

造成基盤ecowebジオセル工法

設計・施工マニュアル



エターナル プレザーブ 株式会社

2026年06月22日

目次

1. 総説	3
1.1 造成基盤 ecoweb ジオセル工法	3
1.2 適用範囲	4
2. 使用材料	5
2.1 ecoweb ジオセル	5
2.2 碎石	6
2.3 分離材	6
2.4 その他備品	6
3. 設計手順	7
3.1 設計の基本	7
3.2 設計に用いる荷重	7
3.3 地盤定数	7
3.4 設計の流れ	7
3.5 設計条件の設定	8
3.6 地中内応力の算出	9
3.6.1 輪荷重による設計	8
3.6.2 構造物荷重による設計	9
3.7 基礎地盤の許容支持力の算定	10
3.8 ecoweb ジオセル構造体の条件設定	10
3.8.1 中詰め材の選定	11
3.8.2 設計直径	111
3.9 ecoweb ジオセルの補強効果の算定	11
4. カーボン排出量の算出	14
5. 施工	15
6. 付録	19
6.1 造成基盤 ecoweb ジオセル工法計算事例 1	19
6.2 造成基盤 ecoweb ジオセル工法計算事例 2	22
6.3 ecoweb ジオセルの補正係数	24
6.3.1 ecoweb ジオセルの車両荷重時の補正係数	24
6.3.2 ecoweb ジオセルの堆積物荷重時の補正係数	25
6.4 カーボン排出量比較	26

1. 総説

1.1 造成基盤 ecoweb ジオセル工法

造成基盤 ecoweb ジオセル工法は、造成地内の道路、駐車場及びストックヤード等の支持力向上を図る工法です。

ハニカム形状のジオセル内に RC-40 などの碎石層を充填し、かつ締固め度 $D_c \geq 90\%$ にて支持力増加に貢献します。



写真-1 施工事例

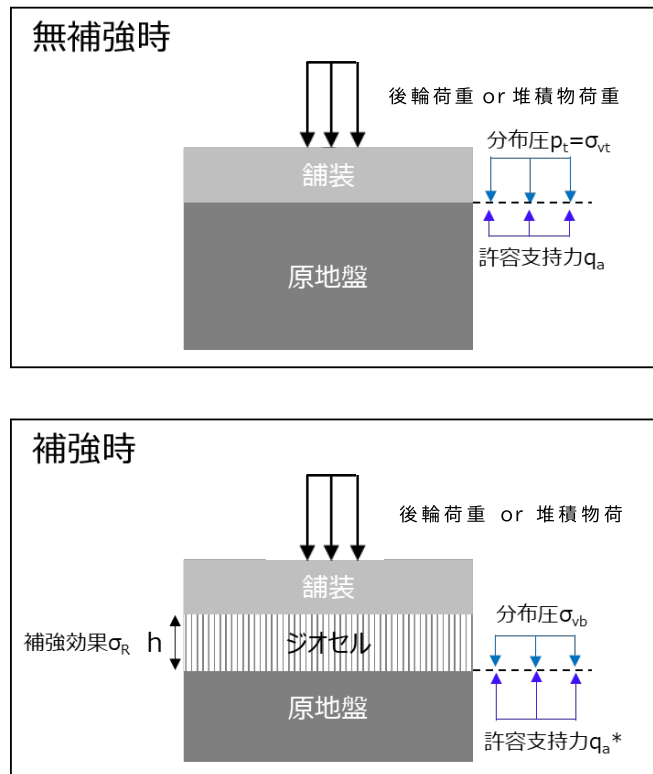


図-1 工法模式図

1.2 適用範囲

軟弱地盤上の造成地に適用されます。

軟弱地盤： $0 \leq \text{CBR} \leq 3\%$ 、 $0 \leq \text{N値} \leq 10$

造成地内： ・ 構内道路路床、駐車場の基礎地盤、
・ ストックヤード堆積物の基礎地盤

ただし、周りの構造物との段差などについては留意が必要となるケースがあります。その際は、圧密沈下量を計算するなどして時間軸での不同沈下量を予測します。

2. 使用材料

2.1 ecoweb ジオセル

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形状の材料です。

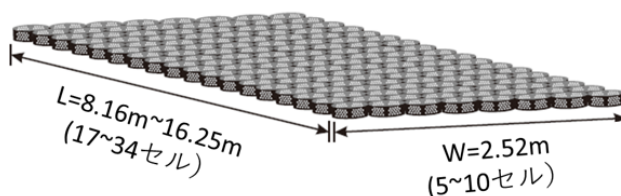
ecowebジオセル



● 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
		WxL	HxWxL	横 x 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㎡

2.2 碎石

中詰め材として RC-40、C-40、現場発生材などを用いることができます。標準は RC-40 です。当社の平板載荷試験においては RC-40 を用いています。その締固め度 $D_c \geq 90\%$ にて支持力効果を算出しています。従って締固め度 $D_c \geq 90\%$ は閾値です。

2.3 分離材

軟弱地盤の地盤材とジオセル中詰め材との間で吸出し防止材としての役割を果たします。ジオセル下の地盤が礫質系だったりする時は状況によって不織布材は必要としません。

拘束された中詰め材が $D_c \geq 90\%$ であるためにも分離材としての不織布は標準的に用いられます。

2.4 その他備品

丸セパ（マルセパ）ジオセルを展開する時に用います。中詰め材が投入されてジオセル構造体が固定されてきた時、順次抜き取り再利用可能です

結束具 横断方向・縦断方向にジオセル・シートを接続する時に用いられます。

3. 設計手順

3.1 設計の基本

造成基盤ecowebジオセル工法の設計は、ecowebジオセルと中詰め材（砕石等）の拘束効果等により支持力の増加（ σ_R ）を見込んで行います。その支持力改善効果は、ecowebジオセルの平板載荷実験で確認された支持力増加結果に依っています。ジオセルのセル側面と中詰め材の摩擦によりジオセル拘束効果¹⁾がありますが、平板載荷試験の結果はそれを上回る支持力増加が見られたので、その上回る効果を α として考慮し設計に用いています。

