

表 2.3.2 断水人口シミュレーションのコンセプト(本研究)

手順		詳細
入力		○取水・浄水施設、配水池、ポンプ場：供給可能量： 管路、水管橋：メッシュ別被害箇所数
手法	基幹施設被害による影響	◎基幹施設被害による供給可能水量の算出
	配水幹線被害による影響	○配水幹線ネットワークの設定 ○配水幹線管路別被害箇所数の算出 ○配水幹線被害による断水率 (P_1) の算出
	配水支線被害による影響	○配水支線被害による断水率 (P_2) の算出
	給水装置被害による影響	○給水装置自体の被害率 ○家屋の倒壊・焼失率と全家屋数の比率 ○給水装置被害による断水率 (P_3) の算出
	断水率 (P)	○ $P = 1 - (1 - P_1) \times (1 - P_2) \times (1 - P_3)$ P：メッシュの断水率 メッシュの断水率は、1 - メッシュの通水率により算出。 ここで各戸に対する通水は、配水場から各戸に至る配水幹線、配水支線及び給水装置の全てが使用できる場合、可能になるものとして、メッシュの通水率を $(1 - P_1) \times (1 - P_2) \times (1 - P_3)$ により算出。
	水需給バランスの検討	◎需要水量・供給水量及び過不足水量の算出
出力		○断水人口 ◎重要施設の断水

注) ○は、平成10年度研究のコンセプト、◎は、本研究で追加したコンセプト

2) 断水人口シミュレーションフローの検討

断水人口シミュレーションは、管路等の被害が給水に及ぼす影響を考慮して、以下のように水道施設等を階層に区分して行う。

- ・ 基幹施設 (取水場～浄水場～配水場)
- ・ 配水幹線
- ・ 配水支線
- ・ 給水装置

断水人口シミュレーションでは、被害予測結果等に基づき、想定地震による水道施設の被害状況等を設定し整理する。

平成8～10年度研究におけるシミュレーション結果は、メッシュ毎の管路被害箇所数であり、これらを配水幹線と配水支線に区分し、各々の被害による断水率を求める。また別途、給水装置の被害による断水率を求める。以上から、平成8～10年度研究におけるシミュレーションフローを再検討した結果、断水人口シミュレーションフローを図2.3.3のように整理した。また、断水人口シミュレーションと他のシミュレーションの関係を整理したものを図2.3.4に示す。

