

環境に配慮した新機能性斜面緑化工法

—岩盤斜面とモルタル吹付け斜面の追跡調査—

New Functional Slope Vegetation System in Consideration for the Environment
—The Follow-up Survey on Rock-mass Slope and Mortared Slope—

原 裕 (はら ゆたか)
日本建設技術㈱ 代表取締役社長

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

1. はじめに

20世紀後半から産業活動が活発になり、大量の産業廃棄物が排出され、地域の自然環境の悪化につながっている。21世紀は環境の時代と言われ始めて久しくなるが、リユースされない空ビンは年間約150万t排出されている。筆者らは1995年から容器包装の空ビンや建設廃材として排出される板ガラス類のガラス廃材を再資源化する事業に取り組み始めた。

再資源化したミラクルを発泡廃ガラス、FWG (Foamed Waste Glass) と呼んでいる。一方で、放置された森林の致命的な荒廃が進む中、森林の再生は深刻な問題となっている。森林の健全な整備をすることによって発生する間伐材と発泡廃ガラス材を斜面緑化に再利用し、環境緑化工法・環境土木工法・水環境工法として建設分野へ16工法を提案し、活用している。

2. 発泡廃ガラス材のクラスター構想

発泡廃ガラス材は多孔質間隙構造を有するため、軽量であり、焼成製造条件により比重0.3~1.5および吸水・非吸水が調整可能な新素材である。「発泡廃ガラス材のクラスター構想」として図-1に示すミラクルソル工法の内、吸水性の素材は岩盤を含めた斜面緑化、FWG屋上緑化工法などの保水材、FWG・透保水性舗装工法の帯水層、また、水質浄化の濾過材として、非吸性の素材はFWG軽量盛土材、FWG軽量混合盛土材、軽量コン

クリート吹付け工法等に有効利用している。

3. 発泡廃ガラス材の構造および特徴

発泡廃ガラスは、多数の内部間隙を有し、軽量かつ堅固であり、比重0.3~1.5に、また、粒径の調整もできる。焼成製造条件により、間隙が連続して存在する連続間隙構造のものと、間隙が互いに独立して存在する独立間隙構造のものを製造する事が出来る。口絵写真—18~19に連続間隙構造の発泡廃ガラス材と、顕微鏡写真を示す。FWG屋上緑化¹⁾や岩盤緑化に使用する吸水性の発泡廃ガラスは、比重が0.4の素材を用いる。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水するため保水性にも優れている。

発泡廃ガラスの吸水試験には、比重0.4、φ30~35mmの素材を用いた。水を入れたビーカー内に発泡廃ガラス材を浸水させ、2日目以降の湿潤質量は、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、1日目のものとほぼ同じ値を示した。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。

この吸水性の発泡廃ガラス材を植物生育基盤材に混合すると、保水性が向上し、植物の初期成育が良好なことが実証されている²⁾。

4. 新機能性斜面緑化の追跡調査

今回報告するのは、新機能性斜面緑化工法として、ガ

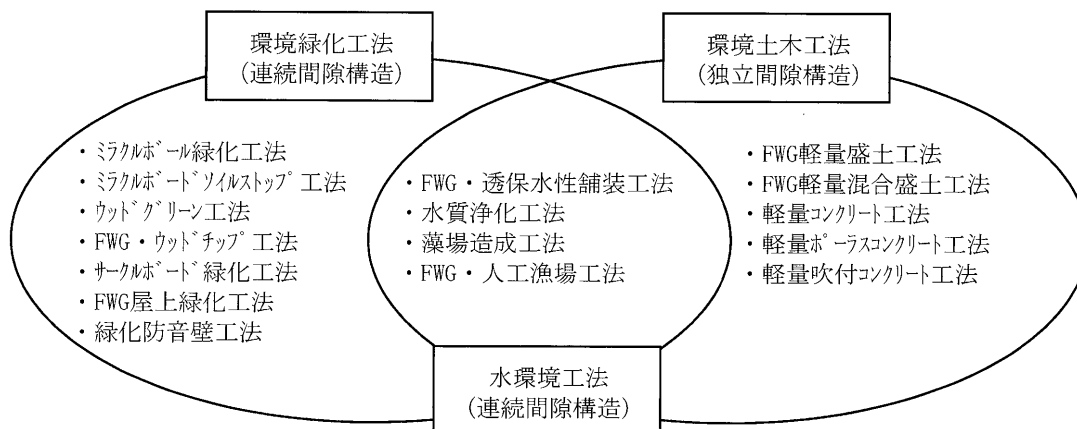


図-1 ミラクルソル工法

ラス廃材を再資源化した発泡廃ガラスと、森林の再生を目的として発生する間伐材を斜面緑化に再利用し岩盤斜面とモルタル吹付け斜面の緑化再生に効果を発揮している2工法、3施工事例の追跡調査を報告する。

