

マットレス工法

技術資料

－ 設計編 －



エターナルプレザーブ株式会社

2021年1月

1. 概説

「マットレス工法」は、表層処理工法の一つで、支持力が不足する基礎地盤の表層または地中構造物の基礎の下に「パラリンク」と中詰材（砂、砂利または碎石など）を用いて立体的かつ盤状に組み立てた構造体（マットレス構造体）を設置することにより、盤状で剛性のある構造体を形成し、上部の構造物の荷重の分散およびマットレス構造体内のせん断抵抗を発揮させることにより基礎地盤を補強する工法です。

「マットレス工法」の効果を以下に示します。

- ・ 上載荷重を分散させ、基礎地盤の支持力を改善できます。
- ・ 軽量であるため、資材の搬入が容易であり、大型重機を必要としません。
- ・ 施工による周辺環境への影響が最小限に抑えられます。
- ・ 比較的安価で工期の短縮化が図れます。
- ・ マットレス工法に使用する「パラリンク」は耐久性に優れています。

この技術資料は、基本的に設計の考え方を『ジオグリッド工法』ガイドライン（ジオグリッド研究会1990年）に基づき作成しています。



「マットレス工法」の擁壁基礎への適用例

マットレス工法の模式図を、図-1に示します。

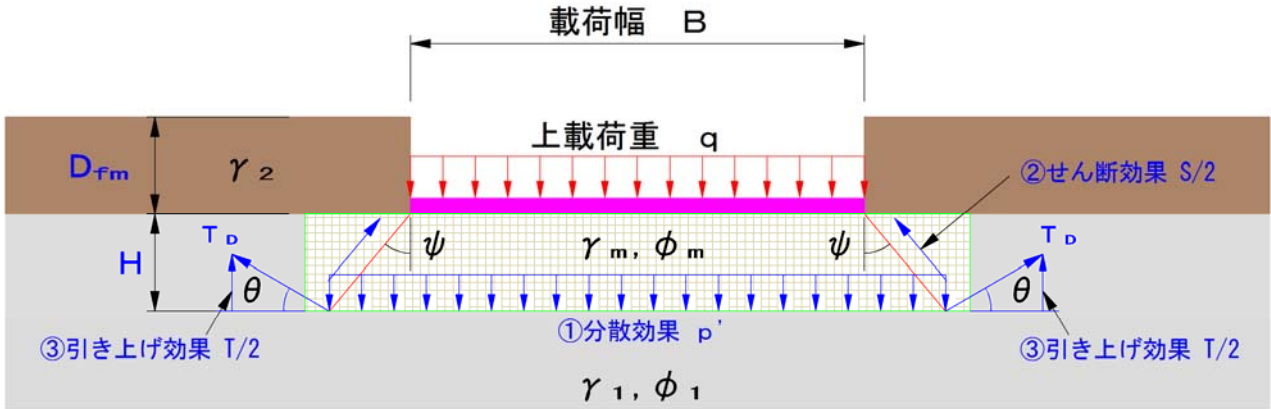


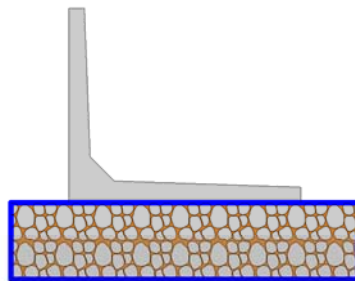
図-1 マットレス工法 模式図

- ここで、
- B : 載荷幅(m)
 - H : マットレス構造体の厚さ(m)
 - D_{fm} : マットレス構造体の根入れ深さ(m)
 - q : 上載荷重(kN/m^2)
 - P' : マットレス構造体下面における分散荷重(kN/m^2)
 - Ψ : 上載荷重分散角($^\circ$)で、 $\phi = 45^\circ$
 - T_D : パラリンク(補強材)の設計引張り強さ(kN/m)
 - θ : パラリンクの許容伸びに対する変位角($^\circ$)で、 $\theta = 25^\circ$
 - q_a : マットレス構造体下面における地盤支持力(kN/m^2)
 - γ_1, γ_2 : 支持地盤および根入れ地盤の単位体積重量(kN/m^3)
 - γ_m, ϕ_m : 中詰め材の単位体積重量(kN/m^3)およびせん断抵抗角($^\circ$)
 - T : パラリンクの引張り力による引き上げ効果(kN/m)
 - S : 中詰め材のせん断抵抗力によるせん断効果(kN/m)

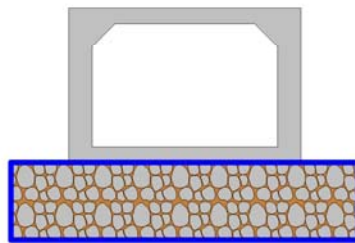
2. マットレス工法の適用

マットレス工法の補強効果は、軟弱地盤上に構築される構造物に対する支持力の改善であり、以下のような構造物基礎などに適用できます。

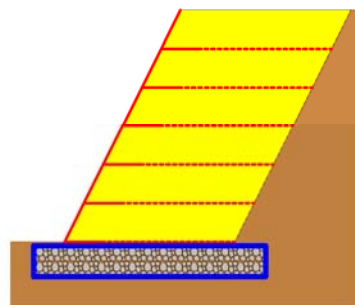
ここで、マットレス工法の補強効果は、せん断抵抗と分散により発揮されます。（詳細は4.5参照）。この設計式の適用には、いくつかの問題点も残っているため、本マニュアルでは施工実績も踏まえ、コンクリート擁壁では高さ3.0m程度（底面の最大支持力度150kN/m²程度）とします。また、沈下抑制効果を期待することは無理があること、また基礎地盤の沈下具合によってはいくらかの不等沈下が生じる場合があることから、基礎部の変形に弱い構造物（ブロック積擁壁等）は、適用が困難と考えています。



