

ecowebジオセルマットレス工法

技 術 資 料

－ 設 計 編 －



エターナル プレザーブ 株式会社

2025年6月11日

目次

1. 概説	1
2. ecoweb ジオセルマットレス工法の適用	3
3. ecoweb ジオセルの製品規格	4
4. 設計手順	5
4.1 設計の流れ	5
4.2 設計条件の設定	6
4.3 基礎地盤の許容支持力の算定	6
4.4 ecoweb ジオセルマットレス構造体の条件設定	7
4.4.1 中詰め材の選定	7
4.4.2 設計直径	7
4.4.3 吸出し防止材	7
4.5 ecoweb ジオセルマットレス工法の補強効果と分散荷重の算定	8
5. 施工	10
6. 付録	11
6.1 ecoweb ジオセルマットレス計算事例	11

1. 概説

「ecowebジオセルマットレス工法」は、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「ecowebジオセル」と中詰め材（碎石等）を用いて立体的かつ盤状に組み立てたマットレス構造体を設置します。剛性のある構造体を形成し、構造物の基礎地盤を補強する工法です。

「ecowebジオセルマットレス工法」の特長と効果を以下に示します。

- ・ 中詰め材をecowebジオセルに充填し拘束するため、側方流動を防止できます。
- ・ 中詰め材にRC碎石0-40を用いる場合、締固め度90%を閾値としています。迅速に締固め管理ができ、対策のパフォーマンスが安定します。
- ・ 材料が軽量なため資材の搬入が容易です。
- ・ 大型重機を必要としません。
- ・ HDPEのバージン材料を用いていて、ブラックカーボン入りで紫外線劣化にも強く耐久性が高い材料です。
- ・ 置換工法と比べ、深さ方向の範囲を低減できます。



写真 1 「ecowebジオセル」の駐車場における施工事例

図-1に「ecowebジオセルマットレス工法」の模式図を示します。

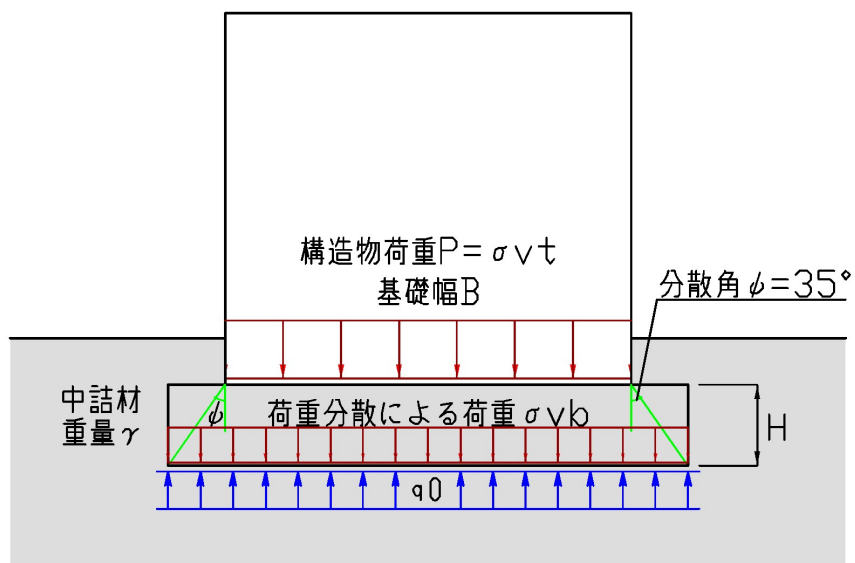


図-1 ecowebジオセルマットレス工法模式図

ここで、

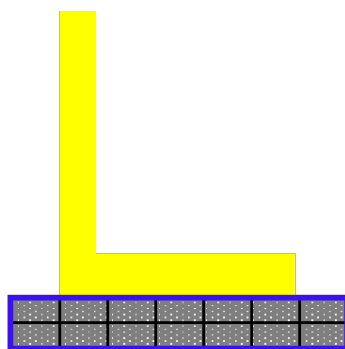
- B : 載荷幅(m)
- H : マットレス構造体の厚さ(m)
- σ_{vt} : マットレス構造体上面に作用する鉛直荷重(kN/m²)
- σ_{vb} : マットレス構造体下面に作用する鉛直荷重(kN/m²)
- φ : 上載荷重分散角(°)で、 $\varphi = 35^\circ$
- q_a : 現地盤の極限支持力(kN/m²)
- q_0 : 許容支持力(kN/m²)
- σ_R : ジオセルの改善効果(kN/m²)
- F_s : 安全率
- γ : 中詰め材の単位体積重量(kN/m³)

