

ヒートアイランド現象を抑制する多孔質保水煉瓦の 基礎的特性

Basic Characteristics of Water Permeable/Retainable Porous Paving Bricks for Controlling Urban Heat Island Phenomenon

横田耕三^{*1} 山地 豪^{*2} 平野晋一^{*2}
Kozo Yokota^{*1} Tsuyoshi Yamaji^{*2} Shinichi Hirano^{*2}

^{*1} 香川県産業技術センター Kagawa Prefectural Industrial Technology Center
^{*2} 株式会社四国総合研究所 Shikoku Research Institute Inc.

Corresponding author: Kozo YOKOTA, yokota@itc.pref.kagawa.jp

ABSTRACT

The aim of this paper is the design of water permeable/retainable porous paving bricks for controlling the urban heat island phenomenon. The model porous bricks, which had 22-43% open porosity and 0.4-50 μ m of average pore size, were prepared by sintering using cubic-shape fly-ash powders with very narrow particle size distributions. Influence of pore sizes and porosities in the model bricks on water pump-up ability, coefficient of permeability, water vapor evaporation ability and evaporation cooling effect of the brick surface temperature were evaluated quantitatively. The brick which had 33% or more of porosity and 4-30 μ m of average pore size was considered to be the most suitable for water permeable/retainable porous paving bricks.

キーワード：ヒートアイランド，多孔質保水煉瓦，フライアッシュ，気孔率，気孔径

Key Words: Urban heat island, Water permeable/retainable porous paving brick, Fly-ash, Porosity, Pore size

1. はじめに

ヒートアイランド現象は、都市部の気温がその郊外と比較して異常に高温となる現象であり、自動車やオフィス等からの人工廃熱の増加、緑地や裸地等の減少による蒸発散効果の減少、熱容量の大きいコンクリートやアスファルトによる太陽光の蓄熱、高層建築等による弱風化などが主な原因とされている⁽¹⁾。その改善策のひとつとして、舗道における透水・保水材料の施工による地表面被覆の改善が検討されている。アスファルト舗装、コンクリートブロックや焼成煉瓦等様々な透水・保水材料が提案されており、揚水性に優れる多孔質セラミックス⁽²⁾や路面温度低減効果に関する報告がなされている^{(3),(4)}。これらは、降雨等で含水後、水の蒸発潜熱により材料表面温度が低下し、周辺気温も低下させるものである。一般に、保水煉瓦は、高气孔率で含水量が多い素材ほど温度低減効果が高く持続率も高いとされている。しかしながら、気孔率が高いにもかかわらず、気孔形態や気孔径

によっては、温度低減効果の少ないものもある。一方、雨量の多いときには速やかに地中に水分を供給する透水性が必要であるが、透水性と保水性は逆の関係にあり、両者のバランスが求められている。

保水煉瓦は様々な物性を有するものが提案されているが、その能力および評価方法には曖昧な部分が多く、素地の物性が、透水性、揚水性および表面温度低減に及ぼす影響を定量的に評価した報告例は少ない。そこで本研究では、ヒートアイランド現象を抑制する保水煉瓦の基礎的物性の構築を目的に、石炭灰フライアッシュを使用した単一気孔径分布を有する多孔体のモデル実験を検討した。石炭灰フライアッシュは、石炭火力発電所等で微粉炭を燃焼したあと集塵装置で回収される残渣粉末であり、球状粒子として知られている。分級により粒子径及び粒子径分布を調整し、様々な気孔径および比較的狭い単一気孔径分布を有するモデル的なフライアッシュ多孔質保水煉瓦を作製することで、多孔体の気孔径および気孔率が透水性、揚水性、蒸発速度および表面温度低減に及ぼす影響を定量的に評価すると

もに、保水煉瓦設計における基礎的指針を考察した。

2. 実験方法

2.1 原料粉末及び多孔体の作製方法

原料粉末は、四国電力火力発電所から排出される石炭灰フライアッシュを湿式ふるい法及びサイクロン式分級機（ニッシンエンジニアリング製 TC-25N）を用いて分級したもので、メジアン径(D_{50}) 1.0, 2.4, 11.0, 20.0, 113 μm の5種類とした。粒子径分布の測定はレーザー回折散乱法（マイクロトラック社製 HRA9320-X100）を用いて測定した。粒子径分布を図1に示す。いずれも対数正規分布を示しており、十分に分級できていることがわかる。

