

都市域でのグリーンインフラ実装に向けたアタック工法の有効性の検証

福岡大学工学部 学生員○大坪亨 正会員 渡辺亮一・浜田晃規

1. はじめに

近年日本では、短時間集中豪雨が多発するなど雨の降り方の傾向が大きく変化している。また、都市化の進展によりアスファルト舗装やコンクリート舗装などの増加で緑地・農地といった浸透域が著しく減少し、流域が本来有している保水・遊水機能が低下しているため、内水氾濫による浸水被害が全国各地で多発している¹⁾。実際に福岡県久留米市では、4年間連続で同一地点において浸水被害が発生し大きな問題となっている。

この雨の降り方の傾向が変わった原因の一つとして、地球温暖化による影響が挙げられる。地球温暖化は世界規模で対策をするべき問題として掲げられており、2015年12月にはパリ協定が採択された。²⁾さらに、日本では2020年10月に菅義偉首相は2050年までに温室効果ガスの排出量を全体としてゼロ、すなわちカーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを宣言した³⁾。このように地球温暖化対策が世界中で行われているものの地球温暖化がすぐに止まるわけでもなく、今後も短時間集中豪雨が増加すると考えられる。そのため、下水道管に雨水を流すのではなく、流域内で雨水を「貯める」「浸み込ませる」ことを目的としたオンサイト型貯留が必要とされている。本研究では、アタック工法による真砂土の浸透性・保水性・蒸発速度を定量化し、その機能を実証することを目的として研究を進めている。

2. 研究目的

実際に福岡県久留米市内の小学校のグラウンドの真砂土を用いて模型を作成し、透水性・保水性・蒸発速度に関して実験を行い、久留米市の学校のグラウンドで適用するための性能を評価することを目的としている。

3. 実験概要

(1) 実験概要

| | アタック土① | アタック土② | アタック土③ | 真砂土④ | 真砂土⑤ | 真砂土⑥ |
|---------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| ケースの面積 (cm ²) | 900 | 900 | 900 | 900 | 900 | 900 |
| 模型の質量 (kg) | 37.10 | 37.10 | 37.10 | 35.02 | 35.00 | 35.02 |
| アタック土または真砂土の質量 (kg) | 14.70 | 14.68 | 14.70 | 16.00 | 16.00 | 16.01 |
| 砕石の高さ (cm) | 9.620 | 9.750 | 10.000 | 9.900 | 9.820 | 9.980 |
| アタック土または真砂土の高さ (cm) | 9.64 | 9.57 | 9.29 | 9.73 | 9.70 | 9.79 |

図-1 実験対象の概要

久留米市の小学校から採取した真砂土とその真砂土をATTAC工法によって土壌改良を行ったATTAC土の30cm×30cmの模型をそれぞれ3つずつの合計6つの模型で実験を行い、ATTAC土と真砂土の性能の違いを比較していく。また実際に使用した模型は図-1に示す。

(2) ATTAC工法設定条件

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・保水性を向上させることができる。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、芝の下地、防草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

変水位透水試験によってそれぞれの模型の透水係数を求め、その平均値を比較した。

b) 保水性

模型の間隙の体積をそれぞれ求め、その求めた間隙に水が100%入ると仮定し、保水性を比較検討した。

c) 浸透性

ホートンの式を用いた浸透性能評価を行い浸透性を比較した。

$$f = f_c + (f_0 - f_c)e^{-kt}$$

f:時刻tにおける浸透能(mm/h) f₀:初期浸透能(mm/h) f_c:最終浸透能(mm/h) k:定数

d) 蒸発速度

蒸発量を時間で除して蒸発速度を求め、その値を比較した。

4. 実験結果

(1) 透水性

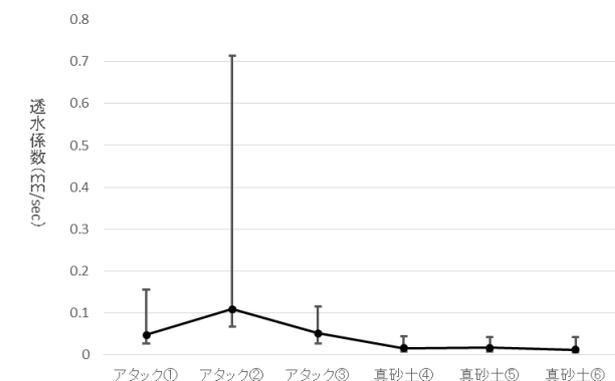


図-4.1 透水係数の比較

実験で得られた値から透水係数を求めた結果、アタック②が圧倒的に高い値を示した。また、アタック土①②③の全ての平均が0.07 (mm/sec)、真砂土④⑤⑥

の全ての平均が 0.015 (mm/sec)となり,透水性能はアタック土の方が約 4.5 倍高いという結果になった。また,アタック土の透水係数は 0.03 (mm/sec) を越えていることから 100 (mm/h) 以上の大雨に対しても対応可能であることが分かった。

