

ケーブルバンドすべり安全性の検討（その2）

本州四国連絡高速道路(株) 正会員 ○森山 彰
同 上 正会員 山田 郁夫

1．はじめに

ケーブルバンド(図-1)は、吊橋で道路面を有する桁構造(補剛桁)を吊るハンガーロープを主ケーブルに固定する部材であり、ケーブルバンドと主ケーブル間に働く摩擦によってその位置を保持している。この摩擦力は、ケーブルバンドを固定するバンドボルトに軸力を導入することにより得られるため、所要のすべり安全性を確保するためには、バンドボルトの軸力管理が必要となる。このバンドボルトには経時的な軸力低下(図-2)が生じ、所要の安全性を確保しつつ合理的な管理を行うためには、バンドボルトの再締め付けの必要性の判断や実施時期を適切に設定する必要がある、ケーブルバンドのすべりに対する所要の安全性に関する再評価が必要となることを報告した¹⁾。本稿では、ケーブルバンドのすべり安全性の評価にあたって、すべり安全性と直接的に関連するハンガーロープの安全性とケーブルバンドの構造種別に着目した検討状況について報告する。

2．ハンガーロープの安全性評価

ケーブルバンドに生じるすべり力は、ハンガーロープ張力とケーブル傾斜角によって決定される(図-3)。すなわち、ケーブルバンドのすべり安全性の評価はハンガーロープの安全性の評価と直接的に関連する。

ハンガーロープの安全性の評価として荷重係数による設計法の考えを用いると、以下となる。

抵抗側のハンガーロープの強度や寸法などの特性値はバラツキが小さく安定した材料である。また、ハンガーロープは引張部材であるため抵抗値の設定は容易である。

一方、荷重作用として設計において考慮する項目は、死荷重、活荷重、温度変化の影響および製作・架設誤差の影響である。トラス構造補剛桁を対象としたハンガーロープ張力に占める主な荷重項目の比率は、およそ死荷重 1.0 に対して活荷重 0.2 程度、温度変化の影響 0.02 以下である。

長大橋における死荷重の荷重効果係数は、部材の寸法や単位重量のばらつき、長期的な維持管理期間中における不確定要因(塗替え、補修舗装)などを考慮しても 1.05 程度と小さい。また、管理段階においては、製作・架設誤差の影響を含んだ張力として実測可能であり、バラツキはその計測精度に依存することとなる。

活荷重効果係数は交通状態を想定したシミュレーションによって算出した張力と設計活荷重による張力との比によって算出する。通常の走行状態として自動車荷重をレーン載荷することとして、片側車線は渋滞を想定した完全停止、片側車線は低速走行状態を模したシミュレーションを行った。その結果、活荷重効果係数としては 1.0 を下回ることとなった。この結果は、ハンガーロープの定着間隔 10m 程度のトラス構造補剛桁を対象としたものである。ハンガーロープ張力の影響線は、対象となるハンガーロープ近傍のみの縦距が大きくなる形状である。このため、設計活荷重による方が主載荷荷重 p_1 の影響が大きく、交通状態を想定したシミュレーション結果よりもハンガーロープ張力が大きい結果となった。

温度変化の影響は本四連絡橋の架橋地点近傍の気温データから、設計で考慮している温度変化で十分である。

3．ケーブルバンドのすべり安全性

すべり安全性を論じる上で、主ケーブルとケーブルバンド間の摩擦力が大きな事項であり、摩擦係数(μ)とケーブルバンド内圧分布に関する係数(m)の積で与えられる。設計において $\mu=0.15$ 、 $m=2.8$ を標準とすることが、ケーブルバンド設計要領(案)(昭和 53 年 3 月、本州四国連絡橋公団、以下「設計要領」という)に示されている。この値は国内外での実験結果をもとに設定しているが、実験において主ケーブルに張力が導入されていないことなどを考慮して若干安全側の値に設定したことが記されている。その後、主ケーブルに張力を

キーワード 吊橋、ケーブルバンド、すべり、摩擦、安全性

連絡先 〒651-0088 神戸市中央区小野柄通 4-1-22 本州四国連絡高速道路(株) 長大橋技術センター TEL 078-291-1073

導入した状態でのすべり試験が紹介され、設計要領と同程度の摩擦力が確保できることが確認されている。しかし、設計要領を見直すだけのデータの蓄積はなく、従来の値を踏襲せざるを得ないのが現状である。

