

長大橋フィンガージョイントのき裂損傷原因調査

(財)首都高速道路技術センター 正会員 ○友清 剛
 (財)首都高速道路技術センター 正会員 小西 拓洋
 首都高速道路株式会社 正会員 阿部 紀征

1. 目的

首都高速道路の長大橋のフィンガージョイントに疲労き裂が発見されている。これまでに溶接ビードから発生した短いき裂が報告されていたが、今回、母材自体にき裂が発生し破断に至った損傷が発見された。このような損傷は第三者被害を及ぼす可能性が高く早急な対応策が必要である。このためき裂発生原因について調査を実施した。本稿ではき裂の破面調査及び応力計測を実施した結果について報告する。

2. 構造諸元

図-1 にフィンガージョイントの構造を示す。本橋梁のフィンガージョイントは一般的な鋼製フィンガージョイントとは異なり、L2025×H160×B35mm の Face PL (材質 SM400B) と Spacing PL (材質 SM400C) とを幅員方向に重ね合わせてすみ肉溶接にて接合した特殊な構造を有している。また、桁の遊間は 3220mm と大きく、Face PL の張出しが長いため、中間に支持梁を設けて単純梁・片持梁として設計されている。

3. 損傷発生状況

図-2 に破断した Face PL を示す。可動側 Face PL の 1 本が先端から 1595mm の位置で破断していた。回収した Face PL について破断面の近傍について磁粉探傷試験を実施した結果、破断した箇所以外の底面角部に幾つかのき裂(最大深さ 40mm 程度)が発見された。また、マクロ組織試験を実施したところ、溶接の痕跡は見られず、き裂は母材自体に発生していることが確認された。また、下面には Face PL の基部から 430mm の範囲で Face PL 間の隙間を埋める充填材を受けるためのステンレス板が設置されており、ステンレス板を撤去したところ、この範囲で Face PL の底面に著しい腐食が発生していた。

4. 損傷原因の調査

(1) 調査内容

Face PL に発生したき裂の破壊形態を特定するため、破面調査を実施した。調査内容は破断面について SEM によるミクロ破面観察及び破断面近傍の断面について光学顕微鏡による断面ミクロ組織観察を実施した。

また、実際に発生する応力性状を確認するため、実橋の健全な Face PL において、荷重車(総重量 25t)を使用した動的載荷による応力計測を実施した。

(2) 破面観察

図-3 に Face PL 破断部の写真を示す。外観の特徴として破断面が全体的に腐食しており、平滑な破面形態であった。また、上面から 20mm 付近で破断面に段差が見られた。

この破断面の図中 A～D 位置について破面観察を実施した。図-4 に破面観察の結果の一例として B 及び C 位置について示す。A 及び C 部の領域には、疲労破面の特徴で

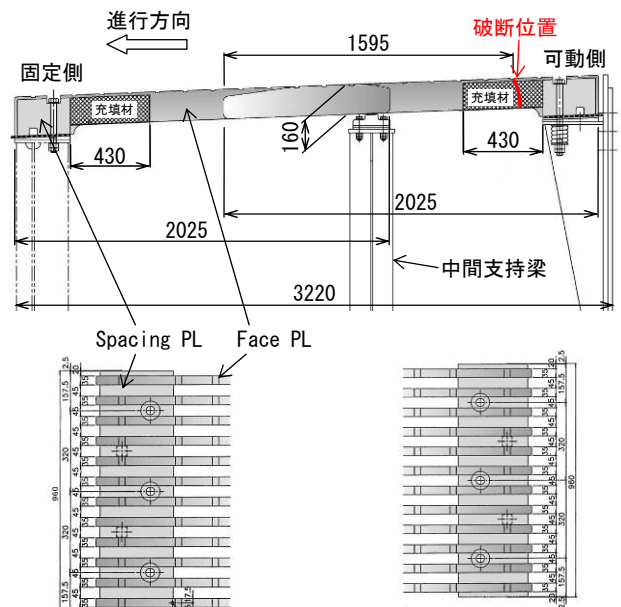


図-1 フィンガージョイントの構造



図-2 破断したフェイスプレート

キーワード フィンガージョイント, 破面観察, ストライエーション, 疲労き裂, 応力計測

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門3丁目10番11号 (財)首都高速道路技術センター TEL 03-3578-5765

