

摂南大学工学部 正会員 平城 弘一 日本鉄道建設公団 正会員 保坂 鐵矢
 摂南大学工学部 中谷 雅之 川田工業株式会社 正会員 ○牛島 祥貴
 摂南大学工学部 松本 充 川田工業株式会社 フェロー 渡辺 滉

1. まえがき

孔あき鋼板ジベルは、ずれ剛性と耐疲労性が高いずれ止めとして開発されたものであり、鋼とコンクリートとの界面に働く水平せん断力を伝達するために、鋼板フランジ面に溶接で取り付けられる。(以下、孔あき鋼板ジベルをPBLジベルと略記する。)また、PBLジベルのせん断抵抗機構は、鋼板孔部分のコンクリートのせん断抵抗が合成効果に寄与するもので、別名：コンクリートジベルとも呼ばれている。このジベルはドイツのLeonhardtらによって開発されたものである。本研究では、孔あき鋼板の孔径、貫通鉄筋の直径、鋼板数、および取付け角度を変化させた8タイプの試験体の押抜き試験を行い、せん断耐荷挙動に及ぼす影響因子について検討することを目的とする。

2. 試験体と試験方法

使用コンクリートの打設は2グループに分かれて行い、各グループの試験体に使用したコンクリートの材令、品質は一定とした。使用コンクリートの材料特性を表-1に示し、鋼材・鉄筋はそれぞれSS400・SD295Aのものを使用した。試験体は、同一の形状寸法で、表-2に示す通り各タイプ3体ずつ実橋の主桁上に設置されたRC床版を想定して、計24体を製作した。押抜き試験は2000kN型万能試験機を用い、図-1に示すような荷重システムで行い、変位が0.1mmに達するまで荷重制御による単調増加荷重法、その後変位制御による漸増繰返し荷重法で行った。なお、PBLジベルが作用せん断方向に対して斜め45°で鋼板に溶接されているタイプ7と8の試験体は、橋軸方向の水平せん断耐力と橋軸直角方向の水平せん断力(風などの横荷重)が同時に作用した場合を想定したものである。そこで、タイプ7は水平方向のずれを拘束するため、PBLジベルを直行対に配置し、一方、タイプ8は水平方向のずれを認めるため、PBLジベルを平行対に配置したものである。

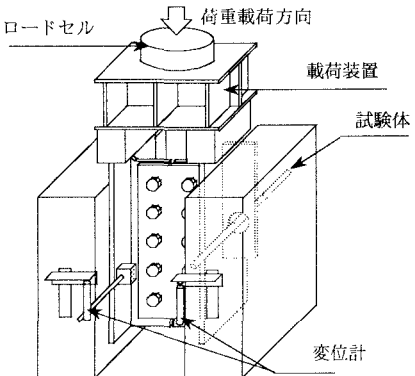


図-1 荷重システム

表-1 コンクリートの材料特性

タイプ		圧縮強度 f_c (N/mm ²)	弾性係数 E (N/mm ²)	引張強度 f_t (N/mm ²)
1~6	試験直前	32.5	2.69×10^4	2.75
	試験直後	32.1	2.72×10^4	2.52
7~8	試験直前	35.3	2.91×10^4	2.27
	試験直後	35.4	2.80×10^4	2.81

表-2 孔あき鋼板ジベルの諸元および着目要因

	タイプ1	タイプ2	タイプ3	タイプ4	タイプ5	タイプ6	タイプ7	タイプ8
概略図								
諸元	鋼板数: 1枚 鉄筋径: D19 孔径: φ55 標準	鋼板数: 1枚 鉄筋径: D22 孔径: φ55 鉄筋径変更	鋼板数: 1枚 鉄筋径: D19 孔径: φ45 孔径変更	鋼板数: 2枚 鉄筋径: D19 孔径: φ55 間隔100mm	鋼板数: 2枚 鉄筋径: D19 孔径: φ55 間隔200mm	鋼板数: 2枚 鉄筋径: D19 孔径: φ55 間隔300mm	鋼板角度: 45度 鉄筋径: D19 孔径: φ55 直交対	鋼板角度: 45度 鉄筋径: D19 孔径: φ55 平行対
着目要因	貫通鉄筋の影響	D 19	D 22					
	孔径の影響	φ 55		φ 45				
	鋼板数の影響	1枚			2枚 (100mm)	2枚 (200mm)	2枚 (300mm)	
	角度の影響	0°					45° (直交対)	45° (平行対)
備考	鋼板板の板高は90mm、板厚は1.6mmとし材質はSS400を使用し、鋼とフランジ面の取付方法は6mmの全周すみ肉溶接 鋼板1枚につき孔1個を設ける。鋼板の寸法はP L 90×16×3.25を使用 (タイプ8はP L 90×16×2.00) 貫通鉄筋はD19 (SD295)を使用する。(タイプ2はD22)							

