

合流式下水道の改善指標に関する研究

さいたま市（前国土技術政策総合研究所） 松宮 洋介
 大阪府（前国土技術政策総合研究所） 遠藤 淳
 国土技術政策総合研究所 ○藤原 弘道

1. はじめに

合流式下水道は、雨水と汚水を同一管渠によって排除するシステムであり、早くから下水道事業に取り組んできた大都市を中心に全国 191 の都市で採用されている。

しかし、雨天時に発生する合流式下水道雨水吐からの越流水は、水質汚濁や悪臭、公衆衛生上の観点から大きな問題となっており、早急な改善対策が必要であることから、平成 15 年に下水道法施行令が改正され、①分流式下水道並の汚濁負荷とすること、②未処理放流水の回数半減、③夾雑物の流出防止を目標として、一定期間内の改善対策の完了が義務づけられている。

また、平成 20 年 3 月には、改善対策の低コスト化、早期の目標達成等に向けて緊急改善計画の見直しを支援するため、「効率的な合流式下水道緊急改善計画策定の手引き（案）」が作成され、改善目標の確実な達成に向けて、事業進捗が図られている。

その一方で、合流式下水道の改善においては、BOD 等の水質指標では住民の方々等に対してその効果を容易に説明することが難しく、わかりやすい指標でその効果を説明することが必要である。

そこで、わかりやすく合流改善効果を表現するための補足的な指標として浸水対策と同様に降雨強度を用いて、雨水吐から合流式下水道の下水が越流する際の最小降雨強度を「限界降雨強度」として提案を行い、指標としての信頼性・有効性についてモデル解析によるケーススタディを行った。

2. 検討方法

表-1 に示すとおり、下水システム、排水形態の異なる 4 市にてモデル解析（4 市ともモデルは MOUSE を使用）を行い、限界降雨強度、越流水 BOD（年間平均）を算出し、遮集量などとの関係を把握した。

最初に、雨水吐ごとの遮集能力が平均している理想的なケースとして、完全遮集（遮合流、分合流のない排水区）の A 市で検討を行い、限界降雨強度の設定方法の妥当性を検証するとともに、その基本的な特性を把握した。続いて、現実的なケースとして、遮合流状態が存在し、雨水吐ごとの遮集量に違いがある B 市および C 市で検討を行い、指標の適用性について検証を行った。なお、上記 3 市では、代表年における全降雨を対象として年間シミュレーションを行っている。一方、合流改善計画策定においては、効率化のため代表的な降雨パターンを対象としている場合もあり、同手法を採用している D 市で検討を行い、作業性の確認を行った。最後に、結果をまとめて指標の活用方法について考察を行った。

表-1 ケーススタディの概要

No.	都市名	対象区域面積	吐き口数	下水システム	排水形態	モデル	対象降雨
1	A市	約240ha	4	完全遮集	自然排水	MOUSE 2002	代表年における 全降雨
2	B市	約830ha	20	遮合流	自然排水		
3	C市	約2,000ha	9	遮合流	ポンプ排水		
4	D市	約3,400ha	25	遮合流	自然・ポンプ排水		代表的な降雨パターン

II -2-1-5 (2/3)

3. 検討結果と考察

3-1. 限界降雨強度の設定方法について

シミュレーションの対象とする降雨ごとに、表-2 に示すとおり、ある時刻から 60 分間の降雨を合計する方法で 1 時間降雨量を計算し、その最大値を降雨強度として算出した。その後、年間シミュレーション（代表年における全降雨または代表的な降雨パターンを対象としたシミュレーション）結果より、越流が生じない最大の降雨強度を算出し、この値を限界降雨強度とした。

雨水計画の指標と同じ単位でわかりやすいこと、降雨ごとに値に差が生じるので降雨を特徴づけられることなどの理由から、降雨強度は 1 時間単位とした。

また、多くの場合、合流改善計画策定において年間シミュレーションが実施されていることから、限界降雨強度は比較的容易に算出できるものと考えられる。

表-2 降雨強度の算出例

時刻	10分間降雨量 (mm/10分)	1時間降雨量 (mm/hr)
10:10	0.5	7.5
10:20	1.0	8.0
10:30	2.5	7.5
10:40	2.5	5.0
10:50	0.5	.
11:00	0.5	.
11:10	1.0	降雨ごとに 1時間降雨量の 最大値を算出
11:20	0.5	
11:30	0.0	
.	.	.
最大値	2.5	8.0

