

## 건습반복 부식촉진시험 및 장기폭로시험의 상관성에 대한 연구

박상순<sup>1\*</sup>

# A Study on Correlation Between Cyclic Drying-Wetting Accelerated Corrosion Test and Long-term Exposure Test

Sang-Soon Park<sup>1\*</sup>

**Abstract:** There are various method for evaluating the durability life of concrete structures due to salt damage. The best way is to perform a corrosion test for a rebar embedded in concrete specimen was exposure to marine environment. However, this method has the disadvantage that it takes a long period of time. Also, accelerated corrosion test which was complemented complements the time-consuming weakness is limited to apply because it could not reveal a correlation between long-term exposure test. Accordingly, the purpose of this study is to derive a correlation coefficient between cyclic drying-wetting accelerated corrosion test and long-term exposure test. Corrosion initiation time was measured in four types of concrete samples, i.e., two samples mixed with fly ash(FA) and blast furnace slag(BS), and the other two samples having two water/cement ratio(W/C = 0.6, 0.35) without admixture(OPC 60 and OPC 35). The accelerated corrosion test was carried out by two case, i.e., one is a cyclic drying-wetting method(case 1), and the other is a artificial seawater ponding test method(case 2). Whether corrosion occurs, it was measures using half-cell potential method. The results indicated that case 1 is to accelerated the corrosion of rebar about 24~36% as compared with case 2, then the corrosion of rebar embedded in concrete occurred according to the order of OPC60, FA, BS, OPC35. Correlation coefficient between accelerated corrosion test and long-term exposure test, case 1 is 4.23 to 5.42, and case 2 is 6.54 to 7.82.

**Keywords:** Accelerated corrosion test, Long-term exposure test, Corrosion of rebar, Cyclic drying-wetting condition, Correlation coefficient

## 1. 서 론

염해 환경에 노출된 철근 콘크리트의 내구수명 예측은 구조물의 설계 또는 유지관리에 필수적이며 이에 대한 예측방법들이 다양하게 제시되고 있다. 염해 환경에 노출된 철근 콘크리트 구조물의 내구수명 산정은 일반적으로 철근의 위치까지 염화물 이온이 침투하여 부식임계농도에 도달하는 시간을 추정하는 방법을 사용해 왔다(Dhir et al., 1991; Sactta et al., 1993; Otieno et al., 2014). 가장 확실하고 신뢰성이 높은 내구수명 추정방법은 실제 해양환경에 철근콘크리트 시편을 폭로시켜 주기적인 부식모니터링에 의해서 철근 부식의 발생시점을 관측하는 것이다. 그러나 이 방법은 실험결과를 얻는데 장기간이 소요된다는 단점이 있으므로 이를 대체하는 수단으로 다양한 부식촉진시험방법이 개발되어 적용되고 있다. 전기화학적 방법으로 Faraday's law를 기초로 한 전위차 부식촉진법

이 있다. 5% NaCl 용액에 철근을 매설한 콘크리트시편을 침지하여 20 V 직류 전원공급장치를 철근과 NaCl 용액에 연결하여 직류회로를 구성하여 자연부식전류량을 측정하는 것이다(Oh et al., 2005). 전기화학적 촉진 시험법은 콘크리트 내의 철근의 부식 개시시기를 단기간에 정량적으로 평가할 수 있다는 장점이 있으나 부식메커니즘이 실제 부식환경과 크게 다르다는 단점이 있다. 실제 부식환경과 유사한 조건으로는 건습반복시험법이 있다. 건습반복시험법은 공기와 물의 주기적인 공급으로 인하여 콘크리트의 내구성을 저하시켜 콘크리트 내부철근의 빠른 부식을 기대할 수 있는 방법이다(Bae et al., 2007). 이는 전기화학적 방법을 사용한 촉진시험보다 실제 부식메커니즘과 비슷하여 신뢰성 있는 값을 기대해볼 수 있다. 일본콘크리트 공업협회에서 제안한 염수건습반복법과 KS F 2599에서 규정한 철근콘크리트의 촉진부식 시험방법-제2부:건습반복 시험법과 ASTM G 109에 기초한 염수 ponding 시험법 등이 있다. 적절한 순환장치에 의해 수조 내로 염수의 침지와 건조를 반복시킴으로써 콘크리트내의 철근의 부식을 촉진시키는 방법이다. 국내에서는 이 시험방법을 응용하여 NaCl의 농도를 높이고 시편의 피복두께를 변화시킨 시편을 이용해서 철근부식 임계염화물량을 도출한 연구가 있

<sup>1</sup>정회원, 상명대학교 건설시스템공학과 부교수, 교신저자

\*Corresponding author: parkss87@smu.ac.kr

Dept. of Civil Engineering, Sangmyung University, Cheonan, 31066, Korea

•본 논문에 대한 토의를 2016년 8월 1일까지 학회로 보내주시면 2016년 9월 호에 토론결과를 게재하겠습니다.

었다(Yang et al., 2008).

