

## 南海トラフ連動型地震で想定される 下水道施設被害と効果的復旧支援

深谷 渉・松橋 学・横田敏宏

### 1. はじめに

災害列島と称される我が国は、記憶に新しい東日本大震災をはじめ、過去に多くの巨大地震に見舞われてきた。現行の震度法が採用された1996年10月以降における地震だけでも、震度7を観測した地震が2回、震度6強が11回、震度6弱が27回発生している。過去10年毎の震度5弱以上の地震(余震含む)の発生頻度(図-1参照)を見ても、過去20年は非常に多くなっており、いつ、どこで大きな地震が起きてもおかしくない状況にある。

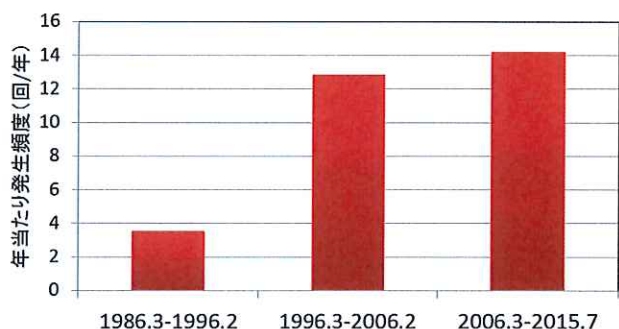


図-1 震度5弱以上の地震発生頻度<sup>1)</sup>

近い将来に発生が予想される地震の1つに、南海トラフ沿いで発生するといわれている南海トラフ連動型地震(以下「南海トラフ地震」という。)がある。地震調査研究推進本部<sup>2)</sup>は平成25年5月、南海トラフ地震の地震規模をマグニチュード8~9クラス、今後30年以内に発生する確率を70%程度と評価しており、地震等による死者は30万人を超えるとも言われている。また、内閣府中央防災会議は平成25年3月、市民の生活を支えるライフラインである下水道について、約2,860万人~約3,210万人が利用困難になると試算<sup>3)</sup>しており、東日本大震災を超える被害が想定される南海トラフ地震に備えた準備が急務である。

### 2. 研究目的

平成23年3月に発生した東日本大震災では、液

状化や津波により、都県を跨がる甚大な下水道施設被害が発生したことから、国を中心とした現地対策支援本部が設置され、応援要請に応じた支援人員・資機材の調整や各種情報整理を実施し、事態の収拾にあたった。

南海トラフ地震では、東日本大震災を大きく上回る下水道施設被害が予想されることから、震後の円滑な支援と早期の下水道機能復旧のために、より正確な被害想定を行い、どこの都市にどれだけの人的物的支援を要するのかを予め推測し、有事に備えることが重要である。

本研究では、南海トラフ地震の効果的な復旧支援のため、中央防災会議の検討結果を踏まえ、南海トラフ地震発生時に迅速かつ適切な下水道施設の復旧支援体制を構築するために必要な被害想定や復旧支援人員の算出を行とともに、効率的な復旧支援に向けた課題を整理した。

### 3. 南海トラフ地震での下水道施設被害想定

#### 3.1 内閣府中央防災会議の想定手法

平成25年3月18日、「南海トラフ巨大地震の被害想定について(第二次報告)」(中央防災会議・南海トラフ巨大地震対策ワーキンググループ)において、ライフラインの被害想定が発表された。ここでは、同公表資料に記載されている下水道施設の被害想定を整理する。

地震動は、南海トラフ巨大地震の強震断層モデル検討会(内閣府中央防災会議)(以下「モデル検討会」という。)で検討された地震動5ケースのうち、「基本ケース」と「陸側ケース(揺れによる被害が最大となるケースとして、基本ケースの強震動生成域を可能性がある範囲で最も陸域側(プレート境界面の深い側)の場所に設定)」の2ケースとし、各地方公共団体の震度は、50mメッシュ毎に算出している。想定津波は、モデル検討会で検討されたものを対象とし、津波11ケースのうち、東海・近畿・四国・九州地方のそれぞれで大きな被害が想定される4ケースを抽出した上で、地震動の組み合わせで被害量を推計している。

管路施設の被害は、下水道統計に基づく地方公共団体毎の管路総延長を任意のメッシュ内の都市部住宅密集地の建物数に応じて配分後、震度階級別（震度5弱～震度7）及び液状化のし易さを示すPL値別の管種・管径別被害率を用いて管路被害延長を算出し、支障人口に換算し推計している。

