

# 해상 장대교량의 시공중 계측 및 유지관리 시스템 구축을 위한 분석 연구

공병승\*  
\*동서대학교 토목공학과

## Analysis of New Health Monitoring System for Long Span Bridge over the Sea

BYUNG-SEUNG KONG\*

\*Department of Civil Engineering, Dongseo University, Busan, Korea

**KEY WORDS:** Bridge monitoring system under construction 시공중 교량계측시스템, Building of health monitoring based maintenance 유지관리시스템 구축, Long span bridge over the sea 해상장대교량, Measurement management 계측관리

**ABSTRACT :** *The cases of using new methods of big blocks are largely increasing on Recent large-scale bridge structures. So the accurate data of responses of bridges following environmental causes are required to be quickly recorded in order to predict. For this reason described above, the research on measuring system should be conducted for more knowledge of the details on application and stability of new methods. In this study, the new health monitoring system that can monitor the real behavior and damages of the bridge during all processes of construction is presented by analyzing cases of domestic and overseas bridge health monitoring system, and applied methods of following bridges.*

### 1. 서 론

해상에서의 장대 교량은 대부분 대블럭 구조물 건설공사로 진행되고 있다. 특히 건설 기술의 발전과 신공법이 개발됨에 따라 교량 구조물에 신공법 도입사례들이 많아지고 있다. 대표적인 형식은 케이블을 이용한 교량으로 현수교와 사장교가 있다. 이러한 케이블 교량은 복잡한 구조체로 이루어져있어, 모든 거동을 정확히 예측하기 어렵고, 시공시에는 각 시공단계에서 여러 요인으로 인한 시공상의 오차를 유발한다. 또한 신공법 도입으로 인한 시공경험이 부족하여 인력에 의한 시공관리는 한계가 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 시공중 계측시스템을 도입하여 시공단계별로 시공의 정밀도를 확인하고 시공상의 안정성을 확보를 해야 한다(최동호 등, 2006).

시공중 계측 시스템은 시공중 교량에 미칠 수 있는 외부 환경 요인과 이에 따른 교량의 응답을 계측, 감시하고 데이터 베이스화 하여 구조물의 거동과 손상을 자동적, 연속적, 객관적으로 모니터링하고 관리하는 시스템을 구축하여 과학적이며 체계적인 계측관리를 할 수 있어야 한다(박종철 등, 2004).

본 연구에서는 케이블 교량의 시공중 계측시스템을 제시하여 시공중 구조물의 안전성 및 시공정밀도를 파악, 판단지침

을 제공함과 동시에 향후 유사 교량구조물 전반에 적용하고 교량건설 후에도 계속하여 효율적인 유지관리에 이용할 수 있도록 하는데 있다.

### 2. 국내 교량계측시스템 구축현황

계측시스템의 운영에는 설계와 설치비뿐만 아니라 유지관리와 데이터 분석을 위해 많은 노력과 비용이 필요한데 사전 검토가 없었기 때문에 여러 가지 문제점이 발생된다.

국내 고속도로 및 일반국도상 교량에 시공되어 운영중인 계측시스템의 적용사례 조사로부터 현 교량계측 시스템의 문제점을 정리하면 다음과 같다(Kim and Kim, 2002).

#### 2.1 설계시 계측시스템 설치 목적 불분명

전반적으로 계측시스템의 설치 목적이 명확하게 정의되지 않은 상태로 설계에 반영되었다. 계측시스템은 일반적인 구조물의 설계와 달리 전기, 전자, 통신, 기계 등의 분야가 통합된 분야이기 때문에 설치 목적이 명확하지 않으면 계측기의 선정과 설치 위치의 선정이 어려워진다. 기존의 계측시스템의 설계에서는 대부분 계측시스템의 목적이 불분명하여 계측시스템 자체의 상세 설계가 없으며, 개념적으로만 언급되어 있는 실정이다.

