

III-158 振動締固め工法による砂質地盤の振動測定（第1報）

東京瓦斯（株） 峯 岸 孝 二
清水建設（株） 正員 ○平 井 孝 典
" 境 吉 秀

1. まえがき

砂質地盤の改良には振動エネルギーを地盤に加えて改良を行なう振動締固め工法が広く用いられているがその締固めメカニズムや振動の種類による改良効果についてはまだ不明な点が多いようである。締固めによぼす要因としては、地盤の間げき比、粒径分布、含水比などの地盤条件と振動数、起振力、加振時間などの振動条件が考えられる。室内試験においては、これらの要因と締固めの関係はかなり明確にされつつあるが、現場施工と室内試験とでは地盤および振動状態などの条件の違いがあるため現場における振動測定が望まれる。このため、砂質土で埋立てられた地盤において振動締固め工法による現場測定を行なったので、その中から振動体の種類と地盤振動の関係、振動体の貫入・引抜きによる加速度および間げき水圧の挙動について報告する。

2. 測定方法

振動締固めの機械は、図-1に示すように上部にバイプロハンマー、下部にバイプロフロットを取付けたものである（機械諸元は表-1参照）。この機械から発生する振動をフロット、地表面および地中（GL-5.4 m）に設置した加速度変換器（上下、水平2成分）で測定した。またGL-4.5 mの位置に間げき水圧計を設置した。そして、計器設置孔より1, 2, 3, 4 m離れた位置において図-2(1)で示す1~5の深度で、①バイプロハンマーによる上下振動、②バイプロフロットによる水平回転振動、③上下振動と水平回転振動、を与えた試験を行なった（A, B, C, D-test）。また、E-test（図-2）は計器設置孔より1 m離れた位置で実際の施工方法と同様に加振した試験である。すなわち最初の貫入が上下振動のみによる以外はすべての過程で上下振動と水平振動を併用している。図-3は測定位置の土質柱状図である。図に示すように埋立地特有のゆるい砂質地盤であり、地下水位はGL-1 mの高い位置にある。

3. 測定結果と考察

A~D test の振動測定の一例として、C-test（H=2 m）においてフロット先端がGL-6 mの場合に、バイプロハンマーとフロットを併用して作動させたときの加速度波形を図-4に示す。ここで、水平（前後）成分

表-1 使用機械諸元

機 械 諸 元		バイプロハンマー	バイプロフロット
偏心モーメント	kg・cm	12,000	130
振 動 数	cpm	510	1,430
起 振 力	t	34.9	2.974
モーター出力	kW	90	7.5

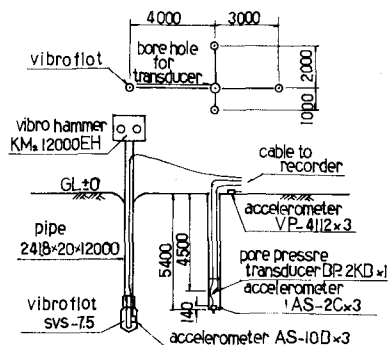


図-1 測定状況図

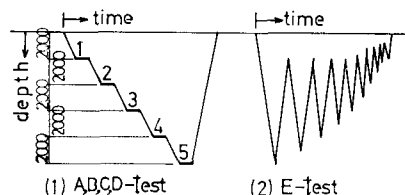


図-2 試験方法

深度 (m)	柱状図	N 値	サンプリング位置	土質定数
▽1	中砂	10 ~ 20	1	W % 41.6 ~ 45.4 Rt 1.71 ~ 1.79 e 1.26 ~ 1.28 Dr 0.24 ~ 0.44
5	シルト質粘土		2	
			3	
			4	
10	中砂		5	

図-3 土質柱状図

とは計器設置孔と機械方向成分であり、水平（左右）成分とはこれに直角方向成分である。図からわかるように地表加速度波形は反射などによって非常に複雑になっているが、地中加速度波形は正弦波の合成とみなされるようで振動状態の面からは現場と室内試験との対比が比較的容易に出来るものと考えられる。

図-5はA～D test でフロット先端がGL-6 mの場合における地中加速度片振幅を成分別に表わしたものである。図から3方向成分ともフロットの振動効果がパイプロハンマーより卓越していることがわかる。また、振幅の距離による減衰傾向についてはフロットによる振動がパイプロハンマーによる振動より大きい。これはパイプロハンマーに比べフロットの周波数が高いことによるものと考えられる。

