

合流式下水道改善計画における 浸水対策用施設活用の基礎検討事例

日本水工設計 (株) 大阪支社 田邊義隆

1.はじめに

平成 12 年に東京台場海浜公園にオイルボールが漂着したことをきっかけに、全国的に大きく動き始めた合流式下水道改善 (以下、合流改善と呼ぶ) 事業であるが、合流式下水道を採用している自治体について、当面 5 年先までの緊急改善事業計画が平成 16 年度末に概ね策定され、各自治体において、きょう雑物対策ならびに負荷量対策が始まったところである。

合流改善事業の目標の 1 つに、雨天時における放流負荷量削減がある。これは雨水吐室からの雨天時未処理放流による公共用水域の汚染を防止しようとするものである。この負荷量対策の代表的な手法として、未処理放流水の一時貯留が挙げられ、滞水池や貯留管など貯留施設の設置により吐口からの未処理放流水を一時的に貯留し、降雨終了後処理系統に返水することで、雨天時の放流負荷を削減するものである。

しかしながら、この手法は雨水により希釈された下水 (以下、雨天時下水と呼ぶ) を貯留する必要があるため、貯留施設が巨大となる傾向があり、設置スペースの確保が困難な場合が多い。特に、都市部においては市街化が進行し、また、大規模なインフラが地下に輻輳していることが多く、よりいっそうスペース確保が難しい。

一方、内水による浸水被害軽減のため、浸水対策事業として大規模な雨水貯留施設がすでに計画・建設されている自治体も増えてきている。これらの貯留施設は「大雨」に対して十分な効果が発揮されるような規模で建設されるため、通常の降雨では貯留容量に余裕が生じていると考えられる。

そこで、浸水対策用の雨水貯留施設を合流改善用に活用することができれば、施設の有効利用により、最小限のコストで早期に合流改善事業を推進することが可能となり、同時に浸水対策事業の促進にも結びつくと考えられる。

そのためには、合流改善用貯留と浸水対策用貯留について運用方法の違いを考慮した上で、両者が効果的に運用可能なシステムを構築することが求められる。

本稿は、〇市における合流式下水道改善基本計画策定業務の中で検討した事項のうち、浸水対策用施設を合流改善用に活用する場合の基礎的な検討について報告するものである。

2.合流改善計画の基本方針

2.1.〇市における合流式下水道改善の目標

〇市においては、合流改善基本計画について、表-2.1(1)に示すような視点別目標を定めており、負荷量対策については表-2.1(2)に示す数値を当面の目標として、早期実現を目指し取り組んでいる。

表-2.1(1) O市合流改善基本計画 視点別目標

区分	1.汚濁負荷量の削減	2.公衆衛生の確保	3.きょう雑物の流出防止
緊急改善 (H14～H18)	1-1:重要影響水域などの放流汚濁負荷量(汚濁物質)の削減	2-1:重要影響水域の雨水吐口数や越流回数 の削減	3-1:ゴミ等の流出防止
中期改善 (～H31)	1-2:年間放流汚濁負荷量を「分流式下水道以下」に削減	2-2:雨水吐口からの越流回数の半減	
長期改善	4.清らかな川と豊かな海をよみがえらせ、市民が水と親しむ快適な水環境の創造		

表-2.1(2) 当面の改善目標 (汚濁負荷量削減)

目標	項目	評価単位	目標値	評価対象
当面	「分流式並み」 負荷	年間降雨	各処理区単位年間平均 雨水相当水質 BOD18mg/L 以下	処理区・年平均
	下水道法 施行令	総降雨量 10～30mm 降雨	各処理区単位 1 降雨平均 BOD40mg/L 以下	処理区・1 降雨ごと

2.2.対策施設の検討方針

O市では、合流改善対策の基本方針として、「既存施設や浸水対策施設の最大限の活用」を掲げており、既存水処理施設を活用した「雨天時下水活性汚泥処理法(3W処理法[※])」ならびに「凝集剤添加型傾斜板沈殿池」の採用を柱に検討を進めている。また、「浸水対策施設の合流改善利用」について、技術的検討を行っているところである。O市において検討されている主な合流改善対策手法を表-2.2に示す。

