

III-47

地盤の地震応答に及ぼす土の変形特性の応力-歪依存特性の影響

建設省

○正買

岩崎敏男

• 正骨

龍田文夫

・高木義

和

§ はじめに

建設省では、地盤条件の地震動に及ぼす影響を調査するために、各地で地中及び地表の地震動観測を行っている。図-1は富津岬(砂質地盤)、川崎市孝島公園(表層50mが軟弱シルト、それ以下は砂質地盤)、観音崎(劣盤)の観測点を、図-2は(1)多摩川下流地震($M=4.5$, 1972.12.4) (2)八丈島近海地震(1972.2.29) (3)八丈島東方沖地震($M=7.2$, 1972.12.4)による3点の最大加速度分布を示す。3観測点共、ある深さ以下では加速度に余り変化がないが、地中深部に対する地表近くでの加速度増幅率は地盤条件によって大きく異なっている。この観察事実を解析的に説明する目的で土の応力-歪依存特性が地盤の地震応答に及ぼす影響を単純なモデル地盤に重複反射理論を適用し、予備的解析を行った。

§ モデル地盤

図-3に示してあるような深さ30mの地下水面が地表にある一様な砂地盤を想定し、 G, h の分布が異なる4つのモデルについて検討した。砂地盤は12層に分割して解析した。基盤の G は十分に大きな値をとれば結果にほとんど影響しないことが分ったので、 $G=1.45 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ とした。4つのモデルは次の通りである。

Aモデル... G, h は拘束圧(深さ)によらず一定, 歪レベルによらない。

BEモデル G は、拘束圧により変化し、(1)式により決まる。

$$G = 900 \frac{(2.17 - e)^2}{1 + e} p^{0.38} \quad (1)$$

$(\text{kg/cm}^2) \qquad (\text{kg/cm}^2)$

これは、拘束圧によらず一定。歪レベルによらない。

(1)式は、ミルト分を含まず、粒度の比較的精確しているきぬい石の共振法土質試験で得られた $\gamma = 10^{-6}$ の実験式である。この値を G_0 として用いる。

Cモデル…… G , t は深さ方向に変化。 G_0 は(1)式で決め、 Y の増大に対する G の減少率は拘束圧によらず、図4の曲線である。 t は、拘束圧によらず、図-5の曲線が決める。



圖 1.  東京灣周辺地中地震計

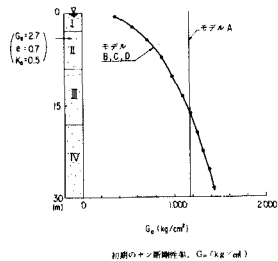


図-3. 解析モデル

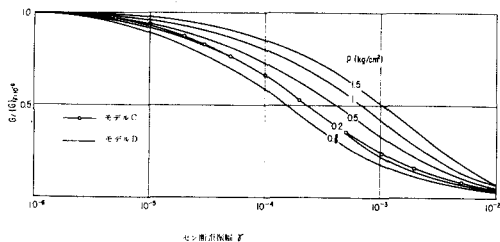
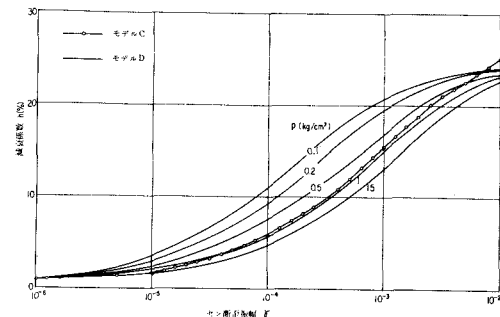
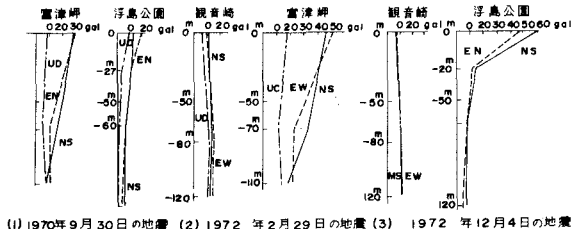


