

高 架 道 路 排 水 の 浄 化 対 策

The study about clean up of road runoff

徳永法夫^{*}, 西村 昂^{**}, 小玉 一哉^{***}, 岡田 崇^{***}

Norio TOKUNAGA, Takashi MISHIMURA, Kazuya KODAMA, Takashi OKADA

1. はじめに

(1) 道路排水の実態

近年、排出規制などにより、工場等のポイント汚染源からの公共用水域への汚濁負荷は削減されてきている。一方、都市域におけるノンポイント汚染源については、現状では排出に関する法的規制がないまま、人口集中等により汚濁負荷が増加する傾向にある¹⁾。

ノンポイント汚染源としては、河川等の高架道路からの道路排水もその一つである。道路排水には排ガスやタイヤかす等の路面上堆積物が雨により流出するため、雨水より高濃度の汚濁物質が直接河川等に排出される^{1), 2), 3)}。最近では公共用水域に対する有機物負荷の新たな削減目標が設定されており⁴⁾、ノンポイント汚染源である道路排水についても今後の汚濁物質対策が必要になると考えられる。

(2) 道路排水の流末処理の現状

流末処理方法は、陸上部の高架道路では下水道への排出されるが、水上部では河川等に直接的に排出している³⁾。

道路排水には、土砂や浮遊ゴミに加え排気ガスやタイヤかす等により、雨水よりも高濃度の汚濁物質が含まれる。特に自然界で分解されにくいアスファルト等の難分解性有機物も少量含まれるため、水上部からの道路排水については浄化対策を検討するべきである。

この水上部からの排出方法は、①集水管から周辺水域への直接排出、②貯留槽を経由して上澄み部分のみの排出、③一部を下水道に分流し越流分を直接排出す

る3方式がある^{3), 5)}。本研究では3つの排出方式のうち、比較的周辺環境への影響が大きく、排出に至るまでの滞留時間が長い貯留排水槽での浄化対策を検討した。

このため、既存の施設でも実施可能で、導入が安易な浄化方法の検討を行い、実際の貯留排水槽における浄化実験を実施した。

2. 実験方法

(1) 浄化効果の評価方法

近年の第4次総量規制においては、公共用水域への有機物の負荷削減を目標としている⁴⁾。現状においては、道路排水等のノンポイント汚染源に対する規制は無いが、浄化対策の一つとして有機物負荷の削減について検討を行った。

特に、道路排水には微量であるがアスファルト等の難分解性有機物が含まれており⁵⁾、一般の有機物の指標である COD_{Mn} では道路排水中の有機物量を評価することは困難である。このため、 COD_{Mn} で使用する酸化剤よりも強い酸化剤を用いる COD_{Cr} により浄化効果を検討した⁶⁾。

(2) 吸着材

本研究では、既存の貯留槽で実施可能な浄化方法の検討を行っており、湖沼等の浄化で広く応用され、導入が比較的安易な活性炭吸着⁷⁾に着目した。

一般の活性炭吸着では、吸着材として活性炭や木炭が使用されるが、高架道路排水では排出力所が多数となるため、吸着材のコストも念頭に置く必要がある。

* 阪神高速道路公団神戸第2建設部設計課

** 大阪市立大学工学部土木工学科

*** 新日本気象海洋株式会社 環境化学部

神戸市中央区東川崎町 1-3-8

大阪市住吉区杉本 3-3-138

大阪市西区江戸堀 3丁目 2-23

078-360-8141

06-605-2728

06-448-2610

このため、本研究で使用する吸着材は、廃材から製造されたセラミック炭とした。このセラミック炭の性状を表 1 に示した。原料はオガクズ、モミガラから製造されており、1 つのセラミック炭の粒径は 2~3cm である。また、単価は市販の活性炭の 20 分の 1、同等の吸着能力を有するために必要なコストは、活性炭の 8 分の 1 程度である。

