

学校・公共施設グラウンドへの保水・浸透型技術適用可能性の検証

福岡大学工学部 学生会員○盛田一生 正会員 渡辺亮一 浜田晃規 山崎惟義 伊豫岡宏樹

+

1. はじめに

近年、都市化による河川流域の不浸透域の拡大に加え、局地的な集中豪雨の増加により各地で浸水被害が頻発している。福岡市でも1999年から2015年までの10年間で4度の大きな水害を受けており、これまでの河川管理を見直し、都市化による流出形態の変化に本質的に対応するためには、流域全体で保水・浸透・貯留能力を強化することが必要である。

当研究室では、2007年に雨水流出抑制効果を期待して、図-1のように福岡大学内に建設された人工芝サッカー場に着目し、その流出抑制・貯留効果について検討を行っている。これまでの研究で、人工芝サッカー場は雨水の流出を遅らせ、地下水涵養に貢献していることを明らかにしている¹⁾²⁾(図-1)。

近年、自然の力を活用した社会資本整備や土地利用、防災・減災の取り組み「グリーン・インフラストラクチャー」という概念が注目を浴びている。グリーン・インフラストラクチャー^{3),4)}とは1990年代の半ばにアメリカ合衆国で始まった概念である。この概念は、土地利用計画に関する意志決定において、自然環境の重要性を強調するものであった。都市計画分野において、水と緑を扱う多様な手法や計画に関連して使われてきた。「これまでのように雨が降った時にしか役立たない伝統的な雨水貯留槽や貯留用トンネルよりはるかに安価に洪水対策を達成できる手法である」つまり、空隙に富んだ舗装や道路、保水性に富んだ屋上緑化、家やビル、学校の敷地に雨庭の導入などがある。

本研究では内水氾濫の発生の大きな要因である都市の浸透、保水及び貯留能力を上げることが必要であるが、市街化の進行により森林や田畑が減少している都市部では困難である。そのため、貯留浸透の要素技術としてトース土及び真砂土の効果に着目し、以下の2つを今回の研究目的とした(図-2)。

- (1)トース土の透水性、保水性、浸透能機能効果を検証
- (2)福岡市内を流れる樋井川左支川の準用河川である七隈川の流域を対象とした、小学校、中学校、高校、大学のグラウンドに改良土(トース土+砂利)を使用することで、貯留量を明らかにする(図-3・図-4)。

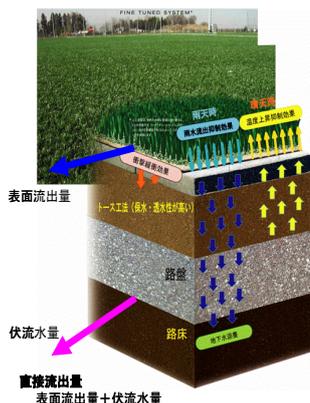


図-1 福岡大学サッカー場断面図

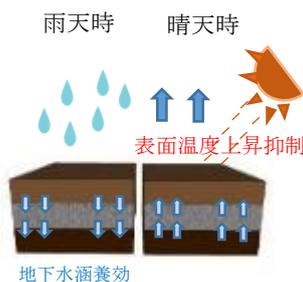


図-2 トース土の構造

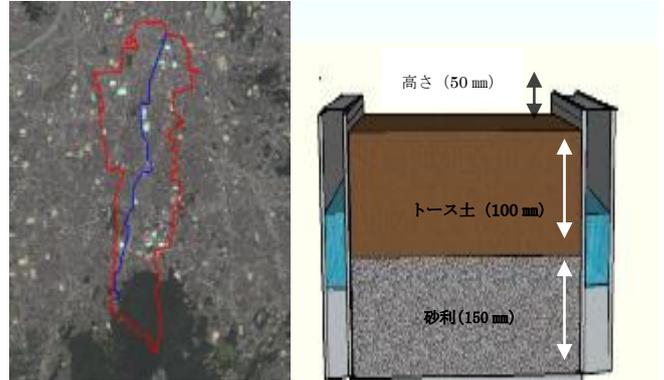


図-3 七隈川流域概略

図-4 グラウンドのモデル化

2. 研究手法

(1)透水管実験

透水管実験では、トース土との比較対象にアスファルトブロックを使用した。舗装材の表面から自然浸透させるため舗装材の四方を隙間なく木材で囲み、また舗装材と型枠の隙間からの側面浸透を防ぐのに、シリコンシーラントを充填した。舗装材を囲む型枠を設け、そこに上部から水を注ぎ浸透する構造とする。①注入する水道水は水位50mmを確保し、実験装置が満水になるまで注入する。②排水され始め、浸透速度が安定してから200mm降下する時間を10回測定する。

