

1. 計画の概要

水道水の安全性・安定性の確保やサービス水準の向上が求められる中、施設の老朽化により更新需要が増大する一方、人口減少時代の到来に伴う水需要の減少など、将来の様々なリスクを見据えた上での持続可能な水道事業の実現が重要となる。

よって、「持続」、「安全」、「強靱」の観点から、浄水方法や配水ブロックの見直し、ダウンサイジングなど、将来の水需要に合わせた検討を行い、長期的な展望に基づいた「上水道事業基本計画」を策定した。

計画期間は、令和4年度（2022）を計画初年度とし、20年後の令和23年度（2041）を目標年度とする。

2. 事業の現況把握と課題

水道事業の概要、給水量、施設状況、運営状況などを整理し、現況における課題を抽出した。

表1 課題の抽出

事業名	課題区分	状況
沼田市水道事業	原水濁度	・春先の濁度上昇
	経年化・老朽化	・更新がなされていない施設がある (取水施設：53年経過) (導水管：46年、56年経過) (浄水施設：43年、53年、浄水池：96年経過) (送水施設：43年経過) (配水施設：創設96年、3拡60年、4拡53年経過)
	施設能力	・施設規模が適切でない施設がある(高区水量・水圧不足) (浄水処理能力：水需要に比べ過大) (浄水池能力：不足) (配水池能力：不足)
	地下埋設物の資料	・施設拡張により地下埋設物の情報が不明確
上久屋簡易水道	原水水質	・クリプトスポリジウム指標菌の検出
下久屋上簡易水道	認可手続き	・認可との乖離がある(給水量の増加)
	原水水質	・クリプトスポリジウム指標菌の検出
	経年化・老朽化	・更新がなされていない施設・設備がある (配水施設：62年経過)
清水町簡易水道	施設能力	・施設規模が適正でない(配水池貯留能力の不足)
	経年化・老朽化	・更新がなされていない施設・設備がある (取水施設・配水施設：87年経過)
白沢簡易水道	経年化・老朽化	・更新がなされていない施設・設備がある (機械・電気設備の老朽化：34年経過)
	施設能力	・浄水能力：不足 ・水源能力：不足

特に浄水場は、1925年の創設時の施設を改造し使用している施設や1968年の4期拡張事業、1978年の5期拡張事業で整備された施設ばかりであり、機能診断においても低い評価点数の施設が多い状況である。

土木・建築に分類される施設は、84%がCまたはDの更新を必要とする資産である。機械設備は、78%がCまたはDとして更新を必要とする資産である。電気設備は、91%がCまたはDとして更新を必要とする資産である。

どの施設区分においても、80%程度の施設が更新を検討すべき時期となっている。

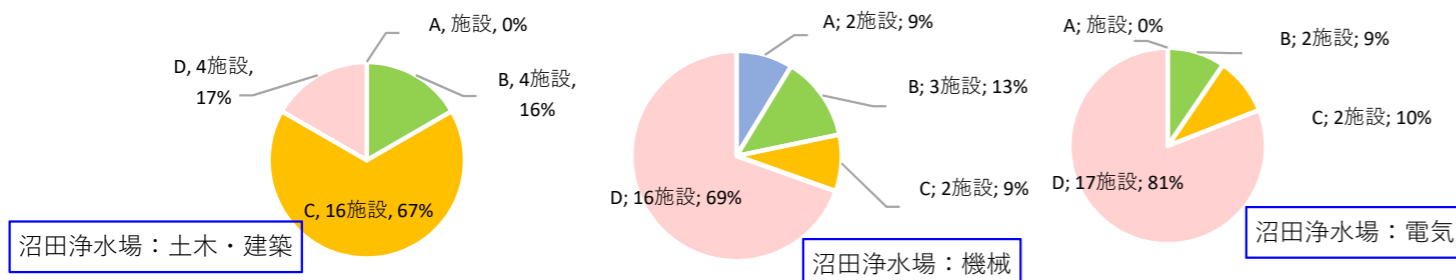


図1 沼田市浄水場の物理的評価 結果

※パーセントは、施設数の割合である。

表2 機能診断の評価基準の概要

区分	総合評価 (主要な施設・設備)	評価点
A	健全	76~100
B	一応許容できるが弱点を改良、強化する必要がある	51~75
C	良い状態ではなく、計画的更新を要する。	26~50
D	きわめて悪い、早急に更新の必要がある。	0~25

