

水道における紫外線処理設備導入に関する
実務の手引き
～基本設計例と申請手続き解説～
(第2期 UV-ACE)

令和6年4月

公益財団法人 水道技術研究センター

発刊に際して

厚生労働省は、令和元年 5 月 29 日付けで「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」の一部改正を行いました。この改正により、紫外線処理の適用対象が拡大され、地表水を原水としたろ過後の水への紫外線処理が耐塩素性病原生物対策として位置づけられました。

また、最近では UV-LED の技術開発の進展もあり、さらにはクリプトスポリジウム等対策に限定されず、幅広い水分野への紫外線処理技術の一層の適用拡大も考えられるところです。

このような背景のもと、公益財団法人水道技術研究センターでは、令和元年度に水道における紫外線処理技術の適用拡大を主な目的としたプロジェクト(UV-ACE : Ultraviolet Application, Combination and Extension)を立ち上げました。このプロジェクトでは水道における紫外線処理技術の適用拡大に向けて、地下水のみならず地表水も対象とした紫外線処理設備の導入及び維持管理に関する手引きの作成と、紫外線水処理技術を広く普及することを目的とし、2年間の活動を通じて「水道における紫外線処理設備導入及び維持管理の手引き」という形で成果を取りまとめました。浄水プロセスにおける紫外線処理設備の導入状況は令和元年以降増加傾向がみられますが、厚生労働省の調査によれば、水道におけるクリプトスポリジウム等の耐塩素性病原生物の対策は依然として進んでいないのが現状です。

そこで、第 2 期 UV-ACE では紫外線水処理技術のさらなる適用拡大を目指し、水道事業等の変更認可・申請手続きの流れを整理してまとめ、また、紫外線処理設備が未導入の浄水施設をモデルとしたケーススタディを実施しました。今回発刊する「水道における紫外線処理設備導入に関する実務の手引き～基本設計例と申請手続き解説～」は、令和 3 年に公益財団法人水道技術研究センターが発刊した「水道における紫外線処理設備導入及び維持管理の手引き」をベースとして、主に基本設計例と申請手続きの解説をまとめたものとなります。「水道における紫外線処理設備導入及び維持管理の手引き」と併せてご参考頂けますと幸いです。

第 2 期 UV-ACE プロジェクトに参加して精力的に手引きの作成に当たっていただいた参加企業メンバーの方々、手引きの作成に当たって指導・助言をいただいた委員長の神子直之・立命館大学工学部教授をはじめとした学識経験者の方々、本プロジェクトにご協力いただいた水道事業者の方々、そして、オブザーバとして参加・助言をいただいた厚生労働省水道課の方々に厚く御礼申し上げます。

この手引きが広く活用され、紫外線水処理技術を用いたクリプトスポリジウム等対策がさらに前進することを期待しています。

令和 6 年 3 月

公益財団法人 水道技術研究センター
理事長 安藤 茂

序文

本書は、公益財団法人水道技術研究センターによる第 2 期紫外線水処理技術適用拡大プロジェクト(第 2 期 UV-ACE)の成果報告書「水道における紫外線処理設備導入に関する実務の手引き～基本設計例と申請手続き解説～」である。

クリプトスポリジウムが水道原水に混入し水道起因の大規模感染事故が報告されたのは今から 25 年以上前のことだ。当時はクリプトスポリジウム等の耐塩素性病原微生物の存在は想定されず、定められた方法による除濁と塩素消毒が行われていた。感染事故を経て、クリプトスポリジウム対策としてまず考えられたのは、その大きさが濁質に近いため濁度をしっかり除去することであった。一方で、紫外線照射によりクリプトスポリジウムが不活化されることが明らかになると、欧米をはじめとする地域で、クリプト対策として最も安価な処理として採用されるケースが増えた。日本においても 2007 年のクリプト対策指針において紫外線照射が水道におけるクリプト対策手法と位置付けられ、水道への導入が始まった。

しかし、対策手法として位置付けられたからといって国内で一挙に導入が進む訳ではない。安全な水を供給するのが当然の事業体において、現状で出来ていること以上のより良い水の供給には、導入する新技術の対費用効果、実現性、手続きの煩雑さ等を考慮することが必要となり、これは業務の純増に他ならない。そこで、この負担の軽減を図り、導入への力となるように、本報告書のベクトルは定められた。

紫外線照射の目的と背景及び紫外線照射技術や設備の解説を第 1 期報告書から再掲し、続いて導入事例の紹介、導入・変更認可の手続きの現状などを取り纏め、導入を考えるには何をどうすれば良いのか、最大公約数的な情報を提供している。ここではまた、水質への影響についてはプロジェクト内で実験を行い、臭素酸生成への情報を付け加えることが出来た。さらに、未導入の事業体への具体的な計画を数多く示し、実現可能性の検討例を提供しているので、導入検討への参考に大きく資すると考えられる。

これらの情報が各事業体の紫外線照射導入に繋がり、水道水の安全性向上が図られることが本プロジェクトメンバーの希望とするところである。通常の業務時ではライバル会社であった各社のメンバーや、ご自身の経験を開示する手間を惜しまなかった事業体の方々、皆の手綱を引き全体を調整して下さったセンターの方々、メンバーとしてではなくオブザーバとして貴重なご意見を聞かせていただくこともあった厚生労働省の方々、皆が協力し合って本成果報告書が作られた。全国でご活用いただければ幸いである。

令和 6 年 3 月

第 2 期紫外線水処理技術適用拡大プロジェクト委員長

立命館大学 理工学部

教授 神子 直之

目次

1. 目的と背景	1
1.1 本書の目的.....	1
1.2 背景.....	1
【1章参考文献】.....	8
2. 紫外線処理設備の導入	9
2.1 紫外線処理設備適用の要件.....	9
2.1.1 適用パターン.....	9
2.1.2 適用水質.....	10
2.1.3 求められる性能と紫外線照射量.....	10
2.1.4 紫外線処理と組み合わせる場合におけるろ過の運転管理.....	11
2.2 紫外線処理設備の計画.....	11
2.2.1 紫外線処理設備における計画浄水量.....	12
2.2.2 処理対象水の水質.....	12
2.2.3 紫外線照射装置の選定.....	12
2.2.4 付帯設備.....	14
2.2.5 設置場所の選定.....	16
2.2.6 適用位置.....	17
2.2.7 その他留意事項.....	18
2.3 据付・試運転時の留意点.....	19
2.3.1 据付時の留意点.....	19
2.3.2 試運転時の留意点.....	19
2.4 変更認可の必要性.....	19
【2章参考文献】.....	22
3. 変更認可	23
3.1 変更認可の流れ.....	23
3.1.1 紫外線処理設備導入.....	23
3.1.2 変更認可の必要性.....	23
3.1.3 軽微な変更の定義.....	24
3.1.4 認可申請と届出.....	24
3.2 ヒアリング結果.....	30
3.2.1 ㊦浄水場.....	30
3.2.2 ㊧浄水場.....	31
3.2.3 ㊨浄水場.....	32
3.2.4 ㊩浄水場.....	33

3.2.5	ヒアリング内容まとめ	35
3.3	実状調査結果(水質試験)	36
3.4	臭素酸の生成について	37
3.4.1	文献調査	37
3.4.2	実験	39
3.5	変更認可のまとめ	49
	【3章参考文献】	50
4.	ケーススタディ	51
4.1	位置づけ 定義	51
4.2	ケーススタディの流れ	52
4.3	A 浄水場での検討例【低圧紫外線ランプの場合】	54
4.3.1	基本情報	54
4.3.2	紫外線処理適用可否の確認	57
4.3.3	紫外線処理設備の概要	58
4.3.4	損失水頭、必要スペースの検討	60
4.3.5	設置箇所	63
4.3.6	設備更新概要	65
4.4	A 浄水場での検討例【UV-LEDの場合】	66
4.4.1	基本情報	66
4.4.2	紫外線処理適用可否の確認	66
4.4.3	紫外線処理設備の概要	66
4.4.4	損失水頭、必要スペースの検討	68
4.4.5	設置箇所	69
4.4.6	設備更新概要	71
4.5	B 浄水場での検討例【低圧紫外線ランプの場合】	72
4.5.1	基本情報	72
4.5.2	紫外線処理適用可否の確認	76
4.5.3	紫外線処理設備の概要	77
4.5.4	損失水頭、必要スペースの検討	79
4.5.5	設置箇所	81
4.5.6	設備更新概要	83
4.6	C 浄水場での検討例【中圧紫外線ランプの場合】	84
4.6.1	基本情報	84
4.6.2	紫外線処理適用可否の確認	88
4.6.3	紫外線処理設備の概要	88
4.6.4	損失水頭、必要スペースの検討	90
4.6.5	設置箇所	91
4.6.6	設備更新概要	93

4.7 D 浄水場での検討例【低圧紫外線ランプの場合】	94
4.7.1 基本情報.....	94
4.7.2 紫外線処理適用可否の確認.....	99
4.7.3 紫外線処理設備の概要.....	99
4.7.4 損失水頭、必要スペースの検討.....	101
4.7.5 設置箇所.....	104
4.7.6 設備更新概要.....	106
4.8 D 浄水場での検討例【中圧紫外線ランプの場合】	107
4.8.1 基本情報.....	107
4.8.2 紫外線処理適用可否の確認.....	110
4.8.3 紫外線処理設備の概要.....	110
4.8.4 損失水頭、必要スペースの検討.....	112
4.8.5 設置箇所.....	115
4.8.6 設備更新概要.....	117
4.9 ケーススタディのまとめ	117
4.9.1 ケーススタディのまとめ一覧.....	117
4.9.2 コスト.....	119
5. 添付資料.....	122
5.1 国内における導入状況	122
5.1.1 年度別にみた紫外線処理設備導入状況	122
5.1.2 処理水量別にみた紫外線処理設備導入状況(令和4年度)	123
5.2 紫外線処理に関する用語集	124
5.3 略語集.....	129
紫外線処理装置技術情報(各社の情報)	132

1. 目的と背景

1. 目的と背景

1.1 本書の目的

令和元年5月29日に水道施設の技術的基準を定める省令の一部を改正する省令が公布、施行され、同時に「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」の一部改正が厚生労働省から通知された。従来に対策指針では、紫外線処理は原水が地表水以外の場合を対象としていたが、このたびの改正に伴い、原水が地表水である場合に対しても適用が認められ、水道事業者にとっては対策の選択肢が増えることになった。また、紫外線処理設備の要件等についても改正が行われた。このような背景のもと、(公財)水道技術研究センター(以下、「JWRC」という。)では令和元年度に、水道における紫外線処理技術の適用拡大を主な目的としたプロジェクト(UV-ACE)を立ち上げ、平成21年に発行した「地表水以外の水への適用における紫外線処理設備維持管理マニュアル」を基に、「紫外線処理設備の導入及び維持管理に関する手引き」¹⁾を作成した。

厚生労働省の「水道におけるクリプトスポリジウム等対策の実施状況について」(令和4年3月末)によると、クリプトスポリジウム等による汚染のおそれがある施設8,005施設のうち「対策施設設置等については検討中」は2,236施設、「いまだにクリプトスポリジウム等の汚染のおそれの判断を行っていない施設」は1,082施設とされている²⁾。

令和4年4月よりJWRCでは、さらなる幅広い水分野への紫外線処理技術の一層の適用拡大を目的として、第2期紫外線水処理技術適用拡大プロジェクト(第2期UV-ACE)を立ち上げ、基本設計例として、既存浄水場をモデルとした具体的な導入計画例の検討(ケーススタディ)を、申請手続き解説として、浄水処理方法変更に伴う変更認可における具体的な事務処理フローについての手引きを作成することとした。

1.2 背景

我が国の水道においては、平成8年に水道水に起因した埼玉県越生町でのクリプトスポリジウムによる集団感染を契機として、同年に「水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針」(以下、「暫定対策指針」という。)が、また平成12年に「水道施設の技術的基準を定める省令」が制定された。暫定対策指針では、原水に耐塩素性病原生物であるクリプトスポリジウムによる汚染のおそれがある場合、ろ過等によりクリプトスポリジウムを除去することができる浄水処理を行い、ろ過水濁度を0.1度以下に維持すること、特に急速ろ過法を用いる場合は必ず凝集剤を用いて処理を行うこと等により浄水処理の徹底をはかり、対策を行うこととした。

その後、紫外線処理が耐塩素性病原生物の不活化に有効であるとの知見が得られてきたこと、砂ろ過等と比べ簡便な手法として導入が可能であると考えられることにより、「地表水以外の原水」に対して、紫外線処理が耐塩素性病原生物対策として位置づけられることになった。すなわち、水道施設の技術的基準を定める省令の一部が改正されるとともに、それまでの暫定対策指針に代わり、水道原水に係るクリプトスポリジウム等の汚染のおそれの程度に応じた「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」³⁾(以下、「対策指針」という。)が策定され、平成19年4月1日より施行及び適用されてきた。

1. 目的と背景

その後、12年が経過した令和元年5月29日に、対策指針の一部がさらに次のように改正された⁴⁾。

- (1) クリプトスポリジウム等の汚染のおそれが高い(レベル4)施設の予防対策として、ろ過設備及びろ過後の水を処理するための紫外線処理設備を新たに位置づけたこと。
- (2) 紫外線処理設備が満たすべき技術的要件を「クリプトスポリジウム等を99.9%以上不活化できる紫外線処理設備」に変更したこと。

図 1-1 に水道原水に係るクリプトスポリジウム等による汚染のおそれの判断の流れ(令和元年5月29日改正の対策指針)を示した。レベル4において「又はろ過した後に紫外線処理」が改正で追加された。

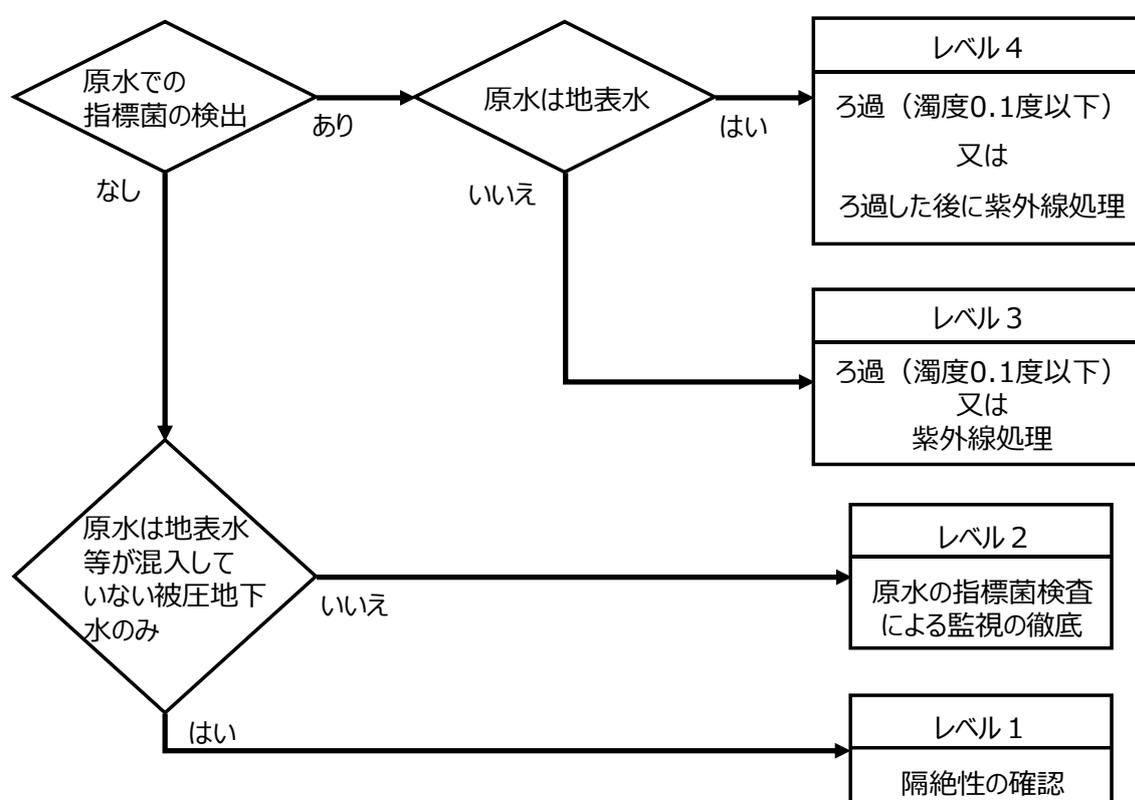


図 1-1 水道原水に係るクリプトスポリジウム等による汚染のおそれの判断の流れ
(令和元年5月29日改正の対策指針)

1. 目的と背景

参考までにクリプトスポリジウム等に関する国内の動向一覧表を示す。

年	月	事 項	備 考
平成 6 年 (1994 年)		神奈川県平塚市でクリプトスポリジウム症集団発生	受水槽(事業体管轄外)における混入
平成 8 年 (1996 年)	6 月	埼玉県越生町でクリプトスポリジウム症集団発生	水道水における混入で、浄水処理を通過した事例
	10 月	厚生省「水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針」策定	水道におけるクリプトスポリジウム対策の緊要性に鑑み水道事業者等が当面講ずべき予防的措置や応急措置等
平成 10 年 (1998 年)	6 月	厚生省「水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針」一部改正	濁度管理、浄水処理の徹底など
平成 12 年 (2000 年)	10 月	厚生省「水道施設の技術的基準を定める省令」発令	「原水に耐塩素性病原生物が混入するおそれがある場合にあっては、これらを除去することができる濾過等の設備が設けられていること。」を規定
平成 13 年 (2001 年)	11 月	厚生省「水道におけるクリプトスポリジウム暫定対策指針」一部改正	水道原水のクリプトスポリジウムによる汚染のおそれの判断、予防対策、生物学的性状等の知見の追加
平成 16 年 (2004 年)		青森県八戸圏域水道企業団が最初の紫外線処理設備(計画処理水量 20,000 m ³ /日)を導入	
平成 17 年 (2005 年)	8 月	(財)水道技術研究センター「紫外線消毒ガイドライン」発行(<i>e-Water</i> ガイドライン集の一つ)	紫外線処理設備を導入する際の適用要件及び運転管理に関する知見をまとめた
平成 19 年 (2007 年)	3 月	厚生労働省が、水道施設の技術的基準を定める省令を改正するとともに、新たに「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」をとりまとめた	耐塩素性病原生物対策に紫外線処理を新たに位置づける

1. 目的と背景

平成 20 年 (2008 年)	1 月	(財)水道技術研究センター「紫外線照射装置 JWRC 技術審査基準(低圧紫外線ランプ編)」発行	紫外線照射装置の性能及び品質等の適正化を図り、一定水準以上の紫外線照射装置の水道事業者等への供給及び紫外線処理技術の浄水施設への円滑かつ適切な導入の促進に資することを目的とし、JWRC が実施する紫外線照射装置に関する技術認定の審査基準を制定(低圧紫外線ランプ、中圧紫外線ランプ)
	8 月	(財)水道技術研究センター「紫外線照射装置 JWRC 技術審査基準(中圧紫外線ランプ編)」発行	
平成 21 年 (2009 年)	7 月	(財)水道技術研究センター「地表水以外の水への適用における紫外線処理設備維持管理マニュアル」発行	地表水以外の水を対象とした紫外線処理設備維持管理等に関する知見をまとめた
平成 23 年 (2011 年)	5 月	厚生労働科学研究費 健康安全・危機管理対策総合研究事業(健康リスク低減のための新たな浄水プロセス及び管路更新手法の開発に関する研究(研究代表者：藤原正弘・財団法人水道技術研究センター理事長))の実施(平成 20 年度～平成 22 年度)	<ul style="list-style-type: none"> ・紫外線照射試験：通常の原水水質の範囲内では水道水質基準を超過することは考えにくいだが、塩素処理の後段に紫外線処理を設置する場合には臭素酸、トリハロメタンの生成に留意が必要である ・紫外線処理による地表水への適用に関する研究：濁度 5 度程度以下、水道水質基準である 2 度を満たしていれば紫外線は耐塩素性病原生物の不活化に効果的に適用される ・マルチバリア消毒法に関する研究：塩素と紫外線の併用処理によって不活化率は高まるものの、作用機構に関しては単独処理と異なる ・アンケート結果：濁度 0.1 度を超えないにしても管理に苦労している事業者が 3 割
平成 24 年 (2012 年)	6 月	(公財)水道技術研究センター「紫外線照射装置 JWRC 技術審査基準」を改訂版として発行	多数の認定依頼書を本技術審査基準により審査してきた経験と、新しい知見を含めた全体的な見直しを行い、さらに種々要望を盛り込むことで、より活用しやすい基準として構築するための検討を行った結果、「紫外線照射装置 JWRC 技術審査基準(改訂版)」を発行
平成 26 年 (2014 年)	3 月	厚生労働省健康局が「水道における指標菌及びクリプトスポリジウム等の検査方法について」を提示	検査方法の概要、クロスチェックの実施要領が提示 「紫外線処理が適切に行われている場合には、ヒトに対する感染性はな

1. 目的と背景

			く、指針に基づく運転管理を確実に実施することにより、浄水の安全性を確保すべきこと」との記載あり
平成 26 年 (2014 年)	4 月	厚生労働科学研究費(地表水を対象とした浄水処理の濁度管理技術を補完する紫外線処理の適用に関する研究(研究代表者:大垣眞一郎・公益財団法人水道技術研究センター理事長))の実施(平成 26 年度～平成 28 年度)	地表水を対象とした浄水処理が我が国では主流であるが、クリプトスポリジウム等対策の目標である濁度 0.1 度以下を常時維持することが困難な水道事業者も見受けられており、本研究では濁度管理を補完する技術としての地表水を対象とした紫外線処理の適用について検討した。紫外線処理は濁度上昇に対しある程度の頑健性を有しており、紫外線処理適用要件(濁度 2 度以下、色度 5 度以下、紫外線透過率 75%以上)を満たす限り、適切に設計された紫外線処理装置であれば、原水の由来によらず、濁質による処理効率の有意な低下は生じないと考えられた。濁度管理のみに依存したクリプトスポリジウム等のリスクの制御には限界があり、この点において、既存の濁度管理技術に加えての紫外線照射技術の適用は有効であることを明らかにした
平成 30 年 (2018 年)	2 月	(公財)水道技術研究センター「紫外線照射装置 JWRC 技術審査基準(UV-LED 編)2017 年版」発行	新たな紫外線光源として UV-LED(紫外線発光ダイオード)の開発が進展し、実用化の段階となってきたことから、UV-LED 光源を使用した紫外線照射装置の技術要件について検討を行い、「紫外線照射装置 JWRC 技術審査基準(UV-LED 編)2017 年版」を制定
	6 月	平成 30 年度第 1 回水道における微生物問題検討会(厚生労働省医薬・生活衛生局水道課長が設置する検討会)開催 (1)クリプトスポリジウムの不活化と除去に関する補足情報について、(2)水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針の改定案について、(3)その他	

1. 目的と背景

令和元年 (2019年)	5月	水道施設の技術的基準を定める省令の一部を改正する省令(令和元年厚生労働省令第6号)の公布・施行「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」の一部の改正(令和元年5月29日より適用)	「濾過等の設備の後に紫外線処理設備を設ける場合には、地表水を原水とする浄水施設でも紫外線処理を用いることを可能とすること。」が追加地表水を原水とする施設における耐塩素性病原生物対策に紫外線処理を新たに位置づけるとともに、紫外線処理設備が備えるべき技術的要件を改正
	5月	「水道水中のクリプトスポリジウム等対策の実施について」の一部改正について(薬生水発0529第1号)	<ul style="list-style-type: none"> ・クリプトスポリジウム等の汚染のおそれが高い(レベル4)施設の予防対策として、ろ過設備及びろ過後の水を処理するための紫外線処理設備を新たに位置づけた ・紫外線処理設備が満たすべき技術的要件を、「クリプトスポリジウム等を99.9%以上不活化できる紫外線処理設備」に変更した
		国内水道用紫外線処理設備数累計400件突破(JWRC調べ)	浄水プロセスにおける紫外線処理設備の導入状況を全国計でみると、令和元年度末現在、導入件数では408件(前年度394件、対前年度比3.6%(14件)増)、計画処理水量(日量)では約1,276千m ³ (前年度約1,244千m ³ 、対前年度比2.6%(約32千m ³)増)となっている
令和2年 (2020年)	3月	「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」の改正に伴い、「紫外線照射装置 JWRC 技術審査基準」改訂版を発行	厚生労働省が、令和元年5月に「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針の一部改正」の通知を行ったことを受け、JWRCでは、本通知に示す紫外線処理の適用や紫外線処理設備の有すべき要件に対応するため、紫外線照射装置技術審査基準を改訂
令和4年 (2022年)	3月	令和3年度水道の基盤強化に向けた優良事例等調査(広域連携及び官民連携の推進に関する調査)報告書(厚生労働省 医薬・生活衛生局 水道課)	水道の基盤強化に向けた優良事例等調査を実施し、現在、標準化・共通化されている技術として紫外線処理設備の記載あり
	3月	令和4年3月末現在のクリプトスポリジウム等対策の実施状況についての調査結果を公表	水道原水のクリプトスポリジウム等による汚染のおそれがある施設8,005施設のうち、2,236施設については、対策施設設置等について検討中であり、内訳は以下のとおり <div style="text-align: right;">次ページに続く→</div>

1. 目的と背景

			<p>上水道：1,261 施設（レベル 4：144 施設、レベル 3：1,117 施設） 簡易水道：762 施設（レベル 4：213 施設、レベル 3：549 施設） 用水供給事業：2 施設（レベル 4：0 施設、レベル 3：2 施設） 専用水道：211 施設（レベル 4：42 施設、レベル 3：169 施設）</p> <p>以上の施設では、当面の措置として対策指針に基づき原水の水質監視を徹底し、クリプトスポリジウム等が混入するおそれが高まった場合には、取水停止等を行うこととされている²⁾</p>
令和 5 年 (2023 年)	3 月	「水道における指標菌及びクリプトスポリジウム等の検査方法について」を改正(最終改正 令和 5 年 3 月 31 日)	<p>指標菌(大腸菌及び嫌気性芽胞菌)の検査方法、クリプトスポリジウム等の検査方法の改正の通知。留意事項として、「クリプトスポリジウム等が水道原水中に存在する場合には、紫外線処理を行っても、クリプトスポリジウム等は浄水にも存在することとなるが、紫外線処理が適切に行われている場合には、ヒトに対する感染性はなく、指針に基づく運転管理を確実に実施することにより、浄水の安全性を確保すべきこと。」の記載がある</p>

1. 目的と背景

【1章参考文献】

- 1) (公財)水道技術研究センター, 2021, 「水道における紫外線処理導入及び維持管理の手引き」
URL. <https://www.jwrc-net.or.jp/docs/publication-outreach/mokuji/2021-01.pdf> (2024年3月時点)
- 2) 厚生労働省, 2022, 「水道におけるクリプトスポリジウム等対策の実施状況について」
URL. <https://www.mlit.go.jp/common/830005178.pdf> (2024年3月時点)
- 3) 厚生労働省, 2007, 「水道水中のクリプトスポリジウム等対策の実施について」, 平成19年3月30日健水発第0330005号
URL. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/ks-0330005.pdf>
(2024年3月時点)
- 4) 厚生労働省, 2019, 「「水道水中のクリプトスポリジウム等対策の実施について」の一部改正について」, 令和元年5月29日薬生水発0529第1号
URL. <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000513611.pdf> (2024年3月時点)

2. 紫外線処理設備の導入

2.1 紫外線処理設備適用の要件

2.1.1 適用パターン

令和元年5月に対策指針¹⁾が一部改正され、地表水に対しても紫外線処理が耐塩素性病原生物対策として適用可能となっている。改正後の対策指針では、図2-1に示すとおりレベル4からレベル1までのクリプトスポリジウム等による汚染のおそれの程度に応じた予防対策の実施を求めている。

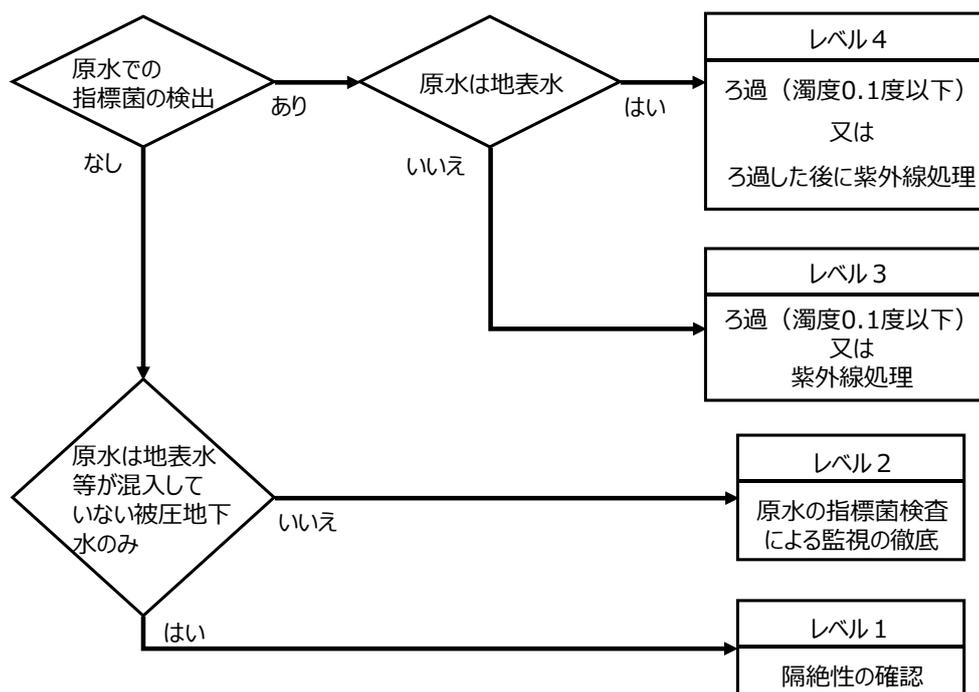


図 2-1 水道原水に係るクリプトスポリジウム等による汚染のおそれの判断の流れ
(令和元年5月29日改正の対策指針)

紫外線処理は、レベル3においては単独で、レベル4においてはろ過との組み合わせにより、クリプトスポリジウム等対策として位置づけられている。

地表水を原水とする浄水施設において、ろ過出口の濁度を0.1度以下に維持することが困難な場合、後段に紫外線処理設備を追加することでクリプトスポリジウム等対策を万全にすることができる。また、ろ過出口の濁度を0.1度以下に維持することが可能な浄水施設においても、マルチバリアとして紫外線処理設備を追加することでクリプトスポリジウム等の処理の確実性を向上させることができる。

このように、既にろ過施設を導入している浄水施設において紫外線処理施設を追加導入することは、ろ過出口濁度の0.1度以下維持の可否によらず、クリプトスポリジウム等対策として意義がある。

2. 紫外線処理設備の導入

2.1.2 適用水質

紫外線処理は紫外線が水中を透過して目的物に照射されなければ効果がない。このため、紫外線の透過を妨げる物質である濁度、色度などが処理効果に影響する。対策指針では、ろ過設備の有無に関わらず、クリプトスポリジウム等を不活化できる紫外線処理設備の要件として、処理対象水が以下の水質を満たすものであることとしている。

- ・ 濁度 2度以下であること
- ・ 色度 5度以下であること
- ・ 紫外線(253.7 nm 付近)の透過率が75%を超えること
(紫外線吸光度が0.125 abs./10 mm 未満であること)

また、鉄、マンガンなどの紫外線吸収物質が存在すると紫外線透過率が低下するため処理効果に影響する。対策指針では、ランプスリーブ等の表面へのスケール付着による紫外線照射量の低下の影響をできるだけ避けるため、以下のような水質が望ましいとしている。

- ・ 鉄 0.1 mg/L 以下
- ・ 硬度 140 mg/L 以下
- ・ マンガン 0.05 mg/L 以下

しかしながら、これらの硬度成分、金属成分等の濃度と析出速度との関係は不明な点が多いため、実際には紫外線照射量低下による影響を防ぐ対策として、ランプスリーブ等の自動洗浄装置や前処理装置を設けることが望ましい。

