

純曲げを受ける高強度スタッドを用いた鋼・コンクリート合成床版底鋼板継手の基礎実験

大阪市立大学工学部 学生員 ○岡本 真樹
川田工業（株） 正会員 奥原 大貴

大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司
川田工業（株） 正会員 吉田 賢二

1. 研究背景および目的

鋼・コンクリート合成床版(以下、合成床版)の底鋼板は図-1 に示すように橋軸直角方向に高力ボルトによる摩擦接合継手を有している。しかし、ボルト頭部の防錆塗装のため、床版下面からの施工が必要で改善が求められている。そこで床版上面のみからの施工が可能な継手構造として、高強度ねじ付きスタッド(以下、スタッドボルト)による摩擦接合継手が提案されている¹⁾。しかし、これまで当該部位にスタッドボルトを適用した事例は無く、その力学的挙動は明確ではない。

そこで著者らは、曲げが作用するスタッドボルト摩擦接合継手のすべり挙動および継手構造の違いによる破壊形式について明らかにすることを目的に、実構造を模したはり供試体による4点曲げ載荷実験を行った。

2. 実験概要

本研究の供試体では、継手構造の違いをパラメータとし、従来構造の高力ボルト摩擦接合継手のHケース、スタッドボルト摩擦接合継手のSケース、Sケースの添接板に頭付きスタッドを溶着したHSケースの3ケースについて検討を行った。このうちHSケースは、合成効果向上を目的としており、これは継手部には一般部に見られるようなずれ止めが無いため、その合成効果が低く、相対ずれの発生が懸念されているためである。各ケースの継手構造の概要図を表-1 に、供試体形状と寸法を図-2(a)～(e)に示す。供試体の設計荷重は、床版支間4mの連続版を対象に試設計を行い、片側T活荷重(100kN)作用時に底鋼板に発生する応力が、供試体のそれと一致する荷重(189.2kN)とした。

境界面は実構造と同様に無機ジンクリッチペイントを、鋼材とコンクリートの接触面には30μm、底鋼板と添接板の摩擦接合面には75μm塗布している。計測項目は、荷重、支間中央および載荷点での鉛直変位、底鋼板開き量、底鋼板下面・添接板上面・コンクリート上縁のひずみおよび鉄筋軸方向ひずみ、頭付きスタッド軸ひずみ(HSケースのみ)とした。

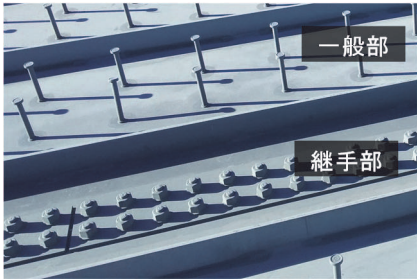


図-1 合成床版底鋼板の継手部および一般部

表-1 各ケースの継手構造の概要

ケース名	Hケース	Sケース	HSケース
構造の概要図			
構造の特徴	高力ボルト摩擦接合継手	スタッドボルト摩擦接合継手	添接板に頭付きスタッドを溶着したスタッドボルト摩擦接合継手

