

高強度軽量コンクリートを用いた合成桁におけるスタッドのせん断耐力算定式の提案

大阪工業大学大学院 学生員 ○木下 貴史
 (株)IHI インフラ建設 正会員 小林 崇
 大阪工業大学 正会員 大山 理

1. はじめに

近年、橋梁の高齢化が進み、一部の路線では、大規模修繕や更新が始まっている。道路橋床版の更新では、プレキャスト PC 床版を用いた床版取替工事が行われ、最近では、下部工の負担への配慮から、高強度の軽量コンクリートを用いたプレキャスト PC 床版も採用されている。合成桁にプレキャスト PC 床版を適用する場合、端部および連続桁の中間支点において発生するせん断力が大きいため、頭付きスタッド(以下、スタッド)の配置本数が多くなり、スタッド孔やプレテンション PC 鋼材の配置が難しくなる。この対策の一つとして、スタッド 1 本あたりの耐力が大きくなる高強度スタッドを使用し、スタッド本数を減らす方法があるが、高強度スタッドは、道路橋示方書²⁾においてその規定が設けられていない。また、一般的に、鋼桁とプレキャスト床版の合成を図るスタッドのせん断耐力算定式は、普通コンクリート(以下、普通コン)を用いた床版の結果に基づいて構築されているため、軽量コンクリートを使用した場合の影響を把握する必要がある。さらに、今後、許容応力度設計法から限界状態設計法への移行期を迎え、新たなスタッドのせん断耐力算定式の検討も求められている。そこで、本文では、合成を図るスタッドの静的押抜きせん断試験を実施するとともに、その結果と既往の研究³⁾の結果を参考に提案するスタッドのせん断耐力算定式について報告する。

2. 試験概要

本試験に用いる供試体の形状を図-1 に示す。試験は、(社)日本鋼構造協会の「頭付きスタッドの押抜き試験方法(案)」⁴⁾に準拠して行った。供試体は、H 形鋼の両側にコンクリートブロック

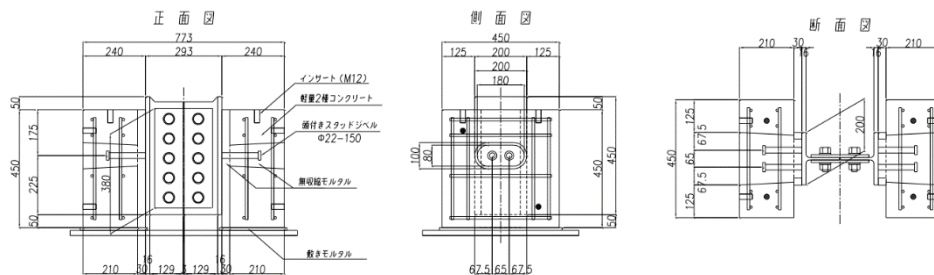


図-1 供試体形状・寸法 (mm)

表-1 各材料の力学特性

(a) コンクリートおよびモルタル

コンクリート種類	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (N/mm ²)	モルタル強度 (N/mm ²)
軽量2種	62.1	2.04×10^4	67.8
軽量1種 ³⁾	69.6	2.55×10^4	65.2
普通コン ³⁾	73.2	4.17×10^4	65.2

(b) スタッド

スタッド径 (コンクリート種類)	材質	降伏応力 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
φ 22 (軽量2種)	SS400	367	469	31
	HT570	545	621	21
φ 22 (普通コン, 軽量1種) ³⁾	HT570	525	602	21
φ 19 (普通コン, 軽量1種) ³⁾	(SM570 相当)	517	597	26

の力学特性を表-1 に示す。コンクリートの種類は、軽量コンクリート 2 種(以下、軽量 2 種)とし、普通コン、軽量コンクリート 1 種(以下、軽量 1 種)で実施された既往の研究³⁾と比較する。荷重は、H 形鋼とコンクリートブロックとの相対ずれが 4mm となるまで繰り返し荷重とし、40kN の荷重と除荷を繰り返し行った。相対ずれが 4mm を超えてからは、破壊まで単調荷重に切り替えた。なお、荷重速度は 2~4kN/sec とし、H 形鋼とコンクリートブロックとの間に生じる相対ずれは、H 形鋼左右のブロックの両側面の 4 箇所を測定をした。

キーワード：高強度軽量コンクリート、合成桁、スタッド、せん断耐力

連絡先：〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮 5 丁目 16 番 1 号 Tel : (06)6954-3315, Fax : (06)6957-2131