이러한 다양한 부식촉진시험은 단기간에 임계 염화물 이온 농도를 평가하기에는 적절하지만 촉진시험방법만으로는 여전히 해답을 얻기 어려운 문제가 있다. 촉진시험 1사이클이 과연 실제 폭로환경에서 어느 정도의 기간에 상응할 수 있는지의 상관성 문제이다. 따라서 본 연구에서는 동일한 배합으로 제작된 시편을 장기폭로시험조건과 단기촉진시험조건에 노출시켜 구한 결과를 기초로 장기폭로시험과 단기촉진시험 결과와의 상관성을 분석하는 것을 궁극적인 목표로 한다. 선행연구를 통해 인공해수 침지조건에 따른 부식촉진시험을 수행하였으며 다음단계로 건습반복조건에 따른 촉진시험을 수행하여 현재 진행 중인 장기폭로시험결과와의 비교를 위한 기초적인 자료로 활용하고자 한다.

본 연구에서는 KS F 2599에 기초한 건습반복 시험법과 ASTM G 109에 기초한 염수 ponding 시험법을 적용하여 각기 다른 4가지 배합의 콘크리트 시편에 대한 철근 촉진부식시험을 실시하였다. 또한 해양환경폭로시험장의 간판대에 노출된 시편의 장기폭로 시험결과와 비교하였다. 이를 통해 배합에 따른 부식개시시기를 밝혀내고 빠른 부식을 기대할 수 있는 부식촉진시험방법을 찾고 장기폭로시험과 촉진부식시험과의 상관계수를 구하는 것을 연구의 목적으로 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 사용재료 및 배합특성

시멘트는 국내에서 제조한 보통 포틀랜드 시멘트로 H사 제품을 사용하였다. 고로슬래그 미분말(BS)은 3종을 사용하였으며, 플라이애시(FA)는 2종을 사용하였다. 이들 각각의 물리 및 화학적 성질은 Table 1, 2와 같다. 잔골재는 충남 공주 강모래, 굵은 골재는 최대치수 20 mm의 쇄석으로 각각의 물리적

**Table 1** The chemical composition and strength properties of cement

Specific gravity (g/cm <sup>3</sup> )	MgO (%)	SO <sub>3</sub> (%)	Fineness (cm <sup>2</sup> /g)	Compressive Strength (MPa)		
				3day	7day	28day
3.15	2.1	2.2	2,800	26.7	41.2	57.6

**Table 2** Chemical composition and properties of blast furnace slag (BS) and fly-ash (FA)

Item	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> SO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	CaO (%)	MgO (%)	Fineness (cm <sup>2</sup> /g)
BS	32.7	13.9	0.4	2.8	45.2	5.8	4,326
FA	64.2	19.9	4.5	0	3.8	1.1	3,580

**Table 3** Physical properties of the fine and coarse aggregate

Item	Density (g/cm <sup>3</sup> )	Surface absorption rate (%)	Fineness modulus	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )
Fine aggregate	2.6	1.5	2.5	1,597
Coarse aggregate	2.7	0.9	6.5	1,655

**Table 4** Mix proportions for concrete specimens

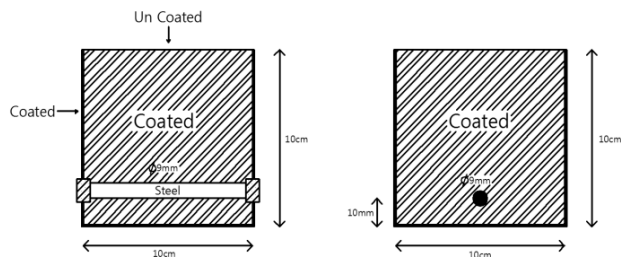
Mix.	W/B (%)	Unit Weight (kg/m <sup>3</sup> )					
		W	C	FA	BS	S	G
OPC60	60	165	275	-	-	840	975
OPC35	35	165	471.4	-	-	840	975
FA	60	165	220	55	-	840	975
BS	60	165	192.5	-	82.5	840	975

성질은 Table 3과 같다. 실험에 사용된 배합은 Table 4와 같다. OPC 배합은 물시멘트 60%의 보통강도인 OPC60과 35%인 고강도 배합 OPC35로 구분하였다. FA는 시멘트의 중량비로 20% 치환하였으며, BS는 30% 치환한 배합으로 하였다.

### 2.2 실험방법

#### 2.2.1 부식촉진시험

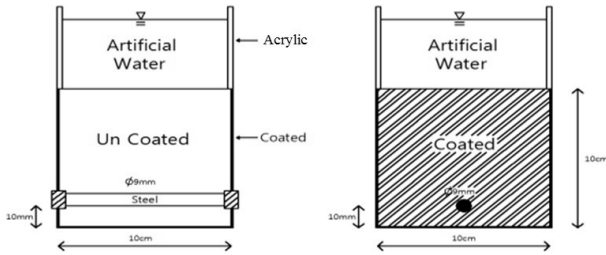
본 연구에서는 부식촉진시험방법으로 KS F 2599를 기반으로 한 일반적 건습반복시험법인 case 1 및 ASTM G 109에 기초한 염수 ponding 시험법인 case 2의 두 가지의 건습반복시험방법을 적용하였다. 부식속도의 온도 영향성을 검증한 선행연구결과(Park and Jeong, 2014)에 따라 부식촉진을 위해 해수 중의 온도는 60°C를 적용시켰다. case 1은 Fig. 1과 같이 해수의 일방향 침투를 유도하였으며, 습윤 기간 3일 건조 기간 4일을 1사이클로 시험을 실시하였다. 습윤 기간 동안 인공해수에 침지시켜 온도 60°C를 유지하였으며, 건조 기간 동안 항온 항습기를 이용하여 20°C, 습도 60%를 유지하였다. 인공해수농도는 KS F 2599를 기준으로 제작하였으며, 해수의 성분표는 Table 5에 나타내었다. 실험에 사용된 시편은 피복두



