

発泡廃ガラス材を用いた斜面緑化工法

A Study on Slope Sodding by Using Foaming Waste-glass Material

原 裕 (はら ゆたか)

日本建設技術(株)専務取締役

鬼塚 克忠 (おにつか かつただ)

佐賀大学教授 理工学部都市工学科

横尾 磨美 (よこお まみ)

日本建設技術(株)技術研究所開発課

桃崎 節子 (ももざき せつこ)

日本建設技術(株)技術研究所開発課

1. はじめに

山間部に道路や鉄道を作ったり、宅地開発・工業団地などの造成工事を行えば斜面が裸地として形成される。その斜面は一般的に土砂・礫質土であったり軟岩や岩盤であったりする場合がほとんどで、斜面の緑化再生・自然への回復が大きな課題となっている。

今回報告する試験施工の事例は、廃ガラス(空びん、ガラス類の廃材)を再利用して開発した微小で多孔質連続間隙の超軽量で強固な新素材・発泡廃ガラス材(乾燥密度 0.40 g/cm^3 、粒径 $\phi 5\sim 25\text{ mm}$)を、厚層基材吹付け工法の植物生育基盤材に混合し、有効利用するものである。発泡廃ガラス材を混入することで植物の生育に必要とされる基盤内の間隙を保持することができる。このことにより草木類の根系の発達を促し、生育を助成することが期待できる。多孔質で連続間隙を有しているため吸水性が大きく、長期にわたる保水性に優れた緑化斜面が形成される。

2. 発泡廃ガラス材の特性

発泡廃ガラス材(リサイクル製品)は、微小な独立間隙(非吸水性)および連続間隙(吸水性)の構造をもった多孔質鉱物で、製造過程で2種類の構造をもつ製品を製造することができる。乾燥密度は $0.3\sim 1.5\text{ g/cm}^3$ であり、製造条件によって調整が可能である。

今回、斜面緑化に用いた試料は、乾燥密度が 0.40 g/cm^3 で連続間隙を持つものである。

2.1 発泡廃ガラス材の吸水試験

表1に発泡廃ガラス材(粒径 $\phi 30\sim 35\text{ mm}$)の吸水試験結果を示す。

乾燥した発泡廃ガラス材を水を入れたビーカー内に投

表1 吸水試験結果

試料番号	水浸日数	乾燥質量(g)	湿潤質量(g)	含水量(g)	吸水量(%)		質量の変化(倍)	
					実測値	平均値	実測値	平均値
1	1	6.22	15.21	8.99	144.5	138.2	2.45	2.38
	3		14.31	8.09	130.1		2.30	
	24		14.93	8.71	140.0		2.40	
2	1	3.50	8.01	4.51	128.8	135.3	2.29	2.33
	3		7.64	4.14	118.3		2.18	
	24		8.77	5.27	150.6		2.51	
3	1	3.64	8.68	5.04	138.5	134.9	2.38	2.35
	3		8.04	4.40	120.9		2.21	
	24		8.93	5.29	145.3		2.45	

入し、湿潤質量を24時間ごとに連続3日間測定した。7日後と24日後にも測定した。2日目以降の湿潤質量は1日目のものとほぼ同一であった。これは、水中に投入して約2~5秒後には多孔質の連続間隙内に吸水されるためである。

吸水量は同一試料を用いた3個の平均で質量比135.3%になった¹⁾。

2.2 発泡廃ガラス材の含水量試験

図1に発泡廃ガラス材(粒径 $\phi 5\sim 25\text{ mm}$)の混合率を変えた生育基盤材の含水量試験結果を示す。

山砂・パーク堆肥と発泡廃ガラス材を75:20:5%、70:20:10%、60:20:20%の質量割合で混合した3試料(計5.7 kg)に1000 ccの水を加えた。各試料を空气中に放置し、その時の全質量と測定日数ごとに蒸発していく質量との比を含水量として求めた。発泡廃ガラス材10%混合が最も保水性がよく、次に5、20%の順になった²⁾。

3. 発泡廃ガラス材を混合した厚層基盤材での植物生育の比較

3.1 礫混じり土の斜面における施工例

1997年8月1日、佐賀県東松浦郡北波多村の帆柱農免道路の斜面において、湿式吹付け工法(ガン吹き)、約 250 m^2 の試験施工を実施した。斜面は3~5 mの高さで、地質は第三紀層の砂岩礫を交えた崩積土で構成されている。雨水により斜面が浸食される状況にあるため、緑化工法により斜面を保護する必要があった。

