

# 내하성능 개선을 위한 강관형 전단연결재의 실험적 연구

## An Experimental Study on Skewed Pipe Shear Connector for Improvement of Load Carrying Capacity

허원호\*, 박준승\*, 김성재\*\*, 이상우\*\*, 김상호\*†

Won-Ho Heo\*, Jun-Seung Park\*, Sung-Jae Kim\*\*, Sang-Woo Lee\*\*, Sang-Hyo Kim\*†,

**Abstract** This study proposes skewed pipe shear connector for improvement of connection performance between horizontally adjacent precast box girders. Shear and pull-out tests are performed to evaluate load carrying capacity of skewed pipe shear connectors. Push-out test is performed on specimens considering diameter and embedment length as variables to evaluate shear resistance. 4-point bending test is performed on specimens considering embedment length and angle of steel pipe as variables to evaluate pull-out resistance. Based on the Result of these tests, load carrying capacity of loop joint and skewed pipe shear connectors are compared.

**Keywords** : Skewed Pipe Share connector, Shear Resistance, Pull-out Resistance, Load Carrying Capacity

**초 록** 본 연구는 횡방향 분절형 프리캐스트 거더간 접합성능을 향상시킬 수 있는 방법으로 비스듬하게 매입되는 강관형 전단연결재를 제안하고자 한다. 강관형 전단연결재의 내하성능을 평가하기 위해 전단 및 인발성능을 검토하였다. 전단성능을 평가하기 위해 강관의 직경과 길이를 변수로 고려하여 시험체를 제작하고 push-out 시험을 수행하였다. 인발성능을 평가하기 위해서는 강관의 매입길이와 각도를 변수로 고려하여 시험체를 제작하고 4점 굽힘 시험을 수행하였다. 시험의 결과를 통해 기존의 루프철근 전단연결재와 강관형 전단연결재의 내하성능을 비교 평가하였다.

**주요어** : 강관형 전단연결재, 전단성능, 인발성능, 내하성능

## 1. 서 론

기존의 횡방향 분절형 프리캐스트 콘크리트 거더에서는 현장접합부의 폭을 넓히고, 교축 방향의 휨인장 철근과 루프철근 전단연결재를 배근하였다. 본 연구에서 강관을 이용한 전단연결재를 제안하여 루프철근 전단연결재와 유사한 수준의 수직전단 및 횡방향 인발에 대한 저항성능을 확보하고 동시에 시공성을 향상시키고자 한다. 따라서 본 연구에서는 전단 저항성능 평가를 위한 push-out 시험과 인발저항성능 평가를 위한 인발시험을 수행하여 루프철근 전단연결재와 강관형 전단연결재의 내하성능을 비교하고자 한다.

† 교신저자: 연세대학교 공과대학 토목환경공학과(sanghyo@yonsei.ac.kr)

\* 연세대학교 공과대학 토목환경공학과

\*\* 브릿지테크놀러지

## 2. 본 론

### 2.1 강관형 전단연결재

Fig. 1은 본 연구에서 제안하는 강관형 전단연결재의 개요도이다. 강관형 전단연결재의 소켓강관은 박스 거더의 타설 전 접합면에 미리 설치된다. 타설 및 거푸집 해체 이후 미리 설치된 소켓강관에 강관형 전단연결재의 삽입강관을 삽입함으로써 강관형 전단연결재의 설치가 이루어진다.

