

配水管更新における二条管の必要性検討

(株)東京設計事務所 東京支社 ○石井 香奈
馬場 未央
下田 佑貴

A市は更新計画に基づき老朽化した配水管路の更新を実施しているところである。更新を進める中で、対象路線の一部で同じ道路に二本管路が布設されている状況（二条管）になっていることが明らかとなった。そのため、管網計算を行い、二条管の必要性及び一条化する場合の適正口径を検討した。

本論文では、検討対象の二条管 19 か所について二条管の必要性及び適正口径を検討した事例を報告する。

Key Words : 配水管更新、二条管、管網計算、ダウンサイジング

1 はじめに

全国において管路の老朽化が進行しており、令和 2 年度末時点で全国の法定耐用年数超過管路率は 20.6%となっている。一方で管路の更新率は低下から横ばい傾向にあり、令和 2 年度においては 0.65%、更新延長は約 5,000km に留まっており、全管路の更新に約 150 年間かかる試算となっている。

そのため、管路の更新率の引き上げが必要なことから、経過年数のみならず、管種・継手や布設地盤等から更新時期を多面的に判断し、効率的に更新を進める必要がある。

A市は給水人口約 40 万人、配水管延長約 1,420km の中核市である。昭和 30 年から給水を開始しており、令和 2 年度において法定耐用年数超過管路率は 9.6%となっている。管路の更新率は 0.93%と全国平均よりは高いものの、全管路の更新に約 110 年間かかる見込みである。このため、A市では管路更新計画を策定し、これに基づき計画的に管路の布設替えを実施している。更新を進める中で、更新対象路線の一部で二条管となっている箇所があり、市内に同様の箇所が複数存在していることが明らかとなった。

そこで、部分的に二条管になっている箇所のうち更新時期が近く、二条管である理由が不明な 19 か所、延長約 28km（全配水管延長の約 2%）について、二条管の必要性及び一条化する場合の適正口径の検討を行った。

2 二条管の概要

一般的に、二条管を布設する場合、以下のような理由が考えられる。

- ①配水ブロックを形成するため
- ②道路両側の需要者に給水（給水管の道路横断を回避）するため
- ③更新を行い易くするため
- ④配水管占用位置の確保を容易にするため
- ⑤施工規模を抑制（通行止めを回避＝施工重機、施工ヤードを抑制）するため
- ⑥将来の水量減少への対応性を確保（通水能力を分散）するため

A市の配水管から抽出した二条管 19 か所について、概要を**表-1**に整理し、代表例として 2 か所の布設状況を**図-1**に示す。

表-1に示す 19 か所のうち No.1～10 の 10 か所は、二条のうち大きい口径の管路が基幹的なループ管としての役割を果たし、小さい口径の管路は別の配水管と複数接続し周辺管路へ配水する役割を果たしている。大きい口径の管路は口径 250mm 以上、小さい口径の管路は口径 150mm 以下となっている。また、10 か所のうち半数以上は大きい口径の管路が先に布設され、小さい口径の管路はその後布設されている。

一方、No.11～19 の 9 か所は、道路の両側でそれぞれ配水管と複数接続し、二条管の両方が周辺管路へ配水する役割を果たしており、口径の組み合わせは様々である。また、これらは同時期に布設されているものがほとんどである。

表-1 二条管の概要

No.	口径a	口径b	布設年度a	布設年度b
1	250	100	S50	H7
2	250	100	S61	H14
3	300	75	S53	S60
4	300	100	S63	S63
5	300	100	H5	H6
6	300	150	S52	H2
7	400	150	S53	H11
8	300	150	H5	H3
9	350	150	H3	H3
10	700	75	S47	S53
No.	口径a	口径b	布設年度a	布設年度b
11	150	100	H1	H1
12	150	100	H7	H7
13	250	100	H11	H11
14	200	75	H17	H15
15	250	100	H7	H7
16	300	75	S45	S45
17	350	100	H1	H1
18	300	100	H6	S62
19	350	75	S60	S60

