

福岡大学人工芝サッカー場における雨水流出抑制効果の定量的評価

福岡大学工学部 学生員 ○溝口 憲太 福岡大学工学部 正会員 渡辺 亮一
 福岡大学工学部 正会員 山崎 惟義 福岡大学工学部 正会員 伊豫岡 宏樹
 福岡大学工学部 正会員 林 義晃

1. はじめに

近年、都市化による河川流域の浸透・貯留機能の低下および雨水の流達時間の短縮化に加え、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 2009 年までの 10 年間で 3 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、河川へ流入する雨水を流域で浸透・貯留する総合治水対策が着目されている。

福岡大学では、2007 年に雨水流出抑制効果を期待して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。これまでの研究では、人工芝サッカー場に降った雨の流出の遅れや地下涵養に貢献していることを明らかにしている^{1),2)}。

しかし、現地観測では大雨時に観測が行えず流出抑制効果の評価ができない。そこで本研究では、現地観測を継続することで、様々な降雨の流出データの蓄積を通じて人工芝サッカー場の雨水流出をモデル化し、数値解析によって再現することにより、人工芝サッカー場の現地観測における限界を定量的に明らかにすることを最終目的としている。

2. 現地観測

(1) 人工芝サッカー場の概要

研究対象となる福岡大学人工芝サッカー場は、樋井川水系七隈川の流域に位置し、集水面積は 10275.6m² である。図-1 にサッカー場の断面図を示す。上層は保水性の人工芝、下層は透水性・保水性の改良土となっているのが特徴である。本研究ではサッカー場に浸透せず人工芝表面から流出する雨水を表面流出量、一度、サッカー場に浸透して流出する流出量を伏流水量と定義する。現地観測では、直接下水管へと流入している表面流出量と伏流水量を合わせた直接流出量を観測している。

(2) 観測方法

図-2 にサッカー場の概略図を示す。表面流出量は 5 箇所を観測を行った。表面流出①、④は 15 分毎に直接流出量をバケツ及びメスシリンダーで測定し、表面流出②、③、⑤は集水ポンプ、集水タンクを用いて 10 分毎に水位計 (GE Sensing 製, 1mm 計) により測定した。伏流水量は 2 箇所を観測を行った。伏流水①は、転倒ます型量水計 (UIJIN 製, 500ml 計) を用い、伏流水②は集水ポンプ、集水タンクを用い水位計

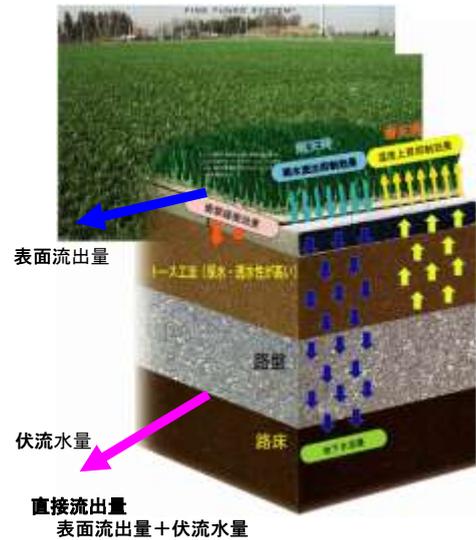


図-1 サッカー場断面図

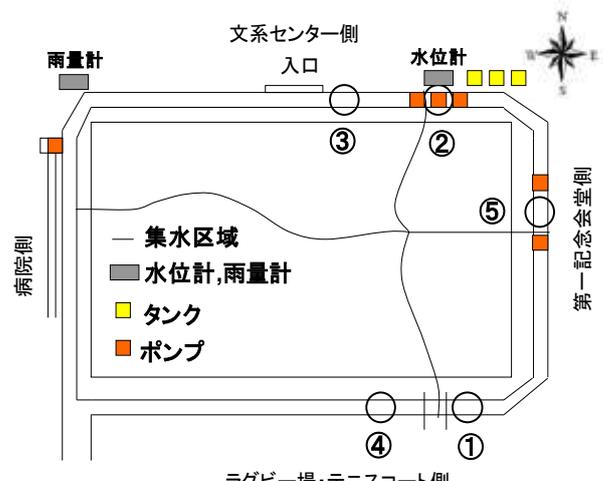


図-2 サッカー場概略図

(GE Sensing 製, 1mm 計)による自動計測をそれぞれ 10 分毎に行った。降雨量はサッカー場北西に設置した転倒ます型雨量計 (KONA 製, 0.5mm 計) を用い 10 分毎の自動計測を行った。

(3) 観測結果

図-3 に 2009 年 11 月 13 日から 11 月 16 日までの人工芝サッカー場における降雨量と表面流出量と伏流水量の時系列を示す。総降雨量は 46.5mm であった。降雨量のピークから表面流出量のピークまで約 3 時間 30 分の時間差があった。また、降雨量のピークから伏流水量のピークまで約 6 時間 50 分の時間差があり、伏流水は約 3 日間かけて流出していることが分

かった。流出率（総降雨量に対する流出量の割合）の値は 67%であり、降雨量の約 3 割は貯留または地下浸透となっていると考えられる。今回の観測日の先行晴天日数は約 2 日と短期間であり、人工芝サッカー場が湿潤状態に関係なく、流出遅れや地下涵養に貢献していることが明らかとなった。

