

c) 地表面流出削減効果の整理・分析

① 実測データに基づく流出抑制効果の評価

開発した舗装の薄い流出削減効果を確認するため、測定開始日から9月20日までの期間の降雨から検証を行った。図-3.3.2.15は、測定開始より9月20日までの10分間降雨量を示している。ここで、降雨量の大きかった7月29日、8月15日および9月4日の降雨に対するタイプ1およびタイプ2の流出抑制効果を整理した。その結果を図-3.3.2.16、図-3.3.2.17および図-3.3.2.18に示す。

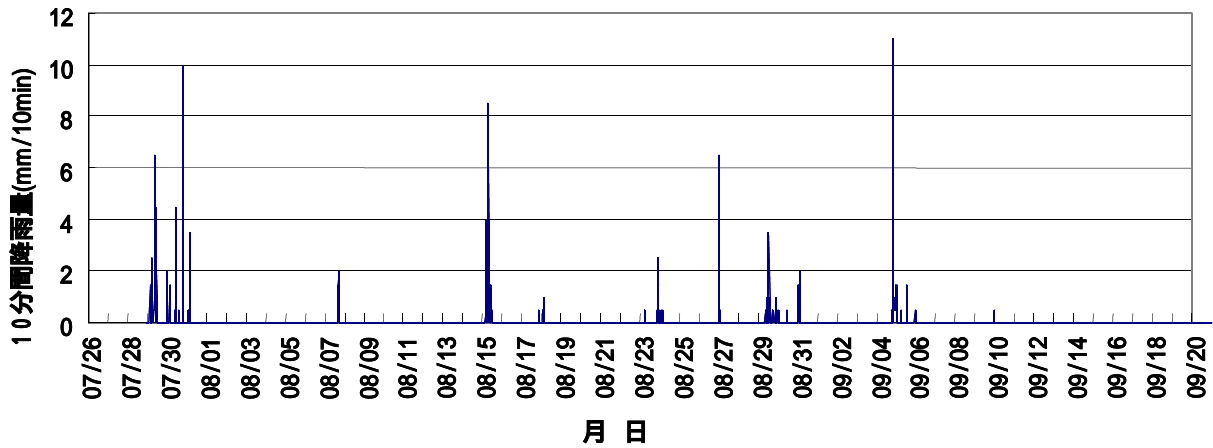


図-3.3.2.15 10分間降雨量の実績

流出抑制効果 (7月29日 5:30 ~ 15:30)

