

III-13 補強土工法における補強材の効果（その1）

—— 実験計画法を用いた実験による評価 ——

㈱青木建設 技術本部研究所 正会員 ○ 伊藤 実

㈱青木建設 技術本部研究所 正会員 中井 茂喜, 永井 哲夫

1. はじめに

最近、鉄筋類挿入による自然地山補強工（鉄筋補強土工）の補強機構および効果に関して、各種の実験、数値解析および実施工での動態観測などにより研究が進められている。しかし、設計・施工に関して未解明の点が多く研究途上の段階である。そこで著者らは、アルミ棒積層体二次元実験装置、実験計画法を用いた実験により、補強材の諸元、施工方法などが補強機構および効果に及ぼす影響の把握を試み、有益な結果を得たので本文にて報告する。

2. 実験概要

- (1)実験装置：地盤を2種類のアルミ丸棒の積層体（径1.6mm、3.0mm、長さ50mm、重量混合比3：2）によりモデル化し（ $\gamma_t=2.22\text{gf/cm}^3$ 、 $\phi=28.4^\circ$ ）、補強材をABS樹脂板、クロロプレンゴムの2種類の薄板によりモデル化した装置を用いて実験を行った（図-1）。
- (2)実験方法：アルミ丸棒を積層しながら補強材を設置し、所定の高さに整形する。そして、擁壁板をすべり面が発生するまで水平移動させ、その間に生じる地盤の特性値の変化を把握した。特性値の把握には力計、ダイヤルゲージなどの計器および模型積層の端面にマジックインクで描いたメッシュの観察（目視、写真、ビデオ）を用いた。ここで実験の割り付け、順序に関しては、実験計画法を利用した $(L_{16}(2^5))$ の直交表を利用¹⁾。因子と水準、特性値は表-1および表-2に示すものを設定した。また事前に、補強を行った場合と行わない場合の差異を把握する目的で、同様の方法により無補強斜面の実験を行った。

3. 実験結果と考察

(1)土圧低減率：ここでは、土圧低減率を $(100 \times (\text{静止土圧} - \text{主働土圧}) / \text{静止土圧})$ と定義し、各因子との相関を分析する。土圧低減率に対する各因子の寄与率は図-2のようになる。これから、土圧低減率は対象となる斜面の諸元（斜面高さ、勾配）により異なると考えられる（図-3）。また、今回取り上げた因子の中で補強材の長さが最も大きい影響を与え、打設の際のピッチも土圧の低減に与える影響が大きい。さらに、補強材の頭部に設置するベアリングプレートの諸元（大きさ、剛性）が及ぼす影響も無視できない。

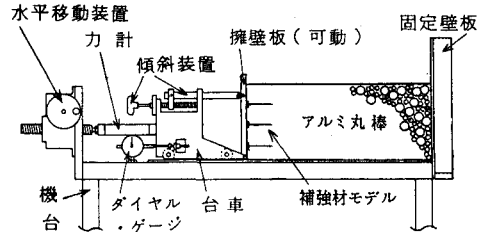


図-1 アルミ棒積層体二次元実験装置

表-1 因子と水準

因子	水準1	水準2
R 反復	1	2
A 斜面高さ (cm)	15	20
B 斜面勾配 (°)	90	80
C ボルト長さ (cm)	6	18
D ボルト径 (mm)	1	2
F ボルトの剛性	小	大
G ボルト表面状態	滑	粗
H プレート幅 (mm)	5	20
I プレートの剛性	小	大
J 打設ピッチ (cm)	8	4
K 打設開始位置 (cm) (法尻から)	3	1
L 打設角度 (°) (法面直角を0°)	上向きに10	0
M 擁壁板移動速度 (標準速度を1)	4	1

表-2 特性値

記号	項目
Y1	静止土圧 (kgf)
Y2	主働土圧 (kgf)
Y3	土圧低減率 (%)
Y4	すべり角 (°)
Y5	地表面すべり位置 (cm)
Y6	最大地表面沈下量 (mm)
Y7	すべり発生時変位量 (mm)