表 1 セラミック炭の性状

項目	内容
原料、粒径	原料：オガクズ、モミガラ 粒径：2~3cm
コスト比 (活性炭：セラミック炭)	単価：=20:1 同じ吸着能力でのコスト比：=8:1

(3) 実験施設

実験を行った貯留排水槽（実験水槽）は、交通量が多く、電源と作業スペースを確保できる場所とした。また、セラミック炭による浄化効果を評価するため、対照水槽として近隣の貯留排水槽において実験水槽と同様に採水・分析を行った。

実験水槽に投入したセラミック炭の浄化能力について表 2 に示した。繰り返し実験において、道路排水量に対してセラミック炭の添加重量比が 3% の場合、3 日間で 40~60% の COD_{Cr} 濃度低下となり、4 か月間の繰り返し浄化実験でも吸着能力が持続していた。また、セラミック炭の吸着能力は添加量に比例していた。

表 2 道路排水に対するセラミック炭の浄化能力

項目	内容	備考
COD _{Cr} 濃度の低下	期間	2~3 日
	濃度	40~60%
吸着能力の持続期間	4 か月	吸着能力は添加量に比例する

表 3 に実験に使用した貯留排水槽の容積等を示した。貯留排水槽は水位が底上 2.0m に達すると排出ポンプが作動し、底上 1.5m まで水位が低下すると排出が停止する。このため、定常的な水位は約 1.5m 前後となる。

第 4 次総量規制では、現状から 8% の有機物負荷の削減を目標としている。これを本実験における削減目標とすると、3 日間で 40~60% の COD_{Cr} の減少となることから、低水位時の水量に対して 0.5% の重量比である 500Kg の添加で 6~10% の COD_{Cr} 削減が期待

できる。

表 3 実験水槽の条件

項目	実験水槽
最高水位	底上 2.0m
水量	100m ³
最低水位	底上 1.5m
水量	150m ³
排出ポンプ	あり
セラミック炭添加量	500Kg (低水位時の重量比 0.5%)
ばっ気	合計 2.6m ³ /分 リングブローア 3 台
集水面積	8000m ²

(4) 設置状況

図 1 にセラミック炭およびリングブローアの設置状況を示した。

ばっ気は、貯留排水槽が内部で 2 分されているため、2 カ所に 1m³/分のリングブローアを、また容積も 2 カ所で異なるため、一方に 0.6m³/分のリングブローアを設置した。

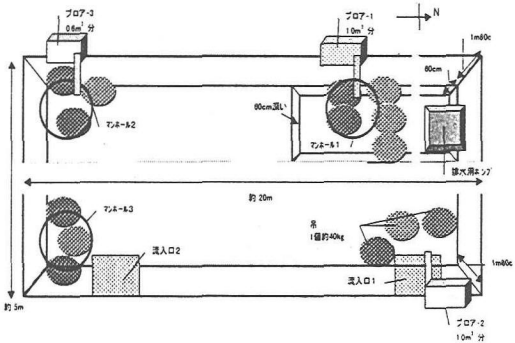


図 1 実験施設の設置状況

(5) 測定項目

表 4 に採水・分析項目等について一覧を示した。実験期間中は定期的に採水・分析を行い、使用中のセラミック炭の採取と水位の連続測定も実施した。

表 4 測定項目一覧

項目	調査方法
水質分析	COD _{Cr} Standard Methods 508B
吸着実験	室内での使用中セラミック炭による吸着実験
水位	測定方法：水位計による 測定間隔：4 回/1 時間

3. 実験結果

(1) 汚濁物量の経時変化

図 2 に雨の降り始め直後から流入した道路排水の排水量に対する濃度変化を示した。

道路排水は排気ガスやタイヤかす等の路面堆積物が流出するため、特に雨の降り始め直後に多量の汚濁物質を含み、水量に対して汚濁物量が減少する傾向がみられる 1)。このため、COD_{Cr} 濃度と道路排水量の間には関係式が成り立つ (式 1)。

