

第Ⅲ部門

鉄筋挿入による簡易支持力増強工法に関する室内実験

関西大学大学院 学生員 ○下坂 太
 関西大学環境都市工学部 正会員 西形 達明
 山田技術士事務所 正会員 山田 哲司

1. はじめに

現在、一般的に一戸建て住宅等の小規模構造物を軟弱地盤に建設する際、地盤基礎の補強にはセメントやセメント系固化材を軟弱地盤の浅い部分に混合攪拌させる地盤改良工法が用いられている。しかし近年は地盤基礎の補強においても、施工の経済性や環境負荷の低減が求められるようになってきた。これらの現状より、補強基礎に地山斜面の斜面工法である小口径の補強材を複数打設することによる変形拘束効果を適用できれば、低コストで環境負荷の少ない地盤補強が実現するものと考えられる。本研究では室内モデル実験により、補強材を打設した砂質地盤の平板載荷試験を行い、補強材の打設角度、本数などによる支持力増加メカニズムについて検証する。

2. 実験手法

室内試験として、幅 1740mm、高さ 1500mm、奥行き 600mm の試験土槽に高さ 1000mm まで絶乾状態の川砂を詰め、これを試験地盤とした。試験土槽上に反力装置を設置し、試験地盤上に 200×200mm、厚さ 20mm の載荷板、および載荷装置を設置し (図-1)、載荷を行い、それぞれの荷重段階において沈下量を読み取る段階式載荷を行った。また、試験地盤に補強材としてひずみゲージを貼った直径 6mm の真鍮棒を打設した。図-2、図-3 に角度、本数を変化させた補強材の打設例を、表-1 に補強材の長さ、本数、打設角等の補強材条件をそれぞれ示す。

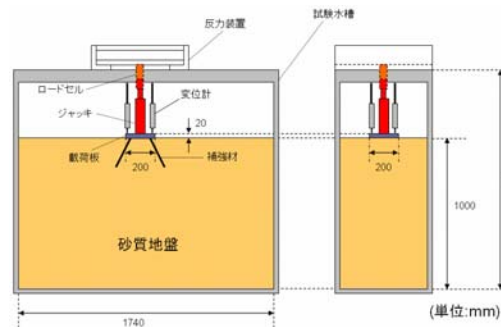


図-1 実験装置概略図

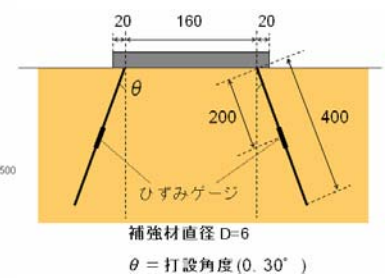


図-2 補強材打設概略図

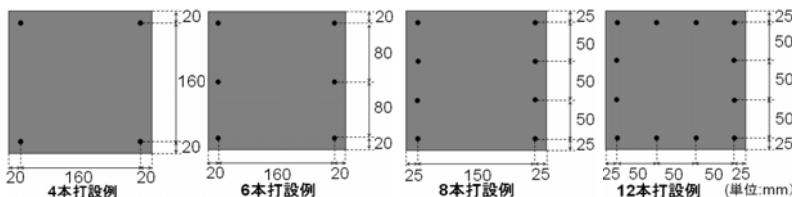


図-3 補強材配置図

表-1 補強材打設条件

補強材長さ (mm)	400
補強材本数 (本)	2, 4, 6, 8, 12
打設角度 (°)	0, 30

3. 実験結果

実験により求めた荷重-沈下量曲線を図-4 に示す。この図から補強材本数、打設角を増加させると支持力が増加していることが明らかである。次に、各補強条件の極限支持力をまとめたものを図-5 に示す。極限支持力は載荷板

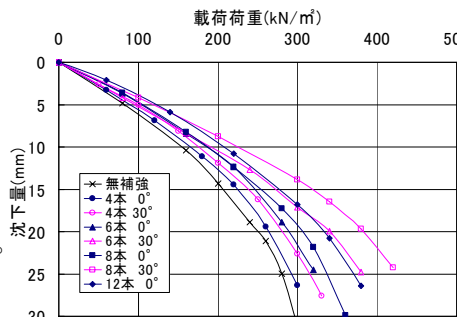


図-4 荷重-沈下量曲線

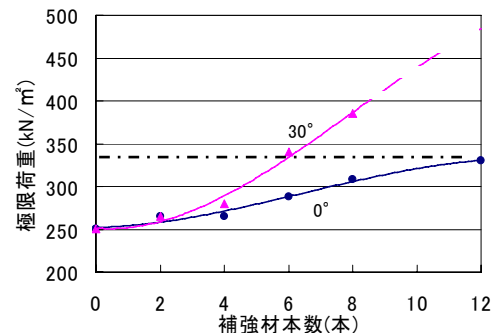


図-5 補強材本数と極限荷重の関係

幅の10% (20mm) の沈下が生じたときの載荷荷重とした。図-5 から、鉛直打設の場合極限支持力は補強材本数に比例して増加し、打設角 30° の場合には 0° に比べて大きく極限支持力が増加している。