成形はプレス成形法により行った。粉体に対して PVA（信越化学工業製 SMR10HH）0.5%を溶解させた水溶液を水分が 10mass%になるように添加し、アイリッヒミキサー（アイリッヒ社製 R02）で十分混合攪拌して顆粒とした。約 700g を金型に充填し成形圧力 50MPa で加圧して約 110 \times 110 \times 60mm 成形体を作製した。

焼成は大気雰囲気のもと昇温速度 100 $^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ 、焼成温度 850 \sim 1300 $^{\circ}\text{C}$ 1hr 保持の条件で、多孔体の開気孔率が約 40%となるように焼成温度を調整して行った。得られた焼結体の試料名を、使用した粒子径の小さいものから FB-1, FB-2, FB-10, FB-20, FB-100 とする。また、FB-10 については、焼成温度を変え、気孔率の異なる試料も作製した (FB-10-1 \sim FB-10-4)。

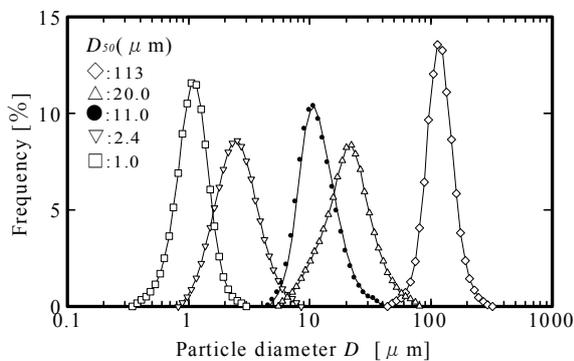


Fig.1 Particle size distributions of fly-ash powders

2.2 多孔体の物性評価

多孔体の気孔率、吸水率は水を媒液としたアルキメデス法により測定した。気孔径の測定は、水銀圧入式ポロシメーター CARLO ERBA 製 POROSIMETER 2000 および MACROPORES UNIT120 を用いて行った。また、微構造の観察を SEM（日本電子社製 JSM-5600LV）で行った。

透水係数(k , cm/s)の測定は、ダルシー則に基づくインターロッキングブロックの透水試験(JASS7M-101) ⁽⁵⁾により、水頭差($h=11\text{cm}$)、任意の排水時間(t , s)における排水量(Q , cm^3)を測定し次式により求めた。

$$k = \frac{DQ}{hAt} \quad (1)$$

D :ブロックの厚さ(cm)

A :ブロックの面積(cm^2)

揚水速度、ぬれ特性および揚水高さの測定は、浸透速度法⁽⁶⁾により行った。すなわち、角柱の試験体側面を樹脂でシールし、底面からの自然吸水重量の経時変化を測定し、3.3節の計算方法により算出した。なお、試験は水温 20 $^{\circ}\text{C}$ の恒温槽中で実施した。

多孔体表面の温度低減効果の測定は以下のように行った。すなわち、多孔体の側面及び底面を樹脂でシールし、常圧下で十分含水させた後、温度及び湿度を制御した恒温槽中で水分蒸発量及び表面温度の経時変化を測定した。表面温度は放射温度計を用い放射率 0.95 にて測定した。一般に、保水ブロックの表面温度の経時変化を測定するには室温 20 $^{\circ}\text{C}$ の環境で赤外線ランプを使用し、照射強度を素地表面の最高温度が 60 $^{\circ}\text{C}$ になるように調整して行う試験が多く採用されている⁽³⁾。しかしながら、多孔体表面の色調が異なると、光の反射率が異なり、表面温度に影響を及ぼすことが報告されている⁽⁴⁾。本研究では、フライアッシュ多孔体の表面色が焼成温度によって異なっており、多孔体の気孔径及び気孔率が表面温度に及ぼす正味の影響を検討する目的で、実験は光の入らない恒温槽中で行った。なお、恒温槽における温度及び湿度の設定は、水分の蒸発速度が真夏の日中のそれに相当するようにした。すなわち、真夏の日中の太陽エネルギー密度を 1 kW/m^2 とし、蒸発面の表面温度を 25 $^{\circ}\text{C}$ とすると、水の蒸発潜熱は 2.44 kJ/g であり、水の蒸発速度は 2.46 $\text{mg}/\text{min cm}^2$ と算出される。本実験での恒温槽においては、この蒸発速度に相当する温度及び湿度はそれぞれ 40 $^{\circ}\text{C}$ 20%RH であった。また、恒温槽の条件を 50 $^{\circ}\text{C}$ 20%RH, 40 $^{\circ}\text{C}$ 30%RH として蒸発速度を変化させた条件での実験も併せて行った。

3 結果及び考察

3.1 多孔体の物性及び微構造

表1に作製した多孔体の物性を、また、図2に多孔体の気孔径分布を示す。粉末の粒子径が小さいほど多孔体の平均気孔径は小さくなっており、平均気孔径は粉末の平均粒子径の 1/3 \sim 1/2 を示している。図3に微構造の例として FB-10-1 焼結体を示すが、開気孔率が約 42%と高いため、

Table 1 Characteristics of porous bricks which have various average pore diameters and open porosities.