3. 将来の事業環境

長期的な視点において適正な整備計画を立案するため、将来の事業環境を想定し、水需要予測、施設能力の推移、資産の状況について分析・評価を行った。

1) 水需要予測

水道事業および簡易水道事業において、水需要予測を行った。水道事業では、令和4年度において10,380m³/日であった一日最大給水量が、目標年度の令和23年度には7,218m³/日となり、30%程度減少する見込みである。同様に簡易水道事業においても給水量は減少傾向となる見込みである。

表3 将来の一日最大給水量の推移

事業名	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R13	R18	R23
	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2031	2036	2041
沼田市水道事業	10,380	10,196	10,015	9,837	9,661	9,487	9,315	8,809	7,996	7,218
簡易水道	2,781	2,755	2,728	2,700	2,673	2,649	2,620	2,543	2,420	2,301
合計	13,161	12,951	12,743	12,537	12,334	12,136	11,935	11,352	10,416	9,519

※令和4年度から令和10年度、13、18、23年度を抜粋

2) 施設能力の推移

施設能力は、水需要予測の結果を踏まえ、将来水量に対する浄水場の施設利用率や最大稼働率、浄水池および配水池の有効容量について評価を行った。

施設利用率や最大稼働率は、値が小さくなるほど効率性の低下、過大な施設であることを示す。本市の浄水施設は、現況においてもやや過大な浄水能力を有しているが、給水量の減少に伴い、将来的にこの傾向がより顕著になることが見込まれる。

配水池の貯留能力は、0.5日（12時間）以上を確保することが望ましい。しかし、中区および高区配水池は、現況において給水の安定性に足る容量を確保できていない。（R23年度：中区0.37日、高区0.23日）

表4 施設能力の推移

事業体	年度	実績	計画初年度	5年後	10年後	15年後	20年後
		R2	R3	R8	R13	R18	R23
浄水場 施設利用率 (%)		36.4	36.1	33.0	30.1	27.3	24.7
浄水場 最大稼働率 (%)		43.0	44.0	40.3	36.7	33.3	30.1
低区配水池 貯留能力(日)		0.61	0.60	0.66	0.72	0.79	0.88
中区配水池 貯留能力(日)		0.26	0.25	0.28	0.30	0.33	0.37
高区配水池 貯留能力(日)		0.16	0.16	0.17	0.19	0.20	0.23

※赤字：0.5日（12時間）未満

3) 資産の状況

本市水道事業の資産について、健全資産（青：法定耐用年数以内）、経年化資産（黄：耐用年数の1.5倍未満）、老朽化資産（赤：耐用年数の1.5倍以上）に分類し、将来の推移を分析した。

分析の結果、既に経年化資産、老朽化資産が生じており、それぞれ資産額の約20%、約15%程度を占めている。健全資産は年々右肩下がりに減少し続け、経年化資産・老朽化資産の割合が増加することから、計画的な施設・設備の更新が必要である。

