

일선대교 - 국내 최초의 파형강판 PSC 복합교량 - 의 시공

Construction of Ilsun Bridge - The First PSC Hybrid Bridge with Corrugated Steel Webs in Korea



김광수*

Kwang-Soo Kim



정광회**

Kwang-Hoe Jung



심정욱***

Chung-Wook Sim



한정규****

Jung-Goo Han

1. 개요

일선대교는 국내 최초로 시공되는 파형강판 PSC 복합교량이며 현대건설이 맡은 선산-도개간 국도4차로 확장공사의 일환으로 건설 중에 있다. 경북 구미시 선산을 생곡리와 도개면의 낙동강을 횡단하여 연결하는 교량으로 복부에 파형강판을 적용하여 자중을 경감함으로써 일반 PSC 박스거더교에 비해서 장기간 적용이 가능하였다. 시공방법으로는 압출공법이 채택되었으며 낙동강 하천의 점용기간, 가설의 구조 및 경제적 특성, 그리고 시공성 등을 고려하여 최적 경간장 60m가 선정되었다. 또한 기존에 시공된 복부 파형강판 PSC교의 형고를 지간장과의 관계를 통하여 분석하면 일반적으로 종래 PSC 박스거더교의 상하에 위치하는 것으로 분석되었다. 이는 주형의 자중이 거의 증가하지 않으면서도 형고를 증가시켜 강재의 편심량 확보가 가능하다는 사실에 기인하는 것이며 일선대교는 형고를 3.5m로 채택하여 1/17.2의 형고비를 갖게 되고, 상행선과 하행선의 일체식 단면을 적용하여 하상 작업시간을 최소화하고, 경제성 및 시공상의 장점을 가지고 있다.

교량의 종점부 101m는 지간장 50m의 2경간 연속 FSM 교량으로 가설되었으며 ILM 구간과 FSM 구간의 표준 횡단면도는 <그림 1>과 같다.

횡단면은 일반구간 21.2m, 확폭구간 30.91m의 교폭을 갖는 3 Cell 단면으로 구성되며 횡방향 프리스트레스를 도입하게 된다. 결국 파형강판을 교량의 상부구조에 적용한 국내 최초의 사례라는 사실외에도 일선대교는 파형강판 거더교로는 교량폭과 연장에 있어서 세계 최대 규모를 기록하고 있다.

* 정회원, 현대건설 기술연구소 선임연구원

biocon@hdec.co.kr

** 정회원, 현대건설 기술연구소 주임연구원

*** 정회원, 현대건설 기술연구소 연구원

**** 정회원, 현대건설 선산-도개간 국도4차로 확장공사 현장소장

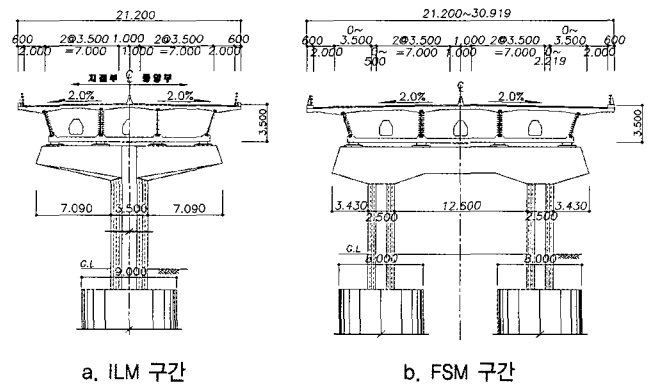


그림 1. 일선대교 표준 횡단면

2. 일선대교의 시공

2.1 지간장-형고 비

PSC 교량의 설계 및 단면 효율의 산정에 있어서 중요한 판단기준 중의 하나가 지간장과 형고의 비라고 할 수 있다. AASHTO LRFD 교량 설계기준은 세그멘탈 콘크리트 교량에 있어서 1/1,000의 처짐한계를 만족할 수 있도록 단면제원들에 대한 분석을 수행하였으며 등단면에 대하여 30:1, 변단면에 대하여 50:1을 제시하고 있다. 이와 함께 일선대교와 같은 ILM 교량에 대해서는 최대 지간장-형고의 비를 약 12:1로 제시하고 있는데 기존의 파형강판 PSC 복합교량과 일선대교를 비교하면 <그림 2>와 같다.