下水処理場の地震動による被害は考慮しておらず、津波、停電による影響に対して被害量を推計している。処理場の位置データ（メッシュ単位）と処理場の浸水深さ（メッシュ単位）より、処理場別（200～300箇所程度を抽出）の浸水判定により1cmでも浸水している場合は機能停止とし、15日程度で復旧するものと仮定している。

### 3.2 東日本大震災の実績等を考慮した想定見直し

中央防災会議の公表値は、複数都市を一括りにした地域別被害の大略を把握するには十分であるが、耐震化の現状や東日本大震災時の津波による被害実態等が考慮されておらず、個々の地方公共団体における施設被害量を把握することは困難である。

ここでは、下水道施設の復旧支援体制の確立に必要な地方公共団体毎の被害想定精度の向上と復旧支援人員の算出のため、東日本大震災の実績等を考慮した想定見直しの結果について述べる。

#### (1) 管路施設

中央防災会議の管路施設の被害延長推測値は、個々の地方公共団体の管路総延長を用いているが、施設の耐震化状況や管種や管径の違いによる被害の受けやすさを考慮する。このため、耐震指針が改定される前の平成9年度以前に施工された管種別の管路延長に管種・管径別被害率を乗じて被害延長を算出した。その結果、東日本大震災の下水道管路施設被害延長と比較すると、平均震度を用いた場合で約4倍、最大震度を用いた場合で10倍に相当する施設被害が想定された。

地方整備局別の想定結果は図-2の通りであり、中部、近畿で被害が大きいと推測された。管路施設の被害は、液状化による管の損傷・閉塞、マンホールの浮上が主であり、交通支障、トイレの使用制限が懸念される。管路は行政区域に広く敷設されており、被害有無を早期に確認するには多くの人員が必要となることから、早めの支援要請及び迅速な派遣準備が重要である。

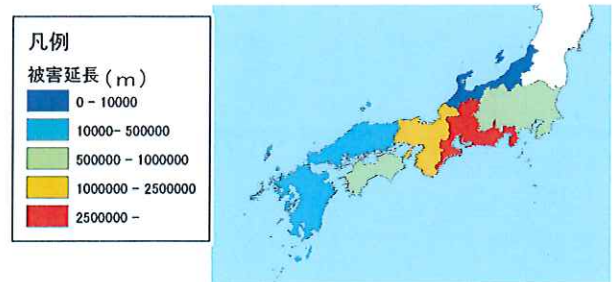


図-2 下水道管路施設の地方整備局別想定被害延長  
(2) 下水処理場

中央防災会議では、浸水＝機能停止として下水処理場の被害判定を行っていたが、東日本大震災では、浸水深さにより被害の程度が異なっていたことから、0.5m ≤ 浸水深さ < 1.0m では一部機能停止、1.0m ≤ 浸水深さでは全機能停止として、浸水深さ別に被害判定を行った。この結果、下水処理場の被害は、震度5以上の揺れに見舞われる下水処理場916箇所のうち約1割が浸水し、浸水する下水処理場のうち2割が一部機能停止、6割が全機能停止に至ることが想定された。地方整備局別の想定結果は図-3の通りであり、中部、近畿、四国の太平洋沿岸部に被害が集中することが推測される。処理場が機能停止すると、未処理下水の公共用水域への流出や市街地での溢水が生じ、衛生環境及び水環境への影響が懸念されるため、他地域からの消毒剤やポンプ車両等の薬品・資器材の調達についての検討が重要である。

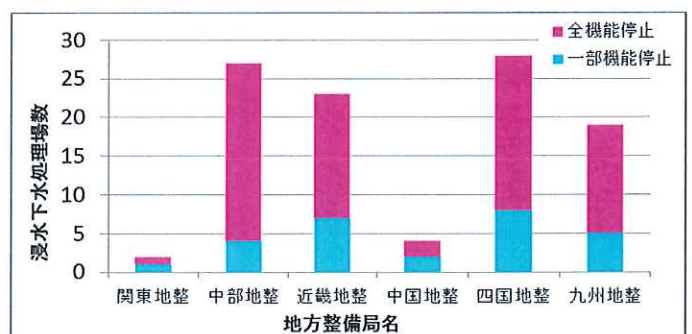


図-3 下水処理場の地方整備局別想定津波被害

## 4. 下水道管路施設の復旧支援

### 4.1 管路施設の復旧支援人員の推測

前述の下水道管路施設被害が発生した際における支援体制構築の一助とするために、被災後に実施する1次調査（地上からの目視調査）及び2次調査（管内TVカメラ調査）に要する人員の規模について、東日本大震災をはじめ過去の主要な震災対応の調査日進量の実績を踏まえ算出する。