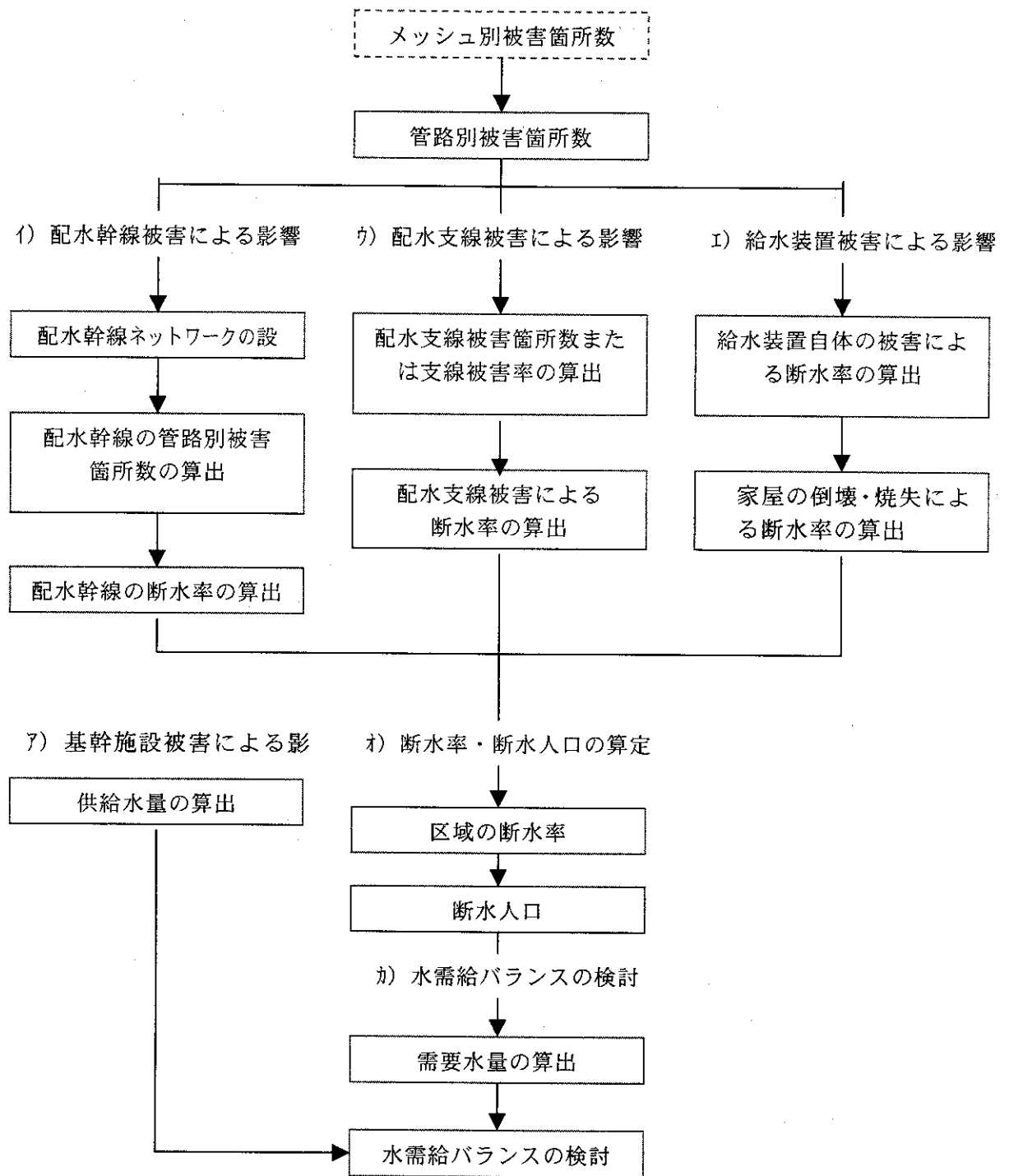


図 2.3.3 本研究における断水人口シミュレーションの手順

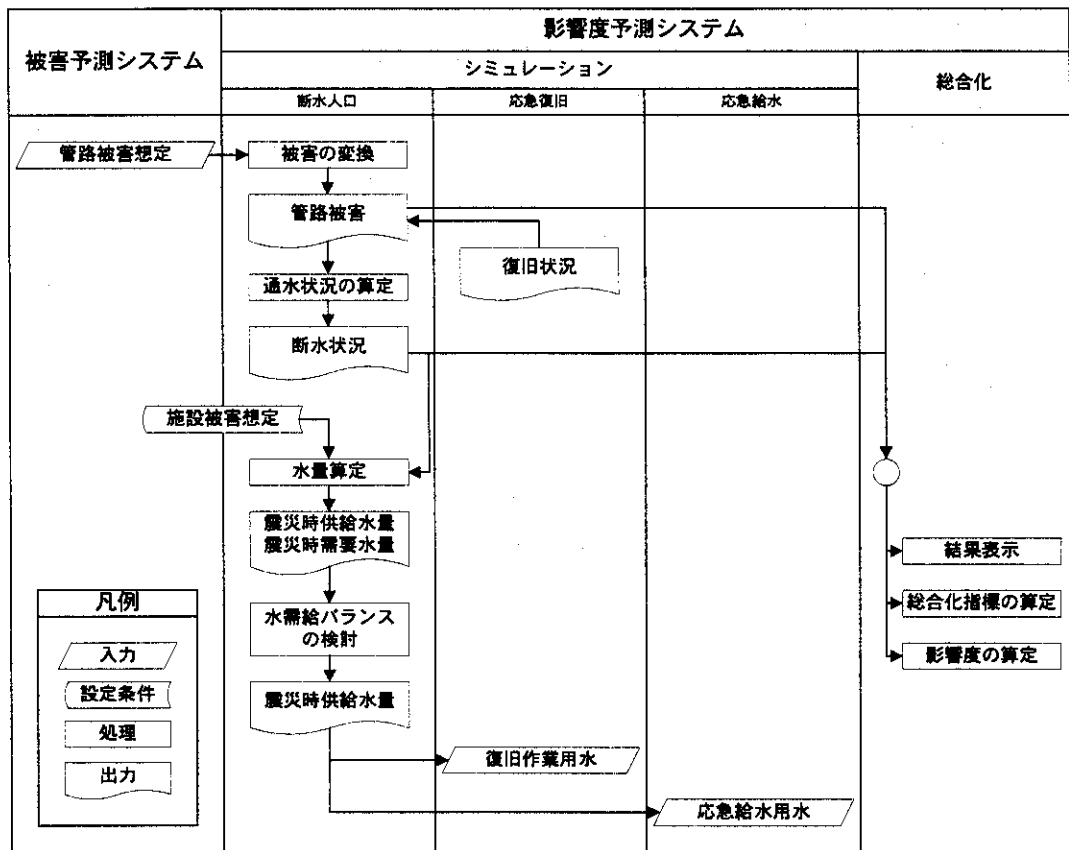


図 2.3.4 断水人口シミュレーションフロー

3) 入出力、計算式の整理

ア) 基幹施設被害による供給可能水量の条件設定

基幹施設被害による給水可能水量の条件設定を行うのは、各メッシュ若しくは配水（給水）区域（ここではメッシュと呼ぶ）に配水するための基幹施設（水源・取水場～浄水場～配水池）に被害を受けた場合である。池状構造物、電気設備などの被害予測結果は、水源・取水場～浄水場～配水池などの施設としての供給可能量となり、配水管への水の供給条件となる。

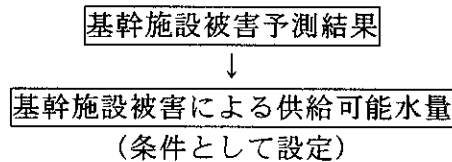


図 2.3.5 基幹施設被害の供給水量算出フロー

表 2.3.3 基幹施設被害による供給水量の算出に係る入出力の整理

区分	必要な情報	得られる情報
供給水量の算出	基幹施設被害予測結果 個別施設、設備の耐震性 (高、中、低)	基幹施設被害による供給 可能水量 (条件として設 定)

イ) 配水幹線被害による断水率 (P_d)

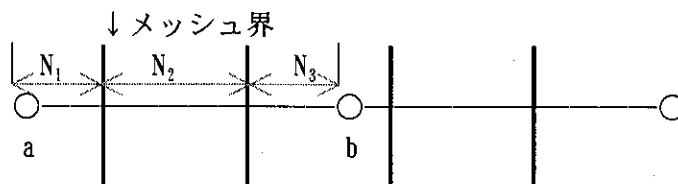
配水幹線被害による断水率は、配水幹線ネットワークを設定した上、配水幹線の管路別被害箇所数の算出し、配水幹線と各メッシュの連結性を考慮して算定する。

a) 配水幹線ネットワークの設定

- ・ 管路網から配水幹線を抽出し、配水幹線ネットワークを設定する。
- ・ 配水幹線ネットワークとメッシュの集合体であるブロックとの対応付けを行う。

b) 配水幹線の管路別被害箇所数の算出

配水幹線ネットワークの節点間のリンクを1管路とし、被害予測結果からメッシュで分断されている管路の被害箇所数を合計し、1管路としての被害箇所数を求める。



$$\text{リンク ab の管路被害箇所数 } N = N_1 + N_2 + N_3$$

図 2.3.6 配水幹線の管路別被害箇所数の算出

c) 配水幹線の断水率の計算式 (例)

