

3.3.2 保水性舗装・雨水貯留技術の開発

(1) 開発のねらい

都市部における水循環の改善を図るとともに、近年、都市に見られる短時間の降雨強度の強い集中豪雨（以下、都市型豪雨という）への対応およびヒートアイランド現象の原因ともなっている地表面の高温化の緩和を目的に、雨水の貯留・蒸発機能を有した舗装を開発した。

雨水の貯留場所は、歩道下、車道下、隣接敷地が考えられるが、すべての道路において、共通に確保できるスペースは車道下の路盤内である。その他のスペースについては、周辺の立地条件に左右されるため、道路管理者の判断で設置が可能となる車道下路盤内の貯留を選択した。なお、歩道下や隣接敷地についても、立地条件や他の管理者との調整が満たされれば、設置できるため、その設置を考慮しないものではない。路盤内貯留材の選定においては、一般的に路盤材として使用されている材料を貯留性能に加えて経済比較をして選定を行った。

また、地表面温度の低減効果が高いと考えられる舗装技術の仕様を決定する際には、室内試験を実施し、地表面温度の低減効果が高かった保水性舗装を採用することとした。

さらに、保水性表層に水を供給する技術については、無動力での供給を前提としているので、毛細管現象による給水を採用することとした。

(2) 機能の設定

都市部における水循環と熱環境を同時に改善することを目指した舗装に求められる機能として、

ア．地表面が舗装されているために、降雨が河川に短時間の内に流入する状況を改善すること

イ．都市の熱環境のうち、特に、夏季の日射により地表面温度が高くなる状況を改善すること

を条件として、本舗装の開発に当たっては、舗装の下部若しくは近傍に雨水を貯留し、その水を活用して路面から蒸発させることにより上記2つの条件に対応することとした。なお、貯留した雨水は次の降雨に備えて、蒸発に必要な量を確保した後に徐々に放流する必要がある。また、管理を容易にすること及び他の環境への配慮から自然の力で貯水した水を舗装表面から蒸発できる仕組みを持つことを目標とした。さらに、近年の都市における降雨強度に対応するため、降った雨を素早く貯留できることも条件とした。以下に設定した条件、材料の選定及び設計について記述する。

1) 貯水機能

a) ヒートアイランド対策

活動が集中する都市においては、人工排熱の増加、地表面被覆の状況の変化等の影響によって都市中心部の気温が周辺より高くなるヒートアイランド現象が発生し、特に、地球温暖化とも相まって夏の高温化は大きな社会問題となっている。これに対応する施策の一つに、舗装面の温度の低減をねらった技術が開発されつつある。ここでは、水循環の観点

からも有効な舗装面から水分を蒸発させる機能を有する舗装を採択し、降雨間隔と1日あたりの蒸発量から貯留すべき水量を設定した。すなわち、既往の研究成果から蒸発量を $6 \text{ l/m}^2 \cdot \text{日}$ とし、夏場の連続無降雨日数データを参考に、12日間の持続性を持つこと、つまり 72 l/m^2 をヒートアイランド対策の観点から目指すべき性能の目安とした。

b) 洪水対策

都市部において、近年、短期集中豪雨、いわゆる都市型豪雨によって、しばしば洪水が発生している。このような状況に対応するため、平成16年に特定都市河川浸水被害対策法が制定されたところである。この法律に対応できることを開発目標として以下のように設定した。すなわち、

変更前の流出係数：0.3

変更後の流出係数：0.9

とした場合、河川局の資料によると、図-3.3.2.1に示す標準的な1/10確率降雨に対しては、最低限 330 l/ha の対策量が必要となることが示されている。一方、この対策量をすべて貯留することになると $1,260 \text{ l/ha}$ の対策が必要となる。しかし、今回の設計では、オフィスの排水を想定しており、設計の目標として、 500 l/ha (50 l/m^2) を1/10確率の基準降雨に対応する地表面流出の削減(都市型豪雨対応)の対策として設定した。