この α は安全サイドにETPが定めています。2023年12月IGS論文集「ジオセル路盤補強効果を適用した駐車場の設計・施工事例」²⁾及び付録6.3 ecoweb ジオセル補正係数に詳述しています。

3.2 設計に用いる荷重

造成地内における車両道路・駐車場は後輪輪荷重⁴⁾で、あるいは廃タイヤ等ストックヤード堆積物はその荷重状況において、「道路橋示方書・同解説」³⁾等を参考に計算します。

次に舗装厚がその構内道路・駐車場・ストックヤードの機能をみて各々決められ、設計荷重として考慮します。

車両道路・駐車場は後輪輪荷重の接地圧が求められ、舗装下面における荷重をプーシネスク応力球根⁴⁾から解き、それと舗装の荷重の総和として舗装下面の応力とします。

廃タイヤ等ストックヤード堆積物は堆積物と舗装との総和荷重として、舗装下面の応力とします。

3.3 地盤定数

軟弱地盤の定数に関しては、ボーリングやサウンディング試験などの調査結果から地盤の極限支持力を求めるための粘着力（ c ）、内部摩擦角（ ϕ ）及び単位体積重量（ γ ）を設定します。

3.4 設計の流れ

基礎地盤の許容支持力が上載荷重による地中内応力を下回る場合、ecowebジオセル構造体を設け、ジオセル改善効果（ σ_R ）により、基礎地盤の許容支持力がecowebジオセル下面に作用する鉛直応力を上回るべく設計します。

設計方法としては、道路橋示方書の極限支持力算定式⁶⁾より求められる許容支持力に、平板載荷試験結果を踏まえた支持力改善効果（ σ_R ）を加算した設計法を採用しました。

設計のフローチャートを、図-2に示します。

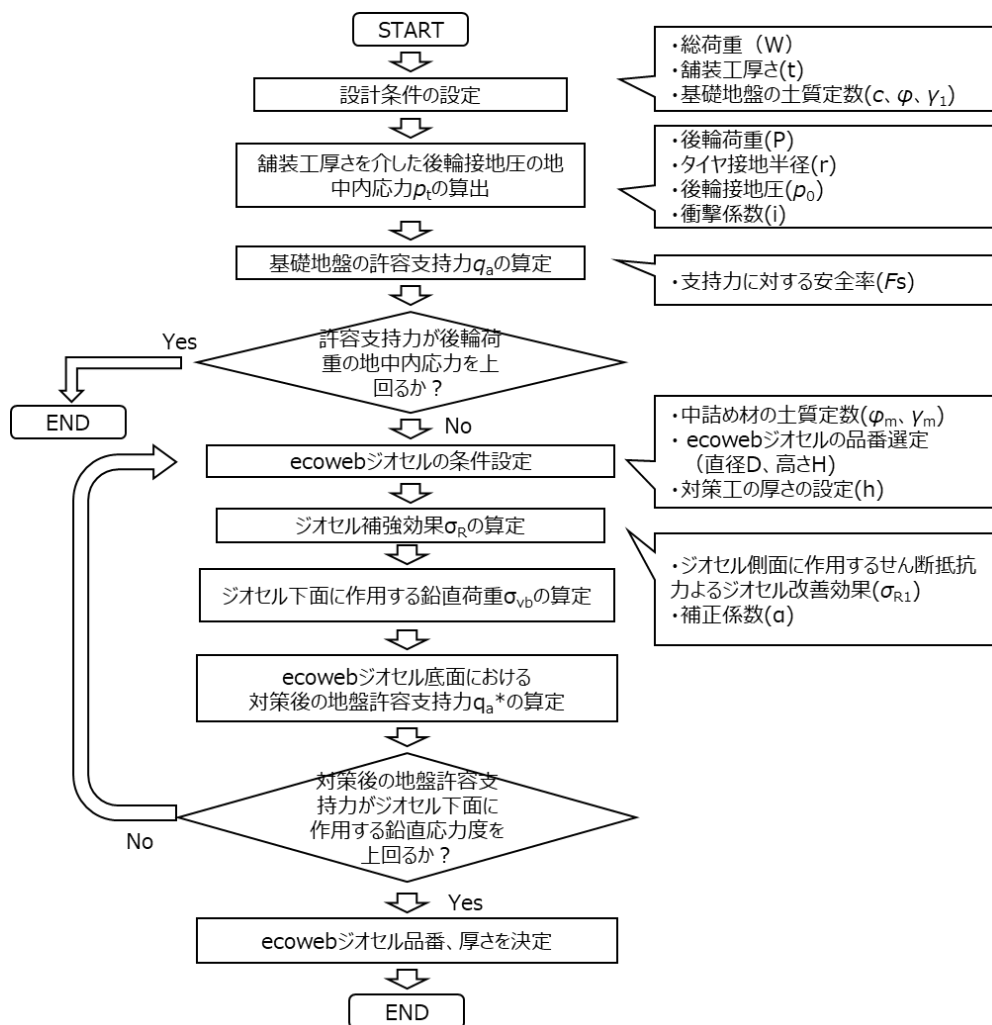


図-2 設計のフローチャート

3.5 設計条件

設計にあたっては、現場の諸条件を考慮して設定します。具体的には、駐車場などの輪荷重の設計と、廃タイヤ置き場などのストックヤード堆積物上載物荷重の設計があります。輪荷重の場合は輪荷重をプーシネスクの応力球根で荷重伝達を見ますが、堆積上載物荷重はその荷重で見て、舗装厚、地盤定数、地下水位などの設計条件を適切に設定します。

