

I - A151 組み合わせ力を受けるスタッドのせん断耐力

山口大学大学院 学生会員 ○西 克幸

山口大学 正会員 高海克彦

山口大学 正会員 濱田純夫

1 はじめに

コンクリートと鋼の接合には各種ずれ止めが用いられるが、施工性から一般に頭付きスタッドジベルが多用されている。最近、新しい構造として広幅員2主桁橋や、柱をRC、桁を鋼桁とする複合ラーメン橋のようにコンクリートと鋼の接合部のスタッドにせん断力のみではなく引張力も同時に作用する構造が考案されている。

従来スタッドの設計耐力は純せん断で算定されてきたが、上記構造のようにせん断力の他に引張力が作用する場合、スタッドのせん断耐力の低下、延いては複合構造接合部の耐力低下が予測される。

本研究は、上記の点に着目し、頭付きスタッドの標準押抜き試験方法において、スタッドに引張力が作用するように水平ジャッキを新たに加え、引張力を受けるスタッドジベルのせん断耐力実験を行い、その特性を検討するものである。

2 スタッドの種類および供試体

スタッドの種類は、JIS規格に則った計6種類（直径13,16,19mm、長さがそれぞれ80,100mm）を用いて、H形鋼フランジプレート部に片側2本ずつ計4本を、同一平面内配置で溶接したものを用意し、供試体は、各タイプ3体、計18体作製した。供試体サイズはH形鋼200×200×8×12、コンクリート部W150×D400×H400とした。

3 試験概要

スタッドのせん断耐力は、押抜き試験（push-out test）を採用し、100tf万能試験機を用いて押抜きせん断試験を行った。スタッドに作用させる引張力は、供試体の両コンクリート間に挿入した水平ジャッキで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。図-1はジャッキを挿入した押し抜き試験状況である。油圧ジャッキは、4本のスタッドに均等に引張力がかかるように4本配置した。

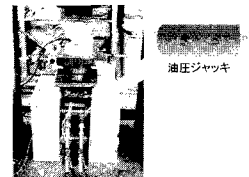


図-1 押抜き試験状況

引張力の導入量については、坂井らの式によりスタッド1本あたりに作用させる引抜き力を表-1のように決定した。それぞれ、Full-Tension 供試体、Half-Tension 供試体、および比較のため引張力を導入しない供試体を Non-Tension 供試体とする。

載荷方法としては、変位制御による載荷・除荷の漸増繰返し載荷法を用いた。漸増繰返し載荷法は、既往の研究で実施されている載荷法である。

表-1 引き抜き力導入値

	単位 kN	
	L80	L100
Non	0	0
Half	13.72	21.56
Full	27.44	43.12

4 結果および考察

表-2に今回の実験の静的押抜きせん断耐力試験の結果を示す。今回の実験では、【1680_F】がほぼ3回目の繰返し後、小さい荷重レベルでスタッドがコンクリートから円錐状に引き抜かれる破壊形式となった。また、【1900_F】は押抜き試験前の引張力導入時に、スタッドが抜けおち、押抜きせん断試験データは得られていない。最近スタッドの静的せん断強度に関するより合理的な統一評価式として平城らによって次式が提案された。

$$Q_u = 100A_s \sqrt{(h_s/d_s)f_{cu}} + 1000 \quad (1)$$

ここに、 A_s はスタッド軸部の断面積(cm^2)、 h_s はスタッドの全高(cm)、 d_s はスタッド軸部の直径(cm)、 f_{cu} はコンクリートの圧縮強度(kgf/cm^2)、 Q_u はスタッドの静的せん断強度(kgf/本)を表す

キーワード：スタッド、引張力、せん断力、ずれ、漸増繰返し載荷

連絡先（〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16番1号 TEL 0836-22-9725 FAX 0836-35-9429）

この式によって求めた計算値 Q_u と実験値 Q_u とを比較した結果を図-2 に示す。なお、式の結果も SI 単位に統一して示した。

本実験で Full-Tension 供試体の結果が得られた【1380】、【1300】、【1600】、【1980】、シリーズにおいて、【1300】、【1600】、【1980】シリーズでは、Half-Tension の場合はそれほど顕著ではないが、Full-Tension で引張力が大きいと大幅にせん断耐力が低下し、従来の算定値よりもかなり下回っている。また、せん断耐力の低下度は、与えた引張力に比例しないことも窺える。今後引張力の大きさに応じたスタッドのせん断耐力算定式が必要になると考える。ただし、今回の実験結果からだけではその構築は不可能であり、数多くの実験結果が必要である。また、【1980】シリーズに対して、許容せん断力、終局荷重および限界荷重を求め、安全率を計算したものを表-3 に示す。ここでは、最大荷重を終局荷重と考えることにする。一般に、スタッドは降伏に対して3以上、破壊に対して6以上の安全率をもつと考えられる。この実験に関しては、降伏に対しては3以上という結果が得られたが、破壊に対しては Full-Tension 供試体のみが安全率6を下回る結果となった。【1300】、【1600】シリーズ供試体についても同様のことが言え、ある程度のレベルを超える引張力の導入は、限界荷重より終局荷重に影響していることが明らかである。