교신저자 공병승: 부산시 사상구 주례2동 산69-1  
051-320-1821 kongbs@dongseo.ac.kr

2.2 계측결과와 유지관리 기여도에 대한 기술적 분석 미비

교량의 유지관리 활동은 교량의 형식이나 특성에 따라 다소의 차이가 있으므로, 유지관리 목적의 계측시스템은 목적하는 유지관리 활동에 대한 구체적인 추진 전략이나 방법에 따라 설계되어야 한다.

교량에 설치 및 운영되고 있는 대부분의 계측시스템은 교량의 거동을 실시간으로 모니터링할 수 있는 수준으로 설계는 되어 있으나 유지관리 활동을 위한 구체적인 분석방향이 제시되지 못하고 있다.

2.3 계측시스템의 유지관리 방법 또는 매뉴얼 미제시

계측시스템은 일반적인 구조물과 달리 전문적인 지식이 요구되기 때문에 효과적으로 관리하기 위해서는 점검, 보수 및 데이터 분석을 위한 구체적인 매뉴얼이 제시되어야 한다. 그러나 기존 계측시스템의 유지관리 매뉴얼은 프로그램 사용 매뉴얼 수준에 머물고 있으며, 시스템의 효율적인 관리를 위한 방안은 제시되지 못하였다. 이로 인하여 계측시스템의 유지관리는 전원의 On/Off 확인에 그치고 있다.

2.4 계측시스템 내구성명

국내 교량 유지관리 계측시스템은 실교량의 거동을 지사의 컴퓨터에서 모니터링할 수 있도록 구축되어 신호 전달 과정이 복잡하여 다양한 고장의 원인이 되고 있다. 또한 센서나 데이터로거 등 하드웨어의 내구성이 확보되지 않아 연속적인 데이터의 확보가 어렵다. 따라서 교량의 거동을 안정적으로 측정하고 기록하기 위해서는 데이터 수집과 전송체계가 단순화되어야 할 것으로 판단된다.

2.5 설치 초기 계측시스템의 잦은 고장

현재 운영중인 교량 계측시스템은 센서로부터 응답을 확인할 수 있는 컴퓨터까지 신호 전달 과정이 상당히 민감하기 때문에 고장의 빈도수가 초기에 높은 경향이 있다.

계측시스템이 설치되는 곳이 산악지역 또는 해안지역의 교량들로서 미세먼지 및 습기 등과 같은 외부 환경적인 여건이 안 좋은 곳이므로 기상조건 등에 따라서도 신호가 변할 수 있기 때문에 시스템 자체가 내구성을 가진 장비로 구성되어야 한다. 또한, 낙뢰시 시스템의 고장이 빈번하게 발생되고 있으므로 낙뢰방지장치와 같은 추가적인 장비에 대한 보완도 필요할 것으로 판단된다.

2.6 전담인력 부족으로 문제 발생시 조치 어려움

전담인력조직이 구축되지 못하여 계측시스템에 문제가 발생되었을 경우에 즉각적인 조치가 불가능하며, 전문업체에 의뢰하여 처리하는 데는 많은 시간이 소요되어 데이터 손실이 많아지고 있다.

2.7 계측 데이터의 제한적 활용

계측시스템을 통하여 획득한 데이터를 교량의 보수·보강 등 적극적인 의미의 유지관리 목적으로 활용한 사례는 전 세

계적으로도 극히 제한적인 경우밖에 없다. 이는 이러한 부분에 대한 현재의 기술수준이 확고한 위치를 확보한 것이 아니라 주로 개발 중인 단계에 있기 때문이다. 그러므로 현 기술 수준으로서 계측시스템의 활용은 육안으로 확인이 어려운 붕괴유발부재 등 주부재에 대한 상시안전 감시활동, 교량의 설계 기술 개선이나, 교량의 거동에 대한 추적조사를 통한 기술 개발에 주목적이 있다고 볼 수 있다.

