

軽量盛土工法に発泡廃ガラス材を用いた事例

日本建設技術(株) 正○原 裕 佐賀大学理工学部 正 鬼塚 克忠
日本建設技術(株) 江口 厚喜 日本建設技術(株) 正 横尾 磨美

1. はじめに

2000 年時代は最適生産・最適消費そして最小廃棄の時代になるが、廃棄物の処理・処分方法としては、今後とも廃棄物処理施設の確保、廃棄物のリサイクルによる再資源化を行っていく必要がある。

このような背景から、容器包装廃棄物の再資源化を目的として、空ビンなどのガラス廃材を原料とする発泡廃ガラス材を開発し、建設分野における有効利用を行っている。この発泡廃ガラス材は多孔質間隙構造を有する鉱物で、軽量かつ強固な特性を有する。また、製造条件により 0.3~1.5 の比重および吸水・非吸水が調整可能であり、吸水性のものは斜面緑化のための保水材として、非吸水性のものは軽量盛土材・軽量骨材（コンクリートの二次製品・吹付法枠工への利用）・軟弱地盤改良材などに利用している^{1) 2)}。

今回は、非吸水性の発泡廃ガラス材と他の軽量盛土材料との比較を行い、実際に軽量盛土材として設計した事例について報告する。

2. 軽量盛土材料としての有効利用

発泡廃ガラス材を軽量盛土材料として使用する場合、地すべり地帯や軟弱地盤における盛土重量の軽減を主目的として用いている。発泡廃ガラス材の素材はガラスであるため、軽量盛土材として使用されている発泡スチロール材に比べ熱や薬品に対して強く、腐食しないという利点がある。発泡スチロール材は耐久性の面で将来廃棄物となる可能性がある。発泡廃ガラス材の製造時の最大粒径は 75mm 程度であり、粒度分布は必要に応じてコントロールできる。盛土材に用いた発泡廃ガラス材は、粒径が 5~40mm の不定形のもので、軽量盛土材として使用する場合、すべりや沈下に対して有効であり、構造物に対して土圧軽減ができ、施工も容易である。圧縮強度についても、発泡廃ガラス材は他材料に比べてかなり大きな値を示す³⁾。

3. 発泡廃ガラス材を用いた軽量盛土工法の設計例

(1) 設計条件

a) 概要

佐賀県唐津市地内の急傾斜地で、降雨により崩壊した斜面地盤を発泡廃ガラス材を用いた軽量盛土工法で設計した事例について報告する。周辺の地質は、花崗岩類の東松浦花崗岩を基岩とし、丘陵地上部では、火山岩類の玄武岩が覆っている。今回計画したのは、この丘陵地の中腹部にあたり、崖推性の玄武岩礫、花崗岩礫を含む堆積層が薄く覆っている。地形および地質構造上、谷部に当たるため降雨による雨水が集中しやすい急傾斜地である。この斜面は粘性土が多い地盤で、地下水が多いため地下水位は高いものと推定される。現地は土砂の流出・崩壊により斜面上部の家屋床下が露出するほど地盤が崩壊し、危険な状態にある。崩壊した斜面は概ね 1:1 以下の勾配になって安定している。また、斜面長約 20m 下方の家屋には、斜面上部の崩壊による土砂や落石が小規模な土石流となり堆積しているのが確認されている。

これらのことから、斜面上部の宅地基礎部の補強と斜面の復旧と安定を図ることを目的として発泡廃ガラス材による軽量盛土工法の設計を行った。

表-1 各地盤の土質定数

b) 土質定数 表-1 に示す土質定数により設計を行う。計画安全率は 1.20 とする。

土質の種類	土質定数	単位体積重量 (kN/m^3)	粘着力 (kN/m^2)	摩擦角 ($^\circ$)
流用土 (礫混り土砂)		18.0	5.0	20
風化花崗岩		20.0	5.0	40
発泡廃ガラス材 (比重0.6)		6.0	10.0	35
中詰土		15.0	0	30

c) 解析方法 Fellenius の式により求める。

$$F_s = \frac{\sum \{ c \cdot \ell + (W \cdot \cos \alpha - u \cdot \ell) \tan \phi \}}{\sum W \cdot \sin \alpha} \dots\dots\dots (1)$$

ここに F_s : 安全率 c : 粘着力 (kN/m^2)
 ℓ : スライスのすべり面さ (m) W : スライス重量 (kN/m)
 α : すべり面傾斜角 ($^\circ$) u : 単位間隙水圧 ($u = h_w \cdot \gamma_w$) (kN/m^2)
 h_w : 水位からすべり面の平均深さ (m) γ_w : 水の単位体積重量 (kN/m^3)
 ϕ : 内部摩擦角 ($^\circ$)