表-2.2 O市における主な合流改善対策手法

対策手法	備考
雨天時下水活性汚泥処理法 (3W処理法)	全ての処理場に導入予定
浸水対策用施設による 合流改善用貯留	浸水対策と合流改善の運用判断に課題
傾斜板沈殿池	3W用、放流用
雨水滞水池・貯留管	上記3手法による対応が困難な場合に採用

※3W処理法: Wet Weather Wastewater Treatment Method

3.浸水対策雨水幹線の合流改善利用

3.1.浸水対策用雨水幹線の抱える課題

本業務で検討を行った流域には、浸水対策施設として複数の雨水幹線（末端で常時ポンプ放流ならびに貯留）が計画されている。これらの雨水幹線の中には、概ね 10 年に 1 回程度発生する大雨に対して既設管の能力不足を補う規模で断面設定されているものもあるため、通常の降雨では流入量が少なく、その巨大な断面を最大限に活用していないことが予想される。また、末端で常時ポンプ放流する場合は未処理放流も新たに発生するため、合流改善としての処置も必要と考えられる。

【浸水対策用雨水幹線の抱える課題】

- ・ 浸水対策用雨水幹線の中にはその断面を最大限に活用できていないものがある。
- ・ ポンプ放流される未処理放流水に対し、処置が必要である。

3.2.浸水対策雨水幹線の合流改善利用における課題

浸水対策用施設を合流改善施設として活用する場合、最も問題となるのが「浸水リスク」との兼ね合いである。これらの浸水対策施設は、数年に 1 回発生する「まれな降雨事象」に対して確実に対策効果が発揮できるよう設計されているものであるため、対象とする「まれな降雨事象」が発生した際には、必要容量が確保されていなければならない。

「浸水対策」と「合流改善」の相互運用を行う際には、降雨ごとに以下の 2 つの判断が重要となる。

【「浸水リスク」回避のための 2 つの判断】

- ① この雨は「浸水対策運用」が必要な降雨であるか？
- ② 次に降る雨は「浸水対策運用」が必要な降雨であるか？

「まれな降雨事象」、すなわち「大雨」について、事前に発生が予測できるのであれば問題なく運用可能と判断できるが、現在の降雨予測技術では近年の「ゲリラ豪雨」などの事前予測は困難である。そのため、合流改善運用には、「浸水リスク」軽減のための十分な技術的検討が求められる。

他都市の事例を見ても、浸水対策と合流改善の併用施設は存在するが、多くはそれぞれの必要貯留容量を別断面で確保するか、合算した巨大な施設とする計画となっている。

3.3.活用条件

前述のとおり、浸水対策用雨水幹線の合流改善利用には「浸水リスク」の回避が最重要課題となる。以下に、「浸水リスク」を回避して合流改善活用する条件を整理する。

① 雨天時下水の全量貯留を行った場合に満水にならない降雨についてのみ貯留運用すること。

→合流改善運用を行う場合は、雨天時下水の全量を貯留し、降雨終了後に処理系統へ返水する必要がある。全量貯留（ポンプ停止）を行った際に満水となる降雨事象については、「浸水リスク」が大きい、すなわち「浸水対策運用」が必要なケースと判断されるため、合流改善運用は避けるべきであると考える。

② 緊急放流に十分な能力のポンプが設置されている施設を選定すること。

→合流改善用に一定量の雨天時下水の貯留を行っている最中に、突如大雨が降った場合、速やかに合流改善運用を中止し、緊急放流により雨水貯留管の貯留容量確保を行う必要がある。容量確保に要する時間が短時間となるようなポンプの設置が合流改善運用における条件となる。

