

콘크리트 블록을 이용한 실교량의 구조성능평가방법

Structural Evaluation of Prototype Bridge using Concrete Weight Blocks

심종성^{*} 오홍섭^{**} 유재명^{***}
Sim, Jongsung Oh, Hong-Seob Yu, Jae-Myung

ABSTRACT

Test methods by hydraulic oil jack or vehicular live load have been used for structural evaluation of prototype bridge. However it has been reported that the use of hydraulic jack has some disadvantages for the view of safety and economy, and the complete structural evaluation through each loading state can not be accomplished by using the vehicular live load. Therefore in this paper, the test method by placing of concrete weight blocks is presented to overcome those demerits. To verify the application and safety of the use of concrete weight blocks during each loading state, it is applied to prototype deteriorated bridge. As a result, it could be evaluated the structural behavior completely by using the concrete weight blocks.

Keywords : concrete weight blocks, structural evaluation

1. 서론

콘크리트 구조물의 구조거동은 콘크리트의 재료적 비선형성과 콘크리트와 철근의 조합 등으로 인하여 정확한 해석이 어려운 것이 사실이다. 따라서, 보다 정확하고 합리적인 구조거동의 규명을 위해서는 이론 해석과 함께 구조실험이 필수적이다. 그러나, 일반적으로 실험실에서 수행되는 구조시험 절차를 실구조물에 적용할 경우 시험체와 실구조물과의 상사성 등에 의하여 구조거동의 차이가 나타나게 된다. 따라서, 실구조물의 정확한 구조거동 매카니즘을 규명하고 거동상태를 변경하기 위해서는 모형 시험체에서 도출된 결과를 현장에서 검증할 수 있는 현장시험이 필요하다.

콘크리트 교량구조물의 경우에는 사용상태 하에서의 구조거동 특성을 판정하기 위하여 모형교량에 대한 실험 뿐 만 아니라 노후화된 실교량을 활용한 구조실험이 최근 많이 이루어지고 있다. 국내에서 일반적으로 실교량에 적용되는 하중재하 방법으로는 현장에서 구조프레임을 조립하거나 이스앵커 등을 설치하여 유압식으로 하중을 재하하는 방법과 증차량에 의한 재하방법이 사용되고 있다. 유압식을 이용한 하중재하 방법은 구조물의 파괴거동을 극한 상태까지 파악할 수 있으나 부재의 파괴와 실험시의 안전사고 추진에서 분리하고 시험준비과정에서 상당한 경제적 비용은 필요로 하는 단점이 있다. 또한, 차량재하 방법은 재하장비의 준비가 비교적 용이하나 획득될 수 있는 자료가 한정되어 있으며, 사용하중범위에서의 구조거동만을 평가할 수밖에 없는 단점이 있다. 따라서, 본 연구에서는 시험시의 사

*강사, 한양대학교 토목환경공학과 교수
**박사, 한양대학교 토목공학과 대학원 박사과정
***박사, 한양대학교 토목환경공학과 대학원 석사과정

고발생 위험이 적고 실교량의 비선형거동까지는 예측할 수 있는 콘크리트 블록재하 방법을 노후화된 실교량에 적용함으로써 블록재하 방법의 유용성을 검증하고자 하였다.

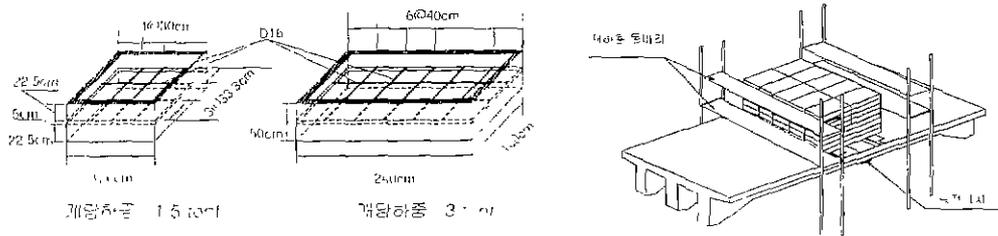
2. 실교량에 대한 콘크리트 블록재하 방식의 제안

실교량의 극한거동실험을 위한 대표적인 하중재하방법으로 가력프레임이나 이스앵커의 반력을 이용한 유압식 재하방법이 있다 그러나, 이 방법은 반력대를 설치하는 비용과 재하시 사용되는 펌프나 신력 등의 추가적인 장치가 요구되므로 경제적으로 불리한 면이 있다 또한, 가력프레임을 반력대로 사용한 경우 프레임의 변형과 인접지간의 파손 등에 의한 오차가 발생하게 된다. 특히 이스앵커를 설치하여 지반반력을 이용한 경우 앵커의 뺄힘 등으로 인한 사고의 위험이 있으며, 또한 구조물의 취성과 피시 사고의 위험이 있는 것이 사실이다.