(2) 解析結果と施工方法

流用土と発泡廃ガラス材の各々について盛土を行った場合の解析結果を表-2に示す。図-1の計画断面図に示す盛土形状で原形復旧を行った場合のすべりに対しての安全率は、流用土を用いた場合 $F_s=0.88$ で、

1以下になるため不安定になりすべりを生ずる。発泡廃ガラス材を用いた場合 $F_s=3.79$ で安全である。また、重力式擁壁工の安定度については、表-2に示すように、流用土では転倒・滑動および地盤反力について不安定となるが、発泡廃ガラス材を用いた場合は単位体積重量が小さく、内部摩擦角が大きいため安定する結果が得られる。

解析結果より、流用土よりも軽量で大きな強度を持つ発泡廃ガラス材による軽量盛土工法を選定した。また、当地は降雨時に地下水が集中しやすい地形であるため、透水係数の大きな発泡廃ガラス材で盛土をすることにより、地下水の早期排水効果が期待できる。盛土施工後、プレキャスト法枠工で斜面保護をし、枠内を緑化するために植生工を行う。盛土材が独立間隙構造の発泡廃ガラス材であるため、植生工には連続間隙構造の吸水性を有する発泡廃ガラス材を保水材として混合した土のうによる植生基盤を設ける。図-2に施工のフローチャートを示す。

4. まとめ

発泡廃ガラス材の盛土材料としての比較および設計例についてまとめる。

- 1) 発泡廃ガラス材は、空ビンなどガラス廃材の再資源化による新素材であり、製造条件により比重が0.3~1.5に調整可能である。また、発泡の条件により非吸水性の独立間隙と吸水性の連続間隙に分けられる。独立間隙のものは、軽量盛土材料や軽量骨材などに利用できる。また、連続間隙のものは、屋外庭園や斜面緑化工法の保水材、ドレーン材料として利用できる。
- 2) 発泡スチロール材と比べ、強固で収縮性もなく、熱や薬品に対して強いという利点がある。また今回の軽量盛土工は、発泡廃ガラス材を用いることによって土留擁壁工の安定化と盛土部のすべりに対して安定化を計ることができた。また、現地発生土との混合による地盤材料化の利用も出来る。

参考文献

- 1) 鬼塚克忠・横尾磨美・原裕・吉武茂樹：発泡廃ガラス材の工学的特性と有効利用の一例，地盤工学会，土と基礎，Vol.47，No.4，pp.19~22，1999.
- 2) 原裕・鬼塚克忠・横尾磨美・桃崎節子：発泡廃ガラス材を用いた斜面緑化工法，地盤工学会，土と基礎，Vol.47，No.10，pp.35~37，1999.
- 3) 原裕・鬼塚克忠・横尾磨美・桃崎節子：建設分野における発泡廃ガラス材の有効利用——軽量盛土工法——，土木学会第54回学術講演会（第7部），pp.500~501，1999.

表-2 解析結果

解析項目	盛土材	普通土	発泡廃ガラス材
擁壁	転倒(m) < 0.30	0.52 (NO)	0.11 (OK)
	滑動(安全率) > 1.50	0.82 (NO)	2.13 (OK)
	地盤反力(kN/m ²) < 100.0	256.6 (NO)	92.9 (OK)
すべり	安全率 F_s > 1.20	0.88 (NO)	3.79 (OK)

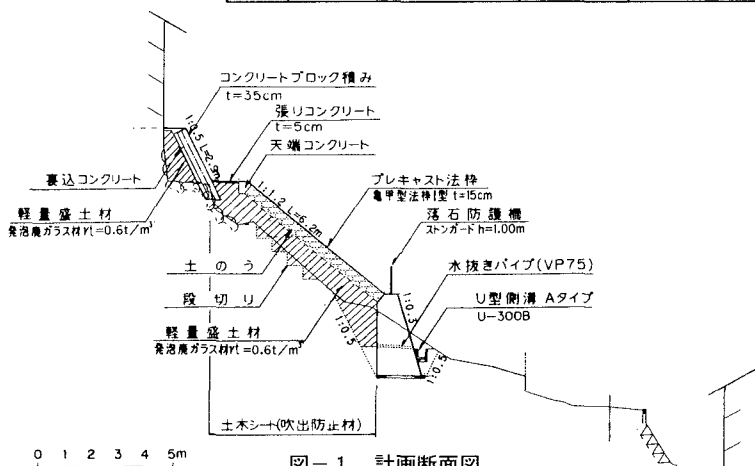


図-1 計画断面図

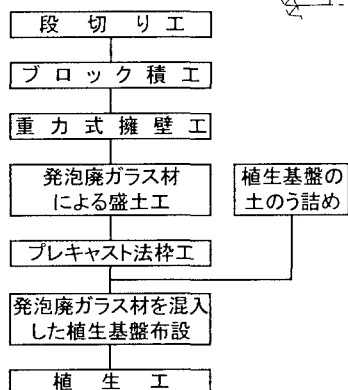


図-2 施工のフローチャート