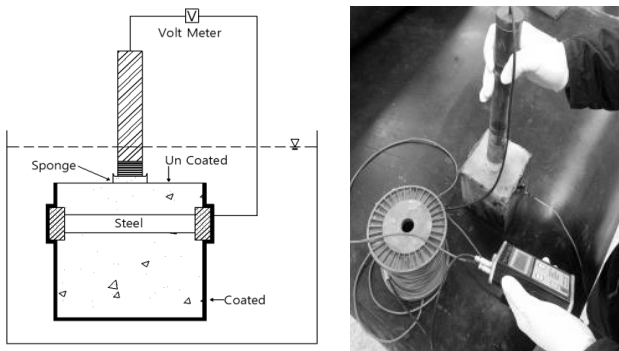
**Fig. 1** Schematic diagram on specimen of case 1

**Table 5** Artificial seawater composition table (g/L)

NaCl	MgCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	CaCl <sub>2</sub>	KCl
24.5	11.1	4.1	1.2	0.7



**Fig. 2** Schematic diagram on specimen of case 2

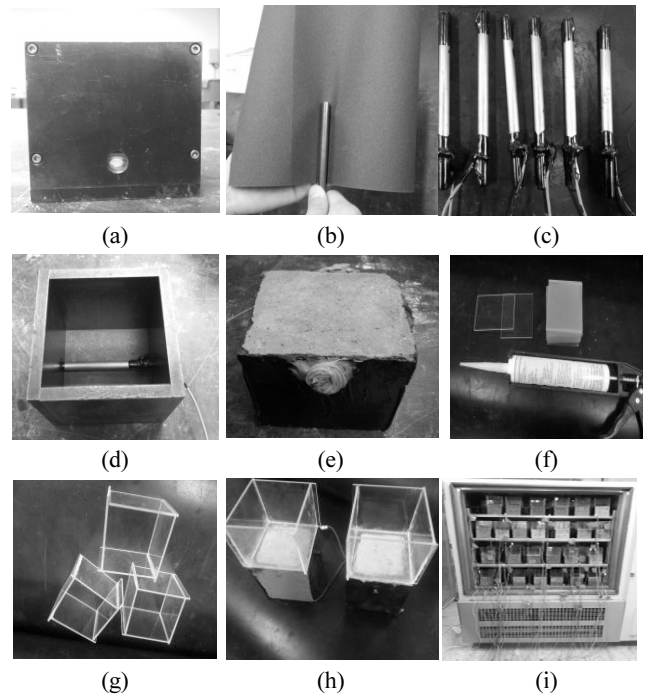


**Fig. 3** Overview of half-cell potential measurement

께 10 mm의 100×100×100 mm 정사각형 몰드를 사용하여 제작하였다. 철근의 코팅 및 이물질을 제거하기 위하여 연마지를 사용하여 표면처리를 실시하였다. 시편에 매입되는 철근의 길이는 120 mm이며, 전선은 방수가 가능한 방수커넥터를 사용하였다. 철근부식모니터링은 황산구리 전극(copper sulfate electrode: CSE)을 이용한 반전지전위법(half-cell potential method)으로 매일 1회씩 실시하였다. 시편의 제작과정은 Fig. 2와 같다. case 2는 Fig. 3과 같이 철근이 돌출된 면에만 에폭시 코팅 처리를 하여 2면을 외기에 노출시켰으며, 아크릴판을 이용해 윗면에 인공해수 pool을 설치하여 염화물의 일방향 침투를 유도하였다. 항온항습기에 시편을 넣어 온도 60℃, 습도 60%를 유지해주었다. 시편의 제작과정은 Fig. 4와 같다. 철근 부식모니터링은 반전지전위법으로 매일 1회씩 실시하였다. 실험의 모식도는 Fig. 5와 같고 시험조건은 Table 6에 요약하였다.

### 2.2.2 염화물이온침투저항성

염화물 확산계수 산정을 위한 염화물 침투시험은 NT Build 492에 기초하여 실시하였다. 시험체는 시험 전 원주형 공시체의 중앙부를 50 mm 두께로 절단하고, 콘크리트 시편 내부에



**Fig. 4** Production processes of specimen for cyclic drying-wetting accelerated corrosion test: (a) Mold for specimen, (b) Polishing surface of rebar, (c) Epoxy coating on surface of rebar, (d) Installing rebar in mold, (e) Waterproofing the specimen surface, (f) Tools for making acrylic mold (g) Acrylic mold for ponding test (h) Specimen for ponding test, and (i) Install the specimen in a constant temperature and humidity chamber.

**Table 6** Test condition of accelerated corrosion by cyclic drying and wetting environment

	Wet			Dry		
	Temp.(°C)	R.H.(%)	Day	Temp.(°C)	R.H.(%)	Day
case 1	60	100	3	20	60	4
case 2	60	60	-	60	60	-

포화되어 있는 모세관수 및 층간수 등을 제거하기 위해 3시간의 진공처리를 실시하였다. 그 후 포화 Ca(OH)<sub>2</sub> 수용액을 주입한 후 대기압 상태에서 18±2 시간동안 침지하는 전처리 과정을 거쳤다. Fig. 5에 나타난 바와 같이 0.3N의 NaOH 수용액을 양극(Anode)으로, 10%의 NaCl 수용액을 음극(Cathode)으로 하여 초기 30 V 전압을 가했을 때의 초기 전류값을 기초로 하여 가압 전압 및 시험시간을 결정하였다. 염화물 침투깊이는 Fig. 6에 나타난 것과 같이 시험이 종료된 후 시험편을 쪼개어 절단면에 0.1 M의 질산은(AgNO<sub>3</sub>) 용액을 분무하였을 때 은회색으로 변색된 부위를 측정하였다. 시험결과는 공시체 5개에 대하여 측정값 중 최고값과 최소값을 제외한 공시체 3개의 평균값으로 하여 소수점이하에서 끝맺음하였다.

