

軸径 25 mm頭付きスタッドの押抜きせん断強度

神戸大学 正会員 ○大谷 恭弘

神戸大学 非会員 栄 真堂

スタッド協会 非会員 仲地健二郎

スタッド協会 非会員 佐々木一明

スタッド協会 非会員 尾籠 秀樹

スタッド協会 非会員 内海 祥人

1. 序論

鋼コンクリート複合構造物におけるずれ止めとして広く用いられている頭付きスタッド（以下、スタッド）は JIS B 1198¹⁾において規定されているが、2011 年に改正が行われ、軸径 25mm の太径スタッドが追加された。しかし、わが国におけるスタッドに対する現行の設計せん断強度評価式は軸径 25mm スタッドに対してのそれら設計式の適用性については十分な確認がされていない。そこで前年度、軸径 25mm 全高 150mm(H/d=6)のスタッドを用いた押抜き実験を行い、強度性状の確認ならびに現行のせん断強度評価式の適応性について検討を行った。²⁾ 今回は軸長の異なる場合の実験結果を含め、現行の強度評価式の適応性について検討する。

2. 押抜きせん断実験の概要

今回、新たに実施した押抜き実験ではスタッドの全高/軸径比 (H/d) を実験パラメータとし、日本鋼構造協会「頭付きスタッドの押抜き試験方法 (案)」³⁾ に基づいて前年度と同様の方法で試験体の製作および載荷実験を行った。図 1 に示す試験体には JIS B 1198 (2011) を満足する同一ロットの軸径 25mm スタッドを使用し、H/d を 6、5、4 の 3 種類で変化させている。また、比較のため軸径 19mm スタッドを用い H/d を約 5 および 4 とした試験体も製作した。いずれの試験体もコンクリートブロック厚は 20cm とした。準備した試験体シリーズを表 1 に示す。なお、本実験ではコンクリートの目標実強度を 30N/mm² と 42N/mm² とし、それぞれの呼び強度は 24N/mm² と 30N/mm² のものを指定したが、養生環境の問題で 42N/mm² を目標としたものは 30N/mm² を目標としたものと同等の実強度となってしまった。

載荷方法と計測方法も前年度の実験²⁾と同様の方法で実施した。開き止めを設置した状態で文献³⁾に則り片振り繰返し載荷を行い、スタッド溶接位置での鋼材フランジ端部とコンクリートブロックにおけるスタッド頭部位置の相対変位量を測定した。

3. 実験結果と強度評価式との比較

押抜き実験結果を表 1 に示す。最大耐力時の破壊モードは全てコンクリート破壊となった。また、図 2 に軸径 25mm スタッド試験体の代表的な荷重－相対変位関係の包絡線を示す。コンクリートの目標強度が 30N/mm² と 42N/mm² のコンクリートの実強度は今回ほぼ同等となったが試験体のせん断耐力には呼び強度に対応する有意な差がみられた。

表 1 試験体シリーズおよび実験結果

試験体名	スタッド			コンクリートブロック			実験値	破壊モード
	軸径d (mm)	全高H (mm)	H/d	目標強度 (N/mm ²)	f _c (N/mm ²)	E _c (kN/mm ²)		
φ 25-f42(35)-L150	25	150	6.0	42 (30)	35.0	28.3	226	コンクリート破壊
φ 25-f42(35)-L125-1		125	5.0		35.0	28.3	265	コンクリート破壊
φ 25-f42(36)-L125-2		125	5.0		36.1	29.1	238	コンクリート破壊
φ 25-f42(35)-L100-1		100	4.0		35.0	28.3	219	コンクリート破壊
φ 25-f42(36)-L100-2		100	4.0		36.1	29.1	209	コンクリート破壊
φ 25-f30(37)-L150		150	6.0	30 (24)	37.2	27.4	218	コンクリート破壊
φ 25-f30(37)-L125-1		125	5.0		37.2	27.4	204	コンクリート破壊
φ 25-f30(37)-L125-2		125	5.0		37.2	27.4	203	コンクリート破壊
φ 25-f30(37)-L100-1		100	4.0		37.2	27.4	192	コンクリート破壊
φ 25-f30(37)-L100-2		100	4.0		37.2	27.4	199	コンクリート破壊
φ 19-f30(37)-L100	19	100	5.3		37.2	27.4	139	コンクリート破壊
φ 19-f30(37)-L80		80	4.2		37.2	27.4	140	コンクリート破壊

