

横浜ベイブリッジのケーブル被覆損傷の一考察

首都高速道路(株)

正会員 山本 泰幹

正会員 岡崎 健一

1. まえがき

横浜ベイブリッジは、中央径間長 460m、橋長 860mの3径間連続鋼トラス斜張橋である。図-1 に示すように、主桁の上層は首都高速道路、下層は一般国道 357 号が走行するダブルデッキの2層構造からなり、その主構を2面の並列ファンケーブルで吊っている。1989年9月に首都高速道路が供用開始し、2004年4月に一般国道357号が往復2車線で供用開始している。2001年6月の一般国道357号の桁架設工事完了後、2001年8月の定期点検で、ケーブル角折れ緩衝装置付近のケーブルのポリエチレン被覆に損傷が発見された。以降、点検にて継続監視していたが、損傷の進行がみられたため、ケーブル角折れ緩衝装置を取り外した目視調査を行うとともに、ポリエチレン被覆の温度計測、およびケーブルの加速度計測等を行い、損傷原因と対策案を検討した。ここでは、これらの概要を報告する。

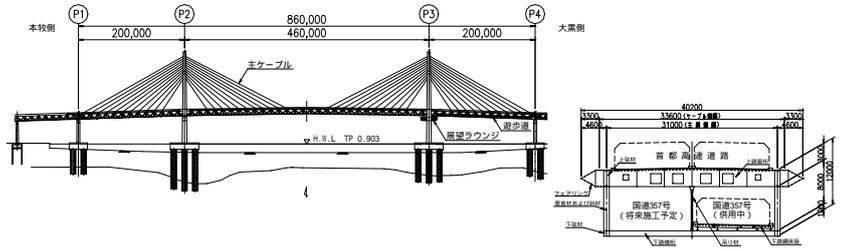


図-1 横浜ベイブリッジの全体一般図

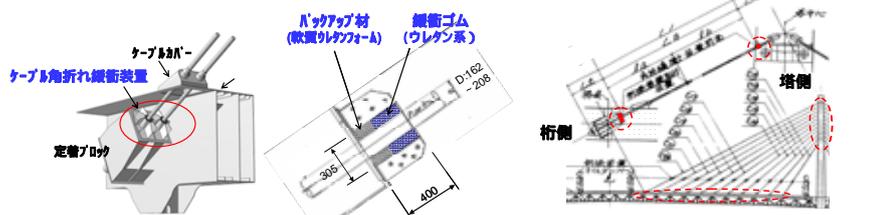


図-2 ケーブル角折れ緩衝装置



図-3 ポリエチレン被覆の融解損傷

2. 損傷状況

(1) ケーブルポリエチレン被覆の融解損傷

ケーブル定着部には、図-2 に示すように、ケーブルの角折れを防止するためのケーブル角折れ緩衝装置が主構側と塔側にそれぞれ設置されている。いずれも、図に示すように厚さ 10mm のポリエチレンで被覆されたケーブルの周りに、ウレタン系の緩衝ゴムを充填した構造となっている。

この角折れ緩衝装置付近で、図-3(a)に示すように、ひげ状の損傷が発見された。ひげ状のものを成分分析した結果、ポリエチレン被覆と同じ材料であった。ケーブル緩衝装置を取り外して、内部を目視確認したところ、図の(c)に示すように、緩衝ゴム接触部でポリエチレン被覆の上側に融解損傷がみられた。ひげ状のものは、融解したポリエチレン被覆から生成されたものと推測される。ポリエチレンの融点は 131~134℃、ウレタンの融点は 150℃であるため、何らかの状況でこれらの材料間に高温が発生した場合、ポリエチレン被覆の方が融解損傷する可能性が大きい。主構側のポリエチレン被覆の融解損傷箇所を図-4 に示す。現在までの損傷は、全ケーブル 176 本中 27 本(約 15%)で、中央径間中央付近と側径間の端橋脚側のケーブルに多い傾向がみられる。

