

## 25 年間曝露した橋梁用ロックドコイルロープの調査

高知工科大学 ○正会員 永井 博之  
 芝浦工業大学 細谷 一樹  
 芝浦工業大学 正会員 穴見 健吾

## 1. はじめに

鋼橋における老朽化の主な原因は疲労と腐食であり、これらの劣化程度を把握し、将来の劣化予測をすることは、適切な維持管理を行っていく為に非常に重要である。そのための種々のデータ収集や、それに基づく健全度評価手法や劣化予測手法の確立が望まれる。本研究では、鋼橋に用いられるケーブルの実環境での腐食現象を把握することを目的として、実橋梁上に架設後 25 年間曝露してある種々の防錆対策を施した（ロックドコイル）ケーブル（以下 LCR）試験体の腐食度調査を開始しており、ここまで得られた結果について報告を行う。

## 2. 調査対象ケーブル

本研究で対象とする高知県高知市の国分川水管橋（斜張橋）は、河口から約 2 km の位置（干潮区間）にあり、厳しい腐食環境への対策として、最外層ステンレス LCR が本格的橋梁としては国内で初めて採用されている。橋梁上には実環境中での腐食データの収集（防食性能の検証）や当該橋梁の維持管理に役立てるために、図-1 に示すように架設後 25 年間、橋梁上に曝露架台を設け曝露試験を行っている。併せて、表-1 に示すように、従来から用いられている 3 種（Type-B~D）の LCR と経時変化を比較することを目的として同様に曝露している。曝露試験体数は 4 種各 3 体であり、架設後 25 年経過した実橋梁の腐食度の推定および今後（残りの 2 体の）調査計画を立てることを目的としてケーブル外観調査・亜鉛めっき状態の調査、強度試験を開始している。

## 3 外観調査（ケーブル外層表面の調査）

外観調査は塗膜の割れ、はがれ、さび、及び亜鉛めっきの状態を調査した。各試験体外観を図-4 に示す。実橋梁仕様である Type-A の最外層はステンレスであるが、若干上面が下面より光沢があり滑らかであったが、外観上の腐食劣化はみられなかった。

亜鉛めっきのみの Type-B では亜鉛めっきの状態は、下面よりも上面でめっきが消費され、下面では白色へ、上面では赤褐色への変色が見られた。

重防食系と考えられる塗装を施した Type-C では、塗膜は Z 線の境目付近から斜め方向に細かい割れが多く観察され、また大きな割れやはがれも見られた。

塗膜の割れやはがれ位置では、地鉄のさびも見られたが、塗膜除去後の観察では、塗膜下へのさびの進行はみられなかった。

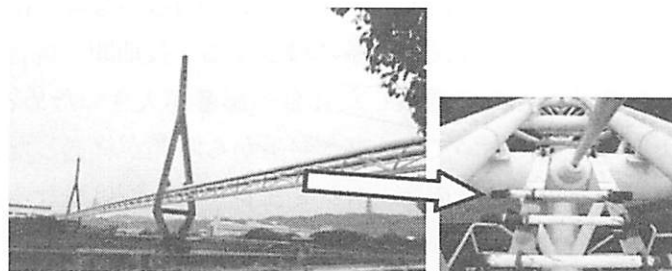


図-1 国分川水管橋と曝露試験体の様子

表-1 ケーブル試験体の種類

| 試験体 | 直径(mm) | 仕様                    |
|-----|--------|-----------------------|
| A   | 22     | 最外層ステンレス LCR（実橋梁仕様）   |
| B   | 26     | LCR 亜鉛めっき             |
| C   | 26     | LCR 亜鉛めっき+塩化ゴム系塗装     |
| D   | 30     | LCR 亜鉛めっき+ナイロン被覆（未試験） |

