

VI-190

白鳥大橋ケーブルバンド部のシール構造に関する検討

新日鐵・神鋼JV 正会員 佐々木 靖宗 新日本製鐵（株） 金井 久
同上 正会員 坂本 良文 北海道開発局 正会員 高田 敦

1. 白鳥大橋ケーブルの防食構造 ケーブル一般部の防食構造を図-1に示す。特徴は、第一にラッピングワイヤーの断面形状が従来の丸断面とは異なり、S字型断面となっており巻付け後に相互のワイヤーが噛み合っていることでケーブルの伸縮挙動に伴うラッピングワイヤー相互のズレがない。この為に塗膜に割れ等の損傷を与えないこと。第二は、割れ等が生じにくい可撓性に富み耐久性に優れた柔軟型塗装系による重防食塗装である。この2つに依って環境遮断性を向上させている。第三は、ケーブルバンド部のシール構造である。その特徴は、一次シールとして2成分系変成シリコン、二次シールとして水膨張性止水材を用いていること、および、断面形状が従来の三角目地構造とは異なり2面接着構造の台形状で伸縮変位に対して変形し易い構造（図-2）を採用していることである。本報はで、シール材料・構造について検討した概要を述べる。

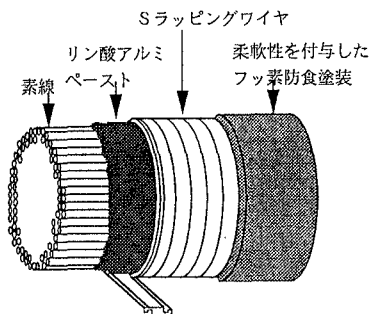


図-1 ケーブル一般部の防食構造

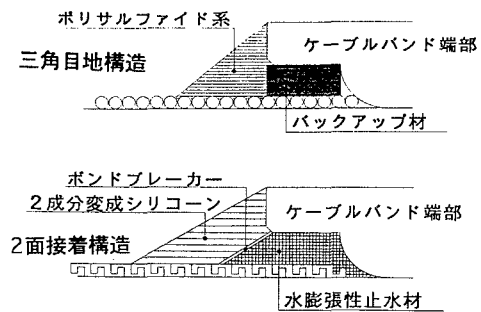


図-2 バンド円周部のシール構造

2. ケーブルバンド部のシール構造 従来のケーブルバンド部は、円周方向や長手方向の隙間にコーキング材が充填されているのみであり、その剥離、亀裂に起因するケーブル内への水分の侵入が懸念されている。特に、コーキング材に変位が加わる円周方向では、亀裂や剥離が発生し易く止水性低下などの不具合が早期に生じる恐れがあるため、ケーブルバンド部のコーキング材が防食上の弱点となる可能性がある。

一般的には2成分系ポリサルファイドがシール材として多用されているが、経時硬化を起こし材料自体が変形し難くなること、さらに、三角目地の形状は、伸び変形に対し不利なことがある。特にS線ラッピングは、線相互が噛み合っているため、万が一ラッピングワイヤーの張力が抜けた場合、ケーブルとラッピングワイヤーが独立した伸縮挙動を呈しコーキング部に動きが集中することも考えられる。したがって、材料・構造ともに求められる性能は、変形に対し優れた追随性、耐久性、止水性、施工性である。

(1) シーリング材の選定 対象は、シール材として2成分系シリコン系を3銘柄、2成分系変成シリコン系を4銘柄、2成分系アクリルウレタン系を1銘柄の合計8種類の材料である。確認項目は、材料の物性（劣化性）とフッ素塗膜や無機ジंक塗膜との密着性である。材料劣化と密着性の静的な変化を把握する為に、冷熱サイクル・純水浸漬・30%引張クリープ浸漬の3つの試験を行った後、応力と伸び特性の変化有無等を材料試験によって調査した。更に、密着性の動的な変化を剪断疲労試験（繰返し回数1万回）で調べた。その結果、2成分系変成シリコン系の材料が優れていた。その中でも冷熱サイクル試験による伸びの他、フッ素樹脂塗膜との密着性に着目してそれらが比較的良好な結果を示したものを採用した。

(2) 止水材の選定 止水材の目的は、シール材に損傷が発生した場合、止水材が外部水を遮断することである。その為には、バンド内部やラッピングワイヤーと密着性を持ち、施工部位が狭いので注入した材料自身が適度に膨張することが必要である。性能の評価項目は、施工性・止水性・水膨張後の形状・水膨張後の凍結時の状況であり、図-3に示す模擬ケーブルバンド試験体実際に止水材を注入して、1週間後の漏水性等を調査した。その結果、施工性、止水性の両面から不定型タイプの1成分形ウレタン系水膨張性止水材以外適用可能なものはないと考えられる。この止水材の材料性能に及びすペーストの影響調査、膨張後の止水材表面の保水性調査を行ったが、いずれも全く問題なかった。

キーワード ; 吊橋、ケーブル、ケーブルバンド、防食、シール構造

連絡先 (〒051 室蘭市祝津町4-1 新日鐵・神鋼JV ☎0143-27-4576、FAX 0143-27-4580)

