



부분 인장형 사장교 주형의 복합 구조

조재영¹ · 노정휘¹ · 김정중²

GS 건설¹, 세종대학교 건설환경공학과²

Hybrid Deck System for Partially Earth Anchored Cable Stayed Bridges

Cho, Jae-Young¹ · Noh, Junghwi¹ · Kim, Jung Joong²

¹GS Engineering & Construction Corp., Seoul, Korea

²Department of Civil and Environmental Engineering, Sejong University, Seoul, Korea

Abstract: Partially earth anchored (PEA) can improve the structural safety and economic feasibility of multiple span cable stayed bridge (CSB). The PEA-CSB can restrain axial compressive load acting on a tower and reduce the global buckling length of a stiffened girder. For these reasons, structural members subject to axial forces can be effectively utilized and material quantity required for a steel deck can be reduced to save construction cost. In this study, the PEA system was verified for its application on a multiple span CSB. The CSB is a four-tower multi-span bridge which has a main span length of 500 m. As high tensile stress was generated at the top of the bridge decks at the mid-span between two main columns, a hybrid deck system for enhancing the bridge deck sections was proposed. While the composite sections made of concrete and steel were used near to the main columns, steel sections were used at the mid-span between two main columns.

Key Words: cable stayed bridge, partially earth anchored system, hybrid deck system

1. 서 론

경제적인 초장대 사장교를 개발하기 위해 출발한 인장형 사장교 연구는, 먼저 일반적인 자정식 사장교 (Self Anchored Cable Stayed Bridge, SA CSB)에 대한 분석으로 시작되었다. 일반적인 자정식 사장교의 축력은 주경간장이 커질수록 주탑부의 축력이 매우 커지며, 또한 보강거더의 좌굴길이가 증가함에 따라 전체 좌굴에 의한 응력 감소가 발생하여 비효율적인 구조가 된다. 부분 인장형 사장교 (Partially Earth Anchored Cable Stayed Bridge, PEA CSB)의 경우 중앙부에 인장력을 도입하여 자정식 사장교에 발생하는 압축력을 감소시킬 수 있는 개념으로, 압축력 감소에 따라 보강 거더 및 케이블의 중량을 절감할 수 있다.

따라서 위와 같은 개념을 사장교에 적용하여 인장형 사장교를 시공할 경우 예상되는 축력 분포는 아래의 그림 1과 같다. 즉 주탑부의 발생하는 과도한 압축력은 감소시키며, 중앙부에 인장력을 발생시켜 보강거더의 단면을 효율적으로 사용할 수 있는 개념이다.

본 연구에서는 이러한 압축력이 발생하는 지점에는 콘크리트와 강재의 복합주형을 사용하고 인장력이 발생하는 구간에는 강재로만 구성된 주형을 사용하는 복합구조를 제안하고 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 사장교의 거동을 해석하였다.

주요어: 사장교, 인장형 시스템, 복합주형구조

Corresponding author: Kim, Jung Joong

Department of Civil and Environmental Engineering, Sejong University, 98 Gunja-dong, Gwangjin-gu, Seoul 143-747, Korea.
 Tel: +82-2-3408-3608, Fax: +82-2-3408-4332, E-mail: jungkim@sejong.ac.kr

