

重要給水施設管路耐震化における効率的な ダウンサイジング —人口ビジョン、立地適正化計画の反映—

豊橋市上下水道局水道管路課

1. はじめに

本市の水道事業は、昭和5年の通水開始以来8次に及ぶ拡張事業を平成15年度に終え、現在は「適正な維持管理」の時代に移行しており、令和2年度末の給水人口は約37万3,000人、普及率は99.8%、有収率は93.1%となっています。

しかし、今後迫りくる膨大な更新需要への対応や南海トラフ地震等への備えが急務となっており、本市では水道管路更新の課題を「増大する老朽管路」、「耐震化の遅れ」、「膨大な事業費」、「施設規模の適正化」と整理、これらの解決に向けて令和2年度に豊橋市水道管整備計画を策定し、令和3年度より「豊橋市上下水道ビジョン2021-2030」において、水道管整備事業を実施しています。

この水道管整備事業では、重要度の高い管路の耐震化を優先的に進める水道管耐震化事業と老朽管や漏水多発管路の更新を行う配水管整備事業の対象管路を明確化し、中長期的な財政収支の見通しに基づき目標設定を行い、事業実施計画を作成しました。表1に事業区分と対象管路を示します。

表1 事業区分と対象管路

事業	目標	対象管路
水道管耐震化事業	重要給水施設管路の耐震適合率100%	重要給水施設管路（基幹管路+重要給水施設へ至る配水支管）
配水管整備事業 老朽管対策	安定給水100% 管種別更新基準年数の遵守	配水支管（重要給水施設管路及びφ50以下塩ビ管除く）
有収率 対策	有収率の維持向上	配水支管（φ50以下塩ビ管及び漏水多発管路）

水道管耐震化事業では、250カ所の重要給水施設へ水を供給する重要給水施設管路を対象とし、20年間で耐震適合率100%を目標に耐震化を進めています。

表2 水道管耐震化事業の内容

水道管耐震化事業			
目的	重要給水施設管路の耐震化		
事業対象管路	重要給水施設管路総延長270km内 非耐震管160km		
事業計画	事業期間	事業計画20年間 (2021年度~2040年度)	前期10年 (2021年度~2030年度)
	目標	重要給水施設管路の耐震適合率100%（市内全域）（現状：40.8%）	重要給水施設管路の耐震化適合率70%（市内全域）（市街化区域内100%）
	事業実施延長	160km	79km
	概算事業費	305億円	162億円
	事業内容	重要給水施設管路の非耐震管を耐震化（配水本管は複線化とダウンサイジングを実施）	市街化区域を優先的に実施

このうち、基幹管路は複線化による耐震化を進めており、また、人口減少による給水需要の減少及び都市機能の構造の変化に対応するため、人口の現状分析と将来展望を示した「豊橋市人口ビジョン【平成27年10月】」（以下、人口ビジョン）及びまちの現状分析と将来の見通しを示した「豊橋市立地適正化計画【平成30年9月】」（以下、立地適正化計画）を反映させたダウンサイジングを実施しています。ここでは、このダウンサイジングの検討手法について紹介します。

2. ダウンサイジング実施の背景

本市の人口は平成20年度をピークに減少に転じ

ており、それに伴い給水人口や配水量も減少し続ける時代に移行しました。今後もさらに人口減少や水需要の減少が加速することが予測され、立地適正化計画等の都市計画による人口集積の分布の変化も想定されるため、水道管路の更新時にダウンサイジングを実施する必要性が高まりました。

