

緑地による雨水排水負荷低減効果の予測に関する検討

大成建設株式会社

正会員 ○松宮 綾香

正会員 内池 智広

正会員 屋脊下 亮

正会員 渡邊 敬太

1. はじめに

近年、自然環境が有する多様な機能をインフラ整備に活用するグリーンインフラの取組が進められている。その中の一つとして、緑地の雨水貯留浸透機能を活用した防災、減災対策がある。

主に都市域において、地中への雨水の浸透性が低い場所が多いために雨水が一気に下水道や中小河川へ流れ込み、排水処理機能が追いつかず、浸水被害が発生しやすい状況となっている。また、近年の異常気象の増加に伴い、都市型水害のリスクが増加している。そのため、例えば神田川流域豪雨対策（改訂）（東京都総合治水対策協議会）¹⁾では、豪雨対策の中で、河川及び下水道の整備、流域対策、家づくり・まちづくり対策、避難方策それぞれについて目標豪雨に対する対策量（mm/hr）が定められており、対策の効果を定量的に明らかにすることが求められている。

そこで、緑地の雨水貯留機能を向上させる土壌²⁾（以下、選定した土壌）の開発、選定と性能検証を行い、その土壌を使用した緑地に降った雨水が下水道などへ流出する水量、時間を定量的に予測可能なシステムの開発を行った。

2. 選定した土壌の性能検証

選定した土壌の雨水貯留機能の検証には、小型ライシメーター（0.5×0.5×0.7m）を用いた（図1）。ライシメーターの底面にキャピラリーシート、玉砂利（厚さ30mm）を敷設したのち、選定した土壌を100mm厚ずつ投入し、突き固めた。この作業を選定した土壌の厚みが500mmになるまで繰り返すを行い、土壌のpF値が1.8となるように調整を行った。

選定した土壌の保水性、排水性を検証するために、室内にて模擬降雨を降らせ、その際のライシメーターからの排水量を計測した。模擬降雨は四方向に霧状散水可能なミストスプリンクラーから、時間100mm相当の降雨を想定した水量をライシメーター

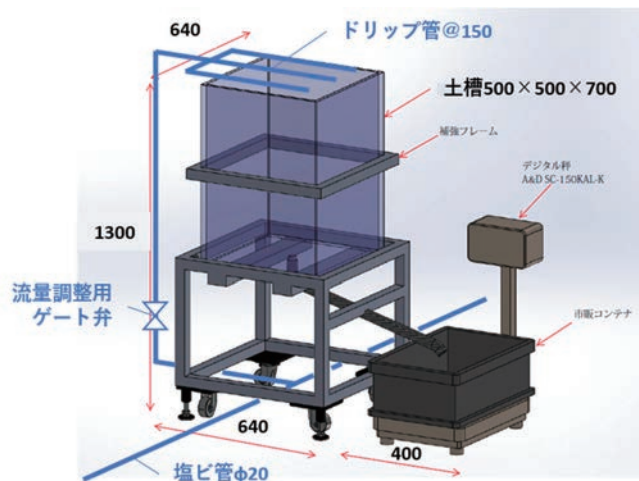


図1 製作した小型ライシメーター

表1 選定した土壌の排水量と雨水貯留率

	実測値			
	1回目	2回目	3回目	平均値
総排水量[L]	18.0	17.9	14.9	16.9
排水率[%]	75.0	74.6	62.1	70.4
雨水貯留率[%]	25.0	25.4	37.9	29.6

に均一に給水した。排水量の計測は、ライシメーターからの排水を排水管によってトレーに誘導し、5分間隔でトレーの重量計測を行った。

3. 選定した土壌の性能検証結果

模擬降雨を降らせた際の時間毎の排水量の計測を行った結果、給水開始直後は水が土壌の中に保持され排水されず、20分が経過した頃から徐々に排水される結果となった（図4）。

また、試験ごとの雨水貯留率は平均29.6%という結果（表1）が得られた。試験毎の差異は土壌の突き固め状況に起因するものと考えられる。

4. 予測システムの開発

降雨の際に、選定した土壌を用いた緑地から雨水が下水道などへ流出する水量、時間（以下、雨水排水による負荷の低減効果、遅れ効果）予測するために、降雨に対する緑地からの排水予測システムの開発を行った。選定した土壌内の地下水流動については、1次元飽和不飽和浸透流解析を用いて算出した。

キーワード グリーンインフラ、雨水貯留、排水負荷低減、予測評価

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿1-25-1 大成建設株式会社 TEL 03-5381-519

5. 実測値と予測結果の比較検証

選定した土壌に対するライシメーターを使用した室内模擬降雨試験で得られた結果と、開発したシステムによる予測結果について、降雨に対する緑地からの排水量、排水時間の比較検証を実施した。

