

ケーブル部材の状態が長大斜張橋の構造安全性に及ぼす影響検討

本州四国連絡高速道路株式会社 正会員 ○永瀬繁幸，正会員 金田崇男，正会員 山口和範，正会員 有馬敬育

1. はじめに

道路構造物に対して、5年に1回、近接目視を基本とする定期点検が行われているが、橋梁については、全部材を一律に近接目視することの人的・費用的な負担、近接目視では状態把握にならない場合があるなどの課題がある。これに対し、道路メンテナンスに関する今後の検討事項として、橋梁等の構造や点検の目的に応じて、点検を最適化していくことが求められている¹⁾。

特に、同じ部材を多く有し、近接目視が困難又は容易でない吊構造形式橋梁でその影響が顕著であり、また、近年、海外において同形式橋梁の落橋事故が発生していること等を踏まえ、ケーブル部材の重要度を評価し、定期点検を合理化することを検討している。

そこで、長大斜張橋である多々羅大橋を対象に、斜ケーブルの状態が橋の構造安全性に及ぼす影響評価手法を検討するため、解析モデル、ケーブル部材の状態、解析手法をパラメータとした解析的検討を行った。

2. 検討概要

斜ケーブルの破断など、斜張橋のケーブル部材の状態の違いを考慮できる合理的な構造解析手法を検討するため、表-1に示す長大斜張橋を対象に、簡易モデル（図-1）及び詳細モデルの2種類の解析モデルを作成した。そのうえで、解析手法の違いを評価するため、微小変位解析及び有限変位解析を行い、主桁の応答値を比較整理した。

3. 解析モデル

3.1. 全体系モデル

解析モデルは、同橋の耐震補強設計で用いたファイバー要素でモデル化した全体系モデルをもとに、表-2に示す簡易モデル及び詳細モデルを作成した。耐震補強設計解析と同様に、竣工時設計を踏襲した荷重ステップを考慮した死荷重状態を作成し、ケーブル破断検討の初期状態とした。

3.2. ケーブル部材のモデル化

ケーブル部材は、1本のケーブルを分割せずに非線形を与えた①ケーブル非圧縮モデル、②バイリニアモデル、幾何学的非線形性を考慮するため1本のケーブルを要素分割した③ケーブル細分化モデルの3ケースとした。ケーブルの長さは、いずれも10分割とし、初期導入張力のプレストレスを考慮した。

表-1 橋梁諸元

橋名	多々羅大橋
形式	3径間連続複合箱桁斜張橋
橋長	1480m
支間割	270+890+320m
主塔	逆Y型下絞リ基部拡幅形式、塔高220m
床版形式	鋼桁部：鋼床版、PC桁部：PC床版
ケーブル	ファン形2面吊り 21段
基礎形式	杭基礎(1A,P1) 直接基礎 (P2,P3,4P) ケーソン基礎 (2P,3P)

表-2 解析モデル

	簡易モデル	詳細モデル
主桁（鋼桁部・PC桁部）	弾性は要素	ファイバー
主塔	弾性は要素	ファイバー
橋脚	弾性は要素	ファイバー
ケーブル	トラス（非圧縮） バイリニア ケーブル（細分化）	トラス（非圧縮） バイリニア ケーブル（細分化）
基礎ばね（主塔）	ウィンクラー	ウィンクラー
基礎ばね（橋脚）	S-Rばね	S-Rばね
支承	破壊を考慮しない	破壊を考慮しない
桁遊間	衝突を考慮しない	衝突を考慮しない
隣接上部構造	弾性は要素	弾性は要素
隣接下部構造	弾性は要素	弾性は要素

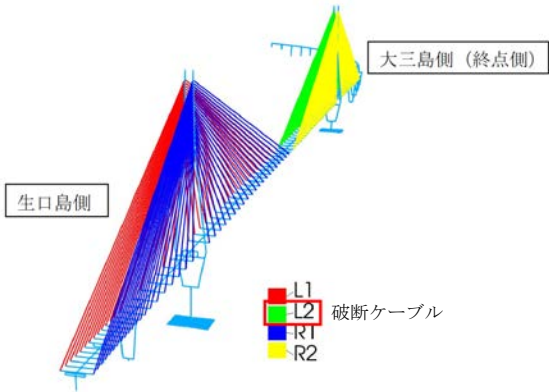


図-1 解析モデル及びケーブル破断位置

キーワード：斜張橋，ケーブル部材，ケーブル破断，構造解析，解析モデル，解析手法
連絡先：兵庫県神戸市中央区小野柄通 4-1-22 本州四国連絡高速道路(株) 保全部 TEL 078-291-1093

4. 構造解析

解析には、ケーブル破断後の断面力の再分配を考慮できる「Sean FEM」を用いた。解析手順は、初期応力状態(D+PS)に着目ケーブルの活荷重 Li を載荷し、活荷重載荷状態(D+PS+Li)を作成した。その後、着目ケーブルのヤング率を 0 とすることで、ケーブル破断状態を再現した。活荷重は影響線を求め、着目ケーブルに対して最も厳しくなる位置に載荷した。

ケーブル破断は、図-1 の L2 部とし、対象ケーブルを 1 本破断させた解析のうち、中央径間中央の桁の鉛直変位に着目した解析結果を図-2～3 に示す。いずれも、活荷重載荷した状態でケーブルを 1 本破断させた際の値である。C43 が中央径間中央の隣接位置、C63 と C64 間が 3P 主塔位置、C84 が側径間桁端部位置である。