(1) 岩盤斜面でのMBSS工法による施工事例

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発泡廃ガラス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、植物生育基盤材がすべり落ちるのを抑止する効果があると同時に、ボードに埋め込んだ発泡廃ガラス材の吸水・保水効果により植物への水分供給ができる³⁾。ボードは2本のボードピンで岩盤に対して水平に固定する。その上からラス金網を張り、ミラクルボールを10%混合したミラクルボール緑化工法の吹付けを行う。使用したミラクルボード(8.0×50.0×1.0 cm)には、比重0.4、粒径15~40 mmのものを使用している。この工法をミラクルボードソイルストップ工法(MBSS工法)と呼んでいる。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化学的に安定しており、地盤に悪影響をおよぼす有害物質の溶出もなく、耐久性に優れた製品であり、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MBSS工法とミラクルボール緑化工法を併用して岩盤緑化を実施した。斜面は第三紀層の砂岩で構成されており、保水性が悪く、斜面勾配 $G=0.5$ の切土勾配となっており、植物生育基盤材吹付け後の保水と植物生育基盤材の剥離やすべりが懸念された。雨水の浸透により岩盤斜面から植物生育基盤材がすべり落ち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。斜面全体の保水に対しては、礫混じり土斜面での実証試験により、植物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。

施工後1年ぐらいいから、周辺の在来種であるアカメガシワやオニタビラコ等の進入が確認されるようになった。植物生育基盤材は厚さ7 cm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ている。

写真-2は8年4ヶ月後の岩盤斜面の緑化状況である。

ミラクルボードを用いた工法では、植物生育基盤材の剥離は見られず、植物の生育も順調に経過している。コケが斜面全体に繁茂しており、発泡廃ガラス材により常に保水されている効果が現れている。

約9年を経過しようとしているが、MBSS工法では根もしっかり活着し、植物の生育は良好である。ハギ類の茎径は $\phi 20\sim 50$ mmに成長し、おそらく側根や細根



写真-1 斜面上部から見たミラクルボード

も発達しており、植物生育基盤材の剥離やすべり防止に効果を発揮していると思われる。

在来種の進入も活発化し、周辺の景観にも調和している。

(2) モルタル吹付け斜面でのMBSS工法による施工事例

2003年6月に道路改良工事に伴って $G=0.3\sim 0.5$ の切土岩盤斜面にモルタル吹付けが施工されている。そのモルタル吹付け斜面約100 m²にMBSS工法により施工した。

施工方法は斜面清掃後、路面から1.5 mの高さから間伐材を用いた工法⁴⁾を利用してストッパー材の役目と植物生育基盤材のすべりや剥離を抑制した。その上部は、ミラクルボード(MS-80)を2本のアンカーピンで1枚/m²を千鳥配置で斜面に設置した。その上から金網張工を行い、ミラクルボール緑化工法で厚さ10 cmを吹付けた。

写真-3にモルタル吹付け斜面に保水性ストッパー材としてミラクルボードを設置した状況を示す。口絵写真-20に示すように施工後約3年2ヶ月経過し、順調に緑化が進んでいることがうかがえる。主に、ヤマハギとメドハギの木本類の生育が良く、2006年度も7、8、9月の比較的降雨が少ない時期ではあったが発芽率は良く、現在のところ初期の目的を達成し、おそらく今後毎年緑化が進捗していくものと思われる。緑化がなされた斜面には、チョウが舞うのが確認された。岩盤斜面やモルタル吹付け斜面を自然へと回復させる事は、生物の生育の場所となり、また、生態系の回復と騒音の低減や二酸化炭素の削減等に効果がある。

(3) 岩盤斜面でのウッドグリーン工法による施工事例



写真-2 8年4ヶ月後の緑化状況

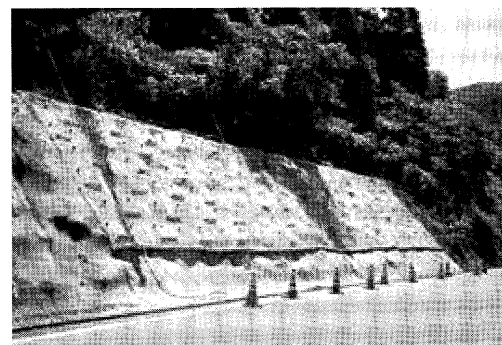


写真-3 ミラクルボード設置状況

報 告

1998年3月に、道路改良工事に伴う岩盤切土斜面の $G=0.5$ の不陸生がある斜面の3段約 350 m^2 に、従来工法の植物生育基盤材による吹付け工法で緑化が施工された。しかし、地盤が岩盤であるため地下水がなく保水性に乏しいため2年後には緑化が衰退し、植物生育基盤材が剥離し、ラス金網や岩盤が露出していた。そこで、斜面の最下段の約 120 m^2 の岩盤斜面においてウッドグリーン工法を実施した^{4),5)}。

