T2R2 東京工業大学リサーチリポジトリ
Tokyo Tech Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Design and Development of Vibration Energy Harvesters using Tuned-Mass Systems for Bridge Structures
著者(和文)	竹谷晃一
Author(English)	Kouichi Takeya
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10481号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐々木 栄一,廣瀬 壮一,WIJEYEWICKREMA ANIL,北詰 昌樹,岩波 光保,小林 裕介
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10481号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

Powered by T2R2 (Tokyo Institute Research Repository)

（博士課程）

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第　　号		学位申請者氏名		竹谷　晃一	
論文審査 審 査 員		氏　名	職　名		氏　名	職　名
	主査	佐々木　栄一	准教授	審査員	岩波　光保	教授
	審査員	廣瀬　壮一	教授		小林　裕介	特定准教授
		Anil C. W.	准教授			
		北詰　昌樹	教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は，「Design and Development of Vibration Energy Harvesters using Tuned-Mass Systems for Bridge Structures（橋梁構造物を対象とした同調質量システムを用いた振動発電デバイスの設計と開発）」と題し，英文により全 7 章からなる．

第 1 章「Introduction（序論）」では，本研究の背景，目的，既往の研究について述べ，本論文の構成について述べている．近年，橋梁構造物の効率的なマネジメント方法の確立を目指して，センサ等を用いた継続的なモニタリングシステムの適用が注目されているが，その運用には継続的な電源確保が課題である．本研究では，その解決策のひとつとして，これまで困難とされた橋梁振動を利用した環境発電技術の確立を目指し，橋梁振動の特徴に対応した効率的な環境振動発電デバイスを開発し，長期運用可能な発電システムを実現することを目的とすることを示している．

第 2 章「Investigation on Characteristics of Electro-Mechanical Systems（電気機械システムの特性評価）」では，低い卓越振動数が特徴である橋梁構造物の振動エネルギーから効率的に発電するため，最適な構造形式として同調質量システムに着目し，従来の単質点系と付加質量を２つ有する二質点系を対象として，振動論的立場から発電性能について比較検討を行っている．検討の結果，二質点系は一質点系に比べより高い環境発電性能を有することを明らかにし，本研究で開発する同調質量発電デバイス（Tuned-Mass Generator: TMG）の構造形式として適することを示している．また，TMG の発電装置部の特徴として，外部抵抗を変化させるだけで減衰性能が容易に調整可能であることを示している．

第 3 章「Proposal of Tuning Design Method（パラメータ設計法の提案）」では，橋梁構造物の卓越振動数の微変動および非定常的な振動特性を考慮し，TMG の機械的特性と発電に起因する電磁気的特性を考慮した数値解析によるパラメータ設計手法について検討している．検討の結果から，発電レベルに加え，発電対象となる振動数範囲も併せて目的関数として導入することで，発電特性の周波数変動に対するロバスト性を確保するとともに高効率発電を実現するパラメータ設計方法を提案している．

第 4 章「Trial Applications of TMG to an Actual Bridge（TMG の実橋梁への適用の試み）」では，TMG のプロトタイプを開発し，実橋梁を対象とした現場適用実験を行うことにより，TMG の実橋梁への適用方法を示すとともに，実際の振動条件下での TMG の発電性能を検証している．検証の結果，これまで困難であった高効率の発電が可能であることを確認するとともに，より小さい振幅の振動に対しても効率的に発電する機構とすることで，TMG の性能を向上できる可能性があることを示している．

第 5 章「Efficiency Enhancement of Power Generators for Energy Harvesting（振動発電を目的とした発電装置の効率化の検討）」では，様々な交通荷重による振幅の異なる振動に対して効率的に発電可能な TMG 発電装置部の構造形式を明らかとするため，有限要素解析により検討している．検討の結果，比較的大きい振動振幅に対する発電性能の安定性と，微小振動に対する発電性能の向上を同時に実現する発電装置の構造形式及びパラメータ決定法を示すとともに，得られた知見に基づいて，より高い発電効率を有する TMG の開発を行っている．

第 6 章「Proposal of Uses of the Developed Energy Harvesting System（開発した環境振動発電システムの活用方法の提案）」では，開発した TMG を用いた橋梁振動発電及び蓄電技術の活用方法として，具体的に橋梁構造物のモニタリングシステムへの運用を提示し，実験により実現性を確認している．

第 7 章「Conclusions（結論）」では，本研究の成果を総括して結論及び今後の課題を示している．

以上要するに，本論文は，橋梁振動を利用した環境発電・蓄電技術を実現するべく，橋梁振動の特徴に対応した構造・特性を有する発電デバイスを開発したものであり，橋梁構造物の継続的モニタリングシステムの構築に大きく寄与するものであり，工学上，工業上貢献するところが大きい．よって，本論文は，博士（工学）の学位論文として十分な価値があると認められる．

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ（T2R2）にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。