2. ecoweb ジオセルマットレス工法の適用

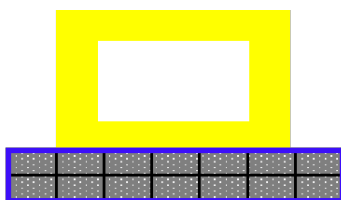
ecowebジオセルマットレス工法の補強効果は、軟弱地盤上に構築される構造物に対する支持力の改善であり、図-2のような構造物基礎などに適用できます。

ここで、ecowebジオセルマットレス工法の補強効果は、支持力改善効果です。（詳細は4.5参照）。沈下抑制効果はありますが、沈下そのものはあるので注意が必要です。

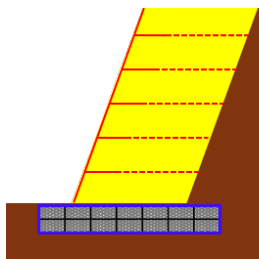
ジオセルマットレスを設置する地盤が超軟弱または地下水位が高い場合、ジオセル中詰材の締固め度90%（閾値）を確保することが困難なため、10cmから20cm程度の礫層を投入して基盤整正が必要となります。



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

図-2 ecowebジオセルマットレス工法適用範囲

3. ecoweb ジオセルの製品規格

マットレス工法に採用される「ecowebジオセル」は、高強度ポリエチレン（HDPE）を立体形成した、ハニカム状地盤補強材です。ハニカム構造のジオセルが中詰材の碎石などの地盤材料を拘束することで、立体かつ盤状の「マットレス」を形成し、構造物を設置する地盤を補強します。

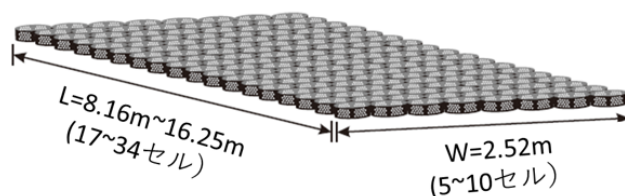
ecowebジオセル



● 製品基準

	型式	セルサイズ (敷設寸法)	標準展開寸法	セル数	展開面積
		W×L	H×W×L	横×縦	(一枚当り=㎡)
溶着間隔 356mm	EC 75-356	252mm x240mm (250mm x236mm)	75mmx2.52mx8.16m	10x34	20.56
	EC100-356		100mmx2.52mx8.16m	10x34	20.56
	EC150-356		150mmx2.52mx8.16m	10x34	20.56
	EC200-356		200mmx2.52mx8.16m	10x34	20.56
溶着間隔 445mm	EC 75-445	315mm x300mm (312.5mm x296mm)	75mmx2.52mx10.2m	8x34	25.70
	EC100-445		100mmx2.52mx10.2m	8x34	25.70
	EC150-445		150mmx2.52mx10.2m	8x34	25.70
	EC200-445		200mmx2.52mx10.2m	8x34	25.70
溶着間隔 712mm	EC 75-712	503mm x478mm (500mm x474mm)	75mmx2.52mx16.25m	5x34	40.95
	EC100-712		100mmx2.52mx16.25m	5x34	40.95
	EC150-712		150mmx2.52mx16.25m	5x34	40.95
	EC200-712		200mmx2.52mx16.25m	5x34	40.95
	EC300-712		300mmx2.52mx8.12m	5x17	20.46

● 展開寸法



展開面積=20.46㎡～40.95㎡

4. 設計手順

4.1 設計の流れ

ecowebジオセルマットレス工法の設計は、ecowebジオセルと中詰め材（砕石等）とのせん断抵抗により、構造物の荷重を分散させ、基礎地盤の支持力不足を改善するのに期待する工法です。支持力改善効果は、ハニカム構造のecowebジオセルが中詰め材（砕石等）を拘束効果により、基礎地盤を補強します。