Sample NO.	Sintering temperature [$^{\circ}\text{C}$]	Average pore diameter [μm]	Open porosity [%]	water absorption rate W_{2t} [%]	saturation water absorption rate W_s [%]
FB-1	850	0.43	42.0	28.7	28.9
FB-2	850	1.06	40.1	26.4	27.5
FB-10-1	1025	3.89	41.1	26.6	29.4
FB-20	1200	6.87	42.5	25.6	31.9
FB-100	1300	49.06	42.4	24.4	30.9
FB-10-2	1150	4.97	37.1	21.6	24.3
FB-10-3	1175	5.01	33.0	17.7	20.1
FB-10-4	1200	4.41	22.8	11.8	12.1

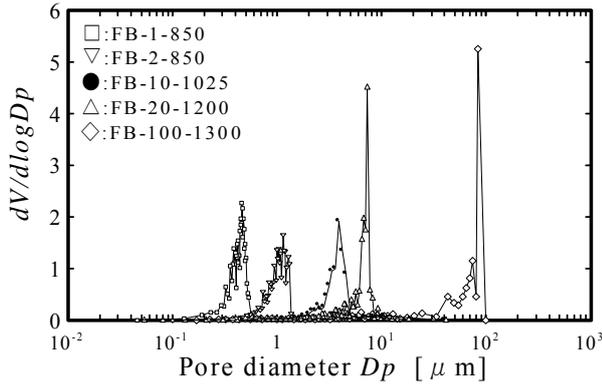


Fig.2 Pore size distributions of various porous bricks which have about 40% open porosity.

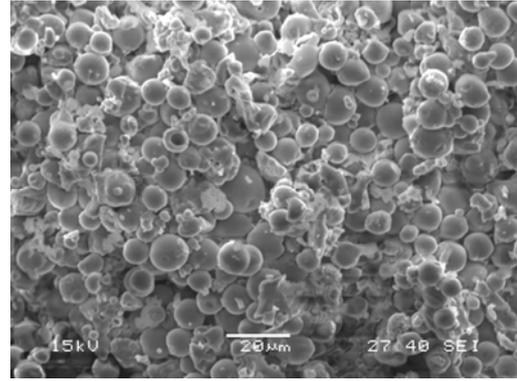


Fig.3 A SEM photograph of the porous brick (FB-10-1)

Table 2 Water pump-up ability, permeability and water vapor evaporation ability in various porous bricks

Sample NO.	Coefficient of permeability k [cm/s]	Penetration rate		$\gamma \cos \theta$ [mN/m]	θ [deg]	Capillary height h [cm]	Effective water content W_{eff} [%]
		[$\text{g}^2/\text{cm}^4 \cdot \text{s} (\times 10^2)$]	[cm/s ($\times 10^2$)]				
FB-1	-	0.53	1.01	27.7	67.7	2620	51.5
FB-2	1.4×10^{-7}	1.33	1.97	31.3	64.6	1200	66.3
FB-10-1	4.9×10^{-5}	2.54	3.24	15.4	77.8	161	84.8
FB-20	1.7×10^{-4}	3.66	4.31	11.9	80.7	70.5	82.2
FB-100	1.9×10^{-3}	5.35	7.21	2.4	88.1	2.0	80.5
FB-10-2	4.6×10^{-5}	2.35	3.21	13.8	79.1	114	80.3
FB-10-3	4.0×10^{-5}	1.88	3.08	13.7	79.2	111	76.0
FB-10-4	2.9×10^{-6}	0.25	1.63	4.5	86.5	41.4	63.2

球状粒子が粒子間にネックを形成した状態で結合している。また、分級により粒子径調整しているため粒子径が比較的揃った微構造であり、気孔径分布も狭い分布を示している。

3.2 透水性

表2に透水係数の結果を示す。ほぼ同一の気孔率では、気孔径が大きくなるとともに透水係数は大きく増加している。FB-100において透水係数は $1.9 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ であり、保水材料としては比較的高い値であるが、透水性インターブロックで規定されている透水係数 $1.0 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 以上の約1/5である。一方、FB-10において、気孔率が小さくなるとともに透水係数は低下しているが、気孔率33%以上は透水係数はあまり低下していない。なお、FB-1は本実験の水頭差($h=11 \text{cm}$)では24h経過後も透水しなかった。

