

# 교량시설물 안전관리 네트워크 구축을 위한 기존 시스템 연계방안 연구

## Connection method on pre-installed bridge monitoring system for bridge structure safety network

박기태\* · 이우상\*\* · 주봉철\*\*\* · 황윤국\*\*\*\*

Park, Ki-Tae · Lee, Woosang · Joo, Bong-chul · Hwang, Yoon-Koog

### Abstract

In general, structures in service gradually lose original performance according to time due to initial defects in design and construction, or exposure to unfavorable external conditions such as repeated loading or deteriorating environment, and in extreme cases, may collapse in large disaster. Therefore, in order to maintain the serviceability of structures at optimal level, advanced structure measuring system which can inform optimal time point and method of maintenance is required in addition to accurate prediction of residual life the structure by periodic inspection. To guarantee the safety level of bridge structure and to prevent from disaster, the integration of safety network for bridge structures are needed. Therefore in this study, to enhance the effectiveness of safety network for bridge, the connection methodologies between safety network and pre-installed bridge monitoring system are investigated.

**key words:** Bridge, Monitoring system, Safety network

## 1. 서 론

일반적으로 사용단계의 구조물은 시간이 경과함에 따라 초기의 설계, 시공상의 오류에 의한 초기결함, 반복하중 그리고 열악한 환경 등 외부 조건에 노출될 경우에는 구조물 본연의 성능을 점차 상실하게 되어 심지어는 인명과 재산을 위협하는 대형 붕괴사고를 일으키기도 한다. 경제성장과 더불어 구축된 사회기반시설의 노후화 증가로 인한 사회·경제적 손실이 지속적으로 발생하는 현실에서 국가 주요 기반 시설인 도로 시설물에 대하여 안전사고에 적극적으로 대처하고, 위험 시설물에 대한 상시감시 및 조기경보 체계를 확립함과 동시에 체계적이고 총체적인 국가적 대응체계를 갖추기 위한 통합된 안전관리 네트워크 시스템이 절실히 요구된다.

따라서 구조물의 사용성을 적정 수준이상으로 유지하기 위해서는 정기적인 점검을 통해 잔존수명을 정밀 예측하여야 함은 물론, 최적의 보수시기와 보수방법을 알려줄 수 있는 첨단 구조계측시스템이 요구된다. 본 연구에서는 교량구조물의 안전성 확보 및 재해 예방을 위한 안전관리 네트워크 구축시 기존에 구축되어 있는 교량 모니터링 시스템을 연계할 수 있는 방안에 대하여 분석하고자 하였다.

## 2. 기존 계측시스템 구성과 연계방법 제시

현재 국가연구개발사업으로 수행중인 “국가주요시설물 안전관리 네트워크 시범구축 및 운영시스템 개발”

---

\* 정회원 · 한국건설기술연구원 복합구조연구실 · 선임연구원 · E-mail:ktpark@kict.re.kr  
\*\* 한국건설기술연구원 복합구조연구실 · 박사후과정  
\*\*\* 한국건설기술연구원 복합구조연구실 · 연구원  
\*\*\*\* 한국건설기술연구원 복합구조연구실 · 책임연구원

은 수리, 철도, 도로시설물에 대한 안전관리 네트워크 구축이 목표이며, 이중 도로의 경우 대상 시설물은 교량, 터널, 사면 등이다. 정부에서 추진하고 있는 u-KOREA 기본계획 중 건설교통부가 주관기관으로 시행하는 사업과 연계할 수 있도록, 1)첨단센서 기반의 시설물별 안전관리시스템 개발 및 판정기준 마련, 2) 조기경보 및 신속대응을 위한 상황보고·전파 자동화시스템 개발, 3) 시설물 안전관리 네트워크 시범구축·운영시스템 개발 등을 통한 “국가 주요시설물 안전관리 네트워크 시범구축 및 운영시스템 개발”을 본 연구의 최종 목표로 설정하고, 네트워크 가동을 위한 통합운영시스템 및 상황실을 최종 성과물로 설정하고 있다(건설교통부, 2006).

이러한 연구의 일환으로 수행되는 도로시설물에 대한 안전관리 네트워크 구축을 위해서는 국가 주요 도로시설물에 기구축된 모니터링시스템의 연계방안에 대한 연구 및 검토가 필수적이며, 특히 교량구조물의 경우는 다양한 유형의 모니터링 시스템이 운용되는 것으로 파악되고 있다.