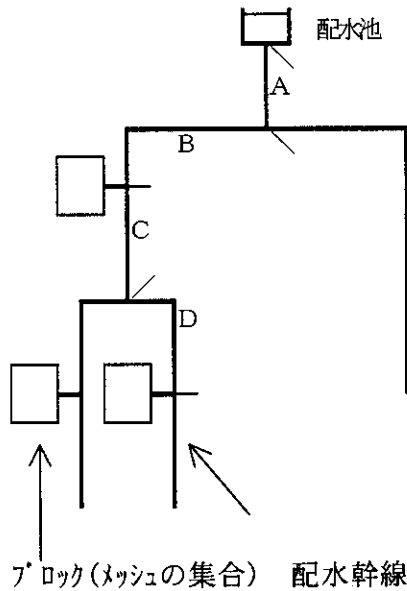
配水幹線ネットワークの最上流のリンクから下流側の任意のリンクに至るまでの累計管路被害か所数を算出する。

$$X = \sum N_k \quad (k=1 \sim n)$$

配水幹線被害による断水率は、配水幹線被害による被害確率とし、これはポアソン分布に従うものとして、上記の累計管路被害か所数から次式により算出する。

$$P_i = 1 - \exp(-X)$$

なお管路の被害確率は一般には、 $P_f = 1 - \exp(-\sum R_{fi} \cdot L_i)$ (P_f : 被害確率, R_{fi} : 管路被害率(か所/km), L_i : 管路延長(km)) のような式で表される場合が多い。本研究では、平成 8~10 年度研究の管路被害予測プロトタイプシステムにおいて、既に各管路の想定被害か所数を算出していること、またポアソン分布における平均値(べき乗数部)を [\sum 管路被害率 \times 管路延長] で表すより、[想定被害か所数] で表した方が、水道事業者等にとってより分かり易いと考えられることから、上式のような形で表すこととした。



配水幹線の断水率の算出例

管路区間	想定被害件数 (区間)	想定被害件数 (累計) X	通水可能率 $S=e^{-X}$	被害確率 $P=1-S$
A	0.5	0.5	0.60653	0.39347
B	0.2	0.7	0.49659	0.50341
C	0.3	1.0	0.36788	0.63212
D	1.2	2.2	0.11080	0.88920

図 2.3.7 配水幹線被害による断水率の算出(例)

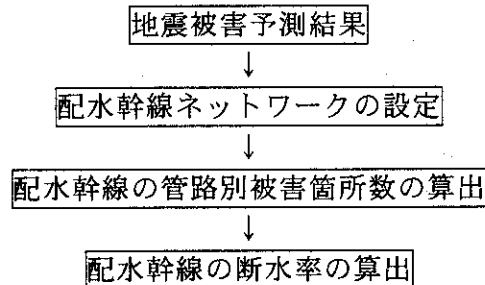


図 2.3.8 配水幹線被害による断水率算出フロー

表 2.3.4 配水幹線被害による断水率算出に係る入出力の整理

区 分	入 力	出 力
配水幹線の管路別被害箇所数の算出	配水幹線ネットワークとメッシュの連結性情報 配水幹線の被害箇所数	配水幹線の断水率

ウ) 配水支線被害による断水率 (P_2)

配水支線被害による断水率は、阪神・淡路大震災などの過去のデータによる管路の被害率と断水率の関係式から、配水支線被害による断水率を求める。

配水支線レベルの被害率と断水率の関係式の設定

↓ ←支線の被害率

配水支線被害による断水率 (P_2)

図 2.3.9 配水支線被害による断水率算出フロー

表 2.3.5 配水支線被害による断水率算出に係る入出力の整理

区 分	入 力	出 力
配水支線被害による断水率	・配水支線被害率	・配水支線被害による断水率

上記以外に、バルブを閉止することにより分離できる管路区間数を設定して、被害は1区間に1箇所として被害箇所数を区間数で除して断水率とする方法も考えられる。

エ) 給水装置被害等による断水率 (P_3)

a) 給水装置自体の被害等による断水率 (例)

過去の地震における給水装置の被害率と配水管被害率の関係式を求め、配水管の被害率から給水装置の被害率を算定する。

ポリエチレン管やステンレス管の整備など給水装置の耐震化による効果を評価するためには、給水装置被害による断水等を次式により算出することが考えられる。

$$\text{給水装置自体の被害による断水率 } (P_{31}) = A \times (1 - B)$$

A : 給水装置被害率と配水管被害率の関係式から求められる給水装置被害率

B : 給水装置の耐震化率

b) 家屋の倒壊・焼失による断水率

家屋の倒壊・焼失による断水率 (P_{32}) は、防災部局などのデータから倒壊・焼失家屋数と全家屋数の比率により求める。

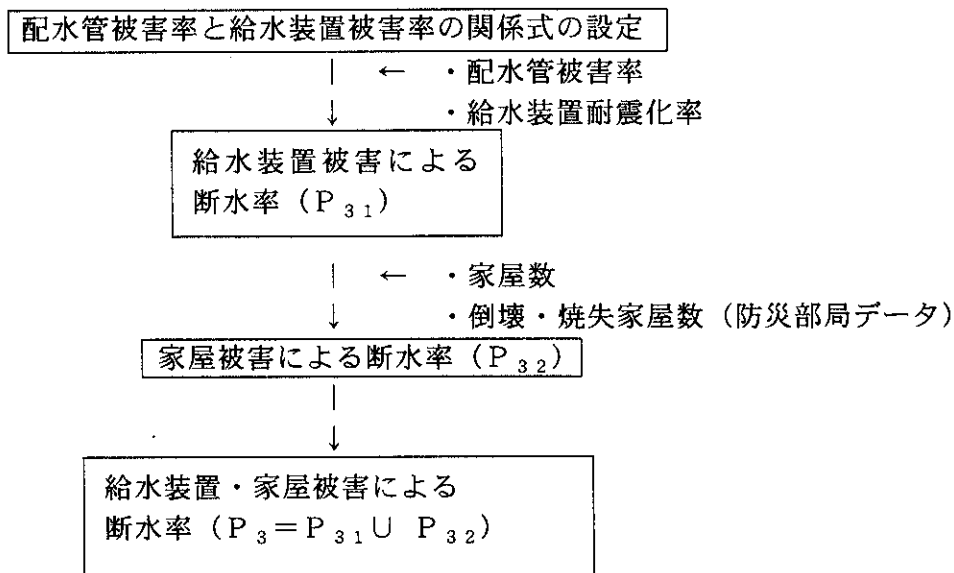


図 2.3.10 給水装置等の被害による断水率算出フロー

表 2.3.6 給水装置等の被害による断水率算出に係る入出力の整理

区分	入力	出力
給水装置等の被害による断水率算定	<ul style="list-style-type: none"> ・配水管被害率 ・給水装置耐震化率 ・家屋数 ・倒壊・焼失家屋数 	<ul style="list-style-type: none"> ・給水装置・家屋被害による断水率

