

岐阜県庁

正員 金森 悟

岐阜工業高等専門学校

正員 将保 恒一

株式会社 永井建設

飯塚 英夫

株式会社 大日本土木

今西 良雄

多治見市役所

加藤 泰治

1. まえがき

砂地盤の地震時液状化については、多くの研究成果が発表され、液状化は砂地盤が地震せん断波によって、圧密現象をおこし、地表へ向う水流による浸透力が鉛直有効応力に等しくなったときに発生するといわれている。構造物近傍の砂地盤の液状化については、吉見等¹⁾の論文によって過剰間隙水圧比 u/σ_v' （ u は過剰間隙水圧、 σ_v' は初期有効鉛直応力）発生状況が示され、この方面の研究に有効な指針が与えられている。液状化防止対策としてのグラベルドレーンについての研究発表²⁾も多い。しかし、構造物周辺の基礎地盤における液状化発生領域についての報告は、寡聞にして知らない。有効な液状化防止対策は、先ず液状化領域を予測することによって得られるとの立場から、私は模型実験によって構造物近傍の基礎地盤における液状化発生領域をビデオ・写真撮影によって観察できたので、これらの研究成果について報告する。

2. 実験の装置と方法

図1は振動台上の砂槽のなかで設置された堤防の模型と水圧計の配置図である。加振方向の側壁にはフォームラバーを取付けて砂層のせん断変形を拘束しようとしている。底面は粗になっている。砂は木曽川砂で、比重は2.56、内部摩擦角は $\phi = 35^\circ$ 、 $\phi = 40^\circ$ 、粒径加積曲線は図2に示すとおりで均等係数は2.81であった。グラベルドレーン ϕ の比重は2.65、粒径は2.0～9.5 mmの範囲にあった。先ず砂槽に計量した水を入れておき、水の中に計量した砂を地盤面と水面が一致するまで入れ、その上に堤防を同じ砂で作り、砂槽を3/sの振動数で10 galの加速度で10回程度振して砂地盤を圧密。地表面に残った水を抜き取って、そのまま1日放置した後砂の全容積を測定して初期間隙比 e_0 を割り出し

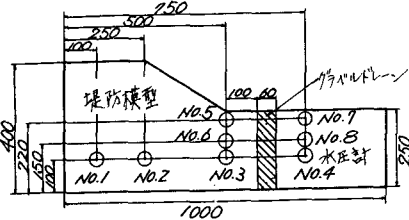


図1 堤防模型と計器配置図 (mm)

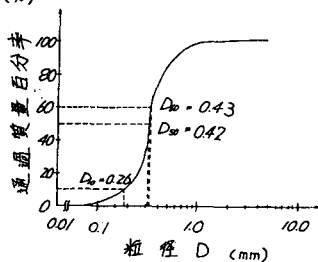


図2 砂の粒径加積曲線

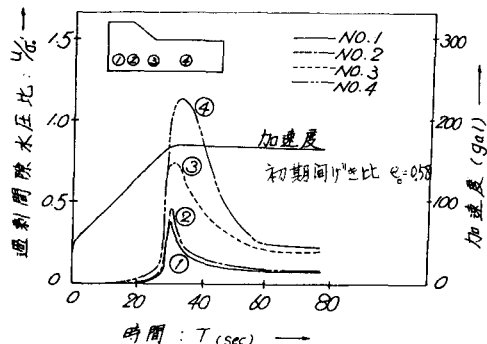


図3 過剰間隙水圧比と加速度との関係

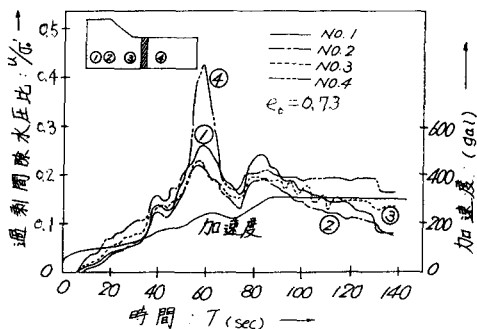


図4 グラベルドレーンがある場合の効果

た。初期間げき比は 0.58 ~ 0.78 の間にあった。上記のような初期処理を行なったのは、振動回数による過剰間げき水圧の蓄積よりも加速度の大きさの方が、この実験の液状化に大きく影響することを水平地盤面に対する予備実験からわかったためである。液状化に至るまでの全過程をビデオに収録し、液状化領域における砂の流動を写真撮影して観察することができた。