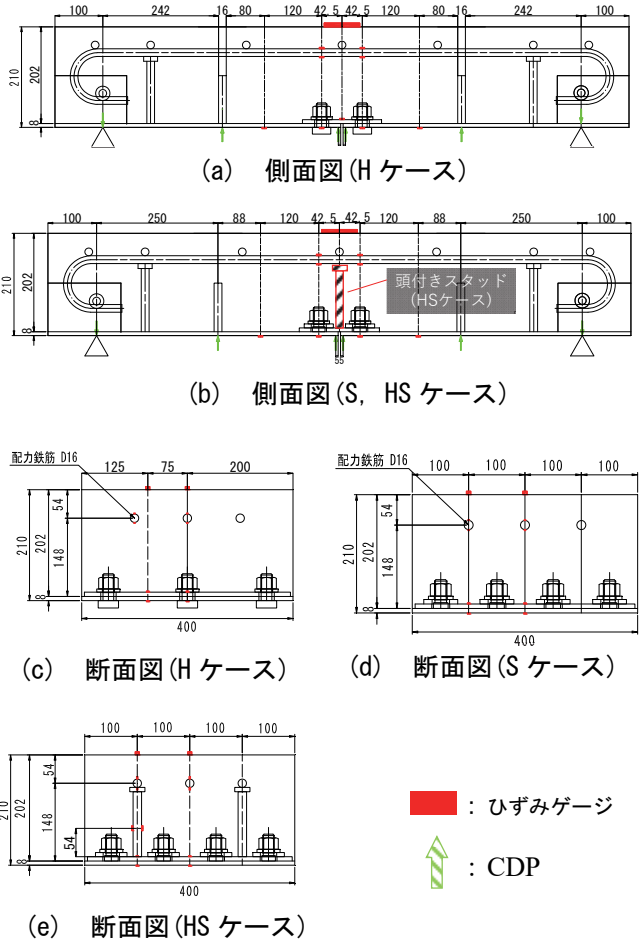


図-2 供試体形状と寸法(単位: mm)

キーワード 合成床版, 底鋼板継手, 高強度ねじ付きスタッド, すべり挙動

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学 工学部 応用構造工学研究室 TEL&FAX06-6605-2765

3. 試験結果と考察

3.1. ひび割れ状況と最大荷重

供試体のコンクリートにひび割れが発生した時と試験が終了した時の HS ケースを図-3(a), (b)に示す. 全てのケースで添接板縁端付近から上方に向かって曲げひび割れが発生し, H および HS ケースでは中立軸付近でせん断ひび割れに発展, コンクリート上面まで進展後, コンクリート上面が圧壊した. 各ケースのひび割れ発生荷重と最大荷重を表-2 に示す. なお, H-1 および S-1 ケースは終局まで载荷しておらず, 表中の値は試験終了時の荷重である. S および HS ケースの方が H ケースよりひび割れ発生荷重は約 20%低くなり, HS ケースと S ケースではほとんど変わらなかった. また, 最大荷重は, H ケースと HS ケースで同程度であった.

3.2. 荷重－変位関係とすべり挙動

荷重と支間中央の鉛直変位関係を図-4 に, 継手部の底鋼板変位関係を図-5 に示す. 図中には赤線で設計荷重(189.2kN)を示している. 図-4 において荷重停滞が見られ, その荷重は HS ケースが最も低く, H および S ケースではあまり変わらない. また, 図-5 において荷重は変わらず底鋼板間変位のみが大きくなりすべりが生じている. この継手部のすべりにより図-4 において荷重停滞が起こったと考えられる.

支間中央の鉛直変位と底鋼板間変位関係を図-6 に示す. 図より, 底鋼板間変位が 0.5mm 以上でいずれのケースにおいても線形関係を呈するため, すべりの定義は底鋼板間変位が 0.5mm 生じた時点が妥当であると考えられる. この定義によるすべり荷重を表-3 に示す. すべり荷重は HS ケースが H および S ケースと比べて約 15%低くなった. HS ケースですべり荷重が低くなった原因として, 継手部の合成効果の向上により, 底鋼板の負担荷重が増加したためと考えられる.