コンクリート擁壁基礎



ボックスカルバート基礎



補強土壁基礎

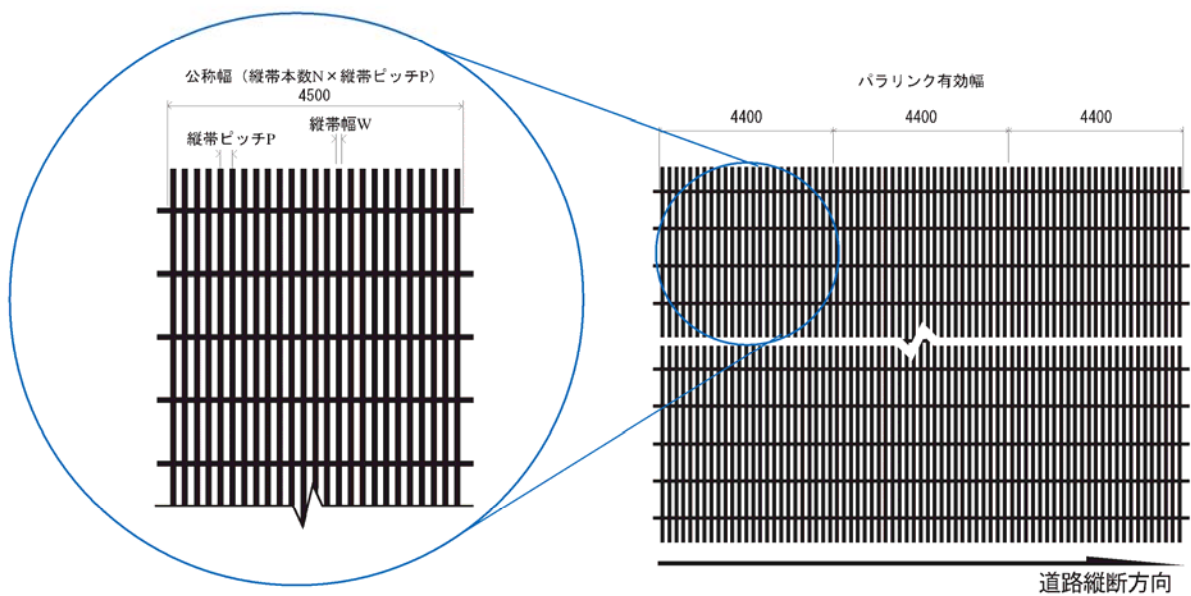
3. パラリンクの材料特性

マットレス工法に採用される「パラリンク」は、高強度ポリエステル長繊維を並行かつ密に引き揃えて芯材として用いており、その繊維束を被膜した帯材料です。

その帯材料を縦方向に等間隔に揃えて、4.5m幅の面状にした高強度ジオシンセティックです。

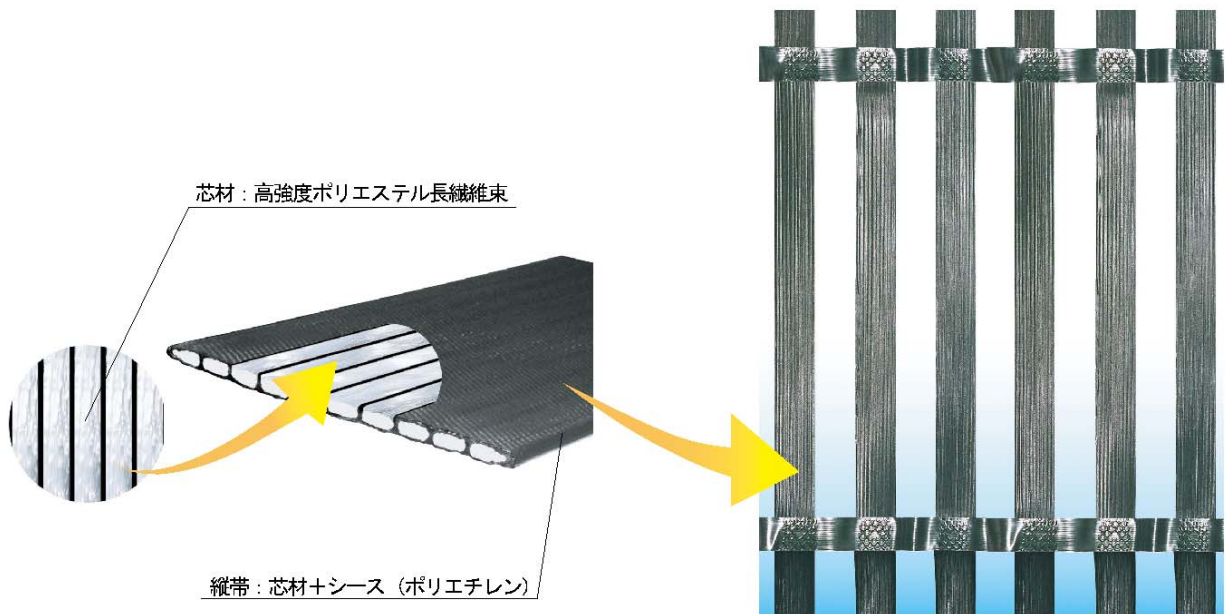
パラリンク：建設技術審査証明第1306号（2014年9月取得）

製品概要



品番		50L	100L	150L	200L	250L	300L	400L	500L	600L	700L	800L	900L	1000L
縦帯本数(N)	本/4.5m	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	30	36	36
縦帯強度	kN/本	9	18	27	36	45	54	72	90	108	126	120	112.5	126
縦帯巾(w)	mm (±2.0mm)	82	82	85	85	85	88	90	90	90	91	91	91	91
縦帯ピッチ(P)	mm	180	180	180	180	180	180	180	180	180	180	150	125	125
単位重量	kg/m ² (±5.0%)	0.43	0.43	0.52	0.59	0.72	0.81	1.10	1.34	1.57	1.81	2.08	2.35	2.60
標準最大ロール長	m	300	300	250	250	250	230	200	160	140	120	100	90	80
標準最大グロス重量	kg	640	640	650	730	870	900	1050	1030	1050	1050	1000	1020	1000

※縦帯本数(本/4.5m) × 縦帯強度(kN/本) ÷ 縦帯巾4.5m = 製品強度(kN/m)



基本物性

設計強度（Lタイプ 粗礫）

（単位：kN/m）

品番	50L	100L	150L	200L	250L	300L	400L	500L	600L	700L	800L	900L	1000L
製品基準強度 T_{max}	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
設計強度 T_A (120年耐久時)	31	63	95	126	158	190	253	332	399	466	532	599	665
設計強度 T_{AE} (地震時)	39	79	119	158	198	238	317	416	499	582	665	748	832

※～1350kN/m迄対応可能

設計強度算出式

$$T_A = \frac{\mu T_{max}}{F_D F_C F_B} \quad T_{AE} = \lambda \cdot \frac{\mu T_{max}}{F_D F_C F_B}$$

μ ：クリープ低減係数

F_D ：耐久性(耐候・耐薬品・耐寒・耐熱)を考慮した材料安全率

F_C ：施工中の損傷を考慮した材料安全率

F_B ：接続部の強度低下を考慮した材料安全率

λ ：地震時割増係数 1.25

耐久時間(年)	μ	F_D	F_C				F_B
			< 500L		≥ 500L		
			砂質土 砂・礫	粗礫	砂質土 砂・礫	粗礫	
1	0.78	1.05	1.03	1.08	1.02	1.03	1.00
2	0.77						
5	0.76						
60	0.73						
120	0.72						

4. 設計手順

4.1 設計の流れ

マットレス工法の設計は、マットレスの発揮するせん断抵抗力によって上載荷重を荷重分散させ、基礎地盤の支持力が増大するのに期待する工法です。せん断抵抗力は、中詰め材のせん断抵抗とジオシンセティックスの引張り力による引き上げ効果によります。

基礎地盤の許容支持力が上載荷重を上回らない場合、マットレス構造体を設けることにより（根入れ+マットレス幅+マットレス高さ+中詰め材+ジオシンセティックス）設計し、マットレス効果により、基礎地盤の許容支持力がマットレス下部鉛直応力度を上回るようにします。設計のフローチャートを、図-2に示します。

