

I - B 240

斜張橋の支持ケーブルの局部振動発生に及ぼすパラメーターの影響

中央コンサルタンツ（株） 正 会 員 ○久保田展隆

長崎大学工学部 フェロー会員 高橋 和雄

長崎大学大学院 学 生 会 員 呉 慶雄

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。この原因は斜張橋全体系の振動数（固有振動数）とケーブルの局部振動数が接近しているため、ケーブルが係数励振振動することによるものである。前報¹⁾では、我が国における斜張橋全体系の振動数とケーブルの局部振動数の関係を調査し、係数励振振動が発生する可能性があるケーブルを選択し、支点変位加振によるケーブルの非線形分岐応答解析を行い係数励振振動の発生領域および応答振幅を明らかにした。本研究では、関係機関へのアンケート調査を行い、さらに多くの資料を収集して得られたデータに基づいて斜張橋のスパン長、使用材料、タワー形状等の構造特性の影響を明らかにする。また係数励振振動の応答振幅および発生振動数領域に及ぼすスパン長などの構造特性の影響についても評価する。

2. 研究方法

斜張橋全体系の振動数とケーブルの局部振動数との関係を明らかにし、両者の振動数の比が1:1もしくは2:1になる係数励振振動が発生しやすい斜張橋のスパン長、使用材料およびタワー形状等のパラメータの影響を調べる。斜張橋全体系の振動数および振動モードは、文献、工事報告、設計計算等の数値を採用する。ケーブルの振動数は、ケーブル長、質量、張力等のデータを用いてサグの影響を考慮した数値計算を行う。

3. 斜張橋全体系の振動数とケーブルの局部振動数の関係

図-1, 2は我が国に架設および計画中の斜張橋全体系の振動数とケーブルの局部振動数の関係である。斜張橋全体系の振動数は、鉛直1, 2次振動数（図-1）およびねじれ1次振動数（図-2）を示している。ケーブルの振動数については副不安定領域の発生領域に相当する振動数の1倍を示す。なお、マルチケーブルのため、振動数が最も低い最上段ケーブル(▲)と振動数が最も高い最下段ケーブル(▼)のみを表示している。図-1, 2より斜張橋の鉛直2次およびねじれ1次振動数とケーブルの1次振動数が一致するため、ケーブルの1次振動に副不安定領域の振動が発生する可能性がある。スパン長400m以上の長大斜張橋では上段ケーブルがその対象となり、スパン長が900m

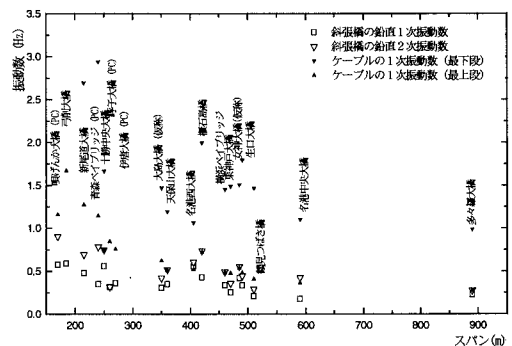


図-1 斜張橋の鉛直1, 2次振動数、ケーブルの1次振動数とスパン長との関係(副不安定領域)

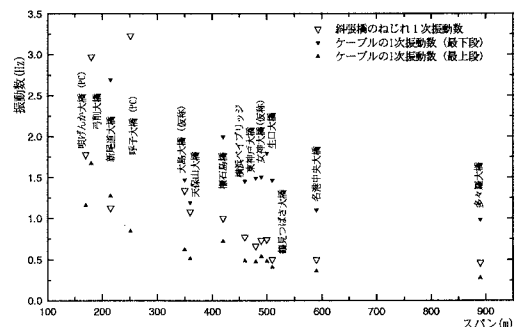


図-2 斜張橋のねじれ1次振動数、ケーブルの1次振動数とスパン長との関係(副不安定領域)

キーワード：振動，斜張橋，係数励振振動，局部振動

〒852-8521 長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部社会開発工学科 TEL095-848-9639 FAX095-848-9639