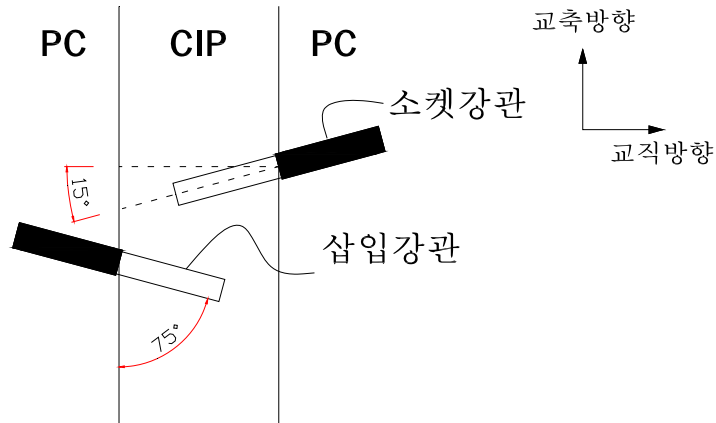


Fig. 1 Concept of skewed pipe shear connector

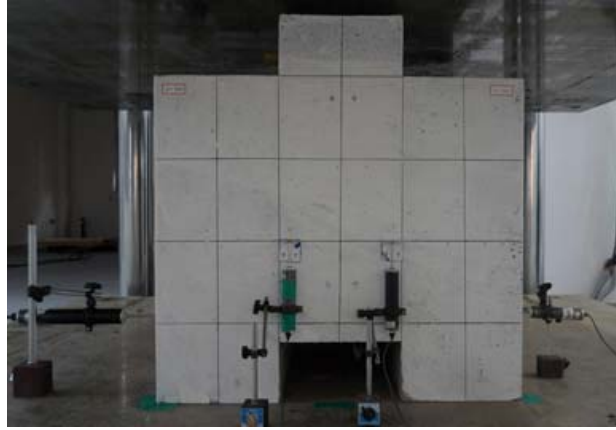
### 2.2 강관형 전단연결재의 성능평가 시험

#### 2.2.1 전단성능평가 시험

Push-out 시험은 5000kN 용량의 만능시험기(UTM)를 이용하였으며, 콘크리트 블록간의 상대변위를 측정하기 위하여 직접적으로 가력을 받는 블록에 스틸 앵글을 부착시키고 변위계(LVDT)를 설치하여 계측하였다. 하중은 Eurocode-4에서 제안하는 방법에 따라 15분 이내에 파괴가 발생하지 않도록 재하속도를 조절하였다. Fig. 2는 push-out 시험체의 시험모습이고, Table. 1은 push-out 시험에 고려된 시험변수이다.

Table 1 Variations of push-out test

	Strength of concrete (Mpa)	Diameter of steel pipe (mm)	Length of steel pipe (mm)	Amount of steel pipe	Amount of loop joint	Quantity
D42.7-L200 (Reference)	45	42.7 (t = 2.3)	200	8	-	3
D21.7-L200	45	21.7 (t = 2.3)	200	8	-	3
D42.7-L150	45	21.7 (t = 2.3)	150	8	-	3
Loop-H16	45	H16	-	-	12	3



**Fig. 2** Push-out test

### 2.2.2 인발성능평가 시험

인발성능평가 시험은 5000kN 용량의 만능시험기(UTM)를 이용하였으며, 가력은 구조물의 급작스러운 파괴를 방지하기 위하여 변위제어로 수행하고, 변위증가 속도는 1.0mm/min로 하였다. Fig. 3은 인발성능 시험체의 시험모습이고, Table. 2는 인발성능 시험에 고려된 시험변수이다.

**Table 2** Variations of pull-out test

	Strength of concrete (Mpa)	Diameter of steel pipe (mm)	Length of steel pipe (mm)	Angle of steel pipe embedment (°)	Amount of connector	Quantity
L200-A15 (Reference)	45	42.7 (t = 2.3)	200	15	4	3
L200-A10	45	21.7 (t = 2.3)	200	10	4	3
L150-A15	45	21.7 (t = 2.3)	150	15	4	3
Loop -H16	45	H16	-	-	6	3



**Fig. 3** Pull-out test

## 2.3 시험결과

### 2.3.1 전단성능평가 시험결과

Fig. 4~7은 전단저항 수준 평가를 위한 Push-out 시험결과를 나타낸 것으로, Fig. 4는 기준 시험체의 하중-상대변위 관계를 나타낸 것이며, Fig. 5~7은 각 변수에 따른 시험체의 하중-상대변위 관계를 나타낸 것이다. Fig. 5 와 Fig. 6을 통해 강관 직경이 전단성능에 미치는 영향이 크지만 강관 매입길이가 전단성능에 미치는 영향은 작은 것을 확인할 수 있었으며, Fig. 7을 통해서는 기준 시험체의 연성도가 루프철근을 이용한 시험체의 연성도 보다 우수한 것을 확인하였다.

