

39 年供用後の吊橋主ケーブル（亜鉛めっき鋼線）の損傷度に関する考察

西日本高速道路エンジニアリング九州(株) 正会員 ○坂田 裕彦 正会員 松田 哲夫
 西日本高速道路(株) 出雲 真仁 山下 恭敬
 (株)神戸製鋼所 正会員 橋田 芳朗 峰地 慎一

1. まえがき

供用から 39 年経過した A 橋の主ケーブルについては、過去にもその損傷度の調査を行っているが、今回主ケーブル防食システムの導入検討にあたり、改めて主ケーブルの腐食程度の調査を実施した。調査は現地での主ケーブル本体の各種観察とともに、ラッピングワイヤを主ケーブル素線の代替として持帰り、室内分析を実施することで、主ケーブル素線の腐食程度を推測した。併せて、過去に実施した腐食促進試験の結果と比較することで、今後の腐食の進行程度を予測し、防食システムの導入時期等を考察した。

2. 現地調査とその結果

(1) 調査内容

現地調査は、橋梁の中央径間中央部付近のケーブルバンドを開放し、その内部の素線に対して、①外観調査、②レプリカ観察、③亜鉛めっき量計測、④腐食生成物の分析、⑤電位測定等を実施するとともに、持ち帰ったラッピングワイヤに対して、①外観調査、②縦断面観察 (SEM 観察)、③拡散性水素量測定等を実施した。

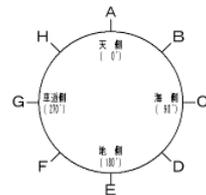
(2) 調査結果

各種調査項目のうち、代表して、図-1 に主ケーブル表層の外観観察結果を示し、表-1 にその評価結果を示す。また、図-2 には、くさびを打ち込んで観察した主ケーブル内部の観察結果を示す。

調査結果を取りまとめると以下のとおりである。

①上側（天側）は比較的健全であるが、下側（地側）付近については、部分的な亜鉛めっきの消滅を経て、わずかではあるが母材（鉄部）の腐食まで進行している状態である。②過去に実施したラッピングワイヤ部の損傷程度¹⁾と比較すると、ケーブルバンド部・ラッピングワイヤ部でほぼ同等の腐食程度と判断してよい。③くさび打ち込みによる主ケーブル内部方向の観察によれば、白錆の点在が認められ亜鉛めっきの損傷が進行している様子が窺えるが、主ケーブル表層よりも素線内部の方が良好な状況である。

以上のように、今回の調査からは主ケーブルの大きなダメージは観察されなかったが、ケーブル下面の表層部を中心に徐々に腐食が進行していることが分かった。腐食が進行している原因としては、過去の模型ケーブルの曝露試験、促進試



主ケーブル調査方向と記号

図-1 主ケーブル外観調査結果

表-1 外層ケーブル素線の腐食状況評価結果

評価位置	腐食の評価			外層ケーブル素線の評価判定基準 評価点5.....良好な状態 評価点4.....白錆が発生 評価点3.....白錆から赤錆一部 評価点2.....赤錆がやや多い 評価点1.....赤錆が著しい
	東側端部 (コネクタ境界)	ケーブル バンド内	西側端部 (コネクタ境界)	
A: 天側	A-B	5	5	4
	B-C	4	4	3
	C-D	3	3	3
C: 道路側	D-E	3	3	3
	E-F	2	3	2
E: 地側	F-G	3	3	3
	G-H	3	3	3
G: 海側	H-A	3	4	4



図-2 くさび割（ケーブル内層の観察）

キーワード 吊橋 主ケーブル 腐食, 防食, 健全度調査

連絡先 〒810-0073 福岡市中央区舞鶴 1-2-22 西日本高速道路エンジニアリング九州(株) TEL092-771-1434

験から、「ケーブル内部に水分があると表層の防錆処理(ペースト)の性能に関係なく内部に腐食が発生する」と言われている¹⁾。一方でA橋のケーブル内温湿度の状態は、年間を通じて外気温に関わらず定常的に高湿状態(90~100%)であること報告されている。このため、主ケーブル内部は日々結露・気化を繰り返している状態で、この乾湿の繰返しにより徐々に腐食が進行しているものと考えられる。