3.3 多孔体の揚水速度(吸水速度)および揚水高さ

図4に、各多孔体の単位面積当たりの吸水量の二乗 $(W/S)^2 [\text{g}^2/\text{cm}^4]$ と吸水時間 $t [\text{s}]$ の関係を示す。いずれの多孔体においても $(W/S)^2$ は吸水時間とともに直線的に増加している。ほぼ同一の気孔率を有し異なる気孔径をもつ多孔体は、気孔径が大きくなるにしたがって直線の傾きが大きくなっており、揚水速度が高くなっている。一方、ほぼ同一の気孔径で異なる気孔率を有する多孔体は気孔率が高くなるとともに揚水速度が高くなっている。

多孔体中を液体が浸透する速度 V は次式で表されると仮定する⁽⁶⁾。

$$V = \frac{dl}{dt} = \frac{r^2 \Delta P}{8\eta l} \quad (2)$$

ここで、 l は t 時間後に液体が多孔体を浸透した距離、 r は多孔体の平均気孔半径、 η は液体の粘性係数である。浸透現象が外圧 Δp とぬれ効果によるものである場合、次式が成立する⁽⁶⁾。

$$\Delta P = \frac{2\gamma \cos \theta}{r} + \Delta p \quad (3)$$

ここで θ は接触角、 γ は液体の表面張力であり、 $\gamma \cos \theta$ はぬれの自由エネルギーとなる。(2)、(3)式から次の関係が成り立つ。

$$V = \frac{dl}{dt} = \frac{r^2}{8\eta l} \left(\frac{2\gamma \cos \theta}{r} + \Delta p \right) \quad (4)$$

本研究における吸水試験は常圧下で実施したものであるから $\Delta p=0$ であり、 $t=0$ のとき $l=0$ の境界条件のもとで(4)式を積分すると(5)式となる⁽⁶⁾。

$$l^2 = \frac{r\gamma \cos \theta}{2\eta} t \quad (5)$$

ところで、断面積 S の円柱多孔体で、 t 時間後に浸透した液体の重量 W は次のように表される。

$$W = S l \epsilon \rho \quad (6)$$

ここで、 ϵ は多孔体の気孔率、 ρ は液体の密度であり、(5)、(6)式より次式を得ることができる。

$$\left(\frac{W}{S} \right)^2 = \epsilon^2 \rho^2 \frac{r\gamma \cos \theta}{2\eta} t \quad (7)$$

図4において、多孔体の単位面積当たりの吸水量 $(W/S)^2$ と吸水時間とは直線関係であり、直線の傾きは気孔率が高いほど、また気孔半径が大きいほど大きくなっており、(7)式の関係を満たしている。傾きから算出した揚水速度を表2に示す。また、透水係数と次元を揃えるため、(6)式を使って t 時間後に液体が多孔体を浸透した距離 l から求めた揚水速度 l/t も併せて示す。このときの t は多孔体中の気孔容積の90%を水が満たした時間とした。FB-100の揚水速度は速くFB-1の約7倍になっていることがわかる。

次に、20°Cにおける水の密度 $\rho=0.9982\text{g/cm}^3$ 、粘性係数 $\eta=1.002\text{mPas}$ 、表面張力 $\gamma=73.02\text{mN/m}$ であり、図4の直線の傾きと(7)式から、各多孔体のぬれの自由エネルギー $\gamma\cos\theta$ 及び接触角 θ を算出することができる。一方、毛細管張力による揚水高さ h は次式で表される。

$$h = \frac{2\gamma\cos\theta}{g\rho r} \quad (8)$$

ここで、 g は重力加速度(9.8m/s^2)である。(7)式から算出したぬれの自由エネルギー $\gamma\cos\theta$ を(8)式に代入すると、各多孔体の揚水高さ h を計算により見積もることができる。これらの計算結果を表2に併せて示す。気孔径が大きくなるにしたがって、ぬれの自由エネルギーは小さく、接触角は大きくなる傾向がある。また、同一の気孔径では気孔率の低下とともに、ぬれの自由エネルギーは小さく、接触角は大きくなっていく。これは、焼成温度の違いにより気孔の表面状態が異なることなどが一因と考えられる。また、一般的に、酸化物系セラミックスの接触角は低い値を示すが、本実験ではいずれも60度以上の大きな値を示している。これは、気孔の形態、すなわち、多孔体中の気孔は一次元的に配向した貫通気孔⁽²⁾ではなく入り組んだ状態であり、かつ、気孔径分布を有することが見かけ上接触角を大きくしているものと推察される。