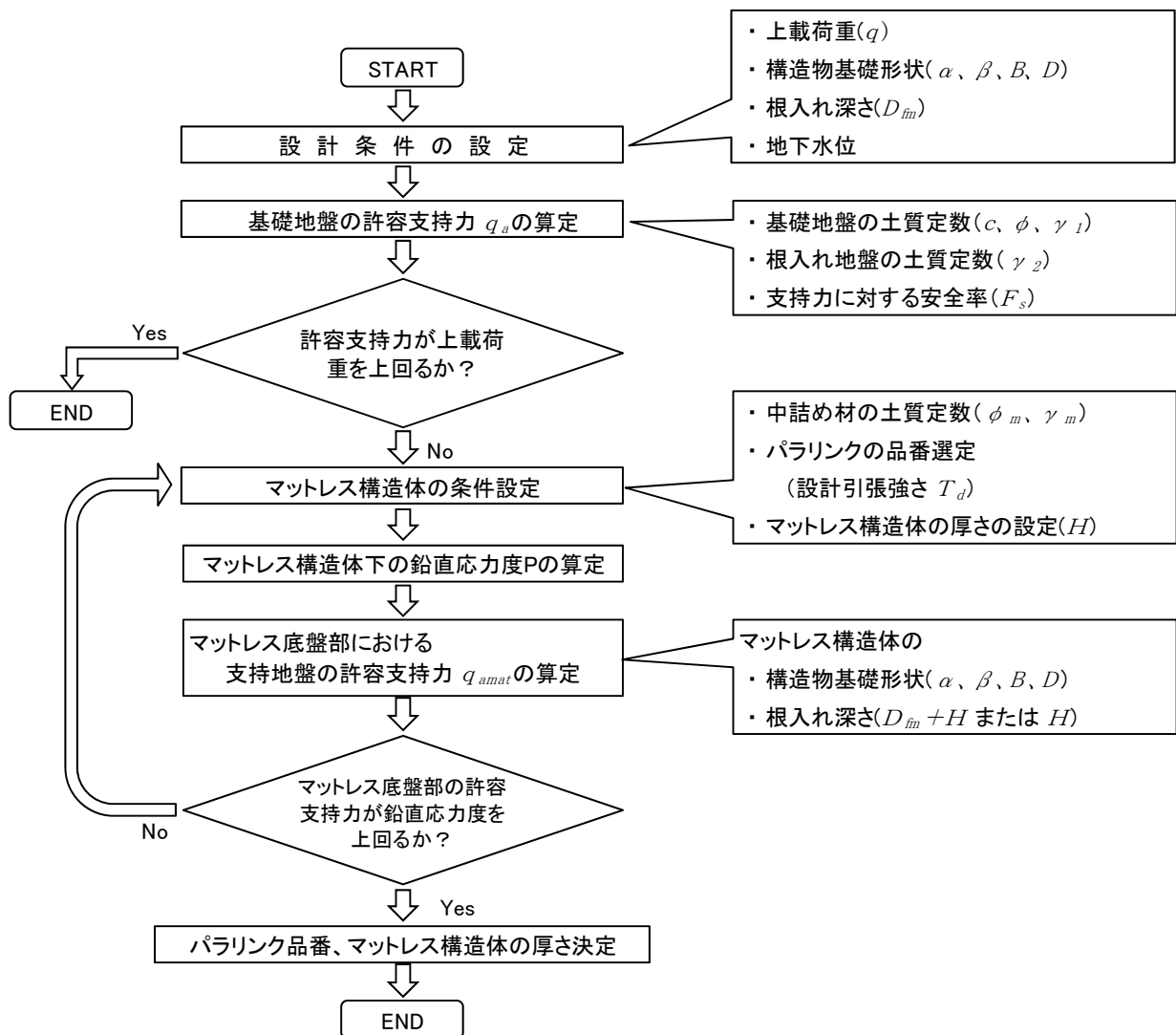


図-2 設計のフローチャート

4.2 設計条件の設定

設計にあたっては、「2. マットレス工法の適用範囲」に限定します。上部構造物や上載荷重などのほか現場の諸条件から考慮すべき荷重、対象となる構造物基礎形状、根入れ深さ（構造物設計条件と合わせる*）、地下水位などを適切に設定する必要があります。

*擁壁の場合、根入れは0cmとします。

4.3 基礎地盤の許容支持力の算定

基礎地盤の許容支持力は、対象となる上部構造物および基礎地盤の地形・地質・土質条件などを考慮します。

ここでは、擁壁基礎などに用いられる代表的な支持力算定式として「道路示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（2012年）」の支持力式を適用します。他の詳細な事項については、関連する指針・示方書などに準じるものとします。

無処理地盤での支持力の判定は、式(1)によります。

$$q_a = \frac{1}{F_s} (\alpha \cdot K \cdot c \cdot N_c \cdot S_c + K \cdot \gamma_2 \cdot D_{fm} \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma_1 \cdot \beta \cdot B \cdot N_r \cdot S_r) \quad \dots \text{式(1)}$$

ここで、 α 、 β ：基礎の形状係数(帯状基礎の場合 $\alpha=1.0$ 、 $\beta=1.0$)

K ：根入れ効果に関する割増し係数

c ：支持地盤の粘着力(kN/m²)

$N_c N_q N_r$ ：荷重の傾斜を考慮した支持力係数

$S_c S_q S_r$ ：支持力係数の寸法効果に関する補正係数

γ_2 ：根入れ地盤の単位体積重量(kN/m³)

γ_1 ：支持地盤の単位体積重量(kN/m³)

D_{fm} ：根入れ深さ(m)

B ：載荷幅(m)

$q_a < q$ の場合、支持力不足となり対策工が必要となります。

ここで、 q_a ：支持地盤の許容支持力(kN/m²)

q ：上載荷重(kN/m²)

なお、マットレス底盤部における基礎地盤の許容支持力 q_{amat} の算定に関しては、マットレス厚さ H を根入れとして考慮し、式(1)にて算出します。

4.4 マットレス構造体の条件設定

マットレス構造体の条件設定は、マットレス構造体の機能を発揮させるための中詰め材の選定（土質定数）、パラリンクの品番選定（設計引張り強さ）およびマットレス構造体の厚さを適切に設定する必要があります。

4.4.1 中詰め材の選定

マットレス工法に用いる中詰め材は、せん断強さが大きい礫、碎石などの粗粒土を用いるのが理想的です。かつ締固めをしっかりと行うことによりその本来の機能である盤としての働きをします。礫質土や砂質土も適用できます。また、マットレス構造体に不織布を敷設し、中詰め材の流出を防止します。なお、近年の建設副産物や建設発生土などの再利用や再資源化に関連して、再生碎石や粒状化处理した発生土などを用いることも可能です。

4.4.2 設計引張り強さ

パラリンクの設計引張り強さは、「3.パラリンクの材料特性」に示している設計強度（120年耐久時）を標準的に用います。

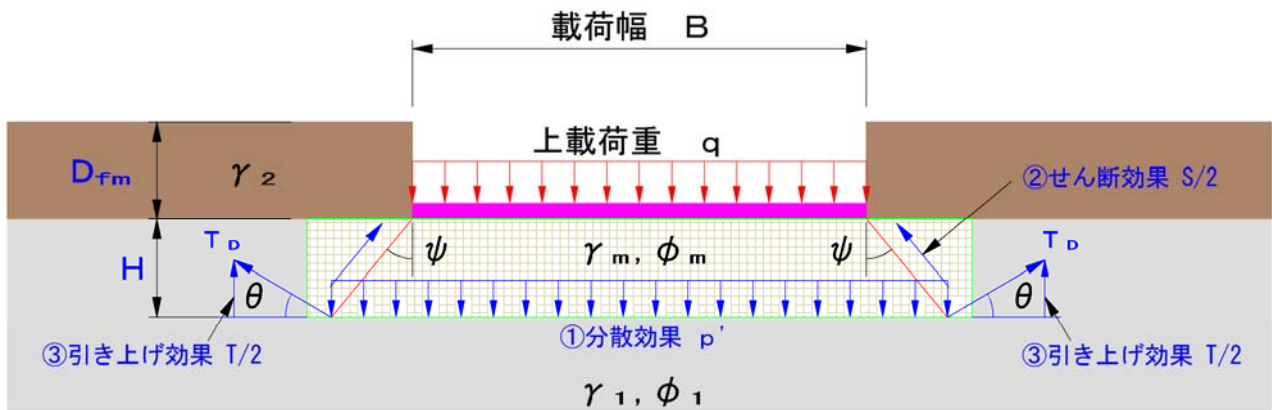
4.5 マットレス工法の補強効果と分散荷重の算定

マットレス構造体の厚さは、最小40cm以上を確保するものとします。なお、施工性などを考慮し、50cm以上を標準とします。

マットレス工法の補強効果としては、以下の3つの効果を考慮します。

- ① マットレス構造体内での荷重分散効果
- ② 中詰め材のせん断抵抗力によるせん断効果
- ③ パラリンクの引張り力による引き上げ効果

それぞれの効果については、図-3 マットレス工法の補強効果の模式図に示すとおりです。



マットレス補強効果 ①分散効果 p' ②せん断効果 S ③引き上げ効果 T

図-3 マットレス工法の補強効果の模式図

図-3に示すように、載荷幅 B 、上載荷重 q の帯基礎の下部に根入れ D_{fm} でマットレスを設置する場合を考えます。上載荷重 q は補強領域内を分散角 ψ で分散し、厚さ H のマットレス下面での分布圧は p となります。このとき、引き上げ効果を T 、せん断効果を S とすると、単位奥行き当たりについて式(2)が成り立ちます。

