

# 下水道の地震被害による社会的影響に関する調査研究



研究第一部 研究員  
宮瀬 文裕

## 1 はじめに

兵庫県南部地震をはじめ、多くの地震により、人口が密集する大都市部において、下水道施設に大きな被害が生じている。下水道施設の被災は、トイレの使用不能や公衆衛生の悪化等、住民生活や社会経済活動に大きな社会的影響を与える。この社会的影響の評価方法を確立し、その度合いを定量的に示すことで地震対策の実効性向上に寄与することおよび地震対策を実施した際の効果を定量的に把握することは、効率的な地震対策の推進に重要である。そこで、本調査研究では、下水道施設の被災による社会的影響を定量的に評価する方法について基礎的な検討を行った。今回はその成果の概要について紹介する。

## 2 研究内容

### 2.1 社会的影響の定量的な評価の目的

社会的影響を定量的に評価し、地震対策の実施効果を定量的に評価することは、効率的な地震対策の推進に重要である。また、地震対策の実施効果を定量的で理解しやすい形で提示することは、一般市民の方々に対し、地震対策の有効性をより深く理解していただくために有効な手段と考えられる。

以上のことから、下水道施設の被災による社会的影響を、定量的、かつ具体的で身近な数値として評価が可能な手法について検討する。

### 2.2 資料調査に基づく社会的影響の分類

下水道施設の被災による社会的影響について、様々な被害の事例等に関して文献調査を実施し、その特性により以下の3種類に分類した。

- ① 下水道施設の被災による「直接的な被害」
- ② 下水道施設の被災による機能障害に起因する、公共用水域の水質汚染等の「二次的被害」
- ③ 資産や身体への被害に伴う「社会的、経済的、副次的被害」

被害の事例とその概要について表-1に示す。

表-1 被害の事例とその概要

被害状況に基づく分類	災害時に見られた現象等	被害の内容
① 直接的な被害	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 地震により処理場、管路施設とも甚大な被害が発生した（兵庫県南部地震）。</li> <li>② 処理場では流入部の破断等の甚大な被害が生じた（新潟県中越地震）。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 下水道施設の復旧に514億円超を要した。</li> <li>② 仮設の沈殿・消毒処理施設で早急に対応する必要が発生した。</li> </ol>
② 二次的被害	<ol style="list-style-type: none"> <li>① トイレが使用不可能となり、側溝等をトイレとして使用した（兵庫県南部地震）。</li> <li>② トイレが使用不可能となり、し尿をゴミ袋に詰め、生ゴミとして廃棄した（兵庫県南部地震）。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 排泄物が屋外に放置され、周辺の衛生状況が悪化した。</li> <li>② 排泄物が不適切に処理されるし尿処理問題が発生した。</li> </ol>
③ 社会的、経済的、副次的被害	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 仮設トイレの使用を嫌悪し、排泄を我慢する被災者が多数いた（兵庫県南部地震、新潟県中越地震）。</li> <li>② 断水のため、トイレ用水を運搬する必要があった（兵庫県南部地震）。</li> <li>③ 液状化等によりマンホールが突出した（新潟県中越沖地震）。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>① 飲食制限による衰弱やエコノミー症候群等の健康被害が発生した。</li> <li>② 運搬による過労で入院する人がいた（健康被害の発生）。</li> <li>③ 突出したマンホールが障害物となり片側交互通行や渋滞が発生した。</li> </ol>

### 2.3 下水道施設の被災とそれに起因する社会的影響の関連整理

下水道施設の種別、被災時の機能障害、および社会的影響について、その関連を整理した結果を図-1に示す。下水道施設の被災による機能障害や社会的影響は、別の機能障害や社会的影響の発生・誘発の要因となり、影響する範囲や期間等が次々に拡大していく。そして、これらの社会的影響が積み重なることで、社会経済活動に大きな影響を及ぼすと考えられる。

### 2.4 検討の基本的な考え方

今回は、下水道施設被災時の社会的影響について、被災時の状況を想定した上で、シミュレーションにより、定量的な評価を行う手法について、基礎的な検討を行った。以下に、検討の流れを示す。