揚水高さは、気孔径が小さくなるとともに増加している。ぬれ性や毛細管張力から算出した値であるから実際の揚水高さは若干異なる。事実、FB-100は100mm高さの試験体上部まで水を吸い上げることが可能であった。これは、気孔径分布が影響しており、平均気孔径より小さな孔が存在するためである。しかし、これ以上平均気孔径が大きくなると舗道用煉瓦の一般的な厚みである60mm高さの吸い上げが困難になるものと推察される。

3.4 水分蒸発量及び表面温度

図5は多孔体を十分含水させた後、恒温槽中での多孔体の含水率と表面温度を時系列でプロットしたものである。図5(a)にほぼ同一の気孔率を有し種々の気孔径を有する多孔体の含水率と表面温度の関係を示す。いずれも含水率の高い領域においては表面温度が約25~27°Cの一定に抑えられており、多孔体中の水分の蒸発潜熱が多孔体の表面温度低下に有効に作用していることがわかる。一方、表面温度を一定に保つことができる最低含水率は多孔体の気孔

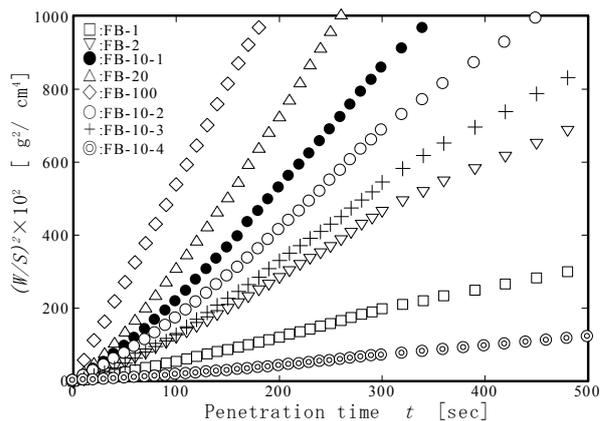


Fig.4 Dependence of square of the water penetration weight, W , per unit area, $(W/S)^2$, on the penetration time, t , for various porous bricks

径により異なり、FB-10及びFB-100は約0.07であるが、FB-2は約0.12、FB-1は約0.17となっており、気孔径が小さくなるにしたがって高くなっている。

次にFB-10について、気孔率を変えた試料、及び温度と湿度の雰囲気を変えた条件での表面温度への影響を図5(b)に示す。気孔率が小さくなるとともに多孔体の表面温度が一定となる含水率の範囲が短くなるが、表面温度が上昇し始める含水率は気孔率に依らずほぼ一定である。

一方、乾燥雰囲気を変えた場合、表面温度が一定となる温度は、40°C30%RHでは約28°C、50°C20%RHでは約32

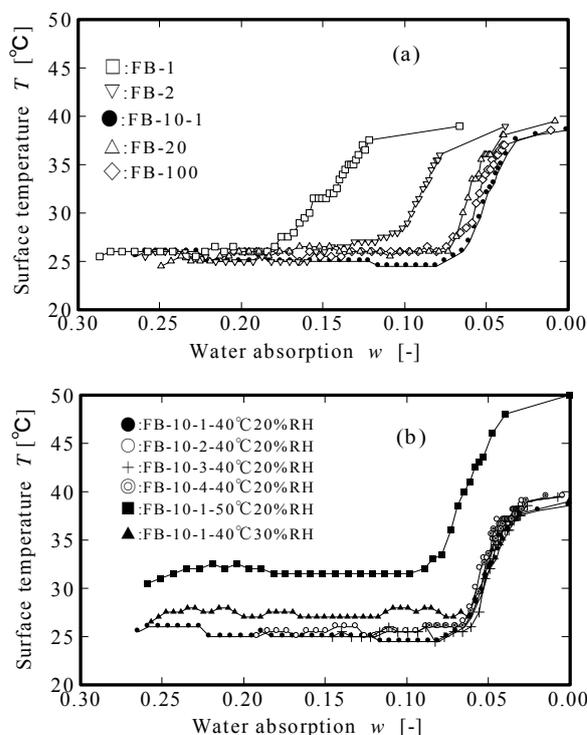


Fig.5 Relationship between surface temperature and water absorption for various bricks. (a) Effect of average pore size (b) Effect of porosity and drying condition.

