

地震による傾斜地盤の崩壊が埋設管に及ぼす影響に関する遠心振動実験（その2）

（独）防災科学技術研究所 正会員 佐藤 正義

清水建設（株） 正会員 田地 陽一 正会員 真野 英之

1.はじめに 埋設管が傾斜地盤の法線方向に埋設されている場合、降雨、地震動や地表断層変位に起因して傾斜地盤の一部がすべり崩壊すると、すべりが発生しなかった地盤とすべり土塊の間には相対変位が生じ、埋設管が破壊に至ることが懸念される。1995年兵庫県南部地震では、盛土が崩壊し埋設ガス管が露出する被害が実際に報告されている¹⁾。本研究では、地盤材料として粘性土を用いた傾斜地盤におけるすべり崩壊が埋設管に与える影響について遠心振動実験により検討した。

2.実験概要 実験に用いた土槽は、内寸法が長さ80cm（加振方向、斜面方向長さ）、75cm奥行き幅、斜面法線方向）、深さ35cmの剛体土槽である。土槽の斜面背面側の内壁には、緩衝材としてシリコンゴムを配置した。模型サイズでのり法線方向幅75cmの傾斜地盤を作製し、その中央部幅25cmが崩壊する仕様とした。傾斜地盤の勾配は1:1.5とし、高さは25cmとした。

遠心実験は縮尺1/30である。粘性土地盤の材料として、非崩壊部分、崩壊部分ともに関東ロームを用いた。非崩壊部分は、含水比90%程度の関東ロームをミキサーで練り混ぜたものを用い、タンピングによる締固めを行なうことにより作製した。非崩壊部分を自然乾燥させた後、崩壊部分を初期含水比85%、密度 $\rho_r = 1.45\text{g/cm}^3$ を目標にタンピングにより作製した。崩壊部分と両側の非崩壊部分との摩擦を低減するために、境界にはテフロンシートを配置した。埋設管模型は、外径10mm、肉厚0.2mmのステンレスパイプ（SUS304）（実換算：外径30cm、肉厚6mm）である。模型の外側には図-1に示す位置にひずみゲージを貼り付けた。埋設管の設置は、地盤作製後、実施工と同様に埋設管設置位置をトレンチカットし、埋設管を埋設した後、関東ロームで埋戻した。崩壊部分には、深度方向に色砂、地表面にビーズを配置し、実験後の掘削およびビーズ位置の計測により地盤の残留変形を調べた。

実験ケースは、表-1に示す埋設管なしのケースと埋設管をのり肩、中腹、のり尻の位置にそれぞれ設置する3ケース、計4ケースである。加振は、斜面方向に15.6～16.5g、周波数60Hz（g：重力加速度、実換算510～540gal、2Hz）、波数30の正弦波加振により行った。以降、データに関しては実換算値を示す。

3.実験結果 図-2～図-5は、各実験後の模型断面のスケッチを示したものである。Case-1(埋設管なし)では、のり肩から約2.8m離れた位置にテンションクラックが入り、そこからのり尻にかけてすべり崩壊が生じている。のり肩では水平に1.3m、鉛直に1.2m、中腹では水平に1.2mの残留変形が生じている。Case-2(埋設管：のり肩)では、Case-1と比較して、埋設管の存在により斜面天端の変形が抑えられている点、埋設管の直上から埋設管の前面（斜面側）を通過しすべり崩壊が生じている点は異なるが、中腹からのり尻にかけての地盤の残留変形分布は類似している。また、Case-4(埋設管：のり尻)では、埋設管の存在のため、埋設管背後の地盤変形が拘束されており、埋設管直上を通過してのり尻に向かう明確なすべり線が生じている。Case-1と比較して、のり尻

