

계측기반모델에 의한 사장케이블의 장력 평가

Evaluation of Tension of Stay Cable using MBM (Measurement-based Model)

남 상 진¹⁾ 임 성 soon^{2)*}
Sang-Jin Nam Sung-Soon Yhim

Abstract

This study presents the recomposition of MBM (measurement-based model) using natural frequencies and modes from the usually measured data, and the evaluation of cable tension in service from the analysis results upon MBM of existing CSB (cable stayed bridge). The cable tension is shown to be different according to the position attached to cable and loading type. The measured cable tensions are not different distinctly according to position attached cable under dead and live loads, but larger than those under design loads. The distribution of cable tension calculated upon the MBM is similar to those of measured tension although the former is more than those of cable tension upon the design model. Considering to long-term behaviors of cable, therefore, the design of cable in CSB needs to apply the analysis results on MBM. For this purpose, future study needs lots of measured data and MBM is used to analyze the long-term behavior of cable in CSB.

Keywords : Stay cable, Measurement-based model, Usually measured monitoring, Cable tension, Tension influence factor

1. 서론

케이블지지 장대교량은 실시간 안전성을 확보하기 위하여 전산화된 계측시스템을 도입하고 있다. 장기계측시스템을 도입하는 이유는 교량의 실제거동을 정확히 파악하여 효과적으로 유지 관리하려는 시도이다. 최근 교량해석과 설계기술 및 시공기술은 비약적으로 발전하였으나 계측과 자료평가 관련연구는 미흡한 상태이다. 계측시스템은 고유진동수와 진동이력 등과 같은 동특성을 측정하며 교량의 현재 상태를 추정하고 있다. 케이블지지교량은 케이블진동이 큰 영향을 나타낸다. 케이블진동은 피로현상과 연결부의 응력집중이 반복되어 케이블이 파단될 수 있다. 케이블파단이나 기능저하는 응력의 재분배를 발생하고 교량의 건전성을 급격히 저감시킬 수 있다. 케이블의 기능유지와 교량의 안전성을 확보하기 위하여 현재 상태를 정확히 모사할 수 있는 해석모델이 필요하다. 계측자료 분석결과를 반영하여 현실적인 구조응답을

모사할 수 있도록 설계모델을 수정한 해석모델을 계측기반 모델이라고 정의한다.

1979년 Adams는 케이블의 고유진동수를 분석하여 내구성 저하범위를 연구하였고, 1996년 Faulkner는 계측한 가속도 자료를 이용하여 변위응답 추정방법을 연구하였다. 사장교 모니터링 시스템은 1980년대 후반 미국의 Bayview bridge에 처음 도입되었다. 그 후 2001년 A. A. Shama는 뉴욕의 North Grand Island 교량의 상시진동 계측자료를 활용하여 동특성을 추정할 수 있는 해석모델을 제시하였다. 즉, 계측기반모델은 2001년 이후에 소개되었다. 현재 국내는 장대교량에 모니터링 시스템을 적용하고 있으나 계측기반모델을 이용한 연구가 매우 부족한 실정이다.

본 논문은 사장 케이블의 계측기반모델을 제시하고 계측기반모델의 타당성 확인을 연구목적으로 한다. 이를 위하여 장기 계측자료를 분석하고 계측기반모델을 설정하며 계측기반모델에 대한 구조해석결과와 계측자료를 비교하였다.

1) 정회원, 서울시립대학교 토목공학과 박사과정
2) 정회원, 서울시립대학교 토목공학과 교수, 교신저자

* Corresponding author : yhimss@uos.ac.kr

• 본 논문에 대한 토의를 2014년 6월 30일까지 학회로 보내주시면 2014년 7월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

2. 사장 케이블 계측

2.1 개요

대상교량은 1990년 준공된 올림픽대교이며 On-line 안전감시시스템을 설치한 교량이다. 2004년 이후 안전감시시스템의 계측센서를 추가·설치하였고 분석프로그램도 보완하였다. 본 연구는 2009년부터 2012년까지 4년간 계측자료를 활용하였다.

올림픽대교 사장교 구간은 총 300m의 경간과 88m 높이를 가진 4개의 경사주탑으로 구성되어 있다. 케이블은 일면 Pair 케이블이 양방향으로 12개씩 콘크리트 박스 보강거더를 연결한다. 케이블 배열은 종방향으로 10m마다 설치된 방사형, 횡방향으로 일면 Pair 케이블을 이루고 있다. 한강 상류측 케이블의 강남과 강북측에 각각 6개의 장력측정 일측 가속도계가 설치되어 있다. 케이블은 저 Relaxation 평행강연선으로서 시멘트를 충전한 고밀도 폴리오칠렌 방식을 채택하고 있다.

2.2 설계장력

케이블의 설계장력은 고정하중과 활하중, 온도하중, 풍하중을 고려하였다. 안정성은 각 하중을 조합하고 허용응력 할증계수로 나눈 값을 적용한다. 케이블 안정성은 고정하중과 활하중을 조합한 경우가 가장 크게 나타났다. 최외곽 배치 케이블 CLs12와 CLn12의 안정율이 1.05와 1.03으로 허용장력에 근접하는 결과를 보였다.

케이블 위치별 허용장력의 여유치는 Fig. 2와 같다.