オ) 断水率・断水人口の算定

管路網の影響度予測は配水幹線の被害による配水支線への需要節点における断水率とその配水支線の被害による断水率及び給水装置の被害による断水率を考慮した区域の断水率とする。

これらから次式により各メッシュの断水率、断水人口を求める。

<断水率・断水人口の計算式>

配水幹線被害による影響……………断水率 P_1 (通水率: $1 - P_1$)

配水支線被害による影響……………断水率 P_2 (通水率: $1 - P_2$)

給水装置被害による影響……………断水率 P_3 (通水率: $1 - P_3$)

○断水率 $P = 1 - (1 - P_1) \times (1 - P_2) \times (1 - P_3)$

○断水人口 $N = \text{平常時給水人口} \times \text{断水率} (P)$

表 2.3.7 断水人口シミュレーションの入出力

入力（必要な情報）	出力（得られる情報）
基幹施設（取・導・浄・送水施設及び配水池）の被害	供給可能水量〔配水系統別〕
配水幹線の被害	配水幹線被害による断水率〔ブロック別〕
配水支線の被害等	配水支線被害による断水率〔メッシュ別〕
給水装置の被害 家屋の倒壊・焼失被害 （防災部局データ）	給水装置被害・家屋被害による断水率〔メッシュ別〕
	全体の断水率・断水人口〔メッシュ別〕、重要施設への通水の可否

カ) 水需給バランスの検討

地震発生時以降の需要水量と供給水量を算定し、水需給のバランスを検討する。

a) 需要水量

$$D_t = D_{nt} + D_{ft} + D_{et} + D_{rt}$$

ここに、

D_t : 地震発生時以降の需要水量

D_{nt} : 通常給水量

= 通水地区の使用水量 + 震災時漏水量

D_{ft} : 消火用水量

D_{et} : 応急給水量

= 応急給水必要人口 × 1人あたり目標応急給水量 + 断水重要施設の応急給水量

D_{rt} : 復旧作業用水量

= 幹線の復旧作業用水量 + 支線の復旧作業用水量

b) 供給水量

$$S_t = S_{1t} + S_{2t}$$

ここに、

S_t : 地震発生時以降の供給可能量

S_{1t} : 基幹施設からの地震発生時以降の供給可能量

基幹施設の被害予測結果から、任意に設定する。

S_{2t} = 地震発生時以降の利用可能な配水池貯水量 + 緊急貯水槽等の貯水量

地震発生時以降に利用可能な配水池貯水量は、緊急遮断弁がないなどの理由で地震時に応急給水や復旧作業等に利用できないものは除いた貯水量とし、任意に設定する。

緊急貯水槽等の貯水量は、地震対策用の貯水槽など、配水池以外で地震発生時以降の応急給水に利用可能な貯水量を任意に設定する。

c) 水需給バランス

$$B_t = S_t - D_t$$

ここに、

B_t ：過不足水量

S_t ：地震発生時以降の供給水量

D_t ：地震発生時以降の需要水量

$B_t < 0$ のときは、需要水量の重要度に応じて水量配分を任意に設定する。

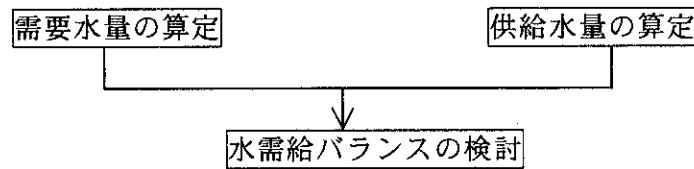


図 2.3.11 水需給バランスの検討フロー

表 2.3.8 水需給バランスの検討に係る入出力の整理

区分	入力	出力
需要水量の算定	<ul style="list-style-type: none"> ・震災時給水人口 ・震災時給水人口1人あたり使用水量等 ・震災時漏水量 ・消火用水量 ・応急給水必要人口 ・1人あたり目標応急給水量 ・重要施設の必要水量 ・重要施設の断水の有無等 ・配水幹線の復旧作業用水量 ・配水支線の復旧作業用水量 	<ul style="list-style-type: none"> ・地震発生時以降の需要水量
供給水量の算定	<ul style="list-style-type: none"> ・基幹施設からの地震発生時以降の供給可能量 ・地震発生時以降の利用可能な配水池の容量 ・緊急貯水槽等の容量 	<ul style="list-style-type: none"> ・地震発生時以降の供給水量
水量バランスの検討	<ul style="list-style-type: none"> ・需要水量 ・供給水量 	<ul style="list-style-type: none"> ・水需給バランス→水量配分 ・通常給水用水 (使用水量+漏水量) ・応急給水用水(応急給水シミュレーションへ) ・復旧作業用水(応急復旧シミュレーションへ) ・消火用水

4) 利用イメージ

シミュレーション単独の利用方法(活用方法)を整理する。

①断水人口シミュレーション

例えば、

- ・震災時の断水人口を地区別・全体で把握する
- ・応急対策計画(応急復旧・応急給水)の策定に利用できる
- ・断水人口を指標とした配水系統別単位の影響の大きさと耐震性の比較
- ・配水幹線の耐震化優先度の検討
- ・配水池など基幹施設から重要施設に至る管路の耐震化の検討
- ・耐震性貯水槽配置の検討
- ・断水人口を指標とした耐震化施策、例えば管種変更、連絡管設置などの耐震化ケース毎の効果を評価