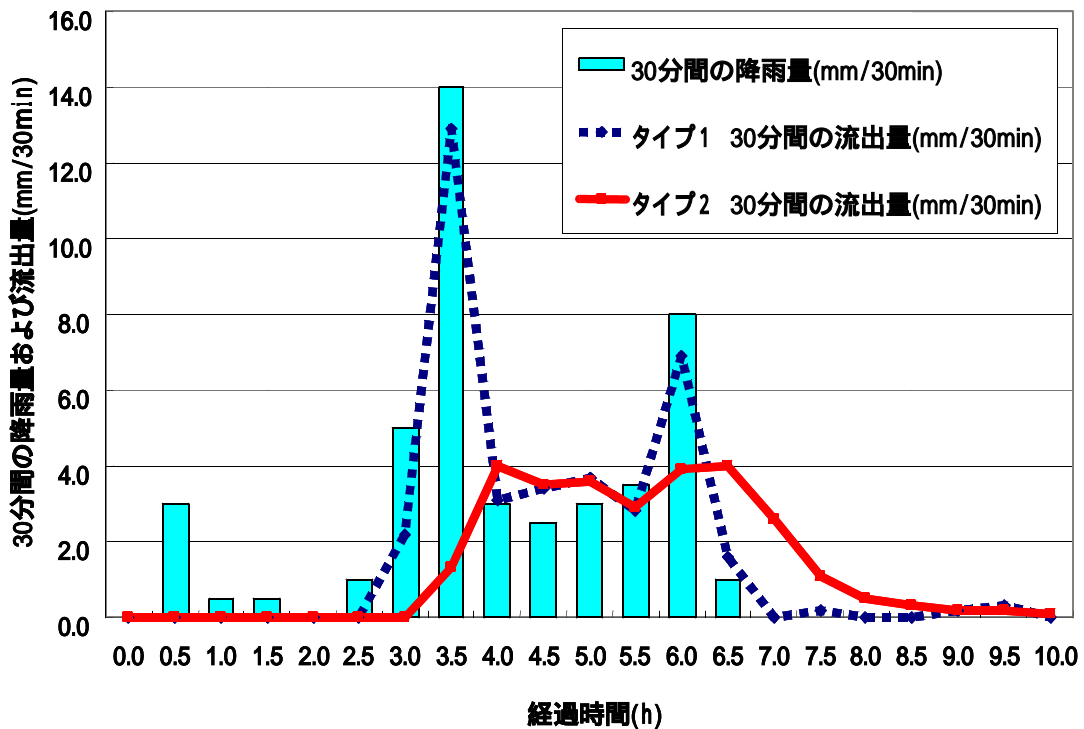


図-3.3.2.16 流出抑制効果(7月29日 5:30 ~ 15:30)

流出抑制効果 (8月15日 3:30 ~ 14:00)

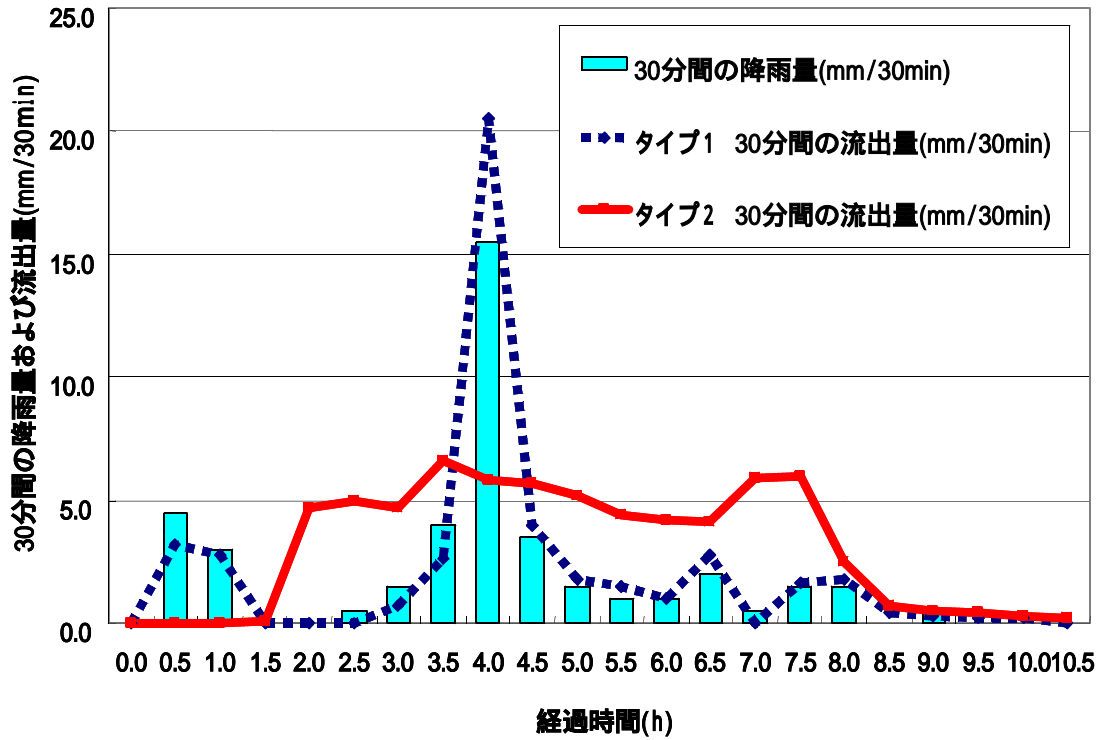


図-3.3.2.17 流出抑制効果(8月15日 3:30 ~ 14:00)

