

木造密集地域を延焼火災から守る Water Shield System のための
配水施設設計法に関する研究
—複数水源を有する配水システムの計画・設計—
A Study on Planning of Water Distribution Facilities with Multiple
Sources for Water Shield System to Protect Wooden Residential Area
from Fire Spread

荒川昭治 株式会社建設技術研究所大阪本社技術統括部
片桐 信 摂南大学工学部 都市環境工学科
大窪健之 立命館大学工学部 都市システム工学科

ARAKAWA, Shoji Engineering Operations & Management Division, Osaka Main Office,
CTI Engineering Co., Ltd

KATAGIRI, Shin Department of Civil and Environmental Engineering, Setsunan University

OKUBO, Takeyuki College of Science and Engineering Ritsumeikan University

Abstract

This study deals with the water distribution facilities for water shield system (WSS) employed in wooden residential areas to prevent the spread of fire. In the previous study, the design procedure for the water distribution pipelines of a WSS with a single water source was examined. However, several problems were encountered, such as insufficient water pressure and the occurrence of vacuum in pipelines at high locations. In this study, a design procedure for a water distribution pipeline system with two different types of water sources is introduced to resolve these problems. Consequently, greater clarity was achieved with regard to the design processes for the pressure value of a pump-type source as well as the height of a gravity-type source. Thus, the proposed procedure is considered to be effective.

キーワード: 防火水幕システム, 地震火災, 配水, 木造住宅, 複数水源

Keywords: water shield system, earthquake fire, water distribution, wooden residence, multiple water sources

1. はじめに

1-1 研究の背景

本研究は、歴史都市などの木造家屋密集地域における地震時の同時多発火災に伴う延焼抑止施設として Water Shield System (以下「WSS」と称す)⁽¹⁾に関するものである。これまでの研究では、この WSS を実際に稼働させるための貯水・配水施設の設計方法論について、予備設計として管径を順次選定する方法による設計手順を提案することにより、配管設計に関する専門的なノウハウが無くとも基本的なシステム設計が可能となり、短時間での全体システムの計画・設計に

資する可能性が示された。

さらに具体的なケーススタディとして京都市清水寺周辺地域を対象地区に取り上げ、京都市周辺の活断層群の中で最も被害が大きいと予想される花折断層による地震を想定し、それに伴う延焼火災の拡大を与条件として、上記の提案した設計手順に従って設計した①重力加圧式による配水システム（水源：清水寺貯水槽）、②ポンプ加圧式による配水システム（水源：高台寺貯水槽）の2ケースに対し、各々の妥当性が検証された。今後、他地域における地域防災へ応用するにあたり、汎用性が期待できるものである。

また、提案された設計手順によって基本的なシステム設計を実施し、延焼シミュレーションに基づく放水シナリオを想定したシステムの検証によって次の点が明らかにされた。

①重力加圧式及び②ポンプ加圧式ともに、特に高所から取水を行う場合、取水点で WSS を稼働させるための十分な水圧が確保されないケースが生じた。こうした地域を特定し、他の延焼抑止施設を配置する必要性が明らかになった。

②ポンプ加圧式のように管網の中心部に水源を設ける場合、高標高に配管が配置された箇所から取水する際に管内が負圧となる恐れがある。したがって、高低差の大きな地域を対象に WSS 配水システムを計画する場合には高所からの重力加圧式を選択する必要性が明らかになった。

1-2 研究の必要性

既往の研究²⁾においては、一つの水源において配管設計の設計手順を導出し、その有効性が立証された。しかし、延焼シミュレーションに基づく放水シナリオを想定したシステムの検証により高低差の大きな地域を対象に WSS 配水システムを計画する場合には一つの水源だけではその実現性が厳しいことも明らかにされた。

一方、現実的には①防災上のフェイルセーフの観点からバックアップとして水源の確保を必要とすること、②将来の配管ネットワークの拡張を含めた整備を計画・実施する上で複数水源の確保を必要とすること、③対象エリアの規模が大きい場合及び配管のネットワーク規模が大きい場合では単一水源のみでは設計条件を満足しない可能性があること、などを考慮すると複数の水源を確保することが必要になる。

さらに、水源の候補位置は地形・地質条件及び社会的条件などから決定されることが少なくないため、その候補位置において設計上制約を受けることになり単一水源での実現性が極めて低くなる可能性があり、これを補うためにも複数の水源を確保することが必要である。そこで、上述した課題を解決するために複数水源による貯水・配水施設の設計を行う場合、水源から給水するための加圧方式に関わらず水を供給する際に、WSS を稼働するための圧力が十分であること、全配水管内において負圧が生じないこと及び管内圧力が許容値内であることなどの条件を満たさなければならない。全ての条件を満足させるために闇雲に数多くの計算ケースを実施することは、膨大な時間の労費であり得策であるとは言い難い。これを回避するために、簡便な設計方法として、既往の研究¹⁾では単一水源による配管設計の設計手順が導出された。今回は、配管設計だけでなく水源である貯水槽の最適設置標高及び最適ポンプ圧力を決定する手順を提案し、その優位性を明らかにした。

1-3 研究の目的

本研究は、高低差の大きな地域を対象に WSS を稼働するために給水に必要な複数の水源お

よび配水管路網の設計方法論についてケーススタディーを踏まえて確立するための基礎的研究を行うことを目的とする。なお、本研究におけるケーススタディーの研究対象としては、京都市清水周辺地区に計画されている管網を用いる。

a) 配水システム内に重力加圧式水源とポンプ加圧式水源の複数水源を設置することで、両水源が双方に補うことができると考え、両水源を同時併用した場合についての配水システムの設計手順を導出すること及びその有効性について検証する。

