

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	鉄道土木構造物における状態情報収集システム設計に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	羽田明生
Author(English)	Akio Hada
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9333号, 授与年月日:2013年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:廣瀬 壮一,樋口 洋一郎,三上 貴正,早川 朋久,佐々木 栄一
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9333号, Conferred date:2013/9/25, 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

## 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		羽田 明生	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	廣瀬 壮一	教授	審査員	佐々木 栄一	准教授
	審査員	樋口 洋一郎	教授			
		三上 貴正	准教授			
		早川 朋久	准教授			

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

土木構造物を継続的に観察するための状態情報収集システムが注目されている。本研究は、鉄道土木構造物を対象とした無線センサネットワーク (WSN: Wireless Sensor Network) を用いた状態情報収集システムと災害時におけるラジコン飛行機を活用した被災情報収集システムの開発を目的としたものであり、「鉄道土木構造物における状態情報収集システムの設計に関する研究」と題し、全6章から構成されている。

第1章「序論」では、鉄道土木構造物の保守管理における状態情報収集の重要性を指摘した後、WSNによる状態情報収集及び災害時における被災情報収集について概説し、本研究の目的と構成を述べている。

第2章「WSNによる状態情報収集システムの設計」では、駅周辺での数十メートルの比較的短い区間におけるWSNによる情報収集を想定し、電池の電力枯渇が発生する度に随時ネットワーク内の電池交換作業が実施でき、インターネットや携帯電話網などの一般の通信手段を利用できる条件で状態情報収集システムの設計を行っている。最初に、リレーの設置数とその設置場所、及び各センサと各リレーにおける送信出力水準 (TPL: Transmission Power Level)、並びに情報伝送ルートを、WSNの設置費用と運用費用の総和が最小となるように決定する問題を提起している。次いで、その問題を数値計画問題として定式化した後、ラグランジアン・ヒューリスティック法に基づく近似最適解法を用いて解いている。実例に即した数値実験によって提案手法の有用性を明らかにしている。

第3章「定期検査周期を考慮した状態情報収集システムの設計」では、駅間の比較的長い区間におけるWSNによる情報収集を想定し、電池交換作業を定期検査に併せて実施するという条件の下で、総費用が最小となるようにWSNを設計するための数値モデルを提案し、実用的な規模のWSNに応用してその適用性を検証している。具体的には、ロンドン地下鉄に設置されたWSNに対して数値モデルを構築し、電池交換作業を定期検査に併せて実施するという条件の下で総費用が最小となるように、TPLの調整、リレーの複数設置、ゲートウェイの複数設置、センシングデータの伝送ルートを同時に決定できることを示し、その有用性を明らかにしている。

第4章「劣通信環境における状態情報収集システムの設計」では、一般の通信手段を利用できない通信環境下に設置されている鉄道土木構造物を対象として、各センサで収集した状態情報を一定期間蓄積しておき、後日それを回収する蓄積搬送型のWSNを想定し、ネットワーク寿命が最長となるようにWSNを設計する問題を数値計画問題として定式化し、メタヒューリスティック法に基づく解法アルゴリズムを提案している。数値実験によってセンサ数が160個以内の場合、相対誤差5%以下の設計案を計算時間300秒以内で求められることを明らかにしている。

第5章「災害時における被災情報収集システムの設計」では、災害発生時に通信インフラに依存することなく安定的に鉄道現場の被災情報を収集するためのシステムとして、ラジコン飛行機を活用した被災情報収集システムを取り上げている。このシステムの設計においては、平常時に各ラジコン飛行機を配置しておく保守区を決定する問題と、災害発生時に各ラジコン飛行機の飛行経路を被災情報収集時間が最小となるように決定する問題が発生することを指摘し、前者の問題に対する解法アルゴリズムを提示した後、それを組み込んだ後者の問題の解法アルゴリズムを提案し、その有用性を実際の鉄道線区を対象とした数値実験により検証している。その結果、被災情報収集地点が340箇所程度の問題であれば、提案する手法により20秒以内で各ラジコン飛行機の飛行経路が決定できることを明らかにしている。

第6章「結論」では、各章で得られた結果を総括して本研究の結論を示すとともに、今後の課題について述べている。

以上要するに、本論文は、鉄道土木構造物を対象とした状態情報収集システムを数値計画問題として定式化して、数値実験によってその有用性を示したものであり、鉄道土木構造物のより効果的な保守管理のための有益な結果を示している。よって、本論文は工学上及び工業上貢献するところが大きく、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。