

孔あき鋼板ジベルのせん断耐力に及ぼす影響

鉄道公団 正会員 保坂鐵矢，鈴木恒男
 摂南大学 正会員 平城弘一
 川田工業 正会員 長坂康史，牛島祥貴，橋 吉宏

1. まえがき

現在、鋼鉄道橋には列車走行時における騒音・振動の配慮から、連続合成桁の建設がすすめられている。この中間支点部近傍の負曲げ区間における応力挙動や耐疲労性から、鋼桁と床版のずれ止め構造として、孔あき鋼板ジベル（橋軸方向に配置）の適用を考えている。ドイツの Leonhardt ら¹⁾は孔あき鋼板を橋軸方向に配置し、橋軸直角方向鉄筋（床版主鉄筋）を通すジベルを提案した。その後、国内外の研究者らによって数々の研究が行われている。本研究は孔あき鋼板の板厚、鉄筋の有無、板の枚数（並列配置）、鉄筋と孔の隙間などの要因に着目した 8 タイプの試験体を製作し、静的押抜きせん断試験を行い¹⁾、孔あき鋼板ジベルのせん断耐力に及ぼす影響を把握するものである。本文では、特にせん断耐力およびずれ定数について比較検討した結果を報告する。

2. 試験の概要

試験体は同一の製作条件および形状寸法にて表 - 1 に示す 8 タイプを各 3 体、計 24 体製作し、試験は万能試験機を用いて図 - 1 に示すような荷重計測システムで行った。荷重の載荷方法は変位が 0.1mm に達するまで荷重制御による単調増加載荷法、その後、変位制御による漸増繰返し載荷法にて行い、ずれ定数が把握しやすい方法を採用した。ずれ定数 (K) は図 - 2 に示すように、せん断耐力 $Q_{max}/3$ 荷重点の初期割線の傾きとした¹⁾。なお、試験体のコンクリートは最大骨材寸法 25mm、設計基準強度 30N/mm²（実測：28 日 37N/mm²、82 日 40N/mm²）鋼材および鉄筋はそれぞれ SS400・SD295A の鋼種を使用した。

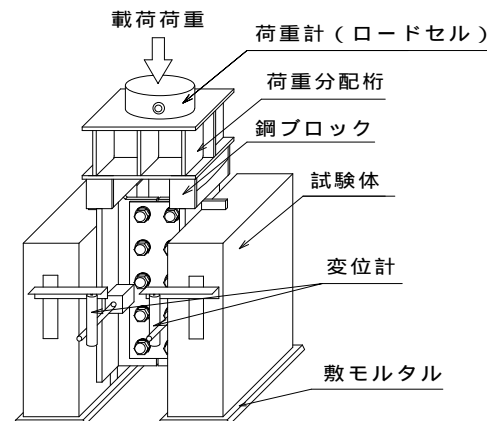


図 - 1 荷重・計測システム

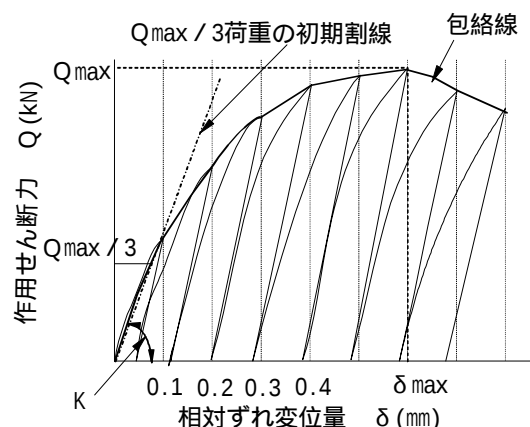


図 - 2 せん断耐力 - ずれ変位曲線例

表 - 1 孔あき鋼板ジベルの諸元

	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	板厚：16mm 鋼板数：1枚 孔径：35φ*3 貫通鉄筋：無し	板厚：16mm 鋼板数：1枚 孔径：35φ*3 貫通鉄筋：3本	板厚：12mm 鋼板数：1枚 孔径：35φ*3 貫通鉄筋：無し	板厚：8mm 鋼板数：1枚 孔径：35φ*3 貫通鉄筋：無し	板厚：8mm 鋼板数：1枚 孔径：35φ*3 貫通鉄筋：3本	板厚：16mm 鋼板数：2枚 孔径：35φ*3 貫通鉄筋：無し	板厚：16mm 鋼板数：2枚 孔径：35φ*3 貫通鉄筋：3本	板厚：16mm 鋼板数：1枚 孔径：16φ*3 貫通鉄筋：3本
備考	・鋼板の高さは全て70mmとし、材質はSS400を使用。鋼板とフランジ面の取付方法は6mmの全周すみ肉溶接とする。 ・鋼板1枚につき、3個の孔を設置する。鋼板の寸法は PL 60 * t * 450 を使用する。 ・貫通鉄筋を設置するタイプの鉄筋は D13(SD295A) を使用し、全孔に配置する。 ・鋼板2枚使用のタイプ 6, 7 については鋼板間隔を桁高の2.9倍とする。							

