

災害時における下水の排除・処理に関する考え方（案）の概要

背景・目的

背景

東日本大震災により、120箇所
の下水処理場が被災。特に沿岸
域では、津波により下水処理機
能に壊滅的被害。衛生確保・水
質保全のため、復旧が急務。

国土交通省は、「下水道地震・津波対策技術検討委員会」
にてとりまとめた提言及び報告を通知。
 > 23年4月15日「緊急提言」～24年3月6日「4次提言」
 > 24年5月18日「報告書—東日本大震災における下水道
施設被害の総括と耐震・耐津波対策の現状を踏まえた
今後の対策のあり方—」

目的

災害時に必要とされる下水の管理機能を、現場の状況に応じて、緊急措置として確保し、また
段階的な応急復旧として向上させるための考え方を、対応事例や下水処理・放流先水質等の知
見に基づいて示し、重要なライフラインである下水道が機能を適切に発揮できるようにする。

総論・被災直後の対応

第1章 総論

- 目的
- 主たる対象範囲
- 構成

主たる対象範囲と構成は次の通りである。
 > 災害により深刻な被害を受け、下水の緊急放流や下水処理機能の(段
階的)復旧を必要とする下水道施設を対象とし、その緊急措置段階か
ら本復旧に至る応急復旧段階の期間を対象とする
 > 被災後の迅速な機能確保を図るため平時に備えておくべき事項につ
いても参考記述している。
 > 総論、被災直後の対応、応急復旧の実施、及び参考事例の各章で構成。

第2章 被災直後の対応

- 総論
- 被災状況の把握
- 緊急措置の実施

被災直後においては、下水道施設の被災状況を速やかに把握した上で、
緊急措置を行う。
 > 応急復旧の検討を行うに先立ち、下水処理場の被災状況全般を確認
し、緊急措置を行う上で制約となる事項について整理を行う。
 > 必要な資器材の調達や、設備の応急復旧にかかる時間等については、
事前に調査しておくことが望ましい。
 > 発災後の緊急措置では、被災者の生活空間から、下水(汚水・雨水)
を速やかに排除し、水系感染症を防止するための消毒を行う。

緊急措置の対応事例 (管路施設) (処理場・ポンプ場施設)

断水が発生して汚水の発生が一時的に停止するほどの被害が生じた場
合は、上水道が復旧してから溢水の発生が始まるため、それまでにで
きるだけ早急に管きよの総点検を行い、閉塞箇所等を把握して溢水を
未然に防ぐとともに、溢水が発生した場合は、近傍水路への導水等
による緊急的な対策を行う必要がある。

①土のう仮設水路



②素堀水路+シート



③雨/汚水管経由で川へ



④バキューム車で処理場へ



⑤流入→仮設沈殿池/川へ



⑥流入→最初沈殿池へ



管路施設における緊急措置の対応事例

事例	放流ルート等	放流方法	仮設ポンプ
①	マンホール→近傍水路	土のう仮設水路	使用せず
②	マンホール→近傍水路	素堀水路+ビニールシート	使用せず
③	マンホール→河川 (応急復旧として、後に 河川に簡易処理施設設 置)	雨水管や被災して いない汚水管を経 由	一部区間でポン プ使用
④	マンホール→処理場	バキューム車吸引	ポンプの都合が つき次第導入

事例①②③では下水を固形塩素で消毒(④は処理場へ輸送)

処理場・ポンプ場施設における緊急措置の対応事例

事例	箇所	放流方法	消毒
⑤	処理場流入きよ→ 仮設沈殿池または河川	仮設ポンプで導水	次亜塩素酸ナト リウム溶液(移動 タンク)
⑥	処理場流入きよ→ 最初沈殿池	仮設ポンプで導水	固形塩素
⑦	汚水ポンプ場→河川	本川まで導水	固形塩素

応急復旧の実施

第3章 応急復旧の実施

- 総論
- 応急復旧の処理方式の選定
- 応急復旧に適用可能な処理方式の例
 - ・沈殿
 - ・簡易曝気
 - ・水処理
 - ・消毒
 - ・汚泥処理
 - ・今後の技術開発