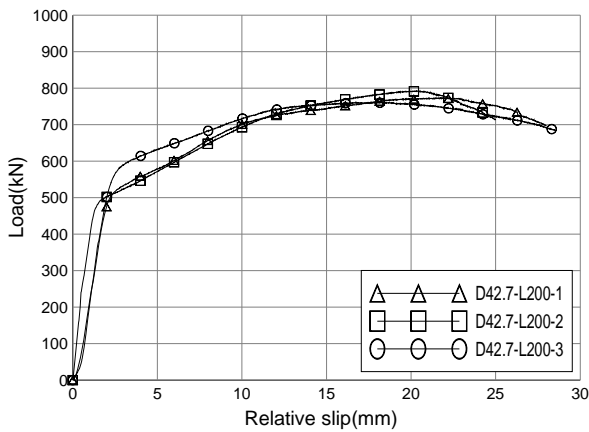


Fig. 4 Load-relative slip curve of reference specimens

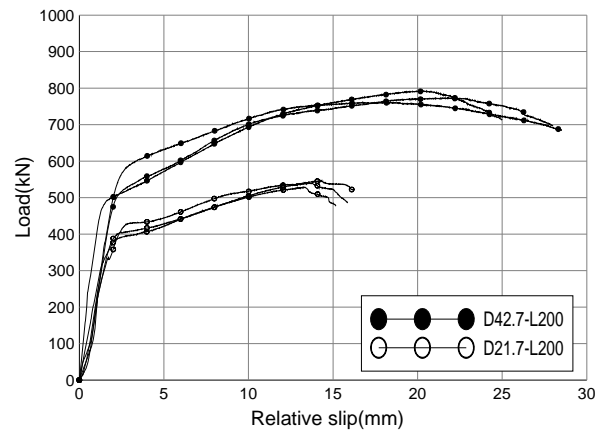


Fig. 5 Load-relative slip curve of specimens according to diameters of steel pipe

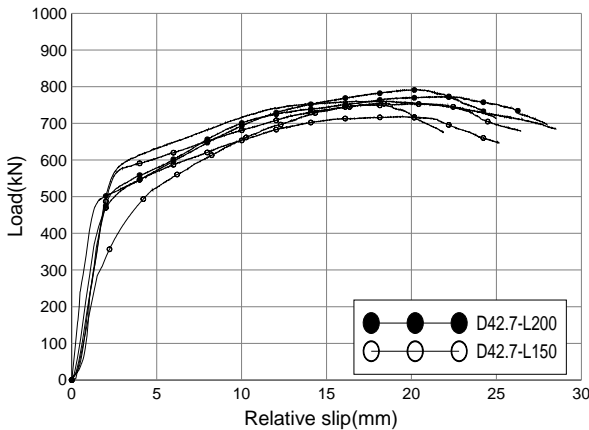


Fig. 6 Load-relative slip curve of specimens according to length of steel pipe

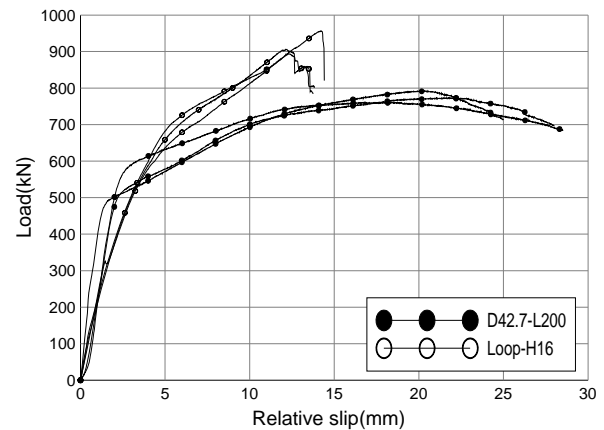


Fig. 7 Load-relative slip curve of reference specimens and loop joint specimens

### 2.3.2 인발성능평가 시험결과

Fig. 8~11은 인발저항 수준 평가를 위한 인발성능평가 시험결과를 나타낸 것으로, Fig. 8은 기준 시험체의 하중-변위 관계를 나타낸 것이며, Fig. 9~11은 각 변수에 따른 시험체의 하중-변위 관계를 나타낸 것이다. Fig. 9 와 Fig. 10을 통해 강관 매입길이가 인발성능에 미치는 영향이 크지만 강관 매입각도가 전단성능에 미치는 영향은 작은 것을 확인할 수 있었으며,

Fig. 11을 통해서도 기준 시험체의 연성도가 루프철근을 이용한 시험체의 연성도 보다 우수한 것을 확인하였다.