물론 Yahagigawa교와 Himi교 등은 사장교와 엑스트라도즈교의 형식을 채택하고 있으므로 매우 형고에 비하여 비교적 높은 지간장을 나타내고 있으며 Cognac교를 비롯한 비교적 초창기의 파형강판 PSC 복합교량은 경간장에 비하여 상대적으로 높은 형고로 시공되었다. 일선대교는 해외의 일반적인 파형강판 PSC 복합 거더교량과 비슷한 지간장-형고 비율을 나타내고 있으며 ILM에 의하여 시공할 수 있는 일반적인

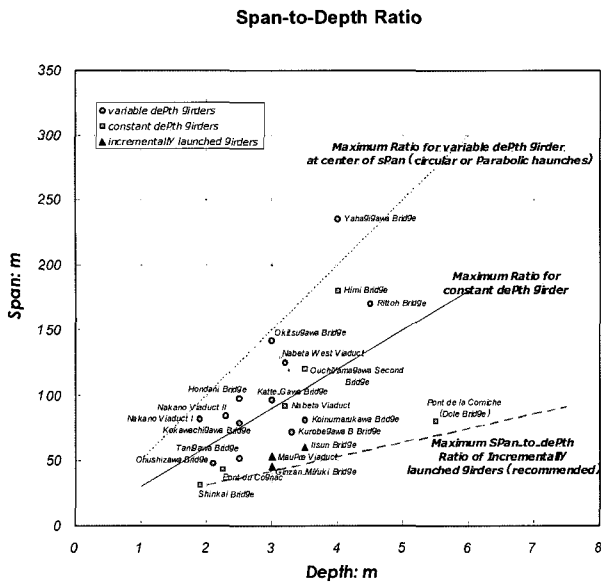


그림 2. 파형강판 PSC 복합교량의 지간장-형고 비

PSC 교량의 최대 비율을 상회하고 있어 복합교량의 채택에 따른 지간장 증대효과를 거두고 있다.

2.2 교각의 시공

일선대교의 대부분을 차지하고 있는 ILM 구간(Pier 1 ~ 12)은 T형 교각이 적용되었으며 FSM 구간인 Pier 13은 π 형 교각이 적용되었고 기초는 우물통 기초로 시공되었다. 교각의 기둥부는 유수의 영향을 최소화하는 원형단면을 바탕으로 하였지만 상부단면의 복부에 적용된 파형강판의 굴곡면과 조화될 수 있도록 정팔각형 단면으로 시공되었다. T형 교각의 코핑부는 캔틸레버 길이가 7m로서 부모멘트가 비교적 크게 발생할 수 있으므로 프리스트레스를 도입하는 구조로 설계되었다.

2.3 상부구조의 시공

일선대교의 상부구조 시공은 파형강판의 가공과 하부슬래브 철근조립, 복부 파형강판의 설치와 연결, 그리고 임시 브레이싱 설치, 하부슬래브 콘크리트 타설, 상부슬래브 철근조립, 상부슬래브 콘크리트 타설, 내부강선 긴장, 그리고 박스거더 압출의 순서로 진행된다.

파형강판의 연결은 가장 사례가 많은 현장 용접접합 방법을 채택하였는데 고장력 볼트에 의한 일면마찰접합도 가능한 것으로 평가되고 있으며 실제 사례도 보고되고 있다. 즉, 일반적인 강교에서는 복부가 축방향력을 전달하기 때문에 접합부의 부재축선에 어긋남이 생겨 일면 마찰접합을 채용하지는 않는다. 그러나 파형강판 PSC 복합교량은 복부가 축방향력을

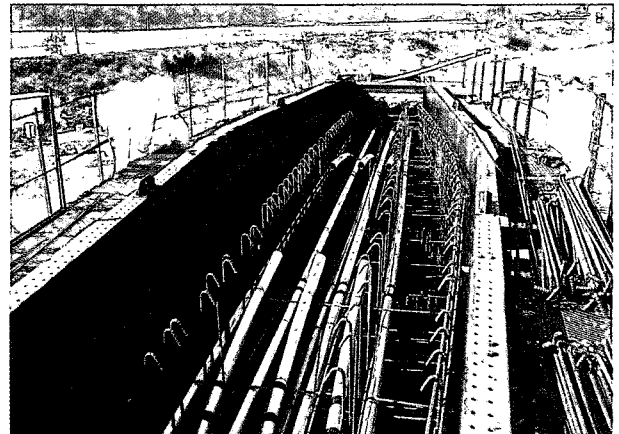
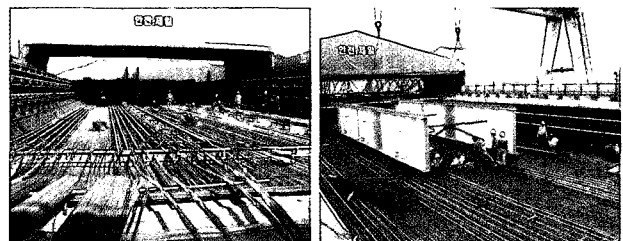
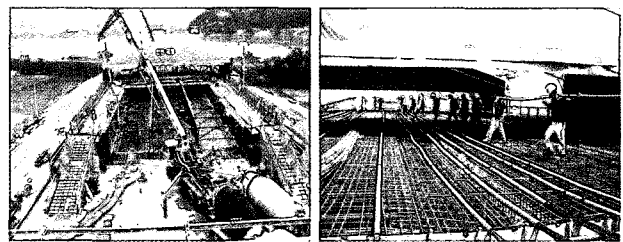


