
橋梁のインテリジェント化と耐震安全性の
スマートモニタリング技術の開発

(研究課題番号 13650516)

平成13年度～平成14年度科学研究費補助金（基盤研究（C）（2））

研究成果報告書



00008668475

平成15年4月

研究代表者 大島 俊之
(北見工業大学工学部教授)

515
0 77

00008668475

北見工業大学

官庁刊行物

まえがき

本研究は平成13年度および平成14年度文部科学省科学研究費（基盤研究（C）（2） 橋梁のインテリジェント化と耐震安全性のスマートモニタリング技術の開発 課題番号13650516 研究代表者 大島俊之 交付金350万円）により、平成13～14年度に行った研究成果をとりまとめたものである。本研究の遂行に当たり装置の開発、実験の実施、研究調査及び結果の解析評価において、多くの方々の御協力を頂きました。ここに深く感謝申し上げます。

目次

I. 研究の概要

1. 科学研究費の概要 1
2. 研究成果 2

II. 研究発表

1. Application of Intelligent Monitoring System to Bridge Health Diagnosis 7
2. 橋梁健全度評価に用いる評価方法の検討と影響要因の解析 17
3. 橋梁各部材の資産的評価と橋梁健全度指数の解析 35
4. 連続トラス橋の桁端衝突応答解析と緩衝材の効果に関する検討 49
5. 橋梁端部周辺に着目した大地震時水平衝突応答解析 61
6. 拡張カルマンフィルタによる剛結部損傷を有する2層ラーメン構造の解析 69
7. 局部振動加振による鋼構造部材の損傷検出に関する研究 73
8. 局部振動による鋼材接合部の損傷評価に関する研究 77
9. GPSを用いた橋梁健全度モニタリング 87

I. 研究の概要

1. 科学研究費の概要

研究種目

平成13年度および平成15年度文部省科学研究費補助金基盤研究(C)(2)

研究課題

橋梁のインテリジェント化と耐震安全性のスマートモニタリング技術の開発

課題番号

13650516

研究組織

研究代表者

大島俊之 (北見工業大学工学部教授)

研究分担者

三上修一 (北見工業大学工学部助教授)

山崎智之 (北見工業大学工学部助手)

研究経費

平成13年度	1,700千円
平成14年度	1,800千円
計	3,500千円

2. 研究成果

本研究によって得られた結果をまとめると以下ようになる。

- (1) 橋梁構造をインテリジェント化するため、構造内部に光ファイバーセンサー（FBG）およびひずみゲージを配置するとともに、橋梁に変位、加速度を測定できるセンサーを配置していずれもワイヤレスの遠隔操作によりデータを取得できることを実証した。
- (2) 免震橋梁は場合によって、長周期化して作用地震力を抑える設計をする。このとき大地震時に橋梁の上部工移動が遊間を上回ると橋壁と衝突する。落橋防止構造を備えていない場合には落橋にいたる場合も想定される。耐震安全性を確保するため、橋梁端部における緩衝材の配置の検討や、連続曲線橋に2方向完全免震のLRB（鉛プラグ入り免震支承、Lead Rubber Bearing）を配置した実橋設計などの検討を実施して、良い結果が得られた。また、トラス橋や連続桁橋などの地震時非線形応答解析から得られた結果をまとめると以下ようになる。
 - (ア) 上部構造が直接橋台に衝突した場合、大きな加速度で衝突する。このとき緩衝材を設置することにより衝突力を小さくすることができる。
 - (イ) 橋台背面地盤の影響を考慮することで橋台の変位が抑えられる。このため衝突力が増加する傾向が非線形応答解析からわかった。
- (3) GPSセンサーを用いた橋梁の健全度モニタリングを実証するため、歩道つり橋と連続桁橋にGPSセンサーを設置して測定精度、障害物の影響などを検証した。その結果をまとめると以下ようになる。
 - (ア) 地震時に橋梁などのライフラインが大変形による危険な状態を1cmの精度で測定することが可能であることがわかった。
 - (イ) 受信衛星の数によって測定精度に大きく影響することがわかった。
 - (ウ) GPS固定局を利用すると精度の高い三次元座標の測定が可能であることがわかった。しかし、固定局の設置が全国的にまだ不十分であり今後整備を進める必要がある。

- (4) 圧電アクチュエータを用いた実橋構造の欠陥検出システムを開発した。圧電アクチュエータで構造を局部加振するとともに、その加速度応答を計測して、振動応答の変化から構造欠陥を検出でき、構造健全度モニタリングに利用できることを示した。
- (ア) 拡張カルマンフィルタによる剛結部損傷の評価手法を示した。
 - (イ) 局部加振による鋼構造部材の損傷検出のために損傷をボルト弛緩で表した場合、弛緩状態によって比較高次の固有振動数に変化がみられ、さらに減衰定数の変化も確認された。この変化を欠陥検出に用いることで局部的な欠陥を本手法で検出できることを示した。
 - (ウ) 固有振動数や減衰定数を同定するための最適化手法に GA（遺伝的アルゴリズム）を用いて損傷同定することが可能であることを示した。
- (5) 橋梁健全度評価システム BMS (Bridge Management System) のための影響因子や橋梁健全度指数の検討を行った。
- (6) 携帯端末を活用した橋梁点検支援システムにより遠隔操作によるモニタリング技術を開発した。

II 研究発表

1. T. Oshima, S. Mikami, T. Yamazaki, M. Sato: Application of Intelligent Monitoring System to Bridge Health Diagnosis, Structural Health Monitoring Workshop, ISIS2002, pp.309-317, 2002, Canada
2. 大島俊之、三上修一、山崎智之、丹波郁恵：橋梁健全度評価に用いる評価方法の検討と影響要因の解析、土木学会論文集、No. 675-/I-55、pp. 201-217、2001. 4
3. 大島俊之、三上修一、丹波郁恵、佐々木聡、池田憲二：橋梁各部材の資産的評価と橋梁健全度指数の解析、土木学会論文集、No. 703-/I-59、pp. 53-65、2002. 4
4. 大島俊之、小倉裕介、三上修一：連続トラス橋の桁端衝突応答解析と緩衝材の効果に関する検討、構造工学論文集、Vol. 48. A、pp. 607-618、2002. 3.
5. 大島俊之、三上修一、小倉裕介、他：橋梁端部周辺に着目した大地震時水平衝突応答解析、応用力学論文集、Vol. 5、pp. 519-526、2002. 8.
6. 成田美和子、大島俊之、三上修一、山崎智之：拡張カルマンフィルタによる剛結部損傷を有する2層ラーメン構造の解析、土木学会北海道支部論文集、第58号、pp. 236-239、2002. 2.
7. 大西功基、大島俊之、他：局部振動加振による鋼構造部材の損傷検出に関する研究、土木学会北海道支部論文集、第58号、pp. 232-235、2002. 2.
8. 山崎智之、大島俊之、大西功基、三上修一：局部振動による鋼材接合部の損傷評価に関する研究、応用力学論文集、Vol. 5、pp. 837-846、2002. 8.
9. 木村保崇、大島俊之、三上修一、山崎智之、村上新一：GPSを用いた橋梁健全度モニタリング、土木学会北海道支部論文集、第59号、pp. 108-111、2003. 1.