

エレクトロスラグ溶接で製作された鋼製橋脚隅角部の疲労損傷調査

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 仲野 孝洋
 株式会社宮地鐵工所 正会員 小林 裕輔 , ○栗田 繁実

1. 調査概要

調査対象とした橋脚は、図-1 に示すように一般的な角柱門型ラーメン構造である。しかし、横梁が片側 14.25m もあり、必要な強度を確保するため、三線交差部（図-1 中隅角 2）付近では厚板で高材質の鋼材を使用している（表-1）。以下(1)～(3)に本隅角部の調査結果を示す。

(1) き裂調査結果

まず、隅角部外面より磁粉探傷試験にてき裂の確認を行った結果、隅角部外面に 106mm の指示模様が確認された（写真-1）。き裂の始終を確認するため、き裂先端を穿孔し、マクロ試験によりその状況を確認した結果、この指示模様は溶接金属境界部（BOND 部）に沿って進展していることが確認できた。

(2) 応力頻度計測結果

当該隅角部の応力頻度計測結果は、3 日間の最大応力範囲が 40MPa であり、比較的大きな応力が計測された。

(3) 鋼材の成分分析結果

柱フランジから採取した母材の鋼材分析結果を行った結果、JIS 規格 SM570 材の化学成分規定値をすべての基準を満たしており、引張試験により得られた平均引張強度は $581\text{N}/\text{mm}^2$ に達し、SM570 材相当の鋼材であることが分かった。

2. 補修結果

(1) ストップホール補修

隅角部に当て板を行い必要な補強¹⁾を行った後、き裂調査にて発見されたき裂の進展を防ぐため、ストップホールを施工した。

ストップホール内のマクロ写真より、柱フランジと梁フランジの溶接状況が確認できる（写真-3）。溶接部を観察すると、き裂が確認された溶接ビードは、柱フランジと梁フランジを溶接している 1 パスの大きなビードの化粧ビードであることがわかった。さらに、1 パスの溶接ビードは、エレクトロスラグ溶接にて施工された溶接ビードであることがわかった。

エレクトロスラグ溶接は、「板を 1 パスで施工でき能率的な溶接方法であり、形状の整ったビードが得られる」といった長所がある反面、「大入熱のため溶接金属および熱影響部のじん性が劣化する、溶接のスタート、エンドに欠陥が生じやすい」などの短所をもった溶接方法である²⁾。

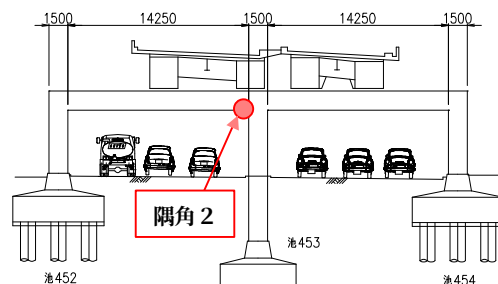


図-1 池452橋脚一般図

表-1 橋脚諸元

板厚 (mm)	柱フランジ	36mm	HT60
	梁フランジ	42mm	HT60
	ダイヤフラム	42mm	HT60
	ウェブ	25mm	HT60
供用年度	昭和44年		

