Imprvement of bearing capacity by using a new composite material on soft ground.

Y.Yokota

H.kataoka

K.kasahara

Maeda Kosen Co.,Ltd.

K.Arai

H.Machihara

Fukui University.

ABSTRACT :

A new composite material which has both the tensile strength of woven geotextile and the compressive strength of expanded polyethylene(EPS) is developed by bonding these two materials.

The laboratory model test of bearing capacity is practiced for verifying the performance of the composite material on soft soil ground, in which the vertical earth pressure, pore water pressure and displacement of soft ground are measured. The effect of the composite materials is compared with the case where only woven geotextile is employed on soft ground.

概 要 :

織布と発泡スチロールを貼り合わせるにより、織布の引張強度と発泡スチロールの圧縮強度を兼ね備えた新しい複合材を開発した。

軟弱地盤上にこの複合材を敷設した支持力の室内模型実験を実施して、地盤内の土圧、間隙水圧、変形などを計測し、織布のみを敷設した場合との比較検討を行った。

複合材料を敷設した軟弱地盤上盛土の支持力向上効果

前田工織㈱

○横田 善弘

片岡 英一

笠原 清麿

福井大学工学部

荒井 克彦

町原 秀夫

1. まえがき

軟弱地盤上の盛土工事において、土層の分離、支持力の向上、沈下の軽減などの目的で、織布などを敷設するシート工法が一般的な工法として普及している。この工法は、織布などの以下のような特性を利用したものであり、施工性および経済性に優れる。

- ① 引張に対して強いこと
- ② 重量が軽く薄いこと
- ③ 十分な透水性を有すること

筆者らは、1987年からこのシート工法における支持力向上効果の確認として、室内模型実験による軟弱地盤の支持力試験^{1) 2)}を実施したが、たわみ性がある（曲げ剛性がない）ため沈下抑制効果という点では十分な結果が得られなかった。

そこで今回は、曲げ剛性があり軽量性に優れた発泡スチロールと織布を組み合わせた複合材（図-1）を使用し、軟弱地盤上に敷設した場合の沈下抑制および支持力向上効果について検討することを目的とした。

土槽内に作成した軟弱地盤上に、織布のみ、複合材（厚さ20mm）、複合材（厚さ40mm）の3種類の補強材を敷設し、盛土を施した模型地盤を用いて室内実験を行い、沈下量、鉛直土圧、間隙水圧、地中変位などの計測を行った。ここではこの計測結果から、複合材による沈下抑制および支持力向上効果を確認するとともに、複合材の必要厚さを決定する算定式を提案する。

図-1 複合材料

2. 実験方法

図-2に実験装置および計器の配置を示す（土槽の奥行きは25cm）。粘土地盤はスラリーを圧力 0.3kgf/cm^2 で圧密して作成した。その上に長さ50cmの織布または複合材を敷設し、盛土材料（不飽和）を粘土層の圧密圧力と同じ圧力で圧縮し盛土層とした。これに長さ15cmの剛載荷板を盛土上に置き、5分間ごとに 0.1kgf/cm^2 ずつ载荷した。計測項目は地表面沈下量、鉛直土圧、間隙水圧、地中変位、織布および発泡スチロールのひずみである。複合材の厚さが20mm、40mmの場合と織布のみを敷設した場合の計3種類の実験を行った結果を比較する。

図-2 実験装置および計器の配置 単位 (mm)

3. 実験結果

(1) 地表面沈下量：地表面沈下量を図-3に示す。複合材（厚さ20mm）の場合、 0.5kgf/cm^2 までは織布のみの場合とほとんど同じ値であるが、複合材（厚さ40mm）の場合、沈下がかなりの程度抑制されていることがわかる。

図-3 地表面沈下量-载荷圧力

(2) 鉛直土圧：図-4に粘土地盤表層近くでの鉛直土圧分布を示す。複合材を敷設した場合、荷重中心から12.5cmのところで織布のみを敷設した場合より大きな土圧が発生している。また、粘土層中層部では厚さ40mmの複合材についてのみ、荷重中心から25.0cmのところで土圧が発生しており、鉛直土圧が広範囲に広がっていることがわかる。

図-4 鉛直土圧分布（粘土層表層付近）

(3) 間隙水圧：図-5に粘土地盤表層での間隙水圧分布を示す。厚さ40mmの複合材の場合、間隙水圧が広範囲に発生していることがわかる。

図-5 間隙水圧分布（粘土層表層付近）

(4) 地中変位：図-6に粘土層の変形状況を示す。複合材を敷設した場合の方が変形が小さく、広範囲で起きていることがわかる。図-7にせん断ひずみ分布を示す。複合材を敷設した場合の破壊領域は、織布のみの破壊時に比べ広く分散することがわかる。

