

水平せん断力に対するアングルジベルの疲労強度

日本道路公団試験研究所 正会員 鈴木永之 長田光司
日本橋梁建設協会 正会員○溝江慶久 谷中聡久 辻 幸佐

1. はじめに 鋼桁とコンクリート床版の接合部に用いられるずれ止めの新しい構造としてアングルジベル構造が挙げられる。著者らはアングルジベルの疲労耐久性を確認するため、押抜き試験体を用いた疲労試験¹⁾を実施した。しかし、疲労亀裂発生箇所の応力振幅を確認できず、また、高サイクル域で破壊したデータが乏しかったために、疲労強度を特定することができなかった。そこで、本研究では、高サイクル域での破壊を想定した疲労試験を実施し、文献¹⁾の試験結果と併せ、疲労強度の特定を試みた。また、アングルジベルは構造上、橋軸方向のせん断力に対しても方向性を有することが予想されたことから、この点についても確認した。さらに、ひずみゲージを貼付した試験体を用意し、疲労試験状況を模擬した静的載荷試験を実施して、疲労亀裂発生箇所の応力性状を確認した。

2. 試験体 試験体を図-1に、諸元を表-1に、試験体の種類および試験体数を表-2に示す。LAUNシリーズについて、U字筋はアングル形鋼に溶接せず、貫通筋に結束線にて固定した。また、既往の疲労試験¹⁾では、せん断力振幅と同時に引抜き力を負荷した試験も実施したが、この際、引抜き力はジベルウェブを中心に、2つのコンクリートブロックの間隔を4本のPC鋼棒で様に押し広げるようにして導入した。

3. 疲労試験 前面載荷による疲労亀裂は、写真-1に示すように、ジベル両端面のR部から発生し、ジベルフランジに進展して中央部で繋がった。また、背面載荷による疲労亀裂は、写真-2に示すように、前面すみ肉溶接部のジベル側止端から発生し、鋼フランジに向かって斜めに進展した。このように、アングルジベルの疲労破面はスタッドジベルとは異なり、作用力に対して角度を有した。そのため、疲労強度を応力振幅で評価し、スタッドジベルと直接比較することは困難であると考えられた。

そこで、文献²⁾を参考に、図-2に示すように、疲労強度をせん断耐荷力に対するせん断力振幅の比（R/Q）で評価することとした。ここで、せん断耐荷力は別途実施した静的載荷試験結果^{1),3)}から求めたが、既往の同時に引抜き力を負荷したシリーズについては、引抜き力作用によりせん断耐荷力が低下する特性³⁾を考慮した。これより、R/Qで表した疲労強度は、引抜きありアングルジベル、スタッドジベル、引抜き

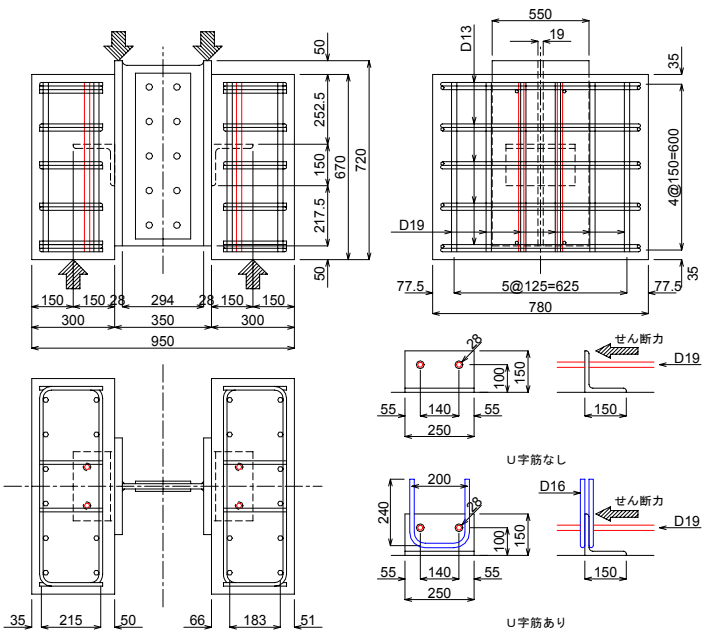
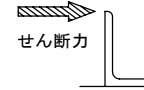


