

実腐食部材を用いた鋼 I 桁構造の疲労特性に関する基礎的実験

琉球大学 学生会員○島袋秀也 琉球大学 正会員 下里哲弘 琉球大学 正会員 有住康則
琉球大学 正会員 田井政行 施工技術総合研究所 正会員 小野秀一 金秀鉄工(株) 長嶺由智

1.はじめに

本研究では、実腐食した鋼 I 桁の疲労特性の基礎的データを得ることを目的とする。着目橋梁部位は腐食劣化しやすく、且つ腐食劣化による耐荷力および疲労強度が低下すると橋全体の安定性に影響を与える桁端部である。

2.試験方法

2.1 試験体

試験体は 4 タイプである。タイプ A では全ての下フランジとウェブに、タイプ B 及び C では桁端部付近の下フランジ及びウェブに実橋において腐食した部材を切り出して用いている。タイプ A 及び B の下フランジとウェブは実橋で溶接された状態のままを保持して、タイプ C では下フランジとウェブの溶接補修を想定して腐食鋼板同士を溶接接合して製作されてある。タイプ D はすべて新材で製作した試験体であり、下フランジとウェブは部分的に未溶接で製作し、実橋で多く発生する下フランジとウェブとの腐食破断をモデル化したものである。写真 1 に実腐食使用部材を示す。図 1 に上記 4 タイプの図面を示す。

2.2 腐食部材の残存板厚および腐食状況

腐食下フランジの板厚計測は、キャリパーゲージを使用した。図 2 に各試験体の下フランジ残存減厚分布を示す。図より、タイプ A はフランジの片面のみが腐食している。これは腐食していない片面は外桁の外面部材であり、雨による付着塩分の洗浄効果により、ほとんど腐食していない。もう片面はフランジエッジ部に向かって著しく減厚している。また、エッジ部は断面欠損も著しい。タイプ B は、タイプ A と同様に、下フランジの片面のみ腐食しており、エッジ部に激しい腐食と断面欠損がある。タイプ C は、支点部付近 400mm の腐食箇所の一部設計板厚が大きい腐食部材を使用した。

2.3 荷重載荷方法

タイプ A 試験体は 4 点曲げ、その他の試験体は 3 点曲げで、支点条件は単純支持である。本実験では、腐食していない部分で荷重位置に近いゲージをターゲットゲージ(図 2)とし、そのひずみ値から算出される応力範囲が約 50MPa(約 250 $\bar{\sigma}$)になるように繰り返し荷重を決定した。荷重周波数は 2~4Hz とし、200 万回までの疲労載荷を基本とした。



写真 1 実腐食部材使用部材

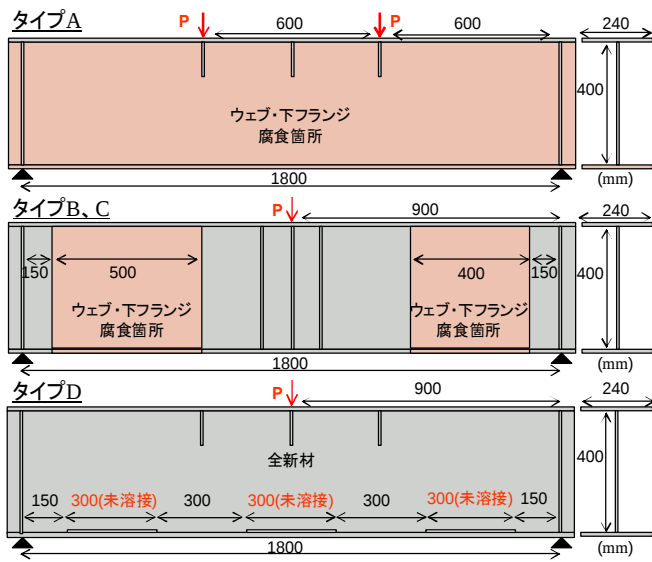


図 1 試験体製作図面

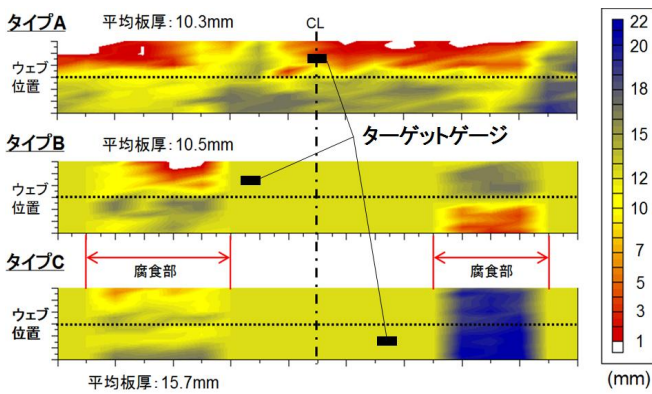


図 2 下フランジ残存板厚分布

キーワード 鋼 I 桁, 疲労特性, 腐食劣化, 曲げ試験
連絡先 琉球大学理工学研究科環境建設工学専攻(〒903-0213 沖縄県千原 1 番地)