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、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。

設計方法は平板載荷試験結果を踏まえ、道路橋示方書の極限支持力算定式より求められる許容支持力に支持力改善効果(σ_R)を加算した設計法を用いた。

設計のフローチャートを、図-3に示します。

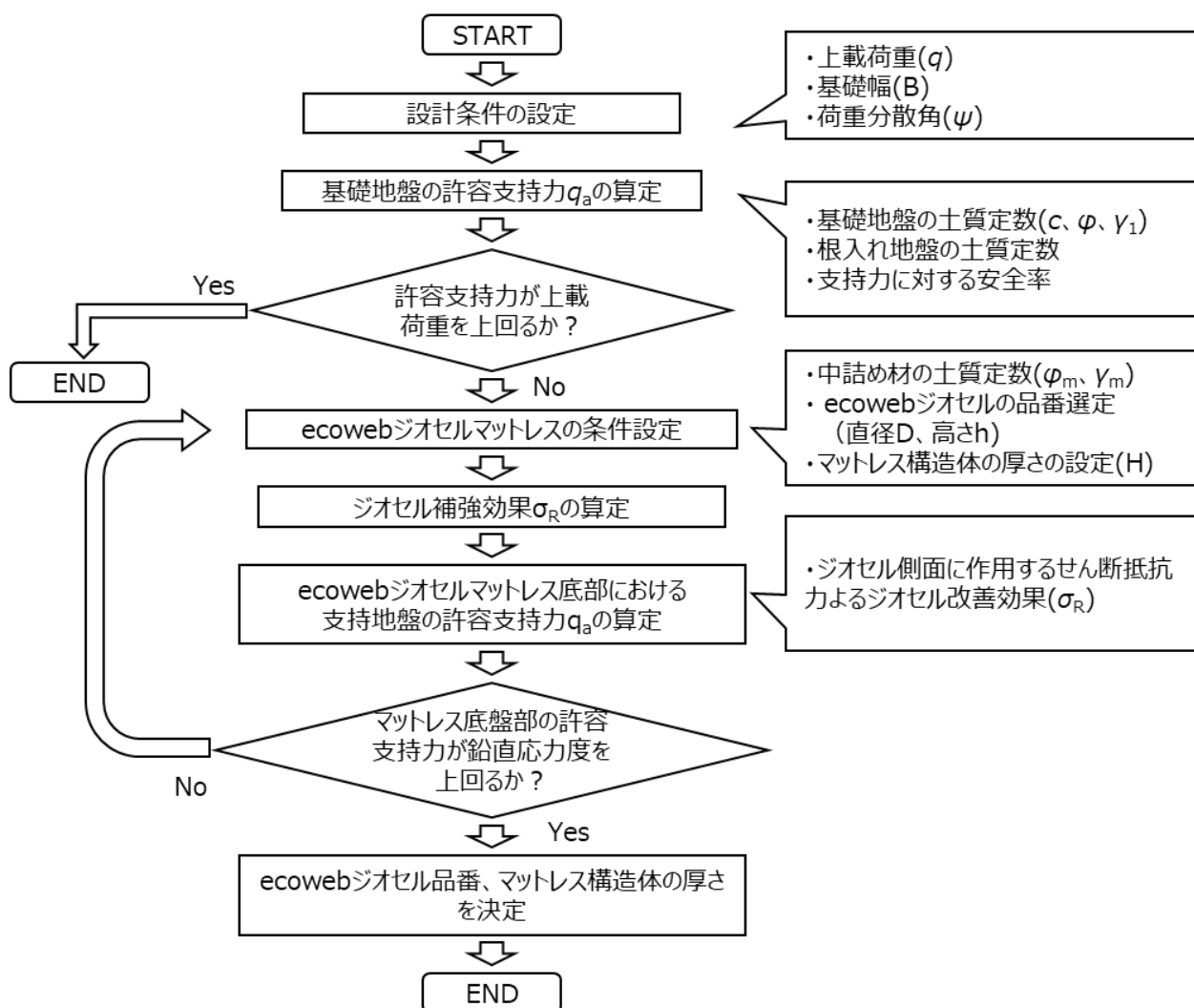


図-3 設計のフローチャート

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、地下水位などを適切に設定する必要があります。

4.3 基礎地盤の許容支持力の算定

支持地盤の許容支持力は、対象となる上部構造物および支持地盤の地形・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（平成29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。

$$q_a = 1/F_s \{ \alpha \kappa c N_c S_c \zeta_c + \kappa q N_q S_q + (1/2) \gamma_1 \beta B N_\gamma S_\gamma \} \quad \cdots \text{式(1)}$$

