



平成 23 年 4 月 15 日
国土交通省都市・地域整備局下水道部

「下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言」 (下水道地震・津波対策技術検討委員会とりまとめ)について

東日本大震災において被災した下水道施設について、適切な応急復旧を行い、再度災害を防止する本復旧を行うために、本震災の特徴をとらえ、施設の各復旧のあり方を提示することを目的として、(社)日本下水道協会と共同で学識者等からなる「下水道地震・津波対策技術検討委員会」(委員長 濱田政則 早稲田大学教授)を設置し、第 1 回委員会を 4 月 12 日に開催した。

第 1 回委員会では、「下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言」がとりまとめられた。国土交通省では、委員会のとりまとめを受けて、下水道部下水道事業課企画専門官通知として、被災を受けた都県・政令市に提言を本日発出した。

(問い合わせ先) 国土交通省

下水道部下水道企画課 白崎、金澤

下水道事業課 石井、吉田

TEL : 代表 03-5253-8111

(白崎 (内線 34162)、金澤 (内線 34134))

(石井 (内線 34212)、吉田 (内線 34242))

下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言

平成23年4月15日
下水道地震・津波対策技術検討委員会

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。沿岸部に立地し津波の被害を受けた処理場、ポンプ場においては、土木建築物の一部と、機械・電気設備のほとんどが破損するなど、現在判明しているだけでも約 120 ヶ所が機能停止した。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、以下の通り緊急提言として取りまとめた。

2. 公衆衛生の確保の考え方

インフラ等が被災した都市内においても、人間の営みがある限り、し尿等の発生は避けられないものであり、公衆衛生の確保が第一に考えられなければならない。感染症等が流行するリスクを低減させるためにも、未処理下水がマンホールから溢水する事態を早期に解消させる取り組みが重要である。

したがって、下水道管理者は、震災直後の早い段階から、市街地内の全ての下水道管きよを対象に、未処理下水を速やかに排除できる機能を有しているかどうか総点検する必要がある。管きよが破断していたり、汚水ポンプが機能停止している場合には、早急に仮設ポンプ、仮配管によって下水の排除を行う必要がある。その際、水道事業者等への連絡や溢水情報などの市民周知および節水の呼びかけを行う。

また、断水等により水洗トイレが使用できなくなる事態が発生した時や、避難所の仮設トイレの衛生状況の悪化を低減する面から、下水道管渠を活かしたマンホールトイレの設置が有効な場合があるので、設置適地の選定が急がれる。

3. 出水期に向けた緊急浸水対策の考え方

沿岸部を中心として、多くの雨水ポンプが破壊されるとともに排水路なども瓦礫等の進入によって流下能力が低下し、地盤沈下も生じている。

まもなく梅雨による出水期を迎えるため、被災した雨水きよの流下能力の回復を図るとともに、雨水ポンプの修理・交換を早期に実施する必要がある。また、代替措置として仮設ポンプを設置する必要がある場合は、河川、農林部局等、関係部局とも連携しつつ迅速に対応することが求められる。これらの状況をもとに、浸水想定エリア、避難所等に関する情報について、市民に周知することが重要である。

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に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」へとそれぞれの段階に応じた適切な対応とスムーズな移行が必要不可欠である。

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、やむを得ず市内で溢水の恐れがある場合には、土のう、ビニールシート等によって汚泥沈積がない流速を確保しつつ、近傍の水路まで誘導する。必要であれば仮設ポンプの利用やマンホールの側壁を取り壊す判断も必要である。その場合、最低限の消毒を実施するため、液体塩素、またはネット等に封入して流出しない措置を講じた固形塩素剤により消毒を行う。なお、可能であれば仮設沈殿池も設ける。

小水量であれば、吸泥車による処理場への運搬も考えられる。

[参考: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ため、仮設ポンプ等を用いて揚水を行う。また、最低限、消毒を実施し、放流する。

[参考: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等については、本管・人孔内部に溜まった土砂を排除、あるいは、仮設ポンプと仮設配管等によりバイパスを行い、処理施設まで流下させる。

また、低揚程のポンプ施設が機能停止した場合は、サイフォン利用も含めバイパス水路による河川等への放流も考える。

(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、水道の復旧に伴い、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。

その際、汚泥処理の有無が水処理機能に影響するため、処分も含め、被災地のみでは対応困難な場合は広域対応も視野に対応する。

[参考:③]

② 汚水の発生量、時期を想定するのが困難な処理区域

処理区域の大半が津波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ついては、仮設処理施設を設置するなど、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: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補修した管路が、これまでの調査では、今回の地震による再被災はほとんど生じていない。このため、今後の下水道施設の耐震設計と施工には、「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)」を適用する。

