

軸方向にケーブル間隔が変化する場合の斜張橋複数本ケーブルの対風挙動

九州工業大学 工学部 学生員 ○前田 博
 九州工業大学 工学部 正 員 久保 喜延
 九州工業大学 工学部 正 員 加藤 九州男
 九州工業大学 工学部 学生員 河村 進一

1. まえがき 最近の土木構造物は、社会的要請および技術力の発達により長大化される傾向にある。そのうち橋梁部門での斜張橋は、構造的合理性および景観美を有するために架設数も増大してきている。そのため、年毎に架設可能なスパン長が伸びてきており、耐風安定性の検討が増してきている。特に、斜張橋ケーブルはメンテナンス上の観点から複数本ケーブル採用が多くなってきているが、そうした結果ウェイクギャロピング等の振動問題も多数報告されている。制振対策として、ワイヤによるケーブル相互連結、ダンパーの設置等の対策がとられている。本研究では比較的採用例の多い2本ケーブルの場合を例に挙げ、ケーブル取り付け部の下部間隔を変化させることにより、平行直列ケーブルと比較してウェイクギャロピング等の振動がどの程度抑制できるかを検討した。

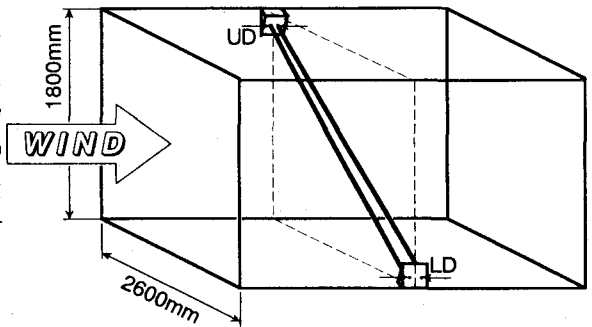


図1 模型設置状況

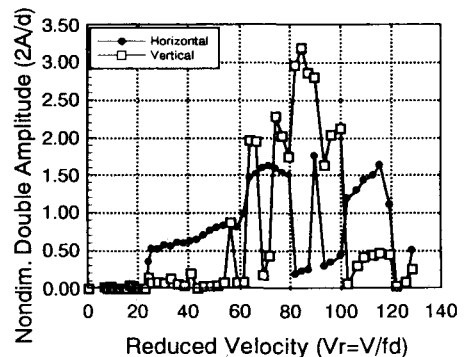
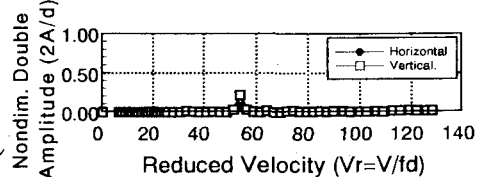
2. 実験概要 実験は、九州工業大学建設工学教室付属の境界層型風洞（測定断面：1800×2600mm）を用いて、直径8mmのアルミニウム丸棒を三次元弾性模型として図1のように設置して行った。模型両端は鋼性の架台に直接取り付けしており、振動数調節のために引張力を与えることにより、振動数の調節をした。実験ケースは次の通りである。

- ① 2本ケーブルでケーブル間隔がパラレルの場合
 模型軸が流れに直角となるように配置して、ケーブル取り付け間隔を $D=2d \sim 7.5d$ まで0.5d間隔ずつ変化させた。
- ② 2本ケーブルでケーブル間隔にテーパをつけた場合
 模型軸が流れに直角となるように配置して、ケーブル取り付け上部を $UD=3.75d$ に固定し、ケーブル取り付け下部を $LD=3.75d \sim 7.5d$ まで0.625d(5mm)間隔ずつ変化させた。

3. 実験結果 実験結果は、実験ケースによって構造減衰率のばらつきがあったため $\delta y = \text{const}$ (δ : 模型の対数構造減衰率, y : 模型の振動振幅) の関係が成り立つものと仮定して、応答結果の修正を行い、得られた結果を実験結果として検討するものとする。

① 2本ケーブルでパラレルの場合

図2-(a)にケーブル間隔 $D=2.5d$ の時の応答図を示すと、 $Vr > 20$ で比較的大きい振幅を有する水平方向振動が発生している。また $Vr > 55$ においてウェイクギャロピングと思われる振動が発生している。図2-(b)にケーブル間隔 $D=5.5d$

図2-(a) パラレルケーブルの応答 ($D=2.5d$)図2-(b) パラレルケーブルの応答 ($D=5.5d$)