流出抑制効果 (9月4日 17:30 ~ 9月5日 4:00)

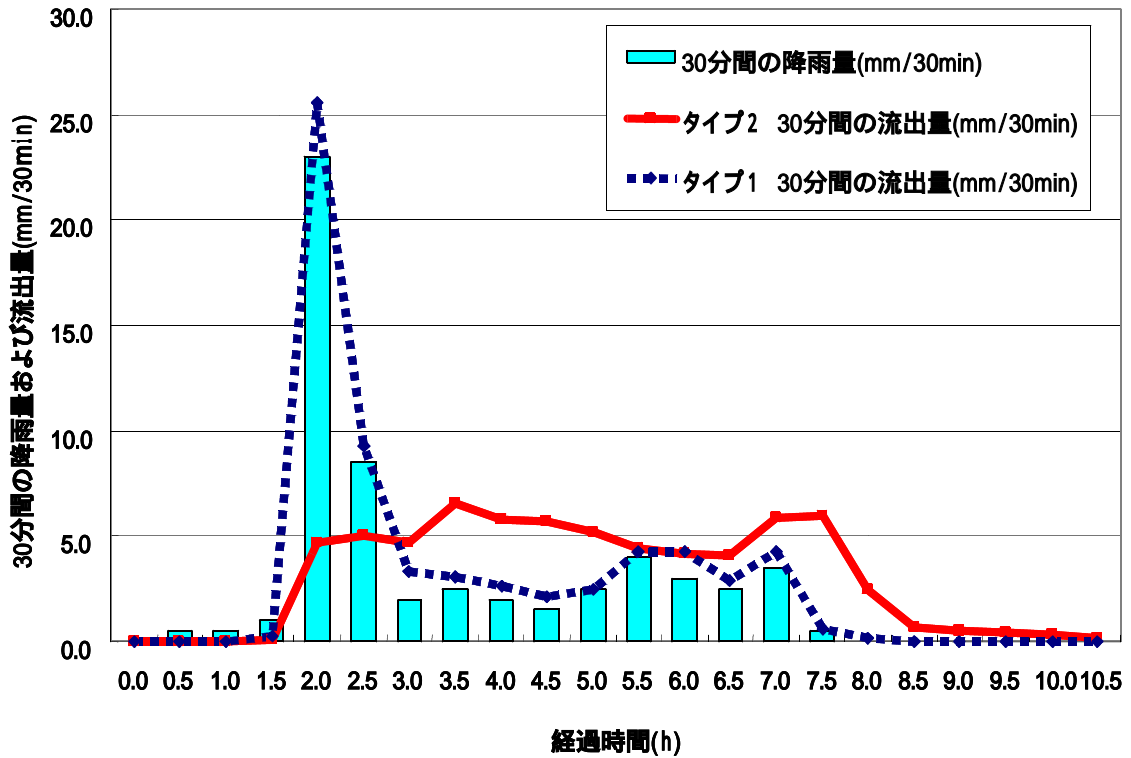


図-3.3.2.18 流出抑制効果(9月4日 17:30 ~ 5日 4:00)

これらの結果から、タイプ2のピーク流出量は、タイプ1と比較して小さく、顕著なピークがなくなっていることがわかる。また、タイプ2について「最大流出量」の「最大降雨量」に対する比をピーク流出率としてまとめると表-3.3.2.4に示すとおりであり、ピーク流出率は、約29%に抑えられている。したがって、観測された降雨規模においては、約70%程度の流出抑制率（流出抑制効果）が得られていることが分かった。

表-3.3.2.4 タイプ2における実績流出抑制率の算定結果

降雨日	最大降雨量 (mm/30min)	最大排水量 (mm/30min)	流出抑制率 (%)
7月29日	14.0	4.0	28.6
8月15日	15.5	4.4	28.4
9月4日	23.0	6.6	28.7

② 実験施設における砕石空隙率の算定

流出抑制効果を分析するためには、下層路盤の砕石空隙貯留による流出抑制の効果を明らかにする必要がある。そのために、まず、単粒度5号砕石の実空隙率を確認する必要がある。そこで、実験施設において注水実験を実施し、注水量と水位上昇の関係から路盤砕石の実空隙率を求めた。その結果を図-3.3.2.19に示す。

