

平成11年度 厚生科学研究費による

震災時水道施設復旧支援システム開発研究

報 告 書

平成12年3月

財団法人 水道技術研究センター

はじめに

水道は普及率が96%を超え、いまや衛生的な生活の確保はもちろん、社会生活の上で欠くことのできない社会基盤施設となっています。しかし、それゆえに地震等の災害により水道施設が被害を受けると、市民生活に甚大な影響がもたらされ、水道事業体は迅速な応急復旧・応急給水の実施を迫られます。しかしながら、これらの効率的かつ効果的な手法については十分な研究がなされているとはいいがたいのが実情です。

このような背景から、当センターでは厚生省の厚生科学研究費補助金を受け、また関連する専門技術を有する企業11社の協力により共同研究費を得て平成11年度から13年度までの3か年計画で、次のような研究を推進することになりました。

- 1) 「地震による水道被害の予測及び探査に関する技術開発研究」(平成8~10年度)の成果として得られた被害予測結果をもとにして、論理的な断水人口を予測する手法と応急復旧・応急給水シミュレーションの確立。
- 2) 空管・満水時に併用可能な漏水・断水探査技術の確立と管路の漏水や断水を自動的に検知するシステムの確立
- 3) 水道事業体の防災計画立案及び被災時の応急復旧等に活用可能な支援システムの開発。

本研究の実施に当たっては、学識者、水道事業体及び企業の専門家からなる「検討委員会」(委員長:高田神戸大学教授、副委員長:細井鳥取大学教授)と、そのもとに「幹事会」、「ワーキンググループ」を設置し、これらにより具体的な研究を行なっています。

平成11年度は全体計画の立案と復旧支援システム全体の骨格を明確化し、システムとして具備すべき内容を把握することに努めました。また、被害探査技術については平常時に使用されている漏水・破断探知手法について水道事業体へヒヤリング調査等から、被災時の被害探査・監視体制のあり方について検討を進めました。さらに、これと平行して満水時の漏水探知技術に関し、基礎実験を実施しました。

本報告書はこれら成果をまとめたものですが、引き続き行われる平成12、13年度の研究の前提となるものであります。

最後になりましたが、本研究の実施にあたり御指導を賜っている委員長をはじめ各委員の方々、御協力をいただいている共同研究参加企業の関係者に厚くお礼を申し上げます。

平成12年3月

財団法人 水道技術研究センター
専務理事 藤原正弘

目 次

1 要 約	
1.1 研究目的	1
1.2 研究体制	1
1.3 研究開発事業の予定期間	7
1.4 研究実施計画	7
1.5 活動の経過	8
1.5.1 委員会活動	8
1.5.2 幹事会活動	8
1.5.3 ワーキンググループ（WG）活動	8
1) 影響度予測システム研究WG	8
2) 被害探査技術研究WG	8
1.6 平成11年度研究成果の概要	13
1.6.1 影響度予測システム研究（第1WG）	13
1) 全体計画の作成	13
2) 事業体ヒアリング	13
3) 各種シミュレーションに関する機能検討	13
4) シミュレーションモデルの機能整理	13
1.6.2 被害探査技術研究（第2WG）	14
1) 全体研究計画の検討と策定	14
2) 事業体ヒアリング	14
3) 平常時の漏水探査技術の調査	14
4) 震災時の被害探査技術の調査	14
5) 震災時の被害探査に求められる技術と適用性検討	14
6) ケーススタディ	14
7) 基礎実験研究	14
2 影響度予測システム	
2.1 影響度予測システムの概説	15
2.1.1 平成8～10年度研究の内容	16
2.1.2 影響度予測システムの概要	17
2.1.3 影響度予測システムの利用方法	22
2.2 影響度予測システムにおける定義	23
2.2.1 断水人口シミュレーションにおける定義	23
2.2.2 応急復旧シミュレーションにおける定義	24
2.2.3 応急給水シミュレーションにおける定義	29
2.2.4 総合化における定義	33
2.3 シミュレーションモデルの機能検討	34
2.3.1 断水人口シミュレーションに関する機能検討	35

