

路面排水初期フラッシュ浄化装置の開発

滋賀県土木交通部道路課 主査 木田 豊

1. はじめに

水環境改善対策として、これまで、下水道整備や各種排水規制等、特定発生源（点源）からの汚濁負荷の発生・排出削減対策が主体として取り組まれてきたが、琵琶湖の水質はいまだに横ばい傾向にあって、環境基準は達成されていない。このような問題から、更なる水環境改善対策として、これまで対策が難しいと考えられてきた面源負荷削減対策の推進が求められている。

そこで、滋賀県では、降雨時に発生する路面排水の負荷削減（面源負荷削減対策）を目的として、路面排水の汚濁状況調査および低コストな路面排水処理装置の開発検討を行ってきた。

本稿では、路面排水の汚濁負荷流出特性の調査結果、処理装置の構造検討結果、使用する充填土壌の検討、パイロット装置での水質浄化性能の調査結果について報告する。

2. 検討経緯

図 2-1 のとおり、各項目について検討を行った。

3. 結果と考察

3.1 路面排水の汚濁負荷流出特性調査

処理対象である路面排水の特徴を把握するために、滋賀県内の比較的交通量が多い 2 カ所の道路において降雨時の路面排水水質調査を行った。調査方法は、路面排水を雨の降り始め

から複数回採水し、各サンプルを個別に分析した。分析項目は、COD（粒子状、溶存態）、TOC（粒子状、溶存態）、T-N（粒子状、溶存態）、T-P（粒子状、溶存態）とした。

代表として、路面排水の積算流量と COD 濃度の関係を図 3-1 に示す。このように、汚濁物質は流出初期（2～5 L/m² まで）に多く、初期降雨（初期フラッシュ）によって路面に堆積していた大半の汚濁物質が流出することがわかった（COD 以外の物質に関しても同様の傾向であった）。また、データは省略したが、降雨強度が小さくなるにしたがって、積算流量に対する COD 濃度減少速度が小さくなる傾向が見られた。この調査は、2 カ所の異なる路線で調査したが、調査場所による濃度差はあるものの同様の傾向が見られ、路面排水の注目すべき特徴であると考えられた。

次に、先行晴天日数と初期フラッシュ水 COD 濃度の関係を図 3-2 に示す。なお、先行晴天日数とは、降雨と降雨の間の無降雨日数を意味する。図 3-2 に示すとおり、先行晴天日数が 7 日までは先行晴天日数の増加に伴い初期フラッシュ水中の COD 濃度が上昇するが、7 日以上

