

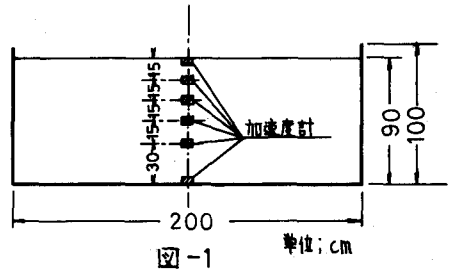
九州大学 工学部 正員 小坪 清真  
, , , 鼻野 清  
, , , 〇園田 敏夫

1. 予えがき

地震時、地表層が基礎からの入力波を受け増幅振動を行う場合の増幅度は、地表層の非線型の性質のために、入力波の大きさによって異なること当然予想される。本研究はこのような場合の地表層の振動増幅を振動台実験によって追求め、地表層の固有振動数、減衰定数、増幅度と入力波の大きさとの関係を定常正弦波入力、及び定常インパルス入力に対して調べたのである。

2. 概 振動時における砂地盤の動的性質

図-1に示すように、寸法が25"×1.5"×1.0"の鋼製砂箱に乾燥砂を入れ、砂箱の中央部深さ方向に歪ゲージ式水平加速度計(容量2g)を15cmおきに6ヶ設置した。これを振動台上で10 Hz 振動台加速度 200 gal で10分間加振して錫の固めを行った。振動台加速度を20 gal 一定に保ち、砂層の共振曲線及び共振時砂層内加速度の分布を求めた。その結果、砂層の1次共振点は30.3 Hz 付近にあり、その時の砂層内加速度分布は図-2のようになつた。これより、砂地盤のせん断弾性定数を求めると、図-3がえられた。



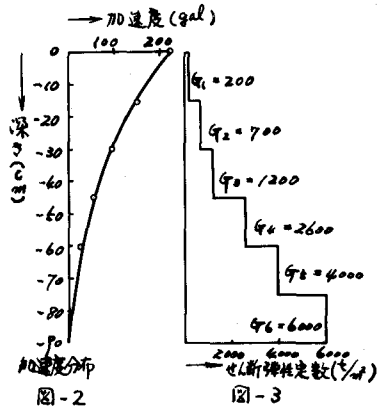
3. 砂地盤の応答特性

a. 実験方法

この砂層をもちいて入力波の大きさをいろいろ変えて、応答の変化を調べた。定常正弦波試験では、振動台加速度を10 gal, 20 gal, 50 gal, 100 gal, 150 gal, 170 gal と変化させた。これにより、共振曲線が得られ、共振曲線より共振の振動数、減衰定数を求めた。定常インパルス試験では、入力波が相似波形となるようにホワイトノイズ発生器で作られた信号をデジタライザに記録して繰り返し使用した。振動台は変位制御であるので、その記録した信号を二重積分し、同時に20~50 Hz のバンドパスフィルタで振動台を加振した。そして、入力波の最大加速度がほぼ220 gal, 170 gal, 130 gal, 100 gal, 75 gal, 45 gal, 30 gal, 20 gal, 10 gal, 7 gal になるように実験を行った。4ヶ所の加速度計の信号を動電圧計を通し、同時にデジタライザに記録し、その記録をデジタライザの間隔  $\Delta t = 1/60$  秒でA/D変換し、デジタライザ個数  $N = 512$  個でF.F.T(高速フーリエ変換)を行い、パワースペクトル密度を求めた。入力パワースペクトル密度を、よりホワイトノイズ化するために、 $N = 512$  個の計算を10回行い、その平均値を採用した。

b. 実験結果

定常正弦波試験より入力加速度の相乗による共振の振動数  $q$  の変化を図-4に示す。図より明らかになるように、入力加速度が大きくなると、共振の振動数が下がる。共振曲線から、地表層の減衰定数を求め、入力加速度に対する変化を示したのが図-5である。この減衰定数には地下波の減衰係数も含まれておらず、砂層の内部粘性

