

第 5 章 耐震化指針

高崎市水道管路耐震化指針 目次

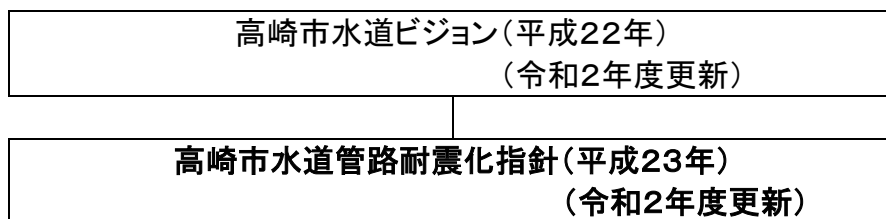
	ページ
はじめに	5-1
1. 水道管路耐震化の基本的な考え方	5-2～
1. 1 厚生労働省における耐震化施策	5-2
1. 2 管路の耐震化に関する検討会報告書	5-2～
2. 高崎市の水道管路布設状況 5	
2. 1 用途・管種別延長 5	5-5～
3. 耐震性能を有する管種・継手	5-7～
3. 1 耐震性能を有する管種・継手	5-7
3. 2 ダクタイル鋳鉄管（K形継手）	5-7
3. 3 ダクタイル鋳鉄管（N S形継手）	5-7
3. 4 ダクタイル鋳鉄管（G X形継手）	5-7
3. 5 鋼管（溶接接合）	5-8
3. 6 ポリエチレン管（融着継手）	5-8
3. 7 硬質塩化ビニル管（ロングR R継手）	5-8
4. 水道管路更新に関する基本方針	5-9～
4. 1 既設管路の更新優先順位について	5-9
4. 2 耐震性能を有する管種・継手の採用について	5-9～

はじめに

高崎市水道事業の施設の1つである水道管路は、需要者へ水道水を供給するため、水道認可区域に張り巡らされている重要な施設です。この水道管路の耐震化について、工務課では「水道管路耐震化検討会」を立ち上げ、平成22年5月から耐震化への検討を行い、平成24年度から本格的に耐震性能を有する管種・継手での布設を行うことを決定しました。

平成23年3月11日14時46分、太平洋三陸沖で発生した東北地方太平洋沖地震の「東日本大震災」では、高崎市でも震度5強を観測しましたが、水道施設には大規模な損害はありませんでした。しかし、今後予測される大規模地震に対しての被害を最小限に抑え、安定した水道水を供給することの重要性を改めて認識することになりました。

この「高崎市水道管路耐震化指針」は、「高崎市水道ビジョン」における水道施設耐震化の推進に向け、採用する管種・継手とその根拠、および水道管更新の優先順位の考え方を示すものです。



1. 水道管路耐震化の基本的な考え方

1. 1 厚生労働省における耐震化施策

厚生労働省が平成25年3月に公表した「新水道ビジョン」では、平成23年3月に発生した東日本大震災による被害状況を踏まえ、強靱な水道を目指すべき方向性の一つとし、自然災害等による被災を最小限にとどめる強くしなやかな水道を理想に掲げています。

また、水道事業者の耐震化計画策定を支援するため、「水道の耐震化計画等策定指針」を策定し、新潟県中越地震や東日本大震災等の経験を反映しながら、内容の改定を行ってきました。

平成29年5月には、上記指針を踏まえ、「重要給水施設管路の耐震化計画策定の手引き」を策定し、医療機関や避難所など、重要給水施設への管路を計画的・集中的に耐震化するための計画策定をサポートしています。

技術的観点からは、平成18年及び平成25年に「管路の耐震化に関する検討会」を開催し、被災した管路の分析を行い、耐震性を有するとされる管種・継手を示しています。

このように、厚生労働省は水道管耐震化の取り組みを不可欠なものと考え、様々な取り組みを行っています。

1. 2 管路の耐震化に関する検討会報告書

管路の耐震化については、厚生労働省が公表した「管路の耐震化に関する検討会報告書」の中で、管路が備えるべき耐震性能、管種・継手ごとの耐震レベル、優先的に更新・布設替えに取り組むべき管路が示されています。

表1 基幹となる管路の定義

基幹となる管路	導水管、送水管、配水本管
それ以外の管路	配水支管

表2 管の重要度と備えるべき耐震性能

	レベル1 地震動	レベル2 地震動
基幹管路が備えるべき耐震性能	当該管路の健全な機能を損なわない。	生ずる損傷が軽微であって、当該管路の機能に重大な影響を及ぼさない。
基幹管路以外が備えるべき耐震性能	生ずる損傷が軽微であって、当該管路の機能に重大な影響を及ぼさない。	※1