(2)崩壊の形態：図-4に示すように特性値として取り上げたY4～Y6（表-2）と補強材の変状観察等の結果により、斜面崩壊の形態を図-5のように4種類のケースに分類して、各因子との相関を分析する。短い補強材を用いた場合はケース1～ケース3のような崩壊形態になる。ここで適当なピッチで打設するとケース3のようにすべり線は無補強の場合より後退するが、ピッチが不適当であるとケース1およびケース2のように無補強の場合と同様の崩壊形態となる。そして長い補強材を用いると崩壊形態はすべてケース4のようになる。

(3)最大許容変位量：ここでは、最大許容変位量をすべりが発生するまでの擁壁の移動量（＝すべり発生時変位量）と定義し、各因子との相関を分析する。この最大許容変位量に補強材の長さ、剛性、プレートの大きさ、打設開始位置が大きな影響を与える（図-6）。

4. まとめ

前述した土圧低減率、崩壊の形態、最大許容変位量などの分析結果を総合して考察を加え以下にまとめて示す。

①補強材の長さが短い場合は、適切な打設ピッチにより補強材の打設範囲地盤は一体化を示し、土圧も無補強の場合よりかなり低減される。

②補強材の長さが長い場合は、一様に補強材に曲げ、引張りが発生し、プレートにも大きな曲げが発生する。そして、表層すべりの崩壊形態を示し、土圧低減率は短い補強材の場合よりさらに大きくなる。

③補強材の長さが短い場合は、長い場合よりも土圧の低減率が小さいが、斜面が崩壊に至るまでの許容変位量はかなり大きい。

④補強土工法において、補強材の長さによってアンカー的效果を示す場合とロックボルト的效果を示す場合とに大別できる。

参考文献：1）近藤、伊藤、酒井、永井；補強土工法における補強材の効果の実験的研究、第23回土質工学研究発表会、1988（投稿中）。

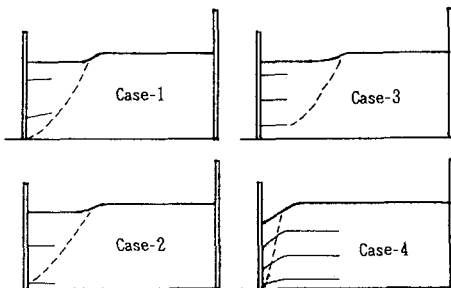


図-5 崩壊の形態の分類

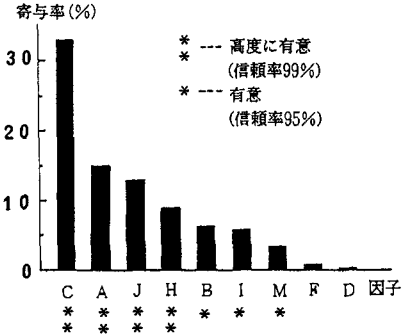


図-2 土圧低減率に対する寄与率

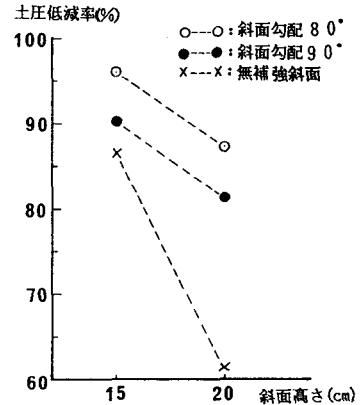


図-3 斜面の諸元と土圧低減率

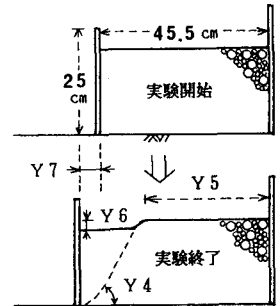


図-4 崩壊の形態と特性値

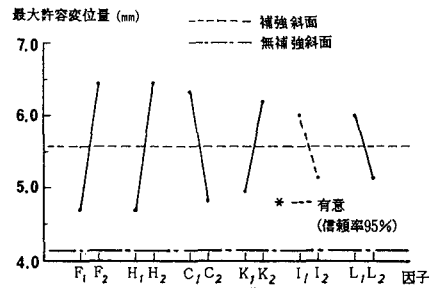


図-6 最大許容変位量と各因子