

[報告]

貯水型屋上緑化システムの開発と基本性能評価

三輪 隆* 三坂 育正* 石井康一郎 横山 仁 山口 隆子**

(*)(株)竹中工務店 **現・都市地球環境部

1 はじめに

都市のヒートアイランド対策として、屋上や人工地盤などの都市の特殊空間における緑化が注目されている。屋上緑化にはそれ以外にも都市の環境を改善する多様な効用があり、ドイツのように雨水の貯留と流出遅延による都市型洪水抑制を主要な目的として屋上緑化が積極的に推進されている国もある。

現在最も普及している屋上緑化手法のひとつである薄層緑化は、採用する植物によっては土壌や植物からの蒸発散量が少なくヒートアイランド緩和効果が低いことが確認されており^{1)~3)}、薄層緑化でも高い潜熱効果を得るためには、今後は積極的に灌水を行い土壌や植物の葉面からの蒸発散を活発に行わせるような緑化が志向されるべきである。

一方、屋上緑化の推進によって夏期を中心に上水使用量が増えることが、ライフサイクルにおける隠れた環境負荷(ダム建設や関連施設の運用に伴うもの)を増大させるのではないかと懸念もある。したがって、十分な植物への給水量は確保しつつも、上水の使用量は抑制し、なおかつ集中豪雨による洪水を抑制できるような貯水性能の高い屋上緑化が注目されている。

そこで筆者らは、図1に示すような雨水を貯留することで節水と雨水流出抑制を両立させる貯水型屋上緑化システムを考案し、試験体を作成して、2005年4月上旬から2006年3月下旬に基本性能を評価した。

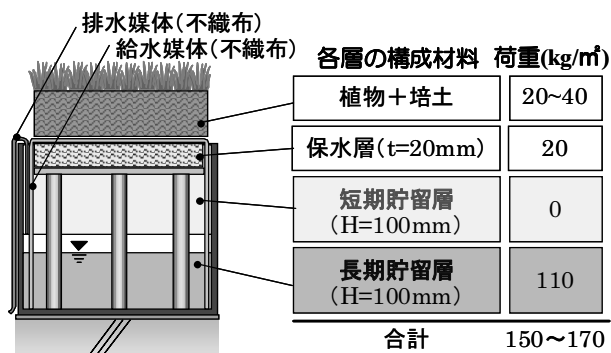


図1 貯水型屋上緑化システムの断面構成と荷重の例

2 緑化システムの概要

(1) 緑化システムの基本構成

筆者らが提案する貯水型屋上緑化システム(以下本システムという)は、容器の下部100mm(長期貯留層)に雨水を貯留し、樹脂製支持部材により容器の最上部に設置された植栽部へ給水用不織布の毛管現象により給水を行うものである。一方、容器の上部100mm(短期貯留層)は排水用不織布により常時は貯水の空き容量として確保しつつ、大雨時には短期的に雨水を貯留した後、排水用不織布の毛管現象により徐々に排水を行うものである。

従来の貯水型緑化システムの問題点は、容器の機能が貯水と植物への給水に特化しており、本システムのような空き容量を持たない点であった。従来型システムが雨水を受け入れる余地は、過去の降雨の状況などに依存して決まるため、常時空き容量を持っているとは限らず、雨水を確実に短期貯留できる担保性に欠けていた。本システムはそれを解決するために、容器の高さを確保し、上部(短期貯留層)に貯まった一定容量の水のみを緩速排水させる仕組みを備えている。

植栽部は、極めて薄い2つの層を上下に積層した構成となっている。下層は樹脂製のマットを用いた保水層で、薄層でも十分な保水性と保肥性を有している。上層は植物と培土(土壌)であり、芝、草花、低木などの多様な植物を厚さ40mmの薄鉢に仕立てた専用の植物材料が使用可能であるが、今回の実験では改良ノシバを使用している。

(2) 緑化システムの仕様と設定の背景

既存建物など特別に積載荷重に余裕を持たせていない通常の建物で屋上緑化を行う場合は、荷重が表1⁴⁾に示す積載荷重の範囲内に収まるように計画しなければならない。

積載荷重が最も制限されるケースは、建物の屋上を全面的に緑化する場合であり、この場合地震力計算時の荷重60kg/m²以内で緑化を成立させなければならず、この荷重条件に適合する緑化の仕様は多肉植物や一部の草本

類を用いたものに限られる。一方、屋上面積の1/3に限定して緑化する場合は、1㎡当たり180kgまでの緑化が成立する計算となり、床の構造計算時の積載荷重も満足するこの数値を荷重の合計値の目標とした。

表1 建築物の積載荷重（建築基準法施行令第85条）

室の種類	床の構造計算をする場合	大梁・柱・基礎の構造計算をする場合	地震力を計算する場合
(1) 住宅の居室・住宅以外の建築物の寝室又は病室	1800N/㎡ (180kgf/㎡)	1300N/㎡ (130kgf/㎡)	600N/㎡ (60kgf/㎡)
(2) 事務室	2900N/㎡	1800N/㎡	800N/㎡
(3) 教室	2300N/㎡	2100N/㎡	1100N/㎡
(4) 百貨店・店舗の売場	2900N/㎡	2400N/㎡	1300N/㎡
(5) 屋上広場又はリユニ	(1)の数値による。ただし、学校又は百貨店の用途に供する建築物にあっては、(4)の数値による。		

長期貯留層の深さを100mmとしたのは、植栽部の保水量も含めて、夏期の1ヶ月の無降雨に耐えるための必要な水分を想定し、通年無灌水で緑化を成立させることを意図してのものである。