応急復旧の事例(仮設沈殿池・素堀)

仮設沈殿池では、水深等が自在に設定できず、汚泥かき寄せ、引き抜き等も困難である。既存の土木躯体を用いる
沈殿池でも、汚泥かき寄せ機等の破損、エアタン等では水深が深すぎる場合等の課題がある。
従って、汚泥かき寄せ等の汚泥管理が可能な沈殿池を早急に復旧させることが、最初の重要な取組となる。

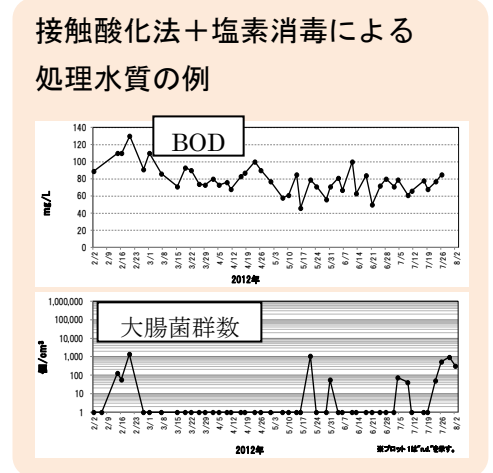
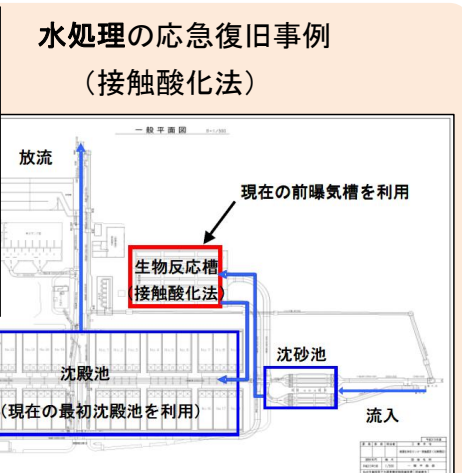
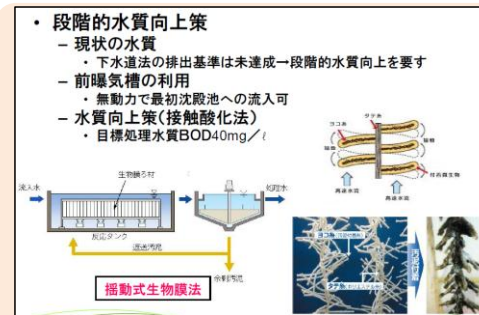
下水の排除機能が復旧し、処理機能の本復旧を進める段階において、本復旧
までに時間を要する場合、都市の衛生確保および放流先水域の水質保全を速
やかに達成するために、本復旧までの間に暫定的に行う処理方式を検討し、
応急復旧として実施する。併せて放流先モニタリング結果により確認する。
 > 応急復旧として暫定的に行う水処理方式について、施設の被害状況、施設・
敷地・人員等の利用可能状況、本復旧の工程等を考慮して選定する。
 > 応急復旧に特化した処理技術はないため、通常の処理で用いる技術(沈殿、
簡易曝気、生物処理、消毒等)の中から、適用可能な技術を採用する。
 > 目標水質は、「下水道地震・津波対策技術検討委員会」報告を踏まえ、「沈殿
+消毒」でBOD120mg/L以下、「沈殿+簡単な生物処理」でBOD120~60mg/L、
「生物処理+沈殿+消毒」でBOD60~15mg/Lとして、段階的な向上を目指す。
 > 国交省の調査結果では、応急復旧段階の下水処理水の放流先水域への影響
は、放流口近傍等に限定され、海域等では顕著な影響は見られなかった。

処理方式の例(沈殿)

