

厚生科学研究費補助金  
生活安全総括研究事業

震災時水道施設復旧支援システム開発研究

平成13年度 総括研究報告書

主任研究者 藤原正弘  
(財団法人 水道技術研究センター)

平成14(2002)年4月

## 目 次

### I. 総括研究報告書

震災時水道施設復旧支援システム開発研究 .....	1
---------------------------	---

II. 研究成果の刊行に関する一覧表 .....	10
--------------------------	----

III. 研究成果の刊行物・別刷 .....	11
------------------------	----

## 厚生科学研究費補助金（生活安全総合研究事業）

## 総括研究報告書

主任研究者 藤原 正弘 財団法人 水道技術研究センター 専務理事

## 研究要旨

## （影響度予測システム）

最終年度である本年度は平成11年度に立案した研究の全体方針に従い、被害予測結果をもとに、合理的に断水人口を予測し、効率的な耐震化計画、応急対策を支援することが可能である影響度予測システム（プロトタイプシステム）の開発を行った。また、影響度予測システム（プロトタイプシステム）を活用して、様々な震災施策に対する感度分析、及びその分析結果の評価方法を検討した。さらにモデル地区として、効率的な耐震化計画を立案するための基本的な考え方について提案を行った。

## （被害探査技術）

地震災害時の水道施設の早期復旧に必要な、効率的かつ経済的な管路被害探査・探知技術の開発を目的として空管、満水時にも適用可能な技術開発の検討を行った。効率的な探査技術の検討については金沢市企業局の水道施設データを用いて従来技術による効率的探査・復旧手順を示し、ケーススタディにて新技術（空管探査）導入の効果を確認した。また実用性の高い音響法・音圧法について、被害探査試作機を製作し実験研究を行った。

## A. 研究目的

日本における水道の普及率は96%を超え、生活用水のほとんどを水道に頼っており、衛生的な生活の確保のために欠くことのできない社会基盤施設となっている。このような状況で地震が発生し、水道施設が被災した場合、水道事業体は迅速な応急復旧・応急給水の実施を迫られることになるが、最も効率的かつ効果的な方策の検討手法に関する研究がなされていないのが実情である。このようなことから、本研究では被害予測結果をもとにして、合理的に断水人口を予測し、最も効率的な応急復旧・応急給水の実施計画策定を可能とするシステムの構築を図ると共に、被害探査装置及び被害探査手法の研究を行い、これを統合した復旧支援システムの構築を目的とする。

## B. 研究方法

本研究は産学官の共同プロジェクトとして実施し、その実施に当たっては学識者、水道事業体及び民間企業からなる「震災時水道施設復旧支援システム開発研究検討委員会」とそのもとに「幹事会」、「幹事会作業プロジェクト」、「影響度予測システム研究WG」及び「被害探査技術研究WG」を設置し、種々の審議、検討を重ねながら研究開発を推進しているところである。

（検討委員会の構成）

別表 1

（幹事会の構成）

別表 2

（幹事会作業プロジェクトの構成）

### 別表 3

(影響度予測システム研究WGの構成)

### 別表 4

(被害探査技術研究WGの構成)

### 別表 5

本研究は平成11年度から平成13年度までの3か年で実施する。

(倫理面への配慮) 倫理上問題となる実験は実施していないため、配慮すべき事項なし。

## C. 研究結果

(影響度予測システム研究)

### 1) 影響度予測システムの開発

平成11年度調査のシミュレーション手法の検討、平成12年度調査の東灘第2低層をモデル地区としたパラメータ、手法の検証を受けて、本年度調査では地震による被害予測結果をもとに、合理的に断水人口を予測し、効率的な耐震化計画、応急対策を支援することが可能である影響度予測システム(プロトタイプシステム)の開発を行った。

### 2) 影響度予測システムの適用

影響度予測システム(プロトタイプシステム)を活用して、様々な震災施策に対する感度分析、及びその分析結果の評価方法を検討した。さらに東灘第2低層をモデル地区として、効率的な耐震化計画を立案するための基本的な考え方について提案を行った。

