

III-137 振動台実験による砂層の振動特性と沈下特性

建設省土木研究所 正員 龍岡文夫・正員 岩崎敏男・中央大学 池本正英

§ はじめに

砂質土盤が地震時に沈下することが知られている。特に液状化(流動化)が生じた時にその量も大きくなる。今回、小型振動台による砂箱振動実験を行ない、動的沈下の予備的検討を行ったので報告する。

§ 実験条件

図-1に砂箱寸法・計器配置を示す。ロッキングが生じないようにして、12Hzの正弦波で電機式アクチュエーターで駆動させた。表-1に示す様に乾燥・飽和の2種で数段階加速度を変化させて実験した。水没間砂($G_s=2.87$, $D_{10}=0.31$, $D_{60}=0.52$, $e_{max}=0.93$, $e_{min}=0.66$)を用い、空気乾燥砂を木皿から落下させて砂層を作製した。飽和の場合は水中に落下させた。途中に、豊浦砂の薄層(A,B,C層)を入れた。端壁は下端ヒンジにして振動方向の拘束を減じようにした。

§ 実験結果

図-2に示すように乾燥砂の場合、加振の最初沈下量が大きく徐々に沈下率は減少して定常状態となる。図-3に各段階での振動モードを示す。上層ほど加速度 α (gal)の高さに対する変化率; $d\alpha/dh$ が大きい。図-4に各段階での累積沈下量(作積収縮量)

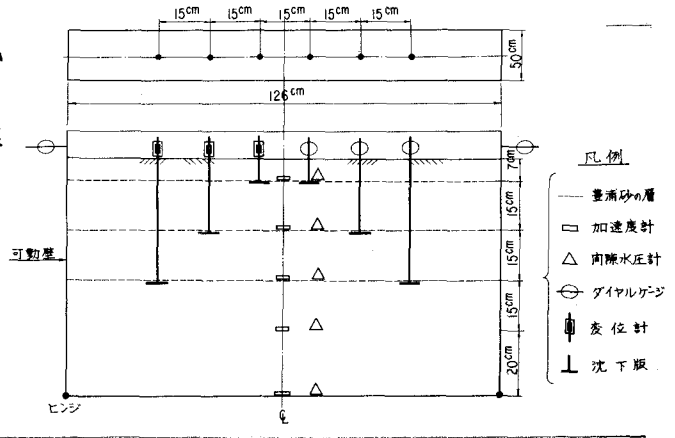


図-1. 砂箱寸法及び計器配置図

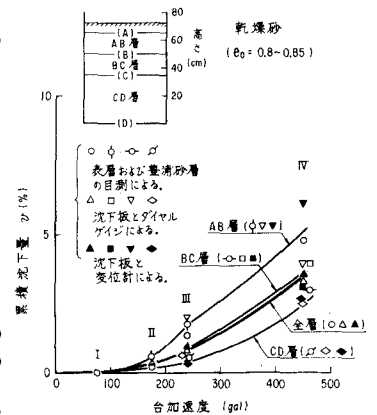
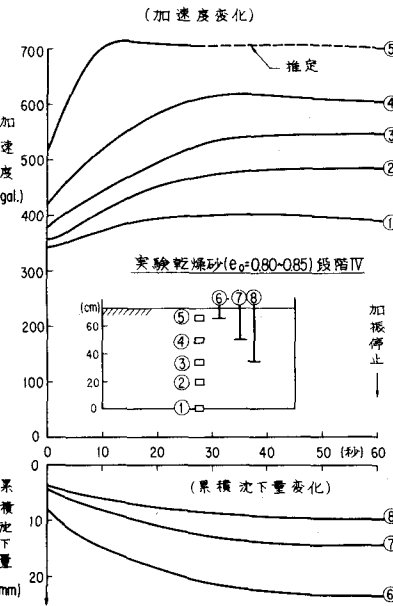


図-4. 乾燥砂実験加速度・沈下関係

表-1 実験条件

	加振 間隔比 e_0	実験段階 (振動台加速度)				加振 時間	振動 数
		I	II	III	IV		
乾燥砂	0.80	gal	gal	gal	gal	60 秒	12 Hz
	0.85	100	200	250	300		
飽和砂	0.80	gal	gal	gal	gal	60 秒	12 Hz
		100	150	250	100		

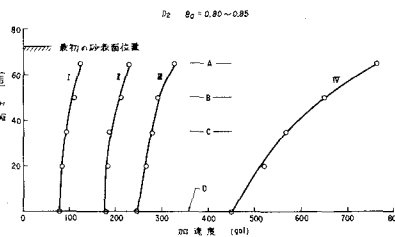


図-3. 乾燥砂実験・加速度分布図

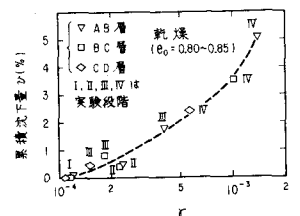


図-5. 乾燥砂実験、沈下関係

$\nu(\%)$ を示す。ここで、図-3から $\gamma = \frac{1}{(2\pi f)^2} \frac{\partial a}{\partial t}$ ($f=12$) からセリ断歪を求め、 ν との関係を図-5に示す。 γ が 10^{-3} を越えると ν は大きくなり、 $\nu \sim \gamma$ 関係は深さ(拘束圧)によらないことが分かる。