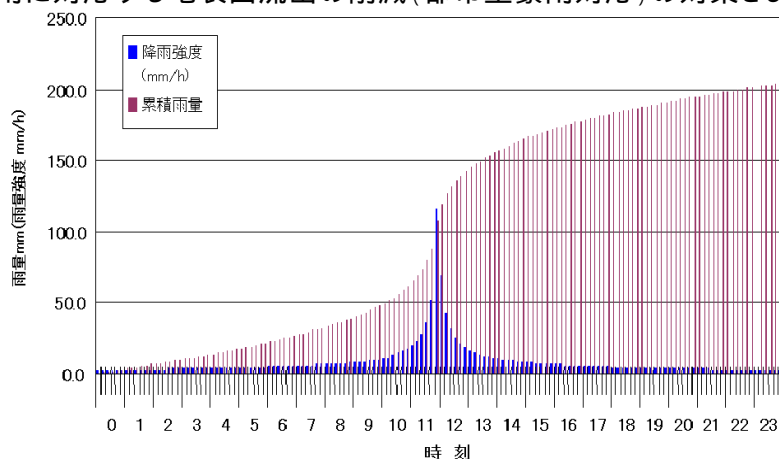


図 - 3.3.2.1 10年確率の標準的な降雨パターン

2) 地表面温度の低減機能

地表面温度を低減させる表面構造には、水の蒸発により温度を低減させるもの、赤外線を反射させることにより温度の低減を図るもの、表面のアルベドを大きくし温度の低減を図るもの、熱伝導率を高くして温度の低減を図るものなどが提案されているが、本開発では、水循環の改善をも目標としているため、水分の蒸発により温度を低減する形式を選択した。

(3) 材料の選定

材料の選定に当たっては、開発目標を満足する材料を選定することは、勿論であるが、入手の容易さ、経済性、施工性を考慮して選考した。

1) 貯水部

雨水の貯留場所は、すべての道路において共通に確保できる車道下の路盤内とした。歩道下のスペース、隣接地等のスペースを活用する場合、強度条件が緩くなるが、同様の仕様で対応することが可能である。

路盤内貯留材の選定においては、一般的に路盤材として使用されている材料を貯留性能に加えて経済比較をして選定を行った。路盤厚さが同じ場合には材料の空隙率の大きなものほど流出抑制効果も大きくなることから、路盤材料の空隙率が重要となる。表-3.3.2.1 に示すように、各材料の空隙1m³あたりの単価を比較し、経済的に有利な単粒度5号砕石を選定した。

表-3.3.2.1 路盤材の評価

材料名		検討項目	空隙率 (%)	1m ³ 当たりの材料単価	空隙1m ³ 当たりの材料単価	評価	摘要	
1	C-40	下方粒度	18.6	3,200	17,204	○	H14年度試験結果	
2	C-40	上方粒度	8.2	3,200	39,024	△	〃	
3	M-30	下方粒度	10.1	3,900	38,614	△	〃	
4	透水性アスファルト安定処理		14.2	14,400	101,408	△	〃	
5	保水性ブロック		19.9	75,900	381,408	△	〃	
6	5号砕石		42.0	4,000	9,524	◎	H15年度試験結果	
7	プラスチック製貯留材		ポリプロピレン	90%以上	20,000	22,222	△	

評価基準

空隙1m ³ 当たり材料単価	10,000円/m ³ 以下	◎
	10,000～20,000円/m ³	○
	20,000円/m ³ 以上	△

車道下での流出削減効果について、以下に試算する。

$$\text{集水面積 } A = 10000\text{m}^2 = 1\text{ha}$$

$$\text{路盤厚 } H = 15\text{cm}, \text{空隙率 (単粒度砕石 5号)} 42\%$$

$$\text{可能貯留量 } V = A \times H \times 0.42 = 630\text{m}^3$$

$$\text{対策量 } V / A = 630\text{m}^3/\text{ha}$$

となり、十分な貯留容量が車道下に確保することが可能である。

2) 舗装部

舗装材を選定するに当たっては、実験室内で人工太陽を用いた実験を行い、蒸発量と表面温度の時間変化から温度低減効果を評価した。実験には、開粒度アスファルト舗装に保水剤を充填した保水性舗装、排水性舗装(表層下面に水位を固定)、透水性舗装、保水性ブロック舗装、河川道

(グレーチング、その下面に水位を固定)を試験区とし、対照区として密粒度アスファルト舗装を設定した。なお、保水性舗装については、国内の民間舗装会社で構成されている「保水性舗装技術研究会」会員会社25社に対してアンケート調査を行い、これに保水性舗装用ブロックのメーカー1社の商品一つを加え合計24の商品について保水性舗装の現状について検討を行った。

実験結果を図-3.3.2.2に示す。実験の結果から、最もよい成績をおさめたのは河川道であり、続いて保水性舗装の温度が低い。排水性舗装は、実験開始から暫くは比較的よい成績であるが、時間の経過とともに温度が徐々に上昇し、6時間後には、密粒度アスファルト舗装と同じ温度となっている。この結果から、ここでの設計では保水性舗装を採用することとした。

