

クリンカアッシュを再利用した透水性舗装材の吸水性から見る保水性能と蒸発特性の検討に関する研究

九州工業大学大学院 学生会員 ○師岡 拓真

九州工業大学大学院 正会員 永瀬 英生 廣岡 明彦

1. はじめに

日本では、古くから石炭をエネルギー源として電力を生産している。一般電気事業者において、石油、石炭、天然ガス、原子力、水力、再生可能エネルギー（風力、地熱、太陽光など）の割合のうち、石炭による発電の割合は、1980年代で約5%ほどであったが、2015年までに約30%までに増加している。石炭の利用量の増加により、発生する石炭灰の量も増加しており、その再利用が進められている。発生する石炭灰は大きくフライアッシュとクリンカアッシュに分けられ、クリンカアッシュの再利用が進められている。

本研究では、近年、問題となっている集中豪雨による洪水抑制効果や都市部のヒートアイランド現象の抑制効果について透水性舗装材がどのような効果を期待できるか調査する。そこで保水性及び排水性に優れているクリンカアッシュで作製された透水性舗装材を用いて水の吸水挙動を他の舗装材と比較・調査し、保水性能を検討する。また、温度上昇の抑制効果について期待されているため、蒸発特性について検討する。

2. 試料および実験方法

製品として利用されている透水性舗装材（くりんかロード）を直径5cm、高さ10cmの円柱型および25cm×50cm×10cmの直方体に成型し、その供試体を用いて試験を行った。

この透水性舗装材は平地で用いられる強度重視と山岳地で用いられる保水重視の2種類があり、それぞれの配合表と乾燥密度を表1、2に示す。

また、この透水性舗装材は水の吸収が非常に速いので、その特徴を調べるために三軸圧縮試験装置を用いて、変水位透水試験を行った。本来の透水試験は供試体を飽和させ、供試体の上から下にかけて通水するが、本実験では透水性舗装材の吸水特性を調べるために乾燥状態から飽和状態に至るまで、段階的に同一の初期水頭差を与えて、供試体に下から上に通水する変水位透水試験を行い、仮の透水係数なるものを算出し、その変化から考察を行った。

保水性能を調査するために、写真1に示す下から排水の制御ができる水槽と25cm×50cm×10cmの直方体の供試体を用いて供試体の吸水および保水の挙動を調べる。仮想降雨として、水をミスト状にして供試体に投入する。供試体の上面に水位が達したところで投入をやめ、それまでの投入水量と時間を測定し、各供試体で比較する。

さらに、円柱供試体を用いて、蒸発量の測定を行った。それぞれ10分間水に浸した後、滴り落ちる水をふき取り、湿潤状態から25℃に設定した装置の中に供試体を置き、1時間ごとに質量を測定し、蒸発量を測定する。変化量が小さくなったら測定時間の間隔を長くする。

3. 試験結果

乾燥状態の供試体による透水試験を行った結果を図1に示す。透水性舗装材の強度重視および保水重視において、最初の透水係数と飽和したと思われる最後の一定になった透水係数の値がほぼ同じ値になってい

表1 透水性舗装材の配合

	クリンカアッシュ (kg)	セメント (kg/m ³)	増強剤 (l/m ³)	加水量 (kg/m ³)
強度重視	1000	250	7	150
保水重視	1000	200	7	130

表2 透水性舗装材の乾燥密度

	乾燥重量 (g)	乾燥密度 (g/cm ³)
強度重視	203.19	1.03
保水重視	185.17	0.94



写真1 実験に用いた水槽

キーワード：クリンカアッシュ、透水性舗装材、保水性、透水性、吸水性、蒸発量

連絡先：〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1 TEL 093-884-3111

る。これは乾燥状態にある供試体は妨げるものなく水を吸収することができるため最初の値と最後の値がほぼ同じ値になっていると考えられる。その後、透水係数が小さくなっているのは、供試体上部のクリンカアッシュが下部のクリンカアッシュの水を吸い上げなければならず、毛管現象が働き、粒子間のより細くなっている水道に水が移動することで水の移動が遅くなるためであると考えられる。そして、供試体へ水を送り続けることで、供試体内部は飽和状態に近づき、グラフの極大部分では水が通るための水道が形成されており、飽和した状態に近い透水性が発揮されていると考えられる。極大付近の場所では供試体内部はほとんど飽和しているが、残りの不飽和部分における毛管現象により不飽和状態のクリンカアッシュが水を吸収しようとするため本来の透水性と合わせり透水係数が大きくなっていると考えられる。

表3に降雨試験の結果を示す。ここに、降雨強度とは最大吸水量の水嵩を降雨時間で除した値である。今回の試験は非排水の状態で行った。表面水が出るまでの時間を各供試体で一定となるように調整しながら降雨させた。その結果、透水性舗装材およびポーラスコンクリートは他の供試体と比べて多く保水できることが分かった。さらに降雨強度が大きい結果であったが水溜りができず吸水していた。