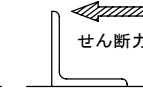
図-1 押抜き試験体

表-1 試験体の諸元			表-2 疲労試験体の種類および試験体数				
コンクリート	$\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$		シリーズ名	U 字筋	せん断力作用方向	試験体数	コンクリート強度(N/mm ²)
主鉄筋	D13	(SD345)	LANN-C	なし	背面	2	47.2
配力筋	D19	(SD345)			前面	3	63.8
アングルジベル	L-150×150×15×250		LANN	あり		3	
貫通筋	D19	(SD345)	LAUN				
U 字筋	D16	(SD345)					
フランジ鋼板	t=28mm	(SM490)					
ウェブ鋼板	t=19mm	(SM490)					



せん断力

背面載荷



せん断力

前面載荷

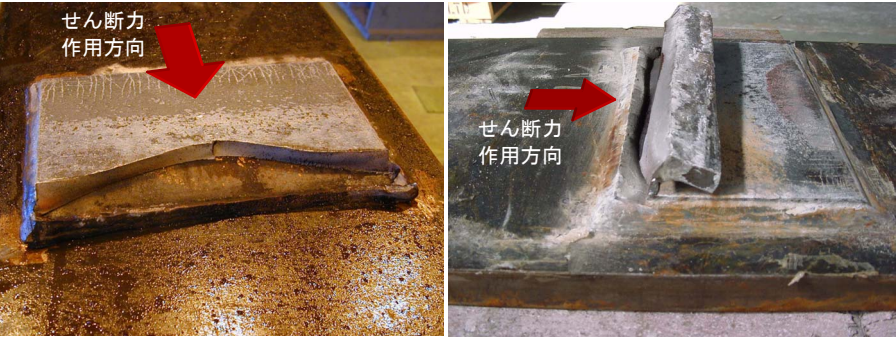


写真-1 前面載荷による疲労破壊

写真-2 背面載荷による疲労破壊

キーワード：アングルジベル，疲労強度，水平せん断力，引抜き力，せん断力作用方向
連絡先：川田工業株式会社（〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11 Tel：03-3915-3411 Fax：03-3915-3421）

なしアングルジベルの3つに区分され、アングルジベルに関して求めた2本の近似曲線の傾きは、スタッドジベルに関する既往の評価式²⁾のそれとほぼ同等であった。一方、背面載荷のLANN-Cシリーズの疲労強度は、前面載荷のLANNシリーズを大きく上回り、引抜き力を負荷したシリーズと同程度であった。

4. 応力性状確認試験

前面載荷による疲労亀裂発生部の応力性状を確認するため、疲労試験状況を模擬した静的載荷試験結果を実施し、1サイクルの荷重振幅により生じるひずみ振幅を求めた。模擬した試験条件は、せん断力振幅と同時に引抜き力を負荷したケースを含め全15ケースである。ひずみ計測位置を図-3に、計測結果を図-4～図-6に示す。図-4に示すように、ジベルウェブのひずみ振幅は、表裏の平均値である軸成分、表裏の差の1/2である曲げ成分ともに、引抜き力負荷の有無により勾配は異なるものの、荷重振幅に比例して大きくなった。また、図-5より、亀裂発生点であるジベルフランジR部でのひずみ振幅は、ジベルウェブの曲げ成分に比例して大きくなるのがわかった。一方、亀裂発生要因の1つと考えられるジベルフランジR部での応力集中は、図-6から、せん断力振幅のみ作用させたケースでは荷重振幅に比例して低下することがわかった。また、同時に引抜き力を負荷したケースでは、荷重振幅に対して負荷した引抜き力の割合が高いほど低下する傾向を示した。実際、疲労試験では、繰返しひずみ作用に伴い引抜き力も振幅しており、組合せ荷重の振幅によってジベルのせん断抵抗部が変動し、それに伴って応力集中部も変動あるいは拡散することが予想された。

5. まとめ

R/Qで表したアングルジベルの疲労強度は、せん断力振幅のみ負荷したケースよりも、同時に引抜き力を負荷したケースの方が高くなった。これは、引抜き力を負荷することでジベル全体の応力レベルは上がるものの、亀裂発生点となる応力集中部が変動するためであると考えられた。また、せん断力振幅のみをジベル前面から与えたアングルジベルの疲労強度はスタッドジベルを下回った。

本試験は、日本道路公団試験研究所と(社)日本橋梁建設協会による共同研究「鋼橋の接合部に関する研究」の一環として行われたものであり、委員各位に貴重なご意見をいただいた。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】 1) 井ヶ瀬ら：アングルジベルの水平せん断ずれ性状および疲労強度に関する実験的研究，土木学会第57回年次学術講演会，I-363，2002.9.，2) 松井ら：頭付きスタッドの強度評価式の誘導—疲労強度評価式—，構造工学論文集，Vol.35A，pp.1233-1244，1989.3.，3) 鈴木ら：アングルジベルの橋軸方向せん断耐荷力についての実験的研究，土木学会第58回年次学術講演会，2003.9.

