

## Ⅲ－B372

## 垂直縫地による岩盤斜面の補強に関する模型実験

昭和地下工業株式会社 正会員 ○ 横尾 剛志  
九州産業大学工学部 正会員 奥園 誠之  
同 上 正会員 松尾 雄治

## 1. まえがき

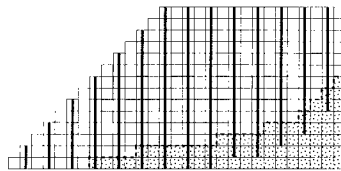
我が国では、斜面の崩壊等による災害が幾度となく起こっている。特に岩盤斜面は崩壊運動が突発的で急速であり大規模災害へ至るケースも少なくなく、崩壊の挙動予測や対策の適応性に関する防災技術の確立が急務とされる。本報告では近年、切土のり面やトンネル坑口の崩壊防止として鉄筋補強土工の一種で比較的簡便な工法で地山の緩み抑止等に補強効果のある縫地工法に着目した。この工法は斜面崩壊防止対策としては水平方向に設置するのが有効とされているが、垂直方向での有効性についてはほとんど検討がなされていない。よって模型により岩盤斜面崩壊を再現し、垂直縫地の補強効果について検討を行ったものである。

## 2. 実験方法

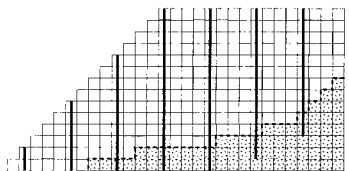
本実験においては、傾斜計を設置した土槽内に石膏柱を設置方法の変化により受け盤・流れ盤・斜面平行流れ盤の岩盤形態に模したものを積み上げ構成させる。まず無処理状態で土槽を傾斜させ、ビデオカメラにて映像記録を行い、スロー再生により斜面が傾斜角何度でどのような形態で崩壊が進行するのを確認し安定解析を行う。これに対策工である垂直縫地に見立てた補強材を垂直または垂直に近い角度で挿入する。これを配置箇所及び補強材の挿入長などを変化させた対策をそれぞれ数パターン行い、解析による安全率1.2を目標とし対策工の効果の確認を行った。

## 3. 実験結果および考察

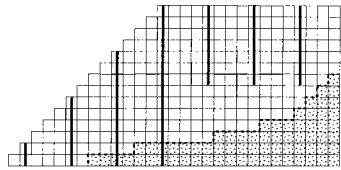
無処理状態での斜面崩壊形態の進行状況を記録した映像により確認を行った結果、まず始めに流れ盤では全体が前方に倒壊（トップリング）を起こし始め、同時に法肩部分が崩れ落ち斜面全体が崩壊を起こすこととなる。またこの時に崩壊と無崩壊ゾーンとに分割することが判明しており、トップリングに関しての対策は法肩部分を中心に斜面および上段部において補強材を無崩壊ゾーンの基盤まで挿入



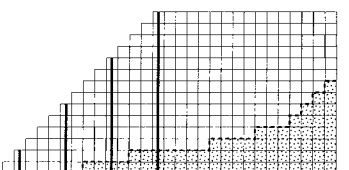
図－1



図－2



図－3



図－4

した対策工を施す事で斜面崩壊抑止に効果的である。これらの傾向をもとに4パターン（図－1～4）の対策工を行った実験結果を表－1に示す。これによりそれぞれのケースで安全率が増加を示し $F_s=1.2$ を満たす結果となった。これは前文で述べている通り法肩部分と斜面を中心に対策対策工を施した結果であると判

|     | 崩壊角度<br>(°) | 安全率  | 補強材使用本数<br>(本) | 補強材総延長<br>(m) |
|-----|-------------|------|----------------|---------------|
| 無処理 | 9.2         | 1.00 | —              | —             |
| 図－1 | 31.0        | 1.53 | 56             | 14.2          |
| 図－2 | 19.8        | 1.40 | 28             | 7.0           |
| 図－3 | 14.7        | 1.28 | 28             | 5.3           |
| 図－4 | 14.7        | 1.28 | 16             | 3.2           |

