

복합구조 교량 적용을 위한 접합부 거동 실험

An Experiment of Joint Behavior for the Application of Hybrid Bridges

유성원* 서정인* 김광수** 정광희** 심정욱** 구동길***

Yoo, Sung Won Suh, Jeong In Kim, Kwang Soo Jung, Kwang Whe Shim, Jung Wook Koo, Dong Gil

ABSTRACT

This study was performed to evaluate joint behavior for the application of hybrid bridges by experiment of 14 beams according to penetration length, amount of reinforcing steel and stud and prestressing stress. By tests results, prestressing stress was more effective than amount of stud or reinforcing steel. And the spacing of stud is also more effective than penetraion length. Especially, all beams were failed by turns of desertion of reinforcing steel, stud, and steel plate.

1. 서론

1.1 연구배경 및 목적

최근 국내에 설계·시공되는 교량들은 External Prestressing의 활발한 적용, 케이블 교량의 빈번한 적용, 대형 프리캐스트 부재의 이용 및 고성능 구조재료 (High Performance Material)의 이용 등의 현상이 두드러지고 있는 실정이다. 이러한 현상으로 볼 때 선진국들에서 1990년대 이후에 유행하고 있는 복합구조 교량 즉, Steel 과 Concrete를 동시 적용하는 형식 혼용 교량이 조만간 본격적으로 국내에 도입될 것으로 예상된다. 이러한 이유로 본 연구에서는 복합구조에서 가장 핵심기술인 강재와 콘크리트의 접합 특성을 부재 실험을 통해서 평가하는 것을 목적으로 한다.

1.2 접합방법의 고찰

1.2.1 Stud에 의한 접합

Stud에 의한 접합은 강판에 Stud를 용접하여 접합하는 방법이다. 일본의 파형강판 복합교량인 신카이교, 마츠노키교에 채용되었으며, 이 방법은 강형과 콘크리트 슬래브의 접합에 일반적으로 사용되고 있고 실적이 많으며, 설계방법이 확립되어 있고 Flange plate의 용접이 필요하며 마지막으로 Stud의 용접이 필요한 특성을 가지고 있다.

* 정회원, 우석대학교 토목공학과 조교수

** 정회원, (주)현대건설 기술연구소

*** 정회원, 우석대학교 토목공학과 석사과정

1.2.2 매입접합

매입접합은 일본의 혼다니교에 처음으로 채용된 접합방법으로 파형강판의 상·하단에 축방향의 철근을 용접한 후 파형강판에 구멍을 만들어 여기에 교축직각방향의 철근을 관통하여 콘크리트 슬래브에 매입하는 접합방법이다. 콘크리트 슬래브에 매입된 파형강판의 사방향 패널, 용접된 축방향 철근 및 강판구멍에 충전된 콘크리트가 엇갈림방지 작용하는 것을 이용한 것이다. 이방법은 Stud 접합에 필요한 Flange Plate와 Stud의 용접이 필요없는 특징을 가지고 있다.

1.2.3 기타(용접)접합

기타의 접합방법에는 해외 시공 예로서 강판에 앵글(angle)을 용접한 접합방법이다. 향후 이 방법의 채용에 있어서는 상세한 검토가 필요하다.

2. 실험계획

본 실험에서는 복합구조의 접합부 거동을 연구하기 위하여 그림 1, 표 1과 같이 단면치수 300mm×482mm×3400mm 인 실험 부재를 접합부 부위에 매입깊이, 정착철근량, 스테드 개수 및 긴장량을 변수로 14가지의 실험 부재를 제작하였다. 실험 부재 종류별 변수는 표 1에 나타낸 것과 같이 정착철근량·스테드 수·접합부 c형강 폭·긴장량에 따라 14가지 타입으로 하였다.

본 실험에서 사용된 콘크리트는 설계기준강도 400 kgf/cm²인 콘크리트를 사용하였으며, 철근은 항복강도가 4,000 kgf/cm², 강재는 H-482×300×11×15로서 SS400 강재, 긴장을 위한 PS강연선은 SWPC7B를 사용하였다.

