sr., “Silica Fume Concrete: a Solution to Steel Reinforcement Corrosion in Concrete”, Second CANMET/ACI International Conference on Durability of Concrete, 1991.

(접수일자 : 2009년 8월 21일)

(1차수정일자 : 2009년 10월 30일)

(심사완료일자 : 2009년 11월 20일)

---

## 요 지

본 연구에서는 콘크리트 배합과 혼화재 첨가에 의한 콘크리트 물성 변화가 매립 철근의 부식을 평가하는 전기-화학적 기법에 미치는 영향을 확인하고 그 원인을 분석하였다. 연구 결과 자연전위법은 철근의 부식면적이 10% 이하일 경우 콘크리트 내부 물성에 영향을 받는 것으로 나타났으며, 혼화재가 혼입된 경우에는 높은 부식상태의 철근에 대한 정성적인 부식평가가 가능하였다. 또한 분극저항법은 부식량이 10% 이하로 미미한 경우에도 콘크리트 물성의 영향을 받지 않았으나, 혼화재가 혼입된 경우에는 비슷한 철근부식면적의 OPC보다 부식정도를 과소평가하는 것으로 나타났다.

**핵심 용어** : 혼화재, 염화물, 자연전위법, 분극저항법

---