### 2) 効率的探査技術の検討

効率的探査手法や新しい探査技術の効果を試算するには、実際の管路網を対象として、地震時の被害を想定し、その復旧計画を立案し、復旧の基礎条件を与えてモデル上での復旧のケーススタディが必要である。今年度は金沢市企業局の水道施設データを用いて、昨年度に引き続いて管路被害復旧作業のケーススタディを実施した。

このケーススタディは、管路網を幹線と配水支

線に分離して、配水支線は市内の校下図形単位に探査復旧することを条件として設定し、それぞれについて従来技術で被害探査した場合と、空管の被害探査を含めた新技術を併用した場合の2通りの復旧日数を求めた。その結果、幹線および配水支線のいずれも探査効率向上によって復旧日数が短縮することを確認した。

### 3) 新探査技術の基礎実験

#### ①音響法の基礎実験研究音圧法の基礎実験研究

前年度までに実施した水中音響特性確認の基礎実験、破損配管内部音響解析、音響法による通水時の被害探査アルゴリズムの開発および川井浄水場でのフィールド実験の結果をふまえて、今年度は音響法による被害探査試作機を製作した。この有効性を評価するために川井浄水場で満水時および空管での被害探査フィールド実験を実施した。さらに地中配管でのフィールド実験も実施し、破損部に起因した反射波検出による漏水位置推定有効性を確認した。

#### ②音圧法の基礎実験研究

前年度までに実施した音圧法による漏水判定の基礎実験、漏水判定基準の検討、漏水位置検知の川井浄水場でのフィールド実験、測定機器の検討と試設計をふまえて、今年度は音響法による被害探査試作機の製作、試作機による川井浄水場でのフィールド実験、実際の埋設管路における音圧測定を実施した。実験結果から複数点の音圧測定データから、漏水区間の判定と探査範囲の絞り込みを効率的に行なう方法を検討すると共に、1000mを超える音圧伝播を確認した。

## D. 考察

(影響度予測システム研究)

影響度予測システムの活用方法として、震災対策

の効果の検討と効果的な耐震化計画の立案を示し、モデル地区における震災施策の実施効果について定量的に把握するために基準となるケースとの比較を行い震災施策の効果を把握することができた。震災対策では幹線の耐震化を実施することだけではなく、応急復旧、応急給水にも大きな効果があることが分かった。これら影響度予測システムを繰り返し検討することにより、効果的な耐震化計画を立案することができた。影響度予測システムの適用では、地震発生前の事前検討をイメージしているが、被害状況や復旧状況を影響度予測システムにて状況に合わせた効率的な応急対策の検討、あるいは耐震化管路等の施設整備費用とその効果を用いて、費用対効果を算出し、施設整備の優先順位を決定することも可能である。

#### E. 結論

研究目的であった水道施設被害予測結果をもとにして、合理的に断水人口を予測し、最も効率的・効果的な応急復旧・応急給水の実施計画策定を可能とする震災時水道施設復旧支援システムの構築、空管、満水管に併用可能な漏水・断水探知技術の研究及び管路の漏水・断水自動検知システムの研究を行った。これらによって、事前の施設被害予測と異なる被災状況や復旧の進捗による状況の変化にも迅速に対応が可能となり、合理的な応急復旧・応急給水計画の立案が行えることが可能となった。また、当該システムを利用して現状施設・体制等の震災時における対応性を評価することにより、効率的・効果的な施設更新、耐震化、応急復旧体制などの合理的な震災対策計画の立案も可能となった。

#### F. 研究発表

##### 1. 論文発表

###### 1) 水道協会雑誌

Vol. 70, No. 7, pp. 2-14, 2001. 7

発表論文名：「都市直下型地震を考慮した池状構造物・水管橋の簡易診断手法に関する研究」

著者氏名：高田至郎、藤原正弘、鈴木泰博、竹内貴司、中嶋良和、沼田篤男

###### 2) 水道協会雑誌

Vol. 70, No. 6, pp54-65, 2001. 6

発表論文名：「地盤増幅特性と液状化を考慮した水道管路被害予測システムの研究」

著者氏名：高田至郎、藤原正弘、宮島昌克、武田賢治、加藤高敏、加藤博光

###### 3) 水道協会雑誌

Vol. 70, No. 6, pp66-80, 2001. 6

発表論文名：「地震時の管路被害探査技術に関する検討」

著者氏名：細井由彦、藤原正弘、池田雅孝、熊澤正博、清水治和、若林修一

###### 4) 水道協会雑誌

Vol. 70, No. 5, pp. 21-37, 2001. 3.

