

# GISを用いた応急給水計画の策定について



**前田 雄生**  
水環境部門 水工系グループ 主任  
(技術士補 建設部門)  
maeda@shinnihon-est.co.jp



**加藤 耕一**  
水環境部門 顧問  
(技術士 上下水道部門)  
kato@shinnihon-est.co.jp



**阿曾 克司**  
取締役 水環境部門本部長  
新エネルギー開発室 統括責任者  
(技術士 建設部門・総合技術監理部門)  
aso@shinnihon-est.co.jp

keywords: 水道計画、BCP、GIS、防災、応急給水計画、水道管路耐震化計画

## 1. はじめに

阪神淡路大震災以降、全国的に水道事業において基幹施設や管路の耐震化、耐震管による更新事業が進められている。しかし、地方の中小市町村では十分な事業費を確保できず、既設の管路の耐震化更新事業が進んでいないのが現状である。このため、地震が起きた際に広域的に断水が発生し、復旧にも時間と労力を要することから応急給水の重要性が高くなることが考えられる。富山県富山市では地域防災計画等において、応急給水をどの施設で実施するのか定められていないことに加え、避難所に収容できる人数の記載はあるが、どの地区の市民がどの避難所へ向かうのか規定されておらず、市民が水を受け取りにどこへ動くのか不明であった。

こうした事由により、富山市において“いのちの水”を市民に届けるため、応急給水について具体化する「水道事業業務継続計画策定業務」を実施させて頂いた。

### (用語の定義)

- ・給水拠点:市民に給水を行う施設。
- ・給水基地:給水車に水を注水(補給)する施設。

## 2. 検討内容・手法

### 2.1 給水車の必要台数(需要)の設定

給水車が最大で何台必要か算定するため、市内全域で断水が発生し、飲料水として使用できるのが配水池内の水のみと想定した。今回、次に示す簡易式による台数算定ではなく、

$$\text{給水車の台数} = \frac{(\text{給水人口} \times \text{1日の必要水量})}{(\text{給水車の容量} \times \text{平均活動回数})}$$

図-1のような検討フローを設定することにより、移動や給水活動など実際の応急給水活動を考慮した給水車の台数算定を行った。

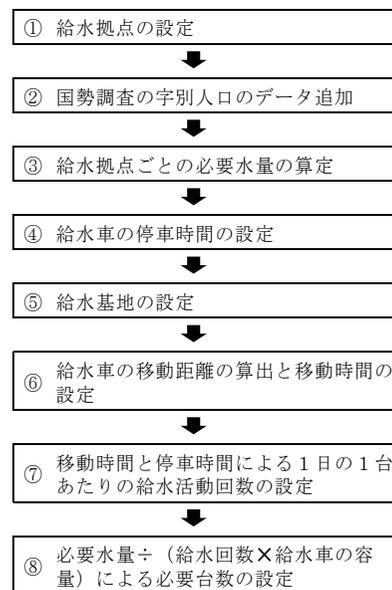


図-1 給水車台数の算定フロー

#### i) 避難所の必要水量の算定(フロー①～③)

表-1に応急給水計画の目安となる市民の移動距離と供給水量を示す。市民が施設の場所を把握して

いることと家屋倒壊による避難者は避難所に集まることから、一般市民を対象とした給水拠点は、市指定の避難所を前提とし、GISを用いて立地条件を整理した。

富山市では1次から3次、その他と区分されている指定避難所のうち、数百m以内に複数の施設がある場合は代表として1次避難所を給水拠点として設定した。また、数km以内に避難所のない空白区域に関しては、公共施設、特に災害弱者施設などを一般市民向けの給水拠点として抽出した。この手法によって、中心市街地では道路延長で1km未満に1箇所以上、中山間地域でも概ね2km以内に1箇所の給水拠点を設置することができ(図-2)、総じて163の施設が設定された。この163施設がそれぞれ受け持つ区域に国勢調査による字別人口のデータを追加し、人数×3Lとして各施設の必要水量を算定した。