(2) 保水性

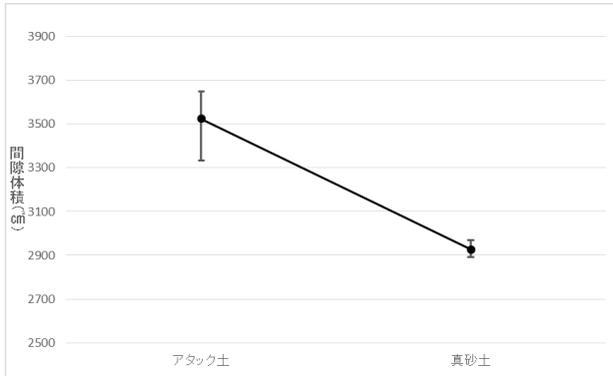


図-4.2 アタック土と真砂土の間隙の体積比較

今回の実験ではアタック土の間隙の体積の平均が $v_v = 3524$ (cm³),真砂土の間隙の体積の平均が $v_v = 2927$ (cm³) となりアタック土の方が真砂土よりも約 1.2 倍の保水性能が発揮されるという結果になった。

(3) ホートン式を用いた浸透性能評価

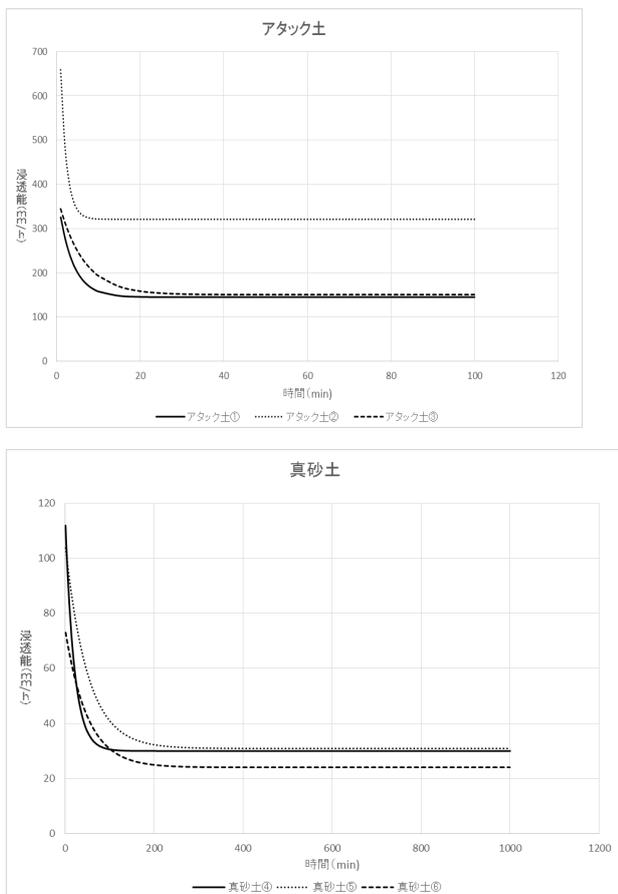


図-4.3 アタック土と真砂土の浸透性能比較

今回の実験ではアタック土の減衰定数Kの平均値は $K = 0.3816$,初期浸透能の平均値は $f_0 = 585$ (m

m/h),終期浸透能の平均値は $f_c = 205$ (mm/h)。真砂土の減衰定数Kの平均値は $K = 0.03$,初期浸透能の平均値は $f_0 = 98$ (mm/h),終期浸透能の平均値は $f_c = 28$ (mm/h) となった。このことから,浸透性能はアタック土の方が真砂土よりも高いという結果になった。

(4) 蒸発速度

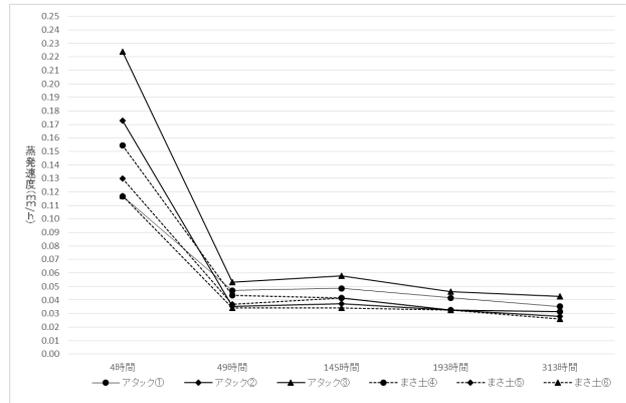


図-4.4 蒸発速度の変化

蒸発速度の平均値がアタック土 0.07 (mm/h), 真砂土 0.05 (mm/h) となりアタック土の方が蒸発速度が高いという結果になった。また,図-4.4 から初めだけではなく長時間にわたってアタック土の方が蒸発速度が高いという結果になった。

5. まとめ

今回の実験では,アタック土の方が透水性・保水性・蒸発速度の全ての性能に対して優秀であることが実証された。アタック土の透水係数は 0.07 (mm/sec) であり,100 (mm/h) の大雨に対しても対応が可能なことや,保水性と蒸発量ともにアタック土の方が高く冷却効果が期待できることから久留米市の学校のグラウンドに雨水浸透施設としてアタック工法を用いることは適していると考えられる。また,実際に久留米市のグラウンドに使用するためにはアタック土の耐久性能を検討することが必要だと考えられる。

6. 参考文献

- (1) 水害対策を考える 章目次
https://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/bousai/saigai/kiroku/suigai/suigai.html
- (2) 今さら聞けない「パリ協定」～何が決まったのか? 私たちは何をすべきか?～ | 広報特集 | 資源エネルギー庁
<https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/tokushu/ondankashoene/pariskyotei.html>
- (3) 日本の排出削減目標 | 外務省
https://www.mofa.go.jp/mofaj/ic/ch/page1w_000121.html