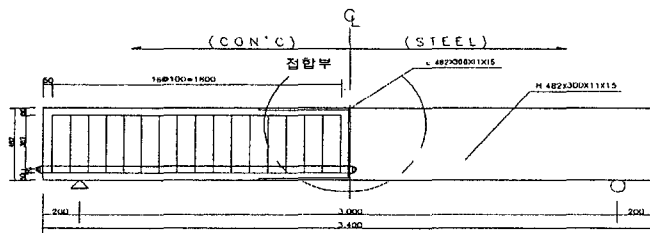


그림 1 실험부재 일반도

한편 제작된 시험체에는 강재, 스테드, 철근 및 콘크리트에 변형률을 측정하기 위한

변형률 게이지를 33 ~ 51개를 각 실험 부재에 부착하였으며, 부재의 중앙점 및 양쪽 1/2지점에 LVDT를 설치하여 처짐을 측정하였다.

3. 실험 결과

3.1.1 균열, 용접철근/스테드 탈락, 최대하중

정적 하중에 의한 실험 부재들의 균열, 용접철근/스테드 탈락 및 최대하중은 다음 표 2에 나타내었다. 표 2의 결과를 분석하면, 균열하중의 경우, 16 ~ 32 tonf로 나타났다. 용접 철근 또는 스테드의 탈락 하중의 경우는 용접 철근보다는 스테드의 탈락하중이 좀 더 큰 것으로 나타났으며, 병행 사용된 부재들에서는 탈락하중이 매우 크게 나타났고 탈락은 용접 철근, 스테드의 순서로 발생되었다.

3.1.2 하중-처짐 관계

(1) 스테드 간격

긴장력이 작은 경우의 스테드 간격에 의한 차이는 그림 2, 3에서 알 수 있듯이 큰 차이를 보이지 않았다. 다만 스테드 간격이 좁은 부재의 처짐과 최대하중이 약간 크게 나타났다. 그러나, 긴장력이 큰 경우의 스테드 간격에 의한 차이는 스테드 간격이 좁은 부재의 처짐과 최대하중이 상당히 크게 나타나, 스테드의 효과를 극대화시키기 위해서는 긴장력을 증가가 중요한 방법인 것으로 판단된다.

표 1 실험부재

ID	접합방법	접합길이	긴장응력
R1	D22-2EA 철근	25	0.6f _{pu}
R2	D16-2EA 철근		
R3	D16-3EA 철근		
S1	ψ22-8EA 스테드		
SR1	ψ22-8EA 스테드 +D16-2EA 철근		
SR2	ψ22-4EA 스테드 +D16-2EA 철근		
R4	D22-2EA 철근	25	0.4f _{pu}
R5		50	0.4f _{pu}
R6		50	0.6f _{pu}
S2	ψ22-8EA 스테드	25	0.4f _{pu}
S3		50	0.4f _{pu}
S4		50	0.6f _{pu}
P1		25	0.6f _{pu}
P2	-	50	0.4f _{pu}

표 2 균열, 용접철근/스테드 탈락 및 최대하중

(tonf)

ID	균열 하중	용접철근 탈락하중	스테드 탈락하중	파괴 하중	비고
P1	32	-	-	60.5	ㄷ형강 변형
P2	20	-	-	56.7	ㄷ형강 변형
R1	18	51.9	-	74.1	용접철근 탈락 후 ㄷ형강 변형
R2	16	43.0	-	72.4	
R3	20	38.0	-	59.2	
R4	22	34.0	-	59.9	
R5	16	46.4	-	52.5	
R6	26	38.9	-	51.4	스테드 탈락 후 ㄷ형강 변형
S1	24	-	52.4	80.9	
S2	22	-	55.1	64.3	
S3	22	-	46.4	63.8	
S4	24	-	54.0	71.0	용접철근, 스테드 탈락 후 ㄷ형강 변형
SR1	30	73.0	75.4	80.4	
SR2	30	70.4	71.0	71.0	

