

## 南海トラフ巨大地震発生時における指定避難所の水確保に関する研究

豊橋技術科学大学 正会員 ○杉木 直  
森松工業株式会社 非会員 古村 太郎

## 1. はじめに

わが国では基幹管路・浄水施設などの水道施設の耐震化が遅れており、震災に対して脆弱性を有している。水道事業者が保有する給水車も万全ではなく、南海トラフ巨大地震発生時には被災者5万人に対し1台程度しかないことが想定されており、避難所の水は避難所毎で確保しなければならない可能性がある。また、公立学校には平時の「文教施設」としての役割と、震災時の「避難施設」としての役割があり、各々の役割に応じて上水が準備されているが、両者の水道法上の分類、設置者・管理者が異なることもあり、この容量を包括的に定める法律等は整備されていないのが現状である。

そこで本研究では、愛知県豊橋市内の公立学校を対象として、南海トラフ巨大地震が発生した際に避難者数への水の備えが十分であるかを分析する。また、不足分を有効に手当てしつつ、防災教育やリスクコミュニケーション等の副次的効果が見込まれる解決策として、「地上式耐震性貯水槽」を提案し、その社会実装に向けた要件等について整理を行う。

## 2. 豊橋市内公立学校における上水の賦存量

豊橋市内の公立学校においては、時習館高校を除いた全校が「貯水槽水道方式」を採用している。震災時においても受水槽・高架水槽内に一定量の水の貯えを有することが期待される。これらの水槽は水道法上給水装置に分類され、管理・設置は各公立学校・教育委員会が行っている。ただし、個別の水槽に対し、緊急遮断弁の有無や耐震性能を確認したものではなく、また夏季休暇等低水位運用時に震災した場合、最大貯水量を確保できない点に留意が必要である。また、大清水小・牟呂小・高師小・新川小・章南中・南部中の6校については、受水槽・高架水槽とは別に埋設式の耐震性貯水槽（水道法上の水道施設に分類）が水道局によって設置されている。しかし、過去の震災においては

埋設式の耐震性貯水槽が液状化の被害により、系統電源を喪失して内部水の取り出しに苦慮した事例がある。豊橋市内公立学校の受水槽・高架水槽・埋設式耐震性貯水槽の容量を調査したところ、表1に示すように最大2,957 m<sup>3</sup>の上水道水が確保できることが把握された。

表1 公立学校の最大貯水量（賦存量）

| 学校名   | 受水槽<br>(呼び・m <sup>3</sup> ) | 高架水槽<br>(呼び・m <sup>3</sup> ) | 小計<br>(有効・m <sup>3</sup> ) | 埋設式耐震性<br>貯水槽(m <sup>3</sup> ) | 合計<br>(m <sup>3</sup> ) |
|-------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| 岩田小   | 32                          | 13                           | 31                         |                                | 31                      |
| 豊岡中   | 22                          | 7                            | 21                         |                                | 21                      |
| 豊丘高   | 23                          | 18                           | 28                         |                                | 28                      |
| 豊小    | 36                          | 8                            | 31                         |                                | 31                      |
| 東田小   | 42                          | 13                           | 38                         |                                | 38                      |
| 市立豊橋高 | 28                          | 8                            | 25                         |                                | 25                      |
| 豊城中   | 20                          | 5                            | 17                         |                                | 17                      |
| 八町小   | 15                          | 4                            | 13                         |                                | 13                      |
| 松葉小   | 24                          | 7                            | 21                         | 60                             | 81                      |
| 花田小   | 25                          | 4                            | 20                         |                                | 20                      |
| 羽田中   | 30                          | 15                           | 31                         |                                | 31                      |
| 松山小   | 50                          | 5                            | 39                         | 60                             | 99                      |
| 合計    |                             |                              |                            |                                | 2,957                   |

## 3. 震災時の上水需要に関する分析

## 1) 小学校区別避難者数の設定

津波防災地域づくり法に基づき、平成26年8月28日に「豊橋市南海トラフ地震被害予測調査」<sup>2)</sup>が公表されており、52の小学校区を最小単位とした避難者数推定（過去地震最大モデル）がなされている。表2に示すように、豊橋市内の避難所避難者数は震災1日後で26,213人、1週間後で44,719人（最大値）、1ヶ月後で10,321人と推定されている。

表2 豊橋市内の避難者数推計（過去地震最大モデル）<sup>2)</sup>

|          | 1日後    | 1週間後   | 1か月後   |
|----------|--------|--------|--------|
| 避難者総数    | 42,535 | 86,245 | 34,413 |
| 避難所避難者数  | 26,213 | 44,719 | 10,321 |
| 避難所外避難者数 | 16,322 | 41,526 | 24,092 |

## ■校区別避難者数

| 小学校区  | 1日後   |       |      | 1週間後  |       |       | 1か月後  |      |      |
|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|
|       | 避難所   | 避難所外  | 避難所外 | 避難所   | 避難所外  | 避難所外  | 避難所   | 避難所外 | 避難所外 |
| 1 岩田  | 765   | 464   | 301  | 2,967 | 1,481 | 1,486 | 756   | 228  | 529  |
| 2 豊   | 555   | 338   | 218  | 1,605 | 801   | 804   | 548   | 165  | 383  |
| 3 東田  | 1,205 | 730   | 474  | 2,268 | 1,132 | 1,137 | 1,191 | 358  | 833  |
| 4 八町  | 330   | 200   | 130  | 875   | 437   | 438   | 326   | 98   | 228  |
| 5 松葉  | 1,397 | 847   | 549  | 2,217 | 1,107 | 1,110 | 1,376 | 414  | 962  |
| 6 花田  | 1,264 | 766   | 497  | 2,064 | 1,030 | 1,034 | 1,250 | 376  | 874  |
| 7 松山  | 552   | 335   | 217  | 1,534 | 765   | 769   | 546   | 164  | 382  |
| 8 新川  | 374   | 227   | 147  | 1,118 | 558   | 560   | 370   | 111  | 259  |
| 9 羽根井 | 1,030 | 624   | 405  | 2,339 | 1,167 | 1,172 | 1,018 | 306  | 712  |
| 10 下地 | 1,125 | 683   | 442  | 1,866 | 933   | 933   | 1,101 | 331  | 769  |
| 11 大村 | 324   | 197   | 128  | 817   | 408   | 410   | 321   | 96   | 224  |
| 12 津田 | 1,851 | 1,206 | 647  | 1,224 | 783   | 440   | 741   | 223  | 518  |