表-1 応急給水の目安※1

地震発生からの日数	目標水量	市民の水の運搬距離	主な給水方法
地震発生～3日まで	3L/人・日	概ね1km以内	耐震貯水槽、タンク車
10日	20L/人・日	概ね250m以内	配水幹線付近の仮設給水栓
21日	100L/人・日	概ね100m以内	配水支管上の仮設給水栓
28日	被災前給水量(250L/人・日)	概ね10m以内	仮配管からの各戸給水共用栓

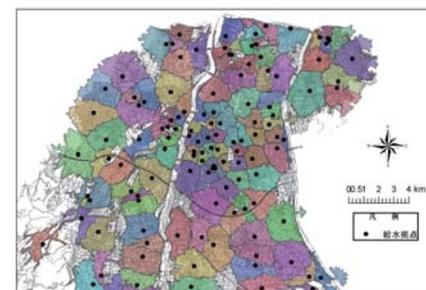


図-2 給水拠点の受け持ち区域図

#### ii) 医療機関の必要水量の算定(フロー①～③)

次に、医療機関に対して必要な給水量を算定した。医療機関に対する給水量の目安を表-2に示す。応急給水を実施する医療機関は、救急車による搬入を考慮して、県から救急告示医療機関に指定されている市内14施設とした。ここで、富山市において第3次地震被害想定負傷者数は、富山県の呉羽山断層帯の地震による負傷者数<sup>※3</sup>を用いるものとした。ただし、富山県の想定には重、中、軽傷者の区別がな

かったため、トリアージが実施されること及び病院の廊下まで負傷者が発生する程度を想定し、式1を設定し、富山市独自の医療機関への給水量を設定した。

表-2 医療用水量の目安※2

防災水利	必要水量	配置
生活 飲料水	3リットル×人数×3日	各世帯、自主防災組織で整備
生活 生活用水	13リットル×人数×3日	1kmメッシュで整備
医療用水	透析治療医療機関	各世帯、自主防災組織で整備
	130リットル×透析医療患者数	各医療機関で整備
	それ以外の医療機関	
	20リットル×病床数	
	第3次地震被害想定負傷者数	
重、中等傷者	20リットル	
軽傷者	10リットル	

### 医療機関への給水量(m<sup>3</sup>)

$$= (\text{給水拠点の病床数}) \times 20(L) \times \left\{ \frac{\text{被害想定による負傷者数}}{\text{市内の応急給水医療機関の総病床数}} \right\} / 1000 \dots \text{式1}$$

### iii) 給水車台数の算定(フロー④～⑧)

i)、ii)で求めた水量に対して必要な給水車の台数を、給水車の停車時間と移動時間を設定することによって求めた。停車時間として、

- 「水を出すのにかかる時間」
- 「給水に人が入れ替わることでロスする時間」
- 「給水車に水を入れるのにかかる時間」
- 「給水車が水を入れ始めるまで待つ時間」

を考慮した。このうちa)～c)については実験により算定し、下表のように設定した。d)については富山市の職員が過去に災害応援を行った際の経験から30分と設定した。ただし、医療機関の給水拠点は原則、受水槽へ加圧して給水することを前提としてb)のロス時間を除外し、給水拠点での停車時間を45分とした。

表-3 実験による給水車の停車時間

項目	時間	備考
a 給水車から水を出すのにかかる時間 (2.0m <sup>3</sup> 車)	45分	非加圧で4つの水栓による給水実験
b 給水拠点で人が入れ替わることでロスする時間 (2.0m <sup>3</sup> 車)	45分	容器の入れ替え、蛇口の開閉を考慮した実験。1人あたり6.0L給水すると想定。※6.0Lは富山市の備蓄するポリ袋の容量
c 給水車に水を入れるのにかかる時間 (2.0m <sup>3</sup> 車)	15分	流砂浄水場にて実車実験

また、移動時間はレベル2地震動に対応できる緊急遮断弁が設置された配水池(以下、給水基地とする)と給水拠点のGISによるルート解析を実施し、移動距離を算定することによって求めた。このとき、経路は富山市の緊急通行確保路線をできるかぎり

