

地盤改良体による基礎の沈下抑制効果について（その2）

住友建設（株） ○正 黒川 幸彦、正 三上 博
同 上 中島 正博、長崎 充

1. はじめに

筆者らは沈下および不同沈下の軽減に主眼をおいた地盤改良工法として、構造物の中央に柱状地盤改良体（以下「改良体A」）を、周縁部に地盤改良体ブロック（以下「改良体B」）を配置した基礎工法を提案した¹⁾。また、模型載荷実験及びFEM解析によって、改良体Bに関して沈下の抑制に効果的な配置方法、大きさなどを検証し報告した。今回、改良体A、改良体B両者を配置した場合の沈下挙動を検証するため、新たに模型載荷実験を行ったのでここに報告する。

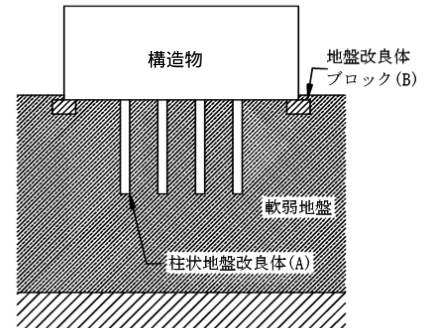


図-1 工法概要図

2. 実験概要

今回の模型載荷実験は、セメント系固化材による地盤改良固化体の剛性及び強度に近似させるよう、模型材料として改良体Aに先端を閉塞したポリプロピレン（PP）製パイプ、改良体Bにエポキシ樹脂ブロックを用いて行った。実験装置を図-2に示す。模型地盤は、900×600×400(mm)の鋼製土槽内に含水比を110%に調整したカオリン粘土を投入し、コンクリート製の錘を段階的に載荷して圧密し作成した（上下面排水）。圧密期間は7日間、最終圧密圧力は40kN/m²である。載荷試験後に、一軸圧縮試験、ベーンせん断試験によって確認した粘土地盤の強度は $q_u = 7.4 \sim 9.4$ (平均8.4)kN/m²であった。

表-1. 実験装置仕様

種 別	形 状 寸 法	材 質	弾性係数
基礎模型	342×38×50	アクリル板(t=5mm)	3300 N/m ²
改良体A	φ15 (t=0.9mm)	ポリプロピレン(PP)	1250 N/m ²
改良体B	34×38×25	エポキシ樹脂	1500 N/m ²
充 填 材	水ガラス系固化剤 ($\sigma_3 = 75\text{kN/m}^2$) 使用、注入径φ22		

PPパイプ(φ15)はφ22のパイプを予め所定の深さまで圧入し内部の土を除去した後建込んで、充填材を周囲に注入した。樹脂ブロックは上部に小型ロードセルを取付けた状態で埋込んだ。荷重の載荷方法は、初期載荷によって基礎模型と樹脂ブロック、PPパイプを密着させた後、鋼製錘（1kg、2kgの2種類）を用いて段階的に53kgまで静的に載荷する方法で行い、各段階で変位が収束した後計測を行った。計測項目は、沈下量、PPパイプ軸力、樹脂ブロックの負担荷重及び傾斜量などである。

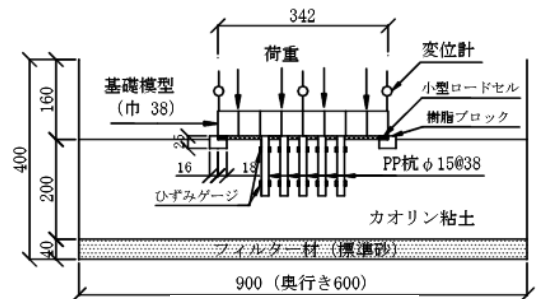


図-2. 実験装置

今回の模型実験では、表-2に示す5ケースの基礎形式で実験を行い、PPパイプの本数・長さを変化させた場合、及び樹脂ブロックの有無によって、それぞれの荷重分担、沈下抑制効果を比較した。樹脂ブロックに関しては前回の実験結果より基礎幅の1/10のサイズとし、基礎端部からやや内側よりに配置した。

3. 実験結果

3-1. 解析方法

模型地盤を対象とした地盤モデルを作成し2次元弾塑性FEM解析を行って計測値と比較した(Drucker-Pragerの破壊基準による)。解析モデルは100倍のサイズとし、表3に示す解析条件で解析した。改良体Aはビーム要素とし、地盤との間にジョイント

表-2. 実験ケース

ケース	基 礎 形 式	改良体 A	改良体 B
CASE 1	ベタ基礎	-	-
CASE 2	地盤改良基礎	9.0cm×5本@3.8cm	有り
CASE 3	同上	13.0cm×5本@3.8cm	有り
CASE 4	バイルド・ラフト基礎	13.0cm×5本@3.8cm	無し
CASE 5	摩擦杭基礎	12.0cm×9本@3.8cm	無し

キーワード：地盤改良、沈下抑制、不同沈下、模型実験

連絡先：〒329-0432 栃木県河内郡南河内町仁良川 1726 住友建設(株)技術研究所 TEL 0285-48-2611 FAX 0285-48-2655

要素（ C , σ_t は地盤と同じ条件）を設け、改良体 A の諸元は単位幅当たりの換算値を入力した。地盤の弾性係数は $E = 200c$ とした。

3 - 2 . 荷重 - 沈下量の関係

基礎模型中央の沈下量、および不同沈下量を荷重 28、40kN/m² 載荷時において比較したものを図 - 3 , 4 に示す。各ケースとも沈下量計測値は解析値とほぼ等しく、F E M 弾塑性解析によって沈下挙動を再現できる事が確認できた。また、CASE3、5 の比較により、改良体 A と B を組み合わせた基礎形式は摩擦杭形式と同等の沈下抑制効果を持つことがわかる。