2.3.2	応急復旧シミュレーションに関する機能検討	47
2.3.3	応急給水シミュレーションに関する機能検討	59
2.3.4	総合化の検討	71
2.4	シミュレーションモデルの機能整理	79
2.4.1	各シミュレーションの関連項目	79
2.4.2	入出力項目の機能整理	80
2.4.3	評価項目の機能整理	81
2.4.4	出力結果の機能整理	82
	(資料) ヒアリング調査結果	83
3 被害探査技術研究		
3.1	漏水探査技術研究の概説	89
3.2	平常時の漏水探査方法と震災時への適用性検討	90
3.2.1	平常時の漏水探査技術	90
1)	漏水探査技術の特徴・限界	90
2)	技術動向と最新技術	93
3.2.2	震災時の被害探査	94
1)	一般的な震災復旧プロセスと被害探査の関連	94
2)	ヒアリング調査結果による震災時被害探査方法	96
3)	一般的な震災時被害探査プロセス例	97
4)	震災時において既往の被害探査の有する課題	99
3.2.3	被害探査に求められる技術と適用性	101
1)	被害探査に求められる技術	101
2)	管路種別、応急復旧段階別の探査方法	105
3.3	効率的被害探査技術の研究	109
3.3.1	ケーススタディ	109
3.3.2	基礎実験研究	111
1)	音響探査	111
2)	音圧・水圧・(圧力波)による漏水監視手法の検討	128
3)	川井浄水場内実験設備の改造計画	131
4)	実験工程と使用水量	134
	(資料) ヒアリング調査結果	135
4 基礎研究		
	資料 1 「水道システムの物理的被害と復旧速度に関する研究」	
	資料 2 「運搬労力を考慮した応急復旧対策に関する基礎研究」	
	資料 3 「リアルタイム地震防災の現状と被害把握に関する基礎研究」	

1. 要 約

1 要 約

1.1 研究目的

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・応急給水を実施しなければならないが、最も効率的・効果的な応急復旧・応急給水方策の検討手法に関してこれまで研究がなされていなかったのが現状である。

本研究では地震による水道施設被害予測結果をもとに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・応急給水を可能とする震災時水道施設復旧支援システムの構築を目的に研究開発を実施する。研究開発は以下のように大別して実施する。

1) 被害予測結果にもとづく影響度予測システムの研究

地震時の水道施設被害予測結果を利用した、論理的な断水人口予測手法と応急復旧・応急給水シミュレーションの確立を図る。

2) 迅速な被災箇所把握手法の研究

空管・満水時に併用可能な漏水・断水探査技術の確立と管路の漏水断水を自動検知するシステムの確立を図る。

3) 震災時水道施設復旧支援システムの開発

事業体の効率的、かつ効果的な防災計画立案及び被災時応急復旧等に活用可能な支援システムを開発する。

1.2 研究体制

本研究開発は施設の被害予測結果に基づく減断水人口予測シミュレーション及び応急復旧・応急給水シミュレーションから成る「影響度予測システム研究」と、空管・満水管に併用可能な漏水・断水探査技術の研究と管路の漏水・断水を自動的に検知するシステムの開発を行う「被害探査技術研究」及びこれら2つの技術を統合する「復旧支援システム開発研究」という3つの課題から構成されている。これらの研究を実施するためには水道施設全般についての専門知識と多くの労力、費用を要するため、水道関連業界から優れた技術力・開発力を有する民間企業の参画を広く募り、共同研究事業として進めている。共同研究事業に要する費用は各参画企業の分担する共同研究費と厚生科学研究費による補助金によりまかなうものとする。参画企業名(11社)を表1.2.1に示す。

また、研究の実施に当たっては学識経験者の指導のもとに、当センター及び各共同研究参画企業がそれぞれ分担あるいは共同して推進するものとし、財団法人水道技術研究センター内に検討委員会、幹事会、ワーキンググループ及び事務局(当センター)を設け、研究の実施、研究計画・内容などの審議・評価を行っている。

開発研究体制の組織図を図1.2.1に、それぞれの従事者を表1.2.2、表1.2.3、表1.2.4、表1.2.5、表1.2.6に示す。(平成12年3月31日現在)

検討委員会は学識経験者、水道事業体及び共同研究参画企業の専門家で構成し、幹事会及びワーキンググループは共同研究参画企業の専門家で構成している。

各組織の役割をまとめると以下の通りである。

表1.2.1 共同研究参画企業（五十音順）

No.	企 業 名
1	(株)NTTデータ
2	(株)クボタ
3	(株)栗本鐵工所
4	新日本製鐵(株)
5	(株)東京設計事務所
6	(株)東芝
7	(株)日水コン
8	日本鋼管(株)
9	日本上下水道設計(株)
10	(株)日立製作所
11	フジ地中情報(株)

