

本州四国連絡橋公団 正会員 古家 和彦

本州四国連絡橋公団 フェロー会員 佐伯 彰一

1. まえがき

1988年度からの既設吊橋ケーブルの調査により、遮水が不十分であり、ケーブル内に水分が認められ、素線表層付近で腐食が確認された。吊橋ケーブルは従来図-1に示すような、素線にペーストを塗布し、その上にワイヤーラッピングを行い、さらに、塗装することにより遮水性を確保しようとしていた。ところが、ケーブルの温度等による伸び縮みにより、塗膜が割れ、ペーストも時間とともに劣化し、遮水性がそこなわれることが明らかとなった。そこで、被覆材及び、ペーストの改良の試験が行われたが、ケーブル内部に水がある場合はケーブル内部の防食ができないことが判明した。また、ケーブルは完全に遮水することが困難であることから、ケーブル内部の環境改善が必要との結論に達し、検討の結果、ケーブル内に乾燥空気を送気し乾燥させることで防食することとした。乾燥によりケーブルを防食する方法は、既にアンカレイジのケーブルスプレー部分や、海外での箱桁橋内部で実施されており、初めての試みではない。但し、図-2に示すような吊橋ケーブルという、約 $\phi 5\text{mm}$ の素線の束の中に送気し、ケーブル全体を乾燥させ防食する試みは初めてであり、理論通り防食できるかどうか確認する必要がある。そこで、乾燥空気をケーブル内に送気することで防食できるか、素線の束であるケーブル全体が乾燥するか、ケーブル側面から空気が送り込め、ケーブル内で断面方向に広がるかの疑問を解決するため、試験を行い防食効果を確認した。ここでは、この3つの試験について、試験方法及び結果とそれに対する考察を述べるものとする。

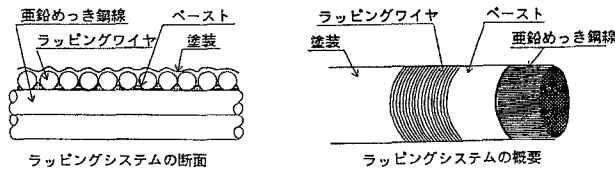


図-1 従来のケーブル防食システム

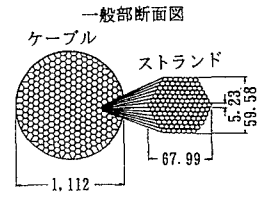


図-2 ケーブル断面

2. 乾燥空気によるケーブル防食効果確認試験

(1) 試験概要

$\phi 20\text{cm}$ のケーブル模擬試験体に水を注入し、高湿度の中で温度を交番させ腐食を促進させる条件下で、乾燥空気をケーブル内に送気することにより、防食効果があるかどうかを確認した。

(2) 試験条件

①試験体： $\phi 20\text{cm} \times 70\text{cm}$ ($\phi 5\text{mm}$, 1,270素線)、ペースト+ワイヤーラッピング+塗装

①期 間：約3ヶ月

②湿度： $60^\circ\text{C}85\%\text{RH}12\text{hr} + 20^\circ\text{C}95\%\text{RH}12\text{hr}$
(内降雨1hr/day)

③保 水：試験体内に250cc注水

④送 気：送気（約20%RH、15cm/min）の有・無

⑤確認方法：内部を解体し目視。

(3) 試験結果

写真-1 右は、送気無しの場合の内部の状況であり、白錆が著しく発生している。

写真-1 左は、乾燥空気を送気したものであり、水の溜まっていた下方は、水分が乾燥するまでに1ヶ月程度時間を要したため白錆が発生していたが、その他は当初のメッキ色（写真で黒っぽく見えている部）を呈しており、乾燥空気送気による、防食効果が確認できた。

