

3,000m 級二箱桁吊橋の横座屈モード解析

日本技術開発㈱ フェロー会員 吉田 修

1. はじめに

海峡横断プロジェクトの超長大吊橋を対象とする補剛桁形式の有力案として二箱桁形式が検討されているが、2つの主箱桁を横梁で結合する梯子状のフレーム構造とする場合には風による横荷重を受けることで風上側の主桁に強い軸圧縮力が発生し横座屈を招来する可能性がある。

本研究では現在のケーブル強度の適用限界と想定される主径間長 3,400m の5径間吊橋の構造諸元について、暴風の横荷重に対する座屈限界値を求める。ケーブル幾何構造として、捩れ剛性の向上を期待する3次元サグ・ケーブルと平行ケーブルとを取上げ両者の比較を行う。

2. 基本諸元

対象とする橋梁構造は図1に示す¹⁾。補剛桁は2ヒンジ形式である。補剛桁の抗力係数 C_d は左右の箱桁夫々に対して同じ 1.1（主ケーブルは 0.7）を与えた。

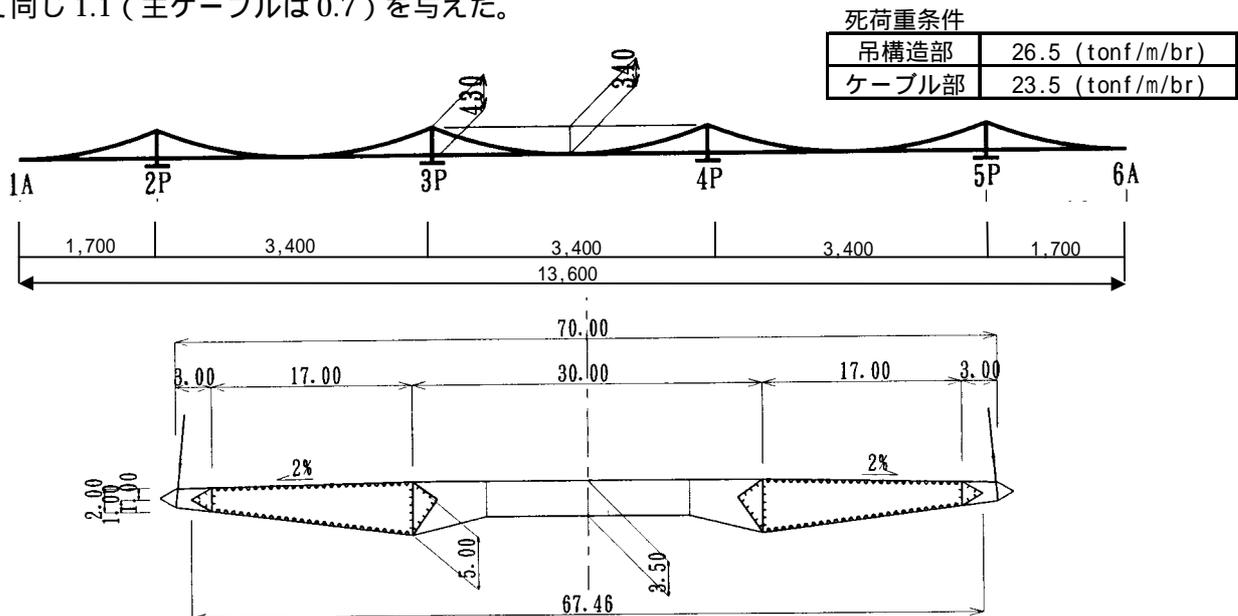


図1 支間割図ならびに補剛桁断面図

3. 風荷重による静的変形と主桁軸力分布

解析モデルとしては多径間吊橋であっても風に対する各スパンの応答は共通とみなし、主径間部分の主ケーブルと補剛桁のみで構成される構造モデルを用いた。

風の横荷重 ($U_{10}=50\text{m/s}$ 抗力のみ) を受ける主径間部分の変形を図2に示す。主ケーブルが水平力を分担し、ハンガーを介して補剛桁の横変位を拘束する効果がハンガーの短い支間中央で強く発揮され $L/4$ 点付近において最大曲率をもつような変形となっている。この形態は3次元サグ、平行ケーブルとも同じである。