주탑내측에 배치된 케이블의 여유치가 크게 설계되어 있고 외측에 배치될수록 작용하중의 증가로 여유치가 감소하고 있다. 케이블 규격이 변화되는 위치에서 여유값이 커지는 결과를 나타낸다.

설계기반 케이블 장력 영향인자의 지배적 하중유형은 고정하중과 활하중, 온도하중, 풍하중의 순서로 나타났다.

내륙 대도시권에 건설된 콘크리트 사장교의 특성이 반영되어 고정하중의 영향이 지배적이다. 또한 활하중의 영향이 크고, 풍하중의 영향이 적은 결과를 나타내었다. 케이블은 위치별로 하중인자별 장력의 크기가 상이하게 나타난다. 중앙 케이블은 활하중의 영향정도가 크게 나타났으며, 온도는 내측케이블에서 크게 해석되었다.

2.3 케이블 계측장력

계측장력의 안정성 평가는 2012년 자료를 활용하고, 기존 관리기준 설정방법에 따라 안정성을 평가하였다. 안정성 평가는 계측기가 강남·강북측에 대칭 배치되어 있으므로 강남측 배치 케이블에 대하여 시행하였다. 올림픽대교의 2012년 케이블 계측 관리기준은 Table 1과 같다.

Fig. 4에 강남측 배치 케이블의 계측 장력값을 나타내었다. 주탑 내측 케이블 CLs05에서는 연중 경고값을 초과하는 계측값이 간혹 검출되었다. 최외측 배치 케이블인 CLs12는 연중 8~12월에 경고값을 초과하는 계측값이 나타나고 있다.