본 연구에서는 현재 설치되어 있는 다양한 교량 장기계측시스템의 통신체계 분석을 통하여 기존 계측시스템을 안전관리 네트워크에 효율적으로 연계하는 방법을 모색하고자 한다. 통신체계 분석 범위는 현장에 설치된 DAQ에서부터 관리사무소의 계측서버 컴퓨터까지 계측데이터를 송신하는 통신방식 및 구성에 대한 것이다. 최근에는 통신기술의 발전으로 인하여 초고속으로 데이터의 송수신이 가능한 광통신이 주로 사용되고 있다. 그러나 계측시스템의 도입 초기에 설치된 경우에는 전화선을 이용한 원격통신으로 계측데이터를 송신하였다. 그러므로, 기존 계측시스템을 안전관리 네트워크에 연계하기 위해서는 다양한 통신 시스템에 대한 이해가 필요하다. 교량 장기계측용 원거리통신시스템은 직렬통신 방식 및 원거리 WAN 구성방식, LAN 구성방식으로 구분한다.

표 1은 원거리 교량계측시스템의 통신망을 구축하기 위한 다양한 방법을 비교한 것으로, 정적 데이터수집장치 1Set와 동적 데이터수집장치로 구성되는 소규모 계측시스템은 직렬통신방식의 원거리 통신망 구성이 효과적이다. 또한 현재 상용화된 데이터 수집장치는 비동기 직렬통신을 통해 컴퓨터와 연결되는 시스템이 대부분으로 여러 대의 데이터로거를 광다중화장치에 직접 연결하여 원격 통신망을 구축할 수 있다.

표 1. 교량계측시스템 원거리 통신망 비교

항 목	구성방식	특 징
비동기 직렬통신	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터로거와 기타 직렬통신 단말장치를 최대 12대까지 연결가능</li> <li>- 모니터링 컴퓨터에 다중포트 직렬통신카드 혹은 Serial HUB를 사용하여 연결</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 광 다중화 장치로 구성</li> <li>- 최대 115Kbps 통신가능</li> <li>- 최대 12개의 장치연결 가능</li> <li>- 1 Core 광케이블로 구축 가능</li> <li>- 대부분 데이터로거가 비동기 직렬포트로 지원</li> <li>- 장거리 통신망구축에 적합</li> </ul>
WAN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 측정시스템을 LAN으로 구성</li> <li>- Bridge/Router로 원격 네트워크 구성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- T1/E1 광 Modem으로 구성</li> <li>- 네트워크 접속용 데이터로거가 다양하지 않음</li> <li>- 장거리 통신망구축에 적합</li> </ul>
LAN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 측정시스템을 LAN으로 구성</li> <li>- HUB의 LAN포트를 직접 광 변환 장치에 연결</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 근거리 광통신망 구축에 적합</li> <li>- 네트워크 접속용 데이터로거가 다양하지 않음</li> <li>- 고속 네트워크 구성가능</li> </ul>

## 2.1 기존 계측시스템 및 통신시스템

아래 그림은 국내 교량계측시스템 중에서 대표적인 사례를 선정하여 나타낸 것이다. 그림 1은 고속철도 상에 위치한 교량들을 철도공사의 자체 통신망인 E1망을 이용하여 통합시스템을 구성한 것이며, 그림 2는 서해대교의 계측시스템과 계측데이터 통신시스템 구성도이다. 서해대교는 통신시스템 구축을 위하여 교량에서 관리사무소까지 계측시스템 전용 광케이블을 설치하였다.

그림 3은 신공항고속도로에 위치한 영종대교와 방화대교의 계측시스템 구성과, 이들 교량의 계측시스템을

ATM통신 망을 이용하여 통합 관리소로 연결되는 통신 시스템에 대한 구성도이다. ATM 통신 기술은 기존의 TCP/IP 통신 방식에 비해 확장성, 신뢰성, 안전성이 우수한 최신 통신 기술이다. 그림 4는 한강상에 위치한 올림픽대교의 통신 시스템 구성도이며, 올림픽대교의 통신 시스템 특징은 상용 인터넷 전용망을 사용하여 계측데이터를 송신한다는 것이다. 현재 국내 인터넷 전용망은 전송속도의 급속한 발전뿐만 아니라 안전성과 신뢰성 면에서도 우수하여 전국에 산재한 교량을 통합하기에 적합한 통신 시스템으로 판단된다.

