

大阪市立大学工学部 正 員 三笠正人

正 員 〇望月秋利

学生員 中 塚 太一

筆者らは数年前から直心力装置を利用して斜面の安定実験を行ってきた。今回は材料にカオリンと砂と尿素樹脂系土質安定剤(以後「固結剤」と呼ぶ)で固めた超鋭敏粘土(以後「人工粘土」と呼ぶ)を用いて、新たに開発した変位測定装置で斜面表面の変位を測定し、斜面破壊に至る変形のプロセスを検討した。

1. 斜面モデル

(1) 斜面の形状 斜面は均一斜面、中間に軟弱層を有する3層斜面、下層の強度の大きい2層斜面の3種で、合計10回の実験を行なった。斜面勾配はすべて1:1で、寸法は図-1の通りである。

(2) 人工粘土斜面の作製法 均一斜面の作成法は、カオリンと砂と混ぜたもの(重量比3:2)に水と含水比が67%になるようにして攪拌し、固結剤を投入しさらに攪拌と続ける。充分混合した所で供試体容器(50×30×14.5cm)に流し込み、雄型を押し当て固定し20~24時間養生する。養生が終わったら型枠を取り外し、実験中の変形の指標となるソーメンを1~2cm間隔に挿入し、供試体を完成する。斜面材料の強度は斜面供試体を作る時同時に作製した一軸用供試体(φ30×8cm)と、斜面安定実験に併立試験して求める。なお2層、3層斜面の場合は、まず上述した方法を最下層で作製し1時間後に型枠を外す。次に強度の異なるオ2層と打ち込み、この操作を繰り返す。全層を打ち込んだ後20~24時間養生して供試体を完成する。

表-1 人工粘土の諸性質

G _s	γ _s	e	S _r	w	LL	PL	WR	C _c	統一分類
2.607	153 ^{kg/m³}	2.89	95.0%	68.7%	47.0%	25.4%	2.0	0.62	CL

(固結剤/水=0.12, 均一斜面用材料)

(3) 人工粘土の性質 この材料の強度は主として水に対する固結剤の量によって変化するので一軸圧縮強度が1.5~8^{kg/cm²}になるような範囲で用いた。表-1に人工粘土の諸性質を示す。今回報告する斜面に用いた材料の一軸強度は図-1中に、またそれらの破壊ヒズミはほとんどが2~4%の範囲であった。相対含水比は200%に達し、ゆり返せば液状になってしまう超鋭敏粘土である。統一分類名はCLである。圧縮指数は0.62で中圧縮性を示す。

2. 実験装置と実験方法

(1) 実験装置 直心力装置についてはすでに紹介しているので変位測定装置について示す。水平変位の測定はリン青銅板にストレーンゲージをはりつけたものと、垂直変位の測定は差動トランスを用いた。これらを図-1に示すP1~P5(PはPointの略)の位置に取り付けた。

(2) 実験方法 加速度を0.6~2^g/秒の速度で徐々に増加し、斜面を破壊させる。実験中の観察はストロボと回転と同調発光灯で観察及び写真撮影を行ない、同時に変位をペン書きオシロを用いて記録させる。

3. 実験結果と考察

(1) 実験結果 代表的な例としてNo.9(均一斜面)の結果を写真1~3、図-3~6に、No.7(3層斜面)の結果を写真4、図-7に、No.6(2層

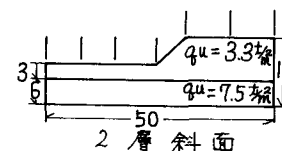
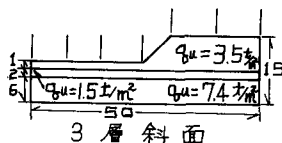
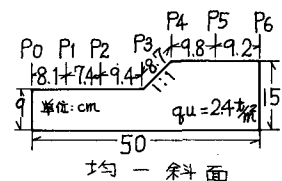


図-1 斜面の形状・寸法と変位測定位置

斜面)の結果を写真-1に示す。斜面の破壊加速度は No.9で 103~108 ㏑(㏑は重力加速度), No.7で 116 ㏑, No.6で 101 ㏑であった。実験後にはいずれの場合も供試体から排水された約 30cc の水が斜面の表面に溜っていた。図-4の垂直変位の結果は圧室によるものとせん断によるものの合わせたものであるが、P1の結果についてはほとんど自重による圧室次下だけであると考えられる所から P2,3に対しては P1との差を、P4,5に対しては $P1 \times (15/9)$ (供試体高さの比、図-1参照)の値(推定圧室次下量)との差をせん断による次下(隆起)とみなした。以下、次下、隆起の語はこの意味での「せん断による次下、隆起」を指す。

