

폴리머시멘트계 단면복구재의 내구성 및 철근부식특성에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Durability and Reinforcement Corrosion of Polymer Cement Based Repair Material

김영선* 김영덕** 나철성** 조봉석** 김규용*** 김무한***
Kim, Young Sun Kim, Young Duck Na, Chul Sung Cho, Bong Suk Kim, Gyu Yong Kim, Moo Han

ABSTRACT

In this study, for the establishment of the performance evaluation methods and the quality control standards of durability recovery method, the data of indoor durability test and the data of the long term exposure test under the coast are accumulated and analyzed.

As a result of the indoor test, durability of repair material was more superior to that of plain concrete, but as a result of investigating and evaluating exposure test at 30 month of exposure age under the coastal environment, the difference in electric potential and the reinforcement corrosion at place replaced with repair material are found.

키워드 : 보수재료·공법, 내구성, 철근부식, 자연전위, 폭로실험

Keywords : Repair material and method, Durability, Reinforcement corrosion, Electric potential, Exposure test

1. 서론

최근 구조물의 내구성향상을 위한 다양한 보수공법 및 재료가 개발·적용되고 있으며, 보수공법에 사용되는 다양한 재료들의 요구성능이 KS로 규정되어 성능평가가 이루어지고 있다. 그러나 실제 구조물에 보수공법을 적용할 경우에는 다양한 재료가 복합적으로 사용되기 때문에, 보수재료 각각의 성능이 KS의 요구성능을 만족시키는 경우에도 실제 보수시공 후 재열화 되는 사례가 있다.]

특히 열화요인이 침투한 콘크리트 부위를 제거한 후, 새로운 재료로 결손부위를 복구하는 단면복구 공법의 경우 일반적으로 폴리머시멘트계 단면복구재가 사용되고 있으나, 재료의 성분 및 기초물성 등이 일반 콘크리트와 차이가 있어, 표 1과 같이 기존의 콘크리트를 대상으로 한 성능평가기준으로는 보수부위의 내구성을 평가하기 어렵다.¹⁾

따라서 본 연구에서는 국내에서 사용되고 있는 보수재료와 이를 사용한 모의부재 시편체에 대하여 실내축진열화실험 및 사진 1과 같이 해양환경에서의 장기폭로실험을 통해 보수재료 자체의 내구성 및 실제 적용시의 내구성을 평가함으로써, 향후 보수재료의 성능평가 기법 및 철근콘크리트구조물의 보수재료·공법시스템을 구축하기 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

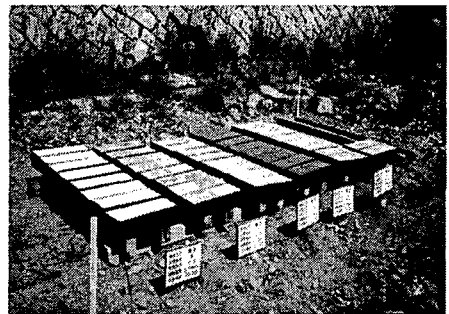


사진 1. 해양환경 장기폭로실험의 전경

*정회원, 충남대학교 건축공학과 석사과정

**정회원, 충남대학교 건축공학과 박사과정

***정회원, 충남대학교 건축공학과 교수

표 1. 실험 계획

사용재료	평가방법	측정항목
일반콘크리트 폴리머시멘트계 A	실내축진실험 (복합열화축진)	압축·휨강도(MPa)
폴리머시멘트계 B		중성화 깊이(mm) 염화물이온 침투깊이(mm) 철근부식면적
	장기폭로실험 (해양환경)	자연전위(-mV) 철근부식면적

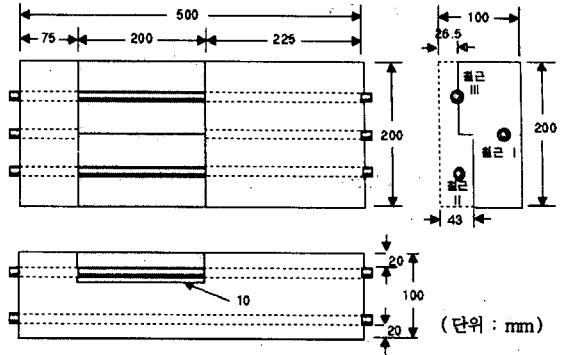


그림 1. 폭로실험용 모의부재 시험체의 형상

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구에서는 폴리머시멘트계 단면복구재의 내구성 및 철근부식특성을 평가하기 위하여 단면복구재를 대상으로 실내축진실험을 실시하였으며, 또한 모의부재 시험체를 제작하여 보수부위에 적용한 후 장기폭로에 의해 실제 적용 후의 내구성 및 철근부식특성을 평가하고자 하였다.

본 연구의 실험계획은 표 1에 나타난 바와 같다.

