

## プレキャストPC床版の接合部に用いる高強度スタッドの押抜き試験

(株) IHI インフラ建設 正会員 ○木村 俊紀  
 首都高速道路(株) 修(工) 岸田 政彦  
 (株) IHI インフラシステム 修(工) 齊藤 史朗  
 (株) 駒井ハルテック 橋 肇

キーワード：高強度スタッド、押抜き試験、高強度軽量プレキャストPC床版

### 1. はじめに

プレキャストPC床版を用いた鋼合成桁の既設RC床版取替工事において、端支点部および中間支点部では作用するせん断力が大きいので、スタッド本数が増え、それに伴いプレキャスト版に配置するジベル孔も多くなる。プレキャストPC床版では、横締めプレテンションPC鋼材を使用するため、ジベル孔とPC鋼材との取合いが問題となる場合がある。この対策の一つに、高強度スタッドの使用が考えられる。高強度スタッドは、JIS B 1198で規定されるスタッド（以下、標準スタッド）と比較してせん断耐荷力が高いため、スタッド本数を減じることが可能であるが、その設計方法については道路橋示方書<sup>1)</sup>に規定されておらず、試験データの蓄積が必要であると考えられる。

一方、既設道路橋RC床版の取替工事において、床版自重の軽量化を目的として高強度軽量プレキャストPC床版（以下、軽量プレキャストPC床版）の適用事例がある。高強度軽量コンクリート（以下、軽量コンクリート）と高強度スタッドとの併用については、プレキャストPC床版とした場合、せん断耐荷力はジベル孔周辺のモルタルの強度特性に依存するため軽量コンクリートの影響は小さいとの報告<sup>2)</sup>があるが、試験データも少ないのが現状である。

本研究では、軽量プレキャストPC床版に高強度スタッドを適用するための基礎的データを得る事を目的に、押抜き試験を実施した結果について報告を行う。

### 2. 試験概要

#### 2. 1 供試体概要

押抜き試験に用いる供試体の種類を表-1に示す。コンクリート種別およびスタッド径を変化させた。供試体形状を図-1に示す。供試体は(一社)日本鋼構造協会（以下、JSSC）の標準供試体<sup>3)</sup>に準拠し、H形鋼の両側にコンクリートブロックを配置した。コンクリートブロックはあらかじめプレキャスト部材とし、無収縮モルタルを用いて鋼部材（H形鋼）と一体化させた。

表-1 供試体の種類

ケース	供試体数	コンクリート種別	スタッド径
1	3	軽量コンクリート	φ22
2	3	軽量コンクリート	φ19
3	3	普通コンクリート	φ22
4	3	普通コンクリート	φ19

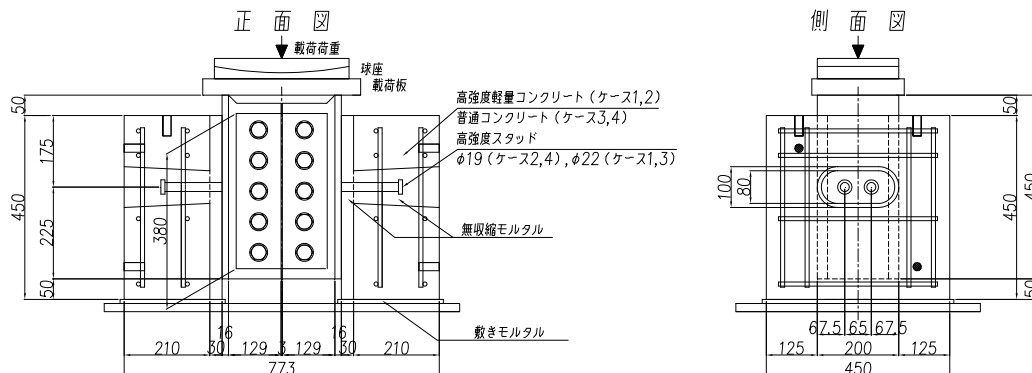


図-1 供試体形状

2. 2 使用材料

表-2 に使用した材料試験の結果を示す。ここで、コンクリートおよび無収縮モルタルの強度試験は、押抜き試験直前に実施した。

2. 3 荷重方法および計測位置

押抜き試験は、JSSCの標準試験方法<sup>3)</sup>に準拠して行った。荷重状況を写真-1 に示す。供試体は、H鋼断面が荷重中央となるように据付け、供試体底面についてはモルタルで不陸調整を行った。