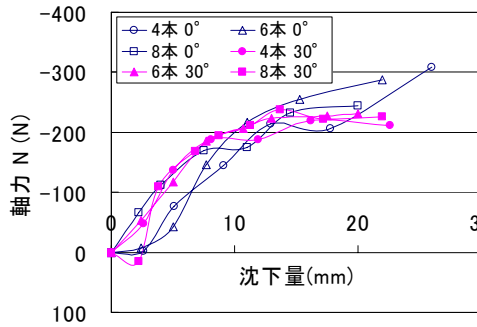


図-6 軸力-沈下量曲線

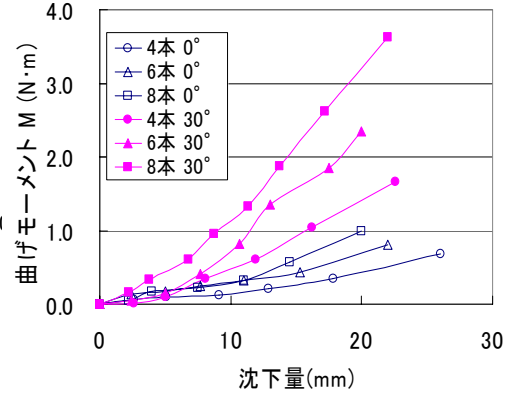


図-7 曲げモーメント-沈下量曲線

次に、補強材に発生し

た軸力 N と曲げモーメント M と沈下量 の 関 係 を 図-6、図-7 に示し、同様に 20mm 沈下時の軸力と曲げモーメントの値を図-8 に示す。図-6 から、軸力 N は補強条件に関わらずほぼ同じ値を取っており、沈下量が大きくなると一定値に収束するようである。曲げモーメント M (図-7) は補強条件の影響を大きく受け、とくに、打設角度が 30° の場合に顕著に大きくなる。次に、軸力が極限支持力に及ぼす割合を調べるために、次式で効果率 R を定義した。

$$R = \sum q_N / (q - q_0) \quad (1)$$

上式中、 q は全支持力、 q_0 は無補強地盤の支持力、 q_N は軸力による支持力への寄与分を表している。この効果率と補強材本数の関係を図-9 に示す。 $R=1$ は支持力増分を全て軸力が受け持っている状態を意味する。補強材 4 本で鉛直に打設した場合が $R>1$ となっているが、これはモデル地盤の誤差によって生じたものと考えられる。図から 0° と 30° に打設した場合を比べると、差がほぼ一定であることが分かる。図-6 の結果から、この差には補強材に生じる曲げによる効果が影響しているものと考えられる。また、補強材本数の増加とともに R が減少し、支持力増分のうち軸力以外の力が占める割合が増加していることが分かる。これは補強材に囲まれた部分の土塊が圧縮され、土粒子が水平方向に変位する動きを拘束することによって生じる変形拘束効果であると考えられる。

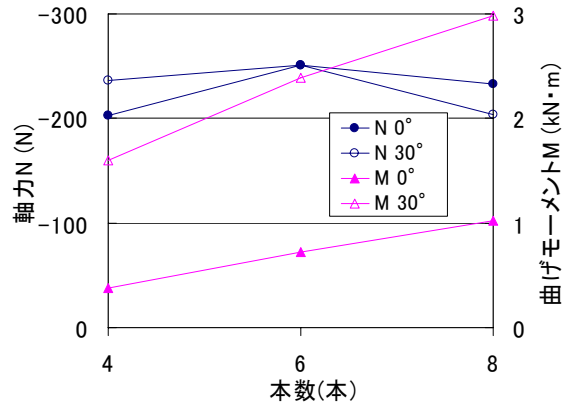


図-8 補強材本数と軸力、曲げモーメントの関係

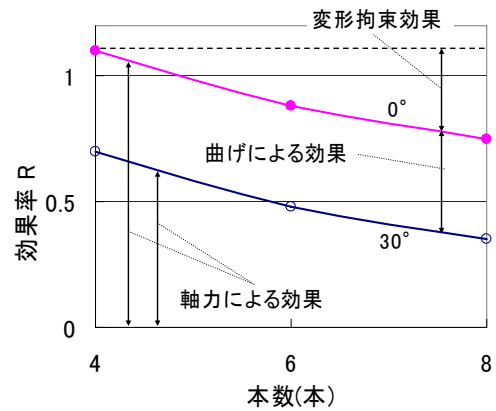


図-9 補強材本数、打設角と効果率の関係

図-10 のように、上記の変形拘束効果によって拘束された領域が補強材と一体化したと考え、この変形拘束効果をテルツァーギの支持力公式における根入れの効果 ($\gamma \cdot D_f \cdot Nq$) として見積もることができる。これにモデル地盤の物性値を代入すると、極限支持力は 340kN/m² (図-5 の一点差線参照) となり、これは鉛直打設の場合ではほぼ 12 本、30° に打設した場合は 6 本の支持力に相当する。これより、鉛直に 12 本以上、30° に 6 本以上打設すると、補強領域の一体化が完了し、根入れ効果として支持力公式を用いた設計ができるものと考えられる。

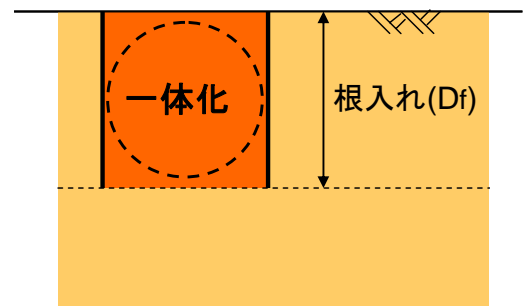


図-10 一体化による根入れ効果