$$q \cdot B = p(B + 2H \tan \phi) + S + T \quad \dots \text{式(2)}$$

従って、式(2)より、マットレス下面での分布圧 p は、式(3)のようになります。

$$p = \frac{q \cdot B - S - T}{(B + 2H \tan \phi)} \quad \dots \text{式(3)}$$

マットレス下面の鉛直応力度 P は分布圧 p とマットレス自重の和の式(4)となります。

$$P = p + \gamma_m \cdot H \quad \dots \text{式(4)}$$

鉛直応力度 P が基礎地盤の許容支持力 q_{amat} を満足するようにします。よって、式(5)が成り立ちます。

$$q_{amat} > P \quad \dots \text{式(5)}$$

①上載荷重による分散効果 p' の算定

マットレス下面における上載荷重による分散効果は、上載荷重分散角を ψ とすると、図-4より式(6)で与えられます。

$$p' = \frac{q \cdot B}{(B + 2H \tan \psi)} \quad \dots \text{式(6)}$$

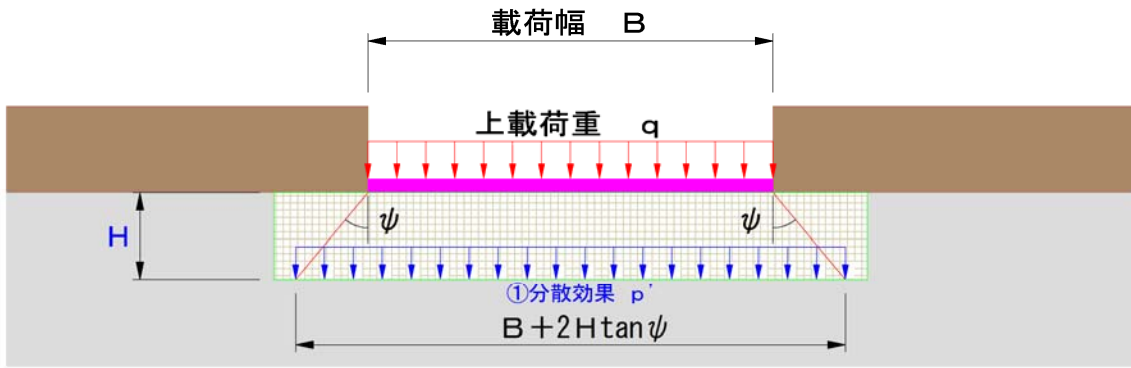


図-4 マットレス工法の分散効果の模式図

②せん断効果 S の算定

せん断効果 S は、載荷重が分散すると上載荷重分散面上において発揮されるとします。

簡略のため、上載荷重分散面上の midpoint を通る鉛直面上で評価できると仮定すれば、 S は式(7)で与えられます。

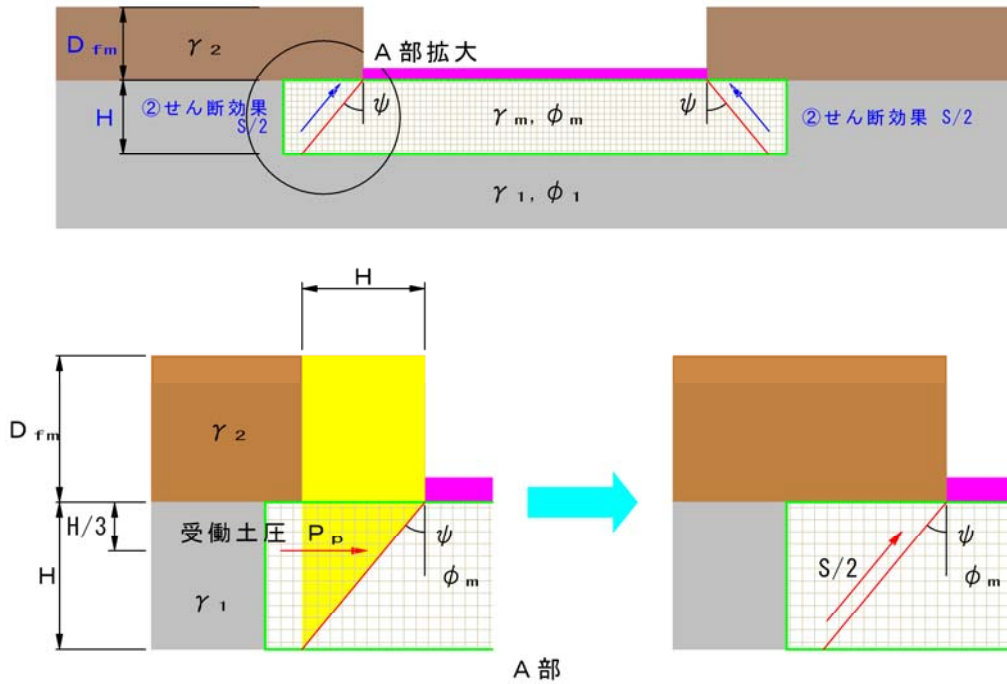


図-5 マットレス工法のせん断効果の模式図

$$S = P_p \cdot \tan \phi_m \quad \dots \text{式(7)}$$

ここで、受働土圧 P_p は、式(8)より、

$$P_p = (\gamma_2 D_{fm} H + \frac{1}{3} \gamma_m H^2) K_p \quad \dots \text{式(8)}$$

また、中詰材の受働土圧係数は、ランキンの式(9)より、

$$K_p = \tan^2(45^\circ + \frac{\phi_m}{2}) \quad \dots \text{式(9)}$$

従って式(7)～式(9)より、せん断効果 S は、式(10)となります。

$$S = (\gamma_2 D_{fm} H + \frac{1}{3} \gamma_m H^2) \cdot \tan^2(45^\circ + \frac{\phi_m}{2}) \cdot \tan \phi_m \quad \dots \text{式(10)}$$

ここで、

γ_2 : 根入れ地盤の単位体積重量(kN/m³)

D_{fm} : マットレス構造体の根入れ深さ(m)

H : マットレス構造体の厚さ(m)

γ_1 : 支持地盤の単位体積重量(kN/m³)

