

프리캐스트 프리스트레스트 콘크리트 중공슬래브 교량의 분절거동

Behavior of Segments in Precast Prestressed Concrete Hollow Slab Bridges

이 호 준* 변 근 주** 송 하 원** 김 호 진*** 김 윤 수****
Lee, Ho Jun Byun, Kun Joo Song, Ha-Won Kim, Ho Jin Kim, Yun Soo

ABSTRACT

Precast prestressed concrete hollow slab bridge is one of segmented bridge which can be long span, so that the structural behavior of joints of adjacent segment should be evaluated by the analysis as well as experiment. In this study, small scaled beam tests were carried out to determine joint shear key shape and restraint stress by prestressing.

From the tests and the analysis, it was found that the joint key shape and the restraint stress affect the behavior of segments and the segments which has the height to the width of shear key as 1/3 possess maximum shear resistance.

1. 서론

본 연구는 프리캐스트 프리스트레스트 콘크리트 중공슬래브 교량의 장경간화를 위한 공법으로서 분절부의 구조적 거동을 분석하기 위하여 접합부 전단키의 구조해석을 수행하였으며, 축소모형시험을 통하여 접합키의 구조적 거동을 분석하였다. 접합키 축소모형 시험에서는 접합키의 형상과 구속응력의 도입 유무를 변수로 두어 접합키의 위치 및 크기에 관한 최적의 접합키를 도출하였다. 접합부에 대한 구조해석과 축소모형 시험결과 접합키의 형상 및 구속응력이 접합부의 거동에 크게 영향을 미치는 것으로 나타났으며 구속응력의 도입은 전단 저항력을 증가시키며, 돌출높이가 제한되는 중공슬래브 교량에서는 전단키의 폭에 대한 돌출높이 비가 1/3인 경우에 가장 큰 전단저항력을 갖는 것으로 나타났다.

2. 시험개요

2.1 시험개요 및 해석 재료물성값

구속응력은 그림 1과 같이 VSL ϕ 40mm PS강봉을 사용하여 긴장하였으며, 도입된 응력은 실제 교량

* 정회원, (주) 삼표 E&C 교량기술연구소 사원

** 정회원, 연세대학교 토목공학과 교수

*** 정회원, 연세대학교 토목공학과 박사과정

**** 정회원, (주)삼표E&C 교량기술연구소장

에 도입되는 응력의 약 1/4에 상당하는 응력으로 접합기 형상에 따른 거동차이를 명확히 관찰할 수 있는 응력으로 수정하여 적용하였다. 시험체 전단면에 대해 일정한 구속응력을 도입하기 위하여 2개의 PS 강봉을 대칭으로 위치시키고 60mm SS40 강판을 사용하여 시험체 단부에서 구속응력을 도입하였다. 강봉을 시험체 측면에 대칭으로 각각 배치하여 편심이 발생하지 않도록 하였으며, 유압 잭을 사용하여 두 개의 PS 강봉에 동일한 긴장력을 도입하였다. 또한 대상 구조물의 재료물성값은 표 1과 같이 접합부에 interface element를 이용하여 해석하였다.

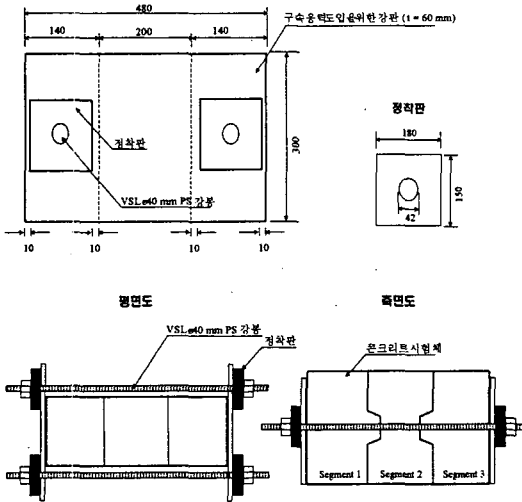


그림 1 축소모형 시험체의 구속응력 도입

제원	재료 물성값
설계기준	500
강도(kgf/cm ²)	
탄성계수	304,787
(kgf/cm ²)	
포아송비	0.17
시험체	8QMEM
Element	
Interface	L8IF
Element	
Interface	DSTIF(kgf/cm ²)
Element 제원	40000, 500

