

第 I 部門

主桁とハンチを有するプレキャスト床版接合部の
スタッド配置に着目したずれ挙動に関する研究

大阪市立大学工学部
(株)建設技術研究所
(株)建設技術研究所

学生員 ○浅野文佳
正会員 松本崇志
正会員 小林駿祐

大阪市立大学大学院
(株)建設技術研究所

正会員 山口隆司
正会員 光川直宏

1. 研究背景および目的

経年劣化した鋼橋の鉄筋コンクリート床版(以下 RC 床版)の更新において、プレキャスト PC 床版(以下, PCa 床版)が多用されている。PCa 床版は、スタッドジベル(以下, スタッド)溶殖用の箱抜きが設けられており、箱抜き部にモルタルを充填し、主桁と PCa 床版を一体化している。PCa 床版の構造細目から、箱抜き間隔は非合成桁相当のそれとなるため、非合成桁として更新されていた。平成 29 年 7 月に道路橋示方書¹⁾の改定では、主桁-床版接合部の合成効果を適切に考慮するよう記載されたが、具体的にどの程度主桁-床版間で合成効果が期待できるかは記載されていない。この合成効果を適切に考慮するためには、主桁-床版接合部のずれ挙動を把握する必要がある。これまでにも PCa 床版の主桁-床版接合部を再現した押し抜きせん断試験²⁾が行われているが、これらは支持桁上のハンチやモルタルによる間詰は考慮されておらず、実際とは異なっている。また、合成効果に大きく影響する箱抜き内部のスタッド配置間隔および配置本数について実際の構造細目で検討された事例もない。

本研究では、実際の更新用 PCa 床版の構造細目であるハンチ、モルタルによる間詰および箱抜きを再現した試験体を製作し、押し抜きせん断試験を行い、スタッド配置間隔や本数が主桁-床版間のずれ挙動に与える影響を明らかにした。

2. 試験方法

本研究では、スタッド配置間隔およびスタッド本数をパラメータとする。スタッドの橋軸直角方向の配置間隔は、最小間隔は道路橋示方書に記載されているスタッド径+30mm、また最大間隔は、スタッドとフランジ縁の最小間隔が 25mm より 120mm と決定した。表-1 に試験体内訳、図-1 に試験体形状および寸法を示す。スタ

表-1. 試験体内訳

ケース名	PCa1_n4	PCa2_n4	PCa3_n6	PCa4_n8
試験体数	3	2	2	2
試験体名	PCa1-1_n4 PCa1-2_n4 PCa1-3_n4	PCa2-1_n4 PCa2-2_n4	PCa3-1_n6 PCa3-2_n6	PCa4-1_n8 PCa4-2_n8
スタッド配置間隔d(mm)	50	120	60	50
スタッド配置	2行1列	2行1列	3行1列	2行2列
スタッド本数(本)	4	4	6	8

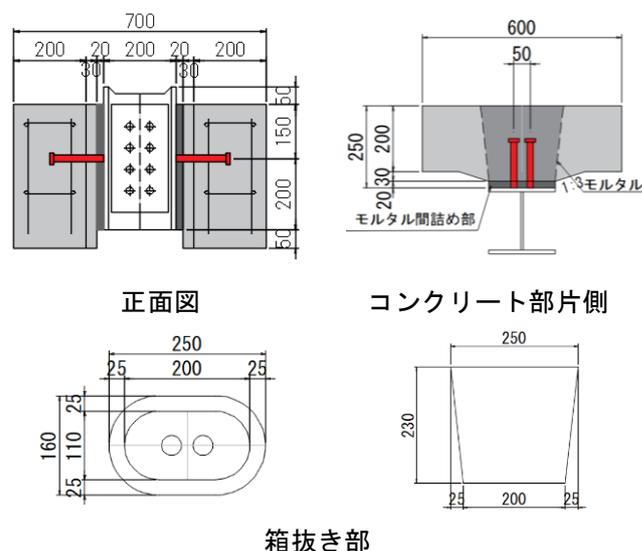


図-1. PCa2_n4 の試験体寸法および形状(単位:mm)

ッド配置は橋軸直角方向を行、橋軸方向を列と定義する。また、箱抜きの形状は、実際に使用されている PCa 床版の箱抜き部を参考に決定した。計測項目は、載荷荷重、H 鋼-コンクリートの相対ずれ、スタッドのひずみ、H 鋼フランジのひずみである。載荷方法は漸増繰り返し載荷とし、載荷パターンは文献 3)に従った。

3. 試験結果

3.1 スタッド配置によるずれ挙動への影響

スタッド配置間隔が道路橋示方書で規定されている最小間隔である PCa1_n4(試験体ごとにばらつきがなかったため、代表して PCa1-3_n4)と、最大間隔である PCa2_n4(代表して PCa2-2_n4)における、スタッド一本あたりに作用するせん断力とスタッド位置の H 鋼とコ

ンクリートのずれ変位の関係を図-2 に、ずれ定数・初期剛性(降伏せん断力の 1/3 荷重点の初期割線剛性)・最大荷重を表-2 に示す。破壊形態は、全てスタッドのせん断破壊であった。ここで、ずれ定数とは図-2 に示す最大作用せん断力の 1/3 荷重点の初期割線剛性である。

