

III-827 地山補強土工法を用いた急勾配切土に関する模型実験

日本道路公団試験研究所

正○田山 聡

正 鈴木 立実

成瀬 隆弘

1. まえがき

地山補強土工法は、のり面崩壊に対する抑止工法として広く用いられている。また、切土量を減らしたり、景観の保全を図る目的で、本工法を用いて安定勾配（標準勾配）より急勾配で切土を行う、あるいは構造物掘削を急勾配で行うといったことも実施されている。

一方、これまで本工法に関する模型実験としては、載荷板による載荷実験が多く行われてきた。しかし、掘削時の地山の応力状態は、載荷実験による地盤の応力状態と異なると考えられる。そこで、掘削過程を考慮した除荷タイプの模型実験を行い、本工法の急勾配切土への適用について検討を行った。

2. 実験装置及び方法

図1に示すような鉛直掘削の施工過程を考慮して、図2に示すような実験装置を作成した。実験装置は、側面がアクリル板の鋼製土槽に、受圧ブロックを多段に設置したものであり、これを上段から一段ずつ、電動モーターで除荷することができる。

模型地盤は、豊浦標準砂を用いて空中落下法により作成し、補強材には銅棒（ $\phi 2\text{mm}$ ）に砂を付着させたものをを用いた。受圧ブロックと接する掘削面には、コンクリート吹付を想定したアクリル板（ $t=1\text{mm}$ ）を1段毎に設置し、補強材頭部を接着した。

計測項目は、受圧ブロックとスクリーシャフトの間に設置したロードセルによる、受圧ブロックにかかる土圧、非接触型変位計によるのり肩の水平及び鉛直変位、ひずみゲージを貼った補強材の軸力及びひずみゲージを貼ったバネ鋼による地盤内のひずみである。

3. 実験結果

図3は、実験結果を1段当たりの補強材長さ（cm）と補強材設置段数の関係図中に示したものである。図中の矢印の先は、自立高さを示している。従って、上向きの矢印は、そのケースで補強材設置段数より1段多い段数まで除荷しても自立したことを意味し、逆に下向きの矢印は、そのケースで自立段数が補強材設置段数よりも少ないことを意味する。1段当たりの補強材の長さが約45～50cm付近をみると、 $L=7.5\text{cm}$ のケ

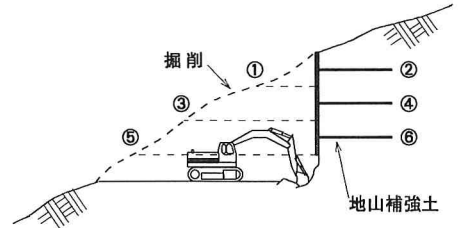


図1 掘削過程概念図

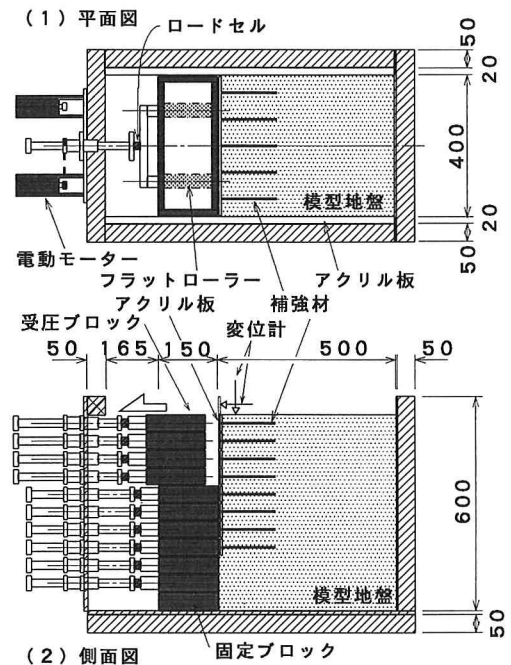


図2 実験装置概要図

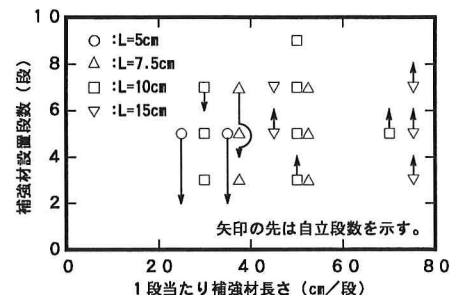


図3 設置段数と1段当たり補強材長さの関係

ースが、3段から7段まで自立段数と設置段数が同じであるのに対し、 $L=10\text{cm}$ は3段まで、 $L=15\text{cm}$ のケースでは5段まで自立段数が設置段数より多く、1段に設置する補強材の長さが同じ場合、1本の補強材の長さが長いケースほど補強効果が大いことがわかる。また、補強材の密度あるいは長さが不十分のため、自立段数が補強材設置段数より少なくなったと考えられるケースでは、自立段数が大幅に少なる傾向が認められる。