短期貯留層の深さを100mmとしたのは、100mm/h程度の強度の降雨を一旦は容器内に貯水できる容量として設定した。

最上部の植栽部の仕様は、全体の荷重の目標値と上述の各層の荷重や容器の荷重の差をとり、荷重を60kg/㎡に収めつつ植物の安定した生育を確保可能なものを探索して設定した。

3 材料及び方法

基本性能評価実験は、竹中工務店の技術研究所（千葉県印西市）で行った。

(1) 緑化試験体の仕様

FRP製容器（500mm×500mm×250mmH）を製作し、その内部に植栽部を支持するための高さ200mmの樹脂製支持部材を設置した。支持部材の最上部の水平支持板の4隅には縦排水用の孔を設けた。植栽部の保水層としては、廃ポリエステル繊維の中に緩効性高度化成肥料やゼオライトを分散させ低融点ポリエステルで熱融着したマット（480mm×480mm×20mmH）を設置した。給水媒体の不織布（厚さ2mm）は、幅40mmかつ両端が容器の底面に達するような長さの細長いテープ状に加工して、保水層の上に掛け渡した。植物は、改良ノシバのソッド（マット状の切り芝）を人工軽量土壌（厚さ20mm）を客土の上で隙間無く張り芝した。

(2) 評価項目

本実験は、筆者らの提案する緑化システムの概念の実現性を確認するため、下記の点を評価対象とした。

ア 短期貯留層からの排水が、排水用不織布（幅40mm）により60分～120分程度の時間を要して確実に行われること。

イ 長期貯留層から給水用不織布により、給水が過不足無く行われ、芝が健全に生育すること。

ウ 通年、無灌水での緑化が成立すること。

(3) 評価方法

ア 初期条件として短期貯留層を満水にし、5分ごとの排水量を電子天秤により実測し、容器内の水位に換算した。

イ 芝の品質の推移を2名で達観評価した。

ウ 芝の品質の推移を2名で達観評価した。

4 結果および考察

(1) 短期貯留層からの排水性能

幅40mmの不織布を使用した場合の測定結果を図2に示す。満水の初期状態から約120分を経過して、短期貯留層の雨水の全量が排水された。そして、不織布の種類や幅を変えることで、排水速度が調整できることも確認された。

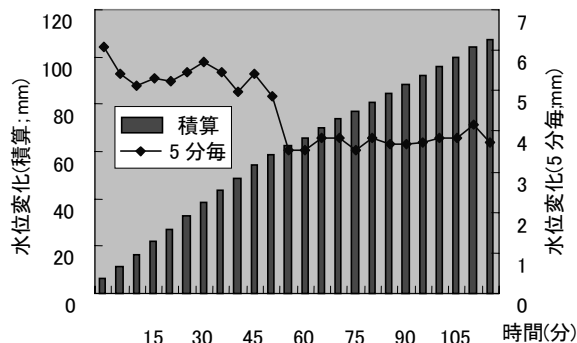


図2 不織布（幅40mm）使用時の排水性能

(2) 芝への給水と生育

幅40mmの不織布を使用して芝に給水し、夏期を経過した試験体を写真1に示す。

4月の張芝から半月間の初期養生期間を経過して、切芝からの発根を確認して以降は、長期貯留層からの不織布による灌水のみとし、人為的な灌水も一切行わなかったが、成育は順調であった。そしてその後も試験開始後1年経過時まで灌水は雨水のみ（無灌水）であったが、芝は枯死することもなく、生育は良好であった。



写真1 夏期経過後の試験体

号, pp.195-198 (2005)

4) 三輪隆: 屋上緑化システムの種類と技術的特徴、建築技術 No.659, pp.48-51 (2004)

5 まとめ

本試験は、確実な雨水流出遅延性能を担保し節水も両立させる貯水型屋上緑化システムを新たに提案し、そのプロトタイプを試験体を用いて、2005年4月上旬から2006年3月下旬に基本性能を評価した。

従来貯水型屋上緑化はともすれば荷重が過大となりやすく、建物の屋上に設置するには非現実的なものとなりがちであった。その点を克服するため、システムの総荷重を180kg/m²以内に抑える必要があり、通常システムの荷重の大半を占める植栽部の構成を根本から見直し、土壌をほとんど使用しない仕様とすることで、軽量性を実現した。その結果、植物の生育の安定性が損なわれるのではないかとの懸念があったが、結果的には順調な生育を得ることができた。

以上の結果から、筆者らが提案する貯水型屋上緑化システムは所要の基本性能を有することが確認された。今後、システムの要求条件を明確にし、システムの仕様に反映するとともに、より総合的かつ定量的な性能確認を行うとともに、水質保持などの残された課題の解決にも取り組んでいきたい。

参考文献

- 1) 横山仁・山口隆子・石井康一郎: 屋上緑化のヒートアイランド緩和効果—軽量薄層型屋上緑化に関する検討—、東京都環境科学研究所年報 2004, pp.3-23 (2004)
- 2) 山口隆子・横山仁・石井康一郎: 軽量薄層屋上緑化システムにおけるヒートアイランド緩和効果、ランドスケープ研究 68(5), pp.509-512 (2005)
- 3) 三坂育成・石井康一郎・横山仁・山口隆子・成田健一: 軽量・薄層型屋上緑化技術のヒートアイランド緩和効果の定量評価に関する研究、日本建築学会技術報告集第 21