

III-13 重錘落下による地盤振動実験

建設省土木研究所 正員 沢田健吉 正員 谷口栄一 学生員 小笠原久

1. まえがき

軟弱地盤の地盤振動特性を把握するために、埼玉県の国道予定地において重錘落下および振動ローラーを振源として地盤振動実験を行なったものを以下に報告する。

2. 実験方法

図1に実験現場の平面図、断面図を示す。現場はA~Fの5区間に分けられている。A~Fの全区間にわたって地表付近に厚さ2~3mの軟弱な沖積粘土層があり、A、B区間には更に深さ14~15mの溺れ谷が存在している。図1に示すように現場には厚さ1mの路床が施工され、A、B、D、E区間にはその上にプレロードが約9ヶ月間かけられた。振動実験はプレロード撤去後路床上で行なった。振源として重さ150kgの円柱形の鉄製重錘を2mの高さから自由落下させる方法および2.5tの振動ローラーを停止状態で振動させる方法の2種類を用いた。振源位置を図1中の●印で示す。振動測定はA・C・E・Fの4測線で行ない、道路直角方向に約10m間隔に約70mまで地震計を用いて測定した。

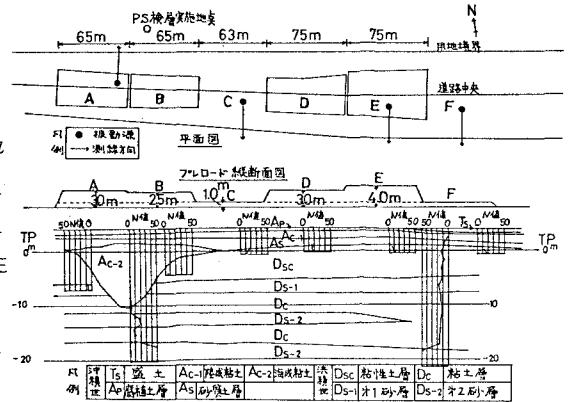


図1 現場平面図、プレロード断面図、地質断面図

3. 実験結果

(a) プレロードによる振動軽減効果

C、E測線の重錘落下による振動速度を比較したものが図2である。

これを見ると、

路床の上に3mの

プレロードのある

E測線の方がプレ

ロードのないC測

線に比べて振動速

度がかなり小さく

なっている。また

図3はC、E測線の

道路中央における

一軸圧縮強度を比

較したものである

が、E測線ではプ

レロードによる強

度増加がみられ、こ

のために振動が軽

減されたのではな

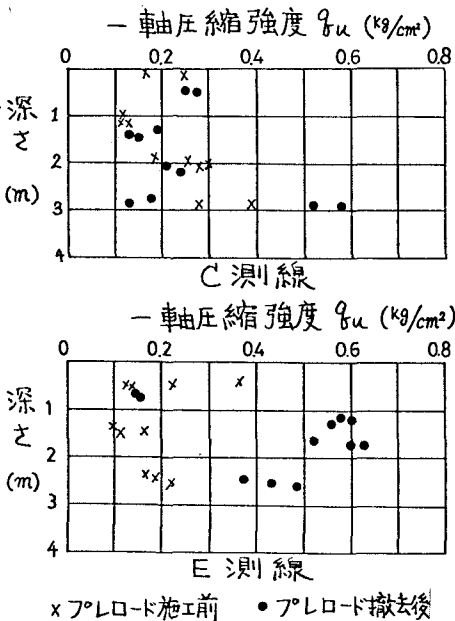


図3 プレロード施工前後の q_u の変化

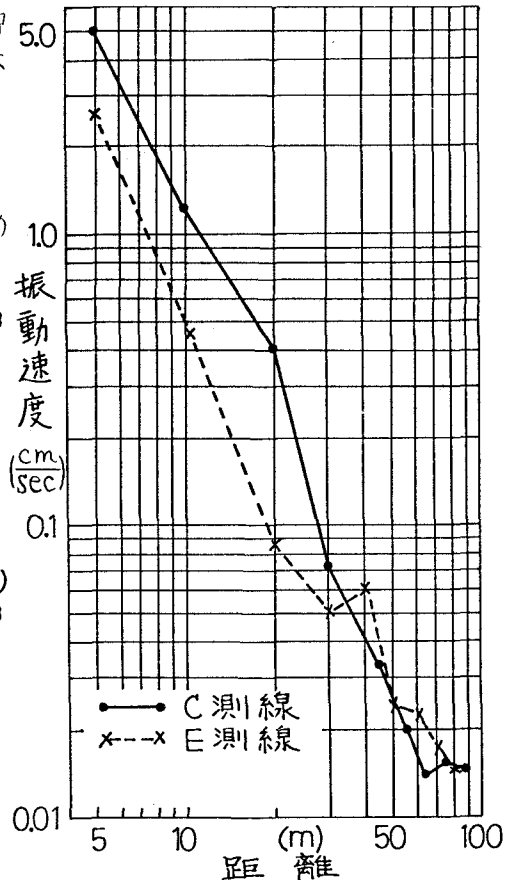


図2 距離減衰 (重錘落下, 鉛直成分)