3. 実験結果と考察

(1) 貫通鉄筋径・孔径の影響：図-2のタイプ1とタイプ3の比較から、貫通鉄筋の直径を一定とし孔径を小さくすると、最大せん断耐力が若干低下することが確認できた。これは、孔中コンクリートの有効断面積（孔中コンクリート断面積から貫通鉄筋の断面積を控除した値）が小さくなったためと考えられる。一方、図-2のタイプ1とタイプ2の比較から、孔径を一定とし貫通鉄筋の直径が大きくなった場合、孔中コンクリートの有効断面積が小さくなるにも拘わらず最大せん断耐力が増加している。これにより、最大せん断耐力において、孔中コンクリートの有効断面積の減少よりも、貫通鉄筋の直径を太くした方が強い影響を与えていることが分かった。図-3のずれ性状から明らかなように、載荷初期の相対ずれは、タイプ3→2→1の順に、孔中のコンクリートの有効断面積が小さいほど、大きく生じる傾向にあることが分かる。相対ずれの急変点以降は、孔径を一定とし貫通鉄筋の直径を太くするとずれが生じにくく、貫通鉄筋の直径を一定とし孔径を細くするとずれが生じやすい傾向にあることを示している。

(2) 枚数（並列配置）の影響：図-4より明らかなように、鋼板1枚の試験体に対して、鋼板を2枚並列に配置した場合、間隔100mm、200mmでは最大せん断耐力の若干の低下が見られたが、間隔300mmでは、鋼板1枚の試験体とほぼ同等の最大せん断耐力が得られた。このことから、本試験のPBL鋼板高は90mmであり、この鋼板高の3倍以上の間隔で鋼板を配置した場合、ジベル相互の干渉がなくなりコンクリートに悪影響を与えず、最大せん断耐力の低下を招くことはないと考えられる。また、ずれ性状においても、図-5より明らかなように、鋼板を2枚並列に配置した場合、鋼板1枚のものより、最大せん断耐力に達した以降の耐荷能力を若干ながら減少させる傾向にあることが分かる。これは、破壊形式の違いから生じたものと考えられる。

(3) 取付け角度の影響：PBL鋼板を斜め45度に取り付けると、図-6に示すように、最大せん断耐力は作用せん断方向に平行な場合（タイプ1）の2倍以上となった。さらに、同じ45度の場合でもH形鋼両フランジに対し、鋼板の向きを同じにした平行対と逆にした直交対の試験体を比較すると、平行対の最大せん断耐力は、直交対の試験体に比べ約10%程度減少していた。

4. まとめ

PBLジベルのせん断耐荷挙動に及ぼす影響因子を明らかにする押抜き試験結果から、次のようなことを明らかにすることができた。

- ① PBLジベルの最大せん断耐力は、貫通鉄筋の直径と孔径に影響する。
- ② 鋼板が2枚並列に使用される場合、PBL鋼板高の3倍以上の間隔で鋼板を配置すれば、PBLジベル相互の干渉がなくなり、最大せん断耐力低下の影響が無視できる。しかし、今後この間隔を変化させた場合のさらなる検討が必要であると考えられる。
- ③ PBL鋼板を斜め45度に取り付けることにより、最大せん断耐力は飛躍的に増加する。

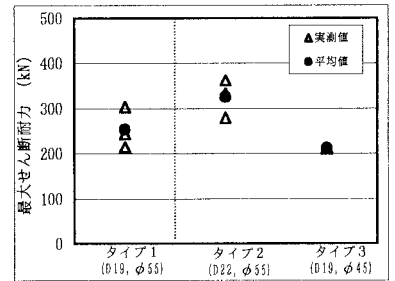


図-2 各タイプの最大せん断耐力(貫通鉄筋径・孔径)

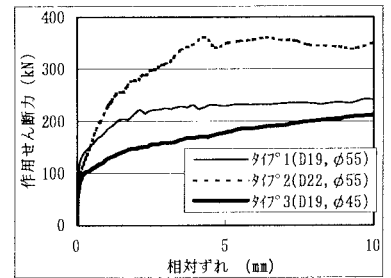


図-3 各タイプのずれ性状(貫通鉄筋・孔径)

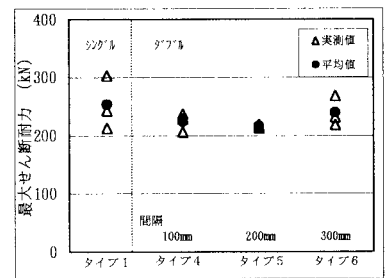


図-4 各タイプの最大せん断耐力(鋼板枚数)

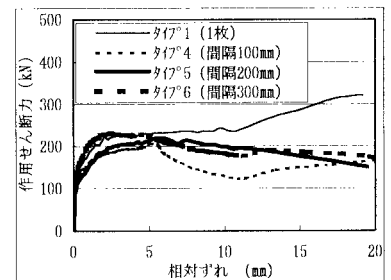


図-5 各タイプのずれ性状(鋼板枚数)

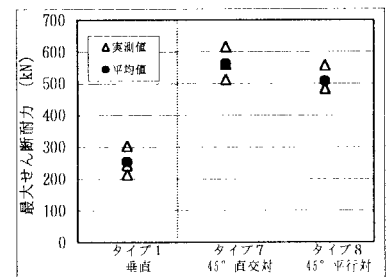


図-6 各タイプの最大せん断耐力(取付け角度)