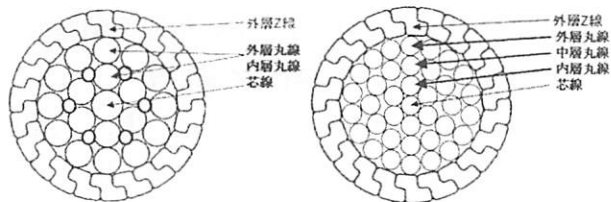


図-2 ケーブル断面(試験体 A) 図-3 ケーブル断面(試験体 B,C)

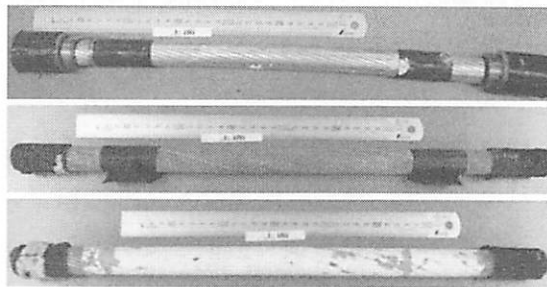


図-4 ケーブル試験体の外観

## 4. 素線単位の腐食・めっき状態調査

## 4-1. 素線表面状態の観察

各素線の内部における表面状態の例として、Type-A（内挿丸線）、B,C（芯線）を図-5 に示す。Type-A ではケーブルのばらしの段階の写真を示している。内層素線の腐食防止に用いられている油脂の劣化が見られるが、今後更に調査を行っていく予定である。試験体 B は光沢があるのに対し、試験体 C は白さびが見られた。

#### 4-2. 亜鉛付着量試験 (Type-B, Type-C)

各素線の亜鉛付着量試験の結果を図-6 に示す。試料長さは試験体の架台への留め具の影響を除外することを考慮して 200 mm とした。ここでは規格値を比較対象として検討を行った。試験体 B の最外層の Z 線では、多くの亜鉛めっきが消費され (4-3. 参照)、規格値を下回る結果も得られている。一方、試験体 C では外観調査でも、塗膜が残っている所ではめっき層の劣化は見られず、試料長さ全体としては規格値を満足する結果となった。

#### 4-3. 光学顕微鏡による観察 (Type-B)

光学顕微鏡 (×200) による Type-B の最外層 Z 線の断面 (曝露時に上下面を向いている 2 断面) 観察を行った。観察結果ではケーブル表面となる面や、断面外側に凸となっている曲線部の亜鉛めっきの消費が激しく、逆に断面内側に凸となっている部位では、初期の亜鉛めっき付着量が大きくなる傾向もあり、残存付着量も多く、純亜鉛層も多く見られた。結果の一例として、ケーブル表面を向いている面の観察結果を図-7 に示す。上面では合金層が無くなり、鉄素地が露出している。一方下面では、合金層が残っているが、純亜鉛層は消費され残っていない。

#### 5. 素線の強度試験 (Type-B, Type-C)

各素線の強度特性を調査するために、各素線についてよりを戻した後に引張試験とねじり試験を行い、結果を規格値と併せて図-8, 9 に示す。破断部は、特に腐食が激しい部位とは限らず、両試験結果ともに、調査した全ての素線で規格値を上回っており、現段階 (25 年間) では、強度に影響を与える程、腐食は進行していないと言える。

引張強度は、試験体タイプの違い、素線位置の違いによる差異は殆ど見られず、また破断伸びについても差異は見られなかった。ねじり強度については、試験体タイプで差異は見られていないが、内層から外層へとねじり回数が若干大きくなっている傾向が見られる。これは、内層ほどより数が多くなっていることが影響していると考えられる。

#### 6. まとめ

外観検査やめっき状態の観察より、亜鉛めっき以外の防錆対策を施していない Type-B が最も状態が悪く、逆に Type-A では最外層に劣化が見られなかった。但し、25 年の曝露期間経過後でも、Type-B においても、亜鉛めっきが消費され、鋼素地の露出が始まっている段階であり、素線の残存強度も十分であった。今後はより有益な腐食データとするため、Type-A の強度試験や現地での環境調査を予定している。

謝辞：本調査を行うにあたり、高知市水道局の方々には点検車の整備や試験体採取などご協力頂き、また東京製鋼㈱の方々には貴重なご助言を頂いた。ここに記して謝意を表します。