②水需給バランスの検討

例えば、

- ・震災時における利用可能備蓄容量の検討
- ・耐震性貯水槽配置の検討
- ・重要施設への給水や復旧作業用水、応急給水等を確保するため、通常給水者に対して、どのような給水制限が必要かなどの水需要調整に利用できる

2.3.2 応急復旧シミュレーションに関する機能検討

ここでは、断水人口シミュレーションの出力結果を受けて、管路の整備優先順序や復旧日数を計算する応急復旧シミュレーションの機能を検討する。

そこで1)の概説では、平成8～10年度研究のコンセプトを把握した上で、本研究のコンセプトを整理する。2)以降では、本研究で追加したコンセプトを含めて、シミュレーションフロー、シミュレーション手法、シミュレーション結果の利用方法などを整理する。

1) 概説

① 平成8～10年度研究のコンセプトの整理

まず、本研究の検討の基礎となるこれまでの検討結果を整理する。平成8～10年度研究において、応急復旧シミュレーションのコンセプト(概念)として整理されたものを表2.3.9に示す。

表2.3.9では、断水人口シミュレーションへの入出力とシミュレーション手法の概要がまとめられている。

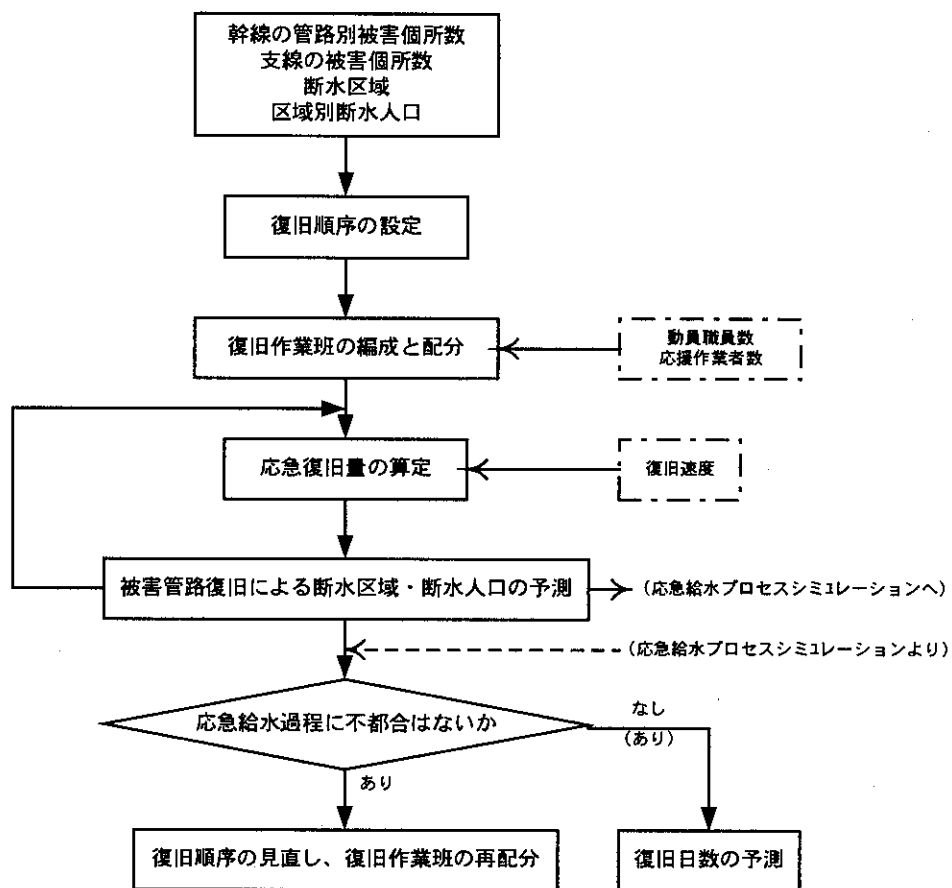
応急復旧シミュレーションの流れとしては、『断水人口シミュレーションの結果である幹線被害箇所、支線被害箇所、給水装置被害箇所が入力され、復旧順序の設定、復旧作業班の編成と配分、応急復旧量の算定などを行い、復旧日数を算出する。』と整理できる。

表 2.3.9 応急復旧シミュレーションのコンセプト(平成8～10年度研究)

手順		詳細
入力		○幹線被害箇所数、支線被害箇所数、給水装置被害箇所数
手法	復旧順序の設定	○基本的に施設の上流側から下流側へ整備を進める ○配水幹線から配水支線へ整備を進める ○重要施設への配水幹線、配水支線を優先する
	復旧作業班の編成と配分	○復旧班は、水道事業体職員、工事店職員(行政区城内、外)、他事業体職員で編成する ○復旧順序を考慮し、作業班の配分を行う ○施設被害の復旧班は、管路・給水装置の復旧班と別に考える
	応急復旧量の算定	○復旧速度(効率)：修繕箇所数/班日 ○復旧箇所数=復旧速度×作業班数×復旧日数 ○倒壊・焼失家屋の給水装置の被害箇所数は、応急復旧量に含まない
	被害箇所復旧による断水人口の予測	○ $t=1\cdots n$ 毎に断水人口を予測し、応急給水シミュレーションに反映する
	復旧順序の見直し、復旧作業の再配分	○応急給水ポットの影響により、復旧完了が著しく遅れる場合 復旧順序の見直し、復旧作業班の再配分を行う
	復旧日数の予測	○復旧日数=被害箇所数÷復旧速度÷作業班数
出力		○復旧日数

なお、平成8～10年度研究で用いられた用語をそのまま利用しているため、本研究と異なる表現もある。

また、このコンセプトにもとづいた応急復旧シミュレーションの手順を図 2.3.12 に示す。



なお、平成 8～10 年度研究で用いられた用語をそのまま利用しているため、本研究と異なる表現もある。

図 2.3.12 応急復旧シミュレーションの手順（平成 8～10 年度研究）

②本研究のコンセプトの整理

2.1.2 や 2.1.3 で検討した影響度予測システムの全体像や事業体ヒアリング結果(巻末の資料1参照)を踏まえた上で、①で示したコンセプトの内容について再度検討を行う。

