

マットレス工法の計算

計算方法は「ジオグリッド工法・ガイドライン」(ジオグリッド研究会)に拠る。

計算条件表

計算書タイトル		マットレス工法の計算			
項目		記号	数値	単位	備考
載荷重	載荷幅	B	1.800	m	
	載荷重強度	q	133.600	kN/m ²	
	載荷重の分散角	α	45.0	度	
マットレス	中詰め材の単位体積重量	γ_m	19.00	kN/m ³	
	中詰め材の内部摩擦角	ϕ_m	35.00	度	
	ジオテキスタイルの設計引張強さ	Td	10.8	kN/m	
	補強材の変位角	θ	25.0	度	
	マットレスの最小厚	Hmin	0.400	m	
根入れ地盤	根入れ深さ	Df	0.300	m	
	単位体積重量	γ_1	17.00	kN/m ³	
支持地盤	内部摩擦角	ϕ_s	23.00	度	
	粘着力	Cs	0.00	kN/m ²	
	単位体積重量	γ_s	17.00	kN/m ³	
	許容支持力安全率	Fs	3.00	-	qa=qd/Fs qd:極限支持力

計算結果表

項目		記号	数値	単位	備考
マットレス	計算から求まるマットレスの必要厚	Hc	0.536	m	
	マットレスの最小厚	Hmin	0.400	m	
	採用するマットレス厚	H	0.536	m	
地盤の支持力	地盤の許容支持力度	qa	86.64	kN/m ²	
	マットレス下面の分布圧	p	76.46	kN/m ²	

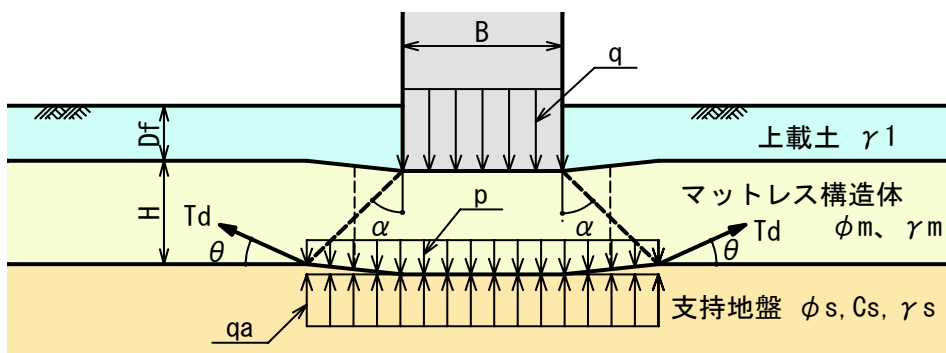


図-1 マットレス工法の計算条件説明図

マットレス工法の設計方法は、「ジオグリッド工法・ガイドライン」(ジオグリッド研究会)に拠るものとする。

1. マットレスの必要厚さ(H)の算定式

マットレス構造体の必要厚さは、図-1に示すようにマットレス構造体内で荷重分散効果を期待することにより、式(1)により算定する。

$$H = \{-A_2 + (A_2^2 - 4A_1 \cdot A_3)^{1/2}\} / 2A_1 \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

ここに、 A_1 、 A_2 、 A_3 : 次式のHに関する二次方程式の係数

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

$$\begin{aligned} A_1 &= (K_p \cdot \tan \phi_m / 3 - 2 \cdot \tan \alpha) \gamma_m \\ &= \{ 3.690 \times \tan(35.00) / 3 - 2 \times \tan(45.00) \} \times 19.00 \\ &= -21.636 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_2 &= \gamma_1 \cdot D_f \cdot K_p \cdot \tan \phi_m + 2q_a \cdot \tan \alpha - B \cdot \gamma_m \\ &= 17.00 \times 0.300 \times 3.690 \times \tan(35.00) \\ &\quad + 2 \times q_a \times \tan(45.00) - 1.800 \times 19.00 \\ &= -21.023 + 2.000 \times q_a \dots\dots\dots \text{式(A2)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_3 &= 2 \cdot T_d \cdot \sin \theta - q \cdot B + q_a \cdot B \\ &= 2 \times 10.80 \times \sin(25.00) - 133.600 \times 1.800 + q_a \times 1.800 \\ &= -231.351 + 1.800 \times q_a \dots\dots\dots \text{式(A3)} \end{aligned}$$

