

道路排水の排水処理に関する研究

* 株式会社ホクコン

正会員 ○木村定勝

** 大阪市立環境科学研究所

新矢将尚

*** 京都大学環境質制御研究センター

李 炳澈

*** 京都大学環境質制御研究センター

正会員

清水芳久

*** 京都大学環境質制御研究センター

F 会員

松井三郎

1. はじめに

湖沼や内湾などの閉鎖性水域において水質の改善が進んでいない原因として、屋根・道路・農地など面的に分布する汚染源、いわゆる非特定汚染源からの汚濁負荷の割合の増加があげられる。その中でも道路からの汚濁負荷は、都市化に伴い増加している。道路には、大気中の浮遊物質や降下ばい塵、工場・ゴミ焼却場・自動車からの排ガスや粉塵などが堆積しており、これらが雨天時、特に初期降雨時に高い汚濁濃度で公共用水域に流出している。初期降雨時に流出する道路排水に関する汚染状況については数多く報告され、明らかにされている。しかしそれに対して有効な対策はほとんど講じられていないのが現状である。

本研究では、雨天時の道路路面排水、特に汚濁濃度が高い初期降雨時の排水処理をその発生源である道路の排水ますに接続して実施できる装置の設計を行い、実験によりその効果を確認した。

2. 処理装置の設計

処理装置は、車道の両側に路面排水のために一定の間隔、一般に 20m 程度の間隔で設置されている排水ますに接続できる、あるいは代替施設として設置できるコンパクトな構造ものとして考え、排水ますが負担する排水量、即ち集水面積分を設計値として設定することとした。道路の構造は、道路の種類や交通量、地域により異なるが、車線の幅員は例外を除いて最大 3.5m である。また車線数も交通の状況などにより様々な場合があるが、ここでは 4 車線（往復各 2 車線）とした。よって処理装置の道路路面排水の集水面積は、 $A = 20\text{m} \times 3.5\text{m} \times 2 \text{車線} = 140.0\text{m}^2$ とした。また設計雨量としては、10mm の雨が 1 時間に降る場合を想定した。これは日本の主な気象官署 80 地点の 1961 年から 1990 年の 30 年間のデータから、日降水量 1mm 以上の内、約 60% が日降水量 1mm 以上 10mm 未満であり、日降水量 1mm 未満の降水を含めると、ほとんどの降水は 10mm/日未満であると考えられること、さらに道路路面排水の汚染濃度が高い初期降雨は、雨の降り始めから 2~3 時間までと考えられ、時間当たりの降水量を設計値として想定する必要があることから、処理装置の設計雨量（設計降雨強度）は、10mm/hr として想定した。

以上より、道路土工 排水工指針に準拠して設計処理量を求めると、次のようになる。

$$Q = C \times 10\text{mm/hr} \times 140.0\text{m}^2 / \gamma / 3600 = 0.389 \text{ L/sec}$$

ここで、Q：設計処理量、C：路面からの流出係数（=1.0）、 γ ：排水施設への落下係数（=1.0）とする。

処理装置は、図 1 に示すように上記で求めた設計分の初期降雨時の道路路面排水を集水して処理した後、側溝などの排水施設へ排出することが可能なものとした。また処理装置の構造を図 2 に示す。処理装置流入口は、設計処理量以下だけを取り入れる大きさにし、それを超える排水量は処理せずにオーバーフロー水として側溝などの排水施設へ排出する。装置内へ取り込んだ道路路面排水は、一旦、装置下部へ流れ、大きなゴミ・粉塵等はここで沈殿分離される。次に処理材（多孔性ポリプロピレン粒子）充填部を上向流で通過するが、この間にろ過・吸着作用により汚染物質の除去が行われる。処理された排水は、側溝などの排水施設へ流出する。なお、沈殿・ろ過・吸着作用により、排水から分離された汚濁物質は、一定期間の頻度で実施される維持管理まで装置内下部に設けられた堆積スペースに蓄積される。