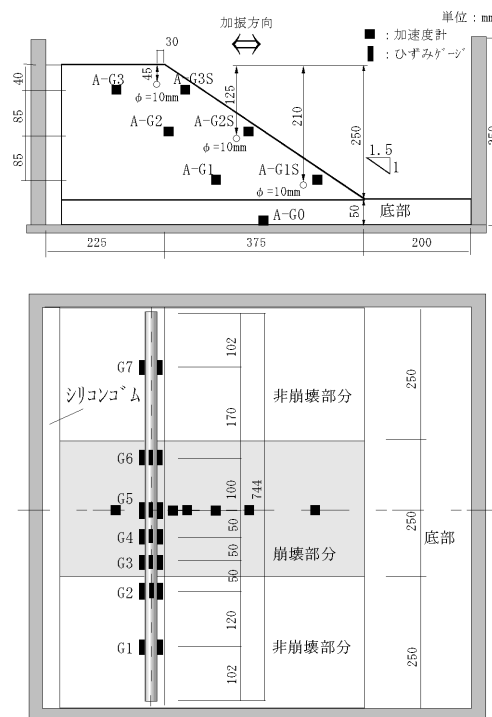


図-1 計器配置（上：側面、下：平面）

表-1 実験ケース

実験ケース	埋設管位置	密度 (g/cm ³)	正弦波加振加速度 (gal)
CASE-1	なし	1.44	540
CASE-2	のり肩	1.44	530
CASE-3	中腹	1.47	520
CASE-4	のり先	1.47	510

キーワード：遠心実験、傾斜地盤、埋設管、斜面崩壊

連絡先：独立行政法人 防災科学技術研究所 総合防災研究部門 〒305-0006 つくば市天王台3-1 Tel.0298-56-9138, Fax:0298-52-8512

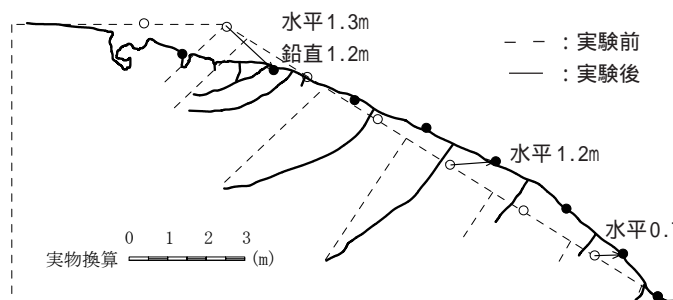


図-2 地盤の残留変形 (Case-1)

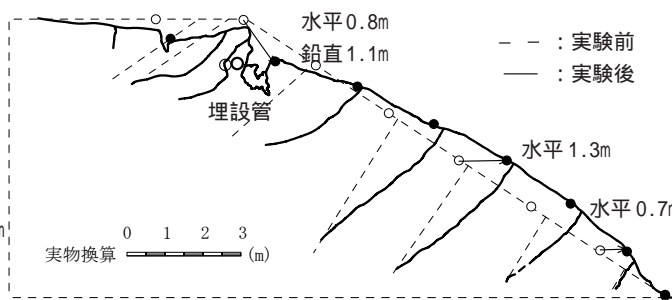


図-3 地盤の残留変形 (Case-2)

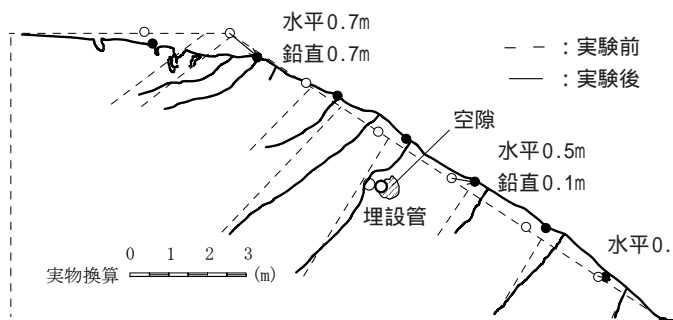


図-4 地盤の残留変形 (Case-3)

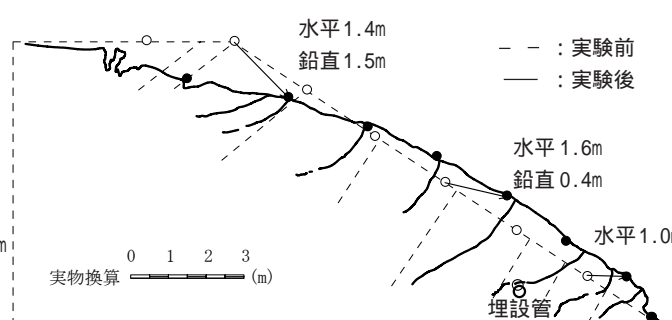


図-5 地盤の残留変形 (Case-4)