3.実験結果

3.1 疲労亀裂の発生状況

タイプ A について、亀裂は7か所発生し、すべて腐食下フランジに発生した。亀裂の発生状況を図 3 に示す。亀裂起点はすべて腐食孔やフランジエッジ欠損箇所から発生した。写真 2 に亀裂の発生例を示す。亀裂 No.1 は 25 万回という早い段階で発生した。起点はフランジ幅のほぼ中央部に位置する腐食孔のフランジエッジ側から発生し、フランジエッジ方向に進展し、フランジを破断した。亀裂 No.2 は約 75 万回で発生し、亀裂 No.1 と同じ腐食孔のウェブ側を起点として、150 万回でウェブと下フランジの溶接部に達し、その後ウェブ母材へ進展し、破断した。

タイプ B, C について、腐食鋼板や腐食孔からの亀裂発生はなかった。腐食減厚量はタイプ A に比べて少なく、腐食孔周辺も顕著なノッチなどが無いことが亀裂発生なしの理由として考えられる。

タイプ D について、亀裂は4か所から発生した。写真 3 に亀裂発生例を示す。亀裂起点はいずれも桁端部の未溶接と溶接の境界からの発生で、亀裂 No.1, 2 はウェブ母材方向に亀裂進展し、最大主応力と直角方向であった。亀裂 No.3, 4 の亀裂進展方向は亀裂 No.1, 2 とは逆方向で、進展方向は支点部方向であった。

3.2 疲労亀裂進展性状

図 3 より、腐食孔から亀裂が発生したタイプ A はウェブに達した後、急激な亀裂進展が見られた。また、タイプ D は桁の曲げ応力分布の特性から、引張応力場から圧縮応力場内まで進展した場合、亀裂は停留する。写真 3 に示す亀裂発生前の静的载荷試験による三軸応力計測結果より、亀裂進展方向は最小主応力の直角方向であった。よって、この亀裂は、溶接による引張残留応力場において圧縮応力の繰返しで発生し、進行方向も最小主応力方向となり、引張残留応力域を超えるその域は圧縮応力場なので、亀裂は停留したと推定される。

4.まとめ

亀裂は腐食孔から発生し、フランジ破断とウェブ母材の破断にいたる。なお、応力範囲は約 50MPa である。新材母材の 200 万回疲労強度(A 等級: 190MPa)、下フランジとウェブ溶接部の疲労強度(D 等級: 100MPa)より、かなり低めの応力範囲でも亀裂発生し、部材破断する。

下フランジとウェブの腐食破断により、その破断端部から亀裂が発生する可能性がある。また、その亀裂進展方向はウェブ母材の場合、進展方向は主応力方向に依存するほかに、溶接部の残留応力の影響を受ける。

謝辞

本研究は、国土交通省道路局新道路技術会議「道路政策の

質の向上に資する技術研究開発」の委託研究として実施したものである。

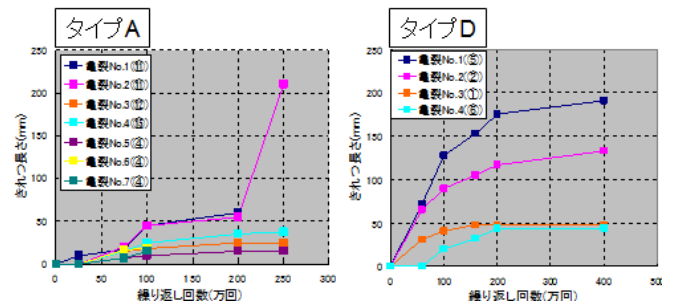


図 3 亀裂の発生状況

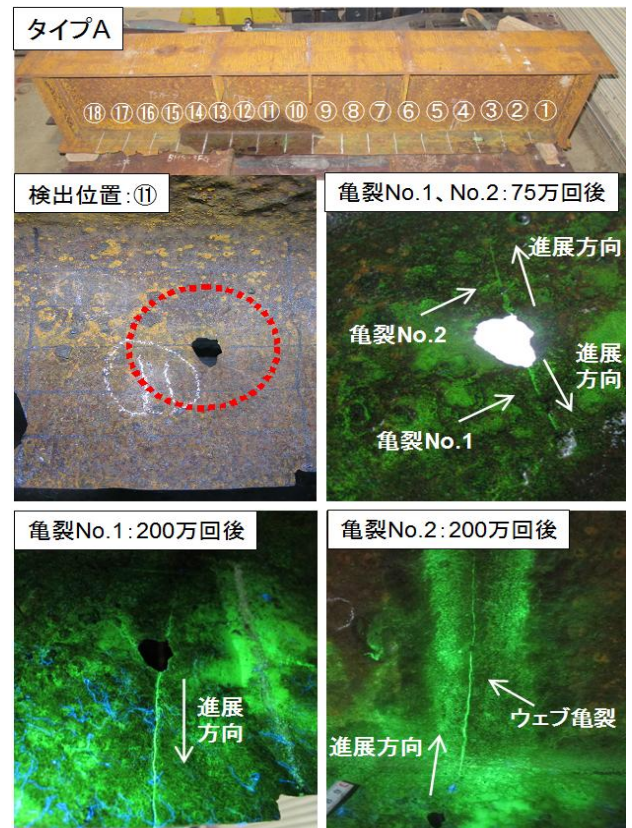


写真 2 亀裂発生例(タイプ A)



写真 3 亀裂発生例(タイプ D)