

技術報文

ジオテキスタイルを用いた屋上緑化工法の開発

(株) 銭高組技術本部技術研究所 佐伯 悌

1. はじめに

ヒートアイランド現象、生態系のバランス悪化等、21世紀は地球環境問題を解決すべき世紀と言われている。都市の緑被率が年々低下する中、東京都の屋上緑化の条例化をきっかけに国や地方自治体での緑化推進の動きが活発化し、建築物への屋上緑化・壁面緑化のニーズはますます高まってきている。

このような背景のもと、我々はシラスを主成分とする天然軽量土壌とジオテキスタイルを貯水・排水基盤に用いた屋上緑化システムの開発を行ったので、その結果について報告する。

2. 使用材料と緑化システムの概要

2.1 軽量土壌

シラスとは、「白砂」を意味する鹿児島地方の方言であり、地質学的には「火砕流堆積物の非溶結部」と定義されている。白色～灰白色の発泡性ケイ酸岩で、4,700km²におよぶ南九州のシラス台地を形成し、多孔質で比重が軽いという特徴をもっている。本開発では、省エネルギー、ライフサイクルでの環境負荷の視点から人工的な軽量土壌の開発を避け、シラスの特性を生かした天然の軽量土壌を用いたものである。

そこで、植物の生育に最適な軽量土壌の配合を把握するため、キトサンを圧入したシラス、バーク堆肥、自然土壌（粒径調整した鹿沼土）、木炭を中心とした8種類（A～H）の配合比率の異なる土壌を用い、植物の生育状況を確認する屋外試験を実施した。表-1にその配合比率一覧を示す。なお、キトサンとは、カニ、エビ等の甲殻類に多く含まれる高分子で天然の多糖類であり、植物の発芽、成長を促進し、健全な植物を育てる効果があり、土壌改良材、活力促進剤として使用されているものである。

表-1 土壌配合比率一覧表

Case	キトサン 圧入シラス	鹿沼土	バーク堆肥	炭
A	7	1	1	1 (パルプ炭)
B	6	2	1	1 (パルプ炭)
C	5	2	2	1 (パルプ炭)
D	4	3	2	1 (パルプ炭)
E	7	1	1	1 (木炭)
F	6	2	1	1 (木炭)
G	5	2	2	1 (木炭)
H	4	3	2	1 (木炭)

上記8種類の配合土を作成し、プランターに充填した。また、同条件で栽培され同程度に成長したパンジーを個々のプランターに植え、3ヶ月間生育状況を観察し、記録した。

表-2に配合土壌別のパンジー生育試験の結果を示す。総合評価では、FとGの土壌配合が優れていることがわかり、そのうち葉ぶりの良いCase Fを標準配合比率とすることに決定した。

また、Case Fの軽量土壌について、(財)都市緑化技術開発機構の「屋上・壁面緑化技術のてびき」に示されている土壌の性能試験を実施した。表-3にその結果を示す。

試験結果から、超軽量に近い軽量土壌であり、標準的なpH、有効水分量を有し、透水性に優れた土壌であると判断された。

表-2 生育試験結果一覧表

Case	植物体の高さ (cm)	植物体の幅 (cm)	バーク堆肥	葉の数 (枚)	花・花芽の数 (芽)	評価
A	8	9	3 5	4	8	不可
B	1 2	1 2	2 5	5	1 2	可
C	1 2	1 4	4 3	6	1 2	良
D	9	1 4	4 0	4	9	可
E	1 1	1 1	3 6	4	1 1	良
F	1 2	1 9	4 5	8	1 2	優
G	1 2	1 8	4 5	7	1 2	優
H	1 0	1 4	3 9	5	1 0	可

