

大日本コンサルタント(株)	正員	岡林宏二郎
豊橋技術科学大学	正員	河邑 真
豊橋技術科学大学大学院	学生員	高田 敦

1. まえがき

振動土槽を用いた室内実験をはじめとして、地震時土圧の特性を明確にするために多くの研究がこれまで行われてきている。筆者らは側面摩擦の軽減を考慮した可動壁を有する砂槽を用いて振動土圧実験を行ってきた。また、振動時に壁体が移動する場合には裏込め土は弾塑性的挙動を示すと考え、モール・クーロンの破壊規準を仮定し、弾塑性の構成関係を用いて有限要素法による動的解析を行い、上述の実験結果と比較を行った。

ここでは、要橋造物を対象とし高さ10mの擁壁について上述の動的解析を行い、擁壁に作用する振動土圧の特性について検討を加える。

2 算定モデルと算定方法

図-1に示すようなモデルに対して解析を行った。この場合裏込め土は弾塑性的挙動を示すと仮定し、モール・クーロンの破壊規準から求められた構成関係を用いた。また、拘束圧により、すなわち深さが増すに従ってヤング率が変化することを考慮し、図-2に示すようにヤング率を仮定した。さらに、壁面背後の初期土圧は主働状態にあるとして解析した。

算定条件としては、単位体積質量 $\rho = 1.56 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ 、ポアソン比 $\nu = 0.3$ 、内部摩擦角 $\phi = 40^\circ$ 、粘着力 $C = 0 \text{ gf/cm}^2$ とし、入力波としては、2 Hz の正弦波を加えた。また入力波の最大加速度については、 $100 \text{ gal} \sim 300 \text{ gal}$ について計算を行った。

算定方法は、式(1)に示す運動方程式を線型加速度法により時間積分する。

$$[M]\{\ddot{\delta}\} + (\alpha[M] + \rho[K])\{\dot{\delta}\} + [K]\{\delta\} = \{F\} \quad (1)$$

ここに、

$$[M] = \int_A [N]^T \rho [N] dA$$

$$[K] = \int_A [B]^T [D] [B] dA$$

$$\{F\} = \int_A [N]^T \{P_0\} dA + \int_S [N]^T \{f_0\} dS$$

δ : 変位, P_0 : 拘束力, f_0 : 表面力

要素の形状は、8 節点を有するアイソパラメトリック要素を用い、ガウスの積分法により、 $[M]$ 、 $[K]$ を求めた。さらに、減衰についてはレイリー・ダンピングを仮定した。 α 、 β の値は、1次、2次の固有振動数 ω_1 、 ω_2 を用いて次式より求めらる。

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= 2 \omega_1 \omega_2 h (\omega_2 - \omega_1) / (\omega_2^2 - \omega_1^2) \\ \beta &= 2 h (\omega_2 - \omega_1) / (\omega_2^2 - \omega_1^2) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

ここに、 h は粘性減衰定数で 3 % を使用した。

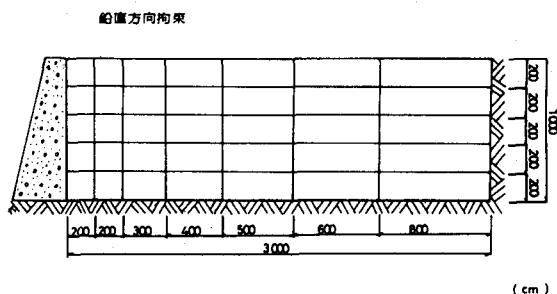


図-1 モデル図

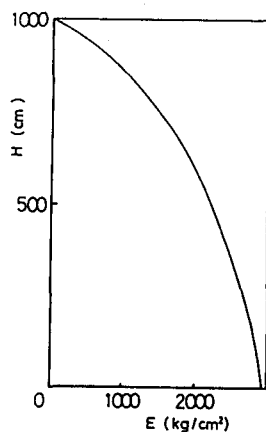


図-2 弾性係数分布

3. 結果と考察

入力最大加速度 100 gal として計算した場合の壁面上部の土圧の時間的変化を示すと図-3のようになる。入力加速度の第1周期に対する土圧は小さく、第2周期以降は大きくなり波形の乱れが主となっている。第1周期においては壁背後の地盤は主働状態にある。第1周期の最大土圧の分布を示すと図-4のようになる。土圧分布は上に凸の曲線を示している。