3. 시공중 계측 시스템 구성

3.1 개요

시공중 계측 시스템은 관리목적, 관리항목 및 시공방법 등에 따라 다소 차이가 있으나, 일반적으로 계측에 의해 측정된 교량의 실제 거동을 시공 단계별 설계 및 구조해석치와 비교, 보정작업, 확인 계측까지 할 수 있는 단계로 구성하는 것이 합리적이다.

계측 시스템의 구성시 기본방향은 시공정밀도 검증 및 시공 안전성 파악하기 위해서 설계값과 실측값의 비교 검토를 통한 해석의 적정성 및 시공 정밀도를 파악, 안전성 확보, 시공과정의 품질관리를 할 수 있어야 하며 구조계의 거동 변화의 요인인 환경 인자를 확보함으로써 시공에 의한 거동, 외부요인의 거동 분석을 파악할 수 있어야 한다(최동호, 2006).

시공중 계측시스템의 구축단계를 Fig. 1에 나타내었다.

3.2 계측시스템 구분

제한된 시간내에 계측작업에서부터 설계 및 구조 해석치와의 비교, 보정작업, 확인계측까지의 일련의 작업을 실시하기 위해 시스템 처리를 현장의 계측관리실에서 실시할 수 있어야 한다. 크게 자동계측 시스템, 계측된 신호처리 및 정보처리 시스템, 제어 해석 시스템 및 전·후처리 시스템으로 분류할 수 있으며 이들 각 기본 시스템들은 유기적으로 연결되어 하나의 통합적인 시스템이 된다. 시공중에 사용되는 계측 시스템의 또 다른 주요 기능으로는 시공 정도 관리가 있다.

최근에 계측기기, 계측기술 및 구조해석의 발달과 아울러 구조물에 관한 여러 가지 계측 해석결과는 새롭고 많은 정량적인 정보를 제공하게 되었다. 그렇지만 이러한 계측 성과가 제공하는 정보를 유용하게 활용하기 위해서는 계측환경, 계측기기와의 계측량, 오차, 대상교량의 구조적, 시공상의 특성 분석 등을 고려한 계측계획을 확실히 해야 하며, 시공단계에 따라 계측항목별 데이터를 수집하여 즉시 시공에 따른 적용이 가

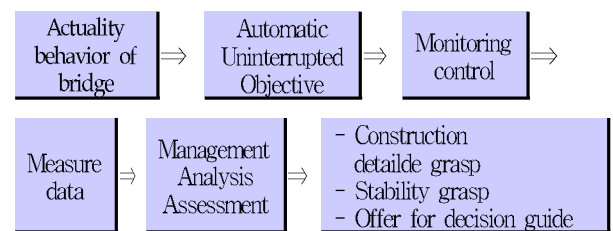


Fig. 1 Building of Measure System under Construction

**Table 1** Classification of Measure System

Division	Achievement contents	Application of process and environment
Permanante automatical measure system	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A long time measure system</li> <li>• Measure data automatic storage</li> <li>• Acquire possible whenever necessary</li> <li>• Automatic communication system</li> <li>• Data logger control possible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construction repetition of equal process</li> <li>• A source of electric power service possible</li> </ul>
Semi-auto measure system	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A short measure system</li> <li>• Measure data automatic storage</li> <li>• Field data backup possible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The occurrence of a short process</li> <li>• A source of electric power service possible</li> <li>• Measure system movement on demand</li> </ul>
Temporal measure system	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A process union field input</li> <li>• Real time data acquire use with portable measuring instrument in the field</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The occurrence of a singular process</li> <li>• Immediately data reflection necessary during construction</li> <li>• Wide measure boundary</li> </ul>

능하여야 한다. 또한 시공 중 계측센서는 공용중 계측으로 이 관되는 점을 감안하여 계측센서는 공용중 계측센서에 준하여 설치하여야 하며, 계측시스템은 적절한 계측기기를 선정 구축하여 신뢰성 있는 데이터를 수집하여야 한다. 아울러 시공환경, 시공기간 등을 감안하여 설치하며, 계측시스템은 Table 1과 같이 영구 자동계측시스템, 반자동 계측시스템, 임시계측시스템을 구축하여 시공공종에 따른 계측데이터를 실시간 수집이 가능할 수 있도록 구축하여야 한다(Kim and Kim, 2002).