3.6. 地中内応力の算出

3.6.1 輪荷重による設計：

トラックの輪荷重は円形等分布荷重として考え、設計輪荷重（接地圧）には衝撃係数を考慮して算定した値としています。円形等分布荷重の接地圧 p_0 は、以下の式で求められます。

$$p_0 = \frac{P}{\pi \times r^2} \times (1 + i)$$

式（1）

ここで、 p_0 ：接地圧（kN/m²）

P ：輪荷重(kN)、輪荷重 P は後輪荷重 $P=0.4W$ です。 W は車両総重量

r ：タイヤ接地半径、 $r=0.12+P/980$ (m)⁷⁾。

i ：衝撃係数、 $i=0.3$ ⁸⁾

舗装工厚さ t を介した接地圧 p_0 の地中内応力は、ブーシネスク法³⁾を用いて算出します。舗装工下面の地中内応力 p_t は p_0 の地中内応力に、舗装工の荷重を加えた値を使用します。

$$p_t = p_0 \times \left[1 - \frac{1}{\{1 + (r/t)^2\}^{3/2}} \right] + \gamma_{asf} \times t$$

式（2）

ここで、 p_t ：舗装工下面の地中内応力（kN/m²）

t ：対策工上面における舗装工厚さ(m)

γ_{asf} ：舗装工の単位体積重量（kN/m³）

3.6.2 堆積物荷重による設計：

堆積物荷重は等分布荷重として考え、堆積物の自重を接地面積で割ったものであり、以下の式で求められます。

$$p_0 = \frac{P}{A}$$

式（3）

ここで、 p_0 ：上載荷重（kN/m²）

P ：堆積物荷重(kN)

A ：堆積物接地面積(m²)

舗装工厚さ t を介した上載荷重 p_0 の地中内応力 p_t は、 p_0 に舗装工の荷重を加えた値を使用します。

$$p_t = p_0 + \gamma_{asf} \times t$$

式（4）

ここで、 p_t ：舗装工下面の地中内応力（kN/m²）

t ：対策工上面における舗装工厚さ(m)

γ_{asf} ：舗装工の単位体積重量（kN/m³）

3.7. 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、直接基礎に用いられる代表的な支持力算定式として「道路橋示方書・同解説（Ⅳ下部構造編）（平成29年）」の支持力式⁶⁾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。

無処理地盤での許容支持力の判定は、式(5)によります。

$$q_a = q_0 / F_s = 1 / F_s \{ \alpha \kappa c N_c S_c \zeta_c + \kappa q N_q S_q + (1/2) \gamma_1 \beta B N_\gamma S_\gamma \} \quad \text{式 (5)}$$

ここで、 q_a ：支持地盤の許容支持力(kN/m²)

q_0 ：支持地盤の極限支持力(kN/m²)

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 $\alpha=1.0+0.3(B/L)$ 、 $\beta=1.0\cdot0.4(B/L)$

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

q ：上載荷重の特性値(kN/m²)で、 $q = \gamma_2 D_f$

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

$q_a < p_t$ の場合、支持力不足となり対策工が必要となります。

3.8 ecoweb ジオセル構造体の条件設定

ecowebジオセル構造体の条件設定は、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ecowebジオセル構造体の厚さ（h）を設定する必要があります。

3.8.1 中詰め材の選定

造成基盤ecowebジオセル工法で使用する中詰め材は、せん断強さが大きい碎石などの礫質土を用います。かつ締固め度90%以上を閾値として管理します。中詰め材はRC-40を標準とします。また、ecowebジオセル構造体の下面に不織布を分離材として敷設するのが標準的です。

3.8.2 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

3.9 ecoweb ジオセルの補強効果の算定

ecowebジオセルの補強効果は図-3に示すとおりです。

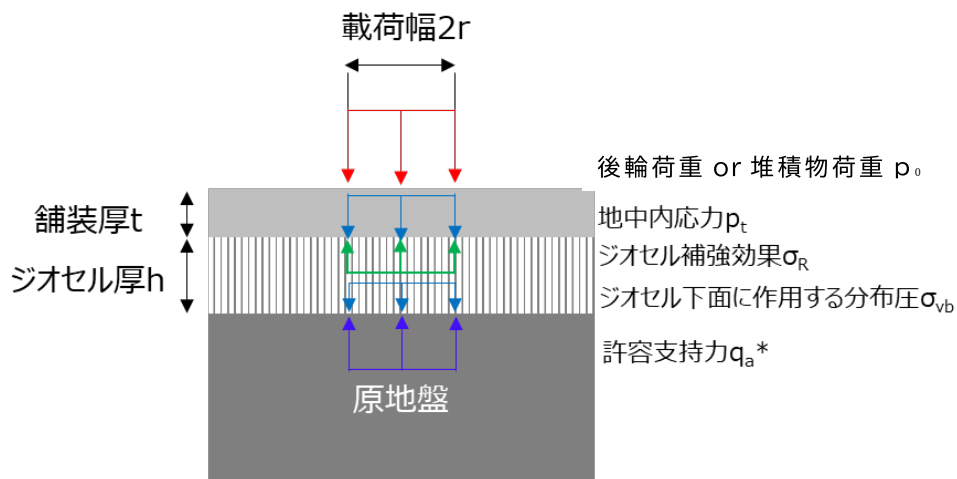


図-3 ジオセルの補強効果の模式図

図-3に示すように、輪荷重接地半径 r 、後輪荷重＝接地圧 p_0 の下部、あるいは堆積物荷重の下部にジオセルを設置する場合を考えます。このとき、ジオセル上面に作用する鉛直応力 σ_{vt} は接地圧 p_0 の舗装工厚さ t を介して地中内応力 p_t となります。

$$\sigma_{vt} = p_t \quad \text{式 (6)}$$

ecowebジオセル下面での鉛直応力 σ_{vb} は、輪荷重の場合はブーシネスク法、堆積物荷重の場合は堆積物荷重＋舗装荷重により算出します。下面に作用する鉛直応力はそれぞれ式 (7) と式 (8) で表されます。

$$\sigma_{vb} = \sigma_{vt} \times \left[1 - \frac{1}{\{1 + (r/h)^2\}^{3/2}} \right] + \gamma_m \times h \quad \text{式 (7)}$$

$$\sigma_{vb} = \frac{\sigma_{vt} B}{B + 2h \tan \psi} + \gamma_m \times h \quad \text{式 (8)}$$

