

## ＜特集によせて＞

# 合流式下水道における計測・制御技術の挑戦

## Challenge of monitoring and control in combined sewerage system

花木 啓祐\*

東京大学大学院工学系研究科

HANAKI, Keisuke \*

School of Engineering, The University of Tokyo

わが国においては、急速に下水道を普及させるために汚水と雨水(うすい)を同一の管きょで集める合流式下水道が初期にはもっぱら採用された。そのため、下水道の整備の歴史の長い大都市では合流式下水道が中心となっており、これらの施設の能力を最大限に生かし、問題を克服することが現代の課題となっている。

とりわけ、近年問題になっているのは、比較的短時間に生じる豪雨によって生じる洪水の防止と、雨天時に合流式下水道から流出する汚濁物質の制御である。後者は合流式下水道雨天時越流水(CSO)問題といわれ、その改善が「合流改善事業」として急ピッチで進められている。

これらの問題における計測、制御は、従来の下水処理場における計測や制御よりもはるかにダイナミックなものである。その根本的な理由は、時間スケールの短さに起因する。下水処理の制御の場合を想定してみよう。沈殿、ばっ気などの主要プロセスの滞留時間は数時間であり、またそれらのプロセスに至るまでに長い距離にわたって下水を輸送する下水管を始めとして、さまざまな施設があるために、流量及び水質の変化は緩やかである。オーダーとしてはせいぜい時間(hour)単位の変化でありそのような変化に対応する計測と制御がおこなわれている。

これに対して雨水の対応には、変動に追従して雨水を排除する非常にダイナミックな能力が求められる。ある下水幹線を例にとると、降雨強度が強い夕立のような雨はその集水域で不均一に降り、集められた雨水は急激にその量が増大し、管きょの能力を超えることが生じる。このような急激な事象の制御は容易ではなく、降雨レーダー情報を用いた予測のようにフィードフォワード的な手段を用いるなどの機敏な対応が必要となる。

CSOによる水環境悪化には、水量の問題に加えて汚濁物質の問題が入るので一段と複雑である。晴天時に下水管に堆積していたさまざまな汚物が降雨によって一気に押し流され、雨水吐きから河川などに放流されて問題

を起こす。CSO対策としての第一の問題点は、除去すべき物質が特定、もしくは限定できない点である。「夾雑物」という名称で総称される、トイレットペーパーのように目に見えて不快なもの、BODなどの従来の有機物指標で表現される有機性汚濁物質、病原性微生物などが対象になるが、それらを的確に示す指標がない。すなわち除去の管理の観点からすれば、対象物質が特定できないためプロセスの成績の評価が難しく、制御の目的変数がはっきりしないという問題がある。

もう一つ、プロセスの運転をさらに難しくしているのは、きわめて変動が大きい中でプロセスを管理しなければならない点である。雨天時を対象にするため、水量を制御することは全くできず、降雨に応じて流れ出す膨大な量の雨水を対象に除去プロセスを運転することになる。そこでは、すばやい機敏な対応が求められ、そのための計装と制御は大きな課題である。前述のように不均一で特定できない除去対象物質をどのようにリアルタイムで把握して制御に生かしていくのか、それは大きな挑戦である。

CSO対策として塩素注入などの消毒が行われる。通常の下水処理や浄水処理では自動制御により安定した消毒効果が得られる。しかし、多様な夾雑物が含まれ、時間変動が激しいCSOの場合、消毒の制御は容易ではない。その注入必要量は、CSOに含まれる病原菌の数と言うよりも、消毒剤を消費する物質がどれだけCSOに含まれるかということで影響される。しかし、そのような物質を秒の単位で測定し、それによって消毒剤の注入量を変化させることは至難の業である。さらに、消毒剤を過剰に注入すると放流先の生態系に悪影響を与えるおそれもある。ここでも曖昧な物質に対して、機敏な対応が求められている。

これらのCSO対策においては、その困難さ故にさほど高い除去率が達成できない場合が多い。計装と制御の改善によってこのような低い除去率が一気に高くなるとは限らない。しかし、計装と制御の充実によって、それを前提としたもう一段高度なプロセスの採用が可能になり、除去率が大きく向上する可能性もあり、制御への期待は高い。合流式下水道の改善は、計測及び制御にとって大きなチャレンジである。

\*〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1  
TEL: 03-5841-6236 FAX: 03-5841-6252  
E-mail: hanaki@env.t.u-tokyo.ac.jp