

発泡廃ガラスを用いた人工軽量無機土壌の開発

日本建設技術株式会社 正会員 ○内布竜矢 牛原裕司

原 裕 田中慎一郎 鬼塚克忠

1. はじめに

既存建築物における屋上緑化は、重量制限から十分な土壌厚を確保することが難しく、さらにビル風などによる土壌の乾燥は植生にとって厳しい環境である。著者らは、これまでバーク堆肥を主成分とした有機土壌に保水性を有する発泡廃ガラスを 10%(体積比) 混合し、排水層においては厚さ 5cm に発泡廃ガラスを敷設することで、植生に必要な水分を補っており、これまでの実績から、良好な植性が得られることを確認してきた¹⁾。

一方で、屋上緑化では草刈などの維持管理や、有機分解に伴う土壌の減容化の抑制などの改善も課題であった。そこで、これらの課題を係合的に解決するため土壌の無機化に取り組んできた。

本研究では、写真-1 に示す発泡廃ガラスのみを人工軽量無機土壌として用いた時の諸特性を明らかにすることを目的とし、粒度調整した試料について保水性試験および植生試験を実施し、人工軽量無機土壌として適した粒度を検証した。

2. 保水性試験の概要と結果

1) 試験方法

保水性試験は JGS 0151-2000 に準拠し、表-1 に示す諸条件により実施した。試験で用いた試料の粒径加積曲線を図-1 に示す。供試体の最大粒径は 5mm とし、5mm 以下、1-5mm、2-5mm の 3 ケースの試料を用いた。供試体は試料を 10 層に分けて充填し、各層ごとにモールドの側面を 100 回打撃して締固め、負圧により毛管飽和させた後、吸引法および遠心法により加圧した。遠心法では、土壌用高速遠心機 H-1400pF を用いて 90 分間脱水した。

2) 試験結果

保水性試験から得られた水分特性曲線を図-2 に示す。水分を保持する能力は、保水性として「有効水分量」で表され、人工土壌の基準では pF 値 1.5-3.8 の範囲で 100L/m³ 以上が「良」、200L/m³ 以上が「優」とされている²⁾。結果から、粒度 5mm 以下では有効水分量 256L/m³。また、粒度 1-5mm では有効水分量 243L/m³、粒度 2-5mm では有効水分量 227L/m³ 有していることを確認した。発泡廃ガラスのような多孔質な材料も、細砂および中砂分を多く含有することで保水性がさらに向上することを確認できた。

3. 植生試験の方法と結果

1) 試験方法

植生試験の諸条件を表-2 に示す。供試体の最大粒径は 10mm とし、10mm 以下、1-10mm、2-10mm の 3 ケースの試料を用いた。供試体は

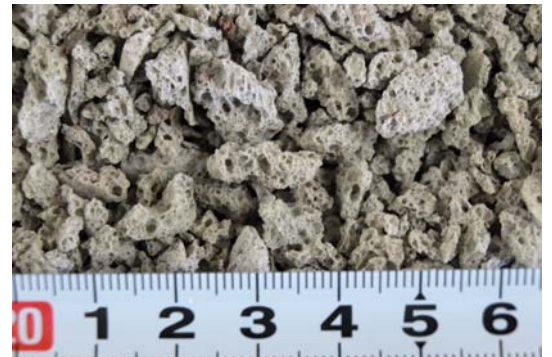


写真-1 保水性を有する発泡廃ガラス

表-1 保水性試験の諸条件

項目	諸条件
粒度	5mm以下, 1-5mm, 2-5mm
供試体	直径50mm, 高さ50mm
供試体作製方法	砂の最大乾燥密度試験に準拠 (JIS A 1224:2000)
測定方法	吸引法・遠心法に準拠 (JGS 0151-2000)

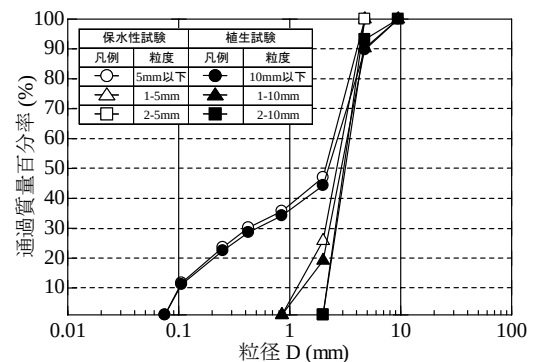


図-1 供試体の粒径加積曲線

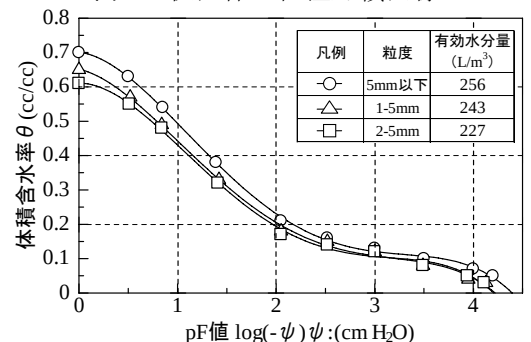


図-2 水分特性曲線

表-2 植生試験の諸条件

項目	諸条件
粒度	10mm以下, 1-10mm, 2-10mm
植物	高麗芝
供試体寸法	幅300mm, 奥行300mm, 厚さ50mm
排水条件	底面排水
灌水回数	2日に1回(開始1ヶ月半) 雨水のみ(開始1ヶ月半以降)