図-4の水平土圧分布から求めた土圧合力の作用高 h の壁高 H に対する相対的大きさ h/H と加速度の関係を示すと図-5のようになり、地震力の増大とともに増加する傾向がみられる。図中には前述の実験結果も同時に示しているが、計算結果と良く似た値をとり、寸法の違いによる差は小さい。

図-4より求めた土圧係数 K_a と加速度との関係を図-6に示す。図中に示した実線は物部土圧式中 $\phi = 40^\circ$, $\delta = 40^\circ$ を代入して得られたものである。本解析による結果は物部式による値の2倍以上となっている。実験結果は物部式によるものに近い値を示し、土圧係数についてはモデル入寸さによる違いがみられている。この理由として、拘束圧の影響などが考えられる。

(参考文献)

- 1) Ichihara, H. and H. Matsujawa (1973): Earth pressure during Earthquake, S & T., 2) 河色・岡村 (1966): 振動時の土圧における壁面土圧特性, 第9回土工学会研究委員会

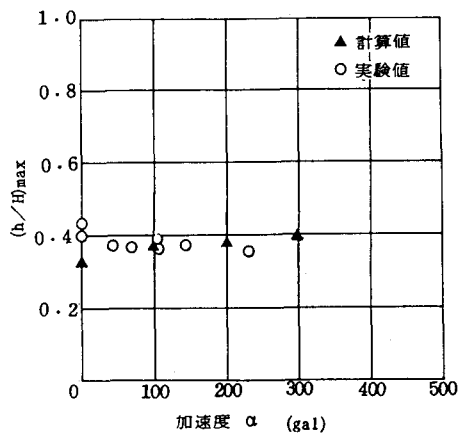


図-5 相対着力点

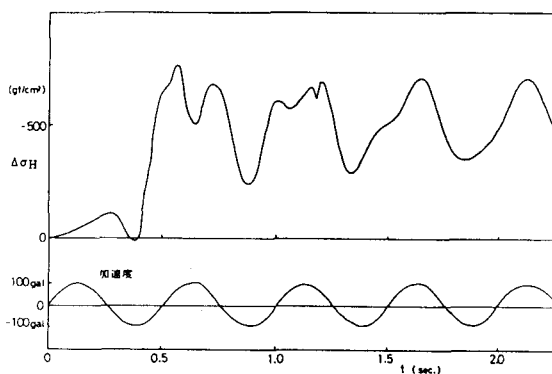


図-3 水平土圧 履歴

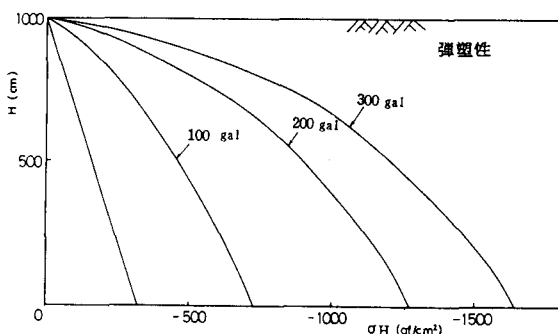


図-4 水平土圧分布

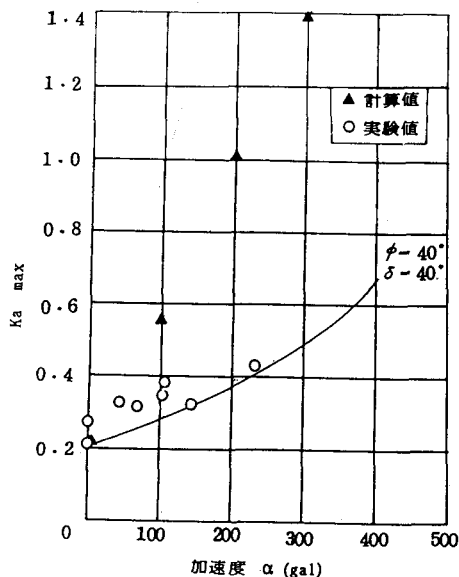


図-6 主働土圧係数