沈殿法に用いる施設は、流入生下水を沈殿処理する沈殿池である。その設計
及び維持管理については、最初沈殿池の考え方に準じる。
 > 設計の参考として、下水道施設計画・設計指針と解説(以下、設計指針とい
う)では、①形状及び池数、②構造、③水面積負荷、④有効水深、⑤汚泥か
き寄せ機、⑥汚泥引き抜き設備等10項目の設計因子を定めている。
 > 既設の土木躯体(沈殿池等)を利用する場合と、仮設沈殿池(素堀、河川の
一部せき止め等)の場合とで異なるが、特に災害時に設計指針の考え方に準
じることが難しい部分としては、汚泥かき寄せ等の汚泥管理が挙げられる。

処理方式の例(水処理)

沈殿処理や凝集沈殿による目標水質の達成が困難な場合は生物処理の適用を検討する。
 > 今回の震災対応の応急復旧事例では、接触酸化方式が採用されて効果を上げている。また、被災前の処理方
式と同様の方式(生物膜処理方式又は浮遊生物処理方式)を選ぶことも合理的な考え方である。
 > 水処理方式の選定にあたっては、後掲のフロー図を参考とすることができる。



出典:仙台市「東日本大震災にお
ける仙台市下水道事業の被災と復
旧」平成24年1月

処理方式の例(消毒)

下水処理水の衛生的安全性を確保するため、処理水中の大腸菌群数を3,000個/cm³以下に管理できるよ
うに、適切な消毒方法を選定する。
 > 応急復旧段階の下水処理水には多くの有機物や浮遊物が残留し、透視度が低く、大腸菌等の濃度も高いため、
消毒強度を通常の処理水の場合と比較して相当程度高くしなければならない。特に、攪拌が不十分な場合、
沈殿堆積した汚泥の嫌気化や巻き上がりにより還元性物質等で消毒剤が消費される場合等に留意する。
 > 平常時と同様に塩素消毒(次亜塩素酸ナトリウム又は固形塩素剤等)が主に用いられており、今回の震災対
応事例はないが、紫外線消毒では通常の約2倍、オゾン消毒では通常の約3倍の強度を目安に検討する。

汚泥処理、今後の技術開発について

> 災害時でも水処理及び消毒が効果を発揮するためには、汚泥の引き抜き管理が重要であることに留意する。
 > 今回の震災では事例がないが活用が期待される技術(合流改善等)や新規技術開発に取り組む必要がある。