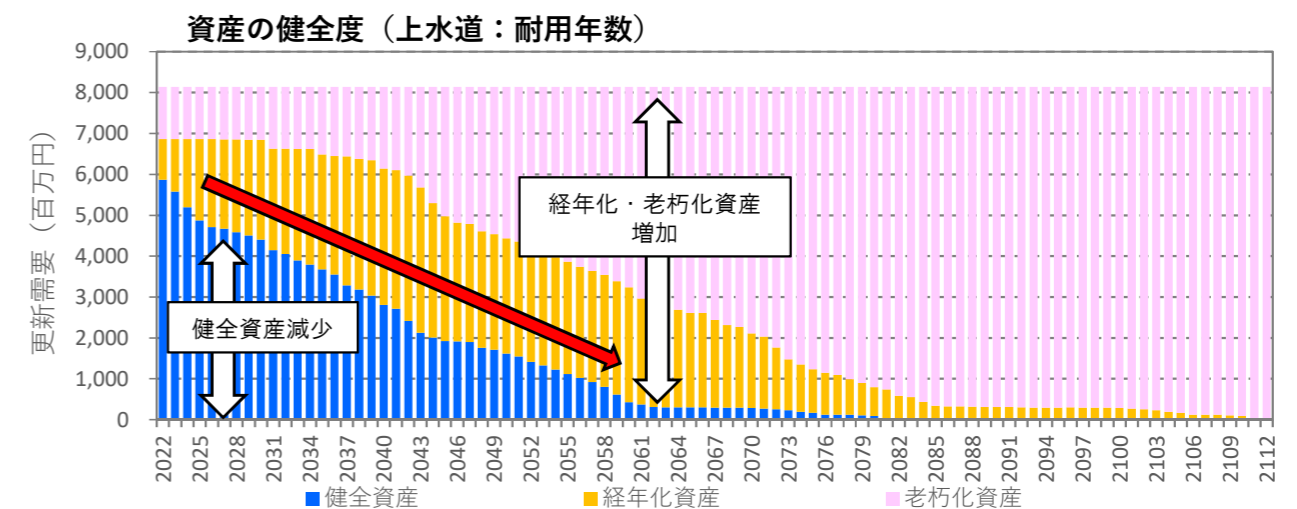


図2 資産の健全度の推移

4. 実現方策（整備案）の検討

施設の老朽化や耐震性の確保、施設効率の向上などの課題に対応するための方策を抽出し、整備案として整備内容の検討を行った。

本市水道事業において主要となる整備は、沼田市浄水場の更新である。これらの更新ケースによって、配水池や給水区域の整備方針に影響を与えるため、浄水場の整備を主軸に更新計画（案）を整理した。

検討する施設能力は、設計・整備に要する期間を考慮し、運用開始年度を10年後の令和13年度と想定し、水需要予測による一日最大給水量を基に、13,300m³/日とした。

※13,300m³/日＝8,809m³/日＋施設点検・補修を考慮した予備力（50％）

表5 検討案の立案

検討案	立案理由
A：現浄水場補強案	新たな用地を求める必要がなく、給水区域全体の水運用形態に変更が生じない現況施設・用地を利用するため、立案した。
B：現浄水場内更新案	全体的に施設の老朽化が進行しており、能力が不足する施設もあることから、施設全体の更新を実施するため、立案した。
C：新規用地更新案（急速ろ過）	B案に示した施設全体の更新を行うにあたり、埋設物の状況や運転しながらの更新となる状況から施工性が低く、断水のリスクがあるため、新規用地による案として立案した。
D：新規用地更新案（膜ろ過）	C案に対し、目標水質レベルを向上する場合に対応できる浄水方法として立案した。

1) A案：現浄水場 補強案について

現在運用している浄水場に対し、5期拡張事業（1978）で整備された新設系統（18,000m³）を耐震補強し、運用を継続する案である。耐震補強は、躯体の増し打ち等による改造となるため、ダウンサイジング等の容量の低減、コンパクト化は困難である。更新案に対する対案として立案した。

調査段階で浄水場内の配置や埋設物状況から、リスクが高いと判断されており、その時点で不採用とすることも検討したが、念のため他案と同等の検討を行った上で評価することとし、比較案として整理した。

【整備対象施設・内容】

着水井、混和池・沈殿池、ろ過地、浄水池、薬品注入施設、排水処理施設、管理棟、洗浄高架水槽、中区高架水槽を補強する。

2) B案：現浄水場場内の更新について

現在運用している浄水場の敷地内で、更新を実施する案である。新設系統（18,000m³）を稼働しながら、既往系統を撤去しつつ更新を実施する。敷地内の面積が狭く、浄水池等の仮設が必要な施設が生じるため、余分なコストが発生することが懸念される。

A案と同様に、埋設物の状況、稼働しながらの更新であることから、リスクが高いと判断しているが、他案と同等の検討を行った上で評価することとし、比較案とした。

【整備対象施設・内容】

創設沈殿池および既設系の施設を撤去後のスペースを活用し、着水井、混和池・沈殿池、ろ過池、浄水池、薬品注入施設、排水処理施設、管理棟、洗浄高架水槽、中区高架水槽を整備する。

整備は、撤去と整備を繰り返すため、工事期間が長期間となる。

3) C案：新規用地による更新（急速ろ過）について

新規用地（現在の浄水場よりも標高が高く、運用の優位性が期待できる位置が望ましい）を確保し、新規に浄水場を整備する。施設の配置や規模等、自由度が高く、高区高架水槽に送るための送水ポンプの廃止や簡易水道事業の統合を踏まえた施設整備を行う。

現地更新案の対案としており、土地の確保が可能であれば現実的な案である。D案に対し、現在の浄水方法と同様の急速ろ過を採用している。

【整備対象施設・内容】

新規用地にて、着水井、混和池・沈殿池、ろ過池、浄水池、薬品注入施設、排水処理施設、管理棟を整備する。場内スペースに余裕がある場合は、場内に配水池、白沢簡易水道の栗生浄水場に送水するポンプ施設を整備する。

