

新潟大学 正員 小川正二
東京電力 正員 伊藤圭典
東京電力 正員 ○ 田村滋美

1. まえがき 水平面を有する飽和砂地盤の地震時の液状化による破壊の可能性については、すでに多くの研究がなされている。また、地震時に斜面が液状化のために崩壊したといわれるものも報告されている。しかしながら、斜面の破壊が完全液状化によるものかどうかは明白でないことが多い。そのために、室内において、模型斜面を造り、これに水平振動を与えたときの斜面内の間ゲキ水圧や加速度の変化、破壊状況などを調べたので、ここにその結果を報告する。

2. 実験条件 実験に用いた砂は $D_{10}=0.048\sim0.11\text{mm}$ 、 $D_{60}=0.22\sim0.23\text{mm}$ 、 $U_c=2.2\sim4.5$ で、 $e_{\max}=1.18$ 、 $e_{\min}=0.57$ である。また、最大粒径は 2.0mm とした。実験は斜面の天端 2ヶ所での N 値が図-1に示すような斜面高 6.8m の実際斜面に対し $1/20$ の縮尺で行なった(図-2)。 N 値分布より、できる限りゆるづめの模型斜面が必要となる。そのために、まず初めに、水槽に水を満し、 2.0mm フルイをとうしながら砂を自然にタイ積させる。その後、水位を下げて斜面を造り、再び水位を必要な位置まで上昇させる。このとき、C部分は基盤と考えてあらかじめ十分に締め固めておき、下側斜面(A部)の表面は浸透流による崩壊を防ぐために、 $4\times4\text{cm}$ のタイルを張った。X-X部は低面の洗堀による斜面崩壊を防ぐために矢板が設けてある。実験は次の3種類の斜面について行なった。

条件-1 X-X部にのみ矢板を設ける

条件-2 X-X部、Y-Y部に矢板を設ける(Y-Y部の矢板は上方斜面の崩壊を防止するために設けた)。

条件-3 X-X部、Y-Y部に矢板を設け、上側斜面(B部)を締め固める

間ゲキ水圧計、加速度計は条件-1では、 U_1 、 U_2 、 U_3 、 U_4 (間ゲキ水圧計)と a_1 (加速度計)と振動台に設けた。また、条件-2、3では、 U_1 、 U_2 、 U_5 、 U_6 、 a_2 に設けた(図-2)。振動加速度は斜面が崩壊するまで段階的に増大させた。一段階の振動時間は $30\sim60$ 秒とした。相似率についても検討したが、模型材料として砂を用いたので、多くの点で相似率を満足させることができなかった。

3. 実験結果と考察 砂中の間ゲキ水圧は、一般に、図-3に示すようになる。

$$U_d = U_{dv} + U_{ds}$$

条件-1の状態、台加速度を段階的に増大させて、 $\alpha=0.16g$ になると斜面は上側、下側とも崩壊した。このときの各点の間ゲキ水圧は図-4に示すとうりである。このような場合には、斜面中の水が天端表面まで浸出しているのに