級の超長大斜張橋では鉛直 1 次振動によって上段ケーブルが振動する可能性がある。

4. PC 斜張橋と鋼斜張橋の比較

図-1, 2 より PC 斜張橋はケーブルの振動数が高いため、斜張橋の低次振動数とケーブルの振動数は接近しない。しかし、ねじれ振動数は高いため、ねじれ振動で主不安定領域の振動が発生する可能性がある。一方、鋼斜張橋は、斜張橋の低次振動数とケーブルの振動数が接近する。

5. 斜張橋のねじれ振動数に及ぼすスパン長/幅員、桁の種類、タワー形状の影響

図-3 は斜張橋のスパン長/幅員とねじれ 1 次振動数の関係をタワー形状別に図示している。この図より桁の断面形状についてトラスとボックスの比較を行うと、それぞれ顕著な特性は見られず、ねじれ振動数には影響しないと考えられる。さらに、タワーの形状については、文献²⁾のような H 型、A 型によるねじれ振動の特性に差は見られず、実橋ではタワーの形状はねじれ振動数に関係しないことがわかる。

6. 斜張橋の径間数の影響

2 径間斜張橋は 3 径間斜張橋に比べケーブルの局部振動数が低く斜張橋の低次鉛直振動により係数励振振動が発生する可能性がある。

7. 応答振幅及び不安定領域に及ぼすパラメータの影響

ここでは、斜張橋全体系の固有振動数がケーブルの局部振動の固有振動数もしくはその 2 倍と一致するケーブルを選びだし、非線形応答解析を行い応答振幅及び不安定領域の範囲を求める。なお応答解析にあたっては、減衰定数 $h=0.00$ とし、支点変位はスパン長の $1/5,000$ とし解析する。

図-4 はスパン長と副不安定領域における応答振幅との関係を示している。この図より、スパン長は応答振幅に影響しないことが分かる。また、図-5 より副不安定領域の幅にスパン長は影響を及ぼさないことが明らかになった。

また本研究より主不安定領域の幅においてもスパン長は影響しないことが明らかになった。

8. まとめ

本研究では、係数励振振動が発生する可能性のある斜張橋の橋のスパン長、使用材料、タワーの形状、桁の種類、斜張橋の径間数等の影響を明らかにした。今後さらに、歩道橋の比較を行う予定である。

参考文献

- 1) 川北・HERATH・高橋：平成 9 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集，pp.136~137, 1998.3.
- 2) 長井・井澤・中村：斜張橋の基本計画設計法，森北出版株式会社，pp.168~174, 1997

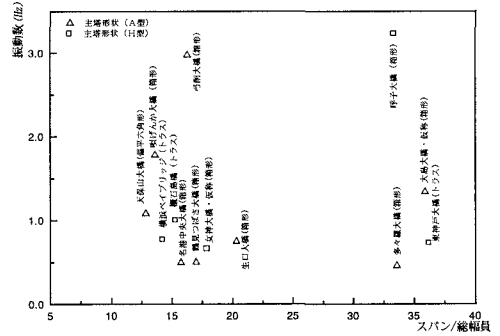


図-3 スパン長/幅員とねじれ振動数との関係

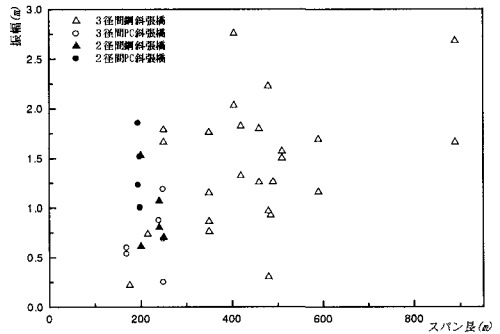


図-4 スパン長と応答振幅の関係(副不安定領域)

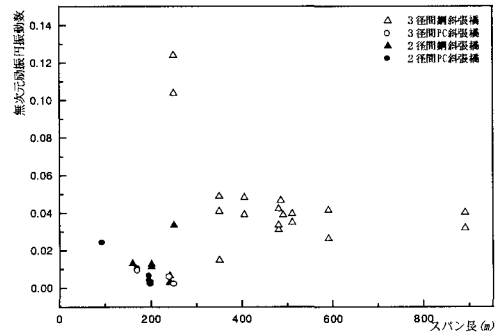


図-5 スパン長と副不安定領域の幅