2.1.3 求められる性能と紫外線照射量

改正後の対策指針では、レベル3、レベル4いずれの原水に対しても、紫外線処理設備の技術的要件として「クリプトスポリジウム等を99.9%以上不活化できること」を求めている。

JWRC では紫外線照射装置の性能及び品質等の適正化を図り、一定水準以上の紫外線照射装置の水道事業者等への供給及び紫外線処理技術の浄水施設への円滑かつ適切な導入の促進に資することを目的に、JWRC 技術審査基準²⁾に基づきメーカー等からの依頼により紫外線照射装置に関する適合認定審査を実施している。JWRC 技術審査基準では、クリプトスポリジウム等を99.9%以上不活化するための紫外線照射量を12 mJ/cm²に設定し、所定の条件で通水した場合に装置のクリプトスポリジウム RED が必ず12 mJ/cm²を超えることを示す手順を定めている。

なお、JWRC 技術審査基準適合認定装置の一覧は JWRC ホームページ³⁾にて確認することができる。

2. 紫外線処理設備の導入

2.1.4 紫外線処理と組み合わせる場合におけるろ過の運転管理

対策指針では、紫外線処理と組み合わせる場合におけるろ過の運転管理について「ろ過池等の出口の濁度を可能な限り低減させること。」とし、その根拠として次の点を挙げている。

- ・ 微生物が一般に粒子に付着していることから、ろ過による濁度除去により浄水処理水中の微生物汚染が大幅に除去される。
- ・ 濁度は生物を保護し、消毒の効果を著しく妨げる可能性がある。消毒の前に懸濁物質を除去することで、(塩素やオゾンなどの)化学消毒剤の消毒効率が向上する。
- ・ 濁度が高い場合には水中の光の伝播が粒子により弱められるため、紫外線処理の効果を確保するうえでも処理対象水の濁度管理が重要である。

地表水を水源とする施設に紫外線処理を適用する場合の濁度条件として、例えば、「EU 飲料水水質指令」は 1.0 NTU を超えない値、「USEPA 紫外線消毒ガイダンスマニュアル」は測定数の 95%以上において 0.3 NTU 以下⁴⁾、「WHO 水道水質ガイドライン」は 1 NTU を超えるべきでない⁵⁾と表記している。また「WHO 水道水質ガイドライン」に、「良好に運営されている市町村の大規模な供給では、消毒前で 0.5 NTU 未満を達成できるはずであり、平均は 0.2 NTU 以下にできるはずである。」と記載されている(※測定法や濃度条件にもよるが、1 NTU はおおよそ 0.6~0.8 度と換算できるとの報告⁶⁾がある。)

2.2 紫外線処理設備の計画

紫外線照射装置の不活化性能は、処理対象水の流量だけでなく、紫外線透過率に応じて変動し、また温度条件にも影響を受ける。

さらに、紫外線光源出力の低下、ランプスリーブ等や壁面のファウリング進行などにより、経時的にも性能が変化する。各詳細については、「紫外線処理設備の導入及び維持管理に関する手引き」をご参照頂きたい。

紫外線処理設備の導入にあたっては、これらの性能に影響する要因を考慮に入れて紫外線照射装置を選定し、想定した装置性能が常に発揮できるよう、また発揮した性能及び処理状況を適切にモニタリングできるよう配慮して設備を設計する必要がある。

付帯設備を含めた紫外線処理設備の一例を図 2-2 に示す。

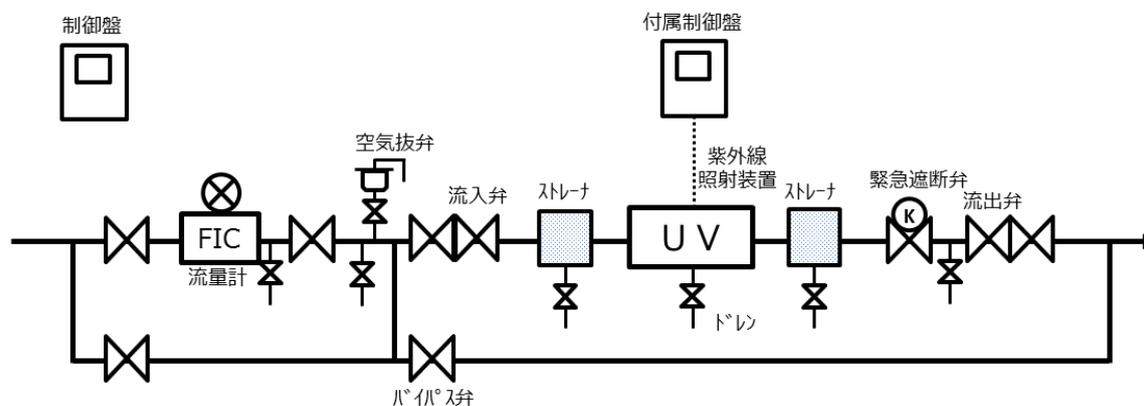


図 2-2 紫外線処理設備の例

2. 紫外線処理設備の導入

2.2.1 紫外線処理設備における計画浄水量

計画浄水量は、一般的には計画一日最大給水量を基に作業用水等の必要水を見込んで設定する。しかし、紫外線処理設備の場合は、時間あたりの最大処理水量を考慮して機器を選定する必要がある。これは、処理水量の日間変動がある浄水場において、紫外線照射槽を通過する水量を設計範囲内(紫外線照射装置固有の基準処理水量)で運転することが、適正な紫外線照射量確保の前提となるためである。

紫外線処理設備の最低処理水量を定めている場合は、その水量の把握が必要となる。また、夜間停止等の断続運転がある場合は紫外線ランプの寿命に影響するため、運転時間や停止時間、装置の停止回数を把握する必要がある。

2.2.2 処理対象水の水質

紫外線処理設備の導入を検討する際は、「水道原水に係るクリプトスポリジウム等による汚染のおそれの判断の流れ」(図 2-1)に沿って、対象原水がどのレベルに該当するかを確認する。次に、処理対象水の濁度、色度、紫外線透過率(又は紫外線吸光度)が対策指針の要件を満足しているか確認する。要件の数値を超える場合が一時的であれば、頻度や継続時間などを把握し、通水停止措置を取ることが可能であるかを検討する。

処理対象水の紫外線透過率は装置の不活化性能に大きく影響するため、年間の平均値と最小値を把握しておく必要がある。特に地表水では水質の変動が予想されるため配慮が必要である。なお、低圧紫外線ランプ以外の光源を適用する場合には、その光源波長域に応じた透過率分布を把握しておく必要がある。

また、鉄、硬度、マンガンが対策指針の望ましい範囲内であるか確認する。これらの水質が範囲外の場合は、ランプスリーブ等の表面にスケールが付着し、紫外線照射量の低下を招くおそれがあるため、前処理の導入により適正な水質の範囲内にすることが可能か検討する。

2.2.3 紫外線照射装置の選定

紫外線照射装置は、処理水量やろ過池の系列等を考慮したうえで、紫外線光源、設置台数を選定する。

(1) 紫外線光源

JWRC 技術審査基準適合認定を受けた紫外線照射装置の特徴を紫外線光源別に表 2-1 に示す。一般的には、処理水量が小さい場合には紫外線出力効率が高い低圧紫外線ランプやUV-LEDを、処理水量が大きい場合にはランプ1本あたりの出力が大きい中圧紫外線ランプを選定するが多い。

2. 紫外線処理設備の導入

表 2-1 JWRC 技術審査基準適合認定装置における紫外線光源別の特徴

項目	低圧紫外線ランプ	中圧紫外線ランプ	UV-LED
基準処理水量 ³⁾ 最小～最大(m ³ /日)	90～50,000	600～100,000	300～1,200
適合認定機種数 ³⁾ (OEM を含む)	189	38	3
紫外線照射槽の形状	管路型内照式	管路型内照式	管路型外照式
ランプスリーブ等材質	石英、 石英+フッ素樹脂コーティング	石英	石英
紫外線強度計	必ず付属	必ず付属	必ず付属
自動洗浄装置	通常付属	通常付属	通常付属
温度計又は温度センサ	通常付属	必ず付属	通常付属
主要部材質	SUS304 以上	SUS304 以上	SUS304 以上
調光制御	選択可	通常付属	通常付属

(令和 6 年 3 月現在)

JWRC 技術審査基準の適合認定装置のうち、典型的な例として各紫外線光源別に中央値付近となる基準処理水量を有する装置の概略寸法、消費電力を表 2-2 に示す。紫外線光源によって装置の概略寸法、消費電力が異なっており、各々特徴がある。

表 2-2 紫外線光源別の典型的な基準処理水量の装置例

項目	低圧紫外線ランプ	中圧紫外線ランプ	UV-LED
基準処理水量	3,600 m ³ /日	20,150 m ³ /日	300 m ³ /日
装置本体の概略寸法 (L×W×H)	900 mm × 750 mm × 2,100 mm	750 mm × 950 mm × 550 mm	1,300 mm × 1,100 mm × 1,650 mm
※架台・付属制御盤を	含む	含まない	含む
装置の消費電力	0.98 kW	12.1 kW	0.8 kW

(2) 台数

紫外線照射装置は、予備を含め複数台数に分けて設置し、一台が故障しても最低限の処理水量(日平均浄水量等)が得られる設計とすることが望ましい。

既存施設に紫外線処理設備を導入する場合は、既存の前段ろ過設備の系列を考慮して導入台数を検討する。

2. 紫外線処理設備の導入

2.2.4 付帯設備

(1) ストレーナ、緊急遮断弁、その他配管弁類

光源やランプスリーブ等の破損の原因となる異物の混入防止のため、ストレーナ等を紫外線照射装置の前段に設ける。また、紫外線ランプが破損した場合には、ガラスの破片や封入されている微量の水銀が流出し、処理水や後段の施設を汚染する可能性があるため、紫外線照射装置の後段にストレーナを設けるなどのガラスの破片や水銀の流出防止対策を検討する。対策指針では、「異常時の緊急遮断弁を設置することが望ましいこと。」とされており、併せて検討する。緊急遮断弁を設置する際には、バイパスラインを設置することがある。

光源やランプスリーブ等の破損防止のため、ウォーターハンマーのおそれがある場合は事前に対策を講じる。この対策としては、吸排気弁設置、ポンプ電動機へのフライホイール追加、管路へのサージタンク設置、ポンプ吐出部への空気槽設置、緩閉逆止弁設置などが挙げられる。

紫外線照射装置内に空気が混入することを避ける必要がある。照射槽内に空気が混入すると、処理対象水の滞留時間が減少して設計通りの性能が確保されない、空照射(ランプの一部が水に漬からない状態での照射)による不具合(パッキン等の熱劣化による漏水、ランプの寿命低下、ファウリングの加速等)を招くなどのおそれがある。

照射槽内の満水を維持する方法は、レイアウトの工夫のほか、空気抜き管、自動給排水弁、満水検知計、落水防止のための逆止弁、水温計等の設置などが挙げられる。

自然流下等のケースでエア抜きの圧力が不足すると、自動給排水弁を設置していても満水通水が達成できないことがあるので注意が必要である。紫外線照射装置の出入口付近の接続配管の材質は、ステンレス管を用いることが望ましい。配管内面に錆が発生すると剥離し異物となってランプスリーブ等に衝撃を与える可能性がある。また、紫外線による劣化を避けるため、紫外線照射を受けるおそれがある部分に塗装や樹脂管を使用すべきではない。

処理水出入口接続部のパッキン類は、紫外線照射を受けるおそれがある場合にはフッ素系ゴム、エチレンプロピレンゴム等の紫外線耐性の優れたパッキン類を使用する。

メンテナンス作業時又は長期運転停止時のため、紫外線照射装置の出入口両方にバルブを設ける。また、装置内及び配管内の水を排水するためのドレンを設ける。

バルブの駆動装置には、手動式、電動式、空気式が一般に使用されている。制御用バルブの駆動装置には、電動式、空気式が多く使用されているが、制御範囲、制御精度及び動作頻度を考慮して、適正な駆動装置を選定する必要がある。

(2) 濁度計

処理対象水の濁度が 2 度を超える場合には通水停止措置を取る必要があるため、レベルに応じて適切に濁度計を設置する必要がある。

レベル 4：ろ過池等の出口の濁度の常時測定が可能な濁度計を設置する必要がある。

レベル 3：原水(処理対象水)の濁度の常時測定が可能な濁度計を設置する必要がある(過去の水質検査結果等から水道の原水の濁度が 2 度に達しないことが明らかである場合を除く。)

ろ過池等の出口の濁度はろ過池等ごとに測定することとするが、不可能な場合の他、各ろ過池等の出口の濁度を把握する合理的な監視方法がある場合には、処理系統ごとに測定し、い

2. 紫外線処理設備の導入

れの場合も測定記録を残す必要がある。

また、濁度計の設置場所については、測定水の移送時間を考慮して装置の緊急停止が間に合うように検討することが望ましい。

(3) 流量計

紫外線照射装置における実際の処理水量が設定値から逸脱していないかを確認するため、流量計等を設ける。また、紫外線照射装置を複数台で並列運転する場合には、装置一台ごとに設置することが望ましい。

(4) 紫外線透過率計

処理対象水の紫外線透過率が低下するとクリプトスポリジウム等の不活化効果が低くなる。

不活化に有効な紫外線の波長が概ね 300 nm 以下に分布するのに対して、濁度計は波長 660 nm 付近の可視光を用いる。このことが、処理対象水の濁度と紫外線透過率の変動傾向が必ずしも一致しない一因である。したがって、紫外線透過率は光源のピーク波長に合わせて測定することが望ましい。

地表水では 260 nm 付近の波長吸収が高い植物由来の有機物濃度が雨天時に急増するケースが多い。そのため地表水を水源とする場合には紫外線透過率を常時監視可能なオンラインの紫外線透過率モニタもしくはそれに準ずるポータブル透過率計等の測定手段を備えていることが望ましい。オンラインの紫外線透過率モニタの構成例を図 2-3 に示す。

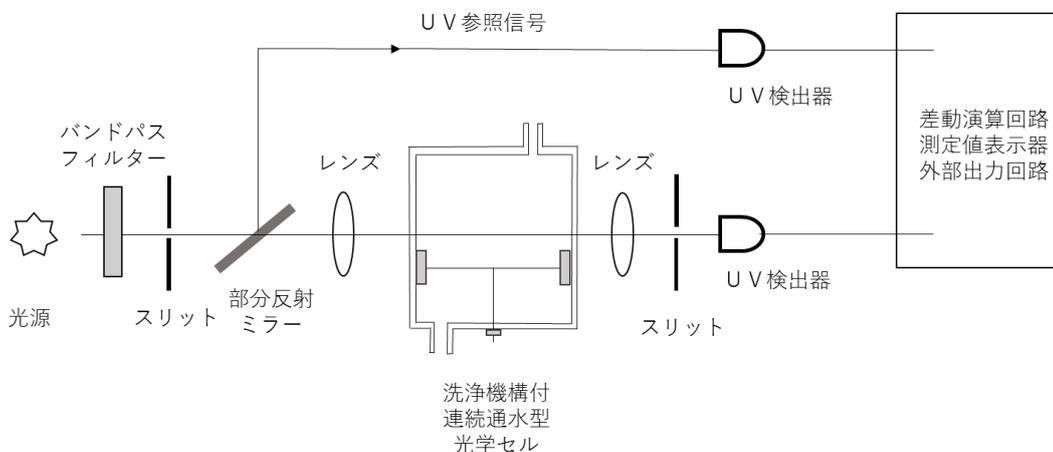


図 2-3 紫外線透過率モニタの構成例

(5) 監視設備

紫外線処理設備の監視は基本的には遠方監視によるものとするが、その場合には制御盤内、もしくは制御盤の上位に監視設備を設置する必要がある。また、紫外線照射装置及び流量計などの水質計器類からの信号と監視室側の信号とのインターフェースが必要となる。

2. 紫外線処理設備の導入

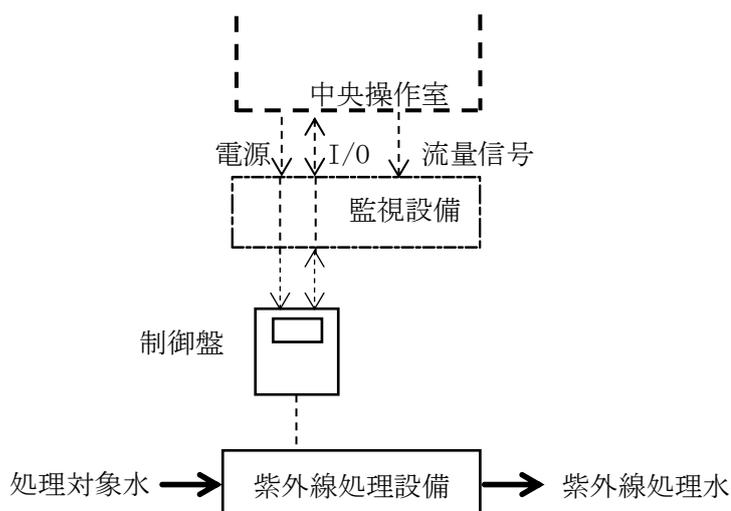


図 2-4 紫外線処理設備の現場監視設備

2.2.5 設置場所の選定

(1) 水理上の制約

紫外線照射装置の局部損失水頭のほか、ストレーナ、配管弁類等の付帯設備の損失水頭を加味し、紫外線処理設備上流側の水位上昇や下流側の水位低下が許容できるかを検討する。なお、紫外線照射装置内の滞留時間分布に対して入口・出口形状が大きな影響を与えることが知られており、流れが偏るおそれがある場合には整流板などを設置して流れを調整するため、この損失も含める必要がある。

見積もった損失水頭に対して得られる水位差が不足する場合には、加圧ポンプを設置する。

(2) 敷地上の制約

導入に当たっては、紫外線処理設備の必要スペースを算出し、浄水処理の運用や建設費等を総合的に勘案し、最適な位置に設置する。必要スペースにはメンテナンススペースを含める。メンテナンススペースとは、紫外線光源・ランプスリーブ等の引き出しスペース、ストレーナの維持管理用スペース、付属制御盤の扉開閉スペース、その他点検や作業に必要なスペースを指す。

紫外線処理設備は基本的に屋内に設置するので、紫外線処理設備が既存の建屋内に設置可能かどうか検討する。スペース確保が困難な場合は、建屋の新設を検討する。

既設の浄水場に紫外線処理設備を導入する場合は、十分な設備スペースの確保ができないことが多々あると考えられる。ろ過池の出口付近に紫外線処理設備の設置スペースが確保できない場合は、フロー上影響がない位置かつスペースの確保できる箇所への設置や新たに建屋の増設等の検討が必要となる。

2. 紫外線処理設備の導入

2.2.6 適用位置

原水のリスクレベルが4の場合、ろ過設備の後段に紫外線処理設備を設置する。

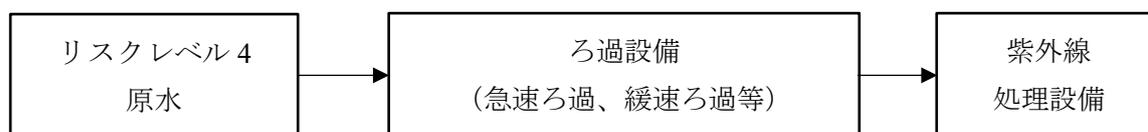


図 2-5 リスクレベル4での処理フロー図

ろ過設備と組み合わせる際の一般的な紫外線処理設備の適用位置と特徴を表 2-3 に示す。

表 2-3 紫外線処理設備の適用位置と特徴^{4)、6)}

設置場所	長 所	短 所
個別のろ過水管の後 (浄水池の上流側)	<ul style="list-style-type: none"> 紫外線照射装置の損失水頭のみであるため、水理学的な影響は少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> ろ過池管廊部の環境(例えば湿度)が紫外線照射装置及びそれに関連する制御盤、電気設備にとって適さない場合がある。そのような状況では暖房、換気、空調システムによる改善が必要である。 ろ過池の数だけ紫外線照射装置も必要となる。
ろ過水集合管の後 (浄水池の上流側)	<ul style="list-style-type: none"> 紫外線照射装置と個別のろ過の運用は独立しているため、紫外線照射装置の設計及び運用に柔軟性がある。 圧力式ろ過、中間増圧ポンプが使用されている場所では圧力変動に配慮する必要がない。 	<ul style="list-style-type: none"> 追加する建物のスペースが必要となる。 配管及び継手によって損失水頭が発生するので、加圧ポンプが必要となる場合がある。
浄水池の下流側	<ul style="list-style-type: none"> ろ過池と浄水池との間のスペースや水頭差が不十分な場合でも紫外線照射装置の設置が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 流速は配水量の変化と密接に関連しており、変動が大きい。 送水ポンプの二次側に設置するので、ウォーターハンマーによりランプスリーブ等や紫外線光源が破損する可能性がある。 紫外線光源が破損した場合に、流出した水銀と石英破片を回収する能力が低い。

2. 紫外線処理設備の導入

紫外線処理設備の適用位置は、紫外線処理によって残留塩素濃度の低下・消毒副生成物の生成が危惧されるため、塩素注入の前段であることが望ましいとされているが、消毒副生成物の生成の可能性は一般的に低いため、施設スペース等に制約がある場合は塩素注入の後段でも可能である。

浄水池の流出側への導入となる場合は停電などの非常時に、紫外線未処理水の流出のおそれがあるため緊急遮断弁を後段に設けることが望ましい。

2.2.7 その他留意事項

(1) 設置環境

紫外線処理設備は基本的に屋内に設置する。適切な温度、湿度環境や腐食性ガス(消毒用塩素から発生する塩素ガス等)の影響がない環境に設置することが望ましい。

(2) 結露対策

照射槽内部のランプスリーブ等の内面、紫外線強度計石英採光窓内面、紫外線強度計用監視窓内面等は結露が懸念される部位である。当該部位が結露していると、必要紫外線強度(紫外線照射量)に満たない、紫外線強度計の数値が不正確になる等により、運転に支障をきたす。

また、紫外線照射装置の設置されている室内温度、湿度、水温によって、紫外線照射装置の外面に結露が発生するおそれがある。これらの対策として、建屋内の換気や空調設備を整備する、紫外線照射装置にパージェアーを備える、紫外線処理施設に除湿機を備えるなどの対策も検討する必要がある。また、制御盤においても結露対策をとることが望ましい。

(3) 寒冷地対策

冬季における長時間停止時においては、凍結による紫外線光源・ランプスリーブ等の損傷が考えられるため、紫外線照射槽内部の水を抜く等の凍結対策を実施する必要がある。このため、照射槽内に水が滞留しないよう、装置本体又は配管にバルブを設置する等の対策が必要である。

(4) 使用範囲

処理水量や使用圧力、電源電圧仕様等、選定された紫外線照射装置の仕様範囲内で使用する。

(5) 異常時対策設備

停電時の対策として非常用電源設備、無停電電源装置等を設けることが望ましい。

紫外線光源・ランプスリーブ等の破損時の破片・水銀の流出、装置故障による未処理水の流出などの異常時の対策のために緊急遮断弁を設置することが望ましい。

処理対象水の水質が条件を満たさなくなった場合は、直ちに通水を停止するような制御機能を設けておくことが望ましい。

2. 紫外線処理設備の導入

2.3 据付・試運転時の留意点

2.3.1 据付時の留意点

紫外線光源、ランプスリーブ等、紫外線センサ窓に石英を使用しているため、破損しないように配慮する。

紫外線照射装置と配管との接続の際、装置側に無理な力が働くと照射槽本体が変形することによる不具合(ランプスリーブ等の破損、水漏れ、自動洗浄装置駆動機構の過負荷など)が発生することがあるので、留意する。

2.3.2 試運転時の留意点

(1) 試運転の手順

試運転は、水張り試験、紫外線光源点灯、紫外線強度確認、通水、性能確認の順番で行う。

(2) 性能確認

対策指針では、クリプトスポリジウム等を不活化できる紫外線処理設備の要件として、「クリプトスポリジウム等を99.9%以上不活化できる紫外線処理設備」としている。試運転の際には、紫外線強度、処理対象水の水質(紫外線透過率)、流量などを計測して、クリプトスポリジウム不活化率99.9%(3log)に必要な紫外線照射量が確保されることを確認する必要がある。

(3) 既存施設

既存施設への増設の場合は、既存施設の運用に支障の無いように、十分留意する。

2.4 変更認可の必要性

水道事業及び水道用水供給事業を営むにあたっては、水道法に基づき厚生労働大臣等の認可等を要する。事業規模等や地域によっては、都道府県知事認可となるため各事業体で確認が必要となる。

紫外線処理設備の導入は、変更認可が必要となる事業内容の変更(浄水方法の変更)に該当する⁷⁾。したがって、紫外線処理設備の導入の際は、軽微な変更(届出)ではなく、変更認可を受けなければならない。

変更認可に必要な書類に関しては、「3. 変更認可」を参考頂きたい。

2. 紫外線処理設備の導入

<参考>水道事業等の認可等の手引き(抜粋)⁷⁾

1 事業認可に際しての留意事項

1-3 変更認可

水道事業等において、事業内容を変更しようとする場合には認可が必要となる場合がある。変更認可が必要となる事業内容の変更とは、法第 10 条第 1 項柱書及び第 30 条第 1 項柱書の規定により、既認可の事業内容の変更のうち表 1-1 に示す範囲である。

表 1-1 変更認可が必要となる事業内容の変更

事業形態 範囲	水道事業	水道用水 供給事業
(1) 給水区域の拡張	○	—
(2) 給水対象の増加	—	○
(3) 給水人口の増加	○	—
(4) 給水量の増加	○	○
(5) 水源の種別の変更	○	○
(6) 取水地点の変更	○	○
(7) 浄水方法の変更	○	○

(7) 浄水方法の変更

「浄水方法」とは、工事設計書に記載された浄水処理の工程であって、浄水方法の変更とは、既認可の浄水処理工程に変更を加えること、又は当該施設の処理目的の変更や、大幅な設計諸元の変更を行うことである。

次に掲げる条件に該当する場合、あらかじめ、変更認可を受けなければならない。なお、条件に該当するか否かは、浄水施設ごとに判断する。

- ①既認可とは異なる方法の浄水処理工程に変更する場合
- ②既認可とは異なる方法の浄水処理工程を追加する場合(pH 調整設備の追加を含む)
- ③既認可の浄水処理工程の一部に新たな工程を付加する場合
- ④水源と浄水処理工程の組み合わせを変更する場合
- ⑤既認可の浄水施設の処理目的(処理対象物質等)を変更する場合
(例・遊離炭酸除去のためのエアレーション設備をトリクロロエチレン等の除去のために用いる場合)
- ⑥大幅な設計諸元の変更等により既認可の浄水施設の浄水処理能力又は浄水処理機能を変更する場合
(例・トリハロメタン前駆物質除去のため UF 膜を NF 膜に変更
・ろ過速度を向上させるため UF 膜を MF 膜に変更
・沈澱速度を向上させるため沈澱池の分離装置を改造)

なお、既設の沈澱池に傾斜板(管)を設置するなどの軽微な変更や粉末活性炭の人力による投入等特別な設備を設けずに臨時に行うものは除く)

2. 紫外線処理設備の導入

⑦既認可の浄水処理工程の一部の工程を廃止する場合

⑧既認可の浄水処理工程の全部を廃止する場合(消毒のみにする場合)

2 事業認可に係る審査上の基本事項

2-3-5 浄水方法(様式 14)

浄水方法について、既認可、現況、今回申請に分けて、浄水場ごとに浄水方法及び現況施設における水質上の課題が記載されていること。オゾン処理、生物処理、紫外線処理を行う場合、又は規則第7条の2第2号に掲げられていない施設を利用する場合には、実験データ、処理の安全性・確実性・経済性及び維持管理計画等が明らかにされている根拠を添付すること。

また、新設・変更の場合は、その浄水方法を選定した理由を添付すること。

[水道事業：法第7条第5項第5号]

[水道用水供給事業：法第27条第5項第5号]

出典：水道事業等の認可等の手引き(令和元年9月版)(厚生労働省医薬・生活衛生局)

<https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000553241.pdf>

2. 紫外線処理設備の導入

【2 章参考文献】

- 1) 厚生労働省, 2019, 「水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針」
URL. <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000513605.pdf> (2024 年 3 月時点)
- 2) 公益財団法人水道技術研究センター, 2020, 「紫外線照射装置 JWRC 技術審査基準 2019 年度版」
- 3) 公益財団法人水道技術研究センター, 「紫外線照射装置 JWRC 基準適合認定一覧表」
URL. <https://www.jwrc-net.or.jp/certification/water-treatment/uv-list.html> (2024 年 3 月時点)
- 4) 藤原正弘, 2011, 「健康リスク低減のための新たな浄水プロセス及び管路更新手法の開発に関する研究 厚生労働科学研究費補助金(健康安全・危機管理対策総合研究事業)総合・分担研究報告書」, 財団法人水道技術研究センター
- 5) 国立保健医療科学院, 2012, 「飲料水水質ガイドライン 第 4 版(日本語版)」
URL.
https://www.niph.go.jp/soshiki/suido/pdf/h24whogdwq/WHOgdwq4thJPweb_all_20130423.pdf
(2024 年 3 月時点)
- 6) 日本水道協会, 2003, 「クリプトスポリジウム—解説と試験方法—」
- 7) 厚生労働省 医薬・生活衛生局 水道課, 2019, 「水道事業等の認可等の手引き」
URL. <https://www.mhlw.go.jp/content/10900000/000553241.pdf> (2024 年 3 月時点)

3. 変更認可

3. 変更認可

3.1 変更認可の流れ

3.1.1 紫外線処理設備導入

紫外線処理設備を導入するにあたっての事業の流れを図 3-1 に示す。紫外線処理設備導入を決定した後にはまず概略の基本計画を行い、処理水量、浄水処理フロー、導入位置を設定し概算事業費を算出する。次に基本計画を基に変更認可申請を行い、基本設計において施設計画、配置計画、維持管理方法、施工方法の検討を行う。その後、基本設計を基に図面などの工事発注図書を作成し、工事発注、工事を行う流れとなる。工事において建築構造物を新設する場合には建築士による施工監理も必要となる。

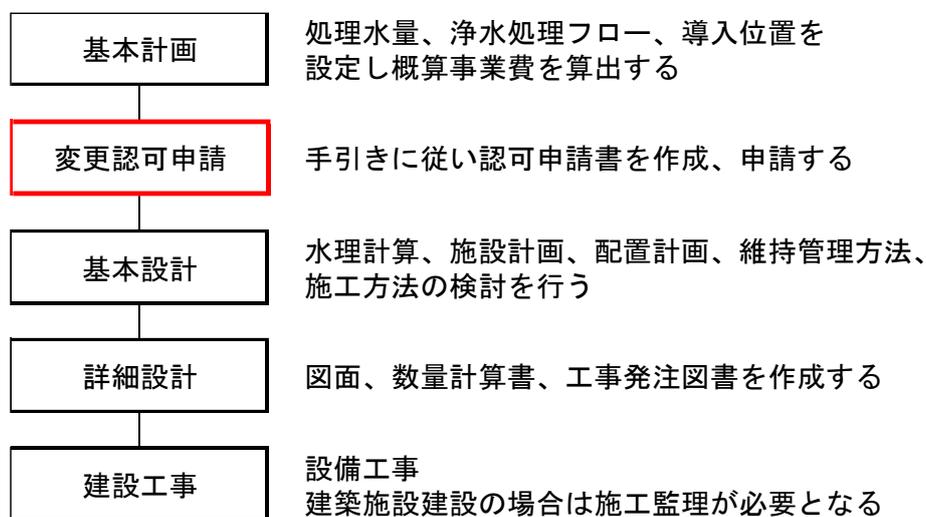


図 3-1 紫外線設備導入に係る事業フロー

3.1.2 変更認可の必要性

現況の浄水処理に紫外線処理を導入する場合には浄水処理の変更を伴うため、認可の変更を行う必要がある。水道事業の場合でも水道用水供給事業の場合でも事業内容の変更における認可の必要性は同様である。表 3-1 に変更認可が必要となる事業内容の変更について示す(水道事業等の認可等の手引き^リより抜粋)。