ϕ_m : 中詰材の内部摩擦角

③ 引き上げ効果 T の算定

パラリンクの設計引張強さを T_D 、許容伸びに対する変位角を θ とすると、図-6より引き上げ効果 T は、式(11)のようになります。

$$T = 2T_D \sin \theta \quad \dots \text{式(11)}$$

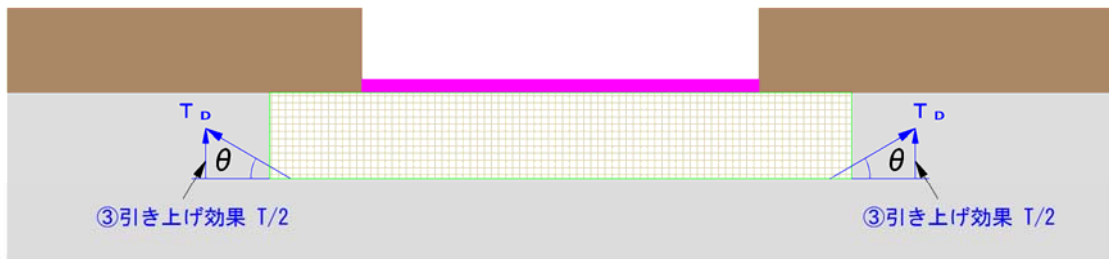


図-6 マットレス工法の引き上げ効果の模式図

本設計書では上記3つの効果を利用して、 $q_{amat} > P$ を満足する最適な補強材と必要なマットレス厚を決定します。

次ページ以降に、マットレス工法（擁壁）の設計計算例を添付します。

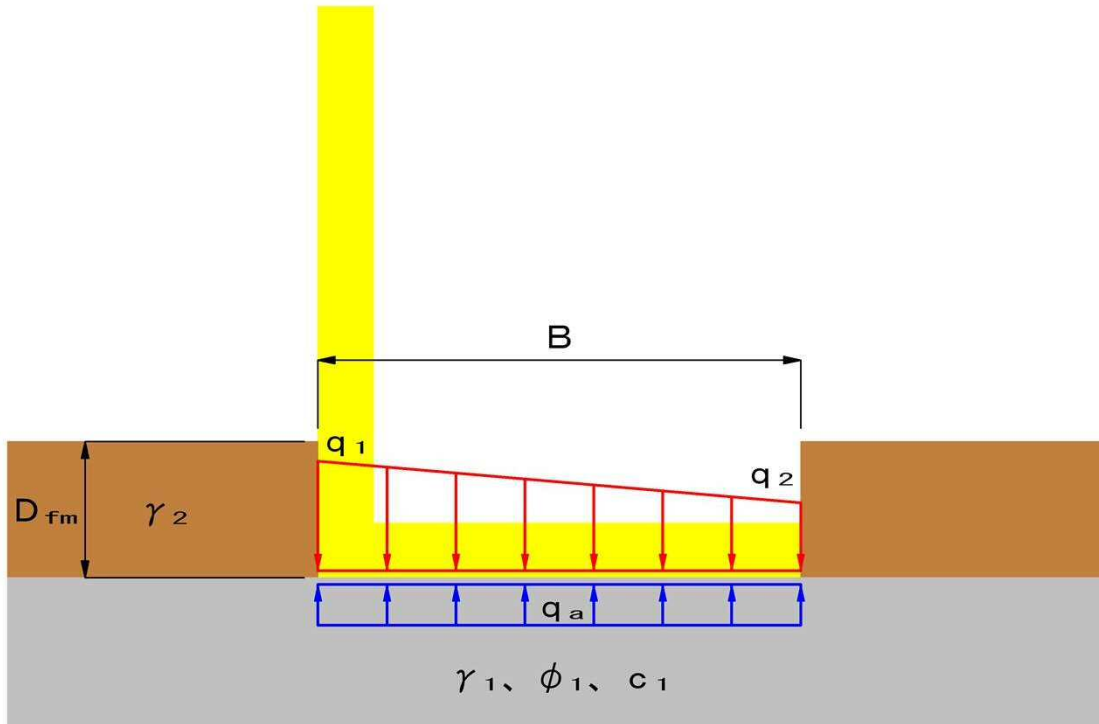
【参考文献】

- 1) (社)土質工学会：補強土工法、1994
- 2) 弘中淳市、平井貴雄、谷津淳：載荷実験によるマットレス工法の補強メカニズムの解明、ジオシンセティックス論文集第20巻、2005
- 3) (財)土木研究センター：ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル、2013
- 4) 落合英俊、松下博通、林重徳：硫酸イオンを含む地盤における住宅基礎、土と基礎、1986
- 5) ジオグリッド研究会：「ジオグリッド工法」ガイドライン、1990
- 6) (社)日本道路協会：道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説、2012

5. パラリンクマットレス設計計算例 (H2000)

5.1 無対策地盤の支持力判定 (L型擁壁)

無対策地盤の許容支持力を「道路橋示方書・同解説(下部構造編)」の支持力公式により算定する。



(1)計算条件

無対策地盤の許容支持力	: q_a	
地盤反力(擁壁の底板反力)	: q_1	
"	: q_2	
上載荷重	: q	100.00 kN/m ²
支持力に対する安全率	: F_s	3.0
支持地盤の粘着力	: c_1	30.00 kN/m ²
支持地盤の内部摩擦角	: ϕ_1	0.00 °
上部構造物の根入れ	: D_{fm}	0.00 m
上載荷重の載荷幅	: B	1.50 m
支持地盤の単位体積重量	: γ_1	18.00 kN/m ³
構造物根入れ地盤の単位体積重量	: γ_2	19.00 kN/m ³
基礎の形状係数(帯状基礎の場合 $\alpha=1.0$ 、 $\beta=1.0$)		
荷重の傾斜を考慮した支持力係数	: N_c	5.14
"	: N_q	1.00
"	: N_r	0.00
根入れ効果に関する割増し係数	: K	1.00
支持力係数の寸法効果に関する補正係数	: S_c	0.69
"	: S_q	1.00
"	: S_r	0.87

(2)支持地盤の許容支持力度

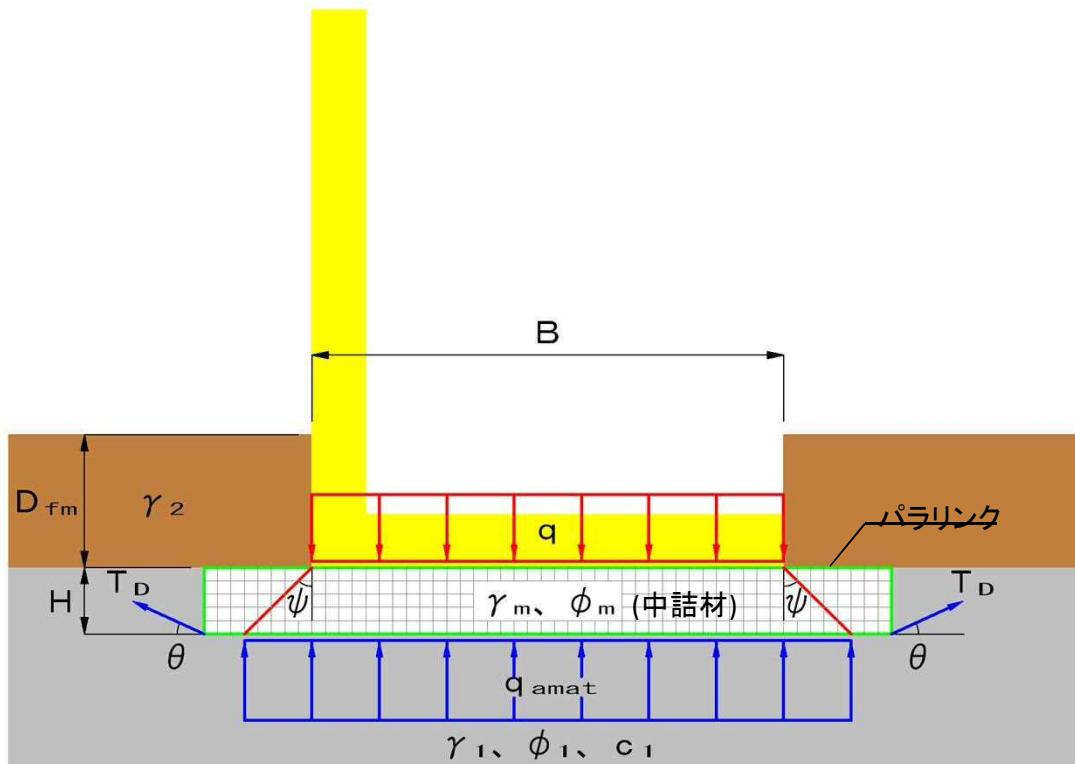
$$\begin{aligned}
 q_a &= \frac{1}{F_s} (\alpha \cdot K \cdot c_1 \cdot N_c \cdot S_c + K \cdot \gamma_2 \cdot D_{fm} \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma_1 \cdot \beta \cdot B \cdot N_r \cdot S_r) \\
 &= \frac{1}{3.0} (1.0 \times 1.00 \times 30.00 \times 5.14 \times 0.69 \\
 &\quad + 1.00 \times 19.00 \times 0.00 \times 1.00 \times 1.00 \\
 &\quad + 1/2 \times 18.00 \times 1.0 \times 1.50 \times 0.00 \times 0.87) \\
 &= 35.47 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