対策後の地盤の許容支持力 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、これに安全率 輪荷重時は（短期安全率 $F_s=1.5$ ）を、堆積物安全率は（短期安全率 $F_s=1.7 \sim 3$ ）を設定します。これにより、式(9)が得られます。

$$q_a^* = \frac{q_0 + \sigma_R}{F_s} \quad \text{式 (9)}$$

対策後の地盤の許容支持力 q_a^* が、ecowebジオセル下面に作用する鉛直応力 σ_{vb} より大であることが必要です（式 (10)）。

$$q_a^* > \sigma_{vb} \quad \text{式 (10)}$$

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_{R1} はジオセル側面に作用するせん断抵抗力をベースとした式 (11) より求めます¹⁾。

$$\sigma_{R1} = 2 \times \tau \times \frac{h}{D} \quad \text{式 (11)}$$

ここで、 σ_{R1} ：ジオセルの改善効果 (kN/m²)

τ ：ジオセルに作用するせん断抵抗力 (kN/m²)

h ：ジオセル層の厚さ (m)

D ：円形に見なした時のジオセル直径 (m)

平板載荷試験より得られた支持力増効果 σ_R が σ_{R1} より大きく、「3.1設計の基本」で述べたように補正係数 α を定めています。ジオセルの改善効果 σ_R は式 (12) より求めます。

$$\sigma_R = 2 \times \tau \times \frac{h}{D} \times \alpha \quad \text{式 (12)}$$

ここで、輪荷重の時は、 α ：補正係数 $=2.5^{(2)}$ とし、廃タイヤなど堆積物の時は、 α ：補正係数 $=3$ とします。

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力 τ はジオセルに作用する水平土圧 σ_m と中詰め材のせん断抵抗力角 δ から式 (13) を用いて算出します。せん断抵抗力角はRC-40のせん断抵抗力角35度～40度から35度としています。

$$\tau = \sigma_m \times \tan \delta \quad \text{式 (13)}$$

ここで、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応力 σ_{vm} と主働土圧係数 K_A から式 (14) より算出します。

$$\sigma_m = K_A \times \sigma_{vm} \quad \text{式 (14)}$$

$$\begin{aligned} \text{ここで、ジオセル中間での鉛直荷重 } \sigma_{vm} &= (\sigma_{vt} + \sigma_{vb})/2 \\ \text{主働土圧係数 } K_A &= \tan(45^\circ - 0.5 \times \phi_m)^2 \end{aligned}$$

以上の計算から、 $q_a^* > \sigma_{vb}$ を満足する必要なジオセル層厚 h を決定します。

付録に、造成基盤ecowebジオセル工法の設計計算例を示します。

4. カーボン排出量の算出

造成基盤 ecoweb ジオセル工法のカーボン排出量は、材料面・運搬面・施工面にいたる全排出量を算出しています。

材料面	ecoweb ジオセル	HDPE	材料+ジオセル製造
	中詰め材	RC 0-40	
	その他	梱包材等	
運搬面	ecoweb ジオセル	工場～現場	工場→上海→東京→平塚（国内 10t 車 2 往復）
	再生碎石	往路 tkm 法	帰路 車輛 km 法
	その他	吸出し防止材等	
施工面	現場施工	整地・中詰め・転圧	燃料・電力量 × 排出係数 (kg-CO ₂ eq/L, kWh)
	その他	パレット破棄等	

造成基盤セメント固化工のカーボン排出量は、材料面・運搬面・施工面にいたる全排出量を算出しています。

材料面	セメント	ポルトランド	
	盛土材	土砂	このケースは、計画高合わせる為
運搬面	セメント	往路 tkm 法	帰路 車輛 km 法
	盛土材	同上	同上
施工面	安定処理工	排出量算定マニュアル	燃料・電力量 × 排出係数 (kg-CO ₂ eq/L, kWh)
	その他		

造成基盤碎石置換え工のカーボン排出量は、材料面・運搬面・施工面にいたる全排出量を同様に算出します。碎石量大にて運搬面及び現場施工面にて運搬 km・燃料などが算出されます。

ISO14040 (JIS14040) ISO14044 (JIS14044) に基づくライフサイクルアセスメントを実施しています。

材料面・運搬面については、LCA データベース IDEA Ver. 3.3 を用いて設定しています。Ecoweb ジオセル材料に関しては、別途 ISO14025 (JIS14025) にもとづくテンサー (HDPE) の EPD (環境製品宣言) からその重量におけるカーボン排出量にて算出しています。生産～出荷までのエネルギー使用量は代表品番の消費量を確認し、重量割合などにて当該品番のそれを計算することによりカーボン排出量を算出しています。

運搬面については、往路については従来からのトンキロ法 (t km 法) で 10 トントラックで見えています。帰路については車両キロ法 (車両 km 法) で見えています。

施工面については、国土技術総合政策研究所が「インフラ分野における建設時の GHG 排出量算定マニュアル案 2024.6」を出しているのをそれを基準として計算しています。

カーボンへの共通換算指標としては、IPCC 2021 (AR6) で定めた 100 年間累積温暖化影響 (GWP100) にて kg-CO₂eq で纏めています。

造成基盤 ecoweb ジオセル工法は、従来のセメント改良工法・碎石置換え工法と比べてカーボン発生量が少ないという特徴があります。造成基盤 ecoweb ジオセル工法のカーボン排出量をセメント改良工また碎石置換え工と比較しました。付録 6.4 に設計事例にて ecoweb ジオセル工法とセメント改良工法・碎石工法の比較をしています。

5. 施工

ecowebジオセル工法は、重機（1台）、世話役（1人）、普通作業員（3人）で、整地から中詰め材転圧まで施工量は300㎡/日です。図-4に施工フローを示しています。

ecoweb ジオセル敷設工 1 ㎡当たりの歩掛り

名 称		適 用
整地・不織布敷設 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	0.010 人/㎡（メーカー基準）
中詰め材砕石まき出し、充填、転圧		施工パッケージ

