

都市域における公共施設への ATTAC 工法適用による環境改善効果の実証

福岡大学工学部 学生員○田中 芳生 正員 渡辺亮一・浜田晃規

1. はじめに

近年、人口及び産業が都市部に集中し、地下施設の開発や住宅地の開発などといった都市化が急激に進行している。それに伴い都市部は、コンクリート構造物やアスファルト舗装面などで覆われ、不透水域が広がっている。また、コンクリート構造物とアスファルト舗装面の拡大はヒートアイランド現象を促進する原因とも考えられている。さらに、気候変動とヒートアイランド現象による上昇気流の影響で、都市部では局所的な集中豪雨が頻繁に発生するようになった。集中豪雨の多発と不透水域の拡大による保水・遊水機能の低下によって、都市部では水害による被害が深刻化している。福岡市では平成 11 年 6 月 29 日に 79.5mm/h を記録し、都市部では甚大な被害が発生した。福岡市城南区を流れる七隈川の流域においては、およそ 170 戸が浸水する被害が発生した。これらの現状を踏まえ福岡市は、河川改修と併せて流域での流出抑制対策に重点を置いた計画を実行している。七隈川においても、現在の治水安全度 1/5 から目標値 1/20 を目指して事業が進められている。

その動きを受け、七隈川流域の約 1 割の敷地面積を持つ福岡大学では、流出抑制効果とヒートアイランド現象を緩和させる効果を期待して、新素材による人工芝グラウンドの改良を計画している。



写真-1 現在の仮設サッカーグラウンド

2. 研究目的

それぞれのモデルの透水性・保水性・表面温度を観測し、更新されるグラウンドに使用する新しい素材が既設のサッカーグラウンドや一般的な人工芝グラウンドに使用されている素材と比較して、どの程度流出抑制効果やヒートアイランド現象緩和効果が改善されるか明らかにする。

3. 実験概要

(1) 実験対象

新素材の性能を実証するため、素材の組み合わせの異なる 4 つの 30cm×30cm のモデルを用いて比較した。4 つのモデルの概要を図-1 に示す。#1 は現在の福岡大学の仮設サッカーグラウンドに用いられている素材である。また、#4 は人工芝グラウンドの素材として最も多く利用されているものである。#2 と #3 が建設を検討している新素材で、充填材は同じものを使用しているがクッション材の有無の違いがある。このクッション材も #1 とは違うものを使用している。



図-1 実験対象の概要

(2) ATTAC 工法

ATTAC 工法とは All Tohsu Technical Association in Civil engineering の略称で、土にセメント系固化材と添加剤を配合し、土を団粒構造に変化させる工法である。そうすることで、透水性・保水性が向上する。つまり、本工法による改良土壌を使用することで、水はけがよく、保水による流出抑制効果と気化熱による冷却効果が期待できる。また、固化材の配合量を調節でき、改良土壌の硬度を自在に変えられるので、グラウンド土壌の材料としてだけでなく、アスファルト舗装の下部構造など様々な場面での使用が可能である。

(3) 実験方法

a) 透水性

変水位透水試験を 10 回連続で行い、求めた透水係数の平均値を比較した。

$$K = 2.3 \times \frac{a \times L}{A(t_2 - t_1)} \times \log \frac{h_1}{h_2}$$

b) 保水性

模型が保水している雨水の質量を模型の絶乾状態の質量で除した値を保水率と定義する。降雨時からの時間の経過に伴う模型の質量変化から保水率の変化を表し、比較する。

$$\text{保水率 (\%)} = \frac{\text{湿潤質量 (g)} - \text{絶乾質量 (g)}}{\text{絶乾質量 (g)}}$$

c) 表面温度

Flir Systems 社製の赤外線サーモグラフィを用いて模型の表面を撮影し、Flir Systems 社製の解析ソフトによって表面温度を求め比較する。

4. 実験結果

(1) 透水性

表-1 に変水位透水試験によって得られた透水係数を示す。真砂土の透水係数は一般的に 0.01(cm/sec)程度と言われており、それと比較すると、新素材を用いた #2・#3 と表層に透水性アスファルトを使用している #4 の透水係数はどれも 0.03(cm/sec)を超えており、雨水浸透施設として申し分ない性能が確認された。

