

I-A205 構造物維持管理のためのワイヤレスモニタリングシステムの開発

北見工大 正会員 三上修一 北見工大 F会員 大島俊之
北見工大大学院 学生員 ムハマドS ラーマン 北見工大 正会員 山崎智之

1. はじめに

構造物の機能を長年に渡って維持するためには、十分な維持管理体制が必要であることが言われている。また、長期間に渡る維持管理のためにモニタリング技術の確立が重要となっている。モニタリングの必要性が高まる中で、これまでの重要な構造物には地震時の地震時挙動や動態観測を行うために、加速時計、変位計などのセンサーを備えものが見られた。さらに一步進んで GPS による動態観測や維持管理に必要なセンサーを取り付けたインテリジェント化した構造物が必要となる。

構造物のモニタリングにおけるデータ収集方法は記録媒体に保存して ISDN 専用回線を利用して収集する方法が主である。しかしこのためには設置工事が必要でありある程度の設備が必要であった。しかし最近の情報通信技術の進歩に伴い携帯電話やPHS電話機などの移動通信機器が急速に発展しており、またインターネット網の拡張も急速であることからこれら新しい環境を利用したデータ収集システムの構築が容易に出来るようになってきている。本研究では、光ファイバーセンサーによるひずみ・変位測定システムを用いて疲労亀裂の進展状況をモニタリングするためのシステムを構築し、遠隔測定が可能なようにワイヤレス化を試みその測定上の問題点を検討する。

2. 構造物維持管理のためのモニタリング

モニタリング技術は、地震直後の短期的なモニタリングと、経年的な破壊の進行を監視する長期的なモニタリングに大別することが出来る。また、補修工法の選択が適切に行われなかった場合には構造物の寿命を著しく短くしてしまう例も見られる。供用中の構造物各部材に対して適確な健全度の評価を行い、その構造物の健全度の総合的な評価を必要とする。さらに得られた構造物の劣化度が許容値を超える場合には損傷の程度に応じて適切な補修設計することとなる。この場合経済性を考慮すると土木構造物の機能を長年に渡ってある程度の欠陥の存在は許容して、その欠陥を精度良く評価し、破壊力学を応用してその構造物部材の健全度をあるレベル以下に低下させずに所定期間その機能を保持するような維持管理システムを構築すること必要がある。これまで管理システムの設置例として地震時の挙動を記録するためのシステムがある。橋梁のモニタリングの例としてカナダのテラー橋ではCFRPコンクリートの内部に光ファイバーセンサーを埋め込んで桁や床板に対する通過交通の影響などを電話回線を使ってモニタリングしている¹⁾。このように維持管理のために構造物にセンサーを埋め込んで管理する「スマートブリッジ」、「スマートストラクチャ」の研究が盛んに行われている^{1),2)}。

3. ワイヤレスモニタリングシステム

モニタリングを行う場合測定結果を解析する施設まで定期的に又は必要に応じて送信する必要がある。この場合一般的には電話回線を使うことになる。信頼性などの関係から ISDN の専用回線を設置する場合がほとんどである。しかし、モニタリングを行う場所が市街地から離れている場合には大がかりな工事が必要となる。これに対して維持管理のためのモニタリングを行う場合構造物の補修を開始するまでの限られた期間のモニタリングや補修後の経過を管理するためのモニタリングの場合にはそれほど長期間ではないため、簡易的にモニタリング機器が設置できることが望まれる。現在では通信技術の発達に伴い携帯電話やPHS等の移動通信機器が発達しその通信範囲が拡大している³⁾。これらの通信機器を利用してワイヤレスで測定データを測定現場から管理施設へ転送することができる。また利用範囲が広がっているインターネット網のアクセスポイントを有効に利用することによって比較的低価格でモニタリ

キーワード：維持管理、リモートモニタリング、ワイヤレス、光ファイバーセンサー

連絡先：〒090-8507 北海道北見市公園町165番地 Tel (0157) 26-9471 Fax (0157) 23-9408

ングシステムを構築することが出来る。本研究では、実験測定用のリモートコンピュータと監視用のホストコンピュータを図1のようにインターネット経由で接続した状態で、監視用コンピュータから測定用のコンピュータをリモート・コントロールできる Windows95 アプリケーション LAPLINK（インターコム社）を用いて、遠隔測定する実験を行った。