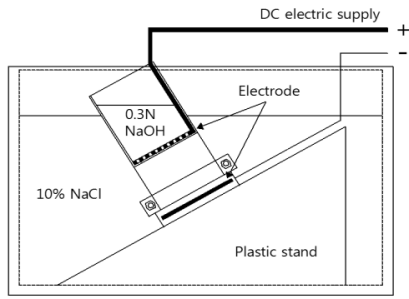


Fig. 5 Schematic diagram of RCPT by NT Build 492

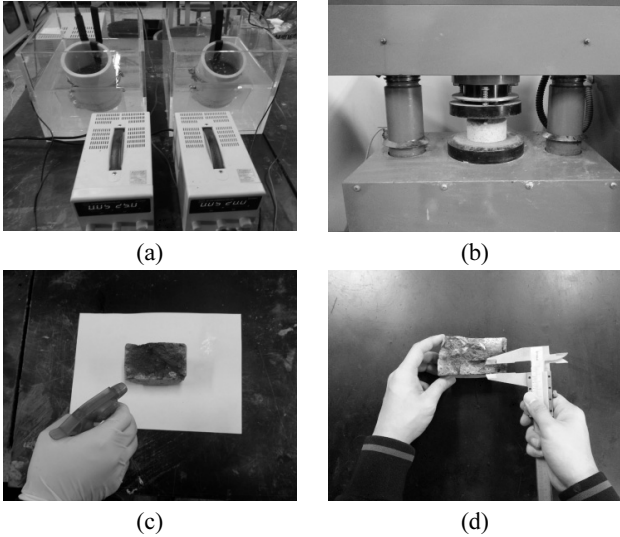


Fig. 6 Test process of RCPT: (a) Experimental equipment for RCPT, (b) Splitting specimen, (c) Spraying silver nitrate, and (d) Measuring the depth of discoloration

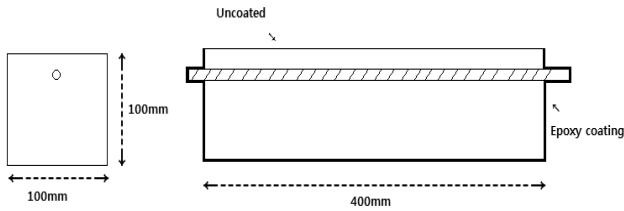


Fig. 7 Schematic diagram of specimen for long-term exposure test

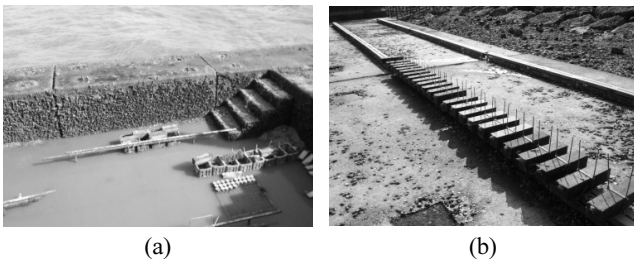


Fig. 8 Photos of marine environmental exposure test site : (a) Submerged zone and (b) Tidal zone

