

第1部門 斜張橋ケーブルの制振における構造減衰及び断面形状の効果に関する実験的研究

京都大学大学院	学生員	○重村好則	京都大学工学研究科	フェロー	松本 勝
住友重機械工業	正会員	大東義志	京都大学工学部	学生員	泉 一也
京都大学工学研究科	正会員	白土博通			

1. 概要

本研究は雨無し条件下において、ケーブルの構造減衰と断面形状がその振動応答特性に及ぼす影響を調べることを目的とする。具体的には、従来より研究の対象となってきた円断面、軸平行突起付き、ディンプル付きケーブル等、数種の断面を用い、構造減衰を様々に変化させ、振動応答特性の変化を見ると同時に、従来よりも高無次元風速域での振動応答特性を調べ、それぞれの制振効果について検討を行った。

2. ケーブル模型及び実験概要

本研究においては、図1に示すような円断面、軸平行突起付き、ディンプル付き、楕円突起付きケーブルの4種類の模型を用いた。風速応答振幅測定実験は、風向偏角 β を 45° に設定し、ヒービングモード、ローリングモード2自由度の鉛直支持を行った。測定は一樣流、乱流中で行われたが、本論文では、その空力不安定性がより顕著に表れる一樣流中の結果のみについて評価を行う。また構造減衰についても何種類かに変化させて測定を行ったが、紙面の都合上、最小と最大の場合のみについて報告する。

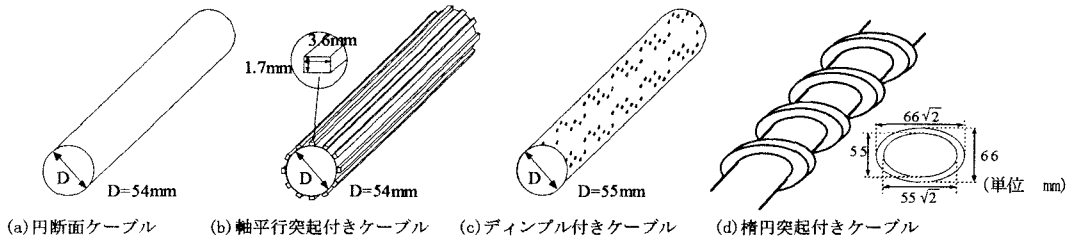


図1 ケーブル模型

3. 構造減衰が振動応答特性に及ぼす影響に関する考察

円断面ケーブルにおいては、 Sc 数が1.29と最も小さいケース（図2(a)）についてヒービングモードで無次元風速 $V/frD=60$ 付近、ローリングモードで $V/frD=40$ 付近からギャロッピングが発現している。高風速域ではヒービングモードが卓越したギャロッピングが発生し、ローリングモードの計測が不可能となったが、別途同じ Sc 数を設定したローリングモード1自由度系においてもギャロッピング振動が同じ風速域で発現したことを確認したため、図にはギャロッピングを示す表示をしている。 Sc 数最大の124（図2(b)）では、依然として $V/frD=180$ 付近からローリングモードでギャロッピングが発現しており、より有効な制振効果を期待するには Sc 数を更に高める必要があると思われる。軸平行突起付きケーブルにおいては、 Sc 数が1.36と最も小さいケース（図3(a)）についてヒービングモードで $V/frD=50$ 付近から発現し、 $V/frD=120$ 付近で安定化する風速限定型の振動が発生している。また再び $V/frD=180$ 付近からかなり振幅の大きい振動が発現し、 $V/frD=190$ 付近で振動が安定化している。ローリングモードではヒービングモードでギャロッピングが発生しているので正確な発現風速は捉えられなかったが、 $V/frD=90$ 付近で一度安定化していることがわかる。高風速域においてはローリングモードのギャロッピングが卓越している。これに対し、 Sc 数136のケース（図3(b)）では振動振幅は徐々に大きくなっているものの、 Sc 数1.36の場合にみられた限定型振動は発生しておらず、また $V/frD=400$ 程度までギャロッピングも発現しておらず、かなり安定化したと思われる。ディンプル付きケーブルにおいては、 Sc 数が1.40と最も小さいケース（図4(a)）についてヒービングモードで $V/frD=80$ 付近、ローリングモード