투고일: 2013년 10월 11일 / 수정일: 2013년 11월 1일 / 게재확정일: 2013년 11월 15일

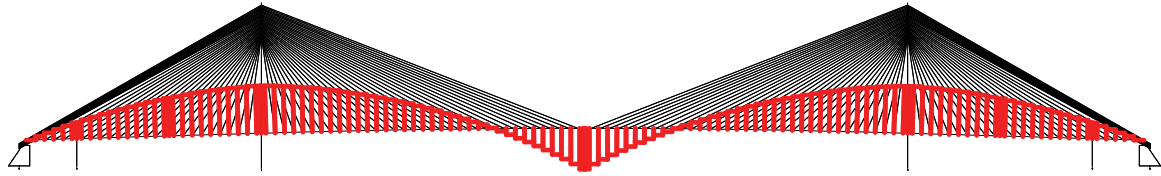


Fig. 1 Schematic Representation of Axial Force Distribution for PEA-CSB

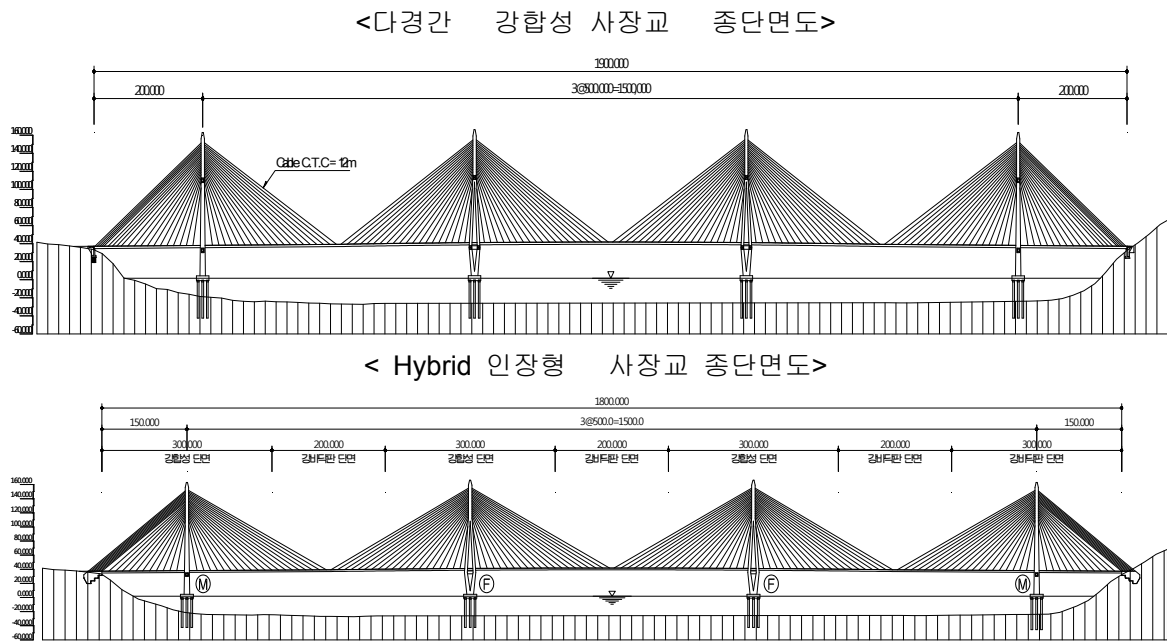


Fig. 2 Longitudinal Plan for Cable Stayed Bridges

2. 해석모형

인장형 사장교 주형의 축력분포를 고려하여 압축에 지배되는 주탑부의 경우 강재와 콘크리트의 강합성 단면을 적용하고, 인장에 지배되는 중앙 경간부에서는 강재로만 구성된 강재 단면을 적용한 합성구조를 검토하였다. 해석에 적용된 기본적인 구조물 제원은 그림 2와 같다. 강합성 단면과 강재단면을 그림 3에 보였다.

Hybrid 인장형 사장교의 경우는 그림 4와 같이 중앙부에는 강재 단면을 적용하고, 주탑부로는 강합성 단면을 적용하여 인장형 사장교에서 중앙부 인장력과 주탑부 압축력에 각각 저항할 수 있는 효과적인 단면

구성이 가능한 구조가 된다. 가설단계해석을 통한 케이블 장력의 산정이 이루어졌다. 주형의 응력분포, 안정성 검토 또한 이루어졌다.

3. 해석결과

인장 사장교의 경우 가설단계를 통하면서 경계조건 변경에 의해 인장력이 도입되는 특수한 구조물 형식이다. 그러므로, 본 연구에서는 초기치 해석 수행 후 특정 단계까지의 역해석을 실시하고 다시 정해석을 수행하여 가설단계의 영향 및 보강거더에서의 인장력의 도입의 영향을 고려하여 초기치 해석을 수행하였다. 가설단계는 그림 5와 같이 고려하였다.