キーワード：南海トラフ巨大地震、避難所、上水賦存量、水道施設耐震化、地上式耐震性貯水槽、防災教育  
連絡先：愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1 建築都市システム学系 都市・交通システム研究室 (0532-81-5187)

なお、豊橋市においては主に地区市民館が第1指定避難場所、主に公立学校が第2指定避難所に指定されているが、収容能力の9割以上が第2指定避難所に集中しているため、以降の分析では避難所避難者が全て公立学校に来るものとして取り扱った。

## 2) 避難者の健康維持に必要な水の原単位

内閣府の避難所運営ガイドライン<sup>3)</sup>では、今後の我が国の避難所の質の向上を考える際に参考すべき国際基準として、スフィアハンドブック<sup>4)</sup>が挙げられている。このハンドブックは国際赤十字等が関与して作成されたもので、生命を守るため最低限満たされるべき基準として、必要な上水の総量は避難者1名1日あたり7.5~15ℓと記載されている。

## 3) 小学校区ごとの分析

以上より、豊橋市内の公立学校全体では4~9日分の最大貯水量があることがわかる。これは貯水槽水道方式を堅持していること、一部の公立学校に埋設式耐震性貯水槽が設置されていることが寄与している。ただし、被害が広範囲にわたる南海トラフ地震下では給水車が当面来ず避難所単位で上水の確保をしなければならない悲観的なシナリオも検討しておくべきである。避難所は住民の命を守るための最後の砦であり、上水はライフラインの中で最も根幹となる要素となるからである。

## 4) 分析結果と考察

52の小学校区ごとに最大貯水量および避難所避難数より、各々何日分の上水があるのかを分析した。小学校区ごとに最大貯水量をスフィアハンドブック基準で除したところ、表3に示すように顕著なばらつきがみられた。7日分以上の最大貯水量を有する小学校区がある一方、1日分にも満たない小学校区も複数見受けられた。特に、表4に示すように、津田小学校区および杉山小学校区では深刻な最大貯水量の不足が判明した。

## 4. 解決策としての地上式耐震性貯水槽

避難所となる公立学校の上水問題を解消緩和する策として、図1に示す地上式耐震貯水槽を公立学校の敷地に設置する方法が考えられる。水道本管に直接設置する水道施設で、普段使いが可能であるとともに発災時に必要な水を確保することができる。地上設置式のため地盤液状化の影響を受けず、自然流下により給

表3 最大貯水日数別小学校区数

| スフィア基準  | 1日以下 | 1~3日分 | 3~7日分 | 7日分以上 |
|---------|------|-------|-------|-------|
| 7.5ℓ/日  | 1    | 2     | 20    | 29    |
| 15.0ℓ/日 | 2    | 17    | 23    | 10    |

表4 津田学区・杉山学区の避難者数および最大貯水日数

| 津田小学校区(貯水量9m <sup>3</sup> ) |         |       |     |     |
|-----------------------------|---------|-------|-----|-----|
| 避難所避難者数                     | 1日後     |       |     |     |
|                             |         | 1,206 | 783 | 223 |
| 最大貯水日数                      | 7.5ℓ/日  | 1.0   | 1.5 | 5.4 |
|                             | 15.0ℓ/日 | 0.5   | 0.8 | 2.7 |
| 杉山小学校区(貯水量7m <sup>3</sup> ) |         |       |     |     |
| 避難所避難者数                     | 1日後     |       |     |     |
|                             |         | 670   | 681 | 228 |
| 最大貯水日数                      | 7.5ℓ/日  | 1.4   | 1.4 | 4.1 |
|                             | 15.0ℓ/日 | 0.7   | 0.7 | 2.0 |



図1 地上式耐震性貯水槽

水できるため系統電源喪失時においても問題なく使用することが可能である。加えて、視認性の高さを活かした防災教育への展開等、副次的効果も見込まれる。

## 5. おわりに

今後は、発災時の上水不足が想定される学校等に地上式耐震性貯水槽を設置し、普段使いで発災時に備えられること、防災教育やリスクコミュニケーションに資することを実証してゆきたいと考えている。

## 参考文献

- 1) 水道事業における耐震化の状況(令和元年度):厚生労働省 HP, [https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage\\_16436.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_16436.html)
- 2) 豊橋市南海トラフ地震被害予測調査:豊橋市 HP, <https://www.city.toyohashi.lg.jp/16584.htm>
- 3) 避難所運営ガイドライン:内閣府 HP, [https://www.bousai.go.jp/taisaku/hinanjo/pdf/1605hinanjo\\_guideline.pdf](https://www.bousai.go.jp/taisaku/hinanjo/pdf/1605hinanjo_guideline.pdf)
- 4) スフィアハンドブック 2018:名古屋第二赤十字病院 HP, <https://www.nagoya2.jrc.or.jp/content/uploads/2021/08/Sphere-Handbook-2018-Japanese.pdf>