図3は暴風時荷重状態における部材軸力図である。補剛桁の $L/4$ 点付近の桁軸力が極大となる特性を示している。これも上記の変形形態に起因しているものであり、2,000m 級吊橋には見られなかったものである。

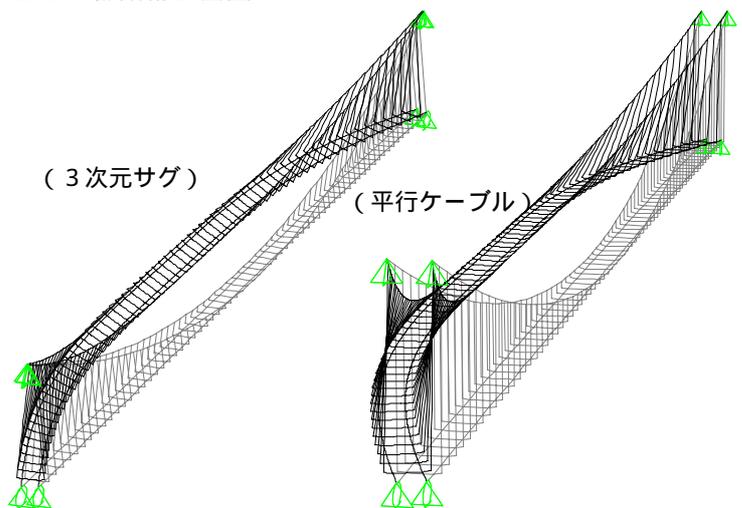


図2 暴風時変形図

Key words: Lateral buckling, Suspension bridge, Twin-Box girder, Aero-Static stability

〒164-8601 東京都中野区本町 5-33-11 Phone: 03-5341-5144 Fax: 03-5385-8520

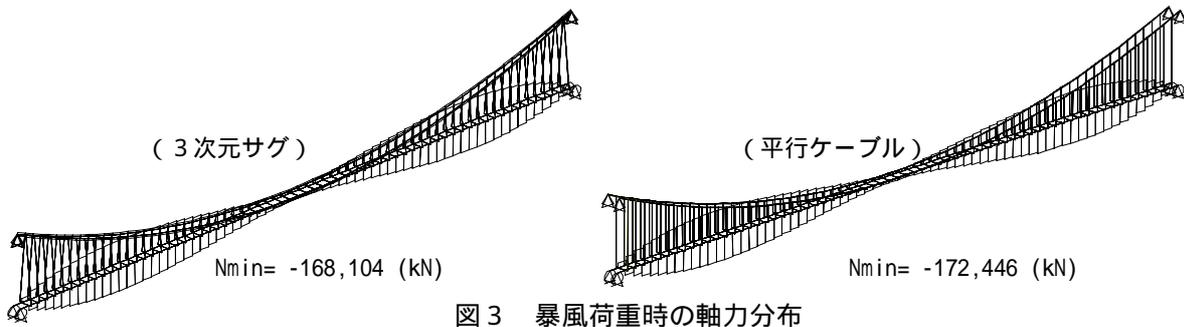


図3 暴風荷重時の軸力分布

4. 座屈固有値

図4は暴風時荷重を受ける荷重状態における線形座屈固有値解析から1~3次のモード形状と座屈係数を示している。別途P法により剛性マトリクスをゼロとする荷重倍率を求めた結果と1次の座屈係数を比較すると数%の違いであり、この線形解法の誤差は小さいものと考えられる。