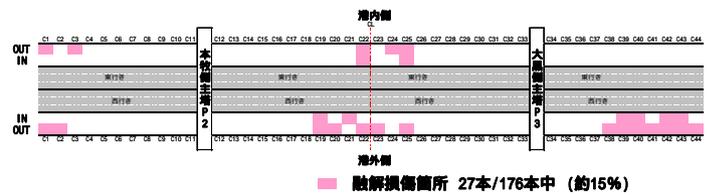


図-4 ポリエチレン被覆の融解損傷箇所

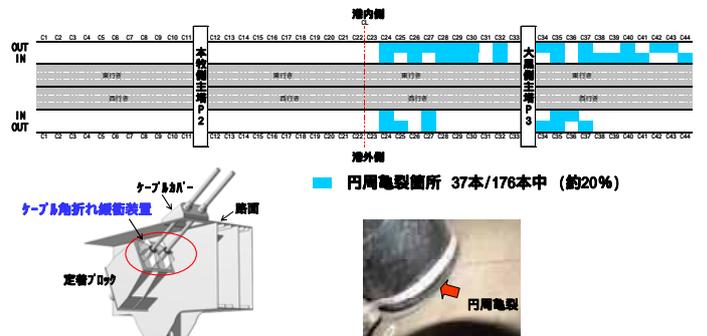


図-5 ポリエチレン被覆の円周亀裂箇所

(2) ケーブルポリエチレン被覆の円周亀裂

2007年8月の点検では、図-5 に示すように、角折れ緩

キーワード 斜張橋, ケーブル被覆, 融解損傷, ケーブル振動

連絡先 〒221-0044 横浜市神奈川区東神奈川 1-3-4 首都高速道路(株) 神奈川管理局 TEL 045-451-7934

衝装置の緩衝ゴム端で、ポリエチレン被覆に円周状の亀裂が多く発見された。現在までの損傷は、全ケーブル176本中37本(約20%)で、中央支間中央を境に片側に多い傾向がみられる。融解損傷と円周亀裂の両方の損傷が生じているケーブルは3本のみである。

3. ケーブルたわみの変化

(1)主構の高さの測量結果

1998年と一般国道357号供用開始後の2006年に計測した主構の縦断高さの計測結果を図-6に示す。横断面図の鉛直変位は10倍に拡大表示している。港外側の中央径間中央の縦断高さは291mm下降しているが、一般国道357号の桁架設による影響は、桁架設前の検討で、360mmの下降量と予想されているため、想定範囲内と考えられる。

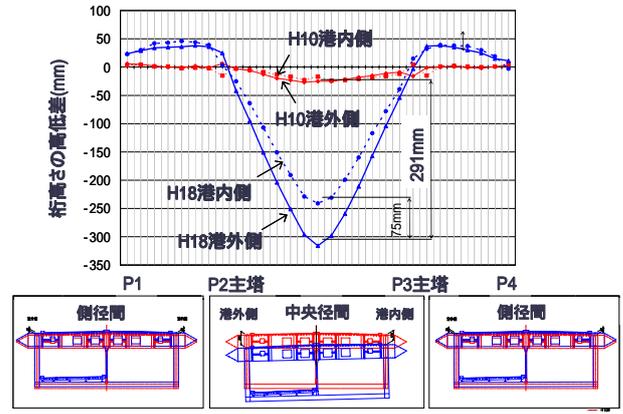


図-6 主構の高さの測量結果

(2)静的立体解析

一般国道357号の桁架設によって、図-7に示すように、ケーブル張力が増加して、サグが減少すると考えられる。静的立体解析で、建設時と一般国道357号の桁架設後のケーブル緩衝装置でのケーブルのたわみ差を求めた結果、約12mm変位すると予想される。このように、ケーブル緩衝装置付近で、ケーブル上側に面圧がかかる状態となったと考えられる。