3-2. 完全遮集の場合（A市でのケーススタディ）

A市では、全ての雨水吐で遮集量は概ね 2mm/hr であり、この結果、限界降雨強度は全ての雨水吐で 3mm/hr となった。また、越流水 BOD（年間平均）についても 12.8~14.6 mg/l とばらつきが少なかった。

3-3. 遮合流状態が存在する場合（B市、C市、D市でのケーススタディ）

B市では、雨水吐ごとの遮集量が 0.8~10.9mm/hr とばらつきが大きく、このため限界降雨強度も 2.5~10mm/hr と大きくばらつく結果となった。

例として、遮集量が異なる雨水吐（吐き口 1~5）を抜粋して、降雨強度別に区分した越流回数と遮集量の関係を図-1 に示す。吐き口 3 と 5 は遮合流状態にある吐き口で遮集量も小さいため越流回数が多く（限界降雨強度が低く）なっている。一方、吐き口 4 は遮集量が大きいため、越流回数は小さく（限界降雨強度が高く）なっている。

以上より、限界降雨強度は雨水吐ごとに異なることから、指標として利用する際には、最小値を排水区の代表値とする、幅を持った表現とするなどの工夫が必要であると考えられる。

越流水 BOD（年間平均）についても、10.9~25.1 mg/l と限界降雨強度と同様に雨水吐ごとのばらつきが大きい結果となった。

例として、遮集量が異なる雨水吐（吐き口 2~4）を抜粋して、降雨強度ごとの越流水 BOD と越流回数との関係を図-2 に示す。BOD 年間平均で比較すると吐き口 2 が小さく、3 と 4 がほぼ同レベルとなっている。しかし、吐き口 2 および 3 では 4 より放流回数が多く、降雨強度によってはより高濃度の越流水が発生している。

以上より、汚濁負荷（BOD）については、平均濃度（mg/l）ではなく、排水区面積当たりの負荷量

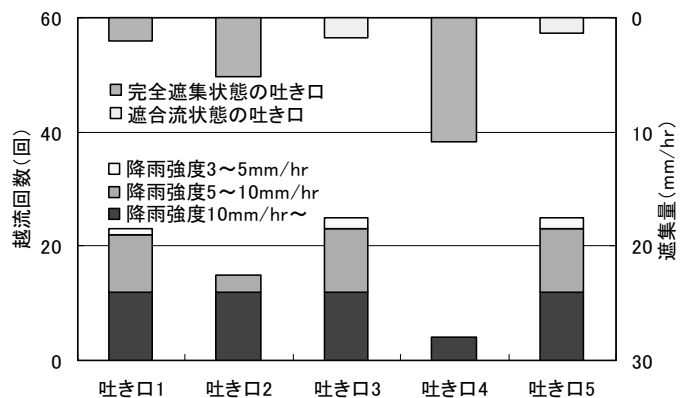


図-1 越流回数と遮集量（B市 吐き口 1~5 抜粋）

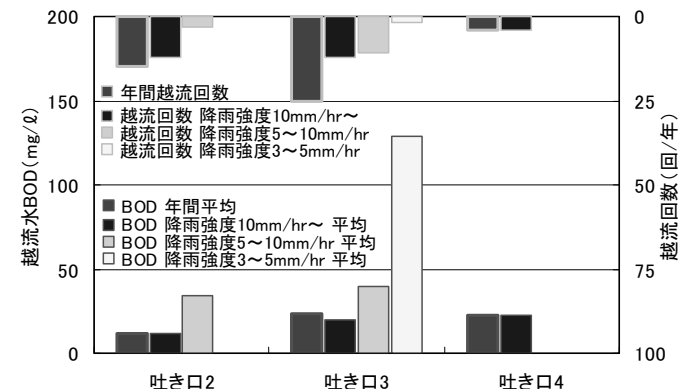


図-2 越流水 BOD と越流回数（B市 吐き口 2~4 抜粋）

II -2-1-5 (3/3)

(kg/ha/年)などで表すほうが雨水吐の状況を適切に表現できるものと考えられる。

C市においては、遮集量 0.01~6.3mm/hr で限界降雨強度 4~10mm/hr、越流水 BOD (年間平均) 25.4~51.2mm/hr との結果が得られるとともに、B市と同様の傾向が把握されている。