表-3 軽量土壌の性能試験結果

試験項目	基準値	試験結果	判定
湿潤密度	1.0g/cm ³ 以下：軽量 0.6g/cm ³ 以下：超軽量	0.67g/cm ³	軽量
有効水分量	200L/m ³ 超え：大 100~200L/m ³ ：標準 (pF 1.5~3.8)	165L/m ³	標準
透水係数	1.0E-3 cm/sec 以上	4.5E-3 cm/sec	基準内
pH	5.0~7.5	6.89 (H ₂ O) 5.30 (KCl)	基準内
陽イオン交換容量(CEC)	大きいほど保肥力が高い	8.39meq/100g	

2.2 貯水・排水基盤

貯水・排水基盤の構成材としてハニカム状のポリエステル繊維（以下、ハニカム繊維という）を用いた。ハニカムとは「蜂の巣」の意味であり、ハニカムコアとは六角形の小室でできた蜂の巣形状の構造である。図-1に代表的なハニカム繊維を示す。

本緑化システムでは、人がその上部を歩行できるものを対象としたことから、ハニカム繊維に踏圧抵抗性が必要であった。

そこで、繊維構造をパラメータとした踏圧抵抗性試験を実施し、その効果を確認した。表-4に試験ケースを、図-2に試験結果を示す。表中のバインダー繊維は、繊維素材の外側に低融点の熱溶着ポリエステル繊維を熔融固着したものである。

試験の結果、バインダー繊維を用いた場合には、人の歩行時における荷重に十分耐えられることが確認できた。

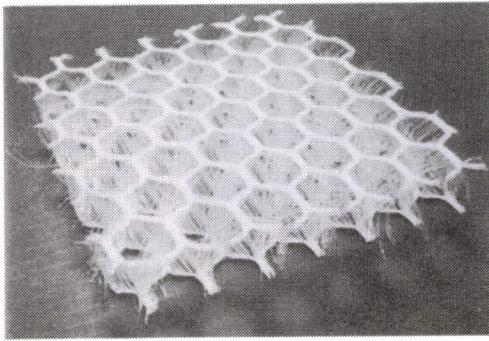


図-1 ハニカム繊維

表-4 試験ケース

Case	説明
1	無対策
2	上面のみバインダー繊維使用
3	両面バインダー繊維使用

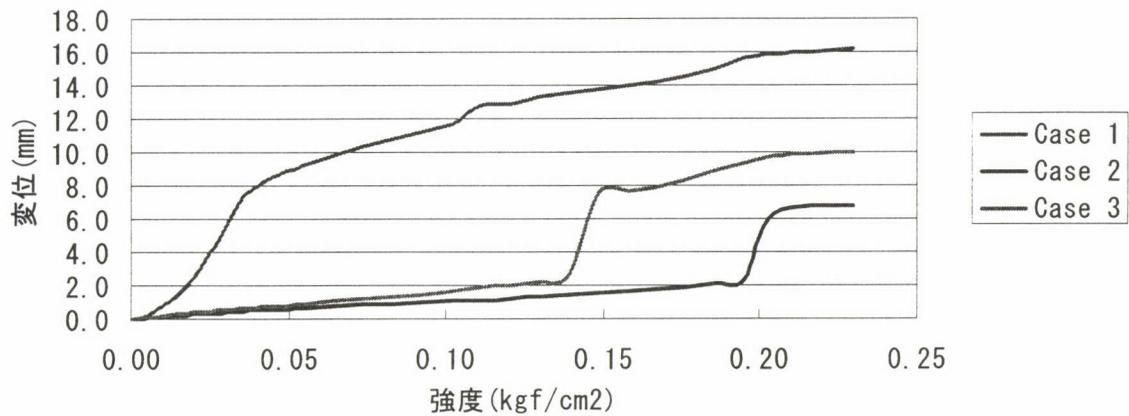


図-2 踏圧抵抗性試験結果

2.3 その他の材料

植物の根が防水層を傷めることを防止する防根シートには、厚さ 0.32 mm のポリエステルに塩ビを配合したシートを使用した。

また、軽量土壌の微粒分の流出を防止し、かつ雨水の排水を妨げない透水シートには、厚さ 0.26 mm で格子目合 1 mm 角のバインダー（メッシュ）を使用した。

2.4 緑化システム

前述した軽量土壌、貯排水基盤、その他使用材料を組み合わせ、2 種類の緑化システムを構築した。一方は、芝・セダム等に利用できる薄層緑化システムであり、もう一方は、低木・中木にも対応できる本格緑化システムである。図-3 に薄層緑化システム（芝）、図-4 に本格緑化の断面イメージ図を示す。

