

吊橋ケーブル被覆の劣化調査と伸び性能に着目した被覆仕様の検討

本州四国連絡高速道路株式会社 正会員 ○森山 彰
 (株)ブリッジ・エンジニアリング 正会員 大藤 時秀

1. 概要

吊橋ケーブルには、防食のためにケーブル表面に塗装等による被覆を行っている。一部の吊橋において、点検でこの被覆にひび割れ等の変状が確認されており、補修が必要となっている。ひび割れはケーブルの挙動に被覆材料が追従できないために生じるため、既設吊橋における各種被覆仕様の劣化状況等について調査を行った。その調査結果を踏まえて、伸び性能に着目した被覆仕様について提案を行い、実橋試験施工を行った。ここでは、今回提案した被覆仕様の選定経緯と、伸び性能(初期値)確認のために行った室内試験結果について報告する。

2. ケーブル被覆の概要と現況

既設吊橋へ送気システム(図-1)を導入した主ケーブルのラッピング部の気密化は、ケーブルの伸縮に対して追従性を有する塗装系(表-1)を被覆することにより、気密化が図られている(図-2)。

しかし、一部の吊橋では塗装後10年程度で塗膜にひび割れ(以下、「塗膜割れ」という。)が多発し(写真-1)、雨天時にケーブル内の湿度が上昇するなど、気密化に支障を来している事象が生じている。このため、早急な補修塗装が必要となったことから、塗替え後の気密化が確保できる最適被覆仕様の検討を行った。

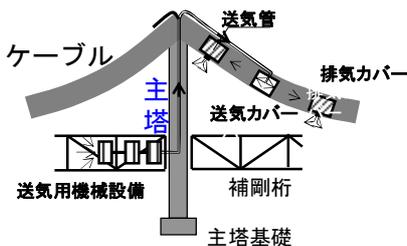


図-1 送気システム概念図

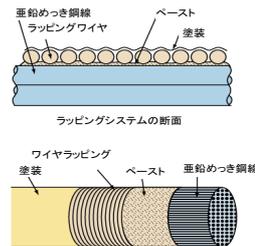


図-2 ラッピング部気密化構造

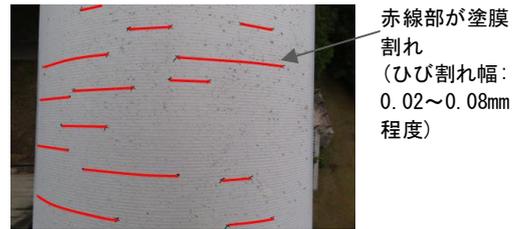


写真-1 塗膜割れ状況(ケーブル上面)

3. 各種被覆仕様の劣化調査と被覆仕様の提案

3-1 ケーブル被覆の現行塗装系と塗料規格

現行のケーブル被覆の塗替塗装系はX4¹⁾(表-1)の柔軟型塗装仕様(以下、「X4仕様」という。)であり、HBS塗料規格²⁾(HBS K 5628及び5629)では、伸び率は総合塗膜として50%以上(ダンベル形状試験片)としている。

3-2 各種被覆仕様の劣化状況調査

(1) 調査位置の選定

塗膜割れは柔軟型塗装が経年劣化により伸び性能が低下し、ケーブルの挙動に被覆材料が追従できないために生じていると考えられることから、塗膜割れが10年程度で多発する箇所については、X4仕様より伸び性能や耐久性を向上させる必要が有る。耐久性(ここでは、経年による伸び性能の低下)については、現在、別途暴露試験により調査していることから、伸び性能に着目して、既設吊橋において、過去に試験的に施工した各種塗装仕様からX4仕様よりも伸び性能が期待できる仕様を選定し、劣化状況を調査することとした。

(2) 劣化状況調査

調査は、①柔軟型塗装で塗装膜厚がX4仕様よりも厚く塗られている箇所(塗装後約15年経過)、②過去にアクリ

キーワード 吊橋、ケーブル被覆、気密化、柔軟型塗装、伸び性能、ゼロスパン試験

連絡先 〒651-0088 神戸市中央区小野柄通4-1-22 アーバンエース三宮ビル TEL 078-291-1000(代)

表-1 ケーブル類用塗替塗装系(X4)

ケーブル類用塗替塗装系(丸ワイヤラッピング用)

塗装系記号	適用部位	素地調整	第1層	塗装間隔	第2層	塗装間隔	第3層	塗装間隔	第4層
X4	主ケーブル(丸ワイヤラッピング外面)	3種	柔軟型 エポキシ樹脂塗料 (はけ300)	1d ~ 7d	柔軟型 エポキシ樹脂塗料 (はけ300)	1d ~ 7d	柔軟型 ふっ素樹脂塗料 (はけ120)	1d ~ 7d	ノンスリップ 柔軟型 ふっ素樹脂塗料 (α-テ240)

(注：()内の数値は塗料の標準使用量(単位：g/m)を示す。

ルゴム系塗料が塗られている箇所(アクリルゴム系塗装 6 年後に X4 仕様で塗り重ねられている。X4 仕様塗装後約 15 年経過)、③超速硬化ポリウレタン樹脂塗料(SQS 工法)が塗られている箇所(塗装後約 17 年経過)の 3 仕様について、目視調査等を行った。その結果、調査した吊橋において、調査箇所以外の被覆仕様の部分では塗膜割れが確認されているのに対し、3 仕様が塗装されている箇所では塗膜割れがほとんどなかった。