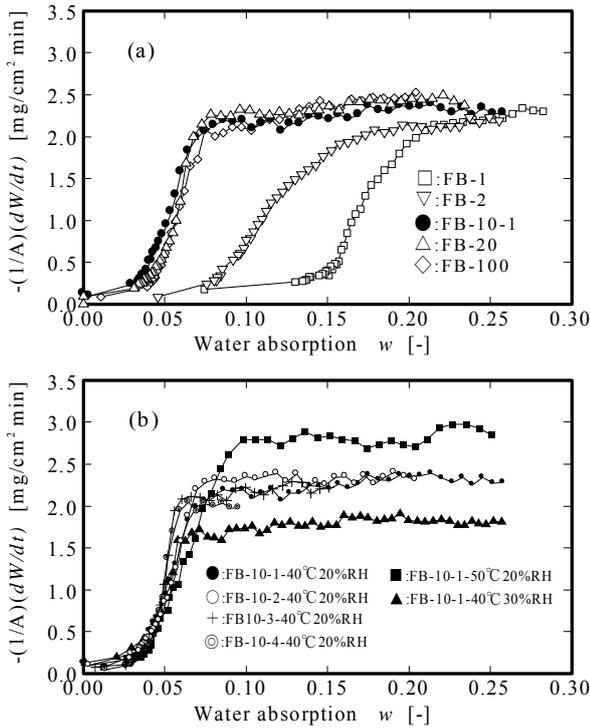


Fig.6 Relationship between water evaporation rate and water absorption for various bricks. (a) Effect of average pore size (b) Effect of porosity and drying condition.

℃と高くなっている。ただし、設定温度からの温度低減効果は 50℃20%RH が約 18℃と最も大きく、次いで 40℃20%RH であった。これは、温度が高く湿度が低い条件では多孔体からの水分の蒸発量が多いためである。

次に、各多孔体における含水率と多孔体表面からの水分蒸発速度との関係、すなわち乾燥特性曲線を図 6 に示す。多孔体の表面温度が一定となった含水率の領域では、いずれの多孔体及び雰囲気においても蒸発速度が一定となっている。多孔体の気孔径及び気孔率に依らず、同一雰囲気では、多孔体の表面温度が一定となった含水率の範囲では、水の蒸発速度はほぼ一定である。しかしながら、気孔径が小さくなるとともに蒸発速度が低下し始める含水率は高含水率側にシフトしている。一方、雰囲気においても水分蒸発速度は異なり、FB-10 で 50℃20%RH の条件では、最大約 3.0mg/cm² min の蒸発速度が認められ、多孔体表面の温度低下が最も大きくなった原因と考えられる。

一般に初期含水率の高い湿り材料の乾燥は表面温度が一定となる定率乾燥期間が存在する。これは初期含水率の高い湿り材料を乾燥すると、乾燥は表面から起こり、内部から表面に水分が移動し、表面が常に湿った状態で乾燥するためである。定率乾燥速度 R は次式のように表される⁽⁷⁾。

$$R = -\frac{1}{A} \frac{dW}{dt} = k_H (H_w - H) = -\frac{h_t (T - T_w)}{J_w} \quad (9)$$

ここで H_w 温度 T_w における飽和湿度、 J_w 温度 T_w における

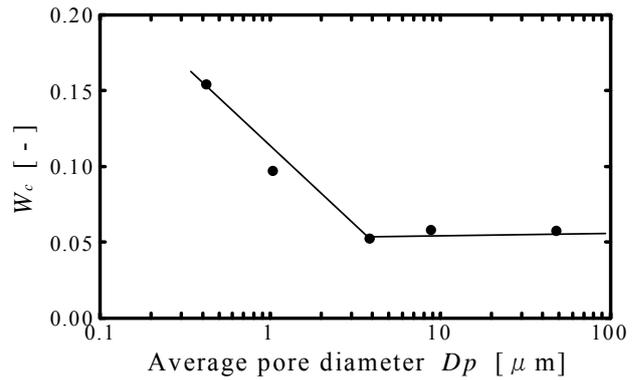


Fig.7 Relationship between critical water content and average pore diameter for various porous bricks.

