

低改良率フローティング式深層混合処理工法の沈下量推定方法について

若 築 建 設 株 式 会 社 正 会 員 ○ 山 内 慶 太
 （独立行政法人土木研究所 交流研究員）
 独立行政法人土木研究所 正 会 員 大 野 真 希
 同上 正 会 員 古 本 一 司
 同上 正 会 員 桑 野 玲 子
 同上 正 会 員 恒 岡 伸 幸

1. はじめに

近年、軟弱地盤対策工法として用いられはじめている低改良率フローティング式深層混合処理工法は、従来工法と比較してコストを大幅に縮減できる工法であるが、その設計法はまだ確立されていない。そこで、土木研究所では4年前より模型実験や解析などを行い検討してきた。1)2)3)4)そして、著者らはそれらの検討結果を踏まえて、沈下量推定法を提案した。5)本報は、その以前提案した推定法（以下、推定法Aとする）において考慮されていなかった改良柱体の剛性を考慮した沈下量推定法（以下、推定法Bとする）を提案する。また、これまでの実験結果 4)と比較し推定法Bの適用性について検討する。

2. 沈下量推定方法

沈下量は図-1 に示すように、改良地盤と未改良地盤とに分けて、各々の沈下量を別々に計算し足し合わせるにより推定する。

以下に改良地盤、未改良地盤、それぞれの沈下量推定方法を示す。

(1) 改良地盤の沈下量

まず、推定法Aでは、改良地盤の沈下量 S_1 は、「深層混合処理マニュアル」6)にある沈下低減係数 β' を用いた式-1 により求める。式-1 中の n （応力分担比）は、式-2 を用いて推測する。この式-2 では、「柱体に作用する荷重は、柱体の周面摩擦による極限支持力に等しい」と仮定して n を求めている。但し、載荷荷重が柱体の極限支持力より小さい場合には、柱体が全載荷荷重を受け持つと考える。そして、柱体の剛性が地盤の剛性に対して著しく大きいため、柱体は縮まないと考えて、式-3 に示されるように沈下量を0とした。以下に推定法Aを示す。

<推定法A>

i) $\sigma \cdot r > 4 \cdot a_p \cdot c \cdot H1$ （載荷荷重>極限支持力）の場合

$$S_1 = \frac{H1 \cdot \sigma}{E_2} \beta' = \frac{H1 \cdot \sigma}{E_2 \cdot ((n-1) \cdot a_p + 1)} \quad \dots \text{式-1} \quad \text{ここに、} n = \frac{4 \cdot c \cdot H1 \cdot (1 - a_p)}{\sigma \cdot r - 4 \cdot a_p \cdot c \cdot H1} \quad \dots \text{式-2}$$

ii) $\sigma \cdot r \leq 4 \cdot a_p \cdot c \cdot H1$ （載荷荷重 \leq 極限支持力）の場合

$$S_1 = 0 \quad \dots \text{式-3}$$

ここで、推定法Aでは図-2 におけるA点において柱体に作用する載荷荷重が極限支持力と等しくなる、つまりA点までは未改良部に載荷荷重が作用しないと考える場合分けをしていた。

しかし、実際には、未改良部にも載荷直後から応力が作用すると考えられるため、推定法Bでは改良地盤を改良柱体とその間の未改良部が一体となって挙動する複合地盤と考え、式-4 により沈下量を求めることにした。また、図-2 において、B点（式-1 と式-4 の交点）は、柱体に作用する荷重が極限支持力に等しくなっている点であり、改良地盤が複合地盤として挙動できる限界を表していると考えられる。

推定法Bでは上記のことを考慮し、改良地盤の沈下量は式-1 により求めた沈下量と、式-4 により求めた沈下量を比較し、沈下量の大きい方を S_1 とすることとした。

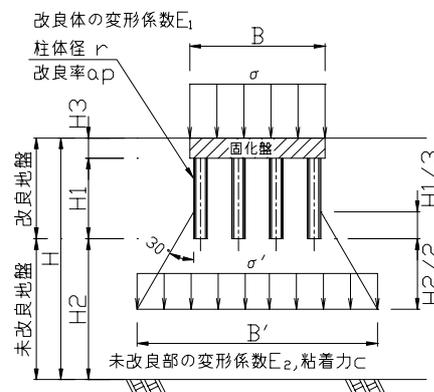


図-1 荷重分散の考え方

キーワード 深層混合処理、フローティング、沈下量推定式

連絡先 独立行政法人土木研究所 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 Tel029(879)6767 Fax029(879)6798

< 推定法 B >

$$S_1 = \text{MAX} \begin{cases} \frac{H1 \cdot \sigma}{E_2 \cdot ((n-1) \cdot a_p + 1)} \quad \dots \text{式-1} \\ \frac{H1 \cdot \sigma}{a_p \cdot E_1 + (1-a_p) \cdot E_2} \quad \dots \text{式-4} \end{cases}$$

(2) 未改良地盤の沈下量

未改良地盤の沈下量は推定法Aと同様、一般に用いられている慣用法(式-5)により求める。

$$S_2 = H2 \frac{Cc}{1+e_0} \log_{10} \frac{\sigma_{v0} + \sigma'}{\sigma_{v0}} \quad \dots \text{式-5}$$

