

実斜張橋(女神大橋(仮称))の支持ケーブルの局部振動に関する研究

長崎大学工学部 学生会員 ○坪村隆春 長崎大学工学部 学生会員 Wu Qing Xiong
 長崎大学工学部 フェロー会員 高橋和雄 長崎大学工学部 正会員 中村聖三
 長崎県土木部 村里静則

1. まえがき

風や車の走行による斜張橋全体系の振動によって、斜張橋の支持ケーブルに局部振動が発生することがある。この原因としてケーブルに係数励振振動が発生することが考えられる。著者らは、大島大橋を対象として、起振機実験に相当する正弦波加振、走行荷重および地震力を受ける斜張橋の主桁の応答によってケーブルの局部振動解析を行っている¹⁾。斜張橋のスパンが長くなると、斜張橋の全体固有振動数が低くなり、ケーブルの本数も増えていくため、係数励振振動が発生することが予想されるので、ケーブルの局部振動の特性を検討する必要がある。したがって、そこで女神大橋(仮称)を対象として、動的外力を受ける斜張橋の全体振動による係数励振振動に起因する支持ケーブルの局部振動の応答特性を明らかにする。

2. 解析方法

解析対象は、長崎県内に建設中の女神大橋である。女神大橋は、主要地方道長崎南環状線が長崎港を横断する位置に架かる橋長 880m(200m+480m+200m)の3径間連続鋼斜張橋で、完成すると中央径間長で日本では6番目の斜張橋となる。

解析では、斜張橋の全体3次元FEMモデルを作成したうえで、固有振動解析を行い、モード解析法により動的外力による斜張橋の応答を求める。これらによって計算した桁側および塔側ケーブルの定着点の相対応答をケーブルの支点変位として、係数励振振動を表現できるケーブルの局部振動の非線形振動運動方程式に代入して、ケーブルの局部振動解析を実施する¹⁾。

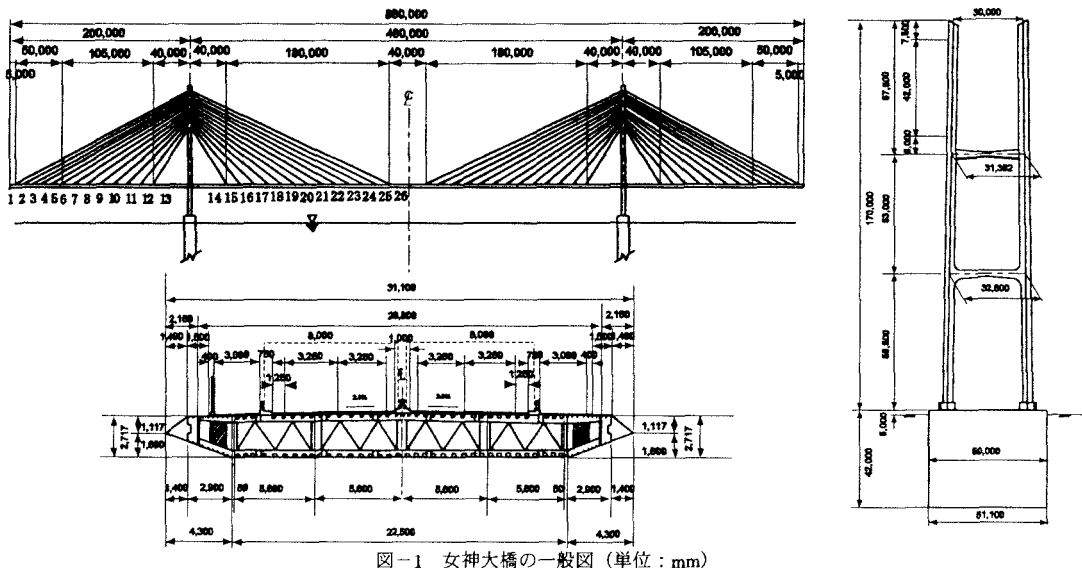


図-1 女神大橋の一般図(単位: mm)

3. 支持ケーブルの応答特性

(1) 全体固有振動数とケーブルの局部振動の固有振動数の関係

図-2より、ケーブルC25(数字はケーブル番号、図-1参照)およびC23の1次固有振動数が全体系の鉛直3次(対称)固有振動数に接近している。さらに、ケーブルC10およびC17の1次固有振動数が鉛直7次(対称)およびねじれ2次(逆対称)固有振動数に接近している。これらのケーブルに副不安定領域の係数励振振動が発生する可能性がある。ケーブルC1の1次固有振動数の2倍の振動数が鉛直7次(対称)およびね