2.2 시험체 제작 및 사용재료

본 연구에서 실내축진실험용 시험체는 각각의 보수재료를 단독으로 사용하여 20×10×50cm의 각주 공시체로 제작하고 내부에 ϕ 19 원형철근 4매를 매입하였으며, 바닥면을 측정면으로 선정하여 측정면 이외의 면은 에폭시 및 실리콘 코팅을 실시하여 열화인자의 침투를 억제하였다.

또한 장기폭로실험을 위한 모의부재 시험체는 그림 1과 같이 제작하였으며, 시험체의 매입철근은 D13 이형철근을 사용하여 콘크리트 내에 완전히 매입되도록 설정한 철근 I, 단면복구재로 보수부위 철근을 완전히 둘러싼 II, 보수부위 철근이 반매입 되어 일부만이 단면복구재와 접촉하는 III로 총 3본의 철근을 설치하였다.²⁾

한편, 실내축진실험 및 장기폭로실험에 사용한 일반콘크리트는 및 모체콘크리트는 표 2와 같은 배합으로 제작하였으며, 사용재료는 표 3에 나타난 바와 같다. 또한 폴리머시멘트계 단면복구재는 국내에서 대표적으로 사용되는 제품 중 2종을 선정하여 제조사 시방에 따라 배합하여 사용하였다.

2.3 실험방법 및 측정항목

본 연구의 실내축진실험에서 사용한 열화조건 및 축진사이클은 그림 2에 나타난 바와 같으며, 2일

표 2. 콘크리트의 배합

W/C	목표 슬럼프 (cm)	s/a (%)	단위수량 (kg/m ³)	단위중량 (kg/m ³)		
				시멘트	잔골재	굵은골재
0.60	18±1	48	186	310	830	931

표 3. 재료의 물성

재료	물성
시멘트	O.P.C., (비중 : 3.15)
잔골재	제염사 (비중 : 2.57, 조립율 : 2.85)
굵은골재	부순자갈 (입경 : 20mm, 비중 : 2.65, 조립율 : 6.50)
철근	ϕ 19 원형철근, D13 이형철근

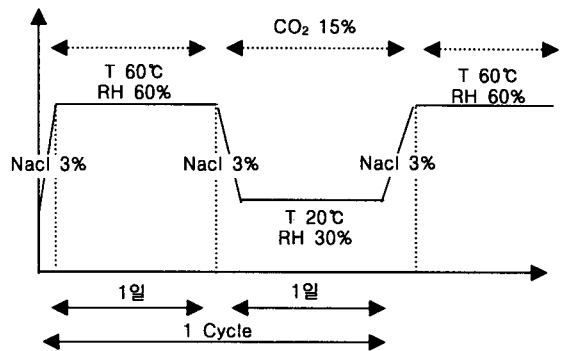


그림 2. 실내축진실험 열화조건 및 사이클

을 1사이클로 하여 40사이클까지의 내구성을 평가하였다. 또한 해양환경 장기폭로실험에서는 폭로재령 30개월에서의 철근의 자연전위, 중성화깊이, 염화물이온 침투깊이 및 철근부식면적을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 실내축진실험에 의한 내구성 평가결과

표 4는 단면복구재 종류별 압축 및 휨강도 평가결과를 나타낸 것으로서, 본 연구에서 사용한 폴리머시멘트계 단면복구재의 경우 모두 KS 기준을 크게 상회하는 것으로 나타났다.

그림 3 및 4는 축진 40사이클까지의 중성화 깊이 및 염화물이온 침투깊이를 나타낸 것으로서, 단면복구재 모두 일반콘크리트에 비해 중성화 및 염해에 대한 저항성이 우수한 것으로 나타났으며, 단면복구재의 종류에 따른 차이는 크지 않았다.

한편, 표 5는 단면복구재 종류별 복합열화 축진사이클에 따른 철근부식면적의 측정결과를 나타낸 것으로서, 일반콘크리트의 경우 축진재령 20사이클부터 급격한 철근부식이 발생하였으나, 폴리머시멘트계 단면복구재의 경우 40사이클에서도 철근의 부식은 미미한 것으로 나타났다.

3.2 장기폭로실험에 의한 내구성 평가결과

그림 5는 폭로재령 30개월에서 모의부재 시험체의 철근 자연전위 측정결과를 나타낸 것으로서, 모든 시험체가 ASTM C 876의 부식확률 90% 이상 판정기준인 -350mV 이상인 것으로 나타나, 철근부식에 의한 내구성 저하는 없을 것으로 예상되었다. 그러나 단면복구재 B의 경우 다른 시험체에 비해 보수부위와 비보수부위의 자연전위차가 큰 것으로 나타났다.