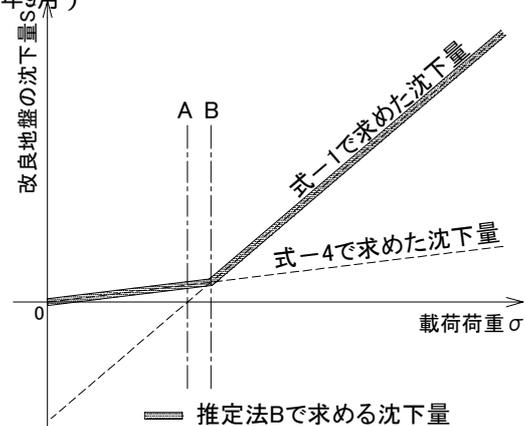


図-2 推定式により求められる沈下量

ここで式-5において、Ccは圧縮指数、e0は初期間隙比、σv0は未改良地盤中央の深さにおける載荷前の有効土被り圧、またσ'は図-1に示される荷重分散を考慮した載荷後の未改良地盤中央の深さにおける応力を表す。

3. 推定法の適用性について

図-3に、昨年度の実験結果⁴⁾と、推定法A及び推定法Bで求めた沈下割合(無改良の場合の沈下量を1とする)と改良率の関係を示す。また、その地盤条件等を表-1に示す。

図-3をみると、推定法Bは、これまでの実験結果から分かった「改良効果は改良率が30%程度までは改良率に比例して上がり、改良率が30~40%程度になると100%改良した場合とほぼ同等の効果が得られる」ことをよく表現できている。今回、推定法Aと推定法Bで大きな差は見られないが、これは柱体の剛性が地盤の剛性に比べて非常に大きいためである。また、図-4より推定法Bは、柱体径、柱体長を変化させ柱体の表面積を増やすことによって改良効果がより発揮されることも表現できる。

表-1 地盤条件

名称	記号	数値
軟弱層厚	H	73cm
固化盤厚	H3	7.5cm
固化盤幅	B	50cm
改良体の変形係数	E1	12000kN/m ²
未改良地盤の変形係数	E2	252kN/m ²
未改良地盤の粘着力	c	1.2kN/m ²
未改良地盤の圧縮指数	Cc	0.28
増加応力	σ	15.4kN/m ²

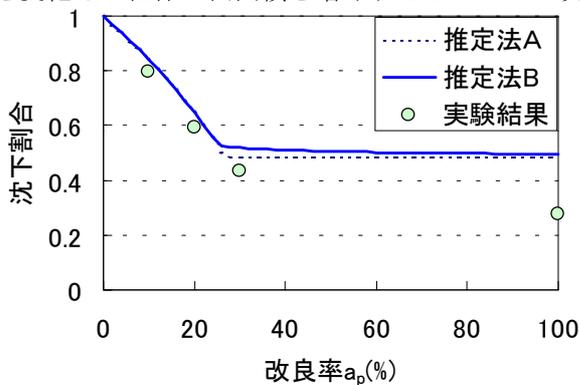


図-3 改良率と沈下割合 (1)

(柱体径 r=2.5cm 柱体長 H1=30cm)

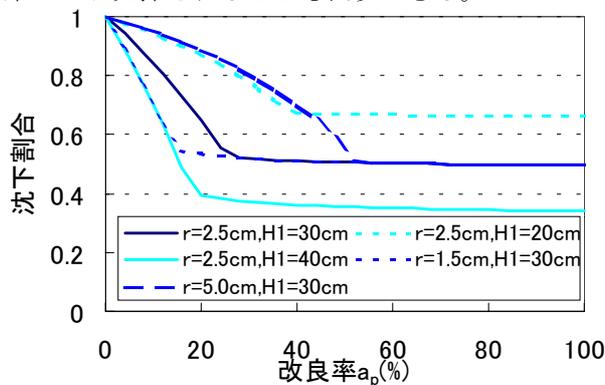


図-4 改良率と沈下割合 (2)

4. まとめと今後の課題

今回は、以前提案した沈下量推定式で考慮されていた改良率、改良柱体長、改良柱体径及び地盤物性に加えて、改良柱体の剛性も考慮した推定式を提案し、実験結果をうまく表せることが分かった。今後は実際の現場との比較検証を行ってきたい。

参考文献：1), 2) 大野真希他、表層安定処理を併用したフローティング式深層混合処理工法に関する実験(その1)(その2)、土木学会第55回年次学術講演会講演概要集、第3部(B)pp.442~445、2000.9 3) 大野真希他、フローティング式深層混合処理工法の改良率に関する模型実験、第36回地盤工学研究発表会報告論文集、pp.1077~1078、2001.6 4) 宮野一賢他、カオリン粘土を用いたフローティング式深層混合処理工法模型実験、第37回地盤工学研究発表会報告論文集、pp.1107~1108、2002.7 5) 山内慶太他、低改良率フローティング式深層混合処理工法に関する模型実験、第38回地盤工学研究発表会、投稿中 6) (財)土木研究センター、陸上工事における深層混合処理工法設計施工マニュアル、pp.98~99、1999.6