- ① 各社会的影響について、定量的評価が可能で、その特性に適した指標を抽出する。
- ② 各指標について、基本条件、評価フローを検討し、定量的な評価手法を設定する。
- ③ 各社会的影響について、被災の影響を低減できる地震対策を設定し、この対策を実施した場合の条件の変化を考慮した上で、②で設定した方法に

より定量的な評価を行う。この結果と②で得られた結果を比較し、地震対策実施の効果を定量的に評価する。

表-2に、被災状況、社会的影響とその評価指標および地震対策の例を整理して示す。

### 2.5 検討対象の社会的影響と被災時の設定

今回の検討では、管路施設の破損が原因の2種類の社会的影響について、その程度と地震対策の実施効果について、定量的な評価手法の検討を行った。

#### 2.5.1 マンホール突出が原因の交通障害

新潟県中越地震では、1,402箇所マンホールが突出し、これに起因する交通事故も発生している。そして、平成19年7月16日に発生した中越沖地震においても写真-1~2に示すようなマンホール突出に起因する交通障害が確認された。マンホール突出が発生すると、緊急車両の通行障害となり、目的地への到着が遅延し、人命の損失や火災延焼面積の拡大等の社会的影響の発生が考えられる。そこで、マンホール突出による交通障害が原因で消防車両の到着が遅れ、火災延焼面積が増大する場合を想定した。