ここで、 α 、 β ：基礎の形状係数

帯状基礎の場合 $\alpha = 1.0$ 、 $\beta = 1.0$

円形・正方形の場合 $\alpha = 1.3$ 、 $\beta = 0.6$

長方形の場合 $\alpha = 1.0 + 0.3(B/L)$ 、 $\beta = 1.0 - 0.4(B/L)$

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)

F_s ：安全率

ζ_c ：地盤の種類の違いを考慮する係数で、支持層が砂地盤または砂れき地盤の場合は1.00、粘性地盤の場合は0.55とする

$q_a < q$ 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)

4.4 ecoweb ジオセル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）、ecowebジオセルの品番選定（直径D、高さh）およびマットレス構造体の厚さ（H）を適切に設定する必要があります。なお、マットレス構造体の最小厚さは30cmとします。

4.4.1 中詰め材の選定

ecowebジオセル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。かつ碎石の場合、締固め度90%以上（例：キャスポルでIa値18以上）を閾値として管理することにより、その本来の機能である盤としての働きをします。中詰め材はRC40を標準としますが、礫質土や砂質土も適用できます。また、ecowebジオセル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 設計直径

ecowebジオセルを円形に見なした時の直径は下記となります。

品番	円形に見なした時の直径(m)
EC-356	0.246
EC-445	0.308
EC-712	0.491

4.4.3 吸出し防止材

マットレス構造体の全体を巻くように、吸出し防止材を敷設します。ラップ長は20cmとします。図-4に吸出し防止材の設置を示します。

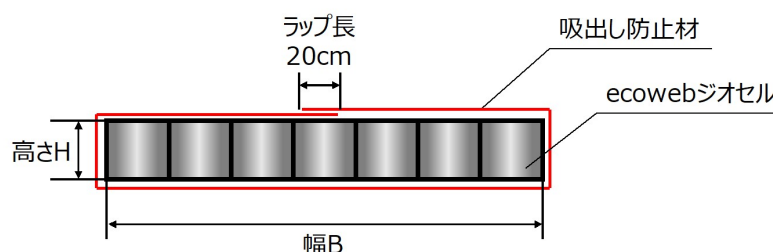


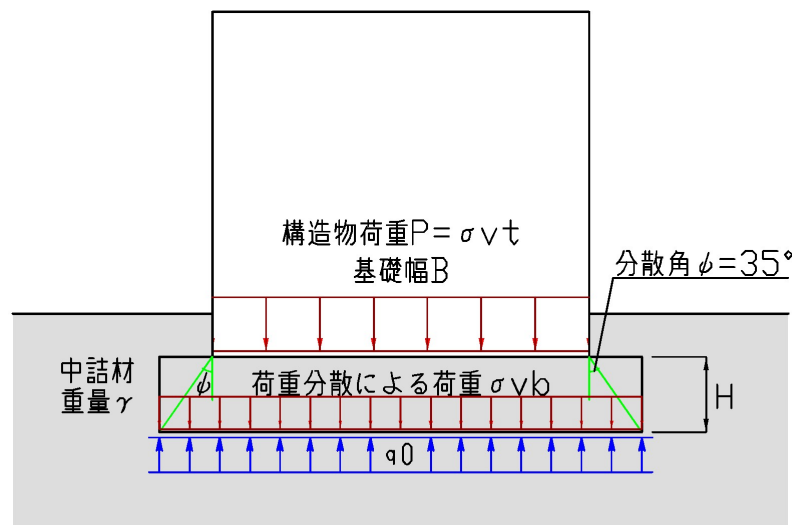
図-4 吸出し防止材の設置

4.5 ecoweb ジオセルマットレス工法の補強効果と分散荷重の算定

ecowebジオセルマットレス工法の補強効果としては、以下の2つの効果を考慮します。

- ① マットレス構造体の荷重分散効果
- ② ecowebジオセルによる補強効果

それぞれの効果については、図-5 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 ②ジオセル補強による支持力増加

