

表面圧力特性によるインデントケーブルのドライギャロッピング特性の検討

横浜国立大学 学生員 ○青木 康德 横浜国立大学 フェロー 山田 均
 横浜国立大学 正会員 勝地 弘 横浜国立大学 正会員 佐々木 栄一

1. はじめに

斜張橋ケーブルにおいては、レインバイブレーション、ドライギャロッピングに対する検討が特に重要な設計課題となっている。ドライギャロッピングの発生要因としては、臨界レイノルズ数域での空力特性の急変、軸方向流によるカルマン渦生成の抑制が挙げられているが¹⁾、未だ不明な点も多く研究途上である。本研究では、表面加工をしない通常のポリエチレン被覆ケーブルに加え、レインバイブレーションの制振対策として多々羅大橋に採用されているインデント加工を施したケーブル模型を用い、ドライギャロッピングの発生要因を検討するとともに、インデントケーブルのドライギャロッピングに対する安定性の検討を行なった。

2. 実験方法

ドライギャロッピング特性を検討するため、通常ケーブル、インデント加工ケーブルの2種類のケーブル模型を用い、バネ支持実験(鉛直1自由度)、表面圧力測定を行った。ケーブル模型は、直径86mmとし、風洞内に水平に設置し、風向偏角を0度と30度に設定した。バネ支持実験におけるスクルートン数は、ケースにもよるが、20から36程度である。圧力測定は、図1に示すよう

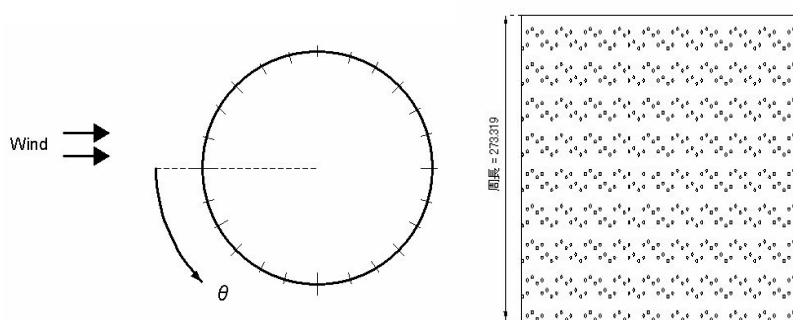


図1 圧力測定孔の位置とインデント加工パターン

に15度ピッチ、24箇所の圧力孔によって測定した。インデント加工は、多々羅大橋でのインデントパターンになった。

3. 空力振動特性

偏角30度における通常ケーブル、インデントケーブルの振動応答を図1, 2に示す。偏角0度においては、実験風速約30m/sまで顕著な振動は発現しなかった。図1では、大きさの異なる端版の影響を示しているが、端版無しでは風速25m/sあたりから発散振動が生じた。また、図2では、スクルートン数の影響を示しており、全てのケースで発散振動が生じるものの、スクルートン数の増大とともに発現換算風速は高くなっている。

次に、通常ケーブル、インデントケーブルの偏角0度、30度における $Re = 1.8 \times 10^5$ 付近での表面圧力係数分布を図3に示す。これより、インデントケーブル、偏角30度において、背面での圧力回復が見られ、抗力係数が低減

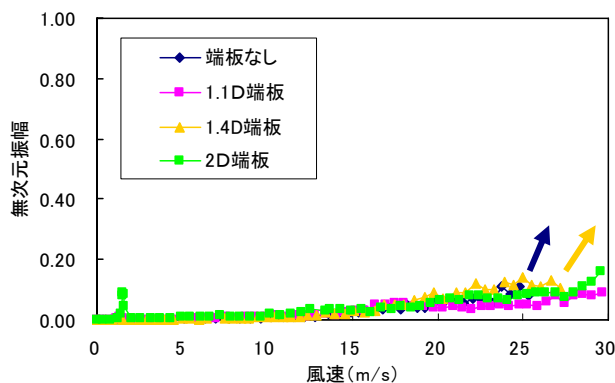


図1 通常ケーブルの振動応答(偏角30度)

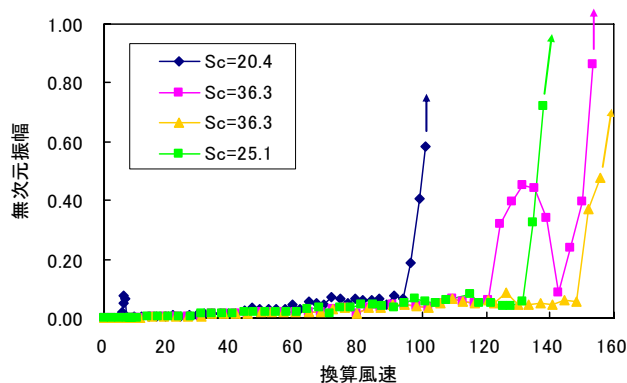


図2 インデントケーブルの振動応答(偏角30度)

キーワード 斜ケーブル, ドライギャロッピング, 風洞実験, 表面圧力

連絡先 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5 横浜国立大学大学院工学研究院 TEL 045-339-4243

していることが判る。

インデントケーブル、偏角 30 度において、図 2 をレイノルズ数軸で示し、抗力係数を重ねて示したのが図 4 である。これより、インデントケーブル、偏角 30 度において、発散振動が発振しているのは、ちょうど抗力係数が急減する領域であることが判る。また、この発散振動が生じる前後においてのケーブル表面の変動圧力係数分布を示したのが図 5 である。振動が発現する以前のレイノルズ数では剥離点以降の変動圧力の変化は顕著ではないが、振動が発現する付近から発現後のレイノルズ数では剥離点付近での変動圧力がほかの点よりも卓越していることが判る。

