

日本道路公団試験所 正 長尾 哲
住 反建設(株)土木部 則 武邦具
土木設計課 印南修三

I. はじめに：補強土工法は地盤改良工法の一つとして近年数多くの種類のもが考案され、現場でかなりの施工例が見られるようになってきた。ところが、そのメカニズムについてはまだ十分解明が行われているとはいえず、室内実験はかなり実施されるようになってきたものの、現場載荷実験については実施例がわずかに散見されるにすぎない。そこで著者らは滋賀県石部町の試験地において高さ、幅、奥行きがそれぞれ、6 m、7 m、4 mの試験体を3体作成し現場載荷実験を行い、載荷実験時に斜面補強鉄筋に働く張力を測定し補強鉄筋周辺のグラウトと地盤との間摩擦抵抗力を求めたのでここに発表するものである。

II. 実験概要：今回、現地載荷実験を行った試験地は洪積世の粘土、シルト、砂、礫から構成される丘陵地であり、載荷実験前に実施した土質試験結果から2層の地盤が確認され、これらの層の均等係数 U_c 、土粒子の比重 G_s 、自然含水比 W_n 、湿潤密度 P_t 、間隙比 e 、飽和度 S_r 、せん断定数 C_u 、 ϕ_u （不攪乱試料）はそれぞれ平均的に $U_c=35$ 、 $G_s=2.63$ 、 $W_n=11.0\%$ 、 $P_t=2.00 \text{ g/cm}^3$ 、 $e=0.47$ 、 $S_r=63.0\%$ 、 $C_u=0.4 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $\phi_u=35^\circ$ （上層）、 $U_c=8.0$ 、 $G_s=2.63$ 、 $W_n=10.0\%$ 、 $P_t=1.75 \text{ g/cm}^3$ 、 $e=0.66$ 、 $S_r=40.2\%$ 、 $C_u=0.4 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $\phi_u=35^\circ$ （下層）となることが調べられた。

次に、平坦地を掘削し、無処理の試験体1体、鉄筋による補強試験体2体（鉄筋補強間隔1.5 m および1.0 m）を作製した。また補強試験体は地盤を1.7 m程度掘削することによりレックドリルで水平に $\phi 45 \text{ mm}$ のワレボーリンクを行い、鉄筋挿入後セメントミルクのグラウニングを行うという作業を繰り返し、6 mの高さの試験体を作製した。なお補強材頭部には $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ の角アレットをあて、ある程度の拘束をもたせた。

以上の手順により準備した3試験体に対し、以下の手順で載荷実験を行った。

i). のり肩より1.0 m 離れた位置から $1.8 \times 7.0 \text{ m}$ の範囲に試験体両側に設置したアースアンカーを反力として載荷フ

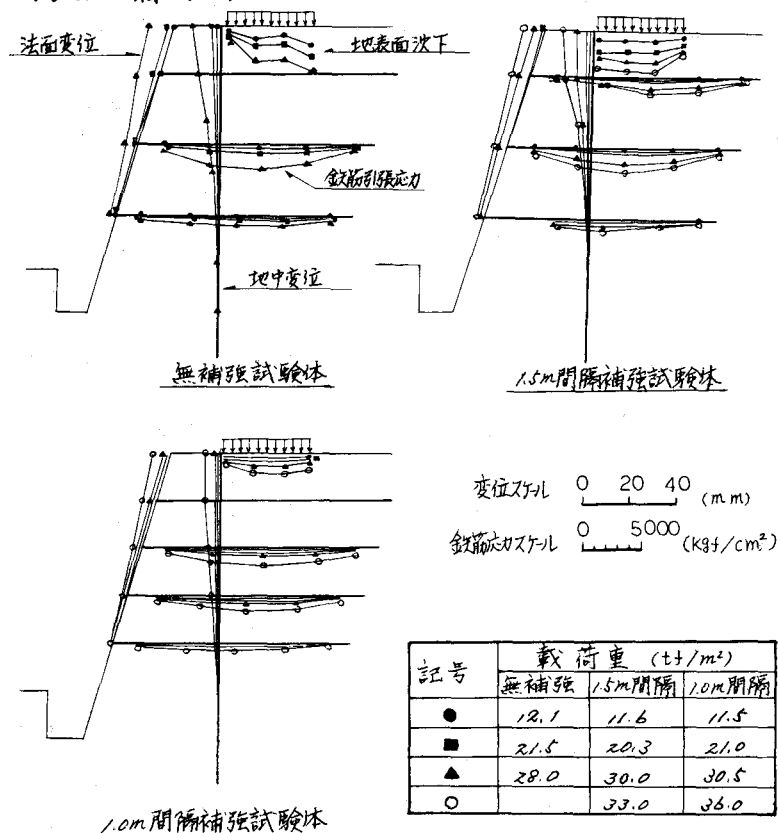


図1. 試験体別の地表面沈下、地中変位、法面変位、および鉄筋引張応力分布図

レームに配置した12本のジャッキで 3.0 t/m^2 程度の荷重を加える。

ii). 原則として15分間載荷を続け、次の荷重段階に進む。しかし地表面の沈下の進行が続く場合には沈下速度が 0.05 mm/分 以下になると載荷を続け、それ以降次の荷重段階に進む。

iii) 以下同様の手順をくり返し、試験体の一部が崩壊するまで実験を続ける。なお測定値の記録はすべて自動記録とし、測定は地表面の沈下8ヶ所、地中変位計1ヶ所、試験体前面の変位4ヶ所および鉄筋に作用する応力(1本の鉄筋めり)5ヶ所、1試験体では鉄筋3本または4本)。