影響度予測システムとして必要な機能のうち、表 2.3.10 や図 2.3.12 に表現されていない項目としては、以下に示すものが挙げられる。

- ・職員の配備体制を設定できるようなシステム
- ・配水系統毎に作業班を配分できるようなシステム
- ・資機材の備蓄量や調達量を反映できるようなシステム
- ・重要施設への手当を優先できるようなシステム

以上のことから考えると、以下に示すコンセプトについて新たに追加する必要があると考えられる。

- ・面的(二次元的)な配置に関するコンセプト

影響度予測シミュレーションは、これまでの成果である被害予測シミュレーションの結果を利用することから、配水管路の被害や断水人口については面的な結果(メッシュ単位)を得ることになる。これを踏まえると積算値の過不足だけでなく、応急復旧に関する作業班の配置や復旧作業地点や優先経路などの面的な位置情報についても扱う必要がある。

- ・人員配分(班編成)に関するコンセプト

地震発生後の作業としては、応急復旧作業と応急給水作業がある。しかし、これら作業に従事する作業人員は限られているため、両作業への人員配分が作業進捗に影響を与えることから、人員配分(班編成)についても考慮する必要がある。

- ・資機材量に関するコンセプト

応急復旧では、水道事業体が震災前から備蓄している資機材量や応援によって得られる資機材量が、応急復旧作業の進捗に影響を与えることから、資機材量についても考慮する必要がある。

以上の検討結果を表 2.3.9 に追加する形で整理したものを、表 2.3.10 に示す。

表 2.3.10 応急復旧シミュレーションのコンセプト（本研究）

手順		詳細
入力		○幹線被害箇所数、支線被害箇所数、給水装置被害箇所数
手法	復旧順序の設定	○基本的に施設の上流側から下流側へ整備を進める ◎配水幹線から配水支線へ整備を進める ○重要施設への配水幹線、配水支線を優先する
	復旧作業班の編成と配分	○復旧班は、水道事業体職員、工事店職員（行政区内、外）、他事業体職員で構成する ○復旧順序を考慮し、作業班の配分を行う ◎配水系統数とその被害件数を考慮し、作業班を配分する ○施設被害の復旧班は、管路・給水装置の復旧班と別に考える
	応急復旧量の算定	○復旧速度：修繕箇所数／班日 ◎探查速度：m／班日 家屋倒壊状況・道路被害状況の被害率を探查速度の係数として反映する ○復旧箇所数＝復旧速度×作業班数×復旧日数 ◎経過日数別資機材保有量（口径別）を復旧速度の制約条件とする ◎仮設給水栓の設置： 復旧作業と同時に設置されるため、単独で応急復旧量に含まない ○倒壊・焼失家屋の給水装置の被害箇所数は、応急復旧量に含まない
	被害箇所復旧による断水人口の予測	○ $t=1 \dots n$ 毎に断水人口を予測し、応急給水シミュレーションに反映する
	復旧順序の見直し、復旧作業の再配分	○応急給水プロセスの影響により、復旧完了が著しく遅れる場合 復旧順序の見直し、復旧作業班の再配分を行う
復旧日数の予測	○復旧日数＝被害箇所数÷復旧速度÷作業班数	
出力		○管路復旧日数 ◎重要施設復旧日数

注) ○は、平成8～10年度研究のコンセプト、◎は、本研究で追加したコンセプト

2) 業務フローの整理

応急復旧シミュレーションの検討にあたって、まず、実際の被害から応急復旧実施までの流れを把握する必要があると言える。

そこで、水道事業者へのヒアリング調査結果などをもとにして、応急復旧実施までの業務の流れについて調査を行った。

「応急復旧実施^③」のためには、「応急復旧計画立案^②」が必要であり、そのためには「情報収集・状況整理^①」を行う必要がある。つまり、「①情報収集・状況整理」では被害状況から通水状況(断水状況)を把握し、この情報と応急復旧実施に必要な人員や資機材の状況、応急復旧対象の優先順位といった情報をもとに「②応急復旧計画立案」を行う。次に、この計画に従って「③応急復旧実施」となる。