発表論文名：「直下型地震災害特性に基づく管路被害予測手法の研究」

著者氏名：高田至郎、藤原正弘、宮島昌克、鈴木泰博、依田幹雄、戸島敏雄

###### 5) 土木学会環境システム研究論文集

第28巻, pp. 215-226, 2000. 10.

発表論文名：「水道における事業実施効果の評価方法に関する検討」

著者氏名：細井由彦、田村渉、城戸由能

6) 土木学会第55回年次学術講演会講演概要集(CD-ROM), 2000. 9.

発表論文名：「水平伝播する地震波の地盤ひずみと埋設管のひずみ」

著者氏名：津田喜裕、小池 武、北浦 勝、宮島昌克

###### 7) ライフライン情報社「ウォーターサイド21」

発表論文名：地震被害の予測、探査技術の開発と

## 今後の方向」

著者氏名 : 鈴木泰博

### 2. 学会発表

#### 1) 第51回 全国水道研究発表会講演集,

pp. 368-369, 2000. 5

発表論文名: 「漏水調査の最適間隔の決定に関する考察」

著者氏名 : 細井由彦・市平雅美・城戸由能

#### 2) 土木学会中部支部 平成12年度研究発表会

講演概要集, pp. 81-82, 2001. 3.

発表論文名: 「地震被害ポテンシャルマップを用いた上水道管路網のリアルタイム被害把握に関する研究」

著者氏名 : 川畑公義, 宮島昌克, 北浦 勝

#### 3) 第51回全国水道研究発表会講演集

pp. 52-53, 2000. 5.

発表論文名: 「プロジェクトの実施効果を評価するための給水事業便益の計測法に関する検討」

著者氏名 : 細井由彦・飯田奈穂・城戸由能

#### 4) 第51回全国水道研究発表会講演集

pp. 38-39, 2000. 5.

発表論文名: 「水利用に関連する生活時間に関する考察」

著者氏名 : 細井由彦・田村渉・城戸由能

## G. 知的所有権の取得状況

### 1. 特許取得

特に記載する事項なし。

### 2. 実用新案登録

特に記載する事項なし。

### 3. その他

特に記載する事項なし。

(別表1)

## 検討委員会の構成

氏名	所属	主たる所掌業務
高田 至郎	神戸大学 工学部 建設学科	震災時水道施設復旧 支援システム開発研 究に係る審議
細井 由彦	鳥取大学 工学部 社会開発システム工学科	
宮島 昌克	金沢大学 工学部 土木建設工学科	
安藤 保彦	名古屋市上下水道局 配水部 配水課	
池田 雅孝	フジ地中情報(株) 技術開発センター	
太田 正博	(株)栗本鐵工所 鉄管研究部	
小川 淳	(株)NTTデータ 公共地域ビジネス事業本部	
小棚木 修	(株)日水コン 環境事業部	
加藤 高敏	(株)東芝 公共システム技術第一部	
片岡 勝幸	千葉県水道局 技術部 計画課	
後藤 昌弥	日本上下水道設計(株) 水道事業本部	
須藤 常夫	大阪府水道部 事業管理室	
高橋 照章	横浜市水道局 配水部 配水課	
竹内 貴司	新日本製鐵(株) 水道施設部	
戸島 敏雄	(株)クボタ 鉄管研究部	
中島 良和	日本鋼管(株) 水道営業部	
野口 芳男	東京都水道局 建設部	
松本 毅	(株)東京設計事務所 企画開発室	
山本 久五	神戸市水道局 技術部 配水課	
依田 幹雄	(株)日立製作所 情報制御システム事業部	

(別表2)