계측값 오류 필터링을 위하여 정규분포곡선 95%를 신뢰 구간으로 설정하여 분석하였다. 활하중과 온도하중, 풍하중

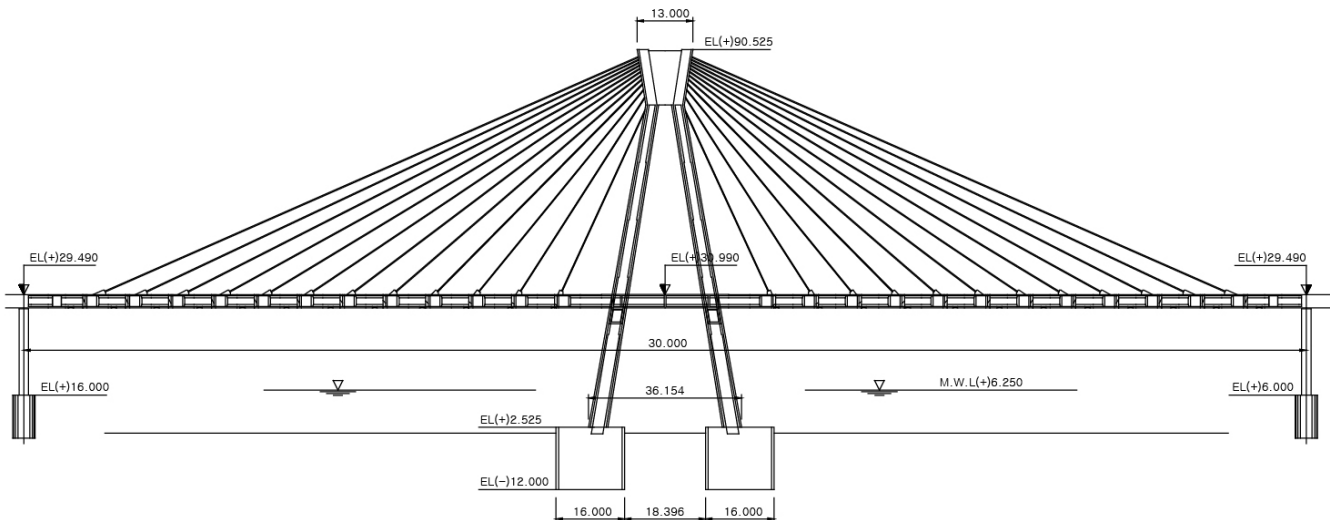


Fig. 1 General Drawings of Cable Stayed bridge

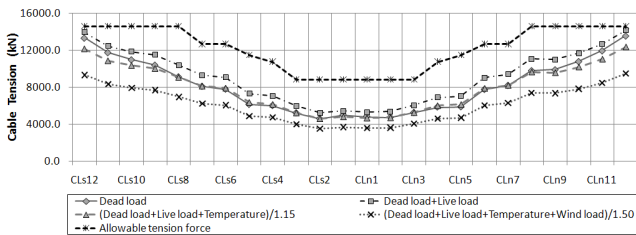


Fig. 2 Cable tension in Design Model

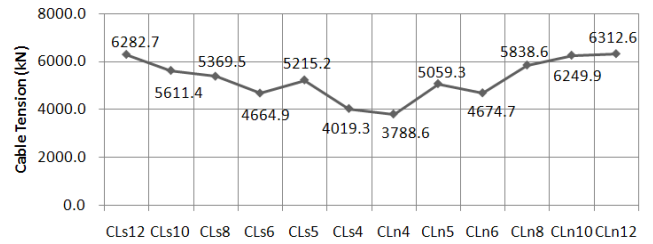


Fig. 5 Measured Cable Tension due to Dead Load

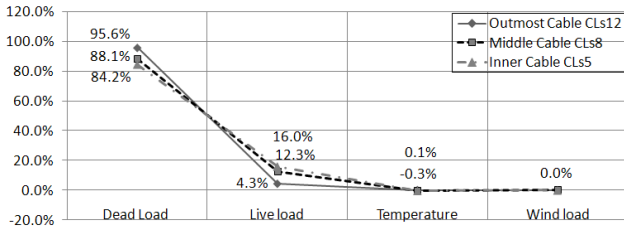


Fig. 3 Influence factor of Cable Tension

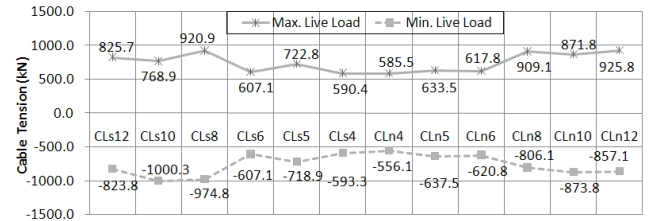


Fig. 6 Measured Cable tension due to Live Load

Table 1 Management Criteria (2012 year) (Unit : kN)

Cable Number	Allowable Tension	Average Tension	Standard Deviation	Management Criteria	
				Watching	Warning
CLs12	7297.4	6237.3	200.1	6639.3	7297.4
CLs05	5743.0	5099.6	203.0	5511.5	5743.0

2.4 계측장력 영향인자 분석

계측장력의 영향인자는 설계장력 산정시 고려된 고정하중과 활하중, 온도하중, 풍하중을 분석하였다. 고정하중은 자중과 포장 등 2차 하중으로 크리프와 건조수축의 영향을 포함한다. 고정하중에 의한 장력은 통과 교통량이 유발하는 장력의 영향을 제거한 후 새벽 시간대 계측장력 평균값을 사용했다. 계측자료로 활용하고 있는 4년 동안의 평균장력은 장력에 영향을 끼치는 온도와 바람 등의 증감과 계절적 변화에 따른 증감 등이 가감되어 제거된다. 교통량이 가장 많은 오전 8~9시 사이의 계측값은 최대 활하중의 영향으로 장력이 발생할 수 있다. 고정하중과 활하중의 영향을 제외한 값을 온도와 바람에 의하여 발생하는 장력값으로 사용하였다.

상시 계측에 의한 케이블 위치별 고정하중 장력값은 Fig. 5에 나타내었다.

고정하중에 의한 케이블 계측장력은 최외측 케이블에서 가장 큰 값을 나타내고 있으며, 주탑 내측으로 갈수록 감소된다. 내측케이블 CLs5와 CLn5는 인접 케이블보다 큰 장력값을 나타내므로 공용기간 중 케이블 응답에 영향을 끼치는 강성변화를 예측할 수 있다.

활하중의 변동폭은 최대·최소 장력값의 크기가 유사하게 계측되었으며, 남측 방향에 배치된 CLs10 케이블은 최대장력값 768.9kN과 최소장력값 -1000.3kN으로 변동폭이 크게 나타났다.

온도하중과 풍하중에 의한 계측장력은 케이블 위치별로

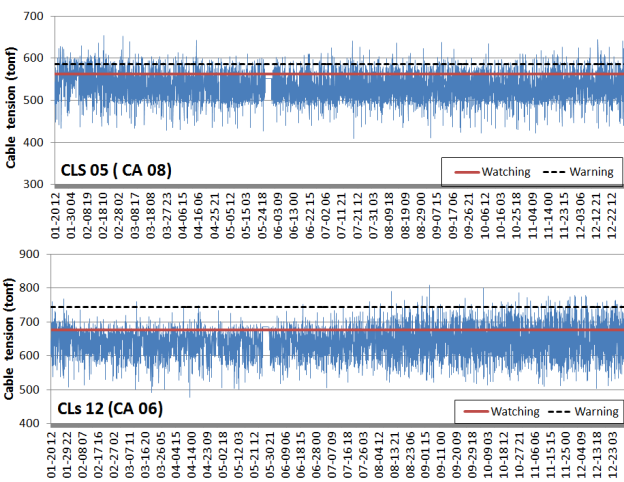


Fig. 4 Usually measured Cable tension

의 계측값을 필터링하여 변동하중 영향을 고려하면 경고값인 케이블 허용파단장력 미만으로 안정성을 확보하고 있는 것으로 나타났다.

내측 케이블 CLs05, 최외측 케이블 CLs12의 경우 연중 일부 기간에서 경고값에 근접하는 계측값이 관측되어 유지관리시 집중관리가 필요한 케이블로 나타났다.

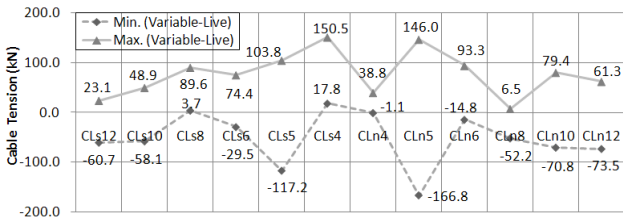


Fig. 7 Measured Cable Tension due to Temperature and Wind Load

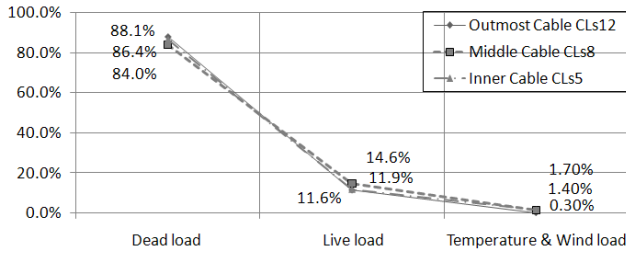


Fig. 8 Influence factor of the Usually Measuring Tension

Fig. 7에 나타내었다.