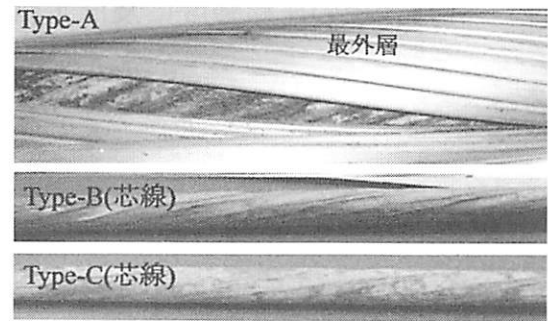


図-5 素線のめっき状態

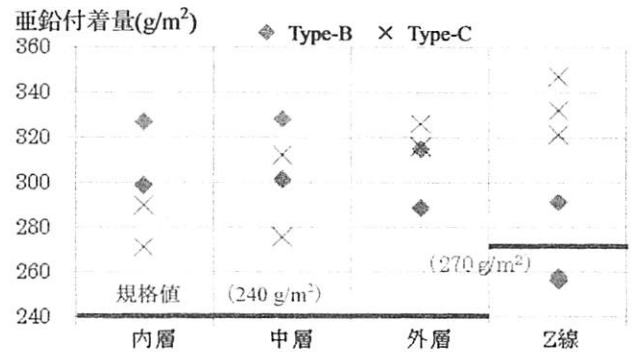


図-6 亜鉛付着量試験結果

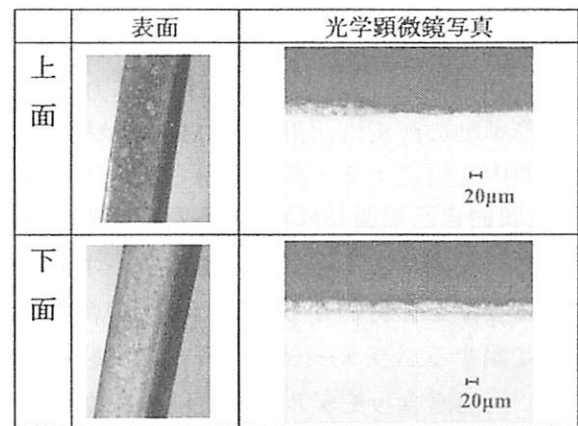


図-7 外観と光学顕微鏡写真の比較 (Type-B)

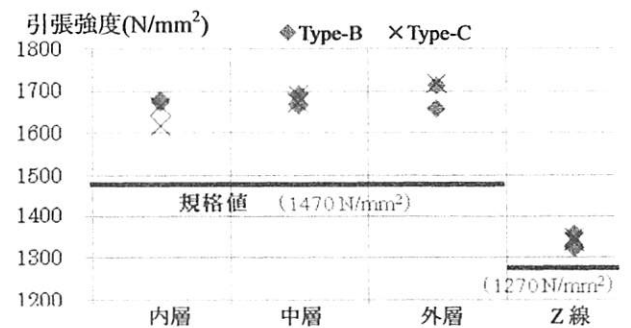


図-8 引張強度試験結果

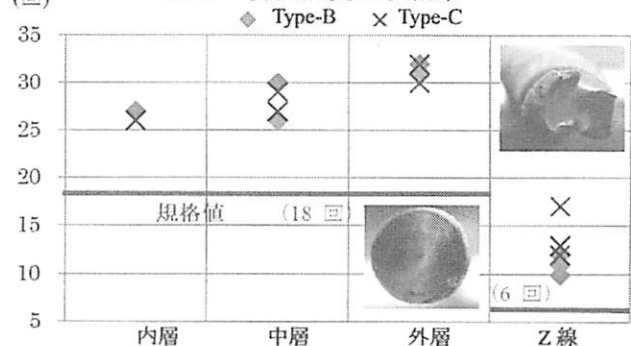


図-9 ねじり試験結果