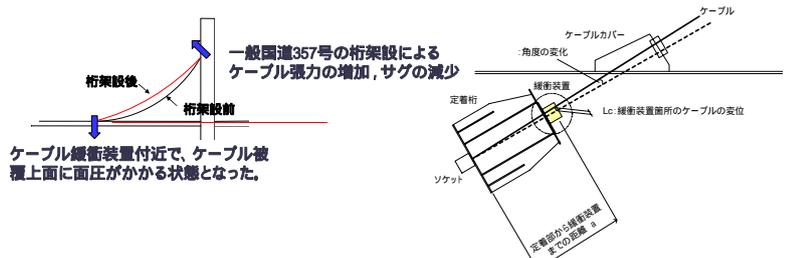


図-7 桁架設によるケーブルたわみの影響

4. 実橋の動態観測

(1)ポリエチレン被覆の温度計測

ケーブル緩衝装置近傍のポリエチレン被覆(IN,OUTケーブル)とフェアリング内に温度計を設置して、2007年2月8日から年間を通じて計測した。この結果、唯一であるが、2007年7月15日に首都圏に接近した台風4号(最低気圧930hpa)の時に、図-8に示すように、ポリエチレン被覆の温度がフェアリング内の外気温を超える現象が確認された。この時には、ポリエチレン被覆と緩衝ゴム間に、摩擦熱が生じたものと推測される。

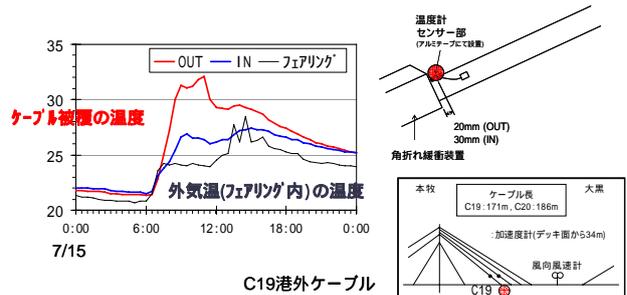


図-8 台風4号でのポリエチレン被覆の温度計測結果

(2)ケーブル加速度計測

年間を通じてケーブル加速度の観測を行った。台風4号接近時のケーブル加速度波形の一例を図-9に示す。加速度計は中央径間の長さ172.7mのケーブルで、路面から約34mの位置に設置している。並列ケーブルの振動は同位相で、1,500cm/sec²程度の大きな加速度がケーブルに生じていることがわかる。なお、ケーブルの振動現象の詳細については、別途報告したい。

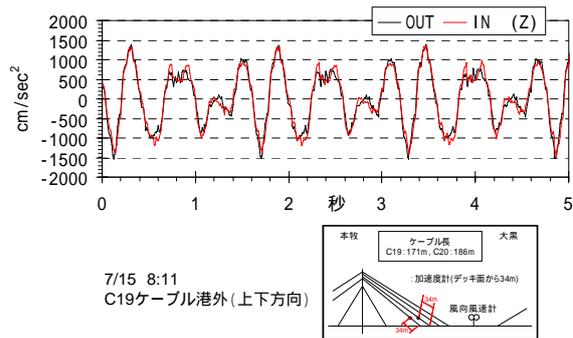


図-9 台風4号でのケーブル加速度の計測例

5. 損傷原因の考察

以上のように、一般国道357号の桁架設によって、ケーブル緩衝装置付近のケーブル上面に面圧がかかる状態となったと考えられる。また、実橋計測の結果、2007年7月の台風4号の接近時にポリエチレン被覆の温度上昇とともに、ケーブルに大きな加速度が観測された。このことから、ポリエチレン被覆の融解損傷の発生要因としては、面圧のかかる状態でケーブルに大きな加速度の振動が加わった可能性がある。ポリエチレン被覆の円周亀裂については、ケーブル張力の増加による局部的な伸びが要因の一つとして考えられる。

6. あとがき

今後、ポリエチレン被覆の損傷箇所の補修を行う予定である。融解損傷の対策については、面圧を開放して再セットし、円周亀裂はケーブルの腐食を防ぐため、シーリングを行う予定である。