

軸引張力を同時に受けるスタッドのせん断耐力の算定に関する研究

山口大学大学部 正会員 高海克彦
 松尾橋梁(株) 正会員 西 克幸
 山口大学工学部 正会員 濱田純夫

1. はじめに

鋼とコンクリート複合構造において、両部材には接合材として多くの場合頭付きスタッドが用いられる。近年、スタッドの用途の多様化により、スタッドは組み合わせ力を受け、せん断耐力が低下することが報告されている。引張とせん断を受けるスタッドの耐力算定方法はいくつか提案されているが、本研究では、より簡易なせん断耐力算定式の構築のため、軸引張力を同時に受ける頭付きスタッドのせん断耐力実験を行い、算定式の提案を試みるものがある。

2. 試験概要

供試体は、JIS 規格 (JIS B 1197) に則った 6 種類 (直径 13,16,19mm, 長さがそれぞれ 80,100mm) のスタッドを用いて、それぞれ H 形鋼フランジプレート部に片側横に 2 本ずつ溶接したものを用意し、各タイプにつき導入引張力を変えた計 48 体作製した。スタッドに作用させる引張力は、写真-1 のように供試体の両コンクリート間に挿入した 4 本の水平油圧ジャッキで、コンクリートブロックを押し開く力の反力をスタッドに負担させることにより導入した。水平力は、常に一定になるように調整した。引張力の導入量は表-1、表-2 に示すとおりである。ここで各供試体の記号は、例えば「直径 16mm、長さ 100mm」ならば【1600】と記述する。また導入引張力の小さいものから順に Grade ~ とし、Grade はスタッドに引張力を全く掛けていない供試体である。

試験は、100tf の万能試験機を用いて、漸増繰り返し载荷による押し抜き試験とした。

表-1 引張力導入量 (その 1)
 単位: kN/本

grade 供試体					
【1380】	0	13.7	-	-	27.4
【1300】	0	21.6	-	-	43.1
【1680】	0	13.7	-	-	27.4
【1600】	0	21.6	-	-	43.1
【1980】	0	13.7	-	-	27.4
【1900】	0	21.6	-	-	43.1

表-2 引張力導入量 (その 2)
 単位: kN/本

grade 供試体					
【1380】	0	13.7	17.6	21.6	25.5
【1300】	0	17.6	23.5	29.4	35.3
【1680】	0	13.7	18.6	22.5	27.4
【1600】	0	19.6	25.5	31.4	37.2
【1980】	0	13.7	18.6	22.5	27.4
【1900】	0	19.6	27.4	33.3	41.2

3. 実験結果および考察

3.1 破壊状況

表-3 に本実験の押し抜きせん断耐力試験の結果を示す。スタッドに軸引張力が作用しない場合は破壊形態は軸部破断であるが、軸引張力が大きくなり、また軸長が長くなるにしたがって、破壊形式はスタッドの軸部破断からコンクリートの支圧破壊へと移る。ただし、1998 年度試験分の【1680_】と【1900_】に関しては、以上に述べた 2 種類の破壊形式とは異なり、コンクリートの引抜破壊を生じた。

3.2 軸引張とせん断力を同時に受けるスタッドの既往の耐力式

スタッドに軸引張力とせん断力が同時に作用する場合の既往の耐力算定式の多くは、式(1)に示すように、それぞれ純引張耐力および純せん断耐力によって、組み合わせ荷重を受けた場合の耐力を無次元化した

キーワード：頭付きスタッド、組み合わせ荷重、耐力算定式

連絡先：山口県宇部市常盤台 2-16-1 Phone:0836-35-9445, Fax:0836-35-9429

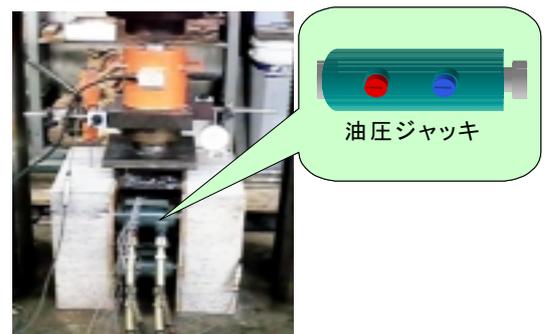


写真-1 载荷状況

相関強度曲線で表されている。

$$\left(\frac{T}{T_u}\right)^\alpha + \left(\frac{S}{S_u}\right)^\alpha = 1 \quad (1)$$

ここに、 T 、 S は組み合わせ荷重を受けたときの引張耐力とせん断耐力である。 T_u と S_u は、各々単独に引張力およびせん断力を受けたときの耐力である。この T_u と S_u と採り方が、いろいろ提案されている。例えば Bode による $T_u^{1)}$ と平城による $S_u^{2)}$ を採用し、 $\alpha = 1$ および $\alpha = 2$ とし、表-3 の結果をまとめたものが

