

EPS緑化基盤を用いた屋上緑化

- 芝の育成と熱的特性から見た性能評価 -

屋称下亮・梅田和彦

Keywords : rooftop greening, artificial soil-panel with EPS, turf, thermal condition

屋上緑化、EPS緑化基盤、芝生緑化、温熱特性

1. はじめに

近年、ヒートアイランド現象によって気温が上昇している都市部において、その対策技術の一つとして屋上緑化が注目されており、屋上緑化を義務付ける条例や容積率の緩和といったインセンティブを設ける自治体が増えている。屋上緑化によって都市部の緑被率が増加すれば、温室効果ガスの一つである CO_2 量が減少し、植物の蒸散作用や断熱効果によって建物の省エネ化が進む、といった屋上緑化の効果¹⁾に関して多数の報告がある。

当社でも、屋上緑化に対する社会的なニーズに応えるために、オリジナルのハード技術を持つべく技術開発を進めてきた。その成果の一つが、本報で紹介する EPS 緑化基盤（商品名：テブサム緑化基盤）である。EPS 緑化基盤は、使用済発泡スチロールを温風減容処理によって骨材化した EPS 骨材の適用技術の一つで、EPS 骨材が持つ軽量性、断熱性といった特性を屋上緑化に活用したものである。

本報では、EPS 緑化基盤の性能を評価するために、技術センター内の屋上に EPS 緑化基盤と既存の屋上緑化工法によって試験圃場を造成し、栽培試験を行うとともに、温度センサーを設置することによって熱的特性を実測した。

2. EPS 緑化基盤の基本特性

EPS 緑化基盤は発泡スチロール廃材に由来する骨材を主体に、培土、ピートモス、固化剤を混合して $450 \times 450 \times 55\text{mm}$ のパネル状に成形した植生基盤と、排水材を組み合わせた屋上緑化用の人工地盤である（図-1）。以下に、EPS 緑化基盤の基本特性を記す。

リサイクル材の活用...EPS 骨材以外にも、固化剤に

国土交通省がグリーン調達品目に指定している高炉セメントを用いる。

軽量化...基盤に真比重 0.2 程度の EPS 骨材を 50% 混合しているため、出荷時における基盤の比重が $0.6 \sim 0.7\text{kg} / \text{m}^3$ で、55mm 厚に成形した植生基盤の重量は m^2 あたり $33 \sim 38\text{kg}$ である。また、技術センター屋上の試験圃場にて降雨後、飽和湿潤状態で緑化基盤の重量を測定したところ、芝付きで $60 \sim 70\text{kg} / \text{m}^2$ であった。

強度... $\phi 5 \times 10\text{cm}$ に成形した試験体を用いて測定した植生基盤の一軸圧縮強度は $150 \sim 200\text{kN} / \text{m}^2$ で、人が乗っても崩れない程度の強度を備えている。保水性...各材料の混合比を、植物の生育に適した土壌の三相分布（固相：液相：気相 = 50：25：25）を基準に設定しており、基盤の有効水分量（ pF 値 $1.8 \sim 3.2$ ）は $80 \sim 90\text{l} / \text{m}^3$ で、一般の植栽土と同等の保水力を備えている。

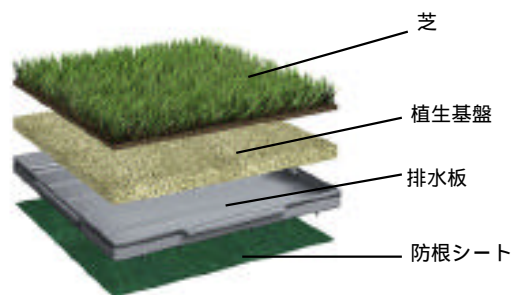


図-1 EPS 緑化基盤の構成
System of artificial soli-panel

3. テブサム緑化基盤の性能評価試験

3.1 試験区の設置

技術センターの材料実験棟の屋上に、EPS 緑化基盤のトレージョイント方式とソイルジョイント方式、ソッドピートマット、および底面灌水方式（商品名：スクエアターフ、共同カイトック社製）の4種類の基盤を用いて、各10㎡ずつの試験区を設けた（写真1）。2002年3月中旬に、各試験区に当社が屋上緑化に用いている省管理型芝品種「みさと」を植え付け、十分に散水養生を施したのち、5月より芝の生育調査と熱データの収集を開始した。なお、本報では、温度センサーを設置したトレージョイント方式（TJ区）と底面灌水方式（ST区）による試験区の調査データについて論ずる。