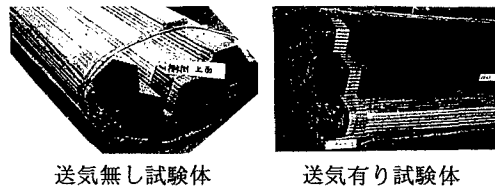


写真-1 試験結果

さらに気化性防錆剤（インヒビター）や、空気を通しやすくするための中空管カバーによる試験も行ったが、優劣の差が見られなかった。

また、ペーストの有無についても、優位差はなく、送気乾燥すれば、防食に対しペーストは必要ないことを確認した。

3. 乾燥空気の部分送気によるケーブル内全体の乾燥確認試験

（1）試験概要

実ケーブルにおいて、乾燥空気が断面全体に流れるかどうかは疑問である。そこで断面の一部分しか乾燥空気が流れなかった場合、空気が流れていない部分でも乾燥するのかどうか確認するため、 $\phi 600\text{mm}$ のケーブル模擬試験体に水を注入し、ケーブル断面の一部から乾燥空気を送気する試験を行った（図-3）。

（2）試験条件

- ①試験体： $\phi 60\text{cm} \times 2\text{m}$ ($\phi 5\text{mm}$, 11,557素線、空隙率18%)、
ゴムラッピング+収縮ポリエチレンテープ

①期 間：約300時間

②温 度：室内約20℃

③保 水：試験体内に2500cc注水

④送 気：送気：断面の部分送気、約20%RH

⑤確認方法：乾燥機による取水量。

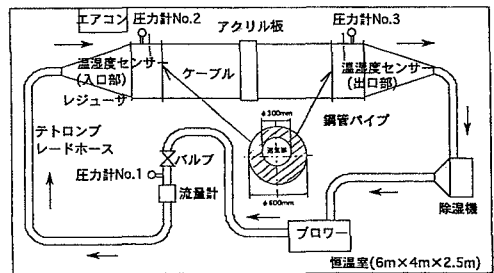


図-3 乾燥試験システム概念図

（3）試験結果

$1\text{m}^3/\text{min}$ の場合、300時間で乾燥した（図-5）。但し、注水量と乾燥水量が完全に一致しなかったため、アクリル板を設けて、目視観察した。さらに、最後に、ケーブル素線を抜いて濡れが無いを確認した。このことにより、断面の一部の送気であってもケーブル内全体が乾燥することを確認した。

4. ケーブル側面からの送気確認試験

実橋におけるケーブル内への送気として、ケーブル側面から、ケーブル内へ送気することが考えられるため、側面から内部へ送気が可能かどうか、また、側面から入った空気が断面方向に広がるかどうか確認するため、3の試験体と同様の $\phi 60\text{cm}$ の試験体を使用し図-5に示すような試験を行った。結果は、 $13\text{cm} \times 5\text{cm}$ の送気断面で、 90mmAq （0.009気圧）と言う低圧で 0.19m^3 もの空気が送気できた。また、断面方向についても微量ではあるが全面的に広がるとの結果も得られた。

5. 考 察

以上の試験の結果から、乾燥空気を送気することにより、ケーブル全体が乾燥し、防食できることが確認できた。また、ケーブル側面から、空気をケーブル内に送ることが可能であり、断面方向にも空気が広がることが確認できた。

これらのことから、実ケーブルにおいても、ケーブル被覆の気密性を高めれば十分実用可能な防食システムであると考えられる。

6. あとがき

送気乾燥システムについては、1994年度から実橋における確認試験を開始しており、現在建設中の明石海峡大橋に採用するに至っている。

さいごに、本研究に関し、ご指導頂いた朝倉教授をはじめケーブル防食検討会の先生方に深く感謝致します。

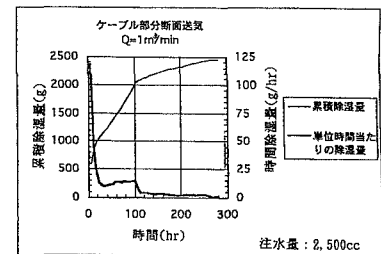


図-4 乾燥試験結果

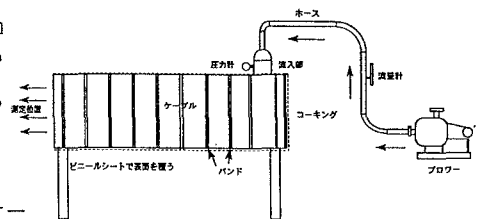


図-5 送気試験システム概念図