表 1 変水位透水試験による透水係数の比較

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均
#1	0.0133	0.0131	0.0127	0.0121	0.0117	0.0119	0.0115	0.0117	0.0114	0.0114	0.0121
#2	0.0496	0.0497	0.0490	0.0473	0.0514	0.0445	0.0466	0.0507	0.0475	0.0512	0.0488
#3	0.0300	0.0322	0.0316	0.0270	0.0297	0.0278	0.0302	0.0323	0.0307	0.0311	0.0303
#4	0.0366	0.0340	0.0332	0.0333	0.0316	0.0309	0.0332	0.0323	0.0323	0.0318	0.0329

(2) 表面温度

2017 年 10 月 10 日の表面温度の変化を図-2 に示す。既往の研究より、現在の仮設サッカーグラウンドに使用されている #1 の人工芝グラウンドには、夜間の温度はアスファルト舗装面より約 8℃低くなるが、昼間の最高温度はアスファルト舗装面より約 5℃ほど高くなってしまふという問題点があった。そのことを踏まえ、#3 の昼間の表面温度は #1 より 9.2℃低く、#2 でも 5.4℃低くなるのがわかり、昼間の熱的環境に関しても、現在の仮設サッカーグラウンドより改善されることが期待できる。また、観測前に散水した場合の表面温度の推移を図-3 に示す。さらに日没後の 20 時に模型表面を赤外線サー

モグラフィで撮影した写真を図-4 に示し、温度の差を視覚化して比較した。#4と#1・#2・#3の模型の温度を比較することで、ATTAC工法の保水性による気化熱冷却効果が発揮されていることが確認できる。また、#1と#3を比較することで、GEO TPの保水性が発揮され、表面温度が低く抑えられていることがわかる。さらに、同じ観測日同士の#2と#3を比較することで、クッション材がもたらす冷却効果の違いが確認できる。以上のことから、新素材の充填材とクッション材を使用することで、現在の仮設サッカーグラウンドの昼間の温度上昇の問題を解決することができると考えられる。