上記の 2 つの条件を満たす浸水対策用幹線が本流域に存在するため、具体的に検討を行った。

(1) 浸水対策用雨水幹線の概要

H 処理区ならびに N 処理区東部の浸水対策用幹線として図-3.3(1)に示す幹線が布設されている。これらの幹線の末端には N 新雨水ポンプ場が建設中であり、将来的には河川への $45\text{m}^3/\text{s}$ の雨水排水が可能となる。

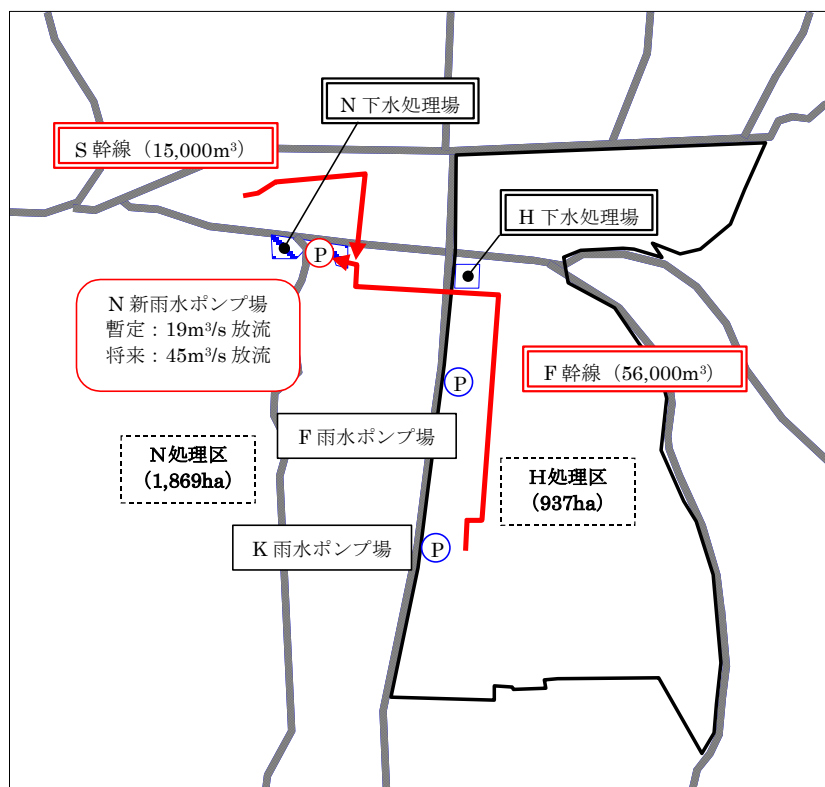


図-3.3(1) 浸水対策用幹線

(2) 当面の暫定運用について

N 新雨水ポンプ場からの放流量は、放流先の河川事業の進捗状況より規制されているため、当面の間、最大 19m³/sec までの放流規制が課せられている。したがって、雨天時下水の取込み地点を限定することや越流堰の暫定嵩上げを行うことなど、雨水幹線への流入量を抑制して暫定運用することが考えられる。

上記の理由により、暫定運用期間は取込み量が少なく、完全貯留しても満水にならないケースが多いと考えられ、合流改善活用の可能性が期待できる。また、河川改修は 10 年以上先になると考えられるため、滞水池の代替施設としての長期運用が見込まれる。

なお、満水時から放流ポンプ（暫定 19m³/s）により緊急放流を行った際に容量確保に要する時間を概略算出すると、 $71,000[\text{m}^3] \div 19[\text{m}^3/\text{s}] = 62.3[\text{min}]$ となり、約 1 時間の排水で容量確保が可能である。

(3) 計画降雨に対する検証

O 市での 1/10 年相当の降雨として作成された 53.4mm/h 中央集中型ハイエトを基に、40mm/h、30mm/h、20mm/h 相当の降雨ハイエトを作成し、流出シミュレーションを行い、暫定活用時の F および S 雨水幹線への貯留状況を検証した。その結果、30mm/h 相当の降雨までは流入枝線に対する背水の影響はなく、完全貯留が可能と判断された。