b) 配水システム内に二つの重力加圧式水源を設置することで、同時併用した場合の配水システムの設計手順を導出すること及びその有効性について検証する。

2. 複数水源における統一的な設計フローの提案

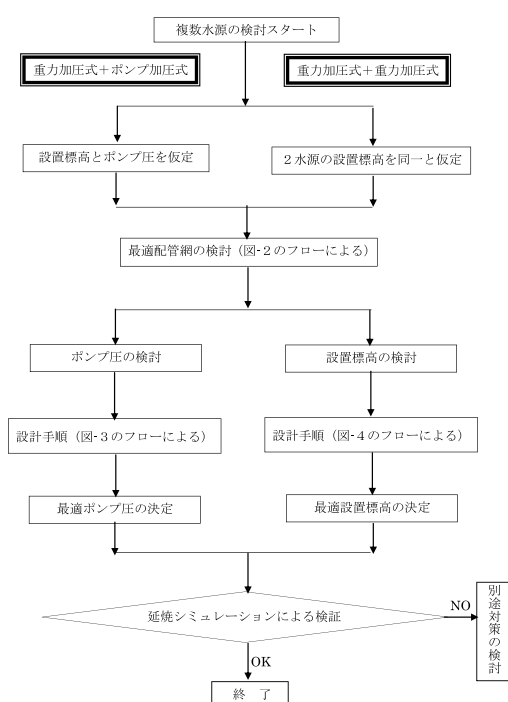


図1 複数水源の設計フロー

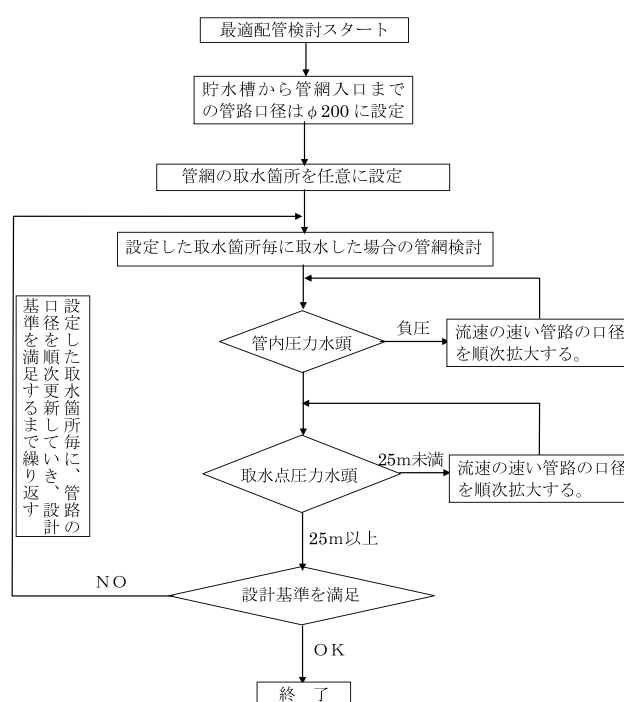


図2 最適配管の設計フロー

ここでは、図1に示す複数水源における統一的な設計フローを提案する。なお、図2は既往研究²⁾において提案した最適配管の設計フローであり、図3は最適ポンプ圧の設定フローを示し、図4は最適設置標高の設定フローを示している。

2-1 重力加圧式水源+ポンプ加圧式水源の場合

両水源の設置標高とポンプ加圧式水源のポンプ圧を仮定する。

図2の管網配管の設計手順に従って、管網配管径を設定する。

図3の最適ポンプ圧の決定フローによる下記の手順に従って最適ポンプ圧を決定する。

1. 重力加圧式水源の設置標高を設定する。
2. 図2の検討時と同様の取水箇所 (a, b, c, d, e) を設定し、順次取水箇所毎に水理検討を実施

- する。
3. ポンプ圧を数ケース仮定する。
 4. 仮定したポンプ圧に対し、重力加圧式とポンプ加圧式の両水源からの供給水量をプロットする。
 5. 仮定したポンプ圧全ての供給水量の関係グラフにおいて、その交点を一つの取水箇所における適切なポンプ圧として求める。
 6. 各取水箇所における求めた適切なポンプ圧の平均値（仮に最大値を採用したとするとポンプ加圧式水源からの水量が多く偏る。逆に最小値を採用したとすると重力加圧式水源からの水量が多く偏る。したがって、平均値を採用することによってバランスが確保できる。）を算出し、これを最適ポンプ圧とする。
 7. この最適ポンプ圧を用いて、全ての取水箇所における両水源の供給水量を算出しバランスを確認する。

