

廃ガラス材の工学的特性と斜面緑化への試み

日本建設技術㈱ 正〇横尾 磨美 佐賀大学理工学部都市工学科 正 鬼塚 克忠
 日本建設技術㈱ 正 原 裕 日本建設技術㈱ 正 吉武 茂樹
 日本建設技術㈱ 岡部 弘幸

1. はじめに

廃ガラス（空ビン、ガラス類の廃材）を再利用して開発した軽量材は、微少な気泡により多孔質構造を有し、強固である。また、その製造条件により密度と吸水および非吸水性の面での調整が可能である。今回は、この廃ガラス材を再利用した新素材の工学的特性と斜面緑化工法へのこの新素材を用いた事例について報告する。

2. 廃ガラス材の工学的特性¹⁾

廃ガラス材は製造条件により $0.3 \sim 1.5 \text{ g/cm}^3$ の密度の製品ができる。また、微少な独立および連続気泡により吸水・非吸水性のどちらにも調整が可能である。今回密度が 0.4 g/cm^3 の吸水率の低い試料について日本工業規格(JIS)、地盤工学会(JSF)、日本道路公団(JHS)に準じた試験を行い、結果を表-1に示す。

吸水率は 18.3%、普通の砂の 1~3%や砂利の 0.5~2%と比較すると高い値になっている。これは、表面の独立気泡に入り込む水が多いためであると考えられる。透水係数は $0.75 E_c$ (E_c : 標準締固め時の仕事量)のエネルギーで

表-1 試料の性質

試験項目	試料名	搬入試料	締固め試料 (0.75 E _c)	エネルギー変化させた締固め試料				
				0 E _c	0.50 E _c	1.00 E _c	2.00 E _c	4.00 E _c
湿潤密度	ρ_s	g/cm^3	0.355					
乾燥密度	ρ_d	g/cm^3	0.355					
自然含水比	w_n	%	0					
粒度	試験方法							
	篩分	%	100		93	85	76	70
	シルト分	%	0		3	8	14	17
	粘土分	%	0		4	7	10	13
	均等係数	U_1	2.70		2.94	143	—	—
度	曲率係数	U_2	0.80		1.73	35.2	—	—
	最大粒径	mm	75.0		37.5	37.5	37.5	37.5
	表取比		0.475					
	かさ比		0.402					
	見掛比		0.433					
C B R	乾燥密度	ρ_s	g/cm^3	0.288	0.185	0.265	0.321	0.369
	含水	w	%	0	0	0	0	0.456
	試験方法			締固め	締固め	ゆるづめ		
	密着比	r	%	0.005	-0.001	-0.023		
	貫入試験後含水比	w_2	%	33.7	21.5	21.5		
三 軸	平均 C B R		%	30.9	17.7	17.7		
	試験条件			CD	CD			
	ϕ	kgf/cm^2		0.79	0.19			
	度			32.55	29.47			
	一軸圧縮強度	q_1	kgf/cm^2	27.5				
破 砕 率				31.0				
				46.5				
	スレーキング率	%		32.6				
	すりへり	%		0.1				
	単位容積質量乾燥密度	ρ_s	g/cm^3	50.4				
安 定 性	安定性損失質量百分率	ρ_s	g/cm^3	0.233				
	透水係数	k_{15}	cm/s	3.7				
	乾燥繰返し吸水率増加率		%	1.19 × 10 ⁴				
	pH			0.36				
				8.0	9.8	8.0		11.0

締め固めて 1.2cm/sec で、透水性はよいことがわかった。C B R 試験については、 $0.75 E_c$ で C B R = 17.7%、設計 C B R では 30.9%であり、 $0.75 E_c$ のエネルギーで締め固めても砂質土と同程度の支持力があると考えられる。粘着力は緩詰め(投入のみ)で 0.19 kgf/cm^2 、 $0.75 E_c$ で締め固めて 0.79 kgf/cm^2 であり、砂質土と比較すると大きめの値である。また、内部摩擦角は緩詰めで 29.5° と緩詰め時の砂の値に近く、 $0.75 E_c$ では 32.6° でやや固めた砂の値に近いと思われる。エネルギーを変化させた締固め試験後の粒度試験を行ったところ、エネルギーの増加に伴い破砕が進み、試料の粒度特性が変化する。それにより粒子間の空隙が減少し、乾燥密度も増加している。すり減り減量試験値は 50%と高い値を示しているが、安定性試験、スレーキング試験、乾湿繰返し試験など耐久性の指標となる試験では一般の骨材よりも低い値を示し、耐久性にすぐれた材料であると考えられる。pH 試験は、搬入試料の塊状では中性のままだが、締固めにより破砕していくと $9.8 \sim 11.0$ の値となり、アルカリ度が少しずつ高くなっていく。

3. 廃ガラス材を用いた斜面緑化の事例²⁾

斜面緑化には密度が 0.4 g/cm^3 の多孔質連続気泡の廃ガラス材を、厚層基材吹付工法の植物生育基盤材に配合する。多孔質で連続気泡を有しているため、吸水性や長期にわたる保水性に優れているため、草木類の良好キーワード：軽量材料・廃ガラス・工学的特性・斜面緑化

