

東京都立大学 ○正会員 山本 稔
 岡部株式会社 佐藤 恭介
 住友建設株式会社 佐々木健二

1. はじめに

風化が進んでいたり、亀裂が発達して脆弱化している斜面については、単に表面保護のみではなく斜面の安定化を図る手段を講ずる必要がある。このような斜面に対してアンカー工法は斜面安定の技術的観点から、また自然保護の観点からも有効と思われる。この種の工法としては、すでにアースアンカー工法やソイルネイリング工法などが実用されているが、従来の工法では斜面の高さに対して長いアンカーを使用しているのが実態である。これに対しここに提案する工法は、比較的短いロックボルトをパターンボルトディングして地山を締め付け、地山自身を構造体とした擬似石垣構造物を形成し、斜面の安定化を図る工法で、主として崖崩れなどの斜面の比較的浅い崩壊の抑制を意図している。

本工法についてはすでに、模型実験によって考え方の基本的な説明¹⁾はなされているが、詳細にはなつては未だ明確さを欠く嫌いが認められる。この報告はかゝる見地から、本工法の実用化を図るため実斜面に模した模型実験より、施工に関する諸事項を調査したものである。

2. 実験概要

実験にあつては、風化の進んだ弱い斜面を規定して珪藻土を混合した人工砂質土を使用した。人工砂質土の物性値は表-1の通りである。実験は、(1)アンカーボルトの引抜き抵抗抗力試験、(2)斜面前壊の模型実験、(3)ボルトによる斜面安定の模型実験を行つた。

(1) アンカーボルトの引抜き抵抗抗力試験

アンカーボルトに所定の引抜き抵抗抗力をもたせるために、直径 $\phi 22\text{mm}$ 、WS/6 の全ネジボルトに各種アンカーヘッドを取り付け、これらのアンカーボルトに対し、単一ボルトでの引抜き抵抗抗力を計測し、(3)の実験に使用する条件を定めた。

尚、長さについては実験スケールより 40cm とし、アンカーヘッド形状は、表-2の通りである。

(2) 斜面前壊の模型実験

この実験は、切取り斜面の前壊条件を調べるために行つたものである。実験に用いた人工斜面は図-1に示す通りである。

人工斜面は、勾配 45° にするように人工砂質土を積み上げるもので、実験方法は、法面部より 5° 毎に斜面勾配が急になるように掘削し、斜面前壊の条件を確認した。

(3) ボルトによる斜面安定の模型実験

実験に用いた実験装置およびアンカーボルトを図-2、図-3に示す。実験方法は、アンカーボルトを 70° の

内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)	32.0
含水比 (%)	12.4
均等係数	6.0
比重	2.75
単位体積重量 γ (g/cm^3)	1.25
安息角 ($^\circ$)	—
粘着力 C (g/cm^2)	0

表-1. 砂質土物性値

TP.No.	アンカーヘッド形状	ボルト形状	定着長さ mm
1-1 1-3		WS/6全ネジボルト	400
2-1 2-3		WS/6全ネジボルト	400
3-1 3-3		WS/6全ネジボルト	400
4-1 4-3		WS/6全ネジボルト	400
5		WS/6全ネジボルト	400

表-2 アンカーヘッド形状

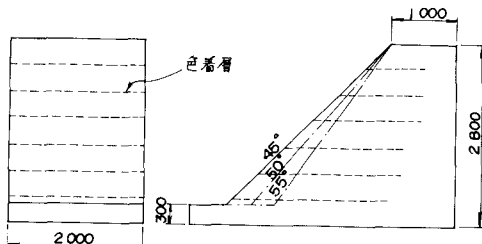


図-1. 人工斜面形状図

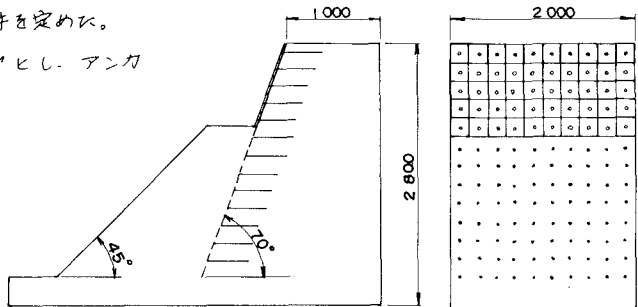


図-2 アンカーボルト配置図

斜面となる位置に水平に、あらかじめ埋め込みながら(2)の場合と同様に 55° の斜面を形成し、その後、法肩部より斜面角 70° で、ボルト一段毎に締め付けを行ないながら掘削を進めて行き、ボルトの斜面前壊抑制効果試験を行なった。