3. 変更認可

表 3-1 変更認可が必要となる事業内容の変更

事業形態 範囲	水道事業	水道用水 供給事業
(1) 給水区域の拡張	○	—
(2) 給水対象の増加	—	○
(3) 給水人口の増加	○	—
(4) 給水量の増加	○	○
(5) 水源の種別の変更	○	○
(6) 取水地点の変更	○	○
(7) 浄水方法の変更	○	○

3.1.3 軽微な変更の定義

水道事業等の認可等の手引きでは、変更認可を要しない軽微な変更取扱いとして以下のよう
な記載がある。

<p>(2) 浄水方法の変更</p> <p>次に掲げる特定の浄水施設を用いる浄水方法への変更に限る。<u>(技術的知見が確立し、一般的に知識や経験が蓄積されている浄水方法への変更)</u></p> <p>①普通沈殿池 ②薬品沈殿池 ③高速凝集沈殿池 ④緩速ろ過池 ⑤急速ろ過池 ⑥膜ろ過設備 ⑦エアレーション設備 ⑧除鉄設備 ⑨除マンガン設備⑩粉末活性炭処理設備 ⑪粒状活性炭処理設備 ※⑩、⑪については、変更前の浄水処理工程に追加整備する場合に限る</p> <p>[水道事業：規則第7条の2第2号] [水道用水供給事業：規則第51条の4第2号]</p>

下線は本プロジェクトによる

3.1.4 認可申請と届出

認可の手引きには図 3-2、図 3-3 に示すように、水道事業と水道用水供給事業別に「変更認可・軽微な変更の取扱いフロー」の記載がある。国内の多くの施設で使用されている一般的な凝集沈殿砂ろ過処理やクリプトスポリジウム等対策として有効な膜ろ過処理はすでに知識や経験が蓄積されている浄水方法であることから、「軽微な変更」の扱いとなり、届出の提出で良いこととなっているが、紫外線処理についてはまだ、知識や経験が蓄積されていないということで変更認可の申請の対象となっている。

変更認可申請と変更届出における必要書類の一覧が「水道事業等の認可等の手引き(令和元年9月版)」において明示されているため参考に示す(表 3-3、表 3-4)。その表の中から地方公共団体の水道事業が浄水方法の変更の際に提出する書類及び参考とする資料を表 3-2 に示す。

3. 変更認可

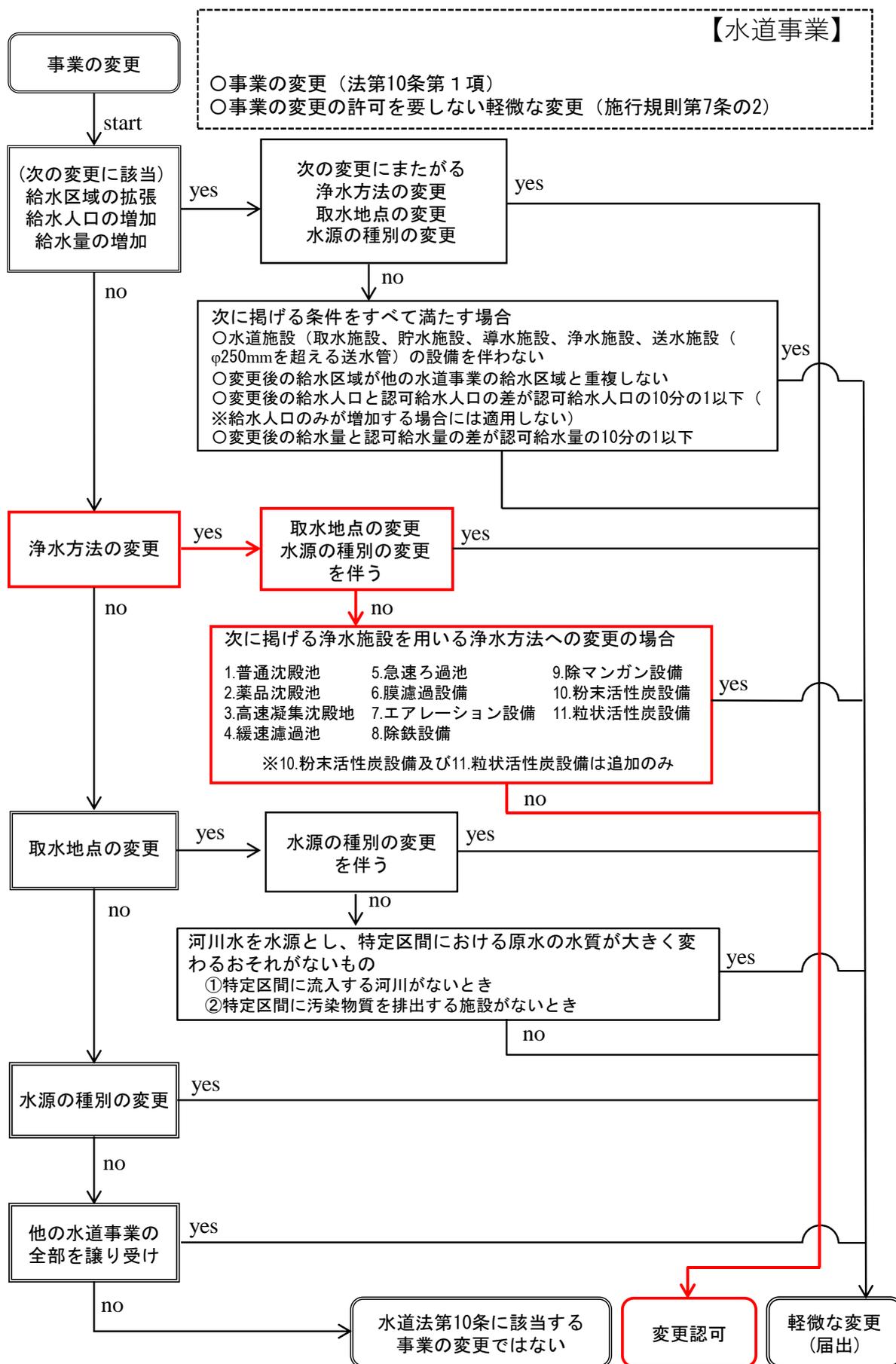


図 3-2 【水道事業】変更認可・軽微な変更の取扱いフロー

3. 変更認可

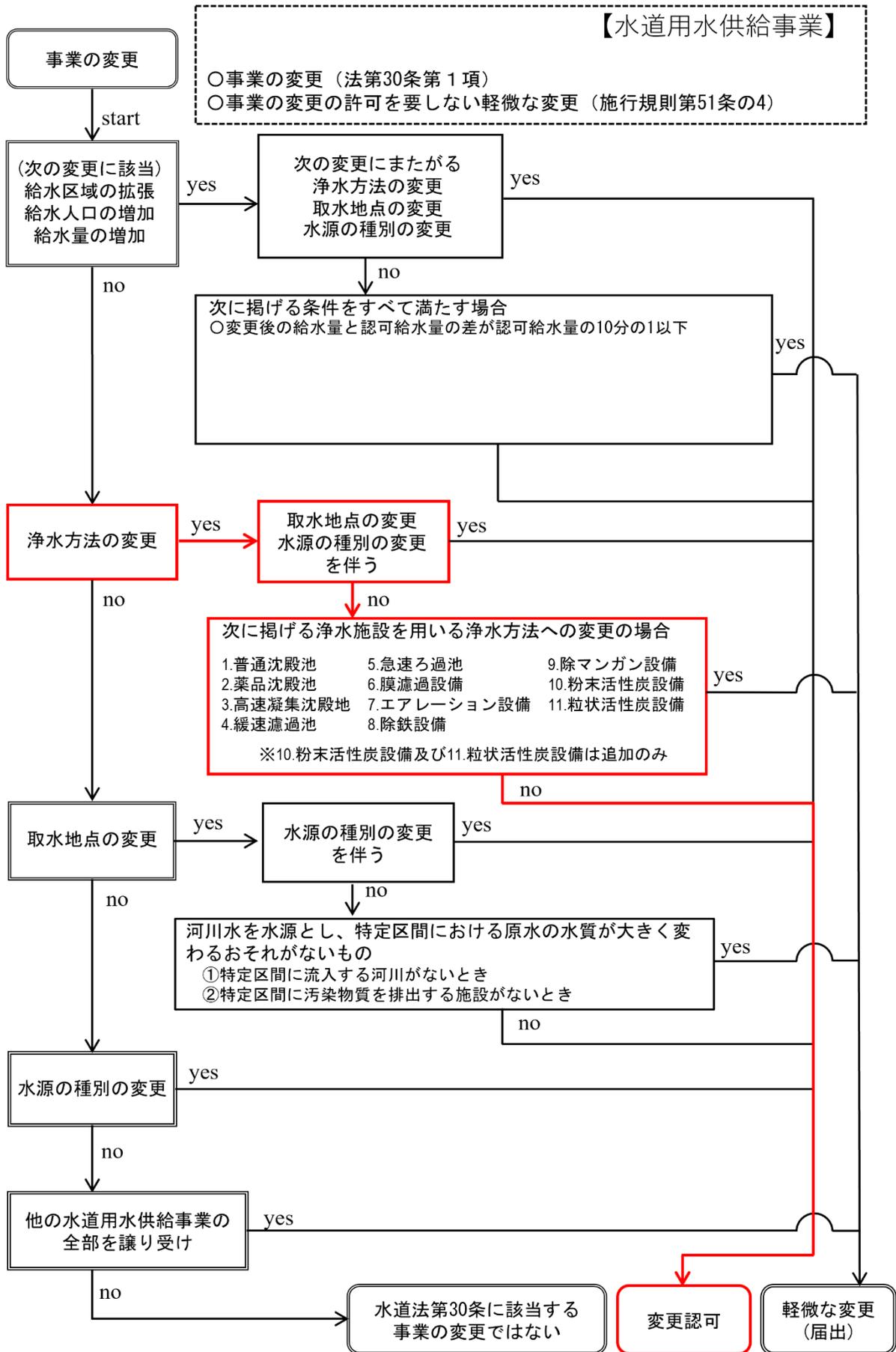


図 3-3 【水道用水供給事業】 変更認可・軽微な変更の取扱いフロー

3. 変更認可

表 3-2 認可申請(浄水方法の変更の場合)の必要書類

必要書類	作成資料概要	申請書作成に際し事前に用意する資料	参照資料
申請書	届出書の住所及び氏名(法人又は組合にあって、主たる事務所の所在地及び名称及び代表者の氏名) 水道事務所の所在地	名称を記載 ・届出者の住所氏名 ・所在地	・手引P22、様式17
事業計画書	給水区域、給水人口及び給水量	既存認可書のデータと新規給水量推計の最終結果を記載	・手引P22、様式1
	水道施設の概要	既存認可書データと新規設備を記載	・手引P22、自由様式(指針P24基本計画の策定例参照)
	給水開始の予定年月日	予定年月日を記載	・手引P23、自由様式
	工事費の予定総額及びその予定財源	新規設備の工事費を算出し、その予定財源を設定して記載	・手引P23、様式2
	給水人口及び給水量の算出根拠	過去10年の実績から計画目標年次までの給水人口と給水量を推計して記載	・手引P23、自由様式(指針P17基本事項の決定、P24基本計画の策定例、P27用途別推計参照)
	経常収支概算	計画目標年次までの収支概算(各団体に毎年算出されているもの)を記載	・手引P24、様式3
	料金、給水装置工事の費用負担区分その他供給条件	各団体の条例を添付(写しなど)	・手引P25、自由様式(各団体の条例の写しを添付)
	その他厚生労働省令で定める事項(工事費の算出根拠)	新規設備の工事費内訳書を添付	・手引P25、自由様式(工事費内訳書)
	その他厚生労働省令で定める事項(借入金の償還方法)	既存の償還金の返済資料(各団体に取まとめられているものに新規設備分を追加したもの)を添付	・手引P25、自由様式(償還金の予定返済資料)
	その他厚生労働省令で定める事項(料金の算出根拠)	料金の算出にあたる収支計算資料(各団体に取まとめられているものに新規設備分を加えたもの)を添付	・手引P25、様式4
工事設計書	1日最大給水量及び1日平均給水量	給水人口及び給水量の算出のとおりまとめ結果を記載	・手引P26、様式5、6、7、8
	水源の種類及び取水地点	既存認可書データの写しと新規がある場合はその水源のものを記載	・手引P26、様式9
	水源の水量の概算及び水質試験の結果	目標年次までの取水量の設定と過去1年分の水質検査資料をとりまとめた書類を添付	・手引P26、様式10、11
	水道施設の位置(標高及び水位を含む)、規模及び構造	既存認可書データの写しと新規設備を追加で記載	・手引P27、様式12、13
	浄水方法	既存認可書データの写しと新設する紫外線設備の処理フローと実験データ処理の安全性・確実経済及び維持管理計画等が明らかにされている根拠を添付	・手引P27、様式14
	配水管における最大静水圧及び最小動水圧	管網計算結果のまとめを記載	・手引P28、様式15 ・指針P429 7. 配水施設のうち7. 1 総説および7. 5 配水管参照
	工事の着手及び完了予定年月日	工事予定のみ記載	・手引P28、自由様式(工事予定)
	その他厚生労働省令で定める事項(主要な水理計算)	取水から配水(管網計算)までの計算結果を添付	・手引P28、自由様式(既存の認可書データに紫外線設備の資料を追加)
	その他厚生労働省令で定める事項(主要な構造計算)	新設、増設する施設の構造計算を添付	・手引P28、自由様式(紫外線設備を設置する施設の計画諸元を添付)
	その他の書類	水道施設の位置を明らかにする地図	既存認可書データの写しと新規設備を追加で記載
水源の周辺の概況を明らかにする地図		既存認可書データの写しと新規設備を追加で記載	・手引P32。取水地点が変わらない場合は既存の認可書添付の地図をそのまま添付し、変更となる場合は新たな水源位置を追記した図面を添付
主要な水道施設であって、新設、増設又は改造されるものの構造を明らかにする平面図、立面図、断面図及び構造図		新設、増設する施設の構造図面	・手引P32。新設、増設する施設の図面を添付
導水管きよ、送水管及び主要な配水管であって、新設、増設又は改造されるものの配置状況を明らかにする平面図及び縦断面図		新設、増設する施設の図面	・手引P32。新設、増設する施設の図面を添付

手引：水道事業等の認可等の手引き(令和元年9月版)
様式：厚生労働省ホームページよりダウンロード
指針：水道施設設計指針2012(社団法人 日本水道協会)

3. 変更認可

表 3-3 変更認可申請と変更届出における必要書類の一覧：水道事業の場合（水道事業等の認可等の手引き（令和元年9月版））

○：すべての者の提出が必要 ▲：地方公共団体は提出不要

創設認可 必要書類	条項	様式	創設認可		変更認可 必要書類	条項 (替替)	様式	変更認可要件						変更届出 必要書類	条項	様式	軽微な変更要件			事業の譲 受け					
			創設	統合創設				給水区域 の拡張	給水人口 の増加	給水量の 増加	水源の種 別の変更	取水地点 の変更	浄水方法 の変更				右記以外	浄水方法 の変更	取水地点 の変更						
申請書	申請者の住所及び氏名（法人又は組合にあっては、主たる事務所の所在地及び名称並びに代表者の氏名）	法7条 第2項 第1号	様式16	○	○	申請者の住所及び氏名（法人又は組合にあっては、主たる事務所の所在地及び名称並びに代表者の氏名）	法7条 第2項 第1号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○	届出者の住所及び氏名（法人又は組合にあっては、主たる事務所の所在地及び名称並びに代表者の氏名）	規則8条の2 第1項 第1号	様式17	○	○	○	○				
	水道事務所の所在地	法7条 第2項 第2号		○	○	水道事務所の所在地	法7条 第2項 第2号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○	水道事務所の所在地	規則8条の2 第1項 第2号		○	○	○	○				
事業計画書	給水区域、給水人口及び給水量	法7条 第4項 第1号	様式1	○	○	給水区域、給水人口及び給水量	法7条 第4項 第1号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○	変更後の給水区域、給水人口及び給水量	規則8条の2 第2項 第1号イ	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○				
	水道施設の概要	法7条 第4項 第2号	自由様式	○	○	水道施設の概要	法7条 第4項 第2号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○	水道施設の概要	規則8条の2 第2項 第1号ロ	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○				
	給水開始の予定年月日	法7条 第4項 第3号	自由様式	○	○	給水開始の予定年月日	法7条 第4項 第3号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○	給水開始の予定年月日（法第10条第1項第2号に該当する場合にあっては、当該譲受けの年月日）	規則8条の2 第2項 第1号ハ、ホ	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○				
	工事費の予定総額及びその予定財源	法7条 第4項 第4号	様式2	○	○	工事費の予定総額及びその予定財源	法7条 第4項 第4号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○											
	給水人口及び給水量の算出根拠	法7条 第4項 第5号	自由様式	○	○	給水人口及び給水量の算出根拠	法7条 第4項 第5号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○	変更後の給水人口及び給水量の算出根拠	規則8条の2 第2項 第1号ニ	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○				
	経常収支の概算	法7条 第4項 第6号	様式3	○	○	経常収支の概算	法7条 第4項 第6号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○	経常収支の概算	規則8条の2 第2項 第1号ホ	水道事業創設認可時の様式を準用					○			
	料金、給水装置工事の費用の負担区分その他の供給条件	法7条 第4項 第7号	自由様式	○	○	料金、給水装置工事の費用の負担区分その他の供給条件	法7条 第4項 第7号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○	料金、給水装置工事の費用の負担区分その他の供給条件	規則8条の2 第2項 第1号ホ	水道事業創設認可時の様式を準用					○			
	その他厚生労働省令で定める事項 工事費の算出根拠	法7条 第4項 第8号 規則第2条 第1号	自由様式	○	○	その他厚生労働省令で定める事項 工事費の算出根拠	法7条 第4項 第8号 規則第2条 第1号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○											
	その他厚生労働省令で定める事項 借入金の償還方法	法7条 第4項 第8号 規則第2条 第2号	自由様式	○	○	その他厚生労働省令で定める事項 借入金の償還方法	法7条 第4項 第8号 規則第2条 第2号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○											
	その他厚生労働省令で定める事項 料金の算出根拠	法7条 第4項 第8号 規則第2条 第3号	様式4	○	○	その他厚生労働省令で定める事項 料金の算出根拠	法7条 第4項 第8号 規則第2条 第3号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○											
その他厚生労働省令で定める事項 給水装置工事の費用の負担区分を定めた根拠及びその額の算出方法	法7条 第4項 第8号 規則第2条 第4号	自由様式	○	○	その他厚生労働省令で定める事項 給水装置工事の費用の負担区分を定めた根拠及びその額の算出方法	法7条 第4項 第8号 規則第2条 第4号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○												
工 事 計 画 書	1日最大給水量及び1日平均給水量	法7条 第5項 第1号	様式5、様式6	○	○	1日最大給水量及び1日平均給水量	法7条 第5項 第1号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○											
	水源の種別及び取水地点	法7条 第5項 第2号	様式9	○	○	水源の種別及び取水地点	法7条 第5項 第2号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○	変更される浄水（取水）施設に係る水源の種別及び取水地点	規則8条の2 第2項 第2号ハ、ニ	水道事業創設認可時の様式を準用		○	○					
	水源の水量の概算及び水質試験の結果	法7条 第5項 第3号	様式10 様式11	○	○	水源の水量の概算及び水質試験の結果	法7条 第5項 第3号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○	変更される浄水（取水）施設に係る水源の水量の概算及び水質試験の結果	規則8条の2 第2項 第2号ハ、ニ	水道事業創設認可時の様式を準用		○	○					
	水道施設の位置（標高及び水位を含む。）、規模及び構造	法7条 第5項 第4号	様式12 様式13	○	○	水道施設の位置（標高及び水位を含む。）、規模及び構造	法7条 第5項 第4号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○											
	浄水方法	法7条 第5項 第5号	様式14	○	○	浄水方法	法7条 第5項 第5号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○	変更後の浄水方法	規則8条の2 第2項 第2号ハ	水道事業創設認可時の様式を準用		○						
	配水管における最大静水圧及び最小動水圧	法7条 第5項 第6号	様式15	○	○	配水管における最大静水圧及び最小動水圧	法7条 第5項 第6号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○	配水管における最大静水圧及び最小動水圧	規則8条の2 第2項 第2号ロ	水道事業創設認可時の様式を準用	○				○			
	工事の着手及び完了の予定年月日	法7条 第5項 第7号	自由様式	○	○	工事の着手及び完了の予定年月日	法7条 第5項 第7号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○	工事の着手及び完了の予定年月日	規則8条の2 第2項 第2号イ	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○			
	その他厚生労働省令で定める事項 主要な水理計算	法7条 第5項 第8号 規則4条 第1号	自由様式	○	○	その他厚生労働省令で定める事項 主要な水理計算	法7条 第5項 第8号 規則4条 第1号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○											
その他厚生労働省令で定める事項 主要な構造計算	法7条 第5項 第8号 規則4条 第2号	○		○	その他厚生労働省令で定める事項 主要な構造計算	法7条 第5項 第8号 規則4条 第2号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	○												
その他 厚生 労働 省令 で 定 め る 書 類 （ 図 面 を 含 む ）	地方公共団体以外の者である場合は、水道事業経営を必要とする理由を記載した書類	規則1条の3 第1項 第1号	自由様式	▲	▲	地方公共団体以外の者である場合は、水道事業経営を必要とする理由を記載した書類	規則1条の3 第1項 第1号	水道事業創設認可時の様式を準用	▲	▲	▲	▲	▲	▲	地方公共団体以外の者である場合は、水道事業経営を必要とする理由を記載した書類	規則8条の2 第2項 第4号	水道事業創設認可時の様式を準用	▲	（給水区域拡張の場合のみ）			▲			
	地方公共団体以外の法人又は組合である場合は、水道事業経営に関する意志決定を証する書類	規則1条の3 第1項 第2号		▲	▲	地方公共団体以外の法人又は組合である場合は、水道事業経営に関する意志決定を証する書類	規則1条の3 第1項 第2号		▲	▲	▲	▲	▲	▲	地方公共団体以外の法人又は組合である場合は、水道事業経営に関する意志決定を証する書類	規則8条の2 第2項 第5号		▲	▲	（給水区域拡張の場合のみ）					
	市町村以外の者である場合は、法第6条第2項の同意を得た旨を証する書類	規則1条の3 第1項 第3号		○	○	市町村以外の者である場合は、法第6条第2項の同意を得た旨を証する書類	規則1条の3 第1項 第3号		○	○	○	○	○	○	市町村以外の者である場合は、法第6条第2項の同意を得た旨を証する書類	規則8条の2 第2項 第6号		○	○	（給水区域拡張の場合のみ）				○	
	取水が確実かどうかの事情を明らかにする書類	規則1条の3 第1項 第4号		○	▲	取水が確実かどうかの事情を明らかにする書類	規則1条の3 第1項 第4号		○	○	○	○	○	○	取水が確実かどうかの事情を明らかにする書類	規則8条の2 第2項 第9号						○			
	地方公共団体以外の法人又は組合である場合は、定款、寄付行為又は規約	規則1条の3 第1項 第5号		▲	▲	地方公共団体以外の法人又は組合である場合は、定款、寄付行為又は規約	規則1条の3 第1項 第5号		▲	▲	▲	▲	▲	▲											
	給水区域が他の水道事業の給水区域と重複しないこと及び給水区域内における専用水道の状況を明らかにする書類及びこれらを示した給水区域を明らかにする地図	規則1条の3 第1項 第6号		○	○	給水区域が他の水道事業の給水区域と重複しないこと及び給水区域内における専用水道の状況を明らかにする書類及びこれらを示した給水区域を明らかにする地図	規則1条の3 第1項 第6号		○	○	○	○	○	○	給水区域が他の水道事業の給水区域と重複しないこと及び給水区域内における専用水道の状況を明らかにする書類及びこれらを示した給水区域を明らかにする地図	規則8条の2 第2項 第7号		○	○					○	
	水道施設の位置を明らかにする地図	規則1条の3 第1項 第7号		○	○	水道施設の位置を明らかにする地図	規則1条の3 第1項 第7号		○	○	○	○	○	○	水道施設の位置を明らかにする地図	規則8条の2 第2項 第3号		○	○	○	○	○	○	○	
	水源の周辺の概況を明らかにする地図	規則1条の3 第1項 第8号		○	▲	水源の周辺の概況を明らかにする地図	規則1条の3 第1項 第8号		○	○	○	○	○	○											
	主要な水道施設（次号に掲げるものを除く。）の構造を明らかにする平面図、立面図、断面図及び構造図	規則1条の3 第1項 第9号		○	▲	主要な水道施設（次号に掲げるものを除く。）の構造を明らかにする平面図、立面図、断面図及び構造図	規則1条の3 第1項 第9号 規則8条第1項		○	○	○	○	○	○	○	主要な水道施設であって、新設、増設又は改造されるものの構造を明らかにする平面図、立面図、断面図及び構造図		規則8条の2 第2項 第8、9号					○	○	
	導水管きよ、送水管及び主要な配水管の配置状況を明らかにする平面図及び縦断面図	規則1条の3 第1項 第10号		○	▲	導水管きよ、送水管及び主要な配水管であって、新設、増設又は改造されるものの配置状況を明らかにする平面図及び縦断面図	規則1条の3 第1項 第10号 規則8条第1項		○	○	○	○	○	○	○										

3. 変更認可

表 3-4 変更認可申請と変更届出における必要書類の一覧：水道用水供給事業の場合（水道事業等の認可等の手引き（令和元年9月版））

○：すべての者の提出が必要▲：地方公共団体は提出不要

申請書	創設認可 必要書類	条項	様式	創設認可		変更認可 必要書類	条項	様式	変更認可要件					変更届出 必要書類	条項	様式	軽微な変更要件			事業の譲受け			
				創設	統合創設				給水対象の増加	給水量の増加	水源の種別の変更	取水地点の変更	浄水方法の変更				右記以外	浄水方法の変更	取水地点の変更				
																					右記以外	浄水方法の変更	取水地点の変更
申請書	申請者の住所及び氏名（法人又は組合にあっては、主たる事務所の所在地及び名称並びに代表者の氏名）	法27条 第2項 第1号	様式16	○	○	申請者の住所及び氏名（法人又は組合にあっては、主たる事務所の所在地及び名称並びに代表者の氏名）	法27条 第2項 第1号	水道用水供給事業の認可書の様式を準用	○	○	○	○	○	届出者の住所及び氏名（法人又は組合にあっては、主たる事務所の所在地及び名称並びに代表者の氏名）	規則51条の5 第1項 第1号	様式17	○	○	○	○			
	水道事務所の所在地	法27条 第2項 第2号		○	○	水道事務所の所在地	法27条 第2項 第2号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	水道事務所の所在地	規則51条の5 第1項 第2号		○	○	○	○			
事業計画書	給水対象及び給水量	法27条 第4項 第1号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	給水対象及び給水量	法27条 第4項 第1号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	変更後の給水対象及び給水量	規則51条の5 第2項 第1号イ	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○			
	水道施設の概要	法27条 第4項 第2号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	水道施設の概要	法27条 第4項 第2号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	水道施設の概要	規則51条の5 第2項 第1号ロ	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○			
	給水開始の予定年月日	法27条 第4項 第3号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	給水開始の予定年月日	法27条 第4項 第3号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	給水開始の予定年月日（法第30条第1項第2号に該当する場合には、当該譲受けの年月日）	規則51条の5 第2項 第1号ハ、ニ	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○			
	工事費の予定総額及びその予定財源	法27条 第4項 第4号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	工事費の予定総額及びその予定財源	法27条 第4項 第4号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○										
	給水量の算出根拠	法28条 第1項 第1号 規則第51条の2 第1項 第2号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	給水量の算出根拠	法28条 第1項 第1号 規則第51条の2 第1項 第2号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	給水量の算出根拠	課長通知0327004号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○			
	経常収支の概算	法27条 第4項 第5号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	経常収支の概算	法27条 第4項 第5号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	経常収支の概算	規則51条の5 第2項 第1号ニ	水道事業創設認可時の様式を準用							
	その他厚生労働省で定める事項 工事費の算出根拠	法27条 第4項 第6号 規則第50条	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	その他厚生労働省で定める事項 工事費の算出根拠	法27条 第4項 第6号 規則第50条	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○										
	その他厚生労働省で定める事項 借入金の償還方法	法27条 第4項 第6号 規則第50条		○	○	その他厚生労働省で定める事項 借入金の償還方法	法27条 第4項 第6号 規則第50条		○	○	○	○	○										
	工事設計書	1日最大給水量及び1日平均給水量	法27条 第5項 第1号	様式7、様式8	○	○	1日最大給水量及び1日平均給水量	法27条 第5項 第1号	水道用水供給事業の認可書の様式を準用	○	○	○	○	○									
		水源の種別及び取水地点	法27条 第5項 第2号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	水源の種別及び取水地点	法27条 第5項 第2号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	変更される浄水（取水）施設に係る水源の種別及び取水地点	規則51条の5 第2項 第2号ロ、ハ	水道事業創設認可時の様式を準用		○	○			
水源の水量の概算及び水質試験の結果		法27条 第5項 第3号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	水源の水量の概算及び水質試験の結果	法27条 第5項 第3号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	変更される浄水（取水）施設に係る水源の水量の概算及び水質試験の結果	規則51条の5 第2項 第2号ロ、ハ	水道事業創設認可時の様式を準用		○	○				
水道施設の位置（標高及び水位を含む。）、規模及び構造		法27条 第5項 第4号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	水道施設の位置（標高及び水位を含む。）、規模及び構造	法27条 第5項 第4号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○										
浄水方法		法27条 第5項 第5号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	浄水方法	法27条 第5項 第5号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	変更後の浄水方法	規則51条の5 第2項 第2号ロ	水道事業創設認可時の様式を準用		○					
工事の着手及び完了の予定年月日		法27条 第5項 第6号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	工事の着手及び完了の予定年月日	法27条 第5項 第6号	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○	工事の着手及び完了の予定年月日	規則51条の5 第2項 第2号イ	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○			
その他厚生労働省令で定める事項 主要な水理計算		法27条 第5項 第7号 規則4条 第1号準用	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	その他厚生労働省令で定める事項 主要な水理計算	法27条 第5項 第7号 規則4条 第1号準用	水道事業創設認可時の様式を準用	○	○	○	○	○										
その他厚生労働省令で定める事項 主要な構造計算	法27条 第5項 第7号 規則4条 第2号準用	○		○	その他厚生労働省令で定める事項 主要な構造計算	法27条 第5項 第7号 規則4条 第2号準用	○		○	○	○	○											
その他厚生労働省令で定める書類（図面を含む）	地方公共団体以外の者である場合は、水道用水供給事業経営を必要とする理由を記載した書類	規則49条 第1項 第1号	水道事業創設認可時の様式を準用	▲	▲	地方公共団体以外の者である場合は、水道用水供給事業経営を必要とする理由を記載した書類	規則49条 第1項 第1号	水道事業創設認可時の様式を準用	▲	▲	▲	▲	▲	地方公共団体以外の者である場合は、水道用水供給事業経営を必要とする理由を記載した書類	規則51条の5 第2項 第4号	水道事業創設認可時の様式を準用	▲			▲			
	地方公共団体以外の法人又は組合である場合は、水道用水供給事業経営に関する意志決定を証する書類	規則49条 第1項 第2号		▲	▲	地方公共団体以外の法人又は組合である場合は、水道用水供給事業経営に関する意志決定を証する書類	規則49条 第1項 第2号		▲	▲					地方公共団体以外の法人又は組合である場合は、水道用水供給事業経営に関する意志決定を証する書類及び定款又は規約		規則51条の5 第2項 第5号	▲			▲		
	取水が確実かどうかの事情を明らかにする書類	規則49条 第1項 第3号		○	▲	取水が確実かどうかの事情を明らかにする書類	規則49条 第1項 第3号					○	○	○	○		新設、増設又は改造される取水施設に係る取水が確実かどうかの事情を明らかにする書類	規則51条の5 第2項 第7号			○		
	地方公共団体以外の法人又は組合である場合は、定款、寄付行為又は規約	規則49条 第1項 第4号		▲	▲	地方公共団体以外の法人又は組合である場合は、定款、寄付行為又は規約	規則49条 第1項 第4号					▲	▲										
	水道施設の位置を明らかにする地図	規則49条 第1項 第5号		○	○	水道施設の位置を明らかにする地図	規則49条 第1項 第5号					○	○	○	○		水道施設の位置を明らかにする地図	規則51条の5 第2項 第3号		○	○	○	○
	水源の周辺の概況を明らかにする地図	規則49条 第1項 第6号		○	▲	水源の周辺の概況を明らかにする地図	規則49条 第1項 第6号						○	○	○								
	主要な水道施設（次号に掲げるものを除く。）の構造を明らかにする平面図、立面図、断面図及び構造図	規則49条 第1項 第7号		○	▲	主要な水道施設（次号に掲げるものを除く。）であって、新設、増設又は改造されるものの構造を明らかにする平面図、立面図、断面図及び構造図	規則49条 第1項 第7号 規則51条 第2項					○	○	○	○		主要な水道施設であって、新設、増設又は改造されるものの構造を明らかにする平面図、立面図、断面図及び構造図	規則51条の5 第2項 第6、7号		○	○		
	導水管きょ及び送水管の配置状況を明らかにする平面図及び縦断面図	規則49条 第1項 第8号		○	▲	導水管きょ及び送水管であって、新設、増設又は改造されるものの配置状況を明らかにする平面図及び縦断面図	規則49条 第1項 第8号 規則51条 第2項					○	○	○	○								

