

国土交通省 国土技術政策総合研究所 環境研究部 道路環境研究室 ○山本昌弘

同上 松下雅行

同上 大城 温

同上 並河良治

1. はじめに

平成9年に環境影響評価法が制定され、道路事業における環境影響評価では、水環境分野について、休憩所の供用に係る水の濁り及び休憩所の供用に係る水の汚れを標準項目として予測・評価することとされた。一方、路面排水については、これまでの調査結果¹⁾で概ね濃度が低かったことから、道路事業の環境影響評価における標準項目とはなっていない。しかし、平成11～12年度に実施した路面排水実態調査結果の試算²⁾では、長い道路区間からの路面排水による汚濁物質流出量が、小規模なパーキングエリアと同程度あるいはそれ以上となる場合もみられた。また、流出初期の路面排水を地下へ浸透させることで、路面排水による負荷量を大きく削減できるとの結果がモデルにより試算²⁾されたが、浸透による負荷量削減効果について現地調査で実証した事例は少ない。

本調査では、実際の降雨に類似した方法で散水を行い、散水により発生した路面排水について浸透施設流入前後で水質及び流量を観測し、浸透による負荷量削減効果について検証した。

2. 調査方法

東京都内の浸透マス（図-1参照）を利用して、実際の降雨に類似した方法で降雨強度10mm/hに相当する散水を行い、所定の時間間隔で浸透マスへ流入する路面排水及び浸透マスから流出する路面排水を採水し、水質及び流量を計測した。水質分析項目は、生物化学的酸素要求量（BOD）、化学的酸素要求量（COD）、浮遊物質（SS）とした。調査は3地点で行い、1地点につき間隔をあけて（路面堆積負荷を確保するため実験後3～4日以上間隔を空けて）3回調査を実施した。

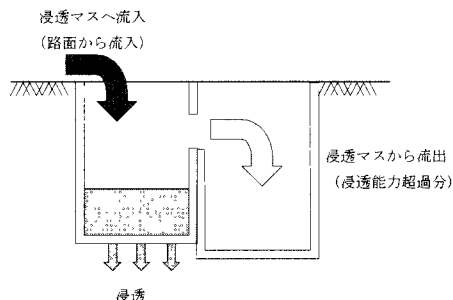


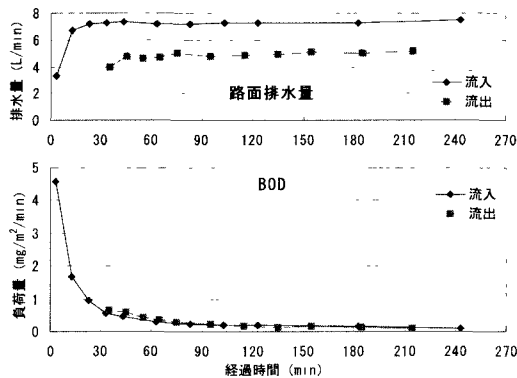
図-1 実験に使用した浸透マス（イメージ図）

3. 調査結果と考察

3.1 浸透による負荷量削減効果の検証

浸透マス流入・流出路面排水の排水量及び負荷量（BOD）の経時変化の一例を図-2に示す。路面への散水開始3分後に路面排水が浸透マスへ流入し、散水開始35分後には浸透マスから流出していた。負荷量は流出初期に著しく高く、時間の経過に伴ってすみやかに減少する傾向がみられ、実態調査で確認されたファーストフラッシュ現象を再現していた。浸透マスから流出する流出負荷量は、浸透により初期の負荷量が大幅に削減され、同時間帯の流入負荷量と同程度の値で推移しており、COD及びSSでも同様の傾向がみられた。

3地点における浸透マスによる路面排水量及び負荷量の削減率を表-1に示す。115～170L/hの浸透能力のある浸透マスでは、路面排水量40.6～49.8%、BOD54.5～66.5%、COD55.7～73.0%、SS63.3～77.6%の負荷量削減効果が確認された。また、貯留量（浸透マスの容量）や浸透能力が大きいほど負荷量削減効果が大きい傾向がみられた。



図－２ 浸透マス流入・流出路面排水量と負荷量
(BOD) の経時変化 (平成 14 年 3 月 12 日)

表－１ 浸透マスによる負荷量削減効果

	貯留量 (L)	浸透能力 (L/h)	削減率(%)			
			路面排水	BOD	COD	SS
St.1	141	170	48.3	66.5	73.0	77.6
St.2	141	115	49.8	54.5	55.7	63.3
St.3	106	145	40.6	64.5	58.3	70.8

注1 浸透能力及び削減率は、St.3は調査結果(3回)の平均、St.1及びSt.2は流出水が漏洩した調査を除く調査結果(2回)の平均を示す。

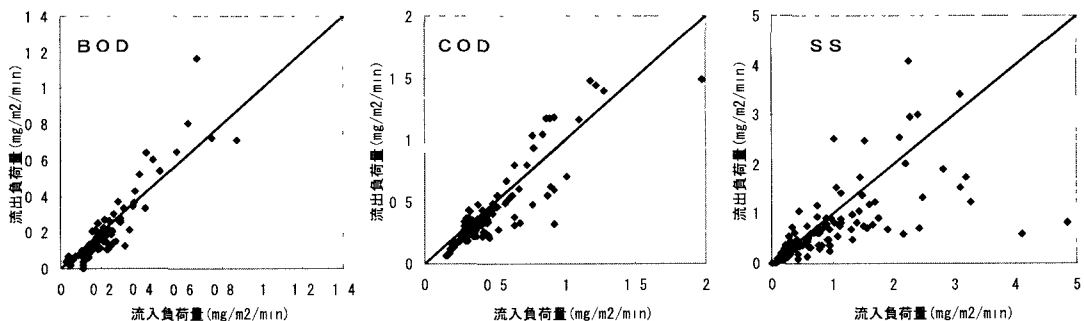
2 削減率は下記のように算出した。

削減率＝(流入量－流出量)／流入量 (路面排水量及び負荷量とも)

