

荷重分散効果を考慮したマットレス基礎厚の一評価法

九州大学工学部 学○川真田桂 正 落合英俊 正 安福規之
九州大学工学部 正 大嶺 聖 正 大野司郎

1. はじめに

ジオグリッドを用いたマットレス工法は、荷重分散効果による支持力増加・不同沈下抑止を目的として軟弱地盤上の構造物や盛土の基礎として使用される。その効果は、経験的には認められているが、マットレス基礎の補強メカニズム・設計手法はまだ確立されていない。そこで、マットレス工法の確立を目指して、マットレス基礎による荷重分散効果に着目した模型実験を実施した。その結果、荷重分散効果に対する影響要因としては、マットレス厚、下部地盤反力係数、及びジオグリッドの剛性などが現在までに確認されている¹⁾。ここでは、実験結果と理論的考察に基づいて、荷重分散効果を考慮したマットレス基礎厚の評価法を提示する。

2. 荷重分散効果

マットレス基礎上部において荷重が作用すると、図1に模式的に示すような中央部において最大伝播応力 σ_{max} を有する下に凸な応力分布が発生する。

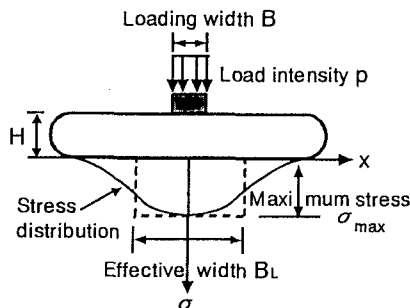


図1 応力分布模式図

そこで、荷重分散効果を評価するに際して、有効幅 B_L を導入する。 B_L は σ_{max} がマットレス基礎の支持力問題などにおいて重要な指標となることから、 σ_{max} が一樣に下部地盤に作用すると仮定したときの有効幅であり、力のつりあいより次式で表わされる。

$$pB = \sigma_{max} B_L \quad \text{よって} \quad \frac{B_L}{B} = \frac{1}{\sigma_{max}/p} \quad (1)$$

式(1)は、 σ_{max}/p が p に依らず一定値をとるため¹⁾、結果として B_L/B も p に依らず一定値をとることを示す。

次に、図2に示すようにマットレス基礎の荷重分散がマットレスの効果(ΔB_g)と中詰材の効果($2H \tan \beta$)によって発揮されると考えると、次式が得られる。

$$\frac{B_L - B}{B} = \frac{\Delta B_g}{B} + 2 \frac{H}{B} \tan \beta \quad (2)$$

図3に、マットレス厚と載荷重幅の比 $2H/B$ とマットレス基礎による荷重の分散幅と載荷重幅の比 $(B_L - B)/B$ の関係を、ジオグリッドの種類をパラメータとして示す。図中のプロットは σ_{max}/p の特性と式(1)の関係から、

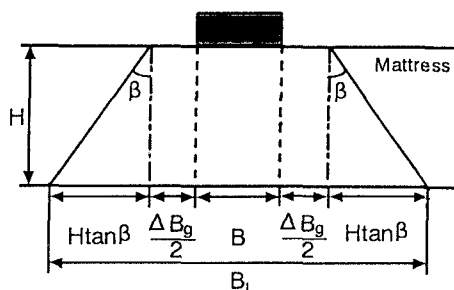
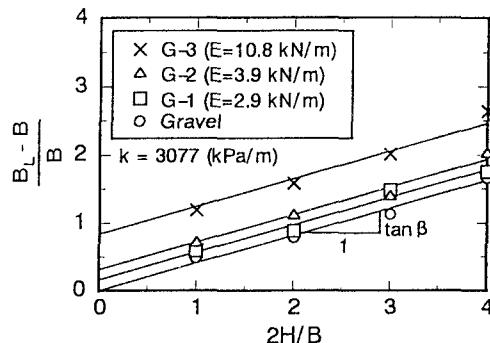


図2 荷重分散模式図

図3 $2H/B$ と $(B_L - B)/B$ の関係

また直線は式(2)に基づいて求めたものである。図3のY切片はマットレスによる荷重分散 $\Delta B_g/B$ であり、砂礫のみの場合とマットレス基礎の直線の傾きは等しいとみなせる。

3. マットレス基礎厚の評価

設計では、支持地盤の許容支持力に対して適切なマットレス厚を評価することが重要となる。式(2)を式(1)に代入すると次式が得られる。

$$pB = \sigma_{max} (B + 2H \tan \beta) + \sigma_{max} \Delta B_g \quad (3)$$

式(3)において右辺第2項はマットレス効果 M_E であり、式(3)は次式に書き換えられる。

$$M_E = pB - \sigma_{\max}(B + 2H \tan \beta) \quad (4)$$

(1)分散角 β の評価 図4に、図3より得られた分散角 β と、下部地盤の地盤反力係数 k の関係を示す。

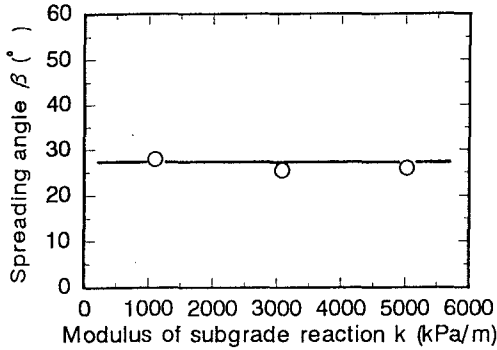


図4 k と β の関係

図4より、 β は k に依らずほぼ一定の値(約 27°)をとることがわかる。つまり、分散角については 30° または 45° 、2:1法(27°)等が考えられるが、この結果からマットレス基礎に対しては2:1法が妥当であると言える。

