

斜面の表面応力測定による切取りの施工管理に関する研究

京都大学工学部 松尾新一郎

京都大学工学部 ○畠田 武満

1. まえがき

自然あるいは人為的な斜面は常に崩壊、滑動の危険性を秘めている。しかし、その予知は極めて難しく、斜面のキレツの発生、擁壁のはらみ出し、地下水の潤滑などの何らかの徴候を見出して初めてその対策にかかっているのが現状である。ところが、表面に徴候が現われた時には、すでに手遅れになっている。したがって、人間の身体でいえば、予防医学的な検査によって、その初期に対策を構づることができれば、対策の費用も少なく、工法も容易に行なえる。

本報告は、斜面の表面応力を測定することによって、崩壊の予知および切取りの施工管理を試みたものである。

2. 理論と解析

土塊中の自然の応力状態は、鉛直応力の数倍も大きい水平応力が存在することがしばしばある。この状態はその地域の地質構造あるいは以前に存在していた応力の残留および大きな古い地すべりと関連している。土塊を通じて伝達されるこの水平力は、通常、土塊が取り去られた後の切取り、あるいは谷の底部に集中する。そのため、底部下の水平応力が増大し、土の強度をこえた時に、底部および法先近くの斜面にすべり面が発達する。また斜面下部の切取りによって、斜面の頂部やその近傍に引張キレツが生じる。キレツの生じた処では水平力は存在しないが、キレツのない処では引張応力が見られる。

この調査方法は、Sachsによって、金属材料に対して行なわれた「物質の除去」の手法を応用している。これはひずみを受けている物体の応力場は物体の一部を除去すると変化するという事実に基づいている。したがって、この変形を測定すれば、初期応力状態の計算が可能である。この応力の計算式を示すと、

$$\sigma = \frac{\Delta r \cdot r \cdot E_m}{(1+\nu) a^2}$$

のようになる。ここで、 Δr は掘削孔軸からの距離 r にある観測点の変位（軸方向と正）、 a は掘削孔の直径、 ν はポアソン比、 E_m は弾性係数を表わしている。

3. 測定方法と器具

測定は宝塚市付近の道路建設現場の切取り斜面で、切取りの施工管理に応用した。具体的には斜面の縦断方向約10mごとに、直径15cm、深さ25~30cm程度の孔を掘り、孔の中心から16cm

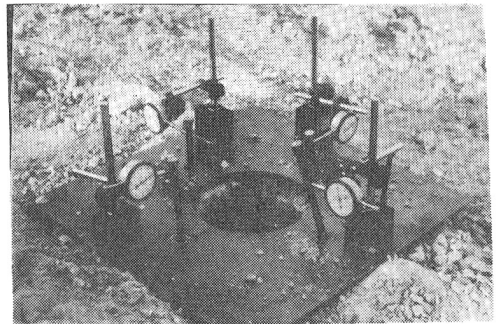


写真-1 測定器具

離れた点で土中に挿入した変位観測棒の変位を読み取る。すなわち、圧縮応力場においては、掘削による応力の解放が、変位棒の孔の中心方向への変位として表われ、引張応力場では孔の中心から外方への変位として記録される（写真-1参照）。

4. 測定結果と考察

測定結果を図-1～4に示した。図-1は上部に引張、下部に圧縮の領域が存在して典型的な斜面の応力状態を示している。また、測定値はここに示さなかったが、No.6付近でとくに大きな圧縮応力が見られた。したがって、次の切取りは上部に限るべきであったが、下部No.7～No.8付近で3500m²と上部2000m²の切取りが行なわれた。図-2はそれ後の測定結果であるが、斜面上部に圧縮領域が発生し、中部に引張領域が発達している。それに比較して、下部の圧縮領域が小さいので非常に不安定になっている。

図-3はオス目測定で予想されたような崩壊が起った後の測定結果である。測点No.2付近に小規模の滑落崖がみられ、キレツが等高線方向に走っていた。この結果からはそれほど大きな応力はみられず、上部の滑落によって比較的安定な状態に落ちついたと考えられる。

図-4は第3回目（図-3の結果にもとづいて上部一段半を切取った後）の測定結果で、コウ配の変化で細かく引張領域と圧縮領域とに分かれ、斜面の中、下部は安定であるが、最上部に圧縮領域が広がり、崩壊が後方に進行する恐れがあった。その結果、計画切取り断面の上部斜面のコウ配をなだらかにすることが決定された。

5. あとがき 表面応力測定による切取りの施工管理は非常に有効であったが、地盤のE_m、 μ などが的確に求めることができれば、さらに詳細で精度の高いものとなる。

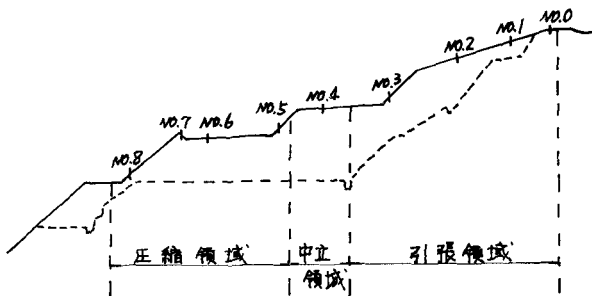


図-1 第1回切取り後の斜面の応力分布

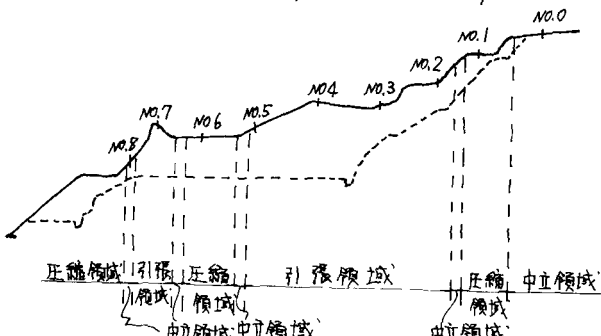


図-2 第2回切取り後の斜面の応力分布

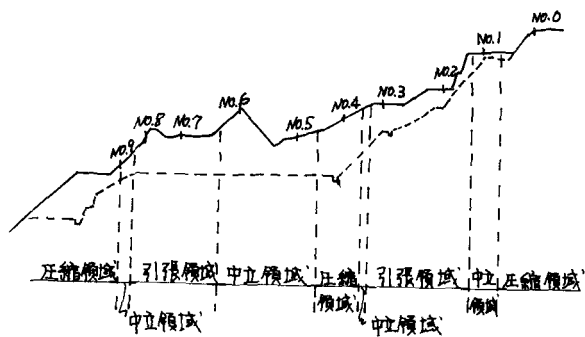


図-3 崩壊後の斜面の応力分布

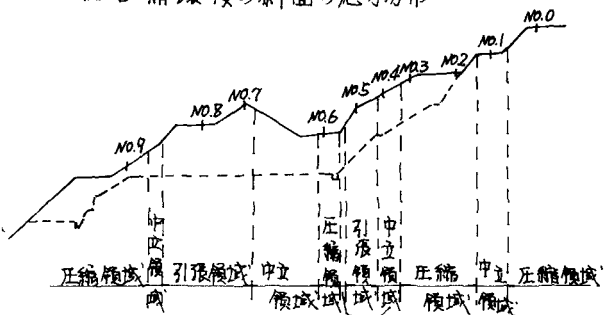


図-4 上部切取り後の斜面の応力分布