3.2 試験方法

3.2.1 芝生の管理方法

省管理化を目標としていることから、芝の生育に最低限必要とされる管理スケジュールを予め設定し、芝の生育状況を調査することとした。設定したスケジュールを表-1に示す。散水については、試験区外周に設置したスプリンクラーよりタイマー制御によって所定時間の散水を行った。なお、ST区には、基盤の底面に厚さ20mmの貯水槽と、センサーによって給水量を制御するシステムが付いているため、スプリンクラー散水は行わなかった。



写真-1 試験圃場の全景（左奥：底面灌水方式、右奥：トレージョイント方式、左手前：ソッドピートマット、右奥：ソイルジョイント方式）
Test field

表-1 試験圃場で実施した栽培管理スケジュール
Maintenance schedule in the test-field

作業項目	頻 度
散 水	養生期間（1ヶ月）：毎朝20分 中間期：週に1回、朝30分 夏 期：週に3回、朝20分
刈り込み	7月下旬、10月下旬に刈り高50mmで
施 肥	6月、9月に窒素量あたり3g/㎡

3.2.2 芝の生育調査

試験区毎に芝の生育状況を比較するために、月に1回、緑被率と総合評価について目視によって10段階でスコアリング調査を行った。緑被率は、芝の生育度を表す指標で、芝生の色スコア（1：黄色 - 10：濃緑色）と被覆度スコア（1：～10%被覆 - 10：～100%被覆）を足して2で除した値である。総合評価は、見た目の景観性（1：劣 - 10：最優）を表す指標である。

3.2.3 温熱データの収集

TJ区とST区の中心部において、芝土と基盤土壌の間（GL-20mm：芝下）と、防根シート下の屋上スラブ表面に温度センサーを設置し、データロガーに接続して10分間隔で各点の温度を記録した。

4. 結果および考察

4.1 芝の生育状況

TJ区とST区において調査した緑被度スコアの推移を図-2に示す。調査開始時より7月まで、ST区の緑被度がTJ区に比べて高く推移した。ST区の基盤には緩効性の肥料が含まれているため、植え付け当初よりTJ区に比べて色スコアが高かったと考えられる。TJ区では6月に緑被度が低下した。TJ区の基盤には肥料が含まれていないため、植え付け当初、切り出された畑土に含まれている肥料成分で緑度が維持されていたが、畑土の肥料成分が無くなるにつれて、色スコアが低下したと考えられる。追肥した6月以降、TJ区でも緑被度が増加し、8月調査時には、ST区に比べて緑被度が高くなった。ST区では、7月から8月にかけて、高温と乾燥によるものと考えられるが、緑被度が低下した。特に、2週間

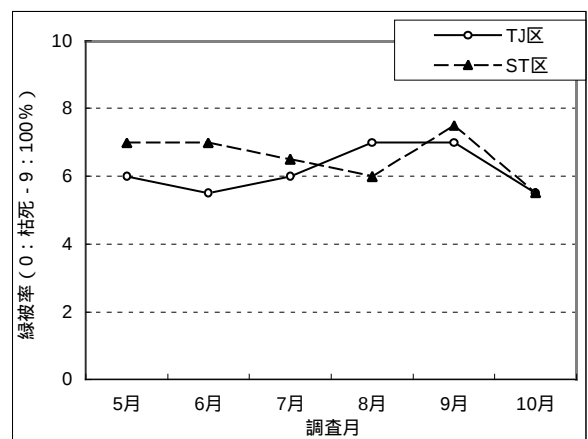


図-2 緑被率スコアの推移
Trends of green-cover rates



写真-2 ST区における芝の越夏状況
Growth of turf on the square-turf in summer



写真-3 TJ区における芝の越夏状況
Growth of turf on the EPS soil-panel in summer

ほど降雨がなかった8月後半に被覆度が顕著に低下した(写真-2)。高温で乾燥状態が続いたときに、底面から給水する方式では植物の生育に必要な水分量を供給できないと考えられる。ST区とTJ区の散水量を比較することはできないが、週に3回、スプリンクラーによって上から散水を施したTJ区では、芝の被覆度が低下することなく越夏した(写真-3)。9月以降は、試験区間で緑被度に大きな差異は見られなかった。