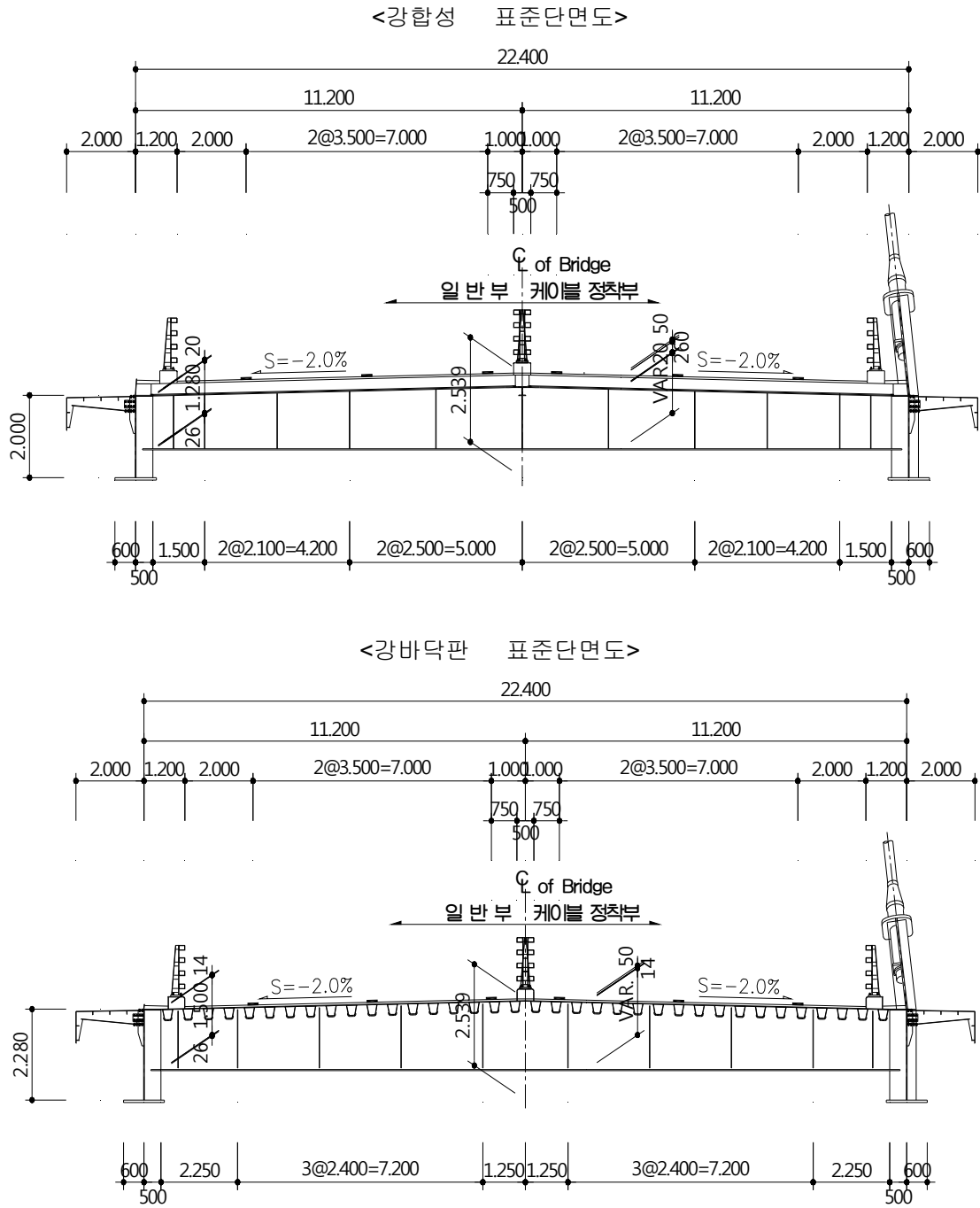


Fig. 3 Deck Sections

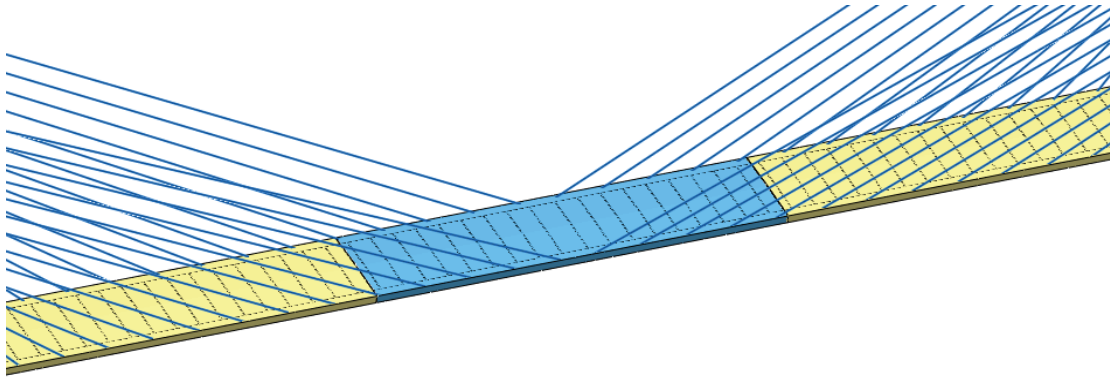
