

しらすセメントを活用したブロックに関する研究

鹿児島工業高等専門学校都市環境デザイン工学科 学生会員 村上 光樹
 学生会員 鈴木 智也
 正会員 前野 祐二
 正会員 福永 隆之

1. はじめに

鹿児島県内において畜産農家の高齢化がすすみ、牛を飼育する時の家畜用の小さな放牧場・運動場であるパドックは、雨水や糞尿により泥濘化し、牛が運動できない状態になっていることが多い。そこで、鹿児島県に広く分布しているしらすを用いたしらすセメントを活用し、牛の飼育に支障のない強度を保ち、かつ耐久性を有する簡易舗装を目指し研究を行った。本研究では、汚水を地下に浸透させず排水溝の機能を持たせるために、上層に透水性、下層に非透水性の構造とした。この構造により汚泥の水分は排水溝に集水し、固形分がブロック上面に堆積し乾燥することを目的とした。

2. 試料

本実験で用いたしらすは、霧島市牧園で採取したものである。このしらすをふるいで分級し、粒径0.425mm以下をしらすAと粒径0.425mm以上9.5mm以下をしらすBとした。

30cm×30cm×8cmの非透水性ブロック(しらすA)、透水性ブロック(しらすB)と、2層のブロック(上層:透水性ブロック、下層:非透水性ブロック)の3種類を作製した。非透水性ブロックはしらすA:普通ポルトランドセメント(以下 OPC):水=4:1:1.5(質量比)で混合し、静的に荷重を加えて密度を1.65g/cm³とした。透水性ブロックはしらすB:OPC:水=5:1:0.95(質量比)で混合し、静的に荷重を加えて密度を1.43g/cm³とした。

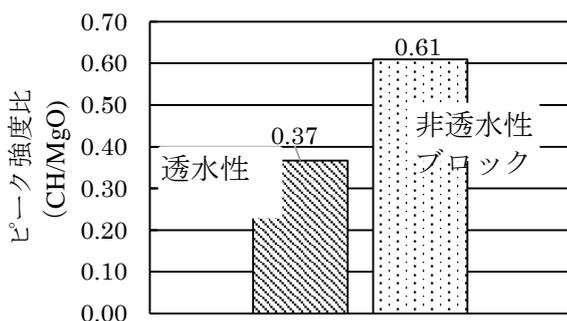


図1 CHのピーク強度比 (2θ=18.00°)

3. 実験・考察

3-1. 硬化体の X 線回折について

材齢が3ヶ月の非透水性・透水性ブロックのそれぞれに対して X 線回折を行った。今回は特にコンクリートの主成分の一つである Ca(OH)₂(以下 CH)に着目した。なお、内部標準試料として MgO を用いた。図1に材齢3ヶ月の CH の生成量を MgO とのピーク強度比で示す。図1に示すように、CHの生成量は非透水性ブロックが高く、よく水和反応が進んでいることが分かる。

3-2. 曲げ試験

それぞれのブロックに対して中央載荷法による曲げ強度試験(材齢3ヶ月)を行った。その結果を図2に示す。図2に示すように、2層のブロックと非透水性ブロックの曲げ強度は2.34N/mm²と、ほぼ等しくなっている。2層のブロックでは下層の非透水性ブロックの部分で引張りによって破壊されていて、上層の透水性ブロックの部分で圧縮に対して余裕があると考えられる。

この曲げ強度2.34N/mm²はインターロッキングブロック設計施工要領の品質規格(3.0N/mm²)より低い値となった。規格を満たすために、非透水性ブロックの水セメント比を150%から100%にすることにより曲げ強度が1.45N/mm²から2.25N/mm²(1週養生)と大きくなることから、規格を満たすブロックの作製が可能であろう。



図2 ブロックの曲げ強度と密度

3-3. 透水試験

ブロック用の透水試験器を作製し、それぞれ材齢1ヶ月のブロックに対して定水位透水試験を行った。その結果を図3に示す。

透水性ブロックは透水性が非常に大きく、透水係数が計測できないほど大きかった。しかし、図3に示すように、非透水性ブロック、2層のブロックの透水係数はほぼ $1.0 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ と、2層のブロックでは非透水性ブロックの部分がかかわらず、ほぼ同じ値となっており、非常に水が通りにくいブロックとなっていた。

