

Ⅲ-B307 地山補強土工法の補強効果に関する模型実験

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
㈱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（以下S方式と記す）は、地山にグラウト方式で補強材を挿入することで地山と補強材との摩擦力で地山を安定させる工法である。この場合、削孔に多くの時間と労力が費やされる。そこで短期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（以下D方式と記す）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、室内模型実験により従来方式（S方式）と打ち込み方式（D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、本学近郊から採取した粘性土で、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 $\rho_s = 2.723 \text{ g/cm}^3$ 、最適含水比 $W_{opt} = 29.4\%$ 、最大乾燥密度 $\rho_{dmax} = 1.42 \text{ g/cm}^3$ である。実験地盤は、図-1に示す土槽で初期含水比 $W = 60\%$ 、湿潤密度 $\rho_t = 1.638 \text{ g/cm}^3$ で密度管理を行いながら作成する。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。

補強は、直径 2.5 mm のステンレスワイヤーを補強材とし、打設間隔（以下ピッチと記す）は 6, 8, 12 cm の正方形配置とする。S方式は、あらかじめ削孔した穴に石膏を注入圧 9.81kPa で充填し、補強材を挿入する。D方式は、補強材を直接実験地盤に打ち込む。

3.実験結果および考察

図-2は、実験中の地盤の動きを現している。これより、実験地盤は載荷面より円弧すべりをしていることがわかる。図-3~4に実験結果の例として沈下（鉛直）変位 S の累計時間変化を示す。解析方法として 35 cm 切土時点での無補強（以下U-R方式と記す）の変位量と比べ、S・D方式でどれだけの補強効果を得たかを補強効果率 A として（式-1）より求めた。

$$\text{補強効果率 } A = \left(1 - \frac{D_{S-D}}{D_{U-R}} \right) \times 100 \quad (\%) \quad (\text{式-1})$$

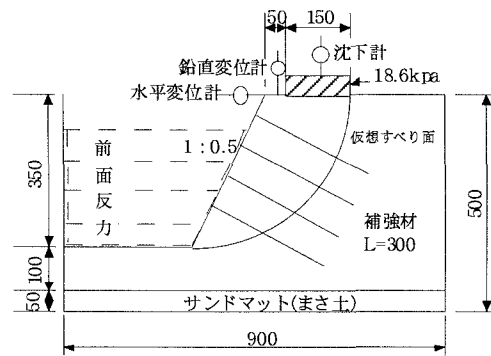


図-1 土槽概略図（単位：mm）

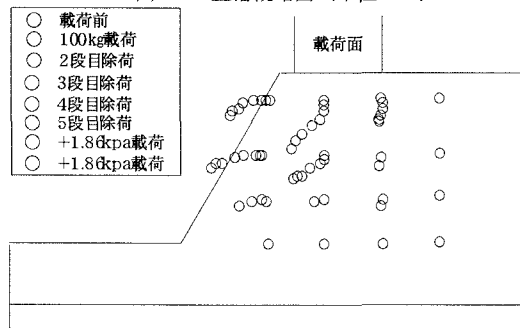


図-2 標点移動図（無補強）

ここで、 D_{U-R} ：U-R方式での変位量、 D_{S-D} ：S方式およびD方式での変位量である。

キーワード：地山補強土、ソイルネイル、補強効果、室内模型実験

連絡先：〒813-8503 福岡市東区松香台 2-3-1 TEL 092-673-5685 FAX 092-673-5699

法肩の水平変位は、両方式とも全体的に変位は小さく、顕著な変化は認められなかった。次に法肩鉛直変位の補強効果率Aは、6 cmピッチのS方式で約67%、D方式で約60%であった。8 cmピッチでは約90%と81%、12ピッチでは約48%と17%であった。これから、12ピッチのD方式以外は、両方式ともU-R方式に比べ約60%以上の補強効果が認められた。載荷面の沈下変位の補強効果率Aは6 cmピッチのS方式で約41%、D方式で約38%となった。8 cmピッチでは約42%と23%、12 cmピッチでは約59%と48%であった。沈下変位も鉛直変位と同じように約30%以上の補強効果は得られた。