그림 3. 교각 코핑부 시공



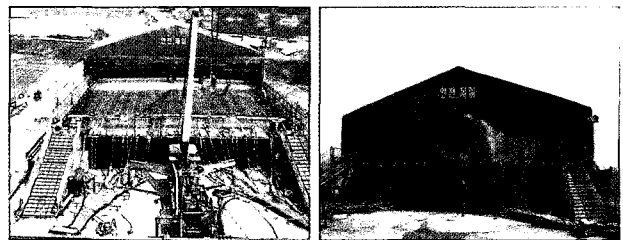
a. 하부슬래브 철근조립

b. 복부 파형강판 설치



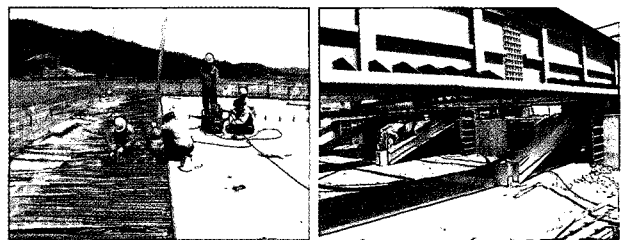
c. 하부슬래브 콘크리트 타설

d. 상부슬래브 철근조립



e. 상부 슬래브 콘크리트 타설

f. 증기 양생



g. 내부강선 긴장

h. 압출장치

그림 4. 일선대교의 상부구조 시공

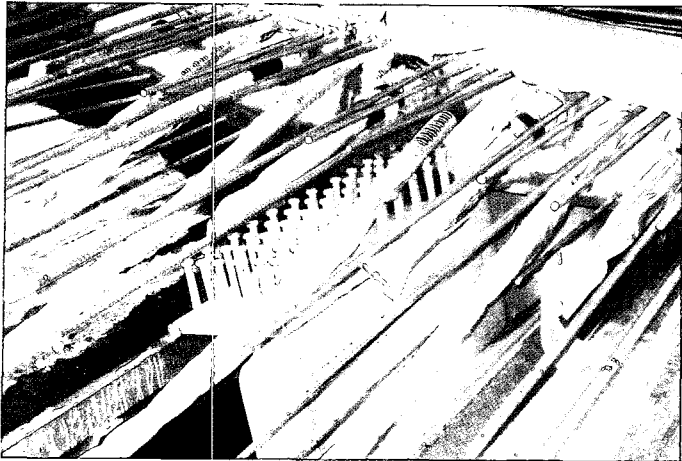


그림 5. 복부와 플랜지 접합부

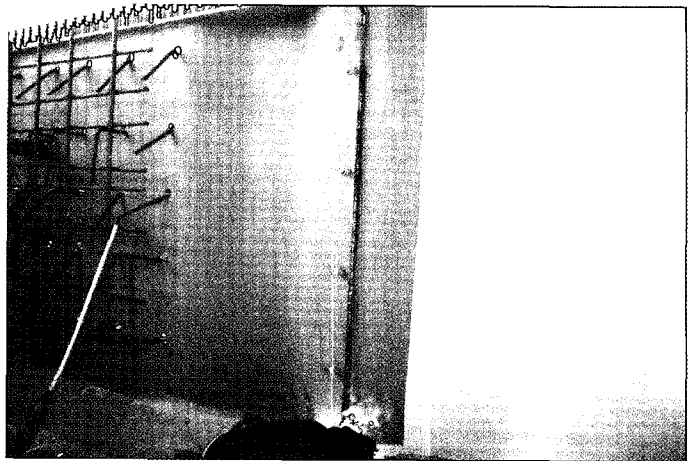


그림 6. 파형강판 연결부

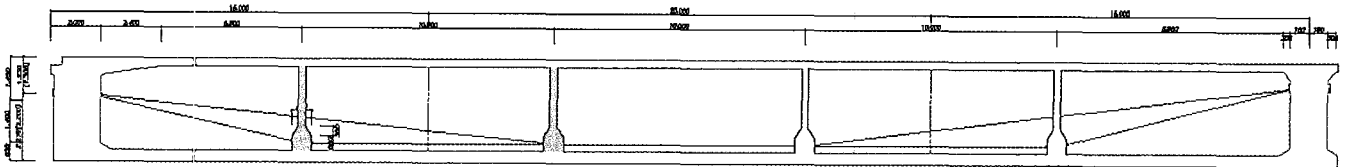


그림 7. 일선대교의 2차 텐던 배치

거의 전달하지 않는 구조이므로 적용이 가능하여 실제로 마츠노키교에서 적용된 것으로 알려져 있다.

2.4 구조 상세

일반적인 PSC 교량에 비하여 파형강판 PSC 복합교량의 설계 및 시공 과정에 있어서 고려되어야 할 사항들은 파형강판의 좌굴과 비틀림 설계, 그리고 연결부의 설계이다. 이러한 연결부는 파형강판의 연결은 물론 복부 파형강판과 플랜지의 접합부를 포함하고 있는데 특히 복부 파형강판과 콘크리트 플랜지의 접합은 교량의 구조 성능은 물론 시공성을 결정하는 중요한 요소라 할 것이다.

많은 형식의 접합방식이 고안되고 적용되었지만 매입접합, 앵글접합과 함께 스테드를 이용한 접합이 가장 대표적이다. 이와 함께 최근에는 스테드와 구멍강판 전단연결재(PBL) 등을 혼용하여 적용한 접합방식도 적용되고 있다. 일선대교에서는 국내 기준에 의하여 설계가 가능하고 그 적용사례가 가장 풍부한 스테드에 의한 접합방식을 채택하였다.

