

沖縄のケーブルは ～瀬底大橋のケーブル暴露試験～

Examination of Cables Exposed in Okinawa

木舟 三雄
Mitsuo KIFUNE

川田工業㈱工事本部大阪工務部次長

吉田 順一郎
Jun-ichiro YOSHIDA

川田工業㈱橋梁事業部技術部大阪技術部
設計一課課長

藤林 博明
Hiroaki FUJIBAYASHI

川田工業㈱橋梁事業部技術部大阪技術部
設計二課

瀬底大橋は、昭和60年1月（1985年）に竣工した沖縄本島と瀬底島とを結ぶ橋長762.0mの橋梁です。この中央部に支間139.5mのニールセンローゼ橋が採用されています。この橋の架設地点は非常に腐食環境が厳しいため、ケーブル材の防食処理に工夫をしています。亜鉛メッキ処理されたケーブル材の表面にペトロラタム（石油系グリス）を含んだ粘着テープを巻き、その上をFRPテープで保護し、塗装を施しています。この防食処理を採用するにあたり、将来の維持管理の資料とするためと、異なる表面処理を施したケーブルとの防食性能を比較するために、竣工時に3タイプの暴露供試体を橋脚上に設置していました。ここでは、12年間沖縄の厳しい腐食環境下におかれたケーブルの暴露試験の結果を紹介します。



瀬底大橋全景

調査概要

供試体は、3タイプ、合計12本を橋台上に設置していました。現地での設置状況を右上の写真に示します。

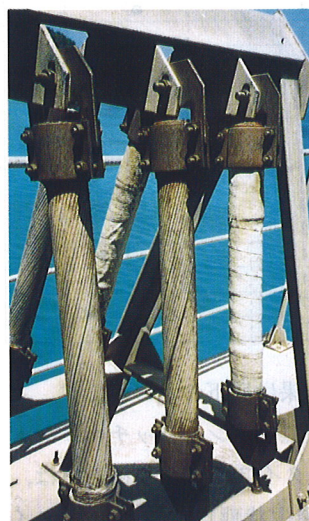
(1) 供試体

供試体の防食処理は、次の3タイプです。

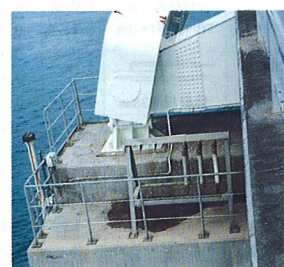
A：亜鉛メッキ（写真手前）

B：亜鉛メッキ+ペトロラタム塗布（写真中）

C：亜鉛メッキ+ペトロラタムテープ+FRPテープ
+塗装（写真奥：本橋に採用）



橋脚上ケーブル暴露試験供試体



設置位置(今回一部回収)



本橋ケーブル

ケーブルの両端面には、エポキシ樹脂のキャップで防水処理をしていました。しかし、12年間の暴露試験期間中にキャップが損傷したものがありませんでした。そのため、調査にはキャップの有無による影響を考慮するために、2セット、6本を採用しました。

(2) 調査項目

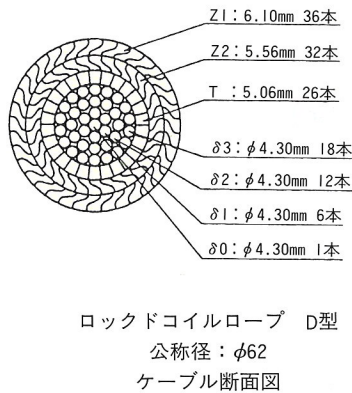
a) 錆の調査

各層の表面および内側の錆の発生状況を調べ、各タイプの錆の発生状況を比較する。

b) 残留特性の調査

各層の素線を解線し、引張強さ、ねじり回数および亜鉛メッキの付着量を調査する。ケーブル製作当時の値と比較を行い、ケーブルの劣化の程度を調べる。

錆の調査結果



表面処理		亜鉛メッキ		亜鉛メッキ+ベトロラタム		亜鉛メッキ+ベトロラタム+FRP	
キャップ状況		下 ↓	両 ↑	無	両 ↑	下 ↓	両 ↑
供試体番号		①	②	③	④	⑤	⑥
上	バンド	○	○	○	○	○	○
下	バンド	赤～白錆	白錆大	赤～白錆	赤錆	赤～白錆	赤～白錆
中	結束部	内部白錆					
中央部	表面	ロープ円周の1/4面(50mm幅)に濃い赤錆 (錆面に孔食有り) 他は白錆				○	○
	Z 1			赤錆 下100～200	○	白錆	○
	Z 2	○	下から 200mmに	白錆	○	白錆	○
	T	○	白錆大	白錆	○	赤錆	○
	δ 3	○	他健全	白錆	○	○	○
	δ 2	○		白錆	○	○	○
部	δ 1	○		白錆	○	白錆	○