(3)判定

$$q_a = 35.47 \text{ kN/m}^2 < q = 100.00 \text{ kN/m}^2$$

判定：支持地盤の許容支持力度<上載荷重であるため、対策工を必要とする。

5.2 マットレスの検討



(1)計算条件

パラリンクの品番	:パラリンク	150 L
設計強度	: T_D =	95 kN/m
パラリンクの伸びに対する変位角	: θ =	25.00 °
マットレスの厚さ	: H =	0.50 m
中詰材の単位体積重量	: γ_m =	20.00 kN/m ³
中詰材の内部摩擦角	: ϕ_m =	35.0 °
支持力に対する安全率	: F_s =	3.0
構造物根入れ地盤の単位体積重量	: γ_2 =	19.00 kN/m ³
上部構造物の根入れ	: D_{fm} =	0.00 m
上載荷重	: q =	100.00 kN/m ²
上載荷重の載荷幅	: B =	1.50 m
荷重の分散角	: ψ =	45.0 °
支持地盤の単位体積重量	: γ_1 =	18.00 kN/m ³
支持地盤の粘着力	: c_1 =	30.00 kN/m ²
支持地盤の内部摩擦角	: ϕ_1 =	0.0 °
荷重の傾斜を考慮した支持力係数	: N_c =	5.14
〃	: N_q =	1.00
〃	: N_r =	0.00
支持力係数の寸法効果に関する補正係数	: S_c =	0.69
〃	: S_q =	1.00
〃	: S_r =	0.74

(2)中詰材の受働土圧係数

$$K_p = \tan^2(45^\circ + 0.5 \times \phi_m) = 3.69$$

(3)マットレスの効果

$$\begin{aligned} M_E &= \{ \gamma_2 \cdot D_{fm} \cdot H + 1/3 \cdot \gamma_m \cdot H^2 \} K_p \cdot \tan \phi_m + 2T_D \sin \theta \\ &= \{ 19.00 \times 0.00 \times 0.50 \\ &\quad + 1/3 \times 20.00 \times 0.50^2 \} \\ &\quad \times 3.69 \times \tan 35.0^\circ \\ &\quad + 2 \times 95 \times \sin 25.0^\circ \\ &= 84.604 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

(4)マットレス底面に作用する鉛直応力度 q_{mat}

$$\begin{aligned} q_{mat} &= \frac{q \cdot B - M_E}{B + 2H \cdot \tan \psi} + \gamma_m \cdot H \\ &= \frac{100.00 \times 1.50 - 84.60}{1.50 + 2 \times 0.50 \times \tan 45.0^\circ} \\ &\quad + 20.00 \times 0.50 \\ &= 36.16 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

(5)マットレス底面の許容支持力 q_{amat}

$$\begin{aligned} q_{amat} &= \frac{1}{F_s} \{ \alpha \cdot c_1 \cdot N_c \cdot S_c + (\gamma_2 \cdot D_{fm} + \gamma_1 \cdot H) N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma_1 \cdot \beta \cdot (B + 2 \cdot H \cdot \tan \psi) N_r \\ &= \frac{1}{3.0} \{ 1.0 \times 30.00 \times 5.14 \times 0.69 \\ &\quad + (19.00 \times 0.00 + 18.00 \times 0.50) \times 1.00 \times 1.00 \\ &\quad + 1/2 \times 18.00 \times 1.0 \times (1.50 + 2 \times 0.50 \\ &\quad \times \tan 45.0^\circ) \times 0.00 \times 0.74 \} \\ &= 38.64 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

(6)判定

$$q_{amat} = 38.64 \text{ kN/m}^2 > q_{mat} = 36.16 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

(7)その他の検討結果

表-1 マットレス品番別検討結果

パラリンク		マットレス		鉛直応力	許容支持力度	判定
品番	設計強度(kN/m)	厚さH(m)	効果 M_E (kN/m)	q_{mat} (kN/m ²)	q_{amat} (kN/m ²)	
パラリンク50L	31	0.5	30.51	57.80	38.64	×
		1.0	43.43	50.45	41.64	×
パラリンク100L	63	0.5	57.56	46.98	38.64	×
		1.0	70.48	42.72	41.64	×
パラリンク150L	95	0.5	84.60	36.16	38.64	○
		1.0	97.52	34.99	41.64	○

(8)マットレスの必要最小幅

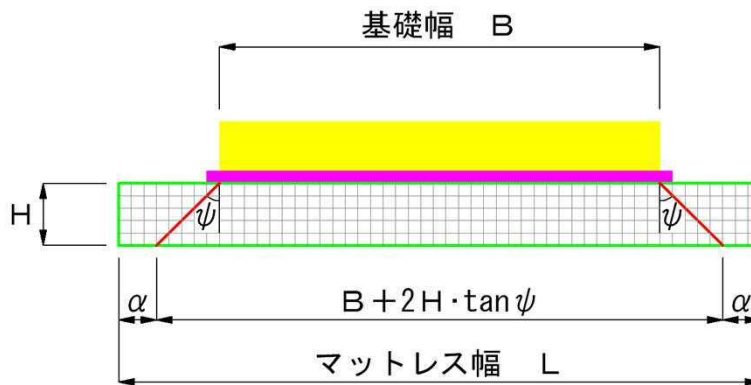


図-1 マットレス幅算定用図

マットレスの最小必要幅 L の算定式

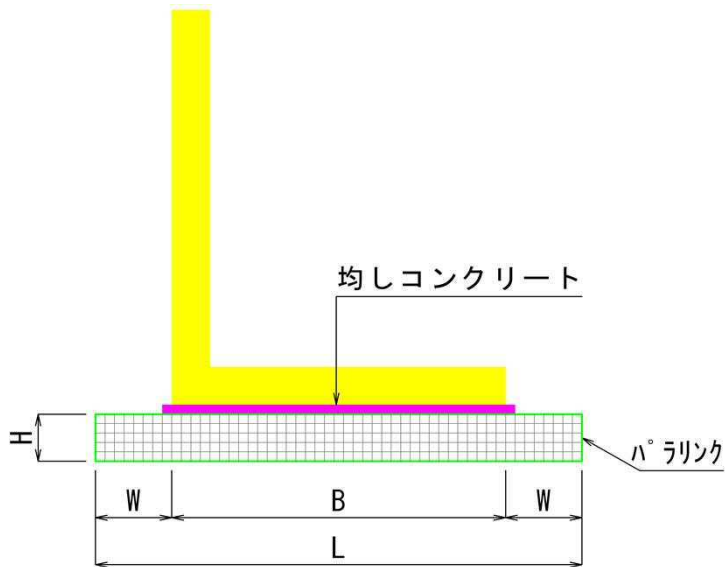
$$L = B + 2H \cdot \tan \psi + 2\alpha$$

ここに、基礎幅 : $B = 1.50$ m
 マットレス厚さ : $H = 0.50$ m
 荷重分散角 : $\psi = 45.0^\circ$
 余裕シロ(片側) : $\alpha = 0.00$ m

上式により必要幅は下記の通りとなる。

$$L = 1.50 + 2 \times 0.50 \times \tan 45.0^\circ + 2 \times 0.00 = 2.50 \text{ m}$$

(8)形状断面



B= 1.50 m
 H= 0.50 m
 L= 2.50 m
 W= 0.50 m

パラリンクマットレス数量(延長1.0m当り)