改良体 A について、CASE5（摩擦杭形式）に対して 60% に支持力を低減した CASE3 の場合と、42% に支持力を低減した CASE2 の場合を比較する

と、基礎中央部・改良体 A の配置量が少ない場合最大沈下量はそれほど変わらないが、不同沈下量は大きくなっている。不同沈下抑制の効果を発揮させるためには、改良体 A の数量は摩擦杭形式の 50% 程度以上は必要になると考えられる。

3 - 3 . 荷重分担率

各ケースの荷重分担率を図 - 5、6 に示す。改良体 A のみ配置した CASE4、5 の場合は、載荷荷重の増加に従って改良体の荷重分担率が次第に減少し、基礎梁部分の荷重分担率が増加する傾向を示している。一方、

改良体 A と改良体 B の両者を配置した CASE2、3 の場合、改良体 A の荷重分担率は減少してゆくのにに対して、改良体 B の荷重分担率は次第に増加している。CASE2、3 の荷重分担率は解析値と計測値との差がやや大きくなっているが、解析結果では、改良体 A、B の荷重分担率の合計は載荷荷重の大きさに関わらずほぼ一定である。数値的には摩擦杭形式と同程度の荷重分担率となっており、改良体 A、B の複合効果で摩擦杭形式と同程度の支持力を有するものと考えられる。

4 . おわりに

基礎中央部に配置した柱状地盤改良体と周縁部地盤改良体ブロックを組み合わせた基礎形式について解析および実験を行い、沈下挙動は F E M 弾塑性解析によって再現可能であることを確認するとともに、沈下抑制に効果的な地盤改良体の配置方法について検討した。本工法の利点として、経済性以外にも、地震時の構造物の傾斜を抑制する効果が摩擦杭形式より大きくなるという点もあり、今後さらに詳細な検討を進める予定である。

【参考文献】1) 黒川、三上他：地盤改良体による基礎の沈下抑制効果について、第 36 回地盤工学研究発表会、2 分冊の 1、pp.1161-1162、2001 .

表 - 3 . 解析条件

種 別	E (kN/m ²)	ν	C (kN/m ²)	ϕ (°)	γ (kN/m ³)	σ_t (kN/m ²)
粘 土	1.68×10^3	0.49	8.4	0.0	7.0	3.4
改良体 B	1.50×10^3	0.20	7500	0.0	7.0	3000
改良体 A	1.25×10^3	A=0.465m ² , I=0.0261m ⁴ (ビーム要素)				

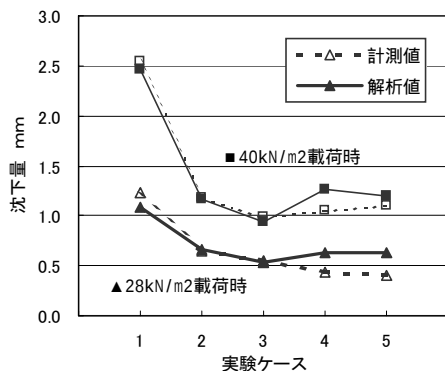


図 - 3 . 沈下量（模型中央）

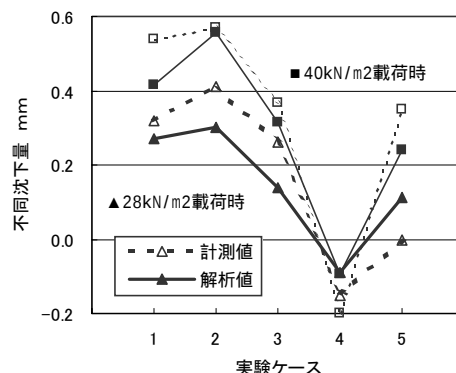


図 - 4 . 不同沈下量（中央と端部の差）

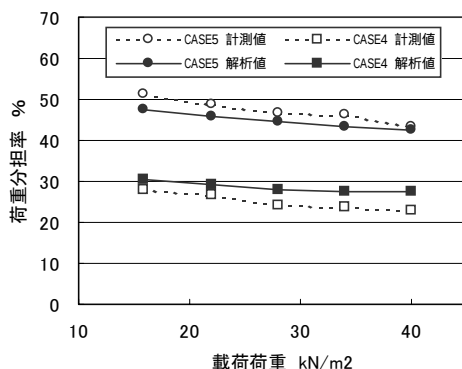


図 - 5 . CASE4,5 荷重分担率

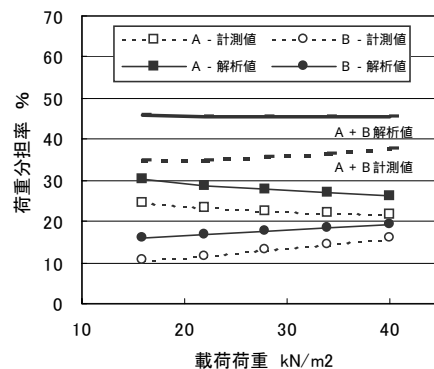


図 - 6 . CASE3 杭、BL の荷重分担率