※1 耐震性能の規定はないが、水道施設の技術的基準を定める省令第1条第4号では、「災害その他非常の場合に断水その他の給水への影響ができるだけ少なくなるように配慮されたものであるとともに、速やかに復旧できるように配慮されたものであること」と規定されている。

レベル1地震動：供用期間中に1～2回程度発生する確率を持つ地震動

レベル2地震動：供用期間中に発生する確率は低い、直下型地震又は海溝型巨大地震に起因する高いレベルの地震動

管路が破損した場合の影響などを考慮し、基幹となる管路は導水管、送水管、配水本管（直接給水装置を分岐しない配水管）とすることが望ましいとされ、基幹管路にはレベル2地震動、基幹管路以外となる配水支管（直接給水装置を分岐する配水管）はレベル1地震動に対して被害が生じても機能保持が可能であることが求められています。

表3 管種・継手ごとの耐震適合性

管種・継手	配水支管が備えるべき耐震性能	基幹管路が備えるべき耐震性能	
	レベル1地震動	レベル1地震動	レベル2地震動
ダクタイル鋳鉄管 (GX形・NS形 継手等)	○	○	○
ダクタイル鋳鉄管 (K形継手等)	○	○	良い地盤においては、耐震性能を満たす。
鋳鉄管	×	×	×
鋼管 (溶接接合)	○	○	○
ポリエチレン管 (融着継手)	○	○	レベル2地震動については、耐震性能が検証されるには、時間を要す。
硬質塩化ビニル管 (RRロング継手)	○	耐震性能を判断する被災経験がない。	
硬質塩化ビニル管 (RR継手)	○	△	×
硬質塩化ビニル管 (TS継手)	×	×	×
石綿セメント管	×	×	×

基幹管路が備えるべき、レベル2地震動に対する耐震性能を有しているのが、ダクタイル鋳鉄管（NS形継手等）と鋼管（溶接接合）になっています。ダクタイル鋳鉄管（K形継手等）、ポリエチレン管、硬質塩化ビニル管（RRロング継手）は、地盤条件、検証に時間を要する、被災経験がないなどの留意事項がありますが、各水道事業者の判断により採用は可能であるとなっています。

表4 既設管路における管種・継手別の更新優先順位の考え方

管種・継手	基幹管路	基幹管路以外
硬質塩化ビニル管（TS継手）・鋳鉄管	②	③
石綿セメント管	①	②

早期での更新が望まれている石綿セメント管のうち、基幹管路で使用されている路線の更新を最優先としていて、次に石綿セメント管以外の耐震性能の低い管種の基幹管路および基幹管路以外の石綿セメント管の布設替えを優先的に進めることが必要とされています。

平成19年度の「管路の耐震化に関する検討会報告書」の結論で、「基幹管路については供用期間中に1、2回発生する確率を持つレベル1地震動でも原則で無被害であること、かつ、直下型地震又は海溝型巨大地震に起因するレベル2地震動でも軽微な被害が生じても機能が保持されること、配水支管ではレベル1地震動でも軽微な被害が生じても機能が保持されることとし、それらに対応できる管種・継手を採用すること。」とされています。この結論に沿って、高崎市の状況を考慮した指針を定めます。

2. 高崎市の水道管路布設状況

2. 1 用途・管種別延長

高崎市は、平成の大合併により平成17年度から平成21年度までに3度の合併を行いました。その結果、合併後の平成21年度末、管路総延長の2,377 kmに対し、石綿セメント管残延長は約6%となる141.4 kmとなり、耐震性能の低い石綿セメント管の更新が大きな課題となりました。そのため優先的に更新を行い、令和4年度末で、石綿セメント管の残延長は89.0 kmとなりました。

今後、高度経済成長期に集中的に布設された管が老朽化していくため、石綿セメント管に加え、他種の老朽管も含めた更新の優先順位をどのように定めるかも課題となっています。

ここでは、図1で高崎市全域の管種別総延長を示し、図2、3では、基幹管路とそれ以外の管種別総延長を、耐震性の低い硬質塩化ビニル管（TS継手）、铸铁管、石綿セメント管に着目して示します。