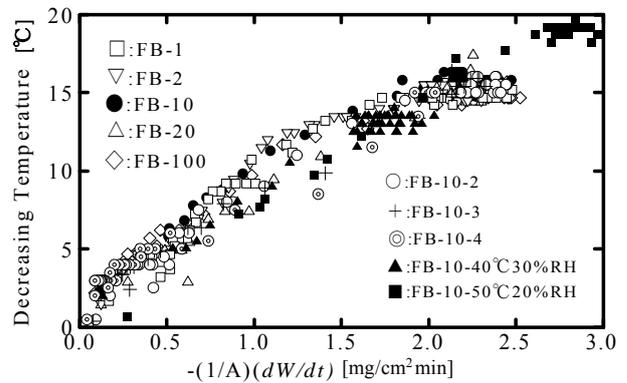


Fig.8 Relationship between amount of surface temperature reduction and water evaporation rate for various porous bricks.

蒸発潜熱、 h_t 熱伝達係数、 k_H 物質移動係数である。式(9)によると定率乾燥速度 R は湿り材料の物性には関係なく、湿度、温度、熱伝導係数など外的要因により決定される⁽⁷⁾。図 6 の乾燥特性曲線において、同一の乾燥雰囲気においては、いずれの多孔体も定率乾燥期間の乾燥速度はほぼ一定であり、(9)式を満足している。一方、乾燥速度が低下し始める限界含水率は材料特性に影響を受ける⁽⁷⁾。ここで、限界含水率(W_c)とは定率乾燥期間から減率乾燥期間（乾燥速度が低下する期間）へ移行するときの含水率であり、この含水率を境に材料の表面温度が上昇する。乾燥条件 40℃20%RH における限界含水率と平均気孔径の関係を図 7 に示す。気孔径が大きくなるにしたがって限界含水率は小さくなっている。ただし、気孔径が約 4 μm 以上において限界含水率は一定となっている。

図 8 に多孔体表面からの水分蒸発速度と表面温度低下量について示す。種々の多孔体において両者の関係を同一グラフ上にプロットしているが、両者には相関関係が認められ、多孔体の表面温度低下量は多孔体の水分蒸発速度により決定されることがわかる。

これらのことから、保水材料は、湿り状態の高含水率状態から水分を放出して乾燥していく際には、できるだけ低い含水率まで蒸発速度が低下することなく自身のもつ水分を有効に気化熱に変換できる限界含水率の低い材料が温度

低減効果に優れると考えられる。図 8 から蒸発速度が $0.5\text{mg}/\text{cm}^2 \text{ min}$ 以下になると材料表面温度の低下は 5°C 以下となり、温度低減効果はあまり認められない。そこで、各多孔体の蒸発速度が $0.5\text{mg}/\text{cm}^2 \text{ min}$ 以下になるときの含水率を求め、飽和含水率との差を温度低減に有効に作用する含水量として、飽和含水率に対する割合を算出し、これを有効含水率(W_{eff})と定義した。その結果を表 2 に併せて示す。FB-10-1, FB-20, FB-100 は有効含水率が 80%以上と高く、温度低減に寄与する孔の割合が高いことがわかる。一方、気孔径の小さな FB-1 及び FB-2 は有効含水率が低く、温度低減に作用しない孔の割合が高くなっている。また、ほぼ同一の気孔径を有し異なる気孔率の多孔体(FB-10-2~4)は気孔率が小さくなるとともに、有効含水率が低下している。これは、前者については、気孔径が小さく多孔体内部から表面への水の移動速度が遅いためであり、後者については、水を保持できる量が少なく、焼結が進行したことによる気孔形状の変化に起因しているものと推察される。

4 考察

ヒートアイランド現象を抑制する保水煉瓦に求められている特性は、まず、十分な保水容量が確保されていること、次いで、晴天が続いた際に路面表面温度低減を継続させるため、地中水分を吸引する揚水力が必要である。揚水力には揚水高さおよび揚水速度がある。一方、雨量の多いときには速やかに地中に水分を供給することができる透水性もある程度必要である。また、表面温度低減に寄与する孔の割合を多くし、水を表面より効率よく蒸発させることができる高い有効含水率が要求される。

本研究では、比較的狭い単一気孔径分布を有する多孔体の保水煉瓦としての上記性能を検証した。気孔率約 40% の多孔体において、気孔径と揚水高さ、揚水速度、透水係数および有効含水率の関係を図 9 に示す。まず、前節の有効含水率から気孔径 $4\mu\text{m}$ 以上である必要がある。また、一般に舗道用煉瓦の厚みは 60mm が多く、最低この揚水高さを確保するには、気孔径分布の影響はあるが、気孔径 $30\mu\text{m}$ 以下にする必要がある。したがって、気孔径は $4\sim 30\mu\text{m}$ が良く、この範囲の中で揚水速度と透水係数をできるだけ高くすることが望ましい。一方、気孔率と揚水高さ、揚水速度、透水係数および有効含水率の関係を図 10 に示す。気孔率が小さくなるとともに、いずれの値も小さくなるが、気孔率 $33\sim 41\%$ ではそれらの低下量は少なく、気孔率 33% 以下になると、透水係数の低下が著しい。気効率を高くしすぎると素地の強度低下が懸念されるが、大幅な強度低下がない範囲において、気孔率 33% 以上にするのが望ましい。以上のことから、気孔率 33% 以上、気孔径 $4\sim 30\mu\text{m}$ に設定することで保水煉瓦の水の出入りに関する総合的な能力が高くなり、ヒートアイランド現象抑制に寄与できる建材になり得るものと思われる。