(2)マットレス効果 M_E の評価 落合らの考えに基づくと、マットレスが基礎荷重による曲げ応力を受けるとき、マットレス上部に圧縮力が生じることで中詰材にせん断抵抗 S 、下部に引張力が生じることでジオグリッドの引張抵抗 T が発揮される。この時、マットレス効果 M_E は次式で表される²⁾。

$$M_E = S + T \quad (5)$$

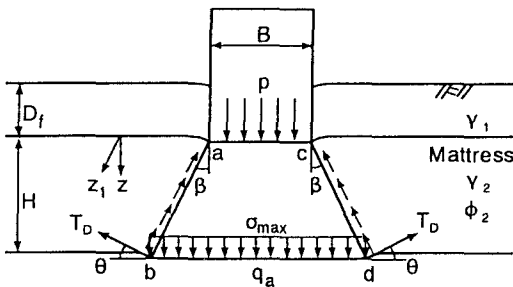


図5 荷重分散の考え方

図5より、ジオグリッドの引張抵抗 T は、

$$T = 2T_D \sin \theta \quad (6)$$

ここに、 T_D はジオグリッドの設計強度、 θ はジオグリッドの許容伸びに対する変位角である。次に中詰材のせん断抵抗 S は、図中の ab 、 cd 面上で発揮されるとする。これらの面上の地盤内鉛直応力は次式で表される。

$$\sigma_v = \gamma_1 D_f + \gamma_2 z \quad (7)$$

またここで新たに ab 、 cd 面上のせん断抵抗を仮定し、

それによる力のつりあいを考える。その結果 S は、

$$S = 2 \cos \beta \int_0^{ab} K \sigma_v \cos^2 \beta \tan \phi_2 dz_1 \quad (8)$$

また、 K はマットレス内の深さ z の位置における土圧係数で、深さ方向に直線的に減少するものとして、 $z = 0$ において $K = K_p$ (受動土圧係数)、 $z = H$ において $K = 0$ と境界条件を設定する。

$$K = (1 - z/H) K_p \quad (9)$$

式(7)、(9)を式(8)に代入し積分を実行すると、

$$S = \cos^2 \beta K_p \tan \phi_2 \left(\gamma_1 D_f H + \frac{1}{3} \gamma_2 H^2 \right) \quad (10)$$

式(6)、(10)を式(5)に代入すると、マットレス効果 M_E は、

$$M_E = \cos^2 \beta K_p \tan \phi_2 \left(\gamma_1 D_f H + \frac{1}{3} \gamma_2 H^2 \right) + 2T_D \sin \theta \quad (11)$$

また、 $\sigma_{\max}$ は図5より次式で表される。

$$\sigma_{\max} + \gamma_2 H = q_a \quad (12)$$

ここに、 q_a はマットレス下層土の許容支持力である。

式(12)を式(4)に代入すると、

$$M_E = pB - (q_a - \gamma_2 H)(B + 2H \tan \beta) \quad (13)$$

(3)マットレス厚の評価 式(11)、(13)を等置すると、マットレス下層土の許容支持力 q_a から定まるマットレス厚が、次の二次方程式の解として得られる。

$$A_1 H^2 + A_2 H + A_3 = 0$$

$$A_1 = \left(\frac{1}{3} \cos^2 \beta K_p \tan \phi_2 - 2 \tan \beta \right) \gamma_2$$

$$A_2 = \cos^2 \beta \gamma_1 D_f K_p \tan \phi_2 + 2 \tan \beta q_a - \gamma_2 B$$

$$A_3 = 2T_D \sin \theta - (p - q_a)B \quad (14)$$

ここに、 $\tan \beta = 0.5$ とする。

4. まとめ

以上の結果をまとめると次のようになる。

- ① マットレス基礎の分散角 β は、下部地盤の地盤反力係数 k に依らず一定であり、分散角 β に対しては2:1法が妥当である。
- ② 設計条件が与えられれば、支持地盤の許容支持力 q_a に対するマットレス厚 H は二次方程式の解として求められる。なお、この方法で求められる H は、従来の落合らの方法に比べて2割程度大きい H を与えることが確認されている。

【参考文献】

- 1) 川真田・落合・安福・塚本・大嶺：ジオグリッドマットレス基礎の支持力評価に関する考察、第30回土質工学研究発表会講演集、pp.2415～2416、1995
- 2) 落合・松下・林：硫酸イオンを含む地盤における住宅基礎、土と基礎、34-6(341)、pp.45～50、1986