## 幹事会の構成

氏名	所属	主たる所掌事項
依田 幹雄	(株)日立製作所 情報制御システム事業部	震災時水道施設復旧 支援システム開発研 究に係る審議
池田 雅孝	フジ地中情報(株) 技術開発センター	
太田 正博	(株)栗本鐵工所 鉄管研究部	
小川 淳	(株)NTTデータ 公共地域ビジネス事業本部	
小棚木 修	(株)日水コン 環境事業部	
加藤 高敏	(株)東芝 公共システム技術第一部	
後藤 昌弥	日本上下水道設計(株) 水道事業本部	
竹内 貴司	新日本製鐵(株) 水道施設部	
戸島 敏雄	(株)クボタ 鉄管研究部	
中島 良和	日本鋼管(株) 水道営業部	
松本 毅	(株)東京設計事務所 企画開発室	



(別表3)

## 幹事会作業プロジェクトの構成

	所 属	主たる所掌事項
依田 幹雄	(株)日立製作所 情報制御システム事業部	震災時水道施設復旧 支援システム開発研 究に関する計画・実施
池田 雅孝	フジ地中情報(株) 技術開発センター	
小棚木 修	(株)日水コン 環境事業部 技術第一部	
加藤 高敏	(株)東芝 公共システム技術第一部	
竹内 貴司	新日本製鐵(株) 水道施設部	
戸島 敏雄	(株)クボタ 鉄管研究部	

(別表4)

## 影響度予測システム研究WGの構成

氏名	所属	主たる所掌事項
小棚木 修	(株)日水コン 環境事業部	影響度予測システム研究に関する計画・実施
太田 正博	(株)栗本鐵工所 鉄管研究部	
加藤 博光	(株)日立製作所 システム開発研究所	
竹内 貴司	新日本製鐵(株) 水道施設部	
戸島 敏雄	(株)クボタ 鉄管研究部	
中島 良和	日本鋼管(株) 水道営業部	
平原 明	(株)東芝 電力・産業システム技術開発センター	
松本 毅	(株)東京設計事務所 企画開発室	

(別表5)

## 被害探査技術研究WGの構成

氏名	所属	主たる所掌事項
加藤 高敏	(株)東芝 公共システム技術第一部	被害探査技術研究に関する計画・実施
池田 雅孝	フジ地中情報(株) 技術開発センター	
笠原 一朗	日本鋼管(株) 水道営業部	
小竹 寿彦	(株)NTTデータ 公共地域ビジネス事業本部	
桜井 祥己	(株)クボタ パイプエンジニアリング部	
竹内 貴司	新日本製鐵(株) 水道施設部	
野村 剛	日本上下水道設計(株) 水道事業本部	
松浦 範英	(株)栗本鐵工所 鉄管研究部	

研究成果の刊行に関する一覧表

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
高田至郎、藤原正弘 鈴木泰博、竹内貴司 中島良和、沼田篤男	「都市直下型地震を考慮した池状構造物・水管橋の簡易耐震診断手法に関する研究」	日本水道協会 「日本水道協会雑誌」	第802号	p2～p14	2001.7
高田至郎、藤原正弘 宮島昌克、武田賢治 加藤高敏、加藤博光	「地盤増幅特性と液状化を考慮した水道管路被害予測システムの研究」	日本水道協会 「日本水道協会雑誌」	第801号	p54～p65	2001.6
細井由彦、藤原正弘 池田雅孝、熊澤正博 清水治和、若林修一	「地震時の管路被害探査技術に関する検討」	日本水道協会 「日本水道協会雑誌」	第801号	p66～p80	2001.6
高田至郎、藤原正弘 宮島昌克、鈴木泰博 依田幹雄、戸島敏雄	「直下型地震災害特性に基づく管路被害予測手法の研究」	日本水道協会 「日本水道協会雑誌」	第798号	p21～p37	2001.3
細井由彦、田村 涉 城戸由能	「水道における事業実施効果の評価方法に関する検討」	土木学会環境システム研究論文集	第28巻	p215～ p226	2000.10
津田喜裕、小池 武 北浦 勝	「水平伝播する地震波の地盤ひずみと埋設管路」	土木学会第55回年次学術講演会講演概要集			2000.9
鈴木泰博	「地震被害の予測、探査技術の開発と今後の方向」	ライフライン情報社 「ウォーターサイド21」	No.31	p6～p10	1999.11

20010935

以降のページは雑誌/図書等に掲載された論文となりますので、  
「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください。