

N-4 人工芝システムを利用した雨水流出抑制・ヒートアイランド現象抑制効果に関する研究

○渡辺 亮一^{1*}・山崎 惟義¹・澄川 瑠美²・林 義晃¹

¹福岡大学工学部社会デザイン工学科 (〒814-0180福岡県福岡市城南区七隈8-19-1)

²福岡大学大学院工学研究科 水圏システム専攻 (〒814-0180福岡県福岡市城南区七隈8-19-1)

* E-mail: wata@fukuoka-u.ac.jp

1. はじめに

近年、都市への人口及び産業の集中、都市域の拡大などから都市化が急激に進行し、都市部はコンクリートやアスファルトで覆われてしまった。このように不透透面積の増加や都市化による都市気候の変化によって、保水・遊水機能を失った都市部では水害が頻発している。福岡市では平成11年6月29日に時間雨量79.5mmを記録し甚大な被害が発生したのに続き、平成21年7月24日に時間雨量91mmを記録し、都心部の天神および樋井川流域で家屋が浸水した。福岡市城南区を流れる七隈川流域においても、樋井川との合流点付近において浸水被害を受けた。この七隈川流域は、平成3年から平成12年にかけて度々水害被害が発生している。福岡市は、河川改修を進め治水対策を実施してきたが、1/10の治水安全度しか確保できていないのが実情である。

また、ヒートアイランド現象は都市域における大きな社会的問題として人々の生活に多大な影響を及ぼしている。日本の大都市では最近100年間に於いて年平均気温が急激に上昇しており¹⁾、福岡市においても、1901年から2005年までのおよそ100年間で年平均気温が約2.5℃上昇している。さらに、ヒートアイランド現象は都市の気温を上昇させるだけでなく、光化学オキシダントや局地的集中豪雨を生み出す要因と推察されており²⁾、ヒートアイランド現象の緩和・解決へ向けた対策が急がれている。このような中で2007年5月、福岡大学は、都市型水害の防止とヒートアイランド現象の緩和を目的として、新型人工芝サッカーグラウンドを建設した(写真-1)。ここで利用されている新型人工芝システムの模式断面図を図-1に示す。本人工芝システムの上部には、我が国では導入実績のない人工芝システムを利用している。ファインチューンと呼ばれるクッション材の上に人工芝が敷かれており、人工芝の中には、砂とゴムチップが充填さ

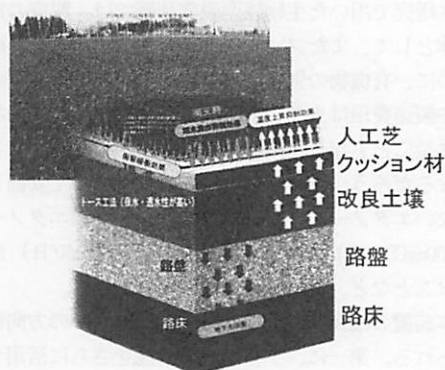


図-1 新型人工芝グラウンド模式断面図



写真1 人工芝グラウンドの全景

れている。システム下部には保水・浸透能の高い改良土壌を埋設している。このような人工芝グラウンドの熱環境や保水性等の水・熱環境についての詳細な研究事例はほとんどなく、特に、我が国のように高温多湿の環境下での実証実験は全く行われていない。本研究では福岡大学の新型人工芝サッカーグラウンドの熱環境特性を明らかにするとともに、雨水貯留浸透施設として利用した流出抑制対策を提案するものである。

表-1 観測項目、観測機材、観測期間、観測場所の一覧

観測場所	観測項目(観測頻度)	観測機材	観測期間	備考
人工芝 グラウンド	気温・湿度(1min)	HOBO H8 Pro(自然通風シェルター付)	2007年6月4日～継続中	※長期観測 ※観測前検定・校正済
	気温・湿度(30sec)	HOBO H8 Pro(自然通風シェルター付)	2007年6月9日～11日 2007年8月18日～20日	※短期集中観測 ※観測前検定・校正済
	全天日射量(1min)	MS-601(英弘精機社製)	2007年7月31日～継続中	※長期観測
	表層温度(30sec)	3線式白金測温抵抗体センサ(T&D Corporation社製)	2007年6月9日～11日 2007年8月18日～20日	※表層から深さ5cm
	表面温度(1min)	放射温度計(FLIR SYSTEMS社製)	2007年8月18日～20日	※54mのビル屋上より撮影 ※照射角度74°14'40"
天然芝 グラウンド	気温・湿度(1min)	HOBO H8 Pro(自然通風シェルター付)	2007年6月4日～継続中	※長期観測 ※観測前検定・校正済
	気温・湿度(30sec)	HOBO H8 Pro(自然通風シェルター付)	2007年6月9日～11日 2007年8月18日～20日	※短期集中観測 ※観測前検定・校正済

