鉄道高架橋の地震時不同変位の直接計測のための高密度地震観測システムの構築

鉄道総合技術研究所 正

- 正会員 〇坂井 公俊,本山 紘希,室野 剛隆 東京工業大学 正会員 盛川 仁 エーラボ 正会員 荒木 正之
 - 西武鉄道 正会員 浦口 尚貴

1. **はじめに** 鉄道構造物の耐震設計は数値解析によって実施されている¹⁾ものの,各解析結果が有する精度 や信頼性については明確に評価,把握ができていない現状がある.また,車両の走行性に大きな影響を与える 可能性がある地震時の角折れ,目違いの大きさを実構造物,実地震に対して計測した例はほぼ皆無である.そ こで,観測記録のみから連続する構造物の地震時挙動を詳細に分析することを目的とした,地中 - 地表 - 高架 橋群の高密度地震観測システムを構築した.本システムの大きな特徴としては,連続する高架橋群に対して高 密度に同時地震観測を実施することで,角折れ,目違い量の直接計測を可能としている点が挙げられる.

2. 高密度地震観測システムの構築

(1) 計測システム,データ取得方法の決定</u>構造物の角折れ,目違いを評価するためには,低振動数を含む広帯域で高分解能かつ高サンプリングの計測が要求される.そこで,地震計としては,Nanometrics 社製の Titan 加速度計を用いることとした.さらにデータロガーとしても,200Hz でデータ取得を行った上で,見かけ上32bit 出力(実用ダイナミックレンジが29bit (170dB以上)相当)が可能という極めて高い性能を持ったシステム²⁾を用いることとした.地震計とデータロガーの概観を図1に示す.



図1 地震計とデータロガーの概観

データ取得方法としては、列車走行下での計測という条件を勘案し、トリガーによるデータ選別は実施せず、 全時刻の取得を実施することとした.この常時多点データ取得を実現するために、観測小屋を設置しハードデ ィスクにデータを直接蓄積することとした.また、地震計・データロガーから観測小屋までの伝送経路として、 LAN を用いたシステムを構築した.さらにデータロガー内で1000Hz サンプリングを行い、観測小屋の PC の NTP サーバーによる時刻同期で200Hz にデシメーションをすることで、高精度の時刻同期を実現した.

(2) 地震観測システムの構築 観測を実施する対象構造物としては,鉄道において一般的に採用されているラ ーメン高架橋とした.また,角折れ,目違いの計測も目的としているため,構造条件が変化している箇所を含 むように観測箇所を設定した.具体的には,西武池袋線の高架橋において観測システムの設置を行うこととし, 図2に示す地中 - 地表 - 連続した4スパンの高架橋を対象として計10箇所に地震計の設置を行った.設置状 況の写真を図3に示す.

3. 地震観測システムによる計測状況

(1) 収録された地震記録の例 構築した地震観測シス テムによる記録の例として 2013 年 3 月 2 日 1 時 35 分 に発生した M4.8 の地震で得られた記録を図 4 に示す. これより,地中~地表~構造物上に地震動が伝わるに 従い,振幅が大きくなっていることが分かる.また, 1gal 程度の地震記録であってもノイズに埋もれること



なく計測できている. さらにこれらの記録から, 振動数 0.15Hz 程度の非常に低い振動数であっても SN 比を 確保できていることは確認済である.

また、本システムは常時計測を実施しており、列車振動や常時振動も計測している.そこで、これらの記録の キーワード 高密度地震観測システム、ラーメン高架橋、角折れ・目違い

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 耐震構造 TEL042-573-7394

-081



図3 地震観測システムの構築状況

例を図5に示す.これらの記録を用いることで,列車通過に伴う地盤震動伝播問題や,常時微動を利用した各 種特性評価手法の開発に活用が期待される.

(2)構造物の不同変位の評価例 図4の観測記録を用いて、構造物の不動変位の評価を実施した.構造物間の 角折れの時刻歴波形を図6に示す.角折れの時刻歴波形より、各ラーメン高架橋間の桁両端部における角折れ (例えば S02 と S03 における角折れ)は、ほぼ正負対象の形状を示しているとともに、その特性は構造物毎

に大きく異なっていることが分かる.今回は非常に小さな地震における評価結果であるが、今後はより大きな 規模の地震観測記録に対して同様の検討を行い、地震時不

同変位の直接評価を行う予定である.

4. まとめ 今回構築したシステムは,地中~地表~連続 する高架上の振動を高精度に常時計測するものであり,常 時微動,列車振動に伴う振動伝達問題などにも展開が期待 される.またシステム構築後に発生した約 200 個の地震観 測記録をデータベース化済である.今後はこれらの計測デ ータに基づき,地盤,構造物の振動特性評価と各種解析手 法の検証を行う.

参考文献 1) (公財)鉄道総合技術研究所:鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計,2012.2) 荒木正之,盛川仁ほか, 日本地震工学会論文集,Vol.11,No.3,2011. c