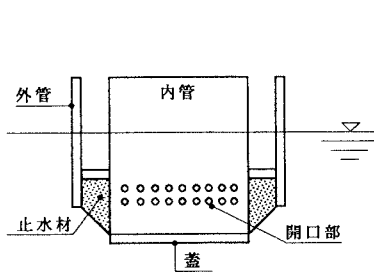


図-3 止水試験

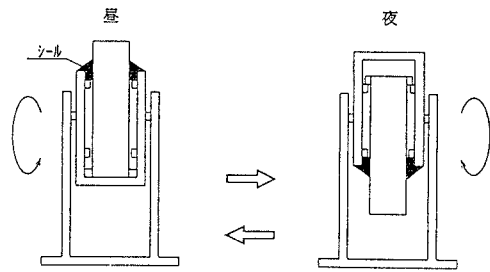


図-4 塩水散布動暴露試験

(3) 止水・変位性能の評価 材料選定後、止水性能を評価する為に塩水散布動暴露試験(図-4)を実施した。試験体は、従来の三角目地に2成分系ポリサルファイドを用いたものと、新構造のシーリング材に2成分系変成シリコン、水膨脹性止水材に不定型タイプを用いたものである。試験体を2週間養生し、3%食塩水を毎朝散布しながら朝夕、180度回転させることによって1日当たり±5mm往復の変位を与えた。これを6ヶ月間続けた。その結果、新構造には問題ないが、従来構造ではムーブメントによって亀裂、剥離等が発生し易いことが確認できた。

さらに、静的引張試験、疲労試験の実施した。供試体(図-5)は、初期状態(冷熱サイクルを付与しない)のものと荷重載荷前に冷熱サイクルを100回と200回を付与したものとした。疲労試験は、補剛桁の舗装前にラッピングと塗装・コーキング施工をするために、舗装荷重によるケーブルの伸びに伴い、シール構造部に初期伸びが発生する。その後、温度変化や活荷重によって繰り返し変位を受けることを踏まえて図-6に示す振幅を変位制御で繰り返し回数1万、3万回まで行った。同図に示す振幅は、舗装荷重によるケーブル1パネル(ケーブルバンド間距離)の弾性伸び5.3mmを初期伸びとし、設計基準温度(+10℃)から+30℃の温度変化と活荷重の1/2による弾性伸びの計6.1mmが、片側のシール構造部に全て集中すると考えたものである。活荷重による繰り返し振幅より温度変化による振幅量の方が大きいので、疲労試験の3万回は、1日一回の繰り返しを受けるとすると約80年相当である。

その結果、引張、疲労試験ともに新しいシール材料・構造では、冷熱サイクル100回、200回後においても引張特性と疲労特性が劣化することは無く、1万回、3万回後のいずれにも剥離などは全く発生しなかった。一方、従来の三角形断面のシール構造の供試体は、繰り返し回数わずか1回で剥離してしまった。シーリング材が拘束される為、伸びが小さく接着面からの層間剥離したものと考えられる。試験状況を写真-1に示す。

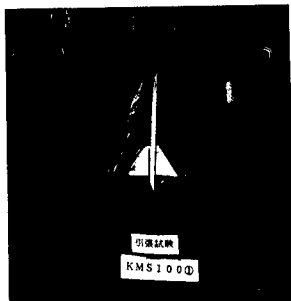


写真-1 引張試験

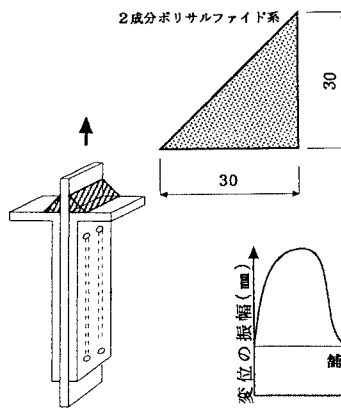


図-5 供試体

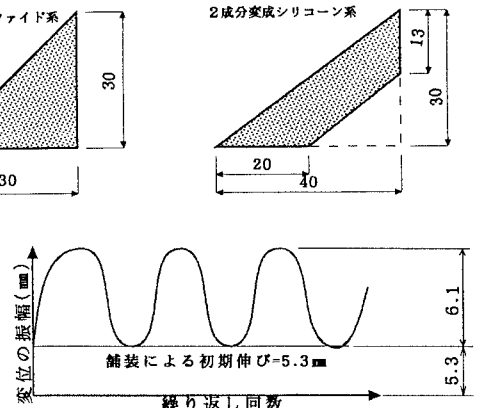


図-6 疲労振幅

3. まとめ 一次シールとして、耐ムーブメント性が優れている2成分系変成シリコン系シーリング材を使用し、更にその下部にポリエチレンテープ製ボンドブレイカーを挟んで、二次シールとして水膨脹性止水材を使用する二層構造とした。加えて、シーリング材の耐ムーブメント性を向上させるため断面形状を台形状とし、ボンドブレイカーの採用と相まって接着による拘束を低下させるようにした。これらの改良により、従来に比べ耐ムーブメント性が向上すると共に、万が一シーリング材に剥離、亀裂等の不具合が発生した場合でも、止水性を保持することが可能となった。さらには、シーリング材補修時にも止水性を保つことが可能となったと考えられる。