

# ジオシンセティック材料を用いた排水補強盛土工法

## *Reinforced Embankment Method using Geosynthetic Horizontal Drain Materials*

赤井 智幸\*      松本 哲\*      玉井 輝夫\*  
*Tomoyuki Akai      Akira Matsumoto      Teruo Tamai*  
 嘉門 雅史\*\*  
*Masashi Kamon*

(1998年10月30日 受理)

In recent years, the reinforced embankment method using geosynthetic materials has been used generally as one of the construction methods to stabilize embankments. Although the geogrid, which is a typical reinforcing material, has good mechanical properties, it is not suited to reinforced embankments of soft clay because of lacking drainage effect.

When a soft clay of low strength is used as filling material for embankments, it is necessary to increase the total strength by consolidation due to the drainage. This is the reason why a reinforcing material is being developed which has a large transmissivity as well as a superior strength.

The authors have developed several kinds of geosynthetic horizontal drains(abbreviated below as GHDs) which have both of these properties. This paper describes them, and discusses a method for designing reinforced embankment using GHDs.

キーワード：補強土工法，ジオシンセティック材料，粘性土，建設発生土，軟弱土

### 1. 緒言

近年，処分費の高騰や処分地の減少等の理由から，従来廃棄物として処分されていた粘性土や建設発生土の有効利用が強く求められている。最近ではジオシンセティック材料（土木用繊維・高分子資材）を利用した「補強土工法」に著しい発展が見られるが，従来の補強材には排水性がないため，粘性土や建設発生土等の性状の悪い軟弱土には適用が困難である。

筆者らは，補強機能のみならず，排水機能をも兼ね備えた新しいタイプのジオシンセティック材料の盛土補強材（以下，GHD:Geosynthetic Horizontal Drainと称す）を開発し，その効果確認のため3種類の盛土実験を行い，軟弱土の盛土材料にも適用できる補強土工法の検討を進めてきた。その結果，「排水補強盛土工法」とし

て実用化の段階に至った。ここでは，盛土高さ10mの粘性土高盛土実験を中心とした盛土実験と，排水補強盛土工法の設計法や実用化例について報告する。

### 2. 実験

GHDの開発にあたっては補強や排水性，耐久性に係わる室内実験によって材料特性を吟味し，実施工での効果確認のため表1に示す3種類の盛土実験を実施した。

表1の盛土実験1は，崩壊した4カ所の農業盛土斜面の復旧にGHDを適用したものである。現場は大阪府内の崩壊が多発している地すべり防止指定区域で，盛土材料は砂混じり粘土である。実験では5年間にわたり施工時に埋設した計測計器による現場計測や現地調査を行ったが，例えば，図1は現場計測から得られた記録的豪雨時における盛土内の水位変動を示している。無補強工区では盛土内水位はきわめて高く，水位低下に長時間を要している。一方，GHDで補強した工区は，降雨に対し