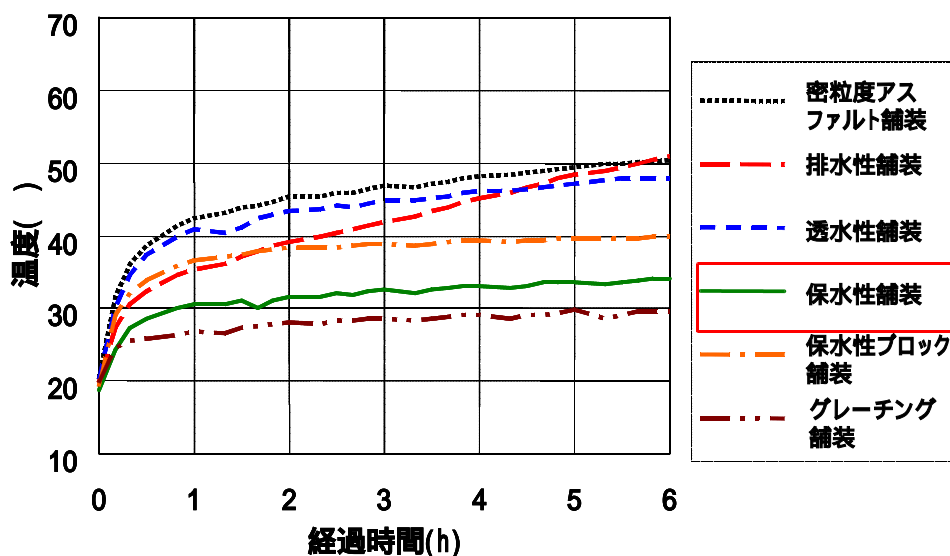


図-3.3.2.2 人工太陽下における舗装温度の変化

3) 吸水部

貯留した雨水を舗装の表面に移動させる手段はさまざまなものが想定されるが、本開発では外部からのエネルギー供給なしで舗装の表面に給水できることを前提に手段を検討しており、貯留した雨水を毛管現象を活用し、舗装表面に移動させる方法を採用することとした。この方法を実現させるためには、舗装の表面から蒸発する推量を補充するのに必要な吸水速度を確保する必要がある。必要吸水速度は、蒸発速度から1平方メートル・1時間当たり0.6リットル(0.6 l/m²/hr)に設定した。

毛管現象を活用して給水する方法として、繊維状の材料あるいは粒状の材料を用いる方法が考えられるが、本開発では粒状の材料を用いることにした。材料の選定に当たっては、設定吸水量を満足する吸水特性を有することを前提に実験により行った。図-3.3.2.3は、入手が容易で吸水性能の高い4つの材料で高さ30cmのコアを作成し、その底面を水面に触れさせて吸水高さの時間変化を見たものである。この結果から、珪藻土の吸水性能がフライアッシュ、ガレオナイト及び鹿沼土と比較して優れていることを確認した。

さらに、吸水性能以外に充填性、経済性の観点を加え総合的に評価した結果(表-3.3.2.2)、材料価格は高いものの、充填性、吸水性に優れた珪藻土を吸水材として採用す

ることとした。

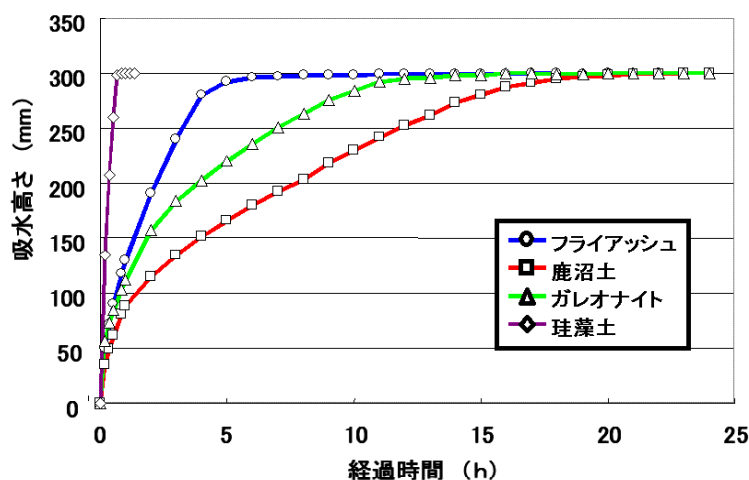


図-3.3.2.3 吸水性能の比較実験結果

表-3.3.2.2 毛管材の比較評価

毛管材	充填性(水と混合攪拌して、浸透充填)	コスト		評価
		材料単価 (円/kg)	充填材 (円 / L)	
ガレオナイト		30 (74 μ 以下の粒度調整要)	30	必要保水量0.6L/m ² /hrを十分満足。ただし、毛管材と水面が接している時間を長くとの必要がある。
フライアッシュ	沈降分離して体積収縮が起りやすい	25 (74 μ 以下の粒度調整要)	30	必要保水量の約50倍の保水力を有する。但し、充填性に問題があり、改善を要する。毛管材と水面が接している十分な時間が必要。
鹿沼土		50 (74 μ 以下の粒度調整要)	40	必要保水量0.6L/m ² /hrを十分満足。ただし、毛管材と水面が接している時間を長くとの必要がある
珪藻土		200	80	必要保水量の約50倍の保水力を有する。さらに、毛管材と水面が接している必要時間が最も短い。但し、コストが高い。