3. 実験の結果

堤防周辺地盤における過剰間げき水圧比 u/σ'_v と加速度、ならびに振動時間との関係と、グラベルドレーンがない場合とある場合とによって、夫々図 4、図 5 に示した。液状化発生時の加速度は、グラベルドレーンがない場合で 140 gal、ある場合で 160 gal である。それに至るまでは、地表面に静かに水がたまり、上記加速度に至ると図 5 に示すような液状化が地表面近くから発生し次第に深い方へ広がり最終深さに至った後、加振に関係なく、逆の順序で消滅してゆくが観察される。液状化深さは次式のように表わされる(図 6 参照)

$$z = 12.4 (1 - e^{-0.29x}) \quad (1)$$

(1) 式で表わされる曲線に於いては、次式が検証された。

$$u/\sigma'_v \cos \theta = 1 \quad (2)$$

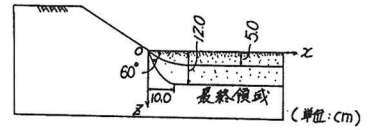
$$\text{ただし } \theta = \tan^{-1} \left(\frac{dz}{dx} \right)$$

このことは圧縮による上昇水の方向は、この曲線に垂直になっていることを示すもので、過剰間げき水圧比 u/σ'_v は、圧縮排水が鉛直に何らかの特別な場合を表わしたものである。写真 1 はのり尻附近の砂の流動を示したもので、写真 2 は、グラベルドレーンがない場合の堤防の破壊は、斜面のすべり破壊ではなく堤防全体が地下に破壊したものであることを示している。

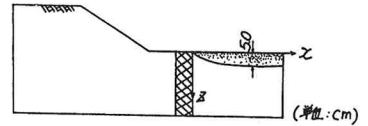
グラベルドレーンがある場合は、堤防に破壊はない。砂の流動を示した写真は、岡山県高橋補助教授の支援によるものである。改めて感謝の意を表す。

4. 参考文献

- 1) Yoshimi, Y and K, Tokimatsu (1977) : Settlement of Buildings on Saturated Sand During Earthquakes, 土質工学会論文報告集, Vol. 17, No. 1
- 2) Seed, H. B. and J. R. Booker (1977) : Stabilization of Potentially Liquefiable Sand Deposits Using Gravel Drains, J. GEED, ASCE, Vol. 103, NO. 477 (紙面の都合で 1 例だけあげた)



(a) グラベルドレーン なし



(b) グラベルドレーン あり

図 5 液状化領域

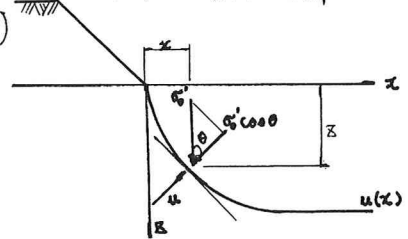


図 6 最終液状化深さ

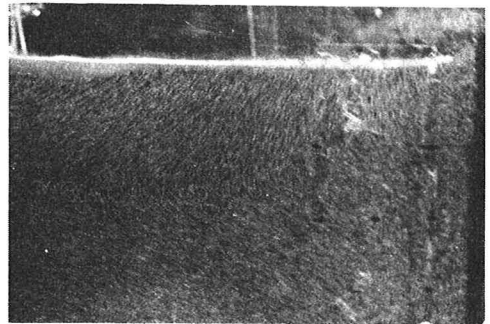


写真 1 砂の流動状況

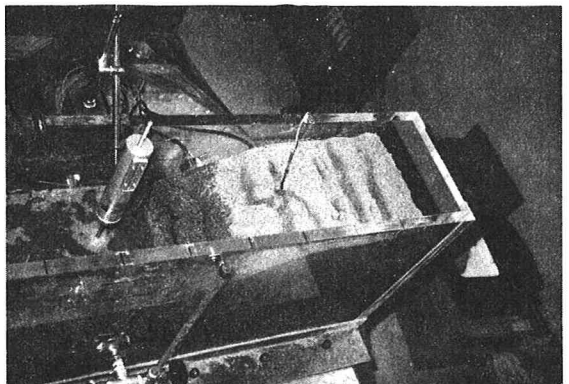


写真 2 堤防の破壊