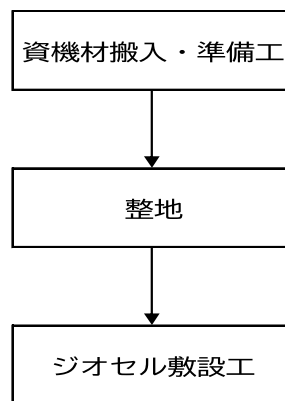


図-4 ecowebジオセル工法施工フロー

(1) 資機材搬入

主材料ecowebジオセルの荷姿は写真-2のとおりです。



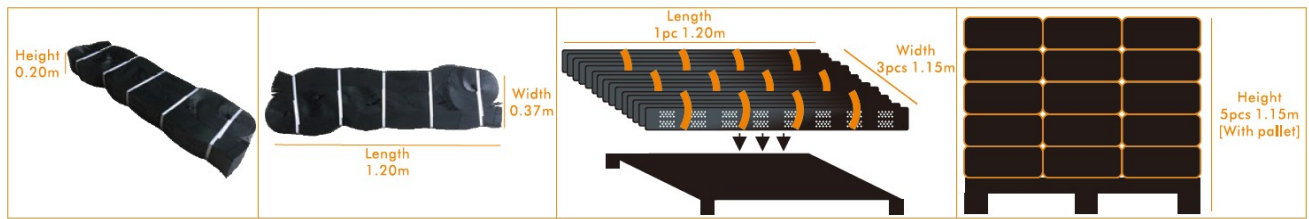


写真-2 搬入、荷姿(EC100-356)

補助材料 丸セパ・結束バンド・不織布



写真-3 補助材料

(2) 整地

ブルドーザー等にて地盤を整地します。

地盤の軟弱性が整地にとって厳しい場合は、栗石や碎石や土砂などの投入が必要なこともあります。

(3) ジオセル敷設工-展開、敷設、碎石投入

整地面に分離材を敷設、その後ジオセルを展開、敷設します。

ジオセル展開は規定幅、まずは標準的には数メートル展張して、丸セパにて仮固定します。

ジオセル敷設後、端部からRC40碎石をバックホウで投入し敷き均しを行います。

碎石投入してジオセルが固定出来ているところは丸セパを抜き、それらは再び有効利用して碎石投入を進めていきます。

横断方向あるいは縦断方向は接続が必要な時には、随時結束バンドにて接続していきます。

(4) ジオセル敷設工・締固め・品質管理

敷均し後、転圧は4t級振動ローラー（例：酒井重工業SW504）により実施します。細部の仕上げはプレートコンパクタまたはランマを用います。転圧回数は3往復以上とし、ジオセル内の中詰材は上面を2～3cm程度余盛りした状態で転圧を開始します。ジオセル高さが20cm以上の場合は、初期は弱振動により転圧を行います。

締固め度は $D_c \geq 90\%$ 以上とし、砂置換法および迅速乾燥法等により確認します。

必要に応じて代表箇所において平板載荷試験により性能を確認します。

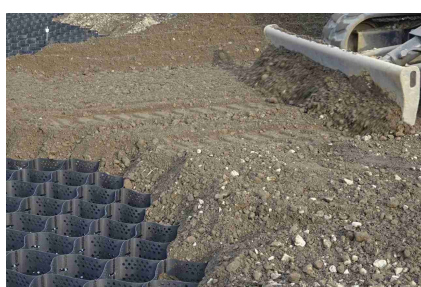


写真-4 展開、敷設、碎石投入



写真-5 締固め

【参考文献】

- 1) Robert M Koerner : Designing with Geosynthetics -6th Edition-, pp720-726(1980).
- 2) ラ・アウン, 劉爽, 久保幹男, 成島誠一, 荻野宏治 : 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).
- 3) 日本道路協会 : 道路橋示方書・同解説 I 共通編, p96(2017).
- 4) 一般社団法人セメント協会 : セメント系固化材による地盤改良マニュアル 第5版, p140, p141 (2021).
- 5) エターナルプレザーブ株式会社 : ecowebジオセルマットレス工法 技術資料 ―設計編― (2024.6).
- 6) 日本道路協会 : 道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編, p205(2017).
- 7) 日本道路協会 : 舗装設計便覧, p177(2006).
- 8) 日本道路協会 : 道路土工 カルバート工指針, pp62-63(2010).

6. 付録

6.1 造成基盤 ecoweb ジオセル工法計算事例 1

大型トラック(T25)の駐車場の設計を以下の条件で検討する。なお、対策地盤上面には、厚さ0.5mの舗装工を設置するものとします。

地盤条件：

- (1) 土質：粘性土
- (2) 原地盤強度：
 - 一軸圧縮強さ： $q_u=6.8\text{kN/m}^2$ (スウェーデン式サウンディング試験より、 $q_u=45W_{sw}+0.75N_{sw}$)
 - 粘着力： $c_u=3.4\text{kN/m}^2$ ($c_u=q_u/2$)
 - せん断抵抗角： $\phi=0^\circ$

◆駐車場設計_計算書

(1)計算条件

セル高	: h=	0.20 m
設置段数	:	2 段
ジオセルの層厚	: H=	0.40 m
セル直径	: D=	0.491 m
中詰材の単位体積重量	: $\gamma_m=$	20.00 kN/m ³
中詰材の内部摩擦角	: $\phi_m=$	35.0 °
総荷重	: W=	250.0 kN
衝撃係数	: i=	0.30
安全率	: FS=	1.5
せん断抵抗角	: $\delta=$	35.0 °
現地盤の粘着力	: c=	0.0 kN/m ²
補正係数	: $\alpha=$	2.5
舗装の単位体積重	: $\gamma_{asf}=$	22.5 kN/m ³
舗装構造厚さ+盛土高	: t=	0.50 m

(2)後輪荷重	$P=0.4 \times W$	=	100 kN
接地面の半径	$r=0.12+P/980$	=	0.22 m
後輪接地圧	$p_0=P \cdot (1+i) / \pi r^2$	=	855 kN/m ²

