

廃ガラス材の工学的特性と有効利用への試み

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 ㈱岸本国際技術研究所 蒲池 豊

1. はじめに

近年、自然環境破壊が深刻化し、廃棄物の環境への影響も問題とされている。本研究では環境保護の一環として、廃ガラス材のリサイクルを目的とした研究を行っている。これにより作られた新素材の地盤改良材や骨材としての土木分野における有効利用方法や、この素材を用いた新工法を提案するもので、今回は、この新素材の工学的特性および今後計画されている新素材の利用方法について報告するものである。

2. 廃ガラス材の製造と工学的特性について

廃ガラス材は微小な多数の独立(ハニカム状)気泡をもった多孔質鉱物で、製造条件により密度($0.3 \sim 1.5 \text{ g/cm}^3$)や保水性などが調整可能な新素材である。図-1に廃ガラス材の製造工程の模式図を、写真-1に製品の形状を示す。製造後の廃ガラス材について工学的特性を調べた。試験は日本工業規格(JIS)、地盤工学会(JSF)、日本道路公団(JHS)に準じている。今回試験を行った試料は密度が 0.40 g/cm^3 のもので、試験結果を表-1に示した。

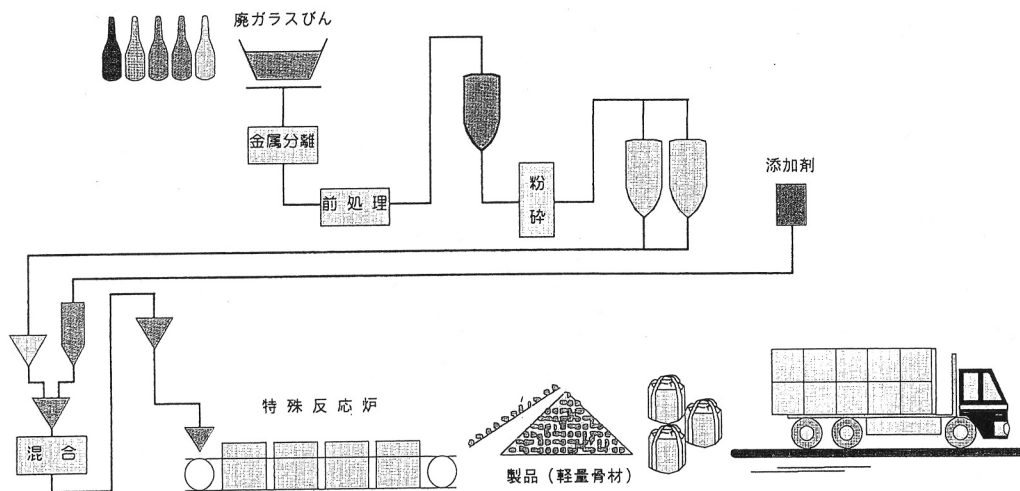


図-1 製造工程の模式図

これによると、密度 0.40 g/cm^3 の試料で吸水率は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 : 標準締め時の仕事量)のエネルギーで締め固めて 1.2 cm/sec である。程度のエネルギーで締め固めても透水性はよいことがわかった。CBR試験については、 $0.75 E_c$ で $\text{CBR}=17.7\%$ 、設計CBR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



写真-1 廃ガラス材の形状

れる。粘着力は緩詰め(投入のみ)で0.19 kgf/cm²、0.75E_cで締め固めて0.79kgf/cm²であり、砂質土と比較すると大きめの値である。また、せん断抵抗角は緩詰めで29.5°と緩詰めめの砂の値に近く、0.75E_cでは32.6°と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め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。

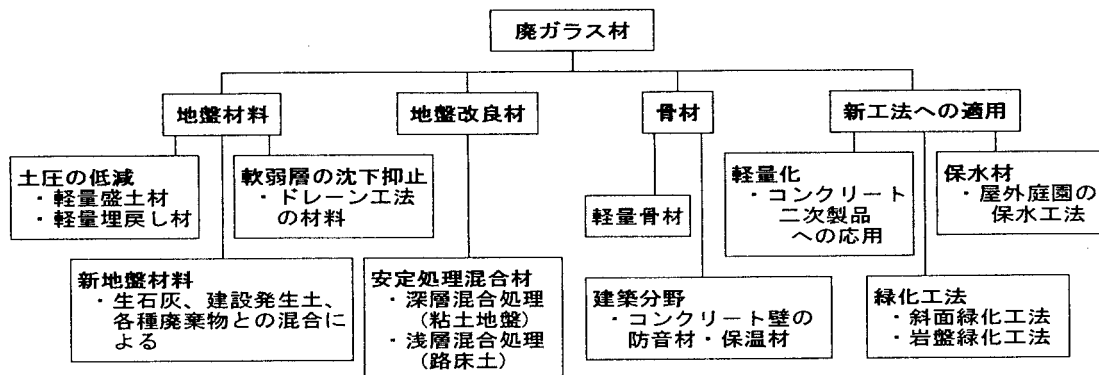
表－1 試料の性質

試験項目	試料名	搬入試料	締め固め試料 (0.75 E _c)	エネルギーを変化させた締め固め試料				
				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	篩分	%	100		93	85	76	70
	砂分	%	0		3	8	14	17
	シルト分	%	0		4	7	10	13
	粘土分	%	0					
均 係 数	U ₁		2.70		2.94	143	—	—
	U ₂		0.80		1.73	35.2	—	—
	最大粒径	mm	75.0		37.5	37.5	37.5	37.5
	表乾比重		0.475					
吸 水 率	見掛け比重		0.402					
	見掛け比重		0.433					
	乾燥密度	ρ_d	g/cm ³	0.288	0.185	0.265	0.321	0.369
	含水比	W	%	0	0	0	0	0
C B R	試験方法		締め固め	締め固め	ゆるづめ			
	膨張比	r_e	%	0.005	-0.001	-0.023		
	貫入試験後含水比	W_i	%	33.7	21.5	21.5		
	平均 C B R		30.9	17.7	17.7			
三 軸	試験条件		CD	CD				
	σ	kgf/cm ²	0.79	0.19				
	ϕ	度	32.55	29.47				
	一軸圧縮強度	q_u	kgf/cm ²	27.5				
破 碎 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			50.4					
		ρ_s	g/cm ³	0.233				
	安定性損失質量百分率	%	3.7					
	透水係数	k_{15}	cm/s	1.19×10^{-4}				
乾燥繰返し吸水量増加率		%	0.36					
	pH		8.0	9.8	8.0			11.0

る。最大粒径も搬入時には75mmであったものが、締め固めにより破砕され37.5mmになった。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、締め固めにより破砕していくと9.8～11.0の値となり、アルカリ度が少しずつ高くなっていく。したがって、あまり細粒化させないようにする必要がある。

3. 廃ガラス材の有効利用への試み

図－2に建設材料としての利用方法と、現在開発・計画している新工法について示した。有効利用の方法については現在実験を行っているもの、計画しているものであり、今後の研究課題である。



図－2 廃ガラス材の有効利用

4. まとめ

今回は廃棄物のリサイクル方法として考えられた廃ガラス材の工学的性質とその有効利用について述べた。これらの実験結果をもとに今後建設材料として廃ガラスの再利用方法を提案していく予定である。