### 2.2.3 장기폭로시험

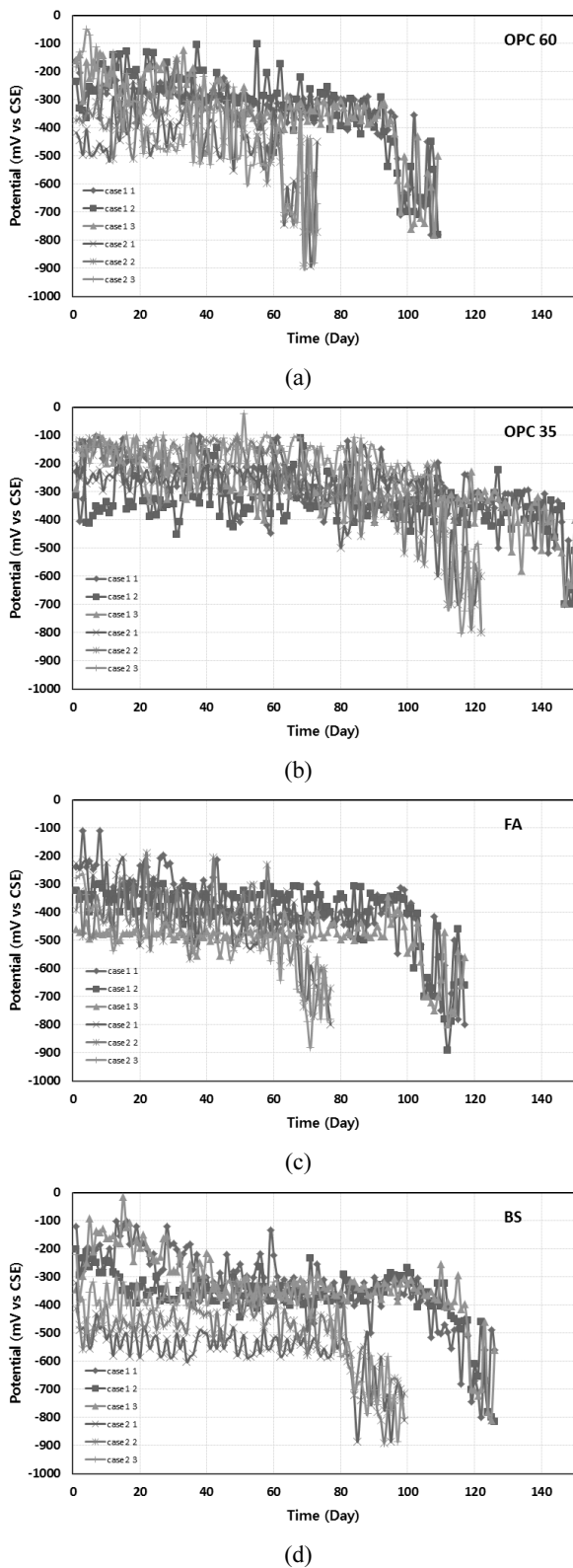
장기폭로 시험은 부식촉진 시험과 동일한 배합을 사용하였으며, 시편은 Fig. 7과 같은 100×100×400 mm를 사용하였다. 부식촉진 시험과 동일한 방법으로 6면 중 5면을 에폭시로 코팅하여 일방향 침투를 유도하였으며, 피복두께는 10 mm이다. 부식개시의 판단은 반전지전위법을 이용하였으며 일정한 간격으로 측정을 실시하였다. 안산 시화호에 있는 한국건설생활환경시험연구원의 해양폭로시험장은 Fig. 8과 같이 침지대와 간만대 및 비말대 등으로 구분되어 있으며, 각 위치마다 촉진시험과 동일한 배합의 시편을 폭로시켜 주기적으로 부식모니터링을 실시하였다. 본 연구에서는 이 중에서 건습반복 촉진부식시험과의 비교를 위해 간만대에 노출된 시편에 대한 장기폭로 시험결과를 활용하였다.