表-1 に示す 4 ケースの地震動について、過去の被害状況及び支援実績から震度 6 弱以上が想定される地方公共団体で復旧支援が必要と仮定し、1 次調査及び 2 次調査に要する人員を算出した。この結果 (図-4 参照)、被災していない全国地域の下水道技術系職員の 30%を上限として派遣することを前提とした場合、小~中規模地震のケースでは概ね対応が可能であるが、最大規模の地震が発生した場合には、必要とする約半分の復旧支援人員しか確保できないこととなった。よって、最大規模の地震に対しては、ボランティアや下水道関係機関・OB 等の人材の確保や、民間企業への協力要請など、広範囲な支援が必要である他、被害規模・内容に応じて重点的に支援する都市を選定する必要がある等が考えられた。

表-1 復旧支援人員の試算ケース

ケース	内閣府設定地震の組み合わせ	地震規模
ケース1	震度・PL値平均	小
ケース2	西側震源(震度・PL値最大)	中
ケース3	東側震源(震度・PL値最大)	中
ケース4	震度・PL値最大	大

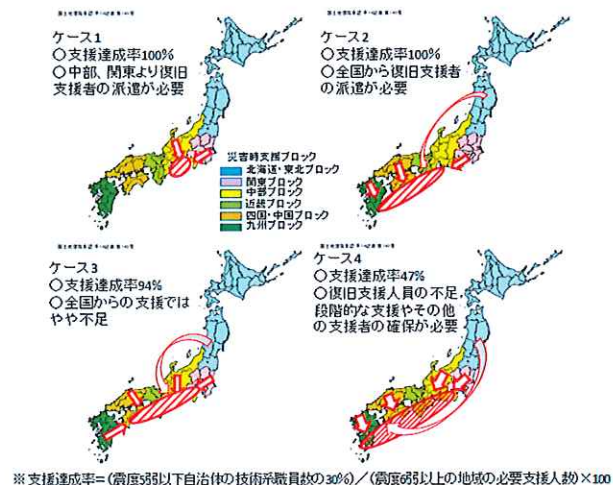


図-4 地震規模別の災害時復旧支援検討結果

#### 4.2 支援重点エリアの抽出例

多数の地方公共団体が被災した場合、支援人員・機材不足が生じる可能性が高いことが想定される。この場合、被害の状況に応じ支援重点エリアを設定し、速やかな復旧による甚大な二次災害の拡大を防止することが考えられる。

ここでは、下記に示す指標を用いて、支援を重点的に行う必要のある地方公共団体の抽出を実施した例を示す。

#### ①震度

東日本大震災の支援実績より、震度 6 弱以上で支援を要することとし、震度 5 以下は支援対象外とした。

#### ②液状化し易さ

下水道管路施設の被害原因の大半は液状化現象によるものであり、また、被害を長期化させる要因であることから、PL 値 5 以上で被害が拡大することとした。

#### ③管路被害率

管路被害延長が大きいと、1 次・2 次調査のための外業が多くなり慢性的な人手不足に陥る。東日本大震災では、震度 6 強となった場合に被災率が 2.5%を超え、支援の必要性が高まると考えられたことから、「被災率 2.5%以上」を指標値として用いた。

#### ④単位被害管路延長あたりの機能支障人口

被災時の事故リスクの大きさを判断するため、人口密集度 200 人/km<sup>2</sup>以上を条件とした。

上記の指標について、重視すべき指標が該当するかどうかを整理し、支援の重点度として順次評価を行い、第一次~第四次の支援重点エリアを整理した (表-2, 図-5 参照)。