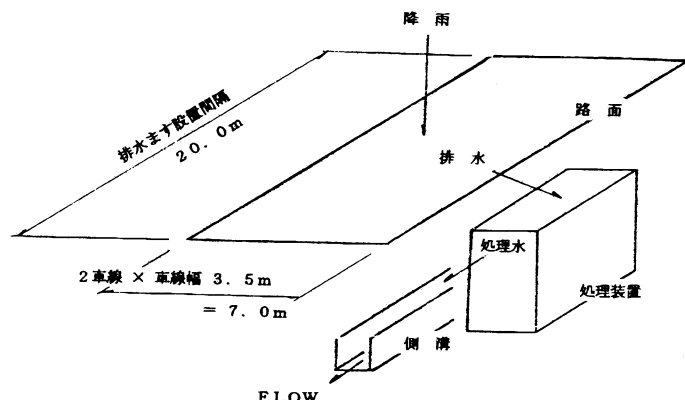


図1 処理装置の設計値

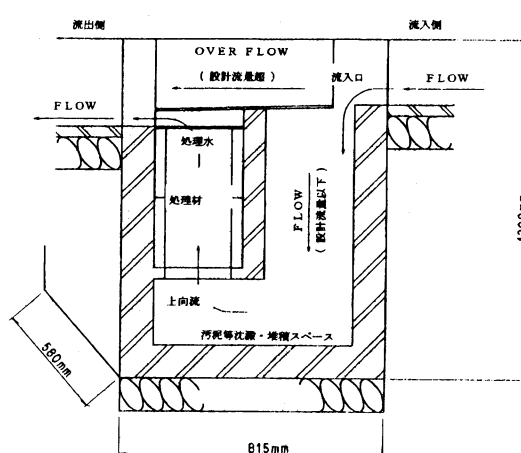


図2 処理装置の構造

キーワード：非特定汚染源、道路排水、初期降雨、SS、PAHs

連絡先：* 〒918-8152 福井県福井市今市町 66-20-2 TEL0776-38-3810 FAX0776-38-3752

** 〒543-0026 大阪府大阪市天王寺区東上町 8-34 TEL06-6771-8331 FAX06-6772-0676

*** 〒520-0811 滋賀県大津市由美浜 1-2 TEL077-527-6220 FAX077-524-9869

3. 実験方法

実験では、直径 30cm、高さ 50cm の塩ビ製円筒管を孔径 250 μ m のポリエチレンメッシュで封をした中に多孔性ポリプロピレン粒子 1~3mm を充填し、処理材として使用した。道路清掃で集められた土砂等を風乾して木片や金属、大中の礫・石などを取り除いた後 50kg を量り取り、琵琶湖水 1,000L と攪拌混合し、生成した人工道路排水を用いて実験を行った。実験流量は、設計処理量 $Q=0.389\text{L/sec}$ とした。実験は、処理材を交換せず 3 回実施した後、処理材充填部を水で逆流洗浄して再度 1 回実験を行った。1 回の実験で通水開始から 30 分毎に計 4 回、流入口および流出口でサンプルを採取して SS の分析により処理効果の確認を行った。また多環芳香族炭化水素 (PAHs) 3 種 (Phenanthrene、Fluoranthene、Pyrene) についても分析を行った。SS の分析は、孔径 1.0 μ m のガラス繊維ろ紙を使って行った。また PAHs の分析は、採取したサンプルから溶媒を使用して PAHs を抽出、n-hexane 1mL に濃縮した後、GC/MS にて分析を行った。

4. 実験結果

実験結果を図 3、4、5 に示す。図 3 では、SS の分析結果を示している。人工道路排水原水の SS 濃度は、その時々使用した道路清掃回収土砂によって変動が大きい、処理水の濃度はそれに影響されることなく、40mg/L 以下でほぼ一定に保たれていることが分かる。除去率の結果からは、実験回数を重ねる毎に除去率が増加していることが分かる。これは処理材に SS がろ過・吸着されていくことで粒子が大きくなり、処理材充填部の空隙が小さくなることで処理効果が向上されていると考えられる。しかしそれでも処理効果は 80% 弱である。この原因は、非常に細かい SS 物質が除去しきれていないことにあり、今後対策を施していく必要がある。また実験 No.4 は、処理材を水で逆流洗浄した後にに行った結果であるが、実験 No.1 の結果に類似している。これは、処理材が一定期間使用後、水で逆流洗浄を行えば使用する前の状態に戻る、つまり処理材充填部が目詰まり等を起こした場合は水による逆流洗浄を行えば、元の機能を取り戻すことができるということである。