## 3. 실험결과 및 분석

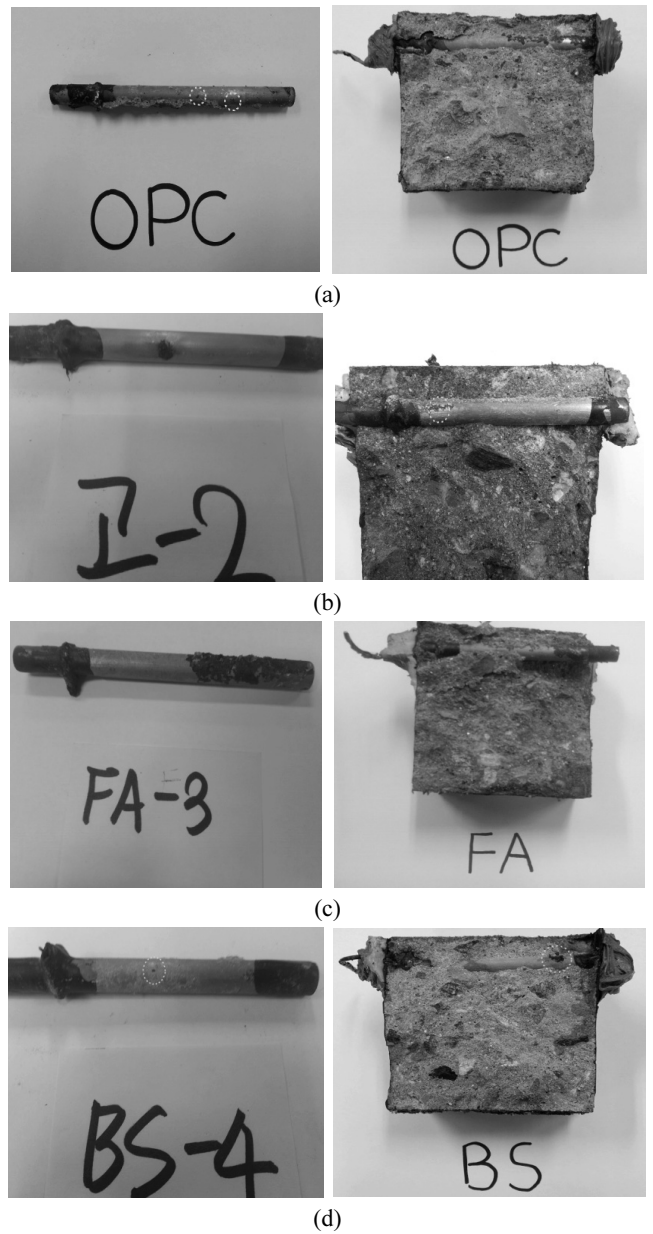
### 3.1 촉진부식시험의 모니터링 결과

철근부식모니터링은 반전지전위법을 사용하였으며, 기준전극으로는 황산구리전극을 사용하였다. ASTM 에서는 자연전위가 -350 mV 이하인 경우 부식발생 확률을 90% 이상으로 규정하고 있으나, 선행연구결과 자연전위의 절대값보다는 자연전위의 급변화 구간이 철근부식의 상관성이 높다는 것을 확인하였다(Park and Jeong, 2014; Park and Lee, 2014). 따라서 본 연구에서는 -700 mV 이하에서 자연전위 측정그래프의 기울기 급변화시점을 부식발생시점으로 판단하였다. 촉진부식시험에 따라 구분된 case 1, 2에 따라 철근부식모니터링은 매일 실시하였으며, 모니터링 결과는 각 배합별로 구분하여 Fig. 9에 나타내었다. case 1, 2 모두 반전지전위법으로 철근부식모니터링을 실시한 결과 모든 시편에서 일정시간이 경과한 후 부식이 발생하였다고 판단되었다. 측정된 결과 값을 보면 비교적 안정적인 값을 보이다가 부식개시시점으로 판단되는 구간에서 비슷한 시기에 전위가 급격히 상승하는 경향을 보였으며, 부식개시시점으로 판단되는 시기에 시편을 UTM을 이용하여 쪼개어 철근의 부식을 육안으로 확인하였으며 그 결과를 Fig. 10에 나타내었다.

건습반복 촉진시험방법별로 철근부식발생시기를 비교하면 산소 및 인공해수의 공급을 연속적으로 받는 case 2의 경우 모든 배합조건에서 인공해수 침투에 따른 습윤과 건조가 일정기간 반복되는 case 1에 비해 24~36% 범위에서 철근의 부식이 촉진되는 것으로 나타났다. 철근 부식에 필요한 산소와 염수가 보다 원활하게 공급되는 시험의 특성상 당연한 결과로 판단된다. 배합에 따른 특성은 case 1 및 case 2 모두 동일하



**Fig. 9** Results of half-cell potential with time after accelerated corrosion test according to cyclic drying-wetting conditions in artificial seawater solution depending on mix proportion and the number of cycle : (a) OPC 60, (b) OPC 35, (c) FA, and (d) BS.



**Fig. 10** Photographs of corroded rebar and crushed specimen after accelerated corrosion test : (a) OPC 60, (b) OPC 35, (c) FA and (d) BS

계 OPC60, FA, BS, OPC35 순으로 부식이 발생하였다. 이는 각 재료별로 콘크리트 내부구조의 밀실함에 미치는 영향이 달라 염화물의 침투정도가 달라져 차이가 나는 것으로 판단되며, 이는 염화물 침투저항성 평가 시험결과에서 나타난 비정상상태 이동계수 값의 크기순과 일치하였다. 즉 이동계수가 커서 염화물의 침투확산이 빠른 순으로 부식이 발생하였다. 철근부식모니터링에 따른 부식발생시점을 Table 7에 나타내었다.

**Table 7** Result of accelerated corrosion test

Type	Monitoring	Corrosion initiation time(day)	
case1	OPC60	Half cell	98
	OPC35	Half cell	147
	FA	Half cell	105
	BS	Half cell	119
case2	OPC60	Half cell	63
	OPC35	Half cell	112
	FA	Half cell	70
	BS	Half cell	84

**Table 8** Resistance to chloride ion penetration test results

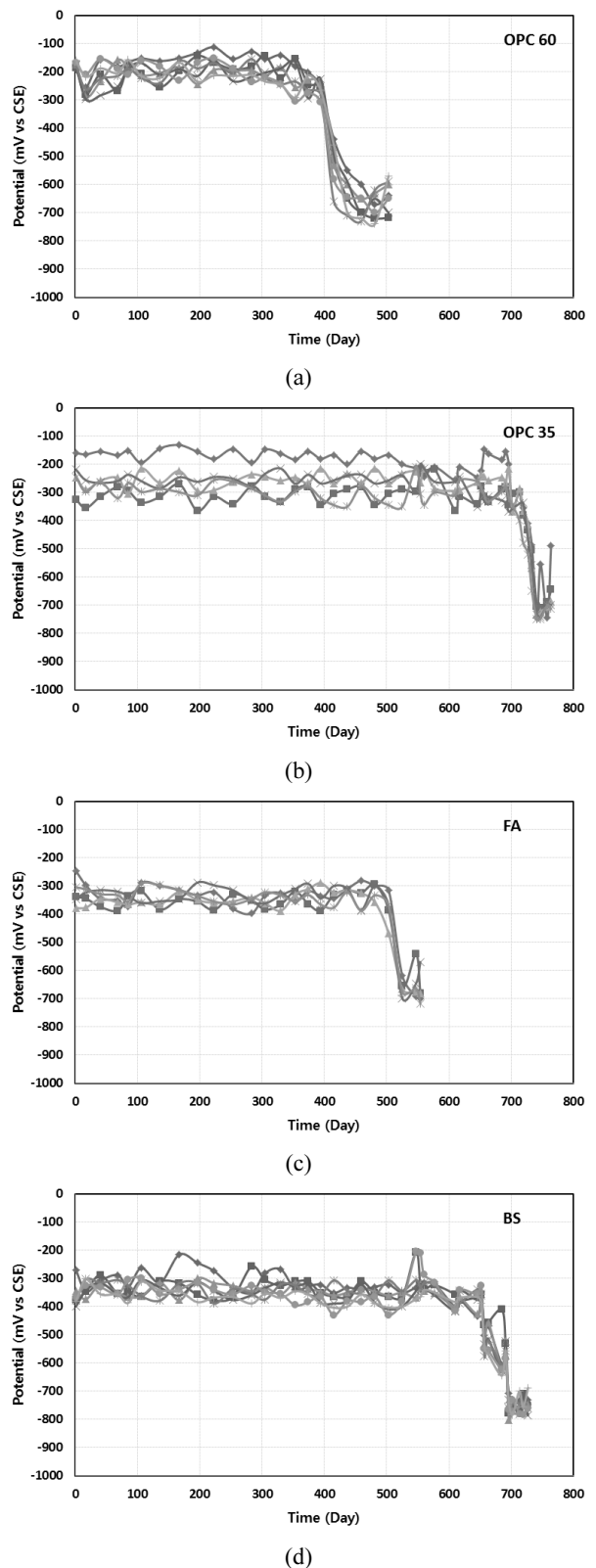
Specimen	Depth of discoloration (mm)	Non-steady-state migration coefficient( $D_{nssm}$ ) [ $\times 10^{-12} m^2/s$ ]	Chloride ion permeability
OPC60	9.5	8.40	Normal
OPC35	4.6	3.82	Low
FA	7.8	6.80	Normal
BS	5.1	4.28	Normal