3. 変更認可

3.2 ヒアリング結果

紫外線処理設備導入に際し変更認可を実施した浄水場に対して、「紫外線処理設備の導入が進まない課題について調査すること」、「変更認可申請の手続きを整理すること」を目的にヒアリングを実施した。ヒアリング結果を以下に示す。

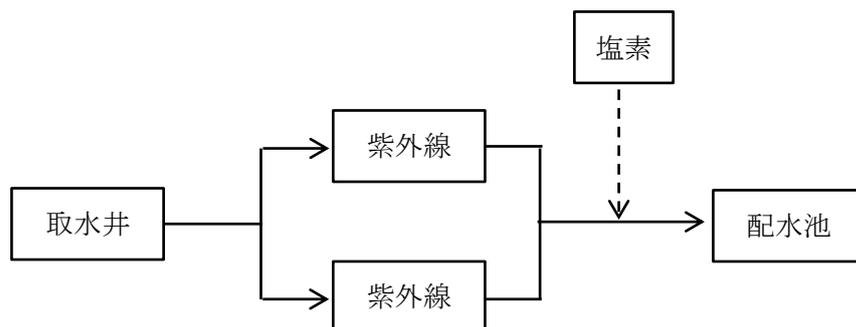
3.2.1 ④浄水場

(1) 導入の経緯

④浄水場は当初、浅井戸を水源とした塩素消毒のみで給水する浄水場であった。その後、平成22年の検査により指標菌が検出されたことから、クリプトスポリジウム等対策の必要性を認識し、令和3年に紫外線処理設備の運用を開始した。

(2) 基本情報

原水	:	浅井戸
施設能力	:	3,300 m ³ /日
紫外線処理設備導入時期	:	令和3年
処理フロー	:	紫外線照射→塩素消毒



(3) 変更認可

水道事業等の認可元	:	厚生労働大臣
変更認可申請書の作成	:	委託
実証実験の実施	:	無(ただし、原水の水質分析結果は申請時に提出※)
変更手続きで苦労した点	:	給水人口及び給水量の算出根拠等の資料作成 クリプトスポリジウム等対策や導入時の対応 ※原水が紫外線処理に適しているかを確認するために実施

(4) その他ヒアリング情報

申請までのフロー図等といった紫外線処理設備導入時の対応事項がまとまったものがあると参考になる。

3. 変更認可

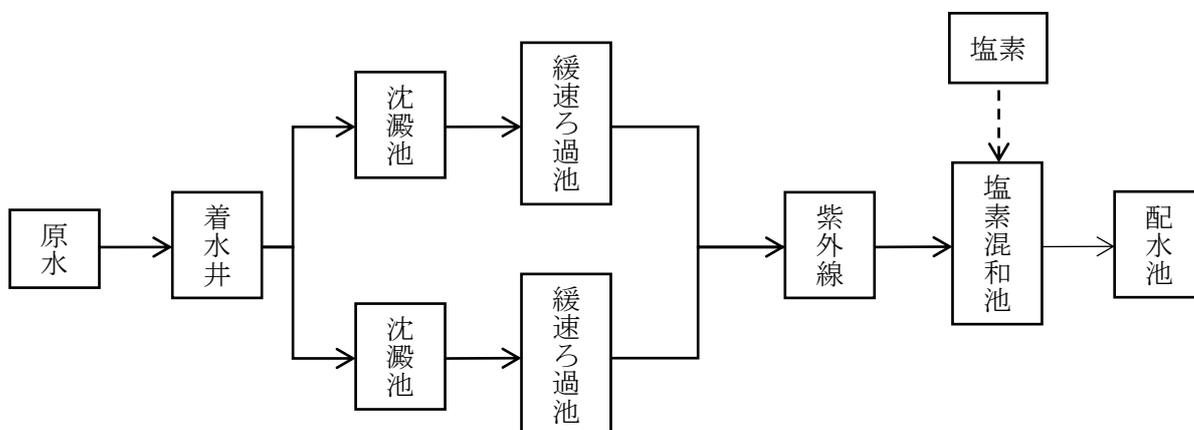
3.2.2 ㊤浄水場

(1) 導入の経緯

平成 29 年度に実施した水質検査において、原水からジアルジアが検出された。クリプトスポリジウム等対策指針に示されている事項を遵守して運用していたところであるが、ろ過水の濁度管理のみでは対応しきれない不測の事態を防ぐため、紫外線処理設備の設置を決定した。

(2) 基本情報

原水	:	地表水
施設能力	:	50,000 m ³ /日
紫外線処理設備導入時期	:	令和 4 年
処理フロー	:	緩速ろ過池→紫外線照射→塩素消毒



(3) 変更認可

水道事業等の認可元	:	厚生労働大臣
変更認可申請書の作成	:	事業者にて作成
実証実験の実施	:	有
実証実験の内容	:	試験名「紫外線照射が水道水質に与える影響に係る調査のための JWRC 被照射液調整方法」 厚生労働省から試験水質項目の指定はなかったが、水質基準 51 項目について実施 検査センターにろ過後の水を送り、検査センター側で紫外線を照射し、照射前後の検査を実施
変更手続きで苦労した点	:	変更認可申請書を事業者内部で作成し、労力がかかった 変更認可申請書の作成には 12 か月の期間を要した

(4) その他ヒアリング情報

今回は事業者内部で変更申請を行ったが書類を作成する担当者が主に 1 人しかおらず苦労したため、今後行う変更申請は委託する方針である。

3. 変更認可

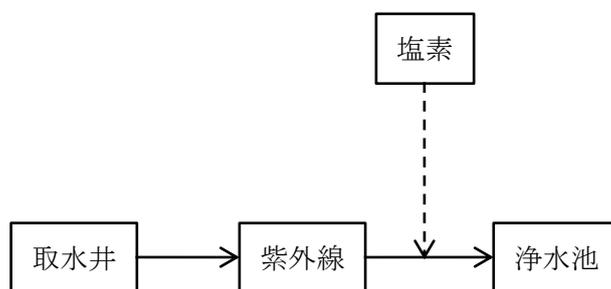
3.2.3 ㊦浄水場

(1) 導入の経緯

㊦浄水場は伏流水を水源としており、浄水処理は塩素消毒のみを行っていた。平成 14 年に指標菌である大腸菌が検出され、厚生労働省から適切な浄水処理施設の設置を求められたことから、平成 22 年に紫外線処理設備の運用を開始した。

(2) 基本情報

原水	:	伏流水
施設能力	:	5,000 m ³ /日
紫外線処理設備導入時期	:	平成 22 年
処理フロー	:	紫外線照射→塩素消毒



(3) 変更認可

水道事業等の認可元	:	県知事※
変更認可申請書の作成	:	委託
実証実験の実施	:	有
実証実験の内容	:	原水に紫外線を照射して水質試験を実施 照射条件は平成 19 年の JWRC 資料（「紫外線照射が水道水質に与える影響に係る調査のための JWRC 被照射液調整方法」）に準じた 紫外線照射は装置メーカーに依頼 照射後の水質試験は事業体内で実施 分析項目：臭化物イオン、臭素酸、他 10 項目程度
変更手続きで苦労した点	:	工事費の区分により県への変更認可申請であったが、需要予測については、従来の需給計画の見直しが必要であったため、厚生労働省との協議が必要であった ※工事費の総額が 1 億円以下であったため県知事の認可となった

(4) その他ヒアリング情報

- ・変更認可申請の内容は多岐にわたっており、水道事業全体を把握できている人材でなければ対応が難しいと感じた

3. 変更認可

- ・申請書類一式が多く資料で構成されており、直営での事務処理が困難である。紫外線処理設備の導入が軽微な変更になり申請書類が簡素化されれば、事務の負担軽減につながり、費用メリットにも期待できる
- ・需要予測の変更(計画給水量の変更)は、これが記載されている市条例の改正も伴うため、議会对応が必要であった

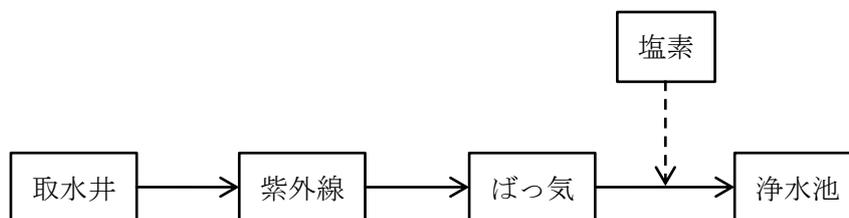
3.2.4 ㊦浄水場

(1) 導入の経緯

㊦浄水場は地下水を水源とし、浄水処理は塩素消毒のみを行っていた。㊦浄水場はレベル2に該当し、施設整備は不要であった。しかし、緊急時の代替水源がないこと、上流にし尿処理施設があることなどから、リスク管理強化のため紫外線処理設備を導入することとした。令和元年に紫外線処理設備の運用を開始した。

(2) 基本情報

原水	:	浅井戸
施設能力	:	5,800 m ³ /日
紫外線処理設備導入時期	:	令和元年
処理フロー	:	紫外線照射→塩素消毒



(3) 変更認可

水道事業等の認可元	:	厚生労働大臣
変更認可申請書の作成	:	委託
実証実験の実施	:	無
実証実験の内容	:	平成19年に水系が同じ別の浄水場に紫外線処理設備を導入した実績があり、その申請の際に実施した実証実験の結果を㊦浄水場に適用することで実証実験を省略した
変更手続きで苦労した点	:	実証実験を省略できたことは工数削減につながったがそのための説明資料作成は容易ではなかった 需要予測と水源計画の作成に苦労した 需要予測はコンサルタントに委託したが、水源計画は既存施設の運用や水利権が絡むため、事業体が主体で検討せざるを得なかった

3. 変更認可

(4) その他ヒアリング情報

- ・実証実験の省略はコンサルタントのアドバイスによるもので、当初厚生労働省からは実験データを提出するように要求されていた
- ・㊦浄水場への紫外線処理設備導入に際してリスク管理の観点から、同じ水系を水源とする他の4つの浄水場についても紫外線処理設備を導入することとし、認可申請はまとめて一度に行った
- ・複数の事案をまとめて申請したことで、需要予測や水源計画などの工数がかかる作業の作成を一度で済ませることができる等メリットは大きかったが、紫外線処理設備の導入は財政面に配慮しながら順次行っていく計画であるため、整備に遅れが生じている状況である
- ・変更認可申請には11か月の期間を要した

3. 変更認可

3.2.5 ヒアリング内容まとめ

変更認可申請書の作成が委託か事業体内部のどちらの場合でも、事業体内部での作業が発生することから変更認可申請には多くの労力が発生する。

特に、内部にて作成した事業体では、担当者の労力が大きいことから今後は委託することを考えているとコメントがあった。

また、実証実験については3.3に詳細を記載しているが、実験内容は事業体により異なっており、これも紫外線処理設備を導入する際に苦勞する点である。

表 3-5 ヒアリング内容まとめ

項目	既存浄水処理方法	変更認可申請書作成	紫外線照射位置	実証実験
①浄水場	塩素消毒	委託	塩素注入前	無
②浄水場	緩速ろ過+塩素消毒	事業体	塩素注入前	有*
③浄水場	塩素消毒	委託	塩素注入前	有*
④浄水場	塩素消毒	委託	塩素注入前	無

※塩素注入前に紫外線照射をしており、実証実験は本来必要ない

3. 変更認可

3.3 実状調査結果(水質試験)

「水道事業等の認可等の手引き」によると「浄水方法の変更」を行うには、実験データ、処理の安全性・確実性・経済性及び維持管理計画等が明らかにされている根拠を添付する必要がある。紫外線処理設備の導入はこれに該当する。

平成 19 年 3 月 30 日付けの事務連絡「紫外線処理設備について」の「3.紫外線処理設備の導入位置、○留意事項」では下記の記載がある。

・塩素を含む水に紫外線を照射すると塩素が分解するが、10mJ/cm² 照射したときの塩素濃度の低下はわずか 0.02~0.03mg/L 程度であり、残留塩素の観点からは塩素消毒設備の前段、後段のいずれの位置でも適用可能である。ただし、臭化物イオン及び残留塩素が存在する水に紫外線を照射した場合に臭素酸の生成が促進される可能性がある。臭素酸の生成量は、臭化物イオン及び残留塩素の濃度が高い、紫外線照射量が多い、また、水温が高いほど多くなるものと考えられる。このため、塩素注入の後段に紫外線処理設備を導入しようとする場合は、実験による臭素酸の生成量の調査や処理対象水中の臭化物イオンの存在状況の把握等から、生成する臭素酸により水質に影響を与えることがないことを確認する必要がある。

下線は本プロジェクトによる

紫外線処理設備導入における現況の変更認可申請では、臭素酸以外の水質項目の測定データも提出していたり、塩素注入点の前段に導入する場合でも臭素酸の測定データを提出していたりする事例がある。ヒアリング調査した結果、18 事業体中 9 事業体において、臭素酸以外の項目も測定し提出していた。

3. 変更認可

3.4 臭素酸の生成について

3.4.1 文献調査

紫外線処理設備導入時に必要となる実証実験に関する水質分析項目を精査するため、紫外線照射による水質への影響についての文献調査を行った。

調査内容として、「国内の原水水質について」及び「原水に紫外線を照射した際の水質への影響」をテーマに文献を検索した。

表 3-6 調査文献一覧

調査文献
紫外線照射試験による副生成物量の評価 ²⁾
紫外線処理における副生成物の状況 ³⁾
紫外線消毒における副生成物の可能性について ⁴⁾
表流水系浄水処理を目的とした紫外線照射装置による水道水質への影響調査 ⁵⁾
中小規模水道事業体のろ過池管理の現状と紫外線処理適用の検討 ⁶⁾
浄水中の塩素臭低減化技術-紫外線処理の効果 ⁷⁾
全国の水道水源の原水水質の20年間の動向 ⁸⁾
水道原水の水質が紫外線消毒に及ぼす影響 ⁹⁾
日本紫外線水処理技術協会 ニュースレターNo.2 ¹⁰⁾

本文献調査によると、副生成物は複数存在し、対象水中に含まれる有機物や塩素剤等の共存物質の影響を受けることが分かった。過去に通りの実験がされており、通常の水質の範囲では紫外線処理において水道水質基準値を超過する可能性は低いことが示されていた。

また、平成19年3月30日付で厚生労働省から事務連絡として通達があった「紫外線処理設備について」¹¹⁾には、塩素注入の後段に紫外線処理設備を導入する場合に紫外線照射により生成する臭素酸が問題とならないことを確認する必要がある旨記されている。そのため本プロジェクトでは、浄水処理が前塩素処理を含んでいる場合に留意が必要となる臭素酸を対象に検討を進めることとした。

さらに調査文献によると、国内で臭化物イオン濃度が高いとされている沖縄県における測定値は1mg/Lより少なく、これは既往の臭素酸生成実験において水道水質基準を超えないとされる値より少ないことが示されていた。⁹⁾¹⁰⁾

以上から本プロジェクトでは、既往研究をもとにした臭素酸生成試験を行うことにした。

3. 変更認可

<参考>紫外線処理設備について(抜粋)¹¹⁾

2. 紫外線照射に適する水質

また、臭化物イオンと残留塩素が存在する水に紫外線を照射した場合に臭素酸の生成が促進される可能性があるため、塩素注入の後段に紫外線処理設備を設置する場合は、処理対象水中の臭化物イオンに注意する必要があるが生じる場合がある。(「3. 紫外線処理設備の導入位置」を参照すること)

3. 紫外線処理設備の導入位置

原水の状況及び処理プロセスにおける他の処理設備の位置を考慮し、処理対象水が適用可能な水質を満たすことが可能な位置に設ける。例えば、除鉄・除マンガン処理を行う場合は、この施設の後段に紫外線を設置することが望ましい。

塩素注入の後段に紫外線処理設備を導入する場合は、紫外線照射により生成する臭素酸が問題とならないことを確認する必要がある。

3. 変更認可

3.4.2 実験

(1) 目的

水道原水に臭化物イオンが含まれている場合、オゾン処理工程において臭素酸が生成することはよく知られているが、塩素と臭化物イオンが共存する条件において紫外線照射を行うと臭素酸が生成する可能性についても報告されている。表流水を原水とする浄水場へと紫外線処理の導入が拡大しつつあるものの、そのような浄水場では前塩素もしくは中塩素処理が行われている場合が多く、残留塩素の存在下での紫外線照射となりうることから、原水中に臭化物イオンが含まれれば、オゾン処理と同様に臭素酸生成に関して留意する必要がある。そこで本項では、塩素及び臭化物イオンが考えられうる最大濃度で存在した場合に、紫外線照射によりどの程度の臭素酸生成が見込まれるのか検討することとした。加えて、塩素剤として一般に使用される次亜塩素酸は pH 条件により次亜塩素酸と次亜塩素酸イオンの比率が変わることはよく知られているが、これらの形態の違いによる臭素酸生成への影響についても検討することとした。

(2) 方法

1) 概要

臭化物イオンと残留塩素を含む試験水に対して低圧紫外線ランプ、中圧紫外線ランプ、UV-LED (265 nm、280 nm) の 4 種を光源とした回分式紫外線照射を行った。各紫外線照射後試験水中の臭素酸濃度を測定した。

2) 実験場所

低圧紫外線ランプ、UV-LED を使用した照射実験はお茶の水女子大学(大瀧 雅寛 教授研究室)、中圧紫外線ランプを使用した照射実験は千代田工販株式会社 リサーチセンターにて実施した。

3) 実施日

低圧紫外線ランプ、UV-LED を使用した照射実験、中圧紫外線ランプを使用した紫外線照射実験はそれぞれ令和 5 年 12 月 7 日、令和 5 年 12 月 13 日に実施した。

4) 実験条件

① 紫外線照射量

クリプトスポリジウム等対策における紫外線照射量はクリプトスポリジウム *RED* で 12 mJ/cm² 以上が望ましいとされているが、この値は装置寿命末期の値であり、また選定した紫外線照射装置が計画水量以上の性能を有していることも考えられるため、過剰照射を想定して紫外線照射量を 254 nm 換算殺菌力で、10~12mJ/cm² の約 8 倍である 100 mJ/cm² と設定した。

② 臭化物イオン濃度

国内の水道原水で臭化物イオンが高濃度な地域(沖縄県)の原水臭化物イオン濃度が 0.1~0.45 mg/L であることから、臭化物イオン濃度はそのほぼ 2 倍にあたる 1 mg/L と設定した。

3. 変更認可

③ 残留塩素濃度

浄水場の消毒用塩素注入量が残留塩素として 1 mg/L と想定されるため、残留塩素濃度はその 2 倍にあたる 2 mg/L と設定した。

④ pH 値

水質基準項目における pH 値基準値が 5.8 以上 8.6 以下であるため、試験水の pH 値は 6、8 付近の 2 条件を設定した。

表 3-7 実験条件

光源		紫外線照射量 100 mJ/cm ²	臭化物イオン 1 mg/L	残留塩素 2 mg/L	pH	
					6 付近	8 付近
低圧紫外線ランプ		○	○	○	○	
		○	○	○		○
中圧紫外線ランプ		○	○	○	○	
		○	○	○		○
UV-LED	265 nm	○	○	○	○	
		○	○	○		○
LED	280 nm	○	○	○	○	
		○	○	○		○

5) 実験条件

Milli-Q 水もしくは純水に臭化物イオン終濃度が 1 mg/L、残留塩素終濃度が 2 mg/L となるようそれぞれ臭化カリウム溶液、次亜塩素酸ナトリウム溶液を添加した。pH 調整には水酸化ナトリウム溶液または硫酸を用いた。

6) 実験装置

実験に使用した紫外線照射装置を図 3-4～図 3-6 に示す。いずれの装置も光源、シャッター及びスターラーからなる紫外線照射部と、点灯及び照射時間を設定する制御部で構成されたものである。

3. 変更認可

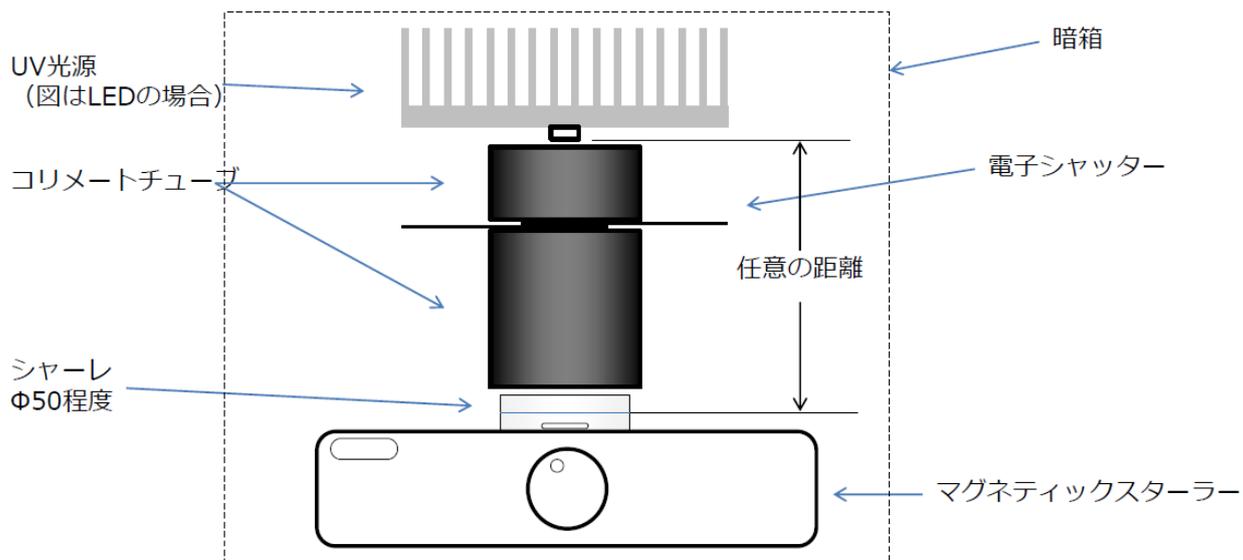


図 3-4 実験装置模式図(低圧紫外線ランプ、UV-LED の場合)

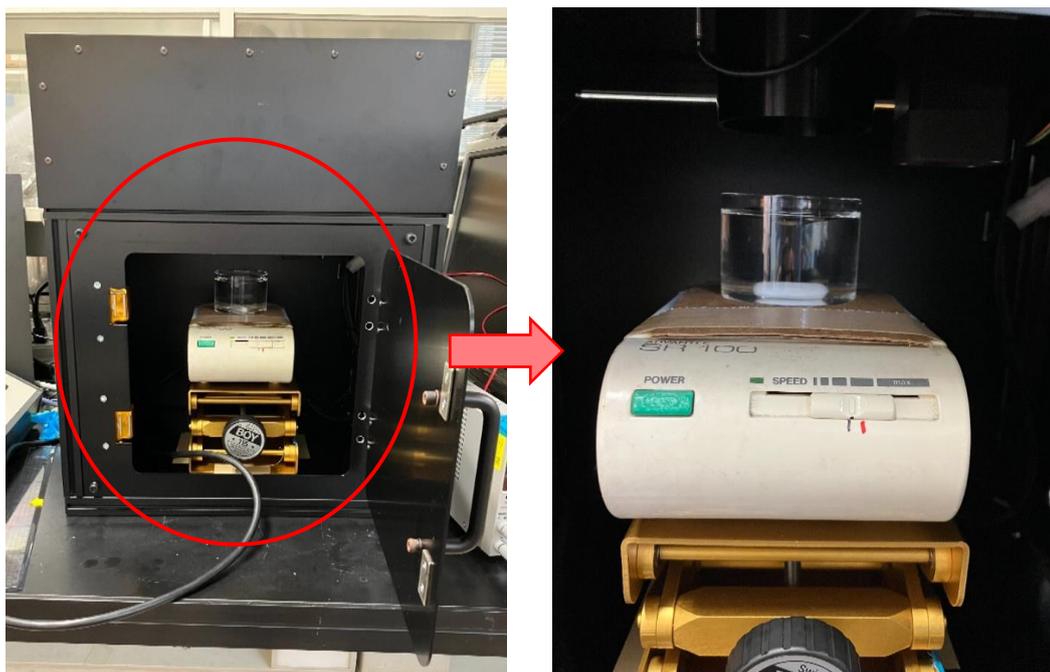


図 3-5 実験装置写真(UV-LED)

3. 変更認可

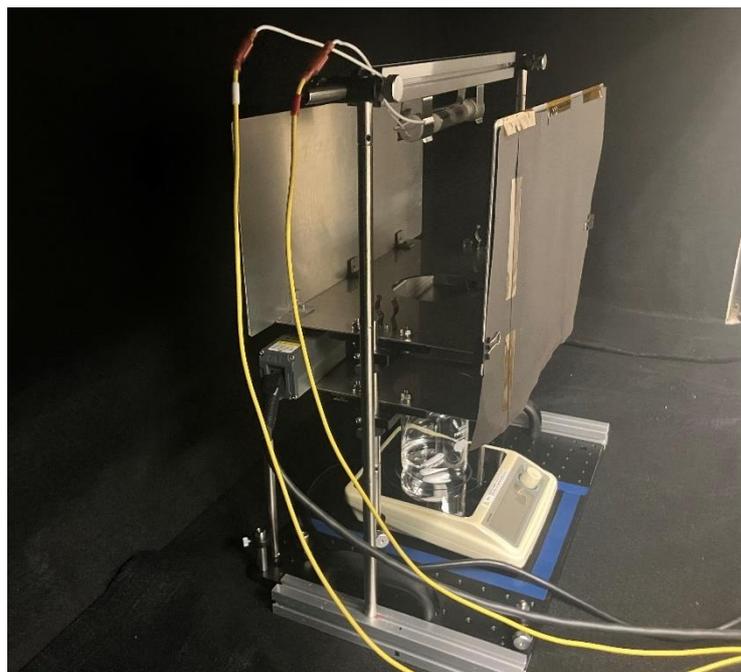


図 3-6 実験装置写真(中圧紫外線ランプ)

7) 照射方法

試験水 80 mL をビーカーに入れ、スターラーで攪拌しながら紫外線照射した。

8) 照射時間の決定方法

① 生物線量試験結果からの試験水内の平均殺菌紫外線効果線量率

各光源使用時の紫外線照射時間を決定するために、予め低圧紫外線ランプ(254 nm の紫外線光)を用いた実験から不活化速度定数 8.9 mJ/cm^2 が得られた大腸菌ファージ MS2(以下 MS2 ファージとする。)に対して光源毎の生物線量計試験を行った。各光源を使用した場合の MS2 ファージの不活化率と照射時間を測定し、同一の不活化速度定数を用いて紫外線照射線量率を算定すれば各光源の照射エネルギーは 254 nm の殺菌エネルギーに換算した殺菌紫外線効果線量率として統一的に取り扱うことが可能となる。生物線量計試験は実際の照射試験と同量の 80 mL の供試液に対して異なる照射時間で紫外線照射を行った。照射時間と不活化率からなる不活化曲線の傾きと MS2 ファージの不活化速度定数より生物線量計試験時における供試液内の光源毎の平均殺菌紫外線効果線量率を算出した。紫外線照射量は照射時間と紫外線照射線量率の積で表されることから、光源毎の平均殺菌紫外線効果線量率を基に 254 nm 換算殺菌紫外線効果線量 100 mJ/cm^2 の照射に要する時間を算出した。

② 生物線量計試験時供試液、照射実験時試験水の紫外線吸光度スペクトル測定

生物線量計試験時の MS2 ファージを含む 80 mL の供試液と照射実験時の試験水の紫外線吸光度スペクトルを測定した。結果を図 3-7 に示す。

3. 変更認可

測定波長全域において吸光度は生物線量計試験時供試液よりも照射実験時の供試液の方が低く、この供試液内の平均照射強度は生物線量計試験時の照射強度よりも高くなる。各光源出力は試験間でほぼ変動がないことから、生物線量計供試液の照射強度条件で算出した上記①の時間で照射すれば、254 nm 換算殺菌紫外線効果線量として 100 mJ/cm² 以上の照射量が確保されることになる。

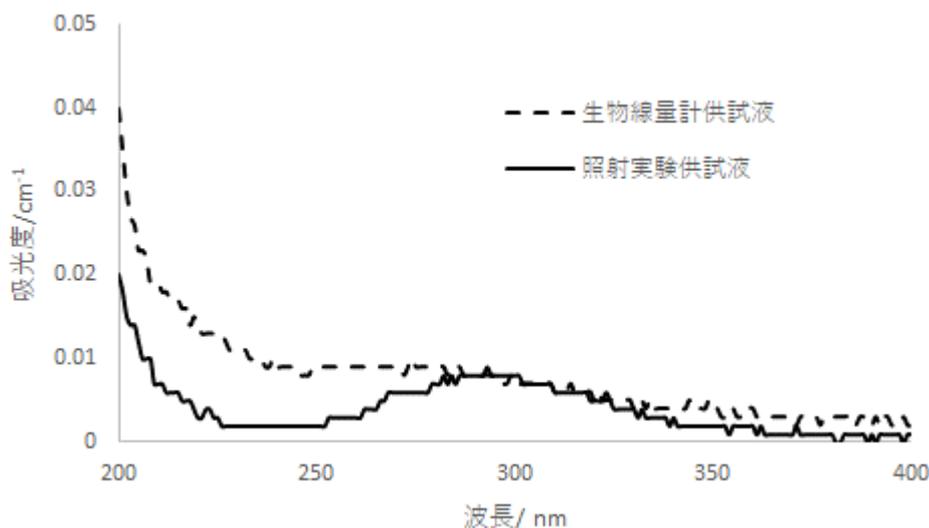


図 3-7 生物線量計溶液 (MS2 懸濁液) 及び照射実験供試液の吸光スペクトル

9) 水質測定

紫外線照射した試験水は採水瓶に入れて、一般財団法人 千葉県薬剤師会検査センターへ搬送し水質分析を依頼実施した。分析項目は照射実験前後における臭化物イオン濃度、紫外線照射後の臭素酸濃度とした。

(3) 試験結果

1) 照射時間

上記の生物線量計試験の結果、各光源における試験水内平均照射強度 (254 nm 換算殺菌力として) を求め、その値で 100 mJ/cm² を各値で除することで、各光源における 100 mJ/cm² 照射量 (254 nm 換算殺菌力として) に必要な照射時間を求めた。その結果を表 3-8 に示した。