以上について、業務フローとして整理したものを図 2. 3. 13 に示す。

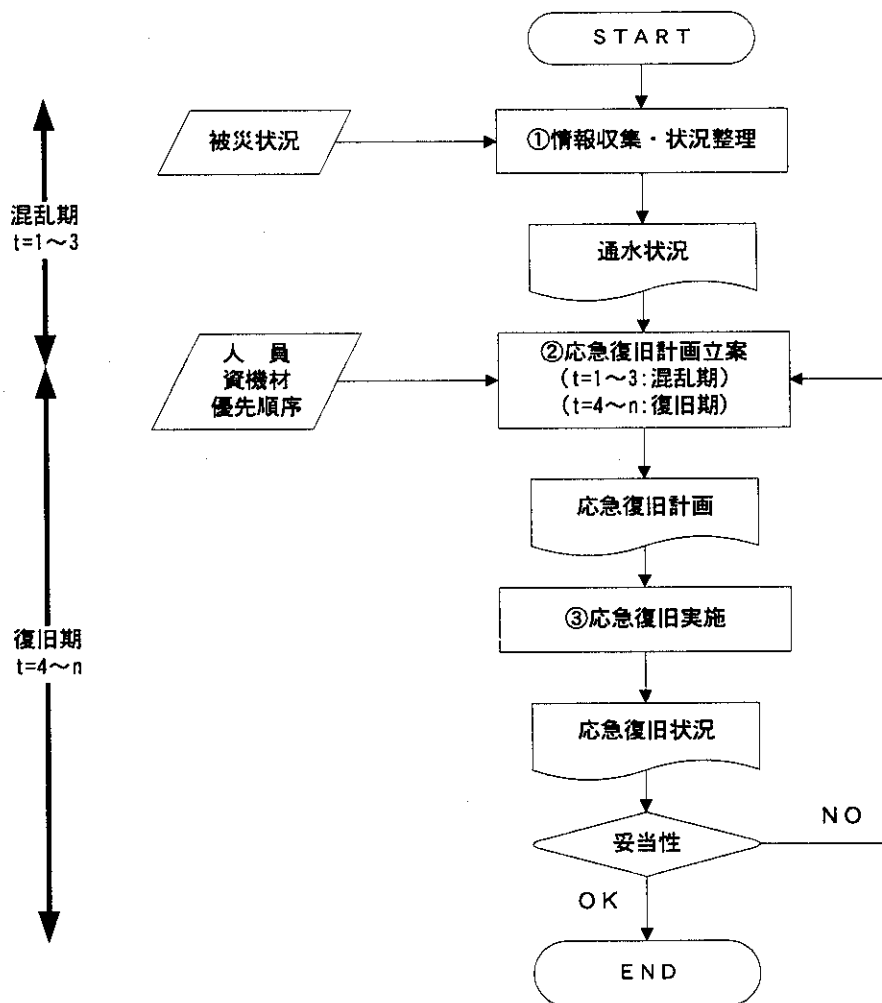


図 2. 3. 13 混乱期・復旧期の業務フロー

また、応急復旧作業における作業内容と各作業における入出力項目を整理したものを表 2. 3. 11 に示す。

表 2.3.11 応急復旧作業における作業内容と各作業における入出力項目

作業内容	必要な情報	実務作業	得られる情報
①情報収集・状況整理 (混乱期・復旧期)			
1. 通水状況の把握 (被害状況の把握)	1) 通水地区 2) 断水地区: 幹線、支線、給水装置被害 3) 重要施設の通水状況 4) 水源被害状況(場所) 5) 浄水場被害状況(場所・水量) 6) 配水池被害状況(場所・水量) 7) 緊急貯水槽被害状況(場所・水量) 8) 震災時通常給水量(通水人口) 9) 応急給水量(断水人口): 一般、重要施設 10) 復旧作業用水量 11) 消火用水量 12) 道路被害状況 13) 家屋倒壊状況	通水状況の把握 被害状況の把握 各状況の重ね合わせ 被害状況の把握 確保水量の把握	通水地区、断水地区 配水幹線、配水支線、給水装置の被害箇所 重要施設の早期復旧の必要・不要 確保水量(場所・水量)
2. 確保水量の算定			
3. 必要水量の算定		必要水量の把握	必要水量(場所・水量)
4. その他被害状況		被害状況の把握	
②応急復旧計画立案 (混乱期・復旧期)			
1. 資機材の確保	1) 備蓄量 2) 調達可能量 3) 応援	確保量の把握	経過日数別確保量(口径別)
2. 復旧順序の検討	4) 通水地区、断水地区 5) 管路・施設等の被害箇所 6) 配水系統 7) 経路種別	優先経路把握	優先経路の決定
3. 応急復旧班の編成	8) 水道事業体職員、工事店職員(行政区域内) 9) 他事業体職員、工事店職員(行政区域外)	動員数の把握 役割分担	班編成
③応急復旧実施 (復旧期)			
1. 復旧日数の算定	1) 経過日数別確保量 2) 優先経路 3) 班編成 4) 復旧速度	状況の整理 結果の整理	重要施設の復旧日数 配水幹線の復旧日数 配水支線の復旧日数 給水装置の復旧日数

3) シミュレーションフローの検討

応急復旧シミュレーションにおけるフローについて検討する。この検討にあたっては、2)業務フローで検討した結果(図 2.3.13、表 2.3.11)をもとにして考える。

業務フローのうち、「①情報収集・状況整理」については、断水人口シミュレーションで行われ、断水状況として結果を得られることとなる。

応急復旧シミュレーションとしては「②応急復旧計画立案」、「③応急復旧実施」について処理しなければならない。「②応急復旧計画立案」で入力される水量は断水人口シミュレーションで求められ、人員・資機材、優先順位はシステムを利用する水道事業体が設定し、これらをもとにして応急復旧計画(優先経路、作業班の配分など)を策定する。「③応急復旧実施」では各応急復旧手段による応急復旧のシミュレーションが行われ、ある時間断面の応急復旧結果が求められる。これらを完全復旧まで繰り返し、時系列的に応急復旧結果が求められる。

ここで、応急復旧のシミュレーションフローと他シミュレーションの関係を整理したものを、図 2.3.14 に示す(各入出力項目や処理方法については以降で詳細に示す。)