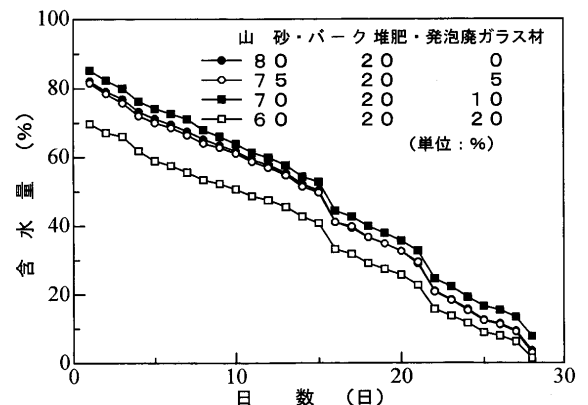


図1 発泡廃ガラス材の混合率を変えた含水量試験

事例報告

厚層基盤材（植生基盤材・肥料・粘着材・種子）に発泡廃ガラス材（粒径φ5~25 mm）を混合しない場合と、5, 10, 20%混合した場合での施工後の植物の生育比較を行った。施工後40日および75日のパミューダグラスとメドハギの生育状況を表一2と図一2および口絵写真一27~30に示す¹⁾。

施工後40日の発泡廃ガラス材混合率による草丈を比較した。パミューダグラスの場合、混合しない場合で草丈59 cm、発泡廃ガラス材混合率5%で71 cm、10%で127 cmであった。混合率10%の場合は混合しない場合と比較すると約2.2倍の草丈であった。メドハギの場合、混合しない場合で38 cm、発泡廃ガラス材混合率5%で53 cm、10%で63 cmであった。混合率10%の場合は混合しない場合と比較すると約1.7倍の草丈を示した。試験結果から、発泡廃ガラス材10%混合した方が、パミューダグラスとメドハギともに生育状態は良好であった。施工後75日についても同様であった。図一1の含水量試験結果と、現場での生育状態が一致するので、当地のような礫混じり土の場合は発泡廃ガラス材10%混合が適当であると考えられる¹⁾。

3.2 ぼたの斜面における施工例

1997年10月1日、佐賀県伊万里市内の国見水平地区でのぼた斜面において、3.1の礫混じり土と同様に湿式吹付け工法で500 m²を試験施工した。ぼたで盛土された斜面に発泡廃ガラス材10%を混合して吹付け、施工後70日と100日の冬草トールフェスクファルコンIIの生育長測定結果を表一3と図一3に示す。

10%混合した時の発泡廃ガラス材の粒径は5~25 mmと1~5 mmの2種類とした。

施工後70日の発泡廃ガラス材混合率による最大草丈の比較は、混合しない場合で19 cm、発泡廃ガラス材の粒径φ5~25 mmとφ1~5 mmを10%混合した場合の草丈は22 cm、100日ではそれぞれ22 cmと34 cmであった。発泡廃ガラス材を混合した方が約1.5倍の草丈に生育した²⁾。

最大根長は、施工後70日で発泡廃ガラス材を混合し

ない場合も混合した場合も8 cmと同じであった。しかし、施工後100日は10 cmと16 cmに成長した。発泡廃ガラス材を混合しない場合は1.25倍、発泡廃ガラス材を混合した場合は2.0倍に生育した。

したがって、保水性の大きい発泡廃ガラス材を混合する方が茎長と根長の生育に適していた。

4. 発泡廃ガラス材を用いた修景緑化の例

4.1 植樹での保水材としての施工例

1997年6月に佐賀県東松浦郡肥前町で斜面安定のためにRC受圧板と永久アンカー工法併用による抑止工を行った。

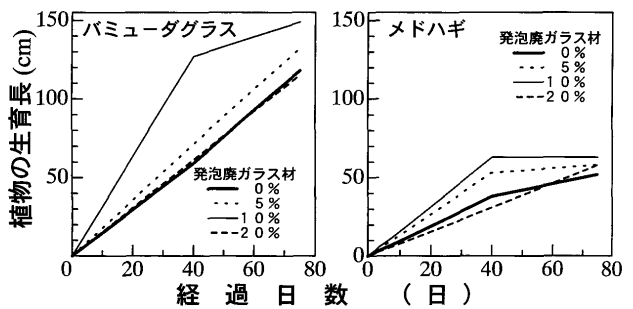
コンクリート製の受圧構造物を見えにくくし、自然的潤いのある斜面景観を形成するために、斜面に掘削形成した小段部に植樹し、修景緑化工を行った。植樹したときに、発泡廃ガラス材を保水材として樹木の根の回りに埋設した。植樹で発泡廃ガラス材を利用した模式図を図一4に、発泡廃ガラス材を埋設した植樹状況を口絵写真一31に示す。

