

## 下水道施設の復旧にあたっての技術的課題と取り組むべき事項（案）

### 1. はじめに

今回の東日本大震災によって下水道施設は未曾有の被害を受けた。沿岸部に立地していた処理場、ポンプ場においては、津波によって土木建築物の一部と、機械・電気設備のほとんどが破損し、処理機能は停止した。また、東京湾沿岸部の埋立地においては、地盤の液状化によるマンホール浮上と管きよの損壊が顕著であった。

被災した下水道施設の復旧には、施設規模等によっても異なるが、相当の期間を要するものと考えられる。大きな被災から免れた市街地においては、順次都市活動が回復されていかなければならず、ライフラインとしての下水道の早急な機能回復が強く望まれるところである。

震災後1ヶ月という短い期間に得られた諸情報に基づいたものであり、必ずしも下水道施設の復旧に関するすべてを網羅しているものではないが、再度災害の防止、段階的な機能回復等の観点から、下水道施設の復旧にあたっての技術的な留意事項について、以下の通り案を取りまとめた。

### 2. 公衆衛生の確保の考え方

- ・多数のポンプ施設の損傷等が認められ、また、海水の流入等もあり、未処理下水のマンホールからの溢水が確認された。都市内の公衆衛生の確保の観点から、未処理下水を溢水させないことは下水道施設が最低限確保すべき機能であり、震災時においても未処理下水を速やかに排除できる機能を確保すべきではないか。
- ・上水道の断水により、水洗トイレが使用できない期間が存在し、被災された方々の生活に大きな影響を与えた。被災された方々のストレスを軽減し、公衆衛生を確保する観点から、断水下でも使用可能なトイレを確保すべきではないか。

### 3. 出水期に向けた緊急浸水対策の考え方

- ・多数の雨水ポンプ施設の損傷等に加え、排水路なども瓦礫等の進入によって流下能力が低下した。機能停止した雨水ポンプ場については、仮設ポンプや直轄ポンプ車によって雨水管きよに進入した海水の排除を緊急対応として行ってきたところであるが、今後、出水期の浸水による二次被害を回避するため、早急に排水能力の確保が求められる。それまでの間、十分な能力の仮設ポンプを配置するとともに、河川、海岸、農林部局等、関係部局との連携やソフト面での対策を強化すべきではないか。

### 4. 下水道施設の復旧の考え方

今回の大規模な地震・津波による下水処理施設の被害の大きさ等を考慮すると、本復旧が完了するまで相当程度の時間を要することが予想される。このため、地震発生

直後から対応する「緊急措置」、公衆衛生の確保や浸水被害軽減の迅速に対応するための「応急復旧」、従前の機能を回復させ、再度災害を防止することを目的とした「本復旧」へと段階的な対応を図るべきではないか。

#### 4-1. 緊急措置

##### (1) 管路施設

都市内から下水を速やかに排除することを最優先とし、溢水が生じた場合にも都市内に未処理下水が滞留しない対策を講じる。また、未処理下水の流出を防止するため、最低限、消毒を実施する。

[参考1 : ①]

##### (2) 処理施設

揚水機能を確保し、溢水を防止することを最優先とする。また、最低限、消毒を実施する。

[参考1 : ②]

#### 4-2. 応急復旧

##### (1) 管路施設

流下能力が低下している区間などについては、バイパスするなどして処理施設等まで流下させる。

##### (2) 処理施設

###### ①汚水の発生量、時期が想定できる処理区域

処理区域で、住宅、工場等が津波の被害から早期に復旧できることが見込まれる場合には、水道の復旧にともない、汚水量が増加することが想定される。したがって、既存の土木構造物等を活用した沈殿及び消毒は最低限行うこととし、本復旧までに時間を要する場合等においては、段階的に、沈殿→簡易処理→生物処理といったように処理レベルを向上させる。

[参考1 : ③]

###### ②汚水の発生量、時期を想定することが困難な処理区域

処理区域の大部分が津波等によって壊滅的な被害を受けており、復旧までに長期間を要するような区域については、汚水の発生量、時期を想定することが困難である。このため、このような処理区域においては、汚水量に応じて柔軟に処理能力を増強、削減できる施設を導入する。

[参考1 : ④]