4. ワイヤレスモニタリングシステムを使った測定

モニタリングは写真1のような切欠を有するY型供試体の疲労試験（繰返し載荷サイクル1Hz、最大荷重 5KN、最小荷重 1KN）を行い切欠先端から2mm離れた位置で光ファイバーセンサーを貼りつけて絶対変位の測定を行った。測定装置は AFSS-PC（F&S 社）で光ファイバーセンサーのサンプリング間隔を 5Hz でデータを保存するように設定し、疲労試験中の絶対変位の変化を記録した。この記録されたファイルから一定時間間隔で絶対変位の最大値と最小値を監視するプログラムを用いて異常な絶対変位の発生を監視する。図2はモニタリングデータ監視プログラムのパネル画面と監視ファイル設定パネルである。この操作は LAPLINK を使ってリモートで設定することが出来る。この結果を一定間隔でホストコンピュータに取り込んで結果を表示したのが図3である。PM12:10の測定開始から翌日の AM11:10 までの 11 時間の測定結果で、縦軸は最大絶対変位（初期値 55 μ m）を表す。

5. まとめ

本研究では、インターネット経由のリモートモニタリングによる測定結果を紹介したが、現在、携帯電話を用いたワイヤレスモニタリングのテスト中である。これらの結果については当日発表の予定である。また、今回測定したモニタリングは最大で18時間程度であったが、長期間に渡る測定によって測定システムに発生する問題点を検討する必要もある。本研究を進めるに当たりシステム開発のアドバイスをいただいた NTTDoCoMo（株）平間和夫氏、プログラム開発に協力していただいた北海道電子機器（株）柏谷昇氏に感謝致します。本研究は平成10年度文部省科学研究補助金（代表山崎智之）によって実施したもの的一部分でありますここに感謝致します。

参考文献

- 1) Sami Rizkalla, Emile Shehata, Amr Abdelraman, Gamil Tadros "The New Generation- Design and Construction of a highway bridge with CFRP", ACI's Concrete International, 1998.6.
- 2) Michael L. Slaven "The Bridge of the Future-Use of Smart Technology in Bridge Engineering", The University of South Florida Honors Program, 1997.
- 3) 平間和夫他：連続衝撃測定センサー用データ転送システムの開発、土木学会北海道支部論文報告集、Vol.55(A)、1999.2.

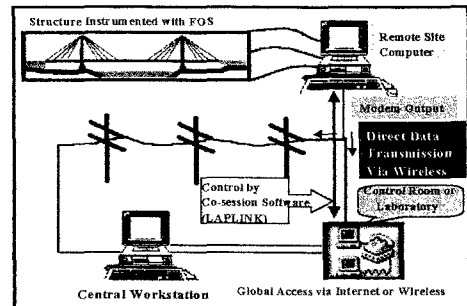


図1 リモートモニタリングシステム

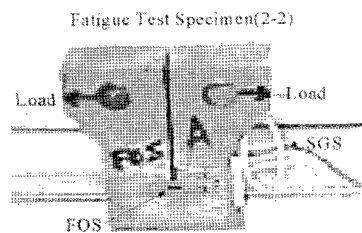


写真1 供試体 2-2

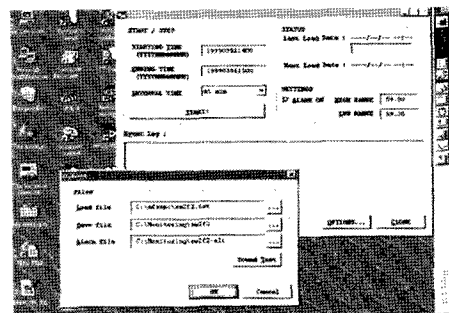


図2 モニタリングデータ監視プログラム

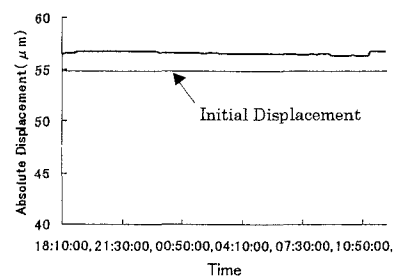


図3 測定結果