図-6は飽和砂の場合で液状化のため、非定常な現象が生じた時のものであり、図-7に加速度分布の変化を示す。完全液状化に至る、する直前で加速度応答値が非常に大きくなっており、完全液状化するとそれより上層の加速度はほとんどゼロになる。上層ほど早く液状化に至り、回復するのが一番遅い。図-8に各段階での累積沈下量 ν も示す。加速度は、砂層に液状化が生ずると一定ではなくなるため、図に示す値を便宜的に用いた。段階IではAB層あたりのみ液状化が生じ、段階II、IIIでは全層に亘って液状化が生じた。段階IVでは全く液状化・沈下は生じなかった。従って、AB層はIでは最もよく体積収縮したから、II、IIIでは上昇流のため、体積収縮量はかえって小さくなっている。次に加振時間中各層で生じた $(\partial a / \partial t)_{max}$ の最大値： $(\partial a / \partial t)_{max}$ から、セリ断歪の最大値 $\gamma_{max} = \frac{1}{(2\pi f)^2} \times (\partial a / \partial t)_{max}$ を計算し ν との関係を求めた。(図-9) $\gamma_{max} > 10^{-3}$ で大きな沈下を生じ、 $\gamma_{max} \sim \nu$ 関係は深さによらず、又、 $\gamma(\gamma_{max}) \sim \nu$ 関係はほぼ乾燥砂の場合と同じである。

このように、乾燥砂と飽和砂での体積収縮率が、そこに生じたセリ断歪によって支配されるのならば、沈下量は振動モードにもかなり支配されることになる。乾燥砂の場合、上層ほど $\partial a / \partial t$ 、 γ が大きいため、図-4に示す様に上層ほど同じ加速度に対して ν が大きい。下層では大きな γ が生じないから全体の沈下量はあまり大きくならない。飽和砂の場合、液状化が生ずると、図-7に示すように局所的に $\partial a / \partial t$ 、 γ が大きくなるため、全層に亘って大きな γ の順次発生し、全層的に大きな ν が発生し、従って表面での沈下量も乾燥砂に比すと、同じ加速度に対して格段に大きくなる。

§ あとがき
セリ断歪 γ とパラメーターとして沈下を検討するためには、飽和砂層の非定常な振動特性を定跡できるけれどもならない。今後の課題である。尚ほ、実験は振動研究室吉田精一氏に負う所が

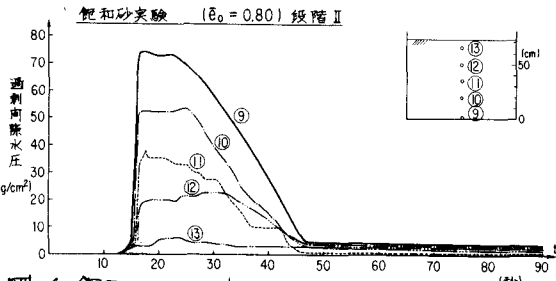
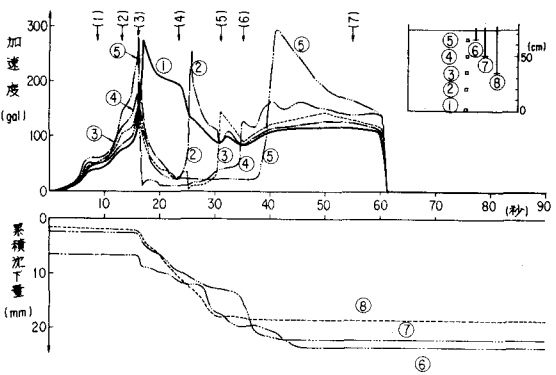


図-6. 飽和砂実験の典型的記録

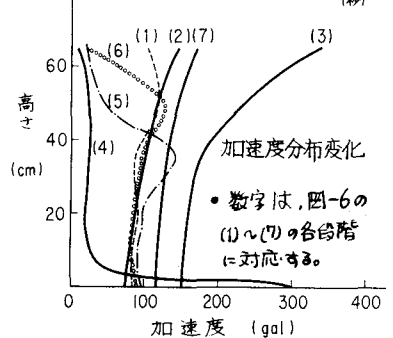


図-7. 飽和砂実験 加速度分布図

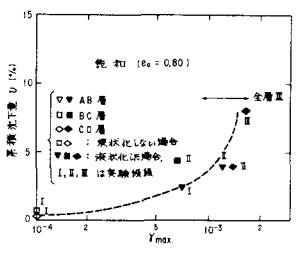
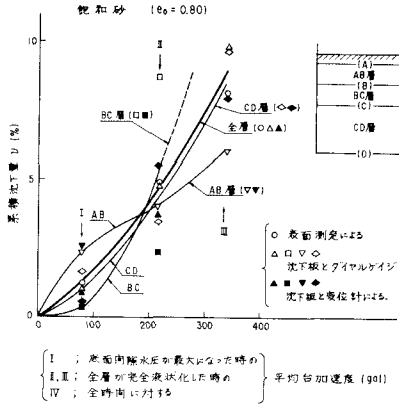


図-9. 飽和砂実験 $\nu \sim \gamma_{max}$ 関係