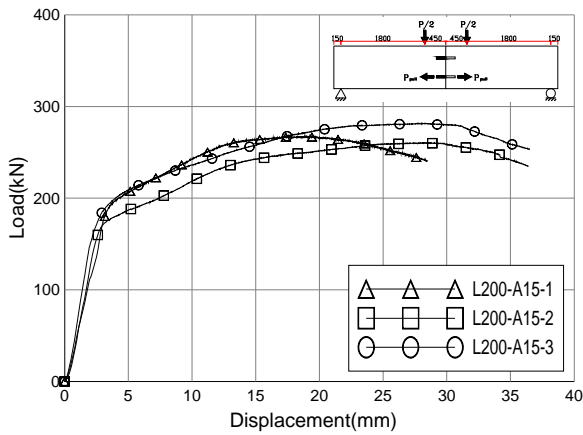


Fig. 8 Load-displacement curve of reference specimens

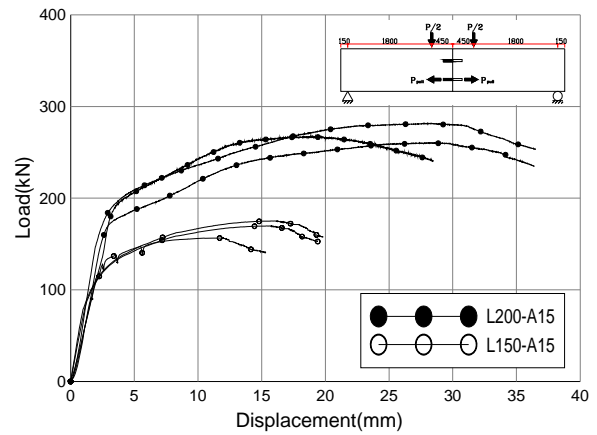


Fig. 9 Load-displacement curve of specimens according to length of steel pipe

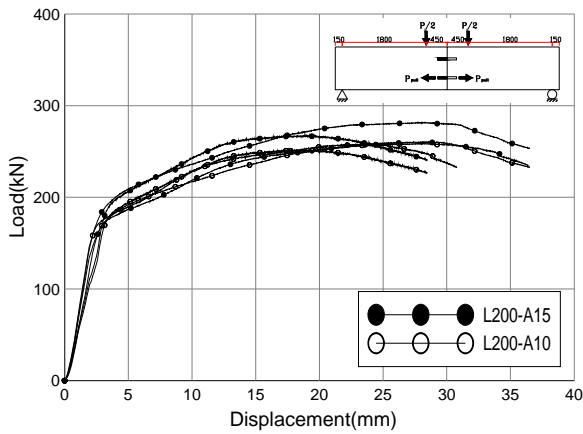


Fig. 10 Load-displacement curve of specimens according to embedment angle of steel pipe

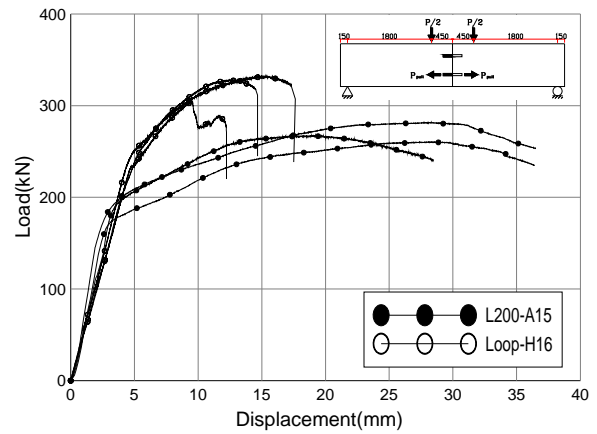


Fig. 11 Load-displacement curve of reference specimens and loop joint specimens

### 3. 결론

전단 및 인발성능평가 시험을 통해 강관형 전단연결재는 연성거동을 나타냈으며, 루프철근 전단연결재는 취성과 파괴거동을 나타내는 것을 확인하였다. 따라서, 연성도가 우수한 강관형 전단연결재가 루프철근 전단연결재보다 내하성능 확보에 유리할 것으로 판단되며, 항복강도 이후 강관형 전단연결재가 루프철근 전단연결재에 비해 더 높은 안전율의 확보가 가능할 것으로 판단된다.

### 참고문헌

- [1] Byun, K.J., Song, H.W., Nam, S.H., Kim, H.J., Kim, Y.S. (2004) Full-Scale Test and Analysis of Precast PSC Hollow Box Slab Bridges, *The First International Conference of Asian Concrete Federation*, Chiang Mai, Thailand, October 28-29, pp. 271-281.

- [2] Kim, S.-H., Choi, K.-T., Park, S.-J., Park, S.-M., Jung, C.-Y. (2013) Experimental shear resistance evaluation of Y-type perfobond rib shear connector, *Journal of constructional steel research*, Vol. 82, No. 1, pp. 1-18.
- [3] Precast/Prestressed Concrete Institute (2009) The state of the art of Precast/Prestressed Adjacent Box Beam Bridges, *PCI Publication*.