決定したポンプ圧を有する水源を用いて延焼シミュレーションによる配水システムの性能検証を行う。

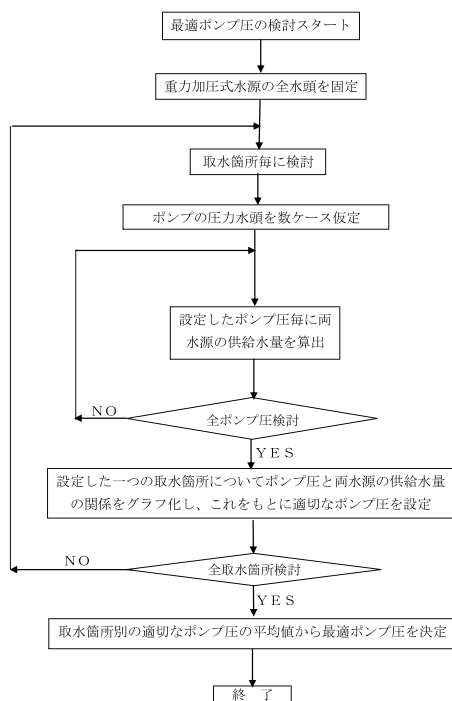


図3 最適ポンプ圧の設定フロー

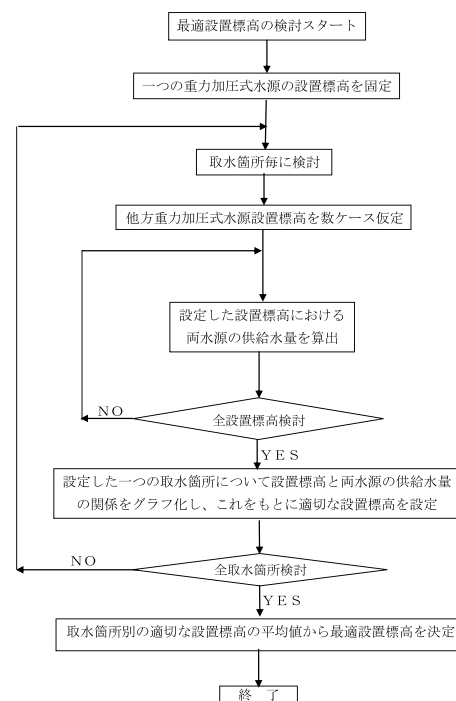


図4 最適設置標高の設計フロー

2-2 重力加圧式水源+重力加圧式水源の場合

両水源の設置標高を仮定する。

図2の管網配管の設計手順に従って、管網配管径を設定する。

図4の最適設置標高の決定フローによる下記の手順に従って最適設置標高を決定する。

1. 一つの重力加圧式水源の設置標高を設定する。
2. 図2の検討時と同様の取水箇所 (a, b, c, d, e) を設定し、順次取水箇所毎に水力検討

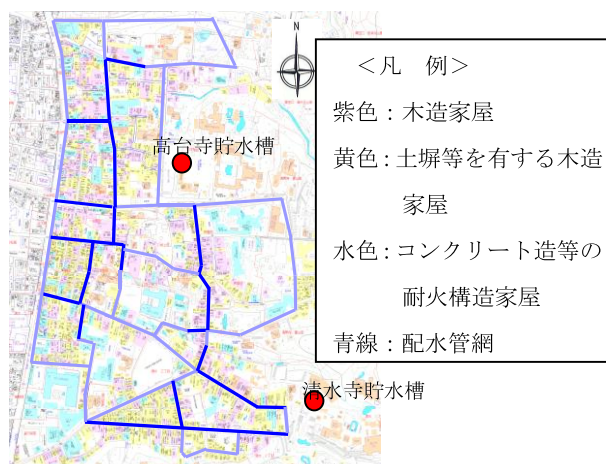
を実施する。

3. もう一つの重力加圧式水源の設置標高を数ケース仮定する。
4. 仮定した設置標高に対して、両水源からの供給水量をプロットする。
5. 仮定した設置標高全ての供給水量の関係グラフにおいて、その交点を一つの取水箇所における適切な設置標高として求める。
6. 各取水箇所における求めた適切な設置標高の平均値（仮に最大値を採用したとすると「もう一つの水源」からの水量が多く偏る。逆に最小値を採用したとすると「一つの水源」からの水量が多く偏る。したがって、平均値を採用することによってバランスが確保できる。）を算出し、これを最適設置標高とする。
7. この最適設置標高を用いて、全ての取水箇所における両水源の供給水量を算出しバランスを確認する。

決定した設置標高を用いて延焼シミュレーションによる配水システムの性能検証を行う。

3. 重力加圧式水源とポンプ加圧式水源を有する WSS の計画・設計

本章では、清水寺周辺地域を対象とした重力加圧式水源（清水寺貯水槽）とポンプ加圧式水源（高台寺貯水槽）を併用するシステムの設計法について検討する。なお、研究対象とした清水地域と WSS 用配水管網および WSS 配置位置を図 5 に示す。図中の線が配水管網であり、その内濃い青色が WSS を設置するラインを示している。



3-1 両水源併用システムの設計法の検討

本研究では重力加圧式水源とポンプ加圧式水源を併用した配水システムを設計

図5 清水地区配管図と木造家屋の分布と WSS の配置

し、その有効性を検証する。ここに、重力加圧式水源は設置場所と標高が限定されており自由度はないが、ポンプ加圧式水源は適正なポンプ圧を見出すことによって有効性のある両水源併用システムが得られることになる。

- ① 配水管網の解析モデルは、図 6 に示すとおりである。なお、図中の青□印が重力加圧式水源、図中の緑□印がポンプ加圧式水源、図中の赤□印が想定取水箇所である。まず、両水源の全水頭を 120m に仮定し、設計手順に従って最適配水管網を図 7 に示すように決定した。
- ② 次に、重力加圧式水源の全水頭を 120m（＝地盤高：EL115.0m＋圧力水頭：水深 5m）に固定する。
- ③ 両水源から水を供給し、図 6 に示す取水箇所 a～e のそれぞれで取水した場合の各水源の供給水量を算出する。このとき、ポンプ加圧式水源（地盤高が 60m）のポンプの圧力水頭を 50m、55m、60m、65m、70m と変化させる。
- ④ 各水源の供給水量がポンプの圧力水頭によりどのように変化するかを検討する。ここで、ポンプの圧力水頭が低いと重力加圧式水源からの水圧が強く、ポンプ加圧式水源から正常

- ⑤ に供給することができない。逆にポンプの圧力水頭が過大であると、重力加圧式水源から正常に供給することができずに貯水槽への吹き上げ（逆流）が起こる可能性がある。
- ⑥ ポンプの圧力水頭を変化させ比較を行なう中で、両水源より偏りなく最もバランスの良い取水が可能なポンプの圧力水頭を見出し、これを最適ポンプ圧とする。

