

数値解析による補強土壁の支持地盤改良効果に関する検討（その2）

－ 軟らかい粘性土地盤への適用について－

○日本道路公団試験研究所 北村 佳則
日本道路公団試験研究所 加藤 陽一
株式会社テクノソール 佐藤 雅宏

1. はじめに

補強土壁の支持地盤の改良が必要な場合には、柔な構造をもつ補強土壁の特徴を生かした合理的な地盤改良方法を適用することが求められている。地盤改良には種々の方法があるが、前報¹⁾において地盤改良の範囲と位置に着目し、密実でない砂質土地盤を想定して検討を行っているが、本検討では軟らかい粘性土地盤を想定し、二次元弾塑性FEM解析により、無対策地盤上の補強土壁の限界高さを求め、それに対して地盤改良を施した場合の限界高さおよび沈下量を算出し、改良効果の比較を行った。

本稿では、軟らかい粘性土地盤上に構築する補強土壁について数値解析を実施し、壁高および沈下に対して合理的な地盤改良範囲についての基礎的な資料を得たのでその結果を報告する。

2. 解析方法

本解析では、前報にて報告した砂質土地盤との比較を行なうため、日本道路公団設計要領第1集「設計に用いる土質定数」をもとに自然地盤の粘性土（軟らかいもの） $c = 15\text{kN/m}^2$ 、 $\phi = 15^\circ$ の地盤モデルに対して検討を行った。

二次元弾塑性有限要素法の適用性については、現地計測²⁾された補強土壁工事（第二東名高速道路元長窪工事用道路工事）の解析³⁾から、計測値と解析結果に良い一致が見られたことにより確認している。

ここでは、補強土壁工法としてテールアルメ工法を解析対象とし、軟らかい粘性土層の厚さをそれぞれ5m、8mの2ケースとし、補強土を盛り上げる過程で、壁面基礎直下の沈下、地盤反力等をシュミレーションした。地盤は、非関連流れ則を用いたMohr-Coulomb完全弾塑性盛土モデルを用いた。表-1にそれぞれの入力パラメータを示す。

3. 解析結果

軟らかい粘性土層の改良は、表-2に示すように層厚8mについては補強領域全底面の改良（11.5m×1mおよび11.5m×2mの範囲）および壁直下の改良（4m×3mおよび4m×5mの範囲）、層厚5mについては補強領域全底面（11.5m×2mの範囲）および壁直下の改良（4m×5mの範囲）についての実施した。改良範囲については、前報において壁前面へ張り出すことによって、より大きな改良効果を期待できることが分かっており、ここでは改良範囲を壁前面へ張り出し実施した。改良パターンの模式図を図-1に示す。

表-1 入力物性値（粘性土）

土層名	γ_t (kN/m^3)	E (kN/m^2)	ν	c (kN/m^2)	ϕ ($^\circ$)	ϕ ($^\circ$)
軟らかい粘性土層	16.0	3,500	0.3	15.0	15.0	0.0
盛土	18.0	9,800	0.3	1.0	35.0	5.0
下部層	18.0	19,600	0.3	—	—	—
スキン	25.5	5,000,000	0.2	—	—	—

表-2 改良パターンと限界壁高(Hq)とHq/2時の沈下量
(層厚8m)

軟弱層の改良	限界壁高Hq(m)	無対策のHq/2時の基礎沈下量(mm)
無対策	17.25	220
11.5m×1m範囲	17.25	175
11.5m×2m範囲	21.00	150
4m×3m範囲	18.00	145
4m×5m範囲	22.50	107

(層厚5m)

軟弱層の改良	限界壁高Hq(m)	無対策のHq/2時の基礎沈下量(mm)
無対策	17.25	168
11.5m×2m範囲	24.00	101
4m×5m範囲	30以上	35

注①：軟弱な粘性土の入力物性 ($\gamma_t=16.0\text{kN/m}^3$, $E=3500\text{kN/m}^2$, $\nu=0.3$, $c=15.0\text{kN/m}^2$, $\phi=15^\circ$)
注②：地盤改良域の入力物性 ($\gamma_t=20.0\text{kN/m}^3$, $E=8000\text{kN/m}^2$, $\nu=0.3$, $c=300\text{kN/m}^2$, $\phi=0^\circ$)

キーワード： 補強土、支持力、数値解析、地盤改良、粘性土地盤

日本道路公団試験研究所（〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 TEL: 042-791-1621 FAX: 042-791-2380）

限界壁高を見ると、層厚 8 m については、 $11.5\text{m} \times 1\text{m}$ 範囲や $4\text{m} \times 3\text{m}$ 範囲では改良効果がほとんど認められず、 $11.5\text{m} \times 2\text{m}$ 範囲および $4\text{m} \times 5\text{m}$ 範囲において 20% から 30% の改良効果が認められた。一方、表-2 より、無対策地盤上の限界壁高の 1/2 高さ時の沈下量を見ると、層厚 8 m についてはすべての改良範囲において 20% から 50% 程度の改良効果が認められる。特に壁直下の改良 ($4\text{m} \times 5\text{m}$) にその効果が顕著であり、沈下量が 1/2 に抑えられている。