斜面の地盤は風化玄武岩で栄養分に欠け、西向きであるため西日が当たり、緑化には条件が悪かった。しかし、約2年経過した現在、根は活着し生育している。

4.2 植樹での雑草防止材としての施工例

1997年12月に福岡県鳴瀬ダムの付替え町道に修景緑化工を実施した。

長期にわたる雑草駆除は経済性の面で高価になる。維持管理費を安価にするため、発泡廃ガラス材の乾燥密度



図一2 礫混じり土における植物生育比較³⁾

表一2 礫混じり土における植物生育比較表

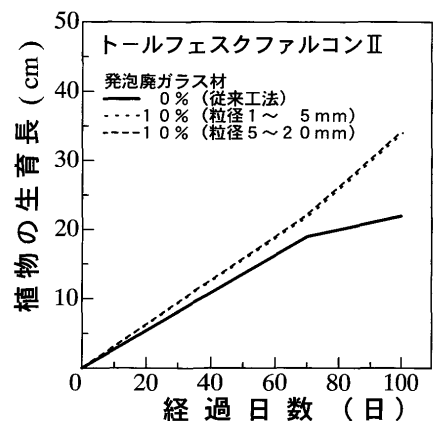
混合率(%)	経過日数	40日後 (cm)						75日後 (cm)									
		茎長		根長		最大長	最小長	合計	合計	茎長		根長		最大長	最小長	合計	合計
		最大	最小	最大	最小					最大	最小	最大	最小				
パミューダグラス	厚層基盤材のみ	40	27	19	11	59	38	103	5	15	11	118	16				
	(5%)	55	30	16	14	71	44	115	60	17	10	132	70				
	発泡廃ガラス材 (10%)	102	52	25	15	127	67	127	61	21	18	149	79				
	(20%)	-	-	-	-	-	-	100	70	15	13	115	83				
メドハギ	厚層基盤材のみ	24	11	14	9	38	20	28	16	24	15	52	31				
	(5%)	35	20	18	16	53	36	32	21	26	19	58	40				
	発泡廃ガラス材 (10%)	39	25	24	20	63	45	33	27	30	21	63	48				
	(20%)	-	-	-	-	-	-	30	18	28	21	58	39				

注：厚層基盤材の厚さはt=3.0 cm (1997年8月1日施工)
：厚層基盤材のみはパーライトを10%混合している

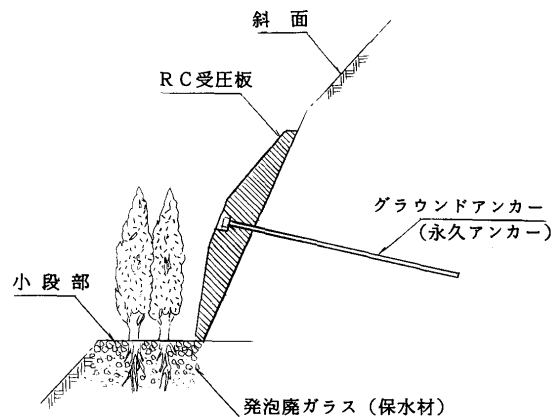
表一3 ぼたにおける植物生育比較表

混合率(%)	経過日数	70日後 (cm)						100日後 (cm)									
		茎長		根長		最大長	最小長	合計	合計	茎長		根長		最大長	最小長	合計	合計
		最大	最小	最大	最小					最大	最小	最大	最小				
厚層基盤材のみ		11	7	8	5	19	12	12	10	10	8	22	18				
発泡廃ガラス材	φ5~20mm(10%)	14	8	8	5	22	13	18	15	16	14	34	29				
	φ1~5mm(10%)	14	8	8	5	22	13	18	15	16	14	34	29				

注：厚層基盤材の厚さはt=3.0cm・種子は冬草のトールフェスクファルコンII (1997年10月1日施工)



