

浄水場発生土を用いた保水性舗装の開発

高木努¹・田中徹¹・丸山隆之²

¹正会員 工学 戸田建設株式会社 本社土木営業統轄部環境ソリューション部
(〒104-8388 東京都中央区京橋1-7-1)

¹正会員 工修 戸田建設株式会社 本社土木営業統轄部環境ソリューション部
(〒104-8388 東京都中央区京橋1-7-1)

²非会員 工学 戸田道路株式会社 技術部 (〒103-0027 東京都中央区日本橋一丁目12-8)

7

近年の環境問題として、ヒートアイランド現象と産業発生土の処理が上げられる。都市部の市街化に伴い、舗装により覆われる地表面が増加したこともヒートアイランド現象の一因である。保水性舗装とは舗装体内に保水材を有し、保水材内の水分が蒸発する際の気化熱によって路面温度の上昇を抑制する舗装であり、ヒートアイランド現象への対策として注目されている。また、産業発生土の処理については、埋立処理による、自然破壊、生態への影響が懸念され、さらに年々増加する発生土と埋立地の減少により、今後の発生土の循環型有効利用を目的とした技術開発が急務である。

本報では、保水性舗装の主要な構成材料となる保水材として、東京都水道局の協力を得て、これまで廃棄物として処理されていた浄水場発生土を利用した環境負荷低減型セメント系保水材を開発し、東京都の保水性舗装に関する性能要件に準じた各種性能試験を行った結果を報告する。

キーワード: ヒートアイランド現象, 保水性舗装, 浄水場発生土

1. はじめに

近年の環境問題の一つにヒートアイランド現象がある。この現象の主な原因は、ビルや道路による太陽光の蓄熱、都市部に林立するビルの空調設備から排出される暖気、自動車のエンジンなどから排出される排熱、樹木の減少によって起こる土中の保水力低下等が挙げられる。これらが都市部のみならず周辺部の気温を上昇させている。

対策として、例えば東京都では、条例によって一定の条件下でビル屋上の緑化が義務付けられている。また、当社においても二酸化炭素の排出量削減を目標に、建設現場における重機械等のアイドリングストップ運動や梱包材等の排出を抑制するゼロエミッション活動を積極的に実施している。

筆者らは対策の一つとして、保水性舗装の開発を進めている。保水性舗装とは舗装体内に保水材を有し、保水材内の水分が蒸発し、水の気化熱によって路面温度の上昇を抑制する舗装である(図-1参照)。

保水性舗装の一般的な特徴を以下に述べる。

- ・保水性舗装は舗装体内に保水層(材)を有している。
- ・保水層は降雨等によって水分を蓄える。

- ・気温の上昇に伴って保水層内の水分が蒸発し路面温度の上昇を抑制する(一般の密粒舗装と比較して舗装体内の蓄熱量を低減する)。

今回開発した保水性舗装の主要な構成材料となる保水材は、東京都水道局の協力を得て、これまで廃棄物として処理されていた浄水場発生土を利用した環境負荷低減型セメント系保水材とした。

本報では、開発した保水材の特徴と東京都の保水性舗装に関する性能要件に準じた各種性能試験の結果を報告する。

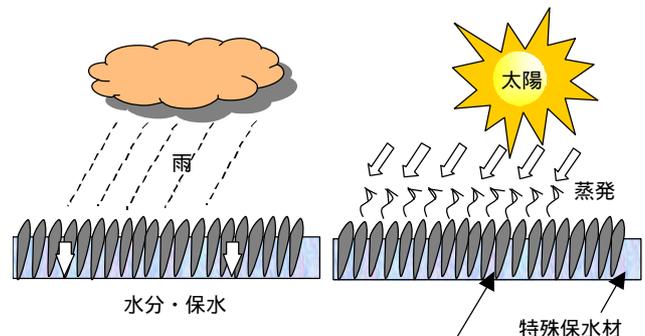


図-1 保水性舗装機能模式図

2. 保水性舗装の概要

図-2に保水性舗装の構成概要を示す。

保水性舗装は路盤上に敷設した排水性舗装用アスファルト混合物（密粒度層 + 開粒度層）と排水性舗装の空隙部に注入された保水材から構成される。

保水性舗装の施工は排水性舗装用アスファルト混合物を施工した後に液体状の保水材を注入する。

この工法では、従来の排水性舗装（開粒度舗装）に保水材を注入するため、アスファルト舗装体自体が剛性を有し、車道への適用が可能となる。また、注入方法は、従来の半たわみ性舗装工法（開粒度アスファルトに速効性のあるモルタルを注入する工法）と同様であるため、施工方法が確立されている。