キーワード：孔あき鋼板ジベル、連続合成桁、押抜きせん断試験

連絡先：〒550-0014 大阪市西区北堀江 1-22-19 シバビル TEL 06-6532-4891 FAX 06-6532-4890

3. 試験結果

1) せん断耐力について

押抜き試験で得られた結果を表 - 2、図 - 3,4 にまとめる。まず、貫通鉄筋が無い場合の板厚の影響に着目すれば、孔あき鋼板ジベルを薄くすることにより、若干ながらせん断耐力が低下する傾向となった。一方、貫通鉄筋を有する場合については、このジベルの板厚を薄くしてもせん断耐力の低下は見られず、貫通鉄筋が無い場合の結果と比較して、各タイプともせん断耐力が 1.4～1.8 倍程度まで増大していることがわかる。なお、孔あき鋼板ジベルの枚数を増す（並列配置）ことによる孔 1 個当たりのせん断耐力への違いは特に見られなかった。また、鉄筋径に比べて孔径が大きく、貫通鉄筋と孔との隙間に詰め込まれるコンクリート量が増えることで、せん断耐力が大きく増大することも確認された。以上より、本試験に使用した試験条件の範囲において、孔あき鋼板ジベルのせん断耐力に及ぼす主たる影響因子は、ジベルの孔径、貫通鉄筋の有無であると考えられる。なお、孔あき鋼板ジベルの並列配置間隔、および孔径サイズなどを影響因子とした場合の実験については、今後、継続して実験的検討を加えていく必要があると思われる。

2) ずれ定数について

ずれ定数とは載荷初期におけるジベル部の作用せん断力と相対ずれ量との比で、コンクリートと鋼桁の合成効果の強さを示す指標である。表 - 2 より、本試験の範囲では、孔あき鋼板ジベルのずれ定数は孔 1 個当たり 700～2000kN/mm と、道路橋などの合成桁に使用している頭付きスタッド 1 本当たりのずれ定数 224 kN/mm¹⁾ 比べ 3～8 倍程度高いことが確認された。なお、このジベル孔 3 個分が、鉄道橋などに使用されている馬蹄形ジベル 1 個当たりのずれ定数 2000kN/mm²⁾ と同等であり、剛ジベルであると評価できる。

表 - 2 押抜きせん断試験のずれ性状

試験体	着目要因				せん断耐力 Q _{max} (kN/孔) ¹⁾	ずれ定数 K (kN/mm/孔) ²⁾
	板厚	鉄筋	板数	孔径		
タイプ 1	16mm	無し	1枚		63.9 ³⁾	1921
タイプ 2	16mm	有り	1枚	φ35	92.1	1177
タイプ 3	12mm				51.4	1575
タイプ 4	8mm	無し			53.8	732
タイプ 5	8mm	有り			98.7	811
タイプ 6		無し	2枚 (並列)		64.1	941
タイプ 7		有り	2枚 (並列)		101.2	717
タイプ 8				φ16	61.1	705

1) せん断耐力 (Q_{max}) はずれ量 10mm 以内に示した最初のピーク時、もしくは、ずれ曲線の変曲点に対応する荷重とし、孔 1 個当たりの結果を示す。
2) ずれ定数はせん断耐力-ずれ曲線 (包絡線) における Q_{max}/3 初期割線の傾き (初期ずれ剛性) とし、孔 1 個当たりの結果を示す。
3) 結果は全て試験体 3 体の平均値を示す。

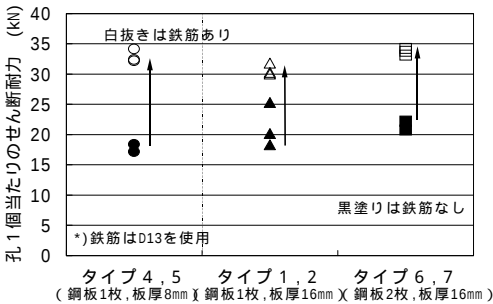


図 - 3 貫通鉄筋の有無によるせん断耐力

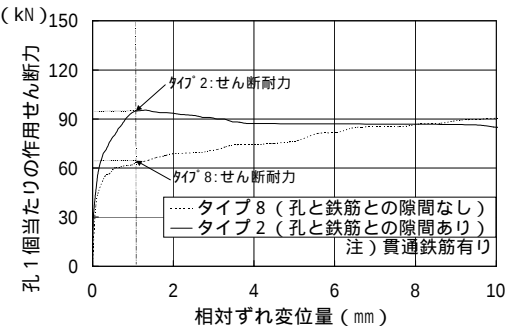


図 - 4 孔径の違いによる影響

4. まとめ

本実験の結果、孔あき鋼板ジベルのせん断耐力についてはジベルの孔径に加え、貫通鉄筋の有無が主たる影響因子となることがわかった。今後、孔あき鋼板ジベルの並列配置間隔や孔径サイズによる影響などについて、さらに幅広く実験的検討を進めていく予定である。

参考文献

1) 保坂, 平城, 牛島他: 孔あき鋼板ジベルのせん断特性に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol. 46A, 2000 (発表予定).
2) 阿部英彦: 鉄道橋合成桁のずれ止めに関する実験的研究, 鉄道技術研究報告 No.961, 1975.