실교량의 내하력 측정시 가장 많이 사용되고 있는 중차량에 의한 차량재하 방법은 경제적이고 안전성이 확보되며 동적성능을 평가할 수 있고 하중재하를 위해 별도의 장치들이 필요하지 않다. 그러나, 이 방법은 차량에 의한 재하이므로 하중의 크기변화에 따른 구조물의 응답특성을 정확하게 예측할 수 없는 단점이 있다.

따라서, 실교량에 대한 구조실험시 안전사고의 발생확률이 적고 하중단계에 따른 구조거동 변화를 관찰할 수 있는 효율적인 하중재하방법이 필요하며, 본 연구에서는 실교량의 정적재하실험을 위해 콘크리트블록을 대상교량에 적재하여 하중을 가하는 방법을 사용하여 그 적용가능성을 검토하였다.

콘크리트 블록재하 방법은 그림 1과 같이 미리 제작된 콘크리트 블록을 크레인 등을 이용하여 차례로 대상교량에 적재하는 방법으로서 최하단 콘크리트 블록에 H형강을 이용한 가력점을 구성하여 그림 1(b)와 같이 적재시킬 수 있다. 하중재하시 측정은 중량이 재측된 블록 1개의 재하시마다 변위 및 변형율을 측정할 수 있으며, 콘크리트 블록 중량의 차이를 이용하여 하중 증가폭을 조절될 수 있다. 또한, 시험체의 파괴직전까지의 비선형 거동을 관측할 수 있고 예상최대하중 초과시에는 재하된 블록을 순차적으로 제거함으로써 시험체의 붕괴로 인한 사고를 방지할 수 있고, 블록의 재하 위치를 달리 하여 신차선재하 및 번심재하에 의한 구조응답특성을 관정할 수 있는 장점이 있다 따라서, 현장이긴과의 적합성이나 시험시의 안전성 및 경제적인 측면에서 유압식 재하방법보다 유리하다고 판단되며, 하중단계별 구조거동의 관측이 용이하여 차량재하방법의 단점을 극복할 수 있을 뿐만 아니라 세척된 블록을 재사용함으로써 경제성 측면에서도 큰 이점이 있는 것으로 판단된다



(a) 콘크리트 블록의 계원 (b) 콘크리트 블록 재하방법

그림 1 콘크리트 블록의 세원 및 재하방법

3. 콘크리트 블록제하 방법을 이용한 실험교량 시험

3.1 시험대상교량

본 연구에서는 노후화된 RC T형 교량을 대상으로 콘크리트 블록제하시험을 수행하여 블록제하방법의 합리성 및 적용성을 고찰하였다. 대상교량은 국도 28호선상의 경북 군위군 고로면에 위치한 고로교이며, 1938년에 준공되어 현재는 사용되지 않은 폐도구간에 위치한다.

그림 2는 3경간 연속교로 시공된 고로교의 전경이며 현장제하시험시에는 모멘트 분배의 영향을 제거하기 위하여 내부지점부를 분리하여 단순교화하였다. 대상교량은 노후화 및 시공상태 불량 등으로 인하여 콘크리트의 코어채취가 불가능하여 슈미트에 의하여 대상교량의 콘크리트 압축강도를 추정하였고, 철근탐사기를 이용하여 철근배근상태를 조사하였다. 또한 정확한 철근 직경 및 위치를 파악하기 위하여 지간 중앙에서의 부분 파손조사를 실시하고 단면을 복구하였다. 추정된 콘크리트 압축강도와 철근배근상태는 그림 3과 같다. 시험대상지간은 제 2지간으로 선정하였고, 파손부위는 보수시공을 실시하였다.



그림 2 고로교 전경

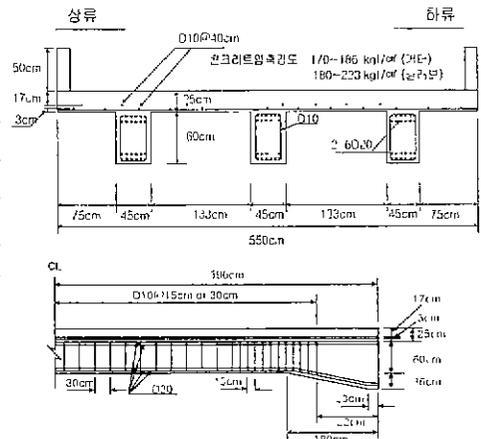
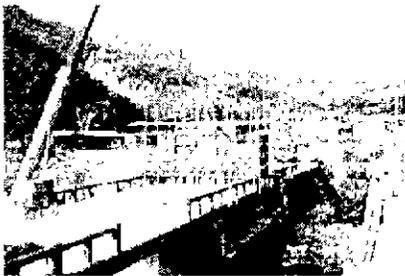