写真-1 浄水発生土（乾燥状態）

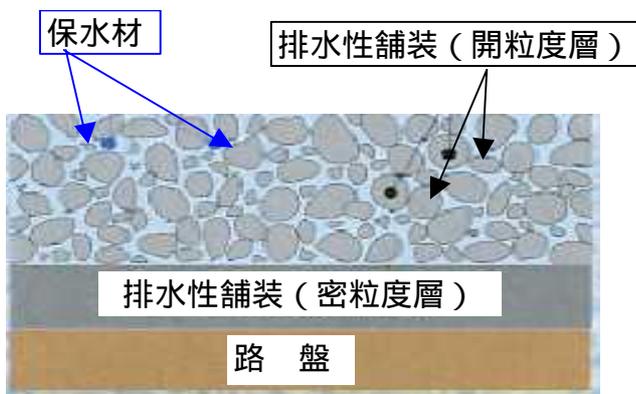


図-2 保水性舗装（保水材注入タイプ）

3. 保水材料の選定と配合

(1) 保水材の要求性能および構成材料

保水材は水をより多く吸収し、保水した水を毛管現象により舗装上面まで吸い上げ、気温の上昇に伴って気化熱を発生することで路面温度を下げる効果を有するものでなければならない。

表-1に東京都における保水性舗装の性能要件を示す。保水材は浄水場発生土を混合した保水性ミルクとした。

浄水場発生土は、浄水場からの搬出段階では、含水比 80%程度に脱水されたチップ状態の材料である（写真-1 参照）。

表-1 保水材の性能

項目	単位	基準値	備考
フロー値	(秒)	9~13秒	P0-0
圧縮強度	(N/mm ²)	0.5以上	材令7日
曲げ強度	(N/mm ²)	0.3以上	材令7日
最大吸水量	(%)	40以上	第一試験方法による
暴露による保水量 t=5cm 100%水浸 参考)	(kg/m ²)	3以上	第二試験方法による
硬化時間	(時間)	3程度	

(2) 保水材の吸水量試験

保水材の最も重要な性能の一つとして吸水量がある。東京都の性能要件では第一、第二試験と称し、試験方法と最大吸水量が規定されている。

図-3、図-4に試験方法の概要図、写真-2、写真-3に試験状況、また、図-5、図-6にこの試験方法に準じて実施した確認試験結果を示す。

第一試験とは保水材を 100×200mmの円柱状に固化させ、あらかじめ乾燥状態にした試験体を水位 5mmの水槽に静置し、24時間吸水させ、吸水量を確認する試験である。

試験の結果、性能要件吸水量40%以上に対して、80%以上の吸水量を確保できた。なお、写真-2は配合を変化させた数種類の配合によって試験を実施した状況である。試験体が吸水によって変色している状況が確認できる。

