

해양환경 폭로에 의한 슬래그 콘크리트의 내구성 평가

Evaluation of Durability of Slag Concrete by Marine Environment Exposure

김 현 진* 김 규 용** 최 경 철*** 김 흥 섭*** 이 보 경*** 김 래 환*

Kim, Hyun-Jin Kim, Gyu-Yong Choe, Gyeong-Cheol Kim, Hong-Seop Lee, Bo-Kyeong Kim, Rae-Hwan

Abstract

There is high possibility of steel corrosion on the reinforced concrete exposed to marine environment by chloride ion penetration. And it show a big difference of concrete durability under conditions of splash zone, tidal zone, and immersion zone. Therefore, in this paper, half-cell potential and chloride ion penetration depth was measured to evaluate the durability of slag concrete by marine exposure experiment. As a result, SC70 specimen showed no steel corrosion, regardless of the marine exposed conditions. Also, a deterrent effect on chloride ion penetration by replacement of slag in tidal zone and immersion zone could be confirmed.

키 워 드 : 해양환경 폭로, 슬래그, 반전지-전위, 염화물 이온 침투깊이

Keywords : marine environment exposure, slag, half-cell potential, chloride ion penetration depth

1. 서 론

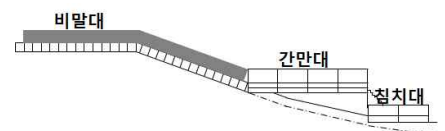
해양환경에 노출된 철근 콘크리트 구조물은 염화물 이온의 침투에 의한 철근 부식이 발생할 가능성이 높으며, 비말대, 간만대, 침지대 등의 위치조건에 따라 콘크리트의 내구성능이 큰 차이를 나타낸다. 해양환경 하에 있는 철근 콘크리트 구조물의 내구성 확보를 위해서는 해양조건에 노출된 구조물의 성능저하 현상을 조사하고 실제 해양환경 조건에서의 평가가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 해양환경 폭로실험에 의한 슬래그 콘크리트의 내구성을 평가하였다.

2. 실험계획

해양환경 폭로실험은 그림 1에 나타난 비와 같이 해양환경 폭로시험장에서 실시했다. 해양환경 폭로조건은 비래염분의 영향을 받는 비말대(splash zone), 조수간만에 따른 바닷물의 건습반복 환경인 간만대(tidal zone), 바다 속에 항상 잠겨 있는 환경인 침지대(immersion zone)로 구분하여 시험체의 반전지-전위와 염화물 이온 침투 깊이를 측정하였다. 반전지-전위 시험은 철근을 매입한 $\varnothing 100 \times 200 \text{mm}$ 의 원주형 시험체를, 염화물 이온 침투깊이는 $100 \times 100 \times 100 \text{mm}$ 의 각주형 시험체를 제작하여 시험을 실시했다.



(a) 해양환경 폭로시험장



(b) 해양환경 폭로조건

그림 1. 해양환경 폭로시험장과 해양환경 폭로조건

표 1. 실험계획 및 배합

Specimens ¹⁾	Rep. ratio of slag (%)	f_{ck} (MPa)	Slump (mm)	Air (%)	W/B (%)	S/a (%)	Unit weight (kg/m^3)						Evaluation contents	
							W	C	GGBS	PS	AG	S		G
CC100	-				60	48	202	337	-	-	-	816	880	
SC40	40	24	180	4.0	60	48	202	202	128	7	-	812	874	■ 해양폭로실험 - 반전지-전위 (mV, CSE) - 염화물 이온 침투 깊이 (mm)
SC70	70		± 30	± 1.0	53	48	179	101	225	11	-	838	902	
SC100	100				45	48	180	-	312	60	28	804	866	

1) CC : cement concrete, SC : slag concrete

* 충남대학교 건축공학과 석사과정

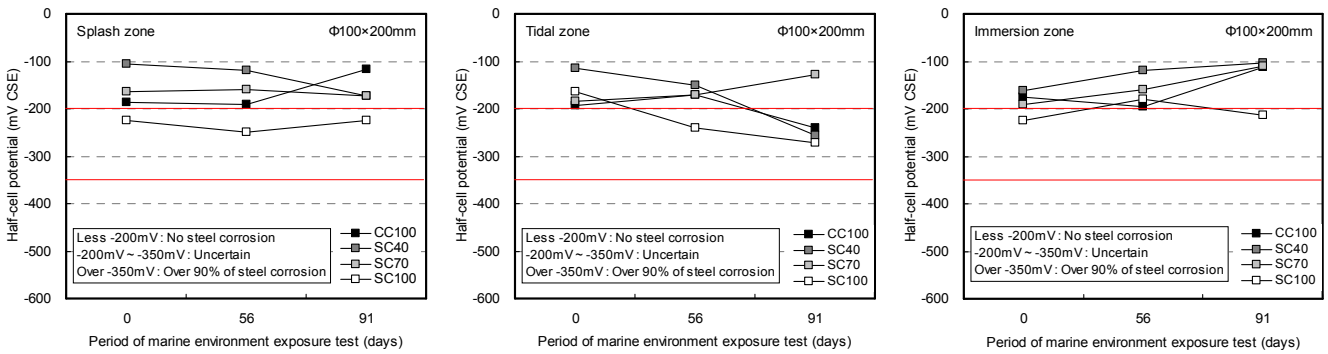
** 충남대학교 건축공학과 교수, 교신저자(gyuyongkim@cnu.ac.kr)