3-3 被覆仕様の提案と実橋試験施工

表-2 ケーブル被覆の提案仕様

劣化状況調査の結果、上記 3 仕様は共に実橋への適用は可能と判断されるが、施工上の制約から SQS 工法を除いた 2 仕様(X4 増厚仕様、アクリルゴム系仕様)を選定し、更に層数を変えた 4 種類の仕様(表-2)を提案し、実橋試験施工を行った。

	X4増厚仕様		アクリルゴム系仕様	
	柔軟型エポキシ樹脂塗料 4層塗り	柔軟型エポキシ樹脂塗料 3層塗り	中塗(アクリルゴム) 3層塗り	中塗(アクリルゴム) 2層塗り
素材調整	3種	3種	3種	3種
1層目	柔軟型エポキシ樹脂塗料	柔軟型エポキシ樹脂塗料	下塗(エポキシ樹脂)	下塗(エポキシ樹脂)
2層目	"	"	中塗(アクリルゴム)	中塗(アクリルゴム)
3層目	"	"	"	"
4層目	"	柔軟型ふっ素樹脂塗料	"	上塗(アクリルシリコン)
5層目	柔軟型ふっ素樹脂塗料	ノスリブ 柔軟型樹脂塗料	上塗(アクリルシリコン)	"
6層目	ノスリブ 柔軟型樹脂塗料		"	ノスリブ (アクリルシリコン)
7層目			ノスリブ(アクリルシリコン)	
合計膜厚(μm)	385	295	888	619

(1) X4 増厚仕様

劣化状況調査の箇所は、X4 仕様の制定前と制定後の 2 期に亘り塗装されていることから、中塗(柔軟型エポキシ樹脂)が 4 層有り、塗膜割れがほとんどなかったことから、伸び性能は X4 仕様より高いと考えられた。したがって、中塗を調査箇所と同じ 4 層の仕様と、経済性等を考慮して 1 層少なくした中塗 3 層の 2 仕様とした。

(2) アクリルゴム系仕様

使用した塗料メーカーの標準仕様では中塗 3 層で、下塗から上塗までの合計膜厚は約 900μm あるが、過去仕様検討時に行ったゼロスパン伸び試験の結果では、合計膜厚 480μm で X4 仕様の 5 倍程度の伸び性能が確認されていることから、中塗を 1 層少なくした仕様(約 620μm)としても X4 仕様よりも伸び性能は高いと考えられた。更に層数を少なくした中塗 1 層とした場合は、塗表面(ラッピングワイヤー)の凹凸やローラー塗装により生じる塗膜表面の凹凸で、所要の膜厚が得られない箇所が生じる可能性があるため、中塗を 3 層と 2 層の 2 仕様とした。なお、上塗塗料は耐候性、使用実績、施工費等から、アクリルシリコン樹脂塗料とした。

4. 伸び性能試験

提案仕様の実橋試験施工に合わせ、伸び性能と耐候性能について要求性能を想定し、性能が期待できると思われる材料 5 種類(提案仕様を含む)について、伸び性能の経年変化を確認するための試験体を作成し、大鳴門橋暴露試験場において暴露を行うと共に、初期の伸び性能確認試験を行った。

(1) 試験方法

伸び試験には、ダンベル形状試験片による引張試験とゼロスパン試験があるが、吊橋ケーブルの実際の塗膜割れ形状に近いゼロスパン試験とした。

(2) 試験結果(初期値)

図-3 に X4 増厚仕様とアクリルゴム系仕様の試験結果を示す。図中、X4 増厚仕様は材料 3 種類(3 社)の平均値である。両仕様とも、膜厚と伸び量は比例関係にある。

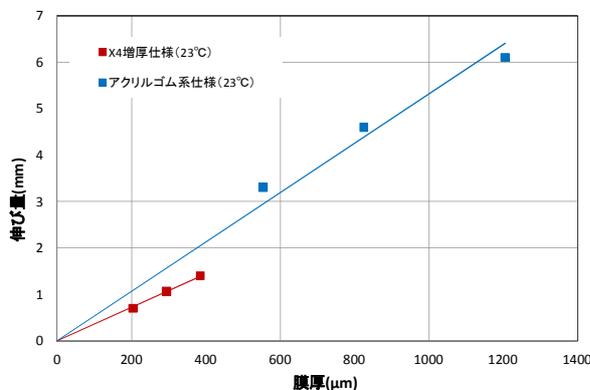


図-3 セロスパン伸び試験結果(初期値)

5. まとめ

現行のケーブル塗替塗装系よりも伸び性能を向上させた仕様を提案し、提案仕様で実橋試験塗装を行った。

今後、材料の要求性能の検討を行うとともに、暴露試験体と実橋試験施工箇所の追跡調査等を行い、塗替え後の気密化が確保できる最適被覆仕様を確立していくこととしている。

参考文献

- 1) 本州四国連絡橋公団：鋼橋等塗装基準・解説(案)、平成 2 年 4 月、平成 9 年 1 月一部改訂
- 2) 本州四国連絡橋公団：HBS 塗料規格(案)、平成 6 年 10 月