

V-171

保水性セラミックタイルの空隙径とその水分特性

株式会社 青木建設研究所	正 ○尾崎哲二	株式会社 香蘭社研究開発部	迫口輝美
九州大学 農学部	鈴木義則	株式会社 青木建設研究所	田中 稔
建設省 建築研究所	足永靖信	株式会社 青木建設研究所	青山隆芳

1 はじめに

筆者らは産業廃棄物を利用して開発された保水性セラミックタイル（以下保水性タイル）を用い野外空間の熱環境改善に関する研究を進めている。水を含ませた保水性タイルを夏期の昼間、野外に放置したところ、その表面温度が気温に近い低温度を示した¹⁾。タイル表面から連続した蒸発による潜熱冷却による効果であった。今回、この連続して蒸発するメカニズムの解明の一步として、保水性タイルの空隙径分布の測定、pF試験（水分特性曲線）および飽和・不飽和透水試験を実施した。本論文では、結果より得られた空隙径と水分特性曲線および不飽和透水係数の関係を示し、上記メカニズムについて考察した。

2 保水性タイルと潜熱冷却

保水性タイルの原料は、大谷石を切り出した跡に残る端材を主原料にスラグなどを混合したもので、そのほとんどが産業廃棄物である。もともとタイルなどのセラミック材料は密実なものとしてあるが、本保水性タイルは内部に空隙を存在させるもので、粘土中心の原料では困難だった大型平板の製造を可能にしている。

保水性タイルの潜熱冷却のメカニズムについては、2つの理由が考えられている¹⁾。1つはその大きな空隙量であり（参照図-3）連続して蒸発を続けられる水量が確保される。2つ目はいわば水分供給能力とも言える不飽和浸透による水分上昇能力の大きさである。蒸発が進めばタイル表面は乾き、ポテンシャルが低下して内部の水分は上昇する。この時有意な潜熱冷却のためにはその蒸発量に見合う上昇量が必要となる。保水性タイルにはこの能力が大きいと考えられる。

3 空隙分布

陶磁器の空隙径測定によく用いられている水銀圧入法により保水性タイルの空隙径分布を測定した。野外試験に用いた保水性タイル（以下、保水性タイル10）に加え、比較のためやや空隙径の大きい保水性タイル（以下、保水性タイル20）および市販のレンガの3試料を対象とした。結果を図-1, 2, 3に示す。

結果より3試料ともその空隙分布には中心径と呼べる径があり、市販レンガではおよそ3 μm 、保水性タイル10では10 μm 、保水性タイル20では20 μm である。

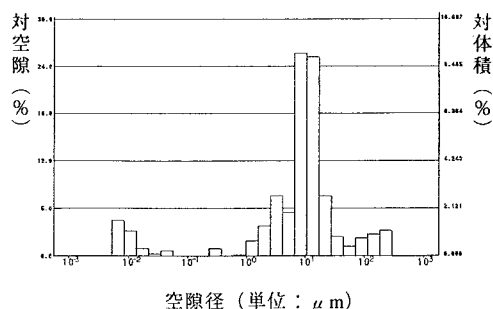


図-1 空隙径分布（保水性タイル10）

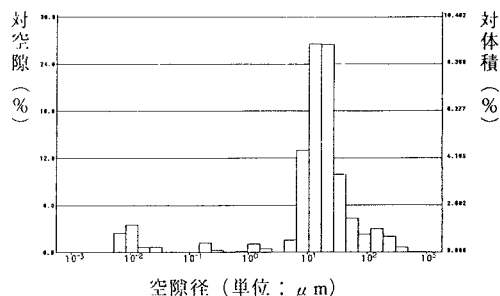


図-2 空隙径分布（保水性タイル20）

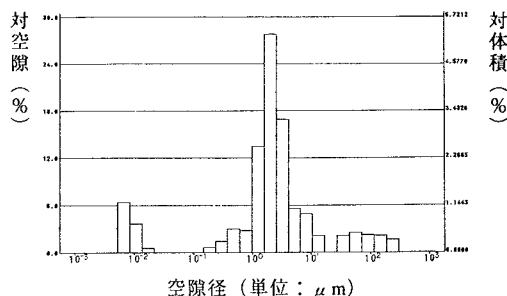


図-3 空隙径分布（市販レンガ）

5 水分特性曲線と飽和・不飽和透水係数

上記セラミック試料の水分特性曲線と飽和・不飽和透水係数を土質学会基準に示された試験法などにより求めた。pF 試験はJSF T 151の加圧法により、飽和透水係数はJIS A 1218により、不飽和透水係数はRichards法により行った。得られた水分特性曲線を図-4に、飽和・不飽和透水係数を図-5に示す。