通行し、地震による交通障害が発生するとして本業務では、移動時間に遅延係数2.0を乗じた(図-3)。

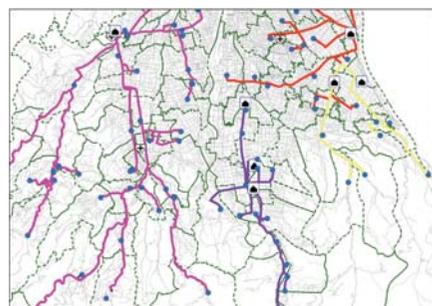


図-3 給水車配車計画図

この停車時間と移動時間から給水拠点ごとに1台あたりの活動回数を算定し、朝7時から夜8時まで活動すると仮定して、必要水量を配布するために必要な台数を求めた。このとき、給水車の容量は、中部地方の水道事業体の標準的な容量である2.0m<sup>3</sup>を前提とした。

結果として、避難所、医療機関への応急給水合わせて、富山市全域で200台強の給水車が必要であると算定された。

## 2.2 現在で可能な応急給水計画(供給)の検討

2.1より、最大で200台強の給水車が必要と算定されたが、過去の震災時に(社)日本水道協会による応援の給水車の台数は多くても60台程度<sup>※4</sup>であることから、市保有の資材を考慮しても非現実的な数であった。このことから、医療機関への給水を最低限確保し、残りを避難所へできるかぎり平等に給水することを念頭におき、現在、保有している資材材による「現在で可能な応急給水計画」を策定した。

現在で可能な応急給水計画の策定にあたって、水道協会による応援給水車台数は過去の記録のうち、富山市で起こりうる地震(呉羽山断層帯の地震)と同程度の震度であった新潟中越地震の小千谷市の実績から50台と設定した。この50台と富山市の保有する給水車を加えた車両による給水と、耐震性貯水槽による給水計画を検討した。

医療機関の給水拠点では2.1 ii)の必要な水量を供給するとして、配車計画を行った。その医療機関に必要な台数から残った給水車は一般市民向けの

給水拠点にて活動すると設定した。このとき、一般市民向けに配車できる台数では(1)にて設定した163施設全てに配車することが不可能であったため、給水拠点の受け持つ範囲を広げ、できるかぎり平等に水が行き渡るよう給水拠点の配置を再検討した(図-4)。ただし、耐震性貯水槽も同様の範囲の区域を受け持つとして、給水車の配車対象から除外した。

この条件で抽出された給水車を派遣する給水拠点は21施設となった。

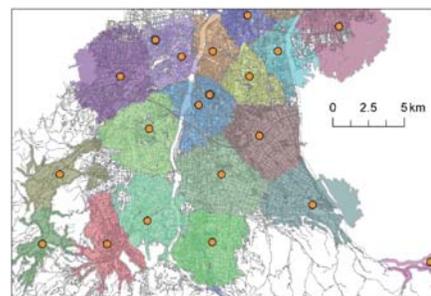


図-4 現況資材材による給水計画の給水拠点受け持ち区域図

この21の給水拠点に対し、2.1と同様に移動時間と停車時間を想定し、配車計画を行った。

結果として必要水量に対し、現状の資材材では大幅に不足する結果となった。

## 3. 応急給水に関する対策の検討

2.1、2.2より、需要に対し供給が全く足りない状態であることが明白になった。このことから、応急給水の観点から今後の対策を複数案提案させて頂いた。今回、対策案は2.1で検討した需要をまかなうことを目標とし、対策案の効果を、2.1にて200台強と算定された需要に対する給水車の台数から何台削減できるか、言い換えると現実的な給水車の台数にどれだけ近づけるかというわかりやすい形で提示することが可能であった。以下に、対策案の一部を示す。

### i) 短期的な対策

数年のうちに実施可能な対策として、給水車の回転効率向上を目的とした仮設水槽の購入を提案した。この仮設水槽は、2.1にて設定した給水車の停車

時間のうち、b)「給水に人が入れ替わることでロスする時間」を0とし、給水拠点での停車時間を45分とすることによって効果を検証することが可能であった。

例えば、現在の資材材で給水車を派遣する給水拠点に仮設水槽を設置する場合、1台あたりの給水活動回数が1回/日増加し、不足する給水量の1/6を補填可能であることが算定された。また、同様に、2.1にて設定した163の施設に仮設水槽を設置する場合、給水車の必要台数の約20%を削減可能であると算定された。