第二試験とは300×300×厚さ50mmの排水性舗装に保水材を注入し、雨水を模擬して20mm/時間を24時間散水し、吸水量を確認する試験である。

試験の結果、性能要件3kg/m²に対して5kg/m²以上の吸水量を確保できた。

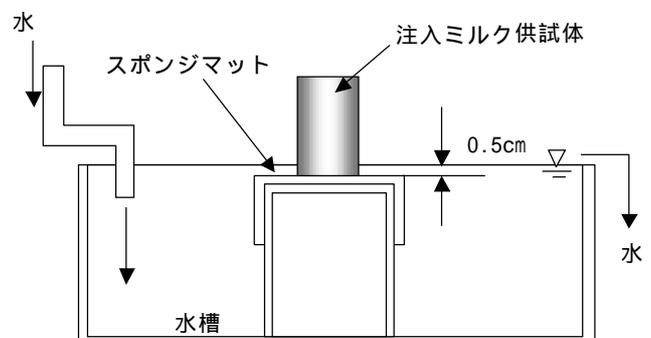


図-3 第一試験装置図

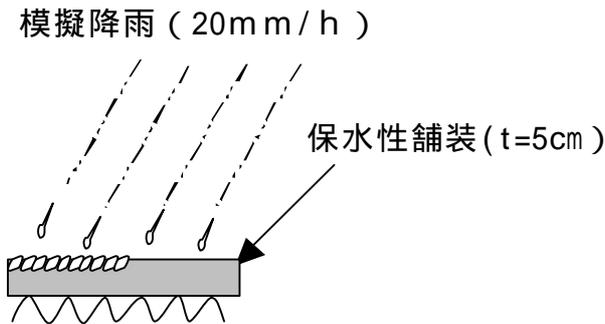


図-4 第二試験装置図

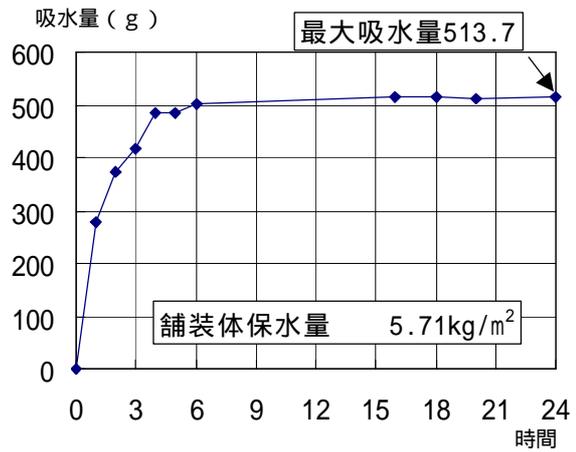


図-6 第二試験結果



写真-2 第一試験状況 (24時間吸水後)

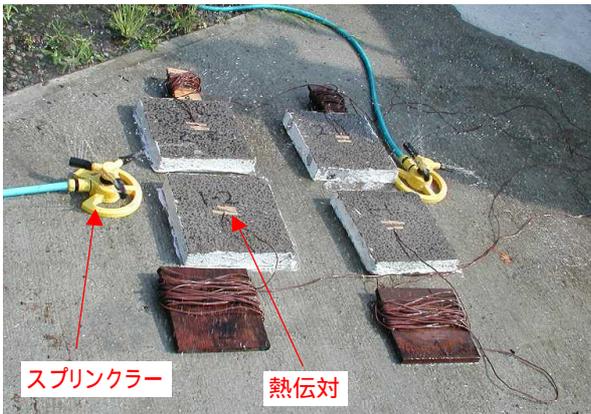


写真-3 第二試験 (散水状況)

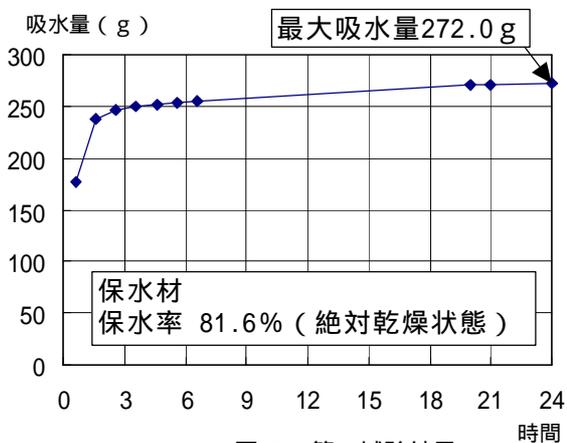


図-5 第一試験結果

4. 保水性舗装の試験施工

(1) 保水性舗装の試験施工における性能要件

決定した保水材を用いて試験施工を実施した。表-2 に東京都における性能要件を示す。

試験方法の概要を以下に示す。

排水性舗装と密粒度舗装を施工する。

(各 5m × 5m)

排水性舗装 (開粒層 10cm) に保水材を舗装空隙に対し 100% 注入し、保水性舗装を完成させる。

気温 30 以上が予測される日の早朝 8 時までに降雨を模擬して 20mm/時間を 1 時間散水する。

10 時 ~ 15 時まで 30 分毎に保水性舗装と密粒度舗装の路面温度を各 5 点測定する。

保水性舗装路面温度の最小値と密粒度舗装の最大路面温度の差を路面低減温度とする。

舗装面から 100 × 100mm のコアを採取し、24 時間浸水後の保水量を測定する。

振り子式スキッドレジスタンステストを用いて路面のすべり抵抗値を測定する。

表-2 東京都性能要件

性能	規格	方法
路面温度低減温度	12 以上	直接路面温度を測定
保水量	6.5kg/m ² 以上	抜き取りコア 100により 24時間水浸後の保水量
路面のすべり抵抗値	60BPN以上	振り子式スキッドレジスタンステスト

