

## 軟弱地盤対応型ジオグリッド補強土擁壁

前田工織(株) 吉 田 浩 一  
同 同 横 田 善 弘  
同 同 竜 田 尚 希

### 1. はじめに

近年、用地縮小化に伴い盛土法面の急勾配化が要求されており、緑化型補強土壁工法や壁面を垂直にする補強土擁壁工法が数多く施工されている。それらの多くは、軟弱地盤上や急峻な地形での施工、現地発生土の使用など厳しい条件下に置かれており、施工後の基礎地盤や盛土材の沈下に伴う壁面材の変形（沈下・はらみ出し現象）が懸念される。そこで、補強盛土を先行して構築し、基礎地盤や盛土材の圧密沈下終了後に壁面材を設置することにより、壁面部の変形が少ない補強土擁壁工法を開発した。この工法を、「軟弱地盤対応型ジオグリッド補強土擁壁」と称し、施工例と、壁面工の施工手順による盛土内部及び基礎地盤内の鉛直応力分布の違いを報告する。

また、今後、突発的な集中豪雨や大規模な地震の影響によって補強土壁が変形し、壁面材に損傷が生じることも想定されることから、壁面材の補修方法の確立が重要となる。そこで、実物大の補強土壁を対象として、壁面材の補修実験を行い施工性の確認を行った。ここに、その結果も報告する。

### 2. 構造

図-1に当補強土擁壁の構造図、写真-1に壁面工施工状況を示す。当補強土擁壁の特徴は、外壁(壁面材)と内壁の二つの壁面を有することである。外壁としてコンクリート製のブロックがあり、その内側に単粒度碎石からなる変形吸収層がある。内壁は、拘束シート(ジオテキスタイル：不織布)と碎石型枠(L型の鋼製壁面材)から構成される。補強盛土は、内壁とジオグリッドにより自立安定している。

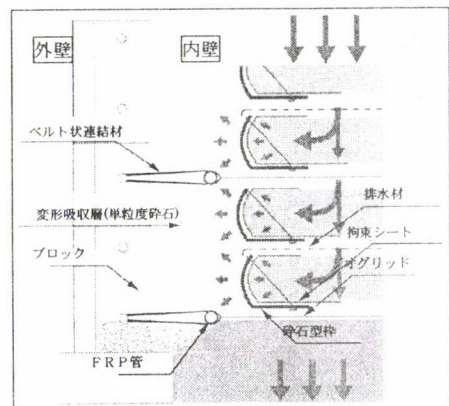


図-1 構造図

### 3. 特徴

当補強土擁壁は以下の特徴を有する。1) 補強盛土を先行して構築し基礎地盤や盛土材の圧密沈下終了後にブロックを設置するため、施工後の壁面の変形が少ない。2) 補強材にジオグリッドを使用しているため従来の補強土擁壁より盛土材の適用範囲が広い。3) 壁面材と補強材の連結部に柔な部材を使用しているため、補強盛土の沈下による変形に連結部が追従でき、ブロック連結部に応力が集中することを防止できる。4) 主要な部材は高分子材料とコンクリートで構成され、耐腐食性・耐久性に優れている。5) 二重壁構造の特徴を活かし壁面の補修や取替えが可能。