図-3に、TJ区とST区における総合評価スコアの推移を示す。5月から7月にかけて緑被率の高い芝生が維持されていたST区の総合評価スコアがTJ区に比べて高かったが、8月にST区では、緑被率が低下するにともなって総合評価スコアも低下した。緑被率の高い芝生が形成されている区ほど総合評価スコアが高いことは明らかで、EPS緑化基盤で造成された芝の品質を高めるためには、施肥量を増やす必要があると思われる。但し、試験区間で発生した芝の刈りカス量を比較すると、ST区の刈りカス量はTJ区の3倍多く(表-3)肥料を与え過ぎると管理作業へ負担が大きくなってしまいます。したがって、芝の品質を維持しながら、省管理化できる施肥スケジュールや施肥量を設定することが必要と考えられる。

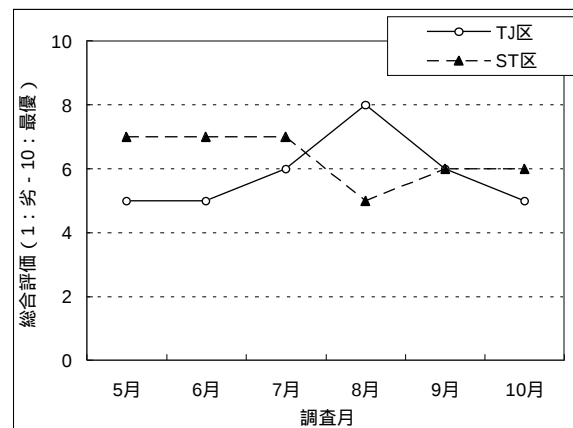


図-3 総合評価スコアの推移
Rates of turfgrass quality

表-2 試験区あたりの刈りカス発生量の比較
Yield of cutting wast from test-fields

	7 / 30 刈り込み	10 / 23 刈り込み
TJ 区	0.9kg	0.3kg
ST 区	2.9kg	0.9kg

4.2 温熱特性

夏期の温熱データとして、9月第1週における計測値を図-4aに示す。8月下旬から9月上旬にかけて降雨がなく、真夏日が続き、芝にとって厳しい環境だったため、9月第1週を夏期のデータとして選んだ。芝土と基盤土壌の間(GL-20mm:芝下)で計測した温度の推移を見ると、ST区における一日の最高温度がTJ区に比べて高く、この期間に芝下で記録された日最高温度を平均するとST区では34.6、TJ区では32.9だった。この時期にST区では芝が一部、枯れてしまったため、TJ区に比べて芝の蒸散量が少なく、芝下の温度が高くなったと考えられる。8月第2週のデータを見ると、ST区における芝下温度の日最高温度の平均値は28.9で、TJ区は29.4で、試験区間でほとんど差がなかった。

各試験区の中心部直下で測定したスラブ面の温度については、ST区とTJ区でほとんど差がなく、一日の最高温度として30を少し越える温度が記録され、夜間に28付近まで低下する、というパターンが繰り返された。発泡スチロール廃材に由来する材料を混合しているEPS緑化基盤の断熱性は、基盤の底面に給水用の水が貯水されているスクエアターフとほぼ同等だった。また、真夏