図-5 マットレス工法の補強効果の模式図

図-5に示すように、載荷幅 B 、荷重 P の構造物の下部にマットレスを設置する場合を考えます。このとき、マットレス構造体上面に作用する鉛直荷重 σ_{vt} は上載荷重 P となります。

$$\sigma_{vt} = P \quad \text{式 (2)}$$

上載荷重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 σ_{vb-b} となります。マットレス構造体底面に作用する鉛直荷重は式(3)が成り立ちます。

$$\sigma_{vb-b} = \frac{\sigma_{vt} \times B}{B + 2H \times \tan\psi} + \gamma_m \times H \quad \text{式 (3)}$$

地盤の許容支持力 q_a は、原地盤の極限支持力 q_0 に、ジオセルの支持力改善効果 σ_R を加算した支持力に安全率（常時 $F_s=3.0$ ）を設定します。式(4)となります。

$$q_a = \frac{q_0 + \sigma_R}{F_s} \quad \text{式 (4)}$$

マットレス構造体底面に作用する鉛直荷重 σ_{vb} が地盤の許容支持力 q_a を満足するようにします。よって、(5) が成り立ちます。

$$q_a > \sigma_{vb} \quad \text{式 (5)}$$

① ジオセルの改善効果 σ_R の算定

ジオセルの改善効果 σ_R はジオセル側面に作用するせん断抵抗力より求めます。

$$\sigma_R = 2 \times \tau \times \frac{H}{D} \times \alpha \quad \text{式 (6)}$$

ここで、 τ : ジオセルに作用するせん断抵抗力 (kN/m²)

H : マットレス厚さ (m)

D : 円形に見なした時のジオセル直径 (m)

α : 補正係数 = 3.0 【参考文献2, 3】

② ジオセルに作用するせん断抵抗力 τ の算定

ジオセルに作用するせん断抵抗 τ はジオセルに作用する水平土圧 σ_m をせん断抵抗角 δ に乗じます。式 (7) となります。

$$\tau = \sigma_m \times \tan \delta \quad \text{式 (7)}$$

ここに、ジオセルに作用する水平土圧 σ_m はジオセル中間での鉛直荷重 σ_{vm} と主動土圧係数 K_A から算出します。式 (8) となります。

$$\sigma_m = K_A \times \sigma_{vm} \quad \text{式 (8)}$$

ここに、ジオセル中間での鉛直荷重 $\sigma_{vm} = (\sigma_{vt} + \sigma_{vb-b})/2$

主動土圧係数 $K_A = \tan(45^\circ - 0.5 \times \phi_m)^2$

上記に従い、 $q_a > \sigma_{vb-b}$ 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。

付録に、ジオセルマットレス工法 (L型擁壁) の設計計算例を示します。

5. 施工

「ecowebジオセルマットレス工法」の敷設作業は、重機（1台）、世話役（1人）、普通作業員（5人）により行うことを標準とし、日当たり施工量は200㎡です。図-6に施工フローを示しています。

ecowebジオセルマットレス敷設工1㎡当りの歩掛

名称		適用
ジオセル小運搬・展開	世話役	0.004人/㎡（メーカー基準）
	普通作業員	0.016人/㎡（メーカー基準）
不織布敷設	普通作業員	0.004人/㎡（メーカー基準）