荷重は全供試体とも漸増繰返し荷重とした。荷重初期は、想定される最大荷重の1/20の荷重ごとに漸増荷重および除荷を繰り返した。その後、コンクリートとH鋼フランジとの相対ずれが4mmを超えた時点で、破壊まで単調荷重とした。相対ずれの計測はスタッドが配置されている水平面内で、H形鋼左右のブロックの両側面の4箇所で行っている。計測位置を図-2 に示す。

図-3 に作用せん断力と相対ずれ量の関係を、表-3 に力学特性の定義を示す。



写真-1 荷重状況

表-2 材料特性  
(a) コンクリートおよびモルタル

材料	圧縮強度 N/mm <sup>2</sup>	静弾性係数 N/mm <sup>2</sup>
軽量コンクリート	69.6	2.55×10 <sup>4</sup>
普通コンクリート	73.2	4.17×10 <sup>4</sup>
無収縮モルタル	65.2	—

(b) 鋼材

材料	材質	降伏点 N/mm <sup>2</sup>	引張強度 N/mm <sup>2</sup>	伸び %
高強度スタッド φ19	HT570	517	597	26
高強度スタッド φ22	HT570	525	602	21
H形鋼	SS400	324	450	29

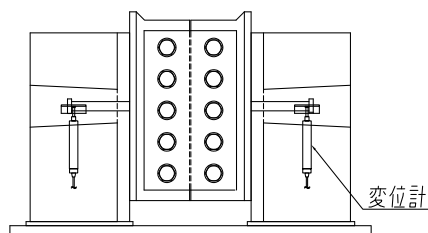


図-2 相対ずれ測定位置

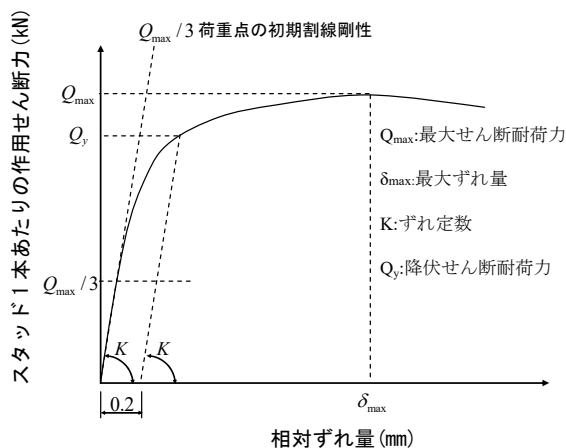


図-3 作用せん断力と相対ずれ量の関係

表-3 力学特性の定義

力学特性	定義
最大せん断耐荷力 ( $Q_{max}$ ) (kN/本)	押抜き時の最大荷重をスタッド本数で除したものの荷重値
最大ずれ量 ( $\delta_{max}$ ) (mm)	最大せん断耐荷力の到達時に発生する相対ずれ量
ずれ定数 ( $K$ ) (kN/mm)	荷重-相対ずれ曲線における $Q_{max}/3$ 荷重点の初期割線の勾配
降伏せん断耐荷力 ( $Q_v$ ) (kN/本)	初期割線に平行で相対ずれ 0.2mm の点を通る直線と荷重-相対ずれ曲線との交点の荷重値

3. 試験結果および考察

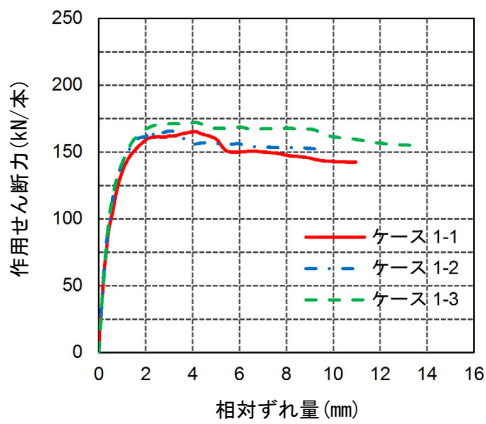
3. 1 試験結果

高強度スタッドの押抜き試験結果を表-4 に示す。また、φ22 を用いたケースの作用せん断力と相対ずれ量の関係の例を図-4 に示す。ケース 1, 3 では、モルタル部分が先行して破壊したが、スタッド