3. 変更認可

表 3-8 生物線量試験結果

光源	照射時間 (秒)	N	ln(N/No)	相関係数	傾き	光強度 (mW/cm ²)	100 mJ/cm ² に必要な秒数(秒)	
ランプ 低圧紫外線	0	19000	0	-0.999	-0.047	0.42	239	
	25	5400	-1.258					
	50	2000	-2.251					
	75	540	-3.561					
UV-LED	265 nm	0	19000	-0.973	-0.029	0.25	400	
		180	110					-5.152
		360	13					-7.287
		540	1.7					-9.322
	280 nm	0	19000	-0.999	-0.010	0.09	1112	
		360	640					-3.391
		720	14					-7.213
		1080	検出限界以下					-
ランプ 中圧紫外線	0	23000	-0.997	-0.19	1.66	61		
	11	3600					-1.855	
	22	300					-4.339	
	33	56					-6.018	

※MS2 フェージの不活化速度定数：8.9 mJ/cm²

3. 変更認可

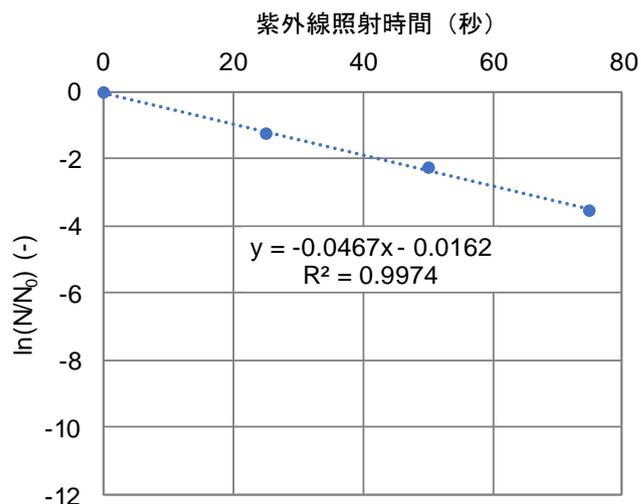


図 3-8 紫外線照射時間と MS2 ファージ不活化率の関係(低圧紫外線ランプ)

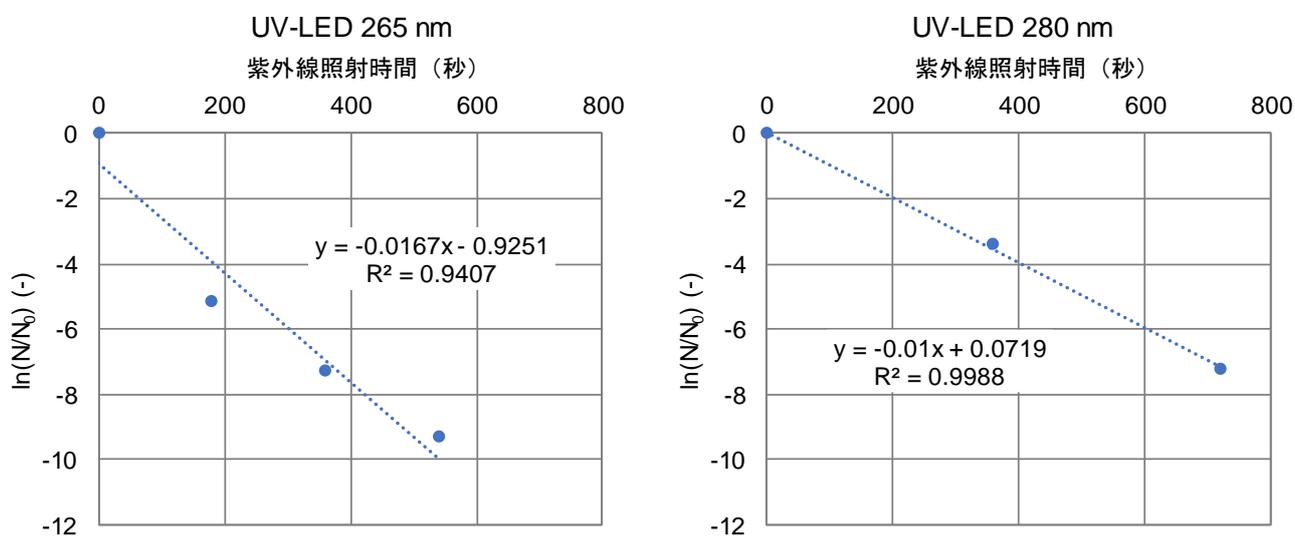


図 3-9 紫外線照射時間と MS2 ファージ不活化率の関係(UV-LED)

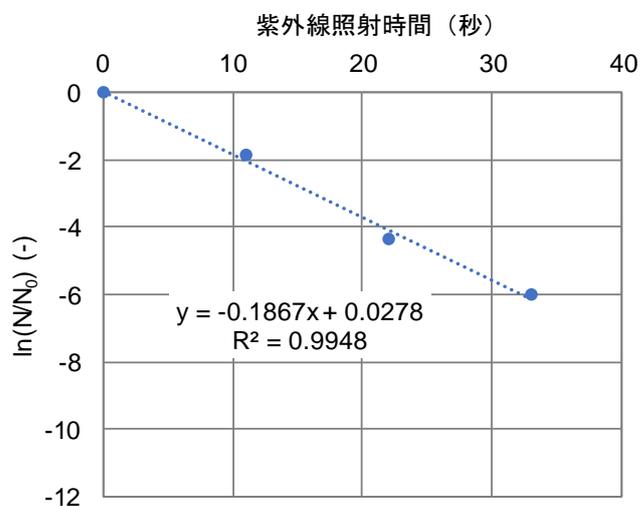


図 3-10 紫外線照射時間と MS2 ファージ不活化率の関係(中圧紫外線ランプ)

3. 変更認可

2) 水質測定

照射実験における各条件での臭化物イオン濃度及び臭素酸濃度の測定結果を表 3-9 に示す。pH6 及び pH8 の初期条件(紫外線照射なし、塩素添加無)として、臭化物イオンはほぼ狙い通り 1 mg/L となっており、試験水中に含まれる臭素酸は検出限界以下であったことが確認された。また、照射前の塩素添加(2 mg/L)においては pH6 及び pH8 とも臭素酸が 0.001 mg/L の生成となっていた。既報によれば臭化物イオンと遊離塩素の反応により次亜臭素酸が生成するとされているが、次亜臭素酸から紫外線照射が無くても若干の臭素酸生成が認められた。

さらに、各紫外光源における 100 mJ/cm² 強の照射量(254 nm 換算殺菌力として)により、臭素酸の生成が生じることが確認された。光源及び pH 条件によりその生成量は異なっていたが、低圧紫外線ランプを除いて、いずれも pH8 の方が pH6 の場合に比べて臭素酸生成量が増えていた。pH6 に比べて pH8 では遊離塩素の形態として次亜塩素酸イオンの割合が高くなっていることから、この形態の違いが生成量に影響したと考えられる。

また、生成量としては pH6 では 254 nm の照射波長である低圧紫外線ランプと二種の UV-LED は共に生成量が低く抑えられているが、中圧紫外線ランプは生成量が大きくなっていた。pH8 においては低圧紫外線ランプが最も低く、次に 265 nm の UV-LED、280 nm の UV-LED、中圧紫外線ランプの順に生成量が大きくなっていた。先に示したとおり、pH8 では次亜塩素酸イオンの割合が高く、この次亜塩素酸イオンの吸光ピークが 280 nm 付近であることから、低圧紫外線ランプや 260 nm の UV-LED よりも 280 nm の UV-LED での光化学反応が生じやすく、生成量の差が生じたものと考えられる。中圧紫外線ランプは 220 nm 付近から可視光域まで幅広い照射スペクトルを持つため、次亜塩素酸および次亜塩素酸イオンともに吸光しやすく、光化学反応が他光源より生じやすいことから臭素酸生成が多い結果となったと考えられる。

しかし、いずれの場合も 100 mJ/cm² 強という過剰な紫外線照射下においても臭素酸の生成量が基準値以下であったことから、国内の浄水場での現実的な状況において原水に臭化物イオンが存在し、処理プロセスにおいて遊離塩素が残留する条件で紫外線が照射されたとしても、この処理プロセス由来の臭素酸生成が基準値を超えることはないと考えられた。

3. 変更認可

表 3-9 分析結果

光源	pH	塩素の添加 有無	分析結果		
			臭化物イオン mg/L	臭素酸 mg/L	
照射なし	pH6	無	1.01	<0.001	
	pH8	無	1.03	<0.001	
	pH6	有	—	0.001	
	pH8		—	0.001	
低圧紫外線ランプ	pH6		—	0.002	
	pH8		—	0.002	
UV-LED	265 nm		pH6	—	0.002
			pH8	—	0.004
	280 nm		pH6	—	0.002
			pH8	—	0.008
中圧紫外線ランプ	pH6		—	0.008	
	pH8		—	0.009	

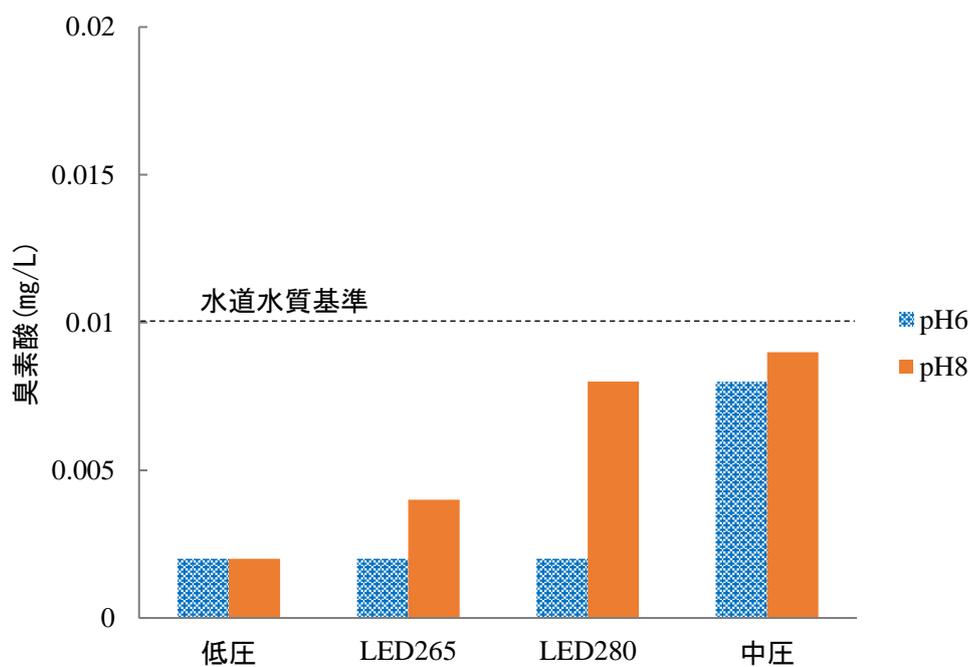


図 3-11 100 mJ/cm² 強の照射量での光源別臭素酸生成量

3. 変更認可

(4) 結論

国内の浄水場での水質実績から、最も臭素酸生成量が多くなると考えられる条件として、臭化物イオン濃度 1 mg/L、残留遊離塩素濃度 2 mg/L とし、pH6 及び pH8 の条件下で通常使用される紫外線照射量(254 nm 換算殺菌紫外線として)に比べて 8 倍程度の過剰照射量である 100 mJ/cm² 強の紫外光照射を行った。その結果、254 nm 照射波長の低圧紫外線ランプ、265 nm 主照射波長の UV-LED、280 nm 主照射波長の UV-LED、中圧紫外線ランプのいずれの光源を用いた場合であっても、臭素酸生成量は水道水質基準値である 0.01 mg/L を超えることは確認されなかった。

3. 変更認可

3.5 変更認可のまとめ

「浄水方法の変更」を行う場合、「変更認可」（申請）又は「変更認可を要しない軽微な変更（3.1.3 参照）」（届出）の2通り方法があり、現況では浄水処理に紫外線処理設備を導入する際には変更認可が必要となっている。一方、「技術的知見が確立し、一般的に知識や経験が蓄積されている浄水方法への変更」の場合は、「軽微な変更」として届出で足りることとなっている。紫外線処理についても国内及び海外の多くの施設で採用されて運用実績があり、本プロジェクトにおける実験においても処理水質に問題がないことがわかったことなどから、「軽微な変更」へ位置付けられるようになることが期待される。

また、現況でも、臭素酸以外の水質項目の測定データも提出していたり、塩素注入点の前に紫外線処理設備を導入する場合でも臭素酸の測定データを提出していたりする事例が確認された。

これらの課題を整理していくことで、紫外線処理設備導入にあたっての事務作業を簡素化していくことが可能と考えられる。

3. 変更認可

【3 章参考文献】

- 1) 厚生労働省 医薬・生活衛生局 水道課, 「水道事業等の認可等の手引き(令和元年9月版)」
- 2) 原敬一, 2010, 「紫外線照射試験による副生成物量の評価」, 全国水道研究発表会講演集, 61st, p188-189
- 3) 高嶋渉, 2010, 「紫外線処理における副生成物の状況」, 日本水環境学会シンポジウム講演集, 13th, p184-185
- 4) 安井宣仁, 2008, 「紫外線消毒における副生成物の可能性について」, 日本水環境学会シンポジウム講演集, 11th, p70-71
- 5) 林宗, 2016, 「表流水系浄水処理を目的とした紫外線照射装置による水道水質への影響調査」, 全国水道研究発表会講演集, 2016, p272-273
- 6) 高嶋渉, 2012, 「中小規模水道事業体のろ過池管理の現状と紫外線処理適用の検討」, 水道協会雑誌 (Journal of Japan Water Works Association), 81 巻, 6 号, p2-7
- 7) 益崎大輔, 2013, 「浄水中の塩素臭低減化技術—紫外線処理の効果—」, 大阪市水道局水質試験所調査研究ならびに試験成績, 64 巻, p19-27
- 8) 斎藤孝市, 2014, 「全国の水道水源の原水水質の 20 年間の動向」, 全国水道研究発表会講演集, 2014, p126-127
- 9) 鹿島田浩二, 2009, 「水道原水の水質が紫外線消毒に及ぼす影響」, 水環境学会誌 (Journal of Japan Society on Water Environment), 32 巻, 3 号, p122-125
- 10) 山越裕司, 2008, 「紫外線による臭素酸の生成について」, 日本紫外線水処理技術協会 ニュースレターNo.2 技術資料, p14-15
- 11) 厚生労働省 健康局 水道課, 2007, 「紫外線処理設備について(平成 19 年 3 月 30 日)」 URL. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-10900000-Kenkoukyoku/shigaisen-shori.pdf> (2024 年 3 月時点)

4. ケーススタディ

4. ケーススタディ

4.1 位置づけ 定義

本章では、ろ過を行った後に紫外線処理を導入している事例が少ないため、実在する浄水場において、その平面図及び水位高低図を参照し、紫外線処理設備導入のケーススタディを行った。ここで、ケーススタディとは「設置可能な紫外線処理設備導入例を作成すること」と定義する。

ケーススタディを行った浄水場の概要と検討に用いた紫外線処理設備の光源を表 4-1 に整理した。なお、光源については任意に選定しているため比較検討は行っていない。

表 4-1 ケーススタディを行った浄水場の概要と紫外線処理設備の光源

	施設能力 (m ³ /日)	水源	ろ過方式	紫外線処理設備の光源
A 浄水場	220	地表水(河川水)	緩速ろ過	低圧紫外線ランプ
				UV-LED
B 浄水場	3,960	地表水(河川水)	急速ろ過	低圧紫外線ランプ
C 浄水場	11,250	地表水(河川水)	急速ろ過	中圧紫外線ランプ
D 浄水場	24,000	地表水(河川水)	急速ろ過	低圧紫外線ランプ
				中圧紫外線ランプ

ケーススタディの流れを 4.2 に示し 4.3～4.8 に各浄水場での例を紹介する。

図 4-1 に示す③～⑥の検討結果が一つのケーススタディとなる。実際に紫外線処理設備の導入を検討する場合は、複数のケーススタディを行い、費用面、維持管理性等を考慮して、各ケースの比較・評価結果にもとづいて導入システムを決定することが一般的である。

4. ケーススタディ

4.2 ケーススタディの流れ

ケーススタディのフローを図 4-1 に示す。

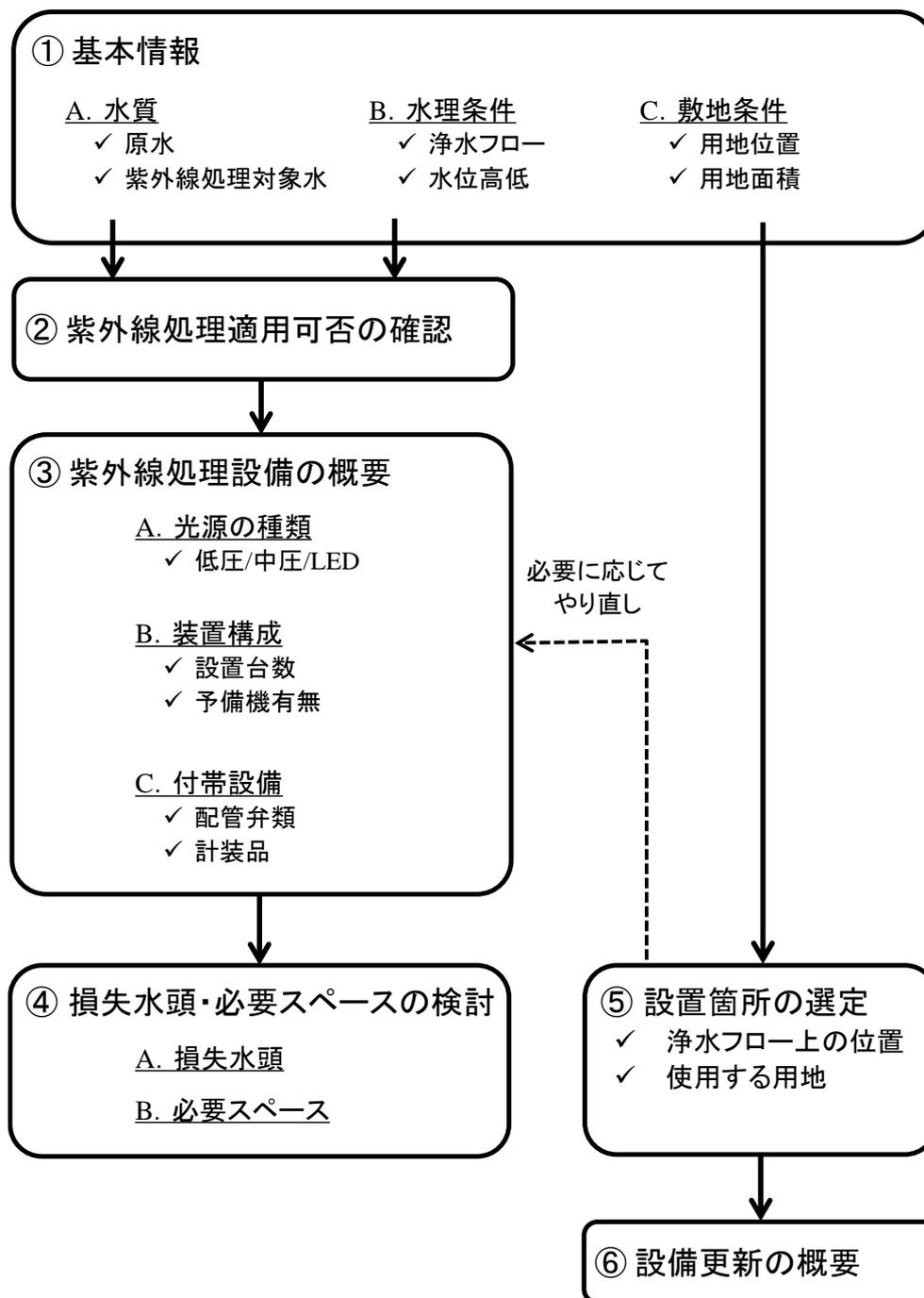


図 4-1 ケーススタディのフロー

図 4-1 中の③の検討における装置構成に関しては実際の浄水場では様々なケースが想定されるが、代表的な例として図 4-2～図 4-4 のパターンがあり任意の 1 つを検討した。

4. ケーススタディ

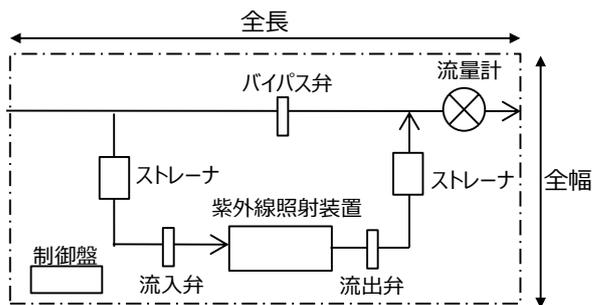


図 4-2 1 系列に 1 基を設置するパターン

<注意事項>

紫外線照射装置が故障、あるいは停止時には、全量バイパスすることになるため、処理対象水濁度の管理に十分な留意が必要である。

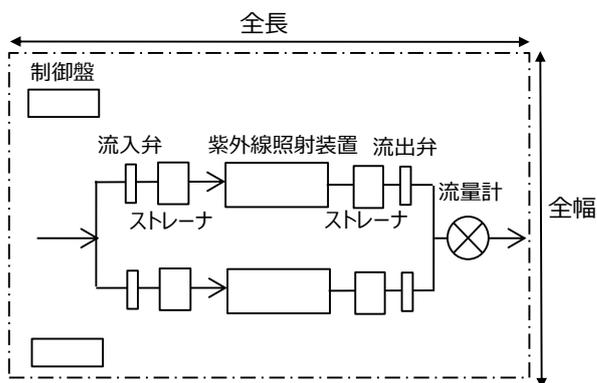


図 4-3 1 系列に複数基を設置するパターン

<注意事項>

紫外線照射装置が 1 基故障、あるいは停止時を想定し、残りの基でも必要処理水量に所定の紫外線照射量を確保可能なように装置を選定すること。

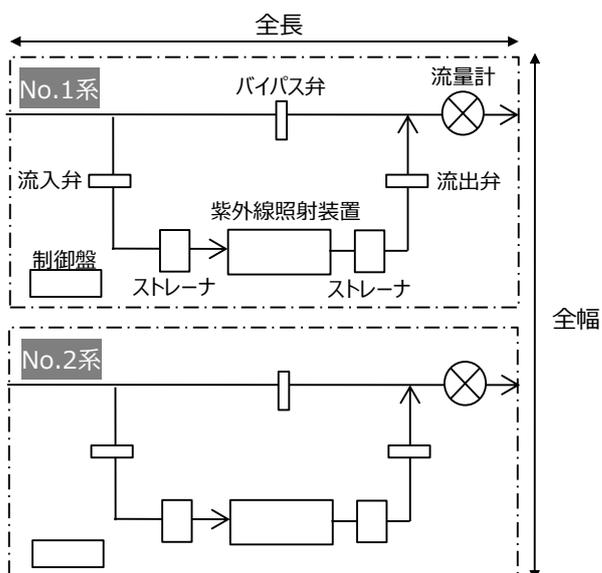


図 4-4 系列ごとに 1 基を設置するパターン

<注意事項>

紫外線処理設備が 1 系列故障、あるいは停止時には、他系列で必要処理水量に所定の紫外線照射量を確保可能なように装置を選定すること。

4. ケーススタディ

4.3 A 浄水場での検討例【低圧紫外線ランプの場合】

4.3.1 基本情報

原水 : 地表水(河川水)
施設能力 : 220 m³/日
処理フロー : 普通沈澱→緩速ろ過→塩素消毒



施設の特徴 : 施設は水源地から配水池まで自然流下である
原水は地表水(河川水)であり、夏期に濁度上昇が起こりやすい

ろ過におけるクリプトスポリジウム等対策

捨水 : 行っていない
スローダウン : 行っていない
スロースタート : 行っていない
二段凝集 : 行っていない
その他 : ろ過水濁度の監視
濁度が規定濁度以上となった場合配水停止

4. ケーススタディ

(1) 水質

紫外線処理の対象となるろ過水の水質データが入手できなかったため、代替として給水の年間データを利用する。

処理対象水の水質の年間変動は表 4-2 のとおりである。硬度は年間最大 40.3 mg/L as CaCO₃、鉄、マンガン及びその化合物はそれぞれ年間を通して 0.03 mg/L 未満、0.005 mg/L 未満であり、対策指針の「鉄が 0.1 mg/L 以下、硬度が 140 mg/L 以下及びマンガンが 0.05mg/L 以下」を満足している。

表 4-2 処理対象水水質の年間変動(A 浄水場、令和 4 年度)

項目	単位	最大	最小	平均
濁度	度	<0.1	—	—
色度	度	<1	—	—
鉄	mg/L	<0.03	—	—
マンガン及びその化合物	mg/L	<0.005	—	—
硬度	mg/L as CaCO ₃	40.3	30.2	35.3
TOC	mg/L	0.4	<0.3	0.4

令和 4 年度水質基準項目検査結果より

(2) 浄水フロー

A 浄水場の現状の浄水処理フローを図 4-5 に示す。導入対象となる位置は、(Δ1) 緩速ろ過池から配水池の間と、(Δ2) 配水池二次側、の 2 か所となる。



図 4-5 現状の浄水処理フロー(A 浄水場)

4. ケーススタディ

(3) 水位高低

A 浄水場の水位高低図を図 4-6 に示す。

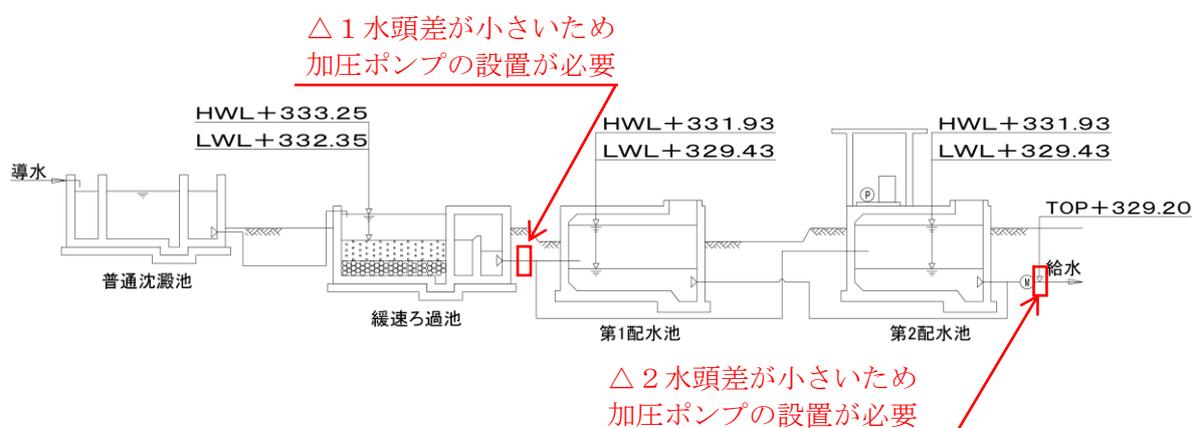


図 4-6 水位高低図(A 浄水場)

緩速ろ過池以降の各設備の水位を表 4-3 に示す。

表 4-3 緩速ろ過池以降の各設備の水位(A 浄水場)

設備	単位	HWL	LWL
緩速ろ過池	m	+333.25	+332.35
第1配水池	m	+331.93	+329.43
第2配水池	m	+331.93	+329.43
配水管管頂	m	+329.20	

導入対象となる、△1、△2の水位差は以下のとおりとなる。

- (△1) 緩速ろ過池から配水池 : 0.42 m (+332.35 m - 331.93 m)
- (△2) 配水池二次側 : 0.23 m (+329.43 m - 329.20 m)

4. ケーススタディ

(4) 敷地条件

A 浄水場の場内平面図を図 4-7 に示す。△1、△2 に紫外線処理設備を導入する際に使用可能な敷地寸法を表 4-4 に示す。

表 4-4 紫外線処理設備導入に使用可能な敷地寸法 (A 浄水場)

設備	敷地寸法	
(△1) 緩速ろ過池から配水池の間	幅 5 m	長さ 5 m
(△2) 配水池二次側	幅 5 m	長さ 4 m

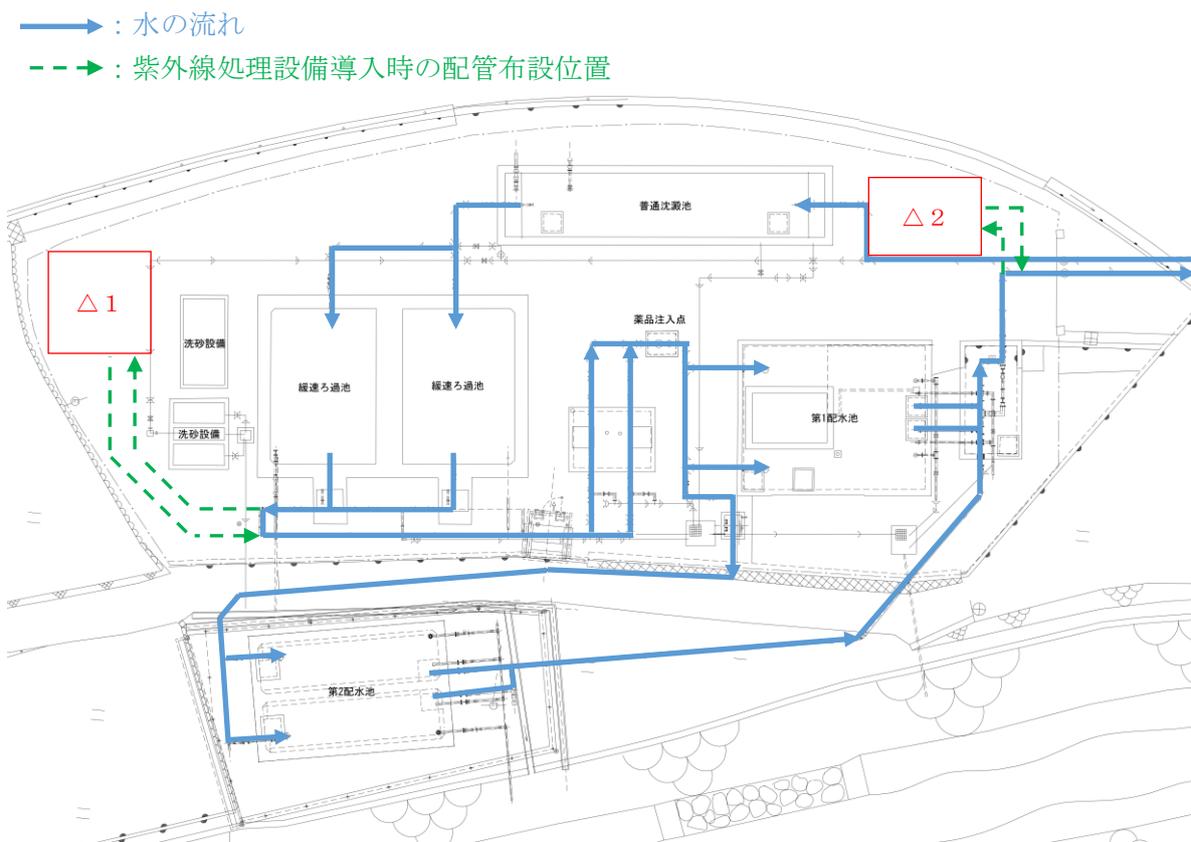


図 4-7 場内平面図 (A 浄水場)

4.3.2 紫外線処理適用可否の確認

調査結果より、A 浄水場はレベル 4 の施設に該当しており、ろ過水が紫外線処理の対象となりうる。

ろ過水の水質として紫外線透過率のデータはないが、濁度、色度ともに紫外線照射適用水質を十分に満たすことから、A 浄水場ではろ過水を対象に紫外線処理を適用してクリプトスポリジウム等対策を行うことが可能と判断する。