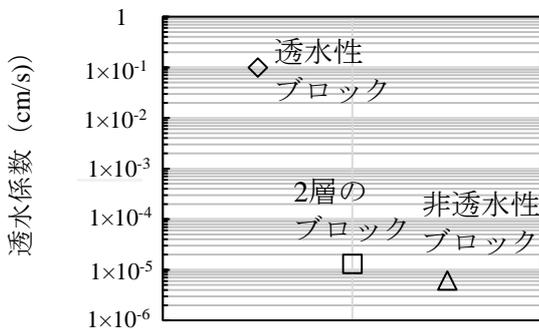


図3 透水試験結果

3-4. 保水試験

材齢2ヶ月のブロックを24時間以上水中に浸した。その後、ブロックを太陽光下(10月)で、それぞれの時間におけるブロックの保水量、表面温度の変化を測定した。表面温度はHIOKI社製の放射温度ハイテスタ3443を使用した。

保水量は、以下の式で求めた。

$$\text{保水量}(\text{g}/\text{cm}^3) = \frac{m - md}{V}$$

m:ブロックの質量(g)

md:ブロックの乾燥質量(g)

V:ブロックの体積(cm^3)

図4に時間ごとの保水量、図5に時間ごとのブロックの表面温度の変化を示す。図4に示すように、透水性ブロックは最も保水量が多く、次に保水量が多かったのは2層のブロックであった。また、非透水性ブロックは最も保水量が少なくなった。測定から2時間後では、透水性ブロックの保水量の減少が著しく大きく最も保水量が少なくなっていた。非透水性ブロックは保水量の減少がほとんどなかった。

また、2層のブロックは保水量の減少がほとんどなく、最も保水量が大きかった。

図5に示すように、13時ごろでは、全てのブロックの表面温度がアスファルト舗装より低かった。その中でも特に2層のブロックは表面温度の変化が少なかった。これは、下層の非透水性層で保水していた水が上層の透水層へ移動したことにより、表面の水分が温度変化を小さくしたと考えられる。

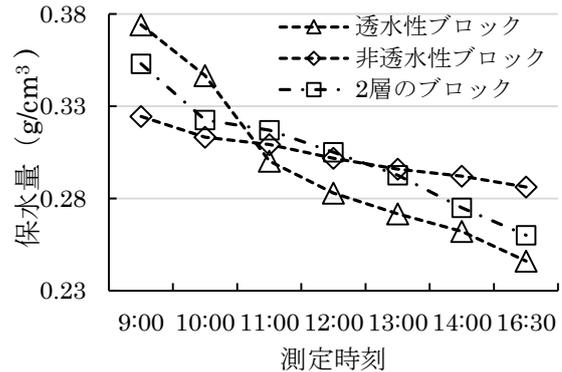


図4 保水量の経時的変化

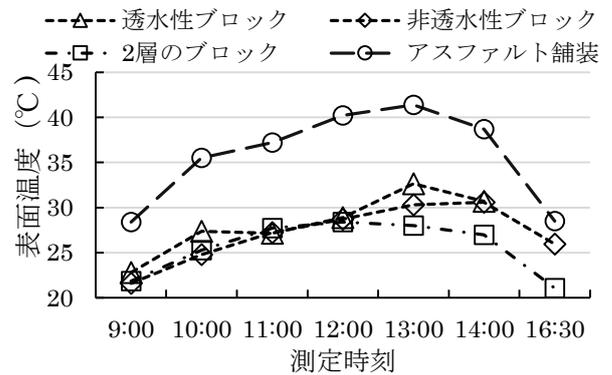


図5 表面温度の経時的変化

4. まとめ

2層のブロックの曲げ応力は規格を満たしていなかった。規格を満たすために非透水性ブロックの曲げ強度を強くする必要がある。

2層のブロックにすることによって、曲げ強度は下層の非透水性ブロックが主体的に分担し、非透水性ブロックで汚水を地下に排水しないことがわかった。透水性ブロックの透水係数は十分に高く、透水性ブロックで汚水を排水溝に排水する。さらに2層のブロックは表面温度の上昇を少なくすることが明らかになり、この2層のブロックはヒートアイランド対策にも有効であると考えられる。