(2)保水実験

保水実験では、①絶乾状態の質量を計測する。②プラスチック容器に入れ15~25℃の清水中で24時間吸収させる。③15~30℃の室内で30分間水を切り、目に見える水膜をぬぐい、計測する。これが湿潤質量になる。以下の式によって算出する。

$$\text{保水量} (g/cm^3) = \frac{\text{湿潤質量} (g) - \text{絶乾質量} (g)}{\text{供試体の体積} (cm^3)}$$

(3)浸透実験

浸透実験では、トース土、真砂土及び透水性保水型改良土(トース土+砂利)の比較を行った。

- ①各試料を絶乾状態にする。
- ②各試料に水道水を注入し、一定時間、満水状態になるように水道水を注入し続ける。
- ③一定時間が経過すると、水道水の注入を止め、水道水が浸透するまでの時間を測定する。

(4)貯留量算定

一時貯留量の算定にあたって、七隈川流域の小中学校、高校、大学を対象とした。さらにグラウンドの構造として、図-4のように、地表面にトース土(深さ0.1m)、下層に砂利(深さ0.15m)、側溝から地表面の高さ(50mm)とし、貯留時において、利用者の安全を確保するものとした。

3. 実験結果

透水試験、保水試験は浸透速度を mm/10min で表す。透水実験の結果では、浸透速度は各々一定の値を示し、実験回数による変化はさほどみられない。また透水係数を算定した結果、トース土ブロックは 582mm/10min、アスファルト 59mm/10min であり、約 10 倍の差。このことからトース土ブロックの方が透水性は大きいことが分かる。保水実験ではトース土ブロックとアスファルトブロックを比較した結果、トース土の方が約 13 倍の保水量であることが分かり、保水に適している。浸透実験では、トース土の初期浸透能及び最終浸透能は 19,000mm/h、10,270mm/h であった。実験開始から 10 分で大きく減少し、15 分後からは徐々に減少していった (図-5)。次に、真砂土では初期浸透能及び最終浸透能は 146mm/h、46mm/h であった。実験開始から 5 分で大きく減少し、さらに 5 分後になると値はあまり変化しない (図-6)。透水性保水型改良土では初期浸透能及び最終浸透能は 9,560 mm/h、3,990 mm/h であった。浸透能は実験開始から 10 分で大きく減少し、その後は徐々に浸透能は低下していくが、あまり変化がみられない (図-7)。

これらの結果をもとに、図-4 の上層にトース土、下層に砂利の構造とすることで、七隈川流域の小学校、中学校、高校、大学のグラウンドの一時貯留量を明らかにした (図-8)。

4. 考察・まとめ

今回の実験結果でトース土、アスファルト、真砂土及び改良土の比較を行った結果、以下の結論が得られた。

(1) 透水試験ではトース土とアスファルトの浸透速度及び透水係数は約 10 倍の差であった。保水実験では、トース土とアスファルトは約 13 倍の差。浸透実験では、各試料とも Horton 式で描いたグラフは実測値によく一致した。よってトース土が透水性、保水性、浸透能が高いことが分かり、流出抑制効果が優れていることが分かった。

(2) 七隈川流域の小学校、中学校、高校、大学のグラウンドは流域全体の約 25% を占めており、図-4 のように推奨グラウンドモデル (福岡大学型) を適用したとすれば、流域全体で約 2 万 4000 m³ を一時貯留できることが明らかになった。この結果、流域内で一時貯留をすることで内水氾濫抑制に貢献でき、またトース土の効果により、ヒートアイランド現象による気温上昇も抑えることができると考えられる。また、トース土を用いたグラウンドを建設する費用として、トース土 1 m² 当たり 2500 円と言われており、図-8 に示すグラウンド全部で約 3 億円の費用が見込まれる。これに対し、同じ貯留量の地下貯水槽を建設すると約 150 億円 (福岡市) にかかることから、同等の地下タンクを設置する費用の 50 分の 1 程度であることが分かる。