補強材= $(L+H) \times 2 + 1.0$ = 7.00 m² (上面部ラップ1m)
 不織布= $L+H \times 2$ = 3.50 m² (底面+両側面)
 中詰材= $L \times H$ = 1.25 m³

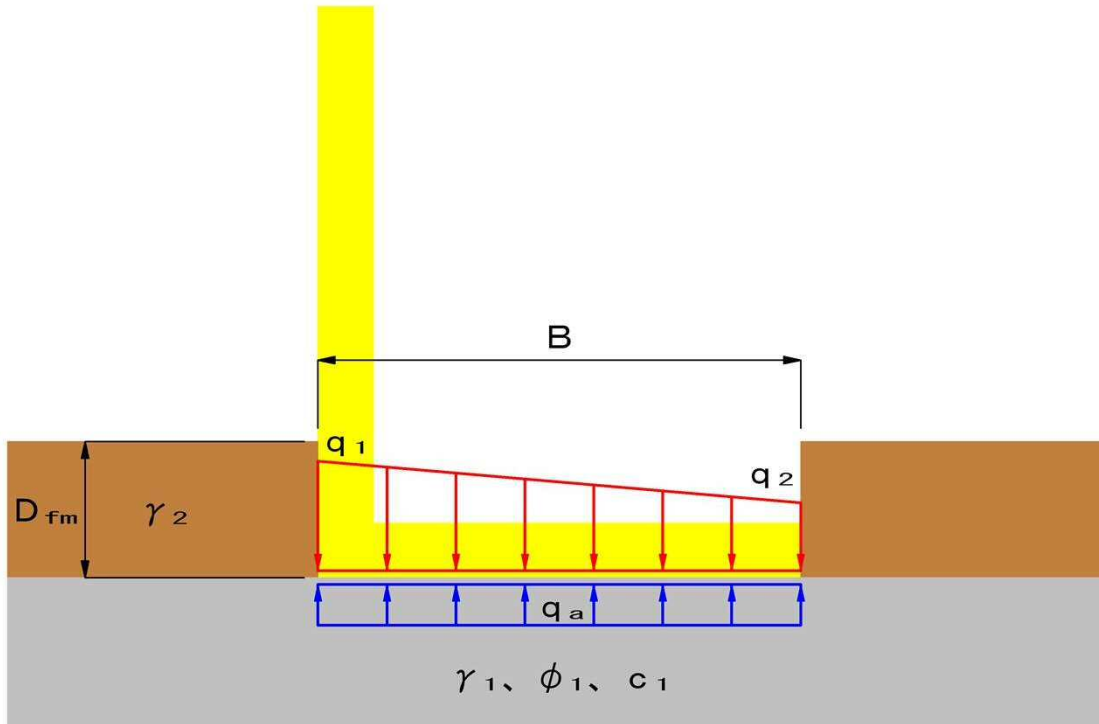
パラリンクマットレス数量(ロス込み)

補強材(ロス率15%) = 8.05 m²
 不織布(ロス率20%) = 4.20 m³
 中詰材(変化率1.33) = 1.66 m³

6. パラリンクマットレス設計計算例 (H3000)

6.1 無対策地盤の支持力判定 (L型擁壁)

無対策地盤の許容支持力を「道路橋示方書・同解説(下部構造編)」の支持力公式により算定する。



(1)計算条件

無対策地盤の許容支持力	: q_a	
地盤反力(擁壁の底板反力)	: q_1	
"	: q_2	
上載荷重	: q	150.00 kN/m ²
支持力に対する安全率	: F_s	3.0
支持地盤の粘着力	: c_1	30.00 kN/m ²
支持地盤の内部摩擦角	: ϕ_1	0.00 °
上部構造物の根入れ	: D_{fm}	0.00 m
上載荷重の載荷幅	: B	1.50 m
支持地盤の単位体積重量	: γ_1	18.00 kN/m ³
構造物根入れ地盤の単位体積重量	: γ_2	19.00 kN/m ³
基礎の形状係数(帯状基礎の場合 $\alpha=1.0$ 、 $\beta=1.0$)		
荷重の傾斜を考慮した支持力係数	: N_c	5.14
"	: N_q	1.00
"	: N_r	0.00
根入れ効果に関する割増し係数	: K	1.00
支持力係数の寸法効果に関する補正係数	: S_c	0.69
"	: S_q	1.00
"	: S_r	0.87

(2)支持地盤の許容支持力度

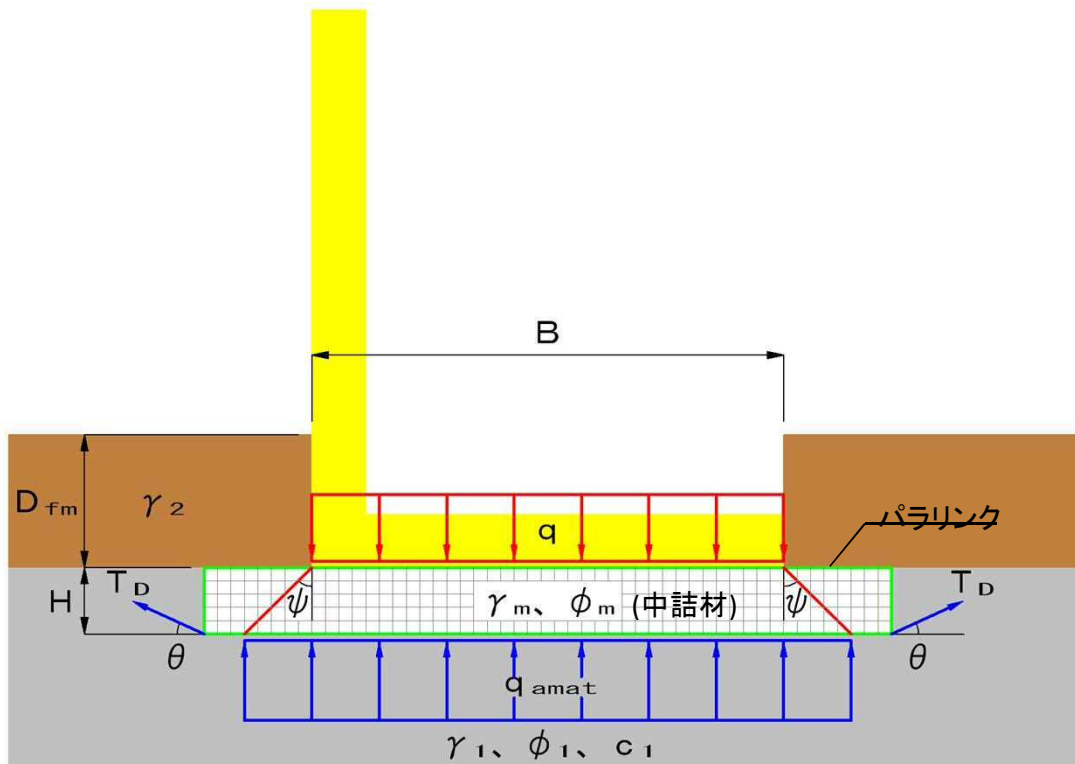
$$\begin{aligned}
 q_a &= \frac{1}{F_s} (\alpha \cdot K \cdot c_1 \cdot N_c \cdot S_c + K \cdot \gamma_2 \cdot D_{fm} \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma_1 \cdot \beta \cdot B \cdot N_r \cdot S_r) \\
 &= \frac{1}{3.0} (1.0 \times 1.00 \times 30.00 \times 5.14 \times 0.69 \\
 &\quad + 1.00 \times 19.00 \times 0.00 \times 1.00 \times 1.00 \\
 &\quad + 1/2 \times 18.00 \times 1.0 \times 1.50 \times 0.00 \times 0.87) \\
 &= 35.47 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

