

地盤振動予測のためのニューラルネットワークを用いた地盤定数簡易推定法

神戸大学工学部 正会員 ○山本 和宏

福岡市 正会員 諫山 信一

神戸大学工学部 正会員 北村 泰寿

神戸大学大学院 学生員 大国 晃之

1. はじめに

道路交通振動等の予測において、簡単な数値計算や簡易式によって地盤振動を予測する場合、地盤定数の推定も簡単に実施できる方法が望まれる。この点、従来の探査技術や地盤定数の評価法は実用レベルの簡便さが無い。そこで、実地盤を半無限粘弾性体に近似化し、ニューラルネットワークを用いて地盤定数を評価する方法を提案し、数値解析によって、その有用性を確かめた¹⁾。本研究では、実用化にあたり、落錘方式の加振装置を試作し、この加振力に対して構築したニューラルネットワークの実地盤への適用性を調べた。

2. 推定法の実地盤への応用

実地盤への適用に際しては地表面を加振する装置が必要となる。本研究で用いる装置は、可搬性・簡便性、加振力の再現性、孤立した加振力波形、加振力の振動数成分の調整が可能（最高振動数：約 50Hz）等が求められる。これらの条件を満たすため、図-1 に示すような重錘落下方式の加振装置を試作した。装置の総質量は 30kg 程度で、重錘の落下高さを一定にすることで、安定した加振力を得ることができる。また、重錘と地盤の間にバネを介することで、孤立した加振力波形を得るとともに、衝撃継続時間を調整することができる。また、バネの固有振動数を調節することで、サージ波の影響を取り除いた²⁾。

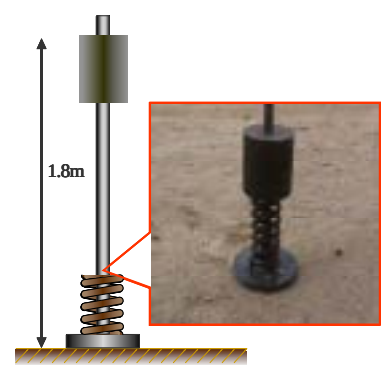


図-1 加振装置の概略図

校内のグラウンドとポートアイランドの2ヶ所において、落錘加振装置を用いた現場測定を行った。振源距離が 4, 8, 12m の3測点において、落錘加振によって発生する地盤振動の鉛直変位を同時測定した。また、ロードセルで加振力も測定した。

校内のグラウンドとポートアイランドの2ヶ所において、落錘加振装置を用いた現場測定を行った。振源距離が 4, 8, 12m の3測点において、落錘加振によって発生する地盤振動の鉛直変位を同時測定した。また、ロードセルで加振力も測定した。

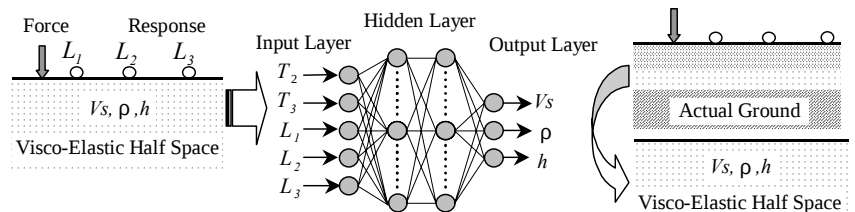


図-2 手法の概要

3. 地盤定数の推定

3.1 ニューラルネットワークの構築

手法の概要を図-2 に示す。実測加振力を半無限粘弾性体の表面に作用させ、数値計算によりニューラルネットワークの学習教師データを得る。地盤のせん断波速度 V_s 、密度 ρ 、減衰定数 h を学習パラメータとし、振源距離が 4, 8, 12m の3測点における鉛直変位の計算波形から振幅のピーク値 L_1, L_2, L_3 および $L_1 - L_2, L_2 - L_3$ 間の時間差 T_2, T_3 をそれぞれ求める。学習教師データにおいて、各パラメータのサンプル個数の比率は、変位応答に及ぼす影響を考慮して決定した。表-1 に示すように、Case1 と Case2

表-1 学習データの範囲および間隔

	学習 パラメータ	学習範囲		学習間隔
		-1	-2	
Case1	V_s (m/s)	100 ~ 300	200 ~ 400	20
	ρ (kN/m ³)	11.77 ~ 23.54		1.96
	h (%)	1.0 ~ 9.0		2.0
Case2	V_s (m/s)	100 ~ 300	200 ~ 400	40
	ρ (kN/m ³)	11.77 ~ 23.54		3.92
	h (%)	1.0 ~ 9.0		4.0
Case3	V_s (m/s)	100 ~ 300	200 ~ 400	不等間隔
	ρ (kN/m ³)	11.77 ~ 23.54		不等間隔
	h (%)	1.0 ~ 9.0		4.0

キーワード 地盤振動, ニューラルネットワーク, 落錘加振装置, 半無限粘弾性体, 地盤定数推定

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学工学部建設学科 TEL 078-803-6274

は学習間隔を等間隔とし、Case1の方が細かいステップとなるようにした。また、Case3は h 以外の学習パラメータを不等間隔としている。各ケースの-1は V_S の学習範囲を100～300(m/s)とし、-2は200～400(m/s)を示す。これらの学習データの条件において L_1, L_2, L_3, T_2, T_3 を入力、 V_S, ρ, h を出力とする学習教師データを用いて、ニューラルネットワークを構築した。