Ⅲ. 実験結果: 今回の実験で得られた、代表的な荷重段階に対する地表面沈下、めり面水平変位、地中変位および鉄筋引張応力に関する図を図1に示した。(ただし、無補強試験体についても、計測用にストレインゲージを貼付した長さ5mの鉄筋が打設されている。)さて、この図より、最上段および最下段の鉄筋引張応力が中段のものに比べて小さいこと、および鉄筋本数が増えると同一荷重下では鉄筋1本に発生する引張応力が小さくなる傾向のあることがわかる。

次に鉄筋引張応力の計測結果をもとに、グラウトと地盤との摩擦力を求めてみる。ここで任意点 x におけるグラウトの周長 $L(x)$ 、鉄筋引張応力を $F(x)$ 、鉄筋断面積を A_s とすると2点 x_1, x_2 間における平均的摩擦力 μ は $\mu = A_s(F(x_2) - F(x_1)) / \int_{x_1}^{x_2} L(x) dx \dots\dots (1)$ のごとく表わされる。そこで、今回の現場実験では $\phi 45 \text{ mm}$ のアレボリングの後グラウトを行なったことを考慮に入れると、グラウトの周長がおおよそ $5\pi \text{ cm}$ であるので図1の地盤隆沈時の鉄筋引張応力に対し(1)式を用いて整理したのが図2~4の地盤とグラウト間の摩擦力分布図である。これらはそれぞれ図2が無補強試験体、図3が1.5m間隔補強の試験体、図4が1.0m間隔補強の試験体におけるものを表わしている。なお補強材長は3.0mである。

Ⅳ. 結論: 今回の実験結果より得られた結論は以下の通りである。

i) 地中変位計の測定結果、摩擦力分布図から、すべり線は補強材の外を通ろうとする傾向にあるが、補強材本数が少ない時は無補強とほぼ同一である。

ii) 同一載荷重のもとでは補強材本数が増えれば、補強材1本部分が負担する摩擦抵抗力は小さくなる。

iii) 鉄筋引張応力の測定結果より補強鉄筋に発生する引張応力は各段々異り同時に最大値を発揮するわけではない。

Ⅴ. 謝辞: 載荷実験を実施するにあたり、日本道路公団植栽場の北肇夫、草野信の両氏には種々の便宜をはかっていただいた。ここに記して謝意を表します。

Ⅵ. 参考文献: 1). Stocker, M.F., Korber, G.W., Güssler, G., and Gudehus, G., (1979), 'Soil nailing', Proc. of the International Conference on Soil Reinforcement: Reinforced Earth and other Techniques, Vol. II, PP 469-474. Paris

2) 奥園、長尾、則武、印南、山内, (1984), '鉄筋による補強斜面の載荷実験', 第19回土質工学研究発表会発表講演集(投稿中)

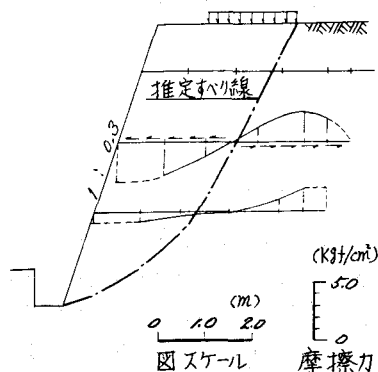


図2 グラウトと地盤との摩擦力(無補強)

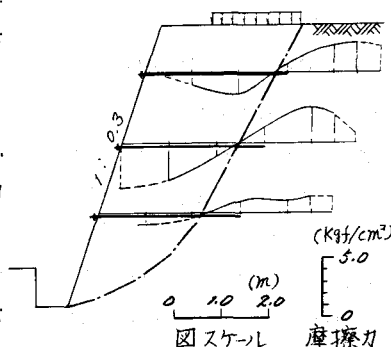


図3 グラウトと地盤との摩擦力(1.5m間隔)

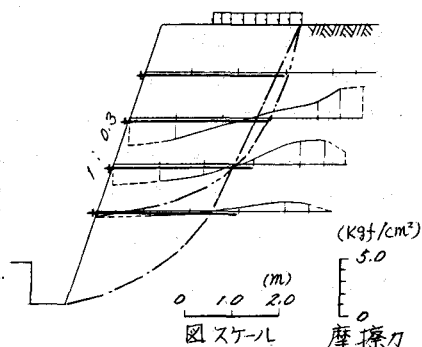


図4 グラウトと地盤との摩擦力(1.0m間隔)