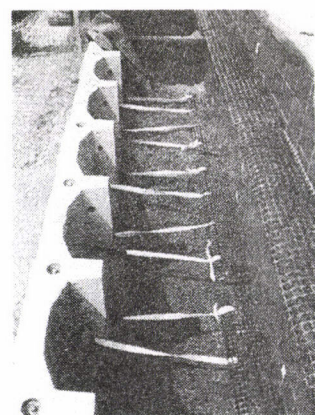


写真-1 壁面工施工状況

#### 4. 施工手順

図-2に施工手順、写真-2～写真-5に施工写真を示す。当補強土擁壁の施工手順を以下に示す。1) 基礎地盤の整地を行い補強盛土の壁面部に高さ 30 cm毎に碎石型枠と拘束シートを設置する(写真-2)。2) 盛土材のまき出し締固めを行い、ジオグリッド及び排水材の敷設を行う。以上の作業を繰り返し行い、補強盛土を構築する。盛土材が圧縮性の高い粘性土(細粒分の含有量が多く短期間に圧密が完了しにくい材料)や、基礎地盤が軟弱な場合は緩速施工を行い、圧密沈下を十分にさせる。また、重機を使用しL型の鋼製壁面材の際まで十分に締固めを行う。写真-3に補強盛土施工完了時の様子を示す。3) 壁面工の基礎を打設しブロックを設置する。ブロックが所定の高さまで積み上がった後に、写真-4のように予めループ状にしたジオグリッドの端部に FRP 管を通し、ポリエステル製の連結ベルトを使用し、ブロックとジオグリッドを連結する。連結ベルト設置後、ブロックと碎石型枠の間に単粒度碎石を投入する。単粒度碎石は自由落下により投入する。この作業を繰り返し行い、壁面工を構築する。4) 天端コンクリートを設置し、高さの調整を行い、施工完了となる。

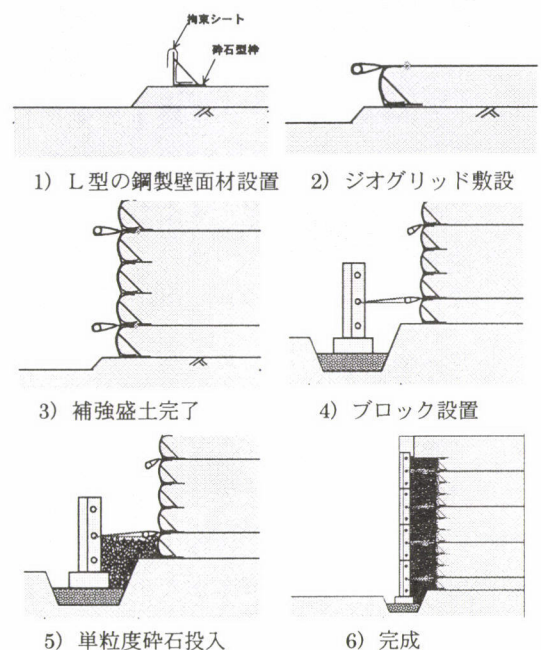


図-2 施工手順



写真-2 ジオグリッド敷設

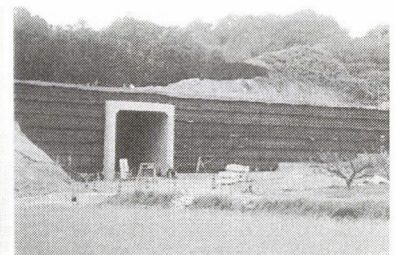


写真-3 補強盛土完了



写真-4 連結ベルト設置



写真-5 ブロック設置状況

#### 5. 変形解析

##### 5.1 解析条件

当工法の壁面工の施工手順による盛土内部及び地盤の鉛直応力分布の違いを把握する為に2次元有限要素解析を行った。解析パターンとしてType1:壁面工と補強盛土を同時施工、Type2:補強盛土完了後に壁面工を施工するタイプを想定し両者を比較した。両タイプとも壁高さは $H=6.8\text{m}$ 、補強材の長さは $L=5.5\text{m}$ とし、補強土下部を深さ 1.0mの浅層改良を行った。解析パラメータは表-1のように仮定した。本解析は、施工手順による鉛直応力の違いを検討するものであるため、一般的な値を使用し、全応力解析を行った。

表-1 解析条件

| 項目             | 弾性係数 E<br>( $\text{kN/m}^2$ ) | ポアソン<br>比 $\nu$ | 湿潤密度<br>$\gamma_t$ ( $\text{kN/m}^3$ ) |
|----------------|-------------------------------|-----------------|--|
| 盛土材(線形弾性)      | $1.00 \times 10^4$            | 0.33            | 19.0                                   |
| 碎石/変形吸収層(線形弾性) | $1.00 \times 10^4$            | 0.33            | 19.0                                   |
| ジオグリッド(線形トラス)  | $2.23 \times 10^6$            | -               | -                                      |
| ブロック(線形弾性)     | $2.00 \times 10^6$            | 0.33            | 23.5                                   |
| 浅層改良(線形弾性)     | $8.00 \times 10^4$            | 0.33            | 19.0                                   |

