

鋼アーチ橋斜ケーブルの健全性に関する調査と評価

西日本高速道路エンジニアリング中国(株) 正会員 ○浦山 智臣, 戸田 一郎, 宮河 元
 (株)ジェイアール総研エンジニアリング 正会員 西村 隆義
 西日本高速道路(株) 非会員 西村 克紀

1. はじめに

今回調査を実施した橋梁は高速道路に架橋されている下路形式の鋼アーチ橋（ニールセンローゼ橋，写真-1）である。当該橋梁はアーチ部材から吊降ろされた斜ケーブルにて補剛材を弾性支持する構造形態であり，常に斜ケーブルの導入張力が許容範囲に維持されねばならない。過年度の点検においてケーブルソケット部に滞水・腐食が確認され，張力低下が懸念された（写真-2）が，外観上では斜ケーブルの健全性の把握は困難であった。本稿では加速度センサーを用いた非破壊試験に着目し，振動試験によりケーブルの健全性を確認した結果について報告する。



写真-1 対象橋梁全景

2. 調査概要

斜ケーブルはその両端がアーチ部材と下弦材に固定されている。定着部に損傷・劣化が見られた場合には導入されている軸力が減少，つまり固有振動数が減少することが予想される。今回は簡易で精度の高い衝撃振動試験を採用した。今回の計測は全32本のケーブル（路肩・中分合計）のうちケーブル同士が干渉していないA1・A2橋台側端部の3本（図-1：路肩および中分 D1～D3, D14～D16：合計12本）で実施した。測定にあたってはケーブルに加速度センサーを4個取り付け（写真-3），ケーブルをプラスチックハンマーで打撃してその応答から固有振動数を計測した。



写真-2 ソケット部破損



写真-3 加速度センサー取付状況

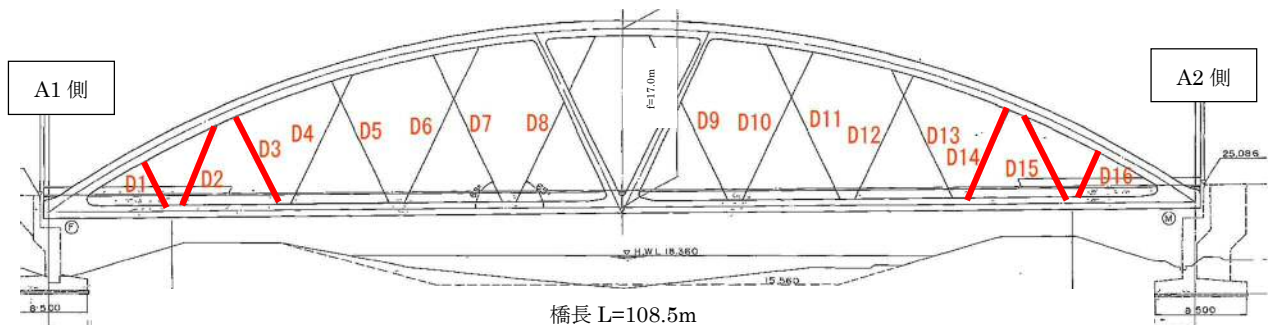


図-1 ケーブル配置図

キーワード 非破壊試験，斜ケーブル，固有振動数，振動試験，張力測定

連絡先 〒733-0037 広島県広島市西区西観音町2-1 第三セントラルビル8F TEL 082-532-1433

3. 評価方法

現地で計測した固有振動数を用い、下記の式(1)に示す弦の振動理論から張力を算出し、初期張力と比較することとした。また、同じ長さのケーブルや全てのケーブルを比較して損傷の有無を確認した。なお、ケーブル張力については、建設時の設計計算書に示される値を初期張力として比較した。

$$T = \frac{4wl^2}{n^2g} \cdot (f_n^s)^2 \dots \dots \dots (1)$$

ここに、T : 張力 (kN)
 ω : 単位長さ当たり重量 (N/m)
 l : ケーブルの長さ(m)
 n : 固有振動数の次数
 g : 重力加速度 (m/s²)
 f_n : n 次の固有振動数 (Hz)