4. ケーススタディ

4.3.3 紫外線処理設備の概要

(1) 紫外線照射装置の概要

2.2.3 を参照して、本ケースでは低圧紫外線ランプにて検討することとした。

- 1) ランプの種類 : 低圧紫外線ランプ
- 2) 1日最大浄水量 : 220 m³/日
- 3) 装置基数 : 2基(うち1基は予備とする)
- 4) 1基当たりの処理水量 : 220 m³/日
- 5) 装置の基準処理性能 : 240 m³/日
- 6) 照射能力 : クリプトスポリジウム RED 12 mJ/cm² 以上
(クリプトスポリジウム等 99.9%以上不活化)
- 7) ランプの本数 : 2本/基

(2) 装置構成

装置構成を表 4-5 に示す。

表 4-5 装置構成(A 浄水場)

適用	系列数	数量	備考
	1系列	1基	図 4-2 参照
✓	1系列	2基	図 4-3 参照 1基予備とし異常時に1基停止
	2系列	1基/系	図 4-4 参照 異常時に1系列停止可能
	複数系列	1基/系	図 4-4 参照 全体予備として1系列設置、異常時や保守時には1系停止可能

4. ケーススタディ

(3) 付帯設備

付帯設備を表 4-6 に示す。

表 4-6 付帯設備(A 浄水場)

設置	設備名称	数量	備考
○	流入元弁	1 台/全基	<ul style="list-style-type: none"> ・手動 ・紫外線照射装置の保守作業時に全閉する
○	流入弁	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・装置停止時や異常時には全閉する
○	流出弁	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・装置停止時や異常時には全閉する
○	流出元弁	1 台/全基	<ul style="list-style-type: none"> ・手動 ・紫外線照射装置の保守作業時に全閉する
○	バイパス弁	1 台/全基	<ul style="list-style-type: none"> ・手動 ・全号機停止時に紫外線処理設備をバイパスするために設置する
○	排水弁	1 台/全基	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・常時閉 ・高濁度時に配管内の濁水を排水する際に使用する
○	ストレーナ	3 台/全基	<ul style="list-style-type: none"> ・紫外線照射装置破損対策 ・装置流入側は分岐前に、装置流出側は個別に設置する
○	加圧ポンプ	2 台	<ul style="list-style-type: none"> ・水位差のみで紫外線処理設備に通水できないため設置する ・故障時に備え 2 台設置する(1 台予備)
○	濁度計	1 台	<ul style="list-style-type: none"> ・ろ過池出口の濁度監視がされていないため、新たに濁度計を設置する ・高濁度時には排水弁を自動で全開する
○	流量計	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・電磁流量計 ・紫外線照射装置の処理水量把握のため設置
○	ポンプ井	1 池/全基	<ul style="list-style-type: none"> ・緩速ろ過池の処理水管と加圧ポンプを直結できないため設ける

4. ケーススタディ

4.3.4 損失水頭、必要スペースの検討

(1) 損失水頭

配管弁類、ストレーナ、紫外線照射装置等の損失水頭を算出したところ、全損失水頭 1.66 m を見込む必要がある。

導入対象としている $\Delta 1$ の水位差(0.42 m)及び $\Delta 2$ の水位差(0.23 m)では、紫外線処理設備に通水できないため、加圧ポンプを設置することとした。

表 4-7 損失水頭の内訳(A 浄水場)

種類	損失水頭 (m)	備考
ストレーナ	0.10	装置流入側
配管弁類	1.24	装置周り配管弁類
ストレーナ	0.30	装置流出側
紫外線照射装置	0.020	メーカー参考値
送水管	—	検討除外
全損失水頭 =		1.66 m

(2) 必要スペース

設置イメージを図 4-8、図 4-9 に、紫外線装置ユニットフローを図 4-10 に示す。

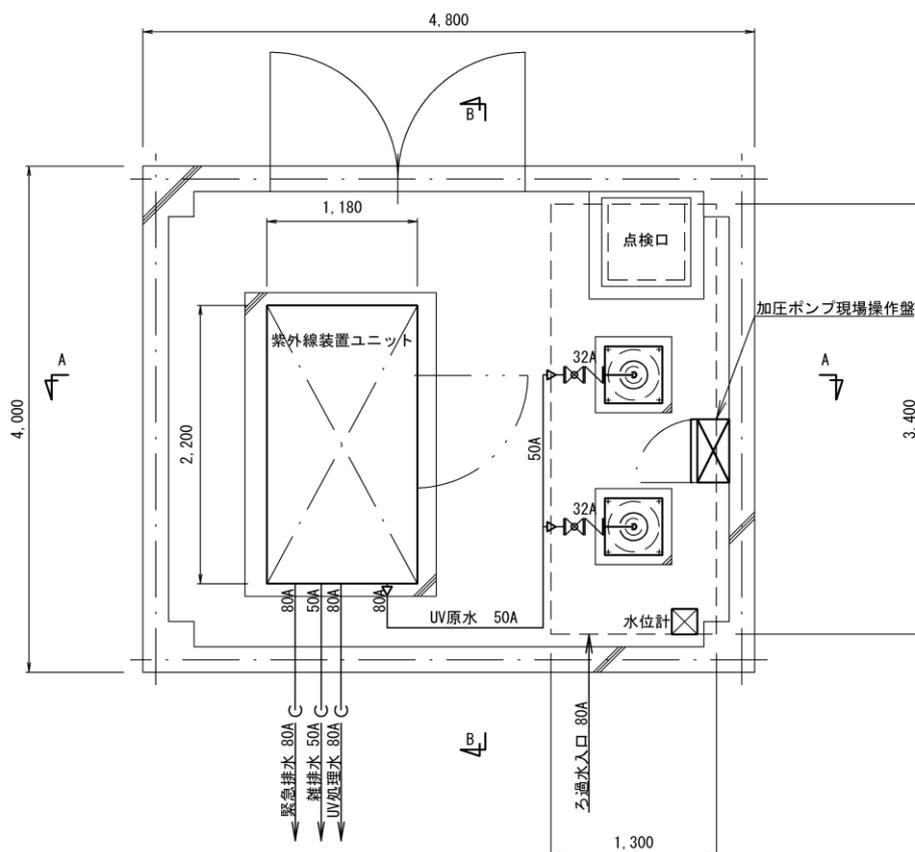


図 4-8 設置イメージ(平面)

4. ケーススタディ

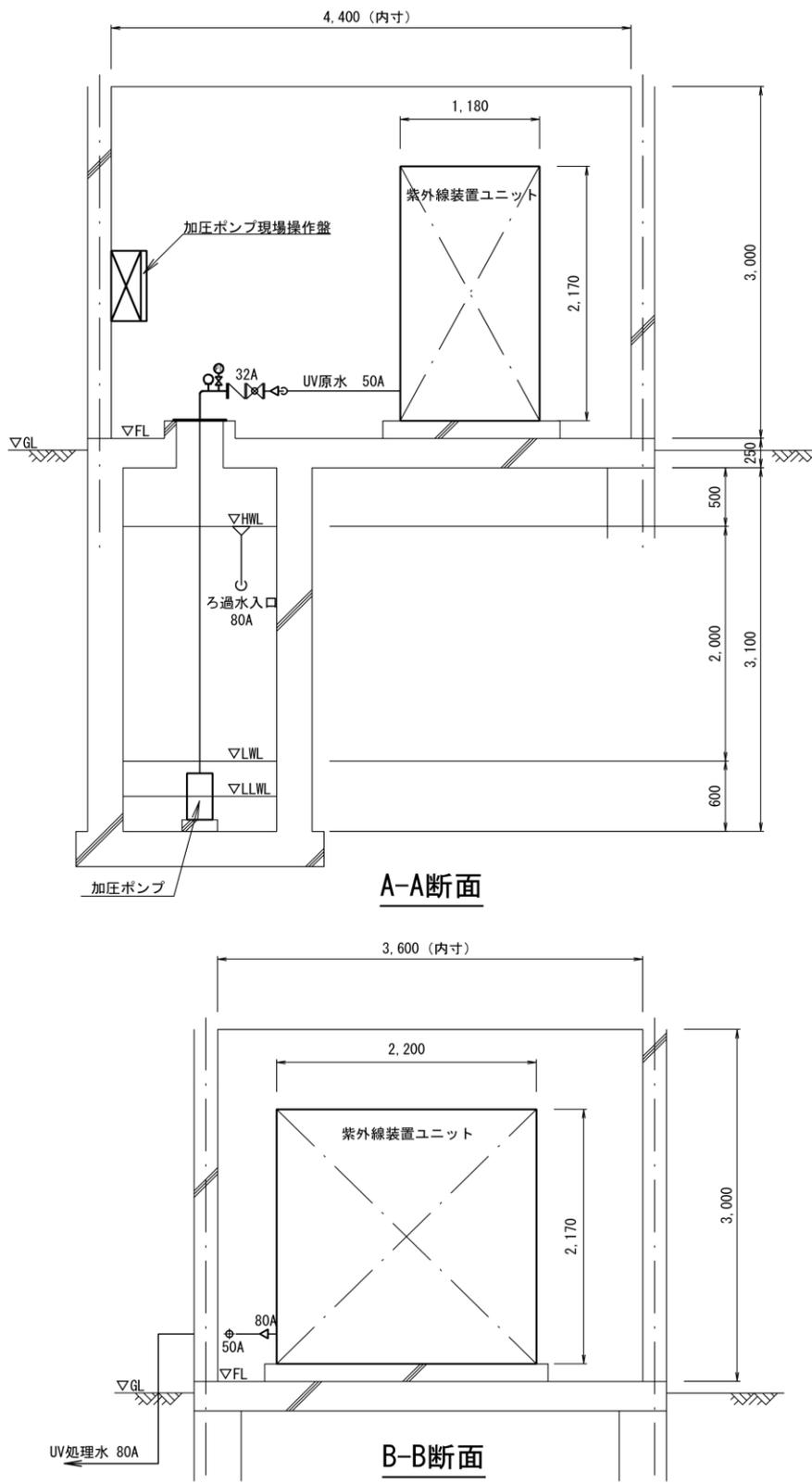


図 4-9 設置イメージ(断面)

4. ケーススタディ

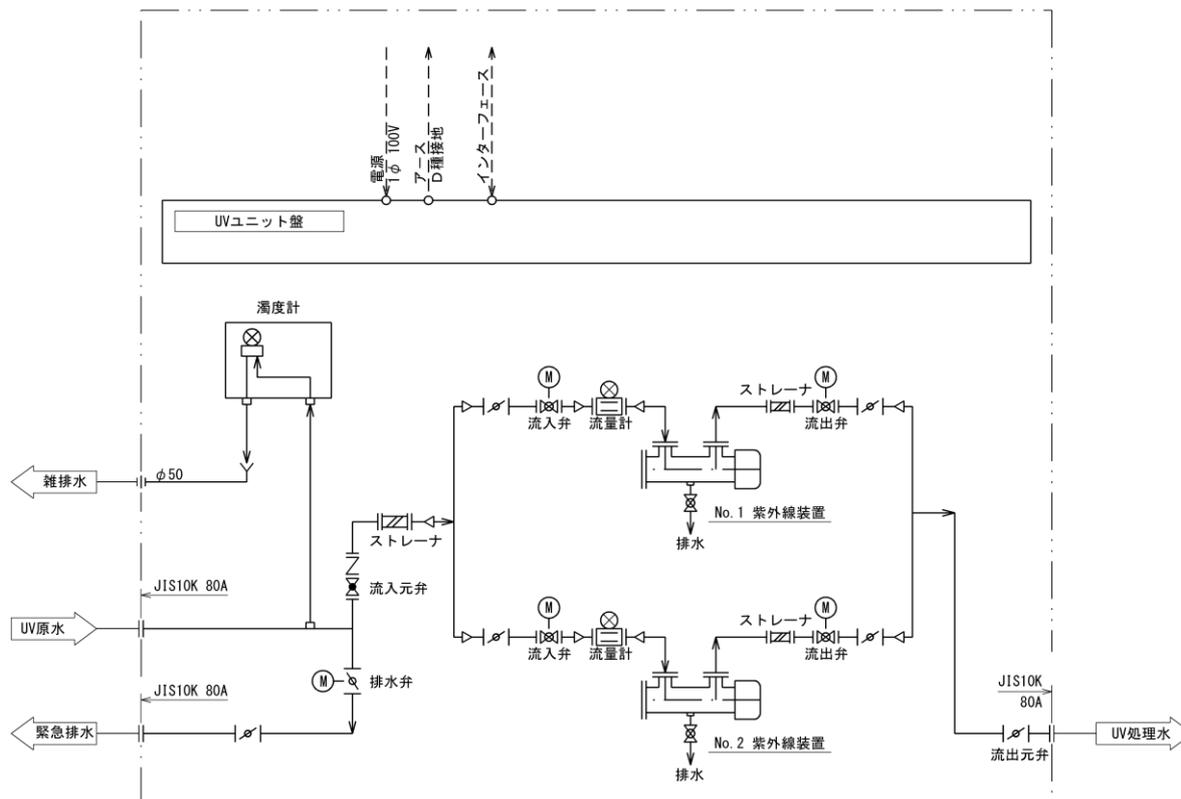


図 4-10 紫外線装置ユニットフロー

紫外線照射装置の異常時や保守時を考慮して、1基予備機を設けている。
紫外線処理設備を設置するために必要なスペースは下記のとおりである。

全長：4,000 mm、全幅：4,800 mm、全高：3,000 mm

なお、このスペースには以下を含んでいる。

- ・ 紫外線ランプの取り出しスペース
- ・ ストレーナのエレメント取り出しスペース
- ・ 加圧ポンプ設備の維持管理スペース
- ・ 機器類の搬出入スペース

4. ケーススタディ

4.3.5 設置箇所

設置位置を検討するにあたり、浄水場内に配置すること、既存の設備の改修が簡便なことを優先して設置位置を検討する。水位高低図及び場内平面図より、導入対象としている△1、△2ともに水頭が足りず、加圧ポンプ設備及びポンプ井が必要ではあるが、敷地条件としては充分設置可能である。

ただし、△2では配管の埋設位置が深くなることから、△1での設置の方が適していると判断した。

表 4-8 設置位置の選定(A 浄水場)

場所	水理条件	敷地条件	その他
△1 緩速ろ過池から 配水池の間	加圧の必要あり	設置可能	・加圧ポンプ設備及び ポンプ井が必要
△2 配水池二次側	加圧の必要あり	設置可能	・加圧ポンプ設備及び ポンプ井が必要 ・配管の埋設位置の深度 が深い

紫外線処理設備を導入した場合の浄水処理フローを図 4-11 に、場内配置図を図 4-12 に示す。

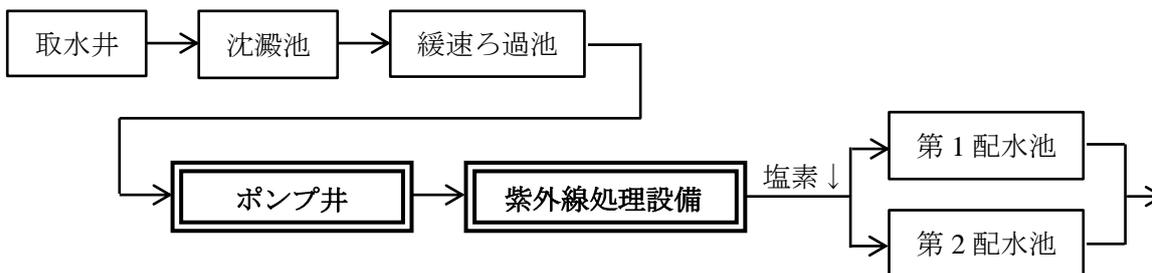


図 4-11 紫外線処理設備を導入した場合の浄水処理フロー(A 浄水場)

4. ケーススタディ

→ : 紫外線処理設備用配管布設位置

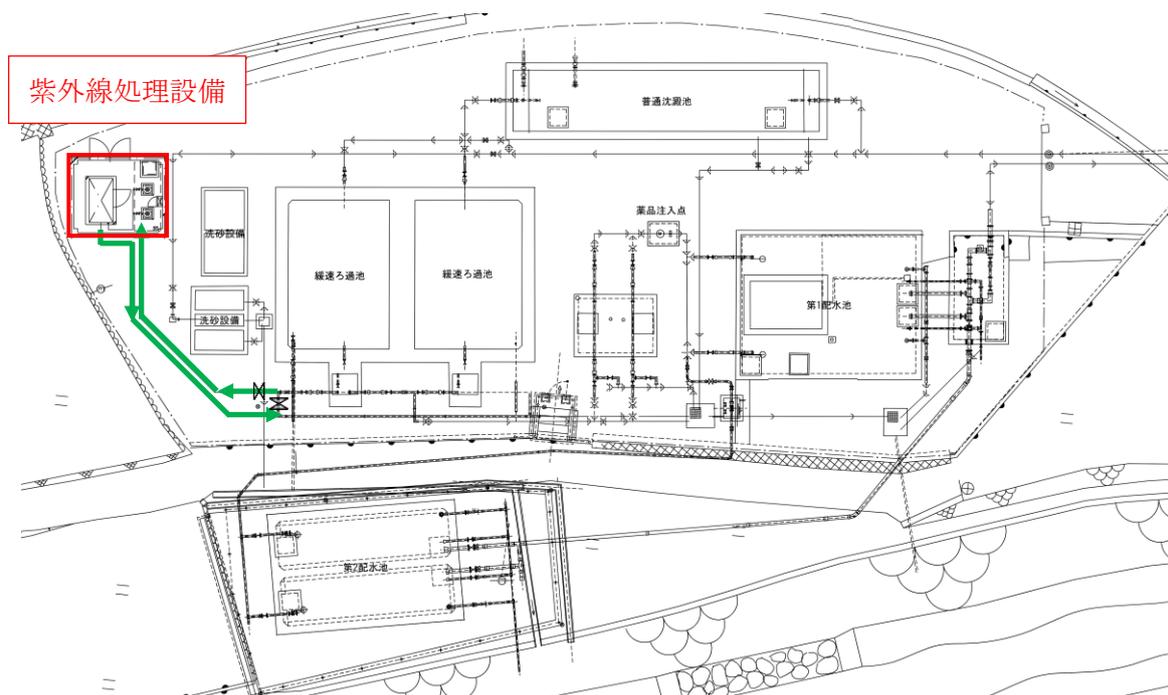


図 4-12 紫外線処理設備を導入した場合の場内配置図(A 浄水場)

4. ケーススタディ

4.3.6 設備更新概要

緩速ろ過池から配水池までの配管を分岐して紫外線処理を行う。設備設置にあたり、工種別に検討が必要な項目及び数量を以下に示す。ただし、各工種の費用に関しては、地域性、配管及び配線ルート等の考慮すべき点が多いことから記載しない。

表 4-9 工事の概要(A 浄水場)

工種	項目	数量	単位	仕様
土木工事	場内配管	30	m	配管径 φ80
	不断水工事	1	式	φ75
	土工事	1	式	
	ポンプ井	8.84	m ³	1.3 m×3.4 m×2.0 mH(有効) 滞留時間 58 分
建築工事	建屋	19.2	m ²	4.8 m×4.0 m×3.0 mH
機械設備工事	紫外線照射装置	2	基	AC100V 級×0.15 kW、 機側盤含む
	ストレーナ	1	台	SUS 製、φ80、装置流入側
	ストレーナ	2	台	SUS 製、φ50、装置流出側
	手動弁	7	台	φ80 ×1 台 φ80 ×2 台 φ50 ×4 台
	電動弁	4	台	φ50 AC100V 級×0.06 kW
	加圧ポンプ	2	台	AC200V 級×0.4 kW 0.15 m ³ /min×10 m
電気設備工事	配電・計装設備	1	式	中央盤～配電盤～制御盤
	流量計	2	台	電磁流量計 φ40
	濁度計	1	台	散乱光方式
	既設機能増設	1	式	
	建築電気設備	1	式	照明、換気等

4. ケーススタディ

4.4 A 浄水場での検討例【UV-LED の場合】

4.4.1 基本情報

4.3.1 をご参照頂きたい。

4.4.2 紫外線処理適用可否の確認

4.3.2 をご参照頂きたい。

4.4.3 紫外線処理設備の概要

(1) 紫外線照射装置の概要

2.2.3 を参照して、本ケースでは UV-LED にて検討することとした。

- 1) ランプの種類 : UV-LED
- 2) 1 日最大浄水量 : 220 m³/日
- 3) 装置基数 : 2 基(うち 1 基は予備とする)
- 4) 1 基当たりの処理水量 : 220 m³/日
- 5) 装置の基準処理水量 : 300 m³/日
- 6) 照射能力 : クリプトスポリジウム RED 12 mJ/cm² 以上
(クリプトスポリジウム 99.9%以上不活化)

(2) 装置構成

装置構成を表 4-10 に示す。

表 4-10 装置構成(A 浄水場)

適用	系列数	数量	備考
	1 系列	1 基	図 4-2 参照
✓	1 系列	2 基	図 4-3 参照 1 基予備とし異常時に 1 基停止
	2 系列	1 基/系	図 4-4 参照 異常時に 1 系列停止可能
	複数系列	1 基/系	図 4-4 参照 全体予備として 1 系列設置、異常時や保守時には 1 系停止可能

4. ケーススタディ

(3) 付帯設備

付帯設備を表 4-11 に示す。

表 4-11 付帯設備(A 浄水場)

適用	設備名称	数量	備考
○	流入元弁	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・手動 ・加圧ポンプ、電磁流量計等の保守作業時に全閉する
○	流入弁	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・装置停止時や異常時には全閉する
○	流出弁	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・装置停止時や異常時には全閉する
○	流出元弁	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・手動 ・加圧ポンプ、電磁流量計等の保守作業時に全閉する
○	バイパス弁	1 台/全基	<ul style="list-style-type: none"> ・手動 ・全号機停止時に紫外線処理設備をバイパスするために設置する
—	排水弁	1 台/全基	<ul style="list-style-type: none"> ・手動又は電動 ・常時閉 ・高濁度時等に配管内の濁水を排水する際に使用するが、施設運用で対応できるため今回は設置しない
○	ストレーナ	2 台/全基	<ul style="list-style-type: none"> ・流入破損対策 ・装置流出側及び流入側の合流管に設置する
○	加圧ポンプ	2 台	<ul style="list-style-type: none"> ・水位差のみで紫外線処理設備に通水できないため、ろ過池出口の越流部に設置する ・各ろ過池に 2 台設置する
○	濁度計	1 台	<ul style="list-style-type: none"> ・ろ過池出口の濁度監視がされていないため新たに濁度計を設置する ・高濁度時にはバイパス弁を全開にする
○	流量計	—	<ul style="list-style-type: none"> ・紫外線照射装置の処理量の把握のため、必要に応じ装置流出側に設置
○	ろ過水受槽	1 槽/全基	<ul style="list-style-type: none"> ・緩速ろ過池の処理水管と加圧ポンプを直結できないため設ける

4. ケーススタディ

4.4.4 損失水頭、必要スペースの検討

(1) 損失水頭

配管弁類、ストレーナ、紫外線照射装置等の損失水頭を算出したところ、全損失水頭 3.6 m を見込む必要がある。

導入対象としている△1の水位差(0.42 m)及び△2の水位差(0.23 m)では、どちらも処理対象水の移送に問題が生じるため、緩速ろ過後の越流部に水中ポンプを設けることとした。

表 4-12 損失水頭の内訳(A 浄水場)

種類	損失水頭 (m)	備考
ストレーナ	0.5	装置流入側
配管弁類	2.0	
ストレーナ	0.5	装置流出側
紫外線照射装置	0.6	メーカー参考値
送水管	—	検討除外
全損失水頭 =		3.6 m

(2) 必要スペース

設置イメージを図 4-13 に示す。

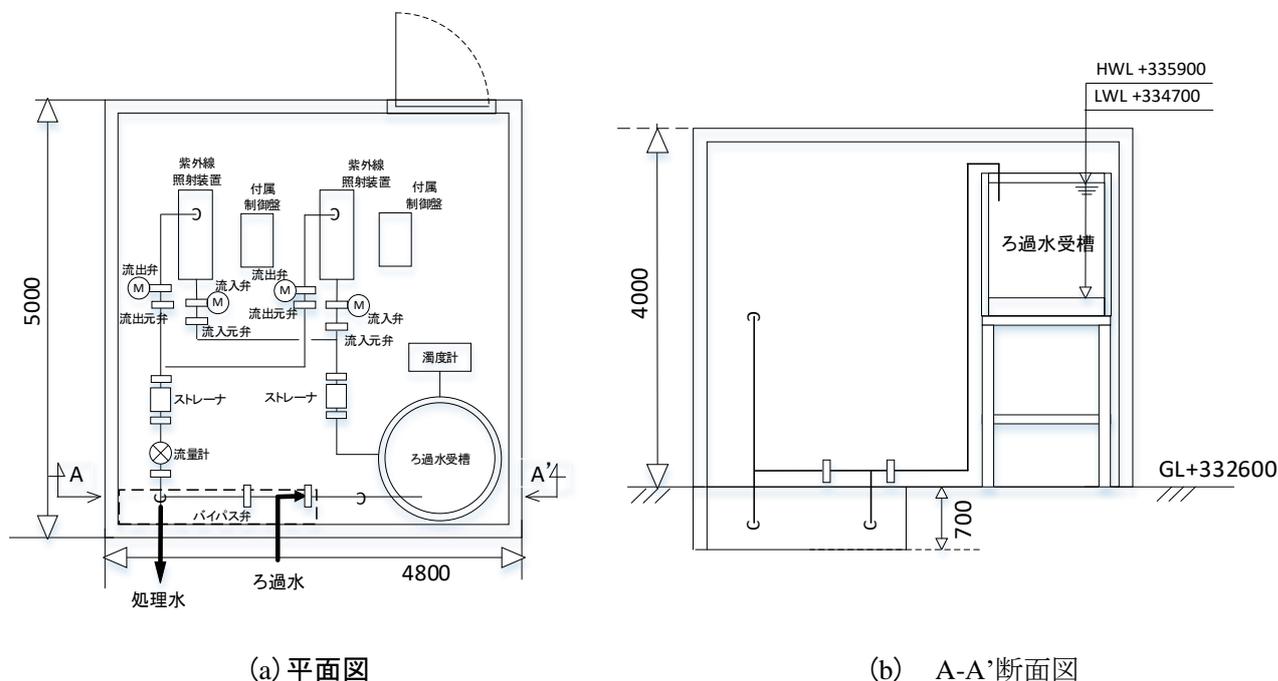


図 4-13 設置イメージ図

4. ケーススタディ

設置にあたり、スペースが限られることから、紫外線照射装置は異常時や保守時を考慮し、予備機を設け全体として2基とする。また原水管、処理水管は一部共通配管とし、ストレーナは流入、流出ともに全体として各々1基とする。

このスペースには以下が含まれている。

- ・紫外線照射装置維持管理スペース
- ・機器類の搬出入スペース

4.4.5 設置箇所

設置位置を検討するにあたり、浄水場内に配置すること、既存の設備の改修が簡便なことを優先して設置位置を検討する。水位高低図及び場内平面図より、導入対象としている△1、△2ともに水頭が足りず、加圧ポンプが必要である。緩速ろ過池と配水池の間(△1)は配管取合いを設けることで設置可能である。(△2)配水池以降は埋設配管の深度が深くなること及び配管を避けて建屋を設置すると建屋の必要面積が確保できないことから設置困難であると判断した。

表 4-13 設置位置の選定(A 簡易水道)

	場所	水理条件	敷地条件	その他条件
△1	緩速ろ過池から配水池	制約あり	設置可能	—
△2	配水池以降	制約あり	設置不可能	配管取合い部から距離が離れる

今回は、水理条件、設置スペース、その他条件ともに最も設置条件が良い△1に紫外線処理設備を新設する方針とする。

紫外線処理設備を導入した場合の浄水処理フローを図 4-14 に、場内配置図を図 4-15 に示す。

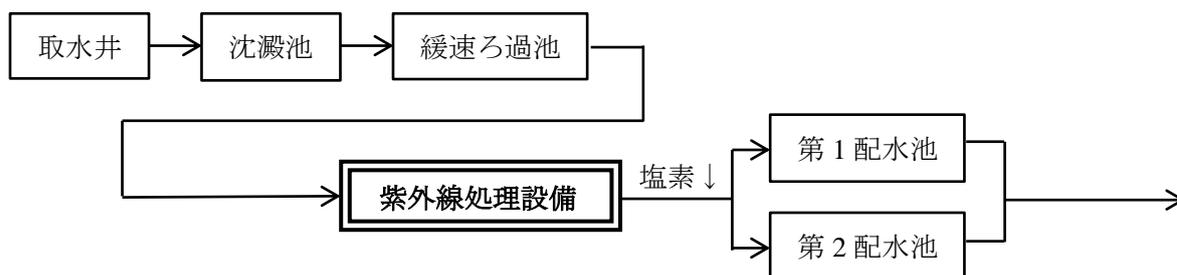


図 4-14 紫外線処理設備を導入した場合の浄水処理フロー(A 浄水場)

4. ケーススタディ

→ : 紫外線処理設備用配管布設位置

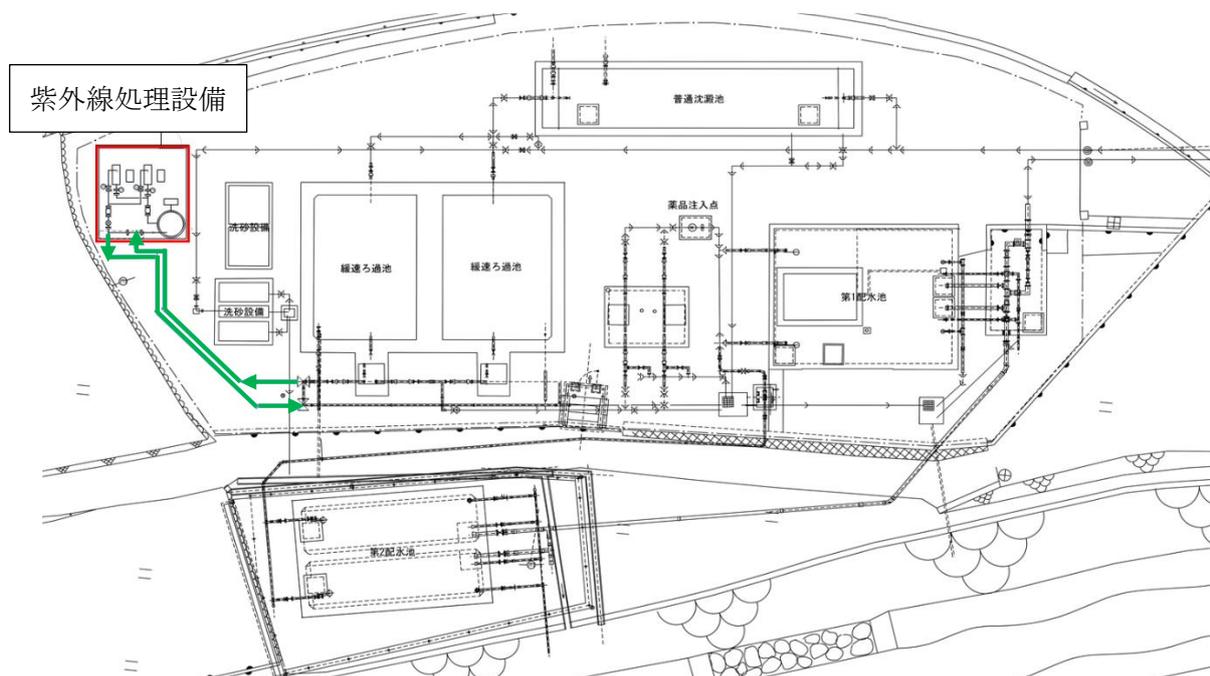


図 4-15 紫外線処理設備を導入した場合の場内配置図(A 浄水場)

4. ケーススタディ

4.4.6 設備更新概要

緩速ろ過池から配水池までの配管を分岐して、新設した紫外線処理室にて紫外線処理する。工種別に検討が必要な項目及び数量を以下に示す。ただし、各工種の費用に関しては、地域性、配管及び配線ルート等の考慮すべき点が多いことから記載しない。

