

技術報文

ジオセル擁壁工法

東京インキ（株）

清川 伸夫
雨宮 盛児
原田 道幸

1. はじめに

ジオセルとは、ジオシンセティックスに分類される製品で、「帯状のシート材料を垂直に並べ、千鳥状に接着してハニカム状の立体補強材としたものである。この中に土砂を入れて締め固め、厚みを持った板構造を形成する」と定義されている。¹⁾

ジオセルの素材は、一般的に高密度ポリエチレン（HDPE）製で、その帯状シート材料を千鳥状に超音波で熱溶着してハニカム（蜂の巣）状の立体構造にした製品である。（写真-1.1、

1.2 参照）

ジオセル工法はアメリカ陸軍工兵隊が軟弱地盤における道路や滑走路建設の省力化に有効な工法として、1970年代後半に開発され、海外での施工実績は多い。

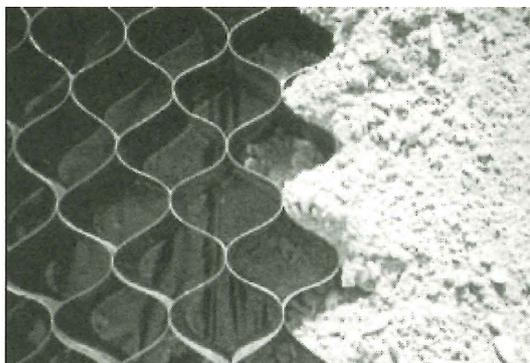


写真-1.1 ジオセル展開状況



写真-1.2 ジオセル荷姿

ジオセルの特長は以下のとおりである。

(1) 軽量・コンパクト

ジオセルは軽量でコンパクトに畳んであるため保管場所を大きく必要とせず小運搬が容易。

(2) 安価で多様な充填材を活用

ジオセル用充填材は、土、砂、碎石、コンクリート、コンクリート再生材、現地発生土等が利用できる。

(3) 施工が容易

施工は、ジオセル本体を広げ固定し、充填材を投入し締め固めるだけである。

(4) 柔軟性

ジオセルは柔軟性があるため、多少の凹凸のあるのり面や地盤に追随する。

(5) 緑化

植生土を使用することにより緑化ができる。

ジオセルの主要工法として、(1)擁壁工法 (2)のり面保護・護岸緑化工法 (3)路盤補強工法 (4)構造物基礎工法(マットレス工法)がある。今回、ジオセル擁壁工法を紹介する。

2. ジオセル擁壁工法

2.1 基礎実験

ジオセル擁壁工法は土構造のもたれ擁壁を構築する技術で、2002年より八戸工業大学と本用途の基礎実験を開始した。

本実験では、ジオセル擁壁工法に関し、①大規模構造への適用可能性 ②充填材として発生土の有効利用の可能性を検討するために、基礎的な力学特性を把握の基礎実験を実施した。

さらに、ジオセルは中詰材によりジオセルに作用する載荷重が異なることから、碎石、砂質土、粘性土の3種類をジオセルに充填し、一軸圧縮試験を実施することで強度限界を検証した。^{2)、3)}本研究より得られた知見は下記のとおりである。

(1)斜面のはらみだしを低減するために配置するジオセルは横断方向に3列(80cm)以上必要である。

(2)ジオセル間の引き抜き抵抗(せん断抵抗)は、碎石、砂、粘性土を充填材として使用した場合、各セル間のせん断抵抗は高く、引き抜きに対し安定している。

表-1 ジオセルのせん断抵抗係数

ジオセル	碎石	砂	粘性土
含水比 (砂: 相対密度)	0%	5% (8)	48%
せん断抵抗係数	0.65	0.70	0.85

(3)一軸圧縮試験の結果は、表-1のように 碎石>砂質土>粘性土 である。

表-2 ジオセル一軸圧縮試験結果

ジオセル	碎石	砂質土	粘性土
破断時の荷重 (kN)	133	67	11
1セル当りの荷重 (kN/m ²)	2,667	1,349	217

上記基礎実験の結果より、擁壁工法用ジオセルの展開時寸法、使用を決定した。

①擁壁工法用ジオセル展開時の標準寸法

・セル高さ: 15cm ・横断方向: 3列(80cm) ・縦断方向: 8列(2.65m)