4. 試験結果

加速度センサーを用いて計測した固有振動数から、式(1)を用いて張力を算出した結果を表-1に示す。計測した固有振動数から算出した張力と初期張力を比較すると、式(1)ではケーブルが有する曲げ剛性を考慮していないため、算出した張力は若干大きくなる傾向が得られたが、いずれのケーブル張力も初期張力と同程度であることが確認できた。ケーブルの長さ・断面が同じものでは固有振動数・張力ともに同様の傾向が得られ、試験結果の妥当性が確認できたとともに変状が発生しているケーブルは確認できなかった。よって、本調査では斜ケーブルは健全であると判断した。

表-1 振動試験による調査結果

位置	番号	名称	直径×線数 (mm)	ケーブル長さ(m)	固有振動数計測値 (Hz)	算出張力(kN) A	初期張力(kN) B	張力比率 A/B	
路肩側 (G1)	A1側	①	φ7×55	5.061	16.7	500.0	401.0	1.25	
		②	φ7×37	8.695	9.6	331.7	258.7	1.28	
		③	φ7×55	9.603	8.5	466.4	402.2	1.16	
	A2側	①	D16	φ7×55	5.062	17.6	555.6	400.4	1.39
		②	D15	φ7×37	8.695	9.3	311.3	248.4	1.25
		③	D14	φ7×55	9.603	8.5	466.5	418.4	1.11
中分側 (G2)	A1側	①	D1	φ7×55	5.061	17.9	574.5	444.6	1.29
		②	D2	φ7×37	8.695	9.1	298.0	227.6	1.31
		③	D3	φ7×55	9.603	9.3	558.3	486.7	1.15
	A2側	①	D16	φ7×55	5.062	18.4	607.3	445.6	1.36
		②	D15	φ7×37	8.695	9.3	311.3	236.6	1.32
		③	D14	φ7×55	9.603	9.3	558.4	479.9	1.16

5. まとめと今後の課題

今回、加速度センサーを用いた振動試験により斜ケーブルの張力を推定できることがわかった。張力を求める方法として採用した弦の理論式は簡易に算定が可能であるが、求まる値(理論値)は図-2に示すように実際の張力より大きくなる場合が多い。これはケーブルが有する曲げ剛性の影響によるものと考えられ、ケーブルが短いまたは太いほど張力は大きく算出される傾向がある。したがって、ケーブルの太さ・長さ等剛性の影響を受ける可能性がある場合はこれを考慮して張力を算定する必要がある。

また、今回ケーブル同士で干渉している箇所解析は困難であったため実施していないが、現在の状態を健全であると仮定し、定期的な変化を確認していくことでケーブルの相対的な健全性の管理が可能であると考えられる。

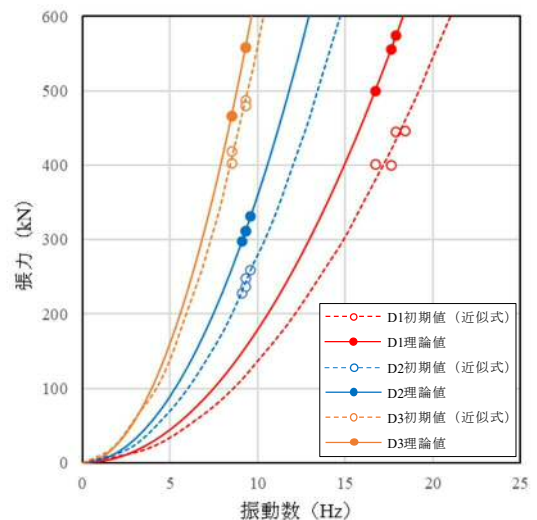


図-2 理論値と初期値の関係の比較

参考文献

- 1) 新家徹ほか：振動法によるケーブル張力の实用算定式について、土木学会論文報告 pp25-32, 1980.2