資料－４

合流式下水道改善の技術開発について

１．合流式下水道改善対策の現状

１．１　改善対策技術の種類

現在，合流式下水道越流水対策として，実用化されているもの，実用化に向けて研究中のもの，あるいは，提案されているものをまとめると，以下のとおりである。

１．１．１　直接的な改善対策技術

処理に関する技術（夾雑物・固形物除去，簡易処理の高度化，消毒等）

ポンプ施設に関する技術（ファーストフラッシュを排出しないための運転制御方法等）

１．１．２　長期的な視野に立ったまたは間接的な改善対策技術

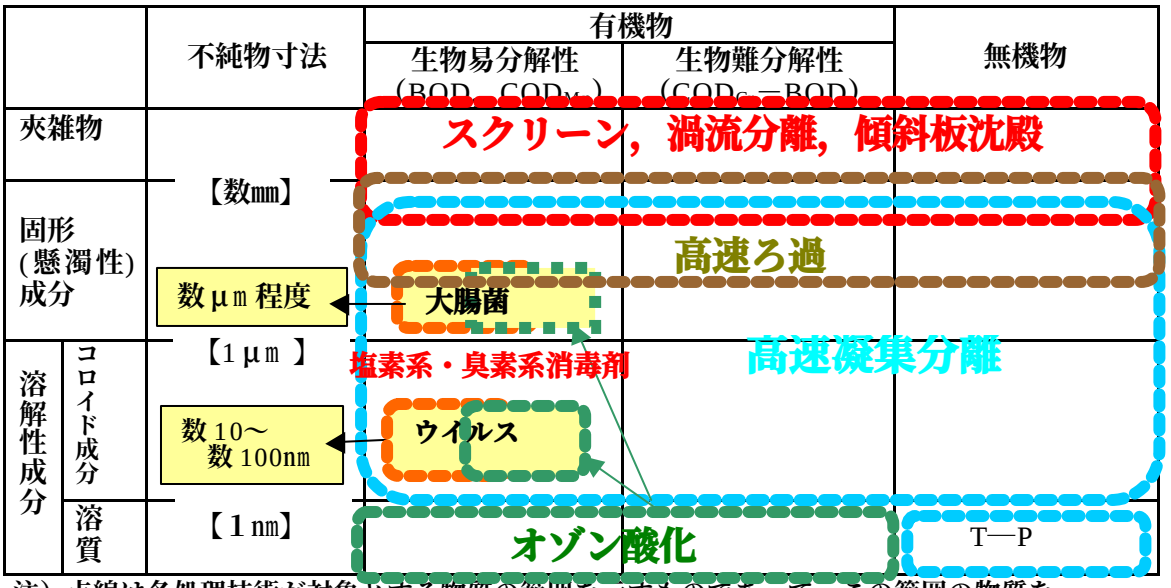
貯留・浸透に関する技術（透水性舗装，オンサイト貯留施設等）

管路施設に関する技術（管路清掃，管内貯留制御，分流化等）

１．２　処理に関する技術

合流式下水道の雨天時における汚濁の現状を可及的速やかに改善する方法は，現在排出している雨水吐室の越流水，ポンプ場放流水や処理場の簡易処理放流水を直接処理する「処理に関する技術」の適用である。下表に処理に関する技術の内容について概要を示す。

表－１　処理に関する技術とその除去対象物質の関係



注）点線は各処理技術が対象とする物質の範囲を示すものであって，この範囲の物質を，100％除去できることを示すものではない。

（１）スクリーン・渦流分離・傾斜板沈殿

夾雑物を対象とした技術で，いずれも単純でコンパクトな構造で，概ね動力を使わないものが多いが，その除去性能は，除去対象物の物理的性状（形状寸法，比重等）によって決ま

るものであり，数mm程度の夾雑物を確実に除去できるものもある。ただし，渦流分離は水位的に余裕のある場所に限られる。

これらの夾雑物除去技術は，欧米での実績がかなり多く，これらの中には，国内で技術内容を検証し実績があるもの，あるいは現在検証中のものもある。

（2）高速ろ過

固形物を対象とした技術でろ過ポンプの動力費が必要である。圧力損失が小さくなるように特殊なろ材（金属ﾌｨﾙﾀｰ，合成樹脂製ラヒシリング，繊維状ろ材等）を使用する。このような特殊なろ材を使っているため大きいろ過速度での運転が可能で大量処理ができるが，阻止できる固形物寸法には限界があるので，除去対象物の範囲を広げるためには，凝集剤の添加が必要であると考えられる。本技術は，日本で１箇所実績がある。

（3）高速凝集分離

固形物を対象とした技術（主に凝集剤添加）で，付随的に溶解性物質（コロイド成分）を除去できるものであり，動力，薬剤費が必要である。

合流式下水道に適用される高速凝集分離は，設備の省スペース化（特に沈殿池）を図る工夫をしたものであり，国内で過去にその技術内容を検証したもの，あるいは現在検証中のものもある。

