

光弾性手法を用いた土工斜面の鉄筋による補強効果の検討について

鹿児島高専 正員 ○永吉 靖
 鹿児島高専 正員 斎藤 利一郎
 鹿児島高専 正員 岡林 巧
 鹿児島高専 学生員 里之園 满信
 鹿児島高専 学生員 山口 正人

1.はじめに

南九州のしらす地帯の切土斜面の内部応力の解析に関しては、有限要素法等の手法により明らかにされている。特に、地山しらす切土に関しては、直立および緩斜面について議論されているが、九州縦貫自動車道路建設に関する設計要綱等により、しらす切土斜面は種々の観点から緩斜面の採用がなされつつある。周知の通り切土を行うことにより、基礎および斜面内のせん断応力が増大する。このせん断応力がしらすのせん断抵抗値を超えると、斜面は安定を失い崩壊することになる。一般に、切土斜面の安定度を調べる方法には種々あるが、いずれも、ある一面を仮定し、その面に沿って土塊全体がすべり出す状態を考えている。この場合すべりは地山しらすの切土の横方向に対し、有限の区間に内に発生することになるが、これを調べるために、通常無限長であると仮定し、二元問題として取り扱っている。¹⁾そこで、本文でも上述の考え方を採用し、斜面安定度を調べるために、切土斜面を想定して光弾性実験（二次元）法²⁾により、斜面内の応力状態を観察することにした。

2. 実験の概要

地山しらすの安定度を知るためにには、しらす斜面内のどの位置に、どのような形のすべり面が発生するかを知る必要があるが、斜面の場合、境界面の形状がかなり複雑であると考えられるため、理論的にすべり面の形状を定めるのは容易でない。

したがって、本実験では土工斜面の安定度を知る方途として（I）斜面に補強材（鉄筋）を用いない場合（II）補強材を用いた場合について、斜面内に生じる応力の方向と応力状態の分布を観察して、それらの差異と補強材の挿入効果について調べることにした。図-1に試験片の寸法形状を示す。斜面の傾斜については、現地の採用例（1:0.7）を参考し、さらに寸法形状については実験装置の制限より任意に定めた。試験片はエポキシ樹脂板（6mm）を用いた。試験片には、等分布荷重を負載することにした。負載荷重の決定に際しては、まず、常温で応力状態の観察を試みたが、応力の伝達方向に生じる等色線の観察に支障を認めたので、応力凍結を試みた。実験に際し、最も苦慮する点は、負載荷重の決定である。すなわち、応力凍結を行う場合、最大応力箇所のしま次数を観察しながら、荷重の増減ができないことがある。本実験では、任意の斜面の自重に近似するように、予備実験の応力状態を検討して、凍結操作中に試験片が破断しないような負載荷重（0.978kgf/cm²）を採用した。応力凍結のサイクルは次の通りである。まず、供試体を三次元炉内に設置し、常温（20°C）より120°Cまで炉内温度を上昇させた。次に120°Cより90°Cまで4°C/hの速度で徐冷して応力を凍結させた。応力凍結が終了した試験片は通常の二次元光弾性装置を用いて、等色線写真を撮影した。

次に、主応力方向の分布を表示する等傾線を同一供試体を用いて描くことにした。複雑な等色線が混入すると等傾線が判別しにくいことがあるが、偏光子を少しずつ回転させて判別した。θは時計方向に測定した。

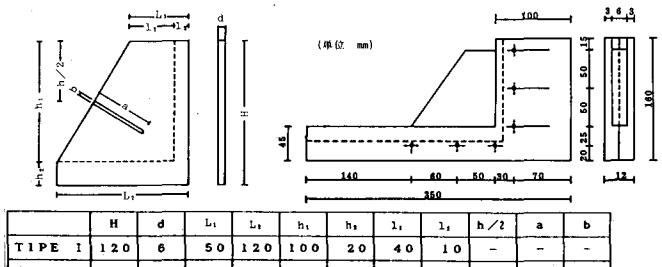


図-1 供試体の形状寸法 (単位 mm)

3. 実験の結果および考察

写真-1、2は応力凍結を実施した等色線写真的である。等色線写真是応力分析の基本的資料となる。ここでは、二次元光弾性法を採用しているため平衡方程式と適合条件とを満足すればよい。これらの解には弾性体の弾性係数を含まないことから、負荷条件と供試体の幾何学的な形状とが相似であれば応力分布は材料のいかんに無関係となる。