(2) 保水性舗装の施工

保水性舗装の路面温度低減を把握するために、施工実験をおこなった。施工は、保水性舗装約 25m²と密粒度舗装約 25m²を施工し、路面温度の比較をした。アスファルト舗装については 2006 年 8 月 4 日に排水性舗装・密粒度舗装を施工し、同 7 日に保

水材注入を施工した。試験施工は当社筑波技術研究所内で実施した。

図-7 に保水性舗装の施工フローを示す。

保水材は傾胴式ミキサーを用いて、2 分間練混ぜた。練混ぜた保水材を排水性舗装の空隙に注入、ゴムレーキを用いて敷均し、振動プレートにて転圧した。保水材の硬化時間が 3 時間と短いため、注入舗装上面まで、一層で仕上げた（写真-4、写真-5 参照）。



写真-4 保水材注入状況

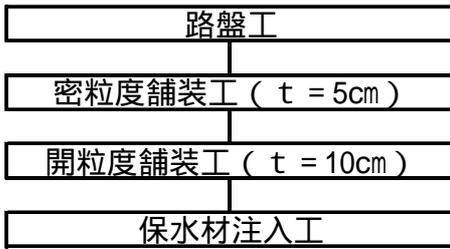


図-7 保水性舗装の施工フロー

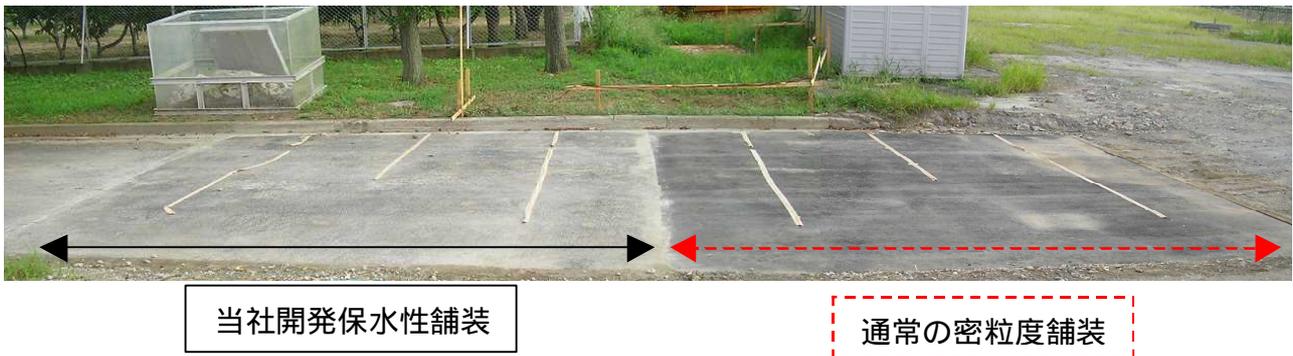


写真-5 実験体施工完了

(3) 試験施工の結果

a) 保水性舗装の路面温度低減効果

路面温度の測定は、8 月 10 日より熱電対をそれぞれの舗装に各 5 箇所設置し、暴露実験を実施した。予想最高気温が 30 以上かつ前日に降雨がない日を選び、8 月 21 日午前 7 時から 8 時に散水をし、路面低減温度試験を行った。

図-8 に 8 月 21 日の路面低減温度試験結果を、図-9 に路面温度の計測を開始した 8 月 11 日から 8 月 30 日までの路面低減温度結果を示す。なお、図-8 の気温は舗装路面上 1.5m で直射日光を浴びる位置での外気温である。

試験の結果、図-8 より、最大路面低減温度は 19.9 となり、東京都の性能要件 12 を上回る結果となった。保水性舗装および密粒度舗装の路面温度は外気温に左右されている様子が伺える。また、保水性舗装は 14:00 以降も外気温と同様に路面温度

が低下するが、密粒舗装では路面温度の低下量が少ない。

図-9 より、8 月 21 日の散水以降、3 日間程度は路面低減温度が 12 を上回っており、一回の散水（降雨）によって 3 日程度は 12 以上の路面低減降下が持続することを確認した。