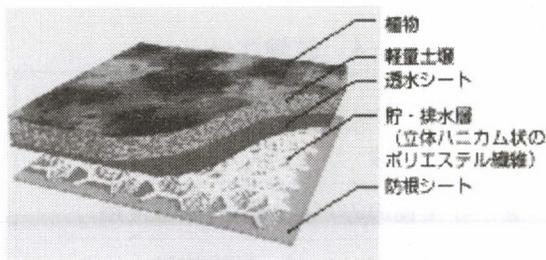


図-3 薄層緑化システムイメージ図

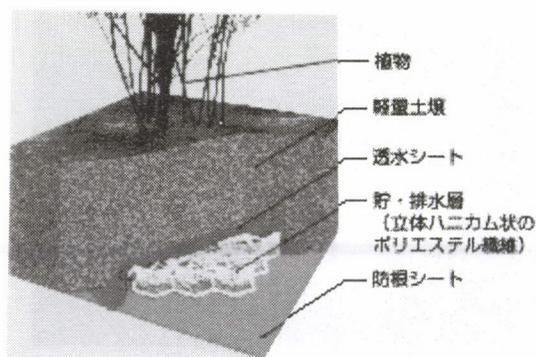


図-4 本格緑化システムイメージ図

3. 実証実験の施工

軽量土壌と緑化システムが、実際に気象条件の厳しい建築物の屋上で機能するかどうかを検証する目的で、2002年06月に東京都青梅市の技術研究所屋上での施工を実施した。

実験は芝(コウライ) 21 m²、セダム 9 m²、本格緑化 15 m²の計 45 m²の面積であり、セダムは、メキシコマンネングサ、マルハママンネングサ、ツルマンネングサ、サカサマンネングサ、コーラルカーペット、ベンケイソウの混栽とした。本格緑化は、中央にハニカム繊維を用いて幅 200 mm程度の排水溝を設けた。土壌厚さは最大 300 mmとし、キングサリ (2.0m) やオリーブ (2.5m) 等の中木には、風対策として埋設式地中バンドによる固定を行った。また、軽量土壌の飛散防止と保水性の保持のため、全面バークチップによるマルチング材で覆った。

施工状況を図-5~8に、配置図を図-9に示す。また、施工3ヶ月後の全景を図-10に示す。

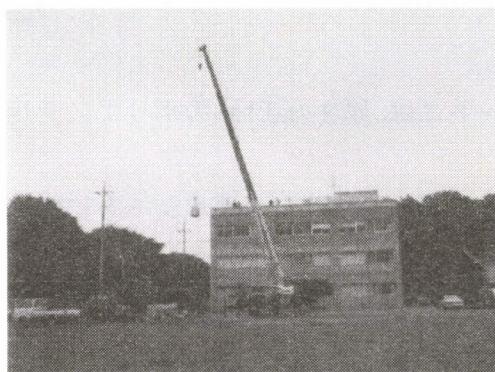


図-5 資材荷揚げ状況

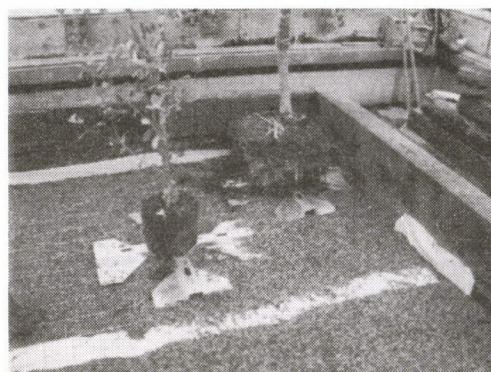


図-7 本格緑化(中木支柱、排水溝)