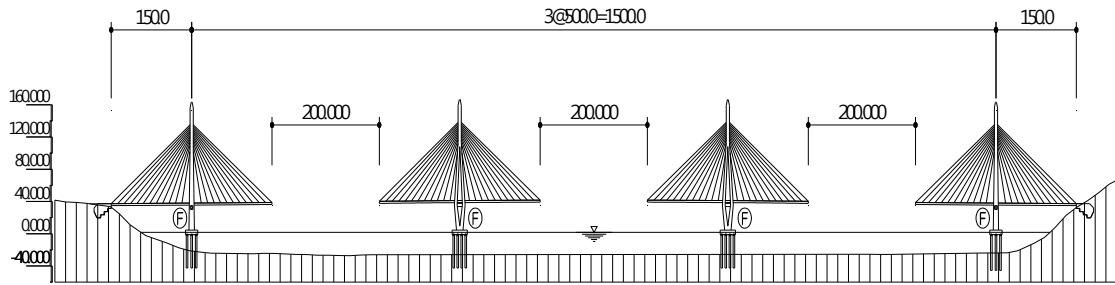
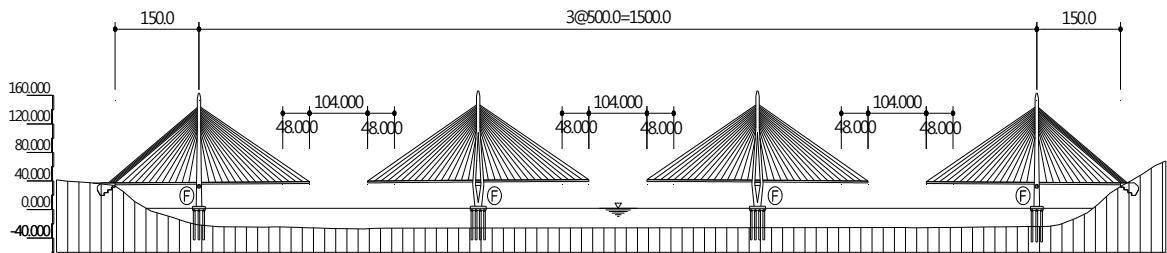