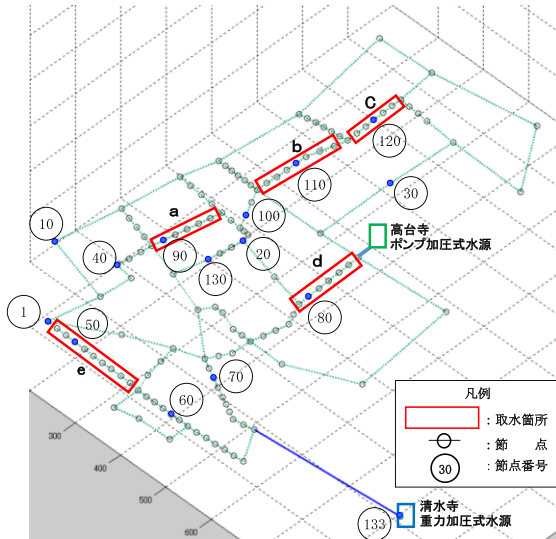


図6 配水管網・水源と想定取水箇所

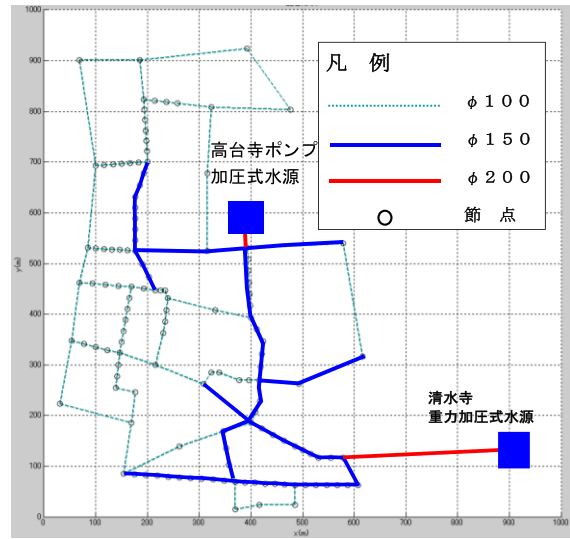


図7 両水源による最適配水管網

3-2 最適ポンプ圧の決定

図8は、取水箇所aについてポンプの各圧力水頭における水源からの供給水量を整理したものである。横軸にポンプ加圧式水源のポンプの圧力水頭(m)、縦軸に供給水量(ℓ/s)を示す。縦軸は上方向を負に設定している。供給水量は負が流出であり、正の値は逆流を示している。

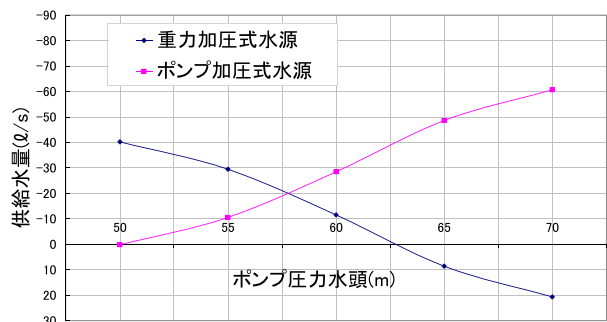


図8 取水箇所aのポンプ圧力と両水源

取水箇所a～eごとに散布図の2系列の交点、すなわち両水源からの供給水量が等しくなる点をバランスのとれた点として着目した。この点のポンプ圧力を適切なポンプ圧として取水箇所ごとに算出した。

図9は、取水箇所a～eごとに算出した適切なポンプ圧を表したグラフである。算出した5つの適切なポンプ圧の平均値は57.4mである。

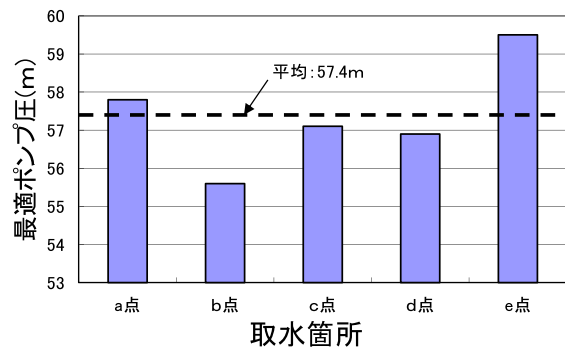


図9 取水箇所ごとの最適ポンプ圧

図10はポンプの圧力水頭を57.4mに設定し、取水箇所a～eの各々の箇所でも取水した場合の各水源の供給水量を表している。

いずれの取水箇所を設定しても、両水源からほぼ均等に供給が行われていることがわかる。ポンプ加压式水源の全水頭は、その地盤高が60mにおいて最適ポンプ圧が57.4mであることから117.4mとなる。

この値は重力加压式水源の全水頭(120m)に非常に近い値である。この結果は、複数の水源を配水管路に設ける場合、ポンプ加压式水源のポンプ圧を設定する過程で、重力加压式水源の全水頭に近い値となるよう

にポンプの圧力水頭を設定するという結果が得られた。このことから、本研究において検討した方法は、設計方法論として簡便で有効な方法であると言える。

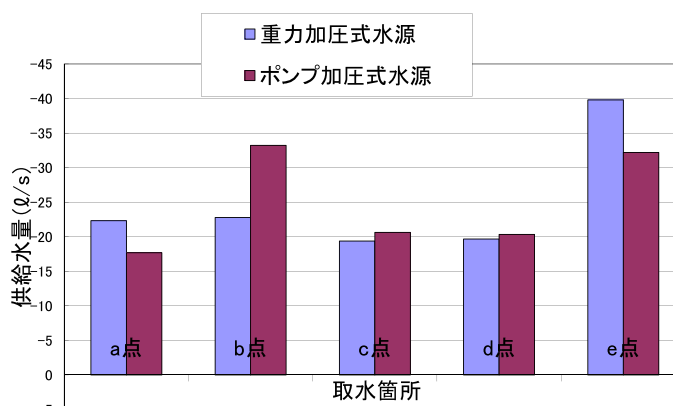


図10 平均最適ポンプ圧時の両水源供給水量

3-3 延焼シミュレーションによる配水システム性能検証

ここでは、京都市周辺の活断層群の中で最も被害が大きいと予想される花折断層による地震を想定し、それに伴う延焼火災の拡大を条件として与えることで、3.2節で設計した配水施設について管網解析を行い、その妥当性を検証する。なお、入力する延焼火災性状は筆者らの既往研究²⁾結果を用いるものとし、延焼シミュレーションモデル⁽³⁾の詳細については省略する。

a) 延焼過程

計算時間は地震発生から24時間とし、出火点として、図11、図12に示す(A)(B)の2通りを想定⁽⁴⁾した。最終的に出火点(A)では、16時間55分で1,864棟が焼失し、出火点(B)では13時間32分で1,863棟が焼失する。

b) 配水システムの性能検証

図13は出火点(A)の場合、図14は出火点(B)の場合の延焼・放水過程と管内圧力水頭の関係を示している。

これより、十分な水圧が確保されており、両水源を併用することの有用性を実証することができた。なお、赤○で示す位置で取水点の圧力水頭が25mを下回る箇所が認められる。これらの箇所は清水寺参道の限られた一部の地盤高が高く、水源との水位差がなく圧力が不足している場所である。こうした箇所では、第1段階(小規模火災で

