

교량의 상시감시 시스템 구축에 관한 연구

The Study on Long-Term Monitoring System of Bridge

박 승 범* 조 광 연** 홍 석 주*** 최 상 필***
Seung Bum, Park Kwang Yon, Cho Seok-Joo, Hong Sang Phil, Choi

ABSTRACT

The construction of large scale civil and building structures which form the base of social economy has been grown greatly. As the increasing of aged and deteriorated structures, it is necessary to evaluate the safety of those structures. The deterioration, safety evaluation, repair and rehabilitation are important problems in the construction area that every country faces. This paper presents the general information on how to conduct a data analysis of long-term monitoring system and evaluate the characteristics of surveying methods.

keyword : deteriorated structures, safety evaluation, rehabilitation, long-term monitoring system

1. 서 론

최근들어 구조물 시공시 발생된 여러붕괴 사고 이후, 중요구조물에 대해 시공단계에서부터 계측시설 설치를 계획하고 있으나 기존 구조물에 대해서는 계측계획이 수립되지 못하고 있다. 선진국에서는 교량에 대한 구조형식, 크기, 중요도에 따라, 건설초기부터 부재별 또는 구조별로 기능의 변화에 관한 모니터링을 지속적으로 실시하고, 유지관리프로그램에 의해 정기적인 점검과 보수를 실시하고 있다. 또한 시공시에 설치 못한 구조물에 대해서는 현재 설치중이거나 계획중에 있다. 그러나 국내에서는 아직까지 RC, PSC교 및 강교의 유지관리 및 점검을 위한 기준 등이 마련되어 있지 않고, 시간이력에 따른 콘크리트교량의 건전성과 손상요인 및 상태진전에 대한 수학적 모형이 구성되어 있지 않으며 안전진단에 관한 기술자료 또한 충분하지 못하여 체계적인 유지관리가 어려운 실정이다. 따라서, 상시안전감시시스템은 구조물의 중요부분의 거동을 파악하는 것을 중심으로 하여 계측되어야 하며, 여기서부터 위험경고를 받음으로서 대형 불상사를 사전에 방지할 수 있는 시스템을 구축하여야만 할 것이다. 본 연구에서는 상시안전감시시스템의 구축시에 유의하여야 할 점을 분석하고, 대상교량인 홍도육교에 설치된 상시안전감시시스템 대해 분석항목, 계측기의 특성 및 계측방법에 대한 분석과 교량의 노후화를 시간의 경과에 따라 파악하여 상시안전감시시스템을 구축 하고자 하였다.

* 충남대학교 토목공학과 교수
** 충남대학교 토목공학과 대학원 박사과정
*** 충남대학교 토목공학과 대학원 석사과정

2.1 상시감시 시스템 구축시 고려사항

- (1) 시공단계에서부터 현재까지 구조물의 거동상태 즉 교량의 구조적 특성을 파악해야한다.
- (2) 장기계측, 관리인력의 최소화 등 경제적 운영을 고려한 계측을 해야한다.
- (3) 교량거동 파악을 위한 가장 적당한 항목 및 계측기를 선정해야하고, 불필요한 예산 및 시간낭비의 최소화를 이루어 효과적이고 능동적인 계측이 되어야한다.
- (4) 전기적 간섭 등 계측의 방해요인을 제거해야 하며 최악의 환경하에서도 계측이 가능한 계측기를 선정해야한다.
- (5) 계측결과에 대한 분석이 가능한 소프트웨어 설정하여 자동계측값에 대한 수치분석 및 그래프화 등 전산처리기능이 있어야한다.

2.2 상시감시계측 방법

장기계측을 효율적으로 운용하기 위해서는 계측목적, 계측방식, 계측데이터의 처리 등을 고려하여 계측방법을 결정해야 한다. 장기계측방법에는 수동계측방법과 반자동계측방법과 자동계측방법 등이 있으며 자동 계측방법은 측정수가 100개 이상이고 측정회수도 1일 1회 이상 계측하는 경우에 적용하며 데이터수집에 최종적인 도표의 정리까지를 포함한다. 이 방법의 장점은 해상도의 증가로 측정치의 감도와 정밀도가 증가하며 측정과 데이터 해석에 소요되는 인력과 경비가 감소하게되고, 연속적인 자동작동을 측정횟수를 증가시킬 수 있으며 전화선등으로 즉각적인 데이터 전송이 가능하고 컴퓨터에 의해 해석하여 출력하는 장점이 있다. 그러나 과도한 경비가 소요되며 계측기기외의 주변기기가 복잡해지며 연속적인 전원공급 장치가 있어야 하며 이상 기상이나 사고시 피해 가능성이 높다. 특히 과도한 데이터로 관리가 복잡한 경우도 있다. 본 연구에서는 반자동계측방법을 사용하였다.