図-2 に、やや軟弱な粘性土層の層厚 8 m と 5 m について壁高と沈下量の関係を示した。図中の 2 種類の改良パターンは、表-2 の代表的な改良例であり、ともに $20\text{m}^3/\text{m}$ 程度の改良ボリュームである。それぞれの改良効果には、明らかな差異が認められる。層厚 8 m に着目すると、壁直下の改良 ($4\text{m} \times 5\text{m}$) が補強土壁全底面の改良 ($11.5\text{m} \times 2\text{m}$) に比べてより有効であることが分かる。壁高 10 m における沈下量で比較すると、壁直下の改良は無対策に比べて 60%、全底面の改良に比べて 30% 程度の沈下抑制効果が認められる。層厚 5 m についても同じような傾向が認められる。

4. まとめ

粘性土地盤の検討によって以下の知見が得られた。

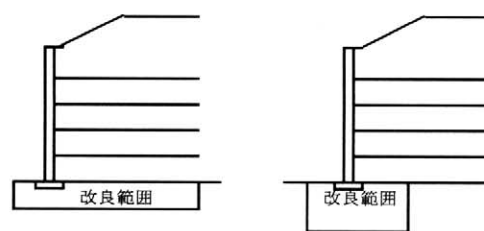
- ① 限界壁高についての改良効果は、改良範囲が一定以上とならないと発現しない傾向がある。
- ② 一方、沈下量に対しては改良範囲によって差異はあるが 20% から 50% 程度の改良効果が認められる。
- ③ 壁直下の改良 ($4\text{m} \times 5\text{m}$) が壁高、沈下量ともに大きな改良効果を示す。

以上の結果をまとめると、補強土壁の支持地盤の改良が必要な場合、その改良効果は支持地盤が密実でない砂質土の場合、軟らかい粘性土の場合共に同じような傾向を示し、壁直下付近の改良が効果的である。

今後、軟らかい粘性土について、圧密による強度増加を考慮した解析を行ない、より効果的な支持地盤改良について検討して行きたいと考えている。

参考文献

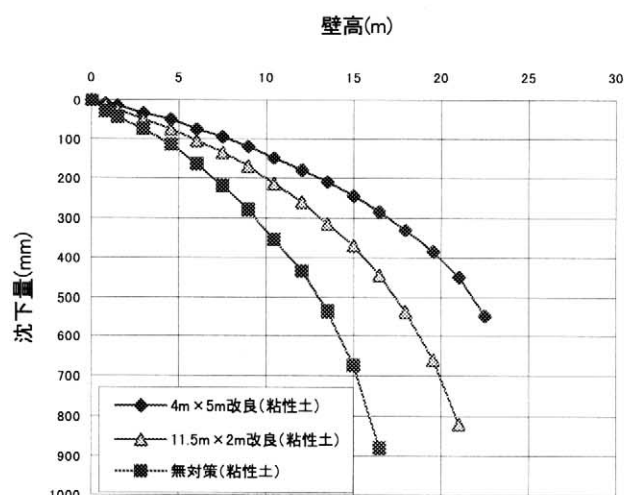
- 1) 加藤陽一, 北村佳則, 辰井俊美: 数値解析による補強土壁の支持地盤改良効果に関する検討 (その 1), 第 55 回土木学会年次学術講演会投稿中
- 2) 青山憲明, 北村佳則, 松本琢磨: ローム地盤上に構築した補強土壁の現地計測, 第 55 回土木学会年次学術講演会投稿中
- 3) 青山憲明, 北村佳則, 辰井俊美: 補強土壁の支持力安定に関する数値解析の適用検討 (その 2), 第 55 回土木学会年次学術講演会投稿中



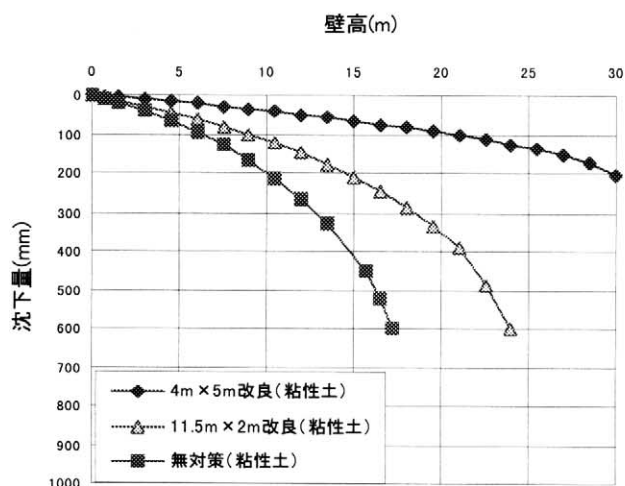
a) $11.5\text{m} \times 2\text{m}$

b) $4\text{m} \times 5\text{m}$

図-1 改良パターンの模式図



a) やや軟弱な層厚 $H=8\text{m}$



b) やや軟弱な層厚 $H=5\text{m}$

図-1 壁高と沈下量の関係 (やや軟弱な粘性土層)