### 3.3 염화물이온 침투저항성 시험결과

NT Build 492에 기초한 비정상상태 이동계수(Non-steady-state migration coefficient :  $D_{nssm}$ ) 측정 실험에 따른 염화물이온 침투저항성 평가결과는 Table 8과 같다. 침투깊이에 따라 평가된  $D_{nssm}$ 는 일반적으로 압축강도와 반비례하는 경향을 보이는데, 본 연구에서도 압축강도의 역순인 OPC60, FA, BS, OPC35순으로 감소하여 경향을 보였다. 이는 철근 부식모니터링에서 나타난 부식 발생순서와 일치하였다. 염화물의 이동계수인  $D_{nssm}$ 이 증가할수록 염화물의 플럭스(flux)가 증가함으로써 철근 위치에서의 염화물 이온 농도의 농축 속도가 빨라진다. 그 결과 임계부식염화물량에 도달하는 속도가 빨라지면서 철근의 부식속도도 증가하는 것으로 판단된다.

### 3.4 장기폭로시험 결과 및 상관계수

해양환경시험장의 간만대에서 장기폭로시킨 시편에서 측정된 자연전위 모니터링 결과는 Fig. 11과 같다. 장기폭로 시험결과도 촉진시험과 동일하게 OPC60, FA, BS, OPC35 순으로 부식이 발생했으며 시간에 따른 부식발생시의 자연전위 측정그래프에서는 촉진부식시험에서의 경향과 유사하게 급격한 변화가 발생하는 구간이 나타났다. 이 후 시편을 쪼개어 철근부식을 육안으로 확인하였다. 따라서 장기폭로시험에서도 촉진시험과 동일한 기준으로 부식발생시점을 결정했으며 그 결과는 Table 9와 같다. 촉진시험과 장기폭로시험간의 상



**Fig. 11** Results of half-cell potential with time after long-term exposure test in tidal zone condition depending on mix proportion and the number of cycle : (a) OPC 60, (b) OPC 35, (c) FA, and (d) BS.

**Table 9** Correlation coefficient between result of accelerated corrosion test and long-term exposure test

Mix.	Condition	Corrosion point(day)	Correlation coefficients	Note
OPC60	long-term exposure	415	1	tidal
	accelerated corrosion	98	4.23	case1
	accelerated corrosion	63	6.59	case2
OPC35	long-term exposure	733	1	tidal
	accelerated corrosion	147	4.98	case1
	accelerated corrosion	112	6.54	case2
FA	long-term exposure	525	1	tidal
	accelerated corrosion	105	5.00	case1
	accelerated corrosion	70	7.5	case2
BS	long-term exposure	657	1	tidal
	accelerated corrosion	119	5.52	case1
	accelerated corrosion	84	7.82	case2

관성을 규명하기 위해 촉진부식시험결과에 대한 장기폭로시험결과에 대한 비로서 촉진시험 1일에 대한 환산계수를 상관계수로 정의하였다. 즉, 환산계수가 4.23인 경우 촉진시험 1일이 실제 폭로시 4.23일에 해당한다는 의미로 파악될 수 있다. 장기시험결과 촉진시험결과 값으로 상관계수를 도출하였다. case 1의 경우 상관계수가 4.23~5.52 범위였고, 부식속도가 빠른 case 2의 경우에는 6.54~7.82의 범위였다.

#### 4. 결론

건습반복법에 의한 철근부식촉진시험을 통하여 콘크리트 배합별 철근부식시기와 빠른부식을 유도할 수 있는 시험방법 알아보기 위해 철근부식모니터링을 실시하고 그 결과를 장기폭로시험 결과와 비교한 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 간만대를 모사한 건습반복 촉진부식시험결과 일정기간의 습윤과 건조를 반복한 case 1 보다는 시편 상부에 인공침지대를 설치하여 산소 및 염수의 공급이 계속되는 염수 ponding 시험법인 case 2에서 배합별로 최소 24%에서 최

- 대 36% 정도 철근의 부식을 촉진시키는 것으로 나타났다.
- 2) 배합별 부식개시시기는 촉진 및 장기폭로시험 모두 OPC60, FA, BS, OPC35 순으로 일정하게 나타났다. 이는 염화물 이온침투저항성 시험으로 얻은 비정상상태 이동계수에 비례하는 결과였다. 동일한 물/결합재비였지만 OPC에 비하여 혼화제인 FA와 BS를 치환한 배합의 경우 철근의 부식저항성도 향상되는 것으로 나타났다.
- 3) 해양환경폭로시험장의 간만대에서 구한 장기폭로시험결과와 비교하여 촉진부식시험과 장기폭로시험의 부식발생시기에 대한 상관계수를 구하였다. 배합별로 다소간의 차이는 있었으나 건습반복법인 case 1의 경우 4.23~5.52의 범위였으며, 염수 ponding 시험법인 case 2의 경우 6.54~7.82의 범위를 나타내었다.