2.3 계측시스템의 조건

계측시스템이 갖추어야 할 가장 기본적인 조건으로는 안정성, 정밀성, 사용성이 있다. 첫번째 안정성은 계측 기간중에 외부적인 요인에 의하여 계측기가 영향을 받지 않아야 하며, 구조특성 변화를 제외한 다른 전기적 요인에 의하여 측정값이 영향을 받지 않아야 함을 의미한다. 두번째 정밀성은 계측기가 측정하려는 물리량을 충분히 측정할수 있을 용량과 감도를 가져야 하고, 아울러 이 자료를 수집하는 Data Aquisition System도 같은 정도의 해상도를 가져야 하며, 자료 전송중에 손실이 없어야 함을 의미한다. 세 번째 사용성은 사용자가 계측시스템을 쉽게 조작할 수 있고, 계측 결과에 손쉽게 접근, 이용할 수 있어야 하고, 과도한 계측값이 발생했을 때 이를 자동적으로 기록하고 경보를 발할 수 있는 기능도 갖추어야 한다. 본연구에 사용된 계측시스템은 다음 그림 2과 같이 최종적으로 구성되며 이러한 계측시스템의 설치는 C 사에 의해서 수행되었으며 그림 3와 같은 계측순서에 의해 수행하였다.

2.4 계측 자료의 판단기준

유지관리 목적으로 3개월에 한 번씩 계측한 자료를 바탕으로 교량의 상태를 파악한다. 이를 위해서는 계측시스템의 누전 또는 정전으로 인한 계측시스템의 중단을 사전에 예방할 필요가 있다. 센서의 상태로 판단할때는 용력이 하루주기로 변하는 것이 뚜렷이 나타나고 변화 형태가 일정한 경우 양호한 것으로 판단하고, 용력변화상태로 판단할 경우는 변동폭이 작고, 계측 기간동안 하루의 일정 시점을

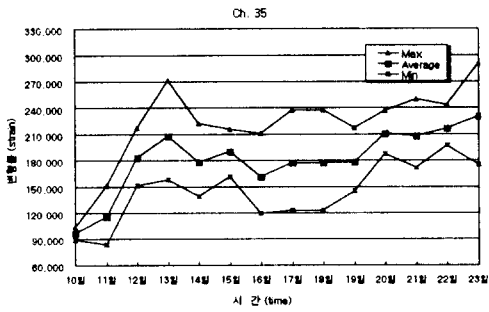


그림 4 측정값의 최대, 최소 및 평균값(변형률계)

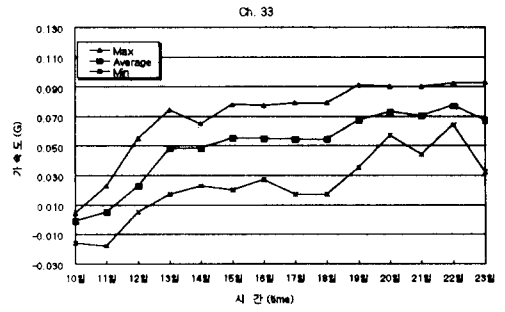


그림 5 측정값의 최대, 최소 및 평균값(가속도계)

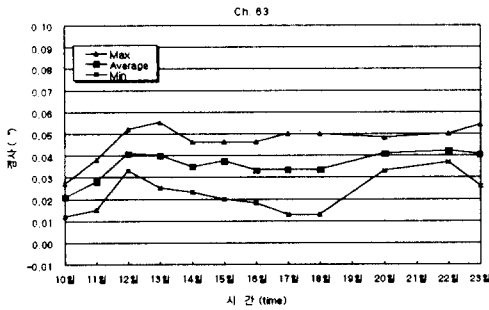


그림 6 측정값의 최대, 최소 및 평균값(경사계)

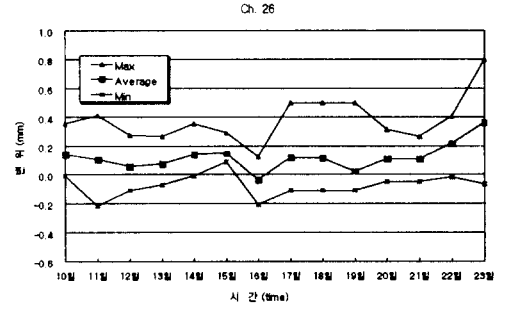


그림 7 측정값의 최대, 최소 및 평균값(변위계)

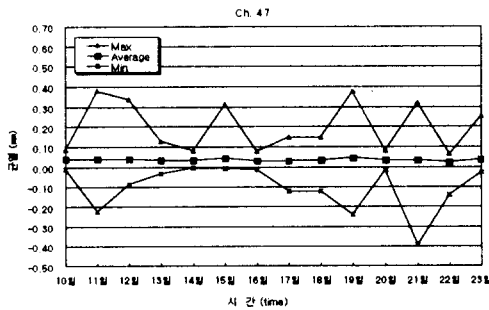


그림 8 측정값의 최대, 최소 및 평균값(균열계이지)