図一3 ぼたにおける植物生育比較³⁾



図一四 植樹における保水材としての発泡廃ガラス材利用模式図

0.40 g/cm³, 独立間隙構造の非吸水性を生かして⁴⁾, 雑草防止材として使用した。

植樹を施工後, φ5~25 mm の発泡廃ガラス材を樹木間に幅約1.2 m, 厚さ約5 cm, 延長約1 000 m に敷きならした。口絵写真一32に施工状況を示す。約17箇月を経過したが, 雑草はほとんど生えていなかった。今後の観測を待つ必要もあるが, おおむね初期の目的を果たしたと思われる。

4.3 岩盤斜面での保水材としての施工例

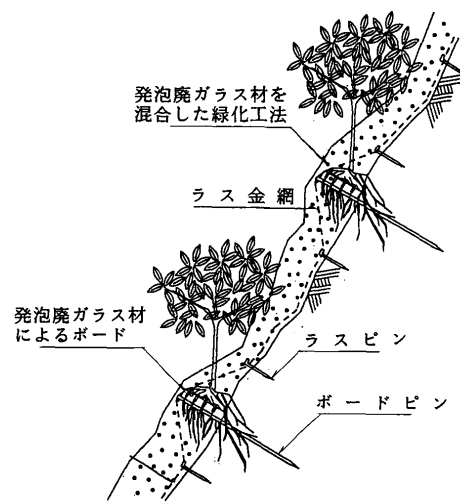
1998年4月に佐賀県東松浦郡北波多村の村道徳須恵~大杉線道路改良工事の斜面で連続間隙の発泡廃ガラス材を混合したボード (W=8.0, L=50.0, t=1.0 cm) による岩盤緑化工法を実施した。この発泡廃ガラス材を用いたボードの特徴を要約する。

- ① 粒径φ15~40 mm, 乾燥密度0.40 g/cm³ の発泡廃ガラス材を混合したセメント製品であるため軽量で防錆に優れている。保水性が良いため常に植物根に水を供給することができる。
- ② ボードを岩盤斜面に水平に千鳥状または平行状態に配置するため, 厚層基盤材の吹付けに対して, 客土のすべり抑止効果がある。
- ③ 3章で記した発泡廃ガラス材を混合した植生基盤材を併用することで岩盤斜面の緑化をより促進し, 植物の生育を助長させることができる。

図一五に岩盤斜面にボードを設置した斜面緑化対策工の模式図を, 口絵写真一33, 34に岩盤斜面で施工したボードの設置状態を示し, 口絵写真一35に緑化が形成された状態を示す。

5. まとめ

- ① 発泡廃ガラス材は短時間で乾燥質量の約2.4倍まで吸水することができる。したがって発泡廃ガラス



図一五 岩盤斜面に発泡廃ガラスボードを設置した模式図

材を斜面の緑化工法に使用した場合, 少量でも急速に吸水し保水するので発泡廃ガラス材は厚層基盤材の保水材に適している。

- ② 礫混じり土やぼたにおいて, 吸水・保水性の高い発泡廃ガラス材を用いて斜面緑化を行うと, 従来の工法よりも生育効果があることが明らかになった。特に発泡廃ガラス材を10%混合したものは生育が極めて良好であった。
- ③ 植樹に対して発泡廃ガラス材を保水材として併用すれば, 樹木の生育を助長させる効果があるといえる。
- ④ 修景緑化の施工で, 発泡廃ガラス材を雑草防止材として使用したところ, 約17箇月を経過しても雑草は生えていなかった。雑草防止効果があるといえる。
- ⑤ 岩盤斜面での発泡廃ガラス材のボードによる保水および植生効果については現在観察を続けているところである。

参考文献

- 1) 原 裕・鬼塚克忠・蒲池 豊・安田 功: 廃ガラス材を用いた斜面緑化工法の事例, 土木学会西部支部研究発表会, pp. 458~459, 1998.
- 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—礫まじり土とぼた—, 第33回地盤工学研究発表会, pp. 2523~2524, 1998.
- 3) 横尾磨美・鬼塚克忠・原 裕・吉武茂樹・岡部弘幸: 廃ガラス材の工学的特性と斜面緑化への試み, 土木学会第53回年次学術講演会, pp. 478~479, 1998.
- 4) 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.

(原稿受理 1998.9.14)