※「試験体名」の()内はコンクリートの実強度を、「目標強度」欄の()内は注文時の呼び強度を表す。

キーワード ずれ止め、実験、許容せん断力、終局せん断耐力、設計せん断耐力

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科 TEL078-881-1212

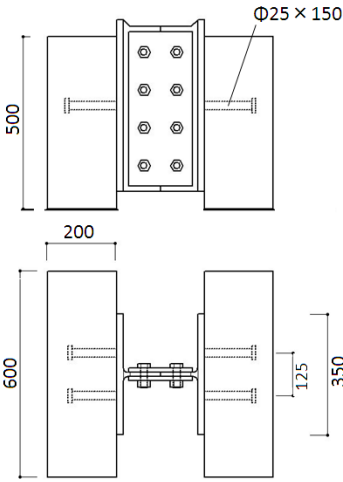


図 1 押抜き試験体(L=150)

3. 押抜き実験結果と現行の設計強度評価式との比較

せん断耐力式との比較 軸径 25mm と 19mm スタッドの実験値と以下の複合構造標準示方書における頭付きスタッドの設計せん断耐力式⁴⁾との比較を図 3 に示す。

設計せん断耐力 $V_{sud}(N)$ (1 本当たり) :

$$V_{sud} = 31A_{ss}\sqrt{(h_{ss}/d_{ss})f'_{cd}} + 10000 \quad (1)$$

ここに、スタッドの断面積: A_{ss} (mm²)、スタッドの軸径: d_{ss} (mm)、スタッドの高さ: h_{ss} (mm)、コンクリートの設計圧縮強度: f'_{cd} (N/mm²) である。なお、比較においては上式(1)を下式に書き直し、

$$Y = (V_{sud} - 10000)/(A_{ss}\sqrt{f'_{cd}}) = 31\sqrt{(h_{ss}/d_{ss})}$$

縦軸にYを横軸にH/dを取っている。また、コンクリートの実強度を用いている。図から軸径25mmスタッドについては、H/dが4~6に対して式(1)は実験結果のほぼ平均値レベルの耐力評価となっていることが分かる。

降伏せん断耐力式との比較 道路橋示方書⁵⁾では次式でスタッド 1 本の許容せん断力 $Q_a(N)$ を与えている。

$$Q_a = 9.4 \times d^2 \times \sqrt{\sigma_{ck}} \quad (H/d \geq 5.5) \quad (2a)$$

$$Q_a = 1.72 \times d \times h \times \sqrt{\sigma_{ck}} \quad (H/d < 5.5) \quad (2b)$$

ここに、スタッドの軸径: d (mm)、全高: h (mm)

コンクリートの設計基準強度: σ_{ck} (N/mm²) である。

上式はスタッドの残留ずれ量に基づいているとされ、降伏に対して約 3 倍以上の安全率を有するとされている。文献 3)では残留ずれ 0.2mm オフセット値を降伏せん断力としており、その降伏荷重と上式の 3 倍の値を比較したものを図 4 に示す。今回および前回の実験結果と式(2)との比較から、0.2mm オフセット値を降伏荷重と考えると、軸径 25mm スタッドに対して道路橋示方書の式は降伏荷重に対して 3 倍の安全率を確保する許容せん断力を与えることが分かる。