検討委員会

- ①共同研究計画の審議・決定・評価
- ②共同研究過程及び成果の審議・評価

幹事会・ワーキンググループ

- ①計画書の作成
- ②計画書に基づく実施計画の作成及び修正
- ③実施計画の実行
- ④共同研究経過及び結果のまとめ
- ⑤共同研究委員会への報告
- ⑥共同研究報告書の作成
- 影響度予測システム研究WG（第1WG）
減断水人口の予測システムと応急復旧・応急給水シミュレーションに関する研究
- 被害探査技術研究WG（第2WG）
迅速な復旧のための損傷箇所探査の効率化に関する研究

事務局

- ①予算管理及び経理事務、広報及び渉外事務
- ②実験設備を設置した場合の建設及び管理、並びに実験設備、機器の管理

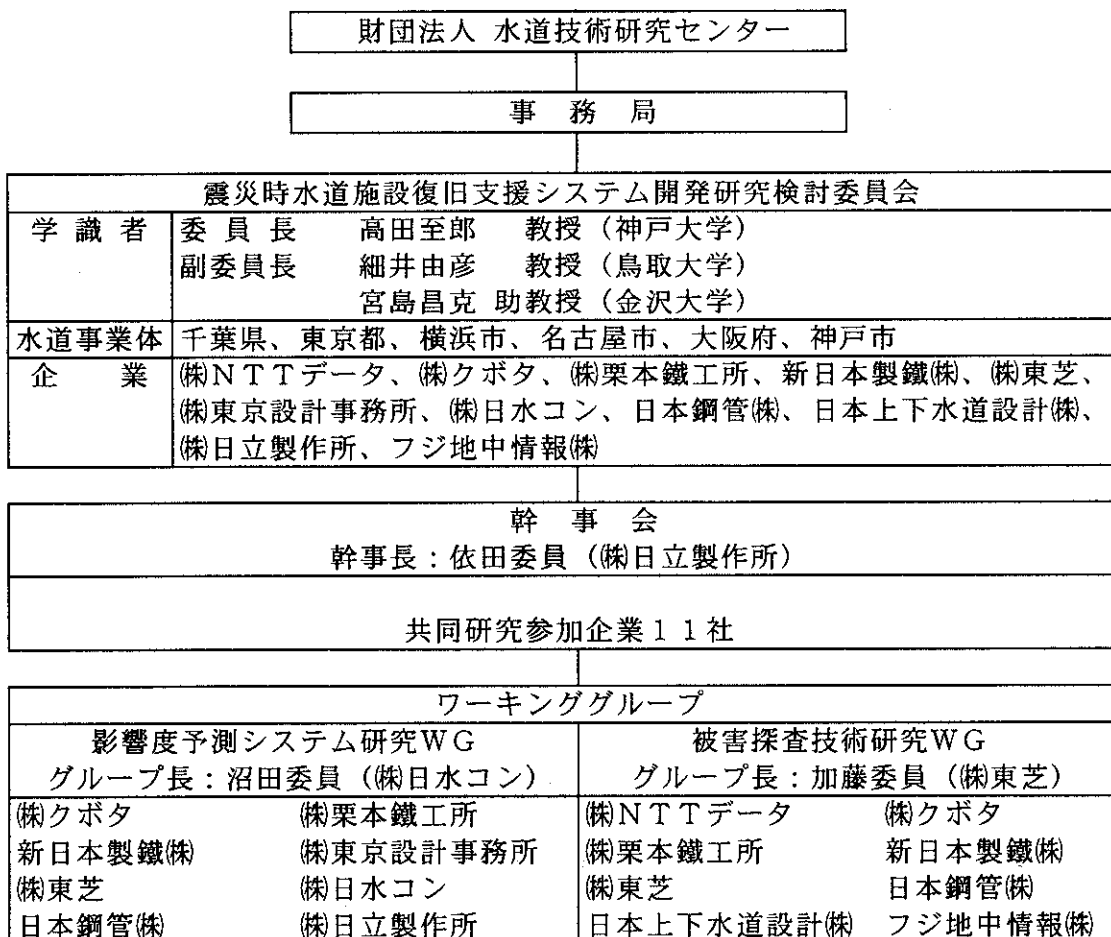


図1.2.1 開発研究体制の組織図

表1.2.2 検討委員会

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	
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	
加藤 高敏	(株)東芝 公共システム技術第1部	
後藤 昌弥	日本上下水道設計(株) 水道事業本部	
澤田 慎吾	千葉県水道局 技術部 計画課	
須藤 常夫	大阪府水道部 事業管理室	
竹内 貴司	新日本製鐵(株) 水道施設部	
出口 国彦	名古屋市水道局 配水部 配水課	
徳田 憲治	東京都水道局 建設部	
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	
沼田 篤男	(株)日水コン 情報管理部	
林 武治	横浜市水道局	
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 大みか電機本部	

表1.2.3 幹事会

氏名	所属	主たる所掌事項
依田 幹雄	(株)日立製作所 大みか電機本部	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 公共地域ビジネ事業本部	
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	
沼田 篤男	(株)日水コン 情報管理部	
松本 毅	(株)東京設計事務所 企画開発室	

表1.2.4 影響度予測システム研究WG

氏名	所属	主たる所掌事項
沼田 篤男	(株)日水コン 情報管理部	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	

表1.2.5 被害探査技術研究WG