일선대교는 내부 텐던이 하부 플랜지에는 종방향으로, 상부 플랜지에는 종방향 및 횡방향으로 배치되어 있으며 압출 완료 후 외부 텐던이 배치되어 긴장력이 도입되는 구조를 갖고 있다. 이에 따라 시공중의 단면력은 내부 텐던이, 2차 사하중과 활하중은 외부 텐던이 부담하는 개념으로 설계되었다. 지점부

격벽이 이러한 외부 텐던의 정착부 역할을 하게 되며 중간 격벽이 텐던의 편향부 역할을 하게 된다.

3. 맺음말

파형강판을 지중 구조물에 적용하는 사례는 다수 있었지만 교량의 상부 구조에 적용하여 국내 최초의 파형강판 PSC 복합교량으로 시공되고 있는 일선대교는 현재 ILM 구간의 압출을 완료하고 중간 격벽을 시공 중에 있다.

복부 강판의 면외방향 강성 증가를 기대할 수 있으며 전단력에 대하여도 높은 강성을 발휘하여 보강재 설계를 간소화할 수 있는 장점이 있는 파형강판 PSC 복합교량은 프랑스에서 시작되었지만 실질적인 적용은 일본에서 비약적으로 이루어졌는데 1990년대 중반을 이후로 신카이교나 혼다니교 등이 준공됨으로써 활발하게 적용되어 오고 있다. 1993년에 준공된 신카이교는 프리캐스트 거더 공법, 1995년에 준공된 마츠노키교는 ILM, 그리고 1998년에 준공된 혼다니교는 FCM에 의하여 가설되었으며, 특히 혼다니교는 중앙 지간장이 97.202 m로서 장지간 교량에 본격적으로 적용되는 계기가 되었다.

파형강판 PSC 복합교량은 최근에는 철도교에까지 그 적용 범위를 넓히고 있으며, 교량의 구조 형식 또한 매우 다양해져서 엑스트라도즈교는 물론 사장교에까지 적용되고 있다. 복합교량은 구조형식으로 인식되던 콘크리트 구조와 강구조를