그림 3 고로교의 단면제원 상세

3.2 콘크리트 블록제하 방법을 이용한 현장제하시험

대상지간에 대하여 그림 1 b)와 같이 4김개하를 실시하였다. 가덕집은 지간 중앙부 좌우측으로 각각 1m 떨어진 곳에 설치하였으며, 전차선제하와 편차선제하를 수행하였다. 이때 제하블록은 15 tonf 또는 3 tonf의 하중을 가지도록 제작되었다. 편차선제하시에는 하류측 거더에 블록을 직제하였다. 그림 4 a), b)에는 하중제하 전경을 나타내었다.



a) 전차선제하



b) 편차선제하

그림 4 대상교량의 하중제하

하중제하시작 구조물의 거동변화를 관찰하기 위하여 실험거동단계에서는 3 tonf의 블록을, 비실험거동단계에서는 15 tonf의 블록을 제하시간으로서 하중증가에 따른 구조거동을 모니 자세히 관찰하였다. 대상지간의 실험베리크는 173 tonf 정도로 제작되었으며, 시험간격에서는 507 tonf 정도의 하중에서 구조

물이 침투하는 것으로 나타났다.

3.3 콘크리트 블록 제하방법에 의한 하중-변위관계

그림 5에는 개략된 블록의 중량에 대한 하중-변위곡선을 나타낸 것이니, 보이는 바와 같이 각각의 하중단계 마다의 하중-변위관계를 파악할 수 있으며, 구조물의 항복한 후의 비선형 거동을 안정적으로 계속할 수 있었다

대형교량에 콘크리트 블록을 쌓아올리며 재하하는 동안 부재에 부분적인 파손이나 신체 구조물의 안정에는 큰 영향이 없는 것으로 나타났으며, 강성의 변화이후 하중증가를 작게 하여 보다 정확한 구조거동의 관찰이 이루어질 수 있었고, 계속된 데이터를 통하여 구조물을 파괴하지 않는 상태에서 전체적인 구조거동을 파악할 수 있었다

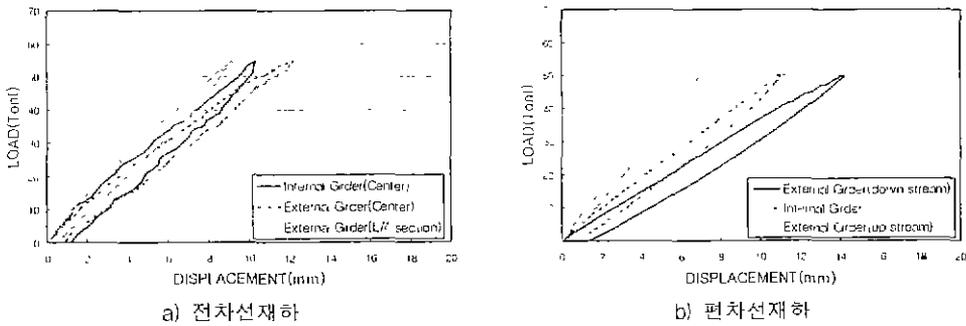


그림 5 콘크리트 블록제하 방법에 의한 하중-변위곡선

4. 결론

본 연구에서는 실험구조물의 현장제하시험을 위하여 콘크리트 블록제하 방법을 제시하였고 현상시험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 블록제하 방법은 미리 제작된 콘크리트블록을 실험구조물에 쌓아올림으로서 다른 시험방법에 비하여 안전하고 비교적 많은 양의 측정자료를 얻을 수 있다 또한 하중의 증가폭을 달리하여 심밀한 구조거동을 파악할 수 있으며, 전체 구조물을 손상, 파괴시키지 않고 구조용량을 측정할 수 있다.
- (2) 콘크리트 블록제하 방법의 합리성과 적용성을 검증하기 위하여 실험교량에 적용하였고, 이의 결과로 하중-변위신도를 작성하였다. 고찰결과 블록제하 방법으로 충분한 구조거동의 관찰이 이루어질 수 있었음을 확인하였다

감사의 글

본 연구는 시설안전기술공단의 지원에 의한 "콘크리트 교량의 보수·보강방법의 표준화방안"연구의 일환으로 수행되었으며 지지들은 이에 깊은 감사함을 느낍니다

참고문헌

- 1) 심종성, 방병식, 이용수, "콘크리트 교량의 보수·보강방법의 표준화" 시설안전기술공단, 1999 12
- 2) Christensen, K. P and Frederiksen, V. T. "Experimental investigation of rectangular concrete slabs with horizontal restraints", Materials and Structures, Vol. 16, No. 93 May-June 1982, pp 178~192