施工されていた植生生育基盤材やラス金網を除去し斜面を清掃した。斜面は第三紀層の砂岩で構成され、地層は $N65^\circ E5^\circ$ の走行傾斜で砂岩が岩塊となっており、切土斜面はかなりの凸凹が見られる。地下水がなく、 $G=0.3\sim 0.5$ の切土勾配になっているため、雨水の浸透により岩盤斜面から植物生育基盤材が剥離やすべりの発生を抑止することを主目的とした。径 10 cm 、長さ 1.0 m 程度の杉・檜の間伐材を吹付け後の植物生育基盤材が降雨によりすべりや剥離をしないようにストッパー材として用いた。さらに間伐材には 20 cm ピッチに $\phi 12\text{ mm}$ の空気孔を5ヶ所設け、植物生育基盤材吹付け後に植物の生育を助長させる目的で通気性をもたせた。

吹付け後の植物生育基盤材が降雨によりすべりや剥離をしないように間伐材をストッパー材として利用した。 1.0 m 間隔で、植物の生育状況を比較するために口絵写真-21に示すように千鳥状と並列状に配置した。

写真-4に示すように、保水性の向上を目的として岩盤斜面と間伐材との間に発泡廃ガラス材を布設し、植物生育基盤材吹付け時の風圧で発泡廃ガラス材が飛散しないように金網で上部を被覆した。この発泡廃ガラス材が吸水・保水することにより植物への水分供給ができる。

本工事は2002年6月に施工し、7・8・9月の最も降雨が少ない時期でも植物が順調に生育した。写真-5に約4年経過した状態を示す。斜面は全体的に緑化が促進され、主に木本類でハギ類のコマツナギの生育が旺盛である。

5. ま と め

(1) 岩盤やモルタル吹付け斜面にMBSS工法のミラクルボードを使用することにより、生育基盤材のすべりを抑止するストッパー材の役目と保水性を高めるため、生育基盤材の安定と植物根の活着を促進させ、植物の生育を助長させることが、約4年～8年経過したことにより、今後も継続して緑化推進される事が実証された。

(2) 間伐材と吸水性発泡廃ガラスを再利用したウッドグリーン工法は、岩盤斜面勾配が $G=0.5$ の不陸性があ

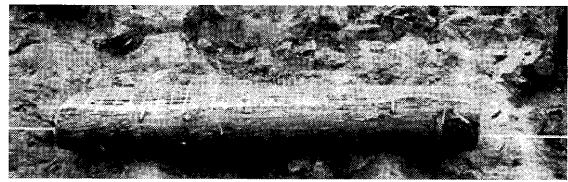


写真-4 間伐材と斜面の間に発泡廃ガラス材を布設し、金網を設置した状況

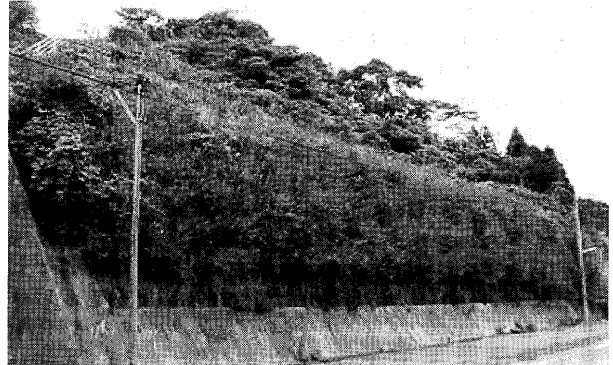


写真-5 施工後4年の状況

る斜面だが、間伐材をストッパー材として利用することにより、生育基盤材の安定と植物根の活着を促進させ、植物の生育を助長させることが約5年経過したことにより実証された。

(3) ガラス廃材や間伐材などの廃棄物を、斜面緑化に有効利用することにより、自然環境の創出や生物の生育の場となり、生態系の回復と騒音の低減や二酸化炭素の削減に効果を発揮する。また、省資源に貢献でき最終処分場の延命策にもつながる。

参 考 文 献

- 1) 原・鬼塚ほか：発泡廃ガラス材のクラスター構想—屋上緑化への有効利用—, 土と基礎, Vol. 51, No. 6, pp. 28~30, 2003.
- 2) 原・鬼塚ほか：発泡廃ガラスを用いた斜面緑化工法, 土と基礎, Vol. 47, No. 10, pp. 35~37, 1999.
- 3) 原・鬼塚ほか：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.
- 4) 原・鬼塚ほか：環境に配慮した岩盤緑化工法—間伐材と発泡廃ガラス材を用いた実証試験—, 土木学会, 第40回環境工学研究フォーラム講演集, pp. 43~45, 2003.
- 5) 原：建設工事で活かすガラス廃材—環境を創出するミラクルソル工法—, 土木施工, Vol. 46, No. 4, pp. 20~26, 2005.

(原稿受理 2007.4.13)