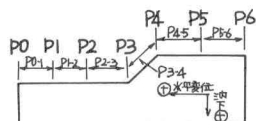
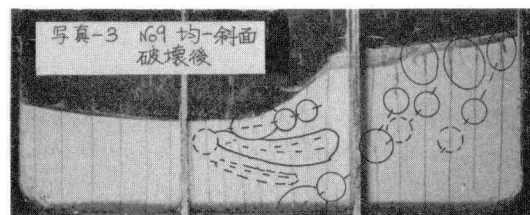
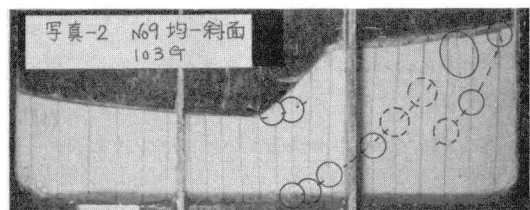
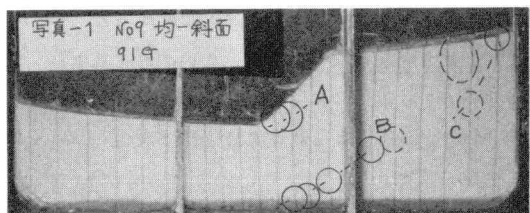


図-2 変位測定位置

(2)斜面破壊のプロセス No.9(均一斜面)の破壊に至る過程は写真1~3,図3~6

に示すようにかなり複雑で、このプロセスは4段階にわけて次のように説明できる。オ1段階(0~71㏑)では垂直、水平変位とも徐々に増加し、P3の水平移動、P5の次下及びP2-3の圧縮、P5-6の引張ヒズミが顕著となる。オ2段階(72~91㏑)ではさらにその傾向が進み、写真-1のB

すべりを中心とした小破壊が起こる。オ3段階(91~104㏑)では、すべり土壌は前方の受効土圧に抵抗され、すべりは小廉を保つ形となるが、P4-5の引張ヒズミが著実に増加する。写真-2を観察すると写真-1の状態よりすべり面の移動が小さくなっている。オ4段階(104㏑以上)ではP4の次下、P2の隆起、P2-3,1-2の圧縮、P4-5の引張ヒズミが急増して破壊に至る。写真-3ですべり面がノリ肩からノリ尻の方向に特に集中しているのが観察できる。この一連の破壊現象は広い意味での進行性破壊と考えられる。



No.7(3層斜面)の破壊形状は写真-4に示すように比較的小な円弧状で、破壊のプロセスは2段階にわけて説明できる。オ1段階(0~86㏑)ではP5,4の次下、P3-4の圧縮、P5-6の引張ヒズミが顕著となる。オ2段階(87㏑以上)ではP3の水平、P4の次下、P4-5の引張ヒズミが急増し、またP3-4が圧縮から引張に転じて破壊に至る。また浅いすべり面であったため P1,2,3の次下量は少ない。



No.6(2層斜面)の破壊プロセスは3層斜面のそれに似ているが、写真-5に示すように非常に浅いすべりで破壊したため、破壊の直前ではP4の次下、P3,4の水平変位が特に顕著に表れた。以上のような傾向は定性的には他の実験にも共通したものである。



(3)結果の考察 ①破壊時のすべり面付近の状況
深いすべりを生ずる場合: すべり円弧の山側付近では次下と引張ヒズミが、谷側付近では隆起と圧縮ヒズミが生ずる。斜面下端の次下量は浅いすべりを起こす場合よりかなり小さい(均一斜面の場合と3層斜面の場合に比較すると約2倍である。)

浅いすべり(ノリ芝)破壊と起こす場合: すべり内山山側端付近では却下と引張ヒズミが生じ、ノリ芝の水平変位の移動は大きい。またノリ面が生じていた圧縮ヒズミは破壊前から減少しだし引張ヒズミに転ずる。②今回の実験ではその初期においてノリ肩後方(P4-5)の却下と引張ヒズミが大きい。次にノリ肩付近の却下と引張ヒズミが大きくなり破壊する。これはせん断ヒズミの大きな箇所的位置が移る状態を示し、このことは強度の様な斜面の臨界円はすなわ深い円弧となることを踏まえれば、実験初期にはこの大きなすべり面に沿った変形が進行し、加速度が増すにつれ自重圧縮による強度の増加、容積の影響もあり浅いすべり面で破壊したと解釈される。意味での進行性破壊を起こしたものと考へられる。

③ 水平変位、垂直変位の測定結果を観察すると、破壊時に

すべり土塊全体が必ずしも同時に移動したとは云えない傾向を示し、一つのすべり面においても進行性破壊が起こっている可能性が考へられる。たゞ用いた材料が超鋭敏なため、測定方法と相まって定量的に明確になることはできなかった。

謝辞: 実験に協力してくれた中島(市大院)、藤原(滋賀県)両君

に感謝します。

参考文献:

- 1) 三井物産

直心計装置を

利用した粘性

土の斜面の

定実験・オ

27回土木学会

年次学術講

演会