また、ダウンサイジングを効率的に実施するための課題を、人口ビジョンや立地適正化計画等を踏まえた区域ごとの必要配水量を的確に把握することと捉えて検討を進めました。

3. ダウンサイジングの方針

今回検討したダウンサイジングの対象管路及び基本方針を示します。

(1) ダウンサイジングの対象管路

重要給水施設管路のうち、配水本管（口径350mm以上の配水管）約86kmをダウンサイジングの検討対象としました。

導水管及び送水管は、検討を慎重に進める必要があるため、今回は対象外とし、また、配水管についても、消防水利等の課題が残っているため、対象外としました。

(2) ダウンサイジングの基本方針

ダウンサイジングの検討には、計画配水量の設定が必要ですが、今回は現況配水量ではなく、将来人口推計や更新基準年数を踏まえた更新需要の

把握を長期スパンで行い、将来配水量を推計して、計画配水量とし、その配水量に対するダウンサイジングの検討を実施しました。

基本方針を以下に示します。

- ▶ 将来配水量は40年後の給水人口を見据えて推計する。この将来配水量に対して将来管網計算を行いダウンサイジングできるか検討する。

※40年後としたのは、水道管路の更新需要のピークが概ね15～40年後くらいであるとともに、人口推計も概ね見通しができているため。

- ▶ 配水本管は災害時等の回復力向上のため、既設管との複線化を基本に耐震化を進める。

※新設管路はダウンサイジング後の口径で布設するが、現況の配水量に対して過小となっても、既設管との複線化で運用するため支障は出ない。将来的には、新設管路だけで配水量を確保できる。

- ▶ ダウンサイジングを検討する管路は、配水本管のうち、耐震化事業の対象である非耐震管と40年以内に更新基準年数に達する耐震管及び耐震適合管とする。

※40年以内に更新基準年数に達しない耐震管及び耐震適合管は、既設管をそのまま使用するためダウンサイジング検討の対象外とした。

図1に基本方針に基づいた配水本管のダウンサイジング手法のイメージ図を示します。左側は現況の配水本管の管網を示し、右側はダウンサイ

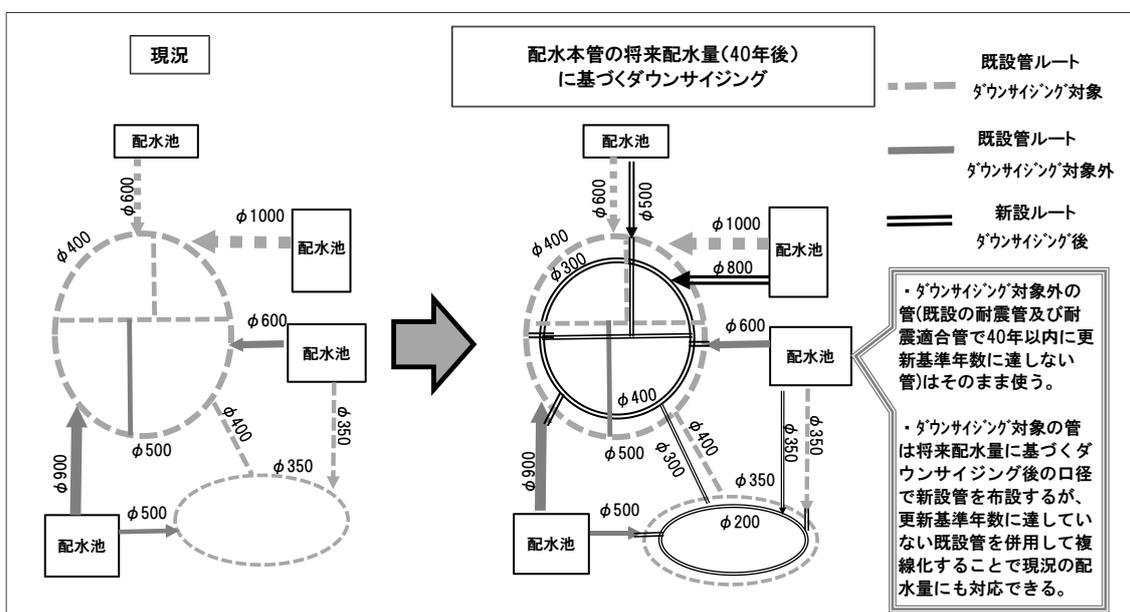


図1 配水本管ダウンサイジングの手法（イメージ）

ジング実施後の配水本管の管網を示しています。

2重線で示す新設管は40年後の将来配水量によるダウンサイジング後の口径で布設しますが、現況配水量に対して不足となっても破線で示す既設管と複線化で運用するため、問題ありません。