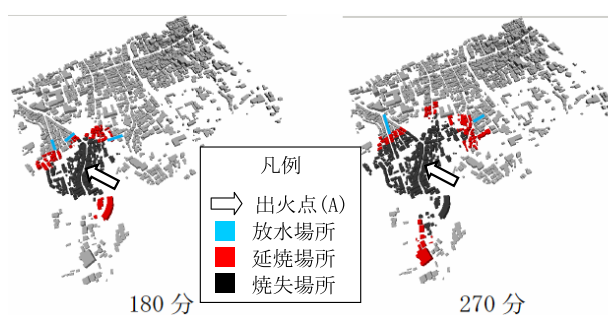


図11 出火点(A)の延焼パターンと放水区域例

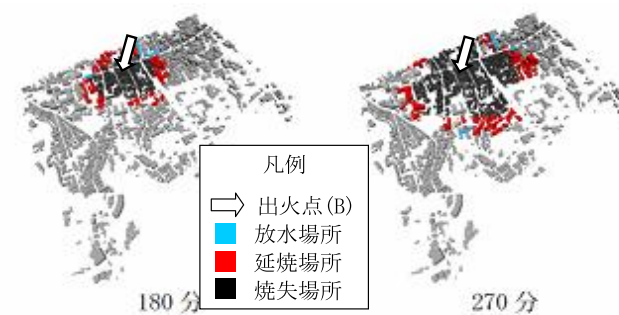


図12 出火点(B)の延焼パターンと放水区域例

あり、住民による初期消火段階)、第2段階(中規模火災であり、消防隊や消防団による継続的な消火が行われる段階)の消火活動⁽¹⁾を十分に行うなど、別の延焼防止方法で対処する必要がある。

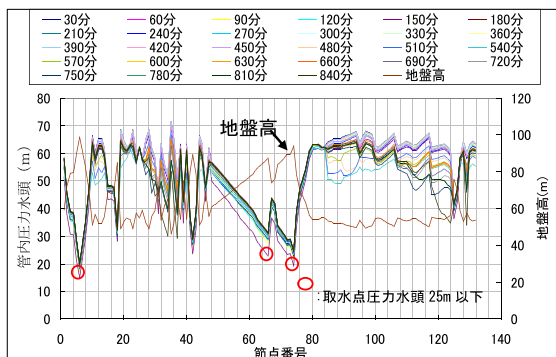


図13 圧力水頭の変化・出火点(A)

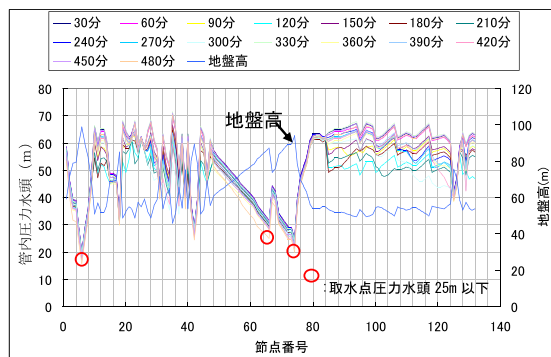


図14 圧力水頭の変化・出火点(B)

c) 必要最大貯水量の算出

図15、図16は、出火点(A)(B)における経過時間(分)と経過合計供給水量を表したグラフである。各水源の総供給水量から片側の水源からの供給に偏ることなく、両方の水源からバランスよく供給できていることが分かる。

出火点(A)の場合の総供給水量は、重力加圧式水源で1362.1 m³、ポンプ加圧式水源で1452.4 m³である。出火点(B)の場合のそれは、重力加圧式水源で869.1 m³、ポンプ加圧式水源で1118.2 m³である。

このことから、両方の貯水池の最大貯水量を1500 m³と計画すれば、WSSによる延焼抑止効果を全く期待しない最悪のシナリオを想定した場合でも、十分な水量を確保することができる。

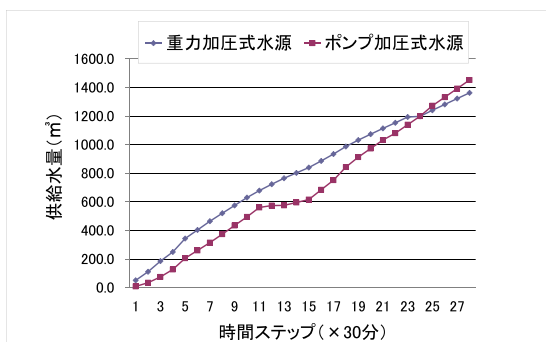


図15 供給水量変化図<出火点(A)>

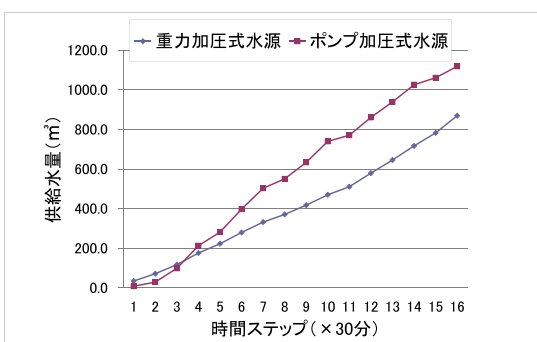


図16 供給水量変化図<出火点(B)>

4. 二つの重力加圧式水源を有するWSSの計画・設計

4-1 二つの重力加圧式水源の設置標高の検討

本研究では二つの重力加圧式水源(菊谷川貯水槽、清水寺貯水槽)を併用した配水システムを設計し、その有効性を検証する。ここに、清水寺貯水槽の設置場所は固定し、菊谷川貯水槽の最適な設置標高を見出すことによって有効性のある両水源併用システムが得られることになる。配水管網の解析モデルは、図17に示すとおりである。なお、図中の青口印が清水寺重力加圧式水源、

図中の緑□印が菊谷川重力加圧式水源、図中の赤□印が想定取水箇所である。まず、両水源の全水頭を 120m に仮定し、設計手順に従って最適配管網を図 18 に示すように決定した。