蒸発量を測定した結果をまとめたものを図2、3に示す。図2から1800min.以降において、単位時間当たりの蒸発量も高い値を推移しており、透水性舗装材は保水量が多く、その水分が蒸発しやすいことが分かった。図3より透水性舗装材は強度重視、保水重視ともに含水比の値が高く、保水性能は他の供試体よりも高いということが分かった。

4. まとめ

本研究では、透水性舗装材の保水性能や蒸発特性について次のような挙動が観測された。

- (1)透水性は高い水準にあり、吸収性もよいことが分かった。
- (2)降雨試験の結果から、高い降雨強度でも水溜りができず水を吸収し、高い保水性があることが分かった。
- (3)最大含水比が高く、蒸発量も大きいいため、水が入りやすく出て行きやすいということが分かった。
- (4)高い保水性と高い蒸発量を兼ね備えていることから、集中豪雨およびヒートアイランド現象の抑制に効果があると考えられる。

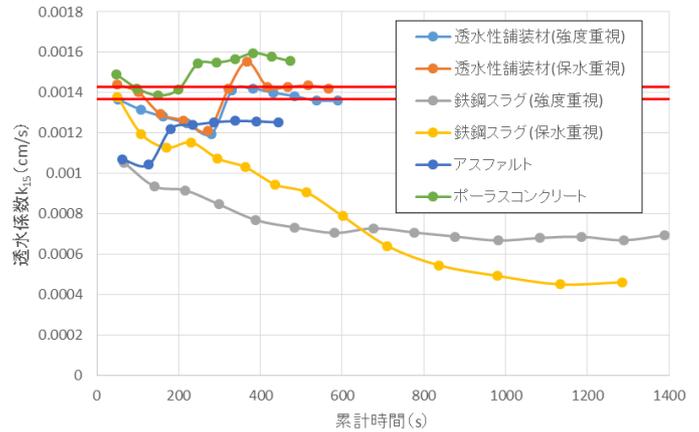


図1 吸水性をみる透水試験結果

表3 降雨試験結果

	表面水が出る時間 (h)	水の投入量 (ml)	降雨強度 (mm/h)	試験後含水比 (%)
透水性舗装材(強度重視)	0.603	4020	53.3	25.1
透水性舗装材(保水重視)	0.636	4580	57.7	31.2
アスファルト(マイルドバッチ)	0.605	2020	26.7	8.9
コンクリート	0.113	580	40.9	2.1
ポーラスコンクリート	0.638	4880	61.2	24.1
鉄鋼スラグ(強度重視)	0.624	2980	38.2	11.2
鉄鋼スラグ(保水重視)	0.592	3480	47.0	13.2
土系舗装材(雑草キラド)	0.605	1000	13.2	4.1

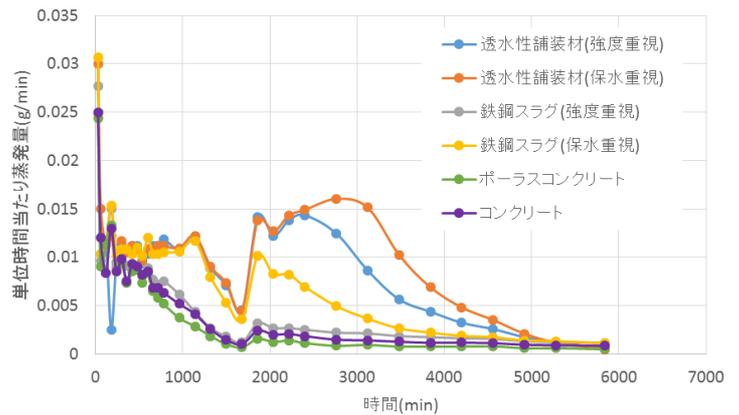


図2 蒸発試験結果

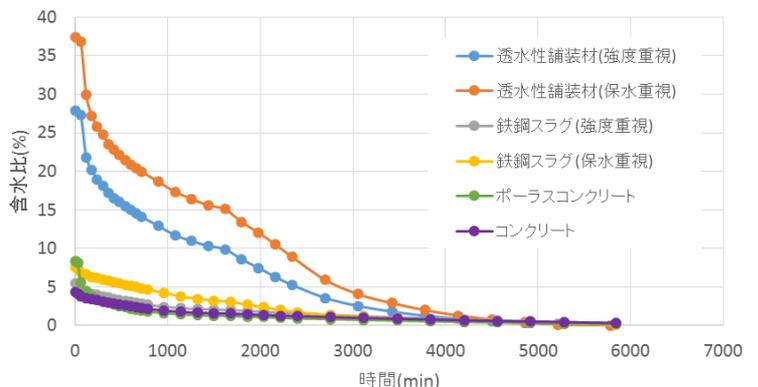


図3 蒸発試験中の含水比の推移