また、40年後既設管が更新基準年数を迎えていて、既設管を廃止し新設管だけとなっても配水能力は確保でき、既設管を管更生やパイプインパイプによって積極的に使用することで、再び複線化が図られバックアップ機能の確保もできます。

4. 将来配水量の推計

(人口ビジョン、立地適正化計画の反映)

ダウンサイジングの検討を行う管網解析の設定配水量は、既存の計画及び過年度の実績、将来の人口推計を勘案し推計した将来配水量としました。

将来配水量の推計の基本方針を以下に示します。

- 将来配水量は40年後を見据えて推計する。
- 将来配水量は人口動態に連動するものとして、「人口ビジョン」の推計に基づき推計する。
- 将来配水量は、1日最大配水量の実績値ではなく、1日平均配水量の実績値から負荷率を考慮して算出した1日最大配水量を基準として推計する。負荷率とは、1日平均配水量を1日最大配水量に変換するための係数でいわゆる安全率である。
- 管網解析では、将来配水量に立地適正化計画の人口分布を考慮して補正を行う。

(1) 人口ビジョンの反映

将来配水量は人口増減に連動するものとし、人口ビジョンの人口推計を反映して推計しました。

人口ビジョンでは、2010年の国勢調査を基準にコーホート要因法により低位推移、中位推移、高位推移の3種類の推計を行っています。(図2)

その中で、高位推移の推計値である2060年で人口32万8,000人を実現するために、様々な施策に取り組むことを展望しているため、今回、40年後の将来配水量の推計には、人口ビジョンの「高位推移」による人口推計を採用しました。

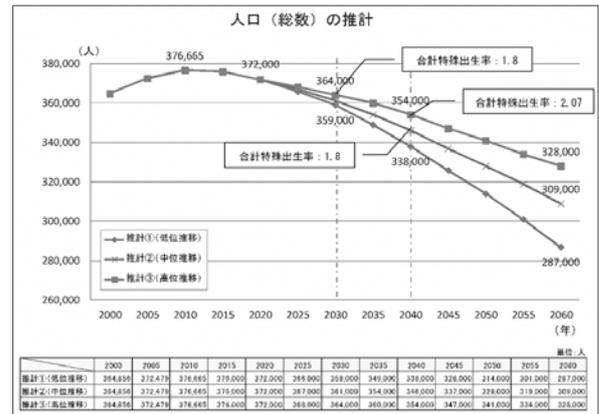


図2 将来人口の推計【豊橋市人口ビジョン (H27.10) より抜粋】

(2) 立地適正化計画の反映

立地適正化計画では、人口減少の中にあっても、一定のエリアにおいて人口密度を維持することにより、生活サービスや地域コミュニティが持続的に確保されるようにするため、居住誘導区域を設定しており、計画の評価指標として居住誘導区域内の人口割合(20年後)を現況より約1.1倍とする目標値を設定しています。

そのため、今回40年後の将来配水量による将来管網計算を行うに当たり、まず全体的に節点流量を将来配水量に対する流量に減らした上で、居住誘導区域は節点流量を1.1倍とし、人口減少率が居住誘導区域よりも高くなると想定されるそれ以外の区域(市街化調整区域等)は、節点流量を0.76倍としました。(図3)これにより、地域ごとの配水量を的確に反映した管網計算としました。

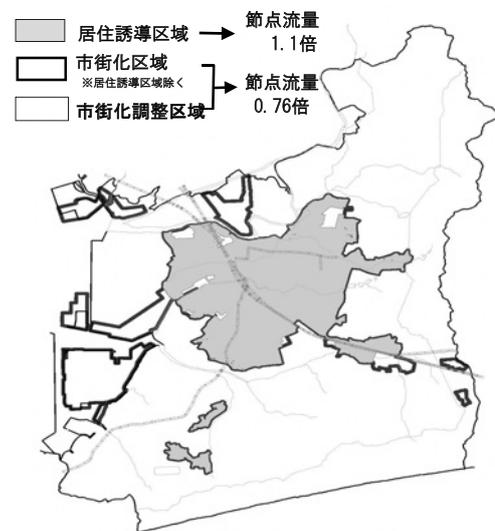


図3 管網解析への立地適正化計画の反映
【参考：豊橋市立地適正化計画 (H30.9)】

5. ダウンサイジングの検討結果

(1) 40年後の将来配水量の推計結果

将来配水量の推計は、基本方針に示したとおり、負荷率を考慮して算出した2018年の1日最大配水量を基準値として行いました。

この基準値からスタートし、人口ビジョンにより算出した5年ごとの人口増減率を乗じた配水量を増減させて各年の配水量の推計値を算出しました。算出例を以下に示します。

[算出例]