図-6はD-test（H=1 m）におけるフロット深度と加速度振幅の関係である。フロットの振動効果の大きい水平成分ではばらつきはあるがフロット先端が加速度計の埋設深度に近いところで大きな値を示す。これに対してパイプロハンマーおよびハンマーとフロットを作用させた場合の上下成分は、フロット先端が加速度計に近い程小さい値を示している。

E-test において、フロット貫入深度、地中加速度の水平（左右）成分および過剰間げき水圧を時間について整理したものが図-7である。図において、間げき水圧は振動体が貫入すると急激に上昇し、ほぼ5 mの位置にきたときピークを示す。そして、それ以降の貫入および引抜きにおいては低下傾向を示している。このことは地盤への振動体の圧入効果が間げき水圧に大きな影響を与えているものと考えられる。加速度は貫入、引抜き時とも振動体がほぼ6 mの位置にきたときピークを示しているが、引抜き時よりも貫入時のほうが大きい。これは振動体と地盤の接触状態の違いによるものと思われる。このように間げき水圧、加速度とも振動体の貫入・引抜きと密接な関係を示しており、これらの関係を明確にすることにより地盤の締め固めメカニズムが明らかにされよう。

4. まとめ

今回の測定では、振動体の種類と地盤振動の関係について水平回転振動が上下振動に比べて加速度振幅で卓越していることが確認された。締め固め効果については過剰間げき水圧の挙動から推して振動効果とあわせてパイプの圧入効果をも考慮していく必要がある。

参考文献1) 市原松平：土の動的性質，土質力学，第6章6.5，1969

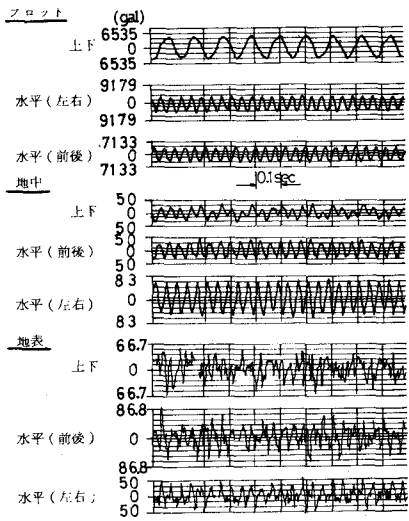


図-4 加速度波形（H = 2 m）

フロット先端 GL - 6.0 m

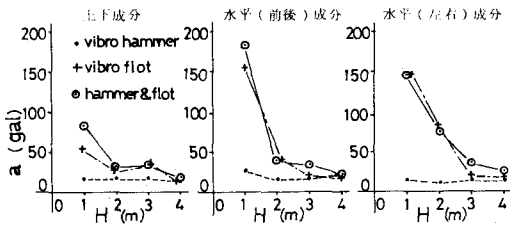


図-5 地中加速度（GL - 5.4 m）

H = 1 m

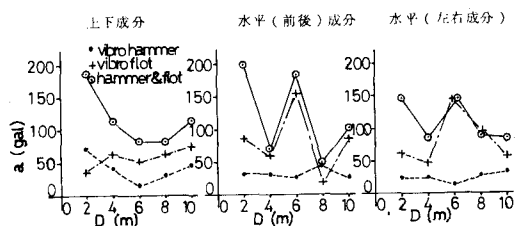


図-6 地中加速度（GL - 5.4 m）

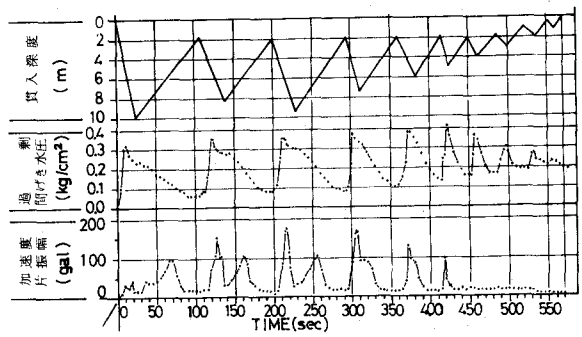


図-7 間げき水圧および地中加速度（E-test）