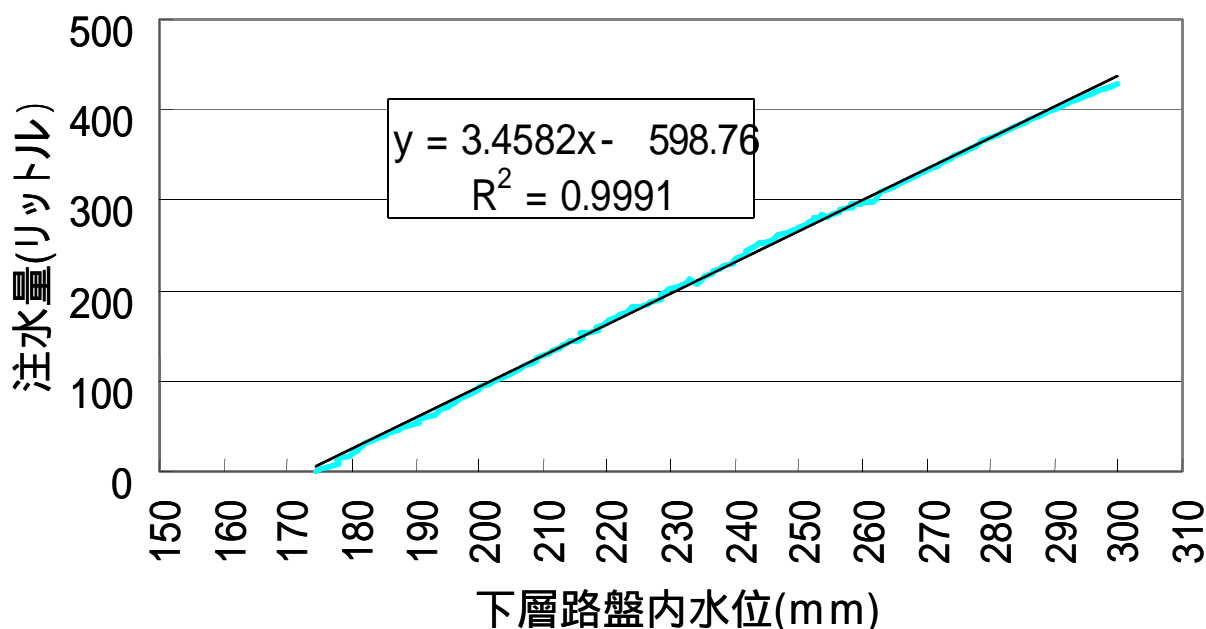


図-3.3.2.19 下層路盤内水位と注水量との関係

路盤内水位 175 mm～300 mmの水位 (X) と貯留量 (Y) の関係を回帰により求め

ると、その式は

$$Y = 3.46 X - 598$$

となる。

路盤水位 1 mm 当たりの貯留量は 3.46 リットルであり、路盤面積は 10.4 平方メートルであることから、砕石内部の有効空隙も含めた路盤砕石の空隙率は、

$$3.46 \div 10.4 = 0.333 \rightarrow 33.3 \%$$

であることを確認した。

d) 本舗装実施に伴う流出抑制効果の検証

① 貯留施設の設置面積率と流出抑制効果の検証

本舗装を道路面積 1 ha に対し 30%、50%、70% 設置した場合の流出抑制効果を下記の条件で検証する。

ア. 雨水流出のハイドログラフは下記の合理式により算定する。

$$Q_p = 1/360 \cdot f \cdot r \cdot A$$

ここに、 Q_p : ピーク流量 (m³/s)

f : 平均流出係数 = 1.0

r : 到達時間内 (t) の平均降雨強度 (mm/hr)