図-5 に、S方式とD方式の補強効果率Aと打設ピッチとの関係を示す。法肩の鉛直変位は、S・D両方式とも8 cmピッチを境に補強効果が増加から減少へと変化している。これから、補強材を密に配置する事で地山の変化を抑制することが出来ると思われる。次に載荷面の沈下変位は、鉛直変位とは異なる傾向を示し、補強効果と打設ピッチとに顕著な関係は認められなかった。

次に、無補強で変位が急激に増加した点（変位量 50 mm）を破壊（限界）変位と仮定した。各実験で、破壊変位に達した時の断面条件より滑動力Sを(式-2)より求め、補強を施したときの安全率を(式-3)より求めた。

$$\text{滑動力 } S = W \sin \theta \quad (\text{式-2})$$

$$\text{安全率 } F_s = \frac{S_{S-D}}{S_{U-R}} \quad (\text{式-3})$$

図-6 に方式の違いによる安全率の増加を示す。これより、各方式とも安全率は増加していることがわかる。また、D方式では6 cmピッチと8 cmピッチに差がなく、12 cmピッチにおいて安全率が増加している。

4. まとめ

従来方式（S方式）と打ち込み方式（D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、S方式で若干補強効果が上回っているが、D方式も無補強と比較すると、法肩の鉛直変位で17～81%程度、載荷面の沈下変位では23～48%程度補強効果が現われている。また、打ち込み方式の安全率も 1.08～1.16 へと増加していることから、工費や安全性などの条件に適合すれば打ち込み方式（D方式）による地山の補強も可能と思われる。

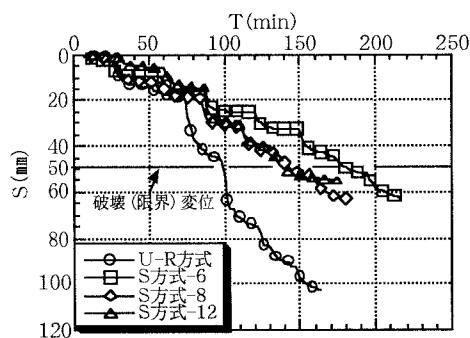


図-3 累計沈下変位の時間変化(S方式)

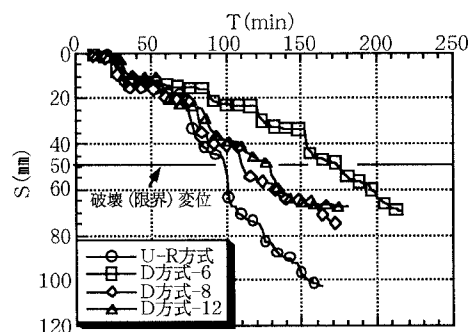


図-4 累計沈下変位の時間変化(D方式)

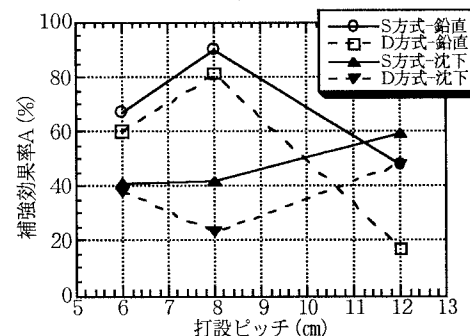


図-5 補強効果率Aと打設ピッチの関係

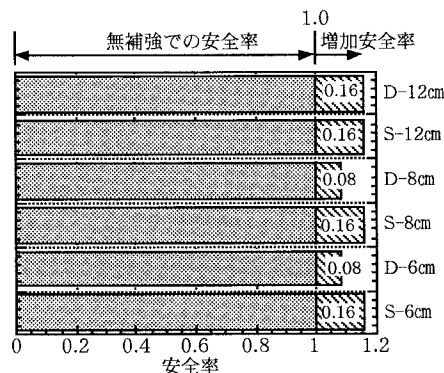


図-6 補強による安全率の変化