3. 実験結果を考察

(1) アンカーボルトの引抜き抵抗試験

実験結果を表-3、図-4に示す。この図を参照し、(3)の実験には 3σ 以上の引抜き耐力が保証できるように 50^{mm} 角のアンカーヘッド(No.4)を利用することにした。

(2) 斜面前壊の模型実験

実験結果を表-4に示す。この結果からボルトを使用しない場合、人工斜面は勾配 55° 、斜面高 1500^{mm} 程度で前壊することがわかった。従って(3)の実験では、確実に前壊が生ずる勾配として 70° で切取ることにした。

(3) ボルトによる斜面安定の模型実験

(2)の実験に基づいた試算によれば、高さ 700^{mm} で内張すべくに対する安全率は約0.7であった。従って、ボルトで斜面を保護しない限り斜面前壊は生起するものと思われるが、5段ずつ 5^{mm} 高さの切取りで斜面は十分に安定であると思われる。しかし、6段目の切取りに入り、法肩後方約 60^{cm} の位置に法肩に平行して亀裂が発生した。そして、切取り直後の6段目の正分域に圧縮変形が生じ、時間と共にその変形が進行するのが認められた。しかし角度金の取付けが終ると変形の進行は停止した。これは斜面を一度に切取ったため、この部分に局部的な破壊が生じた結果と思われる。7段目以下についても同様な傾向が見られたが、変形が進行するのみで斜面全体の崩壊は発生しなかった。切取り高が大きくなるにつれて、切取り直後の変形が次第に大きくなったので、切取り法を部分掘削に切換えた。これによって変形の進行は減少し、遂に13段 2600^{mm} を切取ることができた。そこで上載荷重 $1\frac{1}{2}^{\text{t}} \times 0.5^{\text{m}}$ を加えたが、変形が進むのみで崩壊は発生しなかった。これは、ボルトの斜面前壊に対する抑制効果が、非常に大きいことを示すものと思われる。

4. おわりに

実際の施工条件を考慮して斜面の切取りを行なった結果、切取り方法に問題を残したが、斜面高の $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{5}$ の短い長さのボルトによって斜面全体として崩壊せず、本工法の実用の可能性が前進したと考えている。本工法は、やはり強い斜面を形成する点から見て、斜面に対する NATM の応用と言えよう。

1) 山本 隆、倉田 陽次、加藤 孝一郎：ロックボルトによる斜面前壊抑制工について、Ⅱ-179、土木学会 第30回 学術講演会

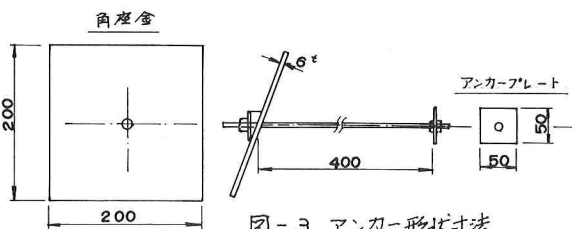


図-3 アンカー形状寸法

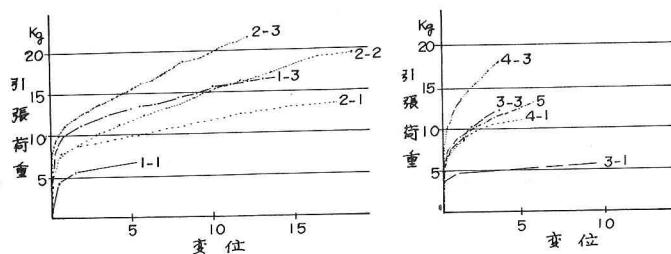


図-4 アンカーボルト荷重-変位図

TP. No	崩壊時の 斜面勾配	斜面切取 高さ mm
1	55°	1300
2	55°	1600

表-4 斜面前壊勾配

供試体 No.	定着長 mm	最大荷重 kg
1-1	400	5.68
1-3	"	16.8
2-1	"	14.86
2-2	"	20.86
2-3	"	25.5
3-1	"	7.84
3-2	"	"
4-1	"	16.2
4-3	"	24.34
5	"	19.12

表-3 アンカーボルト引抜き最大荷重

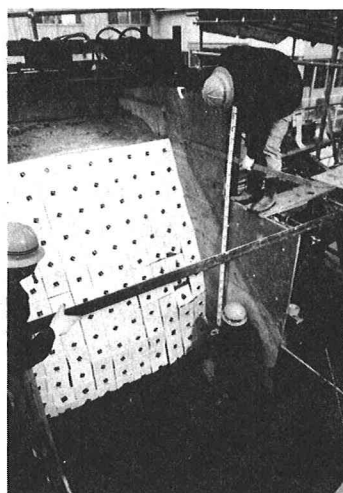


写真-1. 切取り終了後の斜面