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 一郎	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	

表1.2.6 事務局

氏名	所属	主たる所掌事項
鈴木 泰博	水道技術研究センター	①各種調査の取りまとめ ②実験設備の整備
片山三三夫		
下村 政裕		
依藤 正明		
大濱 博保		
岡本 芳樹		

1.3 研究開発事業の予定期間

平成11年度～平成13年度の3年間

- 平成11年度（実績）：平成11年9月22日～平成12年3月31日まで
- 平成12年度 ：平成12年4月 1日～平成13年3月31日まで
- 平成13年度 ：平成13年4月 1日～平成14年3月31日まで

1.4 研究実施計画

震災時水道施設復旧支援システム開発研究の概念図を図1.4.1に、平成11年度実績及び12、13年度の開発研究の実施計画を表1.4.1に示す。

1.5 活動の経過

1.5.1 委員会活動

開催日時	議事内容
平成11年12月16日 (第1回委員会)	研究概要、研究体制及び全体計画の報告及び承認。 ワーキンググループ研究計画の報告及び承認。
平成12年 3月27日～28日 (第2回委員会)	平成11年度事業報告書(案)の承認。 平成11年度基礎研究成果の報告。

1.5.2 幹事会活動

開催日時	議事内容
平成11年11月 4日 (第1回幹事会)	研究実施計画についての検討・審議。 ワーキンググループ構成(案)の審議。
平成11年12月 9日 (第2回幹事会)	各ワーキングの研究計画についての検討・審議。
平成12年 1月27日 (第3回幹事会)	事業体ヒヤリングの内容についての検討・審議。
平成12年 3月17日 (第4回幹事会)	平成11年度事業報告書内容についての検討・審議。

1.5.3 ワーキンググループ(WG)活動

1) 影響度予測システム研究WG

開催日時	議事内容
平成11年11月 4日 (第1回WG)	参加テーマについて各社意向の確認。
平成12年 1月27日 (第2回WG)	全体スケジュールの検討。 システムの総合化イメージの検討。

2) 被害探査技術研究WG

開催日時	議事内容
平成11年11月 4日 (第1回WG)	参加テーマについて各社意向の確認。
平成11年11月16日 (第2回WG)	全体研究計画の検討と審議
平成11年12月27日 (第3回WG)	川井浄水場の実験計画検討。 3月までの概略工程立案。
平成12年 1月21日 (第4回WG)	上記実験計画の検討・審議 ヒアリング調査内容の検討・審議
平成12年 3月 3日 (第5回WG)	平成11年度報告書内容の検討・審議