### ii) 中期的な対策

5年～10年の中期的な視野では、給水車の移動距離の短縮を目的とした配水池への緊急遮断弁の新設、直接台数の削減に結びつく耐震性貯水槽の新設を提案した。緊急遮断弁を設置する配水池や耐震性貯水槽を設置する給水拠点の候補は、2.1で検討に用いた給水車の移動距離や、給水拠点の受け持ち区域と人口から、給水車の削減台数として効果の高い施設を抽出することで優先度をつけて提案することが可能であった。

### iii) 長期的な対策

給水拠点まで水道施設が耐震化された箇所は給水車を派遣する必要がなくなると想定されることから、長期的に実施する対策として、給水拠点に至るまでの施設を耐震化することが挙げられる。

このため、水道管路のマッピングデータ(台帳)を用いて、GISで給水拠点に至る路線を抽出し、対象となる施設を明確化した。このとき、耐震性がない管路は水道管路の被害想定手法<sup>※5</sup>により耐震性のない管種、継手であるものを抽出した。図-5に抽出した優先耐震化路線図を示す。この抽出された路線に対し、路線番号と応急給水に必要な給水車の台数をデータとして加えることで、路線に応急給水の観点から見た優先度を与えることが可能になった(表-4)。この手法によって、やみくもに避難所へ接続する管路を耐震化するという計画ではなく、実際に地震がおきた時を想定した優先度をつけて耐震化事業を推進することが可能であると考えられる。

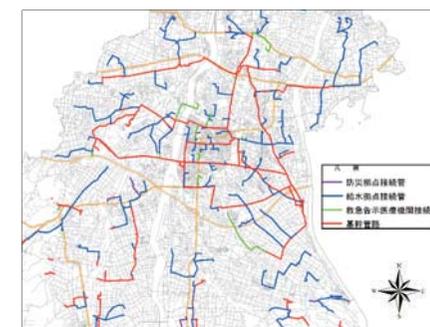


図-5 優先耐震化路線図

表-4 耐震化路線優先度表(一部)

路線番号	停止できる給水拠点	停止できる拠点数(台数)	削減台数(仮定の) (台数)	削減台数(合計)	優先度
101				1	1
102				2	2
103	山形中学校			2	2
104	山形中学校、2000年体育館、山形小学校			4	4
105	山形中学校、山形市立第一中学校、山形市立第二中学校、山形市立第三中学校、山形市立第四中学校、山形市立第五中学校、山形市立第六中学校、山形市立第七中学校、山形市立第八中学校、山形市立第九中学校、山形市立第十中学校			11	11
106				20	20
107	山形小学校			20	20
108	山形中学校、山形市立第一中学校、山形市立第二中学校、山形市立第三中学校、山形市立第四中学校、山形市立第五中学校、山形市立第六中学校、山形市立第七中学校、山形市立第八中学校、山形市立第九中学校、山形市立第十中学校			24	24

## 4. 今後の展開と課題

現状で考慮した水道協会による応援の給水車の台数は実際に地震が発生し、その時の被害状況によって数が上下する可能性があり、現状の配車計画では地震の後に行う配車調整が複雑になる可能性も残っている。また、幹事となる応援事業体が配車について方針を変更する可能性もある。このため、応援の給水車の派遣先についてマニュアル化し、幹事応援事業体と連携が図れる内容のものを検討する必要がある。

### 謝辞

今回、応急給水計画の策定にあたり、富山市上下水道局の皆様にご多大なご協力を頂きましたことをこの場を借りて感謝申し上げます。

※1 出典「水道の耐震化計画等策定指針の解説」(財)水道技術研究センター P37  
 ※2 出典「京都府環境防災水利構想」  
 ※3 出典「富山県地震被害想定等調査報告書」(H23.6)  
 ※4 「新潟中越地震水道被害報告書」厚生労働省 など  
 ※5 「地震による水道管路の被害予測の手引き」(財)水道技術研究センター(H23.3)