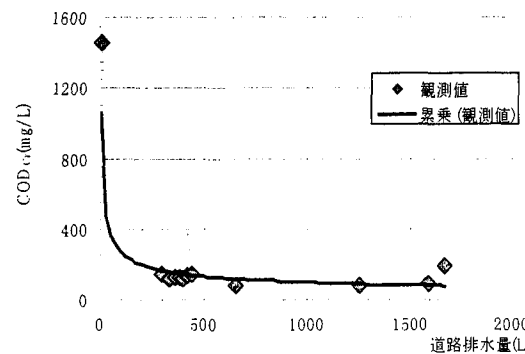


図 2 一連降雨の COD_{Cr} 変化

$$\text{COD}_{\text{Cr}}(\text{mg/L}) = 2181 \times \text{道路排水量}(\text{L})^{(-0.451)} \quad (\text{式 1})$$

(2) 流入水量

大阪観測所における降雨量と、同時期に測定した実験水槽での水位変動を図 3 に、実験排水槽における水量の収支を図 4 に示した。

1 月 18 日に大阪において朝 3:00~4:00 に 2mm (1 回目)、9:00~15:00 に 17mm (2 回目) の雨が あった 8)。実験水槽の集水面積が約 8000m² である ことから、1 回目で 16m³、2 回目で 136m³ 分の道 路排水が流入したと考えられる。

これに対し、実験水槽の水位変化からは 1 回目で 16cm 水位が上がった後、2 回目で 2 回排水ポンプ が作動し、水槽の底面から 185cm まで水位が上昇 した。この結果から、1 月 18 日の雨により 47m³ の 道路排水が新たに貯水された。

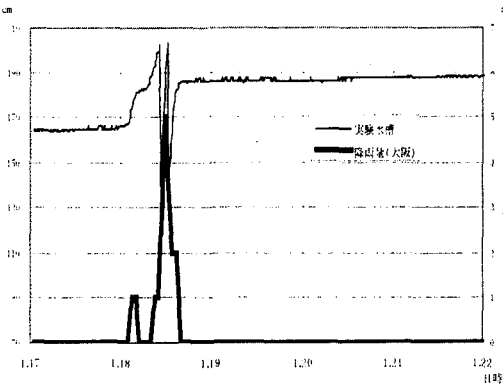


図 3 実験水槽の水位と降雨状況

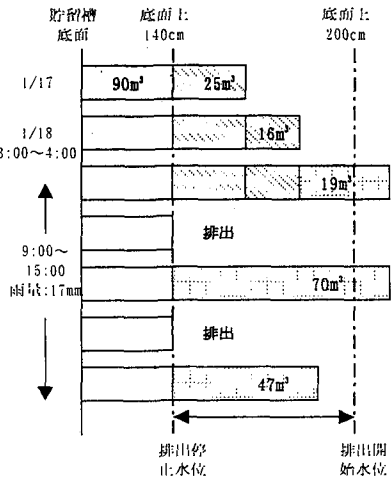


図 4 実験水槽の水量の収支

(3) 浄化効果

表 5 に 1 月 18 日の雨による COD_{Cr} 負荷量と、そ の浄化効果について示した。

式 1 の流入水量と COD_{Cr} 濃度の関係から、1000L を越える流入水は COD_{Cr} 濃度がほぼ一様となるため、 実験水槽に流入した道路排水の濃度を、1000~1500L の濃度の平均値である 77mg/L と仮定する事ができ る。このため、1 月 18 日の雨により実験水槽に 3.6kg の COD_{Cr} の負荷があったと考えられる。

雨の前における実験水槽の COD_{Cr} は 23mg/L であ った。これを 1 月 18 日迄の排出停止水位の濃度とす ると、2.1Kg の COD_{Cr} を加算する必要があるため、 流入後には 137m³ に対して 5.7Kg の COD_{Cr} が実験水 槽に含まれ濃度は 42mg/L となる。