（4）塩素系・臭素系消毒技術

消毒技術は原則として病原性微生物の消毒を目的としている。これらの技術のうち，注目すべき技術としては，消毒剤との接触時間の短縮（15 分? 1 分）を可能とする高速溶解技術や，最近，浴場，食品工業等での需要がある臭素系消毒剤などが挙げられる。特に臭素系消毒剤は，塩素系消毒剤に比べ，他の生物への毒性が低く保存性も良いが，高価である。なお，この臭素系消毒剤の下水道での実績としては，国内に１個所ある。

（5）オゾン酸化

原則として消毒であるが，有機物も分解除去が可能である。しかし，生物難分解性有機物は分解されて低分子化（生物易分解性に変化）するため，BOD 濃度が低下しない場合，あるいは上昇する場合がある。また，酸化力を高める方法として，過酸化水素水の併用や触媒の使用する方法も提案されている。オゾン処理の運転費はやや高価となる。現在までのところ，下水二次処理水への適用（修景・親水目的の再利用，色度除去等）の実績はあるが，合流改善目的の適用事例や調査事例はなく，溶解性成分の除去効果については不明である。

１．３　改善技術の現状

前述した技術のうち，夾雑物除去については，概ね技術的に確立しているものと考えられるが吐口への適用に当っては建設時や維持管理時を配慮した設置スペース，水理上の落差を確保が可能かどうかなど，今後吐口などへ広く適用して行くにはいくつかの課題がある。

固形（懸濁性）成分の除去において，高速ろ過も基本的に適用して行けると考えられるが，除去対象物質の範囲が狭いので，他の技術との併用が必要になると考えられる。

高速凝集分離技術は，固形成分はほぼ確実な除去が可能と思われるが，施設建設費もやや高価であり，薬剤を常用するものなので，実用化に際して経済性を十分に検討する必要がある。そして，この施設を運用するに当っての運転制御方法なども今後十分に検討して行く必

要があると思われる。

また，この技術の除去対象物は SS と T-P であり，その他の水質項目（BOD，COD，T-N）の除去率は, 処理対象水の性状（特に SS との相関の有無）によって異なるので, BOD, COD, T-N について除去能力を検証して，それらの限界を明確にする必要があると考える。

溶解性成分のうちコロイド成分については，高速凝集分離技術である程度の対応が可能であり，一方，T-P を除く溶質分については，現在のところオゾン酸化技術が対応できるのみであるが，その効果についての検証はなされていない。

2．今後の合流改善技術の課題

2．1　合流改善対応技術

（1）物質と CSO 処理技術の関係

<table>
<tr><th colspan="2">対象物質</th><th>対応技術の有無</th><th>対応技術の完成度</th></tr>
<tr><td colspan="2">夾　雑　物</td><td>基本技術は有り。</td><td>スペース，水理条件等，適用に当って制約条件が多い。設置に当って柔軟性を高める必要がある。処理能力としては数ミリのオーダーで除去可能。国内実績少ない。</td></tr>
<tr><td colspan="2">固形（懸濁性）成分</td><td>基本技術は有り。</td><td rowspan="3">実用化に当って経済性，運転制御等の検討が必要である。処理能力としては特には, SS 分 80%以上（高速凝集分離技術）除去可能。国内実績は極めて少ない。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">溶解性成分</td><td>コロイド成分</td><td>基本技術は有り。</td></tr>
<tr><td>溶質</td><td>適切な技術は無い。</td></tr>
<tr><td colspan="2">病原性微生物</td><td>基本技術は有り。</td><td>実用化に当って経済性，運転制御等の検討が必要である。また CSO に適用する場合の検証が必要。CSO 国内実績は極めて少ない。</td></tr>
</table>

（2）越流水量制御システム

降雨レーダー等を活用したＲＴＣシステムにより，幹線管渠の貯留能力を最大限生かして越流水量の減少を図るもので，この制御システムは諸外国では実施例はないが，国内では研究に着手されたばかりで実施例はない。

この技術は，降雨の移動を高精度・高速予測する手法，浸水対策への切り替えの判断基準の設定，如何なる場合でも越流水量の制御することによる浸水被害を起こさないシステムの確立等の課題があり，今後の研究開発が待たれるところである。

（3）合流改善対応処理技術の課題

現在ある合流改善対応処理技術は適用に当って検討すべき課題はあるが，溶解性成分中の溶質成分の除去以外の対応技術は基本的な適性は十分にあると思われる。

溶解性成分中の溶質成分の除去技術としては，現在のところ，オゾン酸化技術が有望であると見込まれる。

一般に下水処理においては，溶解性成分中の生物易分解性有機物やアンモニア等の無機物（T-N，T-P 等）については，生物処理が担っている。

一方，合流改善の場合，非定常かつ一時的に大量な汚水処理であるので，生物処理は馴染まず，物理化学的処理で，かつ，反応時間が生物処理に比べて短い処理技術が必要となる。

溶解性成分のうちコロイド成分は高速凝集分離による除去が可能であり，T-P も無機凝集剤を添加することで除去可能と思われるが，その他の溶質成分（概ね１？　以下）の分解除去に対応できる技術は，オゾン酸化処理である。

