

장경간 강합성 특수교량 공법 소개(SCC거더)

The Construction Method for Steel Con'c Composite Bridge with Long Span



윤여송 Yeo-Song Youn
 대림씨엔에스(주) 수주영업팀 부장
 E-mail : god4078@daelimcns.co.kr



주민규 Min-Kyu Ju
 대림씨엔에스(주) 수주영업팀 과장
 E-mail : zenospy@daelimcns.co.kr

1. 머리말

최근 토목 교량구조물의 장대화 및 장경간화로 인해 다양한 시도가 이루어 지고 있다. 이중 대표적인 특징으로는 강과 콘크리트의 합성효과를 이용한 부재의 효율적 하중저항, 사업비 절감 등이며, 이를 구현하기 위하여 설계기술, 제작기술 및 현장에서의 시공능력 향상이 시도되고 있다. 나아가 국내 순수기술의 국제경쟁력을 향상시키기 위해 국내 신기술 및 특허분야의 기술개발과 이에 대한 현장적용성을 검증하여 국내 순수기술 교량구조물의 안정성 확보를 위해 노력하고 있는 실정이다.

이에 본 기술기사에서는 국내 특허기술 중 대림씨엔에스(주)에서 보유한 Steel Con'c Composite Grder(이하 SCC 거더) 공법에 대한 소개와 안정성 확보를 위한 65m 철도교의 실험결과에 대하여 기술하고자 한다.

2. 공법 소개

2.1 SCC거더의 원리

SCC거더 공법은 다음 <그림 1>과 같이 I형의 강플레이트 플랜지에 콘크리트로 충전된 소형 강상자가 합성되는 구조형식을 갖고 있다. 상부에 위치한 압축부 플랜지의 강상자 내부에는 일반 콘크리트를 충전하고 강재에 의한 구속효과를 유도하여 강성증대, 처짐과 진동 및 소음 감소, 국부좌굴과 비틀림 저항 증대를 갖도록 하였다. 하부에 위치한 인장부 플랜지의 강상자 내부에는 순환골재콘크리트, 기포콘크리트, 경량골재콘크리트 등을 충전하여 진동억제와 소음감소효과를 유도하였다. 이러한 상하부 플랜지의 강합성구조로 인해 강재사용량의 감소 및 다양한 순환자원 콘크리트의 적용에 따른 경제적 효과를 기대할 수 있다.