강북방향 내측케이블인 CLn5의 경우 온도하중과 풍하중 장력은 최대 146.0kN과 최소 -166.8kN의 변동폭을 나타낸다.

상시 계측에 의한 남측 배치 케이블의 위치별 하중유형에 따른 장력값을 Fig. 8에 나타내었다.

케이블 위치별로 고정하중과 활하중 등의 분포비를 편차가 비슷하게 분석되었다. 고정하중의 영향은 최외측 케이블에서 가장 큰 값이 계측되고 활하중의 영향은 중앙 케이블에서 큰 값이 나타났다. 주탑인근의 내측배치 케이블은 온도영향이 크게 나타나고 있다.

2.5 설계장력과 계측장력 비교분석

설계장력과 계측장력의 영향인자를 비교·분석하였다. 하중인자별 영향정도는 Fig. 9와 같은 분포를 나타낸다.

설계장력의 경우 고정하중 영향은 95.6~83.6%로 영향이 크고 편차도 크다. 그러나 계측장력은 장력의 변동범위가 84.0~88.1%로 약 4% 내외의 변동폭으로 편차가 적게 계측되었다.

활하중은 설계장력에서 최외측 케이블은 4.2%로 영향이 적다. 내측 케이블은 16.6%로 최외측 케이블보다 12% 정도 영향분포 비율이 증가되는 것을 알 수 있다.

계측장력은 변동범위가 10.8~14.6%로 약 4% 내외의 변동

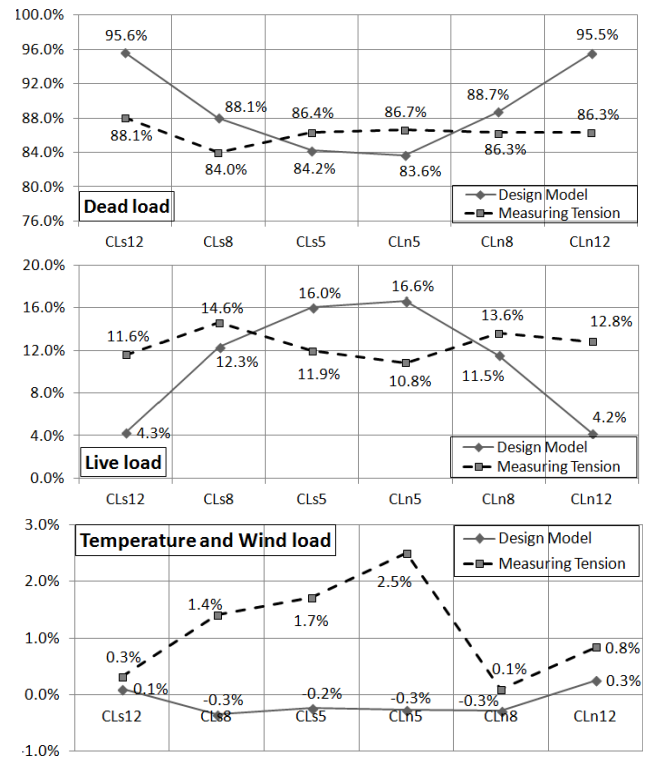


Fig. 9 Distribution of Design and Measuring Tension

폭을 나타내며 케이블 위치에 따라 유사한 영향 정도를 나타낸다.

따라서 공용중 장력분배와 변동하중에 의한 장력 증가는 공용 사장케이블에서 허용기준을 초과하는 장력이 발생 할 수 있다는 것을 의미한다.

장력 비교분석 결과 케이블 설치위치에 따른 장력값의 분포비율은 설계장력의 경우 계측장력 대비 60.2~97.8%의 분포 범위내에 있다.

3. 계측기반모델과 케이블 응답

교량은 공용 후 시간이 지남에 따라 변화하는 재료적 성질과 보수·보강에 따른 특성의 변화로 구조물의 강성을 변화시킨다. 이러한 시공이력과 유지관리 이력을 반영한 계측기반모델은 계측자료를 반영하여 고유진동수 및 고유모드를 일치시키는 이상화 과정이 필요하다. 동적 특성이 일치할 때까지 물성치를 보정하는 반복법을 이용하여 계측기반모델을 구성하였다.

3.1 계측기반모델

실제 계측자료와 차이를 보이는 설계모델을 개선하기 위하여, 2012년 상시계측자료를 바탕으로 해석모델을 개선하였다. 이때, 모델개선은 민감도분석으로 모델개선 변수를 결정하였다. 올림픽대교의 상시계측된 고유진동수와 설계모델의 고유진동수는 Table 2와 같다. 질량중심에 위치한 계측 고유진동수 산정을 위하여 상·하류 대칭위치 보강거더에 설치된 TA-1과 TA-2 센서의 계측값을 평균하였다.

연직모드는 설계모델의 고유진동수와 유사하게 계측되었고, 교축방향과 횡방향 모드는 계측값에 비해 설계모델의 해석결과가 큰 값을 나타내고 있다.

계측된 가속도 신호에 따른 주파수 영역 신호를 정규분포 함수로 도시하면 Fig. 10과 같다.