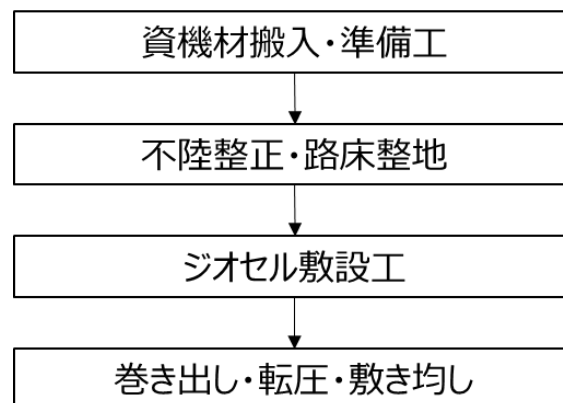


図-6 ecowebジオセルマットレス施工フロー

【参考文献】

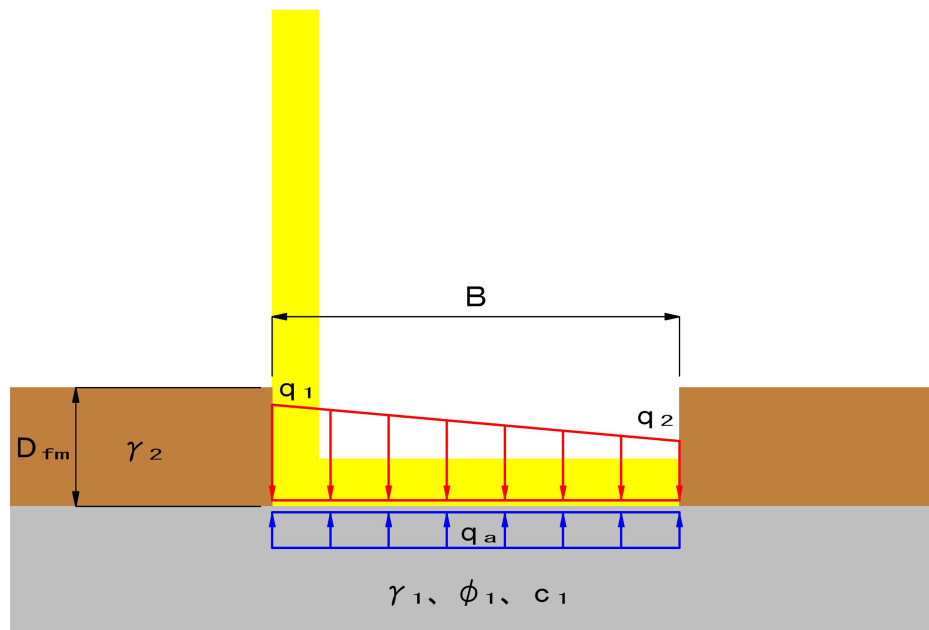
- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説，2017.
- 2) ジオセル補強による地盤の支持力改善効果について，第58回地盤工学会研究発表会，2023. 7.
- 3) ジオセル路盤補強工法を適用した駐車場の設計・施工事例，ジオシンセティックス論文集，Vol. 38，pp62-68，2023. 11.

6. 付録

6.1ecoweb ジオセルマットレス計算事例

1. 無対策地盤の支持力判定

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	140.00 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	5.00 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}	0.50 m
上載荷重の載荷幅	: B	0.70 m
支持地盤の単位体積重量	: γ_1	5.00 kN/m ³
構造物根入れ地盤の単位体積重量	: γ_2	14.00 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	1.00
"	: S_q	1.00
"	: S_r	1.00

(2)支持地盤の許容支持力

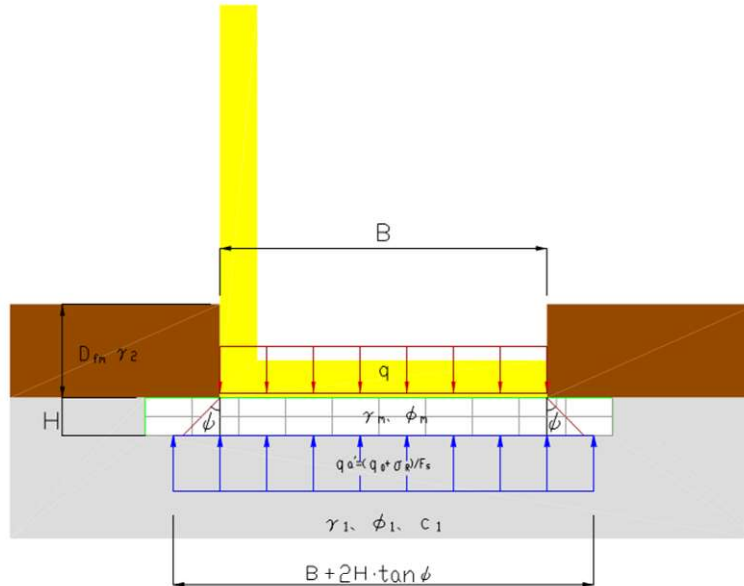
$$\begin{aligned}
 q_a &= \frac{1}{F_s} (\alpha \cdot K \cdot c_1 \cdot N_c \cdot S_c + K \cdot \gamma_2 \cdot D_{fm} \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma_1 \cdot \beta \cdot B \cdot N_r \cdot S_r) \\
 &= \frac{1}{3.0} (1.0 \times 1.00 \times 5.00 \times 5.14 \times 1.00 \\
 &\quad + 1.00 \times 14.00 \times 0.50 \times 1.00 \times 1.00 \\
 &\quad + 1/2 \times 5.00 \times 1.0 \times 0.70 \times 0.00 \times 1.00) \\
 &= 10.90 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