A : 排水面積 (ha) = 1.0ha

イ. 計画降雨波形は、東京都の 50 mm 式を用いた中央集中型とする。

$$r = 1,100 / (t^{2/3} + 6.5)$$

$$t = 10 \text{ min.} \rightarrow r = 98.8 \text{ mm/hr}$$

ウ. 路盤砕石空隙貯留の仕様は表-3.3.2.5 のとおりとする。また、路盤採石貯留の概略構造を図-3.3.2.20 に示す。

上記ア、イ、ウの条件におけるピーク流出量および流出抑制低減率の算定結果を図-3.3.2.21、表-3.3.2.6 および図-3.3.2.22 に示す。

表-3.3.2.5 路盤砕石空隙貯留の仕様

貯留施設設置面積	空隙率	貯留厚さ	貯留量
3,000 (30%)	33.3%	0.15m	149.9 m ³
5,000 (50%)			249.8 m ³
7,000 (70%)			349.7 m ³

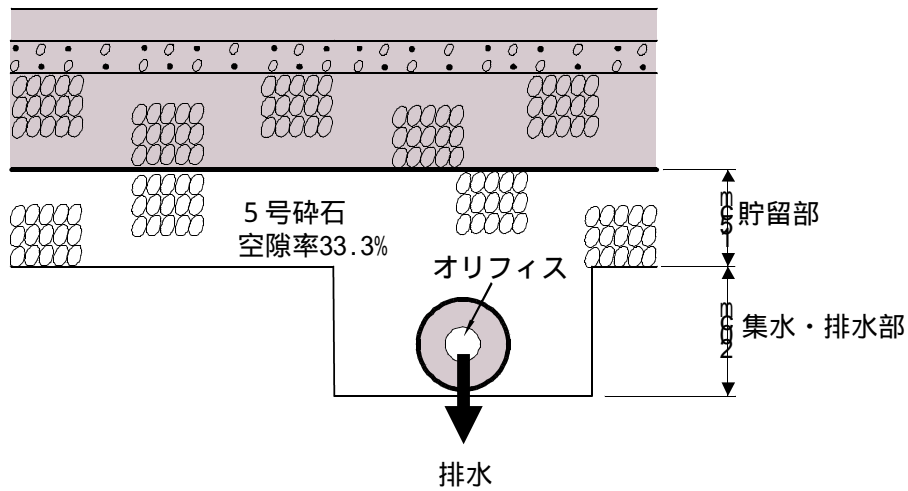


図-3.3.2.20 路盤採石貯留の概要

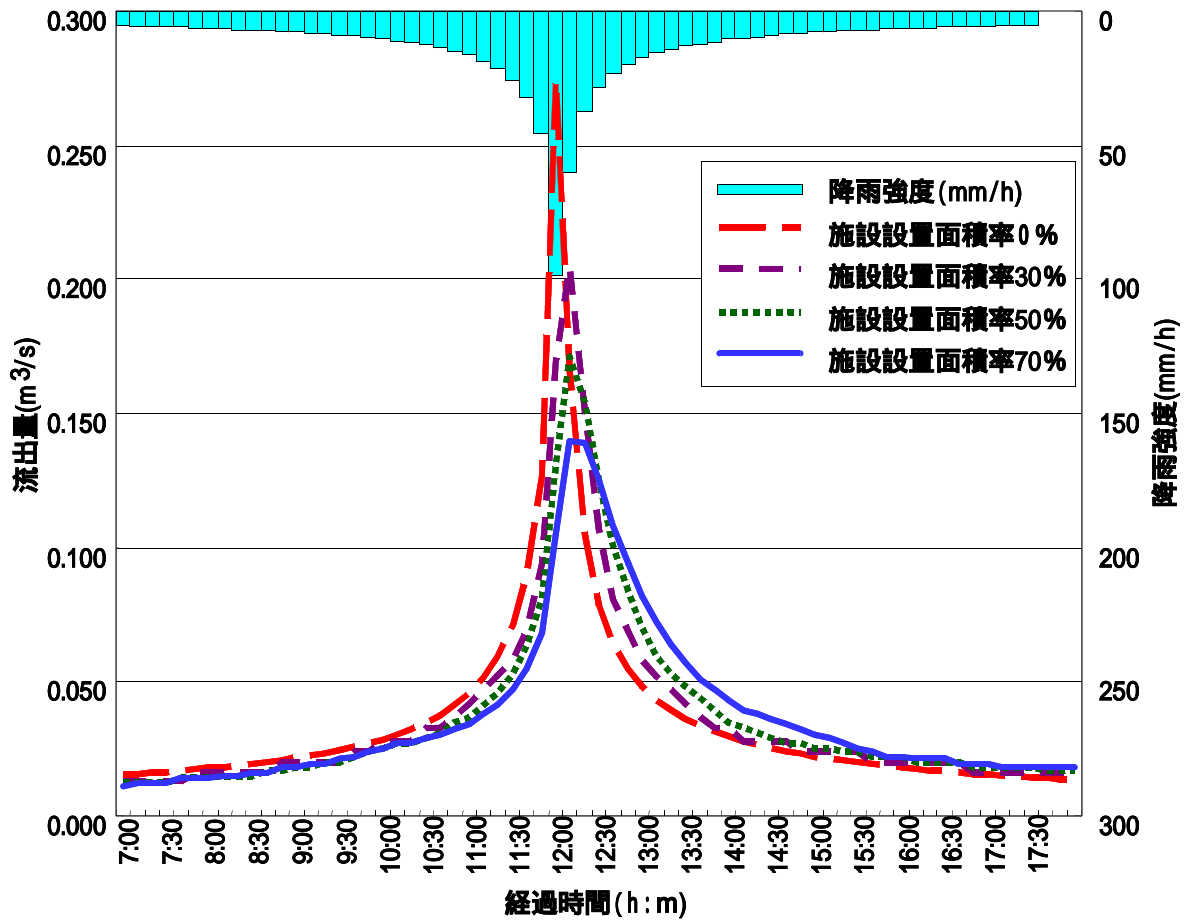


図-3.3.2.21 施設設置面積率とピーク流出量

表-3.3.2.6 施設設置面積率とピーク流出量・流出抑制低減率

道路面積 (m ²)	貯留施設設置面積 (m ²)	設置面積率 (%)	ピーク流出量 (m ³ /s)	流出抑制低減率 (%)
10,000	0	0	0.274	0.0
	3,000	30	0.205	25.2
	5,000	50	0.171	37.6
	7,000	70	0.140	48.9
	9,000	90	0.117	57.3

