

1. はじめに

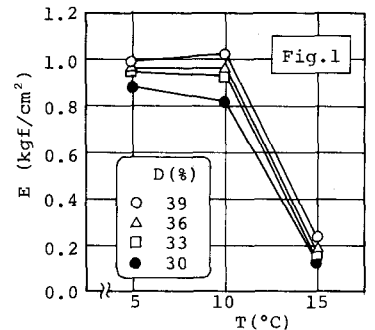
盛土斜面は載圧締固めによって多かれ少なかれ力学的異方性を有していると考えられるが、斜面設計時の安定解析では特殊な場合を除いて円形すべり面を仮定するのが通例である。これは必ずしも円形すべり面が妥当であると考えたことではなく、むしろ計算手法の簡便性によるところが大きいと思われる。本研究は、羊毛を一定方向に層状に混入したゼラチンからなる異方性斜面モデルと、同一形状でゼラチンだけを用いた等方性斜面モデルを製作し、天端面に載荷して斜面内の変形と破壊形態を調べ比較検討したものである。実験内容は、1) 異方性材料の作製に関する専断試験、2) 斜面モデルの挙動実験、に大別される。

なお、本研究は昭和59年度文部省科学研究費(総合研究A:代表山口柏樹, NO. 58350029)の援助による。

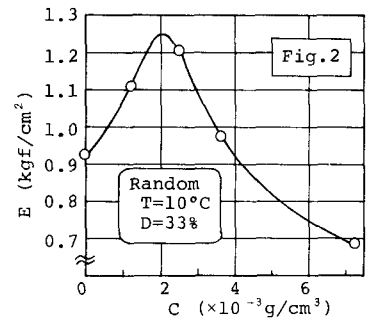
2. 異方性材料の作製

ゼラチンに羊毛を混入して異方性材料を製作するに当たり、ゼラチン濃度、温度、羊毛の混入量および混入方法を变化させて一軸圧縮試験(角柱供試体: $5 \times 5 \times 10$ cm)を行い、専断剛性や異方性の程度を調べた。

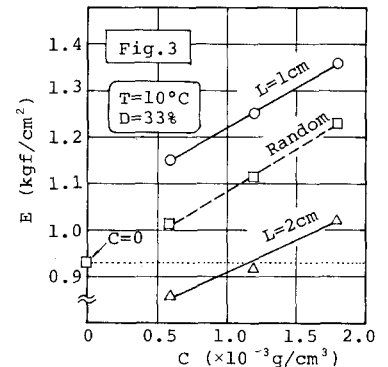
(1) ゼラチン濃度(D)と温度(T): 図-1はゼラチンの濃度(ゼラチンと水の重量比百分率)別に室温(恒温室)と一軸圧縮試験における弾性率Eの関係を示したものである。室温が 10°C を越えるとEが急激に低下するの、以後の実験は $T=10^\circ\text{C}$ 一定で行った。なお、一軸圧縮試験の応力-ひずみ曲線は軸ひずみ15%程度まで直線性が保たれている。



(2) 羊毛混入量(C): 図-2は羊毛がゼラチンの補強材になり得るか、また適性の羊毛量はどの程度かを調べるために、ゼラチン内に羊毛をほぐしてランダムに混入したときの羊毛混入量C(ゼラチン液単位体積当たりの羊毛重量)とEの関係を示したものである。図によると、羊毛は補強材になり得るが、混入量には最適値があり、多く入れ過ぎると羊毛とゼラチンの間ではく離が生じて剛性がかえって低下する性質が見られる。



(3) 混入方法: 均質な異方性材料を製作するためには羊毛を層状に混入するのが最も適切と考えられる。図-3は同じ羊毛混入量に対して、高さ10cmの供試体を5層(層厚 $L=2$ cm)と10層($L=1$ cm)に分けて製作したときの剛性を比較したものである。図にはランダム(図-2)やゼラチンだけ($C=0$)の値も示したが、層が厚くなると層間での羊毛混入密度が大きくなるため、はく離によって剛性が低下することが分かる。また $L=1$ cmの剛性がランダムの値を上回っていることは、羊毛を一定方向に敷き並べた補強材としたときの効果の現われと解釈できる。



(4) 異方性の程度: 図-4は羊毛の混入方向と載荷方向のなす角度 θ を種々変化させて異方性の程度を調べた結果である($L=1$ cm)。実験は $D=33\%$ を主体として θ を $0^\circ \sim 90^\circ$ まで図のように変化させて行ったが、異方性に対するゼラチン濃度の影響を調べるために $D=30\%$ についても $\theta=0^\circ$ と 90° の比較を行った。図に見られるように、異方性の程度は羊