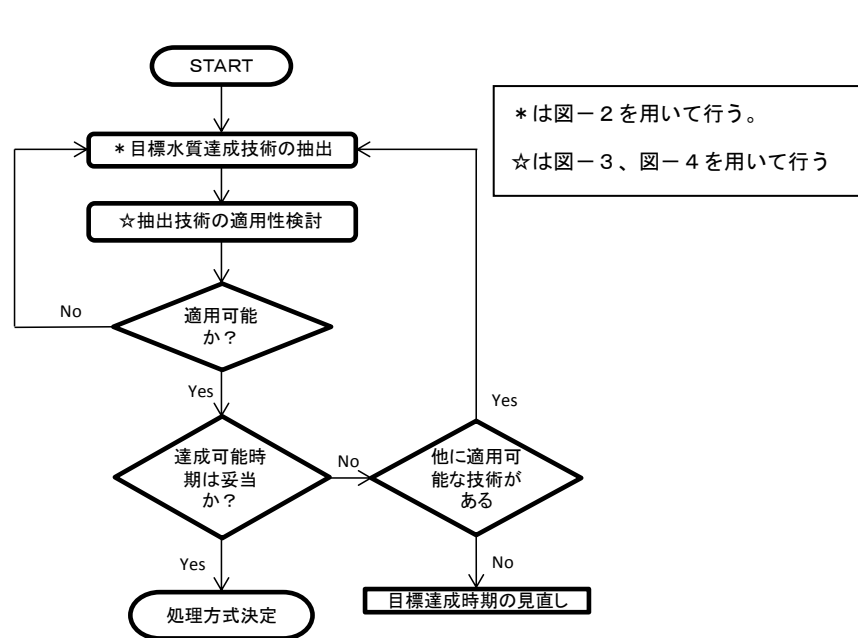


図-1 処理方式の選定フロー

*は図-2を用いて行う。
☆は図-3、図-4を用いて行う

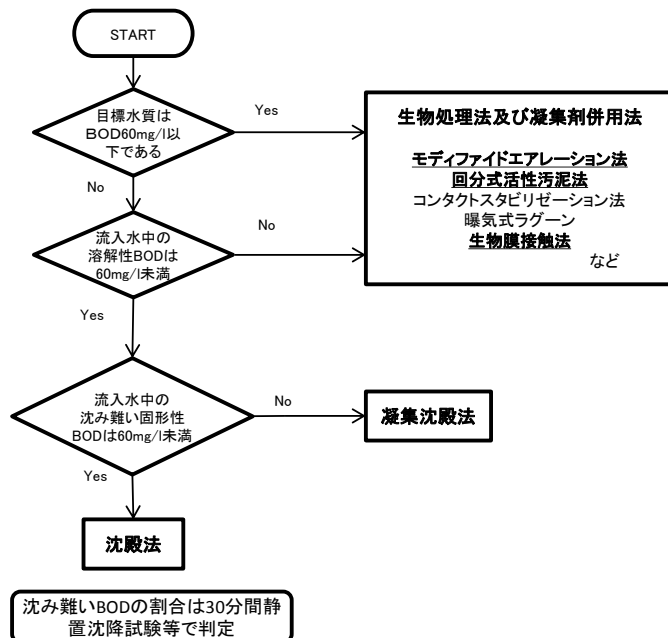


図-2 目標水質達成技術の抽出

生物処理法及び凝集剤併用法
モディファイドエアレーション法
回分式活性汚泥法
コンタクトスタビライゼーション法
曝気式ラグーン
生物膜接触法 など

凝集沈殿法

沈殿法
沈み難いBODの割合は30分間静置沈降試験等で判定

