

N-3

環境に配慮した岩盤緑化工法 ―発泡廃ガラス材を用いた事例―

日本建設技術(株) ○原 裕 佐賀大学工学部都市工学科 鬼塚克忠
 日本建設技術(株) 佐藤磨美 日本建設技術(株) 桃崎節子

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、また、採石場跡地や建設盛土材採取跡地などの斜面は裸地として形成される。その斜面は一般的に土砂・礫質土や岩盤であったりする場合がほとんどで、斜面の緑化再生から自然への回復が建設工事の大きな課題となっている。

今回報告する実証試験および施工事例は、建設廃材や容器包装の廃ガラス材を再資源化した多孔質連続間隙構造の超軽量で強固な新素材ミラクルソル（発泡廃ガラス材）を、斜面緑化を行う場合、吹付け工法の植物生育基盤材に混合したもの、板状のセメント製品にミラクルソルを埋め込んだものを岩盤斜面の緑化再生に適用した。このミラクルソルを有効利用することにより、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。このことは草本・木本類の生育を助成し、良好な根系の発育が期待できる。ミラクルソルは多孔質で連続間隙構造を有しているため吸水性に優れており、長期にわたり保水性に富む斜面が緑化形成される。

2. ミラクルソルの構造および吸水試験

2. 1 ミラクルソルの構造

ミラクルソルは、多数の間隙を有し、軽量かつ堅固であり、比重（0.3～1.5）および粒径（最大75mm）の調整も自由である。また、製造条件により、間隙が互いに独立して存在する独立間隙のものと、間隙が連続して存在する連続間隙のものに分類される。岩盤緑化に使用する吸水性のミラクルソルは、比重が0.3～0.6の素材が製造可能である。素材の構造が連続間隙構造になっており、連続する間隙内に水分を吸収するため保水性に優れている。吸水性のミラクルソルを生育基盤材に混合すると、保水性が向上し、植物の良好な生育が実証できた。

2. 2 ミラクルソルの吸水試験

表―1にミラクルソルの比重0.4、粒径φ30～35mmの吸水試験結果を示す。

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	132.6	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	

乾燥したミラクルソルを、水を入れたビーカー内に投入し、湿潤質量を24時間後ごとに連続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じ値を示した。これは、水中に投入して数秒後には多孔質の連続間隙内に急速に吸水されるためである。吸水量は、同一試料を用いた3個の平均で質量比の135.3%であった。

3. 礫混じり土の斜面での実証試験

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250m²の実証試験を実施した。斜面は、3～5mの高さで、地質は第三紀層の砂岩礫

を混じえた崩積土で構成されている。ミラクルボールを混合した厚層基盤材，ミラクルボール緑化工法により斜面を保護し，植物生育の追跡調査を実施した。

厚層基盤材（植生基盤材・肥料・粘着材・種子）にミラクルボール（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日のバミューダグラスとメドハギの生育状況を表－2に示す。

施工後40日 表－2 礫混じり土における植物生育比較表

のミラクルボール混合率による草丈を比較した。バミューダグラスの場合，混合しない場合で草丈59cm，ミラクル

経過日数 混合率(%)		40日後 (cm)						75日後 (cm)					
		茎 長		根 長		最大長最小長		茎 長		根 長		最大長最小長	
		最大	最小	最大	最小	の合計	の合計	最大	最小	最大	最小	の合計	の合計
バミューダグラス	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
	(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
	(10%)	39	25	24	20	63	45	33	27	30	21	63	48
	(20%)	-	-	-	-	-	-	30	18	28	21	58	39

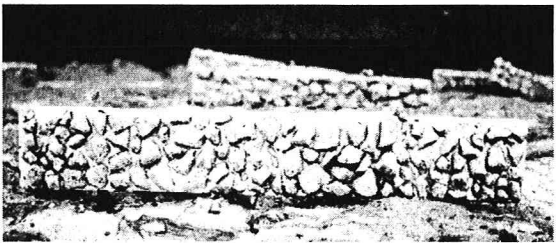
注：厚層基盤材の厚さはt=3.0cm (1997年8月1日施工)

5％で71cm，10％で127cm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38cm，ミラクルボール混合率5％で53cm，10％で63cmであった。混合率10％の場合は，混合しない場合と比較して約1.7倍の草丈を示した。試験結果から，ミラクルボールを10％混合した場合にバミューダグラスおよびメドハギともに生育状態は良好であった。施工後75日についても同様の結果が得られた。当地のような礫混じり土の場合は，ミラクルボール10％混合が最適である¹⁾。

