

PSⅢ-12

ポリマーグリッドを用いた補強盛土の効果と安定解析

復建調査設計（株）	正会員	○福田 直三
建設省土木研究所	正会員	久楽 勝行
東急建設（株）	正会員	中村 和之
三井石油化学工業（株）	正会員	岩崎 高明

1. はじめに

ポリマーグリッドを用いた補強盛土の合理的な施工法および設計法の確立を目的として、これまで一連の実験および解析を行ってきた。すなわち、まず高さ3m、のり勾配 1:0.7の盛土についてポリマーグリッドの敷設間隔や敷設仕様を変化させ、人工降雨による盛土崩壊実験を行った。これに引続き高さ6m、のり勾配 1:1.2の実物大規模の盛土実験を行い、補強効果とそのメカニズムについて検討してきた。

本報は、6mの盛土実験における補強効果と安定解析上の問題点について述べるものである。

2. 実験仕様

(1) 盛土仕様 図-1および写真-1に補強盛土の仕様と盛土築造終了時の状況を示した。盛土の規模は盛土築造中には安定を保ち、降雨条件下では無補強状態で不安定となる条件を基本として決定した。盛土材は山砂で細粒分30%、 $U_c=15.8$ 、自然含水比32.5%である。 $\omega_{opt}=24.2\%$ であり、湿潤側の盛土施工となっている。盛土築造時の平均の ρ_d は、 1.32t/m^3 であり、締固め度は87%に相当する。

以上より盛土築造時には $F_s=1.10$ ($\gamma=1.70\text{tf/m}^3$, $c=0.7\text{tf/m}^2$, $\phi=20^\circ$) また高飽和状態下では $F_s=0.74$ ($\gamma=1.8\text{tf/m}^3$, $c=0.2\text{tf/m}^2$, $\phi=20^\circ$) となる。

(2) ポリマーグリッド 盛土の補強のために二軸延伸ポリマーグリッド(SS-2)を用いた。引張り強度は $T_f=1.8\text{tf/m}$ 、またスティッフネス J は $e<1.0\%$ で平均約70tf/mである。ポリマーグリッドの敷設仕様は高さ方向の間隔 V を0.75m(7層)と1.5m(4層)の2ケースとしている。それぞれの安全率は無補強時の0.74に対して、1.22および1.02である(式(2)参照)。

3. 盛土築造時の計測結果

(1) 計測仕様 計測項目は盛土表面の鉛直および水平変位、盛土内の層別沈下、ポリマーグリッドのひずみ、盛土内水位、およびRIによる飽和度である。図-1に計測器の配置を示した(4層敷設のケース)。

(2) 計測結果 計測結果のうち、ポリマーグリッド7層敷設のケースについて、同材のひずみ分布とのり面の変位量を図-2に示した。各層のひずみの最大値は0.06~0.37%と比較的小さい値であり、またのり面近傍には圧縮領域が生じている。のり面部の変位は水平方向で6~29mmと深度とともに増加する傾向がみられ、鉛直方向では各段とも12mmであった。

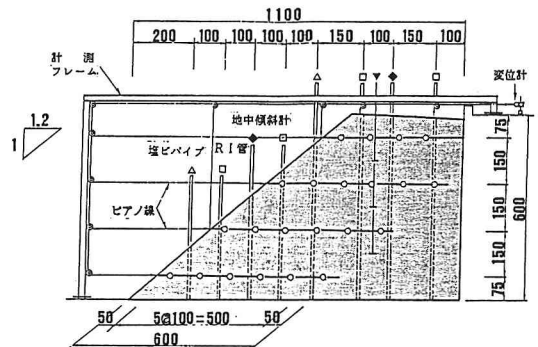


図-1 補強盛土実験の仕様(4層敷設のケース)

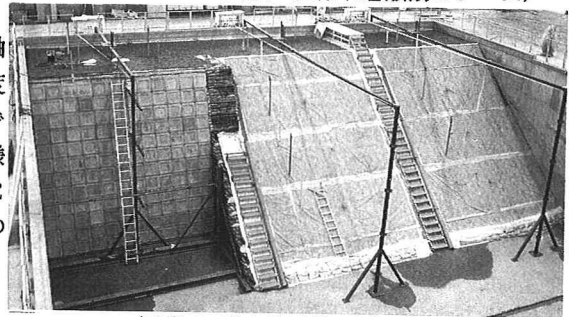


写真-1 盛土築造終了時の状況

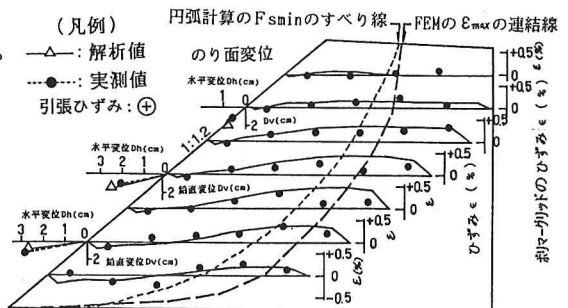


図-2 計測結果とFEM解析結果の対比(7層)

なお、図-2にはDrucker-Pragerの降伏関係を用いた弾塑性有限要素解析¹⁾によるポリマグリッドのひずみおよびのり面の変位の解析値も示しているが、よく実測値をシュミレートしていることが分かる。