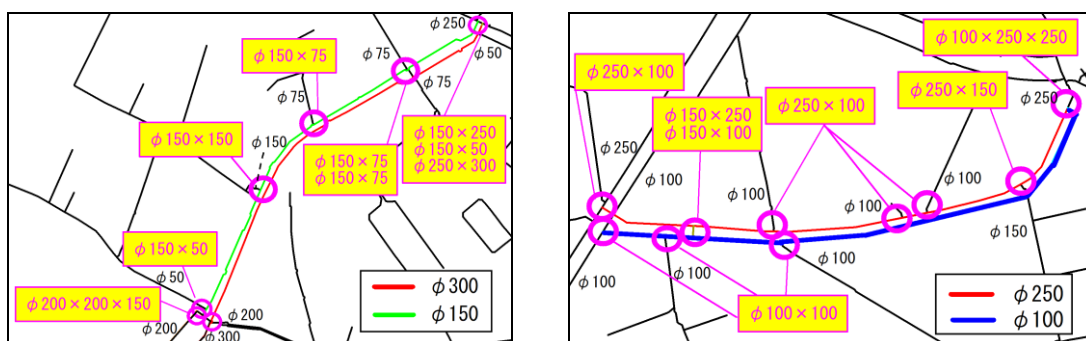


図-1 二条管の布設状況例（左：No. 8 路線、右：No. 15 路線）

3 検討方法

(1) 検討概要

検討フローは図-2に示すとおりである。

- ① 現況の配水運用状況の整理では、現況のモデル及び水量における管網計算（平常時・火災時）を行い、モデルの妥当性確認及び配水運用状況の把握を行った。
- ② 将来の配水運用状況の整理では、将来計画のモデル及び水量における管網計算を行い、将来の水圧や流速等の推定を行った。A市では配水管容量に余裕があり、将来計画のモデルには配水管の減径を見込んだ。
- ③ 二条管の必要性の検討では、将来モデルについて二条管部を一条化した場合の管網計算を行い、一条化管路の流速から一条化が可能か判定した。また、一条化が可能な場合は適正口径（減径）の検討要否を判定した。
- ④ 適正口径の検討では、③で選定した一条化管路の口径について、2ランクを上限に減径して管網計算を行い、適正口径を設定した。
- ⑤ 結果整理では、検討結果を反映した管網計算により配水ブロック全体の水圧や流速を確認し、管路更新計画への反映、及び流速や流向・水圧を示した図面の作成を行った。本論文では、検討フローの③、④について以降に記述する。

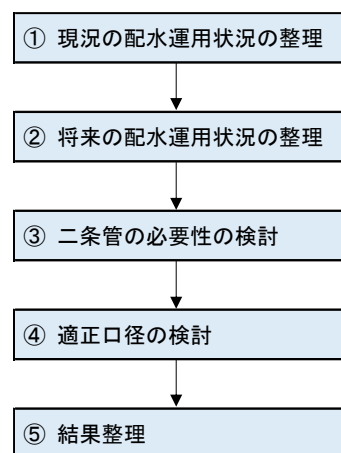


図-2 検討フロー

(2) 管網計算結果の判定条件

ア 有効水圧の判定条件

「水道施設設計指針（2012年版）」（以下「設計指針」という。）では、2階建て建築物への直結給水を可能とするために必要な最小動水圧は 0.15~0.20MPa（≒15.0~20.0m）を標準とすることとされている。これを踏まえてA市では、配水管末端で 0.20MPa（≒20.0m）以上を確保することを管路の整備条件としている。

このため、本検討での有効水圧の判定条件は、平常時で 20.0m 以上を確保することと設定した。また、火災時として消火用水量を見込み、負圧にならないことを確認した。

イ 流速の判定条件

「設計指針」では、配水管に対する流速の基準値はなく、導水管及び送水管において自然流下式の場合は許容最大限度を 3.0m/s、ポンプ加圧式の場合は経済的な管径に対する流速とされている。ポンプ加圧式の場合の経済的管径とは、管路関係費とポンプ関係費の和である年間総経費が最も安価となる管径とされており、具体的な流速は定められていない。

本検討では流速の判定条件として、0.5~1.0m/s 未満を「最適口径流速」と設定し、流速 0.5m/s 未満の管路は減径可能と判定した。

ウ 動水勾配の判定条件

動水勾配は、管路内を水が流れるために必要な水圧（損失水頭）とその距離との比であり、流量と口径から求められる。したがって、動水勾配は流量と口径に基づく副次的な計算結果であることから、本検討での判定条件は設定しないこととした。