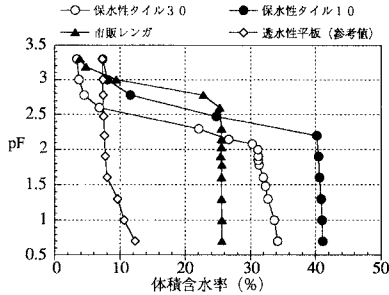


図-4 水分特性曲線（脱水過程）

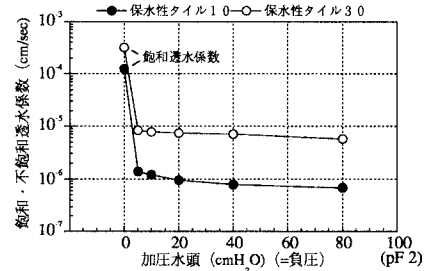


図-5 飽和・不飽和透水係数

図-4、5に示されたいずれの曲線もシャープな形を示した。

水分特性曲線の結果では、3つの試料の水分特性曲線はよく似ており飽和状態からの脱水過程ではほぼ垂直に立ち上がり、pF 2のオーダーで急激に折れる形状を示す。これは、それらの折れ点のpF値まではほとんどの水分は空隙に保持されるが、その値を超えると水分は放出されることを示す。この状況を空隙径分布と比較すればレンガでは3 μm 前後の空隙径が支配的であり、この空隙径とpF 2.5が対応していることがわかる。保水性タイル10では10 μm の空隙径とpF 2.2が、保水性タイル20では20 μm の空隙径とpF 2.1がそれぞれ対応する。すなわち空隙径とその空隙に含まれる水のpF値にはなんらかの関係が存在することが認められる。このことは保水性タイルの定義、あるいは良好な潜熱冷却を促す保水性タイルの開発に応用できるものと考えられる。ただし湿潤過程におけるpF値は得ておらず、pF値に影響を及ぼすとされる空隙径のつながりなどについても分かっていない。今後これらについての考察も必要と思われる。

飽和・不飽和透水係数の結果では、空隙の大きい保水性タイル20が保水性タイル10に比べ飽和、不飽和透水係数とも大きい値を示した。特徴として挙げられるのは、2つの保水性タイルとも負圧5 cmの不飽和透水係数は飽和透水係数に比べ2桁オーダーの低下があるものの、それから負圧80 cmまでの不飽和透水係数は、負圧5 cmのそれに対し数倍の低下しか見られないことである。これについては、保水性タイル10では10 μm 前後の空隙径が支配的であり、pF 2.2（負圧約300 cm）に至るまで空隙には多量に水分が存在することが原因と思われる。また、このことは空隙が相互につながっていることを示唆する。以上のことは保水性タイル20についても同様に考えられる。

6 おわりに

保水性タイルの空隙径と水分特性曲線になんらかの関係の存在が認められ、保水性タイルの定義あるいは開発に役立つことがわかった。保水性タイルでは負圧80 cmまでの不飽和状態においては透水係数が大幅に低下しないことが認められた。

保水性タイルの水分供給能力の大きさは、不飽和状態においても比較的高い透水係数をもつこと、さらには飽和に近い水分状態においてもpF値が高いことがその原因と思われる。今後はデータをさらに整備し解析的な解明を進めたい。

参考文献

- 1) 尾崎哲二, 鈴木義則: 保水性セラミックタイルの熱環境改善に関する研究, 水工学論文集, 第42巻, PP61~66, 1998年2月