しかし，オゾン酸化処理技術は，比較的大きい分子量の有機物が，低分子化（生物易分解性有機物化）し，処理水の BOD が上昇する例もある。また，NH_3^+は酸化されて NO_3^-等に変化するが，水中からの分離は不可能である。

現在のところ，CSO 対策としてこの溶質成分の除去を考えた場合は，「貯留して後日，下水処理場で高級処理をする。」方法が現在のところ最良の方法であろう。

しかし，貯留施設の建設には多大な費用と時間がかかるので，オゾン酸化技術を含め，直接処理においてこの溶質成分を分解除去できる処理技術の研究開発が望まれるところである

２．２　既設処理場における対応

２．２．１　夾雑物流入量増大の影響

合流改善対策のひとつに吐口等にスクリーンを設置し，夾雑物を除去するものがある。このような対策をした場合には，下水処理場に流入する夾雑物（ごみ，オイルボール等）の量は，現状よりも確実に増大する。現在の沈砂池，水処理，汚泥処理では様々な支障をきたすと思われる。

（１）既存の下水処理場施設において発生すると予想される問題

①沈　砂　池：砂分，浮遊ごみの増大，オイルボールの滞留。（これらの回収をするに当って現状設備では不十分となる恐れがある。）

②水　処　理：オイルボールの浮上，曝気槽への越流（生物処理が油分の一時的流入による処理機能低下を起こす恐れがある。）

③汚 泥 処 理：濃縮機能低下（重力濃縮，遠心濃縮では支障をきたす恐れがある。）
脱水機の機能不全（凝集不良，ベルトプレス脱水洗浄不能，遠心脱水，スクリュープレス機能低下）

（２）問題解決の考え方と必要な対応技術

夾雑物を処理場施設内に取り込んでしまうと，前述したような問題が発生するので，「夾雑物を流入した時点で回収し，既存の処理施設とは別個に処理処分することが重要」になると思われる。

流入した時点で回収するためには，沈砂池設備で対応する必要がある。現在の沈砂池設備は，沈砂掻揚設備，スクリーン設備，沈砂・し渣の搬送設備・洗浄設備・貯留設備等で構成されている。このうち２５mm以下のし渣の回収除去，浮遊物質の回収除去を想定している設備はないので，今後，合流改善対策が推進されてゆくとともに，これらの回収除去技術の開発が望まれてくると考えられる。

２．２．２　高級処理施設の量的・質的能力増強

（１）遮集量増大に伴なう影響

合流改善の方法は，吐口廃止，遮集倍率の増加，直接処理等があるが，吐口廃止や遮集倍

率の増加をすると，下水処理場への雨天時流入量が増大する。

現在，下水処理場では１Ｑ分を高級処理し，１Ｑを超える分は，簡易処理等で対処している。

今後，雨天時流入量が増大した場合には，簡易処理の量的・質的能力増強をするとともに，高級処理施設への送水量も増大させ，処理水質を維持しつつ，高級処理の能力増強も必要があると思われる。

「簡易処理の量的・質的能力増強」は，先に述べた「凝集処理技術」の適用により達成の見込みがあるが，「高級処理の量的・質的能力増強」については，現在のところ適用すべき確立された技術はない。

近年，公共用水域の窒素，りん規制に対応し，既存の下水処理場において高度処理化への取組みがなされており，その中で，担体投入法等，既存の生物反応槽容量で窒素，りん除去を可能とする技術があるが，前述した「高級処理の量的・質的能力増強」へ応えるものにはならない。

（２）技術開発の方向

「高級処理の量的・質的能力増強」を考えるに当って，その雨天時の高級処理量を，仮に3.0Q 分程度まで引き上げるとするならば，現行の施設構造そのものを考え直す必要がでるであろう。すなわち，生物処理を基本技術とするならば，量的増強とともに生物反応槽容量は増大するので，敷地面積の制約から深層化や最初沈殿池や最終沈殿池の多層化，設置スペースの極めて小さい固液分離方法を採用する方法が挙げられるが，これらの方法は，既存施設の再構築を余儀なくされるため，費用と時間の面で現実的な方策とは言えない。

したがって，既存の水槽をそのまま，あるいは改造して活用できる技術が必要となってくると思われる。

２．３　まとめ

合流改善に関する処理技術は，設置に当っての制約条件の軽減，経済性の追求，運転制御等実施設への適用をするに当り，検討をして行かなければならない課題がある。

それらの課題のほかに現在のところ対応技術が空白となっている部分については，今後の研究開発によって埋めて行く必要がある。その課題を以下に示す。

合流改善を推進に当って発生する課題		研究開発が望まれる技術
雨天時越流水の直接処理	溶解性成分の分解・除去	確実性のある有機物分解除去技術，窒素成分除去技術
	消毒	短時間で確実な消毒効果を発揮し，放流水域への影響を最小限にする。
	改善技術全般に対して，設置に当っての柔軟性，経済性の検討，運転制御方法の検討	個々の事例毎に検討する必要があると思われる。
既存下水処理場の対応	砂分・し渣・浮遊物量増大	沈砂池設備における夾雑物・浮遊物回収技術
	高級処理施設処理量増大	既存の施設を生かした量的・質的能力増強技術