表 4-14 工事の概要 (A 浄水場)

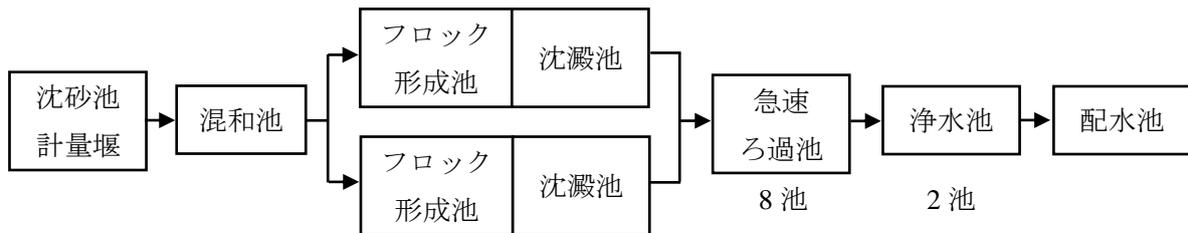
工種	項目	数量	単位	仕様
土木工事	場内配管	30	m	配管径 φ80
	不断水工	1	式	φ75
	土工事	1	式	
	建屋 (紫外線処理室)	1	式	5.0 m×4.8 m×H 4.0 m
機械設備工事	紫外線照射装置	2	基	UV-LED、AC200V 級×0.8 kW 程度、機側盤 1 面/基含む
	ストレーナ	1	台	SUS 製、φ80、装置流入側
	ストレーナ	1	台	SUS 製、φ80、装置流出側
	手動弁	11	台	φ80×10 KF
	電動弁	4	台	φ80×10 KF AC200V 級×0.1kW 程度
	流量計	1	台	電磁流量計、φ80×10 KF
	濁度計	1	台	散乱光方式
	ろ過水受槽	1	槽	有効 1.5 m ³ (滞留時間 10 分程度)
	水中ポンプ	2	台	AC200V 級×0.4 kW
電気設備工事	配電・計装設備	1	式	
	既設機能増設	1	式	計装盤
	建築電気設備	1	式	照明、換気等

4. ケーススタディ

4.5 B 浄水場での検討例【低圧紫外線ランプの場合】

4.5.1 基本情報

原 水 : 地表水(河川水)
施設能力 : 3,960 m³/日
処理フロー : 普通沈澱→緩速ろ過→塩素消毒



施設の特徴 : 通常時は清澄な原水である
原水水質の季節変動はないが、10 mm 程度の降雨により
原水濁度が 100～200 度になる

ろ過におけるクリプトスポリジウム等対策

捨水 : 行っていない
スローダウン : 行っていない
スロースタート : 行っていない
二段凝集 : 行っていない
その他 : ろ過水濁度 0.1 以下で管理を行っている

4. ケーススタディ

(1) 水質

原水の年間変動は表 4-15 のとおりである。

表 4-15 原水の年間変動(B 浄水場、令和 2 年度)

項目	単位	最大	最小	平均
pH	—	—	—	7.6
濁度	度	100	—	0.3
色度	度	—	—	1.6
鉄	mg/L	—	—	<0.03
マンガン及びその化合物	mg/L	—	—	<0.005
硬度	mg/L as CaCO ₃	—	—	25
TOC	mg/L	—	—	0.4

処理対象水の水質の年間変動は表 4-16 のとおりである。硬度は 25 mg/L as CaCO₃ であり、鉄及びマンガン及びその化合物はそれぞれ年間を通して 0.03 mg/L 未満、0.005 mg/L 未満であり、対策指針の「鉄が 0.1 mg/L 以下、硬度が 140 mg/L 以下及びマンガンが 0.05 mg/L 以下」を満足している。

表 4-16 浄水の年間変動(B 浄水場、令和 2 年度)

項目	単位	最大	最小	平均
pH	—	7.7	7.2	7.5
濁度	度	<0.1	—	—
色度	度	<1	—	—
鉄	mg/L	<0.03	—	—
マンガン及びその化合物	mg/L	<0.005	—	—
硬度	mg/L as CaCO ₃	—	—	77
TOC	mg/L	0.4	<0.3	<0.3

4. ケーススタディ

(2) 浄水処理フロー

B 浄水場の現状の浄水処理フローを図 4-16 に示す。導入対象となる位置は、(Δ1)急速ろ過池から浄水池の間と、(Δ2)浄水池から配水池の間、の2か所となる。

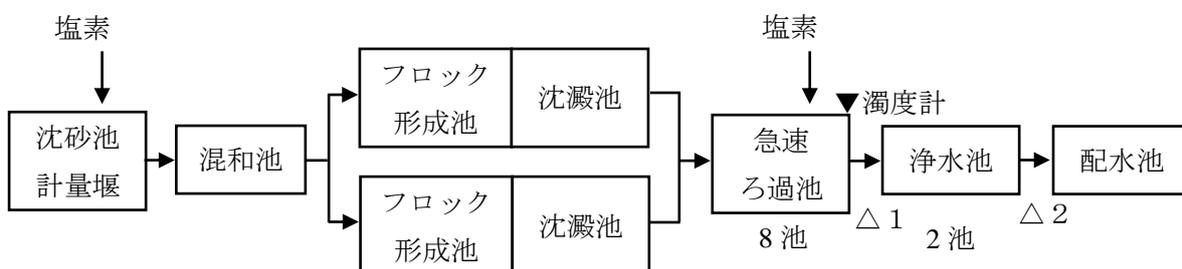


図 4-16 現状の浄水処理フロー(B 浄水場)

(3) 水位高低

B 浄水場の水位高低図を図 4-17 に示す。

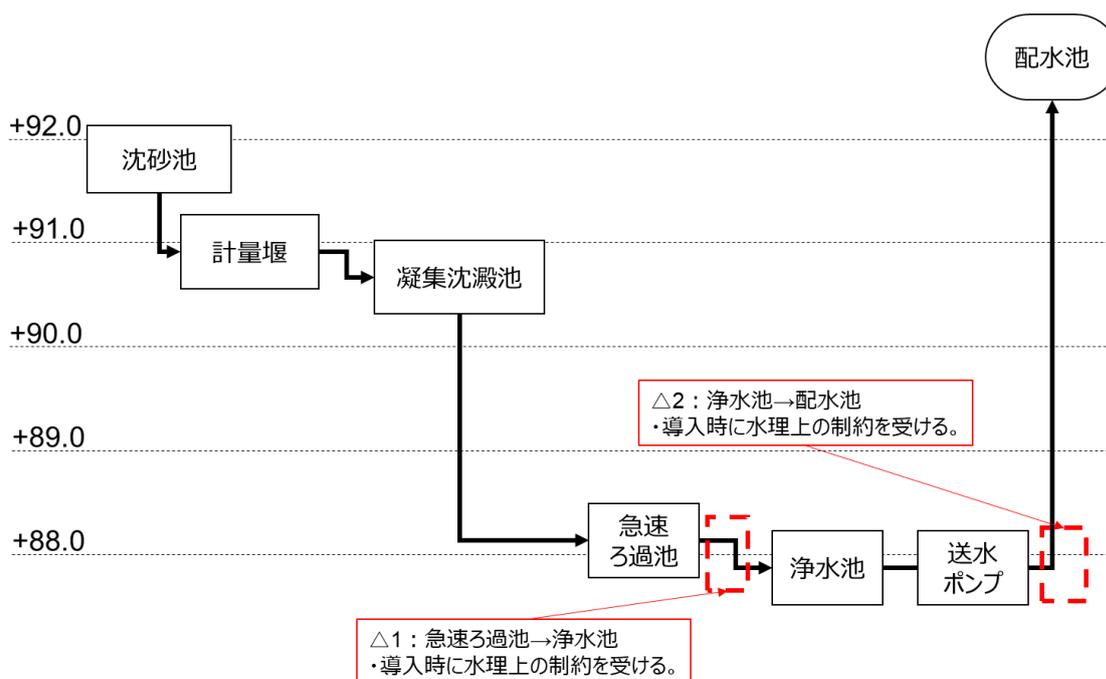


図 4-17 水位高低図(B 浄水場)

4. ケーススタディ

急速ろ過池以降の各設備の水位を表 4-17 に示す。

表 4-17 新設系急速ろ過池以降の各設備の水位 (B 浄水場)

設備	単位	HWL	LWL	WL
急速ろ過池	m	—	—	+88.560
浄水池	m	+88.460	+85.460	—
配水池	m	—	—	—

導入対象となる、 $\Delta 1$ の水位差は以下のとおりである。

$\Delta 2$ については配水池の HWL 情報がないため、記載していない。

($\Delta 1$) 急速ろ過池から浄水池 (HWL 時) : 0.1 m (+88.560 m - 88.460 m)

4. ケーススタディ

(4) 敷地条件

B 浄水場の場内平面図を図 4-18 に示す。△1、△2 に紫外線処理設備を導入する際に使用可能な敷地寸法を表 4-18 に示す。

表 4-18 紫外線処理設備導入時に使用可能な敷地寸法(B 浄水場)

設備	敷地寸法	
(△1) 急速ろ過池→浄水池の間	幅 8 m	長さ 15 m
(△2) 浄水池→配水池の間 (浄水池ポンプ室内外)	幅 3 m	長さ 5 m

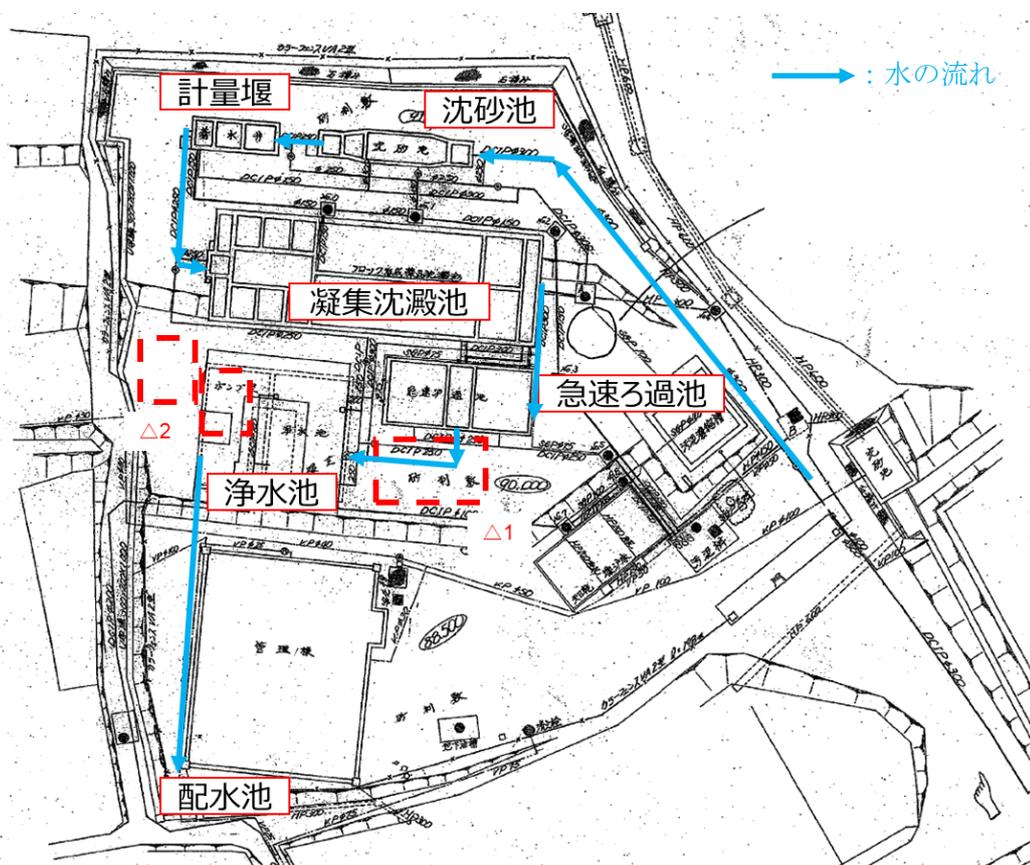


図 4-18 場内平面図(B 浄水場)

4.5.2 紫外線処理適用可否の確認

調査結果より、B 浄水場ではレベル 4 の施設に該当しており、ろ過水が紫外線処理の対象となりうる。

ろ過水の水質として、紫外線透過率のデータはないが、濁度、色度ともに紫外線照射適用水質を十分に満たすことから、B 浄水場ではろ過水を対象に紫外線処理を適用してクリプトスポリジウム等対策を行うことが可能と判断する。

4. ケーススタディ

4.5.3 紫外線処理設備の概要

(1) 紫外線照射装置の概要

2.2.3 を参照して、本ケースでは低圧紫外線ランプにて検討することとした。

- 1) ランプの種類 : 低圧紫外線ランプ
- 2) 1日最大浄水量 : 3,960 m³/日
- 3) 装置基数 : 2基(うち1基は予備とする)
- 4) 1基当たりの処理水量 : 5,500 m³/日
- 5) 照射能力 : クリプトスポリジウム RED 12 mJ/cm² 以上
(クリプトスポリジウム 99.9%以上不活化)
- 6) ランプの本数 : 4本/基

(2) 装置構成

装置構成を表 4-19 に示す。

表 4-19 装置構成(B 浄水場)

適用	系列数	数量	備考
	1系列	1基	図 4-2 参照
✓	1系列	2基	図 4-3 参照 1基予備とし異常時に1基停止
	2系列	1基/系	図 4-4 参照 異常時に1系列停止可能
	複数系列	1基/系	図 4-4 参照 全体予備として1系列設置、異常時や保守時には1系停止可能

4. ケーススタディ

(3) 付帯設備

付帯設備を表 4-20 に示す。

表 4-20 付帯設備 (B 浄水場)

設置	設備名称	数量	備考
○	流入元弁	1 台/式	<ul style="list-style-type: none"> ・手動 ・紫外線照射装置の保守作業時に全閉する
○	流入弁	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・装置停止時や異常時には全閉する
○	流出弁	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・装置停止時や異常時には全閉する
○	緊急遮断弁	1 台/式	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・装置停止時や異常時には全閉する
○	流出元弁	1 台/式	<ul style="list-style-type: none"> ・手動
○	バイパス弁	1 台/式	<ul style="list-style-type: none"> ・手動 ・全号機停止時に紫外線処理設備をバイパスするために設置する
○	排水弁	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・手動 ・常時閉 ・紫外線照射装置に付属
○	ストレーナ	2 台/式	<ul style="list-style-type: none"> ・紫外線照射装置の保護目的として、装置流入側に設置する ・紫外線ランプ破損対策として、装置流出側に設置する
○	加圧ポンプ	2 台	<ul style="list-style-type: none"> ・水位差のみで紫外線処理設備に通水できないため設置する
—	濁度計	—	<ul style="list-style-type: none"> ・既設流用
○	流量計	1 台/式	<ul style="list-style-type: none"> ・紫外線照射装置の処理量の把握のために設置する

4. ケーススタディ

4.5.4 損失水頭、必要スペースの検討

(1) 損失水頭

配管弁類、ストレーナ、紫外線照射装置等の損失水頭を算出したところ、全損失水頭 1.8 m を見込む必要がある。

導入対象としている△1 (急速ろ過池から浄水池まで)の水位差 (0.1 m) では、紫外線処理設備に通水できないため、加圧ポンプを設置することとした。

表 4-21 損失水頭の内訳 (B 浄水場)

種類	損失水頭 (m)	備考
ストレーナ	0.8	装置流入流出側、メーカー参考値
配管弁類	0.5	φ250
紫外線照射装置	0.5	メーカー参考値
全損失水頭 =		1.8 m

(2) 必要スペース

設置イメージ図を図 4-19、図 4-20 に示す。

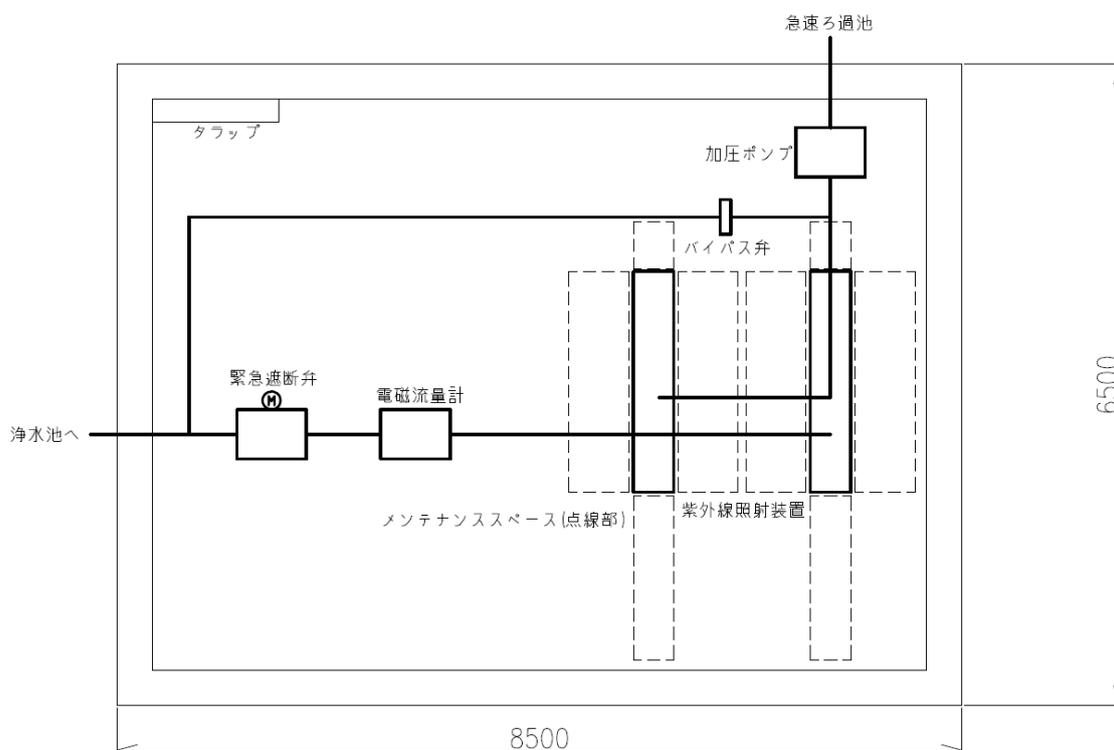


図 4-19 設置イメージ図(平面)

4. ケーススタディ

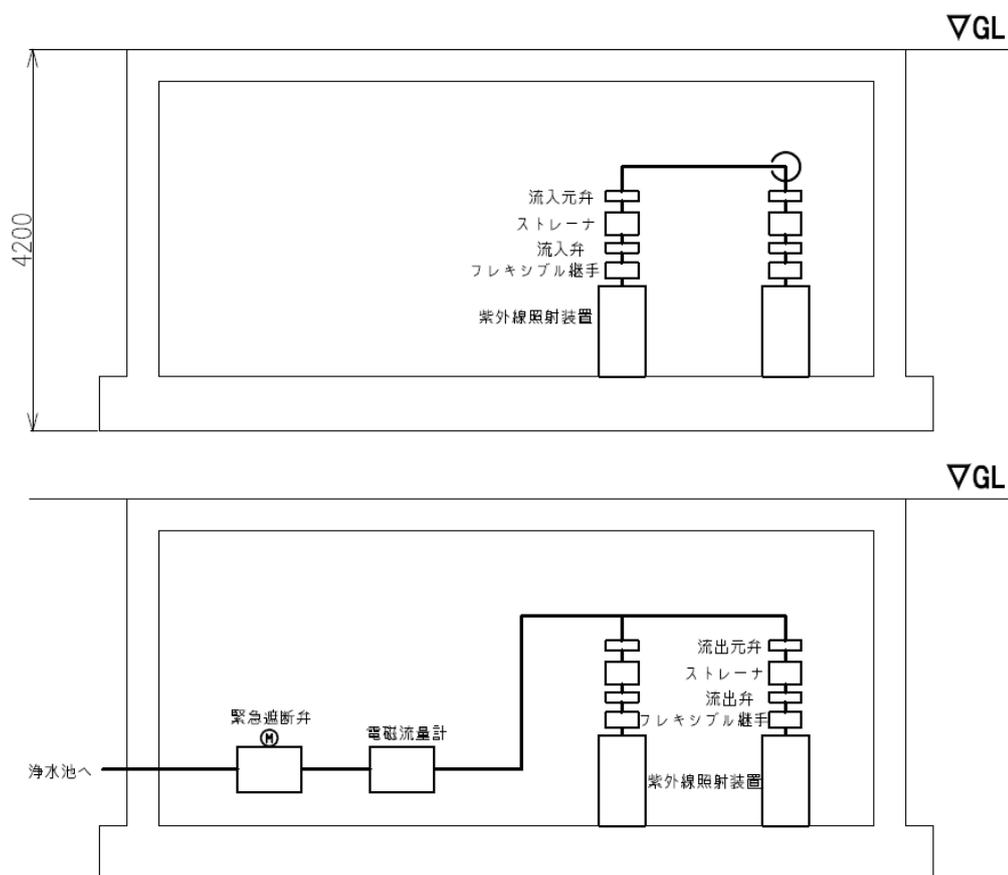


図 4-20 設置イメージ図(断面)
(上)装置流入側 (下)装置流出側

紫外線照射装置は、異常時や保守時を考慮して、1基予備機を設けている。また、原水管、処理水管は一部共有とし、ストレーナは流入及び流出側にそれぞれ1基とする。

紫外線処理設備を設置するために必要なスペースは下記のとおりである。

全長：8,500 mm、全幅：6,500 mm、全高：4,200 mm

なお、このスペースには以下を含んでいる。

- ・紫外線ランプの取り出しスペース
- ・ストレーナのエレメント取出しスペース
- ・その他部品交換などの維持管理スペース
- ・機器類の搬出入スペース

4. ケーススタディ

4.5.5 設置箇所

設置位置を検討するにあたり、既存の水位差を有効利用できること、使用可能な敷地内に配置できること、その他条件を考慮して設置位置を検討する。

水位高低図及び場内図面から、 $\Delta 1$ と $\Delta 2$ の水理条件は同等であるが、 $\Delta 2$ は設置スペースが不十分である。

表 4-22 設置位置の選定 (B 浄水場)

場所	水理条件	敷地条件	その他条件
$\Delta 1$ 急速ろ過池から浄水池の間	加圧の必要あり	設置可能	・加圧ポンプの設置が必要
$\Delta 2$ 浄水池から配水池の間	不明	設置不可能	・配水池のレベルが不明確であり、送水ポンプを流用できるか不明

今回は、設置スペースの条件で最も設置条件が良い $\Delta 1$ において紫外線処理設備の新設を検討する。紫外線処理設備導入後の浄水処理フローを図 4-21 に、場内配置図を図 4-22 に示す。

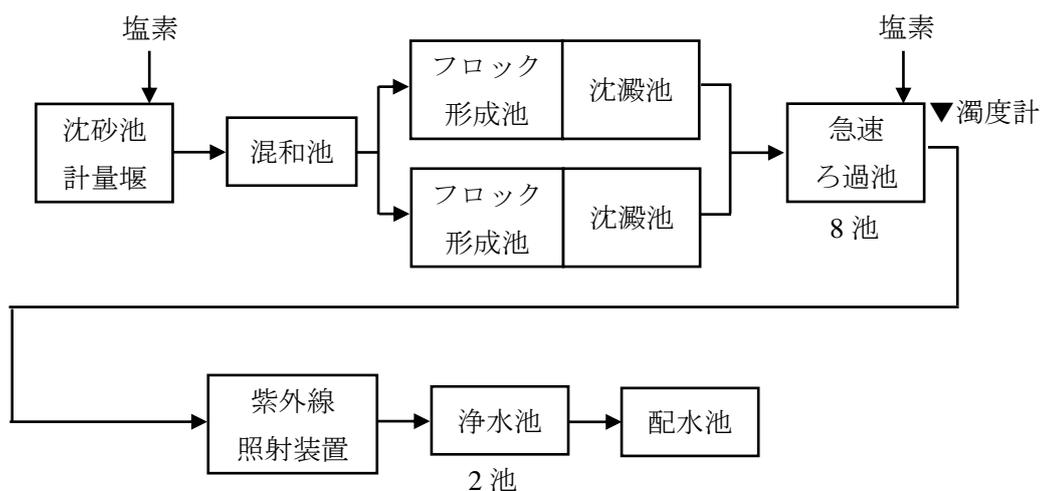


図 4-21 紫外線処理設備を導入した場合の浄水処理フロー (B 浄水場)

4. ケーススタディ

→ : 紫外線処理設備用配管布設位置

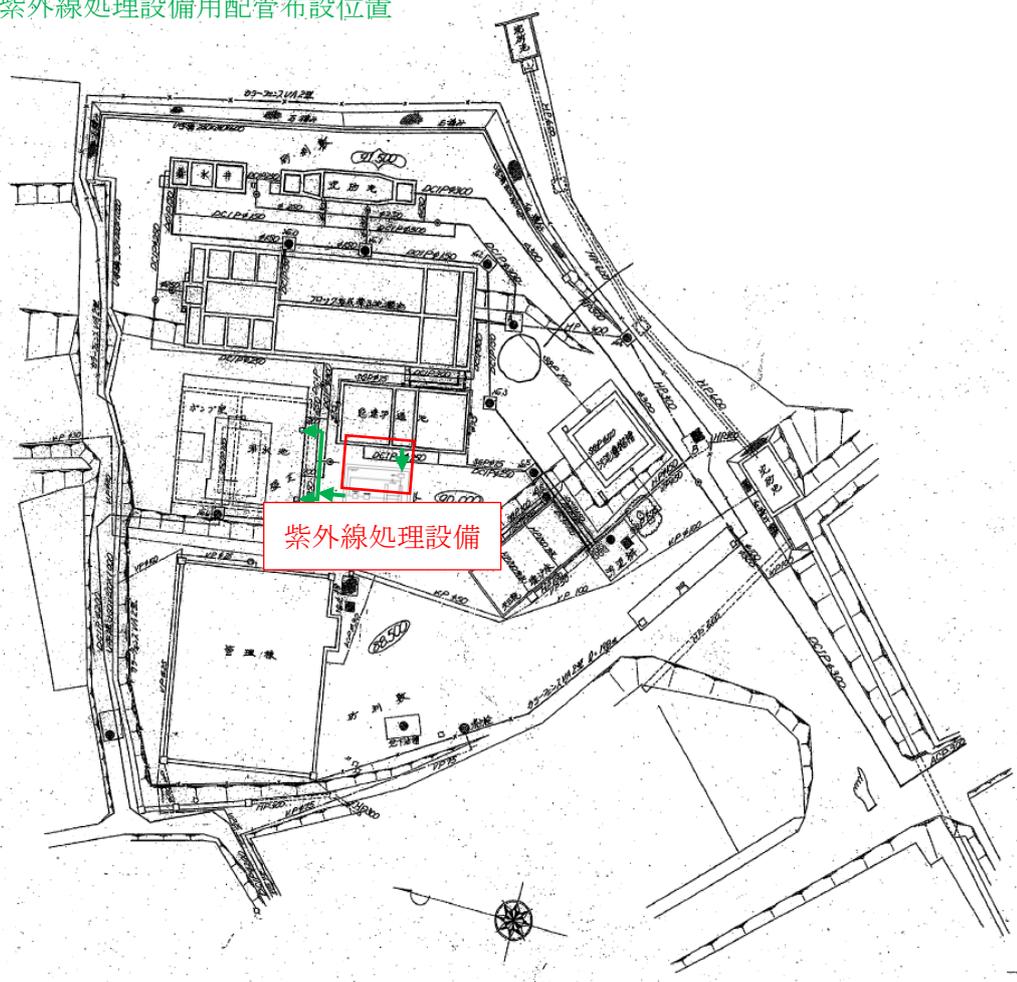


図 4-22 紫外線処理設備を導入した場合の場内配置図(B 浄水場)

4. ケーススタディ

4.5.6 設備更新概要

急速ろ過池から浄水池までの間に新設した紫外線処理室にて紫外線処理を行う。工種別に検討が必要な項目と数量を以下に示す。ただし、各工種の費用に関しては、地域性、配管及び配線ルートなどの考慮すべき点が多いことから記載しない。

表 4-23 工事の概要 (B 浄水場)

工程	項目	数量	単位	仕様
土木工事	場内配管	10	m	配管径 φ250
	土工事	1	式	
建設工事	建屋	55.3	m ²	8.5 m×6.5 m×4.2 mH
機器設備工事	紫外線照射装置	2	基	低圧水銀ランプ AC200V 級×0.9 kW 付属制御盤 1 面/基含む
	ストレーナ	4	台	FC200 製、φ200 装置流入流出側
	手動弁	4	台	φ200
	電動弁	4	台	φ200 AC200V 級×0.065 kW
	緊急遮断弁	1	台	φ250
電気設備工事	配電・計装設備	1	式	上位盤～付属制御盤
	流量計	1	台	電磁流量計 φ250
	濁度計	—	台	既設流用
	建屋電気設備	1	式	照明、換気など

4. ケーススタディ

4.6 C 浄水場での検討例【中圧紫外線ランプの場合】

4.6.1 基本情報

原水 : 地表水(河川水)
施設能力 : 11,250 m³/日
処理フロー : 普通沈澱→急速ろ過→塩素消毒



施設の特徴 : 原水は地表水(河川水)である
濁度は冬季0度程度、夏期に1度程度で降雨時に濁度上昇が起こりやすい
色度は冬季2~3度、夏期5度程度まで上昇する
近年の最大給水量は7,600 m³/日である
急速ろ過池は4池あり、最大給水量の時のろ過速度は50 m/日である

ろ過におけるクリプトスポリジウム対策

捨水 : 現在改修中(4池のうち2池改修済)
スローダウン : 行っていない
スロースタート : 行っていない
二段凝集 : 行っていない
その他 : 1池ごとにろ過水濁度の監視
濁度が規定値以上となった場合、警報

4. ケーススタディ

(1) 水質

処理対象水の水質の年間変動は表 4-24 のとおりである。ただし、濁度についてはろ過水の値を、それ以外については給水の値を利用した。硬度は年間最大 20 mg/L as CaCO₃ 未満、鉄、マンガン及びその化合物はそれぞれ年間を通して 0.01 mg/L 未満、0.001 mg/L 未満であり、対策指針の「鉄が 0.1 mg/L 以下、硬度が 140 mg/L 以下及びマンガンが 0.05mg/L 以下」を満足している。

表 4-24 処理対象水水質の年間変動(C 浄水場、令和 4 年度)

項目	単位	最大	最小	平均
濁度	度	<0.1	—	—
色度	度	<1	—	—
鉄	mg/L	<0.01	—	—
マンガン及びその化合物	mg/L	<0.001	—	—
硬度	mg/L as CaCO ₃	<20	—	—
TOC	mg/L	0.6	0.3	0.51

令和 4 年度水質基準項目検査結果より

(2) 浄水フロー

C 浄水場の現状の浄水処理フローを図 4-23 に示す。導入対象となる位置は、(Δ 1)急速ろ過池から浄水池の間と、(Δ 2)浄水池二次側、の 2 か所となる。

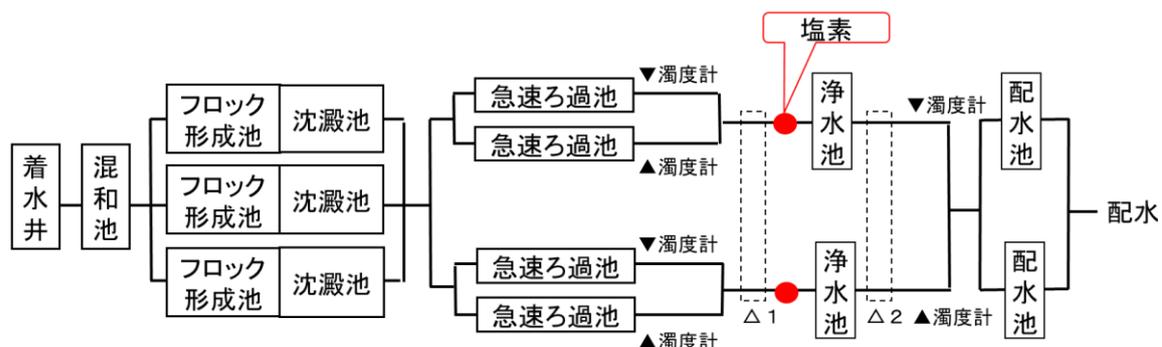


図 4-23 現状の浄水フロー(C 浄水場)