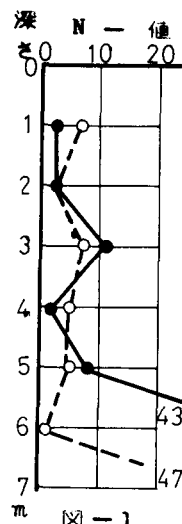


図-1

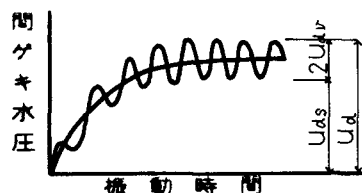


図-3

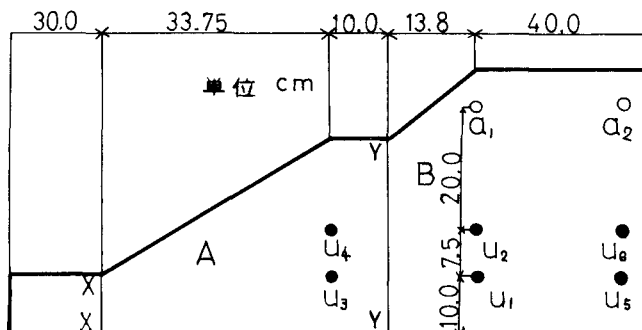
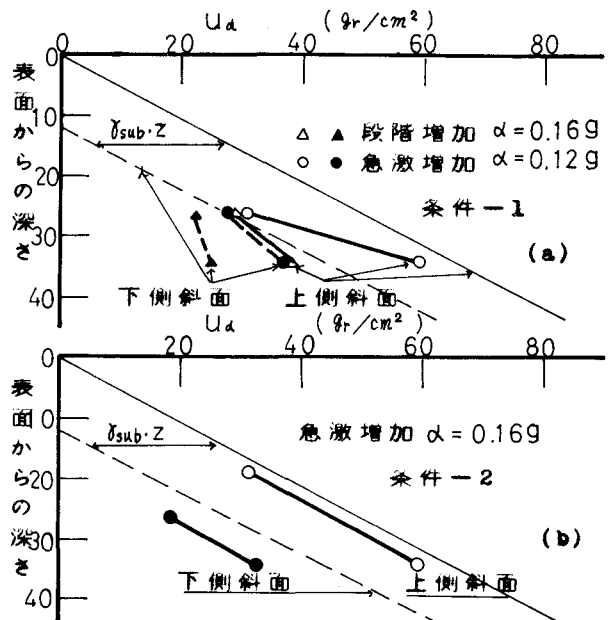
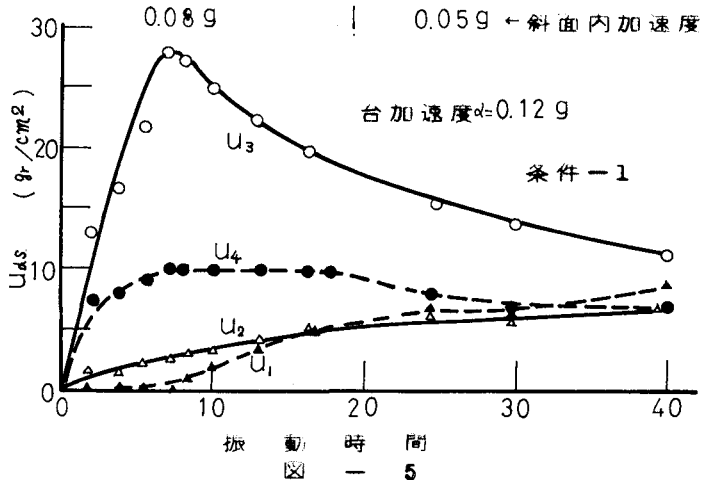
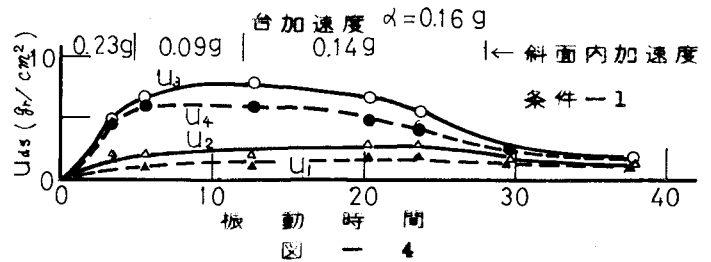


図-2

もかわらず液状化の様子はみられず、下側斜面から始まって、上側斜面まで崩壊が進行している。この種の実験では、斜面は $\alpha = 0.1 \sim 0.16g$ 附近で崩壊しているので、最初から、 $\alpha = 0.12g$ の台加速度で振動させた。そのときの間ゲキ水圧は図一5に示すようになり、段階的に加速度を増大させたときよりかなり大きくなる。このときの間ゲキ水圧 (U_d) を砂が懸濁化したときの水圧 ($U = rZ$, r : 懸濁液の単位重量, Z : 深さ) と比較すると図一6 (a) のようになり、前者の場合は完全液状化とはかなりかけはなれている。また、後者の場合でも、下側斜面は完全液状化に近いが上流側は完全液状化に達していない。なお、後者の場合には斜面は完全に崩壊した。一方、加速度の変化をみると、段階的に加速度を増大させた場合には、崩壊時に斜面内加速度は一旦台加速度より大きくなり、その後小さくなっている。これに対し、最初から大きな加速度を与えた場合には、斜面内加速度はかなり小さくなっている。すなわち、前者の場合には、実験中の間ゲキ水が逸散して、斜面が硬くなり、引張り亀裂が生じていることが考えられる。

前記の条件の実験では、上側斜面も含めた崩壊が生じるので、その防止のために、図一2に示すY-Y部に矢板を設け、斜面の底部からの崩壊防止を計った。このときの U_d の分布は図一6 (b) のようになり、上側斜面はほとんど完全液状化に近い状態になっている。これに対し、下側斜面では、間ゲキ水圧は条件一1の急激に加速度をあげたときよりむしろ小さくなっている。すなわち、Y-Y部に矢板のないときには上側斜面内の間ゲキ水圧の影響が下側斜面に及んでいるといえる。しかし、Y-Y部の矢板は上側斜面の液状化の可態を大にすることになる。この部分をわずかに締め固めると、 $\alpha = 0.20$ で液状化を生じた。

4. むすび 以上のことから、斜面は完全液状化にならずに崩壊すること、Y-Y部の矢板は下側斜面には、有効であるが、上側斜面では、むしろ完全液状化を発生させる原因になるといえる。



図一6