(3) 二条管の必要性及び適正口径の検討方法

二条管の必要性の検討フローを図-3に示す。まず、二条管部において大きい方の管路の口径を一条化した管の口径として管網解析し、「最適口径流速」（0.5～1.0m/s 未満）の上限値 1.0m/s 未満であれば一条化が可能と判定した。

次に、一条化が可能な場合は適正口径を検討する。下流側の口径が検討箇所と同一若しくは大きい場合は、減径の検討は行わない。

下流側の口径が検討箇所の口径より小さい場合は、流速が「最適口径流速」（0.5～1.0m/s 未満）の上限値 1.0m/s 未満となることを条件として、最大 2 ランクまで減径することとした。

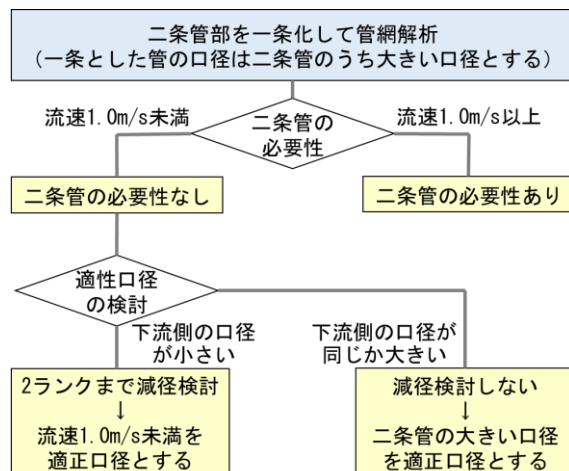


図-3 二条管の検討フロー

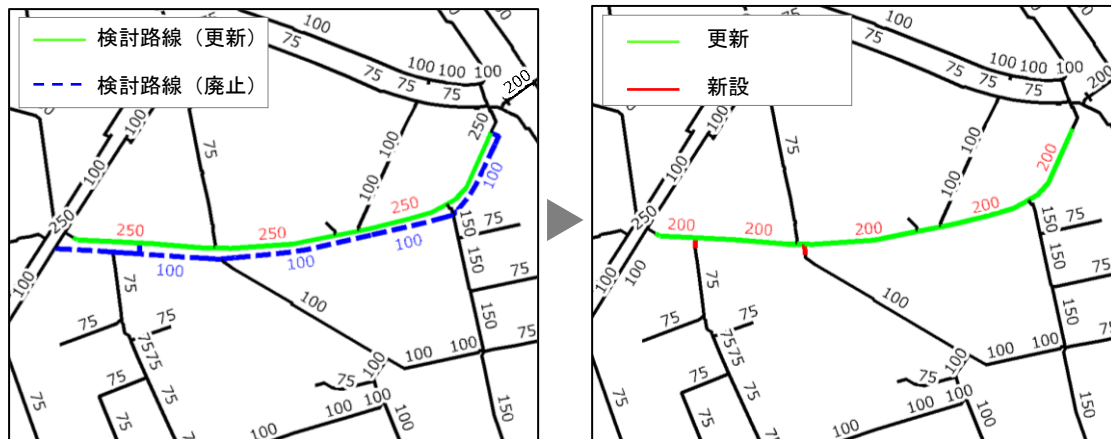


図-4 一条化モデル作成イメージ (No. 15 路線)

4 検討結果

(1) 二条管の必要性の検討結果

一例として、No.15 路線（**図-4**： $\phi 250$ と $\phi 100$ の二条管）は、 $\phi 100$ を廃止し、 $\phi 250$ のみの一条とした場合の検討結果を示す。廃止する $\phi 100$ に接続している管路は、一条とする $\phi 250$ に繋ぎかえるものとして検討を行った。

一条化した場合の平均流速は 0.26m/s と二条管の 0.21m/s より早くなるが、ほとんどの流速は 0.5m/s 未満であり、「最適口径流速」である $0.5\sim 1.0\text{m/s}$ を超えることはなかった。（**図-5**）。また、流向の変化は路線内では見られなかった。