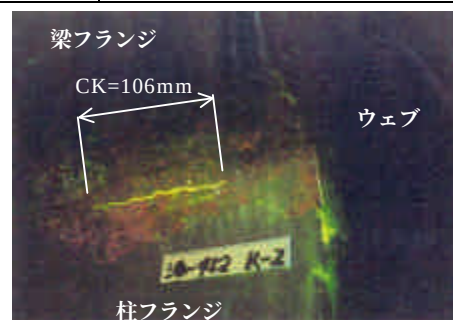


写真-1 臨時点検結果（隅角 2 起点側）

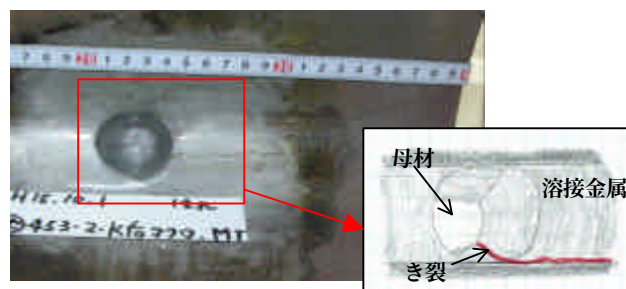


写真-2 穿孔調査写真，スケッチ



写真-3 ストップホールマクロ写真

キーワード エレクトロスラグ溶接，大コア抜き補修，シャルピー衝撃試験

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

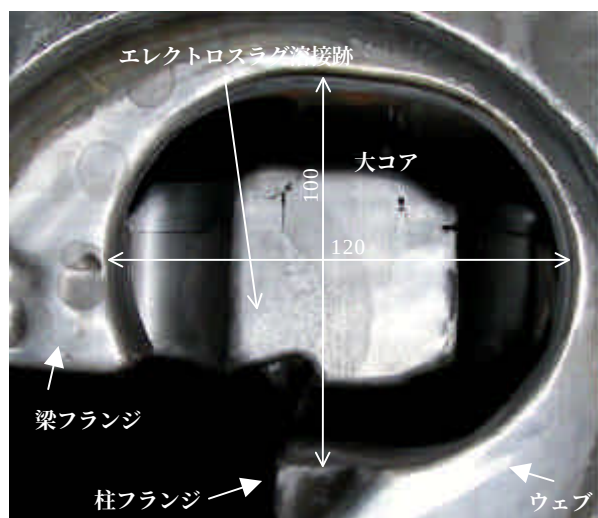


写真-4 大コア補修部写真

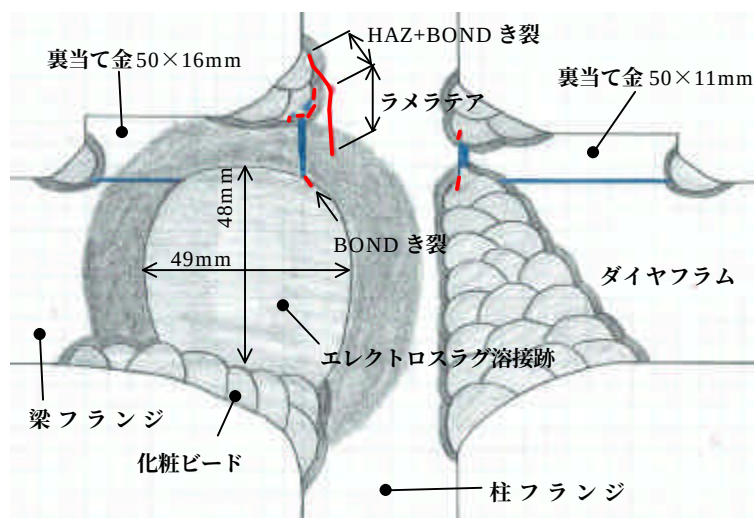


図-2 エレクトロスラグ溶接部スケッチ

(2)大コア抜き補修

エレクトロスラグ溶接の特徴である溶接のスタート、エンドの溶接欠陥が起点となり、脆性破壊が生じる危険性があるため、三線交差部を分離する補修（以下、大コア抜き補修）を行った。

写真-4 に大コア補修後のエレクトロスラグ溶接跡マクロ写真、図-2 にスケッチを示す。ここで、エレクトロスラグ溶接金属は $48 \times 49\text{mm}$ と非常に大きく 1 パスで施工されている様子が確認できる。溶接欠陥は、裏当て金部に集中している。これは、エレクトロスラグ溶接による大入熱により、裏当て金および母材にき裂やラメラテアなどを生じたものと考えられる。

3. エレクトロスラグ溶接部の試験結果

大コア補修により採取したエレクトロスラグ溶接部の試料を使用して、シャルピー衝撃試験とビッカースの硬さ試験を行った。以下に試験結果を示す。

(1)シャルピー衝撃試験

試験は「JIS Z 2242」に準拠し、試験片は V ノッチを溶接金属部に設けた試験片を 3 個、熱影響部に設けた試験片を 3 個製作した（図-3）。

試験の結果、SM570 材の規格値が 23.5J であるのに対し、溶接金属は、平均シャルピー吸収エネルギーが 40J で問題ないが、熱影響部は 7J と小さく、極端にじん性が低下している。

(2)ビッカースの硬さ試験

同様の試料を使用して、硬さ試験を行った。試験の結果、溶接金属は約 220、母材は 180～190、母材と溶接金属の境界部は 160 前後であった。JIS に示される硬さと引張強さの関係から試算すると、硬さ (HV10) 160～220 で引張強さ 515～695 (N/mm²) であり、熱影響部は強度が低下していると考えられる。

4. おわりに

本点検、補修によりエレクトロスラグ溶接部は、溶接金属自体の溶接欠陥は少なく、美しいビード形状であるが、入熱量が大きいため溶接部近傍の溶接部や母材に欠陥が確認された。また、シャルピー衝撃試験、硬さ試験より、溶接金属は十分なじん性と強度を有しているが、熱影響部はじん性が極端に低下し、強度も低下していると考えられる。このように、エレクトロスラグ溶接は製作効率のよい溶接方法であるが、じん性、強度の低下が懸念されるため、溶接を使用する場合は十分な注意が必要である。

参考文献 1)首都高速道路公団 保全施設部保全技術課：鋼製橋脚隅角部の補強設計施工要領（案），平成 15 年 7 月。
2)（社）溶接学会：溶接・接合・技術特論，平成 15 年 3 月 10 日。

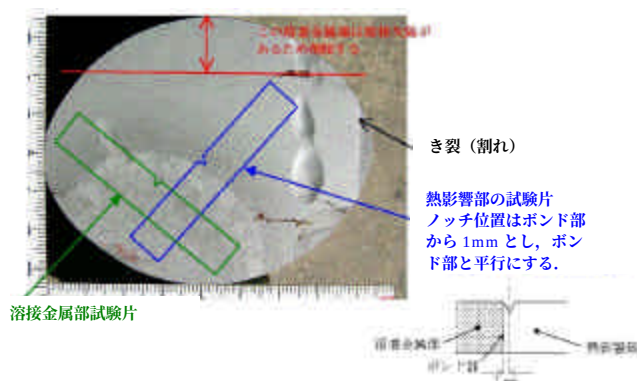


図-3 シャルピー衝撃試験片の採取位置