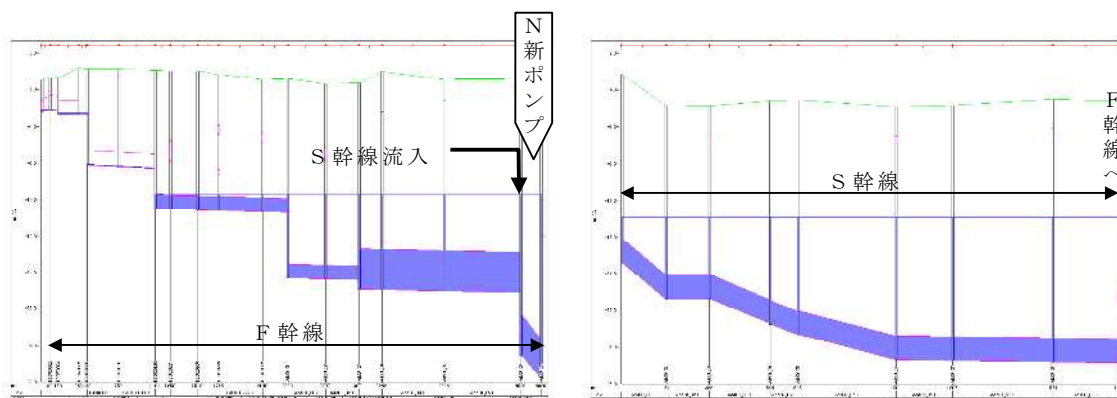


図-3.3(2)降雨終了後雨水幹線内水位 (30mm/h 相当)

(4) 年間降雨 (代表年降雨) に対する検証

合流改善の解析に用いた年間降雨(1979 年、85 降雨)について同様の解析を行い、降雨ごとの貯留量を調べた結果を図-3.3(3)に示す。このうち、貯留量が多く枝線への背水影響が発生するケースは年間 85 降雨中で 3 降雨のみであった。

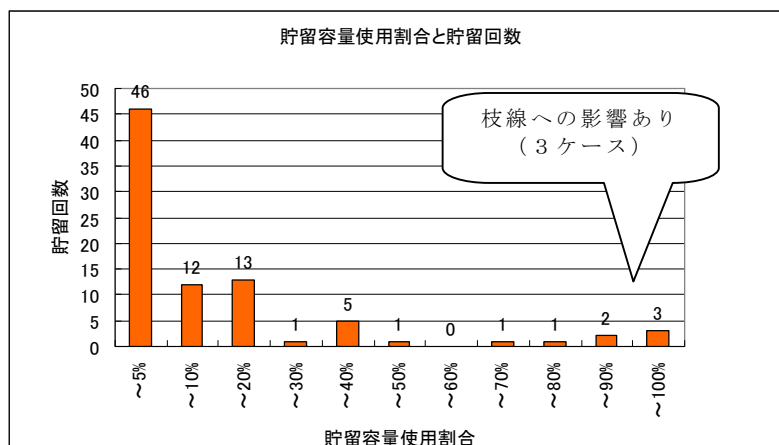


図-3.3(3) 年間降雨 (代表年 85 降雨) に対する貯留状況

(5)貯留水量と相関のある降雨特性について

代表年 85 降雨についての解析結果より、それぞれの降雨特性 (総降雨量、最大降雨強度) と貯留水量の関係を調べた。(図-3.3(4))

解析結果によれば、総降雨量と貯留水量には相関が認められるが、最大降雨強度と貯留水量にははっきりとした相関は認められない。このことから、以下のことが想定される。

- ・完全貯留運用時に危険水位となりやすいのは総降雨量が多い降雨である (図-3.3(4)左)。なお、最大降雨強度が大きい降雨については必ずしも貯留水量が多いとは限らない (図-3.3(4)右)。
- ・総降雨量が多い降雨は、夏季のゲリラ豪雨を除けば、梅雨や台風など事前に発生が予測できる降雨であると考えられるため、発生 1 時間以上前の緊急放流 (19m³/s) により準備が可能と考えられる。