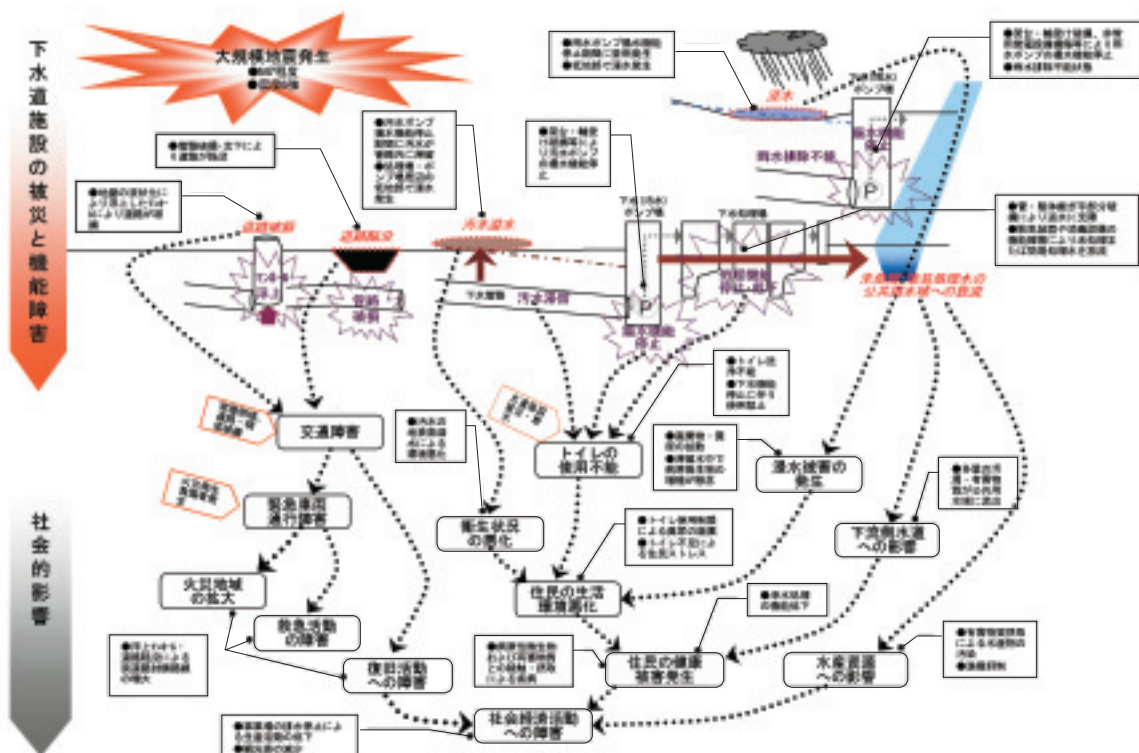


図-1 下水道施設の被災とそれに起因する社会的影響の関連

表一 下水道施設の被災と評価指標の整理結果例

下水道施設の被害	社会的影響およびその指標	対象とする対策
(1)管きょ・マンホールの破損 (マンホールの突出)	●道路面破損, 緊急活動への影響 (交通障害) 【指標】 応急復旧日数, 火災延焼面積	●マンホール取付部耐震化 (突出防止策)
(2)緊急時のトイレ不足 (管きょ・処理場の機能障害等に起因)	●緊急時トイレの不足 【指標】 トイレ不足人数	●マンホールトイレの整備
(3)下流側水道への影響	●水道取水の停止 【指標】 取水停止時間・影響人口	●広域的配水の運用
(4)病原性微生物による感染リスク	●感染者の発生 【指標】 発生感染者数	●汚染区域立入禁止, 汚染水の飲料禁止置

### 2.5.2 緊急時のトイレ不足

兵庫県南部地震では、避難所等で災害用トイレが不足し、屋外で用を足す事例が見られた。屋外で排出されたし尿は、衛生状態の悪化を招くとともに、収集・処理費用が発生する。また、トイレの待ち時間が非常に長いことから、トイレの回数を抑制するため、飲食の制限をしたことで衰弱やエコノミー症候群等の健康被害が発生した。

そこで、避難所でトイレが不足し、トイレを使用する場合は長時間待たなければならず、一部の避難者は屋外で用を足す状況を想定した。

## 2.6 検討結果の概要

今回の検討は、消防拠点の箇所数、避難所収容人数等のデータが入手できた人口約60万人のモデル地区を対象として実施した。

### 2.6.1 マンホール突出が原因の交通障害

マンホール突出に起因する交通障害の影響は、突出

したマンホールを迂回することで現場駆けつけ時間が増大すると設定し、それと比例関係にある延焼面積、火災損害額を評価指標とした。図一2に示すように、モデル地区の1消防拠点の担当面積内で、消防車両が通行する緊急車両通行道路上のマンホールが無対策のため100%突出すると、約7億円の火災被害が発生するが、この道路上に存在するマンホールに集中的に地震対策を実施し、マンホール突出が発生しなかった場合は、約2億円の被害金額となり、地震対策の実施により被害が約70%減少すると定量的に評価された。

### 2.6.2 緊急時のトイレ不足

朝のピーク時にトイレが不足する状況では、トイレ待ち時間が大幅に増加する、また待つことが出来ない人のうちある割合の人\*1は屋外で用を足すと想定し、トイレの待ち時間と屋外に排出されたし尿の収集・処理費を評価指標とした。