次に、清水寺水源の全水頭を 120m (=地盤高: EL115.0m + 圧力水頭: 水深 5m) に固定する。両水源から水を供給し、図 17 に示す取水箇所 a~e のそれぞれで取水した場合の各水源の供給水量を算出する。このとき、菊谷川水源の設置標高を清水寺水源の設置標高に対して -10m、-5m、0m、+5m、+10m と変化させる。

各水源の供給水量が変化させた設置標高によりどのように変化するかを検討し、菊谷川水源の設置標高を変化させ比較を行なう中で、両水源より偏りなく最もバランスの良い取水が可能な菊谷川水源の設置標高を見出し、これを最適設置標高とする。

4-2 菊谷川水源の最適設置標高

図 19 は、取水箇所 a について菊谷川水源の設置標高における水源からの供給水量を整理したものである。横軸に菊谷川水源の設置標高(m)、縦軸に供給水量(l/s)を示す。縦軸は上方向を負に設定している。供給水量は負が流出であり、正の値は逆流を示している。

取水箇所 a~e ごとに散布図の 2 系列の交点、すなわち両水源からの供給水量が等しくなる点をバランスのとれた点として着目した。この点の設置標高を適切な設置標高として取水箇所ごとに算出した。

図 20 は、取水箇所 a~e ごとに算出した適切な設置標高を表したグラフである。これより、適切な設置標高の平均値は EL122.0m である。

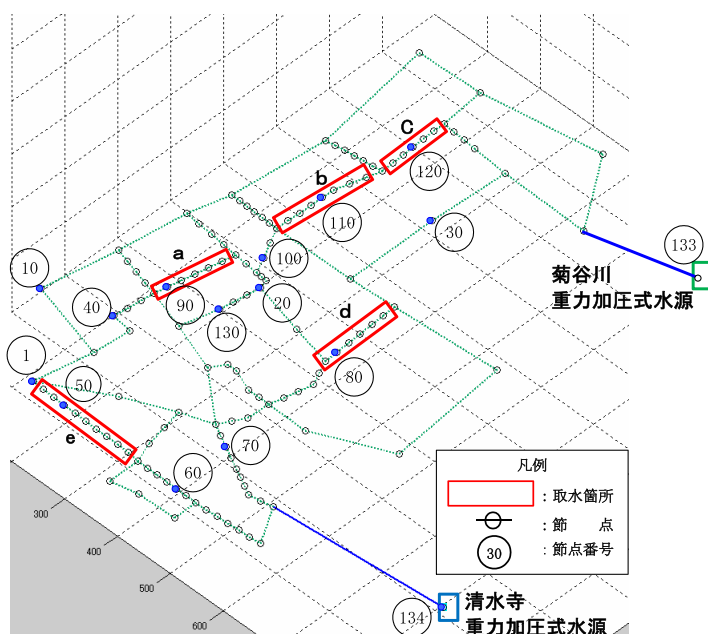


図 17 2 重力加圧式水源を有するの両水源の最適管路

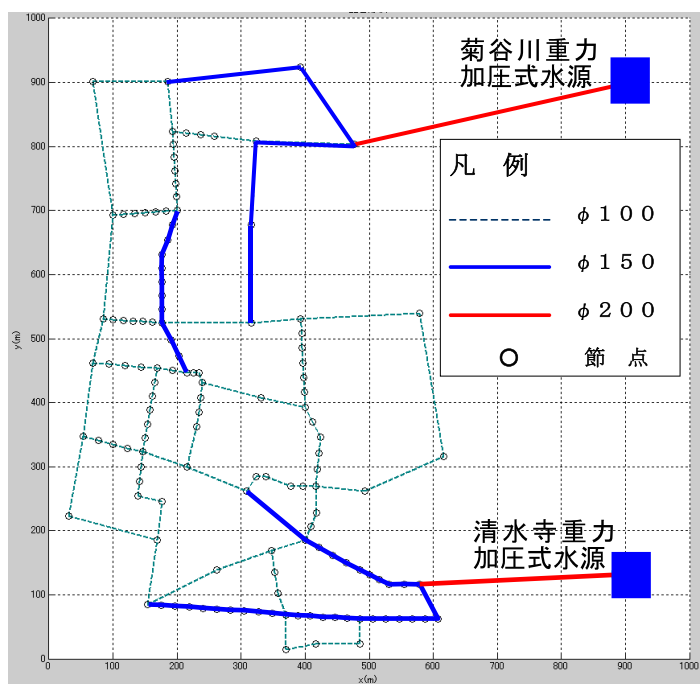


図 18 菊谷川と清水寺配水システム図

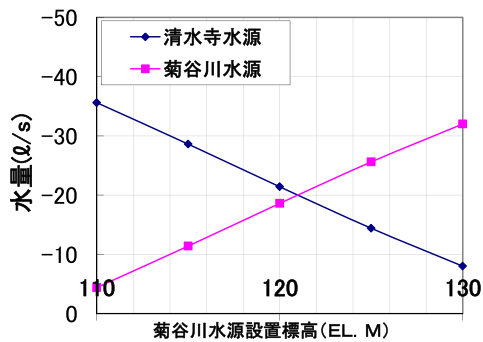


図 19 取水箇所 a における菊谷川水源設置標高と両水源供給水量の関係

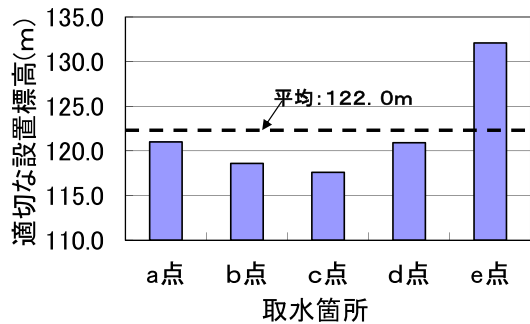


図 20 取水箇所ごとの適切な設置標高

図 21 は菊谷川水源における設置標高を EL122.0m に設定し、a～e の各取水箇所 で取水した場合の各水源の供給水量を表している。図 10 に示したポンプの圧力水頭設定の場合に比べ、両水源からの供給水量にばらつきが認められる。菊谷川水源の設置標高は EL122.0m となり、清水寺水源の設置標高 (EL120m) に非常に近い値である。

