

吊橋ケーブルバンド（鞍掛け方式）のすべり安全性に関する検討

本州四国連絡高速道路(株)	正会員	○池田 秀継
同	正会員	伊藤 進一郎
中日本高速道路(株)	正会員	山口 和範

1. はじめに

吊橋のケーブルバンド（以下「バンド」という。）は、半割のバンドをバンドボルト（以下「ボルト」という。）で締め付けることによる主ケーブルとバンドの間の摩擦力によってハンガー張力の主ケーブル軸方向作用力に抵抗している。ボルトには経時的に軸力の低下が生じており、所要の安全率を確保しつつ合理的な管理を行うためには、バンドがすべる終局時の挙動など力学的特性を把握する必要がある。本州四国連絡橋の吊橋には、従来の鞍掛け方式バンド（瀬戸大橋、大鳴門橋、因島大橋、大島大橋）と新型のピン定着方式バンド（明石海峡大橋、来島海峡大橋）とがある。平成21年度まではピン定着方式バンドのすべり安全性の検討を行い^{1),2)}、平成22年度は鞍掛け方式バンドのすべり安全性の検討を行った。本稿では、平成22年度に実施した鞍掛け方式のバンドに対して3次元の弾塑性有限変位FEM解析によるバンドすべり安全性の検討概要を報告する。

2. ケーブルバンドのモデル化

着目したバンドは、南備讃瀬戸大橋（図-1参照）の主塔近傍のすべりに対して最も厳しいバンド（図-2参照、 $L=2500\text{mm}$ 、 $\phi=1122\text{mm}$ ）とした。バンドのすべりに対する解析は、ソリッド要素などによる3次元弾塑性有限変位FEM解析で実施した（図-3参照）。ここで、垂鉛めっき鋼線より構成される主ケーブルの剛性（面内のヤング係数）は空隙の影響を考慮し、鋼材の3%に低減した。また、ケーブルとバンドはギャップ要素で接続してケーブルとバンドが局部的に非接触になった場合を考慮した。また、摩擦係数はバンドの設計値である0.15を採用した。ハンガー張力の載荷方法としては、バンドの上半円部に等分布の線荷重として載荷した（図-4参照）。

解析ケースは、ボルト軸力が初期導入軸力の100%、50%、35%に低下した3ケースに着目し、ハンガー張力を設計張力の100%から300%に漸増させた。

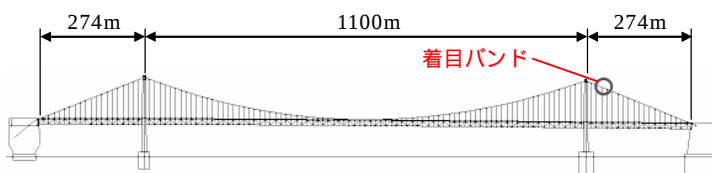


図-1 南備讃瀬戸大橋の一般図

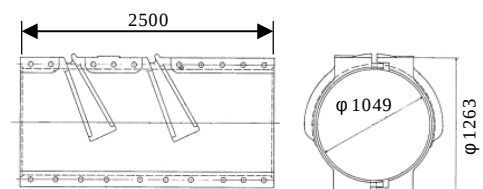


図-2 着目バンド

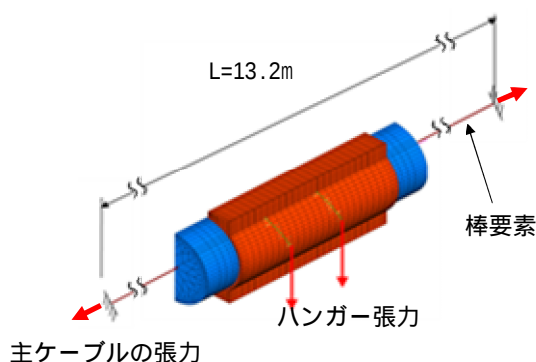


図-3 バンドのモデル化

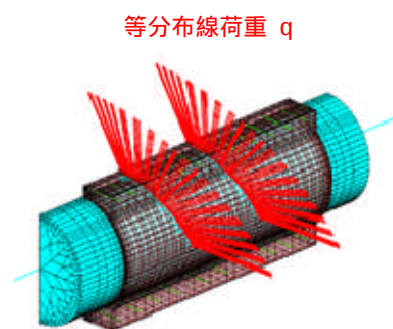


図-4 ハンガー張力載荷方法

キーワード 吊橋、ケーブルバンド、すべり、安全性、3次元FEM解析

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 078-291-1075

3. すべり安全性検討結果

ケーブル軸線方向の作用力と摩擦抵抗力の関係を図-5に示す．ボルトの残存軸力が35%のケースにおいてハンガー張力が設計張力の約130%でバンドのすべりが発生した．しかし，ボルトの残存軸力が50%のケースではハンガー張力が設計張力の約280%でバンドのすべりが発生しており，ボルト軸力の抜けが1/2になったとしてもすべり安全性は十分確保しているものと考えられる．