계측기반모델은 5가지 변수값을 사용하여 계측결과와 유사한 응답을 나타내도록 설계모델을 수정하였다. 5가지 변수는 보강거더와 주탑 강성, 케이블 강성, 주탑내 가로보 강성, 받침 경계조건을 사용하였다. 특히 민감도분석을 통하여 모델개선을 위한 설계변수로 선정하였다.

보강거더와 주탑, 케이블, 가로보 강성변화 10%~20%에 대한 진동응답별 민감도 분석은 Fig. 11과 같다.

연직진동 민감도는 주탑강성 변화와 보강거더 강성변화가 가장 예민하게 나타낸다. 교축방향 진동의 민감도는 주탑강성의 변화가 가장 예민하게 나타났다. 횡방향 진동은 교축방향과 유사한 경향을 나타내며, 주탑 강성변화가 민감도가 크고 나머지 다른 변수는 민감도가 작다. 케이블 강성은 케이블내 시멘트 충전을 고려하여 개선모델에서 20%의 강성증가를 고려하였다.

주탑 가로보와 양단부 교각받침의 경계조건 변수조정민감도 분석 결과는 Fig. 12에 나타내었다.

주탑 가로보의 거동을 개선모델에 반영하기 위하여 경계조건을 탄성연결로 조정된 변수를 검토하였다. 방향별 민감도가 너무 크게 나와 설계모델의 경계조건인 강체연결을 적용하였다. 양단 교각 사용받침에 따른 경계조건은 계측된 받

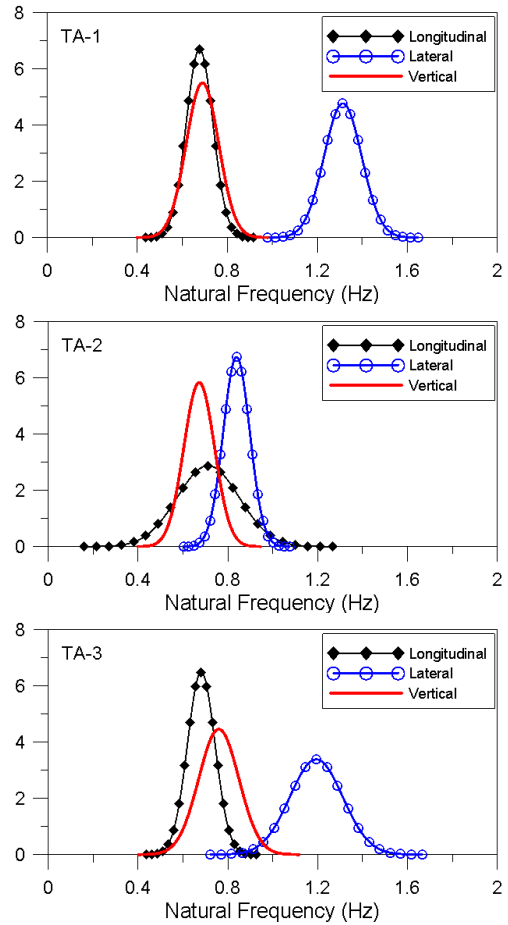


Fig. 10 Normal Distribution of Natural Frequency

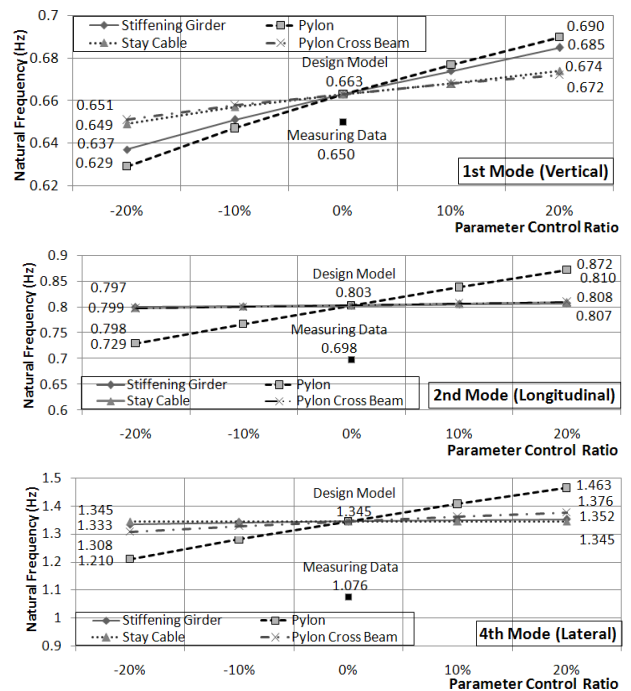


Fig. 11 Parametric Sensitivity of Vibration Response

Table 2 Natural Frequency (Hz) of Design Model and Measuring

No	Usual Measurement			Design Model	Remark
	TA_1	TA_2	Ave.		
1 st mode	0.623	0.676	0.650	0.663	Vertical
2 nd mode	0.681	0.715	0.698	0.803	Longitudinal
3 ^{ed} mode	-	-	-	0.999	Vertical
4 th mode	1.315	0.836	1.076	1.345	Lateral