流入水量、水質、汚泥処理能力、汚泥処分先、返流量及び水質、現在または検討時点で使える施設のデータを整理

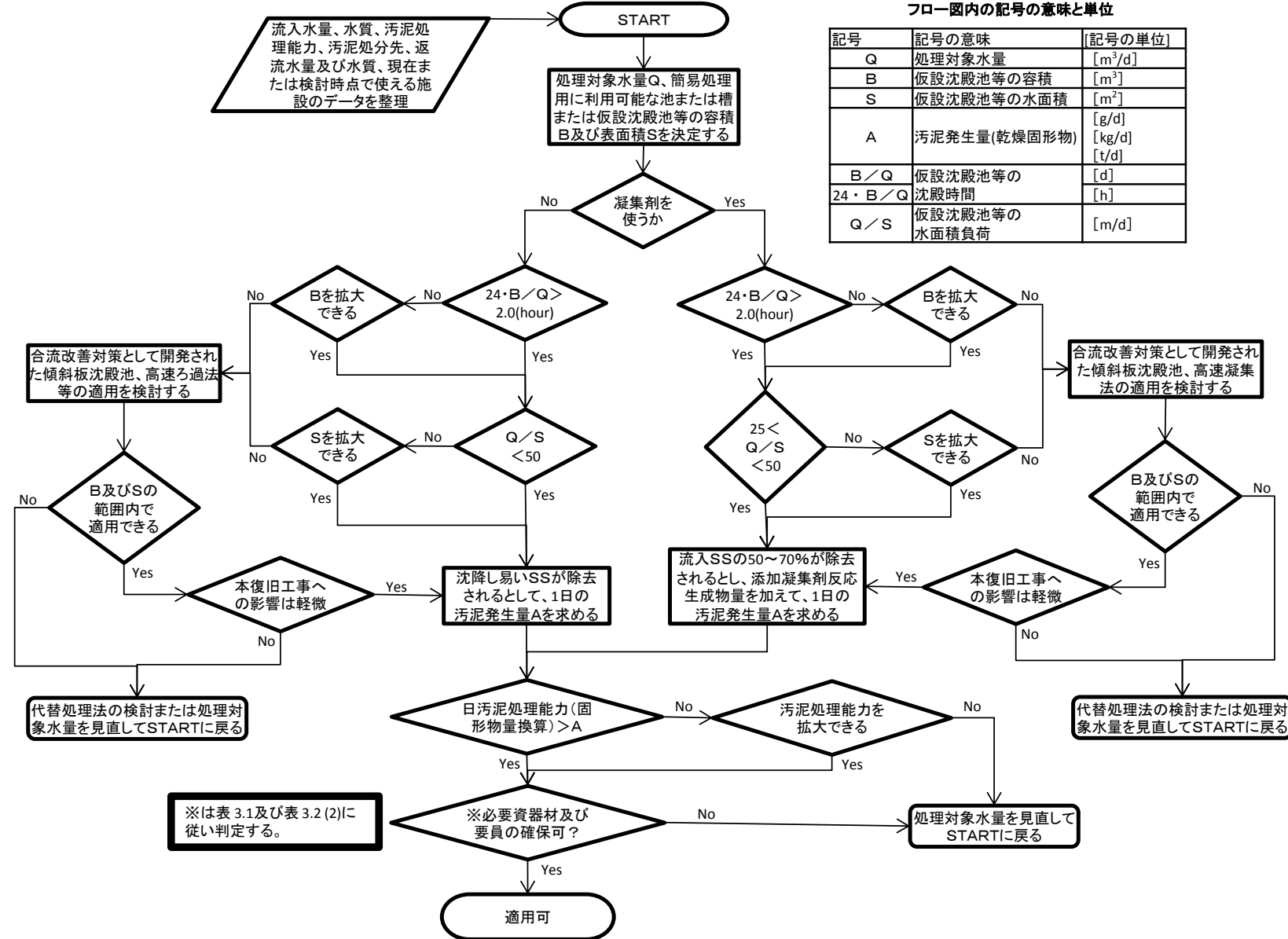


図-3 沈殿法・凝集沈殿法の検討

フロー図内の記号の意味と単位

記号	記号の意味	記号の単位
Q	処理対象水量	[m ³ /d]
B	仮設沈殿池等の容積	[m ³]
S	仮設沈殿池等の水面積	[m ²]
A	汚泥発生量(乾燥固形物)	[g/d] [kg/d] [t/d]
B/Q	仮設沈殿池等の	[d]
24・B/Q	沈殿時間	[h]
Q/S	仮設沈殿池等の	[m/d]
Q/S	水面積負荷	[m/d]

