

# 地震による管路被害予測の確立に向けた研究

## 報告書

### 【概要版】

平成25年3月

公益財団法人 水道技術研究センター

## 発刊にあたって

日本は世界有数の地震多発国であり、平成7年の兵庫県南部地震以降、各地で大規模地震が頻発しています。水道においても、被害を最小限におさえるため、管路の耐震性向上を効率よく進めることが必要で、そのため適確な被害予測の方法の構築が求められています。

水道技術研究センターでは、平成20年度から22年度にかけて、厚生労働科学研究費補助金による「地震による管路被害予測等に関する研究」を行い、兵庫県南部地震（平成7年）、新潟県中越地震（平成16年）、新潟県中越沖地震（平成19年）において水道管路に生じた被害状況を調査分析し、「管路被害予測式」を提案しました。

また、平成23年3月に発生した東北地方太平洋沖地震では、これまでの地震に比べて、東北から関東の太平洋岸に至る広い範囲で甚大な被害が生じ、水道管路についても多くの被害が発生しました。

本研究では、東北地方太平洋沖地震により生じた管路被害を新たな知見として加え、先に提案した「管路被害予測式」の検証・修正を行いました。これにより今後は水道の管路被害をより高い精度で予測できるようになったと考えております。

最後に、本研究の推進にあたっては、大学、水道事業体、企業の学識者、技術者からなる委員会を設置いたしました。委員の皆様をはじめ、本研究の推進に御尽力いただいた多くの関係者の方々に心から御お礼申し上げますとともに、本研究の成果が、今後の水道管路耐震化のさらなる推進に寄与することを期待いたします。

平成25年3月

公益財団法人 水道技術研究センター  
理事長 藤原 正弘

## 発刊にあたって

平成 23 年東北地方太平洋沖地震では管路をはじめとする水道施設に甚大な被害が発生し、256 万戸を超える断水により、市民生活に大きな影響が生じました。水道管路の耐震化の推進が急務な課題であることは明白であります。しかし、財政、人的資源など多くの問題を抱えており、なかなか進展していないのが現状であります。

このような制約の中で効率よく管路の耐震化を推進していくためには、管路の被害予測を簡易に精度よく行い、耐震化の優先順位を精査することが重要です。しかし、「簡易に」という言葉と「精度よく」という言葉は二律背反の関係にあり、精度を上げるためには詳細な予測が必要であり、簡易に行うと精度が犠牲になることがあります。

本研究では、耐震化の優先順位を考えるための管路被害予測式を、中小も含めた水道事業体に広く使ってもらうことを大前提に考えています。したがって、被害予測に必要なデータは容易に準備できるものだけに限っています。「簡易に」に少し重心が寄っていると言えるかもしれません。

しかし、精度を犠牲にしては使い物になりません。そこで、東北地方太平洋沖地震による管路被害を収集分析し、先に提案した管路被害予測式の検証を行い、精度をさらに向上するための改良を行いました。また、被害を危険側に予測すること、すなわち予測した被害数よりも多い被害が実際に発生することを極力避けることを考えました。したがって、少し安全側に予測される場合がありますが、耐震化の優先順位を考える上ではメリハリのついたものになると考えております。

最後になりましたが、本研究の推進のために御尽力いただきました水道事業体、企業からの委員の皆様、事務局の水道技術研究センターの皆様には厚くお礼申し上げます。本研究成果が、水道管路の耐震化促進に直接寄与することを期待しています。

平成 25 年 3 月

地震による管路被害予測の確立に向けた研究検討委員会  
委員長 宮 島 昌 克

地震による管路被害予測の確立に向けた研究  
報告書  
【概要版】

目 次

<b>1. 本研究の目的と研究体制</b> .....	<b>1</b>
1.1 本研究の目的 .....	1
1.2 研究体制 .....	2
<b>2. 本研究の概要</b> .....	<b>3</b>
2.1 管路被害予測式の検証 .....	3
2.2 管路被害予測式（改訂版）の提案 .....	3

## 1. 本研究の目的と研究体制

### 1.1 本研究の目的

平成7年の兵庫県南部地震で生じた水道施設の甚大な被害を契機に、水道施設における地震対策の重要性が注目されることとなった。同地震以後も、平成16年に新潟県中越地震、平成19年に能登半島地震、新潟県中越沖地震等、各地で地震が頻発しており、その重要性はますます高まっている。水道施設の内、管路に対する地震被害に着目すると、継手の抜けや管体破損による断水、漏水が発生しており、兵庫県南部地震の管路被害実績をもとに、管路の地震被害予測手法が開発されてきた。

水道技術研究センターでは、平成20年度から22年度の3か年にわたって実施した厚生労働科学研究費補助金による「健康リスク低減のための新たな浄水プロセス及び管路更新手法の開発に関する研究」の一環として「地震による管路被害予測等に関する研究」を行い、一定の成果を得ている。