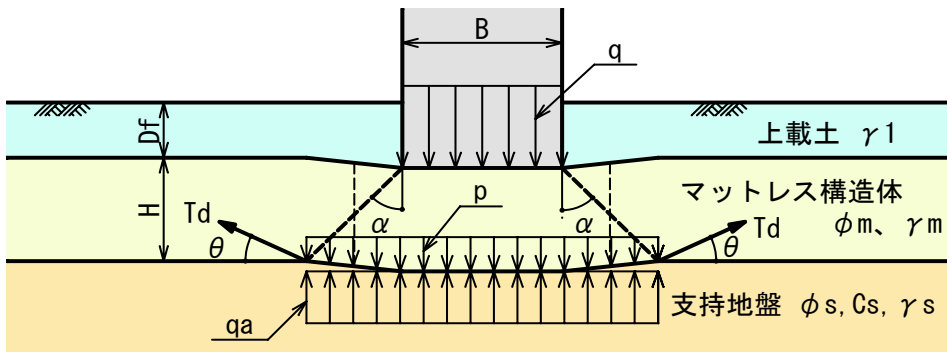


図-2 マットレス工法の荷重分散の考え方

- ここに、
 H : マットレス構造体の厚さ (m)
 D_f : マットレス構造体の根入れ深さ (m)
 B : 載荷幅 (m)
 q : 上載荷重強度 (kN/m²)
 α : 荷重の分散角 (°)
 p : マットレス構造体下面における分散荷重強度 (kN/m²)
 q_a : マットレス構造体下面における地盤支持力度 (kN/m²)
 θ : ジオグリッドの許容伸びに対する変位角 (°)
 T_d : 補強材(ジオテキスタイル)の設計引っ張強さ (kN/m)
 γ_1 : 根入れ地盤の単位体積重量 (kN/m³)
 γ_m : 中詰め材の単位体積重量 (kN/m³)
 ϕ_m : 中詰め材の内部摩擦角 (°)
 K_p : 中詰め材の受働土圧係数
 $K_p = \tan^2(45 + \phi_m / 2) = 3.690$

2.地盤支持力度(qa)の算定式

マットレス構造体下面における地盤支持力度は、式(2)の二層系地盤の支持力度算定式により求めることができる。

$$q_a = \{ C_s \cdot N_c + (\gamma_1 \cdot D_f + \gamma_m \cdot H) \cdot N_q + 1/2 \cdot \gamma_s \cdot B' \cdot N_r \} / F_s \dots\dots\dots \text{式(2)}$$

ここに、 q_a : マットレス構造体下面における地盤の許容支持力度(kN/m²)

F_s : 地盤の許容支持力安全率

C_s : 支持地盤の粘着力 (kN/m²)

N_c 、 N_q 、 N_r : 支持力係数

「道路橋示方書・同解説 IV」の図-解10.3.1、10.3.2、10.3.3より

$$N_c = 18.0$$

$$N_q = 8.7$$

$$N_r = 5.2$$

D_f : マットレス構造体の根入れ深さ (m)

γ_1 : 根入れ地盤の単位体積重量 (kN/m³)

γ_m : 中詰め材の単位体積重量 (kN/m³)

γ_s : 支持地盤の単位体積重量 (kN/m³)

ϕ_s : 支持地盤の内部摩擦角 (°)

α : 荷重の分散角 (°)

B' : 荷重分散によるマットレス構造体下面の載荷幅 (m)

$$B' = B + 2 \cdot H \cdot \tan \alpha = 1.800 + 2 \times H \times \tan(45.00)$$

$$= 1.800 + 2.000 \times H \dots\dots\dots \text{式(3)}$$

式(2)に与値 および式(3)を代入して

$$\begin{aligned} q_a &= \{ C_s \cdot N_c + (\gamma_1 \cdot D_f + \gamma_m \cdot H) \cdot N_q + 1/2 \cdot \gamma_s \cdot B' \cdot N_r \} / F_s \\ &= \{ C_s \cdot N_c + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q + \gamma_m \cdot H \cdot N_q + 1/2 \cdot \gamma_s \cdot (B + 2 \cdot H \cdot \tan \alpha) \cdot N_r \} / F_s \\ &= \{ C_s \cdot N_c + \gamma_1 \cdot D_f \cdot N_q + 1/2 \cdot \gamma_s \cdot B \cdot N_r + (\gamma_m \cdot N_q + \gamma_s \cdot \tan \alpha \cdot N_r) \cdot H \} / F_s \\ &= \{ 0.00 \times 18.0 + 17.00 \times 0.300 \times 8.7 + 1/2 \times 17.00 \times 1.800 \times 5.2 \} / 3.00 \\ &\quad + \{ 19.00 \times 8.7 + 17.00 \times \tan(45.00) \times 5.2 \} \times H / 3.00 \\ &= 41.310 + 84.567 \times H \dots\dots\dots \text{式(2')} \end{aligned}$$