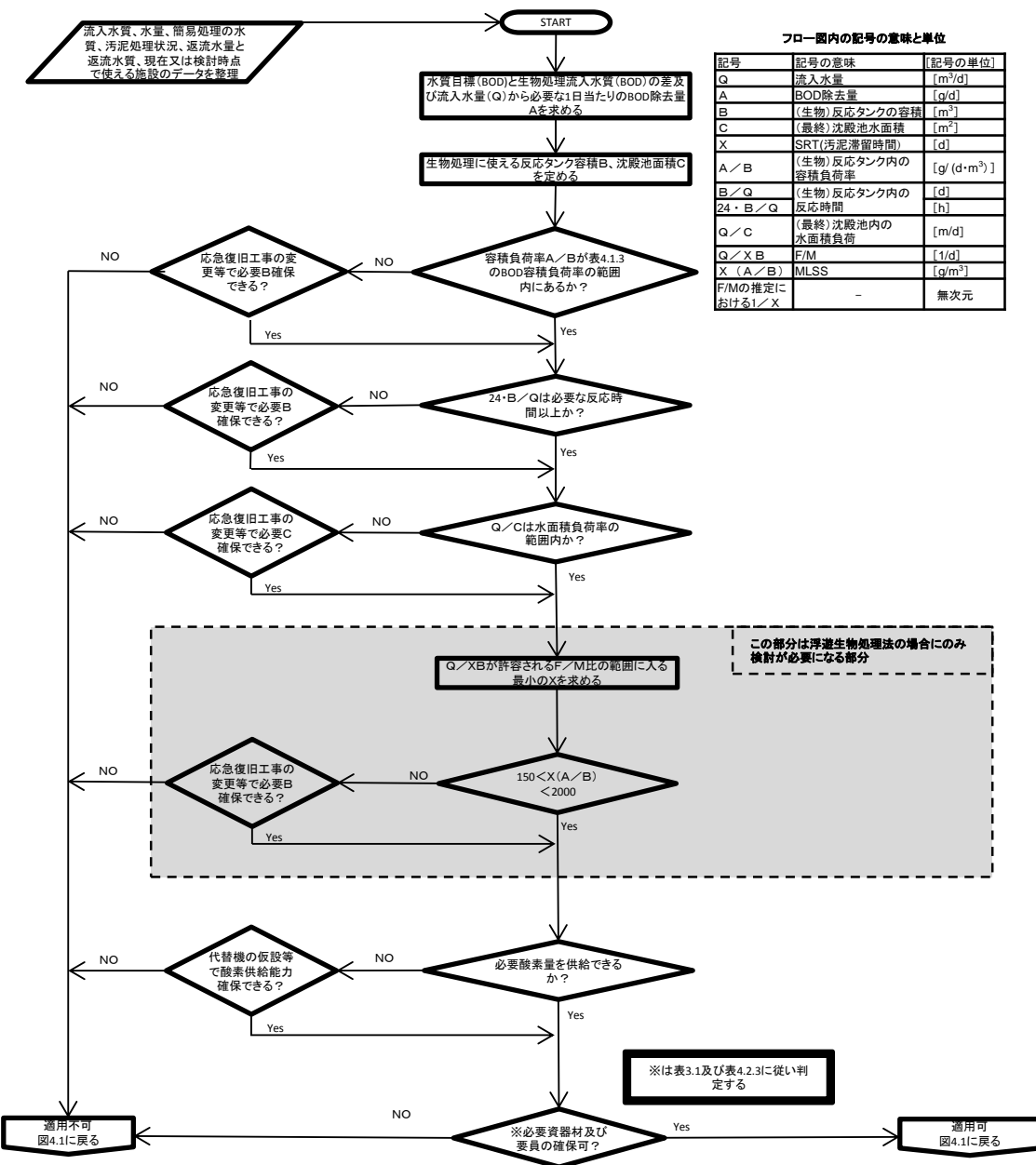


図-4 抽出した生物処理法の適用性検討

フロー図内の記号の意味と単位

記号	記号の意味	記号の単位
Q	流入水量	[m ³ /d]
A	BOD除去量	[g/d]
B	(生物)反応タンクの容積	[m ³]
C	(最終)沈殿池水面積	[m ²]
X	SRT(汚泥滞留時間)	[d]
A/B	(生物)反応タンク内の容積負荷率	[g/(d・m ³)]
B/Q	(生物)反応タンク内の	[d]
24・B/Q	反応時間	[h]
Q/C	(最終)沈殿池内の	[m/d]
Q/X	F/M	[1/d]
X(A/B)	MLSS	[g/m ³]
F/Mの推定における1/X	-	無次元

「災害時の復旧段階における下水処理の適正な管理に関する検討会」概要

「災害時における下水の排除・処理に関する考え方(案)」の検討に際し、学識者、地方公共団体等による「災害時の復旧段階における下水処理の適正な管理に関する検討会」を設置し、意見聴取を行った。

「災害時の復旧段階における下水処理の適正な管理に関する検討会」委員名簿(敬称略)

氏名	所属・役職
委員長 大村 達夫	東北大学大学院 工学研究科 教授
副委員長 田中 宏明	京都大学大学院 工学研究科 附属流域圏総合環境質研究センター 教授
委員 神子 直之	立命館大学理工学部 環境システム工学科 教授
委員 片山 浩之	東京大学大学院 工学系研究科 准教授
委員 佐藤 弘泰	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 准教授
委員 菅原 敬二	宮城県土木部 下水道課 課長
委員 渋谷 昭三	仙台市建設局 次長兼下水道事業部長
委員 橋本 敏一	地方共同法人 日本下水道事業団 技術戦略部 水処理技術開発課 課長
委員 南山 瑞彦	独立行政法人 土木研究所 水環境研究グループ 水質チーム 上席研究員
委員 諏訪 守	独立行政法人 土木研究所材料資源研究グループリサイクルチーム 主任研究員