

孔あき鋼板ジベルのずれ耐力に及ぼす配置間隔の影響

広島大学大学院 学生会員 ○日向優裕
石川島播磨重工業(株) 正会員 道菅裕一

広島大学大学院 学生会員 森賢太郎
広島大学大学院 正会員 藤井堅

1. まえがき

少数主桁合成橋梁では、従来施工されている多主桁橋梁に比べて鋼桁と床版の間に発生するせん断力が大きく、孔あき鋼板ジベル (PBL) が並列に使用される場合が多いようである。

筆者らは、PBL の配置間隔が十分に確保されている場合 ($L/H \geq 3$, 図-1 参照), 単列配置された場合と同様, ジベル孔部のコンクリートは 2 面せん断破壊を起こし, ジベル天頂部から発生するひび割れにより破壊することを確認した¹⁾. しかし, 配置間隔が及ぼすずれ破壊性状を詳しく解明するまでには至っていない. そこで, 本研究では PBL の配置間隔に注目し, その終局ずれ挙動や破壊性状を明らかにし, ずれ耐力評価法について考察する.

2. 実験概要

並列配置供試体は, 図-1 に示すような形状であり, 配置間隔のみを変化させている. 表-1 のように, 各供試体の配置間隔と鋼板高さの比 (L/H) は, それぞれ $L/H=3, 2, 1, 0.6$ で, コンクリートのかぶり ($B=100\text{mm}$), PBL の孔径 ($\phi=60\text{mm}$), PBL のリブ高さ ($H=100\text{mm}$), PBL の板厚 ($t=12\text{mm}$) を統一した. なお, ジベル端の支圧抵抗を取り除くために, PBL プレートと鋼板の下には発泡スチロール板を設置し, コンクリートと鋼部材の付着は, 剥離材により除去している.

実験は 500tf 耐圧試験機を使用し, 荷重速度 0.03tf/s の荷重制御で行った. テストベットと供試体底面の間には, 図-1 に示すように, テフロン板 (板厚 16mm) を敷き, 供試体底面とテストベットの摩擦を軽減している. 本実験に使用したコンクリートの材料特性を表-2 に示す. 実験は, 単列配置供試体を 2 体, 並列配置供試体を各ケース 3 体の計 14 体について行なった.

表-1 各供試体の配置間隔表

供試体名	PBLの配置	PBL配置間隔(L) mm	(L/H)
S.S-B100-H100-T	単列配置	---	---
S.D-B100-L300-H100-T	並列配置	300	3.0
S.D-B100-L200-H100-T	並列配置	200	2.0
S.D-B100-L100-H100-T	並列配置	100	1.0
S.D-B100-L60-H100-T	並列配置	60	0.6

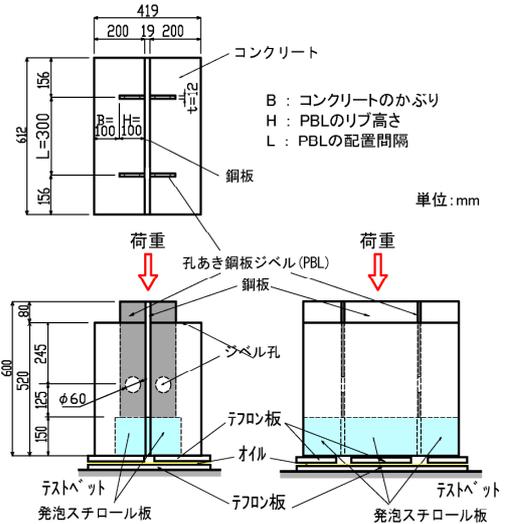


図-1 供試体形状と載荷状況 (S.D-B100-L300-H100-T)

表-2 コンクリートの材料特性

圧縮試験結果			引張試験結果
弾性係数 (MPa)	ポアソン比	圧縮強度 (MPa)	引張強度 (MPa)
28800	0.17	39.70	2.98

表-3 供試体のずれ耐力と最高荷重時のずれ

供試体名	実験値 kN	評価値 kN	ずれ mm
S.S-B100-H100-T No.1	84.97	80.19	0.39
S.S-B100-H100-T No.2 *	79.38	80.19	0.28
S.D-B100-L300-H100-T (No.1)	211.93	160.37	0.71
S.D-B100-L300-H100-T (No.2)	226.38	160.37	0.46
S.D-B100-L300-H100-T (No.3) *	223.44	160.37	0.52
S.D-B100-L200-H100-T (No.1) *	223.44	160.37	0.58
S.D-B100-L200-H100-T (No.2)	186.20	160.37	0.56
S.D-B100-L200-H100-T (No.3)	257.74	160.37	0.56
S.D-B100-L100-H100-T (No.1)	162.68	---	3.37
S.D-B100-L100-H100-T (No.2)	233.73	160.37	0.54
S.D-B100-L100-H100-T (No.3) *	232.51	160.37	0.59
S.D-B100-L60-H100-T (No.1)	159.74	---	0.98
S.D-B100-L60-H100-T (No.2)	163.42	---	0.27
S.D-B100-L60-H100-T (No.3) *	155.33	---	0.63

3. 実験結果と考察

1) 崩壊性状とずれ耐力

写真-1 に荷重終了後のコンクリートのひび割れの様子を示す. また, 表-3 に各供試体の, ブロック当りのずれ耐力と最高荷重時のずれの値を, 図-3 に代表的な供試体のブロック当りのせん断力-ずれ曲線を示す.

写真-1 a)のように, 配置間隔が $L=200, 100\text{mm}$ の供試体でも, 配置間隔が $L=300\text{mm}$ の供試体と同様に, 2つのジベル天頂部から供試体背面に向かってひび割れが発生し, 供試体背面まで貫通して崩壊に至った.