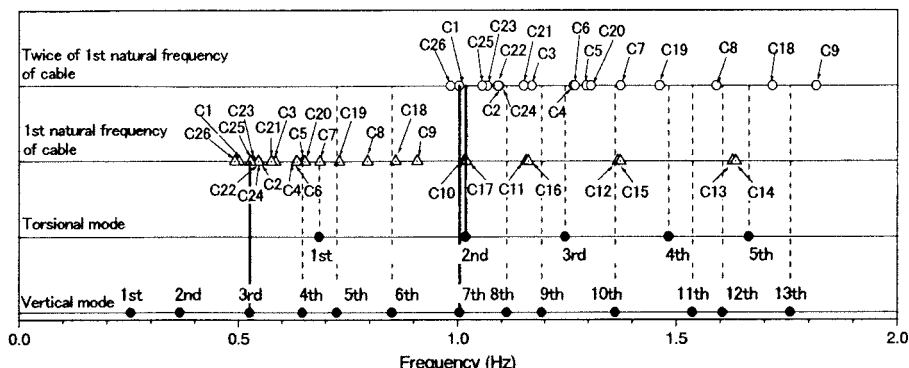


図-2 全体系の固有振動数とケーブルの固有振動数との関係

じれ2次(逆対称)固有振動数に接近しているため、主不安定領域の係数励振振動が発生する可能性がある。

(2) 鉛直およびねじれ正弦波加振によるケーブルの局部振動特性

鉛直正弦波加振は、全体鉛直低次モードの固有振動数と同一の加振振動数および加振力の振幅 $5tf$ を用いる。

図-3に示すように、C23およびC25の1次固有振動数が全体振動の鉛直3次固有振動数、C10およびC17の1次固有振動数が全体振動の鉛直7次固有振動数と一致しているため、C23、C25、C10およびC17に副不安定領域における係数励振振動が発生している。

ねじれ正弦波加振は、ねじれ低次モードの固有振動数と同一の加振振動数および加振力の振幅 $80tf \cdot m$ を用いる。

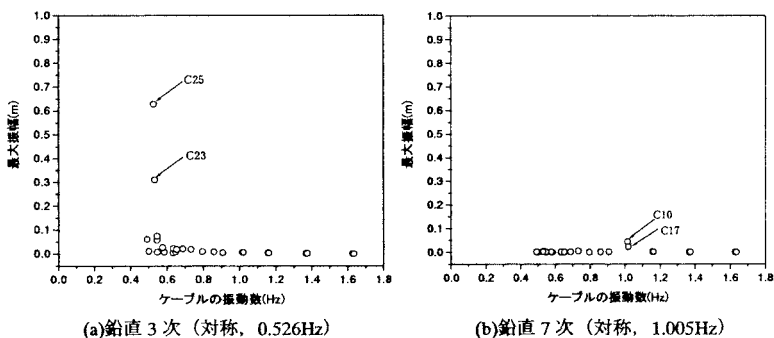


図-3 鉛直正弦波加振によるケーブルの最大応答

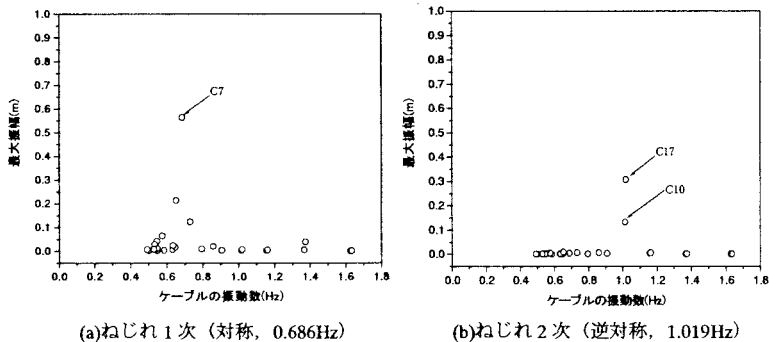


図-4 ねじれ正弦波加振によるケーブルの最大応答

図-4に示すように、C7の1次振動数は全体振動のねじれ1次固有振動数と、またC10およびC17の1次振動数は全体振動のねじれ2次固有振動数と一致しているため、C7、C10およびC17に副不安定領域における係数励振振動が発生している。

加振振動数が鉛直7次およびねじれ2次固有振動数のとき、ケーブルC1に主不安定領域における係数励振振動が発生していない。この原因はケーブルC1の定着点の主桁の応答が小さいことによるものである。

4. まとめ

低次正弦波加振によって、ケーブルが副不安定領域における係数励振振動が発生することが確認された。

参考文献

- 1) 呉、高橋、岡林、中村：実斜張橋の支持ケーブルの局部振動特性、鋼構造年次論文報告集、Vol.8, pp.557-564, 2000.