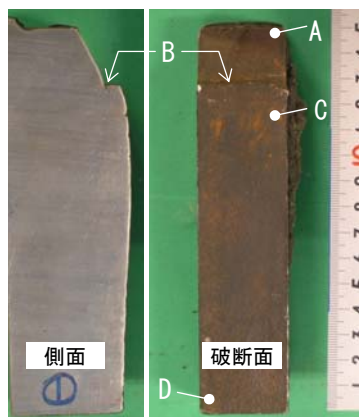


図-3 Face PL 破断面部

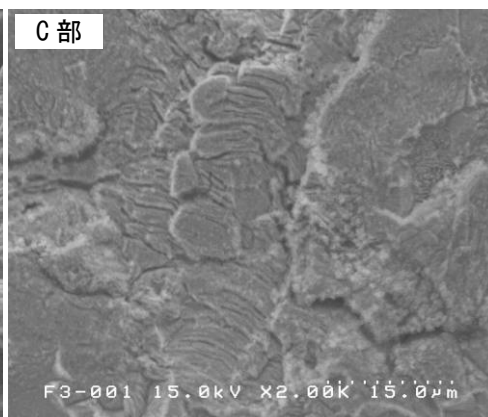
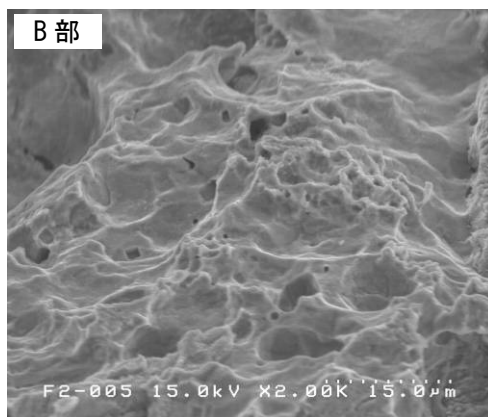


図-4 SEM 観察結果

ある縞模様状のストライエーションが観察された。また、B の領域には延性破面の特徴であるディンプルが確認された。D の領域についてはき裂発生から比較的時間が経過していると思われる、腐食が激しく破面形態が確認できなかった。

以上の結果、平滑な破面形態であること及びストライエーションが確認されたことから Face PL に発生したき裂は疲労き裂であると判明した。き裂はまず底面から発生し、遅れて上面からもき裂が発生・進展し、最終的に B 位置で破断に至ったものと推測される。

(3) 断面組織観察

図-5 に破断部近傍を鉛直方向に切断して研磨した断面を示す。この断面の底面付近を光学顕微鏡により観察した E 部の断面組織を図-6 に示す。観察の結果、底面から深さ 1mm 程度に渡って熱影響を受けていることがわかった。組織から判断すると 1200℃以上に加熱されたものであり、加工時のガス切断によるものと考えられる。

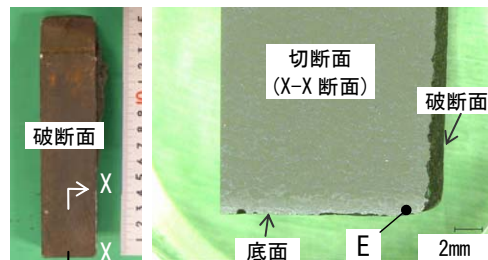


図-5 断面組織の観察面

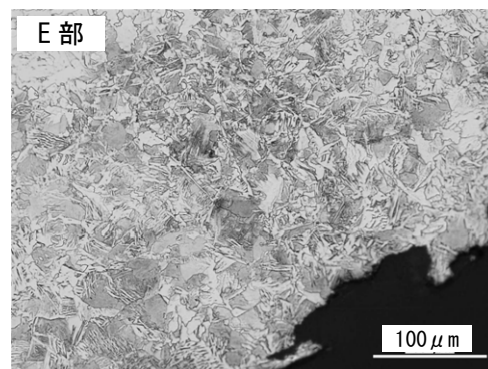


図-6 E 部断面組織

(4) 動的载荷試験

試験結果の一例として荷重車を約 30km/h で走行させたときの発生応力の動波形を図-7 に示す。スパン中央下面 (G2) の応力振幅は約 15MPa 程度、き裂発生部 (G4) でも約 5MPa 程度であり大きな応力は確認されなかった。

5. まとめ

本橋梁のフィンガージョイントに発生したき裂について破面調査を実施した結果、疲労き裂であることが確認された。発生したき裂の特徴として、き裂起点部と推測される底面の腐食が著しく、また、熱影響部が存在していた。き裂発生原因としてガス切断によるノッチや底面の腐食ピット等が起点となった可能性があるが、応力振幅が 15MPa 程度と小さかったことから一般的な活荷重による疲労ではなく、腐食環境による疲労強度の低下があったと考えられる。

これらの結果から、底面の腐食環境の改善(ステンレス板の撤去)及びき裂除去が対策として必要と考える。橋梁部材の腐食環境における疲労については、まだデータが少なく、引き続き実験等により疲労強度、寿命予測等の確認が必要である。

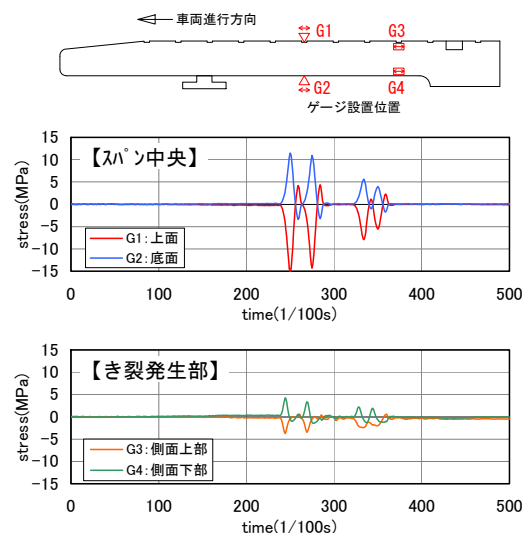


図-7 動的载荷試験結果