3.2 浸透による負荷量削減効果の予測モデルへの導入

既往の調査結果から提案²⁾した路面排水負荷量の予測モデルは、負荷量が汚濁物質堆積量及び雨水流出量に比例するとした式と、汚濁物質堆積量と負荷量とのマスバランスが保たれるとした式に従うものとし、汚濁物質堆積量を先行晴天時間から算出することで、年間の降水量(アメダスデータ)から個別に算定した各降雨の負荷量を集計し、年間負荷流出量を予測するものである。この予測モデルに浸透の効果を導入することで、浸透施設による環境保全措置の効果を考慮した定量的な予測が可能となる。

浸透マスから流出する流出負荷量と同時時間帯の流入負荷量の関係を図－3に示す。BOD、COD及びSSにおいて、同時時間帯の流入負荷量と流出負荷量はほぼ等しい関係がみられた。したがって、浸透マスから路面排水が流出している時間帯の流入負荷量の値を流出負荷量とみなすことで、路面排水負荷量の予測モデルに浸透による負荷量削減効果を導入できると考えられる。すなわち、浸透マスからの流出パターン(浸透マスからの流出開始時間及び終了時間)が予測できれば、浸透による負荷量削減効果を予測モデルへ導入できると考えられる。



注：直線は $y = x$ を示す。

図－３ 同時時間帯の流入負荷量と流出負荷量の比較

浸透マスからの流出量予測モデルは、浸透マス内の水量(S_t)は流入量(Q_t)から流出量(q_t)及び浸透能力(I)を減じた水量であるとした式1と、浸透マスの貯留量(V)を上回る水量(S_t)が浸透マス内に存在する場合、 $S_t - V$ の累乗に流出量が比例するとした式2に従うものとした。式2の k 及び m を任意とした場合の予測値と、 $k = m = 1$ とした場合の予測値の乖離が少ないことから、本調査では $k = m = 1$ とした。また、浸透能力 I は浸透マスの湛水深に依存するが、ここでは浸透能力一定と仮定した。

流出量予測モデルから算出した路面排水流出量の計算値と実測値の比較例を図-4に示す。流出量予測モデルから算出した計算値と実測値がほぼ等しく、流出量予測モデルは再現性がよいことが確認された。

環境保全措置である浸透施設による負荷量削減効果を予測モデルへ導入して、路面排水による負荷量を算出した試算例を表-2に示す。試算は平成11～12年度に実施した実態調査結果²⁾から算出したパラメータを利用し、集水面積200 m^2 に貯留量及び浸透能力の異なる浸透マスを設置した場合を仮定した。貯留量100～200L、100～200L/hの浸透能力がある浸透マスでは、路面排水量42.0～58.5%、BOD75.3～88.8%、COD78.2～91.0%、SS86.1～96.1%の削減効果が試算された。

$$dS/dt = Q_t - q_t - I \quad \cdots \text{式1}$$

$$q_t = k (S_t - V)^m \quad (S_t < V \text{ のとき } q_t = 0) \quad \cdots \text{式2}$$

Q_t : 浸透マスへの流入量 (L/min)

q_t : 浸透マスからの流出量 (L/min)

V : 浸透マスの貯留量 (L)

I : 浸透マスの浸透能力 (L/min)

S_t : 浸透マス内の水量

k, m : 定数 (観測結果より $k=m=1$)

(添え字 t は雨水流出時間を示す。)

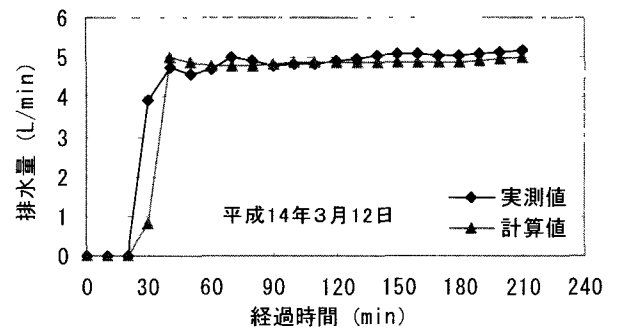


図-4 路面排水流出量の実測値と計算値の比較

表-2 浸透による負荷量削減効果の試算

貯留量 (L)	浸透能力 (L/h)	削減率(%)			
		排水量	BOD	COD	SS
100	100	42.0	75.3	78.2	86.1
200	100	46.7	88.8	91.0	96.1
100	200	58.5	86.3	88.1	92.9

注1 既往の現地調査結果²⁾から得られたパラメータを利用して、予測モデルから1年間の路面排水量及び負荷量の削減率を試算した。

2 集水面積は200 m^2 とした。

3 削減率は表-1と同じように算出した。

<参考文献>

- 1) 植村圭司, 山田俊哉, 大西博文: 路面排水実態調査の結果について, 第23回日本道路会議一般論文集(A), pp. 84-87, 1999.
- 2) 山本昌弘, 松下雅行, 大城温, 並河良治, 大西博文, 大野順通: 路面排水の環境影響予測手法の検討と環境保全措置による効果の試算, 第38回環境工学研究フォーラム講演集, 106-108, 2001.