3.2 推定結果

実測波形から L_1, L_2, L_3, T_2, T_3 を読み取り、構築済みのニューラルネットワークに入力すれば、実地盤を半無限粘弾性体に模擬したときの地盤定数 V_S, ρ, h が推定できる。図-3、図-4は、各サイトにおける実測変位波形と推定値を用いて計算した半無限粘弾性体の変位波形を示したものである。校内グラウンドでは、 V_S の学習範囲を変化させても明確な違いは見られない。しかし、ポートアイランドではCase1を除いて、 V_S の学習範囲を200～400(m/s)とした方が精度良く推定できている。これは、校内グラウンドの推定した V_S はどちらの学習範囲にも含まれているが、ポートアイランドの V_S は300(m/s)を少し超えていたためであると考えられる。また、Case1の推定精度が向上しない原因は、学習間隔を細かくしすぎて学習教師データ数が多くなり、学習過多となったためと思われる。Case2とCase3の差はほとんどなく、学習間隔より学習範囲の方が重要になると考えられる。

4. おわりに

試作した落錘加振装置は必要とする加振力の条件を満たしており、提案手法の実地盤への応用結果は概ね良好で、実務に適用できる可能性を有することが分かった。また、ニューラルネットワークの学習データは学習時間に関わるので、学習範囲を適当に設定する必要があることがわかった。

参考文献

- 1) 牛垣・北村:ニューラルネットワークによる地盤振動予測のための地盤定数同定,第50回理論応用力学講演会,2001.
- 2) 北村・諫山・山本:振動予測に用いる地盤定数推定のための落錘加振装置の試作と適用結果,日本騒音制御工学会平成15年度春季研究発表講演会,2003.

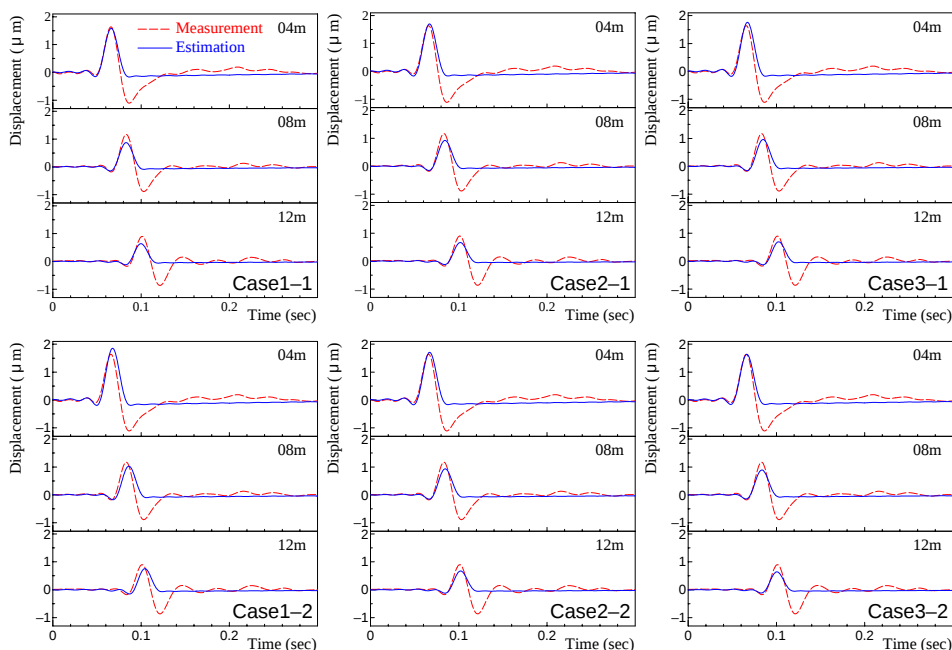


図-3 校内グラウンド

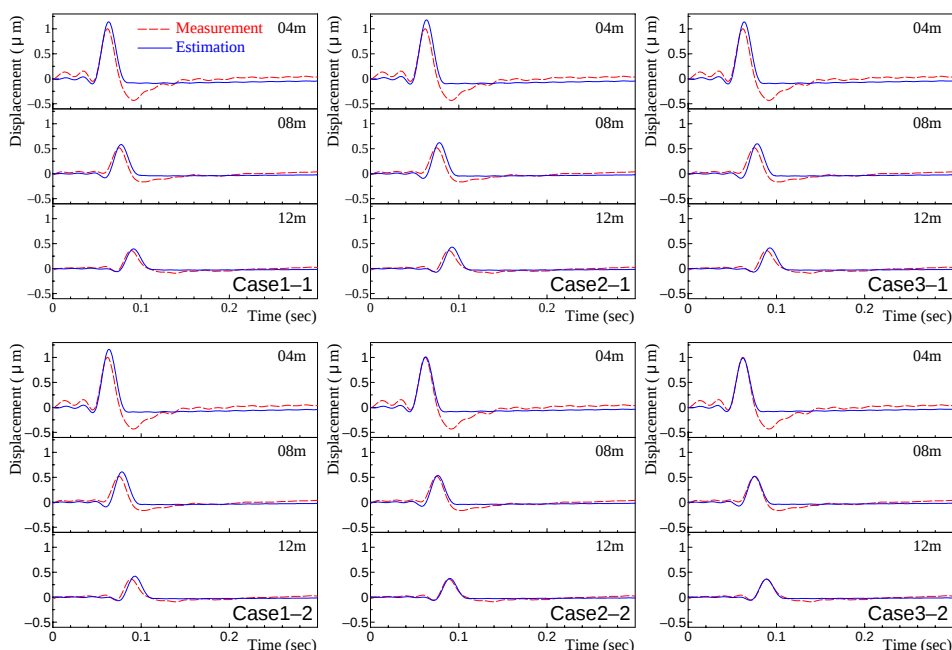


図-4 ポートアイランド