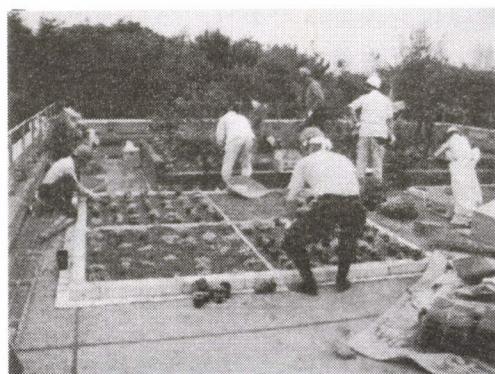


図-6 セダム(植え込み)



図-8 芝(張り込み)

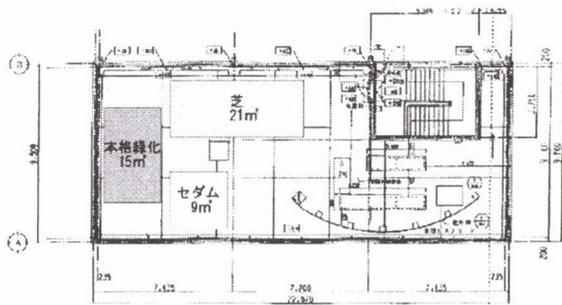


図-9 緑化配置図

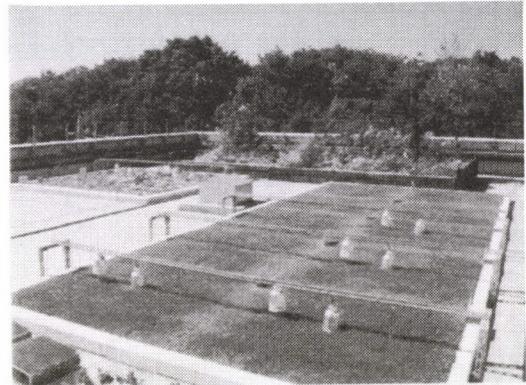


図-10 緑化全景

4. 計測管理

4.1 温度計測

施工終了後から熱電対を用いた、温度データの取得を開始した。また、気圧・降雨量等の気象データの測定を行った。計測頻度は8回/日とし、計測位置は図-11に示す位置で実施した。計測は、芝、セダム、本格緑化、無対策の4ケースで実施し、緑化表面、緑化15cmでは、断熱傘を設置し、直射日光の影響を排除して測定した。