300×300mm の寸法の枠内に 50mm の厚みで試料を充填し、上部には高麗芝を植生した。その後所定の条件で管理し、植生状況を目視観察した。

2) 試験結果

試験開始から 50 日後の植生状況を写真-2 に示す。写真は、最高気温 30℃を越える真夏日が 6 日間連続し、その間灌水は行っておらず、芝にとって過酷な条件下での植生状況である。後述するように、植生土壌の粒度 10mm 以下では良好な植生が得られているのに対し、粒度 1-10mm では部分的に葉が細く針状を呈しており、やや水分不足の状態であった。また、粒度 2-10mm では全体的に葉が針状を呈しており、水分不足の状態であることを確認した。

4. 保水性と植生の検証

式-1 に示す最高気温と日蒸発散量の関係式³⁾を用いて、植生試験における 6 日間の蒸発散量を算出した。その時の土の状態を保水性試験で得た水分特性曲線から求め、植生試験の結果と比較・検証した。この時、初期条件は十分な灌水を行い飽和状態とした。

ET = 0.083t_max^1.948 (式-1)

ET：日蒸発散量(mm/cm²/day)、t_max：最高気温(℃)

算出した日蒸発散量 ET に、芝の無次元蒸発散量 0.6⁴⁾と、供試体面積および経過日数を乗じ、6 日間の蒸発散量を求めると 2.44L となった。6 日後の体積含水率から pF 値を求めた結果を表-3 に示す。粒度 5mm 以下では pF 値 2.6 となり、この時の土の状態は表-4 から、成長阻害水分点よりも土壌水分を多く含有する状態であることが確認できた。また、粒度 1-5mm では pF 値 3.1 となり、土壌水分が成長阻害水分点より低く、粒度 2-5mm においては pF 値 3.9 となり、土壌水分が初期しおれ点より低い値であった。植生試験からも砂分を多く含有する土壌ほど土壌水分が多く植生が良好であることを確認できおり、計算結果との相関が得られた。

5. おわりに

本研究では、発泡廃ガラスを用いた屋上緑化における人工軽量無機土壌の開発にあたり、粒度調整に伴う土の保水性と芝の生育状況を把握した。結果から、細砂および中砂分を多く含有するほど有効水分量は増加する傾向にあり、乾燥に対して耐久性を有することを確認した。今後は、保水性だけでなく施工性や重量なども勘案し、屋上緑化に適した人工軽量無機土壌を開発するとともに、維持管理や耐久性についても検討する必要がある。

謝辞:本研究を実施するにあたって、佐賀大学海浜台地生物環境研究センターの田中明客員研究員(佐賀大学名誉教授)には多大なご指導を頂いた。記して感謝の意を表します。

【参考・引用文献】

1) 桃崎節子, 原裕, 佐藤磨美, 原眞由美: 発泡廃ガラス材を用いた屋上緑化工法, 平成 13 年度土木学会西部支部研究発表会(第 2 分冊), pp.B532-B533, 2002.

2) 藤田茂: 日本一詳しい屋上・壁面緑化, p.116, 株式会社エクスナレッジ, 2012.

3) 篠邊三郎: 日本国内地点別蒸発散値, pp.5~7, (株) 笹印刷, 1984.

4) 近藤純正: 蒸発散量と降水量の気候学的関係, 天気, Vol.45, No.4, pp. 269-277, 日本気象学会, 1998.

5) 土の試験実習書 (第二回改訂版) 編集委員会: 土の試験実習書—第二回改訂版—, p. 62, 地盤工学会, 1991.

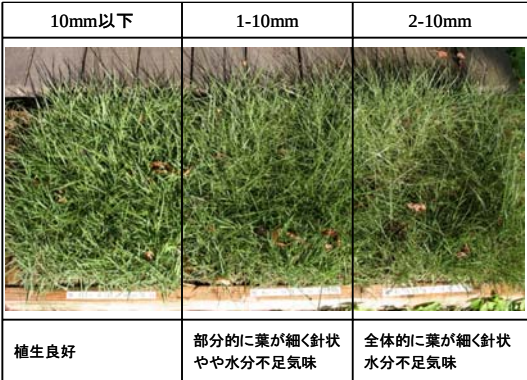


写真-2 植生開始 50 日後の植生状況

表-3 6 日後の体積含水率と pF 値

項目	5mm以下	1-5mm	2-5mm
飽和時の体積含水率 (cc/cc)	0.70	0.65	0.61
6日後の体積含水率 (cc/cc)	0.15	0.10	0.06
6日後のpF値 log(-ψ)ψ:(cm H ₂ O)	2.6	3.1	3.9

表-4 pF 値と土の状態⁵⁾