4. 安定解析

(1) 補強効果の表示式 円弧すべり解析の基本式(式(1))に対して補強材力 T の安全率への寄与の考え方は、補強材力のすべり面との交点における接線成分のみに着目する場合(式(2)、(3))および接線成分と鉛直成分の両者に着目する場合(式(4)、(5))とがある。また接線成分の考え方として抵抗力の付加(式(1)、(3))および起動力の低減(式(2)、(4))の二つがある。すなわち、

$$(\text{無補強}) : F_{s0} = M_R / M_D = R \cdot \sum (c_l + W_i \cos \alpha_i \tan \phi) / R \cdot \sum W_i \sin \alpha_i \quad \text{----- (1)}$$

$$(\text{補 強}) : F_s = (M_R + R \cdot \sum T_j \cos \theta_j) / M_D \quad \text{---- (2)} \quad F_s = M_R / (M_D - R \cdot \sum T_j \cos \theta_j) \quad \text{---- (3)}$$

$$F_s = \{M_R + R \cdot \sum (T_j \cos \theta_j + T_j \sin \theta_j \tan \phi)\} / M_D \quad \text{---- (4)}$$

$$F_s = (M_R + R \cdot \sum T_j \sin \theta_j \tan \phi) / (M_D - R \cdot \sum T_j \cos \theta_j) \quad \text{---- (5)}$$

ここで、 R 、 θ_j 、 T_j は図-3を参照されたい。

(2) 安定解析結果 図-3は今回の実験のうち7層敷設のケースについて、各層とも補強材力 T を同じとし、式(2)~式(4)に適用した場合の F_s の増加率 $\Delta F_s / F_{s0}$ を示したものである。同図より、式(1)、(3)は直線式で、また式(2)、(4)は $T_j = M_D / R \cdot \sum \cos \theta_j$ を漸近線とする双曲線関係式で表示される。 T と各式による $\Delta F_s / F_{s0}$ の対比を行うと、 $T < 0.3 \text{ tf/m}$ のとき式(1) < 式(2) = 式(3) = 式(4)、 $0.3 \leq T < 0.8$ のとき式(1) < 式(2) < 式(3) < 式(4)、また $0.8 \leq T$ のとき式(1) < 式(3) < 式(2) < 式(4)の関係で示される。

ここで全層のポリマグリッドの許容引張力 $T_a = 0.75 \text{ tf/m}$ が発揮されるとすれば、各式の違いによって $\Delta F_s / F_{s0}$ は $0.2 \sim 0.44$ と大きな差を生じている。図-2に示すポリマグリッドの最大ひずみより、各層に発生している張力を求めると $0.044 \sim 0.270 \text{ tf/m}$ となるが、これを上記各式に適用すると、 $\Delta F_s / F_{s0}$ の値は式(2)で 0.055 、式(3)で 0.064 、式(4)で 0.073 、式(5)で 0.084 となる。

5. まとめ

補強盛土の補強効果の表示式として4式を示し、実験結果を適用した。検討結果から考察される事項をまとめる。

(1) 補強材力を起動力の低減効果に取り込む方法は、抵抗力の増加に対するよりも大きい安全率を与える。(2) 補強材力のすべり円に対する接線成分と鉛直成分について理論的には両者を取り込んだ解析法が正しいが、いわゆる待ち受け的に盛土が変形することによって補強材力が発揮されるような補強土構造物の場合、この鉛直成分の効果がどの程度期待できるかを、FEM解析等によって今後検討評価する必要がある。(3) 設計部材力とひずみ計測結果に基づく部材力から求めた安全率の差は内的安定上余裕の安全率²⁾と考えることができる。

(参考文献) 1) 久業他3名: 第23回土質工学研究発表会投稿中、2) 三木他5名: 第1回ジオテキスタイルシンポジウム, pp. 72-82, 1986.

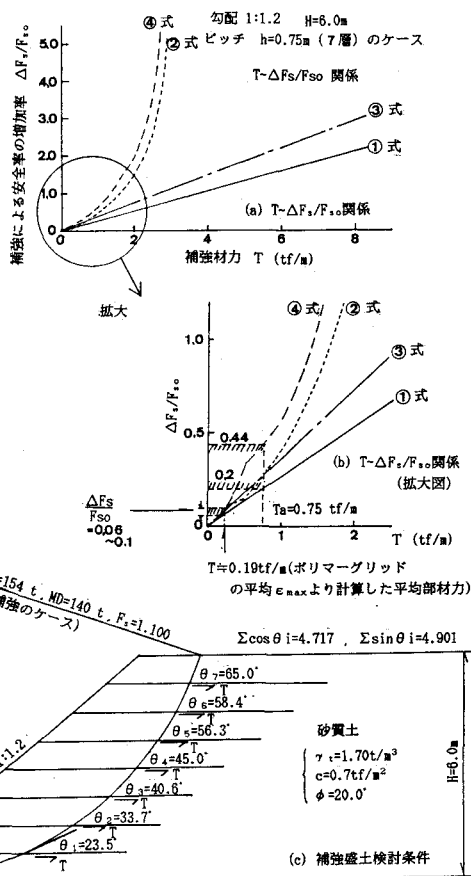


図-3 補強盛土の安定解析条件と解析結果