D市での検討においては、代表的な降雨パターンを対象とした場合には、降雨パターンごとに3-1.に示す作業を行うことで、年間降雨を対象とした場合と同様の結果が得られることが確認された。

3-4. 限界降雨強度の活用方法の考察

合流改善指標として限界降雨強度を示す際には、浸水対策目標と併記し、都市雨水対策目標として示すことが効果的であると考えられる。その表現例を表-3に示す。

表-3 都市雨水対策目標表現例

○当面の目標:	浸水対策目標	: 50mm/hr
	合流改善目標(限界降雨強度)	: 3mm/hr
○長期の目標:	浸水対策目標	: 75mm/hr
	合流改善目標(限界降雨強度)	: 5mm/hr

また、限界降雨強度と越流負荷量、遮集量、遮合流の有無などを併記することで現状が視覚的に把握することができ、対策を優先すべき雨水吐の抽出などを行う計画検討支援ツールとして用いることが期待できる。

ツールとしての活用例(B市)を図-3に示す。なお、図中の雨水吐名(番号)には当該箇所の遮集量および遮合流の有無(遮合流の場合は「S」を記載)を併記している。

限界降雨強度が低く、BOD 越流水負荷量大きい雨水吐が優先的に対策を講じるべき吐き口であり、本例では最優先として吐き口14が抽出される。

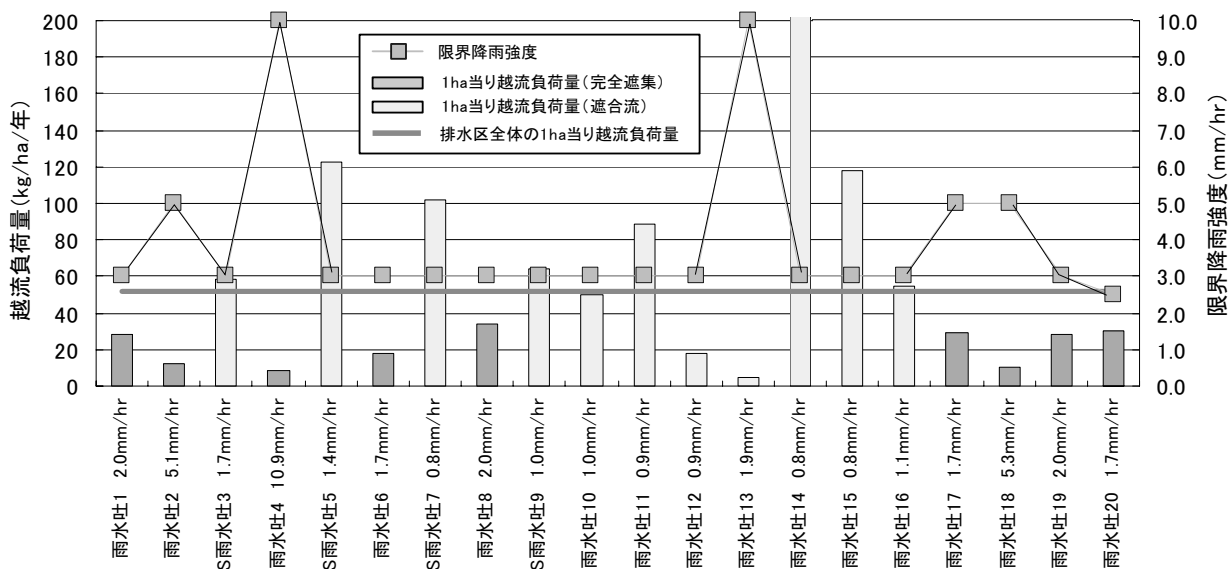


図-3 支援ツールとしての活用例(越流水 BOD 負荷量と限界降雨強度(B市))

4. まとめ

本検討では、わかりやすく合流改善を表現するための補足指標として、吐き口から合流下水が越流するときの降雨強度を「限界降雨強度」として提案するとともに、その活用方法について考察を行った。

謝辞 ご協力いただいた関係者の方々に感謝いたします。

参考資料 1)国土交通省下水道部:効率的な合流式下水道緊急改善計画策定の手引(案)平成20年3月
2)(財)下水道新技術推進機構:流出解析モデル利活用マニュアル2006年3月

問い合わせ先:国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室 藤原 弘道
E-mail: fujiwara-h92tc@nilim.go.jp