4) D案：新規用地による更新（膜ろ過）について

C案に対し浄水方法の違いで対案として設定した。膜ろ過を採用する案であり、目標浄水レベルの設定によっては、有効な案となる。

【整備対象施設・内容】

新規用地にて、着水井、混和池・沈殿池、膜ろ過施設、浄水池、薬品注入施設、排水処理施設、管理棟を整備する。場内スペースに余裕がある場合は、場内に配水池、白沢簡易水道の栗生浄水場に送水するポンプ施設を整備する。

5. 整備案の評価

定量的な効果については、総事業費、残耐用年数により単年度に換算した浄水場の整備事業費および動力費などのランニングコストを比較した。

A案については、事業費としては安価であるが、耐用年数の延伸が期待できないため、単年度当たりのコストは安価とはならず、また、新たな更新事業を計画する必要性が生じる。

B案は、仮設とその撤去が生じるため、総事業費が最も高くなる。また、撤去と更新を施設ごとに段階的に行う必要性があり、非常に難易度が高い事業となる。

【A案、B案の主なメリットとデメリット】

メリット：浄水場の用地取得が不要となる。

デメリット：施工時に断水、濁水の発生する恐れが高い。

現況調査、仮設に費用が必要となる。

水圧不足の解消や簡易水道の統合等、水運用上の効率性向上が見込めない。

C案は、2番目に安価な総事業費であり、単年度あたりの事業費は最も安価となる。

D案は、総事業費はC案と同程度であるが、膜ろ過の維持管理コストにより単年度あたりの事業費が最も高くなる。

【C案、D案の主なメリットとデメリット】

メリット：配置計画や施工の自由度がある。

水圧不足の解消や簡易水道の統合等、水運用上の効率性の向上が見込まれる。

低区配水池の更新用地の確保が不要となる。（既設浄水場の用地を活用）

デメリット：浄水場の用地取得が必要となる。

定性的効果においては、上記の点において新規用地更新案（C案・D案）が有利となる。

定量的効果においては、単年度に換算したコストを比較するとC案が有利となる。

事業の実施時期については令和13年度の水量をベースとしたが、遅らせると給水量の減少に伴い、収益性が低くなるため、事業を先送りするほど投資資金の確保が厳しくなる。

表6 浄水場更新計画（案）の比較表

整備案		A案 現状補強	B案 現地場内更新	C案 新規用地更新 (凝集沈殿+急速ろ過)	D案 新規用地更新 (凝集沈殿+膜ろ過)
概要		<ul style="list-style-type: none"> 補強により施設の耐震性の向上を図る。 施設の運用は変わらない。 	<ul style="list-style-type: none"> 更新により施設の老朽化対策・耐震性の向上を図る。 ダウンサイジングにより施設能力が縮小される。 	<ul style="list-style-type: none"> 新設により施設の老朽化対策・耐震性の向上を図る。 ダウンサイジングにより施設能力が縮小される。 現状よりも上流側に移転することで、高区及び白沢簡易水道の一部配水区域に自然流下で送水することも可能となる。 	<p>【C案に対し膜ろ過の採用による必要用地面積の縮小等の可能性があることから比較対象として立案した。】</p> <ul style="list-style-type: none"> 新設により施設の老朽化対策・耐震性の向上を図る。 ダウンサイジングにより施設能力が縮小される。 現状よりも上流側に移転することで、高区及び白沢簡易水道の一部配水区域に自然流下で送水することも可能となる。
特筆すべき事項	メリット	<ul style="list-style-type: none"> 浄水場の用地取得が不要となる。 		<ul style="list-style-type: none"> 自然流下により高区の水量、水圧不足が解消出来る。 白沢簡水、上久屋簡水を統合がA案、B案に比べ容易となる。（栗生浄水場の更新を縮小し施設統合が可能） 配水池更新用地の確保が不要となる。 	
	デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 対応年数は延びないため、新たに更新が必要となる。 施工時に断水、濁水の発生する恐れが高い。 現況調査、仮設に多大の費用が必要となるおそれがある。 自然流下では高区の水量、水圧不足を解消出来ない。 白沢簡水、上久屋簡水を統合できない。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工時に断水、濁水の発生する恐れが高い。 現況調査、仮設に多大の費用が必要となるおそれがある。 自然流下では高区の水量、水圧不足を解消出来ない。 白沢簡水、上久屋簡水を統合できない。 低区配水池の更新が難しい。 	<ul style="list-style-type: none"> 浄水場用地の取得が必要となる。 	
施設規模		18,000㎡/日（片系廃止による効率性向上）	13,300㎡/日（ダウンサイジングによる効率性向上）	13,300㎡/日（ダウンサイジングによる効率性向上）	13,300㎡/日（ダウンサイジングによる効率性向上）
水源	水源（沈砂池）	<ul style="list-style-type: none"> 変更なし。 	<ul style="list-style-type: none"> 変更なし。 	<ul style="list-style-type: none"> 変更なし。 	<ul style="list-style-type: none"> 変更なし。
管路	沈砂池～現浄水場	<ul style="list-style-type: none"> 導水管として更新する。 	<ul style="list-style-type: none"> 導水管として更新する。 	<ul style="list-style-type: none"> 送水管として更新する。 	<ul style="list-style-type: none"> 送水管として更新する。
浄水場	更新方法	<ul style="list-style-type: none"> 補強する。 	<ul style="list-style-type: none"> 更新する。 	<ul style="list-style-type: none"> 新設する。 	<ul style="list-style-type: none"> 新設する。
	浄水方法	<ul style="list-style-type: none"> 凝集沈殿+急速ろ過 	<ul style="list-style-type: none"> 凝集沈殿+急速ろ過 	<ul style="list-style-type: none"> 凝集沈殿+急速ろ過 	<ul style="list-style-type: none"> 凝集沈殿+膜ろ過
管路	送水ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> 更新が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 更新が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 浄水場を高所に整備することで不要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 浄水場を高所に整備することで不要となる。