注) 表中の○印は健全を示します。また、矢印はキャップがあることを示します。

調査結果

(1) 錆の調査結果

錆の調査結果を上表に示します。ケーブルの錆は、白錆から赤錆の順に進行しています。ケーブル下端部のバンド線結束部は、防食処理が完全に施工できないため、水分の浸入により錆が発生したと考えられます。

ケーブル中央部の表面では、被覆テープのないA・Bタイプの表面に、全体に白錆が発生し、一部濃い赤錆が発生しています。この赤錆には明らかに方向性があり、海側の面に発生しています。これは、日照方向や風の方向の作用による塩分や水分の付着が原因と考えられます。また、Cタイプの被覆テープがあるケーブルの表面には、錆の発生は認められませんでした。

ケーブル内部では、③・⑤番の供試体に錆が発生しています。これは、上端部のキャップが損傷しており、水分が浸入したためと考えられます。しかし、同じキャップ条件の①番の供試体には錆が発生していません。このことから、③・⑤番の供試体は、いったん浸入した水分が油や被覆テープにより拘束され、錆が発生しやすくなったと考えられます。

(2) 残留特性の調査結果

各試験結果の平均値とケーブル製作時の値を下表に示します。各試験の残留特性値は、現在でもすべて日本鋼構造協会の構造用ケーブル材料規格を十分に満足しています。また、本橋施工時に調査したケーブル製作時の値と比較した結果、懸念されるような特性値の低下は認められませんでした。

また、錆の発生が特性値に与える影響については、錆の発生しているケーブルと健全なケーブルを比較した結果、特性値には差がなく、影響はありませんでした。

次に、亜鉛メッキの付着量の調査では、最外層素線に、付着量の減少が認められますが、その他の層では、大き

残留特性試験結果

	層	単位	製作時	供試体①	供試体③	供試体④	供試体⑤	規格値
引張強さ	δ 3	kg/m ²	172.0	173.7	174.3	174.7	173.7	150.0
	T	kg/m ²	150.2	153.3	153.3	154.5	155.7	140.0
	Z 2	kg/m ²	143.7	146.9	146.3	147.5	146.3	130.0
	Z 1	kg/m ²	140.2	143.6	143.9	143.4	143.4	130.0
ねじり回数	δ 3	回	21.0	19.0	19.0	19.0	17.3	16.0
	T	回	12.0	10.7	12.0	10.7	10.7	7.0
	Z 2	回	10.2	10.7	10.0	9.3	11.0	5.0
	Z 1	回	9.5	10.3	10.3	10.7	11.3	4.0
亜鉛付着量	δ 3	g/m ²	354.5	332.7	347.7	342.2	350.7	270.0
	T	g/m ²	412.7	382.7	364.5	365.5	376.3	300.0
	Z 2	g/m ²	431.3	403.3	409.2	396.5	425.8	300.0
	Z 1	g/m ²	540.3	423.8	451.8	384.0	399.3	300.0

な付着量の減少は認められませんでした。

おわりに

瀬底大橋のケーブルに採用されたCタイプの供試体は、沖縄の厳しい腐食環境下で、竣工から12年間経過した現在でも十分な性能を発揮していました。

また、Aタイプの亜鉛メッキのみの供試体は、ケーブル内部はほぼ健全であり、外表面は海側の赤錆を除き白錆程度でした。このことは、沖縄の腐食環境を考慮すると予想以上の耐久性があったと考えられます。

今回、橋梁本体のケーブル被覆テープについて目視調査を行った結果、特に損傷は認められませんでした。そのため、被覆で密閉された本橋のケーブルは、健全であると推測されます。しかし、被覆テープの損傷等により、いったん被覆内に水分が浸入すれば、内部に水分が拘束され、逆に錆が発生しやすくなる可能性があります。そのため、今後も定期的に橋梁本体のFRP被覆テープの損傷や劣化等の調査および残る暴露供試体の調査を行っていく必要があります。

最後に、本調査を行うにあたり、ご指導とご協力を頂きました沖縄県北部土木事務所および神鋼鋼線工業㈱の皆様へ厚く感謝いたします。