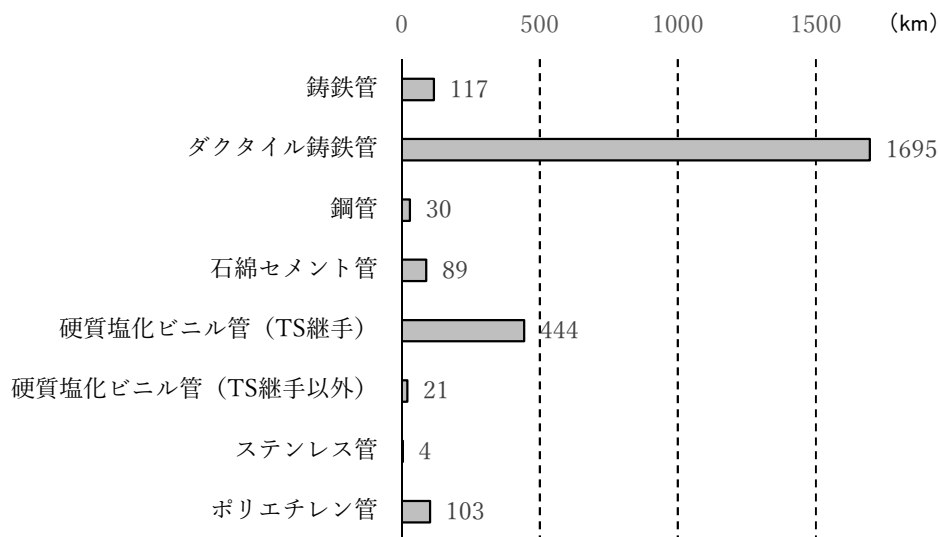


図1 高崎市管路別総延長（令和4年度末）

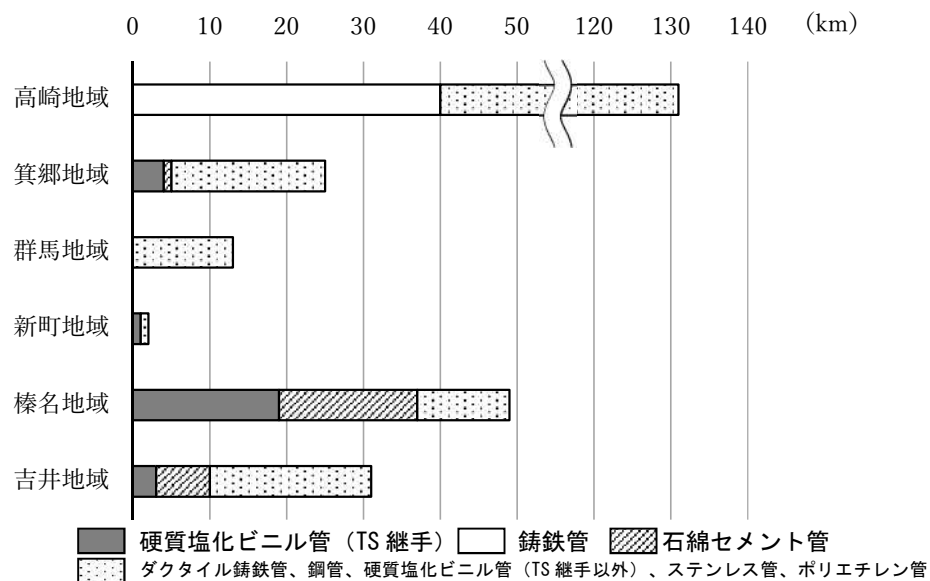


図2 基幹管路の管種別総延長

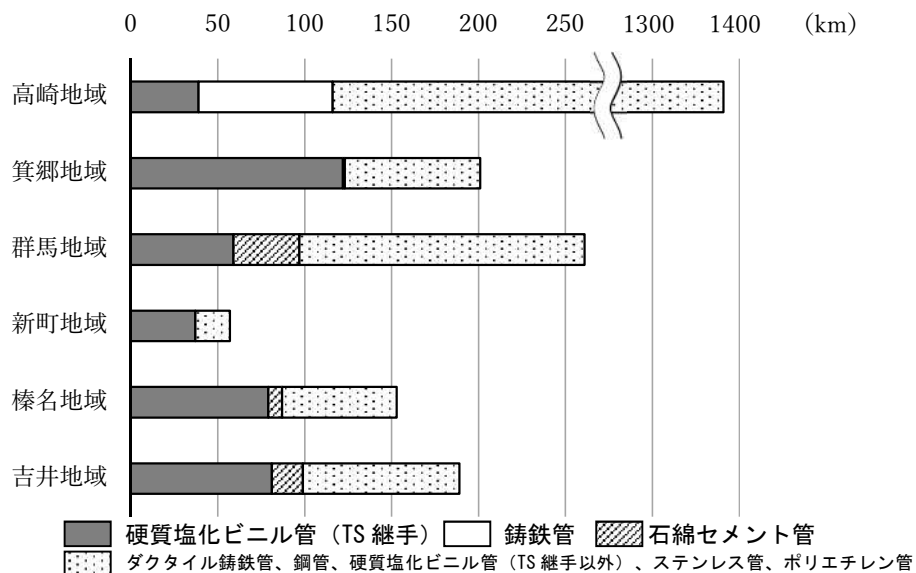


図3 基幹管路以外の管種別総延長

基幹管路の延長が1番長い高崎地域は、耐震性の低い管路が最も多く、さらに布設から年数が経過して管路が老朽化していると思われます。給水人口も多いことから、損傷を受けた場合の影響が大きく、高崎地域の基幹管路の耐震化への優先度は高いと言えます。合併した地域の基幹管路をみると、榛名地域に約18km、吉井地域に約7kmの石綿セメント管が残存しています。基幹管路以外でも、群馬地域に約38km、吉井地域に約18kmの石綿セメント管が残存しています。既存の石綿セメント管は耐震性が非常に低いため、優先的に耐震化を行うことが必要と思われます。被災時の影響をいかに減らすかということ念頭におき、こうした管路を迅速に更新していくことが重要です。

3. 耐震性能を有する管種・継手

3. 1 耐震性能を有する管種・継手

平成19年と平成26年の「管路の耐震化に関する検討会報告書」によると、基幹管路が備えるべきレベル2地震動に対する耐震性能を有するとされる管種・継手は以下のとおりです。

それぞれの管種・継手に対する高崎市の考え方を以下に示します。

3. 2 ダクティル鉄管（K形継手）

ダクティル鉄管のK形継手は、ゴム輪と押輪とボルトで締め付けて接合するメカニカルタイプです。作業が迅速で、継手の水密性が高く、かつ、伸縮性および可とう性があります。ただし、継手部に離脱防止機能がないため、地震の規模や被災回数によっては離脱してしまう可能性もあると思われます。長期間使用することを考えると、レベル2地震動に対する耐震性能を有する継手としての使用は適していないと考えられます。