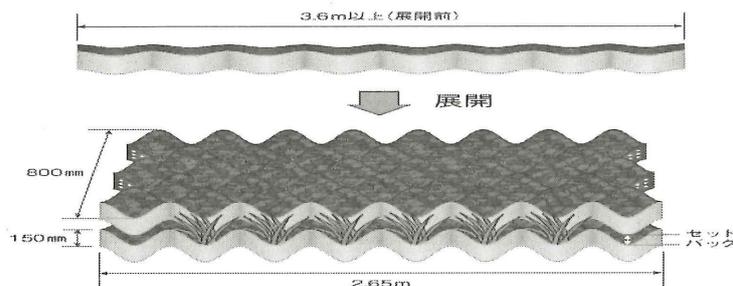


図-2.1 ジオセル展開図

②擁壁工法用ジオセルの仕様

表-2 擁壁工法用ジオセルの仕様

銘柄		T-150M
原料		高密度ポリエチレン
カーボンブラック含有率		2.0%
セル高さ		15cm
シート厚さ	前面	1.50mm ± 15%
	内部	1.25mm ± 5%
展開時セルサイズ		320mm×287mm/1セル
展開後寸法（横断×縦断）		80cm×2.65m/1ロール
セル数（横断×縦断）		3セル×8セル
標準面積		2.12m ² /1ロール
溶着強度		2,130N/15cm高
重量		約4kg/1ロール

設計時、施工時の留意事項は次のとおりである。

(1) 設計時

- ①設計法：試行くさび法
- ②ジオセル擁壁工法の対象となるのは切土分野で、切土地山が安定していることが重要。
- ③最大擁壁高さは、表-2.1の実験結果及び耐震性が未確認であることから、H=8.0m未満とする。
- ④現地発生土（粘性土）を使用する場合は、H=5.0m以下とする。
- ⑤H=5.0mを超える場合は中詰材に砕石を使用する。
- ⑥湧水のある場合、中詰材に使用する砕石の位置や使用量を検討等の湧水対策の設計を行う。
- ⑦天端部分にクラックが懸念される場合、天端付近にジオグリッドまたはジオテキスタイルを敷設する。

(2) 施工時

- ①中詰材の細粒分の含有率は40%以下の土質材料とする。
- ②中詰材が岩石材料の場合、最大寸法は80mm以下の材料とする。
- ③中詰材の撒き出しは、ジオセルの天端より2~3cm程度高く撒き出し、ジオセルを損傷しないようにする。

2.2 ジオセルの耐候性

ジオセル擁壁工法では、表面にできるジオセルの耐候性は重要である。そこで、ジオセルのサンシャインウエザーネーターによる促進暴露試験を実施した。

500時間から5,000時間の結果（表-2.3）では、強度保持率が100%の結果が得られている。サンシャインウエザーメーターの500時間が屋外暴露の1年に相当するといわれており、5,000時間は10年に匹敵する。実際は植生等により、紫外線が壁面に直接当らなくなり紫外線劣化に対する耐候性はさらに向上すると判断している。

表-2.3 ジオセル耐候性試験結果

暴露時間 (h r)		0	500	1,000	2,000	3,000	5,000
強度保持率 (%)	茶	100	99	98	103	102	102
	黒	100	99	100	103	102	97

2.3 ジオセル擁壁工法の施工事例

ジオセル擁壁工法は八戸工業大学での基礎実験、現場実験の結果を踏まえ、2004年より市場開発を開始、08年までの施工実績は200件以上となった。以下ジオセル擁壁工法の代表的な施工事例を紹介する。

2.3.1 災害復旧工事

2006年、新潟県中越地震の災害復旧工事に、ブロック積み工の代替工法としてジオセル擁壁工法が採用された。

・採用理由

災害復旧現場は資材搬入の極めて困難な場所が多く、建設重機（バックホウ）の進入も不可能な現場があり、ブロック積み工が出来ないため、搬入資材が軽量ですべての工程が人力で施工可能な工法に変更する必要があった。各種ある擁壁工の中で上記条件を満たし、かつ施工費もブロック積み工とほぼ同等の工法を検討した結果、ジオセル擁壁工法を採用した。⁴⁾

