

斜張橋等の斜ケーブルの破断が安全性に及ぼす影響の解析的検討

中日本高速技術マーケティング (株) 正会員 〇野島 昭二, 正会員 立松 秀之
中日本高速道路 (株) 正会員 若林 大, 正会員 服部 雅史

1. 目的

斜張橋やエクストラード橋を点検するうえで、特有の部材となる斜ケーブルや塔の健全性を評価することは重要である。斜ケーブルは保護管により保護されているものの屋外に暴露されている状態であり、飛来塩分が影響する環境や凍結防止剤を散布する立地条件では、非常に厳しい劣化外力にさらされている。斜ケーブルの防錆や保護管が劣化外力に抵抗できない場合、斜ケーブルが破断に至ることもある。斜ケーブルの破断は、隣接する斜ケーブル、塔、および主桁の各部材に影響を及ぼす恐れがあるとともに、橋全体の安全性の低下も懸念される。そこで、解析により斜ケーブルの破断を再現して、斜ケーブル、塔、主桁の挙動と橋全体系の影響を明らかにするとともに、点検結果の判定における判断の指標を検討した。

2. 解析モデルと検討ケース

検討の対象は、NEXCO 中日本の代表的な斜張橋である名港中央大橋を選定した。解析モデルは3次元の線形骨組み解析で、詳細設計データより接点座標、部材剛性、全死荷重時斜材張力、部材寸法を抽出して図1に示すようなモデルを作成した。検討ケースは、①1本の斜ケーブルが徐々に破断、②3本の斜ケーブルが同時に破断、の2ケースとした。①は腐食破断の想定であり、斜ケーブルの断面積を20%（破断が80%を超える範囲では5%）ずつ減少させてゆき、減少させた斜ケーブルの断面積に相当する張力を図2に示すように主桁と主塔の定着部位置に作用させて挙動を確認した。②は斜ケーブルが同時に1～3本破断した場合について、橋全体の安全性について検証を行った。着目した斜ケーブルは、図3に示すように側径間側と中央径間側のそれぞれ最上段と、最下段の斜ケーブルの4箇所とし、2面吊りの片側面のみが破断したケースを検討した。

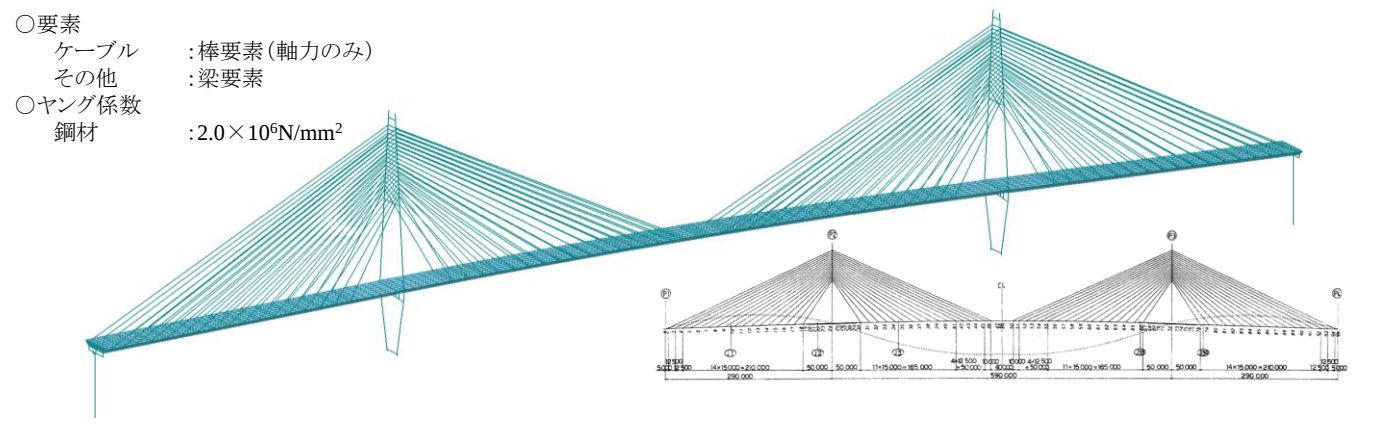


図1 解析モデル図

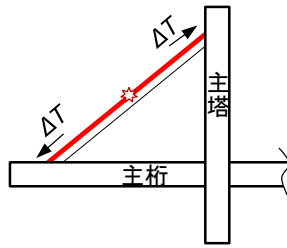


図2 破断した張力の再現方法

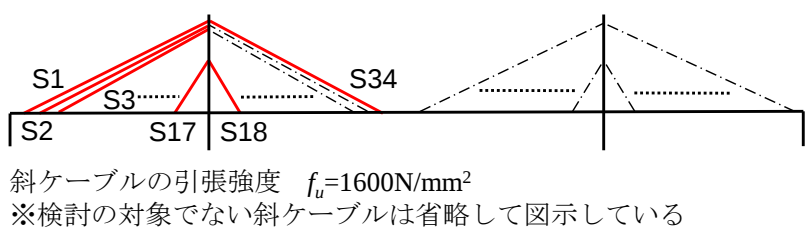


図3 検討の対象とした斜ケーブル

キーワード 斜張橋, エクストラード橋, 斜ケーブル, 破断, 目視点検, 健全度評価
連絡先 〒460-0003 名古屋市中区錦 2-18-19 中日本高速技術マーケティング (株) TEL052-228-8151