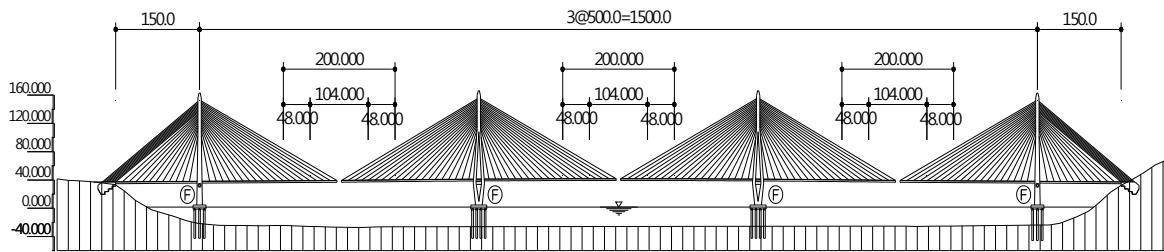
Fig. 4 Hybrid Deck Sections



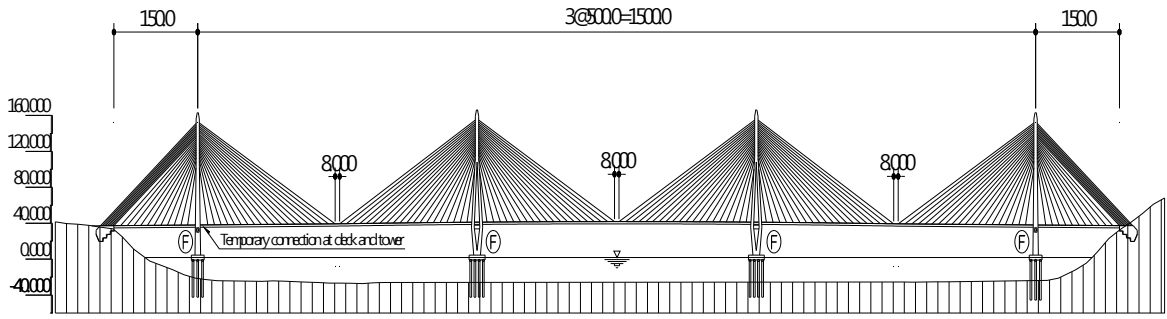
- Step 1 : 강합성 보강거더 설치 및 긴장



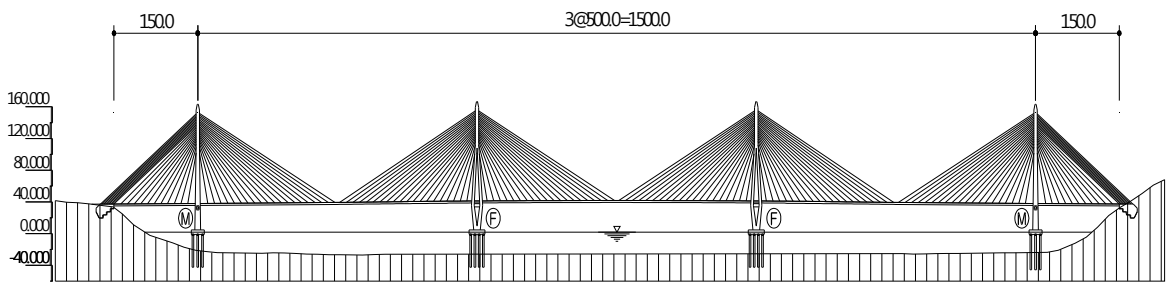
- Step 2 : 강바닥판 보강거더 Part1 설치 및 긴장



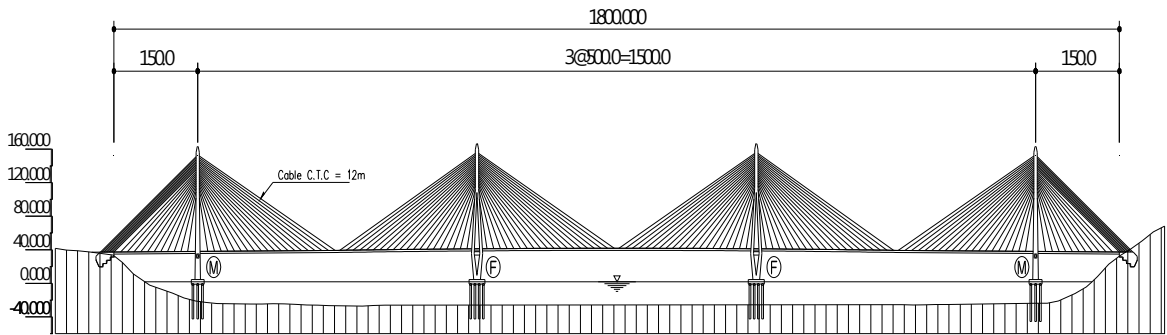
- Step 3 : 강바닥판 보강거더 Part2 설치 및 긴장



- Step 4 : Key Seg. 설치



- Step 5 : 경계조건 변경에 의한 인장력 도입



- Step 6 : 포장등 2차 고정하중 재하

Fig. 5 Construction Stages

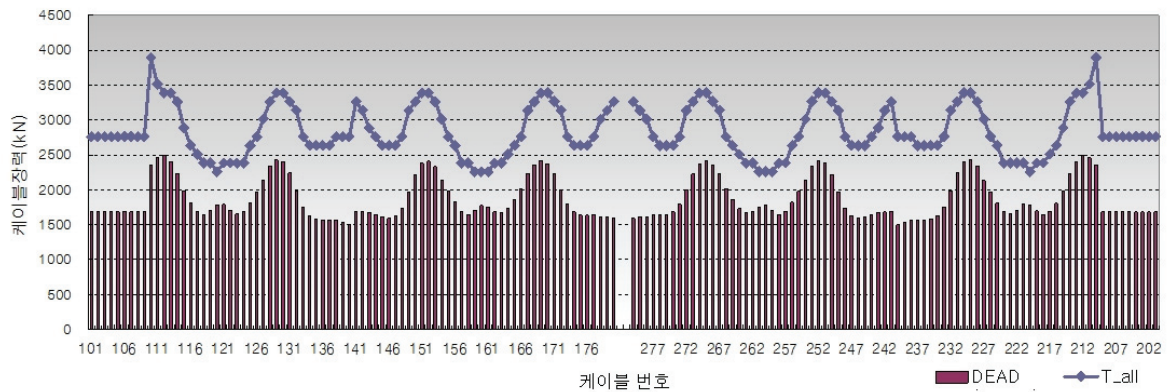


Fig. 6 Cable Forces at the Final Construction Stage

