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	〇細川元気	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	佐々木労	é—

<u>1. はじめに</u>

斜張橋ケーブルの空力振動に関しては、近年、ドライギャロッピングが注目され、その発生メカニズムと制振 対策について精力的に研究がなされている.これまでドライギャロッピングの発現メカニズムとして、斜ケーブ ル背面の軸方向流の存在が臨界レイノルズ数域でカルマン渦強度を弱める結果、ケーブルが空力的に不安定化す るとする研究成果が報告されている.松本ら¹⁾は、表面粗度を有するケーブル模型を用いて軸方向流強度を計測 し、臨界レイノルズ数域と流れの非対称性の関係を調べている.本研究では、レインバイブレーション対策とし て開発されたインデントケーブルを対象に、振動応答、表面圧力、軸方向流強度を計測し、ドライギャロッピン グの発現特性を臨界レイノルズ数、軸方向流強度の観点から検討を行った.

2. 実験条件

実験は、横浜国立大学の回流型風洞(測定部寸法: 1.8×1.8m)にて実施した.模型は、直径 86mm とし、風 路内に水平に 45 度の偏角を持たせて設置した.振動応答 実験では、上下方向に 1 自由度バネ支持し、表面圧力計 測、軸方向流計測においては固定した状態とした.本研 究で用いたインデントケーブルは、多々羅大橋のインデ ントパターンにならったが、図-1に示すように表面加 工状況は若干異なるものとなっている.実験は、ケーブ ル端部に端板を設置した場合と、しない場合の両方を実 施したが、ここでは端板を設置しないケースについて報 告する.

<u>3. 実験結果</u>

<u>3.1 振動応答</u>

図-2に振動応答実験の結果を示す. インデントケー ブルの Sc 数は 13.4 である. 風速 23m/s 付近から発散振 動が生じている. また,比較として滑面ケーブル (Sc 数 10.0)の振動応答も示すが,低風速で渦励振が発現した 後,不規則な振動応答を示すものの 30m/s まで発散振動 は生じなかった.

振動メカニズムを検討するため、ケーブル表面圧力の 計測を行った.円周方向に配置した24点の圧力データか ら抗力係数,揚力係数の算出を行った.

図-3に示すようにインデントケーブルの発散振動発 現領域は、抗力係数が大きく低下する臨界レイノルズ数 領域と重なっていることが判る.また、図-4には揚力 係数を示すが、ケーブル軸に沿って計測した4断面とも 発散振動発現時には定常揚力が発生し、流れの非対称性



図-1 インデントケーブル模型



キーワード: インデントケーブル,ドライギャロッピング,軸方向流 連絡先: 〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5, TEL045-339-4243, FAX045-348-4565 が生じていることも判る.

<u>3.2 軸方向流計測</u>

熱線風速計(X型プローブ)を用いて,ケーブル背後 の軸方向流を計測した.熱線風速計は,ケーブル中心位 置のケーブル背後 0.2D(D:直径)の位置を上流端から 下流端まで移動させて計測を行った.

図-5は、上流端から 5.86D の位置における軸方向流 変動風速をウェーブレット解析した結果を示す.(1)は 発散振動が発現する直前の風速 20m/s,(2)は発散振動 発現後の風速 23m/s でのものである.偏角 45 度での S_t 数を 0.12 として、カルマン渦放出周波数を求めると、風 速 20m/s では約 28Hz, 23m/s では約 32Hz となる.図よ り、カルマン渦放出振動数成分は間欠的であること、発 散振動発生前より後のほうが弱くなることが判る.

また、図-6には3つの風速における軸方向流風速の 接近流風速に対する比をケーブル軸に沿って示したもの であるが、全体的には高風速ほど軸方向流が強くなるこ とが判る.すなわち、軸方向流が強くなることで、カル マン渦の放出が抑制され、流れの非対称性が生じ、空力 的に不安定になると推察される.

図-7には、端板(ケーブル径の2倍)を設置したケ ースの軸方向流強度を示すが、上流端から5D付近まで は端板なしのケースよりも流速が低いことが判る.ただ し、風速による差はそれほど顕著ではない.また、この 場合の振動応答は、端板なしのケース(図-2)とほとん ど変わらない風速で発散する結果が得られており、軸方 向流強度とドライギャロッピング発現との関係について、 さらに検討する必要があると考えられる.

<u>4.まとめ</u>

偏角 45 度のインデントケーブルを対象にドライギャ ロッピングの発現特性を検討した.その結果,ドライギ ャロッピングの発現は臨界レイノルズ数領域と重なって いること,また,ドライギャロッピング発現後は軸方向 流強度も強くなっており,それによってカルマン渦放出 が抑制され,流れの非対称性が促進された結果,空力的 に不安定になったものと推察されることが判った.

<u>参考文献</u>

1) 松本勝,八木知己,島宣範,足立洋一,劉慶寛,初 田秀明:斜張橋ケーブルの空力振動におけるレイノルズ 数効果に関する研究,第19回風工学シンポジウム論文集, pp.507-512,2006.