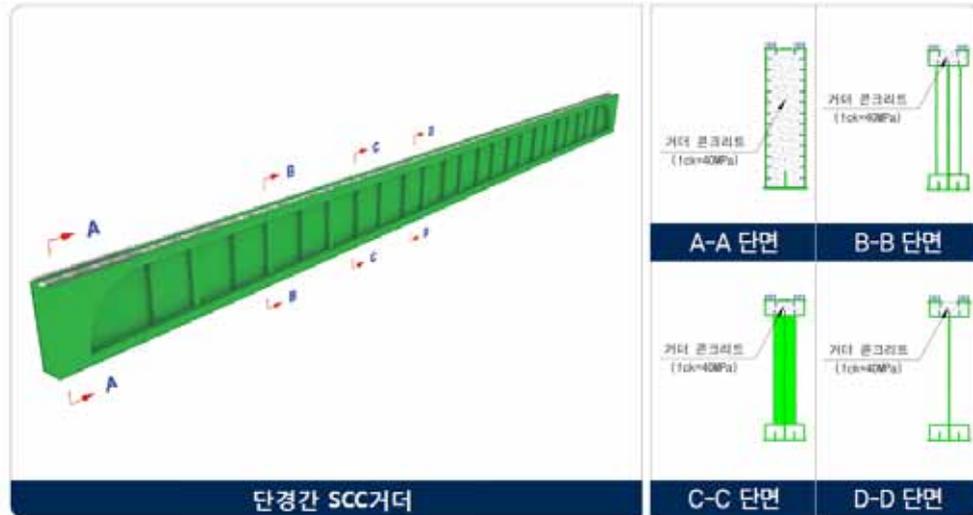


그림 1. SCC거더 단면도



그림 2. SCC거더의 시공단면

2.2 SCC거더의 특징

SCC거더는 압축부를 소형 강상형으로 구성하고 내부 콘크리트를 충전 합성하여 압축플랜지의 국부좌굴에 대한 안정성을 증가시켰다. 웹은 다수개의 각형기둥 및 수직 보강판으로 구성하여 거더의 비틀림과 복부판의 국부좌굴을 효과적으로 예방할 수 있도록 구성되어 있다. 이러한 강재와 콘크리트의 합성으로 거더 강성의 증가를 유도하였으며 나아가 치짐 및 진동감소, 순환자원을 활용한 다양한 종류의 콘크리트 사용을 통한 강재사용량 절감효과를 갖도록 하였다. 또한 외부가 강재로 둘러싸여 있으므로 내부 충전 콘크리트의 염해와 중성화

방지가 가능하며, 다음 <그림 2>와 같이 공장제작 및 거처 후 콘크리트 타설에 의해 운반 및 시공시 경량의 형태로 가설이 용이한 특징이 있다.

2.3 SCC거더의 시공순서

본 기술을 현장에 적용할 경우, 공장 제작 및 검측, 운반로 조사, 현장 지조립장 설치, 가설 높이, 기존도로 교통처리 등의 현장여건을 검토하여 시공사와 협의 후 시공계획에 따라 시공한다.



〈공장제작〉



〈운반〉



〈현장 조립〉



〈가설〉



〈콘크리트타설〉



〈시공완료〉

그림 3. SCC거더의 시공방법

3. SCC거더의 현장적용 및 성능검증

3.1 SCC거더의 현장적용

SCC거더는 좌굴, 진동 및 처짐 등의 저항에 유리한 구조이므로 주로 철도부문에 적합하여 2011년 철도시설공단 신기술 등록 이후 다음 [표 1]과 같은 시공실적을 보유하고 있으며 도로교 장경간 분야에도 설계적용중에 있다.

3.2 SCC거더의 성능검증

현재 SCC거더는 도로교, 철도교 등 다양한 분야에 활용되고 있으며, 철도교는 최장 55m의 경간장을 갖는 교량에 현장 적용된 사례를 보유중이며, 실물재하시험으로 국내 최장경간인 65m 실물실험을 진행하였다.

또한, 도로교 중 고속도로 구간의 적용을 위하여서는 2014년 개정된 강구조설계기준(한계상태설계법)으로 구조계산이 수행되어야 하는바, SCC거더 공법의 경우 강합성구조로써 적

용을 검토함에 있어 일부 조항에 대한 근거가 요구되어 실물교량 재하시험 및 단면보정 근거분석의 일환으로 복부판 전단 좌굴 시험을 실시하여 구조물의 거동을 파악하고, 안정성 및 내하력을 평가하였다.

3.2.1 실물교량 재하시험

SCC거더의 성능검증을 위해 실물교량에 재하시험을 실시하였으며, 시험대상 및 재하방법은 다음 <그림 4> 및 <그림 5>와 같다.

(1) 실험개요

- 1) 목적 : 고속도로 한계상태 설계기준 적용 성능검증 시험
- 2) 실험방법 : 실물교량 재하시험
- 3) 주관사 : 대림씨엔에스(주)
- 4) 연구기관 : 강원대학교
- 5) 실험장소 : 하동-완사 국도 건설공사 현장
- 6) 실험일시 : 17년 3월 31일

