

I-468 総合地震防災システムのための常時微動を用いた鉄道沿線地盤および構造物の震動特性調査

（財）鉄道総合技術研究所 正員 中村 豊

1. はじめに

現在、首都圏のＪＲ線を具体的な対象にした総合地震防災システムの構築を進めている。すなわち、被害地震の発生をいち早く検知し、警報を出すことができるシステム（ユレダス）の首都圏への展開や、このユレダスによる発生地震の諸元（規模、震央、深さなど）の推定結果を受けて、被害発生の可能性が大きい場所、予想される被害の程度などを自動的に推定し表示する復旧支援システムの開発などを行っている。このプロジェクトは、62年度から65年度までの4年計画で進行中である。

復旧支援システムは事前の調査データを有効に利用するものであり、的確な調査が非常に重要となる。そこで、首都近郊区間内のＪＲ線沿線の地盤および構造物について調査を行っている。調査としては、既存資料の収集整理などのほか、過去の地震による被害箇所の特定制と被害分析などを行っている。今回は在来線が主な対象となるため、既存資料の不足が予測された。このため、震動特性については、既存資料に基づく推定ではなく、常時微動を用いた実測を行うこととした。ここでは、常時微動の測定による沿線地盤と構造物の震動特性調査について報告する。

2. 調査方法

首都近郊区間のＪＲ線の延長は約1500kmある。これを4年で測定するのであるから、年平均約400kmの調査測定を行わねばならない。深夜行う通常の常時微動の測定を行っていたのでは、莫大な経費と長い期間が必要となる。そこで、文献¹⁾の方法(1986)を用いて表層地盤の増幅特性を推定することとし、測定機械としては、PIC86²⁾を改良したPIC87を用い、測定は昼間、電車の間合いの比較的静かな時に行うこととした。PIC87は、本体14kgの重量で、合計6成分の波形を測定記録することができ、内蔵電池により8時間の連続使用が可能になっている。センサーからの信号は直ちにデジタル化され、波形表示される。観測波形が満足なものと確認されれば、3.5インチのフロッピーディスクに記録される。これにより、測定の失敗で収録波形が使い物にならないといった事態が避けられる。図1にPIC87の外観写真を示す。

また、構造物の震動特性を把握するために、構造物の上でも地表面と同時に線路方向、線路直角方向および上下方向の常時微動を計測した。線路沿線の地震動特性をきめ細かく把握するために100m間隔で測定を実施していくことを原則とした。トンネルの坑口では必ず測定するがトンネル内では測定していない。なお、構造物上の測定点はいずれも構造物の端に設定されている。測定波形は100Hzサンプリングで各成分（4096個約40秒）のデータとして記録される。これを各測点3回ずつ実施した。図2に測定状況を示す。図3は62年度調査した線区を示したものである。

測定波形については、その中頃10秒間のフーリエスペクトル分析を行った。その際、ハニングウィンドウを5回かけた。表層地盤



図-1 PIC 87の外観写真



図-2 常時微動の測定状況

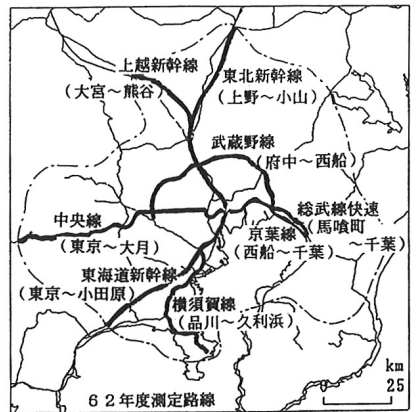


図-3 62年度調査線区

の伝達関数（振幅増幅特性曲線）は、文献¹⁾の方法に従い、地表面の水平2方向成分のフーリエスペクトルを上下方向のフーリエスペクトルで除すことによって推定した。また、構造物の伝達関数については、構造物の上と下での測定結果のそれぞれ対応する成分同士のフーリエスペクトルの比をとることで推定した。

3. 調査結果

調査結果は、図4に示すように、水平1/2,500、上下1/400の縮尺で約2km分ずつを図化した。図4の例は飯田橋付近のものである。一番上は文献¹⁾の方法により推定された表層地盤の振幅増幅特性曲線を各地点毎に示したものである。その下の図は、最も卓越する振動数 F (Hz)とそのときの増幅倍率 A (倍)を示したものである。さらに、その下3行は、上から構造物区分(盛土: M、切り取り: K、橋: B、など)、地盤区分³⁾および地形区分をそれぞれ示している。その下は線路縦断、一番下は線路平面を示す。