3. 3 ダクティル鉄管（NS形継手）

ダクティル鉄管のNS形継手は、大きな伸縮性および可とう性をもち、最終的には、受口と挿し口がかかり合う離脱防止機能を有しています。継手形式は、呼び径75～250mmの直管および異形管、呼び径300～450mmの直管がプッシュオンタイプで、呼び径300～450mmの異形管、呼び径500～1,000mmの直管および異形管がメカニカルタイプです。レベル2地震動に対する耐震性能を有すると考えられます。

3. 4 ダクティル鉄管（GX形継手）

ダクティル鉄管のGX形継手は、NS形継手と同じ耐震性能を有し、管路布設費の低減、施工性の向上および長寿命化が期待されている新しい継手です。大きな伸縮性および可とう性をもち、プッシュオンタイプで、最終的には受口と挿し口がかかり合う離脱防止機能を有しています。なお、異形管については、メカニカルタイプとなっています。外面は、高密度な防食性能を持たせるために新開発の耐食層を形成させ、その上に合成樹脂塗料層を形成している構造となっています。NS形継手と同等の耐震性能とされていますので、レベル2地震動に対する耐震性能を有すると思われます。

3. 5 鋼管（溶接接合）

鋼管（ステンレス鋼鋼管）は、材料として鋼を使用した管であり、大きな外力にも耐え、破断・割れにくい特徴をもった、管材料です。溶接接合では、一体化構造や材料による靱性等により、レベル2地震動に対する耐震性能をもった管種となっていると考えられます。

3. 6 ポリエチレン管（融着継手）

ポリエチレン管（融着継手）は、従来の鉄管と比べ軽量で柔軟性もあるので、配管施工が容易です。また、耐食性に優れ、さびの発生による赤水等の汚れが出ないので、衛生的な環境を保てます。レベル2地震動に対しては、被災経験が十分でないことから、検証には時間を要するとされていますが、平成26年の「管路の耐震化に関する検討会報告書」にて、延長は少ないものの、被災地域での管路への被害がなかったことが示されたこともあり、高い耐震性能を有していると思われます。

