

## I-342

## 溶融亜鉛めっき非分割箱桁橋の亜鉛めっき割れ防止の検討

足利工業大学 正員 阿部英彦 (株)巴コーポレーション 正員 加藤昭夫  
 日本道路公団 紫桃孝一郎 新日本製鐵(株) 栗飯原周二  
 (株)巴技研 正員○家澤 徹

## 1. はじめに

亜鉛めっき橋梁は優れた耐食性を持ち、維持管理の負担が軽減されることから、その普及拡大が予想される。一方、めっき橋の技術課題として変形や溶接部の亜鉛めっき割れ等があり、亜鉛めっき橋の健全な発展のためには、これら技術課題の解決、特に構造物の安全性の観点から亜鉛めっき割れの原因究明とその対策の確立が重要である。亜鉛めっき割れは、送電鉄塔の分野で多くの研究が行われ<sup>1)</sup>、鋼材規格(JIS)にも耐亜鉛めっき割れ性が規定されている。また、鉄塔の研究を基礎に、ZB研究会(指導者奥村敏恵東大名誉教授)ではめっき橋梁の亜鉛めっき割れ防止を中心とした総合技術の基礎的研究<sup>2)</sup>が行われた。本研究は、めっき可能な最大規模の非分割型箱桁橋を製作するに際し、パイロット試験桁を用いてZB研究会の基礎的研究などを基に設計、製作及びめっき施工を総合した亜鉛めっき割れ防止法の検討を行ったものである。なお、試験桁の設計検討は日本鋼構造協会亜鉛めっき橋研究小委員会で行われた。

## 2. 試験方法

図1に試験桁の形状寸法を示す。本橋の径間中央部と端部を一体にし、その両部の変形や割れなどの問題点を同時に抽出することを狙った。主要な調査検討項目は、①必要めっき浸せき速度の確認、②水平補剛材先端形状が割れに及ぼす影響、③フランジと腹板、ダイアフラムの板厚比が割れに及ぼす影響などである。

## 3. 試験結果及び考察

試験桁の亜鉛浴への浸せきは約60秒で9割方が浸せきした後浮かんだ状態となり全没には123秒を要した。平均浸せき速度は約1m/分と著しく遅かった。この原因は浸せき角度が小さかったこと、ダイアフラムの開口率が不十分であったこと、またダイアフラムが3枚の特殊構造であったことなどが考えられる。

亜鉛めっき割れは全回し溶接部250箇所中19箇所が発生した。水平補剛材端部ではフランジと腹板の板厚比に関係なく合計7箇所に割れが発生した。補剛材先端形状別の内訳を表1に示すが、応力集中低減を狙った改良型が割れ防止に効果が認められた。ダイアフラムのスカーラップ部の割れ率を表2に示す。フランジ

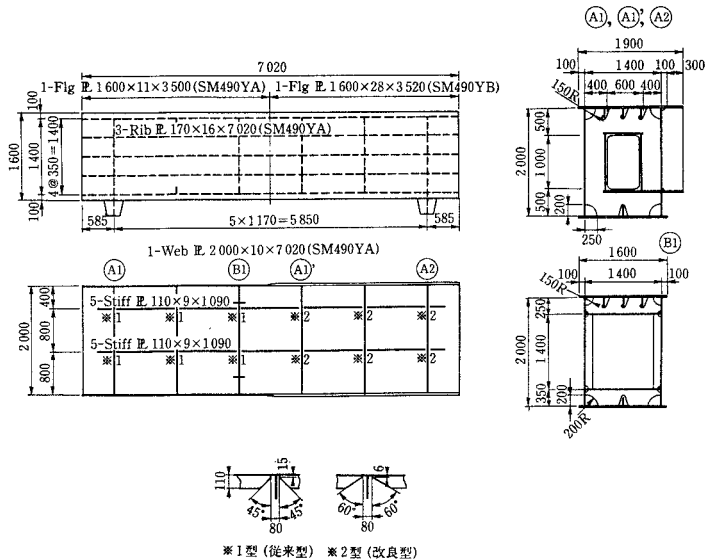


図1 試験桁の形状寸法

表1 補剛材先端形状別の割れ率

| 補剛材先端形状 | 割れ箇所 | 割れ率 |
|---------|------|-----|
| 従来型     | 5/18 | 28% |
| 改良型     | 2/18 | 11% |