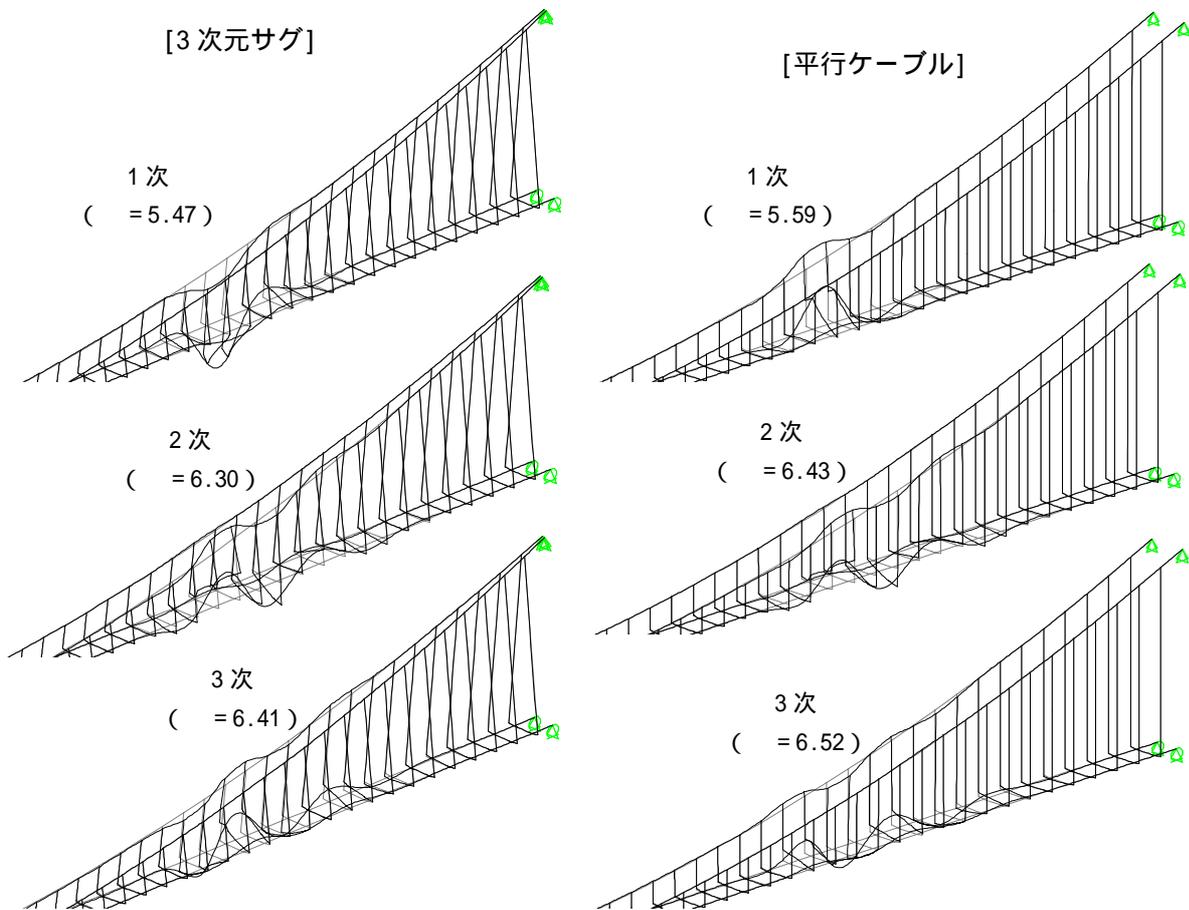


図4 横座屈モードと座屈係数

5. まとめ

3,000級ツイン・ボックス補剛桁の横方向の変形は、主ケーブルの横力分担の特性からL/4点付近に最大曲率を持つ特異な形状となることが判明した。そのため座屈モードは、従来言われていた支間中央を節とする逆対称モードとは異なり、L/4点付近の数パネル間の風上側の主桁が鉛直（弱軸）方向に変位し、数パネル間の周期を持つ波型となって桁全体としては捩れを伴って座屈する形態となっている。3次元サグ・ケーブルは平行ケーブルよりも横力分担が大きくなると期待されたが座屈係数は若干下回る程度の結果となった。

空力モーメントの影響や補剛桁の静的な回転変形の影響を考慮に入れることが安定性をどのように変化させるか、また初期不整の影響については今後の課題としたい。

【参考文献】

- 1) 吉田修、守矢健生、モハメド・アンサール：3次元サグケーブルシステムを用いた3000m級多径間吊橋による本州北海道架橋計画、本州・北海道架橋シンポジウム論文集、'96.6