

リブ貫通溶接継手の疲労試験

株式会社横河ブリッジホールディングス 正会員 ○石井 博典 正会員 檜村 康介
阪神高速道路株式会社 正会員 杉山 裕樹 正会員 茂呂 拓実

1. 目的

阪神高速道路では、鋼箱桁橋の点検作業性の向上のため、中間ダイアフラムの開口部形状の拡大について検討し、図-1に示す構造を実橋に採用している¹⁾。この構造における橋軸方向の縦リブと、ダイアフラムの交差部のディテールとして図-1下側に示す構造が採用されている。この構造は、交差部のダイアフラムに縦リブ貫通用のスリットを設けて縦リブを貫通させた上で、その周辺をすみ肉溶接で全周溶接する構造である（以下、リブ貫通溶接継手と呼ぶ）。これに類似する構造は鉄道橋の鋼床版をはじめ、鋼橋においては比較的多く採用されている構造であるが、道路橋示方書、鋼道路橋の疲労設計指針、JSSCの疲労設計指針など、この構造に該当する溶接継手の疲労設計曲線が明示されておらず、疲労強度が明らかでない。そこで今回、このリブ貫通溶接継手を対象としたクーポン試験体を用いた疲労試験を実施し、疲労強度を調べた。

2. 疲労試験方法

疲労試験体を図-2に示す。前述の鋼箱桁の縦リブと中間ダイアフラムの取り付け部を想定した。試験体は縦リブ側の応力を対象とした継手（TP1）と、ダイアフラム側の応力を対象とした継手（TP2）の2種類とし、リブ相当材の板厚を16mm、ダイアフラム相当材の板厚を9mmとし、ダイアフラム相当材を四角型に切り抜いたうえでリブ相当材を貫通させ、その周辺をすみ肉溶接で溶接した。貫通部のルートギャップが疲労強度に影響を与えると考え、ギャップ量を1mmと2mmの2種類に設定した。基本の溶接脚長は6mmとし、道路橋示方書に従ってギャップ分、脚長を大きくした。その結果、ギャップ1mmの試験体は1パス施工、ギャップ2mmの試験体は2パス施工となった。溶接方法は炭酸ガスシールドアーク溶接とした。母材の材質はSM400とした。基本はas-weldとしたが、ルート部からの疲労き裂の発生を確認することを目的として、TP1の1体、TP2の2体について、溶接止端部をバーグラインダーを用いて3R仕上げし

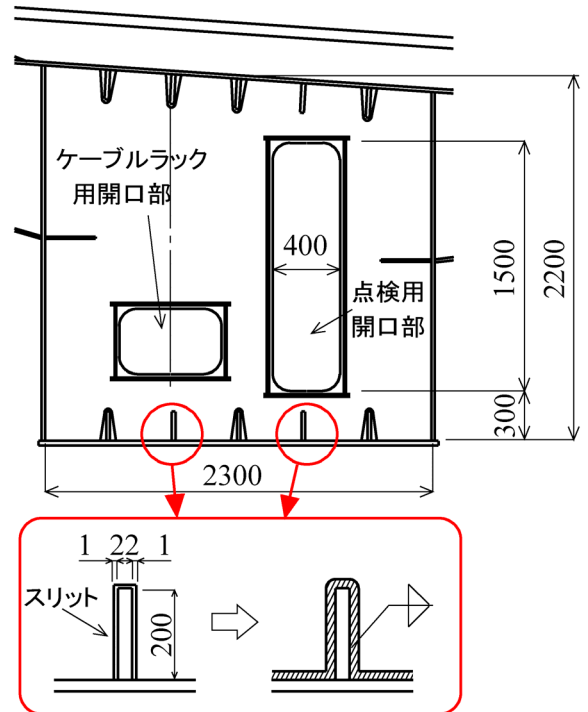
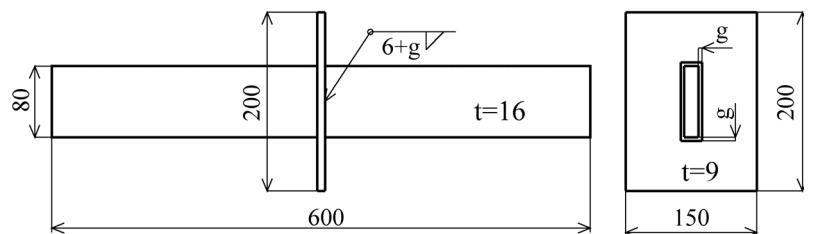
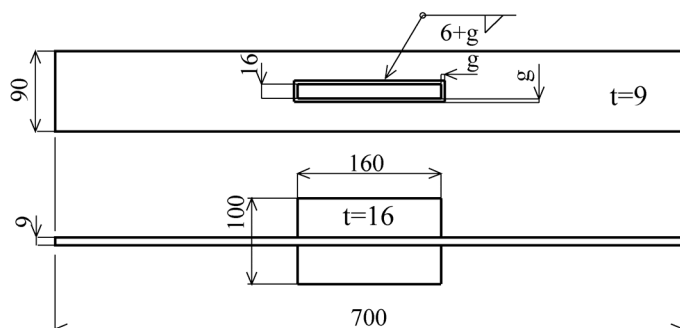