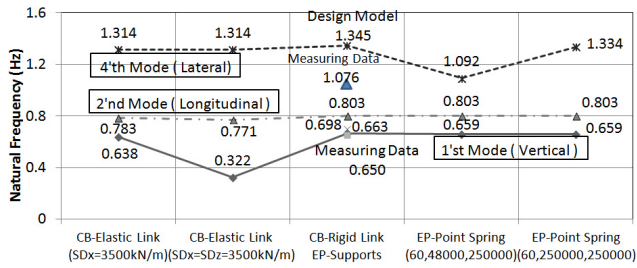


Fig. 12 Boundary Condition vs Natural Frequency

Table 3 Parametric Combination according to MBM

Stiffening Girder	Pylon	Stay Cable	Cross Beam	Boundary Condition
5% Decrease	5% Decrease	20% Increase	5% Decrease	Point Spring

Table 4 Natural Frequency (Hz) according to MBM

Mode shape	Measuring Data	Design Model	MBM	Measuring - MBM
Vertical	0.650	0.663	0.641	0.009
Longitudinal	0.698	0.803	0.783	- 0.085
Vertical	-	1.000	0.983	-
Lateral	1.076	1.345	1.084	- 0.008

침의 거동특성을 반영할 수 있도록 절점스프링으로 경계조건을 개선한 변수를 적용하였다. 해석결과, 요소강성에 교축방향 $SDx=60kN/m$, 교축직각 방향 강성 $SDy= 48,000kN/m$ 을 적용한다.

모델개선을 위한 개별변수 조합은 Table 3과 같다.

주요모드의 계측진동수와 보정된 계측기반모델의 진동수를 Table 4에 비교하였다.

교축방향 진동의 0.085Hz 차이는 일면 케이블 사강교의 연직방향과 교축직각방향 진동응답과 비교할 때 장력에 큰 영향을 주지 못한다. 따라서 계측기반모델은 공용교량의 동적특성을 잘 반영하고 있는 것으로 나타났다.

3.2 계측기반해석

계측기반모델 케이블 장력의 안정성은 고정하중과 활하중을 조합한 경우가 가장 큰 값을 나타낸다.

케이블 위치별 허용장력의 여유치는 Fig. 13과 같다.

계측기반모델 장력은 고정하중과 활하중, 온도하중, 풍하중의 순서로 지배적인 영향을 나타낸다. 하중유형별 남측배치 케이블의 영향인자는 Fig. 14와 같다.

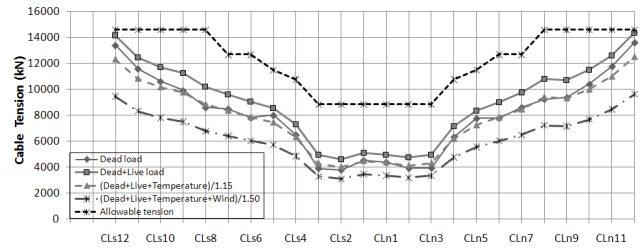


Fig. 13 Cable Tension in MBM

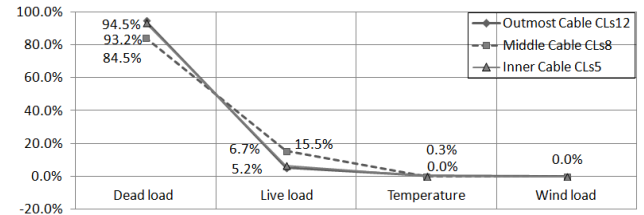


Fig. 14 Influence Factor of the MBM

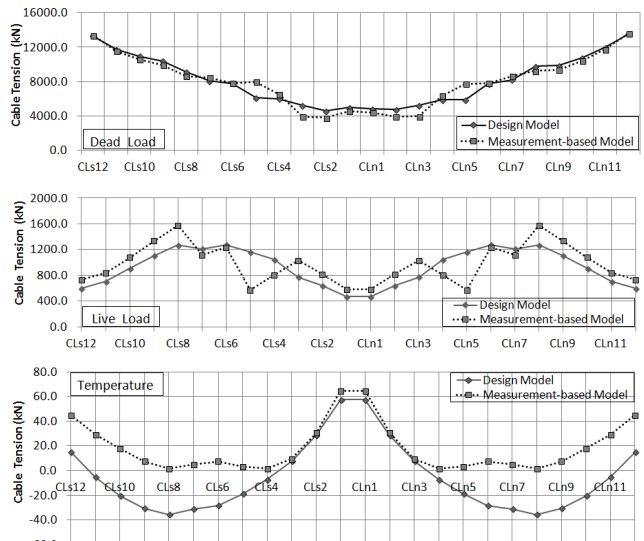


Fig. 15 Cable Tension in Design Model and MBM

영향정도는 최대 활하중 재하시 최외측 케이블 CLs12는 고정하중의 영향이 94.5%, 활하중 5.2%, 온도하중과 풍하중이 0.3%, 0.0%로 해석되었다. 경간중앙 배치 케이블 CLs8은 고정하중의 영향이 84.5%, 활하중 15.5%, 온도하중 0.0%, 풍하중이 0.0%이다. 내측배치 케이블 CLs5은 고정하중 93.2%, 활하중 6.7%, 온도하중 0.0%, 풍하중이 0.0%로 나타났다.

설계모델과 계측기반모델 장력을 비교하여 Fig. 15에 나타내었다.

고정하중의 해석결과, 주탑 인접케이블 CLs1~CLs3, CLn1~CLn3에서는 계측기반모델 장력값이 설계장력보다 75~90% 정도

장력감소를 나타낸다. 내측 케이블 CLs5, CLn5는 130% 내외의 장력 증가를 나타낸다.