\* 評価技術部 産業用繊維グループ

\*\* 京都大学 防災研究所



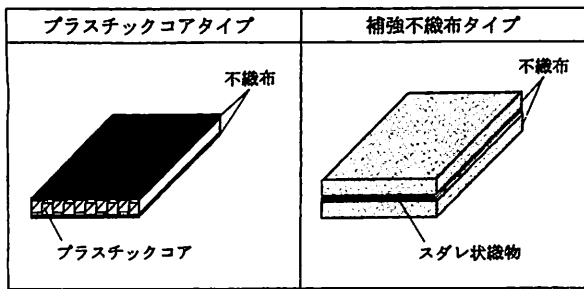


図3 GHDの断面模式図  
Cross-Section of GHDs

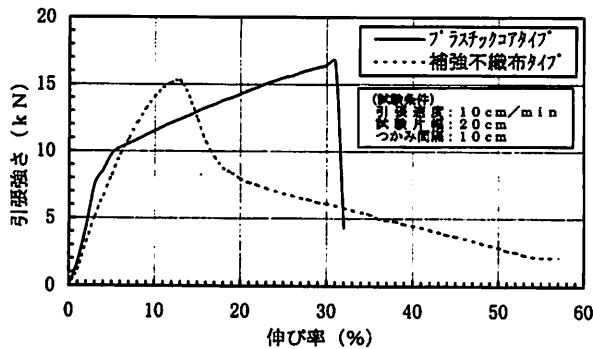


図4 GHDの引張特性  
Tensile Strength / Elongation Curve of GHDs

表3 GHDの基本性能  
Basic Properties of GHDs

項目	G H D	
	A工区 (プラスチックコア)	B工区 (補強不織布)
厚さ (mm)	3.6	8.7
質量 (g/m <sup>2</sup> )	1636	1581
引抜き強度 (kN) <147kPa 下>		
5%ひずみ時	6.1	8.3
最大引抜き強度	6.5	12.2
引張強さ (kN/m)		
5%ひずみ時	43.5	43.8
破断時	82.8	72.9
破断ひずみ (%)	32.1	11.4
面内透水係数 (cm/s)		
<98kPa 下>	1.6×10 <sup>-1</sup>	3.2×10 <sup>-1</sup>
<294kPa 下>	1.6×10 <sup>-1</sup>	1.0×10 <sup>-1</sup>

た。さらに、盛立て時から約2年間にわたるGHDのひずみの現場計測を行い、図6の結果を得た。盛立て中に最大約1%の引張りひずみが生じたが、盛立て完了後はほとんど変化せず、クリープが進行している様子は見られない。盛土の変形状態からもこの粘性土高盛土は安定

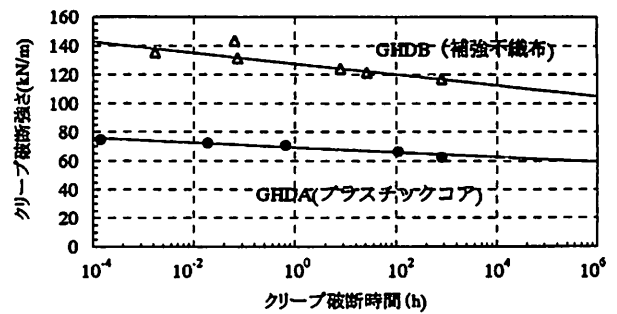


図5 GHDのクリープ試験  
Creep Test of GHDs

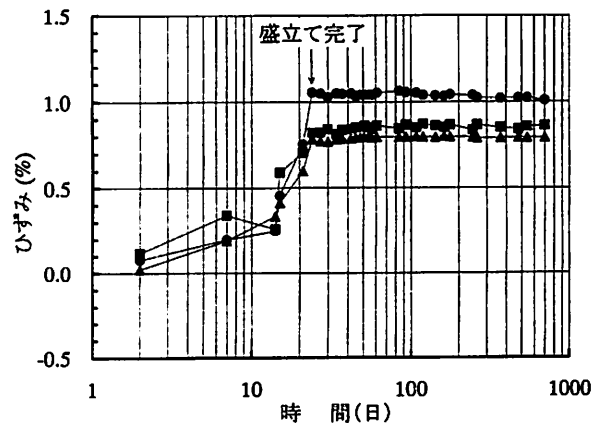


図6 GHDのひずみ  
Strain of GHDs

した状態にあり、GHDが長期補強効果を発揮していることが確認された。

### 3. GHDを用いた排水補強盛土工法の実用化

#### (1) 設計の基本的な考え方

前章の盛土実験で確認された効果は、「排水補強盛土工法」として取りまとめられた<sup>2)</sup>。この工法の特徴は、補強機能と排水機能を兼ね備えたGHDを用いることにより、粘性土単独では強度が不足し、すべり崩壊する条件下でも、自重による圧密効果も促進して粘性土の強度増加を図るとともに、材料の補強効果によって盛土のすべり安全率を増加させることができる点である。

設計における基本的な考え方は、(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」<sup>3)</sup>に準拠しているが、排水補強盛土工法は粘性土を対象としているので、GHDの引張補強効果だけでなく排水効果をも組み込んでいる。排水効果には、圧密による強度増加のように定量的に取り扱うことが出来