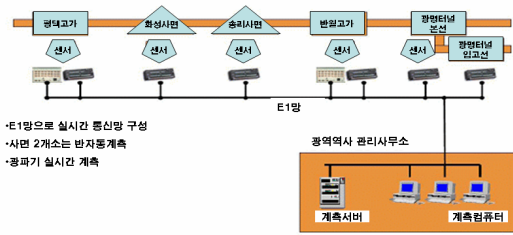


그림 1. 고속철도 교량 계측 및 통신시스템 구성도

## 2.2 연계 방법 검토

현재 국내 교량에 구축된 교량 계측시스템의 경우, 교량에서 관리사무소까지의 통신시스템은 크게 3가지 종류이다. 그림 5는 계측시스템의 통신시스템 구축 방식에 따라 안전관리 네트워크에 연계하는 방안을 그림으로 제시한 것이다.

영종대교와 서해대교와 같은 규모가 크고 중요한 교량에서는 전용광케이블을 설치하여 계측데이터를 송수신하고 있고, 이외에 최근에 설치된 교량 계측시스템은 대부분 상용 인터넷망을 이용한 데이터 송수신 통신시스템을 채택하고 있으며, 초창기에 설치된 계측시스템은 전화망을 통신시스템으로 활용하고 있다.

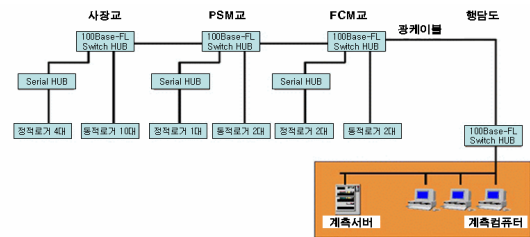


그림 2. 서해대교 계측시스템 및 통신시스템 구성도

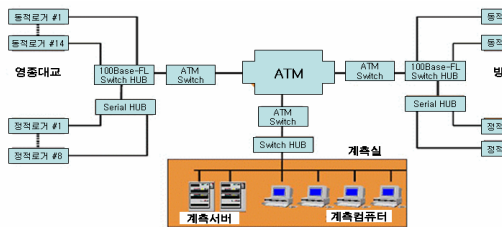


그림 3. 신공항고속도로 교량계측시스템 및 통신시스템 구성도

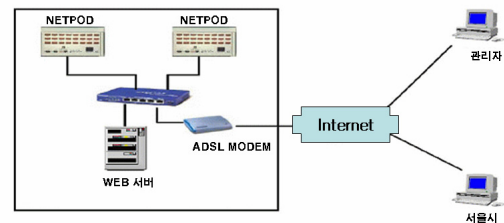
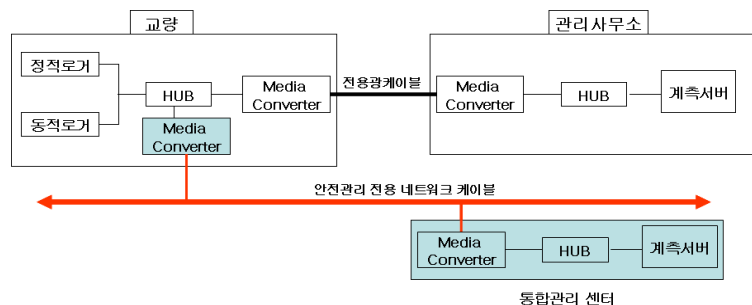


그림 4. 올림픽대교 계측시스템 및 통신시스템 구성도

그림 5(a)는 전용광케이블로 구성된 기존 계측시스템과의 연계방법을 도시한 것으로, 교량 현장에 설치된 HUB로부터 직접 안전관리 전용 네트워크에 접속하는 방식이다. 이 방법은 데이터거를 직접 제어할 수 있다는 장점이 있다. 이외에 고려 가능한 연계 방법으로는 관리사무소에 있는 계측서버에서 연계하는 방법이 있으나 이 방법은 기존 통신시스템에 이상이 발생 할 경우, 안전관리 네트워크의 통합 센터까지 계측데이터가 도달할 수 없다는 단점이 있다.