4. 岩盤斜面での実証試験

4. 1 ミラクルボードによる実証試験

写真－1にミラクルボードの形状を示す。ミラクルボードは，板状のセメント製品に吸水性のミラクルソルを埋め込んだものである。岩盤斜面に設置することにより，客土のすべりを抑止する効果があると同時に，ボードに埋め込んだミラクルソルの吸水・保水効果により植物への水分供給ができる。ボードは2本のボードピンで岩盤に対してほぼ水平に固定する。その上



写真－1 ミラクルボード

からラス金網を張り，ミラクルボール10％を混合した生育基盤材の吹付けを行う。今回使用したミラクルボード（8.0×50.0×1.0cm）には，比重0.4，粒径15～40mmのものを使用している。ミラクルボードとミラクルボールは，原料がガラスであるために化学的に安定しており，地盤に悪影響を及ぼす有害物質の流出もなく，耐久性に優れた製品である。また，軽量であるため施工性にも優れている。

1998年3月に道路改良工事に伴う切土斜面において，ミラクルボードおよびミラクルボールを混合した生育基盤材を用いて岩盤緑化の実証試験を実施した。斜面は第三紀層の砂岩で構成されており，保水性が悪く，1：0.5の切土勾配となっており，生育基盤材吹付け後の保水と客土の剥離やすべりが懸念された。また，雨水の浸透により岩盤斜面から客土がすべることを抑止するとともに保水性の向上を目的としてミラクルボードを1枚/m²間隔で千鳥状に設置した²⁾。斜面全体の保水に対しては，3.に示す実証試験により，生育基盤材に保水材としてミラクルボールを10％混合した。

4. 2 施工後の経過

施工後12ヶ月ぐらいから、周辺の在来種であるアカメガシワやオニタビラコ等の侵入が確認されるようになった。厚層基盤材は、いずれも厚さ7cmであるが、従来工法は真珠岩を焼成したものを保水材として用いた。写真―2は4年6ヶ月後の従来工法との比較状況である。写真右側の従来工法と比較すると、左側のミラクルボードを用いた工法では施工後4年6ヶ月経過したが、ハギの茎径は約20～25mm、高さは約1.5～2.5mになり、根もしっかりと活着し、植物の生育は良好である。ミラクルソルを用いた工法では、生育基盤材の剥離は見られず、植物の生育も順調である。ハギ類の生育が旺盛で、かつ在来種の生育もよく順調に経過している。コケが斜面全体に繁茂しており、ミラクルソルにより常に保水されている効果と思われる。

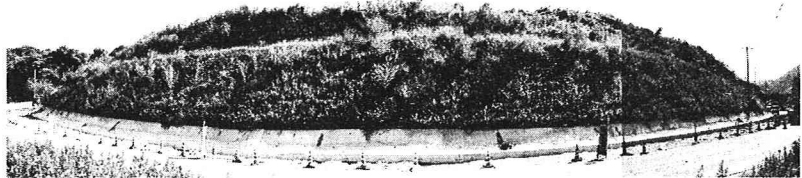
在来種の侵入も活発になっており、周辺の景観によく調和している。岩盤斜面においても緑化を推進できる工法として実証された³⁾。

5. 岩盤斜面での施工例

2001年10月に佐賀県からプロポーザルによる岩盤緑化工法の提案が求められ、5社が提案し、ミラクルボードソイルストップ工法とミラクルボール緑化工法併用による岩盤緑化工法が採択され、2002年4月に施工した事例を紹介する。斜面は、亀裂の少ない硬質な頁岩が露出しているため、ハギ類を主とした先駆性植物を導入した。写真―3に施工後5ヶ月を経過した状況を示す。ハギ類の生育が旺盛で、植物の初期成育は順調である。



写真―2 従来工法との比較



写真―3 施工後5ヶ月（2002年9月18日）

6. まとめ

- ①礫混じり土において、吸水・保水性の高いミラクルボールを用いて斜面緑化を行うと、従来の工法よりも植物が早期に伸張することが明らかになった。特にミラクルボールを10%混合したものは生育が極めて良好であった。
- ②ミラクルボードを使用することにより、厚層基盤材のすべりを抑止し保水性を高めるため、厚層基盤材の安定と植物の根の活着を促進させ、植物の生育を助長させることができた。
- ③ミラクルソルは、ガラスの廃材を再資源化したもので、化学的に安定しており有害物質の流出もなく、軽量で腐食しない。また、廃棄物の有効利用になり、環境の保護・保全・創出につながる。

参考文献

- 1) 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，土と基礎，Vol.47，No.10，pp.35～37，1999.
- 2) 原 裕・鬼塚克忠・横尾磨美・桃崎節子：環境に配慮した斜面緑化の事例―発泡廃ガラス材を用いた緑化―，土と基礎，Vol.49，No.10，pp.13～15，2001.
- 3) 代表執筆者 原 裕：ミラクルソル工法概要集，ミラクルソル協会，改訂第3刷，pp.2～5，2001.