の時の応答図を示すと、水平方向振動および鉛直方向振動はほぼ3とんど発生していないことがわかる。

②2本ケーブルでケーブル間隔にテーパーをつけた場合

図3-(a)に $LD=3.75d$ の場合の応答図を示すと、水平方向振動および鉛直方向振動については $Vr \approx 50$ 付近から振動が発生しており、水平方向振動については無次元倍振幅 $2A/d=2.2$ 程度の振幅の大きなものとなっている。図3-(b)に $LD=5.0d$ の場合の応答図を示すと、ケーブル間隔にテーパーをつけることにより、平行ケーブルの場合と同じように、振動が発生しなくなっている。

③ケーブル間隔に平行の場合の場合とテーパーをつけた場合の最大応答振幅の変化

図4にケーブル間隔が平行の場合の最大応答振幅をまとめたものを表す。これによると、 $D=7.0d$ までは鉛直方向の最大応答振幅は、振動しなから減少する傾向がある。これに対して、水平方向の最大応答振幅は $D=3.5d$ の場合をピークにして

減少し、 $D=5.0d$ 以降ではほとんど振動していない。次に図5にケーブル間隔にテーパーをつけた場合の最大応答振幅をまとめたものを示す。これによると、鉛直方向の最大応答振幅は、 LD の間隔と共に増加しており、水平方向の最大応答振幅は、 $LD=4.375d$ の場合をピークにして平行の場合と同様に、最大応答振幅は減少している。さらに図4、図5から水平方向の最大応答振幅が最大値となったとき、鉛直方向の最大応答振幅は最小値になっている。これはテーパーをつけた $UD=3.75d$ 、 $LD=4.375d$ のとき、平行の場合の $D=3.5d$ に相当する様相である。以上より、ケーブル間隔にテーパーをつけたときの対風挙動は、明確にされていないため、今後テーパーでの UD および平行の間隔を細かく変化させ、平行の場合とテーパーをつけた場合での現象の対比を行い、ケーブル間隔にテーパーをつけた場合の対風挙動を、推測できるものと考えている。

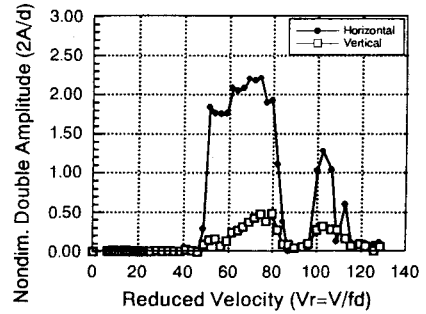


図3-(a)テーパーケーブルの応答 ($LD=3.75d$)

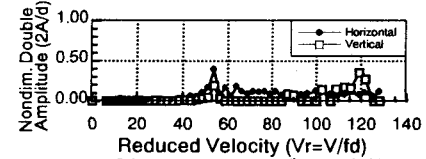


図3-(b)テーパーケーブルの応答 ($LD=5.0d$)

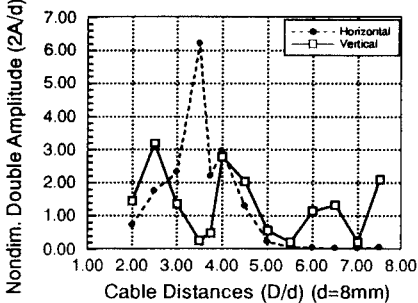


図4 ケーブル間隔が平行の場合の最大応答振幅

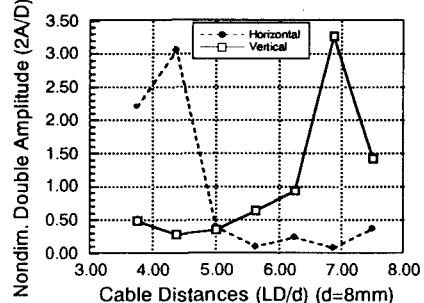


図5 ケーブル間隔にテーパーをつけた場合の最大応答振幅

4.まとめ

(1)今回の実験結果で特徴的であった水平方向の振動は、ケーブル間隔が平行の場合で $D=5.0d$ 以上で振動を押さえることができ、またケーブル間隔にテーパーをつける場合は $LD=5.0d$ 以上で振動が抑えられる結果が得られた。

(2)ケーブル間隔にテーパーをつけることにより、ウェイクギャロピング等の振動に対して、平行の場合に有効なケーブル間隔にした場合と同様な効果を得ることができた。

※参考文献 1)久保, 中原, 加藤: 第12回風工学シンポジウム論文集, pp.291-296, 1992

2)横山, 日下部: 「斜張橋ケーブルの風による振動と対策」, 橋梁と基礎, pp.75-84, 89-8