활하중은 주탑 인접 케이블에서 계측기반모델 장력이 설계장력값 대비 123~133% 내외의 장력 증가를 나타낸다. 또한 외측 케이블 CLs8~CLs12, CLn8~CLn12도 120% 내외의 장력 증가를 나타내고 있다. 특히 내측 케이블 CLs5, CLn5는 계측기반모델 장력이 설계장력과 비교하여 49% 수준의 장력값으로 분석되었다. 온도하중에 의한 장력은 주탑 인접케이블의 경우 주탑 가로보와 보강형이 강결되고, 케이블의 길이가 짧아 온도영향의 변동폭이 크게 해석되었다.

3.3 계측장력과 계측기반해석 장력 비교분석

계측장력과 계측기반모델 장력의 영향인자를 비교하여 하중별 분포비율을 Fig. 16에 나타내었다.

계측기반모델 장력의 경우 고정하중의 영향은 최외측 케이블 CLs12는 94.5%로 영향이 큰 것으로 분석되었다. 중앙케이블인 CLs8의 경우 84.5%로 최외측 케이블 보다 10% 정도 영향비율이 감소되는 것으로 나타났다. 상시 계측장력의 경우는 고정하중에 의한 장력의 변동범위가 84.2~88.1%로 약 4% 내외의 변동폭을 나타낸다.

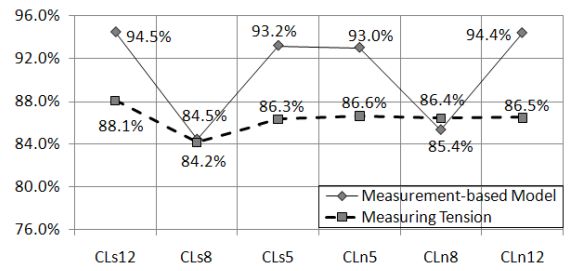
활하중의 영향은 계측기반모델 장력의 경우 변동범위가 5.1~15.5%로 10% 내외의 변동폭을 나타냈다. 상시 계측장력의 경우는 장력의 변동범위가 10.9~14.4%로 약 3% 내외의 변동폭을 나타내었다.

장력 비교분석 결과 케이블 설치위치에 따른 장력값의 분포비율은 계측기반해석 장력은 계측장력 대비 71.0~99.3%의 장력 범주를 나타내었다.

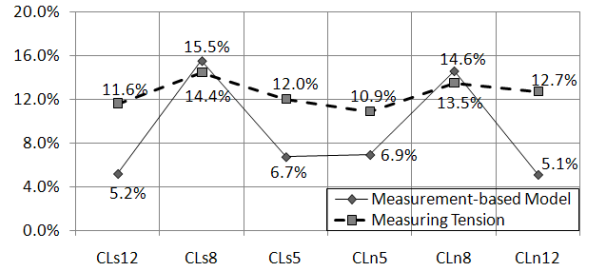
설계장력과 계측장력, 계측기반모델 장력의 고정하중과 활하중, 온도 및 풍하중의 비교는 Fig. 17과 같다.

케이블 위치별 장력의 크기는 계측기반해석 장력이 설계장력과 비교하여 계측장력에 더 근접하게 나타남으로써 계측기반모델의 적정성을 확인하였다. 내측케이블 CLs5와 CLn5의 경우, 계측장력값이 설계장력 보다 70% 내외로 증가되었다. 계측기반모델 장력 보다 30% 증가된 장력값이 계측되어 공용교량 내측케이블 장력증가를 반영한 설계하중을 고려할 필요가 있다.

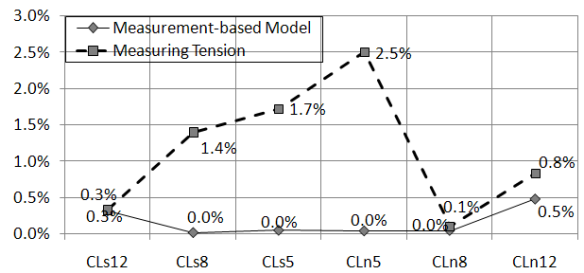
활하중을 포함한 변동하중은 중앙 배치 케이블에서 계측장력이 크게 관측되어 피로 등 케이블 유지관리가 중요할 것으로 나타났다.