표 4. 단면복구재 종류별 강도특성 (재령 4주)

종류	A	B	일반 콘크리트	KS 기준치
압축강도 (MPa)	64.5	58.3	23.5	20.0
휨강도 (MPa)	10.5	8.7	2.1	6.0

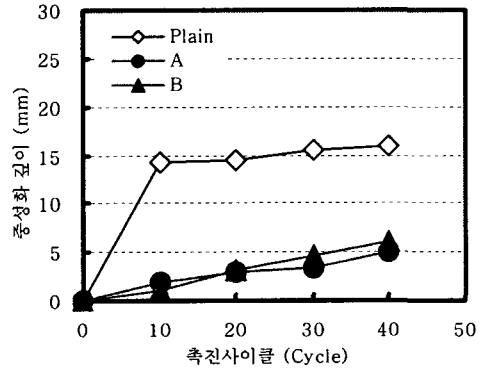


그림 3. 복합열화 축진사이클에 따른 중성화 깊이

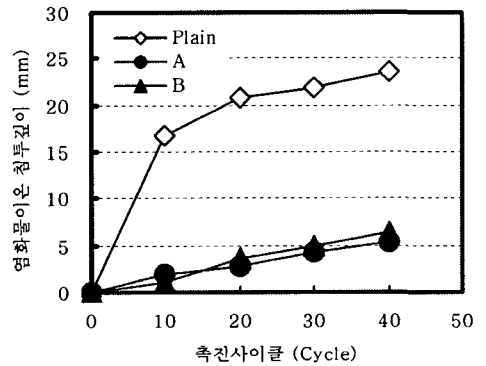


그림 4. 복합열화 축진사이클에 따른 염화물이온 침투깊이

표 5. 단면복구재 종류별 복합열화 축진사이클에 따른 철근부식면적 측정결과

축진사이클 시험체 종류	10	20	30	40
단면복구재 A				
단면복구재 B				
일반콘크리트				

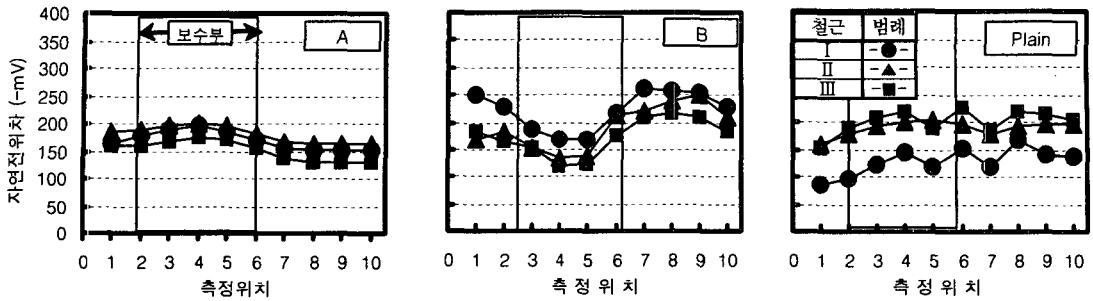


그림 5. 해양환경 장기폭로시험체의 철근 자연전위 측정결과

표 6. 해양환경 장기폭로시험체의 철근의 부식면적 측정결과

철근번호	(a) A 공 법	(b) B 공 법	(c) 일반콘크리트
I			
II			
III			

한편, 그림 6은 장기폭로시험체 매입철근의 철근부식부위를 도시한 것으로서, 단면복구재 B를 사용한 경우 일반콘크리트보다 단면복구재에 의한 보수부위에 심각한 부식이 발생하는 것으로 나타났다. 이는 실내 촉진실험을 통해 단면복구재 자체의 철근 부식을 평가했던 경우와는 상이한 결과로, 단면복구재와 콘크리트와의 이질성에 의한 것으로 사료된다.



사진 2. 단면복구재 B를 사용한 시험체의 부식형상

4. 결 론

- (1) 복합열화를 고려한 실내촉진실험 결과, 단면복구재 자체의 성능은 KS규준을 만족시키고 있었으며, 내구성 및 철근부식특성 또한 일반콘크리트에 비해 우수한 것으로 나타났다.
- (2) 해양환경 장기폭로실험 결과, 자체성능에 문제가 없었던 일부 단면복구재의 경우, 실제 보수시공을 실시한 후 단면복구재와 접촉한 철근 부위에서 급격한 부식이 발생하였다.
- (3) 자연전위 측정에 의한 ASTM의 철근부식 평가기준을 보수부위에 그대로 적용하기는 어렵지만, 보수부위와 비보수부위와의 전위차 측정에 의해 보수시공 후의 철근부식을 예측할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Hanley, B. et al, Electrochemical Compatibility in Concrete Repair, Concrete Repair Bulletin, 1993. 5, pp. 12~15.
2. 日本コンクリート工学協会, 複合劣化콘크리트構造物の評価と維持管理計劃研究委員會, 2001. 5.