表-2 試験結果

コンクリート種類	試験体数	スタッド径	スタッド材質	最大荷重(kN)	最大せん断耐力(kN/本)	最大ずれ量(mm)	ずれ定数(kN/mm)	降伏せん断耐力(kN/本)	破壊形態
軽量2種	3	φ22	SS400	634.3	158.6	4.4	304.2	100.1	スタッド破断
	3		HT570	715.2	178.8	4.4	295.9	112.2	スタッド破断
軽量1種 ³⁾	3	φ22	HT570	672.2	168.0	3.5	277.0	114.6	モルタル割裂
	3	φ19		525.6	131.4	4.7	278.7	91.3	スタッド破断
普通コン ³⁾	3	φ22	HT570	693.0	173.2	6.7	329.4	104.8	モルタル割裂
	3	φ19		522.9	130.7	5.3	342.2	89.3	スタッド破断

※供試体3体の平均値

3. 試験結果および考察

本試験から得られた軽量2種の結果と既往の研究³⁾の普通コン、軽量1種の結果を表-2に示す。

表-2より、まず、軽量2種を用いたプレキャスト床版に標準スタッドおよび高強度スタッドを使用した場合を比較すると、高強度スタッド1本あたりの最大せん断耐力および降伏せん断耐力は、標準スタッド1本あたりの同値より、約10%程度大きくなることがわかった。つぎに、既往の研究結果³⁾と比較すると、軽量1種(φ22)および高強度スタッドを用いた軽量2種(φ22)の最大せん断耐力は、それぞれ、普通コン(φ22)の0.96倍および1.03倍となった。軽量2種は、普通コンおよび軽量1種と比べてコンクリートの圧縮強度が低く、静弾性係数も小さいため、せん断強度も普通コンと比べて小さくなると想定された。しかし、各コンクリートでのスタッドの最大せん断耐力や降伏せん断耐力に大きな差異はみられなかった。また、軽量1種と比べても同様の傾向を示した。ここで、プレキャスト床版は、スタッドと床版との間に無収縮モルタルを介して鋼桁と接合している。そのため、スタッドのせん断耐力は、スタッド周辺のモルタルの影響があると考えられる。軽量2種を用いた供試体は、モルタルの圧縮強度が最も高く、これにより普通コンおよび軽量1種に対して最大荷重が大きくなったと考えられる。

4. スタッドのせん断耐力算定式の提案

スタッドのせん断耐力がコンクリートの種類に依存しないこと、ここでは、破壊形態がスタッド破断となった供試体のみについて、スタッドのせん断耐力算定式を提案する(図-2参照)。算定式の形式は、 f_u (スタッドの引張強度)に A_{ss} (スタッドの断面積)を乗じたものをスタッドの全強度とし、その値を変数とした一次関数とする。試験結果から得られたデータをもとに、回帰分析を行い、得られた結果を式(1)に示す。さらに、設計せん断耐力算定式として、非超過確率95%の特性値を考慮して得られた結果を式(2)に示す。

5. まとめ

本研究では、合成桁の床版に高強度軽量コンクリートを用いたプレキャスト床版を適用することを目的に、合成を図るスタッドの静的押抜きせん断試験を実施するとともに、その結果と既往の研究³⁾を参考に、スタッドのせん断耐力算定式の提案を行った。今後、さらにデータの蓄積を行い、設計法を構築する予定である。

【参考文献】

- 例えば、郷保英之、山村繁雄、廣井幸夫、吉房俊裕：高強度軽量プレキャストPC床版を用いた床版取替工事の設計・施工—播但連絡道路 市川大橋一、プレストレストコンクリート Vol.55, No.5, pp.29~34, 2013年9月。
- (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 (I 共通編・II 鋼橋編), pp.352~359, 2012年3月。
- 木村俊紀、岸田政彦、齊藤史朗、橋 肇：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、第25回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.337~340, 2016年10月。
- (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年11月。

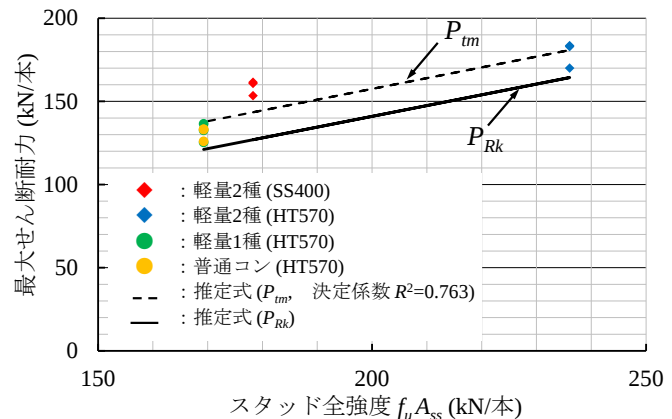


図-2 スタッド全強度と最大せん断耐力の関係

$$P_{tm} = 0.647 f_u \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) + 28.050 \quad (\text{kN/本}) \quad (1)$$

$$P_{Rk} = 0.647 f_u \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) + 11.519 \quad (\text{kN/本}) \quad (2)$$