舗装厚さ50cmを介した後輪接地圧 p_0 の分散圧とする。

分散圧 p_t は、ブーシネスク法による地中内応力の式から求める。分散圧 P に舗装と盛土荷重を加えた。

$$\begin{aligned}
 \text{分散圧 } p_t &= p_0 \cdot \left[1 - \frac{1}{\{1+(a/t)^2\}^{3/2}} \right] + \gamma_{asf} \times t \\
 &= 855 \times \left[1 - \frac{1}{\{1+(0.22/0.50)^2\}^{3/2}} \right] + 22.5 \times 0.50 \\
 &= 855 \times \left[1 - \frac{1}{\{1.1936\}^{3/2}} \right] \\
 &= 855 \times 0.23315 + 11.25 \\
 p_t &= 210.59 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

(3) 原地盤許容支持力 q_a

q_u	=	6.8 kN/m ²	SWS試験結果 一軸圧縮強度強さ
C	=	3.4 kN/m ²	粘着力
α	=	1.2 kN/m ²	基礎の荷重の形状に応じて定まる係数
i	=	1.00 kN/m ³	荷重の鉛直方向に対する傾斜角に応じた係数
N_c	=	5.1	式4.8
F_s	=	1.5	短期

原地盤極限支持力 $q_0 = i \times \alpha \times C \times N_c$

$$\begin{aligned} &= 1 \times 3.4 \times 1 \times 5.1 \\ &= 20.8 \text{ kN/m}^2 \\ \text{許容支持力 } q_a &= q_0 / F_s \\ &= 20.8 / 1.5 \\ &= 13.9 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$q_a < P_t$ 対策必要

(3) ジオセルによる支持力改善効果 σ_R 算出

・ジオセル上面に作用する鉛直荷重 σ_{vt}

$$\sigma_{vt} = 210.59 \text{ kN/m}^2$$

・ジオセル下面に作用する鉛直荷重 σ_{vb}

$$\begin{aligned} \sigma_{vb} &= \left\{ 1 - \left(\frac{1}{r^2/h^2 + 1} \right)^{3/2} \right\} \times \sigma_{vt} + \gamma_m \times H \\ \sigma_{vb} &= 1 - \frac{1}{1.30} \times 1.50 \times 210.59 + 20.00 \times 0.40 \\ &= 76.92 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

・ジオセル中間での鉛直荷重 σ_{vm}

$$\begin{aligned} \sigma_{vm} &= (\sigma_{vt} + \sigma_{vb}) / 2 \\ &= (210.59 + 76.92) / 2 \\ &= 143.76 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$q_0 = \left\{ 1 - \left(\frac{1}{\frac{r^2}{h^2} + 1} \right)^{\frac{3}{2}} \right\} * p$$

・ジオセルに作用する水平土圧 σ_m

主働土圧係数 (KA)

$$K_A = \tan^2(45^\circ - 0.5 \times \phi_m) = 0.271$$

$$\sigma_m = K_A \times \sigma_{vm} = 38.96 \text{ kN/m}^2$$

・ジオセルに作用するせん断抵抗力

$$\tau = \sigma_m \times \tan \delta = 27.28 \text{ kN/m}^2$$

・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と平板載荷試験から得られた係数 α より、ジオセル改善効果を求める。

$$\begin{aligned} \sigma_R &= 2 \times \tau \times H/D \times \alpha \\ &= 2 \times 27.28 \times 0.40 / 0.491 \times 2.5 \\ &= 111 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

(4)ジオセル設置後の地盤の許容支持力

$$\begin{aligned} q_{a*} &= (q_0 + \sigma R) / F_s \\ &= 131.8 \quad / \quad 1.5 \\ &= 87.9 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

※ジオセル補強後ジオセル下面地盤鉛直応力照査

$$\sigma_{vb} = \{1 - (1 / (r^2 / h^2 + 1))^{3/2}\} \times \sigma_{vt}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{vb} &= 1 - \frac{1}{1.30} \times 210.59 \\ &= 68.92 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_{vb} = 68.92 \text{ kN/m}^2 < q_{a*} = 87.9 \text{ kN/m}^2 \quad \Rightarrow \quad \text{OK}$$

6.2 造成基盤ecowebジオセル工法計算事例2

堆積物（廃タイヤ置き場等）の設計を以下の条件で検討する。なお、対策地盤上面には、厚さ0.5mの舗装工を設置するものとします。

地盤条件：

(1) 土質：粘性土

(2) 原地盤強度：

一軸圧縮強さ： $q_u=6.8\text{kN/m}^2$ （スウェーデン式サウンディング試験より、

$q_u=45W_{sw}+0.75N_{sw}$ ）

粘着力： $c_u=3.4\text{kN/m}^2$ ($c_u=q_u/2$)

せん断抵抗角： $\phi=0^\circ$

◆理論式によるジオセルの支持力改善効果 σ_R

(1)計算条件

ジオセルの層厚	: H=	0.40 m
セル直径	: D=	0.308 m
中詰材の単位体積重量	: $\gamma_m=$	20.00 kN/m ³
中詰材の内部摩擦角	: $\phi_m=$	35.0 °
上載荷重 堆積物	: q1=	7.69 kN/m ²
上載荷重 舗装	: q2=	11.25 kN/m ²
上載荷重の載荷幅	: B=	54.49 m
荷重の分散角	: $\psi=$	35.0 °
安全率	: FS=	1.5
せん断抵抗角	: $\delta=$	35.0 °
原地盤極限支持力	: q0=	20.80 kN/m ²
補正係数	: $\alpha=$	3.0

(2)原地盤許容支持力

$$\begin{aligned}
 q_a &= q_0 / F_s \\
 &= 20.80 \quad / \quad 1.5 \\
 &= 13.9 \quad \text{kN/m}^2
 \end{aligned}$$

(3)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}

$$\begin{aligned}
 q_{vt} &= q_1 + q_2 \\
 &= 18.94 \quad \text{kN/m}^2
 \end{aligned}$$

・ジオセル下面に作用する鉛直荷重 σ_{vb}

$$\begin{aligned}
 q_{vb} &= \frac{(q_1 + q_2) \cdot B}{B + 2H \cdot \tan \psi} + \gamma_m \cdot H \\
 &= \frac{18.94 \times 54.49}{54.49 + 2 \times 0.40 \times \tan 35.0^\circ} + 20.00 \times 0.40 \\
 &= 26.75 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