**3.3 계측시스템 구성도**

케이블 교량의 시공중 계측시스템 구성은 건설중에 주요 부재를 거치 및 시공하는 동안 구조물의 기하학적 형상 및 변위를 제어하기 위하여 경사계, 변형율계, 온도계, 응력계, 가속도 계, 처짐계, 풍향풍속계 등으로 구성하였다. 또한 시공 후 유지관리 계측과 연계될 수 있도록 하였다(Maalej et al., 2002).

대표적인 케이블 교량의 시공중 계측시스템 구성에 관한 시공중 세부 계측항목 일례를 Table 2에 나타내었다(박종철 등, 2004).

시공중 계측흐름은 계측센서 설치, 계측시스템 구축, 계측 관리 수행, 결과 보고, 분석 및 대책의 순서로 진행되며, 세부 사항은 Table 3에 나타내었다.

**3.4 계측센서의 선정**

계측센서의 선정은 Table 4와 같이 계측의 목적, 계측 빈도, 기간, 데이터 전송방법 등을 검토하여 가장 적절한 기기를 선정하는 것이 중요하다.

**Table 2** Detailed Items and applications of Measurement for Cable Stayed Bridge

Member	Sensor	Data result inflection plan
Main tower foundation work	Biaxial clinometer	• Foundation slope change
	Strain	• Foundation work main part stress convergence part stress measure
	Thermometer	• Cure of temperature distribution • Temperature-strain-drying shrinkage stress analysis over concrete quality
	No stress	• Cure drying shrinkage stress, heat of hydration, temperature stress, measure off concrete structure stability
	Available stress	
Reclaiming strain		
Main tower	Biaxial clinometer	• Main tower horizonality displacement • Main tower graniting stress-pier slope analysis
	Strain	• Main tower graniting stress • Main tower graniting stress-pier slope analysis
	Thermometer	• Time-temperature analysis • Temperature-structure analysis
	The wind and velocity	• Main tower function by wind influence wind, Wind speed quality
Pier	Load	• Load
Cable	G-meter	• Cable tension grasp
	Thermometer	• Cable tension detailed elevation
Reinfor-cement	Wind	• Reinforcement face

**3.5 계측센서의 설치**

계측센서는 구조물의 변형을 감지하는 역할을 한다. 따라서 취급, 보관, 운반, 설치시 각별한 주의를 요하며 설치는 반드시 숙련된 기술자에 의해 설치하여야 한다.

계측센서 설치시 다음과 같은 사항을 고려하여야 한다.

- ① 모든 계측센서는 구조물에 가능한 손상이 없도록 설치하여야 하며 부재에 손상(용접 등) 줄 경우 부식방지 등 필요한 조치를 취한다.
- ② 센서 부착용 지그 및 볼트 등 모든 자재는 내구성 확보와 부식방지를 위하여 스테인레스 재질 자재 사용한

**Table 3** Flowchart for Measurement under Construction

Section	Contents
Measure sensor installation	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Execution step measure sensor installation</li> <li>• Measure signal cable installation</li> </ul>
Measure system construction	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Date logger installation</li> <li>• Communication equipment, computation system installation</li> </ul>
Measure Management Accomplishment	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Measure date acquisition, save, transmission</li> <li>• Date logger basic S/W operation</li> <li>• Measure result analysis and valuation</li> </ul>
Result report	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daily report, weekly report                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- measure date and result numerical value</li> <li>system disorder existence and nonexistence report</li> </ul> </li> <li>• Monthly report                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- data transformations, increase and decrease standard, position, graph table format</li> </ul> </li> <li>• On demand report</li> <li>• A quarter year and the last report                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Data was reported by measurement and presentation by ordering</li> </ul> </li> </ul>
Analysis and countermeasure	<ul style="list-style-type: none"> <li>• measure management results                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construction a step result report</li> <li>- Fixed time report (weekly, monthly)</li> <li>- Irregularity report</li> </ul> </li> </ul>

다.