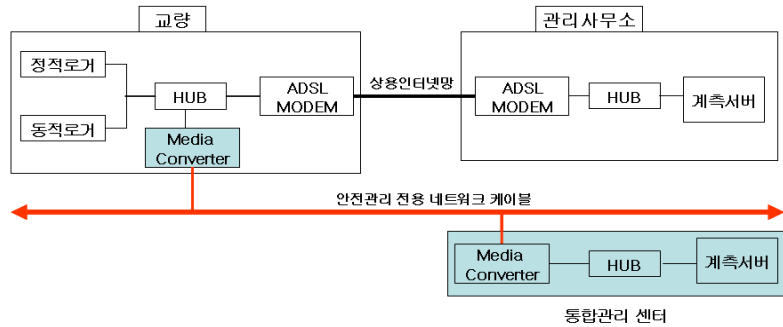


(a)전용광케이블로 구축된 계측시스템  
그림 5. 기존 계측시스템과의 연계방법(계속)

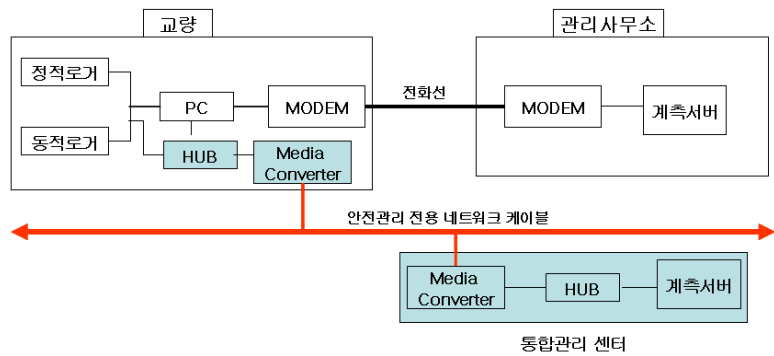
그림 5(b)는 상용 인터넷망으로 구성된 기존 계측시스템과의 연계방법을 나타낸 것이며, 전용광케이블로 구축된 계측시스템과 같은 방법으로 연계가 가능하다. 이외에 가능한 연계방법으로는 안전관리 전용 네트워크

크를 사용하지 않고, 통합관리 센터에 ADSL MODEM을 설치하여 연계하는 방법도 있으며, 이 경우에는 초기 설치비용이 적게 소요되는 대신에 지속적인 통신비 지출이 부담이 될 수 있다.

그림 5(c)는 가장 오래된 통신 방식인 전화망으로 구성된 시스템과의 연계방법을 나타낸 것이다. 이와 같은 계측시스템의 특징으로는 현장에 데이터 획득을 위한 PC가 설치되어 있으며, 전기 신호를 광신호로 변환시키는 Media Converter를 연결할 수 있는 HUB가 없다. 그러므로, 연계를 위해서는 현장에 HUB와 Media Converter를 설치하여야 한다. 전화망을 이용한 통신시스템은 계측시스템 도입 초기에 주로 사용되었던 방법으로, 데이터로거 자체도 구형인 경우가 대부분으로 HUB를 연결할 수 있는 접속단자가 없는 경우가 많다.



(b)상용인터넷망으로 구축된 계측시스템



(c)전화망으로 구축된 계측시스템

그림 5. 기존 계측시스템과의 연계방법

### 3. 결 론

본 연구에서는 효율적인 국가 주요시설물의 안전관리 네트워크 구축을 위하여 필수적인 기존 교량 계측시스템의 연계방안에 대하여 개략적으로 검토한 결과를 제시하였다. 안전관리 네트워크 구축을 위해 기존에 구축되어 있는 모니터링시스템을 활용하지 않는 것은 경제적, 효율적인 측면, 그리고 국가적 이익을 고려할 때 반드시 필요한 검토과정이라고 판단된다. 기존 계측시스템과의 연계문제는 교량 관리주체와의 충분한 협의가 필요한 사항으로 이에 대한 치밀한 사전 준비가 필요할 것으로 사료된다. 현재 관련 국가연구개발사업의 2차년도 연구를 수행중(건설교통부, 2007)에 있으며, 2차년도 연구를 수행하는 과정에서 기존 계측시스템의 연계와 관련된 연구를 수행할 계획이다.

### 감사의 글

본 연구는 건설교통부 건설기술혁신사업의 연구비 지원(과제번호: 06건설핵심B05)에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. 건설교통부 (2006), “국가주요시설물 안전관리 네트워크 시범구축 및 운영시스템 개발” 연구계획서
2. 건설교통부 (2007), “국가주요시설물 안전관리 네트워크 시범구축 및 운영시스템 개발” 1차년도 연차평가 보고서