日本建設技術㈱：佐賀県東松浦郡北波多村徳須恵 1417-1 TEL0955-64-2525 FAX0955-64-4255

な根茎の発育を助成し、早期に斜面が緑化形成されることが明らかになった。

佐賀県東松浦郡北波多村に建設された帆柱農免道路の斜面および、佐賀県伊万里市内の国見水平地区のボタ斜面において廃ガラス材を用いた斜面緑化を行なった。道路斜面は第三紀層の砂岩礫を交えた礫混じり土で構成され、ボタ斜面は礫混じり土状態でボタで盛土されている。

厚層基盤材（植生基盤材・肥料・粘着材・種子）に廃ガラス材を混合しない場合と混合した場合での施工後の植物の生育状況について調べた。それぞれの斜面での廃ガラスの混合率については表-2に示す。また、生育状況については、その結果を図-1、2に示す。

図-1は礫混じり土における植物の生育比較であるが、夏草のバミューダグラス・在来種のメドハギともに廃ガラス材を10%混合したものが生育がよく、続いて5%、20%、0%となる。礫混じり土では、植物の生育に適した廃ガラス材の混合率は10%程度であると考えられる。

図-2はボタにおける植物の生育比較を行っている。礫混じり土における結果などから廃ガラス材の混合率は0、10%とした。混合率10%において1~5mmと5~20mmと粒径を変えた2試料で施工しており、緑化には冬草のトールフェスクファルコンⅡを用いている。廃ガラス材0%混合よりも10%混合の方が植物の生育は極めて良好である。しかし、粒径の異なる廃ガラス材を使用してもその生育状況に相違はなかった。

4. まとめ

1. 廃ガラス材は微小な気泡を持つ多孔質鉱物で、製造条件により密度($0.3 \sim 1.5 \text{g/cm}^3$)と吸水および非吸水性の面において調整が可能である。
2. 密度が 0.4g/cm^3 の吸水性の低いものについてその性質を調べたが、砂地盤と同程度もしくは以上の支持力・強度を持つことが分かった。また骨材としても耐久性にすぐれているといえる。
3. 礫混じり土やボタにおいて吸水・保水性の高い廃ガラス材を用いて斜面緑化を行うと、従来の工法より生育効果があることが明らかになった。特に混合率10%については生育が極めて良好で、最適な混合率であるといえる。

参考文献

- 1) 横尾磨美・鬼塚克忠・原裕・蒲池豊：廃ガラス材の特性と有効利用への試み，第33回地盤工学研究発表会，1998，投稿中。
- 2) 原裕・鬼塚克忠・吉武茂樹・麻生夏雄・横尾磨美：廃ガラス材を用いた斜面緑化工法の事例——礫混じり土とボタ——，第33回地盤工学研究発表会，1998，投稿中

表-2 斜面緑化における廃ガラス材の混合率

斜面	植物の種類	廃ガラス材の混合率(%)	備考
礫混じり土	バミューダグラス	0	厚層基盤材のみ
		5	粒径 $\phi 5 \sim 20 \text{mm}$
		10	粒径 $\phi 5 \sim 20 \text{mm}$
		20	粒径 $\phi 5 \sim 20 \text{mm}$
	メドハギ	0	厚層基盤材のみ
		5	粒径 $\phi 5 \sim 20 \text{mm}$
		10	粒径 $\phi 5 \sim 20 \text{mm}$
		20	粒径 $\phi 5 \sim 20 \text{mm}$
ボタ	トールフェスクファルコンⅡ	0	厚層基盤材のみ
		10	粒径 $\phi 5 \sim 20 \text{mm}$
		10	粒径 $\phi 5 \sim 20 \text{mm}$

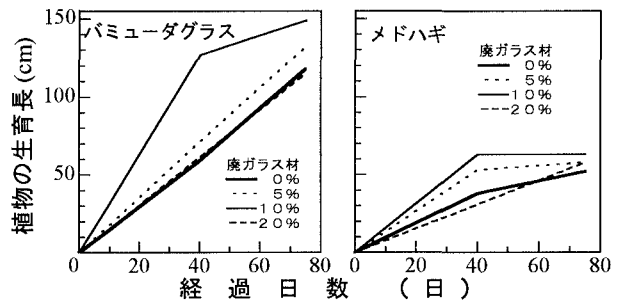


図-1 礫混じり土における植物生育比較

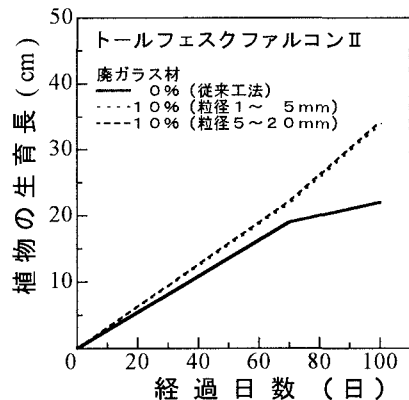


図-2 ボタにおける植物生育比較