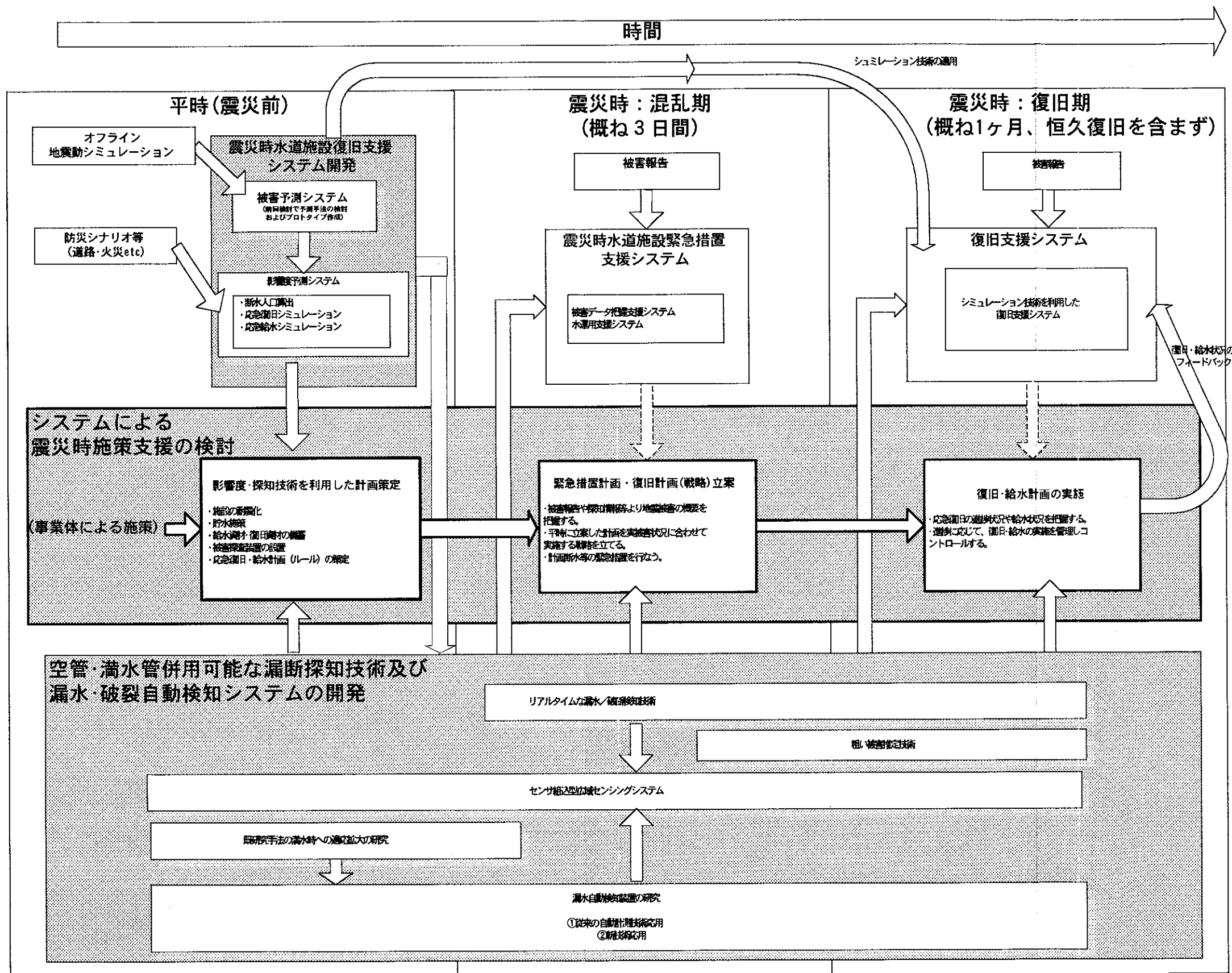


図1.4.1 震災時水道施設復旧支援システム開発研究 概念図

表1.4.1 各年度における開発研究の実施計画

年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度
研究課題			
1. 影響度予測システム	<p>①総合化イメージの検討</p> <p>②事業者へのヒアリング調査の取りまとめ 以下に、実施した事業者を示す 関東：東京都、千葉県、横浜市 関西：大阪府、名古屋、神戸市</p> <p>③各シミュレーションに関わる項目の整理 ・破損箇所の種類、被害と断水人口の関係などの断水人口予測シミュレーションに関わるinputとoutputの整理 ・応急復旧の方法、動員体制や配備体制などの応急復旧シミュレーションに関わるinputとoutputの整理 ・応急給水の方法、動員体制や配備体制などの応急給水シミュレーションに関わるinputとoutputの整理</p> <p>④総合化イメージと整合したシミュレーションモデルの機能検討</p>	<p>①データ収集 ・各シミュレーションの入力値など</p> <p>②各シミュレーション手法の検討</p> <p>・破損箇所等をもとに断水人口予測シミュレーション手法の検討(水運用に拠るものや復旧課程における断水人口の予測を含む)</p> <p>・破損箇所や断水人口の分布状況等の被害をもとに応急復旧シミュレーション手法の検討</p> <p>・断水人口の分布状況、応急復旧状況や応急給水目標などをもとに応急給水シミュレーション手法の検討</p> <p>③各手法の妥当性の検討</p> <p>④各手法のパラメーターや推定式の検証など</p> <p>⑤総合化手法の検討 ・各シミュレーション結果を震災時施策決定支援に適用する方法の検討</p> <p>⑥各シミュレーション手法の統合</p> <p>・各シミュレーションのデータ受け渡し形式などの検討</p> <p>⑦詳細仕様(システム)の作成 ・要求仕様、詳細仕様、外部仕様の作成</p>	<p>①プロトシステム作成</p> <p>②システム改善</p> <p>③プロトタイプシステムデモと改善要望意見の収集(委員会)</p> <p>④総合化イメージと整合したプロトタイプシステムの作成</p>