2.2 실험 변수

본 연구에서는 접합기의 형상과 표면상태에 따른 접합부의 전단강도, 균열 및 파괴거동 특성을 규명하기 위하여 축소모형시험을 수행하였다. 축소모형 시험체의 접합부 경사각 45°에 대하여 저면과 돌출 높이의 비를 1/3, 1/2로 접합기 형상을 달리하여 실험을 실시하였으며, 각 실험체는 구속응력을 도입한 경우(35kgf/cm²)와 세그먼트 접합을 위하여 최소한의 응력(1.7kgf/cm²)만 도입한 경우로 각각 구분하였다. 접합기 축소모형실험의 실험변수는 표 2과 같다.

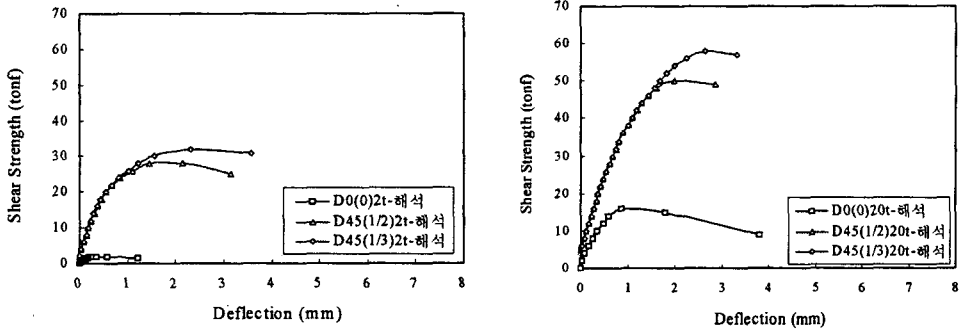
표 2 접합기 축소모형 실험 변수와 시편수

실험변수	경사각	저면/돌출높이 비	구속응력	시편수
접합부 형식	(θ)			
평면 접합부	0°	-	1.7 kgf/cm ²	2
	0°	-	35 kgf/cm ²	2
전단기 접합부	45°	1/3(2/6)	1.7 kgf/cm ²	2
		1/2(3/6)	1.7 kgf/cm ²	2
	45°	1/3(2/6)	35 kgf/cm ²	2
		1/2(3/6)	35 kgf/cm ²	2
총 시편수				12

3. 실험 · 해석 결과 및 고찰

3.1 접합기 축소모형 해석 결과

접합기 축소모형 해석은 그림 3에서와 같이 구속응력이 도입된 경우와 도입되지 않은 경우로 나눌 수 있다. 그림 (a)에서 볼 수 있듯이 구속응력이 없고 접합기가 없는 경우에는 콘크리트 접합면에서의 마찰저항력에 의해서만 전단에 저항하므로 시험체의 전단강도가 매우 낮은 것으로 해석되었다. 한편, 접합기 형상별로는 돌출높이 비가 1/3인 경우에 가장 우수한 전단저항력을 확보하는 것으로 해석되었다. 또한 그림 (b)에서와 같이 동일한 구속응력이 작용하는 경우 접합기 저면과 돌출높이 비가 1/3인 경우, 1/2인 경우, 접합기가 없는 경우의 순으로 높은 전단저항력을 갖는 것으로 해석되었다.