[표 1] SCC거더의 현장적용 실적

년도	발주기관	현장적용
2014	부산지방국토관리청	하동-완사1 국도건설공사(여의교, L = 42.8 + 5@63 + 42.8 = 400.6 m)
2014	한국철도시설공단	부산-울산 복선전철 5공구 (장안천교, L=3@50 = 150m)
2014	한국철도시설공단	부산-울산 복선전철 6공구 (은곡교, L = 1@50 = 50 m) (화산제1교, L = 1@50 = 50 m) (화산제1교, L = 1@45 = 45 m)
2015	한국철도시설공단	동해선 포항-삼척(후포-원남) 철도건설 10공구 (척산천교, L = 5@50 = 250 m)
2016	한국철도시설공단	부산-울산 복선전철 5공구 (좌천제1고가, L = 1@50 = 50 m)
2017	한국철도시설공단	서해선 홍성-송산 복선전철 제9공구 (발안고가, L = 1@45 = 45 m) (발안고가, L = 3@50 = 150 m) (지안고가, L = 2@45 = 90 m)
2017	한국철도시설공단	이천-충주 철도건설 제2공구 (호원2교, L = 2@50 = 100 m) (이황2교, L = 1@55 = 55 m)
2018	한국철도시설공단	서해선 홍성-송산 복선전철 제6공구 (기산고가, L = 1@45 = 45 m)
2018	한국철도시설공단	중앙선 도담-영천 복선전철 제7공구 (무릉교, L = 2@50 = 100 m)
2018	한국철도시설공단	보성-임성리 철도건설 제3공구 (향정2고가, L = 2@50 = 100 m)
2019	부산지방국토관리청	김해시 국도대체우회도로(감분교, L = 64 + 2@80 + 64 = 288.0 m)



그림 4. 여의교 실물교량 전경

7) 실물교량 제원 : 하동-완사 1공구 여의교
(42.8 + 5@63 + 42.8 = 400.6m)

용하여, 교량거더 위치별 정차 및 주행(주행속도 10 km부터 구간별 측정)을 통하여 정, 동적 재하시험을 수행하였다.

(2) 시험방법

실재하시험은 다음 그림과 같은 25.5 톤 덤프트럭 1대를 사

(3) 시험결과

시험결과 다음 [표 2]와 같이 거더를 구성하는 상부플랜지,

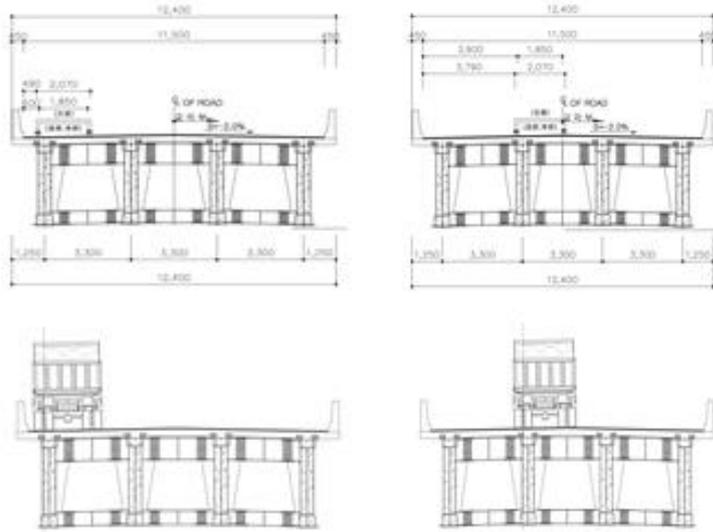


그림 5. 실물교량 재하시험 위치 및 전경

[표 2] 실물교량 내하력 평가결과

구분	허용치 (MPa)	고정하중 (MPa)	활하중 (MPa)	기본 내하율	응력 보정계수	내하력
상부플랜지	202.8	105.1	12.48	7.83	1.83	DB-24 이상
하부플랜지	215.0	74.4	54.4	2.58	1.13	DB-24 이상