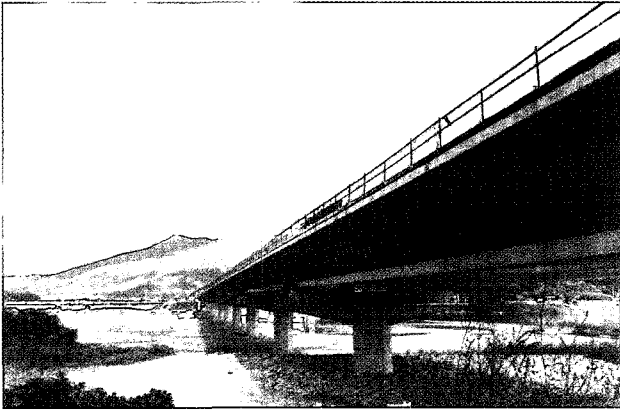


그림 8. 일선대교의 최근 시공상황

구조적 성능은 물론, 경제적 효과를 얻기 위하여 동일 단면이나 일정 구조물에 동시에 적용한 것으로 앞으로 그 효용과 적용이 급격하게 늘어날 것으로 예상되고 있다. 이러한 신형식의 구조물을 사회 기간시설물에 적용하기 위해서는 무엇보다 안전성에 대한 분명한 검증을 바탕으로 하여야 하며 관련 기준의 정비와 제정 또한 뒷받침되어야 할 것이다. 앞으로 일선대교가 이러한 국내의 복합구조 및 복합교량의 기술 발전에 하나의 계기가 될 수 있기를 기대한다. □

참고문헌

1. 김광수, 김우중, "프리스트레스트 콘크리트 교량의 발전 및 전망", 콘크리트학회지, 제16권 1호, 2004, pp.22~32.
2. 김광수, 정광희, "파형강판 복부를 갖는 프리스트레스트 콘크리트 박스거더 교량의 설계와 시공단계 해석", 전산구조공학회지, Vol.17 No.4, 2004, pp.29~34.
3. 김광수, 정광희, 심정욱, "Influence of Stiffness Ratio and Diaphragm Weight on the Negative Bending Moment of Incrementally Launched Composite Bridge", 대한토목학회 학술발표회 논문집, 2005.
4. 정철현, 김광수, 심창수, "복합구조 교량의 시공과 기술동향", 콘크리트학회지, 제17권 2호, 2005. 3.
5. 현대건설, 유신코퍼레이션, "파형강판 Web PSC 박스거더교 - 계획, 설계, 시공, 유지관리 및 기타", 현대건설, 2001.
6. 현대건설 기술연구소, "합성구조 및 복합교량 Workshop", 2003.
7. 日本土木學會, "複合構造物設計・施工指針(案)", 1997, 199pp.
8. 社團法人 プレストレストコンクリート技術協會, "複合橋設計施工規準(案)", 平成11年, 273pp.
9. 波形鋼板ウェブ合成構造委員會, "波形鋼板ウェブPC 橋 計劃マニュアル(案)", 平成10年, 95pp.

신간소개

콘크리트 교량의 유지관리(Unterhaltung von Massivbrücken)

◆ 소개

: 이 책은 독일에서 25년간 콘크리트 구조물, 특히 RC교량과 PSC교량의 보수보강업무에 종사한 저자 G. Ruffert의 경험을 토대로 교량의 전적인 유지관리를 내용으로 하고 있다. 자연발생적으로 등장한 유지관리란 그 역사가 짧은 탓으로 국내에서는 아직 공학적인 이론체계가 미흡하다고 할 수 있는데 이 책은 독일에서 오랜 기간을 걸쳐 저자의 다양한 경험과 연구사례를 집대성한 것으로 설계와 시공 실무자는 물론 감독기관과 연구원에게 참고할 만한 자료가 될 것이다.

이 책에서 저자는 유지관리기술을 손상이 인지-분석-보수보강 기술로 구분하여 각각의 손상의 원인을 규명하고 이에 따라 처방-설계-시공을 소개하는 한편 사용재료의 선택과 사용기준을 제시하고 있으며 여러 가지 보수보강공법의 상세한 활용방법과 한계를 설명하고 있다. 특히 콘크리트 손상의 원인을 구조조건(설계, 시공), 환경조건(대기, 수질, 토양오염), 사용조건(하중, 교통, 관리)에 따라 다양하게 파악하고 손상과정을 상세히 싣고 있다. 또한 이 책을 통하여 국내에는 상대적으로 덜 알려진 독일의 유지관리기법(행정, 법규, 운영체제 등)을 살펴볼 수 있는데 예컨대 유지관리업무의 종류와 긴급성의 시비나 예산배정의 순위기준 그리고 유지관리항목을 설계와 시공에 반영여부 등에 대한 논의가 있다.

• 저 자: 귄터 루헤르트(Günter Ruffert)

• 역 자: 황 학

• 출판사: 도서출판 동화기술

• 출판일: 2005년 9월 1일

• 쪽 수: 317쪽

• 가 격: 15,000원