(3)判定

$$q_a = 10.90 \text{ kN/m}^2 < q = 140.00 \text{ kN/m}^2$$

判定：支持地盤の許容支持力<上載荷重であるため、対策工を必要とする。

2. ジオセルマットレスの検討



(1)計算条件

セル高	:h=	0.15 m
設置段数	:	3 段
ジオセルの層厚	:H=	0.45 m
セル直径	:D=	0.246 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 °
上載荷重	:q=	140.00 kN/m ²
上載荷重の載荷幅	:B=	0.70 m
荷重の分散角	: ψ =	35.0 °
安全率	:FS=	3.0
せん断抵抗角	: δ =	35.0
現地盤許容支持力	:qa=	10.90
補正係数	: α =	3.0

(2) ジオセルに作用する鉛直荷重

- ・ジオセル上面に作用する鉛直荷重 σ_{vt}

$$\sigma_{vb} = 140.00 \text{ kN/m}^2$$

・ジオセル下面に作用する鉛直荷重一分散荷重 σ_{vb-b}

$$\begin{aligned} \sigma_{vb-b} &= \frac{q \cdot B}{B + 2H \cdot \tan \psi} + \gamma_m \cdot H \\ &= \frac{140.00}{0.70 + 2 \times 0.45 \times \tan 35.0^\circ} + 20.00 \times 0.45 \\ &= 82.67 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

(3)ジオセル中間での鉛直荷重 σ_{vm}

$$\begin{aligned}\sigma_{vm} &= (\sigma_{vt} + \sigma_{vb-b}) / 2 \\ &= (140.00 + 82.67) / 2 \\ &= 111.34 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

(4)ジオセルに作用する水平土圧 σ_m

主働土圧係数(KA)

$$KA = \tan^2(45^\circ - 0.5 \times \phi_m) = 0.27$$

$$\sigma_m = KA \times \sigma_{vm} = 30.17 \text{ kN/m}^2$$

(5)ジオセルに作用するせん断抵抗力

$$\tau = \sigma_m \times \tan \delta = 21.13 \text{ kN/m}^2$$

(6)ジオセルの改善効果 σ_R

ジオセル側面に作用するせん断抵抗力より、ジオセル改善効果を求める。

$$\begin{aligned}\sigma_R &= 2 \times \tau \times H/D \times \alpha \\ &= 2 \times 21.13 \times 0.45 / 0.246 \times 3.0 \\ &= 231.90 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

(7)許容支持力 q_a'

$$\begin{aligned}q_a' &= q_a + \sigma_R / FS \\ &= 10.9 + 231.9 / 3.0 \\ &= 88.20 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

(8)支持力の判定

$$q_a = 88.20 \text{ kN/m}^2 > q_{vb} = 82.67 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

(9)ジオセルマットレス工基礎幅

$$\begin{aligned}L &= B + 2 \cdot \sum H \cdot \tan 35^\circ \\ &= 0.70 + 2 \times (0.450 \times \tan 35^\circ) \\ &= 1.33\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_{mat} &= \text{セル幅} \times \text{セル個数} > L \\ &= 0.250 \times 6 \\ &= 1.50 \text{ m} > 1.33\end{aligned}$$