参考文献

1) 福井洋司：福岡大学人工芝グラウンドにおける雨水流出抑制効果の実証研究，土木学会西部支部平成 19 年度研究発表会講演概要集，II-2，pp169-170，2008。

2) 溝口憲太：福岡大学人工芝グラウンドにおける雨水流出抑制効果の評価，福岡大学工学部卒業論文，pp21，2009。2。

3) 西田貴明：岩浅有紀：わが国のグリーンインフラストラクチャーの展開に向けて，三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング，季刊，政策経営研究 vol. 1，pp46-55，2015。

4) 木田幸男：緑化技術を活かした雨水貯留浸透施設，日本緑化工学会誌，pp497-500，2015。

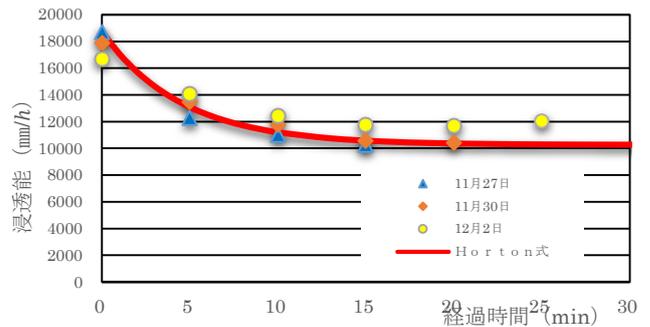


図-5 浸透能 (トース土)

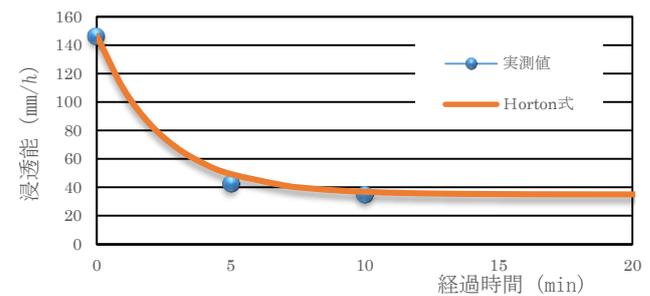


図-6 浸透能 (真砂土)

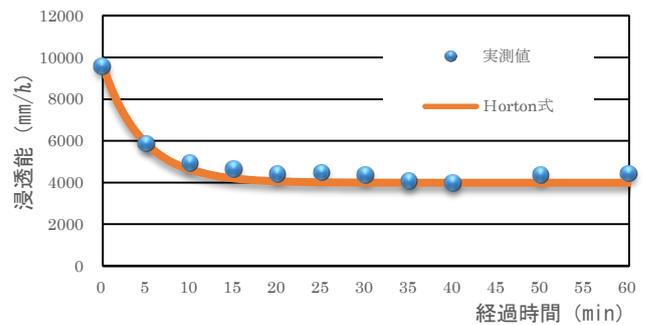


図-7 浸透能 (改良土: トース土+砂利)

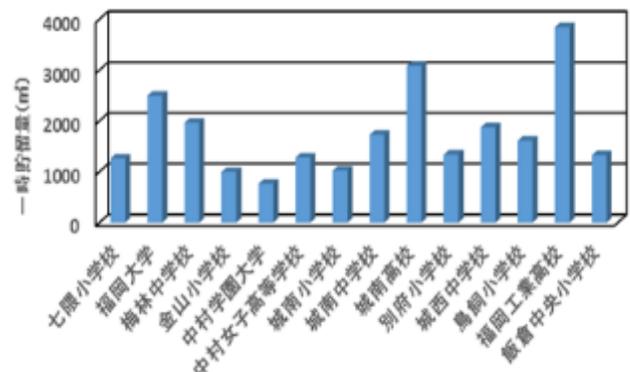


図-8 七隈川流域貯留量