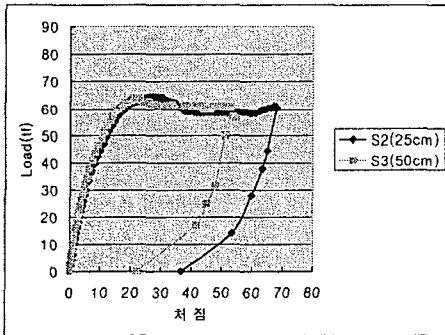


그림 2 긴장력이 작은 경우 하중-처짐

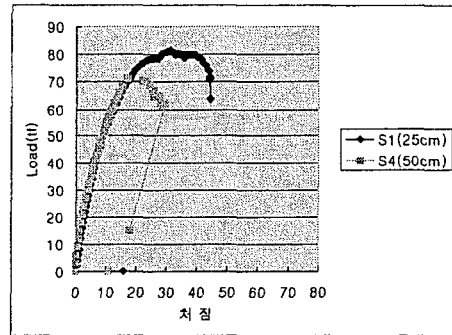


그림 3 긴장력이 큰 경우의 하중-처짐

(2) 매입 길이

긴장력이 작은 경우의 매입길이 차이는 위 그림에서 알 수 있듯이 큰 차이를 보이지 않았다. 다만 스테드 간격이 좁은 부재의 처짐과 최대하중이 약간 크게 나타났다. 그러나, 긴장력이 큰 경우의 매입 길이에 의한 차이는 매입길이가 짧은 부재의 처짐과 최대하중이 상당히 크게 나타났다. 이러한 결과들로 볼 때, 매입길이를 짧게 해도 긴장력을 크게 하면 그 효과는 매우 클 것으로 판단된다.

(3) 스테드/용접 철근

동일한 조건에서 스테드를 사용한 경우와 용접 철근을 사용한 경우를 비교해 보면 모든 경우에서 스테드를 사용하는 것이 부재의 최대하중 등이 크게 나타났다.

(4) 프리스트레싱 힘

동일한 조건에서 긴장력의 차이를 둔 경우를 비교해 보면 거의 모든 경우에서 긴장력을 크게 하는 것이 최대하중을 증가시키는 것으로 나타났다. 다만 최대하중 이후의 처짐은 긴장력이 작은 경우에 많이 발생하는 것으로 나타났다.

5. 결론

본 연구에서는 복합구조에서 가장 핵심기술인 강재와 콘크리트의 접합 특성을 부재 실험을 통해서 평가하고자 하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 스티드를 사용한 부재의 최대 하중이 용접철근을 사용한 부재의 최대 하중보다 크게 나타났으나, 그 차이는 크지 않은 것으로 나타났으며, 오히려 PS긴장력의 영향이 훨씬 큰 것으로 평가된다.
- (2) 용접 철근과 스티드를 병행하면 균열하중, 탈락하중 및 최대하중이 매우 크게 나타났으며, 이러한 부재의 파괴는 스티드의 파괴 시점부터인 것으로 평가되었다.
- (3) π 형강 길이가 짧은 부재의 하중 저항능력이 길이가 긴 부재보다 더 크게 나온 점은 π 형강 길이보다는 스티드의 배치 간격에 더 큰 영향을 받음을 의미하는 것으로 추정된다.
- (4) 모든 부재들의 파괴는 용접 철근의 탈락, 스티드의 탈락 후에 π 형강 변형 순서로 진행되었으며, 스티드의 변형 형상은 스티드 몸체의 휨 변형 후 용접부 탈락으로 진행되었다.

참고문헌

1. 최광호, 2002.8, 철골보-철근콘크리트 기둥 접합부의 휨 및 전단 저항성능에 관한 연구, 한국강구조학회 논문집 제 12권 제 4호, pp429~436.
2. 강병수 외 2인, 2002.6, 단부 철근콘크리트-중양부 철골로 구성된 복합보의 거동에 관한 실험적 연구, 한국강구조학회논문집 제 14권 제 3호, pp413~423.
3. 金田和浩, 吉崎征二, 宮崎直志, 川端一三, "RC積層構法による超高層骨組の構造實驗 (その8材端部RC中央部鐵骨で構成される複合構造梁の在荷實驗)", 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1987. 10., pp305~306.
4. 川端一三 他, RC積層構法による超高層骨組の構造實驗 (その6 はりのせん斷補強方法に關する實驗), 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1987. 10., pp301~302.
5. 淺山長生 他, 端部RC中央部S造の複合構造梁の實驗 その1實驗の概要, 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1993. 9., pp1867~1868.
6. 網干眞一 他, 端部RCRC中央部S造の複合構造梁の實驗 その2 應力傳達機構, 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1993. 9., pp1869~1870.