(4)ジオセル中間での鉛直荷重 σ_{vm}

$$\begin{aligned}
 \sigma_{vm} &= (\sigma_{vt} + \sigma_{vb}) / 2 \\
 &= (18.94 + 26.75) / 2 \\
 &= 22.84 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

(5)ジオセルに作用する水平土圧 σ_m

主働土圧係数(KA)

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

$$\sigma_m = KA \times \sigma_{vm} = 6.19 \text{ kN/m}^2$$

(6)ジオセルに作用するせん断抵抗力

$$\tau = \sigma_m \times \tan \delta = 4.33 \text{ kN/m}^2$$

(7)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。

$$\begin{aligned}
 \sigma_R &= 2 \times \tau \times H/D \times \alpha \\
 &= 2 \times 4.33 \times 0.40 / 0.31 \times 3.0 \\
 &= 33.60 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

(8)対策後許容支持力 q_a'

$$\begin{aligned}
 q_a' &= (q_0 + \sigma_R) / FS \\
 &= (20.80 + 33.6) / 1.5 \\
 &= 36.27 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

(9)支持力の判定

$$q_a' = 36.27 \text{ kN/m}^2 > q_{vb} = 26.75 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow \text{OK}$$

6.3 ecoweb ジオセルの補正係数

造成基盤ecowebジオセル工法の設計は、ecowebジオセルと中詰め材（砕石等）の拘束効果等により支持力の増加（ σ_R ）を見込んで行います。その支持力改善効果は、ecowebジオセルの平板載荷実験で確認された支持力増加結果に依っています。ジオセルのセル側面と中詰め材の摩擦によりジオセル拘束効果¹⁾がありますが、平板載荷試験の結果はそれを上回る支持力増加が見られたので、その上回る効果を α として考慮し設計に用いています。

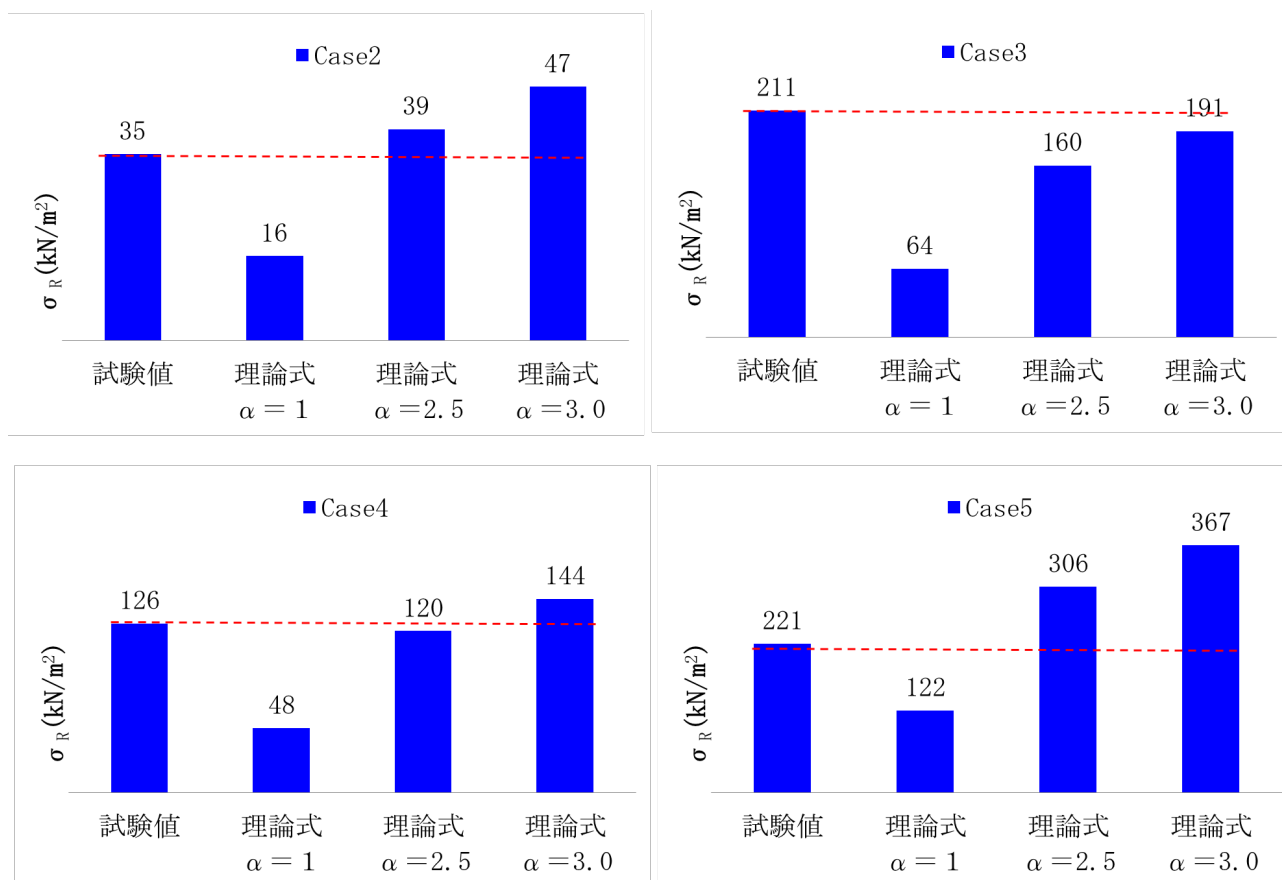
ここで6.3.1及び6.3.2においてそれぞれ車両荷重時と構造物荷重時の α について記載する。

補正係数の決定に用いたのは以下の4ケースである。

Case2	ジオセル補強 50mm一段 (RC-40)
Case3	ジオセル補強 50mm二段 (RC-40)
Case4	ジオセル補強 100mm一段 (RC-40)
Case5	ジオセル補強 100mm二段 (RC-40)