4．ケーブルバンド種別の検討

従来のケーブルバンドはハンガーロープがケーブルバンド上を横架して鞍掛けされている。このため、ハンガーロープに張力が導入されることによってケーブルバンドと主ケーブルの間に側圧効果(図-4)を見込むことができる。この側圧効果はバンドボルトに導入される軸力による締付け効果と同様のものである。

一方、明石海峡大橋のケーブルバンドは、ハンガーロープ等の周辺部材の構造の合理化や施工の省力化等を目的に構造を変更している(図-5)。本構造形式はハンガーロープが鞍掛けされていないため、ハンガーロープ張力によるケーブルバンドの拘束効果が期待できない。すなわち、ケーブルバンド構造の違いによって、バンドボルトに軸力低下が生じた際の安全性評価に違いが生じることとなる。バンドボルト軸力をパラメータにハンガーロープ張力作用時のケーブルバンドの変形状態およびケーブルバンド内部の圧力分布を解析的に調査することにより摩擦力の評価を行った。

5．おわりに

ハンガーロープの安全性とケーブルバンドの構造種別に着目した検討状況について報告した。今後、これらの検討結果の整理とともに、橋梁全体系としての安全性、使用性等の検討を行い維持管理へ反映を図りたい。

参考文献

- 1) 森山、大谷、薄井：ケーブルバンドすべり安全性の検討、土木学会第60回年次学術講演会 2005年9月

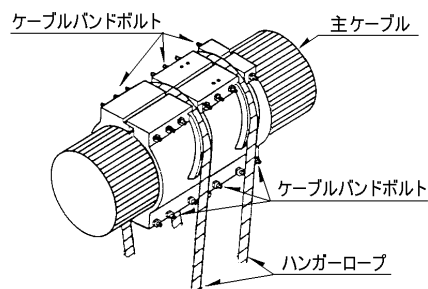


図-1 ケーブルバンド構造概要

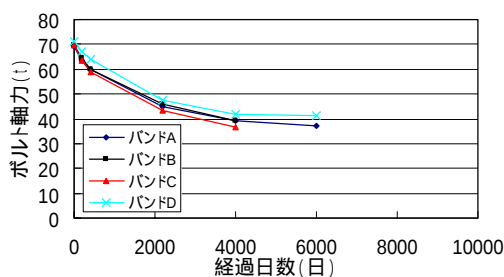


図-2 バンドボルト軸力抜け

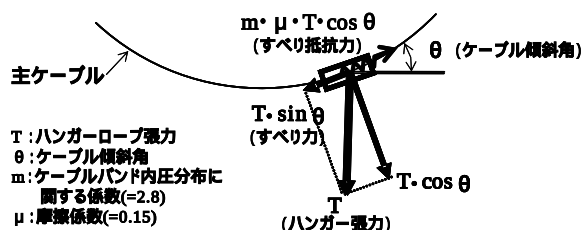


図-3 ケーブルバンドのすべり

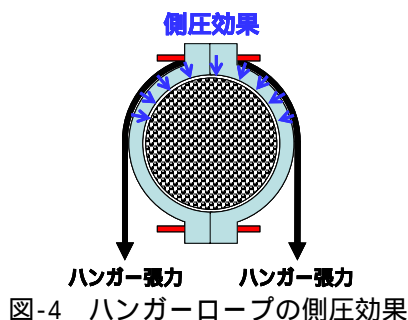


図-4 ハンガーロープの側圧効果

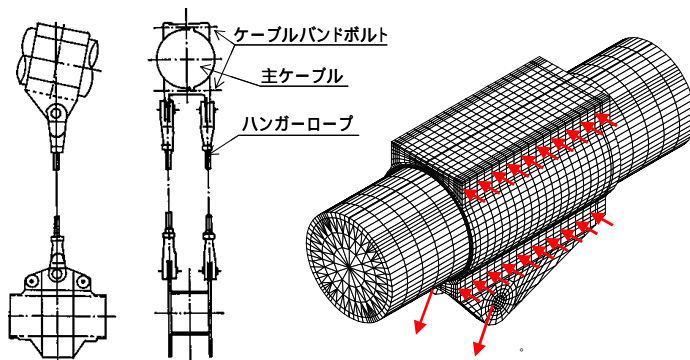


図-5 ケーブルバンド(明石海峡大橋)