毛混入量によって異なり、 $\theta = 90^\circ$ と 0° の弾性率比が最大になる最適な混入量が存在する。 $D=33\%$ では、この最適値が $C=1.8 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ であり、このときの弾性率比は約1.4である。 $D=30\%$ の場合は、セラタン自体の弾性率が低下するため、羊毛混入時の E を全体的に低下する。しかし、 $\theta = 90^\circ$ と 0° の弾性率比の値は $D=30\%$ の場合とほぼ一致し、この程度の濃度差では異方性の程度にあまり差がないことが知られる。

以上の等軸試験の結果から、以下の斜面モデルの実験では、 $D=30\%$ 、 $T=10^\circ\text{C}$ 、 $C=1.8 \times 10^{-3} \text{ g/cm}^3$ 、 $L=1 \text{ cm}$ の条件を採用した。

3. 斜面モデル実験

図-5に斜面モデルの寸法と実験ケースを示した。今回の実験では、斜面勾配 $\beta = 30^\circ$ 、 45° 、 60° の3種を考へ、それぞれについてセラタンだけからなる等方性斜面モデル(I)と羊毛を層状に混入した異方性斜面モデル(A)を作製した。以下、例えば $\beta = 45^\circ$ の異方性斜面モデルをA-45と記すことにする。実験方法は、作製した斜面モデルの側面に等間隔(約5cm)に虫ピンを設置し、天端面に薄い紙を敷いて鉛球を5kg単位で40kgまで載せ、各荷重段階で虫ピン標尺の動きを水平視線をアクリル板に貼った透明紙にプロットする手順をとった。

図-6および図-7は $\beta = 30^\circ$ および 45° の場合について、I-モデルとA-モデルの標尺の動きを比較したものである(表面荷重40kg)。

図-6の比較が注目されることは、I-モデルでは底部付近でも移動量がほとんど大きく、変位分布が一様に近いことである。これは、I-モデルではせん断変形に加えポアソン比に関連する伸縮変形(天端の沈下によるはらみ出し)が顕著に現れたものと考えられる。図中の破線は標尺の移動方向を連ねてすべり面を推察したものであるが、A-モデルではすべり面の水平長が長く、複合すべりの様相を呈していることが分かる。図-7の比較では、逆にA-モデルの方が天端面の沈下や斜面表面のはらみ出し量が大きい。これは変形パターンから考えればせん断変形が卓越したためと考えられる(斜面先で少量の膨れ上がりが見られた)。しかし、すべり面の形状については、A-モデルが水平部が若干長いように感じられるが、有意な差は認められない。

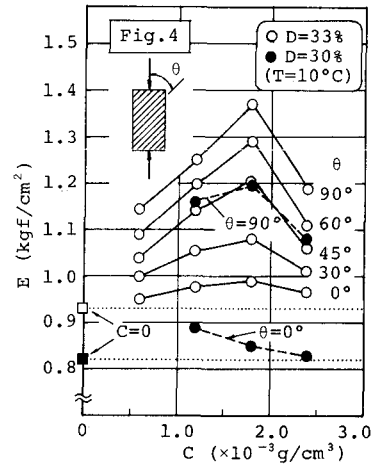


Fig.5 Model

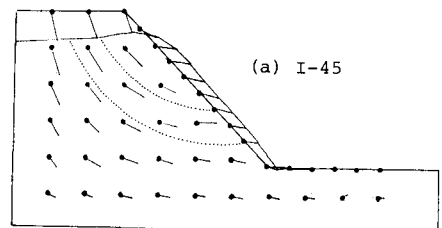
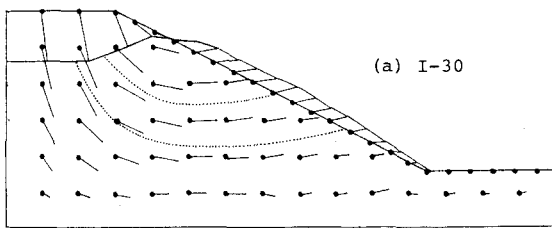
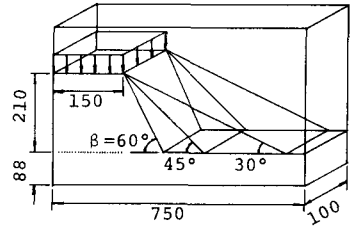


Fig.6 Displacement ($\beta=30^\circ$)

Fig.7 Displacement ($\beta=45^\circ$)