2. 探査技術	<p>効率的探査技術の調査研究</p> <p>1) 平常時の漏水探査技術 ①平常時の漏水探査技術まとめ ②漏水探査技術の一覧と評価 ③技術動向と最新技術</p> <p>2) 震災時の被害探査 ①事業者へのヒアリング調査の取りまとめ ②震災時の被害探査プロセス整理 ③探査に関する課題とニーズ整理</p> <p>3) 震災時の被害探査に求められる技術と適用性 ①調査研究の枠組みと概略内容を整理 ②管種別/復旧プロセス別の探査方法を整理</p> <p>4) ケーススタディ ①概念および手法の整理</p>	<p>①現状の技術を適用した場合の時間/費用のデータ収集と整理/検討</p> <p>②技術動向、最新技術の追加調査</p> <p>①震災時の被害探査プロセスまとめ ②課題とニーズまとめ</p> <p>①被害探査に求められる技術のまとめ ②管路種別応急復旧段階別探査方法まとめ</p> <p>①効率的探査手法の検討および効果の検討 ②新技術適用方法と効果の検討</p> <p>①音響法探査の実験およびアルゴリズム開発 ②音圧、水圧測定の実験及び測定方法の検討/測定器の検討</p>	<p>①技術動向、最新技術のまとめ</p> <p>①広域センシング手法の検討および震災時のモニタリング技術のまとめ</p> <p>①ケーススタディのまとめ ②リアルタイム情報に基づく効率的な探査戦略立案システムのコンセプトと概念設計</p> <p>①音響法探査技術のアルゴリズム検証とプロトタイプ開発 ②音圧、水圧測定技術のプロトタイプによる実験と改良検討まとめ ③センサ応用技術の研究</p>
3. 基礎研究	<p>基礎実験研究</p> <p>①実験計画の策定 ②実験施設の検討と改良に関する設計業務実施 ③音響法の満水時適用に関する基礎実験およびシミュレーション実施 ④音圧、水圧測定による漏水監視技術の検討および調査方法まとめ</p>	<p>①水道システムの復旧戦略に関する基礎的研究(Ⅰ) (神戸大学)</p> <p>・「市民生活特性を考慮した応急給水対策に関する基礎研究(Ⅰ)」(鳥取大学)</p> <p>・「リアルタイム地震被害把握に関する基礎的研究」(金沢大学)</p>	<p>①水道システムの復旧戦略に関する基礎的研究(Ⅱ) (神戸大学)</p> <p>・「市民生活特性を考慮した応急給水対策に関する基礎研究(Ⅱ)」(鳥取大学)</p> <p>・「センシングデータの活用方法に関する基礎的研究」(金沢大学)</p>

1.6 平成11年度研究成果の概要

1.6.1 影響度予測システム研究（第1WG）

影響度予測システムに関して行った各種検討の結果の概要は下記の通りである。

1) 全体計画の作成

影響度予測システムに関する内容を検討し、3か年の研究内容の検討を行った。
(9頁)