図-6 粘土層変形図

図-7 せん断ひずみ分布

(5) 複合材のひずみ：図-8, 9に複合材のひずみを示す。複合材の場合、部材全体で荷重を受け止めていることがわかる。

図-8 ひずみ-載荷圧力 複合材 (厚さ 20 mm)

図-9 ひずみ-載荷圧力 複合材 (厚さ 40 mm)

4. 設計

複合材の厚さを決定する方法として、弾性床の上のはりと考えたLeeのモデル式⁴⁾を用いるものとする。室内模型実験で用いた複合材の中心部における断面の上下端に生じる応力 σ_z を算出し、圧縮試験結果より得た発泡スチロールの許容圧縮強度 ($\sigma = 0.21 \text{ kgf/cm}^2$) と比較する。

まず発泡スチロールのポアソン比を $\gamma_p = 0$ (横ひずみは生じない) と考え、次式より K の値を計算する。

次に K と最大曲げモーメント $M_{\max}$ との相関図 (図-10) より $M_{\max}$ を求め、 $\sigma_z = M_{\max} / Z$ より σ_z を算出する。

$$K = 2 E_p \cdot I_p / (1 - \gamma_p)^2 \cdot E_s \cdot b^3 \quad (\text{式-1})$$

ここで

E_p : 発泡スチロールのヤング係数

圧縮試験結果より 21.07 kgf/cm^2

E_s : 軟弱地盤の弾性係数

一軸圧縮試験より 1.0 kgf/cm^2

I_p : 断面二次モーメント $t^3 d / 12$

$t = 20 \text{ mm}$ $I_p = 16.67 \text{ cm}^4$

$t = 40 \text{ mm}$ $I_p = 133.33 \text{ cm}^4$

$2b$: 荷重作用幅 35.0 cm

t : 複合材の厚さ $20 \text{ mm}, 40 \text{ mm}$

図-10

複合材厚さ $t = 20\text{mm}$ の場合 (破壊時載荷圧力 0.8kgf/cm^2 , 作用荷重 $q = 0.343\text{kgf/cm}^2$)

$$K = 2 E_p \cdot I_p / (1 - \gamma_p)^2 \cdot E_s \cdot b^3 \\ = 2 \times 21.07 \times 16.67 / 1.0 \times 17.5^3 = 0.131 \quad \rightarrow M_{\max} / q \cdot b^2 = 0.038$$

$$M_{\max} = 0.038 \times q \cdot b^2 = 0.038 \times 0.343 \times 17.5^2 = 3.992 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma_z = M_{\max} / Z = 6 M_{\max} / b \cdot h^2 = 6 \times 3.992 / 25 \times 2^2 = 0.240 \text{ kgf/cm}^2 > \sigma = 0.211 \text{ kgf/cm}^2$$

複合材厚さ $t = 40\text{mm}$ の場合 (破壊時載荷圧力 1.0kgf/cm^2 , 作用荷重 $q = 0.429\text{kgf/cm}^2$)

$$K = 2 E_p \cdot I_p / (1 - \gamma_p)^2 \cdot E_s \cdot b^3 = 1.048 \quad \rightarrow M_{\max} / q \cdot b^2 = 0.078$$

$$M_{\max} = 0.078 \times q \cdot b^2 = 10.248 \text{ kgf} \cdot \text{cm}$$

$$\sigma_z = M_{\max} / Z = 6 M_{\max} / b \cdot h^2 = 0.154 \text{ kgf/cm}^2 < \sigma = 0.211 \text{ kgf/cm}^2$$

以上の計算結果は、室内模型実験結果と一致しており、実際の工事における複合材の断面設計を行うにおいても適用可能であるといえる。

5. あとがき

必要な厚さの複合材を敷設することにより、十分な曲げ抵抗が発揮されて、織布のみを敷設した場合よりもはるかに大きな沈下抑制と支持力効果が得られる。実際の軟弱地盤上盛土工事に對しても、十分な効果が得られるものと考えられる。

〔参考文献〕

- 1) 飛山、荒井、町原、前田、笠原：ジオテキスタイルを敷設した軟弱地盤上盛土載荷の室内模型実験、第22回土質工学研究発表会(1987)
- 2) 飛山、荒井、町原、前田、笠原：ジオテキスタイルを敷設した軟弱地盤の支持力試験、第23回土質工学研究発表会(1988)
- 3) 東、荒井、町原、笠原、横田、片岡：織布と発泡スチロールの複合材による支持力向上効果、第28回土質工学研究発表会(1993)
- 4) H.G.Poulos, E.H.Davis : ELASTIC SOLUTIONS FOR SOIL AND ROCK MECHANICS, JOHN WILEY