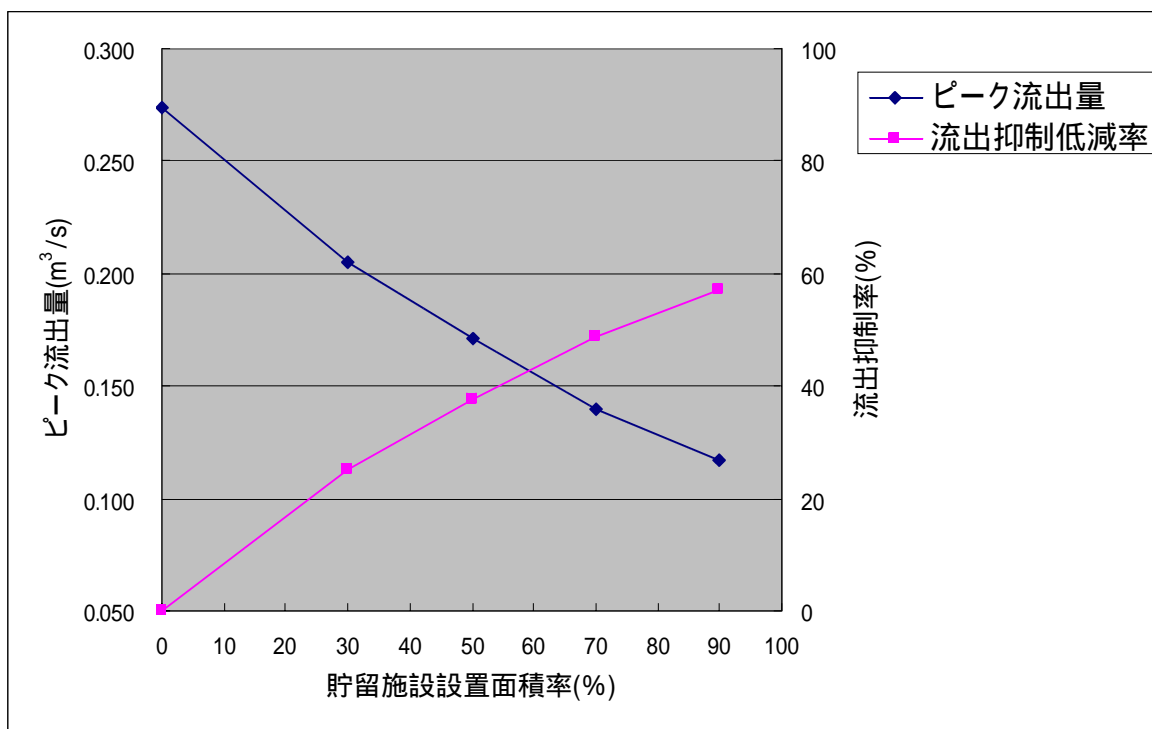


図-3.3.2.22 施設設置面積率とピーク流出量・流出抑制低減率

図-3.3.2.22 より、路盤貯留で 50 %の流出抑制率を達成するためには貯留施設設置面積率が 72.6 % (7,260m²) 必要となる。

e) 提案した舗装技術の評価

下層路盤内に路面排水の水を貯水して、雨水の流出抑制を図るとともに、貯水した水の一部を、毛管力を利用して表層の保水性舗装に給水するタイプ2の舗装技術に関し、その性能を評価すると以下のとおりまとめられる。

① 地表面温度の削減効果について

ア. 提案した舗装技術は、通常の密粒舗装に比べ、約 17℃程度の温度低減効果があっ

た。その温度低減効果の内訳は、舗装表面の色相によるものが 13°C 程度で、残り 4°C が蒸発によるものと考えられる。

- イ. 提案した舗装技術(タイプ2)の地表面温度低減効果の持続性に関して、晴天が7日間続いた時点でも、常時給水を行っていた舗装(タイプ3)と同等な地表面温度となっており、また、算定した蒸発量も同等と見なされたことから、下層路盤内に貯留した水が表層に給水されることにより、地表面温度低減効果が持続して発揮されていることが確認された。
- ウ. 上記の観測期間の日蒸発量は、約 2mm 程度であり、毛管材の吸水能力(毛管上昇能力)から見て、かなり低い数値である。これは表層の保水性舗装の蒸発特性によって律された結果と推測される。今後蒸発量を促進するためには、表層保水材の改良等が必要であると考えられる。

②地表面流出削減効果について

- ア. 下層路盤内の単粒度5号砕石(空隙率 33.3%)の空隙に路面排水を一時貯留して、流出抑制を図る本法の効果は、観測された実降雨に対し、概ね 70% 減のピーク流出抑制効果があった。
- イ. 東京都 50mm 降雨強度式に対して、道路面積 10000m^2 の 30% (3000m^2)、 50% (5000m^2) および 70% (7000m^2) に本舗装技術を適用した場合、それぞれのピーク流出量は約 25% 減、約 38% 減および約 49% 減であると試算された。

f) 今後の課題について

- ア. 今回の実験においては、問題とならなかったが、上層路盤に毛管材を充填した層の水平方向の水の導水速度について、室内試験も含め定量的な検討を行っておらず、実施設への適用にあたって検討が必要である。
- イ. 路盤材料に単粒度5号砕石を用いる場合、機械施工時のトラフィカビリティを考慮すると粒度調整材の使用が望ましく、空隙率が小さい時の毛管材の性能を確認しておく必要がある。
- ウ. 冬季の路面温度、凍結に対する挙動について、今後検証する必要がある。
- エ. 提案した舗装技術の強度や耐久性に対する検討が必要であり、実際の道路での試験・検証が不可欠である。