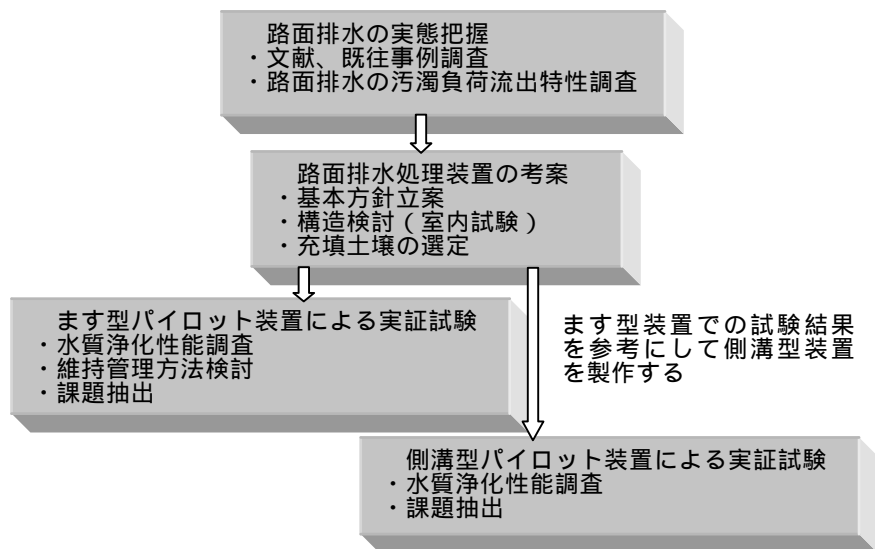


図 2-1 検討フロー

においては頭打ちになる傾向が見られた。このことから、無降雨時に路面上に汚濁物質が堆積し、その堆積量には一定の限界値が存在すると考えられた。

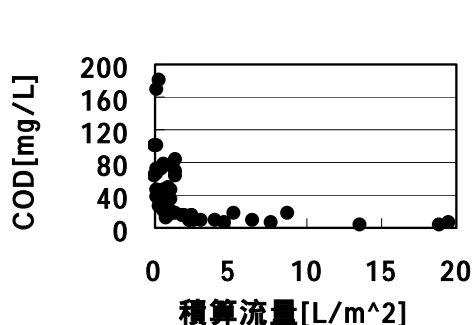


図 3-1 積算流量と COD 濃度の関係 (湖周道路沿い)

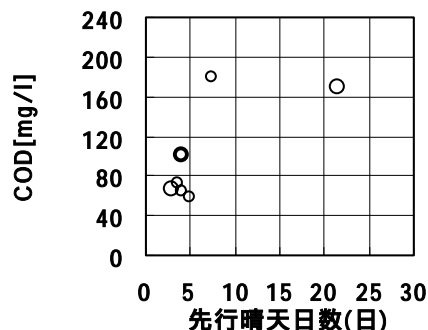


図 3-2 先行晴天日数と初期フラッシュ水 COD 濃度の関係 (湖周道路沿い)

3.2 処理装置の考案

3.2.1 処理装置の構造検討

路面排水の汚濁負荷流出特性調査の結果から、出水開始から約 $2 \sim 3 \text{ L/m}^2$ の初期フラッシュ水を選択的に集水し処理する方法が、最も効率良く負荷を削減できることがわかった。そこで、管内の交通量の多い 13 路線を踏査し、道路構造を把握した上で、浄化装置の基本方針を以下のとおりとした。

- 路面排水の初期フラッシュ水を選択的に集水・浄化する
- 維持管理に手間がかからず、低コスト (イニシャル、ランニング) である
- 耐久性、持続性が高い
- 道路構造や周辺環境への適応 (表 3-1)

表 3-1 道路構造と装置タイプ

周辺環境	道路構造			
	高架	盛土なし	切土	盛土
装置タイプ	ます型	側溝型	側溝型	ます型

以上を踏まえ、基本構造を 初期フラッシュ水とその後の水を分水する部分を持ち、その下段に初期フラッシュ水貯留空間 (降雨 2 mm 分の容量) を有し、 土壌浸透によって水質浄化を行う形とし、各道路構造に応じた処理装置の検討、特に分水部分について試作・実験を行った。その結果、高架下のような導水が比較的容易で、設置スペースに余裕がある場所用のます型の場合、図 3-3 の様スリット板によって、初期フラッシュ水と初期フラッシュ後の雨水を分水する構造を考案した。ます型処理装置小型模型を用いて分水試験を行った結果、スリット幅 1 cm 、スリット間隔 10 cm の場合が初期フラッシュ水と初期フラッシュ後の雨水との混合が最も少なく、降雨強度 $1.5 \sim 20 \text{ mm/h}$ 相当の通水で混合率は $10 \sim 40\%$ であった。

さらに、市街地の道路側溝のような設置スペースに余裕がない場所に設置可能な側溝型処理装置の分水構造を検討した。その結果、図 3-4 のように既存の排水枡内側に集水トラフを設け、これを經由して初期フラッシュ水を貯留槽に導く構造を考案した。本構造にすることによって、省スペース化に加え、分水性能の向上に成功し、降雨強度 20 mm/h 、総降雨約 25 mm 相当の通水で混合率は 4.3% であった。