Yoshinori SHIGEMURA, Masaru MATSUMOTO, Yoshiyuki DAITO, Kazuya IZUMI, Hiromichi SHIRATO

で $V/frD=40$ 付近からギャロッピングが発現しているが、これはローリングモードとヒービングモードがほぼ同時に発生し、2つのモードが混在したものであった。さらに Sc 数が129のケース（図4(b)）では $V/fD=210$ 付近からヒービングモードが卓越したギャロッピングが発現しており、構造減衰の増加による制振効果はあまり大きくないと思われる。

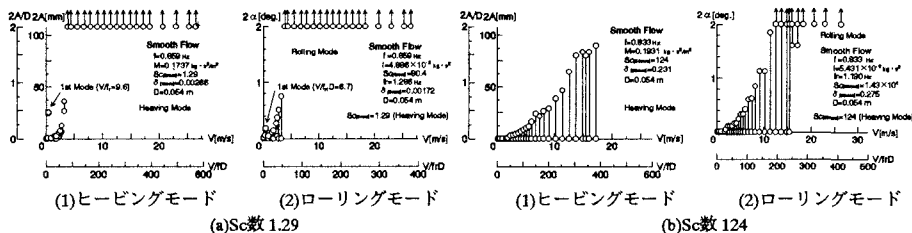


図2 円断面ケーブル

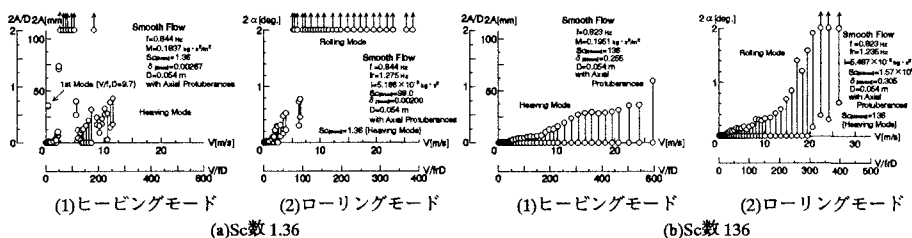


図3 軸平行突起付きケーブル

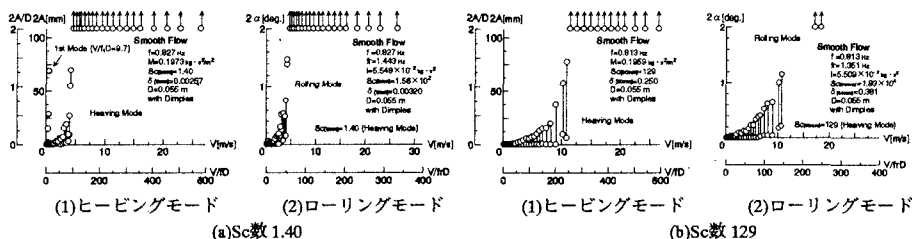


図4 ディンプル付きケーブル

4. 断面形状による振動応答特性の変化

それぞれの断面の Sc 数が最も小さいケースをみて、それらの振動応答特性について比較を行うと、円断面ケーブルとディンプル付きケーブルは空力的にかなり不安定であり、特にディンプル付きケーブルは空力的制振対策が施された断面としてはあまり有効でないと思われる。軸平行突起付きケーブルは比較的低風速域で限定型振動が発生しているが、前者よりは安定であり、また前節でも述べた通り、構造減衰を大きくするという構造的な制振対策も同時に施せば比較的良好な制振効果が得られることから、比較的良好な断面形状であると考えられる。楕円突起付きケーブルは過去の研究¹⁾により、 $V/fD=120$ 程度まではきわめて優れた制振効果を発揮することが確認されているが、本研究により、 $V/fD=500$ 以上の高風速域でも有為な振動は発生せず（図5）、空力的にきわめて安定な断面であることが確認された。

◎謝辞 本研究の遂行にあたり、多大なる協力を頂いた電源開発（株）金村 宗氏（研究当時京都大学大学院）および京都大学大学院工学研究科気圏工学研究室の皆様へ深く感謝します。

◎参考文献

1)松本ら，“斜張橋ケーブルの断面形状変化による空力的制振対策”，第14回風工学シンポジウム，1996。