- ③ 계측센서 등은 외부 영향에 의한 구조물에서 이탈이 발생치 않도록 부착한다.
- ④ 계측시스템의 모든 자재 및 케이블 관로 등은 표식을 하여 타 시설물과 구별할 수 있도록 한다.

**3.6 계측기기의 설치**

계측기기는 정적 및 동적으로 구성되며 계측센서로 전원인가 및 신호 취득을 주 목적으로 한다. 또한 취득된 계측데이터를 계측서버 컴퓨터로 전송하는 역할을 한다.

계측기기(데이터로거)시스템 구축시 고려사항은 다음과 같다.

- ① 보강형 내부 또는 주탑하부에 설치하여 계측센서와의 거리를 최소화 하여 노이즈 발생을 최대한 억제하여 안정된 데이터가 수집될 수 있도록 구축한다.
- ② 계측기기는 별도의 계측기기함을 제작하여 내장하며

**Table 4** Checking Points of Selection for Sensors

Classification	Declining examination	Examination details
Measure object	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacity detailed drawing</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establishment absence of permission break,</li> <li>• Analysis value and comparison analysis possibility the least measurement unit examination</li> </ul>
Establishment environment	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Watertightness</li> <li>• Waterproffing</li> <li>• Hard</li> <li>• Durability</li> <li>• Employment</li> <li>• temperature scope</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reclamation yes or no</li> <li>• The outside exposure</li> <li>• Yes or no examination</li> </ul>
Measure period	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durability</li> <li>• Semi permanent use possibility</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Measure sensor selection by measure a period</li> <li>• Any measure system, common under transfer of control examination</li> <li>• But, any measure system to expulsion measure result confidence security</li> </ul>
Measure frequency	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Date measurement speed</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Measure date measurement speed examination</li> <li>• Passive and dynamic measurement yes or no examination</li> </ul>
Measure system construct	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Date electrical system</li> <li>• A disaster caused by tigers examination</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Measure machinery and tools a disaster caused by tigers</li> <li>• Injury sensor form measure machinery and tools overlapping input prevention</li> </ul>

계측기기함은 진동 및 환풍기 등을 구비한다.

- ③ 각 계측기기 및 주변기기 및 케이블 배선도를 작성 비치하여 유지관리가 용이하도록 한다.
- ④ 시진장치를 설치하여 외부인에 의한 파손 및 망실을 방지한다.

**3.7 통신시스템 구축**

통신시스템은 현장에 설치되는 계측장비 및 계측관리용 컴퓨터가 원격지 또는 시공사와 데이터 송수신을 위해 구성되는 통신기기들을 칭하며 이는 계측서버의 송·수신에 따른 시스템 부하량을 최소화할 수 있으며, 안정적으로 계측데이터를 전송할 수 있는 시스템이다(Cheng and Shi, 2002).

통신기기의 용도를 Table 5에 나타내었다.

**4. 계측시스템 관리방법**

**4.1 계측관리**

모든 계측데이터의 모니터링은 네트워크에 연결된 컴퓨터

**Table 5** Communication Tools and Services

Correspondence machinery and tools	Used
Measure signal cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Information collection measure sensor</li> <li>Signal electrical</li> <li>Sensor sources of electricity confirmation</li> </ul>
Measure machinery and tools Computer interface	<ul style="list-style-type: none"> <li>Information collection and computer transmission-reception control of information collection</li> </ul>
CDMA modem	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wireless measure result electrical</li> </ul>
Internet network	<ul style="list-style-type: none"> <li>Measure result electrical by internet exclusive use measure management measure result electrical</li> </ul>
Optical communication cable	<ul style="list-style-type: none"> <li>Measure PC and information collection cable electrical</li> </ul>
PC measure management	<ul style="list-style-type: none"> <li>Measure date collection, save, electrical</li> <li>Measure result arrangement</li> </ul>
Converter	<ul style="list-style-type: none"> <li>Communication way any communication protocol change</li> </ul>