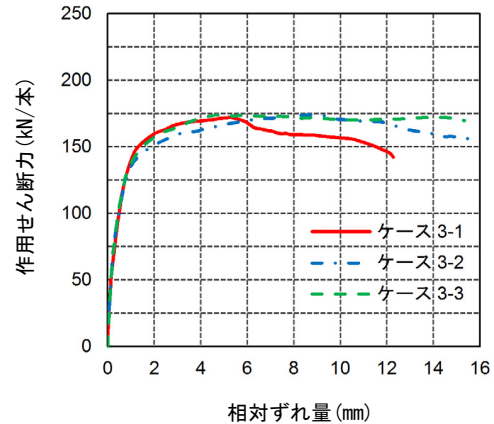
ドが破断に至らず、相対ずれが、予め試験終了の目安とした 10mm に達したため試験を終了した。ケース 2, 4 ではモルタル部分が先に破壊したのち、スタッドが破断した。

表-4 試験結果一覧

供試体		Pmax kN	Qmax kN/本	$\delta$ max mm	K kN/mm	Qy kN/本	スタッド 破断
ケース 1 軽量プレキャスト $\phi$ 22mm	1	660.5	165.1	4.0	274.3	104.7	破断せず
	2	667.7	166.9	2.3	286.5	117.3	破断せず
	3	688.3	172.1	4.2	270.3	121.7	破断せず
	平均	<b>672.2</b>	<b>168.0</b>	<b>3.5</b>	<b>277.0</b>	<b>114.6</b>	
ケース 2 軽量プレキャスト $\phi$ 19mm	1	501.3	125.3	5.0	316.9	84.1	破断
	2	529.8	132.5	5.1	247.3	92.8	破断
	3	545.8	136.5	4.2	271.9	96.9	破断
	平均	<b>525.6</b>	<b>131.4</b>	<b>4.7</b>	<b>278.7</b>	<b>91.3</b>	
ケース 3 普通プレキャスト $\phi$ 22mm	1	686.9	171.7	5.4	331.4	102.4	破断せず
	2	696.4	174.1	8.8	333.2	103.7	破断せず
	3	695.6	173.9	5.9	323.7	108.3	破断せず
	平均	<b>693.0</b>	<b>173.2</b>	<b>6.7</b>	<b>329.4</b>	<b>104.8</b>	
ケース 4 普通プレキャスト $\phi$ 19mm	1	503.7	125.9	3.0	330.2	90.6	破断
	2	531.9	133.0	5.9	366.9	88.1	破断
	3	533.0	133.2	7.0	329.4	89.3	破断
	平均	<b>522.9</b>	<b>130.7</b>	<b>5.3</b>	<b>342.2</b>	<b>89.3</b>	



(a) 軽量コンクリート



(b) 普通コンクリート

図-4 作用せん断力と相対ずれ量の関係 (スタッド径:  $\phi$  22)

3. 2 最大せん断耐荷力 ( $Q_{max}$ )

各供試体における最大せん断耐荷力を図-5 に示す。ケース 1, 3 およびケース 2, 4 の比較から、コンクリート種別による最大せん断耐荷力に大きな差は確認されなかった。

3. 3 最大ずれ量 ( $\delta_{max}$ )

各供試体における最大ずれ量を図-6 に示す。最大ずれ量は、供試体ごとにバラつきが見られるものの、軽量コンクリートを使用したケース 1, 2 は、普通コンクリートを使用したケース 3, 4 と比較して小さくなる傾向が確認された。

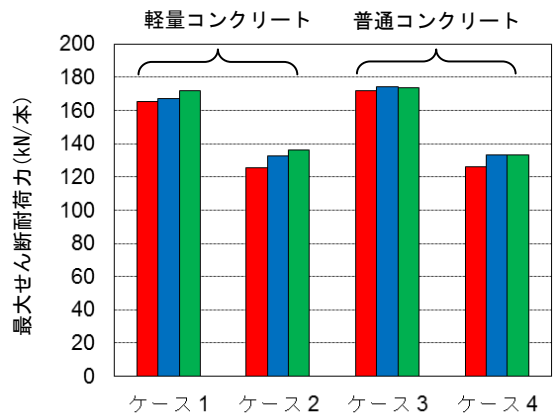


図-5 最大せん断耐荷力

### 3. 4 ずれ定数(K)

各供試体のずれ定数を図-7に示す。ずれ定数は、ケース 3, 4 と比較して、ケース 1, 2 が 10~15%程度小さい値となった。これは、軽量コンクリートの静弾性係数が普通コンクリートの値より小さいことから、同一荷重に対する相対ずれ量が大きいためと考えられる。