図-12~15に夏場における各測定位置での温度計測結果を示す。

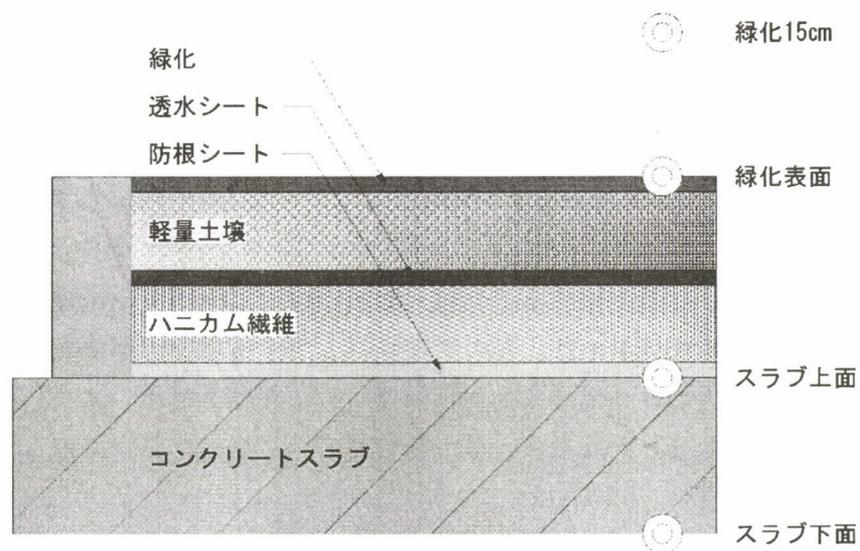


図-11 温度計測測定位置図

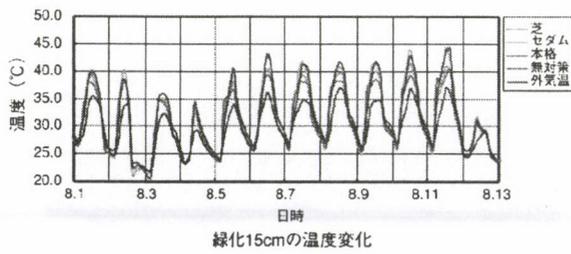


図-12 緑化 15 cmの温度変化

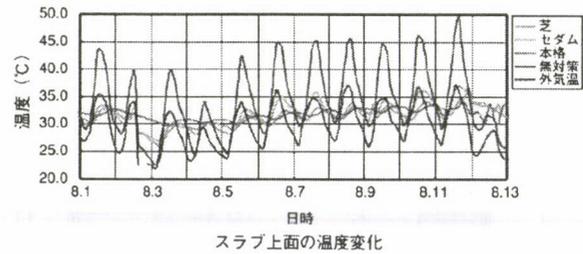


図-14 スラブ上面の温度変化

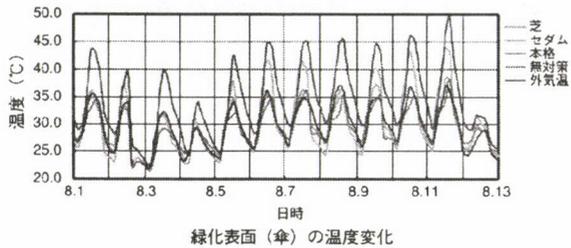


図-13 緑化表面の温度変化

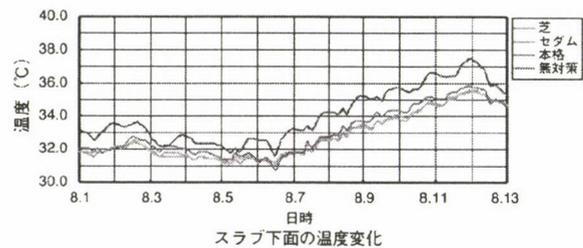


図-15 スラブ下面の温度変化

4.2 温度計測結果

緑化 15 cmでは、無対策の結果と比較し、各緑化における値が低いことから、植物による照り返し防止効果があることが確認できた。

また、緑化表面では、無対策のコンクリート表面より緑化部の表面温度がかなり低く、緑化層による遮熱・熱吸収効果が顕著に見られた。

スラブ上面における温度の最大値は、無対策で 49.3°Cであるのに対し、芝 36.5°C、セダム 36.9°C、本格緑化 33.8°Cとなり、土壌厚さおよび緑化による断熱効果が顕著に現れ、スラブ下面においても、無対策部下部と緑化部の温度差が約 2°Cとなり、温度低減効果が見られた。

5. おわりに

本屋上緑化システムにより照り返し防止効果、断熱効果があることが確認された。

屋上緑化による熱環境改善効果には、大きくはヒートアイランド現象緩和、照り返し防止効果、クールスポット形成効果、焼け込み防止効果そして断熱効果等、多岐にわたる効果があると言われている。今後は、更なるデータの蓄積を行い、効果の確認を行っていく予定である。

なお、本研究開発はユニチカファイバー㈱、ユニチカ通商㈱、尊農社緑地㈱との共同研究の一貫として実施したものである。ここで関係各位に謝意を表します。

参考資料

- 1) 屋上・壁面緑化技術のてびき, (財)都市緑化技術開発機構, 1999.11.25
- 2) 屋上緑化のQ&A, (財)都市緑化技術開発機構, 2003.12.20