圖-4, $G/G_0 \sim \gamma$ 關係



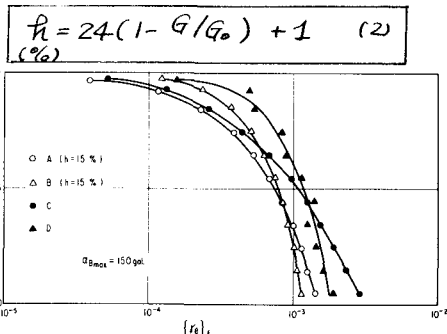
四-5, $h \sim \gamma$ 關係



(1) 1970年9月30日の地震 (2) 1972 年2月29日の地震 (3) 1972 年12月4日の地震

図 2. 深さ方向の最大加速度分布

Dモデル.... G , h は拘束圧で変化。 G_0 は(1)式で決め、 Y の増大に対する G の減少率は図-4の様に拘束圧で異なる。図-2の様に、IからIVの4種の地層に分け、Iは $p=0.1 \text{ kg/cm}^2$, IIは $p=0.4 \text{ kg/cm}^2$, IIIは $p=0.9 \text{ kg/cm}^2$, IVは $p=1.5 \text{ kg/cm}^2$ の $G/G_0 \sim Y$ 曲線を用いる。 $h \sim Y$ 曲線も図-5の様に拘束圧によって異なる曲線を用いる。これは、 G/G_0 の値を用いて(2)式によって決めた。尚、 $G/G_0 \sim Y$ 曲線は $Y \leq 10^{-4}$ については共振法土質実験の結果から、 $Y > 10^{-4}$ については他所で行われた単軸せん断・中空ねじりせん断・リングせん断の実験結果を総合して定めた。解析は重複反射理論を用い¹⁾、モデルC, Dでは計算で求められ土各層の最大せん断歪の65%を有効歪 γ_e とし、計算に用いた G , h が γ_e に適合する図-4, 5の G , h と5%の範囲内で一致するまでくりかえし計算を行った。地震波は'E1 (Centro (1940))を用いた。



5 解析結果

図-6, くりかえし計算後の有効歪: $\{\gamma_e\}$

各モデルのくりかえし計算後の γ_e を図-6に、 G を図-7, 8に、 h を図-9, 10に示す。モデルCでは、下層に行くほど G_f は小さくなるという不自然と思われける分布形状になった。現在の段階ではどちらが正しいとは言えないが、モデルDの G_f の分布の方がより自然と思われる。又、図-11は最大加速度分布の一例であり、

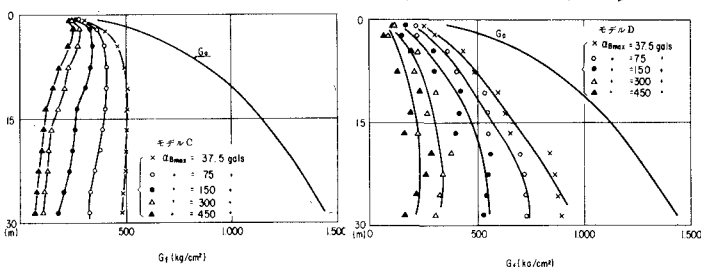


図-7, くりかえし計算後の G : G_f (モデルC), 図-8, くりかえし計算後の G : G_f (モデルD)

モデルCとDではかなり異なった分布となった。又、図-12は、基礎最大加速度 α_{Bmax} に対する地表最大加速度 α_{Smax} の β であり、非線型を考慮したモデルCとDでは α_{Bmax} が

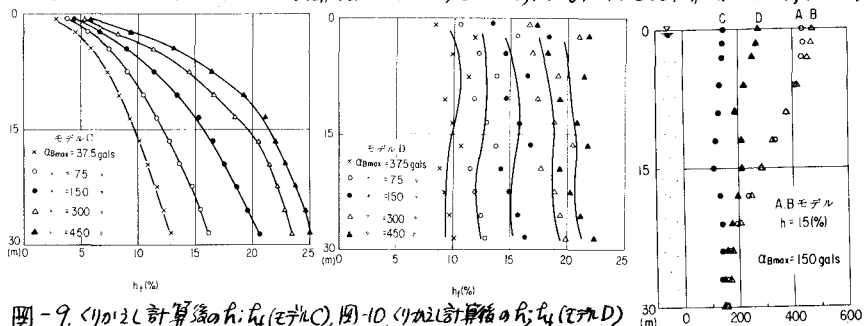


図-9, くりかえし計算後の h : h_f (モデルC), 図-10, くりかえし計算後の h : h_f (モデルD)

大きくなる程 β は小さく

なるが、両者にはかなり差がある。同じく図-13は、一次固有周期と α_{Bmax} の関係でこれもモデルCとDでかなり差がある。

5 まとめ

$\alpha_{Bmax} = 0.15g$ で γ_e は大体 10^{-4} に等しい。これ以上大きい γ_e に対する G , h をもっと研究しないと信頼できる結果が得られない。拘束圧の影響は G_0 のものだけでなく、 $G/G_0 \sim Y$, $h \sim Y$ 関係にもあり、これは応答値にかなりの影響を与える。

5 参考文献

図-12, β と α_{Bmax} の関係, 図-13, T と α_{Bmax} の関係

① Schnabel, Lysmer and Seed (1972), "SHAKE A Computer Program for Earthquake Response Analysis of Horizontally Layered Sites," EERC-72-12.