図 4 では、PAHs 3 種の合計値 (Phenanthrene、Fluoranthene、Pyrene) の結果を示している。人工道路排水および処理水ともに濃度は低いものの除去率の結果から、ほぼ 40% 以上の処理効果があることが分かる。また図 5 と合わせて考えると PAHs 濃度と SS 濃度との相関は高いことが分かる。つまり PAHs は、SS 物質に付着した状態で流出しており、SS を除去すると同時に PAHs 物質もある程度除去できるということである。但し、SS での実験結果でも考えられることであるが、非常に細かい SS 物質についての処理対策を、PAHs の処理向上のためにも考えていく必要がある。細かい粒子 (SS 物質) は比表面積が高く、PAHs の付着濃度も高いと考えられることから特に対策が重要である。

5. まとめ

実験結果より、下記のことを確認することができ、処理装置が非特定汚染源負荷の一つである道路排水処理に寄与できる結果を得た。

- 1) 処理装置による SS の処理効果は、道路排水濃度に影響されることなく、処理水濃度 40mg/L 以下の安定した結果が得られる。
- 2) 道路排水に含まれる PAHs の濃度は低いが、処理装置により 40% 以上の処理効果が得られる。
- 3) SS と PAHs の相関は高く、PAHs は SS 物質に付着した状態で流出する。
- 4) 処理装置の処理効果の向上させるためには、細かい粒子の処理対策を考えていく必要がある。

[参考文献]

- 1) 環境庁 (2000) 環境白書, 245~246, ぎょうせい
- 2) 和田安彦 (1990) ノンポイント汚染源のモデル解析, 1~3, 技報堂出版
- 3) 国立天文台 (2000) 理科年表, 195~230, 丸善
- 4) 日本道路協会 (1987) 道路土工 排水工指針, 9~54

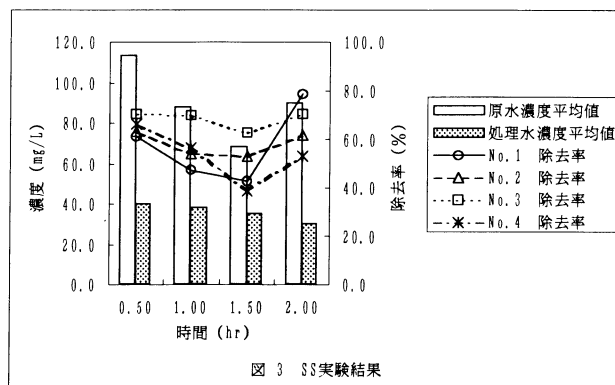


図 3 SS実験結果

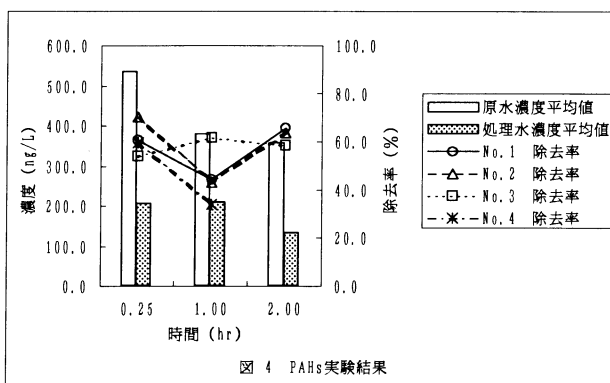


図 4 PAHs実験結果

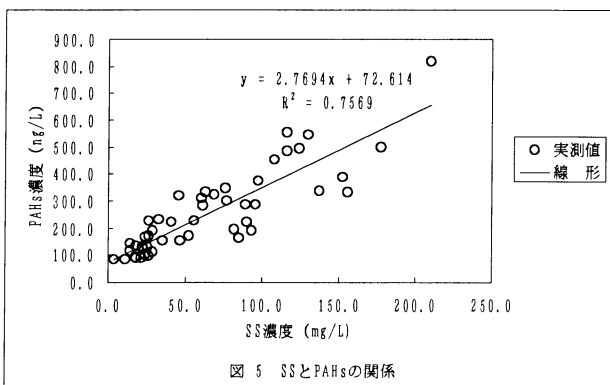


図 5 SSとPAHsの関係