PCa1_n4 と PCa2_n4 の比較ではずれ定数、最大せん断力に大きな差はみられない。しかし、降伏せん断力の 1/3 荷重点の初期割線剛性は、PCa1 が $3.60 \times 10^5 \text{kN/mm}$ 、PCa2 が $9.28 \times 10^5 \text{kN/mm}$ と PCa2 の方が大きくなった。また、相対変位 0.2mm~0.4mm でスタッド位置の間詰め部でひび割れが発生した後、作用せん断力が 70~80kN あたりでスタッド位置のモルタル間詰め部で剥離がみられた。これは、コンクリートブロックを先に製作し、硬化後、コンクリートブロックと鋼部材の間にモルタルを充填しているため、コンクリートとモルタルが一体構造となっていないためと考えられる。

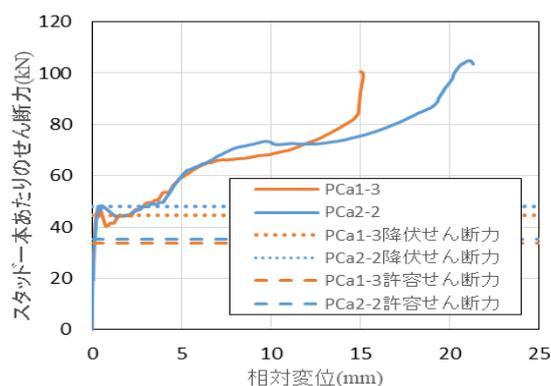
3.2 スタッド破断面

載荷終了後のスタッド破断面を図-3 に示す。また、観察の結果から想定される支圧抵抗範囲を赤線で示す。PCa1 は、スタッド間で支圧抵抗範囲が重なったと考えられる。一方、PCa2 は、縁端方向の箱抜き部とコンクリートの界面にそって独立した支圧抵抗範囲が広がった。そのため、PCa1 に比べ、PCa2 の方が、初期剛性が大きくなったと考えられる。また、スタッド本数が増えるほどずれ定数が減少したが、これは、スタッドが近接配置となり支圧抵抗範囲が重なったためと考えられる。

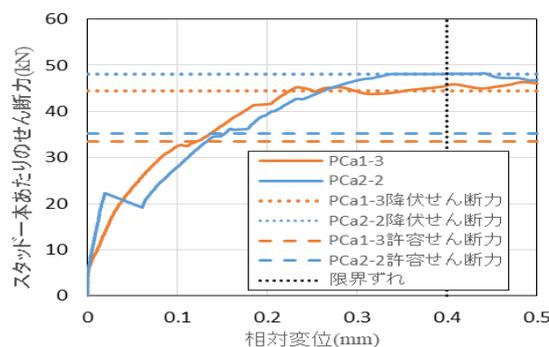
4. まとめ

本研究は、既往研究では再現されていないハンチとモルタルによる間詰めを模擬した PCa 床版を想定した押し抜きせん断試験を行い、スタッドのずれ挙動について検討した。得られた結果を以下に示す。

- (1) スタッド間隔が小さい場合、支圧抵抗範囲が重なり、スタッド間隔が大きい場合は、箱抜き部縁端に近いことから抵抗範囲が小さくなった。
- (2) 本研究で設定した一般的な箱抜き形状では、道路橋示方書に基づいてスタッド間隔を定めた場合、最小・最大間隔であったとしても、ずれ定数・最大耐力に顕著な差は見られない。
- (3) 同じ箱抜き形状でスタッド本数を増加させると近接配置となり支圧抵抗範囲が重なり、ずれ定数が低下した。



(a) スタッド破断まで



(b) 相対変位 0.5mm まで

図-2. せん断力-相対変位関係(包絡線)

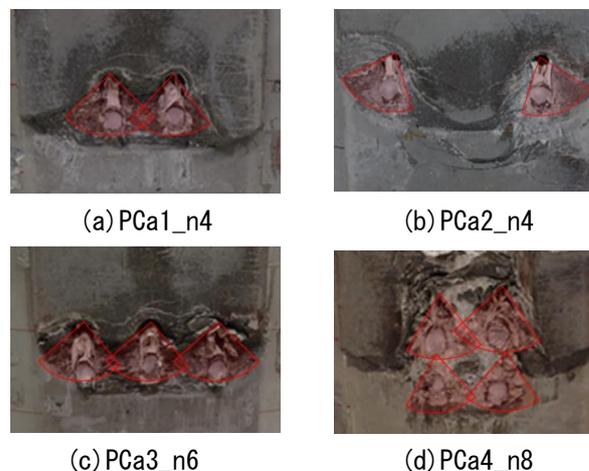


図-3. スタッド破断面

表-2. ずれ定数・初期剛性・最大荷重まとめ

ケース名	ずれ定数(kN/mm)	初期剛性(kN/mm)	最大荷重(kN)
	平均	平均	平均
PCa1	2.66×10^5	3.60×10^5	100.92
PCa2	2.05×10^5	9.28×10^5	107.71
PCa3	1.87×10^5	2.34×10^5	113.33
PCa4	1.48×10^5	2.58×10^5	100.25

<参考文献>

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，Ⅱ鋼橋・鋼部材編 2017.11.
- 2) 永尾和大，中島章典，渡瀬博，原健悟：コンクリート床版箱抜き部とモルタル層を用いた頭付きスタッド押し抜き試験体の押し抜き性状，第 10 回復合構造の活用に関するシンポジウム
- 3) 社団法人日本鋼構造協会：頭付きスタッドの押し抜き試験方法(案)とスタッドに関する研究の現状，JSSCテクニカルレポート，No.35，1996