図 6 は、同じインデントケーブル、偏角 30 度において、発散振動が発現する $Re = 1.47 \times 10^5$ で、模型中心と軸線上 4 D 離れた 2 断面の背圧点での変動圧力のコヒーレンスを示したものである。全体的にコヒーレンスは小さいものの、換算風速 20, 40, 60 付近においてコヒーレンスの増大が認められる。これは、過去の研究²⁾でも示されているケーブル背面の軸方向流とカルマン渦の間欠的な同期現象によって、それに対応する換算風速でのコヒーレンスの増大が生じたと考えられる。

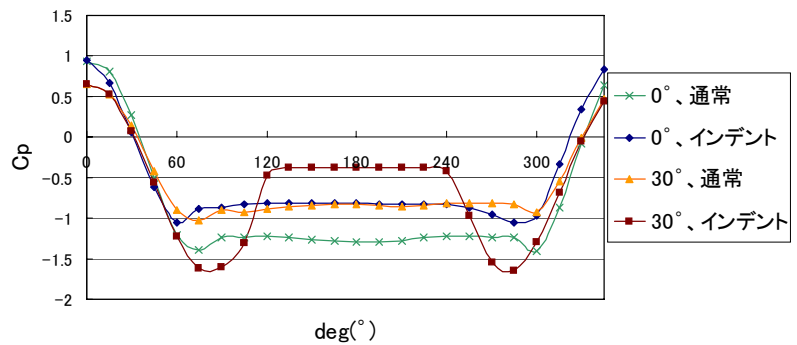


図 3 ケーブル表面の平均圧力係数分布 ($Re = 1.8 \times 10^5$)

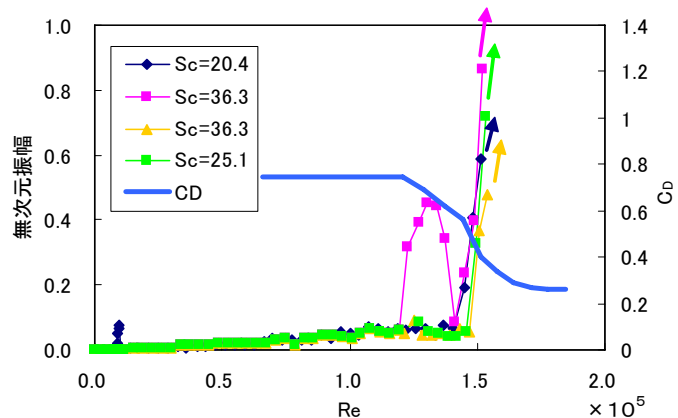


図 4 振動応答と抗力係数 (インデント, 偏角 30 度)

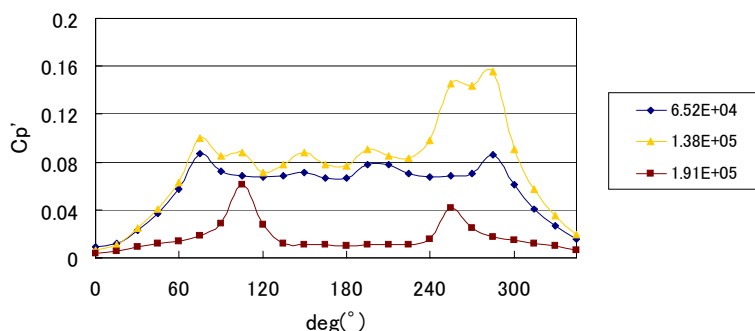


図 5 ケーブル表面の変動圧力係数分布 (インデント, 偏角 30 度)

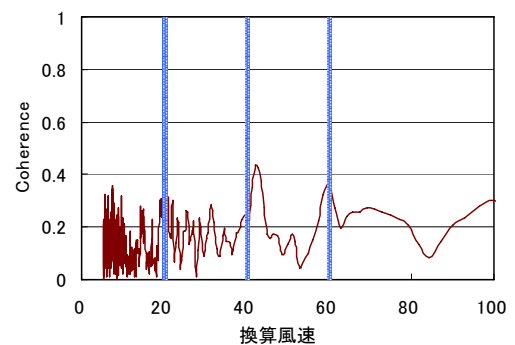


図 6 ケーブル軸方向のコヒーレンス (インデント, 偏角 30 度, $Re = 1.47 \times 10^5$)

4. まとめ

インデントケーブルを含む斜ケーブルのドライギャロッピング特性について、風洞実験によって検討した。その結果、インデントケーブルにおいても偏角 30 度においてドライギャロッピングが発現し、その発振風速はちょうど抗力係数が急減する領域と重なった。また、ドライギャロッピングの発現風速域ではケーブル表面の剥離点付近の変動圧力が卓越するとともに、ケーブル軸方向のコヒーレンスが換算風速 20, 40, 60 といったところで増大することが認められた。

参考文献

- 1) (社) 日本道路協会, 道路橋耐風設計便覧(平成 19 年改訂版), 2008.1.
- 2) 足立, 松本, 八木, 大石, 劉, 初田, カルマン渦生成が斜張橋ケーブルの空力振動に与える影響について, 土木学会第 60 回年次学術講演会, pp.665-666, 2005.