また、主応力の方向を示す等傾線の例を図-1、2に示す。本例では、偏光子の主軸の傾きを5度ずつ傾けてまとめるにした。図中A、Bは本例における供試体内部に生じる代表的な特異点である。これらは主応力が不定な点、あるいは主応力が急激に変化する点であることを意味する。すなわち、主応力方向θが不定となる条件としては、

$$\tan 2\theta = \frac{2\tau_{xy}}{(\sigma_y - \sigma_x)}$$

において、(i)、 τ_{xy} 、 $(\sigma_y - \sigma_x)$ がともに0、(ii)

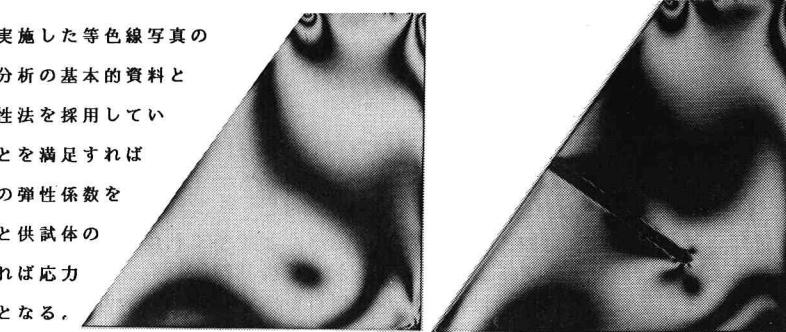


写真-1 等色線 TIPE I

写真-2 等色線 TIPE II

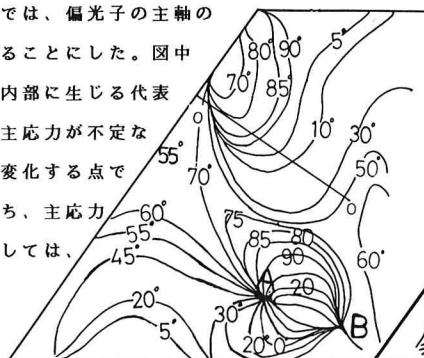


図-2 等傾線 TIPE I

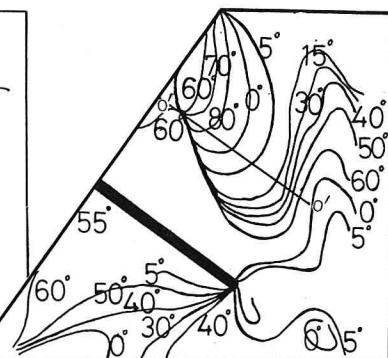


図-3 等傾線 TIPE II

τ_{xy} 、 $(\sigma_y - \sigma_x)$ のいずれか一方または両方が無限大(iii)、 τ_{xy} 、 $(\sigma_y - \sigma_x)$ のいずれかが不連続の三つの場合が存在し、応力解析に支障が生じることになる。図-2に見るよう、補強材を斜面に対し90度方向に挿入してみると、図-1のA、Bの特異点は消滅する。すなわち、補強材の挿入位置により、主応力方向が不定となる位置を変え得ることが推測される。本例では一方向だけについて調べたものであるが、補強材の挿入位置を種々検討することにより、斜面の安定度に関する方途を知り得ると推察される。補強材の挿入角度は一つの主応力方向を示すことから、図に見るように斜面に対し直角方向を選定する必要がある。

図-3は図-1、2に示す断面について、せん断応力差積分法(図式積分法)を用いて、近似的に内部応力を調べてみたものである。主応力 σ_y 、せん断応力 τ_{xy} について調べてみると(I)の場合に比べ、(II)の場合が応力分布の緩和が認められる。

4. むすび

本実験では、装置の制限より大規模の模型試験が実施し得なかったが、主応力方向に着目し、応力の乱れを観察することにより、補強材の効果について、今後とも、実験を継続していく計画である。

参考文献：1) 土質工学会：土と基礎の計算実技演習(その3)第4章盛土の安定, pp. 61~84, 1970.

2) 光弾性実験法：日刊工業新聞社, p. 534, 1970.

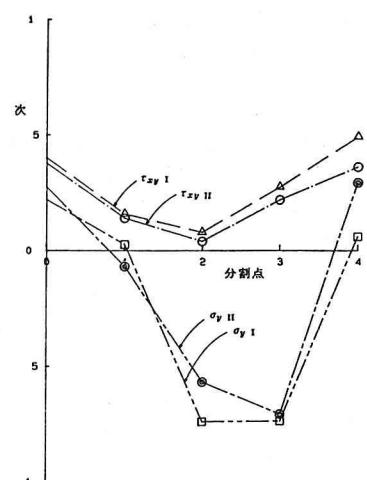


図-4 内部の主応力分布