6.3.1 ecoweb ジオセルの車両荷重時の補正係数

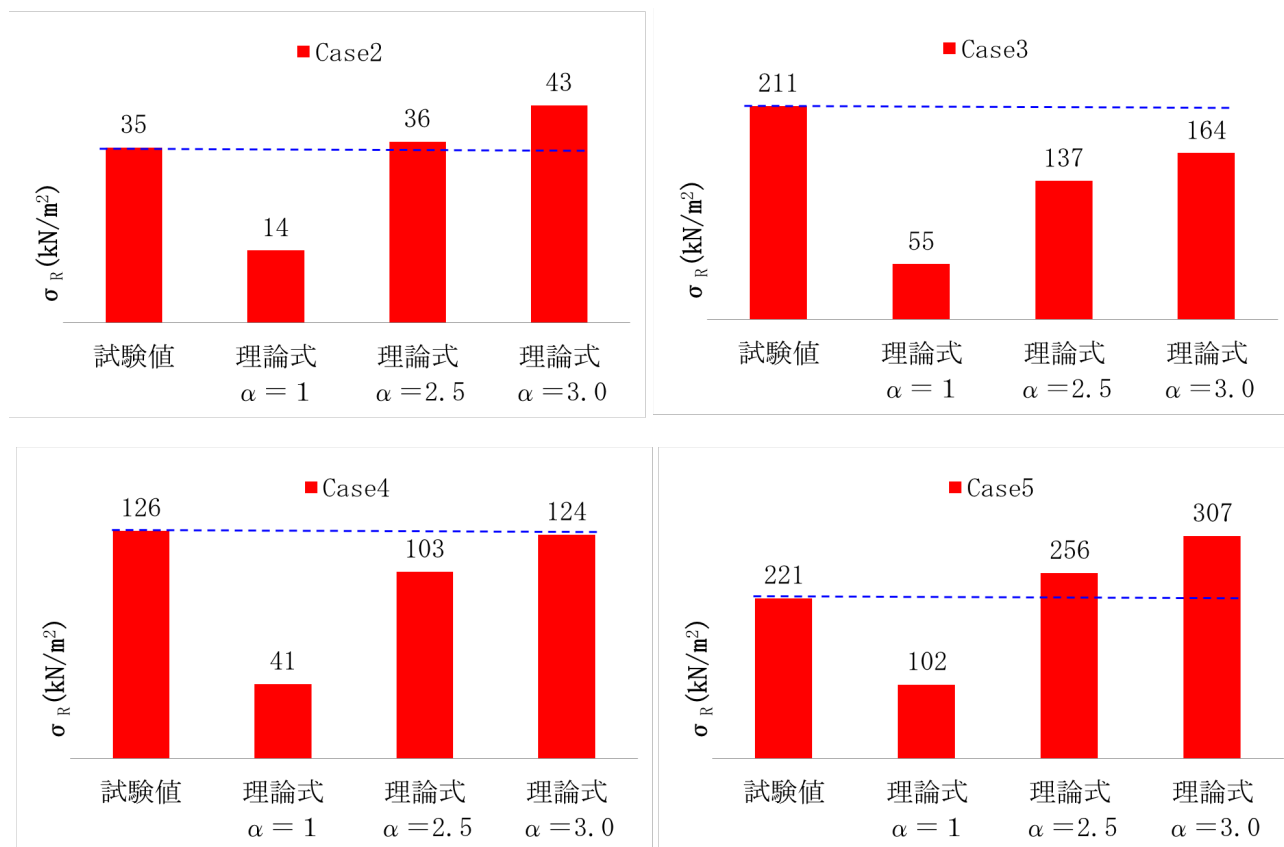
ここでは、実際の平板載荷試験の結果と ecoweb ジオセル下面での鉛直応力 σ_{vb} をブーシネスク法により算出した理論値の比較結果を示す。



上記の結果から ecoweb ジオセルの車両荷重時の補正係数は $\alpha=2.5$ とした。

6.3.2 ecoweb ジオセルの堆積物荷重時の補正係数

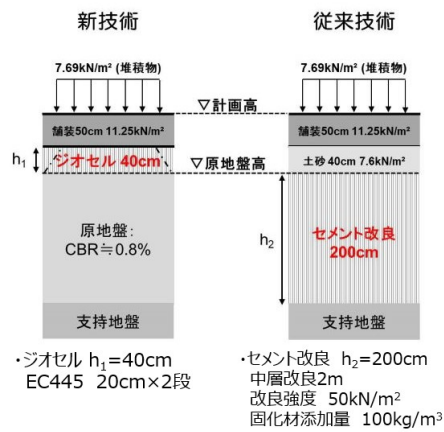
ここでは、実際の平板載荷試験の結果とecowebジオセル下面での鉛直応力 σ_{vb} を分散により算出した理論値の比較結果を示す。



上記の結果から ecoweb ジオセルの構造物荷重時の補正係数は $\alpha = 3.0$ とした。

6.4 カーボン排出量比較

カーボン排出量は、堆積物の対策工とセメント改良との比較を、2970.77m²の面積で行った。



ecowebジオセル工	セメント改良工	碎石置換工
ジオセル:EC200-445 中詰材:RC0-40 ジオセル高さ:0.40m	固化材:ポルトランドセメント 深さ:2.0m 添加量:100kg/m ³ 土砂高さ:0.40m	中詰材:RC0-40 深さ:2.0m 土砂高さ:0.40m

セメントや中詰材の運搬距離は片道20kmとした。

項目		ecowebジオセル工	セメント改良工	碎石置換工
材料	石油製品	27,892.48	0.00	0.00
	碎石	10,135.55	0.00	60,306.53
	固化材	0.00	590,177.08	0.00
	鋼材	79.08	0.00	0.00
	合計	38,107.11	590,177.08	60,306.53
運搬		11,277.91	3,586.21	58,676.98
施工		887.98	31,717.96	61,191.33
合計(2,970.77m ²)		50,273.00	625,481.25	180,174.84
kg-CO ₂ eq/m ²		16.92	210.55	60.65
比率		1.00	12.44	3.58

