

시공단계를 고려한 CFTA 거더교의 해석기법

Analytical Technique on CFTA Girder Bridge Considering Construction Sequence

박성재* 김용재** 전종수*** 박명균**** 박경훈*****

Park, Seung Jae Kim, Yong Jae Jeon, Jong-Su Park, Myoung Gyun Park, Kyung Hoon

ABSTRACT

The CFT structure is applied to newly developed CFTA girder because of improvement of ductility deformation, stiffness and internal force of structure owing to the interaction between steel tube and core concrete. CFTA girder is the structure which can reduce tensile stress due to external loads by using its arch shape and prestress force. This paper proposed constructional stage procedure and represented analytical technique considering constructional stage to investigate the safety against bridge collapse on construction and on operation.

요 약

CFTA 구조는 강재내부와 심부콘크리트 사이의 상호작용에 의한 구조물의 변형성능, 강성, 내력의 증가 때문에 새로 개발된 CFTA 거더에 적용되었다. CFTA 거더는 아치형상과 긴장력을 이용하여 외부하중에 의한 인장응력을 감소시키는 구조물이다. 본 논문은 CFTA 거더교의 제작중 및 공용중 안정성을 검토하기 위하여 시공절차를 제안하였으며, 이에 따른 시공단계해석을 수행하였다.

1. 서 론

CFTA(Concrete-Filled and Tied Steel Tubular Arch) 거더는 폐단면의 강재를 주체로 충전콘크리트를 일체화시킨 합성구조이다. CFT 구조는 강관과 충전재 사이의 상호작용에 의해 부재의 변형성능과 강성 및 내력을 증가시킬 수 있다(Nakamura et al. 2002). 이 거더는 기존의 CFT 구조를 채택하면서 추가적으로 거더에 아치 형상을 부여하고, 외부긴장재를 배치한 것으로 강재와 콘크리트 등 재료 사용의 효율성과 구조 거동의 우수성을 동시에 만족시킨 것이다. 거더의 단면특성 및 하중재하 특성이 제작단계마다 다르므로, 제작중 및 공용중 안정성을 검토하기 위하여 본 연구에서는 시공절차를 제안하였고, 이에 따른 시공 단계해석을 수행하였다.

* 정회원, (주)삼보기술단 기술연구소 팀장

** 정회원, (주)삼보기술단 기술연구소 대리

*** 정회원, (주)삼보기술단 구조사업부 대리

**** 정회원, (주)삼보기술단 구조사업부 본부장, 기술연구소 소장

***** 정회원, 한국건설기술연구원 구조연구부 연구원

2. 시공단계를 고려한 해석모델

CFTA 거더는 그림 1과 같이 아치형상의 강제 폐단면 내부에 충전콘크리트를 일정한 높이로 타설한 후, 합성거더 하단에 외부긴장재를 설치하여, 자중 및 활하중에 대한 하중지능력을 증대시킨 구조이다. 그림 2에서 보는 바와 같이 거더와 슬래브는 보요소로, 긴장재는 트러스요소로 모델링하였다. 설계교량은 3차로 폭원을 갖는 1등급의 도로교로서 교량 폭은 10.9m, 연장은 30m이다. 제작단계에 따른 거더 단면의 변화와 아치효과를 고려하여 MIDAS CIVIL을 이용하여 시공단계해석을 수행하였다. 고려된 시공단계는 강제 자중 재하, 충전 콘크리트 자중 재하, 1차 긴장력 도입 및 가지점 제거, 가로보 설치, 바닥판 타설, 바닥판 경화후 2차 긴장력 도입, 2차 고정하중 재하, 활하중 재하 순이다. 도입된 1차 긴장력은 긴장시 허용응력의 55%, 2차 긴장력은 52%이다.

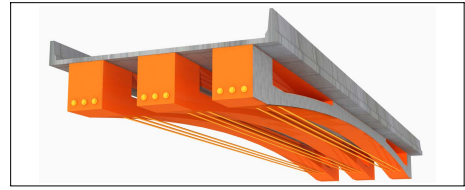


그림 1 CFTA 거더교의 입체도

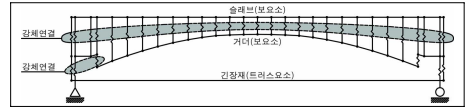


그림 2 CFTA 거더교의 해석모델

3. 시공단계에 따른 해석결과

시공단계에 따른 내측거더 중앙부 단면의 부재 응력은 아래 표 1과 같이 나타내었으며, 단면의 응력들은 모두 허용응력 이내에 있는 것으로 검토되었다. 또한 활하중에 의한 내측거더의 처짐은 28.4mm로 해석되었는데, 도로교설계기준(2008)에서 규정된 철근콘크리트 슬래브가 있는 플레이트 거더의 허용처짐인 $L^2/20,000$ ($10 < L \leq 40m$)의 허용범위 값을 나타내었다.

표 1 내측거더 중앙단면의 부재 응력

시공단계	강제거더 (MPa)				콘크리트거더 (MPa)				슬래브 (MPa)				긴장재 (MPa)		
	상연 응력	하연 응력	허용압축응력	허용인장응력	상연 응력	하연 응력	허용압축응력	허용인장응력	상연 응력	하연 응력	허용압축응력	허용인장응력	1차 긴장	2차 긴장	허용응력
강제+충전콘크리트	0.1	-0.1	-190	190	0.0	0.0	-16	3.984	1.86	-0.28	-10.8	2.6	-	-	-
1차 긴장력 도입	15.7	-48.2	-190	190	1.96	-6.60	-16	3.984	-0.35	-1.34	-10.8	2.6	764.5	-	1330
가로보 설치	15.0	-47.5	-190	190	1.86	-6.51	-16	3.984	-0.30	-1.31	-10.8	2.6	765.6	-	1330
슬래브 타설	-54.3	14.4	-190	190	-7.45	1.76	-16	3.984	-5.49	-3.38	-10.8	2.6	865.8	-	1330
2차 긴장력 도입	-6.8	-52.0	-190	190	-1.17	-7.22	-16	3.984	-4.56	-4.68	-10.8	2.6	765.7	715.6	1280
2차 고정하중 재하	-14.0	-35.0	-190	190	-2.09	-4.91	-16	3.984	-0.88	-3.12	-10.8	2.6	786.0	736.0	1280
활하중재하시	-32.1	4.8	-190	190	-4.42	0.52	-16	3.984	0.83	-0.21	-10.8	2.6	827.7	777.7	1280

4. 결 론

제안된 시공단계에 따라 30m 3주형 CFTA 거더교에 대하여 수행된 구조해석에 따르면, CFTA 거더는 사용하중 상태 하에서 단면응력이 허용응력 범위를 만족하였으며, 활하중에 의한 처짐에 대해서도 기준을 만족하였다. 현재 CFTA 거더 실험체가 제작중에 있으며, 추후 실험결과와 해석결과와의 비교검토를 통해 개발된 거더의 해석모델을 검증하고자 한다. 또한 본 연구결과를 바탕으로 설계교량의 설계 실무에 적용하고자 한다.

감사의 글

이 논문은 2009년 국토해양부 건설기술혁신사업(과제번호: 06건설핵심D14) 지원에 의해 수행되었으며, 저자들은 연구지원에 깊은 감사의 뜻을 전합니다.

참고문헌

1. Nakamura, S., Momiyama, Y., Hosaka, T. and Homma, K., "New Technologies of Steel/Concrete Composite Bridges," Journal of Constructional Steel Research, Vol.58, No.1, 2002, pp. 99-130.
2. 대한토목학회, 교량설계핵심기술연구단, "도로교설계기준 해설," 2008.