【1980】シリーズ供試体に対する繰返し载荷による接合面のずれ性状を示す〔荷重-ずれ曲線〕の掲載は省略するが、このシリーズで扱った供試体についての〔最大荷重-ずれ曲線〕、〔荷重-残留ずれ曲線〕について図-3、図-4 に示す。〔荷重-ずれ曲線〕を比較すると、Non-Tension 供試体、Half-Tension 供試体とも最大荷重を保ったまま相対ずれは大きくなるが、Full-Tension 供試体は、ずれが大きくなると荷重は低下している。図-3 から、スタッドのずれ剛性は、引張力を加えるとはば半分程度に減少しているのがわかる。ただし、繰返し初期では、Full-Tension 供試体と Half-Tension 供試体の差異は明確ではない。また、図-4 から、同一の荷重レベルでは、Non-Tension 供試体の残留ずれが小さい、即ち、ずれが回復しているのがわかる。

5 結論

- ① スタッドに引張力が与えられることで、直線的ではないがせん断耐力が低下する。せん断耐力が急激に低下する引張力が、Half-Tension タイプと Full-Tension タイプの間であると推測される。
- ② スタッドの破壊に対してのせん断耐力および安全率は、Non を基準に、Half は10%未満の減少でとどまるが、Full では30%以上の減少を示した。
- ③ ずれ定数は、本実験のように引張力を加えると、約半分となる。

表-2 押抜きせん断耐力試験結果

供試体の 記号	スタッド 1本当りの 終局荷重 Q_{u1} (kN/本)	破壊に対する 直接の 原因
【1380 N】	79.44	スタッドの切断
【1380 H】	74.70	スタッドの切断
【1380 F】	67.18	スタッドの切断
【1300 N】	78.43	スタッドの切断
【1300 H】	86.23	スタッドの切断
【1300 F】	47.07	スタッドの切断
【1680 N】	107.87	スタッドの切断
【1680 H】	111.80	スタッドの切断
【1680 F】	*****	*****
【1600 N】	106.40	スタッドの切断
【1600 H】	98.56	スタッドの切断
【1600 F】	74.14	コンクリートの圧壊
【1980 N】	139.74	スタッドの切断
【1980 H】	131.90	スタッドの切断
【1980 F】	80.90	スタッドの切断
【1900 N】	140.24	スタッドの切断
【1900 H】	127.00	スタッドの切断
【1900 F】	*****	*****

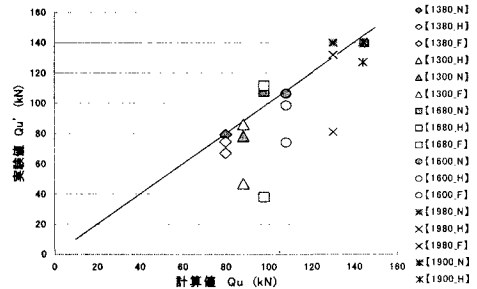


図-2 計算値と実験値の比較

表-3 安全率の検討

供試体の 記号	H/φ	スタッド 1本当りの 限界荷重 Q_{c1} (kN/本)	スタッド 1本当りの 終局荷重 Q_{u1} (kN/本)	許容 せん断力 Q_s (kN/本)	安全率	
					Q_u/Q_s	Q_{u1}/Q_s
【1980 N】	4.21	78.43	139.74	14.20	5.57	9.84
【1980 H】	4.21	67.29	131.90	14.20	4.92	9.29
【1980 F】	4.21	49.03	80.90	14.20	3.45	5.70

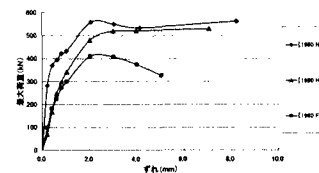


図-3 最大荷重-ずれ曲線【1980】

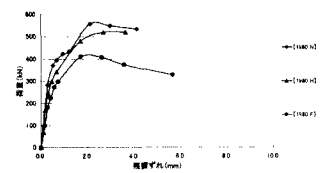


図-4 荷重-残留ずれ曲線【1980】