なお、図 3 および図 4 より、H/d のせん断耐力および降伏強度に対する有意な影響は確認できなかった。

4. まとめ

1) 軸径 25mm で全高 100~150mm の頭付きスタッドに対

して、複合構造標準示方書のせん断耐力評価式はほぼ平均値レベルの耐力評価を与える。

2) 軸径 25mm スタッドの降伏せん断強度は道路橋示方書の許容せん断力の 3 倍を確保する傾向がみられた。

参考文献

- 1) 日本工業規格: JIS B 1198:2011 頭付きスタッド、2011.
- 2) 大谷等: 軸径 25mm 頭付きスタッドの押抜きせん断強度性状, 第 69 回土木学会年次学術講演会, CS3, pp13-14, 2014.
- 3) 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, 1996
- 4) 土木学会, 複合構造標準示方書 共通編, 2009.
- 5) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, 2012

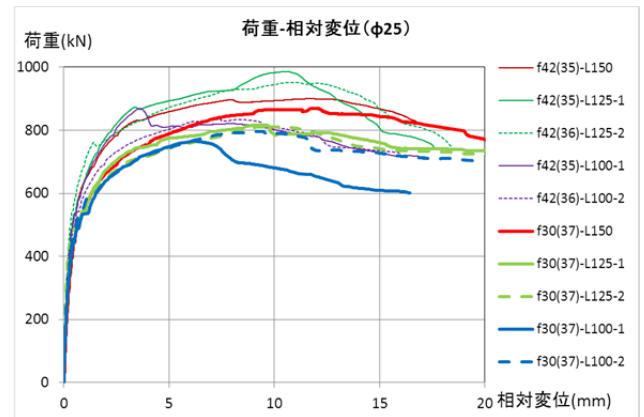


図 2 荷重-相対変位関係 (軸径 25mm)

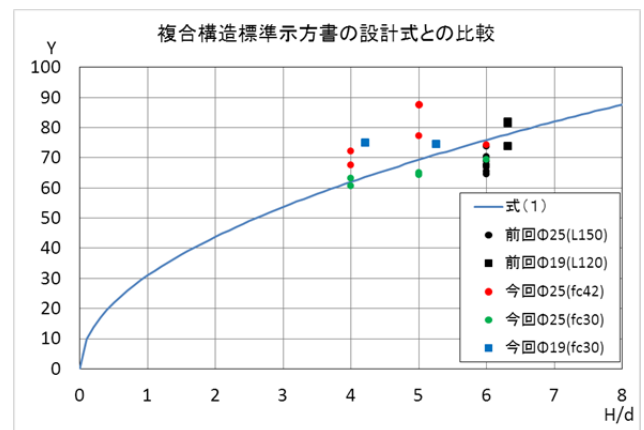


図 3 実験値と式(1)との比較

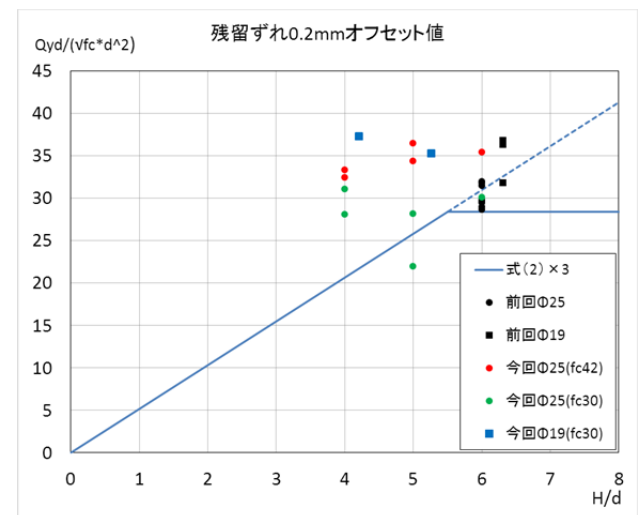


図 4 降伏荷重での比較 (0.2mm オフセット)