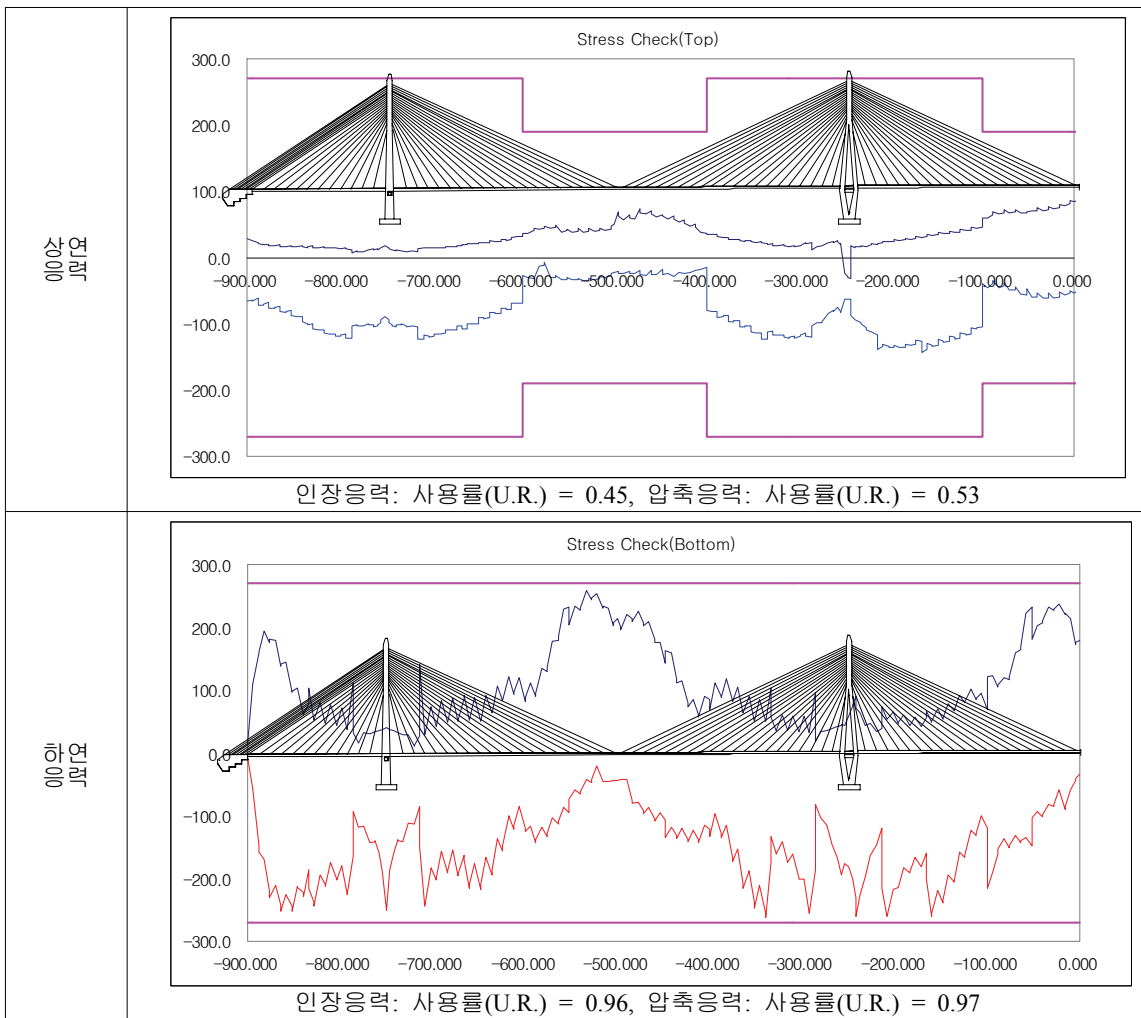


Fig. 7 Stresses in Deck

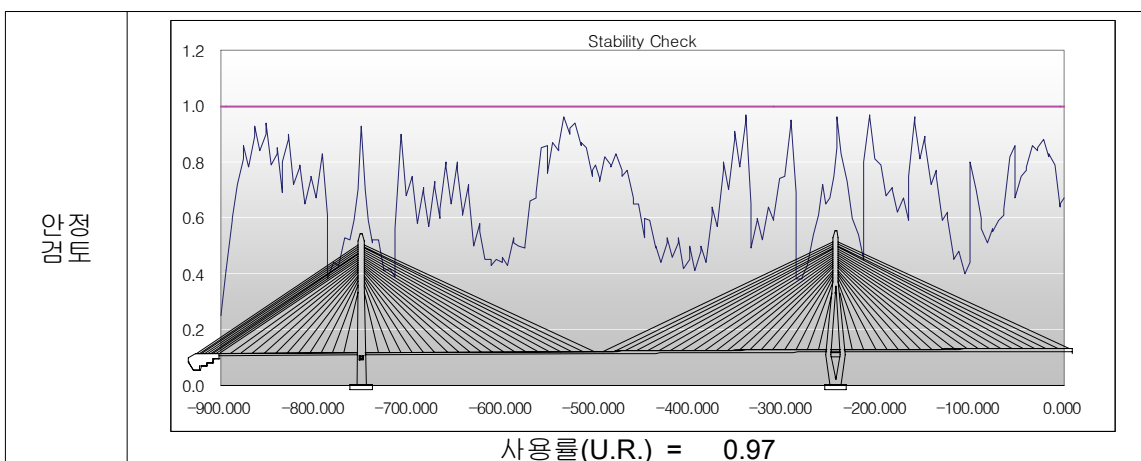


Fig. 8 Deck Stability Check

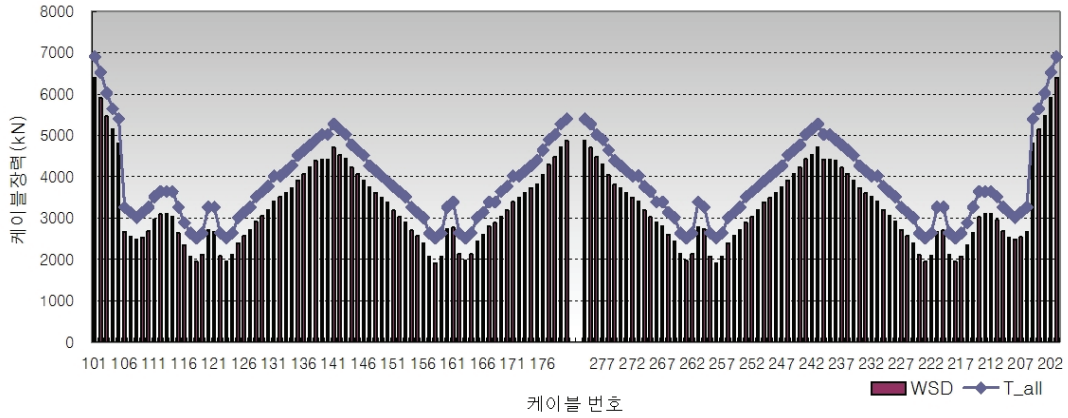


Fig. 9 Cable Forces in Service

가설단계 해석을 통한 최종단계에서의 케이블 장력은 그림 6과 같다. 그림 7에 주형 응력의 검토 결과를 보였다. 그림 8과 9에 거더 안정성과 케이블의 장력이 검토 되었다. 허용 장력대비 85%~92%의 케이블 장력이 발생하는 것으로 해석되었다.

검토 되었다. 인장형 사장교에서 Hybrid 단면의 적용은 구조효율성 및 경제성에서 만족스러운 결과를 보여주고 있으며, 다경간 중규모 인장형 사장교의 Prototype으로 적절한 것으로 판단되었다.

4. 경제적 측면