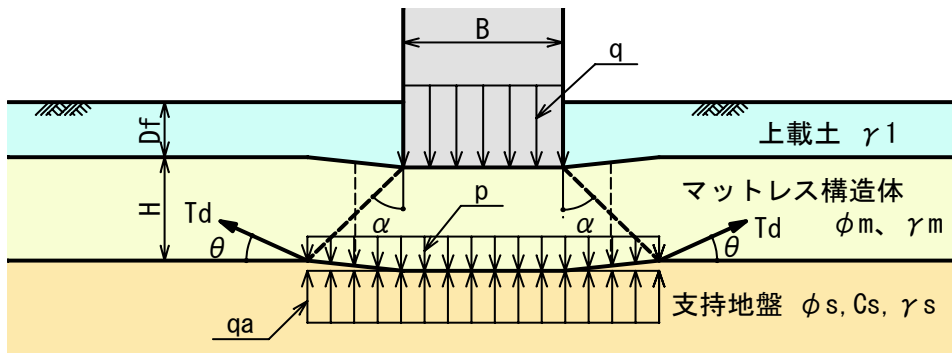


図-3 二層系地盤の支持力算定図

3. マットレスの必要厚さ(H)の計算

式(1)中の係数 A_2 および A_3 の算定式である式(A2)と式(A3)に 式(2')を代入すると、Hに関する式(4)の二次方程式が求まる。

この二次方程式の根を求める計算式(5)により必要厚を算定する。

$$K_1 H^2 + K_2 H + K_3 = 0 \dots\dots\dots \text{式(4)}$$

ここに、 K_1, K_2, K_3 : Hに関する二次方程式の係数

$$\begin{aligned} K_1 &= -3191.27 \\ K_2 &= -4626.18 \\ K_3 &= 3396.73 \end{aligned}$$

・計算から求まる必要厚(Hc)

$$\begin{aligned} H_c &= \{-K_2 - (K_2^2 - 4K_1 \cdot K_3)^{1/2}\} / 2K_1 \dots\dots\dots \text{式(5)} \\ &= 0.536 \text{ (m)} \end{aligned}$$

・最小厚

$$H_{\min} = 0.400 \text{ (m)}$$

・計算で求まる必要厚さが最小厚より厚いので計算値を採用する。

$$H = 0.536 \text{ (m)}$$

3. 地盤の許容支持力度の計算

・地盤の許容支持力度

式(2')より

$$\begin{aligned} q_a &= \{ Cs \cdot N_c + (\gamma_1 \cdot D_f + \gamma_m \cdot H) \cdot N_q + 1/2 \cdot \gamma_s \cdot B' \cdot N_r \} / F_s \\ &= 41.310 + 84.567 \times H \\ &= 86.64 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

・マットレス構造体下面における分散荷重強度 p (kN/m²)

載荷重 q は、マットレス内を分散角 α で分散し、厚さ H のマットレス下面での分布圧 p とし、マットレスによる荷重分散効果を M_E とすれば 下式(6)が成立する。

$$q \cdot B = p \cdot (B + 2 \cdot H \cdot \tan \alpha) + M_E \dots\dots\dots \text{式(6)}$$

マットレスによる荷重分散効果を M_E は、充填材のせん断抵抗力と、ジオテキスタイルの引張抵抗力の和として、下式(7)で示される。

$$\begin{aligned} M_E &= (\gamma_1 \cdot D_f \cdot H + \gamma_m \cdot H^2 / 3) \cdot K_p \cdot \tan \phi_m + 2 \cdot T_d \cdot \sin \theta \dots\dots\dots \text{式(7)} \\ &= 20.894 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

マットレス下面での分布圧 p は式(6)と式(7)より 求めることができる。

$$\begin{aligned} p &= (q \cdot B - M_E) / (B + 2 \cdot H \cdot \tan \alpha) \\ &= (133.600 \times 1.800 - 20.894) / \{1.800 + 2 \times 0.536 \times \tan(45.00)\} \\ &= 76.46 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$