

# 해양환경에 폭로된 콘크리트 실험체의 역학적 특성

## The Characteristics of Strength of Concrete Specimens under Tidal Environment

이준구\* 김명원\* 김관호\* 조재용\*\* 김한중\*\*\*

Lee, Joon Gu Kim, Meyong Won Kim, Kwan Ho Joo, Jae Hong Kim, Han Joung

### ABSTRACT

The building that supply tidal and splash zone was constructed near Seamangeum Gate Bridge. The specimens that will be tested for maintenance of gate bridge were exposed on the tidal and splash zone, totally about 650(Fig. 1). The characteristics of strength, salt penetration profile, field application of surface repair material and section recover material will be acquired by periodical test. The program was developed to obtain optimal maintenance strategy of gate bridge as a marine concrete structure and to deposit experimental data, lab. test result, field test result, on its D/B. On this paper, we hope to introduce two years exposure data as compressive strength, the modulus of elasticity, the modulus of dynamic elasticity, field adoption of repair and recover materials. As briefly speaking the results, possion's ratio, elasticity, strength was general, but the recover materials have some problems. There was crack between concrete and recover material and delamination figures.

#### 1. 서론

콘크리트구조물의 내구성을 향상시키기 위한 연구는 끊임없이 계속되어 오고 있다. 콘크리트를 구성하는 재료의 변화, 콘크리트구조물을 만들 당시의 품질, 그리고 구조물이 설치되는 환경에 따라 그 내구적 특성이 달라지기 때문에 이를 정량적으로 체계를 정립하는 것이 쉽지 않은 과업이다. 또한 그 수명주기가 길어서 자연환경하에서의 추이를 관찰하는 것은 얻어지는 결과에 비해 너무 많은 노력과 비용이 수반되기 때문에 적지 않은 어려움이 있다. 이러한 이유 때문에 많은 연구자들은 줄곧 실내축진 실험을 통하여 콘크리트의 내구성 변화를 찾아내어오고 있다. 콘크리트를 손상시키는 환경 인자를 한 가지에서 두 가지 이상으로 늘려가기도 한다. 최근에는 구조물이 처해있는 열악한 환경에 실험체를 설치함으로써 자연환경에서 콘크리트의 내구적 특성 변화를 모니터링하는 추세가 늘어가고 있다. 일본 공항항만연구소에서는 40여년간 해양환경하에서 모니터링해오고 있다. 본 연구에서는 해양콘크리트 구조물인 배수갑문의 유지관리를 목적으로 전북 군산 새만금지구에 해수노출 시험장을 건립하여 비탈대와 간만대의 공간을 확보하고 650여개의 실험체를 노출시키고 있다. 역학적 특성, 염화물에 대한 침투 특성, 표면보수재 및 단면복구재의 특성을 분석하여 효율적인 유지관리를 추진하고자 한다. 주기적인 분석자료는 자체적으로 개발한 「노후도감시시스템」의 데이터베이스에 저장·분석되고 있다. 이제 폭로를 시작할지 이년이 지났으며, 본 고에서는 폭로실험체의 역학적 특성 변화와 보수소재의 현장적응성에 대한 결과를 제시하고 한다.

#### 2. 폭로실험체의 역학적 특성

##### 2.1 탄성계수

탄성계수는 콤프레소미터(에스프레소, 미국)를 이용하여 추정파괴강도의 50%까지 하중을 가하여 응력변형률곡선상의 가장 큰 기울기를 탄성계수로 측정하였다. 콘크리트의 탄성계수는 보통강도와 고강도에서 그 특성이 달라진다. 시방서상의 압축강도로 탄성계수를 유추하는 식도 다르다. 일반적으로 강

\* 정희원, 한국농촌공사 농어촌연구원 책임연구원  
\*\* 정희원, 한국농촌공사 농어촌연구원 주임연구원  
\*\*\* 정희원, 환경대학교 지역자원시스템공학과 교수

도가 커질수록 탄성계수는 커지는데 본 실험결과에서도 압축강도가 큰 경우가 탄성계수가 크게 나타나고 있음을 알 수 있었다. 폭로기간이 길어짐에 따른 탄성계수의 변화를 계속 모니터링할 계획이다. 포아슨비도 탄성계수 측정과 동시에 측정하였으나 센서의 결선오류로 1차년에는 4개의 실험체 밖에 측정하지 못하였지만 일반적인 콘크리트의 포아슨비 분포인 0.15~0.25의 범위내에 있으며, 강도가 클수록 포아슨비가 작아지는데 그 경향도 유사하게 나타남을 알 수 있었다.