キーワード 孔あき鋼板ジベル, 配置間隔, ずれ耐力, 評価法

連絡先 〒739-8527 広島県東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科社会環境システム専攻 TEL 082-424-7792

写真-1a)のようなひび割れが生じた供試体について、配置間隔が L=300, 200, 100mm であっても同等のずれ耐力があり、単列配置供試体と比べて、ずれ耐力は2倍以上となっている。一方、L=60mm の供試体では、写真-1b)に示すように、ジベル天頂部を結ぶ面でのせん断破壊とジベル天頂部からかぶりに向かって進展するひび割れによって崩壊し、L=300, 200, 100mm の供試体と比べてずれ耐力が小さくなった。また、図-3 に示すように、L=100 の場合には、ひび割れが干渉して耐力低下を起こした供試体 (S.D-B100-L100-H100-T No.1) もある。

2) ジベルの配置間隔、評価法について

実験より、配置間隔が狭くなると、PBL の崩壊性状が変わり、ずれ耐力が低下することを確認した。PBL は、リブ間のコンクリートがせん断破壊を起こさず、また、ひび割れが干渉しないよう配置する必要があると考えられる。コンクリートかぶりが 100mm、ジベル孔の径が 60mm で貫通鉄筋を配置していない場合ではあるが、配置間隔が 100mm (L/H=1.0) の場合でも、配置間隔が 300mm (L/H=3.0) の供試体と同程度のずれ耐力が得られている。他の研究者ら²⁾の貫通鉄筋が配置されている場合の実験結果でも同様の結果が得られており、これらを踏まえると配置間隔は現行の基準より狭くしてよいと思われる。また、本実験で配置間隔を 60mm と狭くしても、単列配置のずれ耐力の2倍程度が得られているが、施工性等を考慮すると配置間隔は 150~200mm 程度で十分と考えられる。

筆者らは、PBL のずれ耐力に影響を与えるかぶりや貫通鉄筋、不陸調整に使用されるモルタルや石膏のひび割れの拘束を考慮し、以下のずれ耐力の評価式を提案している¹⁾。配置間隔が十分にある場合、PBL を並列に配置することで各拘束力は2倍になるため、ずれ耐力は以下ようになる。

$$V_{u,d} = 2 \cdot V_u = 2 \cdot \{V_{inr} + 2.5(T_s + T_c + T_f)\} \quad (1)$$

ここで、 V_{ud} : 並列配置 PBL のずれ耐力、 V_u : 単列配置 PBL のずれ耐力、 V_{inr} : ジベル孔部コンクリートのせん断耐力、 T_s , T_c , T_f : それぞれ貫通鉄筋、かぶり、石膏やモルタルによる拘束力である (詳細は文献1 参照)。

上記の評価式の適応範囲をジベル孔部のコンクリートが 2 面せん断破壊を起こした場合に限定し、今回の実験値と筆者らが行なった過去の実験データ¹⁾と併せて評価する。表-3 と図-4 に実験値と評価式による推定値の比較を示すが、相関係数は0.858 でよく評価できていることがわかる。

4. まとめ

実験より、配置間隔が L=300, 200, 100, 60mm の場合の終局挙動を調べ、配置間隔が狭くなると崩壊性状が異なることを確認した。今後、貫通鉄筋を配置した場合の配置間隔が及ぼす挙動を調べ、配置間隔について検討する予定である。

参考文献

- 1) 日向優裕, 藤井堅, 深田和宏, 道管裕一: 並列配置された孔あき鋼板ジベルの終局挙動, 構造工学論文集 Vol.53A, CD-ROM, 2007.3
- 2) 例えば, 保坂鐵矢, 光木香, 平城弘一, 牛島祥貴: 孔あき鋼板ジベルのせん断強度評価式と設計法に関する研究, 構造工学論文集, Vol.48A, pp.1265-1272, 2002.



a) S.D-B100-L100-H100-T No.2



b) S.D-B100-L60-H100-T No.2

写真-1 載荷後のひび割れの様子

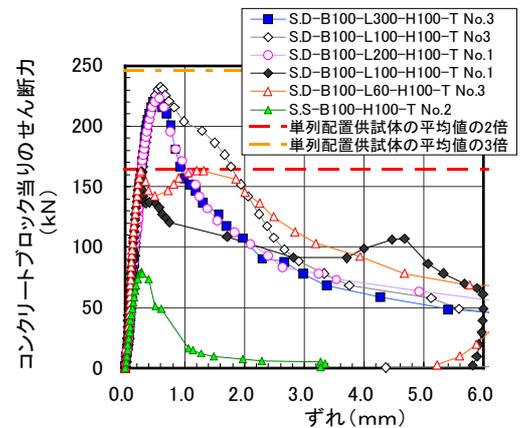


図-3 代表的な供試体 (表-3, *) のコンクリートブロック当りのせん断力-ずれ

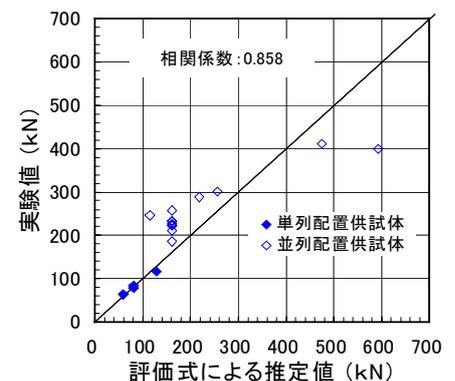


図-4 実験値と評価式の推定値の比較