

論文審査要旨（課程博士）

報告番号	*甲第52号	論文提出者氏名	Ganesan Vinayaga Murthy	
		職名	氏名	
	審査員主査	本学専攻教授	松井 正宏	印
	審査委員	本学専攻客員教授	田村 幸雄	印
	審査委員	京都大学名誉教授 (東京電機大学理工学部客員教授)	河井 宏允	印
	審査委員	本学専攻教授	大場 正昭	印
	審査委員	本学専攻教授	義江龍一郎	印
	審査委員	本学専攻准教授	吉田 昭仁	印

*教務課で記入

論文審査要旨（2000字程度）

本論文は、降雨時に発現する空力振動現象に関して、降雨と風速および風向の気象特性を考慮して、長期間にわたる累積疲労損傷を評価する手法を、膨大な実験結果および気象特性から空力振動、さらには材料特性に至る広い範囲の評価技術を統合し実現した、精力的な研究をまとめたものである。

大スパン建築物や橋梁でしばしば使用されるケーブル部材は、降雨時の風振動（以下、レインバイブレーション）が非常に大きくなることがある。この場合、長期にわたる疲労損傷の累積が懸念されるが、風速と降水量の同時確率のモデルが確立されていないことや、過去に実施されている風洞実験も、降水量の範囲が限定されているなどの理由で、詳細な検討が行われた事例は極めて少ない。本論文では、降雨を再現できる特殊な風洞実験装置を用いて、ケーブルの傾斜角度、風向、風速、降雨強度について、広い範囲で実験を実施し、ケーブルの風応答振動振幅の性質を明らかにした。また、降雨時のケーブルの風振動を円筒形物体にリブレットが付加された1自由度応答として計算する手法を開発する。以上の風洞実験結果と計算結果に気象観測記録に基づく風向・風速と降水量の同時確率モデルを組み合わせることにより、風-降雨によるケーブルの振動による累積疲労損傷度の評価を行う方法を確立し、耐風設計に導入する方法を明らかにした。

第1章では、研究の社会的背景と目的について述べる。ケーブル構造物の安全性現する空力振動は極めて影響が大きい。社会的背景と過去の研究者による先行研究についてまとめ、本研究の目的を明らかとした。

第2章では、気象データの統計解析について検討された。レインバイブレーションには、構造物建設地点の風向、風速、降雨に関する気象条件が大きく関係するが、従来は風向特性を考慮せずに、風速と降雨等の関係からレインバイブレーションが評価されることがあった。本研究では、風向と風速、降雨の結合確率モデルを構築し、対象地点の気象状況をモデル化する方法を提案した。

第3章では、レインバイブレーションに関する実験的検討が述べられた。実験は石家庄鉄道大学との共同研究として実施された。同大学で開発された降雨と強風を同時に再現し、ケーブルの部分模型に作用させレインバイブレーションを実験室内で再現できる装置が紹介された。実験は径の異なる2種類のケーブルモデルに対して実施された。太径のモデルでは、風速、降雨強度、傾斜角、風向角の諸条件がケーブルの振動に与える影響を目視により把握するために実施された。細径のモデルでは、特に振動が顕著となる実験条件の組み合わせに対して、スクルートン数等の影響について検討された。さらに振動を抑制するための空気力学的対策についても検討された。

論文提出者氏名	Ganesan Vinayaga Murthy
---------	-------------------------

論文審査要旨 (続き)

第 4 章では、レインバイブレーションを再現できる数学モデルが検討された。計算結果は実験結果と比較して検証された。数学モデルは、準定常仮定に基づくギャロッピングモデルを拡張したものであり、レインバイブレーションに特有な降雨によって形成されるリブレットの性質、特にリブレットの相対位置による準定常風力を反映できるように拡張されたものである。この数学モデルは、実験結果を補完する目的で使用される可能性を示した。すなわち実験結果のみでは予測不可能な条件の組み合わせに対して、他の実験条件で検証されたモデルを用いて予測を行うという考え方である。これは、実験条件は時間的にも再現性の観点からも有限の限られた組み合わせに限られるという欠点を補う手法として期待されるものである。

第 5 章では、釣り構造のケーブルにおける剛性とサグ（ケーブルの懸垂による静的たわみ）の重要性について述べられた。固有振動数とモード形状を決定するケーブルの固有振動モデルが提案された。さらに、応答振幅と曲げ応力の関係を 1 次から 3 次までの 3 つのモードについて明らかにされた。梁-線材理論による解析解と数値計算を比較して妥当なことが示された。

第 6 章では、疲労損傷を評価する手法について述べられた。本章では、これまでの確率モデルと、レインバイブレーションの実験結果、ケーブルの振動モデルを総合的に組み合わせ、第 2 章で提案された 3 つの気象諸元の確率モデルがケーブルの疲労損傷から見てどのように影響を与えるかが比較、検討された。

第 7 章では、これまでの章のまとめであり、ケーブルのレインバイブレーションによる疲労損傷に対する評価手法の指針を与えた。

以上の内容をまとめると、本研究は、詳細な検討が行われた事例は極めて少ないレインバイブレーションの組織的な実験条件の組み合わせの膨大なデータを明らかにし、さらに空力振動に関する数学モデルの適用性の可能性も示しつつ、気象条件として風速と降雨量だけではなく、風向に関する情報も考慮するなど、より詳細なデータを扱う計算を行った結果、従来は、評価が困難であったより現実に近い条件でのケーブルの疲労損傷の評価を可能にした。ケーブル構造物の耐風設計に新たな可能性をもたらすもので、耐風設計における学術的、実務的な大きな貢献であると判断される。以上、本論文は博士（工学）の学位論文としての価値があると認められる。