なお、表-2 に示すケーブルの 3 種類のモデル化による応答の違いは小さかったことから、バイリニアでモデル化した解析結果を示す。

4.1. ケーブル部材の状態による違い

図-2 は、詳細モデルでケーブル破断の評価を、①収

束計算、②逆方向に張力 T を載荷、③逆方向に 2T を載荷した結果である。桁の鉛直変位は、C48 から C84 までは①<②<③となるが、C43 から C47 では大小関係は異なる結果となった。

4.2. 解析方法による違い

図-3 は、詳細モデルでケーブル破断の評価を、③逆方向に 2T を載荷した場合の有限変位と微小変位による解析結果である。C45 から C62 まで、有限変位による変位が大きい、それ以外は微小変位の方が大きい。

5. おわりに

長大斜張橋を対象に、斜ケーブルの破断が橋に及ぼす影響を評価するため構造解析を行った。桁の鉛直変位に着目した分析の結果、ケーブル破断の評価方法の違いによる影響、有限変位と微小変位による違いに、一定の傾向を確認することができなかった。

参考文献

- 1) 国土交通省：道路技術小委員会 HP

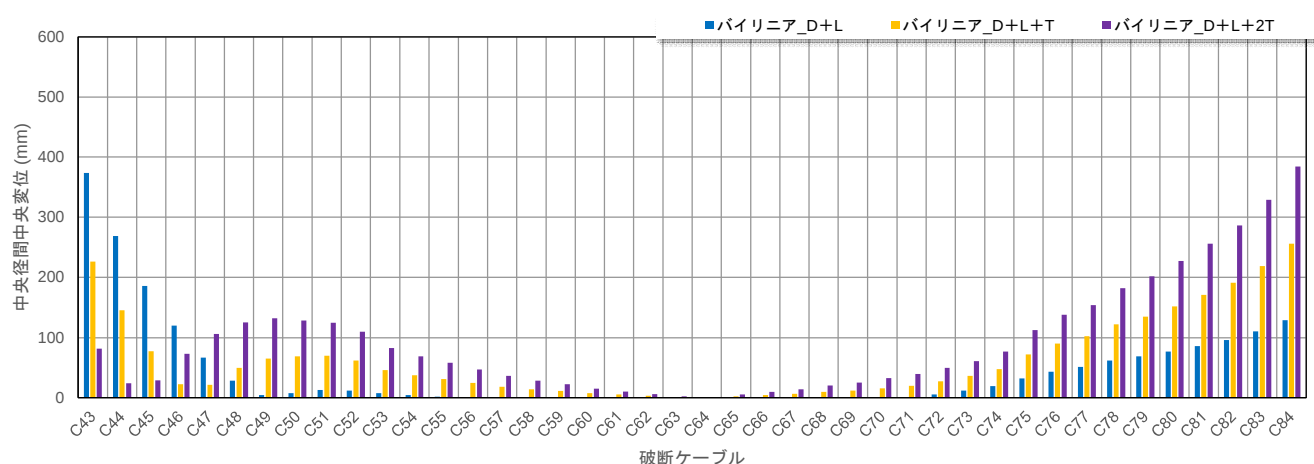


図-2 桁の支間中央の鉛直変位 (D+PS+L からの変位量, ケーブル状態の違い)

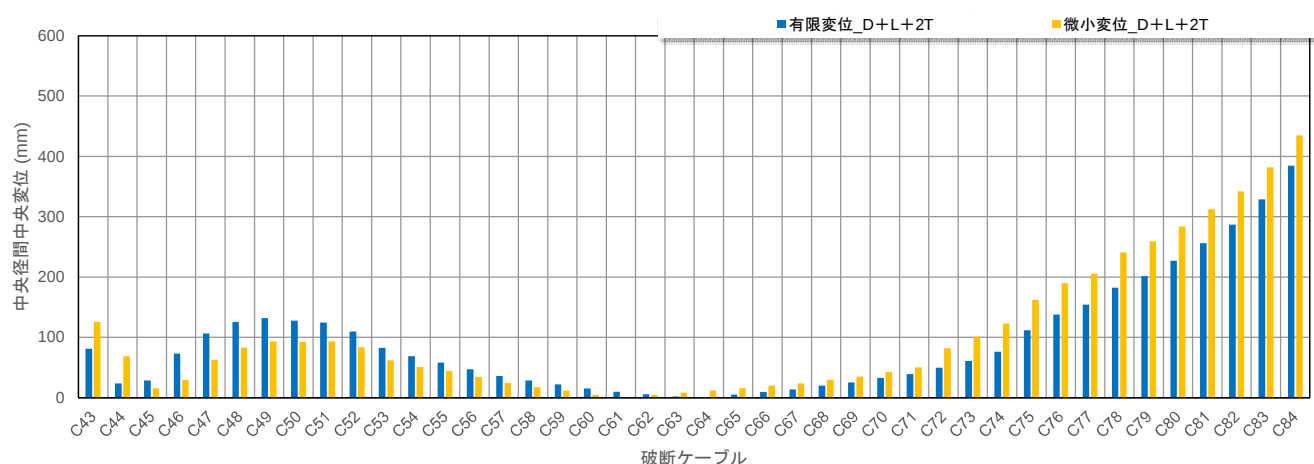


図-3 桁の支間中央の鉛直変位 (D+PS+L からの変位量, 構造解析方法の違い)