

## 学位論文及び審査結果の要旨

横浜国立大学

氏名	庄 翔
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	都市博甲2228号
学位授与年月日	2021年 3月 25日
学位授与の根拠	学位規則（昭和28年4月1日文部省令第9号）第4条第1項及び横浜国立大学学位規則第5条第1項
学 府 ・ 専 攻 名	都市イノベーション学府 都市イノベーション専攻
学 位 論 文 題 目	Numerical investigation on the aerodynamic characteristics of circular cylinders with indented surfaces
論 文 審 査 委 員	主査 横浜国立大学 教授 山田 均 横浜国立大学 教授 中村 由行 横浜国立大学 教授 勝地 弘 横浜国立大学 准教授 鈴木 崇之 横浜国立大学 准教授 田村 洋

## 論文及び審査結果の要旨

本論文は、斜張橋インデントケーブル周りおよびインデント近傍の流れを数値流体解析によって明らかとし、インデントによる空気安定化メカニズムの検討を目的としている。

第1章では、序論として、研究背景、研究目的について述べている。

第2章では、既往の研究レビューとして、ケーブル周りの流れ、空力安定化メカニズムを示し、本研究での問題設定へとつなげている。

第3章では、本研究で用いた数値流体解析手法であるLES手法について、定式化、解析条件などを示し、続く第4章では、解析手法、条件の検証として円断面ケーブルに対する既往の解析結果、風洞実験結果と比較して、その妥当性を示した。

第5章では、インデントが流れに及ぼす影響を調べることを目的に、円断面にインデントを6列、8列配したインデントケーブルの解析を実施した。インデント部では表面圧力が変動するとともに、渦度がピークを示し、またインデント内部には循環流が形成される。これらの複合作用により、インデント部のケーブル表面ではせん断流にエネルギーがより多く供給されることで剥離の遅れが生じ、その結果としてケーブルの抗力低減につながっていることを示した。

第6章では、インデントのサイズに着目して、その影響度を解析した。ケーブル径に対して、7.5%、10%、15%の大きさのインデントをケーブル上流面に8列配したケーブルを対象に解析を行った。その結果、インデント部において、インデントサイズが大きくなるほど表面圧力変動は大きくなるものの、渦度は低減する結果となった。また、剥離点近傍において、大きなインデントは流れの剥離を促進させていることが分かった。

第7章では、実ケーブルにおけるインデントは境界部が盛り上がり（bump）を有することから、この局部形状が流れに及ぼす影響を解析し、実インデントケーブルでの空力安定化メカニズムの検討を行った。ここでは、解析負荷の低減を図るために、インデントを1個のみ配したモデルとし、その位置をよどみ点から円周方向に回転させることで、その影響度を調べた。その結果、円周角70度までは、bumpを有しない鋭角インデントとbumpインデントともに乱流エネルギーの注入による剥離遅延に寄与しているものの、bumpインデントの方がleading edge、trailing edgeの双方で流れが加速されるためにより乱流エネルギーの注入が大きいこと、そして、円周角80度の剥離点近傍では、bumpインデントのtrailing edgeでのupliftにより剥離が促進されることが分かった。また、これらのbumpインデントの効果は、より高いレイノルズ数（3,900から15,000へ増大）においても同様であり、実ケーブルの状況が推察できたと考えられる。

以上より、本研究は、インデントケーブルが抗力係数を低く保ったままでレインバイブレーションの安定化を実現するメカニズムとして、インデントがそのbump形状によりせん断層へより効率的に乱流エネルギーを注入することで、流れの剥離点と剥離状況を制御することが大きな要因であることを明らかにしたものであり、今後のインデントケーブルの設計、最適化に大きく資するものである。

さらに、提出された論文に対して、iThenticateにより剽窃、盗用の不正行為を確認したが、

専門用語や一般的な現象の定義表現、文献引用箇所を除き、剽窃や盗用に該当するものは無いことを確認した。

以上より、本論文は博士（工学）の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注 論文及び審査結果の要旨欄に不足が生じる場合には、同欄の様式に準じ裏面又は別紙によること。