(a) 구속응력이 도입되지 않은 경우

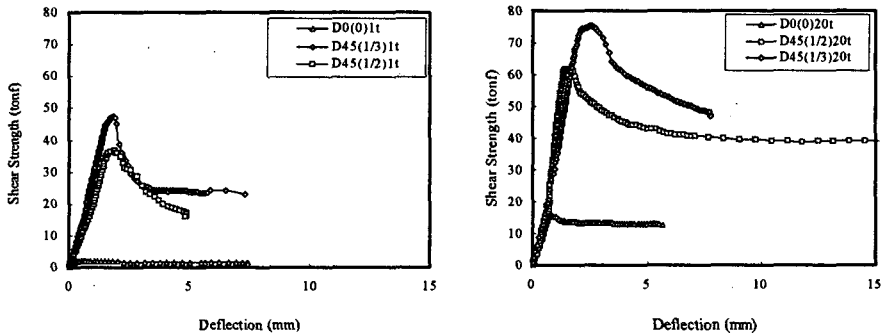
(b) 구속응력이 도입된 경우

그림 2 구속응력이 도입된 경우와 도입되지 않은 경우의 접합기 형상별 전단력-변위 관계

3.2 접합기 축소모형 실험 결과

(1) 구속응력에 따른 전단력 변위 관계

접합기의 형상에 따른 전단 저항력의 차이를 평가하기 위해서 동일한 구속응력하에서 접합기 형상별 전단력-변위 관계를 분석하였다. 해석에서와 같이 구속응력이 도입된 경우와 도입되지 않은 경우를 그림 3에 나타내었다.



(a) 구속응력이 도입되지 않은 경우

(b) 구속응력이 도입된 경우

그림 3 구속응력이 도입된 경우와 도입되지 않은 경우의 접합기 형상별 전단력-변위 관계

그림 3에서와 같이 접합기 형상에 따라 전단저항력의 차이가 발생하는 것을 알 수 있으며, 돌출 높이가 1/3일 경우가 가장 큰 전단저항력을 갖는 것으로 분석되었다.

(2) 구속응력에 따른 전단 저항력 평가

이 연구에서 구속응력에 따른 접합기의 전단 저항력 상대 증가비에 대한 평가를 실시하였으며, 접합기의 형상 별 구속응력이 도입된 경우의 전단력과 구속응력이 도입되지 않은 경우의 전단력과 관계를 접합기 형상에 따라 표 3에 정리하였다.

표 3 접합부 전단계수

접합기 형상	구속응력 Q (tonf)	P_{max} (최대 전단하중)		α	
		실험	해석	실험	해석
0	0tonf	2.1tonf	1.85tonf	1	1
	20tonf	16tonf	15tonf	7.6	8.1
1/2	0tonf	38tonf	28tonf	1	1
	20tonf	62tonf	48tonf	1.63	1.71
1/3	0tonf	47tonf	30tonf	1	1
	20tonf	70tonf	56tonf	1.49	1.87

단, 구속응력이 도입되지 않은 경우(0tonf)는 각각의 세그먼트의 형상을 유지하기 위하여 최소한의 구속응력(2tonf)을 도입하였다.

표 5.5에서는 접합기 형상별 전단계수(α)를 실험과 해석을 통하여 산출하였다. 접합기의 형상이 1/2일 경우 구속응력의 도입에 따라 전단 저항력이 최대63%까지 증가함을 볼 수 있으며, 접합기의 형상이 1/3일 경우에는 전단 저항력이 최대49%까지 증가함을 볼 수 있었다.

4.결론

본 연구의 결론은 다음과 같다.

- (1) 분절공법이 적용된 보 시험체에 대해 접합기가 있는 경우가 없는 경우에 비하여 더 큰 전단저항력을 받는 것으로 나타났으며, 접합부 접합기의 위치는 시험체의 중간에 위치하는 것이 가장 효과적임을 보였다.
- (2) 대상 교량의 접합기 형상은 돌출높이 비가 1/3인 경우에 가장 높은 전단저항력을 보였으며, 접합기 형상이 1/2인 경우에 비하여 구속응력이 도입되지 않은 경우 24%, 구속응력이 도입된 경우 13%의 증가된 전단저항력을 보였다. 또한 접합기 형상이 1/3인 경우 구속응력의 도입에 따라 전단저항력이 최대 49%까지 증가하는 것을 볼 수 있다.

참고문헌

1. 장석훈(1994), 프리캐스트 프리스트레스트 콘크리트 세그멘탈 박스 거더 교량의 접합부 거동연구, 석사학위논문, 서울대학교.
2. ASSHTO(2004), *AASHTO LRFD Bridge Design Specifications*, Third Edition, American Association of State Highway Transportation Officials, Washington, D. C., pp. 5-189