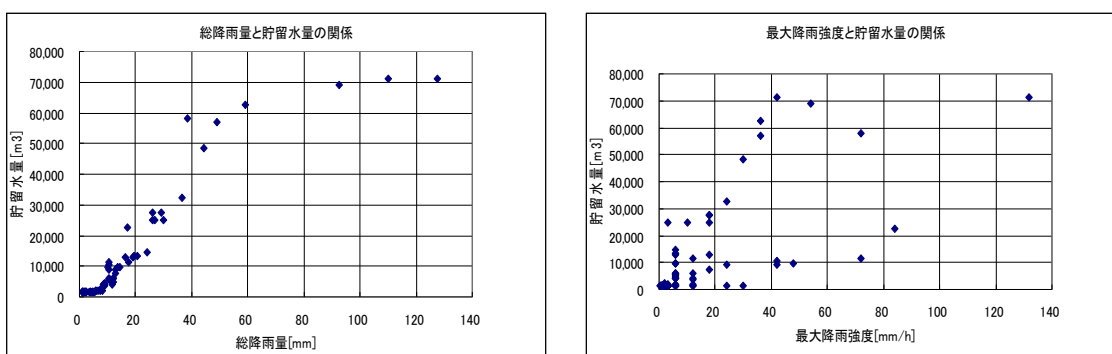


図-3.3(4) 総降雨量ならびに最大降雨強度と貯留水量の関係(1979 年 85 降雨)

(6)合流改善運用の効果

上記の条件により、F 幹線系統の合流改善運用が可能と考えた場合、幹線の布設ルートより以下の施設における合流改善施設としての活用が考えられる。(優先順位①→④)

- ①N 新雨水ポンプ場からの未処理放流水の貯留 (N 処理区)
- ②F 雨水ポンプ場からの未処理放流水の貯留 (H 処理区)
- ③K 雨水ポンプ場からの未処理放流水の貯留 (H 処理区)
- ④N 下水処理場からの未処理放流水の貯留 (N 処理区)

シミュレーションによる年間解析結果を基に、代表年 85 降雨のそれぞれについて①～④の貯留が可能であるか判断し、可能な降雨については、貯留後下水処理場で 3W 処理を行うものとして放流水の負荷量整理を行った。

その結果、BOD 削減量は H 処理区 (②+③) で 21,500kg/年、N 処理区 (①+④) で 56,000kg/年と試算された。

特に H 処理区について、「分流式並み」負荷量達成のためには BOD 負荷量を年間で 21,700kg 削減する必要があるが、これを滞水池の新設により対処した場合、処理区全体で 19,000m³ もの滞水池が必要と試算される。これに対し、F 幹線系統の合流改善活用を行えば、特に大規模な対策施設を建設することなく概ね達成できる結果となった。

以上のことから、浸水対策用幹線の合流改善利用が可能となれば、少ないコストで必要とされる改善効果が得られる見込みがあることが確認できた。

4.おわりに

以上の検討結果より、浸水対策用 F 幹線の合流改善利用を考えた場合、以下のことが言える。

- ①施設容量的には年間のほとんどの雨について合流改善用貯留が可能と考えられ、運用方法次第で大きな効果を得ることができる。
- ②合流改善利用の対象とする貯留施設は、緊急放流ができるだけ短時間で完了できる施設が望ましい。
- ③中央集中型の降雨形態であれば、30mm/h 程度まで貯留可能である。
- ④総降水量が多い降雨に対する合流改善運用は留意が必要である。

本業務における浸水対策用施設の合流改善活用検討では、合流改善施設として利用する場合の基本条件の整理ならびに問題なく活用できた場合の負荷削減効果のとりまとめまでを行った。今後は、気象予測技術や水位監視技術などを組み合わせた総合的な検討を行い、現場で対応可能な運転基準や運用システムを構築していくことが不可欠である。