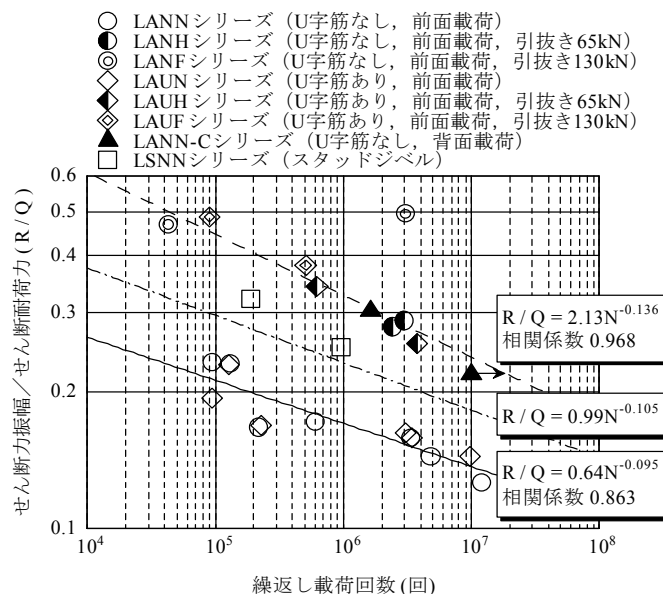


図-2 疲労試験結果

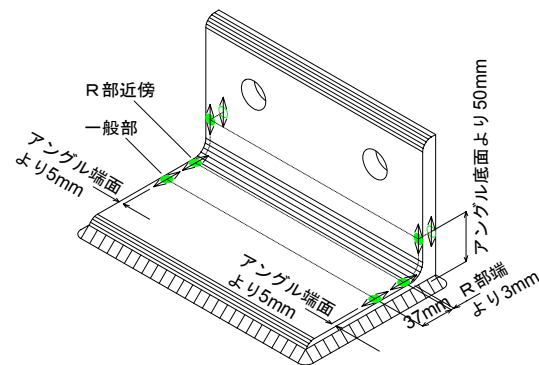


図-3 ひずみ計測位置

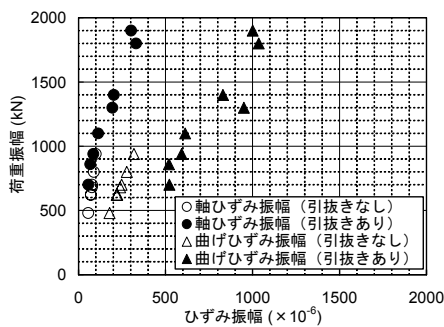


図-4 ジベルウェブのひずみ振幅

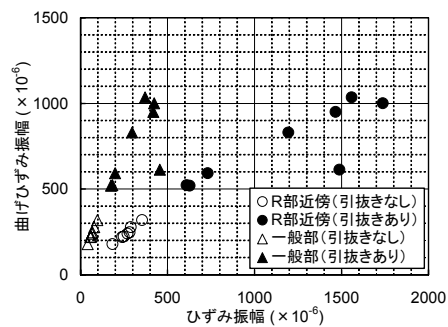
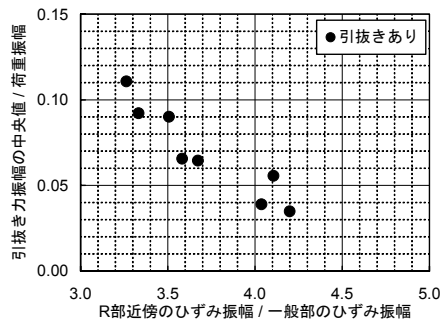
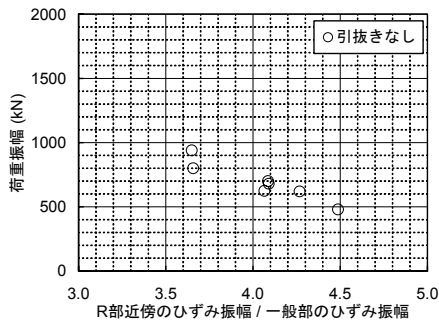


図-5 ジベルフランジのひずみ振幅



(a) せん断力振幅のみ負荷したケース (b) 同時に引抜き力を負荷したケース

図-6 応力性状確認試験結果