表－1

キーワード：岩盤斜面崩壊、垂直縫地工法、補強材、模型実験

（連絡先）〒815-0082 福岡市南区大楠3丁目19番29号 TEL 092-531-2236(代) FAX 092-531-2004

断でき、トップリング崩壊に対する対策工として垂直縫地工が有効である結果となる。

次に流れ盤では、まず法肩部分に斜面崩壊の兆候が表れ始め、傾斜の度合いが増すと、列ごとの3つ程の大きなブロック状に分離を起こし最後には前方へ滑り出しトップリングに類似した崩壊を起こすこととなる。またこの時にすべり面を形成することが判明しており、トップリング崩壊での対策工同様に基盤まで補強材を挿入した

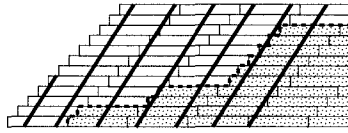


図-5

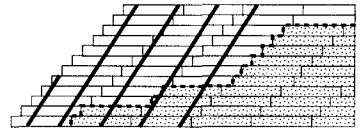


図-6

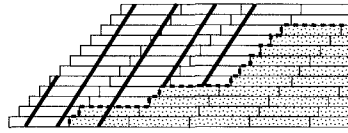


図-7

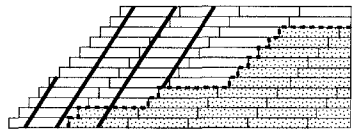


図-8

対策で斜面崩壊を抑止することが推測ができる。これより法肩部から後方を中心に対策をした4パターンの実験を行った。4パターンとも共に安全率の増加は確認出来たが目標安全率を満たすのは図-5の対策工のみの結果となった。しかしながら目標安全率を満たさずともそれぞれで増加を見せていることで対策工の効果は表れたものと考えられる。

|     | 崩壊角度<br>(°) | 安全率  | 補強材使用本数<br>(本) | 補強材総延長<br>(m) |
|-----|-------------|------|----------------|---------------|
| 無処理 | 31.5        | 1.00 | —              | —             |
| 図-5 | 40.5        | 1.22 | 22             | 7.3           |
| 図-6 | 39.0        | 1.18 | 18             | 5.9           |
| 図-7 | 38.7        | 1.18 | 18             | 5.0           |
| 図-8 | 37.5        | 1.15 | 12             | 3.6           |

表-2

最後の斜面平行流れ盤崩壊の特徴として、積み上げたブロックがほぼ直立に近い角度で、

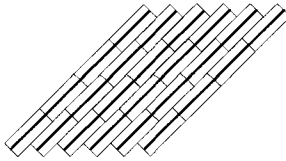


図-9

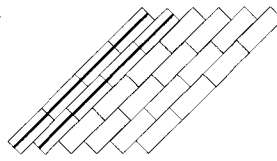


図-10

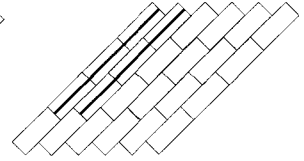


図-11

前面1列目下部がバックリングを起こし斜面崩壊を起こすパターンと、前面の1列目から順次剥離倒壊を起こす2種類のパターンの崩壊が見られた。これに対し図-9～11の様に補強対策を行い表-3にその解析結果を示す。対策パターンそれぞれで無処理状態の崩壊角度と同様な角度で崩壊を起こしており、垂直縫地による

|      | 崩壊角度<br>(°) | 安全率  | 補強材使用本数<br>(本) | 補強材総延長<br>(m) |
|------|-------------|------|----------------|---------------|
| 無処理  | 37.3        | 1.00 | —              | —             |
| 図-9  | 38.0        | 1.00 | 12             | 6.2           |
| 図-10 | 38.0        | 1.00 | 4              | 2.1           |
| 図-11 | 39.2        | 1.02 | 4              | 1.6           |

表-3

対策工は有効ではない結果を示した。これは剥離を行う面と補強材を挿入した方向とが平行となり補強材が補強材として働かなかつたため崩壊を抑止できなかったものである。しかしながらどのケースにおいてもバックリングによる崩壊を抑止する結果がでた。

#### 4. まとめ

受け盤および流れ盤に関しては、一部を除き目標安全率を満たす結果から垂直縫地工法が有効性を示すこととなり、一部のものに関しても補強材の配置間隔を密に行うか、補強材の挿入長を延長することで安全率の増加は見込めるものと推測される。また、斜面平行流れ盤のバックリング崩壊に関しては十分に抑止材としての効果が発揮するが、剥離による崩壊は補強材挿入方向と剥離面が同一だったために垂直縫地工法による補強効果は見込めない結果となった。よって垂直縫地工法は特に岩盤斜面の流れ盤に対し有効性が確認された。