2) 事業体ヒアリング

本共同研究に参加している6事業体に対して震災時の対策・対応に関してヒアリングを行い、影響度予測システムの検討に反映すべき事項の整理を行った(81～86頁)。

3) 各種シミュレーションに関する機能検討

「断水人口シミュレーション」、「応急復旧シミュレーション」、「応急給水シミュレーション」がそれぞれ具備しておくべき機能を(財)水道技術研究センターの『地震による水道被害の予測および探査に関する技術開発研究報告書(平成10年度)』の影響度予測コンセプトと2)の事業体ヒアリング結果等をもとに検討した。その際、各シミュレーションが具備すべき機能と各シミュレーション間の関連も含めて情報の入力、計算方法、出力の視点から整理した。

特に、断水人口シミュレーションについては、被害予測システム結果を入力条件とし、その出力を応急復旧シミュレーション、応急給水シミュレーションの入力とすることを前提に検討した。

また、各シミュレーション間の関連を総合化するための機能を各事業体の施策支援との関連について検討した。ここでの施策としては、平時(震災前)、混乱期、復旧期の各局面を想定した「緊急措置計画・復旧計画(戦略)立案」、「復旧・給水計画の実施」とした。その際、シナリオ分析(感度分析)を意識し、そのシナリオの例示を行った。(32～76頁)

4) シミュレーションモデルの機能整理

3)で検討した結果をもとに、シミュレーションモデルの構築を行う際必要となる要求機能を整理した。これは次年度以降のプロトタイプ作成時の基本仕様作成のための基礎資料となるものである。(77～80頁)

1.6.2 被害探査技術研究（第2WG）

1) 全体研究計画の検討と策定

平成10年度までの震災時の空管を対象とした探知技術開発の成果をふまえて、満水時にも適用可能な技術開発内容を検討し、平成11年度研究内容と3年間の研究内容の計画を作成した。(9頁)

2) 事業体ヒアリング

本共同研究に参加している6事業体に対して漏水調査、漏水監視、応急漏水探査、配水管路網リアルタイムモニタリングに関するヒアリングを行い調査結果をまとめた。(134～135頁)

3) 平常時の漏水探査技術の調査

平常時の漏水探査に用いられている漏水調査技術が震災発生後の復旧プロセスでそのまま通用するか、また、震災後の管路被害実態を把握する従来技術の事例と最新技術動向を調査し、評価検討を行った。(91～93頁)

4) 震災時の被害探査技術の調査

事業体ヒアリング調査結果に基づき震災時の被害探査プロセスの整理し、被害探査の課題と水道事業体のニーズを抽出・整理した。(134～135頁)

5) 震災時の被害探査に求められる技術と適用性検討

被害探査技術に求められる技術内容を検討し、復旧段階別・管路種別毎の情報に求められる要件を検討し、各種探査手法の適用性を検討した。(107頁)

6) ケーススタディ

概念および手法を検討した。(108頁)

7) 基礎実験研究 (110頁)

- ① 満水状態での音響法及および音圧法による管路被害事実探査の基礎実験を行うための実験方法と実験仕様を検討し、現状の実験設備改良の設計検討を行い、改良のための設計図面作成と実験条件をまとめた。
- ② アクティブ音波注入法による被害事実探査の基礎実験として 満水状態を模擬した簡単な実験設備を用意して、水中マイク、水中スピーカの特性確認と下記の基礎実験によるデータ収集を実施した。
 - ・ 水中音波の伝播特性データグラフ
 - ・ 水中音波の伝播経路の確認とインパルス応答
 - ・ 模擬漏水有無の違いによる音波特性グラフ
 - ・ 反射体の有無の違いによる音波特性グラフ
- ③ 音圧・水圧測定による漏水監視基礎実験方法の検討として管路に水中音圧・水圧測定センサーを設置し、音圧グラフ、水圧グラフをデータロギング解析することにより、漏水の有無とランクを推定する漏水判定技術の実験方法を検討した。

2. 影響度予測システム

2 影響度予測システム

2.1 影響度予測システムの概説

平成 8～10 年度研究では、水道事業体が効率的かつ効果的に施設の耐震化を推進し、迅速な復旧計画を実現するために、直下型地震における被害予測のためのデータベースを作成し、水道施設被害の予測技術の開発及びシミュレーションモデルを構築した。