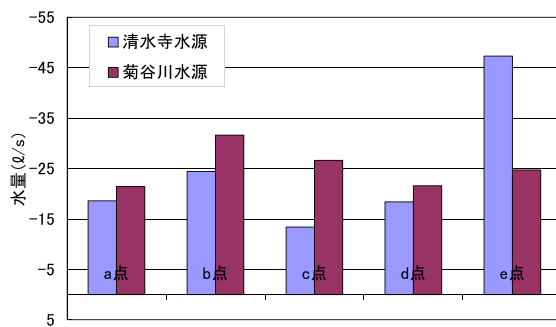


図 21 最適設置標高時の両水源供給水量

二つの水源を配水管路に設ける場合、設定する過程で両水源の設置標高を同程度に設定するという結果が得られた。このことから、本研究において検討した方法は、設計方法論として簡便で有効な方法であると言える。

4-3 延焼シミュレーションに基づく二つの重力加圧式水源の配水システムの性能検証

a) 延焼過程

延焼過程は、3-3a) に示す出火点(A)と出火点(B)の2種類を考慮した。

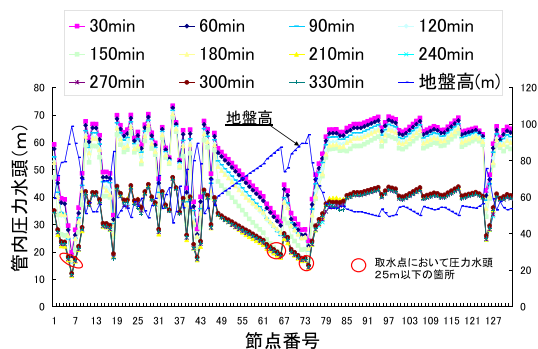


図 22 圧力水頭の変化・出火点(A)

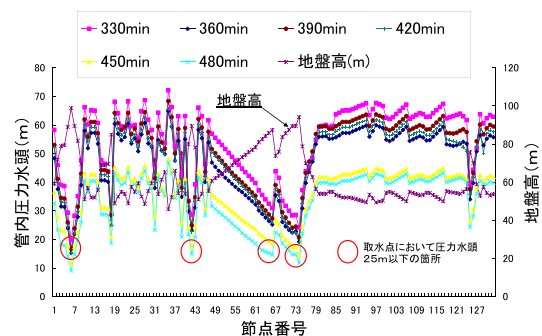


図 23 圧力水頭の変化・出火点(B)

b) 配水システムの性能検証

図 18 に示す最適管路において配水システムの性能について検討した。図 22 は出火点(A)、図 23 は出火点(B)についての延焼・放水過程の管内圧力水頭を示す。

これより、十分な水圧が確保されており、二つの重力加圧式水源を併用することの有用性を実証することができた。なお、赤○で示す位置で取水点の圧力水頭が 25m を下回る箇所（圧力が不足すると所定の放水ができない。）が認められる。これらの箇所は 3-3 b)と同様に第 1 段階及び第 2 段階での消火活動⁽¹⁾を十分に行うなど、別の延焼防止方法を整備する必要がある。

c) 設置標高差による影響の検討

上記の検討における両水源の全水頭は、4-2 で検討した基本設計の結果から清水寺水源は EL. 120. 0m、菊谷川水源は EL. 122. 0m とした。

しかし、現地の状況によっては貯水槽の設置標高は必ずしも同一標高に設置できるとは限らない。このような場合、両水源の設置標高差により両水源からの供給水量が不均等になることが予想されることから、設置標高差による影響について、さらに検討を行った。

ここで、清水寺水源は全水頭 120m に固定した。一方、菊谷川水源の設置標高は清水寺水源よりも低標高に 5m、10m の 2 ケース設定し、延焼シミュレーションに従った配水シミュレーションを行った。

出火点 (A) の配水シミュレーションの結果 (図 24) によると、両水源の標高差がゼロの場合は 13 時間 (時間ステップ 26) 後に、標高差が 5m の場合は 10.5 時間 (時間ステップ 21) 後に、標高差が 10m の場合は 8.5 時間 (時間ステップ 18) 後に清水寺水源の貯水量 1, 500 m³ を完全に使い切ることが予想される。

また、出火点 (B) の配水シミュレーションの結果 (図 25) によると、清水寺の貯水量 1, 500 m³ を完全に使い切ることはないが、菊谷川水源と清水寺水源の供給水量は、標高差が無い場合は 872 m³、1072 m³ でその比率は 0. 81:1. 00、標高差が 5m の場合は 723 m³、1221 m³ でその比率は 0. 59:1. 00、標高差が 10m の場合は 581 m³、1373 m³ でその比率は 0. 42:1. 00 となった。

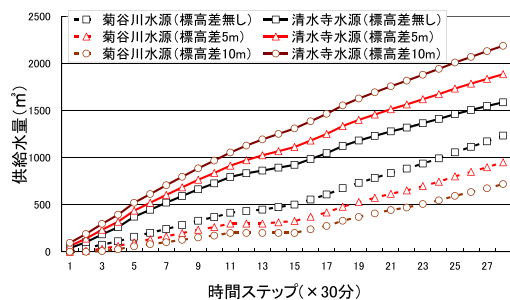


図 24 供給水量変化図<出火点 A>

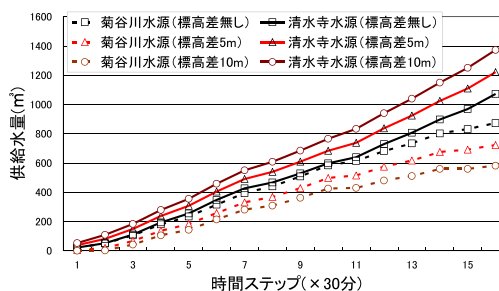


図 25 供給水量変化図<出火点 B>

これより、両水源の標高差が大きくなるほど設置標高の高い水源の方がより供給水量が多くなり、延焼過程によっては貯水量 1, 500 m³ を完全に使い切るようになる可能性がある。