	水圧	<ul style="list-style-type: none"> 現状のまま。 	<ul style="list-style-type: none"> 現状のまま。 	<ul style="list-style-type: none"> 高区及び白沢簡易水道の一部配水区域の水圧改善。 	<ul style="list-style-type: none"> 高区及び白沢簡易水道の一部配水区域の水圧改善。
施工性		<ul style="list-style-type: none"> 浄水場を稼働しながらの更新となる。 埋設物の状況が不明瞭であり、破損による断水、濁りの発生のリスクがあり、安全な施工は難しい。 施工スペースの確保が難しい。 場内配管等の事前調査を行い、段階的に撤去する必要があり、工期も長期間にわたる。 	<ul style="list-style-type: none"> 浄水場を稼働しながらの更新となる。 埋設物の状況が不明瞭であり、破損による断水、濁りの発生のリスクがあり、安全な施工は難しい。 施工スペースの確保が難しい。 場内配管等の事前調査を行い、段階的に撤去する必要があり、工期も長期間にわたる。 	<ul style="list-style-type: none"> 新規用地で障害物となる施設もないため施工性は良い。 高区高架水槽の増設、更新が必要ない。 浄水場の撤去スペースを利用し、低区または中区配水池用地として有効活用ができる。 施設完成後、既設浄水場からの切り替え、撤去を安全に行うことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 新規用地で障害物となる施設もないため施工性は良い。 高区高架水槽の増設、更新が必要ない。 浄水場の撤去スペースを利用し、低区または中区配水池用地として有効活用ができる。 施設完成後、既設浄水場からの切り替え、撤去を安全に行うことができる。
		△	△	◎	◎
維持管理性		<ul style="list-style-type: none"> 施設の運用は変わらない。 	<ul style="list-style-type: none"> 施設の運用は変わらない。 	<ul style="list-style-type: none"> 高区高架水槽に送水するポンプの維持管理負担が削減可能である。 白沢地区の配水池の維持管理が軽減される。 導水管が短くなることで取水・導水施設等の維持管理が現在よりも容易となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 高区高架水槽に送水するポンプの維持管理負担が削減可能である。 白沢地区の配水池の維持管理が軽減される。 導水管が短くなることで取水・導水施設等の維持管理が現在よりも容易となる。 新しく膜のメンテナンス等が生じる。
		○	○	◎	◎
危機管理性		<ul style="list-style-type: none"> 補強による耐震性を確保できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 更新による耐震性を確保できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 新設による耐震性を確保できる。 高架水槽を撤去することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 新設による耐震性を確保できる。 高架水槽を撤去することができる。
		○	○	◎	◎
経済性 (概算)	概算事業費 浄水場・導水管・配水池	6,530 （百万円） 浄水場 4,336 導水管 1,430 配水池 764	9,120 （百万円） 浄水場 6,926 導水管 1,430 配水池 764	8,718 （百万円） 浄水場 6,524 導水管 1,430 配水池 764	8,775 （百万円） 浄水場 6,581 導水管 1,430 配水池 764
	単年度に換算した 浄水場に係るIC・RC	156.9 （百万円/年） IC：143.5（百万円/年） RC：13.4（百万円/年）	162.3 （百万円/年） IC：148.9（百万円/年） RC：13.4（百万円/年）	147.1 （百万円/年） IC：138.4（百万円/年） RC：8.7（百万円/年）	181.5 （百万円/年） IC：152.7（百万円/年） RC：28.8（百万円/年）
簡易水道の 統合・区域 拡張	上久屋 簡易水道	<ul style="list-style-type: none"> 高区の水量不足により給水不可。 	<ul style="list-style-type: none"> 高区の水量不足により給水不可。 	<ul style="list-style-type: none"> 上水道より給水可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 上水道より給水可能。
	下久屋上 簡易水道	<ul style="list-style-type: none"> 送水管を整備することにより、上水道より給水可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 送水管を整備することにより、上水道より給水可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 送水管を整備することにより、上水道より給水可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 送水管を整備することにより、上水道より給水可能。
	清水町 簡易水道	<ul style="list-style-type: none"> 上水道より給水可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 上水道より給水可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 上水道より給水可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 上水道より給水可能。
	白沢 簡易水道	<ul style="list-style-type: none"> 浄水施設よりも高位置のため不可。 	<ul style="list-style-type: none"> 浄水施設よりも高位置のため不可。 	<ul style="list-style-type: none"> 栗生浄水場の浄水量の縮小が図れる。 白沢地区の配水池の維持管理が軽減される。 	<ul style="list-style-type: none"> 栗生浄水場の浄水量の縮小が図れる。 白沢地区の配水池の維持管理が軽減される。