とダイアフラムの板厚比が小さいほど割れ率は小さく板厚比の低減が割れ防止に効果が認められた。

溶接部に垂鉛めっき割れが予想以上に多く、また補剛材先端では比較的大きな割れが発生したが、これは浸せき速度が遅かったことが主原因と考えられる。

図2に弾性熱応力解析結果の例を示す。浸せき速度が1m/分ではフランジと腹板の板厚比が小さくても腹板に大きな圧縮熱応力が発生することが分かる。

補剛材先端のめっき時の応力挙動解析の詳細は次回に報告するが、圧縮熱応力による腹板パネルの座屈変形時に圧縮降伏し、熱応力の消滅に伴うパネル変形の戻り過程で除荷から引張ひずみが発生すると経過をたどる。この引張ひずみにより垂鉛めっき割れが発生すると考えられる。また、この引張ひずみは最大圧縮熱応力とパネルの座屈強度の比（以下、 $R\sigma_{max}$ と呼ぶ）とよい相関を示す。

図3に割れが発生した補剛材先端部での局部変形測定例を示す。割れはめっき後に圧縮塑性変形が残留した箇所が発生しており、上記の応力挙動により発生したと考える。図4に試験桁における浸せき速度と $R\sigma_{max}$ の関係を示す。 $R\sigma_{max}$ は速度の低下と共に増大し、1m/分の速度ではフランジ厚の大小に拘らず鋼材の限界ひずみから想定される割れ発生限界の $R\sigma_{max}$ を超える結果である。以上、補剛材先端の割れについて考察したが、ダイアフラムの割れも類似の原因と考える。

以上の検討結果から、箱桁の垂鉛めっき割れ防止のためには浸せき速度をできるだけ大きくし、 $R\sigma_{max}$ を低減することが重要と考え、①ダイアフラムの開口率の増加（30%→40%）、②浸せき角度20°の採用、③上フランジに空気抜き用ハンドホールの設置、④本橋では3枚ダイアフラム構造はないためA1'ダイアフラムの除去、の改善策を講じて再浸せき実験を行った。これにより平均浸せき速度4.7m/分が得られ、対策が有効なことが確認された。

#### 4. まとめ

溶融亜鉛めっき非分割箱桁の垂鉛めっき割れ防止について検討し、設計、施工上の指針を得た。本橋では、これらの研究成果を反映して、成功裏に製作、架設が行われた。

#### 参考文献

- 1) 送電鉄塔用新HT60開発委員会（代表：藤本盛久、金沢正午）：JSSC, 21(1985)221, P11
- 2) 金沢正午他：巴組鐵工所技報、No.1（1988）, P1

表2 板厚比別のスカーラップ部の割れ率

| フランジ厚<br>tF (mm) | ダイアフラム厚<br>tD (mm) | 板厚比<br>tF/tD | 割れ箇所 | 割れ率<br>% |
|------------------|--------------------|--------------|------|----------|
| 32               | 9                  | 3.6          | 6/22 | 27       |
| 32               | 12                 | 2.7          | 2/22 | 9        |
| 11               | 9                  | 1.2          | 1/22 | 4.5      |

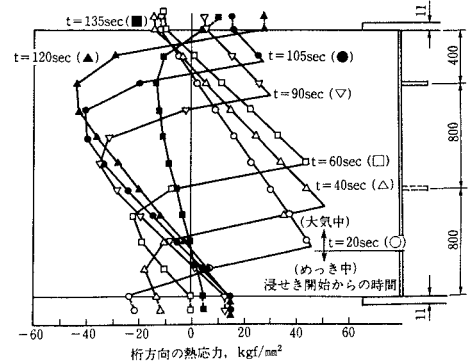


図2 熱応力の解析結果の例  
（フランジ厚11mm、浸せき速度1m/分）

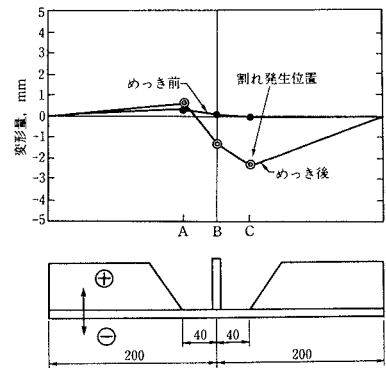


図3 局部変形の測定例

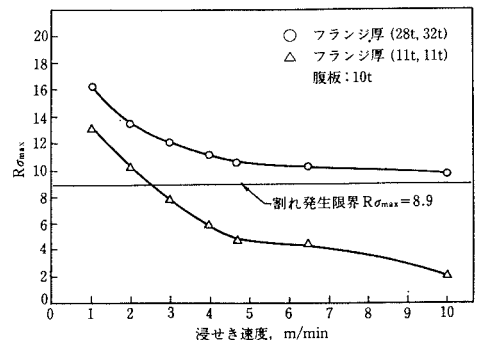


図4 浸せき速度と $R\sigma_{max}$ の関係