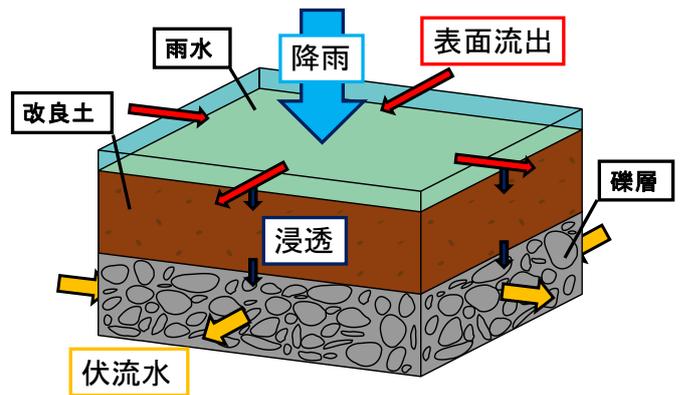


図-4 モデルの概要図

法を用いている。降雨量は現地観測で得たデータを用いる。

4. 考察

現地観測を行うことにより、福岡大学人工芝サッカー場には降雨量のピークと流出量のピークに時間差があることが分かった。また、流出を終えるまでに約 3 日間かけて流出することが分かった。流入量 478m³の内、流出量は 320m³、貯留または地下浸透は 158m³と流出を抑え貯留・地下涵養に貢献していた。

この結果より、河川への流出を遅らせる効果があるといえ、急激な水位上昇の抑制効果があると考えられる。また、今後の都市域での流域対策として公園や小・中学校などの公共施設に本研究で対象とした人工芝システムを用いることで流域での流出抑制に貢献できると考えられる。

5. まとめ

本研究では、昨年引き続き現地観測を行い、福岡大学人工芝サッカー場の定量的な把握を試みた結果、流出の遅れ、地下涵養への貢献が継続されていることが確認された。数値解析を行い、人工芝サッカー場の雨水流出を再現することで、現地観測では行えない降雨の流出抑制効果を定量的に評価し、人工芝サッカー場の雨水流出抑制効果の検証ができると考えている。なお、発表時には、本論中で述べている解析方法を用いた数値解析の結果についても示す予定である。

謝辞:本研究の遂行に際し、乾真寛監督をはじめサッカー部の方々に、練習中にも関わらず観測の場を提供していただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 手計太一, 渡辺亮一, 山崎惟義, 乾真寛: 新型人工芝グラウンドの水文気象環境に関する基礎的研究, 水工学論文集, Vol.52, pp.265-270, 2008.
- 2) 中島和輝, 手計太一, 山崎惟義: 保水性人工芝サッカー場を用いた洪水流出抑制対策の提案, 土木学会西部支部平成 20 年度研究発表会講演概要集, II-44, pp259-260, 2009.
- 3) 土木学会水理公式集: 平成 11 年版, pp23, 1999.

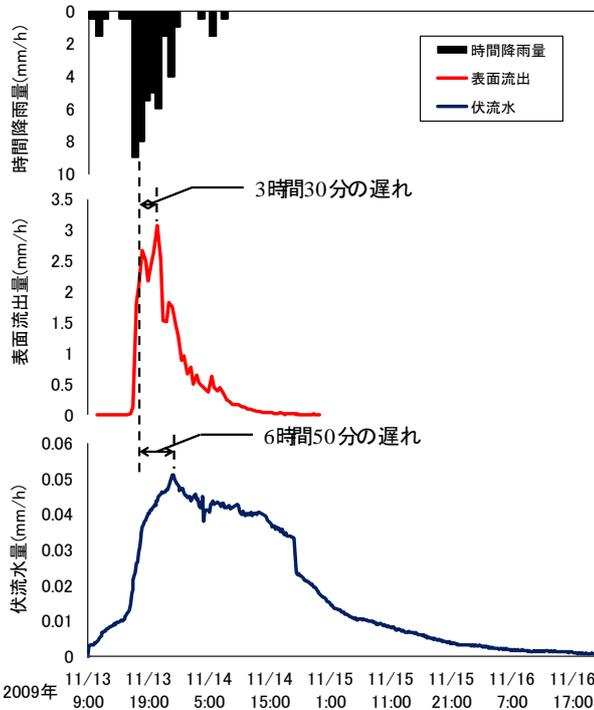


図-3 2009年11月13日から11月16日までの降雨量と表面流出量と伏流水量の時系列

3. 数値解析

(1) モデルの概要

図-4 にモデルの概要図を示す。本研究のモデルは人工芝表面、改良土、礫層の 3 層のモデルからなる。表面流出は Manning 則が成り立つものとする。また、地下浸透は Horton の式³⁾が成り立つものとし、伏流水は Darcy 則が成り立つものとする。

$$\text{表面流出} = L \times \frac{1}{n} \times h^{\frac{5}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{地下浸透} = A \times \{ f_{(t)} + (f_o - f_c) \times e^{-at} \} \dots\dots(2)$$

$$\text{伏流水} = L \times h_u \times k \times i \dots\dots\dots(3)$$

ここで、L:メッシュの長さ、A:メッシュの断面積、n:粗度係数、h:水深、h_u:地下水位、I:斜面勾配、i:動水勾配、k:透水係数、f_o:初期浸透能、f_c:最終浸透能、f_(t):時刻 t における浸透能、a:定数である。なお、本研究では短時間の降雨を対象としているため蒸発量は考慮していない。

(2) 解析方法

測量データから対象の人工芝サッカー場にスプライン補間法を用いて地盤高を補間し、人工芝サッカー場を 1m メッシュで分割した。モデルの計算手法としてベクトル量を格子の境界面中央に定義し、スカラー量を格子の中央で定義するスタッガード格子