

I-A150 孔あき鋼板ジベルの押し抜きせん断耐力に関する基礎的実験

石川島播磨重工業（株） 正員 鈴木 統
北海道大学 正員 上田 多門
北海道大学 正員 古内 仁

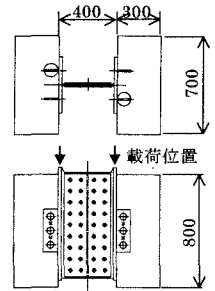
1. はじめに

近年、橋梁や港湾構造物などにおいて合成構造や混合構造が盛んに用いられるようになってきている。これらの構造物においては、鋼とコンクリート間の接合部や部材間の接合部には一般的に頭付きスタッドジベルが用いられてきた。しかし、ドイツのLeonhardt¹⁾によって提案されている孔あき鋼板ジベルは、疲労耐久性に優れるといった既存の研究²⁾もあり、また、溶接等の作業を大幅に削減できることから製作時の省力化・コストダウンといった利点を有する可能性がある。

そこで本研究では、孔あき鋼板の孔面積、孔数、板厚、鉄筋の有無、孔形状、孔配置などをパラメータとして、基礎的な押し抜きせん断試験を行ったので、その結果をここに報告する。

2. 試験方法

押し抜き試験の供試体形状寸法は図-1に供試体1-1を例として示す。供試体はH鋼フランジの両側に孔あき鋼板を各2枚づつ溶接し、各々にコンクリートブロックを打設した形状になっている。荷重装置は図-2のように、コンクリートブロック下にモルタルを敷設し、試験体の両フランジに荷重を等分配させるため、試験機荷重計と試験体のフランジとの間に球座、荷重分配桁、荷力治具（片側ブロックは球座）を挿入した。荷重計（ロードセル）は油圧ジャッキと分配桁の間に入れた。荷重方法は変位制御、荷重制御の2種類で行った。



○印はひずみゲージ貼付位置
図-1 供試体形状寸法(1-1)

3. 供試体の種類

孔あき鋼板の設計には以下に示すLeonhardtの設計式を用いて行った。

$$P_c = 1.4 \times d^2 \times \sigma_c'$$

d : 孔の径 (mm)

σ_c' : コンクリートの立方体強度 (N/mm^2)

なお、設計上、破壊形態は、鋼板ではなくコンクリート面での破壊が起こるように鋼板の孔の大き

表-1 供試体種類

供試体 No.	ジベルの設定	板厚 (mm)	鉄筋	目的
1-1	φ50、孔数3	t=12		既存式の確認、標準供試体
1-2	φ43、孔数4	t=12		総孔面積を標準体に合わせ、孔数を増やした場合の効力の確認
1-3	φ50、孔数3	t=22		板厚を大きくした場合の耐力の変化の確認
1-4	φ50、孔数3	t=12	D13	鉄筋を貫通させた場合の効果の確認
1-5	四角孔(44×44)、孔数3	t=12		総孔面積を標準体に合わせ、孔形状を変えた場合の効果の確認
1-6	φ50、孔数3	t=12	波板	波板を用いた場合の耐力の増加の確認
1-7	φ43、孔数4	t=12	千鳥配置	1-2と孔配置を換えた場合の効果の確認

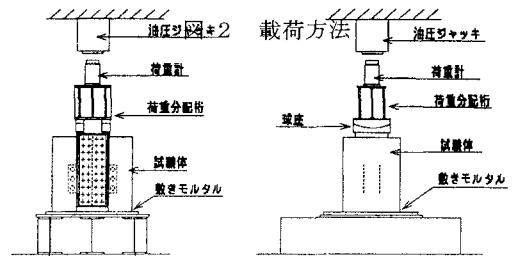


図-2 荷重方法

キーワード 複合構造、ずれ止め、孔あき鋼板

連絡先：〒135-8732 東京都江東区豊洲3丁目1-15, TEL:03-3534-3539, FAX:03-3534-3537

〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目, TEL:011-706-6218, FAX:011-707-6582