EPS緑化基盤を用いた屋上緑化

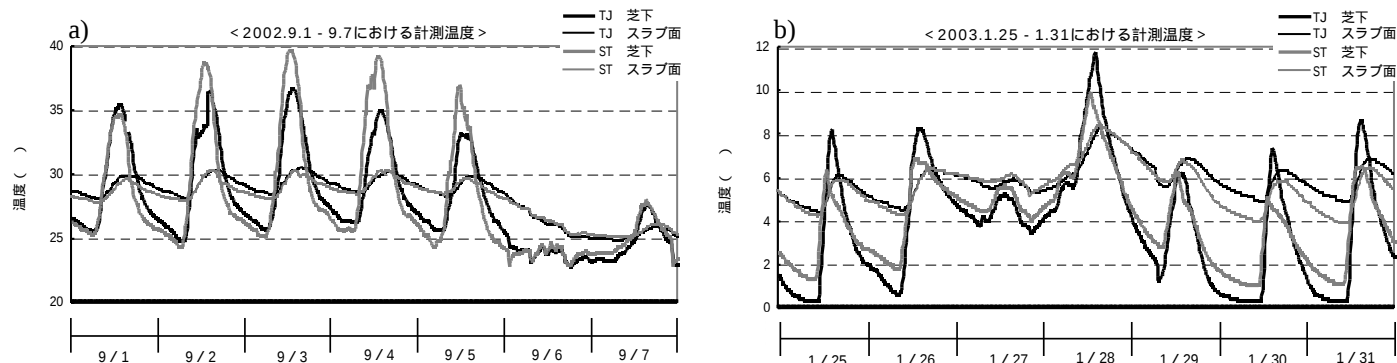


図-4 各試験区で計測した芝下温度と屋上スラブ面温度の推移
Trends of temperatures under turfgrasses and surfaces of rooftop

に、コンクリート屋根面の温度は日中最高で 60 前後に達するのに対して、屋上を芝生緑化した場合、芝生表面は 35 前後、スラブ表面の温度は 30 に抑えられる、というデータがよく紹介されている²⁾が、今回得られた EPS 緑化基盤の断熱性は既知のデータとほぼ同等だった。洞田らは、1992 年に技術センター内で別棟の屋上を緑化した際に、スラブ面の温度は 29 で、ほとんど変動しなかったことを報告している³⁾。その時の土壤厚は 200mm で、今回のような土壤厚 50mm の薄層緑化では熱の流入が認められ、土壤厚 200mm と同等の断熱効果を得ることができなかった。また、TJ 区ではスラブ面の温度がピークに達してから下がり始めるのが ST 区に比べて遅かった。基盤に含まれている EPS 骨材が断熱材として働いてしまうためと考えられる。

冬期の温熱データとして、1 月最終週に記録した ST 区と TJ 区の温熱データを図-4b に示す。芝下温度は ST 区、TJ 区とも外気の影響を受けて大きく変動したが、スラブ面の温度は 4 ~ 6 の間で変動した。TJ 区と ST 区におけるスラブ面の温度を比較すると、TJ 区における日中の最高温度が ST 区に比べて高く、また、温度が下がりにくい傾向が認められた。1 月最終週におけるスラブ面の日最高温度の平均値は ST 区で 6.7、TJ 区では 8.0 だった。冬期のデータからも EPS 緑化基盤は断熱性に優れていることが確認できた。

5. まとめ

技術センター材料実験棟の上に、試験圃場を設置し、芝の育成状況や温熱データを調査した結果、EPS 緑化基盤の特性について以下のことが明かとなった。

- 1) EPS 緑化基盤と「みさと」芝を組み合わせで造成した芝生では、春秋の散水を週に 1 回、朝 30 分間、夏期に週 3 回、朝 20 分間に設定し、高さ 50mm で年に 2 回（7 月と 10 月）の刈り込みと、肥料を 1 回あたり窒素量で $3\text{g}/\text{m}^2$ を年に 2 回、施すことによって芝生を維持することができた。
- 2) 緑被率からみた芝の品質は、底面灌水方式（商品名：スクエアターフ）で造成した芝生が優れていた。基盤に緩効性の肥料成分が含まれているためと考えられるが、その分、刈りカスの発生量が多くなり、品質維持と省管理を両立させる施肥計画の必要性が示唆された。
- 3) 夏期における EPS 緑化基盤の断熱性能は底面灌水方式とほぼ同等で、外部からの熱の流入はあったが、緑化した試験区直下の屋上スラブ表面の温度を平均して 28 程度に抑えることができた。
- 4) EPS 緑化基盤で緑化された部分の、冬期（1 月最終週）における屋上スラブ表面の温度は平均して 5.9 で、底面灌水方式で緑化された部分に比べて高かった。基盤に混合されている発泡スチロール廃材の断熱効果によるものと考えられる。

参考文献

- 1) 梅干野晃：熱負荷低減と省エネルギーからみた建築の緑化の効果、建築技術、Vol.629、pp.87-89、2002.
- 2) 都市緑化技術開発機構：新・緑空間デザイン技術マニュアル、第 2 巻、誠文堂新光社、1996.
- 3) 洞田浩文、西村正和、中村政則：建築物の熱環境に及ぼす屋上緑化の効果、大成建設技術研究所報、Vol.28、pp.313-316、1995.