## 2.2 동탄성계수

콘크리트의 동해저항성을 측정하기 위해 각주형 실험체를 폭로시켰는데 초기측정값인 중량 및 동탄성계수를 폭로2년 후 값과 비교한 결과, 중량은 비말대에서는 그 양은 작지만 모든 실험체의 중량이 증가하는 반면 간판대의 실험체는 모두 감소하는 것으로 나타났다. 동탄성계수는 비말대나 간판대 모두 거의 변화가 없음을 알 수 있었다. 동해저항성은 일반적으로 실내축진실험을 활용하고 있는데 자연 폭로 결과와 비교한다면 유용한 자료를 얻을 수 있을 것으로 기대한다.

## 2.3 보수재의 부착특성

보수재는 표 1과 같이 5개 소재공법의 적용 실험체를 비말대와 간판대에 각각 105개씩을 폭로시켰다. 판형실험체(35×35×26cm)의 절반은 콘크리트, 나머지 절반은 단면복구재를 사용하여 제작하였으며 내부에는 철근이 반절씩 매립되도록 제작하였다. 비말대에 노출한 실험체에서 모재 콘크리트와 보수재간 부착계면이 건조수축 등에 의해 균열이 발생되어 있음을 관찰 할 수 있었다. 반면 간판대에 설치된 실험체에서는 거의 균열을 관찰할 수 없었다. 폭로3년차 회수용 실험체를 회수하여 실내에서 부착강도 측정을 수행할 것이며, 그 원인을 정할 수 있을 것이다. 보수재의 현장적용성면에서 열팽창계수 등의 차이로 인한 딜라미네이션문제 등이 검토되어야 할 것으로 판단되었다.

표 1 해양환경에 노출된 단면복구실험체의 종류

구분	주성분	특 징	모재 콘크리트와의 부착상태
1	폴리머시멘트모르타르	가넷혼입폴리머	비교적 균열발생량이 나머지 4개보단 작게 나타남
2	폴리머모르터	침투성	부착경계면에 미세한 균열 발생
3	폴리머시멘트모르터	실리카계	약 0.2mm 내외의 부착면 균열발생
4	하이드로탈사이트 혼입 모르터	레미가드공법	비교적 양호한 부착면을 유지하고 있음
5	실리카질 특수 시멘트 모르터	아질산계 방청제 혼입	면전체 0.3mm 가량의 계면 탈락현상발생

## 3. 결 론

해양환경하의 콘크리트구조물의 효율적 유지관리를 위해 해수노출 시험장을 운영하고 있으며, 주기적으로 실험체를 회수하여 실내에서 실험을 수행하였다. 역학적 특성변화에 대한 실험결과를 요약하면 다음과 같다. 탄성계수는 콘크리트 강도함수인 일반 공식과 유사한 결과를 나타냄을 알 수 있었으며, 상대동탄성계수는 기상자료와 함께 측정하여 동해특성을 파악하는데 활용하고자 하나 자료가 좀더 축적되어야 활용이 가능할 것으로 판단되었다. 보수재의 경우 모재와의 부착면 균열이 비말대에 설치된 모든 소재공법에서 나타났다, 따라서 모재와의 부착강도측정을 마친 후 그 원인에 대한 평가를 할 수 있을 것으로 판단하였다.

## 참 고 문 헌

1. Tarek Uddin Mohammed, Hibenori Hamada, and Toru Yamaji, Concrete After 30 Years of Exposure-Part 1 : Mineralogy, Microstructures, and Interfaces, ACI Materials Journal, V.101, No.1, 2004, pp. 3-12