さを設定している。孔あき鋼板の孔径は50mm、孔数は鋼板1枚当たり3個を標準とし（1-1, 1-3, 1-4）、孔面積小の場合は孔径43mm、多数孔の場合は1枚当たり4個の孔を配置した（1-2, 1-7）。また、せん断耐荷力の増大を期待して、鋼板を波形に曲げたものも設定した（1-6）。供試体の種類は標準体を含め7種類、供試体数は各種類毎に3体ずつとした。供試体種類と実験目的を表-1に示す。

4. 実験結果

押し抜きせん断試験の結果を表-2に、各形式の供試体の荷重－相対ずれ変位の比較を図-3に示す。

（1）各パラメーターとせん断力の関係

供試体1-1, 1-2, 1-3では鋼板1枚当たりの最大せん断力にほとんど差が無く、せん断耐力はコンクリートのせん断面積（孔の総面積）で決まっているものと思われる。孔の形状の違いでは、円形（1-1）に比べて四角形（1-5）の方がやや耐力が小さく、孔形状はせん断伝達機構に影響を与えるようである。1-4は鉄筋の降伏時に最大荷重が発生しており、鉄筋により耐荷力および変形性能の向上といった効果が確認された。1-2, 1-7は共にφ43の4つ孔であるが、配列の違いによって最大せん断力が異なっている。この結果からせん断力の作用方向に対して千鳥、あるいは並列に孔を配置する場合などにせん断耐力の低下が予想される。1-1～1-4の一孔当たりの最大せん断力と設計値を比較すると、孔に鉄筋を貫通させない場合は、孔の径に関わらず、設計値の約0.85倍、鉄筋を貫通させたものは設計値によく一致した。

（2）各パラメーターと相対ずれ変位の関係

表-2に示した相対ずれ変位は、各供試体の最大せん断力時の値を示したものである。1-1, 1-3は同様の破壊を起こしていると考えられ、板厚に関係なくほぼ同じずれ量となった。1-2, 1-7はφ50の3つ孔に比べ最大せん断力時の相対ずれ変位は小さいが、そこに達するまでのずれ変位量にはほとんど差が無く、本実験の範囲内では孔の総面積が同じであれば、ずれに対するせん断剛性はほとんど同じであった。1-4は鉄筋の降伏までせん断力が増加するので、相対ずれも1-1の2倍近くまで増加している。

5. まとめ

今回の検討においては、孔の面積、数がせん断力・ずれに及ぼす効果、貫通鉄筋の効果、孔配置の影響などが確認できた。しかし、既往の研究では必ずしも鉄筋の効果が確認されているわけではなく、孔面積に対する鉄筋断面積の比、鉄筋の配置などのパラメーターも検討の必要がある。また、混合構造橋梁の接合部などに用いる場合予想される、せん断力の方向に対して直交して孔を配置した場合の影響も今後の重要な検討課題である。

参考文献：1) Leonhardt, F. et al. : Neues vorteilhaftes Verbundmittel für Stahlverbund-Tragwerke mit hoher Dauerfestigkeit, Beton-und Stahlbetonbau

2) 平他：孔あき鋼板ジベルの疲労特性、コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 19, No. 2

表-2 押し抜きせん断試験結果

供試体番号	鋼板1枚当たり最大せん断力 (kN)	1孔当たり最大せん断力 (kN)	1孔当たり設計せん断力 (kN)	実験値／設計値	相対ずれ (mm)
1-1	396	132	153	0.863	2.06
1-2	386	96.5	113	0.854	1.63
1-3	389	130	153	0.850	2.02
1-4	458	153	153	1.000	4.09
1-5	376	125	153	0.816	3.11
1-6	621	207	153	1.353	4.21
1-7	352	88	113	0.779	1.65

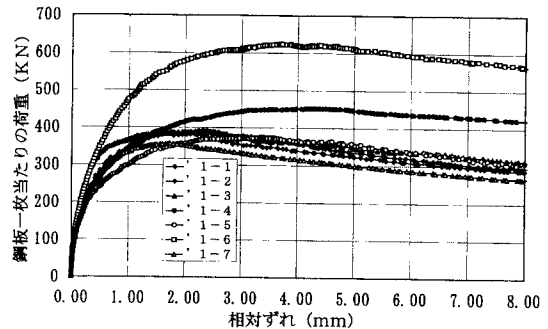


図-3 荷重－相対ずれ変位比較