

## クリンカアッシュを用いた透水性舗装材の吸水挙動から見る保水性に関する研究

九州工業大学大学院 学生会員 ○師岡 拓真  
九州工業大学 学生会員 山本 隆道  
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、古くからエネルギーを得るために石炭が利用されており、そのエネルギーを電力として利用している。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。この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る。

本研究では、保水性および排水性が優れており、道路の路盤材やグラウンドの排水性向上のために利用されているクリンカアッシュを用いた透水性舗装材の水の吸収挙動および保水性能に関する基礎的な特性について調べた。

### 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。

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、供試体の上から下および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。また、円柱供試体を用いて、吸水性の指標である吸上げ高さ(%)を算出した。

保水性能を調査するために、25cm×50cm×10cmに透水性舗装材を成型し、写真1に示す下から排水の制御ができる水槽を用いて、供試体の吸水および保水の挙動を調べることを計画した。具体的には、仮想降雨装置を作製して雨量を調節し、降雨強度を設定して供試体から溢流するまでの時間を測定する。

### 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、2に示す。下から上へ通水し、試験を行ったとき図1のようになった。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。最初の透水後、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。その後、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

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 <sup>3</sup> )	増強剤 (l/m <sup>3</sup> )	加水量 (kg/m <sup>3</sup> )
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 <sup>3</sup> )
強度重視	203.19	1.03
保水重視	185.17	0.94



写真1 水槽

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さり透水係数が大きくなっていると考えられる。図2に示す上から下へ通水した場合は重力により水が下部へ落ちていくため下から上へ通水する場合よりも早く水が流れ出る。また、試験後の供試体を見てみると写真2のように飽和していない部分が強度重視と保水重視の供試体でみられた。装置の特性上、供試体内部の水が重力により下部に溜まってしまうと不飽和部分の空気が少しずつ排出されるため、水が最短距離で流れることで透水係数が微増していく結果になったと考えられる。

吸水試験より円柱供試体の吸上げ高さや測定時の含水比を表3に示す。この供試体の最大含水比は強度重視が48.5%で保水重視が51.1%である。最大含水比を考えると吸上げ高さ測定時の含水比は小さい結果となった。これは供試体の中の水は移動が容易であるため、重力により水が下部へ移動するため、クリンカアッシュ粒子間で水の吸上げを行わなければならない、そのため毛管現象による影響が大きく現れることから、このような結果になったと考えられる。

保水性能を調査するにあたり、下から上へ通水した透水試験の結果より、保水性能の予測をした。含水比や実験の結果から供試体が保水できる水量を舗装厚さ10cmとしたときの1m<sup>2</sup>あたりの保水量に単位変換し、その値から予測を行った。表2の乾燥密度と最大含水比から各供試体の1m<sup>2</sup>あたりの体積の保水量は強度重視が50.2kg/m<sup>2</sup>で保水重視が48.2kg/m<sup>2</sup>となる。この値から、雨が50mm/hで降り続けた場合、1時間で1m<sup>2</sup>あたり50.0kgの水量になるため溢流するまでに強度重視が60.24min、保水重視が57.84minの時間が必要と予測される。しかし、図1の飽和がしっかりと行われる状態で通水している場合において、水が排水されるまでに保水重視と強度重視ともに約120ml通水を行っている。この結果から保水量を計算すると61.1kg/m<sup>2</sup>となり、溢流するまでに73.32minとなるため、計算上の予測と約10分程度の差が生じている。よって、上記の含水比の測定において多少の誤差を生じている可能性があると考えられる。

4. まとめ

クリンカアッシュを用いた透水性舗装材の水の吸収は不飽和状態では毛管現象が大きく影響していると考えられ、飽和にいたる直前では透水性が非常に大きくなることがわかった。

計算上ではあるが、50mm/hで雨が降り続けたときに溢流が発生すると予測される時間は供試体の物理特性からの計算と透水試験からの計算では時間に差が生じた。この現象を確認するため、模型実験を行って、保水性能を評価していく予定である。

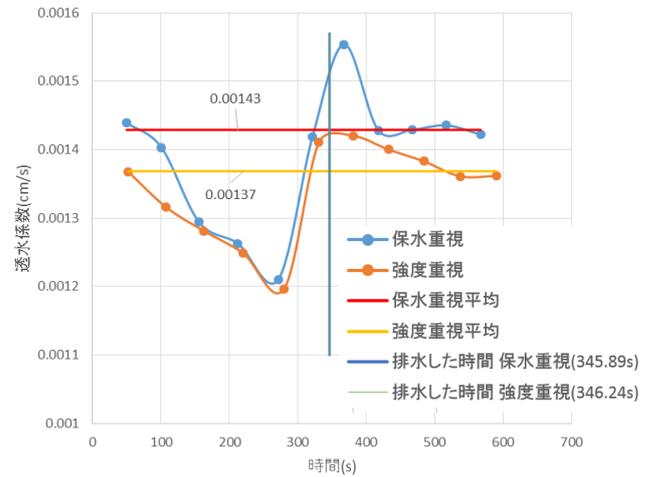


図1 透水係数の変化(下から上へ通水)

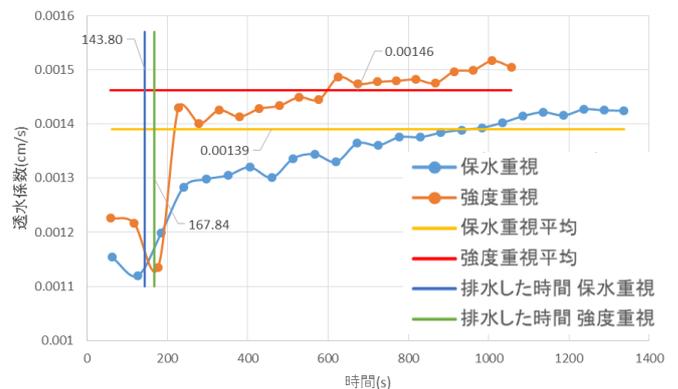


図2 透水係数の変化(上から下へ通水)

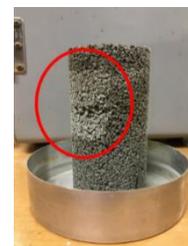


写真2 試験後の供試体状態

表3 透水性舗装材の吸上げ高さ

	保水	強度
吸上げ高さ(%)	69.8	74.1
測定時の含水比(%)	17.1	16.8