る効果と、雨水などの浸透水を排除し盛土を良好な状態に保つというような、定性的な安定に寄与する効果とがあるが、設計では前者のみを対象としている。

設計に当たっての検討項目の概要は次のとおりである。  
 ①内的安定に対する検討（補強領域内部のすべりに対する安定性、GHDの破断、引抜きに対する検討）②壁面工の検討（壁面工が土圧に対して安定であるかどうかの検討）③外的安定の検討（補強領域外側のすべりに対する検討）④地震時の検討（通常は常時の検討のみであるが、万一崩壊すると隣接物に重大な損害を与えたり、復旧に長時間を要するような場合に行う。）

GHDの敷設時の配置は、原則として全面敷設配置および帯状千鳥配置で、帯状千鳥配置の場合の敷設率は30%以上とした。

## （２）排水補強盛土工法の実用化例

表1に示した盛土実験の結果から、GHDならびに排水補強盛土工法の長期補強効果が認められ、また、従来に比べ設計根拠が明確で、経費縮減にもつながることから、大阪府では、平成9年度より農業用盛土への本研究成果の活用・導入を決定した<sup>4)</sup>。図7～9は、平成10年に大阪府泉北丘陵において、崩壊した盛土斜面の復旧に適用された実用化例である。現場は図7に示すように高さ10m程度で、斜面が降雨によって上端から深さ約4m、幅約15mにわたり崩壊したものである。現場発生土の崩壊した軟弱な砂混じり粘土をそのまま盛土材料に用い、GHDで補強して斜面勾配1:1.5で復旧された。施工には特別な熟練技術等を必要とせず、30cm幅のGHDを敷設率33%、90cmピッチで帯状に敷設し、高さ方向に4段、千鳥に配置した（図8）。盛立て完了後の状況を図9に示す。

盛立て後、梅雨や台風の時期を経ても何ら異常はなく、復旧された盛土は安定な状況にある。



図7 崩壊斜面  
Failed Slope

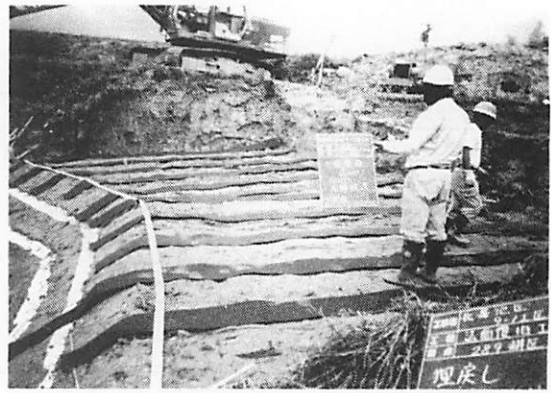


図8 GHDを用いた盛立て状況  
Filling Work with GHD

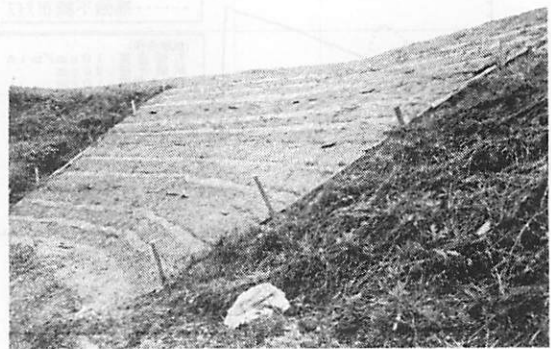


図9 盛立て完了  
Completed Filling Work

## 4. まとめ

GHDならびにこれを用いた排水補強盛土工法は、軟弱土の盛土や崩壊斜面の復旧に利用でき、従来廃棄物として処分されていた粘性土や建設発生土の盛土材料としての有効利用に貢献するものと考えられる。

本研究は、28機関・企業による中核的研究事業として実施したものであり、参画された機関および企業の担当者の方々に謝意を表します。

### 参考文献

- 1) M. Kamon, T. Akai, M. Fukuda, Y. Nanbu, Proc. of Int. Symp. on Earth Reinforcement, 215-220, 1996
- 2) ジオテキスタイル技術研究会, 排水補強盛土工法技術資料—ジオシンセティック材料による—, 1998
- 3) (財)土木研究センター・ジオテキスタイル補強土工法普及委員会, 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, 平成5年
- 4) 大阪府, 公共工事コスト縮減対策に関する行動計画, 平成9年