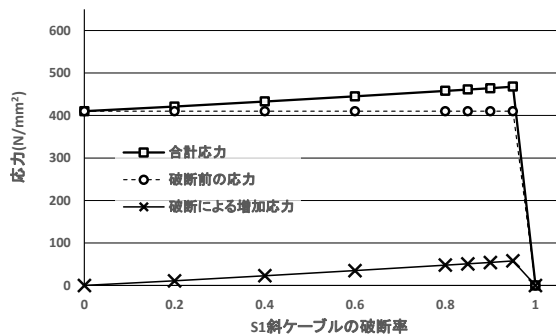


図 4 S1 が破断した場合の S1 の応力変化

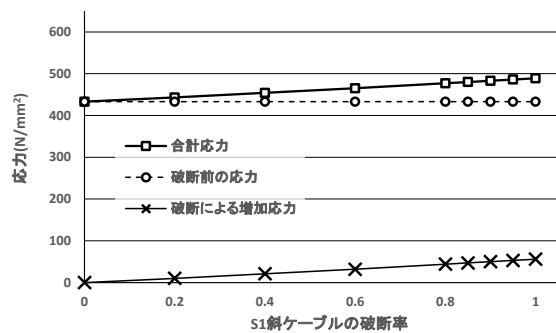


図 5 S1 が破断した場合の S2 の応力変化

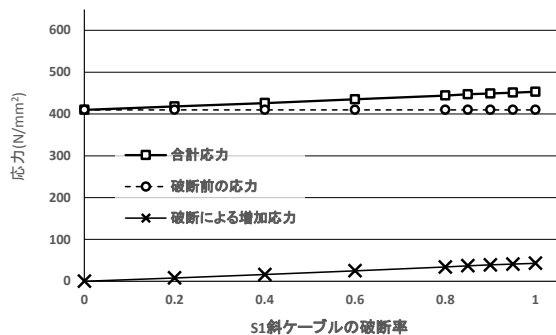


図 6 S1 が破断した場合の反対面 S1 の応力変化

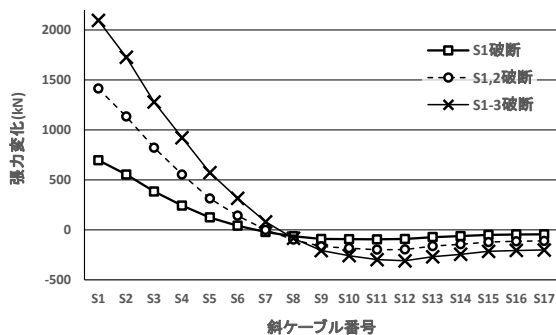


図 7 S1-S3 破断時の反対面の張力変化

3. 結果と考察

検討した 4 本の斜ケーブルのうち、影響が大きかった S1 の結果について以下に考察する。

S1 ケーブルが徐々に破断した場合の S1 自身の応力の変化を図 4 に示す。部分的に破断したケーブルによる自身のケーブルに対する応力増加は 95%破断時で引張強度の 3.6%程度と微小であり、本解析モデルの範囲では、部分的に破断が拡大していったとしても、応力増加でケーブルの破断が加速するような傾向はなかった。

S1 ケーブルが破断したことによる隣接ケーブル S2 の応力変化を図 5 に示す。S2 の応力増加は引張強度の 3.5%程度と微小であり、S1 の破断に伴って隣接ケーブルが連鎖的に破断に至る懸念はないといえる。

S1 ケーブルが破断したことによる反対面のケーブル S1 の応力変化を図 6 に示す。反対面 S1 の応力増加は引張強度の 2.7%程度と微小であり、反対面のケーブルにおいても S1 の破断の影響は小さい。

主桁の応力に着目すると、S1 の破断による鋼床版側の圧縮応力の増加は、活荷重による応力変動の範囲に対して 11%以下であり、常時応力に増加応力を加えても、許容応力を満足した。一方、下フランジ側の圧縮応力の増加は、活荷重による応力変動の 23%におよび、常時応力に増加応力を加えると許容値を 1.11 倍超過することが判明した。その場合でも、降伏には至らず構造物の安全性が直ちに失われることはない。主桁の鉛直たわみの変化は、定着部で 11mm、最大でも 145mm であり、側径間長が 290m と長大なため、主桁のたわみ量から斜ケーブルの破断を検知することは困難である。主塔の応力増加もわずかであり、頂部の水平変位は 135mm となるが、橋面上から約 135m 上空を目視で観測して斜ケーブルの破断を検知することは困難である。

S1～S3 が破断した場合の反対面の斜ケーブルの張力変化量を図 7 に示す。3 本の斜ケーブルが同時に破断すると大きな張力増加があるが、活荷重の 7 割程度の範囲であり降伏には至らない。主桁、主塔も同様に安全性に直ちに影響することはないが、たわみや変位が目視点検で検知可能な変化量には至らないことが判明した。

4. まとめ

本解析の条件の範囲では、斜ケーブルの破断は橋の安全性に直ちに影響はしないと判明した。一方、構造物の挙動はわずかであり、検知方法としては斜ケーブルの張力測定など、目視以外の別の手段が必要と考える。

参考文献

- 1) 神田ほか：雪沢大橋ケーブル破断への対応と今後の維持管理について，平成 26 年度東北地方整備局管内業務発表会資料，V-8，2014. 6