## 5.2 解析結果

図-3、図-4に鉛直応力分布図を、図-5に浅層改良内部に生じる鉛直応力の分布を示す。図-3より、壁面工を補強盛土と同時に施工すると盛土の変形により、過大な鉛直応力がブロックに発生することがわかる。図-4より、壁面工を補強盛土完了後に施工を行うことにより、ブロックには過大な鉛直応力が発生しなくなることがわかる。図-5より浅層改良部に加わる壁面工の鉛直応力は両タイプとも 250kN/m<sup>2</sup>前後となる。鉛直応力が最大となる位置は、Type1は壁面工直下付近、Type2は補強盛土つま先付近であることが確認できる。

## 6. 施工例

有明海沿岸道路工事において、当補強土擁壁を採用した。当該地域は、有明海沿岸部の軟弱な粘性土が厚く堆積した軟弱地盤地帯である。基礎地盤は浅層改良工と高強度ジオテキスタイル工を併用した軟弱地盤対策を行った。写真-6、写真-7に施工状況を、図-6に標準断面図を示す。当工事は、2004年3月に補強盛土の施工を完了し、その後約2年間放置し、盛土及び基礎地盤の圧密を促進させた。この間に基礎地盤は最大60cm程度沈下した。

2006年1月から壁面工の施工を開始した。基礎地盤が沈下したことにより、当初、壁面材とジオグリッドの連結が困難となることが予測されたが、連結ベルトの長さを調整することにより、対応することができた。現在、施工を9割程度完了しているが、壁面材には変状などは認められず、無事施工が行われている。