*** 충남대학교 건축공학과 박사과정

3. 실험결과 및 고찰

그림 2는 해양환경 폭로실험에 의한 비말대, 간만대, 침지대 조건에서의 반전지-전위 측정결과를 나타낸 것이다. 비말대 조건에서의 CC100, SC40, SC70 시험체는 재령에 관계없이 반전지-전위가 -200mv보다 크게 측정되어 철근 부식이 발생하지 않은 것으로 예측되었고, SC100 시험체는 반전지-전위가 -200~-350mv범위로 철근 부식이 명확하지 않은 것으로 측정되었다. 간만대와 침지대 조건에서는 SC70 시험체만 재령 91일까지 반전지-전위값이 -200mv보다 크게 측정되어 철근 부식이 발생하지 않은 것으로 예측되었다.

그림 3과 표 2는 재령 2년에서 해양환경 폭로조건에 의한 CC100, SC40, SC70, SC100의 염화물 침투깊이 및 시험체를 나타낸 것이다. 간만대 조건에서는 조수 간만의 차에 따른 건습반복으로 인해 염화물 이온 침투 깊이가 다른 해양환경 폭로조건보다 증가한 것으로 판단된다. 침지대 조건에서는 간만대 조건보다는 염화물 이온 침투 깊이가 작게 나타났으며 간만대 조건과 마찬가지로 슬래그 치환율이 증가할수록 염화물 이온 침투 깊이가 감소하는 경향을 나타내었다. 한편 간만대, 침지대 조건의 경우 슬래그의 치환에 의한 염화물 이온 침투 억제효과를 확인할 수 있었으며 이는 고로슬래그 미분말의 염화물의 화학적인 고정화에 기인한 것으로 판단된다. 반면에 비말대 조건에서는 슬래그 치환율이 증가할수록 염화물 이온 침투가 증가하였으며 이에 대해서는 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단된다.



(a) 비말대 (splash zone)

(b) 간만대 (tidal zone)

(c) 침지대 (immersion zone)

그림 2. 반전지-전위 측정

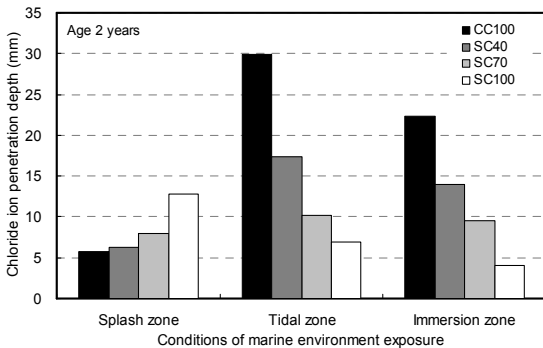


그림 3. 염화물 이온 침투깊이 (재령 2년)

표 2. 해양환경 폭로조건에 따른 염화물 침투깊이 (재령 2년)

	CC100	SC40	SC70	SC100
비말대 (splash zone)				
간만대 (tidal zone)				
침지대 (immersion zone)				

4. 결 론

해양환경 폭로조건에서의 반전지-전위 측정에 의해 철근의 부식여부를 예측할 수 있었다. 또한 슬래그 치환에 의한 염화물 이온 침투의 억제효과를 확인할 수 있었으며, 슬래그 100% 경화체는 염화물 이온 침투의 억제효과가 가장 우수한 것을 확인하였다. 또한 간만대 조건에서는 조수 간만의 차이에 의해 건습반복 작용이 일어났기 때문에 열화가 가장 촉진된 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 환경부 글로벌 환경기술개발사업 중 폐금속·유용자원재활용기술개발 사업의 지원에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다 (과제번호 : GT-11-C-01-280-0).

참고 문헌

1. Southwell CR, Forgeson BW and Alexander AL, Corrosion of metals in tropical environments, Corrosion, 1958