(3)判定

$$q_a = 35.47 \text{ kN/m}^2 < q = 150.00 \text{ kN/m}^2$$

判定：支持地盤の許容支持力度<上載荷重であるため、対策工を必要とする。

6.2 マットレスの検討



(1)計算条件

パラリンクの品番	:パラリンク	300 L
設計強度	: T_D =	190 kN/m
パラリンクの伸びに対する変位角	: θ =	25.00 °
マットレスの厚さ	: H =	0.50 m
中詰材の単位体積重量	: γ_m =	20.00 kN/m ³
中詰材の内部摩擦角	: ϕ_m =	35.0 °
支持力に対する安全率	: F_s =	3.0
構造物根入れ地盤の単位体積重量	: γ_2 =	19.00 kN/m ³
上部構造物の根入れ	: D_{fm} =	0.00 m
上載荷重	: q =	150.00 kN/m ²
上載荷重の載荷幅	: B =	1.50 m
荷重の分散角	: ψ =	45.0 °
支持地盤の単位体積重量	: γ_1 =	18.00 kN/m ³
支持地盤の粘着力	: c_1 =	30.00 kN/m ²
支持地盤の内部摩擦角	: ϕ_1 =	0.0 °
荷重の傾斜を考慮した支持力係数	: N_c =	5.14
〃	: N_q =	1.00
〃	: N_r =	0.00
支持力係数の寸法効果に関する補正係数	: S_c =	0.69
〃	: S_q =	1.00
〃	: S_r =	0.74

(2)中詰材の受働土圧係数

$$K_p = \tan^2(45^\circ + 0.5 \times \phi_m) = 3.69$$

(3)マットレスの効果

$$\begin{aligned} M_E &= \{ \gamma_2 \cdot D_{fm} \cdot H + 1/3 \cdot \gamma_m \cdot H^2 \} K_p \cdot \tan \phi_m + 2T_D \sin \theta \\ &= \{ 19.00 \times 0.00 \times 0.50 \\ &\quad + 1/3 \times 20.00 \times 0.50^2 \} \\ &\quad \times 3.69 \times \tan 35.0^\circ \\ &\quad + 2 \times 190 \times \sin 25.0^\circ \\ &= 164.901 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

(4)マットレス底面に作用する鉛直応力度 q_{mat}

$$\begin{aligned} q_{mat} &= \frac{q \cdot B - M_E}{B + 2H \cdot \tan \psi} + \gamma_m \cdot H \\ &= \frac{150.00 \times 1.50 - 164.90}{1.50 + 2 \times 0.50 \times \tan 45.0^\circ} \\ &\quad + 20.00 \times 0.50 \\ &= 34.04 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

(5)マットレス底面の許容支持力度 q_{amat}

$$\begin{aligned} q_{amat} &= \frac{1}{F_s} \{ \alpha \cdot c_1 \cdot N_c \cdot S_c + (\gamma_2 \cdot D_{fm} + \gamma_1 \cdot H) N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma_1 \cdot \beta \cdot (B + 2 \cdot H \cdot \tan \psi) N_r \\ &= \frac{1}{3.0} \{ 1.0 \times 30.00 \times 5.14 \times 0.69 \\ &\quad + (19.00 \times 0.00 + 18.00 \times 0.50) \times 1.00 \times 1.00 \\ &\quad + 1/2 \times 18.00 \times 1.0 \times (1.50 + 2 \times 0.50 \\ &\quad \times \tan 45.0^\circ) \times 0.00 \times 0.74 \} \\ &= 38.64 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

(6)判定

$$q_{amat} = 38.64 \text{ kN/m}^2 > q_{mat} = 34.04 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

(7)その他の検討結果

表-1 マットレス品番別検討結果

パラリンク		マットレス		鉛直応力	許容支持力度	判定
品番	設計強度(kN/m)	厚さH(m)	効果 M_E (kN/m)	q_{mat} (kN/m ²)	q_{amat} (kN/m ²)	
パラリンク200L	126	0.5	110.81	55.68	38.64	×
		1.0	123.73	48.94	41.64	×
パラリンク250L	158	0.5	137.85	44.86	38.64	×
		1.0	150.77	41.21	41.64	○
パラリンク300L	190	0.5	164.90	34.04	38.64	○
		1.0	177.82	33.48	41.64	○

(8)マットレスの必要最小幅

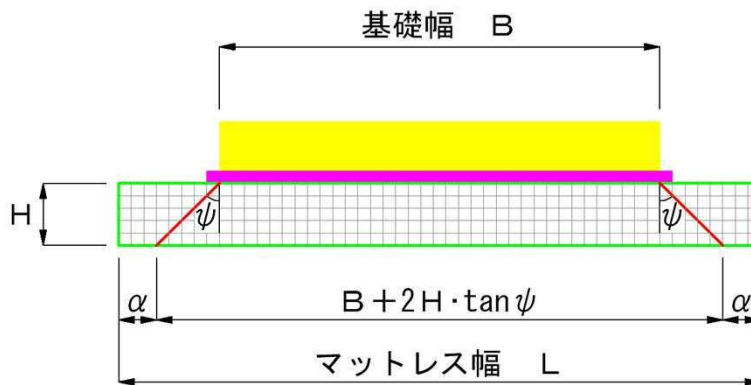


図-1 マットレス幅算定用図

マットレスの最小必要幅 Lの算定式

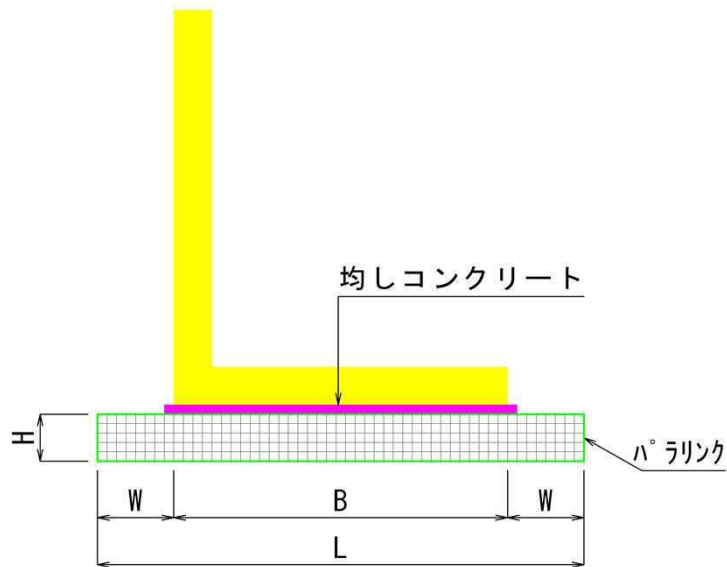
$$L = B + 2H \cdot \tan \psi + 2\alpha$$

ここに、基礎幅 : B = 1.50 m
 マットレス厚さ : H = 0.50 m
 荷重分散角 : ψ = 45.0 °
 余裕シロ(片側 0m) : α = 0.00 m

上式により必要幅は下記の通りとなる。

$$L = 1.50 + 2 \times 0.50 \times \tan 45.0^\circ + 2 \times 0.00 = 2.50 \text{ m}$$

(8)形状断面



B= 1.50 m
 H= 0.50 m
 L= 2.50 m
 W= 0.50 m

パラリンクマットレス数量(延長1.0m当り)

補強材= $(L+H) \times 2 + 1.0$ = 7.00 m² (上面部ラップ1m)
 不織布= $L+H \times 2$ = 3.50 m² (底面+両側面)
 中詰材= $L \times H$ = 1.25 m³

パラリンクマットレス数量(ロス込み)

補強材(ロス率15%) = 8.05 m²
 不織布(ロス率20%) = 4.20 m³
 中詰材(変化率1.33) = 1.66 m³