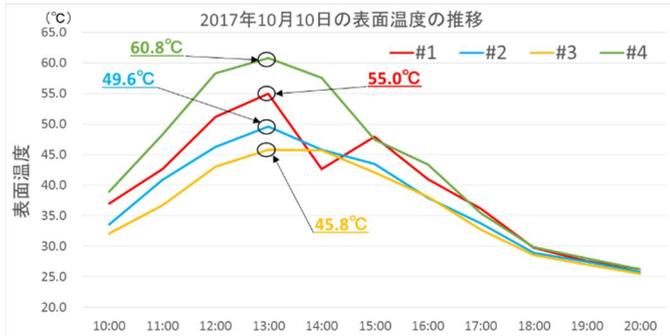


図 2 2017年10月10日 表面温度の経時変化

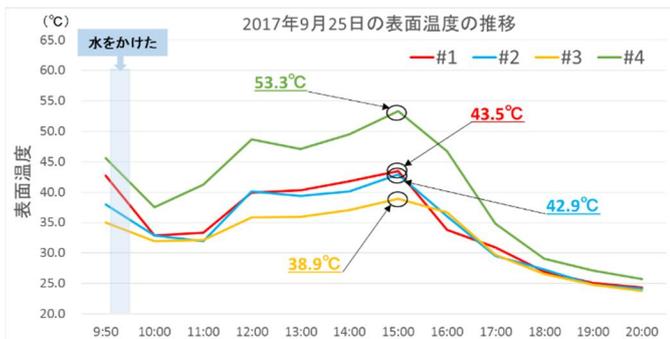


図 3 2017年9月25日 観測前に散水をした場合の表面温度の経時変化

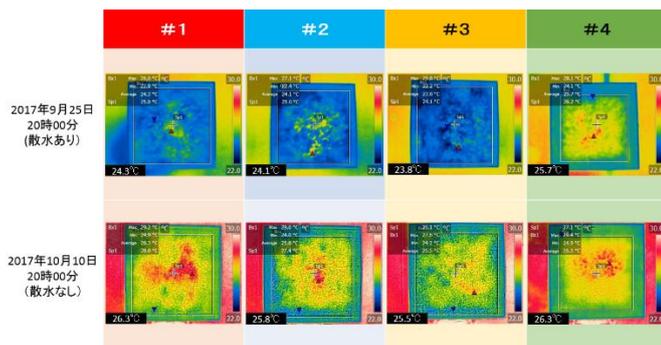


図 4 日没後(20時)の表面温度の違い

5. 保水性

保水率の推移を図-5 に示す。ATTAC工法を使用した模型と比較して、透水性アスファルトを使用している#4の模型の保水率は著しく低く推移し、雨水を含んでも短時間のうちにほとんどが下層に流出してしまい、図-2からも分かるように気化できる水をほとんど含んでいないため、冷却効果が期待できない。また、#1と#2・#3を比較すると、やはり新素材の充填材の保水性の方が良く、表面温度からもその性能が表れていた。#2と#3を比較すると#2の方が高く推移していることからクッション材よりATTAC工法の改良土の方が保水性において優れていることがわかった。

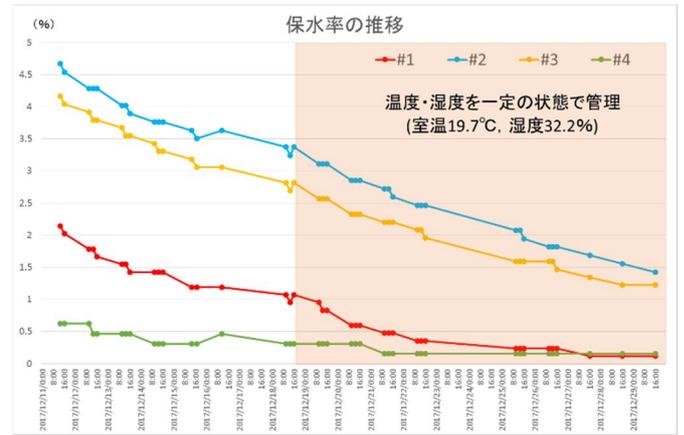


図-5 2017年12月11日から12月29日にかけての保水率の経時変化

6. 考察

(1) #1 (現在の仮設サッカーグラウンド)

透水性に関しては、0.0121(cm/sec)で真砂土とほとんど変わらず、決して悪いというわけではないが、比較している他の素材と比べた場合大きく劣っている。また、昼間の温度が高くなるという問題を抱えており、保水性に関しても、とても優れているとは言えない。しかし、充填材の比重が大きく水が溜まってもチップが浮遊することがほとんどなかった。

(2) #2 (新素材 (クッション材無し))

透水性が最も高く、降った雨水を素早く浸透できる。また、ATTAC工法の保水効果を発揮され、浸透した雨水をかなり保水できた。しかし、冷却効果がやや劣ることから#3より気化効率が悪いことが言える。

(3) #3 (新素材 (クッション材有り))

透水性はクッション材を入れている分#2に劣っているが、昼間の表面温度は、気化熱冷却効果でどの素材の組み合わせよりも低く抑えられた。このことから、ATTAC工法の改良土より#3で使用しているクッション材の方が保水性は劣るが気化効率が優れていることがわかる。

(4) #4 (一般的な人工芝グラウンド)

透水性は新素材に劣らないが、昼間の表面温度はかなり高くなる。また保水性も悪く、雨が降ってもほとんどの雨水を保水することができず、すぐに下層に流出してしまう。さらに、充填材の黒ゴムチップが廃タイヤから作られていることから、ゴム特有の臭いがする。

7. 結論

実験から ATTAC 工法の優れた透水性と保水性が実証された。また新素材の充填材 GEO TP と全面透水性の人工芝を組み合わせることで既設のサッカーグラウンドよりも ATTAC 工法の利点を活かした人工芝グラウンドを建設できることがわかった。また、クッション材を使用することで表面温度を低く抑えることができる一方で、透水性が低下することが懸念されるが、100 mm/h 豪雨対応程度の範囲であれば、この透水性の低下は欠点とはならないと考えられる。

最後に、この研究の一部は、JST-RISTEX (研究代表者: 島谷幸宏) による助成で行われた研究である。ここに記して謝意を表する。

8. 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
- (2) 島崎之: 人工芝システムを利用したヒートアイランド現象抑制効果に関する研究, 土木学会西部支部平成 19 年度研究発表会講演概要集, VII-60, pp961-962