3. 腐食の程度と速度の推定

現状の主ケーブルの今後の腐食進行程度については、過去に実施された塩水噴霧試験結果²⁾を参考に考察する。図-3には文献2)に示された亜鉛めっき鋼線及び裸鋼線と腐食減量の関係を連続的に示した。即ち、亜鉛めっき(設計値 300g/m²)が消滅した後に母材(裸鋼線)の腐食が始まるとして連続させた。これによれば、塩水噴霧試験の経過日数が70日程度で亜鉛めっきが消滅しその後約5倍の速さで母材(裸鋼線)の腐食が進行することがわかる。

写真-1にA橋, B橋, 塩水噴霧試験(50日経過時)の素線試料を示す。これらの状況は、純亜鉛めっき層は消滅し、合金層の腐食が徐々に進行している状態と言える。これらを比較照合すると、B橋資料の腐食状況は塩水噴霧試験の50日経過時点と同程度と観察でき、A橋試料はこれよりも腐食の程度は若干軽微で30~40日経過時点と同程度と推定する。A橋で供用後約40年, B橋で約50年を経過していることから、実橋での腐食進行程度と塩水噴霧の経過日数の相関を図-3に併せて示した。

これよりA橋主ケーブル素線が今後10年程度でさらに純亜鉛層, 合金層の腐食が進行し、その一部はB橋程度の腐食状況に至ることは十分に予測できる。B橋の供用後49年目の調査では、この状態で数十本が応力腐食割れ・腐食疲労と思われる破断が発生しており³⁾, A橋でも孔食部から応力腐食等による素線の破断が発生してもおかしくはない状態に達すると考えられる。

さらに、塩水噴霧の経過日数と実橋供用年の腐食状況が比例的な傾向を示すものとするれば、30年程度経過後には一部素線の亜鉛めっきが完全に消滅し、急激な速さでの母材の腐食が始まることも考えられる。

4. まとめ

以上に述べたように、今後予想される部分的な破断や母材の急激な腐食の進行を進展させないために、大部分の主ケーブル素線に亜鉛めっきの残存する現状のタイミングで、腐食を進行させない対策を施すことが、主ケーブルの健全性の確保, 防食対策コストの縮減に肝要であると考えられる。今後はケーブル防食システムの具体化に向けた検討を進めていきたい。

参考文献

- 1) 岡野 哲: 防食技術の変遷, 橋梁と基礎, 98-8, pp. 107-110
- 2) 森山 彰: 主ケーブル材料としての高強度鋼線, 本四技報 Vol.13 No.50 '89.4, pp. 10-16
- 3) 楠根 経年ら: 若戸大橋ケーブル関係の健全度調査および補修工事, 土木学会第67回年次学術講演会, pp. 201-202



写真-1 各種ワイヤ試料

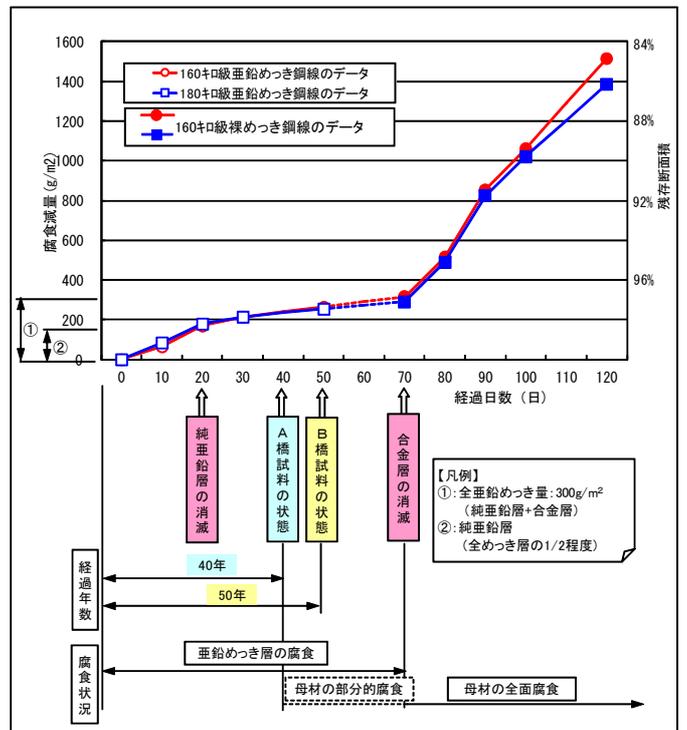


図-3 A橋腐食状況経過の推定(塩水噴霧試験結果²⁾より)