### 4-3. 本復旧

#### (1) 管路施設（ポンプ施設除く）

震度7を観測した宮城県栗原市においては、平成20年の岩手・宮城内陸地震で被災し、耐震対策を講じて復旧した管路が、これまでの調査では、今回の地震によって、ほとんど再被災しなかったことが判明しているため、現在の耐震設計「下水道施設の耐震対策指針と解説 2006年版（日本下水道協会）」が有効と推測される。

〔参考1：⑤〕

なお、千葉県浦安市のような広域的な液状化が生じた地域については、適切な復旧方策を検討する。

#### (2) 処理施設、ポンプ施設

再度災害防止の観点から、同規模の災害が発生したとしても、特に揚水ポンプ、自家発電設備、最初沈殿池については、最低限の機能を保持する。また、必要に応じて、構造計算に津波荷重を考慮する等、再度災害防止の観点からの検討を行う。さらに外部エネルギーへの依存率を下げるために、省エネルギー、創エネルギーの徹底を図る。

##### ①計画上配慮すべき事項

- a 再度災害防止の観点から処理場位置
- b リスク分散の観点から、施設の分割配置、移動式設備、系列数
- c 既往最高波高（津波）を踏まえた計画地盤高（非現実的な場合は他の対策を踏まえた合理的な地盤高）、施設配置、防護施設
- d 応急復旧に対応したスペースの確保

〔参考1：⑥〕

##### ②設計上配慮すべき事項

- a 土木・建築施設については、津波を考慮した構造（必要に応じた津波荷重の考慮、防水構造、開口部の位置、覆蓋、接続配管の耐震化等）
- b 機械設備については、浸水時における機能確保
- c 電気設備については、浸水を防ぐ配置、遠隔制御

〔参考1：⑦〕

## 参考 1 一 下水道施設の復旧方法の事例一

## ①〔緊急措置；管路施設〕

表1 緊急措置における復旧方法の事例(管路施設)

	汚水排除	消毒
目標	下水の生活エリアからの迅速な排除	大腸菌群数3,000個/cm <sup>3</sup> 以下の確保
手段	マンホール溢水は、土のう、ビニールシートなどを利用し近傍水路への導入	塩素剤による消毒 (固形剤次亜塩素酸カルシウムの場合、投入量15g/m <sup>3</sup> 以上)
	吸泥車による処理場への運搬	
	マンホール側壁取り壊しによる公共用水域への放流	

## ②〔緊急措置；処理施設〕

表2 緊急措置における復旧方法の事例(処理施設)

	揚水機能	消毒
目標	処理施設に到達した下水の排除による溢水の防止	大腸菌群数3,000個/cm <sup>3</sup> 以下の確保
手段	流入マンホール等に仮設の水中汚水ポンプを設置し、仮設水路等へ導入	塩素剤による消毒 (固形剤次亜塩素酸カルシウムの場合、投入量15g/m <sup>3</sup> 以上)

## ③ [応急復旧；処理施設（汚水の発生量が想定可能）]

## ○ 沈殿→消毒の場合

表3 応急復旧における復旧方法の事例 I（沈殿→消毒）

	水処理	
	沈殿	消毒
目標	水質汚濁防止法の排水基準(日平均)であるSS:150mg/L以下、BOD:120mg/L以下	大腸菌群数3,000個/cm <sup>3</sup> 以下
手段	沈殿時間1.5時間以上	塩素剤投入等により塩素流入率7～10mg/Lとし、残留塩素濃度0.1mg/L以上
	沈殿時間確保が困難な場合等には、凝集剤添加やろ過設備等の設置を行う	接触時間(放流水路を含む)15分以上

## ○ 沈殿→簡易処理→消毒の場合

表4 応急復旧における復旧方法の事例 II（沈殿→簡易処理→消毒）

	水処理		
	沈殿	簡易処理	消毒
目標	当初はBOD120mg/lの確保を目標とし、段階的にBOD:60mg/L		大腸菌群数3,000個/cm <sup>3</sup> 以下
手段	沈殿時間1.5時間以上	必要な滞留時間	塩素剤投入等により塩素流入率7～10mg/Lとし、残留塩素濃度0.1mg/L以上
	沈殿時間確保が困難な場合等には、凝集剤添加やろ過設備等の設置を行う	流入部で曝気後、礫やろ材を充填した水路を通水させる	接触時間(放流水路を含む)15分以上