図-1 ダイアフラム構造と着目ディテール



(1) TP1(縦リブ側応力を対象)



(2) TP2(ダイアフラム側応力を対象)

図-2 疲労試験体

キーワード リブ貫通継手, 疲労試験, 疲労強度, ダイアフラム

連絡先 〒261-0002 千葉県千葉市美浜区新港 88 番

た疲労試験も実施した。疲労試験体の一覧を表-1に示す。

3. 疲労試験結果

疲労試験の S-N データを図-3に、破断状況例を図-4に示す。as-weld の試験体については、疲労き裂は TP1, TP2 とともに全て溶接止端部に発生し、ルート部から発生したものはなかった。縦リブ側を対象とした TP1 では、疲労き裂は両端の回し溶接部から離れた一般部から発生し、止端にそって進展した後、試験体の破断に至った。ダイヤフラム側を対象とした TP2 では、疲労き裂は回し溶接部から発生し、母材を進展した後、試験体の破断に至った。TP1 では、S-N データは全て D 等級の疲労設計曲線よりも上にあり、ギャップ 1mm (TP1-g1) とギャップ 2mm (TP1-g2) で有意な差はなかった。TP2 では S-N データは全て F 等級の疲労設計曲線よりも上にあり、こちらもギャップ 1mm

表-1 試験体一覧

シリーズ	対象	試験体名	ギャップ	止端部	試験体数
TP1	縦リブ側 応力	TP1-g1	1mm	非仕上げ	6
			1mm	仕上げ	1
		TP1-g2	2mm	非仕上げ	7
TP2	ダイヤ フラム 側応力	TP2-g1	1mm	非仕上げ	6
			1mm	仕上げ	1
		TP2-g2	2mm	非仕上げ	7
			2mm	仕上げ	1

(TP2-g1) とギャップ 2mm (TP2-g2) で有意な差は見られなかった。溶接止端仕上げした 3 体については、いずれも as-weld の試験体と比較して疲労強度が向上した。TP1 は溶接止端仕上げしても止端部位置から疲労き裂が発生し、ルート部から疲労き裂は発生しなかった。TP2 については、疲労き裂の起点は止端部からルート部に移行し、ルート部から発生した疲労き裂が溶着金属内を進展し、破断した。

4. まとめ

リブ貫通溶接継手を対象とした疲労試験を実施し、as-weld の状態では縦リブ側、ダイヤフラム側ともに疲労き裂はルート部ではなく溶接止端部から発生することが確認できた。今回の疲労試験結果および継手形状から、縦リブ側は荷重非伝達型十字溶接継手(非仕上げ, E 等級)相当、ダイヤフラム側は面外ガセット継手(ガセットをすみ肉溶接した継手, >100mm, G 等級)相当以上の疲労強度を有していると考えられる。参考文献 1) 田畑, 篠原, 茂呂, 金治, 金澤, 石井, 長井: 点検作業性に配慮した鋼桁ダイヤフラム開口形状の検討, 土木学会第 66 回年次学術講演会概要集, 2011 年 9 月