### 3. 5 降伏せん断耐荷力(Q<sub>y</sub>)

各供試体における降伏せん断耐荷力を図-8に示す。φ22 のケース 1 とケース 3 の比較では、軽量コンクリートのケース 1 が若干大きくなっているが、φ19 のケース 2 とケース 4 の比較では大きな差異は見られない。今回の試験の範囲では、コンクリート種別による降伏せん断耐力の明確な差は認められなかった。これは、既往の研究報告<sup>2)</sup>と同様な結果となった。

## 4. まとめ

軽量プレキャストPC床版および普通プレキャストPC床版のずれ止めに高強度スタッドの採用を想定した押抜き試験結果から、最大せん断耐荷力および降伏せん断耐荷力に大きな差は見られなかった。今後、更に試験を実施し基礎データを蓄積することで、より信頼性の高い結果を提供する予定である。

## 謝辞

本研究の押抜き試験を実施するに当たり、大阪工業大学 大山教授にご指導、ご協力頂きました。ここに感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) (公社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，II 鋼橋編，pp. 352-359，2011. 3.
- 2) 中村定明，澤大輔，池尾良一，平城弘一：頭付きスタッドのせん断耐荷力に及ぼす縁端距離の影響とスパイラル筋の補強効果，構造工学論文集 Vol. 50A，2004. 3.
- 3) (一社)日本鋼構造協会：頭付きスタッドの押抜き試験方法(案)とスタッドに関する研究の現状，1996. 11.

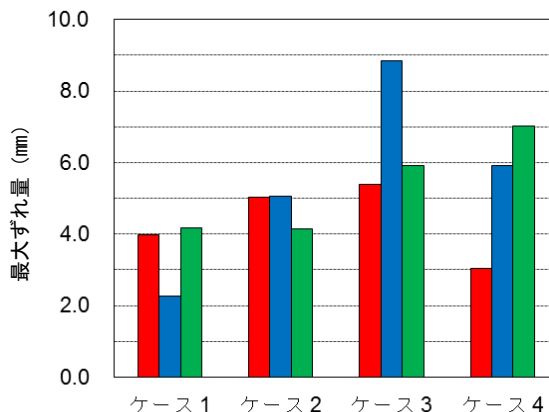


図-6 最大ずれ量

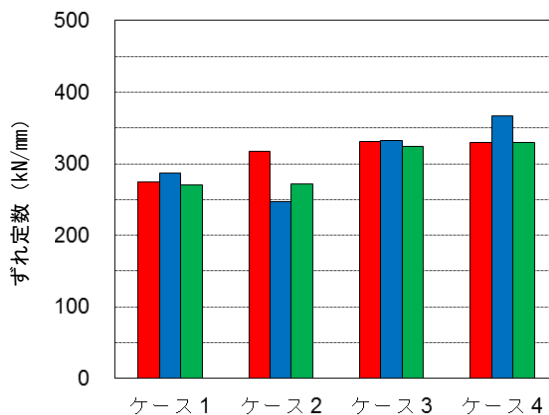


図-7 ずれ定数

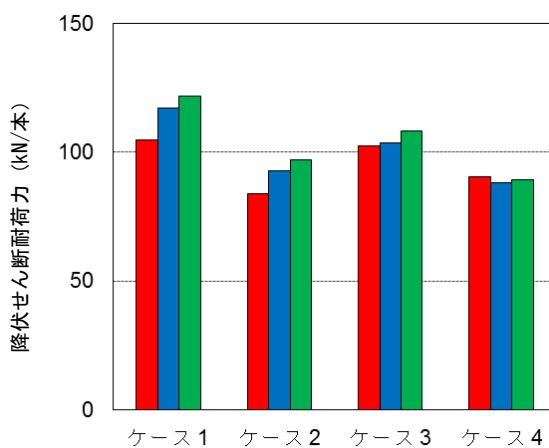


図-8 降伏せん断耐荷力