**Table 6** Management of Measuring Datas per each Sensors

Management exposure establishment	Numerical management	Tendency management
<ul style="list-style-type: none"> <li>measure result arrangement and construction</li> <li>safety factor examination</li> <li>target safety factor examination</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Numerically measure management</li> <li>- Pier inclination, main tower inclination</li> <li>- Cable tension</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Measure date transition variety measure management</li> <li>- Temperature conduct variety</li> </ul>

에 의해서 이루어진다. 모든 요소의 거동을 모니터링하고 데이터 분석을 통하여 시공 단계별 구조해석을 통해 얻어진 값들과 비교하여 이상이 있는 경우 즉시 공사를 중단하고, 대책을 수립한 다음 후속공사를 실시하도록 한다.

센서별 계측관리 방법을 Table 6에 나타내었다.

또한 이러한 계측시스템은 교량 완공 후에는 상시 교통하중, 온도 하중 및 풍하중에 의한 거동 이력을 제공함으로써 향후 교량 유지관리에 유용한 정보를 제공하게 된다.

**4.2 계측결과 활용방안**

계측관리 프로그램을 이용한 계측결과 분석은 Table 7~Table 9와 같이 풍하중, 온도하중, 지진하중 등의 입력자료를 이용하여 전반적 동적특성(Global dynamic characteristics) 및 정적영향계수(Static influence coefficients)을 평가하여 케이블 장력(Tensile force in cable), 기하형상(Geometric

**Table 7** Input Datas for Measuring Items

Measuring Item	Analysis Item	By example
Wind speed	<ul style="list-style-type: none"> <li>Main tower function</li> <li>Warm current power spectra</li> <li>Extreme Wind Speed Prediction</li> <li>The absolute value analysis ,tendency analysis</li> </ul>	
Temperature	<ul style="list-style-type: none"> <li>Time-temperature analysis</li> <li>Temperature-displacement analysis</li> <li>Temperature-cable tension analysis</li> <li>A tendency analysis</li> </ul>	
Earthquake response	<ul style="list-style-type: none"> <li>Earthquake response perception</li> <li>The absolute value</li> </ul>	

**Table 8** Analysis Datas of Measure Systems

Measuring Item	Analysis Item	By example
Passive modulus of effect	<ul style="list-style-type: none"> <li>Specification part load an operating stress on going by boat distribution change</li> <li>Deflection modulus of effect</li> </ul>	
Dynamic specific	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acceleration value in a Time domain</li> <li>Peculiaritythe number of vibrations</li> <li>A tendency analysis</li> </ul>	

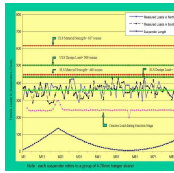
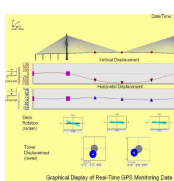
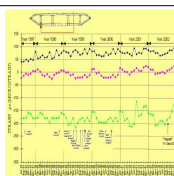
configuration), 응력분포(Strain/stress distribution) 등을 결과자료로 활용한다(Sumitro et al., 2002)

**4.3 계측관리 수행방안**

**5. 결 론**

지금까지 계측시스템 설계시 계측의 분명한 목적을 제시하지 않은 상태에서 시스템이 구축되었기 때문에 현재 시스템 자체의 효용성에 대한 문제가 제기되고 있는 실정이다. 계측된 신호패턴과 구조적인 거동에 대한 DB를 구축하여 이상신