2015年から2020年の人口増減率：-0.002137

2018年基準値：135,802m³/日（負荷率考慮）

2019年推計配水量 = 135,802 + [135,802 × (-0.002137)]
= 135,512m³/日

2020年推計配水量 = 135,512 + [135,512 × (-0.002137)]
= 135,222m³/日

この手法により算出した将来配水量の推計結果を図4に示します。40年後の将来配水量(2060年)は120,000m³/日となり、基準値の配水量からは約10%減となりました。

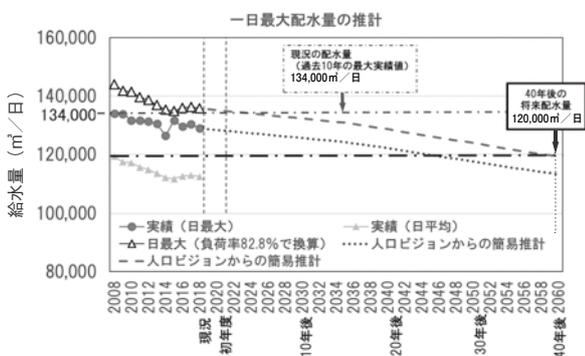


図4 将来配水量の推計

(2) ダウンサイジングの検討結果

ダウンサイジングを検討した結果、配水本管86kmのうち約40%に当たる約35kmがダウンサイジング可能であることが確認できました。

なお、40年以内に更新基準年数に達しない耐震管及び耐震適合管は、既設管を使用する計画のため検討から除外しており、実際に検討を行った管路は約46kmであるため、実に検討した管路の約75%がダウンサイジング可能という結果となり、

大きな成果となりました。

図5に既設管口径別のダウンサイジングの検討結果を示します。ダウンサイジング可能な管路の多くが既設管口径より1ランクの口径縮小であります。口径400mmから300mmへのダウンサイジングでは、管断面積の縮小率は0.56となるため、思い切ったダウンサイジングが計画できたと考えます。

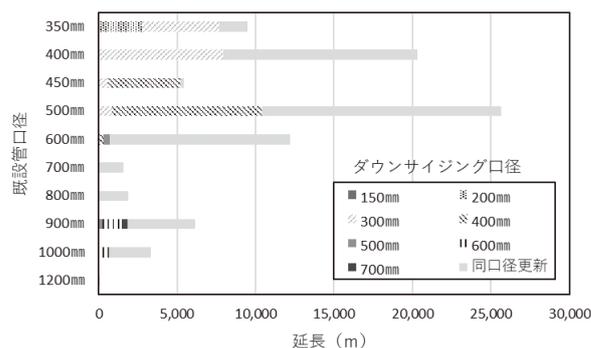


図5 ダウンサイジングの検討結果

今回のダウンサイジングによる事業費の削減効果は約26億円で、配水本管約86kmを同口径で更新する費用に対して、約10%の費用削減を見込むことができました。

6. おわりに

今回、更新基準年数と耐震適合管の考えを最大限に活用し既設管との複線化を図ることで、40年後の将来配水量に対する配水本管のダウンサイジングを検討した結果、更新費用の削減を見込むことができました。しかしながら、今後解決しなければならない主な課題として

- ・複線化ルートを選定、詳細設計
- ・複線化による耐震化が完了した路線の既設管の取扱い
- ・既設管路の更新基準年数経過後の整備計画
- ・配水支管のダウンサイジングの検討 等

があり、今後は、これらをクリアしながら、人口推計の見直しや市の施策の動向にも対応し、より効果的な管路更新を行っていきたいと考えています。