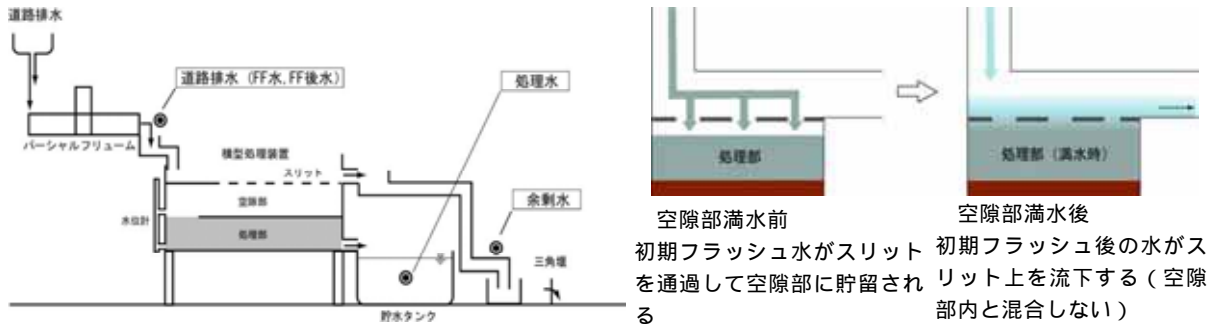


図 3-3 まず型処理装置概要と分水概念図

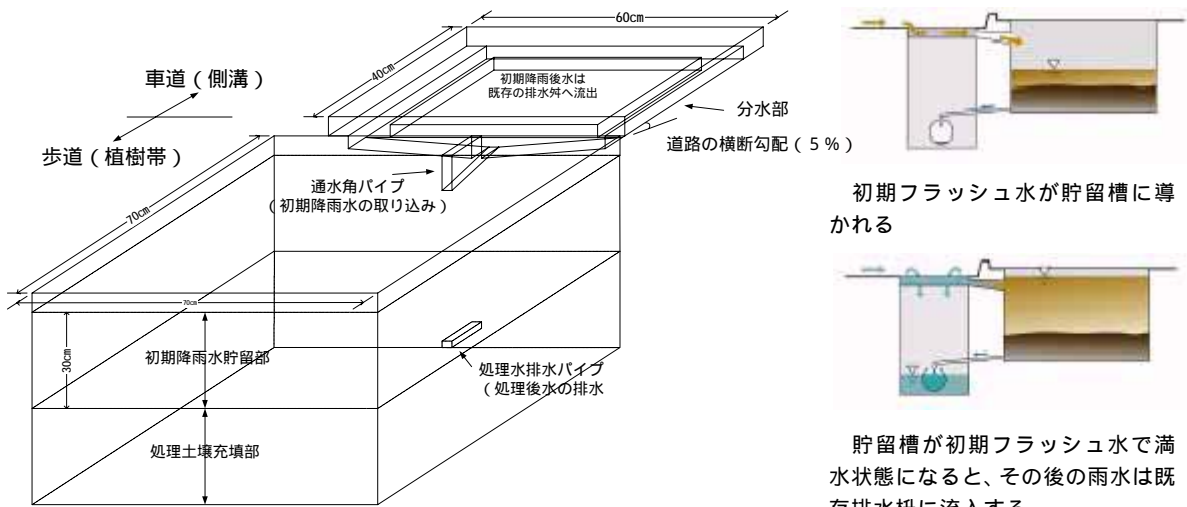


図 3-4 側溝型処理装置概要と分水概念図

3.2.2 充填土壌の検討

表 3-2 に示す 3 種類の土壌について、水質浄化性能試験を行った。試験方法は、まず型処理装置の小型模型に土壌を充填し、路面排水を初期フラッシュ水 - 安定後の水の順にそれぞれ 50 L ずつ通水した。通水方法は、降雨強度 7 mm/h 相当の流速 (2.3 L/min) で、3 日に 1 回の頻度で合計 9 回通水した。結果の一部を図 3-5、3-6 に示す。赤玉土は他の土壌よりも若干水質浄化性能が高かったが、赤玉土は高価であることから、安価で比較的水質浄化性能が良いマサ土が実装置において適用性が高いと考えられた。