予測シミュレーションにおける与条件は、室内模擬降雨試験における降雨強度、土壌厚、排水管(長さ、直径、勾配)の状況と揃えた。なお、選定された土壌の物性値は飽和透水係数は $2.0 \times 10^{-5} \text{m/s}$ 、不飽和浸透特性曲線は図2に示す通りとした。

シミュレーション初期の圧力水頭を、緑地の基盤土壌内では鉛直方向で一律に設定(図3)した上で、実測値と予測値との整合性が高くなるまで、pF値を変更しながら検証を行った。

6. 検証結果

模擬降雨試験における緑地からの時系列の累積排水量の実測値と本システムによるシミュレーション結果との比較を図4に示す。

例示した pF1.55 及び 1.8 における予測状況が示すように、シミュレーションにおける初期状態として設定した pF 値が累積排水量に顕著な影響を及ぼしていることが明らかとなった。

また、室内模擬降雨試験の際に選定した土壌の pF 値の調整目標としていた pF1.8 における予測値と実測値とでは排水時間や総排水量は大幅に異なる結果となった一方で、pF1.55 の時には排水時間や累積排水量について実測値と似た傾向が得られた。

模擬降雨試験(pF1.8)とシミュレーションの pF 値が異なる状態で結果の整合性が高くなった理由としては、ライシメーターに土壌を投入した際に pF 値を pF1.8 になるように調整した際に、実際には pF 値が調整目標値より低くなっていたことが推測される。

7. 考察

本システムを用いたシミュレーションより、降雨時における下水道への排水による負荷の低減効果、遅れ効果を、選定した土壌を用いた緑地を計画する段階で定量的に予測することができる可能性が示唆された。

今回の検証は、緑地のうち植栽を除いた土壌部分(植栽基盤)のみを対象として行ったが、実用化に向けては植栽の与える影響を予測に組み込むことが必要となる。

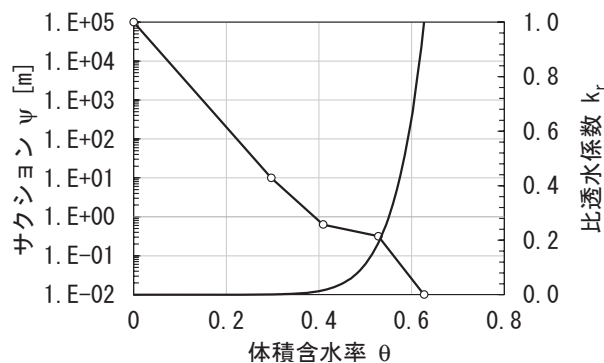


図2 選定した土壌の不飽和浸透特性曲線

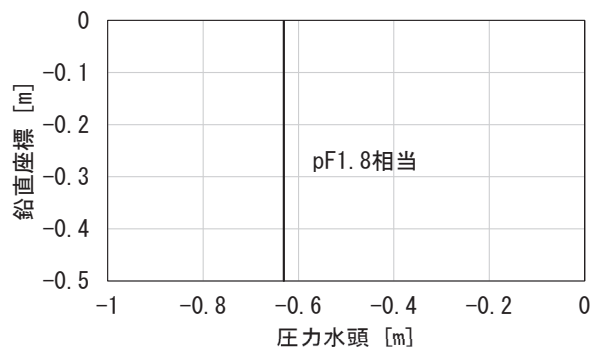


図3 初期の圧力水頭の例

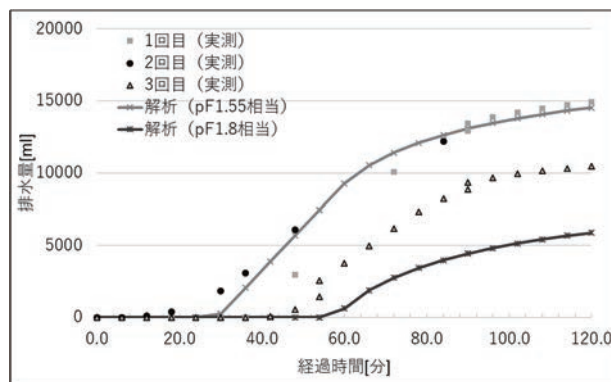


図4 選定した土壌からの排水量の実測値とシミュレーション結果の比較

また、今回の検証では屋内のライシメーター内に投入した土壌に対する実測値を比較に用いたが、実際に屋外に施工する緑地とは、施工方法や土壌の状態が異なることが予測される。今後、屋外における実測データと予測値との整合性を含め、検証を重ねていく必要がある。

参考文献

- 1) 東京都総合治水対策協議会, 神田川流域豪雨対策計画(改訂), 2018.
- 2) 屋脊下亮 他: 植栽土壌の雨水貯留機能に関する検証, 2021年度日本建築学会大会学術講演会, pp2425-2426, 2021.

謝辞

本研究のシステム開発にご協力いただいた、株式会社地層科学研究所の方々に謝意を表します。