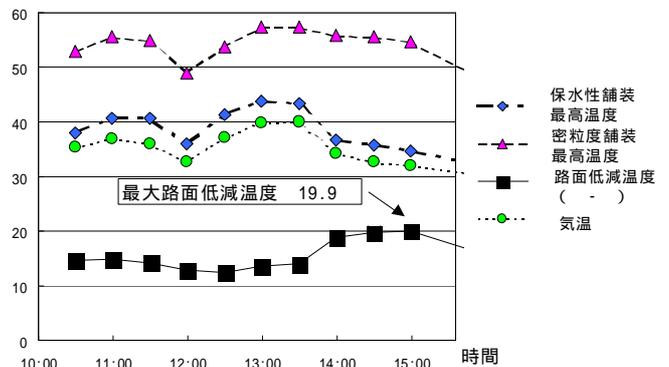


図-8 (8月21日)路面低減測定結果

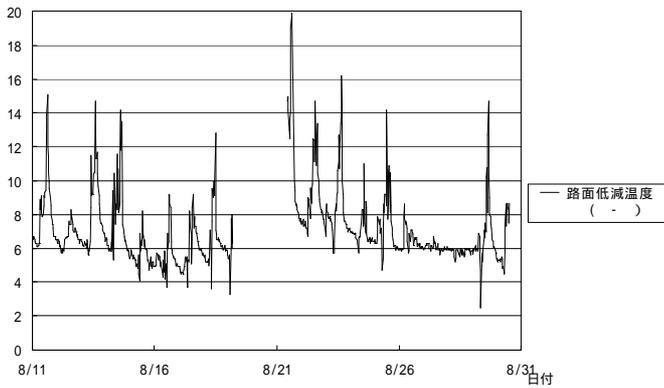


図-9 (8月11日～30日)路面低減測定結果



写真-8 路面すべり抵抗値試験装置

b) 保水量の測定

施工した保水性舗装面から 8 個のコアを採取し、24 時間吸水後、保水量を測定した（写真-7 参照）。

測定の結果、保水量は最高値および最低値を削除し、6 つの保水量の平均から $8.8\text{kg}/\text{m}^2$ 換算であり、東京都の性能要件 $6.5\text{kg}/\text{m}^2$ 以上であることを確認した。



写真-7 抜き取りコア



写真-9 保水性舗装表面状況

c) 路面すべり抵抗試験

保水性舗装の路面すべり抵抗値（振り子式スキッドレジスタンステスト方式）を測定した。

測定の結果、2 側点各 5 回測定の平均が 63.5BPN となり、東京都の性能要件の 60BPN 以上を満たすことを確認した。

5. おわりに

(1) 浄水発生土の現状と展望

浄水発生土は、浄水場において取水した原水から上水道水をつくる過程で取り除かれる河川水中の濁り（土砂）や沈でん物を集め、脱水処理した発生土である。東京都全体では年間約9万トンが発生し、その内、約3.0万トンは東京湾内の処分場に産業廃棄物として埋立て処分されている（平成16年度）。この東京湾では、埋立てに伴い、大きく干潟が減少し、海水の浄化作用をもたらす自然環境が変化し手いるのも事実である。

各都道府県における浄水場においても東京都と同様に多くの浄水発生土が産業廃棄物として処分されている。

埋立て処分以外の利用方法として、流動化処理土、園芸用土壌、グラウンド改良材として利用されており、特に園芸用土壌は、高い保水性を有するものとして一般に有効利用されている。

この浄水発生土を保水性舗装の材料として用いることで、廃棄物のさらなる有効利用を図り、ヒートアイランド現象を抑制する環境負荷低減型保水性舗装として、良好な社会基盤整備の一端を担う所存である。

(2)今後の予定

保水性舗装は一般道路の舗装工事以外にも、宅地造成や工場内道路、グラウンド造成等の工事に積極的に適用する予定である。また、他浄水場における発生土についても、利用の可能性を研究中である。

最後に、浄水発生土の提供や各種確認試験方法について指導を頂いた、東京都水道局および東京都土木技術センターの皆様に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 小林一雄：保水性および遮熱性舗装の設計施工と維持管理，平成18年度環境舗装研修テキスト，pp. 8-21，2006.
- 2) 保水性舗装技術研究会：【保水性舗装】技術資料，pp. 1-12，2005.