いかと思われる。表1はA・C・E・F4測線の振動速度と地表より2~3mの深さの軟弱層の一軸圧縮強度の相関係数を示しているが、かなり高い負の相関が見られる。

(b) 距離減衰

地盤を伝播する表面波の距離減衰は一般に次式で表わされる。

$$A = A_1 \left(\frac{r_1}{r} \right)^{\frac{1}{2}} \exp[-\alpha(r-r_1)] \quad (1)$$

ただし A, A_1 : 振源からの距離 r, r_1 の点の振動振幅あるいは速度・加速度, α : 距離減衰係数

式(1)のうち $A_1 \left(\frac{r_1}{r} \right)^{\frac{1}{2}}$ が幾何減衰を表わし、 $\exp[-\alpha(r-r_1)]$ が内部減衰を表わしている。図4は振動ローラーによるC測線の実験結果であるが、実測値は式(1)によってほぼ近似できる。また内部減衰がかなり大きいことを示している。

次に距離減衰係数 α はQ値を用いて次のように表わされる。⁽¹⁾

$$\alpha = \frac{\omega}{2QU} \quad (2)$$

ただし ω : 振動数, U : 伝播速度

Q: Quality Factor (減衰の程度を表わす量)

またB.O.Hardin⁽²⁾によると α と地盤の対数減衰率 δ_x, δ_x の間には次式のような関係がある。

$$\delta_x \approx \delta_x = \frac{2\pi\alpha U}{\omega} = \frac{\pi}{Q} \quad (3) \quad \left(\frac{\text{cm}}{\text{sec}} \right)$$

ただし δ_x, δ_x はそれぞれ時間、距離に関する対数減衰率である。波動伝播で問題となる、せん断歪が約 $10^{-6} \sim 10^{-5}$ の範囲における飽和粘土の減衰定数 $\delta = \delta_x / 2\pi$ はH.B. Seedによると約2~4% (δ_x に直すと0.13~0.25) と考えられる。表2は δ を2.3, 4%

とし、 U としてPS検層より求めたS波速度 $U = 62 \text{ m/sec}$ を用いた場合の式(3)による α の推定値と実測値の比較を示しており、両者はオーダーとしてはほぼ一致している。

表2 α の実測値と式(3)による推定値の比較 (A測線) ($\frac{1}{\text{m}}$)

	振動数 成分	31 Hz		
		31 Hz	22.5 Hz	14 Hz
現場実験による 実測値	X	0.1	0.15	0.1
	Y	0.1	0.06	0.02
	Z	0.1	0.1	0.06
式(3)による推定値	振動数	31 Hz	22.5 Hz	14 Hz
	2%	0.06	0.05	0.03
	3	0.09	0.07	0.04
	4	0.13	0.09	0.06

表1 軟弱層の q_u と振動速度の相関係数

振源からの 成分 距離 (m)	1	5	10	20	50
X	—	-0.41	-0.86	-0.75	-0.13
Y	—	-0.007	-0.48	-0.63	+0.07
Z	-0.44	-0.92	-0.85	-0.87	+0.52

X: 水平・道路直角方向, Y: 水平・道路走行方向, Z: 鉛直方向

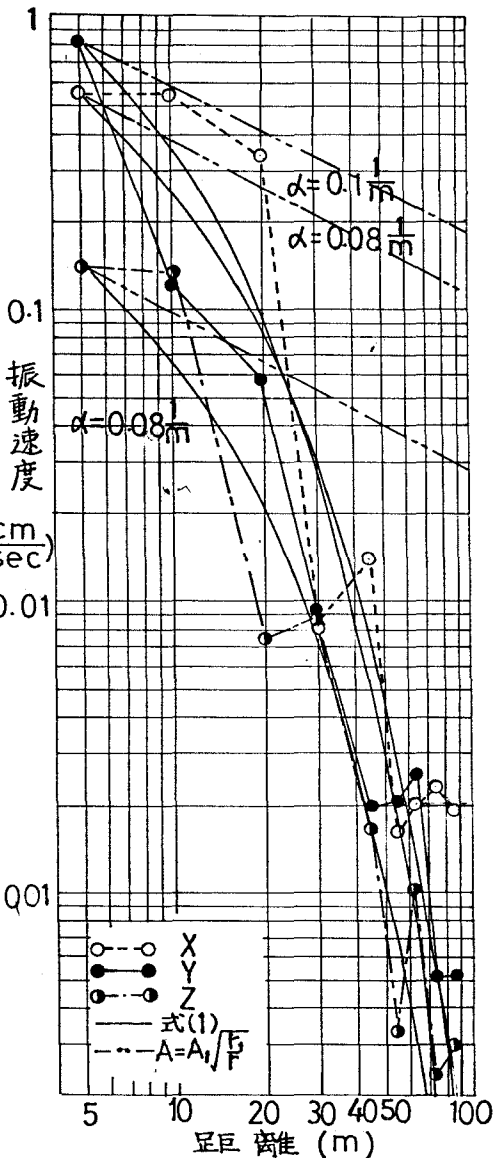


図4 距離減衰 (振動ローラー, 260rpm, C測線)

(参考文献)

(1) 沢田、谷口、小笠原、館山: 軟弱地盤における道路交通振動調査(第1報), 土木研究所資料第151号, 1976

(2) B.O.Hardin: The Nature of Damping in Sand, Proc. of ASCE, SM1, 1965