バンド内面の浮上り率を図-6に示す．ボルトの残存軸力35%の場合、全面積の約38%であり、このときバンド下部の約80%が浮上っている．また，ボルトの残存軸力50%の場合、全面積の20%程度である．ボルトの残存軸力50%のすべり終局時（ハンガー張力が設計張力の284%）の内圧分布を図-7に示すが，バンドの下端部が浮く傾向にあることが分かる．

4. 考察

「ピン定着方式バンド」について同様の解析結果を報告済み^{1),2)}であるが，今回の「鞍掛け方式バンド」のすべり安全性の検討結果と傾向は同じで，ボルト軸力が50%に低下してもハンガー張力が設計張力の3倍程度まですべりは発生せず，バンド形式の違いによるすべり抵抗力の差異は小さいと考えられる．バンド内面の浮上り率は「鞍掛け方式バンド」の方が小さい傾向にあるが，全すべり抵抗力は両形式で差異がないことから，「ピン定着方式バンド」の方が局所的に内圧分布は増加していることが推察される．

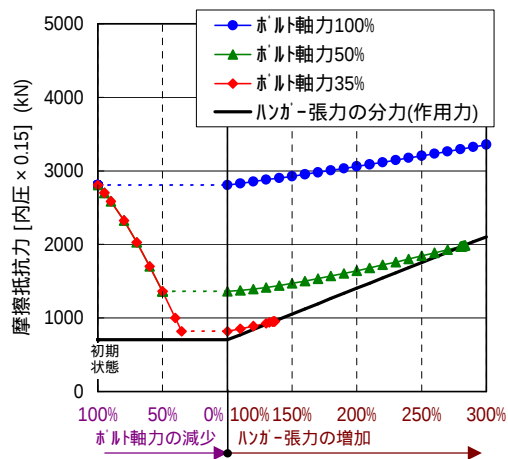


図-5 ケーブル軸線方向の作用力と摩擦抵抗力

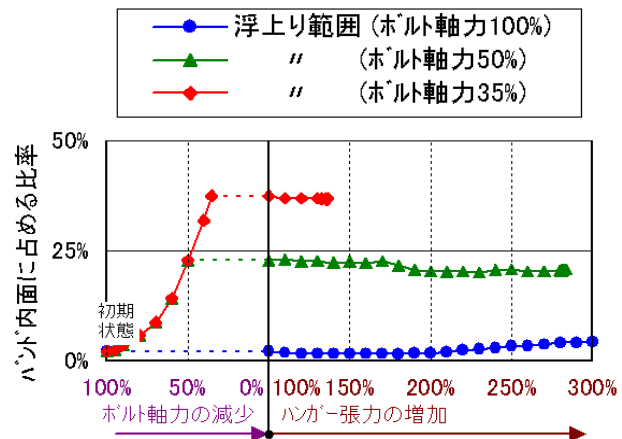


図-6 バンド内面の浮き上がり率

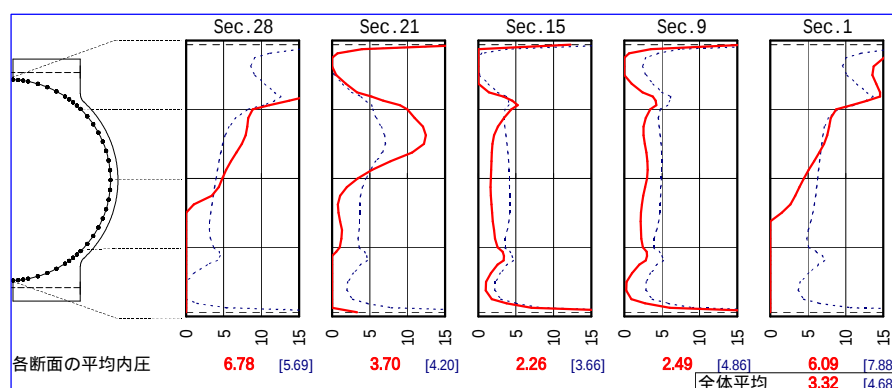


図-7 バンドの内圧分布（ボルト軸力：50%，ハンガー張力：すべり終局時（284%））

参考文献

- 1) 森山，山田，横井：吊橋ケーブルバンドのすべり安全性に関する検討，土木学会第62回年次学術講演会，2007年9月
- 2) 山口，山田，川端：吊橋ケーブルバンド(ピン定着方式)のすべり安全性に関する検討，土木学会第65回年次学術講演会，2010年9月