

地山補強土工法の補強方式の違いによる補強効果に関する研究

— 室内斜面崩壊模型実験による比較、検討 —

九州産業大学大学院 ○学生会員 永島 亮彦
 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
 (株)千代田コンサルタント 正会員 三橋 晃司

1.はじめに

近年、地山斜面の安定化や土留め等の方法として、地山補強土工法が多用されている。その一つである鉄筋補強土工法は、地山削孔—グラウト—補強材挿入といういわゆるたて込み方式が一般的工法である。この場合、削孔に多くの時間と労力が費やされる。そこで短時間で施工を可能にし、経済性を向上させる方法として補強材を直接地山に打ち込む方式が考えられている。しかし、施工実績が少ないことから、地山との摩擦特性について未解明な点が多いのが現状である。本研究は、室内斜面崩壊模型実験によりたて込み方式と打ち込み方式の補強効果について検討を行ったものである。

2.実験試料および方法

実験試料は、福岡県杷木町で採取したまさ土で、2.0 mmふるい通過分を使用した。試料の物理的性質は、土粒子の密度 $\rho_s = 2.691 \text{ g/cm}^3$ 、最適含水比 $\omega_{opt} = 12.2\%$ 、最大乾燥密度 $\rho_{dmax} = 1.885 \text{ g/cm}^3$ である。実験地盤は、図-1 に示す土槽で初期含水比 $\omega = 16\%$ 、湿潤密度 $\rho_t = 1.6 \text{ g/cm}^3$ で密度管理を行いながら作成した。実験では前面反力を段階的に除去(切土)することにより生じる変位を測定した。

実験方法は、水平状態で散弾を幅 15 cmの荷載面に載荷し、その後実験土槽を 10° 傾斜させる。35 cm切土終了後は、5° ずつ傾斜を増加させながら変位を測定した。補強材として、直径 2.5 mmのステンレスワイヤーを用いた。打設間隔は、6、12 cmの正方形配置とした。たて込み方式はあらかじめ削孔した穴に石膏を充填し、補強材を挿入する。打ち込み方式は補強材を直接実験地盤に打ち込んだ。

3.実験結果および考察

無補強は3段階除荷後、12 cm打ち込みは20° 傾斜させた直後にすべり面より急激に崩壊した。

図-2~4 にたて込み方式と打ち込み方式それぞれの除荷条件、土槽傾斜条件等のせん断応力に応じた変位量(法肩水平変位 D_H と鉛直変位 D_V 、荷載面沈下(鉛直)変位 S)を示す。法肩の水平変位 D_H は、12 cmたて込みには変位の増加はなく、その他は、ほぼ同じ傾向を示している。次に法肩の鉛直変位 D_V は、無補強、打ち込み方式では、変位が直線的に増加しているのに対して、たて込み方式は、

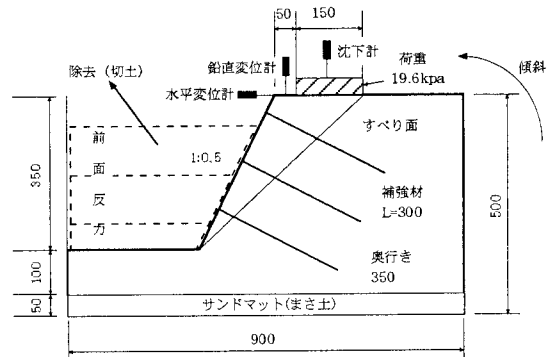


図-1 土槽概略図 (単位: mm)

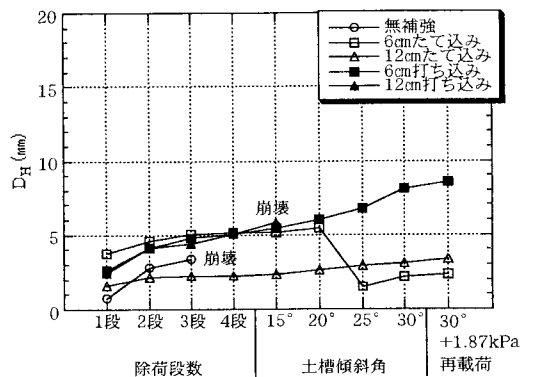


図-2 応力条件と法肩水平変位の関係

変位が落ち着く傾向を示した。また、6 cmたて込みは、他の方式と比べかなり変位しているにも関わらず崩壊にいたらなかった。載荷面の沈下変位は、法肩の鉛直変位と同じような傾向を示しているが、たて込み方式で打設間隔の差が減少している。