#### 감사의 글

본 연구는 상명대 교내연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

#### References

R.K. Dhir, M.R. Jones, and H.E.H. Ahmed.(1991), Concrete Durability : Estimation of Chloride Concentration During Design Life, *Magazine of Concrete Research*, 43(154), 37-44.

A.V. Saelta, R.V. Scotta, and R.V. Vitaliani.(1993), Analysis of Chloride Diffusion into Partially Saturated Concrete, *ACI Materials Journal*, ACI, 90(47), 441-451.

M. Otieno, H. Beushausen and M. Alexander.(2014), Chloride-induced Corrosion of Steel in Cracked Concrete-Part II: Corrosion Rate Prediction Models, *Cement and Concrete Research*, 79, 386-394.

Oh, B.H., Lee, S.K., Lee, M.K., and Jung, S.H.(2005), Influence of Carbonation for Chloride Diffusion in Concrete, *Journal of the Korea Concrete Institute*, KCI, 17(2), 179-189.

Bae, S.H., Lee, K.M., Kim, J.S., and Kim, Y.S.(2007), Estimation of Critical Chloride Content for Corrosion of Reinforcing Steel in Concrete by Accelerated Corrosion Tests, *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, KSCE, 27(5), 771-776.

Yang, S.K., Kim, D.S., Um, T.S., Lee, J.R., and Katsuya K.(2008), Study on the Critical Threshold Chloride Contents for Steel Corrosion in Concrete with Various Cement Contents, *Journal of the Korea Concrete Institute*, KCI, 20(4), 416-421.

KS F 2599-2.(2008), Standard test method for the accelerated corrosion of reinforced concrete (wet-drying cycles method), *Korean Industrial Standards*.

ASTM G 109-99a.(1999), Standard Test Method for Determining the Effects of Chemical Admixtures on the Corrosion of Embedded Steel Reinforcement in Concrete Exposed to Chloride Environment, *The*

*American Society for Testing and Materials.*

Park, S.S. and Jeong, J.W.(2014), A Study of Accelerated Corrosion Test and Chloride Penetration Analysis with Artificial Seawater Immersion Condition, *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, KSMI, 18(1), 93-99.

NT Build 492.(1999), Concrete, Mortar and Cement-base Repair Materials : Chloride Migration Coefficient From Non-Stead-State Migration Experiments, *Nordtest Method*.

ASTM C 876-91.(1999), Standard Test Method for Half-cell Potentials of Un-coated Reinforcing Steel in Concrete, *The American Society for Testing and Materials*.

Park S.S and Lee M.W.(2014), Study on the Correlation Between Long-term Exposure tests and Accelerated Corrosion tests by the Combined Damage of Salts, *Corrosion Science and Technology*, KCSS, 13(6), 214-223.

Received : 05/19/2016

Revised : 05/23/2016

Accepted : 05/30/2016

---

**요 지** : 염해에 의한 철근콘크리트 구조물의 내구수명을 평가하는 방법에는 여러 가지가 있지만, 가장 확실한 방법은 염해환경에 노출된 시편에 대한 철근 부식시험을 시행하는 것이다. 그러나 이러한 방법은 장기간이 소요된다는 단점이 있으며 이를 보완한 촉진부식시험 결과는 장기시험과의 상관성이 규명되지 않아 적용에 한계가 따른다. 따라서 본 연구에서는 부식촉진시험과 장기폭로시험간의 상관성을 분석하는 것을 연구의 목표로 한다. 부식속도가 가장 빠른 간만대 환경을 모사한 최적 건습반복시험방법을 찾고 해양환경폭로시험장의 간만대에 장기간 노출된 시편의 철근부식모니터링 시험결과와의 비교를 통해 촉진부식시험과 장기폭로시험간의 상관계수를 도출하였다. 또한 재료의 배합별 특성을 파악하기 위해 물,결합재비 60%를 기준으로 플라이애시를 20% 치환한 배합과 고로슬래그 미분말을 30% 치환한 배합을 비교하였으며, 물-결합재비가 35%인 고강도 배합에 대해서도 시험을 실시하였다. 반전지전위법에 의한 부식 모니터링 결과 일정기간의 건조와 습윤의 반복 조건보다는 염수를 시편 상부에 침지시켜 염수 및 산소의 공급이 계속되는 염수 ponding 시험법이 24~36% 정도 부식을 촉진시키는 것으로 나타났다. 각 배합별로는 모든 시험법에서 OPC60, FA, BS, OPC35 순으로 부식이 발생하였다. 간만대의 장기폭로시험과의 상관성 분석 결과 건습반복 부식촉진시험의 경우 4.23~5.52의 상관계수를 가지고 있었으며, 염수 ponding 시험법의 경우 6.54~7.82의 상관계수를 나타내었다.

**핵심용어** : 촉진부식시험, 장기폭로시험, 철근부식, 건습반복시험법, 상관계수

---