

論文名： 臨海部に架設された鋼橋維持 管理のための腐食環境と遠隔
モニタリングに関する研究

生産科学研究科 中 忠資

長崎県の地形は離島と半島で構成され長い海岸線を有し、離島と臨海部に多くの橋梁が架設されている。また、日本の南西部に位置し、高温・多湿の気候の上に、夏季の台風や冬季の季節風などの強風により橋梁に飛来塩分が付着し、鋼橋が腐食する厳しい腐食環境にある。離島・臨海部の鋼橋の劣化・腐食の原因を解明し、橋梁の予防保全の維持管理技術を確立することが、長崎県だけでなく日本の離島・臨海部の橋梁の維持管理の緊急の課題となっている。

本研究の目的は、橋梁の適切な維持管理のため、橋梁劣化環境の解明と、遠隔モニタリング技術の開発を行うことにある。具体的には以下 3 点について研究を行う。①長崎県の離島や臨海部に架設された鋼橋に着目し、過去の腐食による損傷事例を調査し、損傷状況を明らかにし、その腐食原因の検討を行う。②臨海部の橋梁に飛来する塩分量や結露の発生状況を調査し、長崎県における臨海部橋梁の腐食環境を解明する。③橋梁の維持管理費の低減と情報の迅速化、共有化および高所での危険作業回避のため、遠隔モニタリングは有効な手段であるため、常時微動による橋梁の損傷診断や、橋梁劣化環境解明のための橋梁マイクロ微気象観測のための携帯電話を使用した遠隔モニタリング技術の開発を行うものである。

本研究では、①まず長崎県の橋梁に関する地理的、歴史的環境および管理の現状を調査し、長崎県における長期的橋梁維持管理の方向性を明確にした。②また 1956 年に架設された万関橋（対馬市）と同じく渡海橋である本郷橋（西海市）の損傷から本県における橋梁の腐食・劣化の進行を考察し、腐食環境について検討した。③さらに長崎市に女神大橋を事例に、鋼橋において腐食の原因となる結露の発生状況を調査し、画像処理により定量化するとともに、本県の臨海部で飛来塩分量の調査を行い、長崎県北部における飛来塩分の特性を示した。④次に橋梁の損傷を振動より予測するために、多次元 ARMA モデルによる高精度の振動特性推定法を提案し、振動特性を自動推定するアルゴリズムを開発した。離島に架設された橋梁群の維持管理（在宅医療）のために、携帯電話ネットワークによる、橋梁常時微動、橋梁マイクロ微気象、橋梁結露に関する遠隔モニタリングシステムを開発し、長崎県内の樺島大橋（長崎市）、万関橋（対馬市）、頭ヶ島大橋（新上五島町）における遠隔計測を実施した。

本研究により日本の南西部に位置する本県の橋梁の地理的環境においては、万関橋や本郷橋の損傷事例から、十分な維持管理がされないと渡海鋼橋の寿命は 40 年程であり、風、雨、日照も腐食に差が生じる要因であることが推測された。さらに、県北部の沿岸部や内陸部に到達する飛来塩分量を調査し、離島や臨海部に位置する橋梁は塩分による腐食環境が厳しいことを確認した。このような臨海部に位置する橋梁の長寿命化には、塩害対策（塩分洗浄・部分重塗装）が必要である。また、橋梁の設置された環境を簡易に低価格で確認するためには、携帯電話による遠隔モニタリング技術が有効であることを確認した。

本論文は次のような構成になっている。

第1章では、研究の背景、本研究の目的及び論文の構成について述べた。

第2章では、長崎県の橋梁維持管理の今後の対策のために、長崎県の橋梁建設と老朽化の現状、長崎県の橋梁を取り巻く自然環境と損傷状況、長崎県の橋梁維持管理の課題について示した。

第3章では、激しく腐食した万関橋と本郷橋の腐食状況とその補修について述べ、万関橋西側の腐食が特に著しかったため、その原因についてアメダスデータなどの気象データや本郷橋と比較を行いながら片側腐食の原因の考察を行った。

第4章では、長崎県臨海部の道路橋腐食環境評価のための飛来塩分特性調査と評価について示した。調査は、西彼杵道路（西海市）、瀬戸中央橋（佐世保市）、(仮)佐々川大橋（北松浦郡佐々町）、鷹島肥前大橋（松浦市）の4事業で行った。

第5章では、女神大橋主桁下面を対象に鋼橋の結露発生状況を明らかにし、結露モニタリングシステムの開発と画像処理による結露発生状況の定量化について述べた。

第6章では、橋梁常時微動から橋梁の損傷を予測するための、多次元ARモデルによる高精度橋梁振動特性推定法を提案し、数値シミュレーションおよび樺島大橋の実橋常時微動計測から、その有効性を確認した。

第7章では、遠隔地に位置する橋梁の維持経費低減および情報の迅速化のため、移動体通信による橋梁多点振動計測データの遠隔モニタリングと橋梁気象環境遠隔モニタリングのシステムを開発するとともに、離島橋梁での現場実験により長崎県の離島橋梁の携帯電話による遠隔モニタリングの有効性を確認した。

第8章では、第2章から第7章で述べた結果に基づいて結論を述べた。