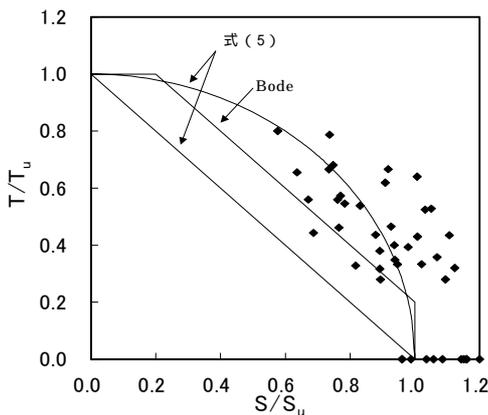


図-1 無次元化耐力相関関係

図-1 である。図中には Bode らによるトリリニアアの評価式も記す。ばらつきはあるが、実験値は評価式の近傍にあり、耐力算定はある程度できるものと思われる。

3.3 せん断耐力式の修正による算定

本研究では、簡易な耐力式の構築のため、スタッドに作用する軸心力 σ_s を考慮して、平城らが提案しているせん断耐力式²⁾を式(2)のように修正する。

$$S_{Um} = a \cdot 0.0313A_s \sqrt{(h_s/d_s)f'_c} \cdot (1 + \sigma_s)^{-b} + 9.806 + c \quad (2)$$

式(2)とせん断耐力の実験値とから最小二乗法によって定数 $a \sim c$ を求めた結果、式(3)が得られ、その比較を図-4 に示す。適合係数は 1.03 であり、軸力を同時に受けるスタッドの簡易なせん断耐力評価式と思われる。

$$S_u = 0.0351A_s \sqrt{(h_s/d_s)f'_c} \cdot (1 + \sigma_s)^{-0.05} + 9.458 \quad (3)$$

4. まとめ

- 1) スタッドに引張力を加えるとせん断耐力は低下し、破壊形式はスタッドの破断からコンクリートの破壊へ移行する。
- 2) 本研究で誘導した式(3)は、実験値と良好な整合性を有し、スタッドに軸引張力とせん断力が同時に作用する場合にも用いることができる簡易な式であると考えられる。

参考文献：1) Bode, et al.: Zur Tragfähigkeit von Kopfbolzen bei Zubean-Spruchung, Bauingenieur, 60, pp.361-367, 1985
2) 平城ら：頭付きスタッドの強度評価式の誘導，構造工学論文集，Vol.35A, pp.1221-1232, 1989

表-3 押抜きせん断耐力試験結果

供試体の 記号	スタッド1本当たり の最大せん断耐力		破壊形式	
	99年度	98年度	99年度	98年度
	S_{ue} (kN)	S_{ue} (kN)		
【1380】	70.3	79.4	スタッドの軸心部破断	スタッドの軸心部破断
【1380】	69.3	74.7	スタッドの軸心部破断	スタッドの軸心部破断
【1380】	73.8	-	スタッドの軸心部破断	-
【1380】	75.5	-	スタッドの軸心部破断	-
【1380】	66.5	67.2	スタッドの軸心部破断	スタッドの軸心部破断
【1300】	80.8	78.4	スタッドの軸心部破断	スタッドの軸心部破断
【1300】	66.8	76.5	スタッドの軸心部破断	スタッドの軸心部破断
【1300】	71.8	-	スタッドの軸心部破断	-
【1300】	64.0	-	スタッドの軸心部破断	-
【1300】	52.0	47.1	スタッドの軸心部破断	スタッドの軸心部破断
【1680】	103.5	107.9	スタッドの軸心部破断	スタッドの軸心部破断
【1680】	101.0	111.8	スタッドの軸心部破断	スタッドの軸心部破断
【1680】	99.5	-	スタッドの軸心部破断	-
【1680】	94.5	-	エンガートの支圧破壊	-
【1680】	90.5	****	スタッドの軸心部破断	エンガートの引抜き破壊
【1600】	116.8	106.4	スタッドの軸心部破断	スタッドの軸心部破断
【1600】	107.5	98.6	スタッドの軸心部破断	スタッドの軸心部破断
【1600】	93.3	-	スタッドの軸心部破断	-
【1600】	77.5	-	エンガートの支圧破壊	-
【1600】	75.3	74.2	エンガートの支圧破壊	エンガートの支圧破壊
【1980】	137.8	139.9	スタッドの軸心部破断	スタッドの軸心部破断
【1980】	107.8	131.9	エンガートの支圧破壊	スタッドの軸心部破断
【1980】	107.5	-	エンガートの支圧破壊	-
【1980】	92.3	-	エンガートの支圧破壊	-
【1980】	91.8	80.9	エンガートの支圧破壊	スタッドの溶接部破断
【1900】	169.5	140.2	スタッドの軸心部破断	スタッドの軸心部破断
【1900】	120.8	127.0	エンガートの支圧破壊	スタッドの軸心部破断
【1900】	93.0	-	エンガートの支圧破壊	-
【1900】	112.5	-	エンガートの支圧破壊	-
【1900】	99.5	****	エンガートの支圧破壊	エンガートの引抜き破壊

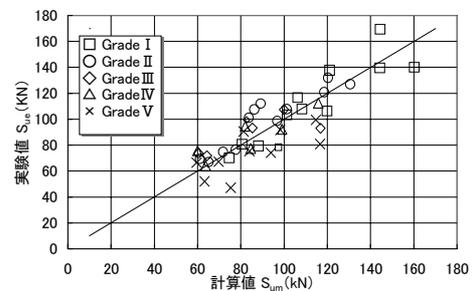


図-4 実験値と計算値の比較