これらの結果から、たて込み方式には打設間隔が広くても、十分な補強効果が得られ、また打ち込み方式では、打設間隔の影響を受けるが、変位が生じることを許せば打設間隔を密にすることである程度の補強効果を得られることがわかった。

次に、各方式での破砕時および実験終了時の断面条件より滑動力 S を(式-1)より求め、補強を施したときの安全率を(式-2)より求めた。

$$\text{滑動力 } S = W \sin \theta \quad (\text{式-1})$$

$$\text{安全率 } F_s = \frac{\text{補強した場合の滑動力 } S_1}{\text{無補強での滑動力 } S_0} \quad (\text{式-2})$$

ここで、 W ：すべり土塊重量、 θ ：すべり面傾斜角を示す。

図-5 に打設方式の違いによる安全率と沈下変位の関係を示す。これより、各方式とも安全率は増加している。6、12 cmたて込みと6 cm打ち込みは最終段階になっても崩壊しなかったため安全率は1.18以上得られていることはわかるが、どれが一番安定しているかわからない。そこで、沈下変位で比較すると、6 cmたて込み>12 cmたて込み>6 cm打ち込みとなっている。これは、打ち込み方式の安全率がたて込み方式より下まわっていると考えられるが、打ち込み方式においても補強効果を期待できると思われる。

4.まとめ

たて込み方式と打ち込み方式とを比較すると、鉛直変位および沈下変位においては、たて込み方式の方が顕著な補強効果が認められたが、打ち込み方式でも安全率の増加は認められるため、打設間隔を密にするなど、条件に適合すれば打ち込み方式による地山の補強も十分可能と思われる。

<謝辞>

最後に本研究で実験およびデータ整理に協力してくれた卒業研究生の阿部 秀男、田中 仁、研究生の吉田 健二の諸氏に感謝の意を表します。

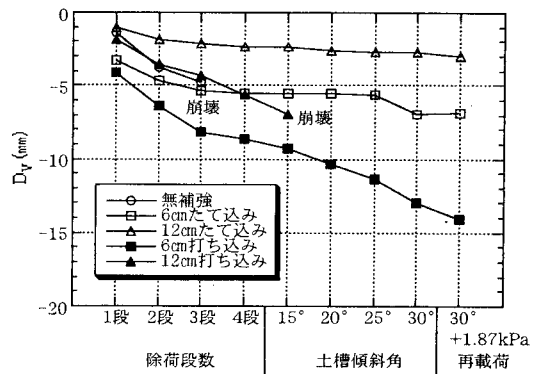


図-3 応力条件と法肩鉛直変位の関係

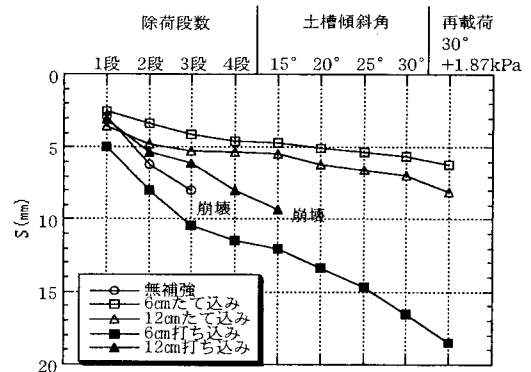


図-4 応力条件と載荷面沈下変位の関係

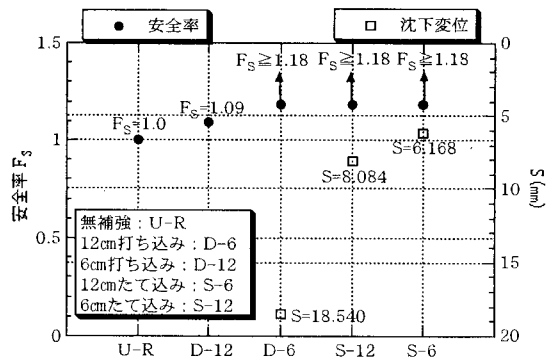


図-5 打設方式と安全率、沈下変位の関係