なお、千葉県浦安市のように広域的な液状化が生じた地域については、宅地や他のインフラの復旧と連携をとり、適切な復旧方策を検討し、講じる。

(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。

平常時の機能性等を念頭に以下の事項に配慮する。

①計画上配慮する事項

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散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的に建設する場合は、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、再度災害防止や実現性などを総合的に検討して合理的に設定する。

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。

②設計上配慮する事項

a.土木・建築施設

- ・ 土木・建築構造物はコンクリート造とし、屋上部を避難場所として活用することについても考慮する。
- ・ 水処理施設には、コンクリート造等の覆蓋を設ける。
- ・ 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、井戸水等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無注水型ポンプを採用する。

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、冷却水確保が困難な場合は、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。

5. おわりに

東日本大震災によって被災した地域は広範囲に及び、また、被災した支配的な要因も地震動なのか津波なのかによって施設被害の内容も異なっている。したがって、地域によって、下水道施設の復旧のアプローチは異なってくるものと思われる。本提言では、被災施設の「緊急措置」から「本復旧」にかけての留意事項を示しているが、下水道管理者においては、被災状況に応じた的確で柔軟な対応が求められる。

また、津波を外力(津波荷重)として、どのように評価するかは下水道以外のインフラでの被災状況等も勘案して議論する必要がある。土木学会等学協会および研究機関による検討経過を参考にすることがある。現時点では、可能な限り再度災害を防止し、「本復旧」に向けた迅速化が重要である。この場合、ハード・ソフト両面において、官民が保有する最新技術を積極的に活かしていく取り組みが必要である。

参考 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 ³ 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 ³ 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 ³ 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 ³ 以上)

③〔応急復旧；処理施設（汚水の発生量が想定可能な処理区域）〕

○ 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 ³ 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 ³ 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 ³ 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

（注）放流先の環境に影響があると考えられる大規模な処理施設については、早急（2～3ヶ月以内）に、事例IIレベルの対応（BOD:60mg/l程度）を行うことが望まれる。

○ 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 ³ /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な処理区域)]

○ 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 ³ 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 兼振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。

下水道地震・津波対策技術検討委員会 設置趣旨

下水道は重要なライフラインの1つであり、都市の下水を常に適切に排除、処理する役割を担っている。大地震等により下水道がその役割を果たすことができなくなった場合には、各家庭のトイレが使用できないなど住民の生活に大きな影響を与え、汚水の滞留や未処理下水の流出による公衆衛生被害の発生や雨水排除機能の喪失による浸水被害の発生など、住民の生命に係わる重大な事態を生じる恐れがあり、このような事態を回避するために、下水道施設機能の信頼性を高めることが強く求められている。

下水道における地震対策は、阪神・淡路大震災や新潟県中越地震等の教訓を踏まえ、2段階の設計対象地震動を設定し、各施設の重要度などを考慮した耐震対策の考え方を提示し、その対策を促進してきたところである。

このような中、3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、地震動だけでなく津波により広範囲で甚大な被害をもたらした。特にその特性上沿岸域に立地が集中する下水処理場、ポンプ場においては、現在判明しているだけでも50箇所以上が機能停止状況になるなど、機械電気施設を中心として壊滅的被害を受けた。

被害を受けた下水道施設については、応急復旧を図りつつ、本復旧を進めることになるが、その際、

適切な応急復旧を行い、再度災害を防止するための本復旧を行うためには、今回の被害の特徴をとらえ、施設の各復旧のあり方を早急にとりまとめ、提示することが必要である。

このため、学識経験者、国土交通省、地方公共団体、関係団体が参画する「下水道地震・津波対策技術検討委員会」を設置するものである。

下水道地震・津波対策技術検討委員会 委員名簿

	氏名	所属・役職
委員長	濱田 政則	早稲田大学 理工学部 社会環境工学科 教授
委員	今村 文彦	東北大学大学院 工学研究科附属災害制御研究センター 教授
委員	大村 達夫	東北大学大学院 工学研究科 土木工学専攻 教授
委員	中林 一樹	明治大学 政治経済学科 研究科 特任教授
委員	野村 充伸	日本下水道事業団 技術戦略部長
委員	藤本 康孝	横浜国立大学 工学部 電子情報工学科 准教授
委員	松尾 修	(財)先端建設技術センター 普及振興部長
委員	安田 進	東京電機大学 理工学部 建設環境工学科 教授