4. まとめ

- 本研究で得られた主な結論を以下にまとめる.
- 1) 全ての供試体で添接板縁端付近から曲げひび割れが発生し, H および HS ケースでは曲げひび割れがせん断ひび割れに進展し, 最終的にコンクリート上面が圧壊した. ひび割れ発生荷重は S および HS ケースが H ケースよりも約 20%小さくなったが, 最大荷重は H ケースと HS ケースで同程度であった.
 - 2) 合成床版のスタッドボルト継手部のすべり発生は底鋼板間変位が 0.5mm 生じた時点が妥当と考えられ,

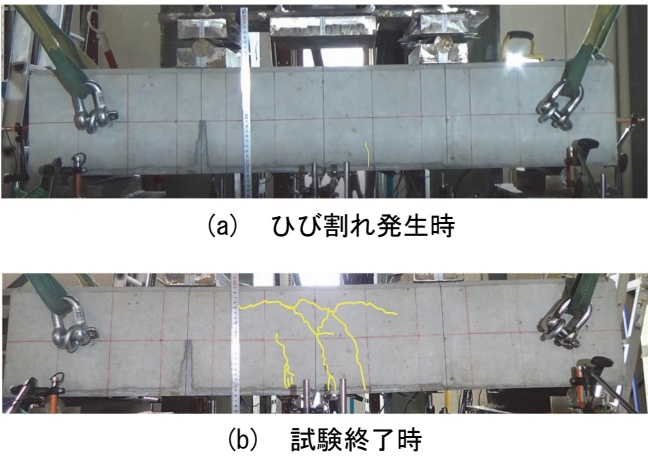


図-3 HS ケースのひび割れの様子

表-2 ひび割れ発生荷重と最大荷重

供試体ケース	ひび割れ発生荷重(kN)		最大荷重(kN)	
	各試験体	平均	各試験体	平均
H-1	440	462	512.5(途中まで)	800.9
H-2	484		800.9	
S-1	368	368	594.9(途中まで)	594.9
HS-1	316	375	770.6	816.8
HS-2	380		827	
HS-3	430		852.9	

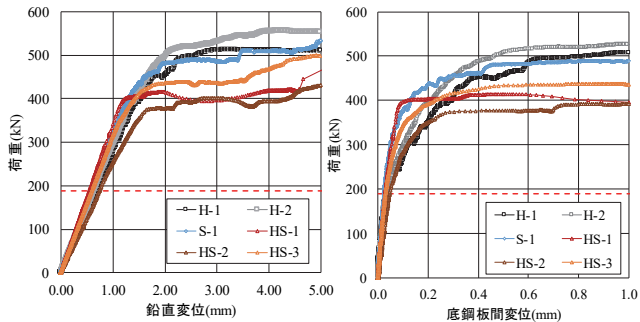


図-4 荷重－鉛直変位 図-5 荷重－底鋼板間変位

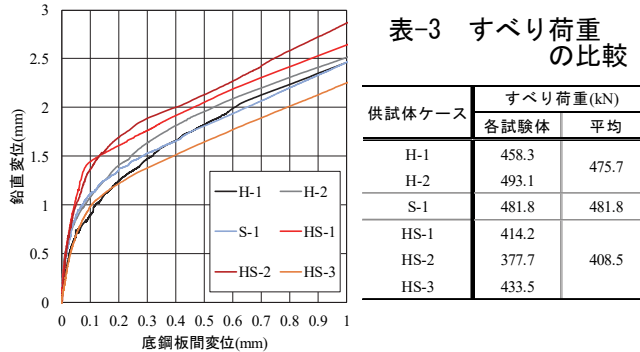


図-6 鉛直変位－底鋼板間変位

表-3 すべり荷重の比較

供試体ケース	すべり荷重(kN)	
	各試験体	平均
H-1	458.3	475.7
H-2	493.1	
S-1	481.8	481.8
HS-1	414.2	408.5
HS-2	377.7	
HS-3	433.5	

そのときのすべり荷重は, S ケースと H ケースで同程度だが, HS ケースでは約 15%小さくなった.

(参考文献)

1) 奥原大貴, 吉田賢二, 山口隆司, 吉見正瀬, 尾籠秀樹: 薄鋼板に高強度ねじ付きスタッドを溶接した摩擦接合継手の導入軸力とすべり挙動に関する研究, 構造工学論文集 Vol.65A, pp.399-408, 2019.3