ピス大神学院内の天然芝グラウンドにおいて気象観測を実施した。この天然芝グラウンドは多目的広場として利用され、周囲には樹木が配置されている。

2 福岡大学最新型人工芝グラウンド概略

(1) 新型人工芝

今回施工された人工芝グラウンドは、上層に人工芝、下部構造として透水性・保水性土壌を埋設した構造となっている(図-1)。本対象施設で利用している人工芝は MONDO S.p.A 社(イタリア共和国)が開発した「モンドターフ・ファインチューン・システム」である。この人工芝システムは大きく二層に分けられる。上層部は、新重合体のポリエチレン性の人工芝である。また、この人工芝の中にエコフィルと呼ばれるゴムチップを充填されている。エコフィルの比重は1.4～1.7であり、飛散が少なく雨水流出しにくい特徴を持つ。下層部は、ファインチューンと呼ばれる廃タイヤを再利用して製造されたマットレスである。これは、衝撃吸収性を持ち、運動者の安全性や怪我の危険性を軽減するものである。

(2) 透水性保水型工法(トース土工法)

新型人工芝システムの下層部に採用している本工法は、土に添加剤を配合し、土を団粒構造に変化されることで透水性・保水性を向上させる工法である。本工法による改良土壌は、水はけが良く、保水による流出抑制効果が期待できる。また、固化剤の配合量により改良土の硬さの調節ができ、一般の土グラウンドや歩道としての利用が可能である。

3. 観測方法

(1) 観測場所

福岡市城南区の福岡大学七隈キャンパス内に新型人工芝グラウンドがあり、その東側に体育館、南側は約6mの道路擁壁、西側は4階建てビルが建っている。その広さは、東西方向に112m、南北方向に78m、面積は約10,000m²である。グラウンド横に転倒樹式雨量計(0.5mm)を設置し、さらにグラウンドの人工芝表層からの流出量と下層の改良土壌中からの流出量(本稿では「伏流水量」と定義する)をそれぞれ計測している。本稿では、この両者の流出量を合わせて直接流出量と定義する。また、人工芝グラウンドの水文気象環境を検討するため、約900m離れた聖スル

(2) 観測方法

グラウンドからの直接流出量は、降雨時に1時間に一度の人的観測を行っている。また、表-1に観測項目、観測機材、観測期間、観測場所を示す。ここでの表層温度とは、人工芝の充填材であるエコチップ4～5cm層厚とその下に敷かれている砂との間の温度のことである。これまでに、短期集中観測を二度実施するとともに、長期継続的にも観測している。短期集中観測では、人工芝グラウンド中央に観測機材を設置し、長期観測においては人工芝グラウンドと構内道路との境界に設置している。また、天然芝グラウンドについても、集中観測ではグラウンド中央に観測機材を設置し、長期観測においては構内建物の近傍に観測機材を設置している。

3. 観測結果および考察

(1) 流出抑制観測結果

図-2は2007年7月2日から8日までの人工芝グラウンドにおける降雨量、直接流出量、伏流水量の時系列である。改良土壌からの流出量の挙動に着目すると、ピークが緩やかであり、ピーク時間に2時間から4時間の遅れが見られる。この6日間の流出率は13.5%と極めて小さいもの