図の左側は河谷低地上を線路が走っているところで、右側は過去の埋め土(ローム)で十分締まっていると考えられる部分を切り取りあるいは片切り片盛りで線路が走っている。常時微動測定に基づいて推定された振幅増幅特性曲線は、これらの状況によく対応している。すなわち、左側の沖積低地部分では、2Hz程度と比較的低い振動数が卓越し、その増幅倍率も6倍～10倍とかなり大きいものに対して、右側部分では、3Hz前後が卓越するけれどもその倍率は1倍～2倍と小さく、右側の地盤の方がより堅固であることを示している。

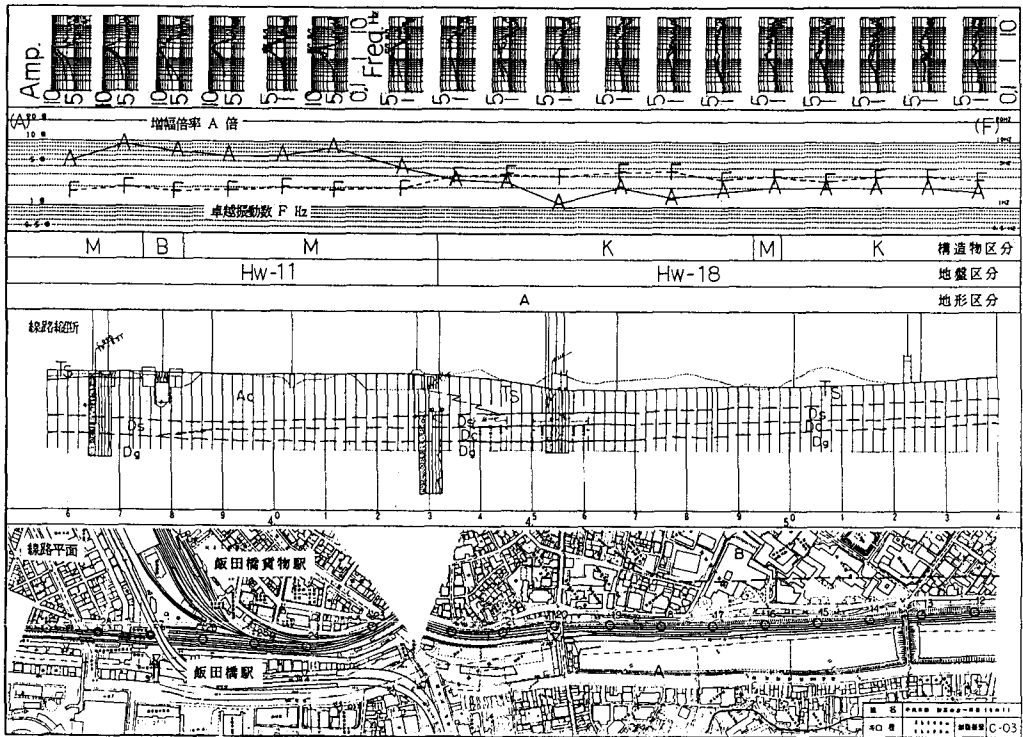


図-4 調査結果の一例

4. まとめ

以上、地震防災システム構築に関連して行っている鉄道沿線の地盤及び構造物の地震動特性調査の概要を述べた。表層地盤の震動特性は、昼間に行った常時微動の測定結果から文献¹⁾の方法により的確に推定できることが再確認された。もちろん、この方法にも適用限界はあるはずであるが、これについては調査データの詳細な分析を行って明らかにすることとしたい。このような調査を継続して実施し、鉄道沿線の地震動特性を的確に把握するとともに、地盤や構造物の振動破壊特性について研究を進めることにより、地震時の災害発生を的確に予測できるような防災システムの構築に結び付けていきたいと考えている。調査結果の詳細については別途報告したい。

文献1) 中村: 常時微動計測に基づく表層地盤の地震動特性の推定、鉄道総研報告1988年4月号

2) 中村・小島・新谷: 携行型振動計測器P I Cの開発、第42回年次学術、1987年

3) 阿部・涌井・中村: 大規模地震に対する鉄道沿線の地震動予測、鉄道技術研究報告No. 1216、1982年

4) 中村・渡辺: 常時微動を用いた盛土の振動特性の推定、第43回年次学術、1988年