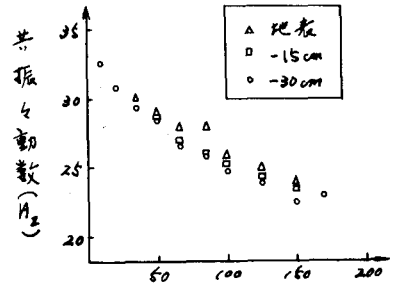


および履歴減衰のみである。やはり、入力加速度の増大に従って、急激に増大している。入力加速度の大きい所で地盤加速度の共振曲線から求めた減衰定数と、地下加速度の共振曲線から求めた減衰定数との間に大きな相違が生じているのは、地盤の非線形性が深さによって異なるためであろう。図-6は地盤・地盤内加速度と入力加速度との比、すなわち加速度の応答倍率を示したものである。この図から明らかなように、入力加速度100galを超せば倍率は急激に低下するが、100galをこえると倍率はあまり低下していない。このこと(図-5)で減衰定数が入力加速度(100gal以上)では平均的に増えていないことと符合するものである。

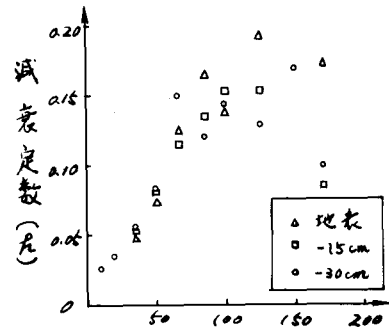
定常正弦試験の結果を次に述べる。入力、応答倍率より、それぞれの最大加速度をみればその比  $(\ddot{y} + \dot{\phi})_{max} / \dot{\phi}_{max}$  を求めた。又、応答のパワー・スペクトル密度  $S(\ddot{y} + \dot{\phi})(\omega)$  に対する入力のパワー・スペクトル密度  $S(\dot{\phi})(\omega)$  の面積比の平方根  $(\sqrt{\int_0^{\omega} S(\ddot{y} + \dot{\phi})(\omega) d\omega} / \sqrt{\int_0^{\omega} S(\dot{\phi})(\omega) d\omega})$  を求めた。両者を図-7に示す。両者の値は最大入力加速度が10gal前後の小さい時では少しばらつきがあるが、それ以上では同じ位の倍率を示し、ほぼ1.15である。図-8は応答のパワー・スペクトル密度  $S(\ddot{y} + \dot{\phi})(\omega)$  を入力のパワー・スペクトル密度  $S(\dot{\phi})(\omega)$  で除して平方根をとったもの即ち、周波数応答関数の絶対値から減衰定数を求めたものである。この図からわかるように、正弦振動では増幅度も小さく、従って砂層内のせん断歪も小さいので等価履歴減衰は正弦振動の時ほど増大しないものである。

参考文献

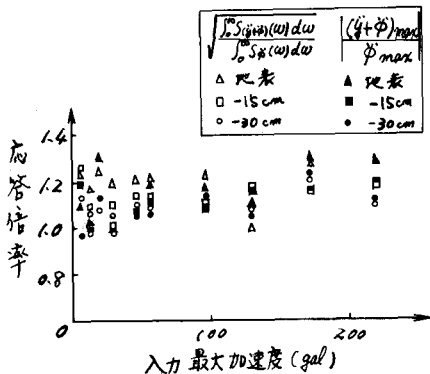
- 小坪・高田・川入「代表点法による連続弾性体の固有値計算法」
- 九大工学集報 第43巻第5号 昭和45年10月。



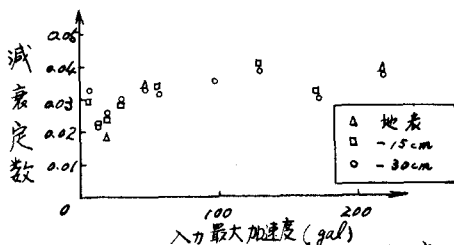
(図-4) 定常正弦波入力加速度 (gal) 定常正弦波入力の違いによる共振動数の変化



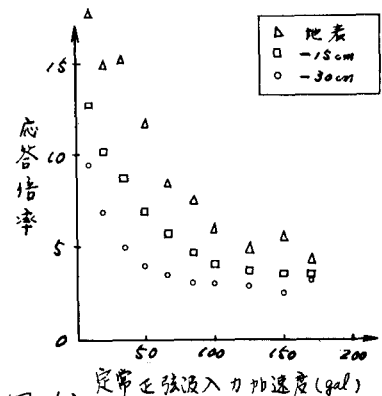
(図-5) 定常正弦波入力加速度 (gal) 定常正弦波入力の違いによる減衰率の変化



(図-7) 定常正弦波入力の違いによる応答倍率の変化



(図-8) 定常正弦波入力の違いによる減衰定数の変化



(図-6) 定常正弦波入力加速度 (gal) 定常正弦波入力の違いによる応答倍率の変化