## ○ 生物処理→沈殿→消毒の場合

表5 応急復旧における復旧方法の事例 III（生物処理→沈殿→消毒）

	水処理		
	生物処理	沈殿	消毒
目標	当初はBOD60mg/lの確保を目標とし、段階的に二次処理水レベルのBOD:15mg/l		大腸菌群数3,000個/cm <sup>3</sup> 以下の確保
手段	最初沈殿池機能が残存している場合は、それを活用し、高負荷運転により処理水量に対応	沈殿時間2～3時間以上	塩素剤投入等により塩素流入率2～4mg/Lとし、残留塩素濃度0.1mg/L以上
	酸素供給能力の不足や汚泥沈降性悪化等による水質悪化に備え、ろ過設備を設置する、あるいは反応槽に凝集剤を添加可能な構造とする。		接触時間(放流水路を含む)15分以上

## ○ 応急復旧における汚泥処理

表6 応急復旧における復旧方法の事例 IV (汚泥処理)

汚泥処理		
		処理水量1,000m <sup>3</sup> /日以下での 検討オプション
目標	脱水処理及び場外搬出	沈殿汚泥の場外搬出
手段	他処理場で運転休止中または予備 扱いの脱水施設移設検討	吸泥車による場外搬出
	複数の小規模処理場においては移 動脱水機の利用検討	近隣での沈殿汚泥の受入れ先確保

## ④ [応急復旧；処理施設（汚水の発生量が想定不可能）]

## ○ 仮設処理施設等

表7 応急復旧における復旧方法の事例 V (仮設処理施設等)

水処理			
生物処理		沈殿	消毒(PMBRは不要)
目標	二次処理水レベル(BOD:15mg/L)		大腸菌群数3,000個/cm <sup>3</sup> 以下
手段	パッケージ型膜分離活性汚泥法(PMBR)の導入 工場製作型極小規模施設の導入 素掘り回分式活性汚泥法等の設置		固形塩素剤投入等により塩素流入 率2~4mg/L、残留塩素濃度 0.1mg/L以上
			接触時間(放流水路を含む)15分 以上

汚泥処理は③の「○応急復旧における汚泥処理」に準じる。

## ⑤ [本復旧；管路施設]

「下水道施設の耐震対策指針と解説 2006年版(日本下水道協会)」を適用した設計、施工を行う。

## ⑥ [本復旧；処理施設（計画上の配慮）]

- a. 処理場位置については、現在位置での復旧を基本とするが、再度災害防止の観点から位置変更が望ましい場合は、十分な検討を行い実施する。
- b. リスク分散の観点から、復旧する処理場の分割配置等が必要な場合は、十分な検討を行い実施する。
- c. 処理グレードを向上しつつ段階に建設する場合は、できる限り先行建設した施設、設備を活用する。
- d. 処理場計画地盤高は、既往津波高さ以上に設定することが望ましいが、非現実的な場合は、合理的な地盤高とする。

- e. 処理場の施設は、津波が想定される場合は、進入方向を検討し、その方向にできる限り平行な配置とする。
- f. 処理場の水処理系列を 2 以上として、それぞれの汚水、汚泥の搬送ルート、電力、空気、水、薬品等のラインを分離させる。
- g. 津波による施設、設備への衝撃を緩和する防護壁を設置する。
- h. 処理場には、被災後応急復旧のための沈殿池を設置するスペースを確保する。

⑦ [本復旧；処理施設（設計上の配慮）]

a. 土木・建築施設

- ・ 土木・建築構造物はコンクリート造とし、地域の避難場所としての活用についても考慮する。
- ・ 水処理施設には、コンクリート造りの覆蓋を設ける。
- ・ 構造計算において、必要な場合は津波荷重を考慮する。
- ・ 津波の進入側には開口部（扉、窓等）を設けない。
- ・ 構造物外部の開口部（扉、窓等）は防水構造とする。

b. 機械設備

- ・ 浸水の可能性のある設備には、冠水対応型モータ、防水端子を採用する。
- ・ 用水設備の機能不全に備え、井戸水によるバックアップを確保する。
- ・ 用水設備の機能不全に対応できる軸シール方式を採用する（無注水メカニカルシールなど）

c. 電気設備

- ・ 防災拠点等から遠隔制御、通信ができる環境とする。
- ・ 制御盤はできる限り 2 階以上の高層階に設置し、必要に応じて独立して高所に設置することを検討する。
- ・ 小規模処理場であっても必ず自家発電設備を設置する。
- ・ 自家発電設備については、冷却水が不要で、多様な燃料に対応可能なガスタービン駆動を採用する。
- ・ 運転時間は 24～48 時間を確保する。