以上より、No.15 路線は二条管の必要性がないと判断された。

同様の検討を 19 か所について行った結果、19 か所全てにおいて二条管の必要性はないと判断された。

また、下流の管路口径及び流速を踏まえて、減径の検討対象を抽出した。No.15 路線では、下流の管路口径が $\phi 200$ であること、流速が概ね 0.5m/s 未満となっていることから、減径の検討対象とした。

同様の検討を 19 か所について行った結果、14 か所が減径の検討対象として抽出された。

(2) 適正口径の検討結果

No.15 路線は、一条化後の $\phi 250$ を下流の管路口径である $\phi 200$ まで減径できるかを検討した。

$\phi 200$ まで減径した場合の平均流速は 0.27m/s と早くなるが、ほとんどの流速は 0.5m/s 未満であり、「最適口径流速」である $0.5\sim 1.0\text{m/s}$ を超えることはなかった。

以上より、No.15 路線の適正口径は $\phi 200$ と判定された。

同様の検討を減径検討対象の 14 か所で行った結果、13 か所において一条化した上で減径が可能であると判定された。

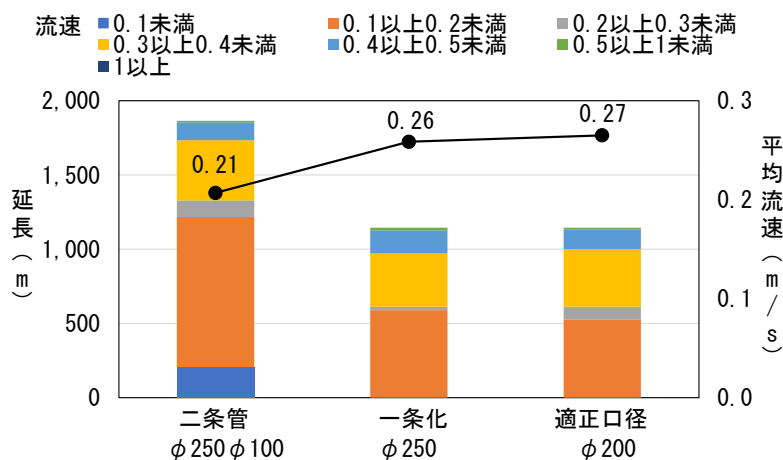


図-5 No. 15 路線における流速の変化

(3) 検討結果のまとめ

検討の結果、二条管 19 か所すべてにおいて二条管の必要性はなく、さらに 13 か所において減径が可能となった（表-2）。また、検討結果を反映した管網計算においても、有効水圧は全域で基準値 0.20MPa（≒20.0m）以上を確保していることが確認された。

一条化による効果を試算した結果、二条管 19 か所における現況の管路延長約 28km が、一条化することで約 16km となり、43%の削減効果が得られる。さらに、適正口径で更新することにより、配水管容量（断面積×延長）は、現況約 11,000m³が更新後には 7,000m³となり、36%の削減効果が得られる結果となった。

表-2 二条管の必要性及び適正口径の検討結果（全路線）

No.	口径a	口径b	二条管の必要性	減径の可否	一条化後適正口径
1	250	100	無	可	150
2	250	100	無	可	200
3	300	75	無	不可	300
4	300	100	無	可	200
5	300	100	無	可	250
6	300	150	無	不可	300
7	400	150	無	可	300
8	300	150	無	可	250
9	350	150	無	可	300
10	700	75	無	可	600
11	150	100	無	不可	150
12	150	100	無	可	100
13	250	100	無	可	200
14	200	75	無	不可	200
15	250	100	無	可	200
16	300	75	無	不可	300
17	350	100	無	可	300
18	300	100	無	可	200
19	350	75	無	不可	350

5 おわりに

本論文では、A市配水管の二条管 19 か所について、将来計画に基づく管網計算により二条管の必要性及び適正口径の検討を行った。検討の結果、全ての箇所において二条管の必要性がないことが明らかとなった。

これまで水需要増加に伴い拡張整備されてきた管路は、今後の人口減少・水需要減少を踏まえて、ダウンサイジングを図りながら更新していくことが求められる。配水管の更新については、管路口径の視点だけではなく、管路延長の視点から二条管がないか、その二条管は本当にそれぞれ必要不可欠な役割を担っているのかを再度見直すことが重要と考える。二条管を一条化することで配水管更新延長を削減し、効率的に老朽化した管路を更新することができる。