図4は、土槽側面より観察されたすべり線のスケッチを示したものである。いずれのケースも $60^\circ \sim 70^\circ$ の急な勾配で補強領域を通るすべり線が発生している。なお、 $L=10\text{cm}$ のケースの上半部のすべり線は、2次的に発生したものである。

図5は、代表的なケースの最上部の壁面の水平変位を示したものである。同図より長い補強材を設置した方が、また補強材が密なほど変位を抑制することがわかる。また、いくつかのケースで、崩壊前に、変位が急激に増加する傾向が認められる。このうち、除荷段数6段目で急激に変位が増加しているのは、補強材を設置していないブロックを除荷するためと考えられる。

一般に本工法の設計は、(1)式のように極限つり合い法の式に、補強材の引張り力 T に期待した補強効果 PR を考慮して行う場合が多い。

$$F_s = \frac{c \cdot l + W \cdot \cos \theta \cdot \tan \phi + PR}{W \cdot \sin \theta} \quad \dots (1)$$

ここに、 F_s ：斜面の安全率、 W ：すべり土塊重量、 θ ：

すべり面勾配、 c ：地盤の粘着力、 ϕ ：地盤の内部摩擦角、 PR ：補強効果であり、一般に PR は T 、 ϕ などの関数である。この場合の引張り力 T は、すべり土塊側の引抜き抵抗 T_1 、不動地山側の引抜き抵抗 T_2 及び補強材の引張り強度 T_3 より決定される。図6は、観察されたすべり面に対して、 $F_s=0.98$ として求めた PR と、すべり面より奥の補強材の長さの合計 ΣL_2 の関係を示したものである。自立段数が設置段数より多いケースは、補強材を配置していない段まで除荷するため、その段で局部的に破壊が生じ、上部にも変形が及んで崩壊に至るため、 ΣL_2 が大きいのに関わらず、補強効果が小さいケースが多い。その他のケースでは、比較的原点を通る直線に近い傾向を示しているが、今後実験ケースを増やした上で判断する必要がある。

4. あとがき

今回は、地山補強土工法による鉛直掘削を想定した模型実験の、実験装置・方法及び結果について報告した。今後さらに設計法について検討を行うために、実験ケースをさらに増やすとともに、模型実験の条件に合わせた補強材の引抜き試験を実施したい。

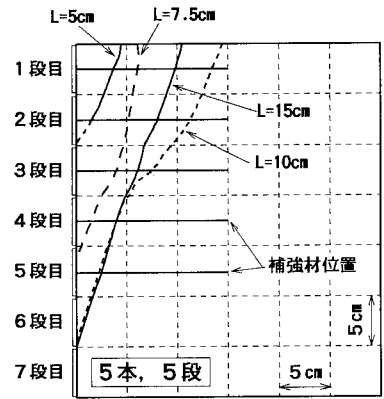


図4 観察されたすべり線

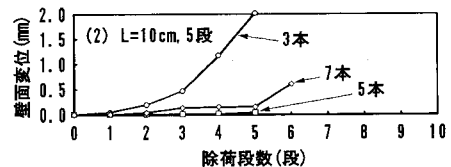
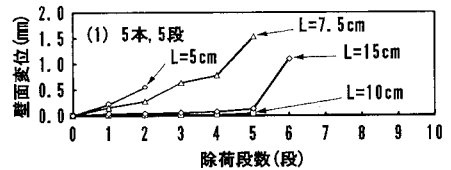


図5 のり肩の水平変位

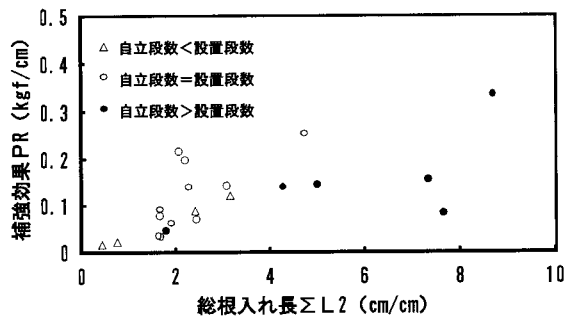


図6 総根入れ長さ ΣL_2 と補強効果 PR の関係