部分における地盤の変形挙動は異なるが、斜面天端から中腹にかけての地盤の残留変形分布は類似している。一方、Case-3(埋設管:中腹)では、埋設管の存在により、埋設管背後では地盤の変形を拘束し、埋設管前面(斜面側)には管径より大きなサイズの空隙が生じている。のり肩では水平に0.7m、鉛直に0.7m、中腹では水平に0.5m、鉛直に0.1mの残留変形が生じているが、他の実験ケースと比較して斜面全体の地盤の残留変形は小さい。こうした傾向は、地盤材料にDLクレーを用いた実験結果^{2),3)}と類似しており、粘着力のある地盤材料を用いたこと、入力加速度が大きいことが要因となって、その傾向はより明確に現れている。

図-6, 図-7はCase-2~Case-4における埋設管の残留曲げひずみ(鉛直、水平方向)の分布を示したものである。各ひずみゲージ間は曲線近似により補間している。鉛直方向、水平方向の曲げひずみの符号は、それぞれ埋設管が下方方向に曲げを受けるとマイナス、埋設管が斜面側に曲げを受けるとプラスである。鉛直、水平方向いずれの曲げひずみにおいても、崩壊部分の中央に向かうにしたがってその絶対値は大きくなっており、地盤のすべりの影響が現れている。水平方向と鉛直方向の曲げひずみの絶対値を比較すると、各ケースとも概ね水平方向成分が卓越した結果となっている。Case-3では、埋設管が斜面全体の地盤変形を拘束しているため、水平方向に $= 1,200 \times 10^{-6}$ と最も大きな値が残留しており、実験後の埋設管には目視でもその曲げ変形の残留が認められた。

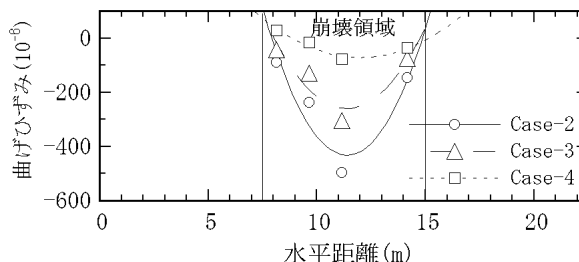


図-6 埋設管の残留曲げひずみ(鉛直方向)

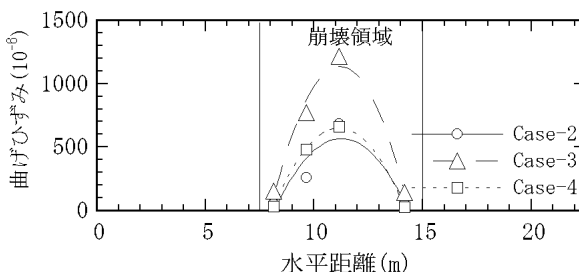


図-7 埋設管の残留曲げひずみ(水平方向)

4.まとめ 粘性土地盤の材料として関東ロームを用いた傾斜地盤において、地震時の地盤のすべり崩壊が埋設管に与える影響について遠心実験により検討した。その結果、埋設管が中腹に埋設されている場合は、埋設管がのり肩およびのり尻に埋設されている場合と比較して、斜面全体の地盤変形を抑える効果があること、その反面埋設管に大きな曲げひずみが発生すること、が明らかとなった。

参考文献 1)ガス地震対策検討会報告書：ガス地震対策検討会、1996.3. 2)佐藤正義,田地陽一：地震による傾斜地盤の崩壊が埋設管に及ぼす影響に関する遠心振動実験、土木学会第58回年次学術講演会CD-Rom、2002.10. 3)佐藤正義,田地陽一：遠心振動実験による斜面崩壊が埋設管に与える影響の評価、第11回日本地震工学シンポジウムCD-Rom、2002.11.