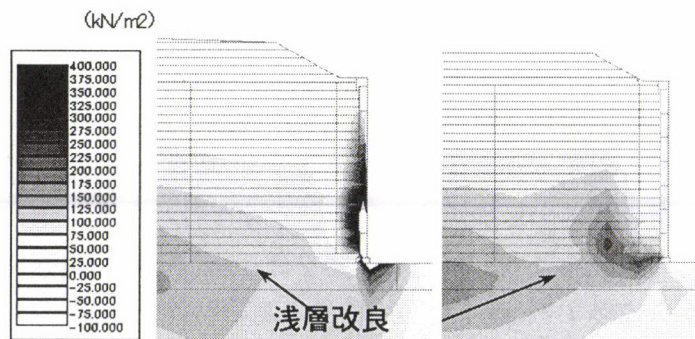


図-3 Type1 壁面同時施工

図-4 Type2 壁面あと施工

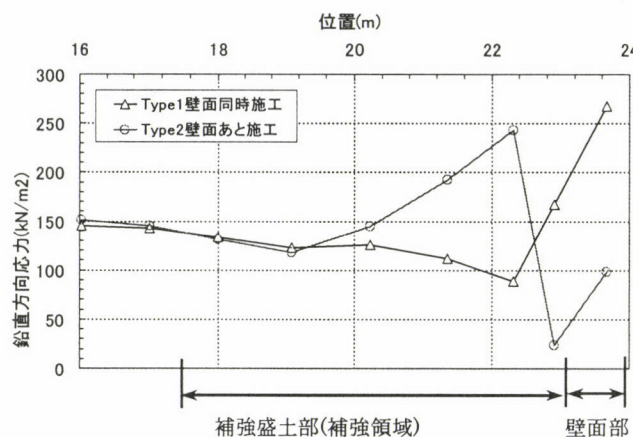


図-5 浅層改良部への鉛直応力

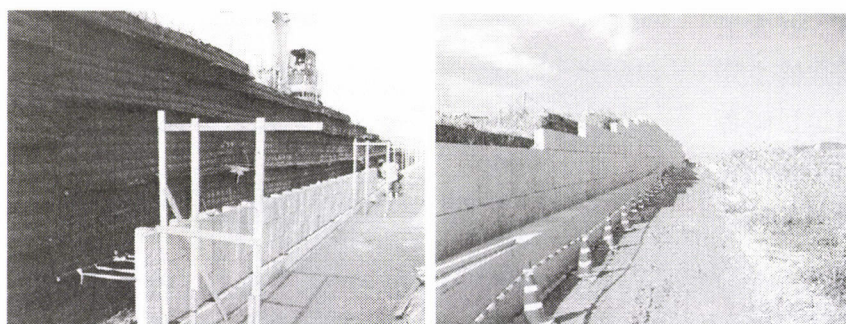


写真-6 ブロック設置

写真-7 ブロック完了

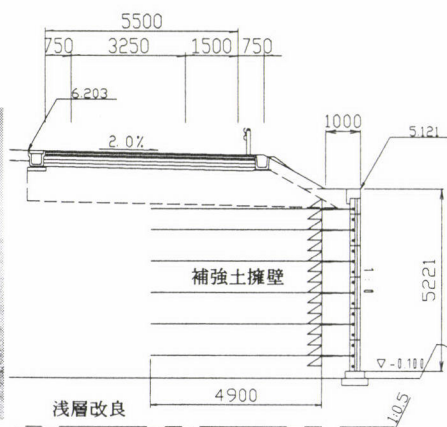


図-6 標準断面図

## 7. 壁面材の補修実験

今後、突発的な集中豪雨や大規模な地震の影響によって補強土壁が変形し、壁面材に損傷が生じることも想定されることから、壁面材の補修方法の確立が重要となる。そこで、実物大の補強土壁を対象として、壁面材の補修実験を行い施工性の確認を行った。壁面材の補修は、損傷を受けた壁面材を新しい壁面材に交換することにより行う。補修実験の状況を写真-8～写真-17に示す。壁高9m、10段の壁面材の内、天端から4段目までの壁面材が損傷を受けたと想定し、補修実験を行った。補修手順を以下に示す。1) 壁面にφ150程度のコアを抜き、そこから変形吸収層内の碎石を所定の高さまで抜く(写真-9、写真-10)。2) 壁面材と補強盛土をつなぐ引抜け防止材を切断する(写真-11)。3) 所定の位置まで壁面材を取り外し、損傷を受けた壁面材を交換する(写真-12)。4) 新しい壁面材を取り付け、補強盛土に残る引抜け防止材と壁面材を連結する(写真-14、写真-15)。5) 所定の高さまで壁面材を取り付け、変形吸収層内に碎石を投入する。以上の方法で壁面材の補修は可能であることが確認できた。しかし施工性の向上と施工時の安全性に課題があり、今後検討が必要である。

## 8. まとめ

「軟弱地盤対応型ジオグリッド補強土擁壁」に対する有限要素解析と実施工の結果から、補強盛土完了後に壁面工の施工を行うことにより、ブロックに作用する鉛直応力が小さくなり、施工後の壁面工の変位を小さく抑えることが出来ることが確認できた。

今後は、建設残土、浚渫土などの再利用を視野に入れた研究開発を進めていきたい。また、補強土壁の将来を見据え、補強土壁内部の健全性の評価方法とその判定基準、変状に応じた補強土壁のメンテナンス方法の確立が必要である。

謝辞：本施工において、国土交通省九州地方整備局福岡国道事務所をはじめ、多くの方々に多大なる協力を頂きました。ここに特記し謝意を表します。

## 参考文献：

- 1) 吉田浩一・横田善弘・竜田尚希・荒井克彦：軟弱地盤対応型補強土擁壁，第39回地盤工学研究発表会 2004。
- 2) 吉田浩一・久保哲也・南和弘：中越地震による補強土壁の被災調査と復旧事例，ジオシンセティックス論文集 2005。



写真-8 補修前



写真-9 コア抜き

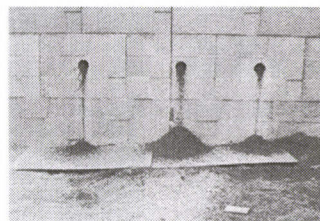


写真-10 碎石を抜く

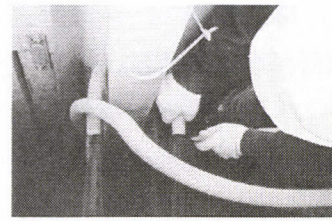


写真-11 連結ベルト切断



写真-12 壁面材撤去



写真-13 壁面材撤去完了



写真-14 壁面材取付け



写真-15 壁面材連結



写真-16 碎石投入

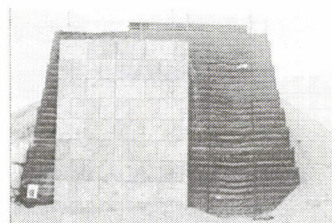


写真-17 完了