**Table 9** Analysis Results of Measure Systems

Measuring Item	Analysis Item	By example
Cable tension	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cable tension - Time experience change</li> <li>• The absolute value analysis a tendency analysis</li> <li>• The velocity/the wind</li> <li>• Temperature - tension change</li> <li>• The absolute value analysis a tendency analysis</li> </ul>	
Geometry shape	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Main tower and armature dimensional displacement</li> <li>• Main tower moving</li> <li>• transverse/transverse intuition /plumb displacement</li> <li>• The absolute value analysis a tendency analysis</li> </ul>	
Internal stress change	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Internal stress - time experience change</li> <li>• Internal stress distribution</li> <li>• The absolute value analysis a tendency analysis</li> </ul>	

호에 대한 정확한 판단과 장기적인 변화 및 구조적인 변화의 경향을 파악할 수 있는 체계가 구축되어야 한다. 계측데이터는 데이터 자체가 의미를 가지는 것이 아니라 그 데이터를 이용하여 다양한 분석이 진행될 경우에만 의미를 가지는 것이 일반적이다.

이러한 다양한 분석을 통해 교량의 이력을 추적하고 각종 하중에 대한 실 거동을 파악하여 손상감지에까지 도달하기 위해서는 계측시스템의 설계부터 시공 및 데이터 분석까지 일련의 과정에 전문 인력과 예산이 투입될 수 있는 체계가 구축되어야 한다.

본 연구에서는 케이블 교량의 시공중 계측을 통한 시공정밀도 및 안전성 확보를 위하여 시공중 계측시스템을 구성·제시하고자 하였다. 먼저 시공중 계측시스템을 구성하기 위하여 시공중 정밀시공에 사용할 계측시스템을 기본으로 구성하였으며, 성공적인 시스템 구축을 위한 시스템 구성요소별로 그 내용을 언급하였으며, 향후 여러 형태의 케이블 교량의 시스템 구축에 참고가 되도록 제시하였다.

본 연구의 결과로 케이블 교량의 시공 및 감리 능력을 확보가 가능하며, 시공정밀도, 품질관리, 부설시공 방지 및 시공 안전도를 검토 가능하게 될 것이다. 또한 계측시스템에서 확보된 데이터를 가지고 케이블 교량의 구조적 시방서의 보완 및 설계기준에 대한 정보를 제공하고 유사교량의 시공시 기초자료 활용 및 계측결과 비교를 통하여 좀 더 안전성을 확보할 수 있게 될 것이다.

### 후 기

본 연구는 동서대학교 교내 특별연구과제의 지원으로 완성되었으며, 이에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

최동호, 유동호, 길홍배, 김동근, 김우중, 김재홍, 박종화, 신현양, 정재동, 조충영, 최은수 (2006) "[특집기사]미요교", 한국강구조학회지, 한국강구조학회, 제18권, 제1호, pp 6-49.

박종칠, 박찬민, 송필용 (2004) "계측자료를 이용한 서해대교 사장교 구간의 구조거동 평가", 대한토목학회 논문집, 대한토목학회, 제24권, 제2A호, pp 249-257.

Maalej, M., Karassaridis, A., Pantazopoulou, S. and Hatzinakos, D. (2002). "Structural health monitoring of smart structures", Smart Materials and Structural, Vol 11, No 4, pp 581-589.

Kim, S. and Kim, C. (2002). "Bridge Monitoring Systems in KOREA", Sensing Issues in Civil Structural Health Monitoring, Springer, pp 527.

Sumitro, S., Tominaga, M. and Kato, Y. (2002), "Monitoring Based Maintenance for Long Span Bridges", First International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, IABMAS 2002, Barcelona, 14-17 July.

Cheng, P. and Shi, W.J. (2002) "Large Structure Health Dynamic Monitoring Using GPS Technology", FIG 22 International Congress, Washington D.C. USA, April 19-26.

2008년 9월 29일 원고 접수

2008년 10월 9일 최종 수정본 채택