강합성 사장교 및 Hybrid 인장형 사장교에 대한 수량을 산출하면 다음과 같다. 강재 수량의 경우 강합성 사장교 대비 Hybrid 인장형 사장교는 95.7%로 중앙부에 강상판을 적용하면서도 중량을 줄일 수 있었다. 또한 콘크리트 및 케이블 물량도 각각 63.2%, 68.7%로 현격하게 감소시킬 수 있었다. 이러한 물량을 토대로 공사비를 검토하면 Hybrid 인장형 사장교는 강합성 사장교 대비 상부공에서 85.9%의 공사비로 경제성을 확보할 수 있는 것으로 검토 되었다.

5. 결 론

Hybrid 인장형 사장교의 경우 주탑부에서의 단면력을 크게 감소시킬 수 있어 강합성 구간의 경제적인 설계가 가능하고, 중앙부의 강바닥판 사용에 의한 자중감소까지 고려되어 케이블의 절감도 가능한 것으로 검토 되었다. 즉, 강재의 경우 95.7%, 케이블의 경우 68.7% 수준의 수량을 보이고 있다. 또한 강바닥판 구간에서는 프리캐스트 바닥판의 강바닥판 대체로 인하여 경제성 및 시공성도 크게 개선됨을 확인할 수 있었다. Hybrid 인장형 사장교는 강합성 사장교 대비 상부공에서 85.9%의 공사비로 경제성을 확보한 것으로

References

ARUP (2010), "LongSpanBridgeResearch".
 ARUP (2011), "LongSpanBridgeResearch-Phase2".
 Niels J. Gimsing, Christos T. Georgakis, (2012), "Cable Supported Bridge," 3rdEdition, pp. 239-265, pp. 346-351.
 DM Engineering (2011), "Design of FCM- Anchored Hybrid Cable-Stayed Bridge in New Millennium LOT1," KIABSE.
 DM Engineering (2006), "The Composite Girder Design of Busan-Geoje Fixed Link Cable Stayed Bridge," ISSS.
 DM Engineering (2003), "Analysis of Composite Cable Stayed Bridge using Program SES," IABSE.