(a) Distributed tension of Dead load



(b) Distributed tension of Live load



(c) Distributed tension of Temperature and Wind load

Fig. 16 Distribution of Tension in MBM and Measuring tension

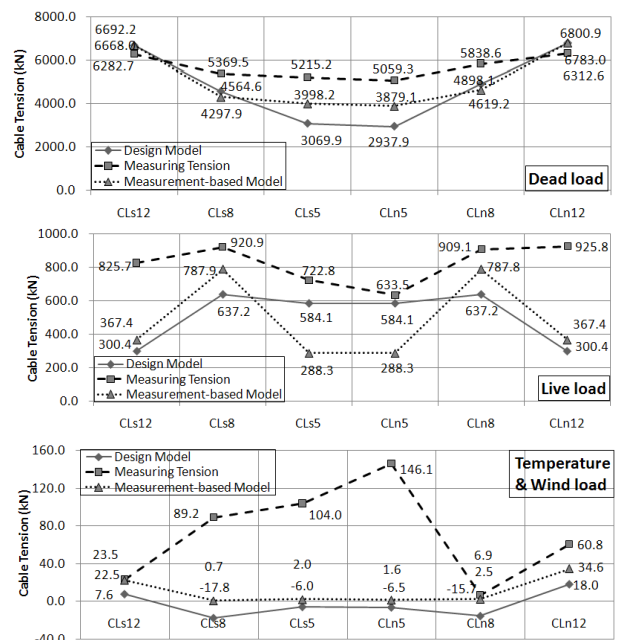


Fig. 17 Cable Tension in Design Model, Measuring and MBM

4. 결 론

본 논문은 교량의 상시계측 데이터를 반영한 계측기반 모델 구조해석을 수행하여 교량 공용상태의 사장 케이블장력 평가를 수행하였다. 연구내용에 따른 결론을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 설계장력은 고정하중과 활하중이 지배적 영향인자로 나타났다. 활하중은 중앙 케이블, 온도하중은 내측 배치 케이블에서 영향 정도가 큰 것으로 해석되었다. 따라서 케이블 설치 위치에 따라 하중유형별 영향정도가 상이함을 알 수 있다.
- (2) 케이블 상시 계측장력은 정규분포곡선 95% 신뢰구간에서 경고 관리기준치 미만으로 안정성을 확보하고 있다. 다만, 최외측 및 내측 케이블 등은 연중 일부 기간에서 경고값에 근접하는 계측값이 관측되어 집중적 유지관리가 필요한 케이블로 나타났다.
- (3) 계측장력의 영향인자는 고정하중 84.2~88.1%, 활하중 10.9~14.4%로 위치별 편차비율이 적게 발생하였다. 따라서 공용중 장력분배와 변동하중에 의한 장력 증가가 나타났음을 알 수 있다.
- (4) 상시계측값의 고유진동수 및 고유모드를 기준으로 계측기반모델을 구성하였으며, 중앙 케이블의 장력이 설계장력 보다 크게 해석되었다.

상시 계측장력과 계측기반모델의 케이블 장력 평가를 통하여 공용중 사장교 장력은 케이블 강성을 변화시키며 장력의 재분배가 발생한다. 또한 중앙케이블에서 활하중 등의 교번장력을 고려한 향후 유지관리가 필요하다. 따라서 설계시 계측기반모델 결과를 적절하게 반영하여 공용 사장 케이블

에서 안정성이 확보되어야 한다. 향후 본 연구 결과에 따른 추세분석을 보편화하여 사장교 설계시에 어떻게 반영하여야 할 것인가 하는 추가적 연구가 계속되어야 할 것이다.

References

1. Ahn, S. S. (2005), Development of Evaluation of Load carrying Capacity of Bridge due to Usual Traffic Load, KICTEP (in Korean, with English abstract).
2. Faulkner, B. C. et al. (1996), Determination of Bridge using Acceleration Data, Virginia Transportation Research Council.
3. Kim, B. H. et al. (2008), Modal Parameter Extraction of Seohae Cable-stayed Bridge : I. Mode shape. *J. of KSCE*, 28(5A), 631-639. (in Korean, with English abstract).
4. Ko, J. S. et al. (2009), The Safety Check and Cable Replacement Against Barge Collision of Cable Stayed Bridge, *J. of KSMI*, 13(4), 33-45 (in Korean, with English abstract).
5. Kong, M. S. et al. (2006), Damage Detection in Cable-Stayed Bridges Using Vibration Modes, *J. of KSMI*, KSMI, 10(6), 113-122 (in Korean, with English abstract).
6. Seoul Metropolitan Government (2010), Precision Safety Diagnosis on Olympic Grand Bridge (in Korean).
7. Seoul Metropolitan Government (2012), Complex Report on On-line Monitoring System of Safety of Bridge in Han River (in Korean).
8. Seoul Metropolitan Government (2012), Development of Evaluation for Structural Safety using Demolished Bridge (in Korean).
9. Shama, A. A. et al. (2001), Ambient vibration and seismic evaluation of a cantilever truss bridge, *Engineering Structures*.
10. Yhim, S. S. et al. (2011), Finite Element Modeling and Vibration Analysis of General Special Bridge in National Highway against Wind Load, KICT (in Korean, with English abstract).

Received : 04/14/2014
Revised : 04/28/2014
Accepted : 05/02/2014

요 지

본 연구는 교량의 상시계측자료인 고유진동수 및 고유모드를 기준으로 계측기반모델을 구성하고, 구조해석을 수행하여 교량 공용상태에서 사장케이블 장력평가를 수행하였다. 케이블 설치 위치에 따라 하중유형별 케이블 장력이 다르다는 것을 알 수 있다. 고정하중과 활하중에 의한 케이블 계측장력은 케이블 설치위치에 따라 차이가 크지 않으나 설계하중을 적용한 해석결과보다 큰 값을 나타낸다. 계측기반모델에 대한 케이블장력분포는, 설계모델에 대한 장력보다 크지만, 계측장력과 유사한 분포를 나타낸다. 그러므로 장기거동을 고려하여 사장교 케이블설계는 계측기반모델의 해석결과를 반영할 필요가 있다. 이를 위하여 많은 계측자료를 이용한 장기거동 분석연구가 요구된다.

핵심 용어 : 사장 케이블, 계측기반모델, 상시계측 모니터링, 케이블 장력, 장력 영향인자