無線通信を用いた構造物全体系の強震モニタリングシステムの構築

国土技術政策総合研究所 道路地震防災研究室 正会員 〇石井 洋輔, 大道 一歩, 片岡 正次郎

1. はじめに

国土技術政策総合研究所(以下「国総研」という.)では、土木構造物の耐震設計基準の合理化・高度化及 び地震時挙動の解明を目的として、昭和 33 年から地震時挙動の観測を実施している.従来は、土木構造物の 地震時挙動観測をコスト等の理由により一つの構造物あたり 3 箇所程度で行っていた¹⁾.得られた観測記録に よる構造物の地震時挙動の分析も踏まえ、実地震時の被害の状態に照らして包括的に耐震設計法の妥当性を検 証してきたところだが、新たな構造形式の開発などを想定すると、部材毎の減衰特性等やその構造物全体の挙 動との関係も精度良く把握することが必要と考えられる.

近年では、MEMS 式の加速度計などの小型かつ安価な計測機器や無線通信技術が高度化されており、従前 は簡単に実現できなかった観測システムの構築が期待できる.しかし、これらの新技術は、屋外での通信技術 や電源の確保など、運用面での検証が不十分であることが課題であった.構造物の地震時挙動観測は実施され ている^{例えば2)}ものの、MEMS 式の加速度計や無線通信技術を用いている例は多く見られない.そのため国総研 では、これらの新技術の適用性を検証し、新技術を活用して構造物全体系の挙動を観測できるシステム(以下 「強震モニタリングシステム」という.)の構築を進めている.本稿では、国総研で構築した強震モニタリン グシステムを紹介する.

2. 強震モニタリングシステムの構成

(1)強震モニタリングシステムの概要

構築した強震モニタリングシステムの構成を図-1 に示す.また,強震モニタリングシステムを高架橋 に設置した事例を図-2に示す.観測記録は,リアル タイムの連続記録として現地の受信機に無線通信で 集約され,受信機から強震モニタリングシステムの クラウドサーバに送信される.クラウドサーバでは 得られた記録から橋の挙動等が自動で計算され,執 務室の PC からサーバにアクセスすることで計算結 果を確認することができる.

本研究で構築した強震モニタリングシステムは,

 ボータ伝送 (リレー方式)
 グロック伝送
 パッテリー

 地表の 加速度計(センサ)
 クラウドサーバ (データ保存・管理)

 現地観測局合 度信アンテナ
 インターネット

 現地観測局合 度信変
 秋務室

 現地観測局合 度信変

図-1 強震モニタリングシステム構成図

観測記録が無線通信で回収可能のため、配線等の設計・設置を実施する必要がない. さらに、センサが小型に なったことにより、検査路を用いて磁石や接着剤で取り付けることができ、設置作業が簡易であることが挙げ られる.強震モニタリングシステムを構築するそれぞれの加速度計は、バッテリーで稼働しており、屋外での 電気の確保が容易である.

(2)無線通信の概要

すべてのセンサから受信機に直接データを送信するのではなく、近いセンサをいくつか経由(リレー)してデ ータ伝送する方法を採用した.これにより長距離データ伝送を行わないため,高精度の920MHz帯を利用でき, 送信出力を下げることが可能で,センサの省電力化が期待できる.また、無線通信の距離が短くなるため,周 辺への電波障害の懸念も軽減される.

キーワード 地震観測,無線通信,強震モニタリング

連絡先 〒305-0804 つくば市旭1 国土技術政策総合研究所 道路地震防災研究室 TEL:029-864-3245



図-3 計測された記録

3. 自動計算システム

観測記録は,リアルタイムでの連続記録として保存している.地震発生時には,観測記録をイベントとして, 波形切り出しを自動で実施し,観測記録を準リアルタイムで計測震度,応答スペクトル,フーリエスペクトル, 地盤と構造物の部位との伝達関数を算出する.また,地盤の間隙水圧計も設置することを想定しており,準リ アルタイムで過剰間隙水圧を計算できる.観測された波形の計算結果を図-3に示す.

4. 今後の予定

強震モニタリングシステムで得られた全国の様々な形式の橋の地震時挙動記録を分析し,橋の地震時挙動の 検証を行う.さらに,強震モニタリングに加えて,強震時や被害発生時に観測結果から被害内容を検知する「即 時被害検知機能」の検証を行う予定である.

参考文献

1)石井洋輔, 片岡正次郎: 道路橋における強震観測の耐震設計基準への貢献と今後の展望, 第20回性能に基づく橋 梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集, pp. 263~270, 2017.7

2)例えば、山本泰幹、藤野陽三、矢部正明:地震観測された長大吊構造系橋梁の動的特性と動的解析モデルによる 再現性、土木学会論文集 A, Vol. 65, No. 3, pp. 738-757, 2009.