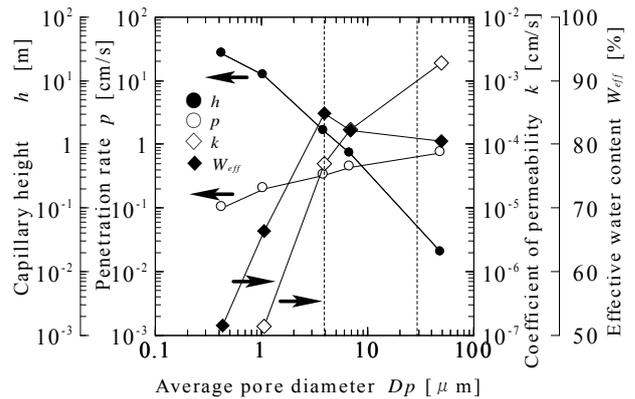


Fig.9 Change in capillary height, penetration rate, coefficient of permeability and effective water content for average pore diameter.

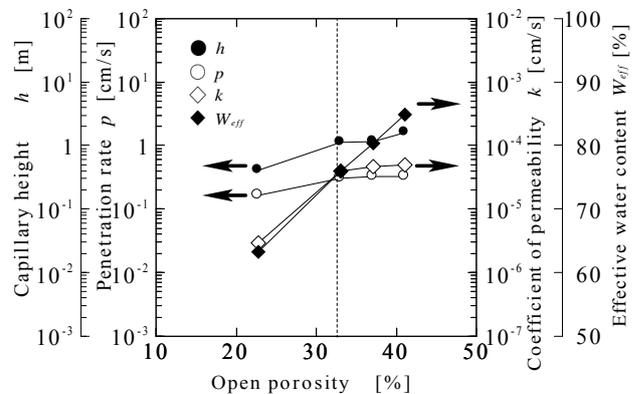


Fig.10 Change in capillary height, penetration rate, coefficient of permeability and effective water content for open porosity.

5 結言

ヒートアイランド現象を抑制する保水煉瓦設計における基礎的物性の構築を目的に、石炭灰フライアッシュを使用したモデル的な多孔体を作製し、多孔体の気孔径及び気孔率が、揚水性、透水性及び表面温度低減に及ぼす影響を定量的に評価した。

ヒートアイランド現象を抑制するのに適切な保水煉瓦は保水量が大きく、揚水速度と揚水高さおよび透水係数のバランスが良く、有効含水率が高いものが良い。本実験における単一気孔径分布を有する保水煉瓦においては、気孔率 33% 以上、気孔径 $4\sim 30\mu\text{m}$ に制御することで、保水煉瓦の水の出入りに関する総合的な能力が高く、ヒートアイランド現象抑制に寄与できる建材になり得るものと推察された。

参考文献

- (1) ヒートアイランド対策大綱, ヒートアイランド対策関係府省連絡会議(2004)
- (2) 岡田清, 亀島欣一, 中島章, Chengala D.Madhusoodana, 高揚水性レンコン型多孔質セラミック材料の作製とそ

- の蒸発冷却効果, 日本ヒートアイランド学会論文集, Vol.2 (2007), pp.1-5
- (3) 黒岩義仁, 佐々木昌実, 安田雅一, 川畑耕一, ヒートアイランド現象抑制に貢献する透水型保水性ブロック, セメント・コンクリート, No.729, Nov. (2007), pp.59-63
- (4) 永井茂, 青木清隆, 大山和重, 保水性ブロックの温度低減効果について, 舗装, 42-1 (2007), pp.19-24
- (5) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 7 メーソリー工事日本建築学会編, 改訂2版2刷(2001), 丸善
- (6) 小石真純, 角田光雄, 粉体の表面化学(1978), 日刊工業新聞社
- (7) 中村正秋, 立元雄治, 初歩から学ぶ乾燥技術(2007), 工業調査会

(Received February 25, 2010, Accepted June 25, 2010)