本研究は、平成 8～10 年度研究の成果である「被害予測システム」による施設の被害予測結果を用いて、震災時における断水人口や復旧日数などの住民に与える被害規模を定量的に把握し、それらの被害規模を総合化する指標を用いて、最も効率的・効果的な震災施策の決定を支援することができる「影響度予測システム」の構築を目的とする。

「影響度予測システム」は、「断水人口シミュレーション」、「応急復旧シミュレーション」、「応急給水シミュレーション」の 3 つのシミュレーションと各シミュレーション結果を評価する「総合化」で構成し、基本的に被害予測結果を用いて断水人口や復旧日数などの被害規模を把握するための事前検討に利用できるシステムである。水道事業体では、震災時における現況施設・現況復旧体制の評価や効率的・効果的な震災施策の決定などを目的としてシステムを利用することができる。

以下には、本研究の 3 ヶ年の作業内容を整理する。平成 11 年度では、「影響度予測システム」の各シミュレーションモデルの機能検討を整理する。各節毎にみると 2.1 では、平成 8～10 年度研究の成果である「被害予測システム」と各シミュレーション及び「総合化」で構成する「影響度予測システム」の全体フローを作成するとともに、各水道事業体における「影響度予測システム」の利用方法（例）を整理する。2.2 では、「影響度予測システム」の中で取り扱う用語の定義を整理する。2.3 では、各シミュレーションと「総合化」のシミュレーション手順を整理するとともに、それぞれの入力、出力、手法やデータの受け渡し等を整理し、シミュレーションモデルの機能を検討する。2.4 では、2.3 の検討結果を受けて、入力、出力、評価などの整備機能を整理する。

また平成 12 年度では、各シミュレーション手法及び各シミュレーションを評価する総合化手法の妥当性を検討する。平成 13 年度では、プロトタイプシステムを作成する。

2.1.1 平成8～10年度研究の内容

ここでは、「影響度予測システム」に平成8～10年度研究の成果である被害予測結果を反映するに当たり、平成8～10年度研究の内容を整理する。

平成8～10年度研究の内容

①管路被害予測モデル・システムの開発

i)各種補正係数の分析と設定

直下型地震における被害予測のためのデータベースを用いて、管路被害分析を行い、管種、口径、液状化の補正係数を決定した。

ii)属具の被害予測モデル

管路と同様、仕切弁、空気弁、消火栓などの属具に関する地震時被害件数を予測する手法を検討した。

iii)被害予測プロトタイプシステムの構築

想定地震に対して当該地域での地震動の大きさを計算し、管路の被害率や被害件数等の予測結果を分布表示（メッシュ単位）したり、計算値表示を行うことが可能なプロトタイプシステムを構築した。

②水管橋の被害予測モデルの開発

鋼管製水管橋及びダクタイル管製（鋳鉄管製を含む）について、阪神・淡路大震災での被害状況を調査し、ケーススタディを行い、耐震診断表を独立水管橋と添架水管橋に分けて作成した。

③池状構造物・電機設備の予測モデルの開発

浄水場に代表される池状構造物、電機設備について、②と同様に調査した。その結果、池状構造物は、建設年度、構造形式・基礎形式、地盤・液状化に大きく影響を受け、電機設備は、受電停電・構造物の破損による水没・ケーブルの断線などの外的要因や2次被害の影響を受けることがわかった。

以上のことから、直接的被害を受ける池状構造物については、簡易耐震診断表を作成したが、間接的被害を受ける電機設備については、耐震診断表を作成しなかった。

④影響度予測コンセプトの作成

影響度予測システムとは、震災時に水道施設の被害によってもたらされる住民に対する影響度を予測するシステムのことである。

この影響度予測システムでは、基本的に被害予測結果を入力、影響度を出力することを基本とし、断水人口、復旧日数、1日当たりの応急給水量などの指標を統合化することにより、影響度（住民に与える被害規模）を算出することを考える。

ここでは、影響度予測コンセプトを作成するに当たり、各水道事業体に調査を行い、その手法を分析した。その結果をもとに断水人口シミュレーション、復旧シミュレーション、応急給水シミュレーション、統合化の各コンセプトをとりまとめた。