・結果

新潟県では中越地震から3年後、2007年7月に最大震度6強の「新潟県中越沖地震」が発生。ジオセル擁壁工法がこの地震により被災した例は1件も報告されていない。

ジオセル擁壁工法が柔構造であったことが最大の要因と考えられる。⁴⁾

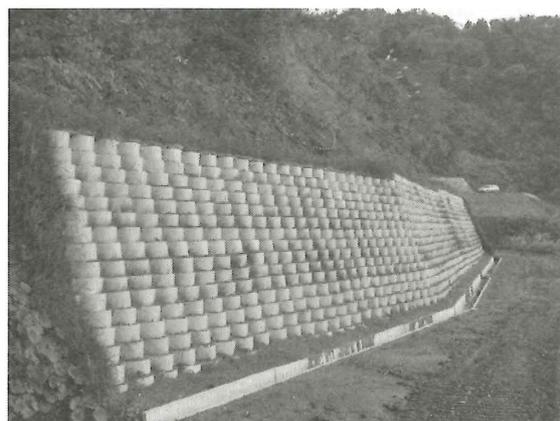
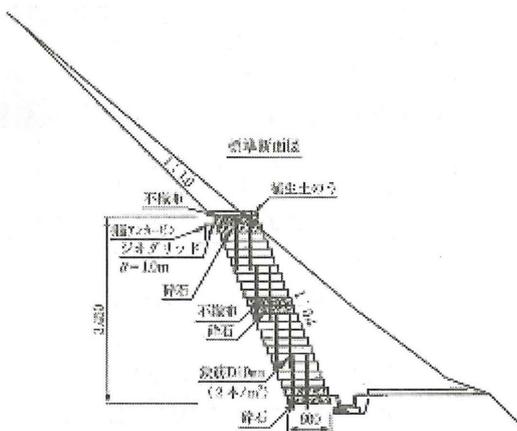
施工事例-2.2 工事名：農災にぎり1地区 道路災害復旧工事

発注者：新潟県長岡地域振興局

場 所：新潟県小千谷市にぎり地内

・標準断面図

中詰材は発生土を使用。 最大高さは、 $H_{max}=3.45m$ 勾配は、1:0.4。

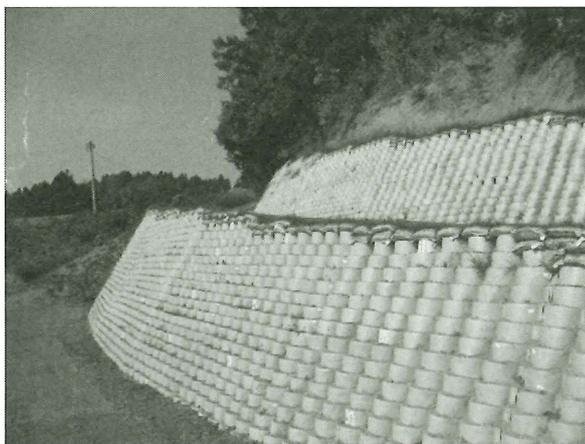


施工事例-2.3 工事名：16災4112号 道路災害復旧工事

発注者：新潟県長岡市役所山古志支所

場 所：新潟県長岡市虫亀地内

中詰材は発生土を使用。 最大高さは、 $H_{max}=4.95m$ 、勾配は、1:0.5。



施工事例-2.4 工事名：16災4452号2工区 道路災害復旧工事

発注者：新潟県長岡地域振興局

場 所：新潟県小千谷市にぎり地内

中詰材は発生土を使用。 最大高さは、 $H_{max}=2.70m$ 、勾配は、1:0.5。



2.3.2 施工条件の悪い現場

2007年、ブロック積み工、大型ブロック積み工を施工する現場としては条件が悪く、ジオセル擁壁工法が代替工法として採用された。

- ・採用理由

ブロック積み工の箇所では、地山背面・基礎地盤が粘性土であり近隣で土捨て場を確保するのが困難で、また、大型ブロック積み工の箇所では粘性土地盤のため下地盤の地耐力が不足し、擁壁前でのレッカーの使用が困難であったことによりジオセル擁壁工法が採用された。

- ・結果

施工後2年経過したが、ジオセル擁壁に変形はなく、良好な結果である。

施工事例-2.5

工事名：大柏木地区盛土造成工事

発注者：国土交通省関東地方整備局 八ッ場ダム工事事務所

場所：群馬県吾妻郡東吾妻町大字大柏木地先

(1) 大型ブロック積み工法部

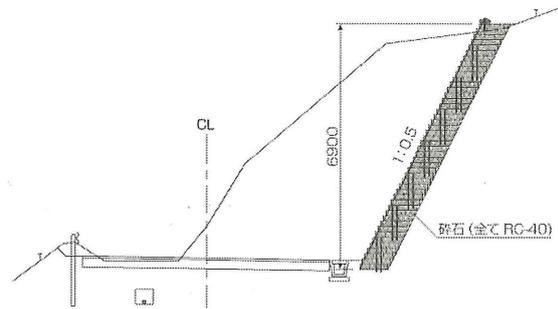
・標準断面図

中詰材は砕石を使用。

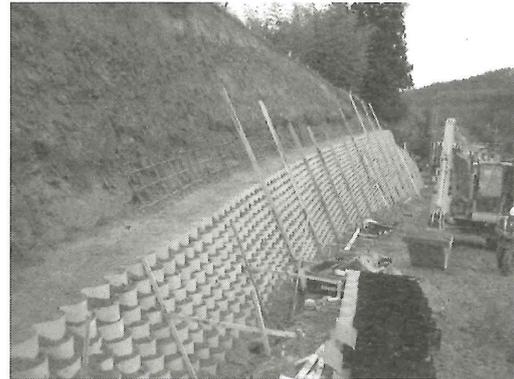
土質条件は、

$\gamma_s = 20.0 \text{ kN/m}^3$ 、

$C = 0.0 \text{ kN/m}^3$ 、 $\Phi = 35.0^\circ$



- ・中詰材は RC - 40 砕石を使用。構造計算により安定を確保した。



- ・背面地山はローム層。地盤が軟弱で、大型ブロック工では支持力確保のため置換え厚が 2~3m。ジオセル擁壁工法では置換え厚が 50cm から 1m に対応できた。



- ・大型ブロック積み部の最大高さは、 $H_{max} = 6.9\text{m}$ 、勾配は、1 : 0.5。



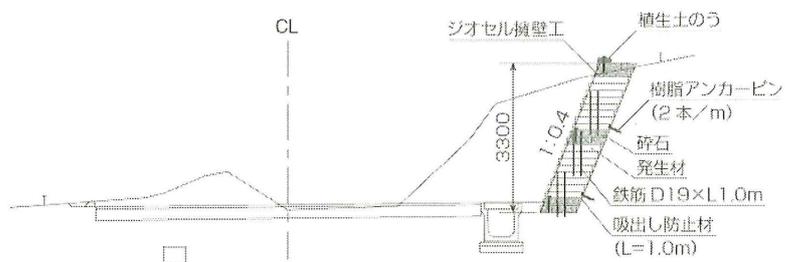
- ・完成状況 : コンクリート施工も不要で工期の短縮、大幅なコストダウンを計ることができた。



(2)コンクリートブロック積み部

・標準断面図

中詰め材は発生土を使用。土質条件は
 $\gamma_s = 18.0 \text{ kN/m}^3$ 、
 $C = 0.0 \text{ kN/m}^3$ 、
 $\Phi = 25.0^\circ$



- ・背面地山はローム層。中詰め材には現地発生土を使用。



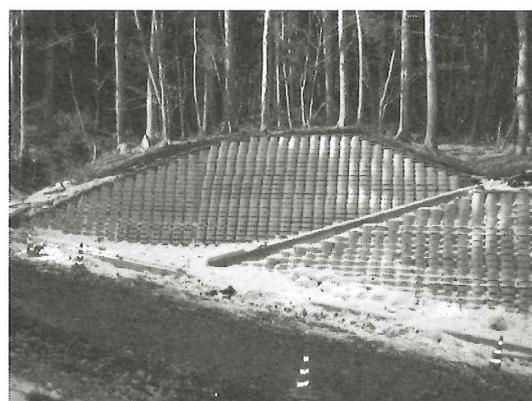
- ・ブロック積み工部の最大高さは、 $H_{max} = 5.1\text{m}$ 、勾配は、1:0.4。



- ・柔構造で折れ部や曲線部も自由に対応が可能である。



- ・各場所にスロープを設置した。



3. おわりに

ジオセル擁壁工法は、現在、国土交通省の新技术情報システム（NETIS）を取得中である。ジオグリッドは盛土補強土壁分野で市場を拡大してきた。当社はジオセルにより切土分野においてジオシンセティックスの新しい市場を創出すべく努力していきたくと考えている。

今回は、ジオセル擁壁工法の紹介をさせて頂いたが、のり面保護緑化工法も施工実績が増加している。08年度より、ジオセルの更なる市場拡大のため、東京理科大学、北見工業大学とも共同研究を開始し、路盤補強工法、構造物基礎工法（マットレス工法）等の開発を進めている。

参考文献

- 1) 国際ジオシンセティックス学会日本支部編 : ジオシンセティックス入門, 理工図書, 2001
- 2) 遠藤大輔他 : ジオセルを用いた斜面補強に関する基礎的研究、ジオシンセティックス論文集, Vol.20, 2005
- 3) 矢澤一樹他 : ジオセル補強土の基礎的力学特性に与える充填地盤材料の影響, ジオシンセティックス論文集, Vol.21, 2006
- 4) 樋口正弘 : 農地・農業用地の復旧－鋼製擁壁・立体ジオセル工法による復旧－, 基礎工 (特集: 最近の災害復旧), Vol.36, No.9, 2008
- 5) 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, 2000