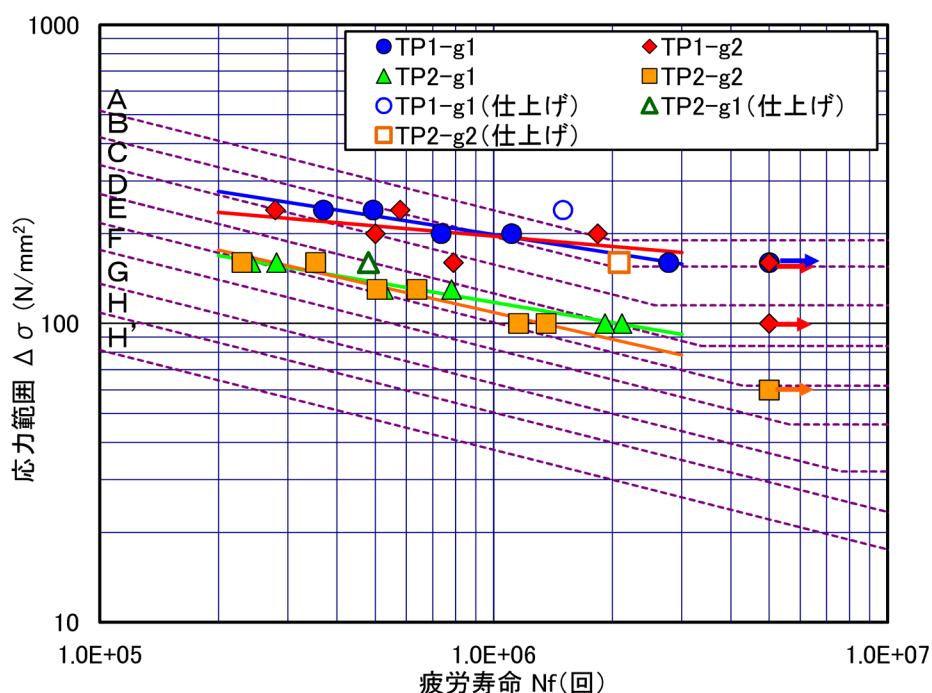
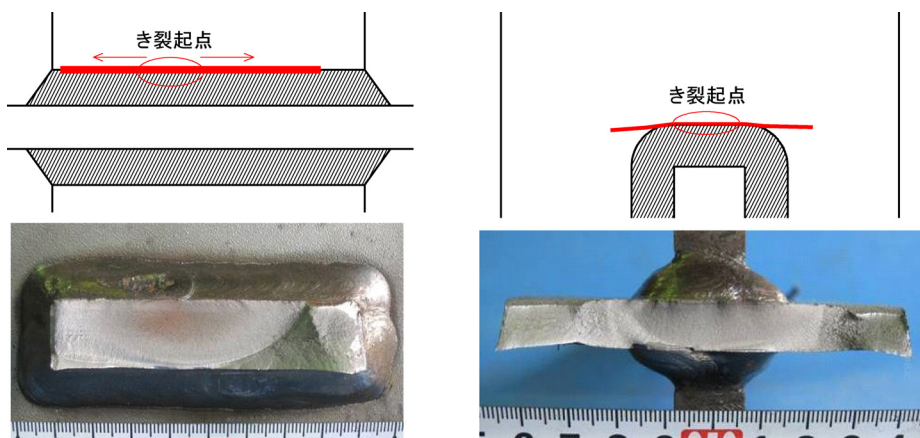


図-3 疲労試験結果 (S-N 線図)



1) TP1 疲労き裂の 1 例

(2) TP2 疲労き裂の 1 例

図-4 疲労き裂の発生状況 (as-weld 試験体)