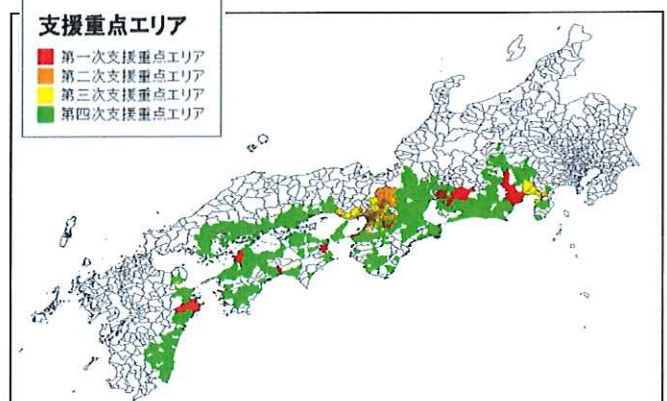


図-5 支援重点エリアの抽出例

#### 5. 下水道管路施設の復旧支援ツールの開発

前述した被害想定及び想定に基づく支援人員は、あくまで想定地震動による試算であり、必ずしも実際の震源地やその規模と符合するとは限らない。

このため、地震直後に公表される防災科学研究所の計測震度情報<sup>4)</sup>を自動取得し、前述した検討成果に準じて下水道管路施設被害想定を即時的に算出可能な被害推測システムを作成した。推測結果は、市町村単位の情報を表計算形式で示すと

表-2 管路施設被害に対する支援重点エリアの抽出イメージ

指標	指標に基づく重点度評価(指標に該当=Yes/非該当=No)					
	第一次支援重点エリア	第二次支援重点エリア	第三次支援重点エリア	第四次支援重点エリア	非重点支援エリア	
①震度(震度6強以上)	Yes	Noかつ6弱以上	Noかつ6弱以上	Noかつ6弱以上	Noかつ5強	Noかつ5弱以下
②被災率(被害延長/総延長 $\geq$ 2.5%)	Yes	Yes	No	No	No	No
③被災管路延長1kmあたりの機能支障人口(200人/km以上)	Yes	Yes	Yes	No	No	No
④液状化し易さ(PL値5以上)	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No
支援対象区分	支援対象(震度6弱以上)				非支援(5強は独力対応想定)	支援側(5弱以下)

もに、被害延長別に色分けし、面的に表現することが可能であり(図-6参照)、震後の支援体制の構築や支援活動への円滑な移行に活用できる。

## 6. おわりに

南海トラフ地震を想定した複数の被災シナリオに基づき、管路施設や処理場の被害量及び復旧支援人員等の推測を行うとともに、効率的な復旧支援に向けた課題を整理した。

南海トラフ地震での下水道施設の被害規模は、管路施設が東日本大震災の4~10倍、津波による処理場被害は中部から九州にかけての沿岸部で約90箇所と推定された。この結果、管路施設は被害確認のための調査人員の支援、処理場は機能停止による環境への影響を低減するための薬品や資器材の調達が重要であり、管路施設の復旧支援に関しては震源地や地震規模に応じて、支援の輪を全国に広げる必要があることが分かった。

これらの成果は、支援ルール等作成の基礎情報や防災訓練時のシナリオとして活用していただくことで被害の抑制に貢献できれば幸いである。

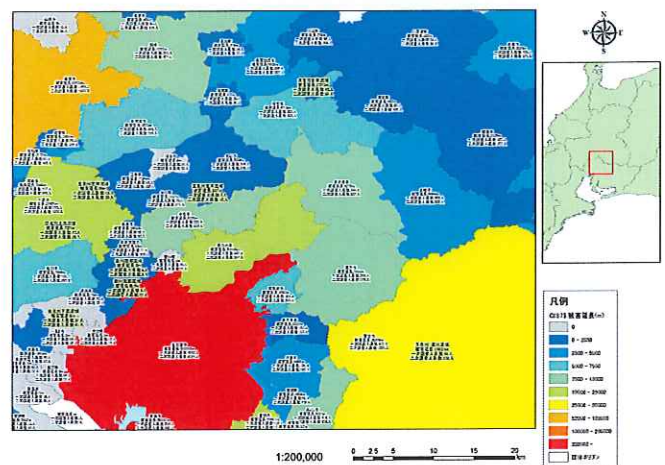


図-6 管路施設被害延長想定マップ表示例

## 参考文献

- 1) 気象庁ホームページ、震度データベース
- 2) 南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)について、平成25年5月24日、地震調査研究推進本部
- 3) 地震調査委員会南海トラフ巨大地震の被害想定について(第二次報告)~施設等の被害~【被害の様相】、平成25年3月18日、中央防災会議防災対策推進検討会議南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ
- 4) 防災科学研究所ホームページ、<http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>

深谷 渉



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室主任研究官  
Wataru FUKATANI

松橋 学



研究当時 国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室研究官、現 企画部企画課  
Manabu MATSUHASHI

横田敏宏



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水道研究室長  
Toshihiro YOKOTA