平成23年3月に発生した東北地方太平洋沖地震により、水道管路についても新たに広い範囲で多くの被害が確認されている。今後も東南海・南海地震等の大規模地震の発生が予想されており、過去の地震被害実績から提案された被害予測手法に対し、今回の地震で得られた最新の知見を加えることにより、予測手法の検証や精度向上を計ることは水道事業者から強く求められるものと考えられる。

本研究は、上記地震による管路被害データの収集・分析を行い、それにより得られた知見を、これまでに提案された被害予測手法に加えることにより、より精度を高めた管路被害予測手法を確立することを目的としたものである。

## 1.2 研究体制

「地震による管路被害予測の確立に向けた研究」検討委員会の研究体制を以下に示す。

なお、所属、部署名については研究参画時（複数年にわたる場合は最終年次）の所属を記載した。

（敬称略）

委員区分	所属	所属部署名	委員氏名	備考
学識者	金沢大学	理工研究域 環境デザイン学系	宮島 昌克	委員長
事業体	石巻地方広域水道企業団	建設課	尾形 渉	
	仙台市水道局	給水部 計画課	横橋 勇太郎	平成 23 年度
			西野 雅夫	平成 24 年度
	千葉県水道局	技術部 計画課	林 敏幸	平成 23 年度
渡邊 浩司			平成 24 年度	
盛岡市上下水道局	給排水課	佐々木 謙		
企業	(株)クボタ	パイプシステム営業ユニット	打越 聡	平成 23 年度
		パイプシステム事業部 鉄管研究部	岸 正蔵	平成 23・24 年度
	(株)栗本鐵工所	パイプシステム事業本部 鉄管事業部 技術本部 研究部	岸本 圭司	
	フジ地中情報(株)	システム開発室	伊澤 義博	
事務局	水道技術研究センター	常務理事	武内 辰夫	
		主幹	鈴木 泰博	
		管路技術部長	堀江 良次	
		管路技術部	足立 渉	平成 23 年度
			桐村 昭充	平成 24 年度
			上松瀬 将弘	平成 23 年度
渡部 和弘	平成 24 年度			

## 2. 本研究の概要

### 2.1 管路被害予測式の検証

本研究では東北地方太平洋沖地震の水道管路被害データを収集し、平成 20 年度から平成 22 年度に行った「地震による管路被害予測等に関する研究」で提案した管路被害予測式の検証を行った。水道管路被害データ及び水道管路図は以下に示す 5 事業者から提供を受けた。

なお、検証の対象とした管路被害データは、管口径  $\phi 50\text{mm}$  以上の導・送・配水管（属具施設の被害を除く。）における被害とした。

対象地域	事業者名	対象地域の特徴
宮城県仙台市	仙台市水道局	人工改変地が多く存在する地域
千葉県浦安市（臨海部埋立地）	千葉県水道局	液状化が発生した地域
千葉県旭市	旭市水道課	液状化が発生した地域
宮城県石巻市（旧石巻市）	石巻地方広域水道企業団	震源から近い地域
宮城県登米市	登米市水道事業所	地表面最大速度が高い地域

### 2.2 管路被害予測式（改訂版）の提案

検証の結果、液状化が発生した浦安市及び旭市や、仙台市に多くみられる人工改変地では、実際の被害が従来の予測式で求めた被害率よりも高くなった。したがって管路被害予測式の改定を行うこととした。図 2-1 に管路被害予測の実施フロー（改訂版）を表 2-1 に管路被害予測式と補正係数（改訂版）を示す。