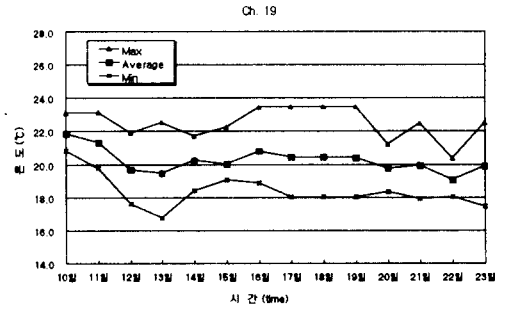


그림 9 측정값의 최대, 최소 및 평균값(온도계)

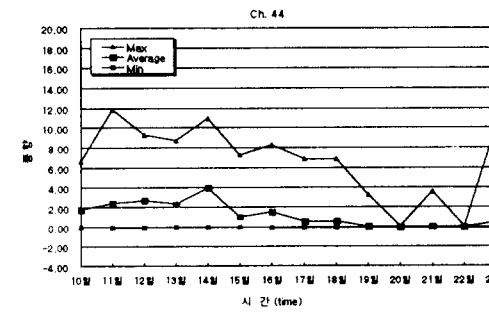


그림 10 측정값의 최대, 최소 및 평균값(풍향계)

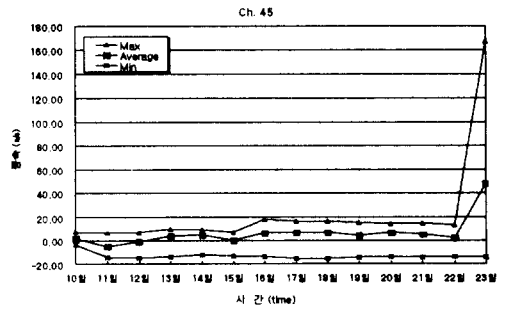


그림 11 측정값의 최대, 최소 및 평균값(풍속계)

4. 결론

본 연구의 대상교량인 홍도육교의 Steel 거더구간과 PSC 거더구간에 대하여 상시계측을 통하여 보다 체계적인 교량의 거동 감시를 수행하고자 하였다. 교량의 이상변형이나 변형속도의 증가에 의한 위험성을 평가하여 교량의 안전상 위험도를 평가하려는 장기계측시스템의 데이터 해석 연구에 대하여 요약하면 다음과 같다.

- (1) Steel Girder(P5~P6사이)의 상·하부에 설치된 변형률계의 계측값을 살펴보면 손상진전이 나타나지 않은 것으로 나타나, 활하중에 대해서는 안전한 것으로 나타났다. 한편 PSC Girder(P6~P7)상·하부에 설치된 변형률 게이지의 측정값을 살펴보면 전체적인 평균값의 변화는 크게 나타나지 않아 전체적인 응력변화는 없는 것으로 나타났다.
- (2) 2주 동안 계측된 가속도계, 경사계, 균열게이지의 데이터 평균값을 비교하여 보면 크게 변화하지 않는 것으로 나타나 구조물에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 또한 Ch.26, Ch.27(P5, 거더 8과 9)에 설치된 변위계의 경우, 큰 변위는 아니지만 약간 증가하는 경향이 나타났다. 차량하중에 의한 교좌장치 힌지부의 변위를 측정하기 위하여 설치된 변위계의 최대값은 약 0.6mm를 나타내어 구조적으로는 큰 문제가 없는 것으로 나타났다.
- (3) 현재의 교량이 노후화된 것으로 평가되어 Steel 거더구간에 전면적인 보수·보강이 이루어질 예정이므로, 현재의 데이터와 보강후의 데이터를 비교·분석하는 것이 처짐특성을 파악하는데 중요하므로 지속적인 평가가 이루어져야 할 것으로 판단된다.
- (4) 본 연구로부터 상시안전감시시스템은 구조물의 중요부분(위험단면)에 자동화 계측기를 설치하여 구조물의 거동을 미리 파악하여 대형 불상사를 사전에 예방할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 한국표준과학연구원 '98 기관고유사업 위탁 연구내용중 일부임을 밝히며, 본 연구를 위하여 협조하여 주신 관계당국과 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. “既設構造物の点檢・補修システムの開發”, 建設省, 平成 三年
2. 도로교 표준 시방서, 건설부, 1996
3. 小野田·楠山·佐藤, “伊豆急行稻取トンネル復舊工事”, 土木施工, Vol.20, No.1, 1979. 1
4. 岡田 清, “コンクリートの耐久性”, 朝倉書店, 1986
5. J. David, Nardin., “Bridge and Structure Estimating”, McGraw-Hill
6. “노후교량에 대한 내하력조사(I,II)”, 건설부, 1991
7. Kyung-Soo, Kim, “An Expert System to Evaluats The Perpormance of Concrete Bridges”, The University of Leeds, 1994