これに対し、雨の 5 日後における実験水槽の COD_{Cr}

濃度は 35mg/L であり、水量の変化が無かったことから最大で 16%の COD_{Cr} 量の削減となった。

一方、実験水槽と対照水槽の比較では、概ね実験水槽が対照水槽よりも低かった。

表 5 実験結果一覧

項目 実験水槽	水量 (m ³)	COD _{Cr}	
		濃度 (mg/L)	量 (Kg)
流入前からの 残留分	90	23 (実)	2.1
2 回目降雨に よる流入水	47	77 (計)	3.6
貯留水の合計	137	42 (計)	5.7
5 日後	137	35 (実)	4.8
浄化効果			16%
水槽間での比較	COD _{Cr} 濃度(mg/L)		
	範囲		平均
実験水槽	13～61		32
対照水槽	35～110		74

(実)は実測値を、(計)は計算値を示す。

(4) 吸着能の検証

実験水槽でみられたセラミック炭の浄化効果を検証するために、実験水槽で使用中のセラミック炭を一部採取し、室内において COD_{Cr} 濃度の吸着実験を行い、その結果を表 6 に示した。

実験は予備実験と同様に道路排水を用い、排水の重量比で 3%のセラミック炭を添加、ばっ気を行い同時に 2 回の実験を実施した。その結果、実験開始日の道路排水の COD_{Cr} 濃度は 28mg/L であり、5 日目で 8.4～11mg/L、7 日目で 11～12mg/L の範囲にあったことから、セラミック炭の吸着能力が 1 月 18 日にも持続していたと考えられる。

表 6 吸着能力の検証結果

実験 回数	COD _{Cr} (mg/L)					除去率 (%)
	開始日	1 日	3 日	5 日	7 日	
1	28	16	13	8.4	12	57
2		14	17	11	11	61

4. まとめ

本研究では、降雨時に発生する高架道路からの道

路排水について、アスファルト等の一般に分解されにくい有機物も含めた浄化方法を検討した。

浄化方法は既存の施設においても実施可能な吸着浄化とし、吸着材として活性炭よりも低コストで再生材であるセラミック炭を用い、実際の貯留排水槽において浄化実験を実施した。

実験期間中には合計 19mm の雨が降り、実験で使
用した貯留排水槽には 5.7Kg の COD_{Cr} 量が貯留されたと予想される。雨から 5 日後の貯留排水槽の COD_{Cr} 濃度から COD_{Cr} 量は 4.8Kg であり、16%の COD_{Cr} 量が削減できた。また、実験水槽で使
用したセラミック炭の吸着能力を検証した結果、吸着能力の持続が確認され、実験水槽におけるセラミック炭による浄化効果が検証できた。

以上の結果から、既存の施設においてセラミック炭を投入することにより、有効に道路排水中の難分解性有機物も含めた有機物を浄化することが可能である。

一方、降り始め直後の道路排水は、実験水槽における水位測定から短時間で排出されていた。一連降雨における COD_{Cr} 濃度は、降り始め直後が最も高かったことから、今後は既存の貯留排水槽で滞留時間を長くするか、短時間で有機物濃度を削減できる方法等の検討が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 和田安彦：ノンポイント汚染源のモデル解析、技報堂出版、1990
- 2) 和田安彦：都市域ノンポイント汚染源負荷の堆積・流動挙動モデルと流出制御に関する研究、土木学会論文集、no. 559/VII-2、61-71、1997. 2
- 3) 阪神高速道路公団：高架道路排水対策検討業務、1996
- 4) 環境庁水質規制課総量規制室：化学的酸素要求量（COD）に係る総量削減基本方針の策定について、環境と測定技術 Vol. 23 No. 6 pp2-16、1996
- 5) 阪神高速道路公団：道路排水の水質浄化検討業務、1997
- 6) 建設省河川局：河川水質試験方法（案）、技報堂出版、1997
- 7) 立本英機：おもしろい活性炭のはなし、日刊工業新聞社、1997
- 8) 気象庁から提供を受けたアメダスデータ、1998