

丸柱-横梁ウェブ貫通により製作された鋼製橋脚隅角部の疲労損傷調査と対策

首都高速道路株式会社 正会員 下里 哲弘
 首都高速道路技術センター 正会員 清川 昇悟
 株式会社宮地鐵工所 正会員 花岡 幸治， 化 鍾福

1. 調査概要

調査対象とした橋脚は、主桁が横梁に結合されている立体ラーメン構造となっている（図-1）。橋脚諸元を表-1 に示す。臨時点検により、隅角 2 においては、30mm 以上のき裂損傷が発見された。き裂の原因究明のために、詳細な調査を行った。その結果を以下に示す。

(1) き裂調査（磁粉探傷試験/マクロ試験）

・磁粉探傷試験（以下、MT）；臨時点検結果に基づいて、MT による調査を行った。その結果、隅角 2 起点側の三線交差部近傍に 53+42mm，29mm のき裂が確認された。（写真-1 MT）。

・マクロ試験；発見されたき裂の位置（溶接金属，ボンド部，熱影響部，母材）を把握することを目的に、マクロ試験を行った。写真-1 のマクロ・スケッチに示すようにき裂は溶接金属（ピード）中央部にあることが確認できた。

(2) 隅角部の板組

横梁のウェブが丸柱に設けられたスリットを貫通した構造となっている（横梁ウェブ貫通タイプ）。主桁のフランジ・ウェブは各々丸柱や横梁に突合せ溶接された構造となっている。

(3) 応力頻度計測結果

隅角部に作用する実働応力状態を調査するため、梁下フランジコーナー部外面及び主桁下フランジコーナー部外面に 72 時間の応力頻度計測を行った。横梁の応力変動幅は 18Mpa，主桁の応力変動幅は 24Mpa であった。

2. 補強構造

本橋脚の隅角 2 側に補強部材を設置することにより、隅角部のシアラグによる応力集中を緩和させるために、補強部材の形状は胴巻き部材（リング状）に当て板+ブックエンドを併用した構造を採用した。

3. 補修方法及び結果

本橋脚のき裂補修に当たっては、き裂調査結果から得られた隅角部の板組、MT 及びマクロ試験結果に基づき、深さ 2～3mm ピッチで切削を行った。

丸柱のき裂切削では、角柱隅角部のように機械を用いたき裂補修が困難であるため、手彫りで行った。したがって、切削手順としては図-2 に示すように、各 STEP 毎で溶接欠陥の残存有無及び補修形状を確認しながら、次の STEP に移ることにし

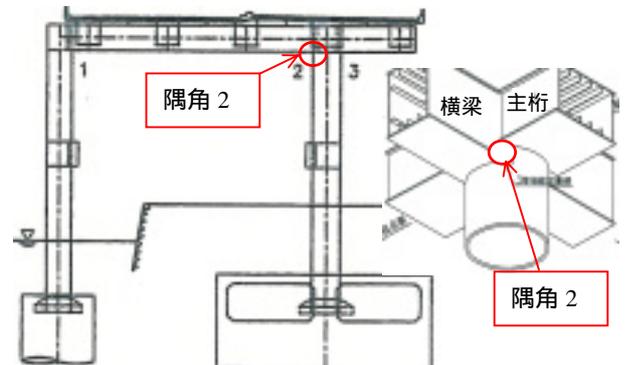


図-1 池 108 橋脚断面図

表-1 池 108 橋脚諸元

板厚 (mm)	貫通梁ウェブ	28	SM58Q
	梁フランジ	40	SM58Q
	丸柱	42	SM58Q
	ダイヤフラム	48	SM58Q
供用年度	昭和 44 年		
板組み	梁ウェブ貫通		

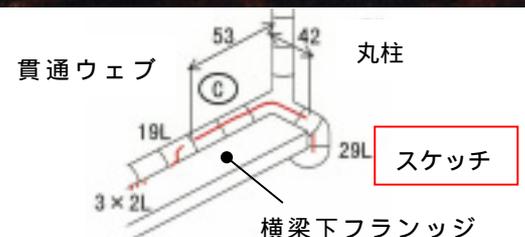
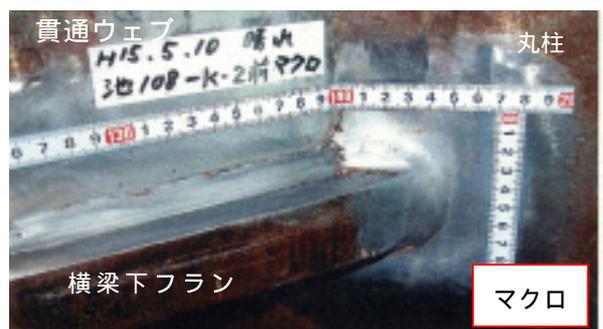
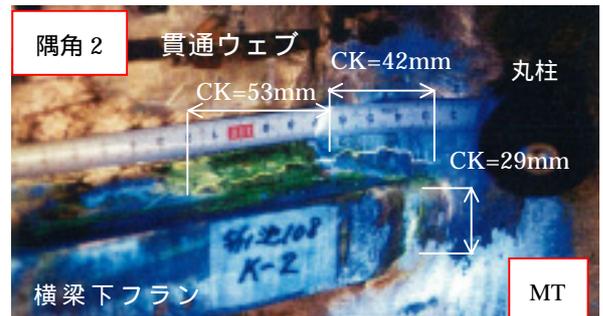