また、京都市清水寺周辺地域において、二つの重力加圧式水源の設置を計画する場合、設置標高と両水源からの総供給水量の比率は図 26 に示すようになる。

これより、設置標高差が大きくなるほど、両水源の確保すべき容量に大きな差が生じることになる。さらに、上記の関係は出火点の位置や延焼過程にも大きく影響されることから、両水源の

設置標高については極力差をつけないことが望ましく、設置標高差が生じる場合には図-26 に示す検討を行い、両水源の貯水量の比率を適正化する必要がある。

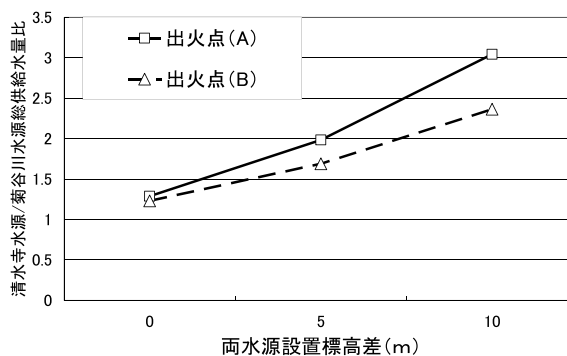


図 26 設置標高と両水源総供給水量比の関係

5. まとめ

本研究では、伝統的建造物群保存地区である清水地域を対象として、その地域内に二つの水源を有する場合について、地震時火災による延焼を抑制する Water Shield

System (WSS) を配置するための貯水・配水施設に関して検討を行った。この結果、両水源を併用した配水システムについて検討し、その有効性について検証した。

5-1 重力加圧式とポンプ加圧式の両水源を併用

本研究では両水源を併用することにより配水システムを計画・設計するために以下のような知見を得た。

ポンプ圧が小さいと十分な水圧が確保できず、ポンプ加圧式水源から供給することができない。逆に、ポンプ圧が高いとポンプ加圧式水源からの水圧が過大となり、重力加圧式水源から供給することができず重力加圧式水源への逆流が生じる。

上記は想定される事象であるが、提案した設計手順に従った方法によりどちらにも偏らないバランスのとれたポンプ圧（すなわち最適ポンプ圧）を設定できたことは有益なものである。

次に、両水源を併用した延焼シミュレーションに基づく放水シナリオを想定した配水システムについて検証した。

既往の研究⁽²⁾では十分な水圧が確保されないケースや管内が負圧になるケースが生じたが、すべてのケースにおいて十分な水圧が確保されている。このことは、両水源を併用することの有用性を実証することができた。

また、両水源の総供給水量は設定されている貯水量 1,500 m³以内に納まるとともに、両水源からの供給水量の供給過程についてもバランスよく、安定していることが確認できた。これについても、両水源を併用することの有用性を実証することができた。

ポンプ加圧式水源の最適ポンプ圧時の全水頭は、重力加圧式水源の全水頭に非常に近くなることが確認できた。このことから、ポンプ圧を設定する際、重力加圧式水源の全水頭から概略のポンプ圧を設定することが可能であることが明らかとなった。

5-2 二つの重力加圧式水源を併用

二つの重力加圧式水源について、複雑な延焼シミュレーションを行う前に短時間での全体システムの計画・設計に資する可能性が提示できたことは、その設計方法論が有益なものであることを検証できた。

さらに、延焼シミュレーションに基づく配水シミュレーションの検討結果により次に示す知見を得た。

単一水源の場合に生じていた圧力不足、負圧発生箇所ともになく、設計時に期待した性能を維

持しており、単一水源を利用する場合の問題点に対して二つの重力加圧式水源を併用することの有用性を実証することができた。

両水源の設置標高に差をつけると水源からの供給水量に差が生じ、バランスが崩れ、標高差が大きくなればなるほど高標高にある水源のほうがより早く貯水を使用してしまい、結果的に両水源を有する全体システムが、ある時点から単一水源のシステムに機能低下し、単一水源の問題点が再浮上することになることが明らかとなった。

このため、水源設置箇所の選択条件により、両水源に標高差が生じる場合には、延焼シミュレーションに基づいた配水シミュレーションを行い、両水源の貯水量の適正化を図る必要がある。

本研究では二つの重力加圧式水源について、その有効性を見出し両水源の設置標高については極力差をつけずに計画・設計する方向を定めた。

両水源の設置標高差がその必要容量に及ぼす影響については、出火点の場所によって設置標高差を5mにすると約2倍の容量、10mにすると約3倍の容量を、高標高側に設置する水源に確保する必要があることが明らかとなった。

参考文献

- (1) 立命館大学文化遺産防災学「ことはじめ」篇出版委員会、「文化遺産防災学「ことはじめ」篇」，丸善株式会社，(2008).
- (2) 荒川昭治，片桐 信，西野智研，大窪健之，「木造住宅地域を地震時火災から守る Water Shield System に関する基礎的研究 ―京都市清水寺周辺地域の配水システムの研究―」，地域安全学会電子ジャーナル論文，No.17 (2012)，pp.1-9.
- (3) 西野智研，円谷信一，樋本圭佑，田中哮義，「準定常的な計算法を用いた都市火災延焼性状の簡易予測モデルの開発」，日本建築学会環境系論文集，No.647 (2010)，pp.9-18.
- (4) 京都市防災会議，「京都市第3次地震被害想定 報告集」，京都市消防局防災対策室防災課，(2003).

【原稿受付】2015年8月8日、【掲載決定】2015年9月29日

【著者連絡先】

荒川昭治 技術統括部、統括技師長 e-mail:arakawa@ctie.co.jp
〒541-0045 大阪府大阪市中央区道修町一丁目6-7、株式会社建設技術研究所大阪本社

片桐 信 摂南大学、教授 e-mail: shin-k@civ.setsunan.ac.jp
〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町17-8、摂南大学理工学部 都市環境工学科