概算事業費は、浄水場のほか配水池や管路の共通の整備事業費、浄水場の撤去費を含む。

1) 浄水場の老朽化対策について

沼田市の浄水場は、創設から第5期拡張事業に至るまでに整備された施設で構成されており、それぞれの整備年度は異なっている。しかしながら、最も新しい施設において43年が経過しており、財政難から適切な更新、修繕が見送られてきたため法定耐用年数を待つことなく更新が必要な施設となっている。

また、施設の耐震性は、管理棟を除き確認できておらず、災害時の安全性が危惧される。なお、「水道の耐震化計画等策定指針 平成27年6月 厚生労働省健康局水道課」において、1979年以前の耐震基準により整備されたもの、さらに高架水槽等の重心の高い構造物に被害が多いと記載されており、耐震基準の制定年から判断すると、対象施設は1979年以前の施設であることから、基本的には耐震性は低いと判断される。

表1 沼田市浄水場の施設概要

場内施設名称	整備年度	経過年	法定耐用年数	備考
管理棟および電気室	1978	43	50	・第5期拡張
創設沈殿池	1925	96	60	
既往系浄水施設（着水井～ろ過地）	1968	53	60	・第4期拡張
新設系浄水施設（着水井～ろ過地）	1978	43	60	・第5期拡張
浄水池	1925	96	60	・創設緩速ろ過地を第4期拡張にて改造
ポンプ室	1978	43	50	・第5期拡張
排水池・排泥池	1978	43	60	・第5期拡張
排水処理棟	1978	43	50	・第5期拡張
洗浄高架水槽	1968	53	60	・第4期拡張
中区高架水槽	1981	40	60	・第5期拡張

※経過年数 ……2021年を基準に算定。

※法定耐用年数…地方公営企業法施行規則を参照。

表2 建設年代と耐震工法指針に照らした耐震性能の概略判断

発刊年	指針等の名称	設計震度等	建設年代による耐震性の概略判断
(下記以前)	(下記以前)	(下記以前)	極めて低い
1953年 (昭和28年)	① 水道施設の耐震工法	・標準水平震度を0.1以下にとつてはならない。	低い
1966年 (昭和41年)	② 水道施設の耐震工法 昭和41年改訂版	・標準水平震度を0.1以下にとつてはならない。	低い
1979年 (昭和54年)	③ 水道施設耐震工法指針・ 解説1979年版	・標準設計水平震度は0.2を下回らない値とする。	中

※「水道の耐震化計画策定ツールの解説と計画事例 平成27年6月厚生労働省健康局水道課」p14より引用