写真-1 隅角部のき裂損

キーワード 鋼製橋脚(丸柱)隅角部，溶接欠陥，疲労損傷，丸柱リング補強，補修

連絡先 〒290-8580 千葉県市原市八幡海岸通 3 番地 (株)宮地鐵工所 千葉工場 TEL 0436-43-8110

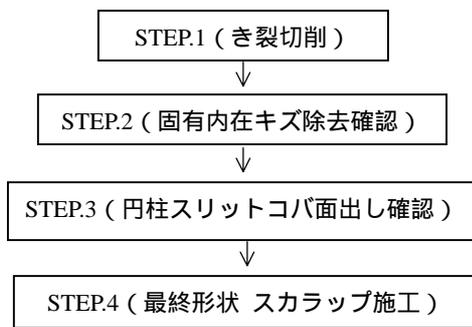


図-2 き裂切削・補修手順

た．き裂確認には MT・マクロ試験を併用した．

STEP.1 き裂切削

き裂の進展有無及び溶接欠陥を確認する目的で，き裂の先端に穿孔を，三線交差部には穿孔を施工した．また，き裂進展を防ぐため，穿孔を整形してストップホールを設けた．

STEP.2 固有内在キズ確認

穿孔をさらに深く切削したところ，丸柱スリットと貫通ウェブのコバ面との空間（ギャップ）による固有内在キズ¹⁾（以下，菱形ゾーン）が確認された．隅角部に残留しているき裂は菱形ゾーンが原因であると推測される．

STEP.3 丸柱スリットのコバ面出しについて

き裂の原因となった菱形ゾーン及び丸柱スリット部に残存している溶接欠陥（スラグ巻き込み，溶け込み不良，キズなど）の除去を試みた．しかし，片面（外面）からのスリット出しでは内面にある溶接欠陥が除去できないことが分かった．また，隅角部の交差しているビードが分離できていないため，欠陥が残存した．したがって，次の STEP スカラップ施工に移った．

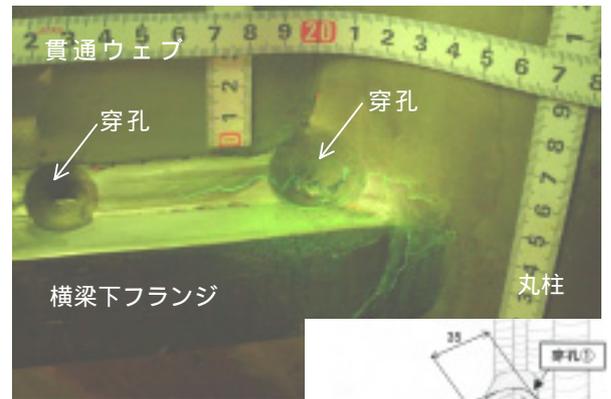
STEP.4 スカラップ施工について

スカラップ施工により，3つの溶接が交わる隅角部の菱形ゾーン及び丸柱スリット部に残存している溶接欠陥を除去することができた．また，隅角部の3線交差部のビードを分離することにより，複雑な3溶接交差状態から疲労性状がわかりやすい十字溶接継手，T字溶接継手へ改善することができた．

4．おわりに

梁ウェブ貫通板組みを有する隅角部に発生したき裂損傷は，板組に起因する固有内在キズが原因だと考えられる．切削調査からき裂の発生点は菱形ゾーン（ルートギャップ）を起点とし，溶接ビードの表面まで進展していたことがわかった．スカラップを施工することにより，き裂の原因となった固有内在キズを取除くことができた．今後，隅角部にこのような複雑な板組を採用する場合には，固有内在キズが残存しないような開先・完全溶け込み溶接方法・検査など，製作に注意と工夫が必要である．

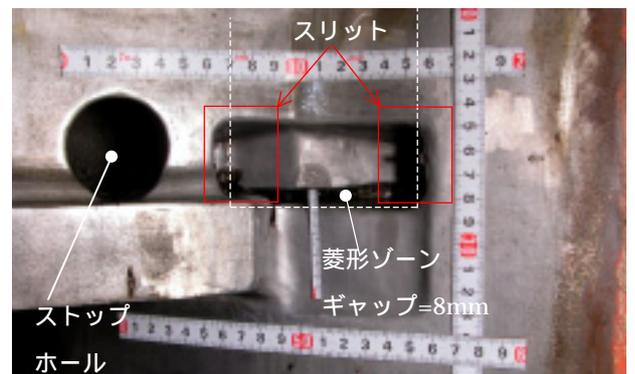
参考文献：1) 三木千寿，平林泰明：鋼製橋脚隅角部の板組み構成と疲労き裂モード，土木学会論文集，No745，2003.10



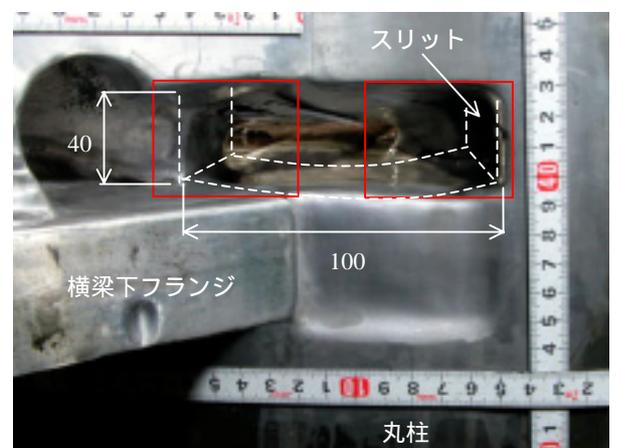
STEP.1



STEP.2



STEP.3



STEP.4