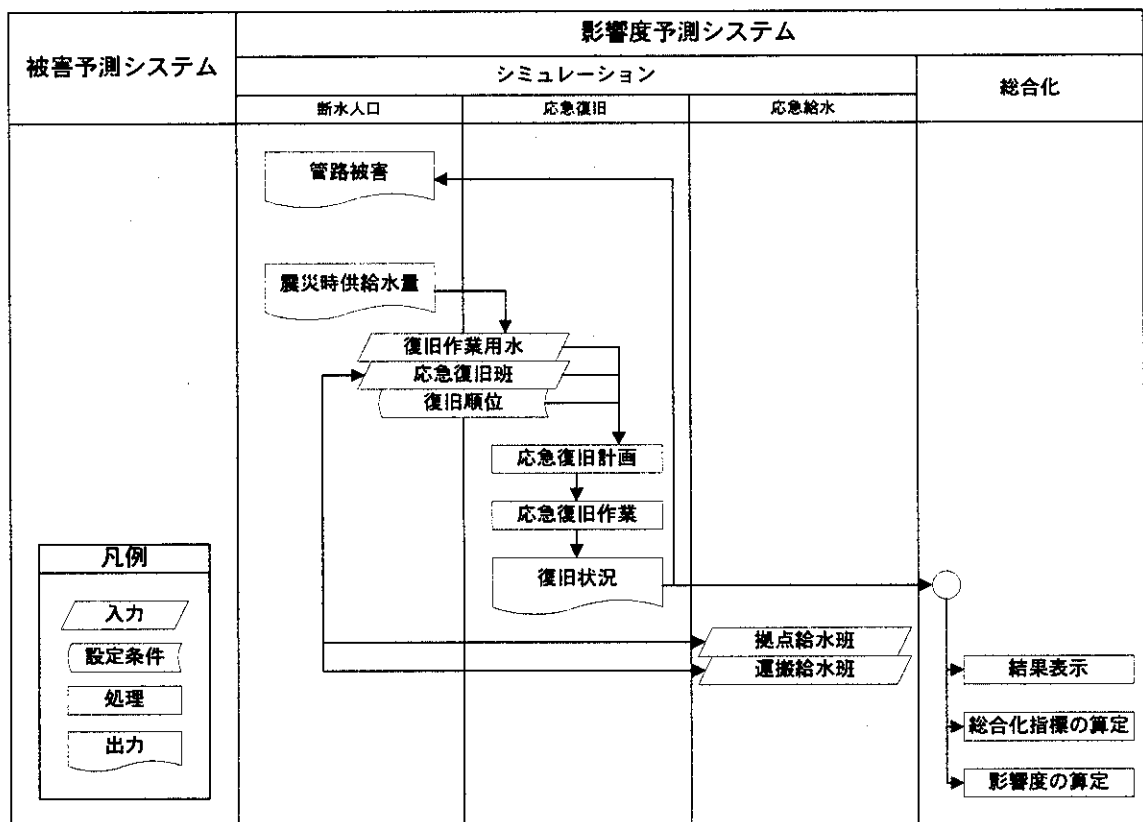


図 2.3.14 応急復旧シミュレーションフロー

4) 入出力データ項目の整理

3) シミュレーションフローで示した「応急復旧計画の立案」と「応急復旧の実施」における入出力データ項目の詳細について、事業体ヒアリング結果(巻末の資料1参照)などをもとにして検討を行った。

① 応急復旧計画の立案

・ 応急復旧用資機材の確保

資機材備蓄量(他事業体資機材も含む)や調達可能量(他事業体調達量も含む)を入力して、経過日数別資機材確保量を出力する。

・ 復旧順序の設定

断水人口シミュレーションの情報として、通水地区・断水地区、管路・施設の被害箇所、その他では配水系統の箇所数や経路種別(配水幹線、配水支線など)を入力して、早期復旧や被害規模の縮小を考慮し、優先経路を出力する。

・ 応急復旧作業班の設定

応急復旧作業人員(他事業体職員も含む)を入力して、復旧作業班数を出力する。

② 応急復旧の実施

・ 復旧箇所数(1日当たり)

探査速度・復旧速度、経過日数別資機材確保量、優先経路、復旧作業班数(作業人員)を入力して、1日当たりの復旧箇所数を出力する。

・ 復旧日数

探査速度・復旧速度、経過日数別資機材確保量、優先経路、復旧作業班数(作業人員)を入力して、完全に復旧するまでに要する日数(復旧日数)を出力する。

以上について整理したものを、表 2.3.12 に示す。

表 2.3.12 入出力データ項目

処理内容	input		output	
	項目	from	項目	to
①情報収集・状況整理(混乱期・復旧期) 断水人口シミュレーションで設定				
②応急復旧計画の立案(混乱期・復旧期)				
1. 応急復旧用資機材の確保	1) 備蓄量 2) 調達可能量	条件 条件	経過日数別資機材確保量	③-1
2. 復旧順序の設定	3) 通水地区、断水地区 4) 管路・施設の被害箇所 5) 配水系統:位置、箇所数 6) 経路種別	断水人口シミュレーション 断水人口シミュレーション 条件 条件	優先経路の決定 配水幹線→配水支線→給水装置 (重要路線は、配水幹線を含む)	③-1
3. 応急復旧作業班の設定	7) 応急復旧作業人員 (水道事業体職員、他事業体職員など)	条件	応急復旧作業班数	③-2
③応急復旧の実施(復旧期)				
1. 復旧箇所数(1日当たり)	1) 探査速度 2) 復旧速度 3) 経過日数別資機材確保量 4) 優先経路 5) 応急復旧作業人員 6) 応急復旧作業班数	条件 条件 ②-1 ②-2 ②-3	通水メッシュ、断水メッシュ 1日当たりの配水幹線の復旧箇所 1日当たりの重要路線の復旧箇所 1日当たりの配水支線の復旧箇所 1日当たり給水装置の復旧箇所	断水人口シミュレーション 応急給水シミュレーション
2. 復旧日数	1. の復旧箇所数と同様	②-3	復旧日数(管路・重要施設)	統合化

注1) From, toは、情報の受け渡しを意味する。例えばfrom②-2とは、②の応急復旧計画立案及び準備の2. の資機材の確保から入手することを意味する。
 注2) 条件は、2. 2の影響度予測システムの定義で設定している。

5) 計算式の整理

3) シミュレーションフローで示した「応急復旧計画の立案」と「応急復旧の実施」における計算式などについて、事業体ヒアリング結果(巻末の資料 1 参照)などをもとにして検討を行った。

① 応急復旧計画の立案

- ・ 応急復旧用資機材確保量の設定

応急復旧用資機材確保量(経過日数毎)

$$= \text{資機材備蓄量} + \text{資機材調達可能量}$$

但し、資機材確保量<資機材使用量の場合は、応急復旧作業班は待機状態となる。

各水道事業体の判断で資機材備蓄量と資機材調達可能量を設定する。

- ・ 復旧順序の設定

被害管路の復旧順序は、基本的に施設の上流側から下流側とし、以下に示す順番で作業を進める。

配水幹線→配水支線→給水装置

但し重要施設は、配水幹線に含めることにする。

- ・ 応急復旧作業班の算出

応急復旧作業人員

$$= \text{水道事業体職員} + \text{工事店職員(行政区域内、外)} + \text{他事業体職員}$$

応急復旧作業班 = 応急復旧作業人員 ÷ N (1班を構成する作業人数)

各水道事業体の判断で水道事業体職員、工事店職員、他事業体職員及び1班を構成する作業人数Nを設定する。

② 応急復旧の実施

- ・ 復旧箇所数(1日当たり)の算出

$$\text{復旧箇所数(1日当たり)} = \text{復旧速度} \times \text{応急復旧作業班数}$$

- ・ 復旧日数の算出

$$\text{復旧日数} = \text{復旧速度} \times \text{応急復旧作業班数} \times \text{日数}$$