表 3-2 実験に用いた土壌

	土壌種類	採取地等	備考
1	マサ土	信楽産 (市販)	30%粒径=約 1.0mm、60%粒径=約 4.2mm
2	川砂	野洲川産 (市販)	30%粒径=約 1.0mm、60%粒径=約 4.2mm
3	赤玉土	小玉 (市販)	孔径 2mm のふるい上に残ったものを使用

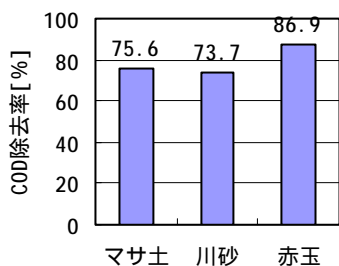


図 3-5 各土壌における COD 平均除去率

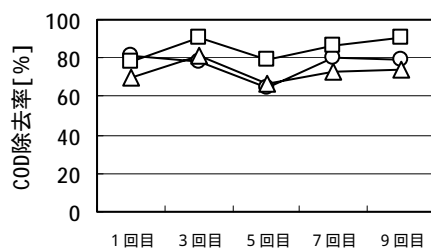


図 3-6 有機物除去効果の持続性
：マサ土、：川砂、：赤玉土

3.3 水質浄化性能調査

ます型パイロット装置を滋賀県野洲郡野洲町の久野部跨線橋下に、側溝型パイロット装置(図3-7)を主要地方道栗東志那中線に設置し、先行晴天日数2日以上 of 降雨に対して、初期フラッシュ水、土壌浸透処理水の水質分析を行った。表3-3のとおり、粒子状物質に関しては、ます型、側溝型とも土壌による過・吸着作用によって85%以上除去されることが確認できた。また、湖沼の富栄養化に対する問題物質として挙げられている、窒素やリンに関しても、側溝型装置での除去率はT-N:50%以上、T-P:90%以上と高い浄化効果が得られた。

表3-3 浄化能力(単位;mg/L)

	ます型			側溝型		
	FF水	処理水	除去率	FF水	処理水	除去率
COD	42.3	9.60	77.3%	65	9.9	84.8%
P-COD	22.3	0.48	97.8%	54	0	100.0%
D-COD	20.0	9.13	58.5%	11	9.9	10.0%
TOC	45.3	8.65	80.9%	58.6	8.48	85.5%
P-TOC	26.6	1.53	94.2%	50.8	1.28	97.5%
D-TOC	18.8	7.13	62.1%	7.8	7.2	7.7%
T-N	7.75	3.47	55.2%	7.75	3.65	52.9%
P-N	2.41	0.35	85.5%	4.2	0.34	91.9%
D-N	5.34	3.13	41.4%	3.55	3.31	6.8%
T-P	0.258	0.028	89.1%	0.335	0.022	93.4%
P-P	0.234	0.021	91.0%	0.313	0.015	95.2%
D-P	0.025	0.007	72.0%	0.022	0.007	68.2%

注1) ます型は4回の水質浄化能力調査の平均水質を示した。(除去率は平均水質で算出した)
 注2) P: 粒子状、D: 溶存態

4. まとめ

滋賀県内の自動車交通量は近年においても増加の傾向にあり、自動車排ガス規制についても直ちに効果が現れるとは考えにくい状況である。また、たとえ自動車排ガス規制により粒子状物質等の排出が抑えられた場合においても、路面排水の黒色は排ガスによるもの以外に、タイヤ、アスファルト等が考えられることから、路面排水の水質が著しく改善するとは考え難い。このことから、交通量が多く、路面排水が問題化している地域において、路面排水処理装置を設置する利点が当面は続くと考えられる。

今後、適用範囲が広く低コスト化が期待できる側溝型路面排水処理装置に関して、モニタリングを継続し、浄化性能の持続性を把握するとともに全体的な標準メンテナンス手法を確立する予定である。また、装置を試験的に複数設置して効果等を検証した上で、水質保全に有効な設置箇所を検討する必要があると考えている。



図3-7 側溝型パイロット装置(設置場所: 滋賀県栗東市霊仙寺 主要地方道栗東志那中線)

以上