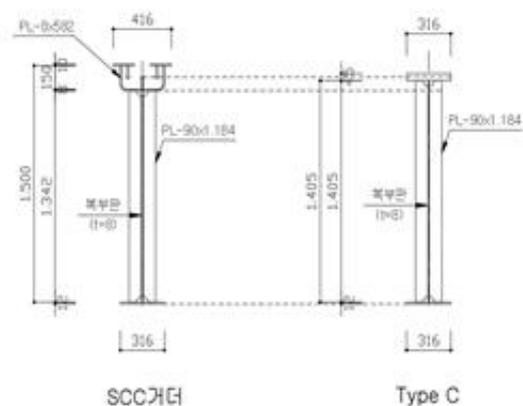
하부플랜지, 복부판의 내하력 산출결과 설계활하중 DB-24 이상의 내하력을 확보하고 있는 것으로 판단되었다. 특히, 거더별 응답비의 측정시 비재하부 거더가 재하위치의 거더에 비하여 응답비가 높은 것으로 확인되었는데, 이는 하중에 대한 거더간 횡분배가 해석보다 원활하게 이루어진 것으로 판단된다. 이는 거더의 뒤틀림과 진동에 효과적일 것으로 예상되며, 그 이유는 상하부 플랜지에 콘크리트를 충전한 SCC거더의 단면특성에 의한 결과이다.

3.2.2 복부판 전단좌굴시험

(1) 실험개요

- 1) 목적 : 고속도로 한계상태 설계기준 적용 성능검증 시험
- 2) 실험방법 : 일반플레이트 거더 및 SCC거더 단위부재 제작 후 좌굴 유도

- 3) 주관사 : 대림씨엔에스(주)
- 4) 연구기관 : 강원대학교
- 5) 실험장소 : 한양대학교 초대형구조실험동
- 6) 실험일시 : 18년 2월 23일
- 7) 실험체 제원



(2) 시험방법

시험은 모델링에 의한 좌굴해석 및 정적해석을 통한 실험 부재 단면결정, 구조해석과 동일한 조건으로 설계된 실험부재 각2개소를 제작(SCC거더 2본, 플레이트 거더 2본) 후 재하실험을 통한 파괴를 유도하였다.



SCC거더 플레이트거더
 그림 6. 복부판 전단좌굴 시험 파괴형상

(3) 시험결과

강구조 설계기준에서는 플레이트 및 복부판의 국부좌굴에 의한 파괴를 방지하기 위해 플랜지 단면비에 관한 규정이 정립되어있으나, SCC거더와 같은 합성구조 형식의 플랜지 단면비 결정에 대한 플랜지 두께와 유효깊이 등의 판단기준이 다소 불분명하여, 본 실험을 통하여 이에 대한 적합성 및 안전성을 판단하고자 하였다.

본 실험에서 SCC거더와 플레이트 거더의 부재 치수는 모두 동일하나 상부플레이트 부의 제원만 상이하어, 복부전단좌

굴 저항성능을 결정하는 주요요소는 상부플랜지임을 예측할 수 있다. 이에 재하시험 결과는 SCC거더의 좌굴하중 및 변형 저항성능이 상대적으로 높은 것으로 확인되어, SCC거더가 플레이트 거더 대비 좌굴 및 뒤틀림 강성이 우수한 것으로 예상되어 복부전단좌굴성능이 증가된 것 결과가 나타났다.

[표 4] 7 최대하중 및 변위

변수	최대하중(kN)	최대하중시 변위(mm)
SCC-1 거더	2,590	5.88
SCC-2 거더	2,760	6.72
Type C-1	2,420	6.92
Type C-2	2,006	6.77

4. 맺음말

지금까지 국내 특허기술 SCC거더 공법에 대한 소개와 안정성 확보를 위한 도로교의 실험결과에 대하여 기술하였다. 신형식/특허 거더기술이 현장에 실제 적용되기 위하여서는 실무재하시험 등 성능검증 시험을 통한 안정성 검증이 가장 확실한 방법이다.

현재 장경간 교량형식은 Arch, Truss 구조형식으로 이루어져 설계 및 시공이 이루어지고 있다. 이때 본 기술의 적용을 통해 사업비 절감 및 시공 효율의 향상 효과를 높일수 있을 것으로 기대한다.

담당 편집위원 : 김용재(강원대학교)



시공실적