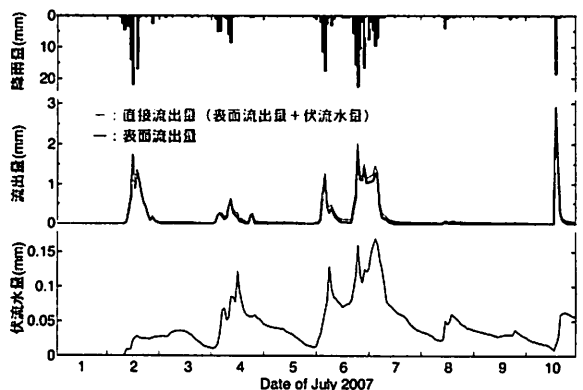


図-2 2007年7月2日から8日までの降雨量、直接流出量、伏流水量の時系列

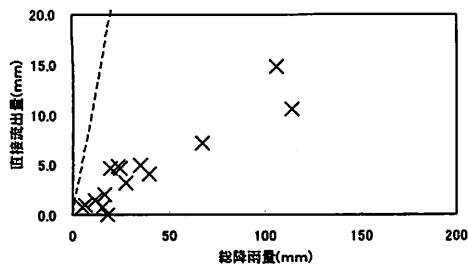


図-3 総降雨量と直接流出量の関係

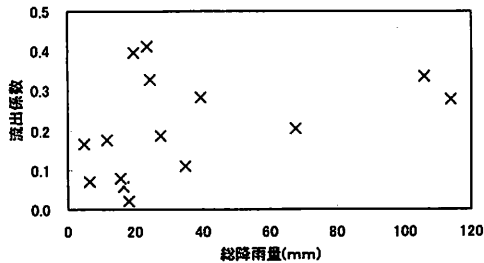


図-4 総降雨量と流出係数の関係

となっている。次に、図-3は2007年7月から9月までの降雨イベント毎の総降雨量と総直接流出量の関係である。図中の点線は1対1の関係を示している。いずれの降雨イベントにおいても、直接流出量は極めて小さいことがわかる。図-4は2007年7月から9月までの15個の降雨イベントを対象とした総降雨量と流出係数の関係である。なお、流出係数は合理式を用いて算出した。総降雨量の増加に伴う流出係数の増加が見られず、0.4前後が上限であっ

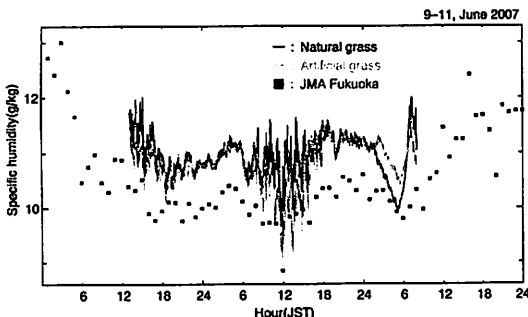


図-5 2007年6月9日から11日までの人工芝と天然芝グラウンドと福岡管区気象台における比湿の時系列

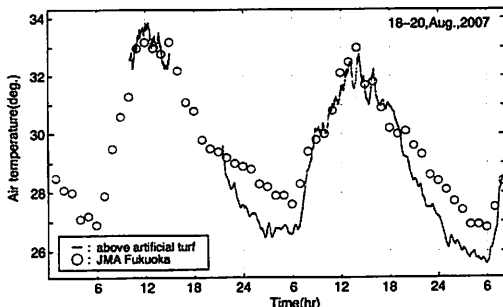


図-6 2007年8月18日から20日までの人工芝上と福岡管区気象台における気温の時系列

た。既往研究⁹⁾における自然流域のピーク流出係数と比較すると人工芝グラウンドの流出係数は非常に小さい値であった。

(2) 熱環境特性観測結果

2007年6月9日から11日までの人工芝グラウンドと天然芝グラウンドと福岡管区気象台における気温を比較すると、全体的に、人工芝・天然芝グラウンド上の気温は福岡管区気象台の気温よりも低い傾向にある。福岡管区気象台は福岡市中心部に位置しているため、周囲も市街化されており気温の日変化が小さい。これはヒートアイランド現象に起因していると考えられる。また、人工芝上と天然芝上の気温を比較すると、日中の両者はほぼ同じ挙動を示している。最高気温も同程度であり、人工芝上であっても気温がそれほど上昇しないことがわかった。一方、夜間の気温は、天然芝上の気温よりも人工芝上の気温の方が高く、最大で1.5℃の差であった。これは芝の素材による影響であると考えられるが、福岡管区気象台の気温と比較すると2℃以上低い。図-5は2007年6月9日から11日までの人工芝グラウンドと天然芝グラウンドと福岡管区気象台における比湿の時系列である。福岡管区気象台における比湿は、人工芝・天然芝グラウンド上のそれと比較すると、全体的に低い。これは、福岡市内の都市化による影響であると考えられる。人工芝グラウンド上の比湿は天然芝グラウンド上のそれとほとんど同じ挙動を示し、大気は湿った状態にあることがわかる。図-6は2007年8月18日から20日までの人工芝グラウンド上と福岡管区気象台における気温の時系列である。両者の日中の気温は同じ程度であるが、夜間の気温は人工芝グラウンド上の方が1℃以上低い。また、長期観測の結果においても、気温が高い場合においては人工芝上・天然芝上の気温と福岡管区気象台のそれはほぼ同じであった。しかし、気温が低い場合においては福岡管区気象台の気温の方が高い傾向にある。さらに、人工芝上の気温と天然芝上のそれは同じ挙動であった。また、人工芝とアスファルトの表面温度を比較すると、最高温度は人工芝の方が約5℃高いが、夜間においては、人工芝の表面温度は非常に低くなっており、アスファルトのよりも約8℃低く、日没から翌日の日の出まで続いている。これは両者の熱容量の違いが影響しており、人工芝による夜間の熱環境緩和効果は期待できると考えられる。

参考文献

- 1) 手計太・渡辺亮・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，第52巻，265-270，2008年。