図一3に示すように、減災対策として災害用トイレを増設しない場合は最大待ち時間が4時間であるが、



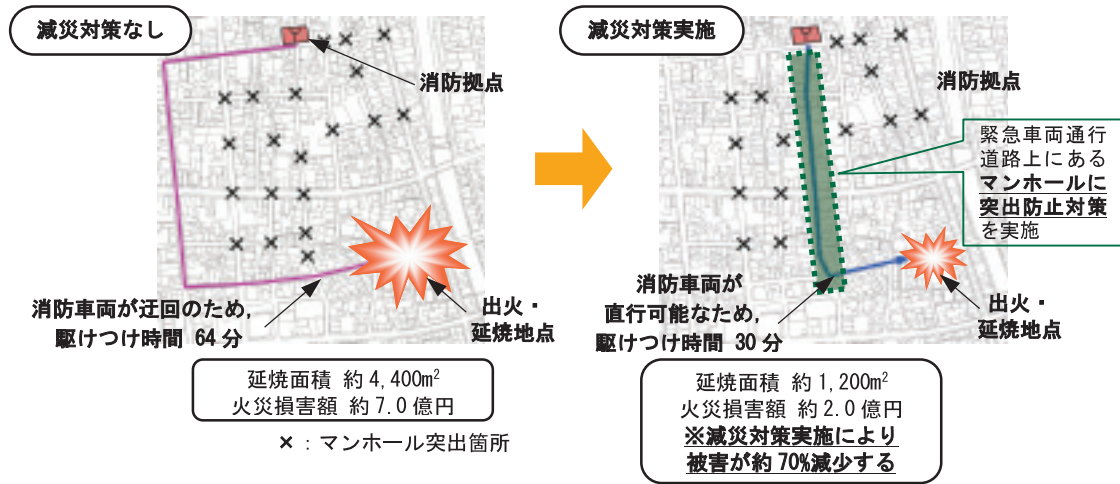
写真一1 マンホール突出による通行障害



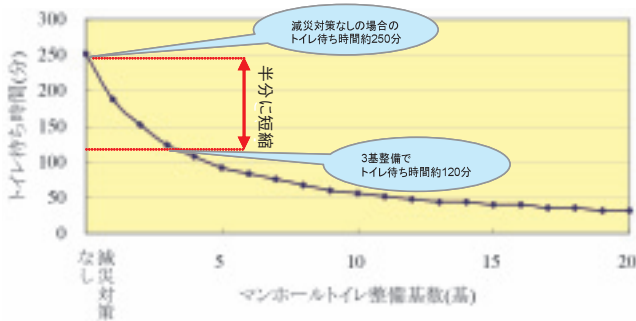
写真一2 マンホール突出に起因する交通渋滞

■マンホールの突出による交通障害の発生と減災対策実施の効果に関する検討結果：延焼面積、火災損害額で評価

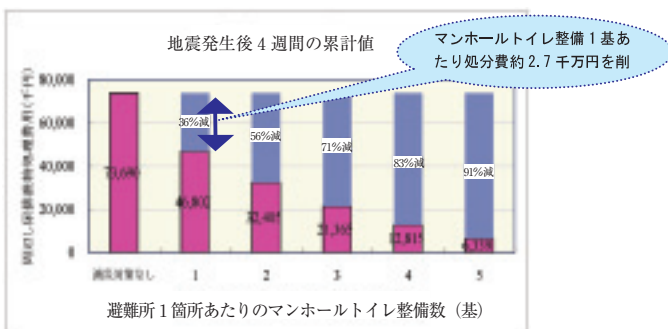
- 減災対策：緊急車両通行道路上のマンホールに対し、優先的にマンホール突出防止対策を実施
- 効果：モデル地区での1出火地点あたりのシミュレーションを実施して効果を評価
  - ・減災対策を実施することで延焼面積・火災損害額が対策のない場合に対して約70%減少



図－2 マンホール突出による交通障害（延焼面積・火災障害金額での評価）



図－3 マンホールトイレ整備効果（待ち時間での評価）



図－4 マンホールトイレ整備効果（収集・処理費用での評価）

減災対策としてマンホールトイレを避難所毎に3基増設すれば待ち時間は半減すると定量的に評価された\*2。また、図－4に示すように、災害用トイレを増設しな

い場合は屋外で排泄されるし尿の収集・処理費用が約7,000万円（モデル地区全域の28日間の合計）であるが、各避難所に1基マンホールトイレを整備する毎に約2,700万円を削減可能と定量的に評価された。

### 3 研究成果のまとめ

- ① 地震発生時に下水道施設が被災した場合に起こりうる状況を想定した条件下でシミュレーションを行うことにより、下水道施設の被災による社会的影響と地震対策実施の効果を定量的に評価できることが確認された。
- ② 適切な地震対策をどこで、どれだけの量を実施するかについて、シミュレーションにより対策実施効果を評価することで、効率的な地震対策の策定が可能であることが確認された。

\*1：NPO法人大丸有エリアマネジメント協会に依頼したアンケート結果をもとに、屋外で用を足す人の割合を45%と設定。アンケート結果全体は、<http://www.marunouchi-research.com/>で公開中。

\*2：今回の事例は、モデル地区で最も災害用トイレが不足する避難所を想定し、朝のピーク時に災害用トイレ1基当たり、トイレを使用したい人が64人集中すると設定した。