※検証結果の詳細は、「報告書 4. 地震による管路被害予測式の検証」を参照。

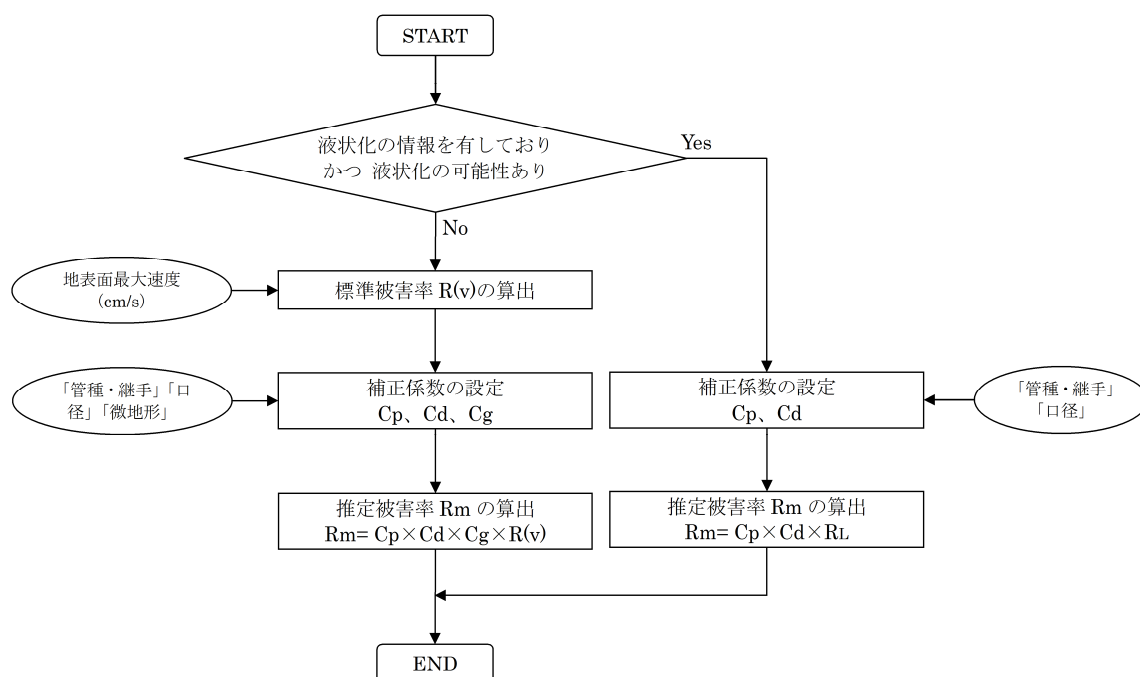


図 2-1 管路被害予測の実施フロー（改訂版）

表 2-1 管路被害予測式と各補正係数（改訂版）

地震による管路被害予測式					
液状化の情報を有していない場合、 又は 液状化の可能性がない場合の被害予測式			液状化の情報を有しており、 かつ 液状化の可能性ありの場合の被害予測式		
$R_m = C_p \times C_d \times C_g \times R(v)$ $R(v) = 9.92 \times 10^{-3} \times (v - 15)^{1.14}$ $v : \text{地震動の地表面最大速度 (cm/s)}$ $(\text{ただし、} 15 \leq v < 120)$			$R_m = C_p \times C_d \times R_L$ $R_L = 5.5$		
補正係数					
管種・継手	$C_p$	口径	$C_d$	管が布設されている微地形	$C_g$ 注1
DIP(A)	1.0	φ 50-80	2.0	山地 山麓地 丘陵 火山地	0.4
DIP(K)	0.5	φ 100-150	1.0	火山山麓地 火山性丘陵	
DIP(T)	0.8 注2	φ 200-250	0.4	砂礫質台地 ローム台地	0.8
DIP(離脱防止)	0	φ 300-450	0.2	谷底低地 扇状地 後背湿地	1.0
CIP	2.5	φ 500-900	0.1	三角州・海岸低地	
VP(TS)	2.5			自然堤防 旧河道 砂州・砂礫州	2.5
VP(RR)	0.8 注3			砂丘	
SP(溶接)	0.5/0 注4			埋立地 干拓地 湖沼	5.0
SP(溶接以外)	2.5 注5				
ACP	7.5 注6				
PE(融着)	— 注7				

- 注 1 管が布設されている微地形の補正係数「 $C_g$ 」の値についても、微地形ごとの液状化の発生頻度のある程度反映している。
- 注 2 平成 11 年度以前に出荷されたものに限る。平成 11 年度以降に出荷されたものはダクタイル鋳鉄管 K 形継手と同等と評価されているので補正係数を 0.5 とする。
- 注 3 RR 継手を有する塩化ビニル管は布設延長が十分ではなく\*、ダクタイル鋳鉄管の T 形継手と継手構造が近いことから、クロス集計の結果も考慮して同等の係数とした。また、RR ロング継手を有する塩化ビニル管は、管路被害データが RR 継手のものと区別されていなかったため、個別の補正係数は算定できなかった。
- 注 4 裏波溶接が採用される以前の片面溶接管（φ 700 以下で 1975 年以前に布設のもの）に限り補正係数を 0.5 とし、それ以外のは 0 とする。
- 注 5 溶接以外の鋼管の布設延長も十分ではなく\*、継手強度試験結果などからクロス集計の結果も考慮して鋳鉄管、塩化ビニル管 TS 継手と同等の係数とした。
- 注 6 石綿セメント管の布設延長も十分ではなく\*、クロス集計の結果などから算定した。
- 注 7 融着継手を有する配水用ポリエチレン管は地震による被害がないが、布設延長が十分でない\*ことから、補正係数は算定できなかったため、「平成 18 年度 管路の耐震化に関する検討会報告書（厚生労働省）」を参照し、各水道事業者の判断により設定できることとする。

※ 地震による管路被害データを多変量解析で分析するにあたり、データサンプルとして布設延長が十分ではないことを意味している。