3. 7 硬質塩化ビニル管（ロングRR継手）

硬質塩化ビニル管（ロングRR継手）は、建設コストが安く経済的で、軽量なため現場での取り扱いが容易です。また、衝撃にも強く、通常運搬や施工時でも破損することはありません。広範囲の耐薬品性に優れていますから、酸性土壌による腐食もなく、また汚水の中の酸・アルカリにも影響されず、更に硫化水素による劣化もありません。基幹管路として備えるべき耐震性能に対しては、レベル1, 2ともに被災経験がほとんどないことから、検証には時間を要するとされています。また、平成26年の「管路の耐震化に関する検討会報告書」にて、震度6以上の地域での被害が確認されたことが示されており、今のところ基幹管路としての耐震性能を有しているとは言えません。

4. 水道管路更新に関する基本方針

4. 1 既設管路の更新優先順位について

「管路の耐震化に関する検討会報告書」では、基幹管路の石綿セメント管が既設管路の更新を行う最優先の順位とあります。また、災害時における基幹病院や避難場所に加え、市役所本庁舎や支所、消防署など防災関係施設についても災害時の拠点となることから、これらの重要給水施設へ至るルート¹の配水支管についても、布設替えを行う優先順位が高いと考えられます。

水道管路の更新優先順位は、「管路の耐震化に関する検討会報告書」の考え方、及び高崎市の既設管残存状況等から、以下のような優先順位を基本とする方針とします。

1. 基幹管路で、石綿セメント管である既設管路。
2. 基幹管路以外の配水支管で、石綿セメント管である既設管路。
3. 基幹管路及び配水支管で、基幹病院や防災関係施設等の重要給水施設へ給水している石綿セメント管以外の耐震性の低い既設管路。
4. 基幹管路で、石綿セメント管以外の耐震性の低い既設管路。
5. 基幹管路以外の配水支管で、石綿セメント管以外の耐震性の低い既設管路。

※漏水が多発している箇所において、管種・口径・地盤状況等を調査したうえで、優先順位を変更する必要もあります。

4. 2 耐震性能を有する管種・継手の採用について

高崎市は、面積459.41平方キロメートル、管路延長が約2,504km（令和4年度末）もあるため、レベル2地震動の被害を受けた場合に、それに対応する耐震性能を有していなければ、損傷箇所が多数発生し、管路の復旧まで長期の断水となってしまいます。そのため、基幹管路以外となる配水支管に対してもレベル2地震動に対する耐震性能を備え、市内全域の損傷箇所数を少なくすることで、各需要者への給水が早期に復旧出来るようにするべきと考えます。以上のことから、高崎市が行う水道管路の布設工事に関しては、基幹管路ならびに基幹管路以外の配水支管に対しても、レベル2地震動（※5-3参照）に対する耐震性能を持たせることを基本とします。

耐震性能を有していると考えられる管のうち、口径φ150mm以下については、ポリエチレン管の施工性、経済性が最も有利なため、採用します。ただし、緊急輸送路として指定されている道路については、「管路の耐震化に関する検討会報告書」に示されている被災実績と、これまでの採用実績を重視し、ダクトイル²鋳鉄管の採用を基本とします。

口径φ200mm以上については、施工性はポリエチレン管が有利なものの、経済性の面からダクトイル鋳鉄管を採用します。

なお、橋梁添架部については、場所ごとに設計条件等が様々であるため、ポリエチレン管、ダクタイル鋳鉄管、ステンレス鋼管の全てを採用可能とします。以上をまとめると、高崎市の採用管種・継手は表5のとおりとなります。

表5 口径ごとの採用管種・継手

口径 (mm)	管種	継手形状	備考
φ50、φ75、φ100	ポリエチレン管	融着継手	橋梁に添架する管路にも採用します
φ150	ポリエチレン管	融着継手	現場状況を考慮して管種を決定します
	ダクタイル鋳鉄管	GX形継手	
φ200以上	ダクタイル鋳鉄管	GX形継手 NS形継手	
φ50以上	ステンレス鋼管	溶接継手	橋梁に添架する管路に採用します

「高崎市水道管路耐震化指針」で決定した既設管路の更新優先順位及び耐震性能を有する管種・継手の採用は、平成24年4月1日から実施しており、実際の施工に関しては、「高崎市水道工事必携」を基に設計、監督を行います。

今後、耐震性能の高い管種・継手が開発された場合は、施工性、経済性、長寿命化、維持管理などの面から十分に検証を行い、最適な管種・継手を採用するよう、随時見直しを行います

高崎市水道管路耐震化指針

平成23年10月 1日 策定

令和3年 4月 1日 改定

令和6年 4月 1日 改定