4. ケーススタディ

(3) 水位高低

C 浄水場の急速ろ過池～浄水池の水位高低図を図 4-24 に示す。

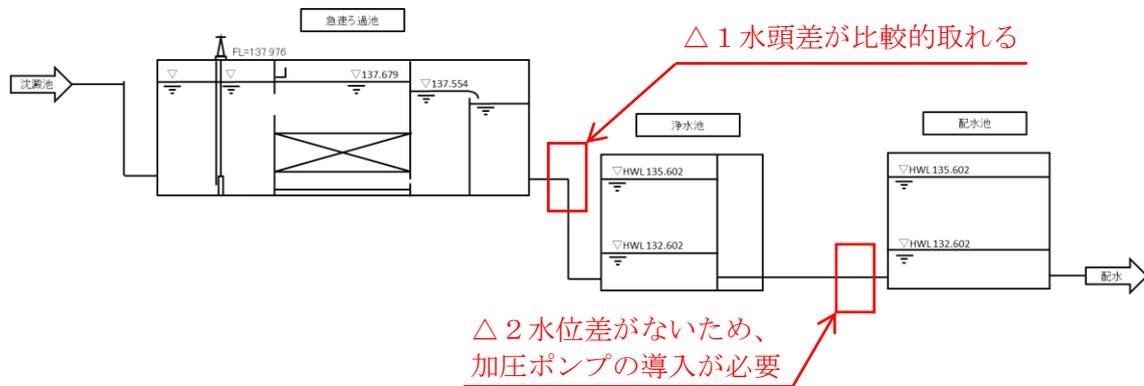


図 4-24 水位高低図(C 浄水場)

急速ろ過池以降の各設備の水位を表 4-25 に示す。

表 4-25 急速ろ過池以降の各設備の水位

設備	単位	HWL	LWL
急速ろ過池	m	+137.554	—
浄水池	m	+135.602	+132.602
配水池	m	+135.602	+132.602

導入対象となる、 $\Delta 1$ の水位差は以下のとおりとなる。

($\Delta 1$) 急速ろ過池から浄水池 : 1.952 m (+137.554 m - 135.602 m)

4. ケーススタディ

(4) 敷地条件

C 浄水場の場内平面図を図 4-25 に示す。△1、△2 に紫外線処理設備を導入する際に使用可能な敷地寸法を表 4-26 に示す。

表 4-26 紫外線処理設備導入時に使用可能な敷地寸法(C 浄水場)

設備	敷地寸法	
(△1) 急速ろ過池から浄水池	幅 8 m	長さ 7 m
(△2) 浄水池から配水池	幅 5 m	長さ 7 m

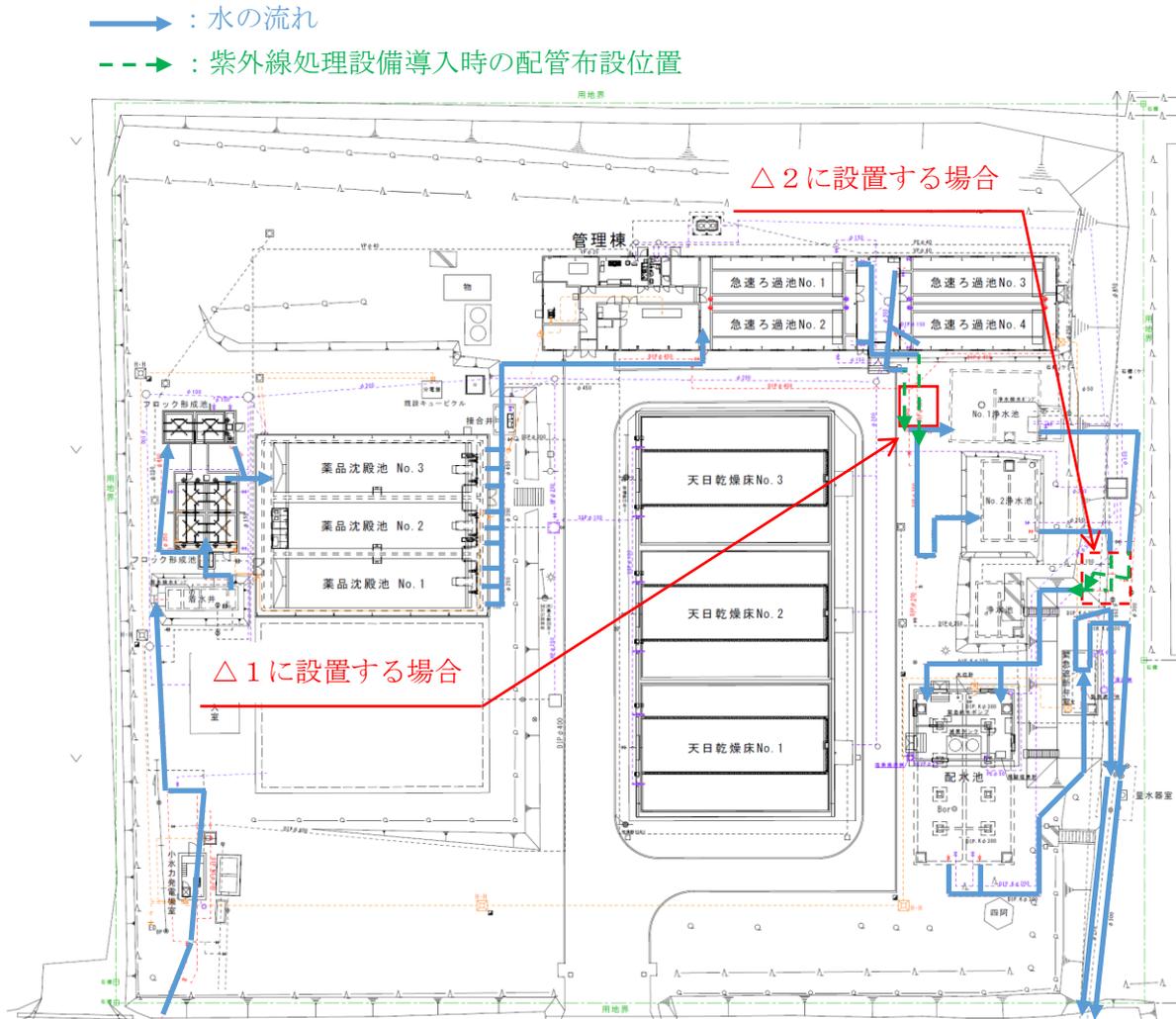


図 4-25 場内平面図(C 浄水場)

4. ケーススタディ

4.6.2 紫外線処理適用可否の確認

調査結果より、C 浄水場ではレベル 4 の施設に該当しており、ろ過水が紫外線処理の対象となりうる。

ろ過水の水質は紫外線透過率のデータはないが、濁度、色度ともに紫外線照射適用水質を十分に満たすことから、C 浄水場ではろ過水を対象に紫外線処理を適用してクリプトスポリジウム等対策を行うことが可能と判断する。

4.6.3 紫外線処理設備の概要

(1) 紫外線照射装置の概要

2.2.3 を参照して、本ケースでは中圧紫外線ランプにて検討することとした。

- 1) ランプの種類 : 中圧紫外線ランプ
- 2) 1 日最大浄水量 : 7,600 m³/日
- 3) 装置基数 : 2 基(うち 1 基は予備とする)
- 4) 装置の基準処理性能 : 7,600 m³/日
- 5) 照射能力 : クリプトスポリジウム RED 12 mJ/cm² 以上
(クリプトスポリジウム等 99.9%以上不活化)
- 6) ランプの本数 : 3 本/基

(2) 装置構成

装置構成を表 4-27 に示す。

表 4-27 装置構成(C 浄水場)

適用	系列数	数量	備考
	1 系列	1 基	図 4-2 参照
	1 系列	2 基	図 4-3 参照 1 基予備とし異常時に 1 基停止
✓	2 系列	1 基/系	図 4-4 参照 異常時に 1 系列停止可能
	複数系列	1 基/系	図 4-4 参照 全体予備として 1 系列設置、異常時や保守時には 1 系停止可能

4. ケーススタディ

(3) 付帯設備

付帯設備を表 4-28 に示す。

表 4-28 付帯設備 (C 浄水場)

適用	設備名称	数量	備考
○	流入元弁	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・手動 ・電磁流量計等の保守作業時に全閉する
—	流入弁	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・流出弁を設置するため設置しない
○	流出弁	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・装置停止時や異常時には全閉する
○	流出元弁	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・手動 ・電磁流量計等の保守作業時に全閉する
○	バイパス弁	1 台/全基	<ul style="list-style-type: none"> ・手動 ・1 系列停止時に処理対象水をもう一方の系列に通水し、バックアップ運転ができよう設置する
—	排水弁	1 台/全基	<ul style="list-style-type: none"> ・手動又は電動 ・常時閉 ・高濁度時等に配管内の濁水を排水する際に使用するが、施設運用で対応できるため今回は設置しない
○	ストレーナ	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・流出破損対策 ・ろ過水濁度は最大でも 0.1 度以下と比較的低いため、流入側のストレーナは不要と判断し、今回は流出側のみ設置する
—	加圧ポンプ	2 台	<ul style="list-style-type: none"> ・水位差のみで紫外線処理設備に通水できるため、今回は設置しない
—	濁度計	—	<ul style="list-style-type: none"> ・既設有(ろ過池出口濁度計)
○	流量計	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・紫外線照射装置の運転制御のため装置流出側に設置 ・2 基のうち的一方は上流側の直管長確保のため、別途用意した流量計室内にて設置する

4. ケーススタディ

4.6.4 損失水頭、必要スペースの検討

(1) 損失水頭

配管弁類、ストレーナ、紫外線照射装置等の損失水頭を算出したところ、全損失水頭 1.24 m を見込む必要がある。

導入対象としている $\Delta 1$ では水位差が 1.95 m と、全損失水頭 1.24 m 以上であるため、加圧ポンプは不要と判断した。

表 4-29 損失水頭の内訳(C 浄水場)

種類	損失水頭 (m)	備考
配管弁類	0.04	
ストレーナ	1.00	装置流出側
紫外線照射装置	0.20	メーカー参考値
送水管	—	検討除外
全損失水頭 =		1.24 m

(2) 必要スペース

設置イメージを図 4-26、図 4-27 に示す。

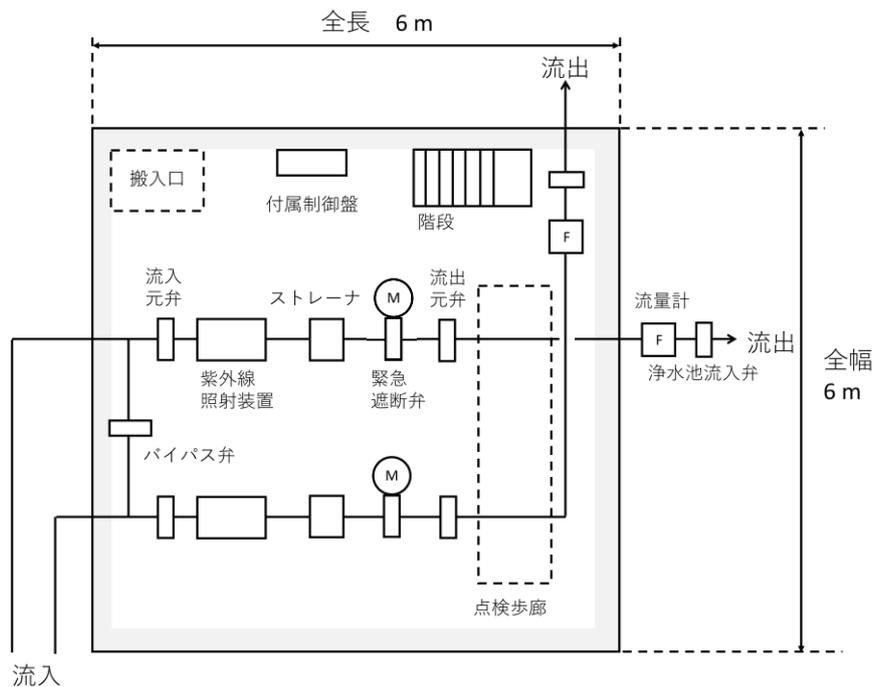


図 4-26 設置イメージ(平面)

4. ケーススタディ

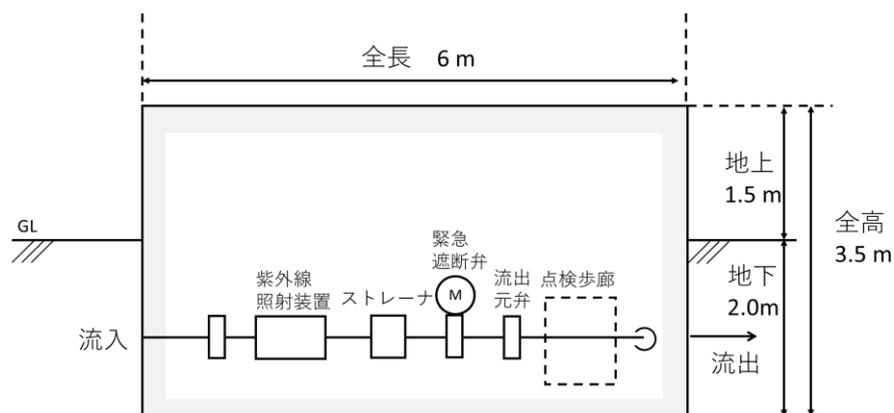


図 4-27 設置イメージ(断面)

既設の浄水場全体の運用方法を踏襲して、通常時は 2 系列運転とするが、1 系列でも十分に処理が可能である。そのため、本ケーススタディでは便宜上、予備機 1 基と表記する。紫外線処理設備を設置するために必要なスペースは下記のとおりである。

全長：6,000 mm、全幅：6,000 mm、全高：3,500 mm

なお、このスペースには以下が含まれている。

- ・紫外線ランプの取出しスペース
- ・ストレーナのエレメント取出しスペース
- ・機器類の搬出入スペース

また、流量計については 2 系列のうち的一方は建屋内に設置し、もう一方については上流側の直管長が設備内で確保できなかったため、別途流量計室を用意する。

4.6.5 設置箇所

敷地条件としては、設置する配水池流入管の GL とのレベル関係、設置スペースが焦点となる。(Δ1) 急速ろ過池から浄水池までは、埋設管部に設置するため土木工事が必要になるが、設置スペースとしては十分である。一方、(Δ2) 浄水池から配水池までは、水位差がないため加圧ポンプの導入が必要となる。

表 4-30 設置位置の選定(C 浄水場)

	場所	水理条件	敷地条件	その他条件
Δ 1	急速ろ過池から 浄水池の間	加圧の必要なし	設置可能	1 系列ずつ順次工事中することで、送水に支障がなく浄水場の運用が可能。
Δ 2	浄水池から 配水池	加圧の必要あり	設置可能	加圧ポンプ設備が必要

今回は、敷地条件、水位差ともに最も条件が良い Δ 1 において紫外線処理設備の新設を検討する。紫外線処理設備を導入した場合の浄水処理フローを図 4-28 に、場内配置図を図 4-29 に示す。

4. ケーススタディ

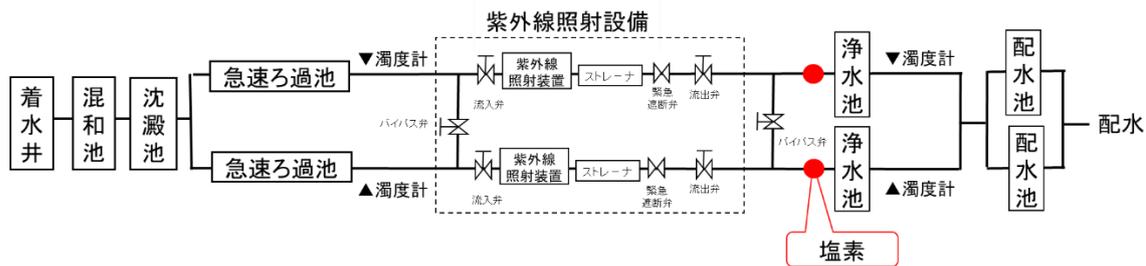


図 4-28 紫外線処理設備を導入した場合の浄水処理フロー(C 浄水場)

→ : 紫外線処理設備用配管布設位置

■ : 流量計室

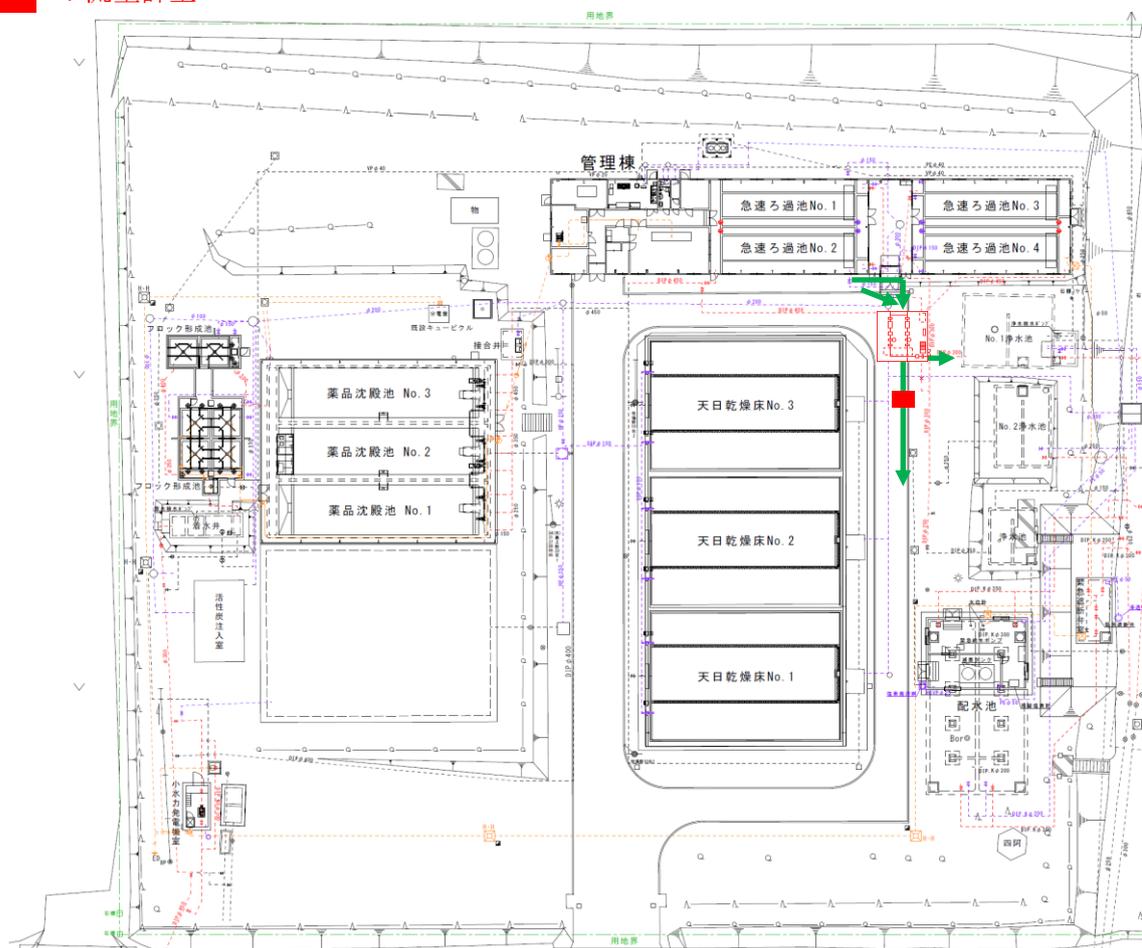


図 4-29 紫外線処理設備を導入した場合の場内配置図(C 浄水場)

4. ケーススタディ

4.6.6 設備更新概要

急速ろ過池から浄水池間の埋設配管を分岐して紫外線処理を行う。設備設置にあたり、工種別に検討が必要な項目及び数量を表 4-31 に示す。ただし、各工種の費用に関しては、地域性、配管及び配線ルート等の考慮すべき点が多いことから記載しない。

表 4-31 工事の概要(C 浄水場)

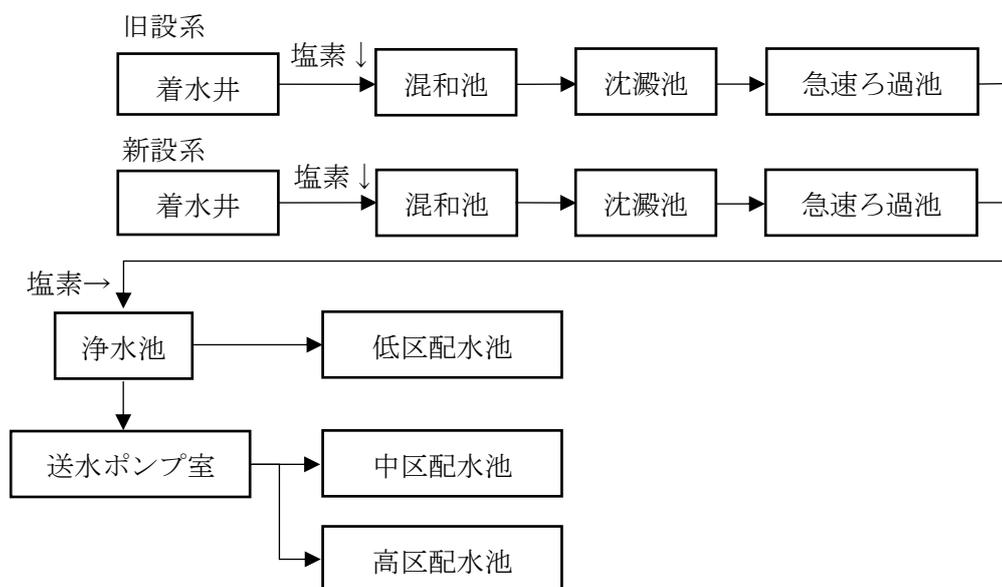
工種	項目	数量	単位	仕様
土木工事	場内配管	20	m	配管径 φ300
	土工事	1	式	
建築工事	RC 地下室	36	m ²	6 m×6 m×3.5 mH
機械設備工事	紫外線照射装置	2	基	中圧、AC400/200V 級×6.0 kW 付属制御盤 1 面/基含む
	ストレーナ	2	台	SUS 製、φ300、装置流出側
	手動弁	4	台	φ300
	電動弁	4	台	φ300 AC400/200V 級×0.2kW
電気設備工事	配電・計装設備	1	式	中央盤～配電盤～制御盤
	流量計	2	台	
	濁度計	—	台	既設流用
	既設機能増設	1	式	バルブ現場操作盤、中央操作室
	建築電気設備	1	式	照明、換気等

4. ケーススタディ

4.7 D 浄水場での検討例【低圧紫外線ランプの場合】

4.7.1 基本情報

原水	:	地表水(河川水)
施設能力	:	24,000 m ³ /日
		新設系 16,000 m ³ /日
		旧設系 8,000 m ³ /日
処理フロー	:	薬品沈澱→急速ろ過→塩素消毒



施設の特徴	:	着水井から低区配水池は自然流下 中区・高区配水池は送水ポンプ室で加圧して配水する 複数回の拡張工事を行っており、配水系統が複雑である 原水は冬場に水温が低下 雪解け時にフロック形成の不良がまれに起きる 台風・豪雨時に濁度が 200~300 度まで上昇する (通常は 5 度程度)
-------	---	---

ろ過におけるクリプトスポリジウム等対策

捨水	:	行っていない
スローダウン	:	行っていない
スロースタート	:	行っていない
二段凝集	:	行っていない
その他	:	原水濁度を監視し、濁度 0.1 以下で管理を行っている

4. ケーススタディ

(1) 水質

原水の年間変動は表 4-32 のとおりである。

表 4-32 原水の年間変動(D 浄水場、令和 2 年度)

項目	単位	最大	最小	平均
pH	—	7.6	7.2	7.4
濁度	度	1.8	0.3	0.8
色度	度	3.9	1.7	2.4
鉄	mg/L	0.09	—	—
マンガン	mg/L	0.012	—	—
硬度	mg/L as CaCO ₃	35	—	—
TOC	mg/L	0.7	0.4	0.6

紫外線処理の対象となるろ過水の水質データが入手できなかったため、代替として給水栓浄水の年間水質データを利用する。

処理対象水の水質の年間変動は表 4-33 のとおりである。硬度は年間最大 35 mg/L as CaCO₃ であり、鉄、マンガン及びその化合物はそれぞれ年 1 回のみの測定ではあるが、0.03 mg/L 未満、0.005 mg/L 未満であり、対策指針の「鉄が 0.1 mg/L 以下、硬度が 140 mg/L 以下及びマンガンが 0.05mg/L 以下」を満足している。

表 4-33 給水栓浄水の年間変動(D 浄水場、令和 2 年度)

項目	単位	最大	最小	平均
pH	—	7.4	7	7.2
濁度	度	< 0.1	—	—
色度	度	< 0.6	—	—
鉄	mg/L	< 0	—	—
マンガン	mg/L	< 0	—	—
硬度	mg/L as CaCO ₃	35	—	—
TOC	mg/L	0.7	0.3	0.4

令和 2 年度水道法に基づく水質結果一覧より

4. ケーススタディ

(2) 浄水処理フロー

D 浄水場の現状の浄水処理フローを図 4-30 に示す。

浄水池下流側の管路が複雑であること、急速ろ過池近くに使用可能な敷地があること、後次亜注入点が浄水池流入部に設けられていることを踏まえ、各急速ろ過池の出口配管を延長し、新設する紫外線処理設備にて紫外線処理することとした。導入対象となる位置は、(Δ1)急速ろ過池から浄水池の間の急速ろ過池周辺、(Δ2)送水ポンプ室周辺の2か所である。

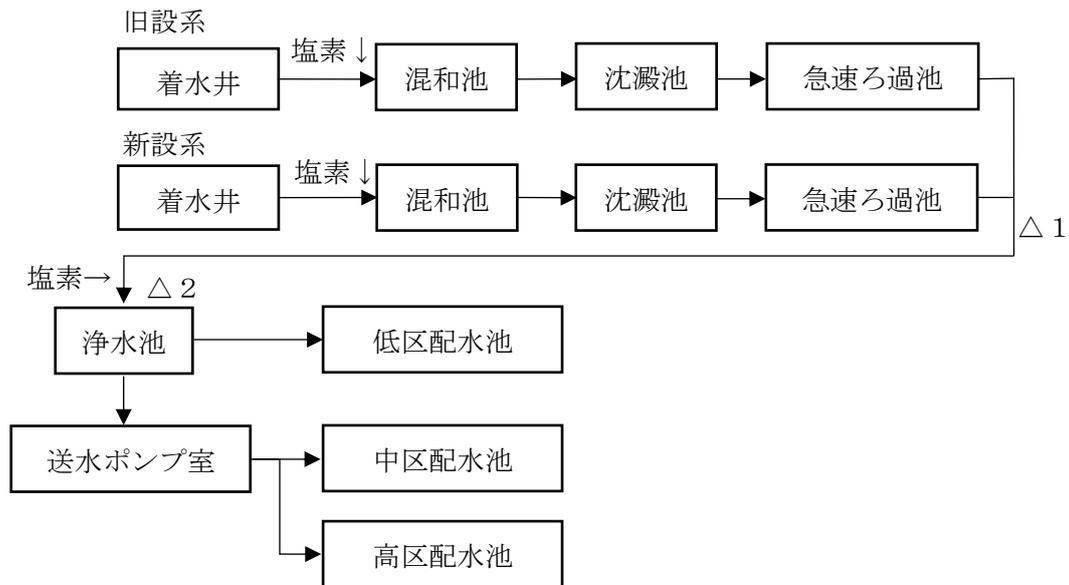


図 4-30 浄水処理フロー (D 浄水場)

4. ケーススタディ

(3) 水位高低

D 浄水場の水位高低図を図 4-31 に示す。

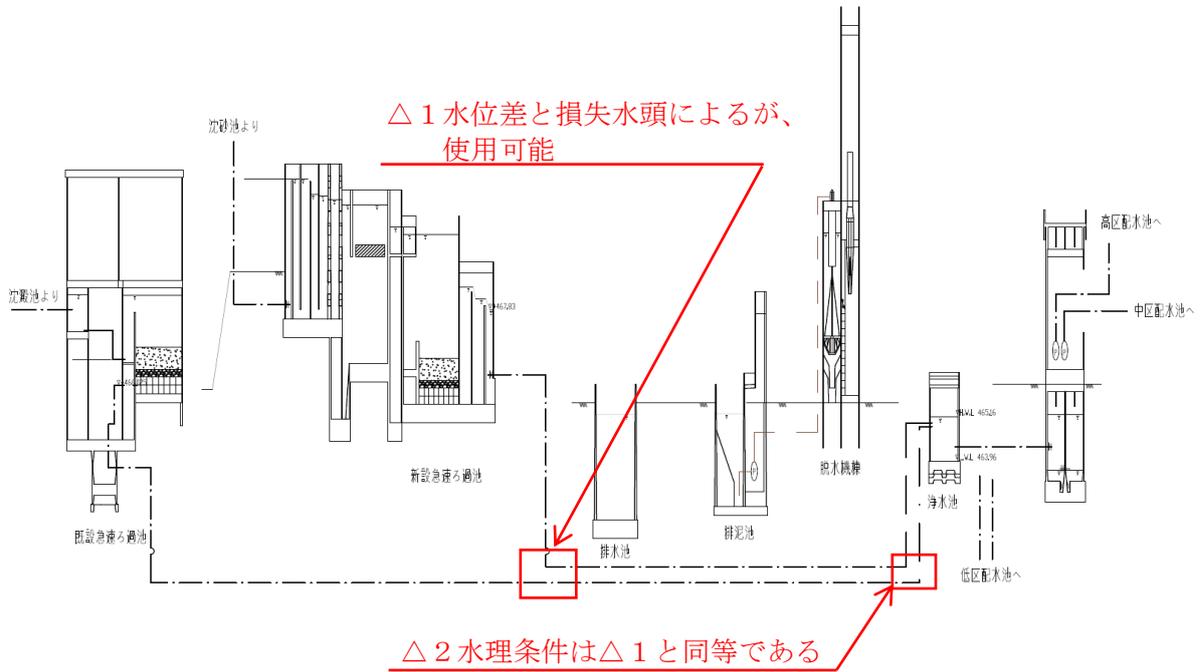


図 4-31 水位高低図(D 浄水場)

旧設急速ろ過池、新設ろ過池以降の各設備の水位を表 4-34 に示す。

表 4-34 急速ろ過池以降の各設備の水位(D 浄水場)

設備	単位	HWL	LWL	WL
旧設系急速ろ過池	m	—	—	+466.025
新設系急速ろ過池	m	—	—	+467.830
浄水池	m	+465.160	+463.960	—

導入対象となる、△1、2の水位差は以下のとおりである。

(△1、2)旧設系急速ろ過池から浄水池(HWL時)：0.865 m(+466.025 m - 465.160 m)

(△1、2)新設系急速ろ過池から浄水池(HWL時)：2.670 m(+467.830 m - 465.160 m)

4. ケーススタディ

(4) 敷地条件

D 浄水場の場内平面図を図 4-32 に示す。△1、2 に紫外線処理設備を導入する際に使用可能な敷地寸法を表 4-35 に示す。

表 4-35 紫外線処理設備導入時に使用可能な敷地寸法 (D 浄水場)

設備	敷地寸法	
(△1) 急速ろ過池から浄水池 (新設系急速ろ過池周辺)	幅 10 m	長さ 15 m
(△2) 急速ろ過池から浄水池 (送水ポンプ室周辺)	幅 7.5 m	長さ 10m

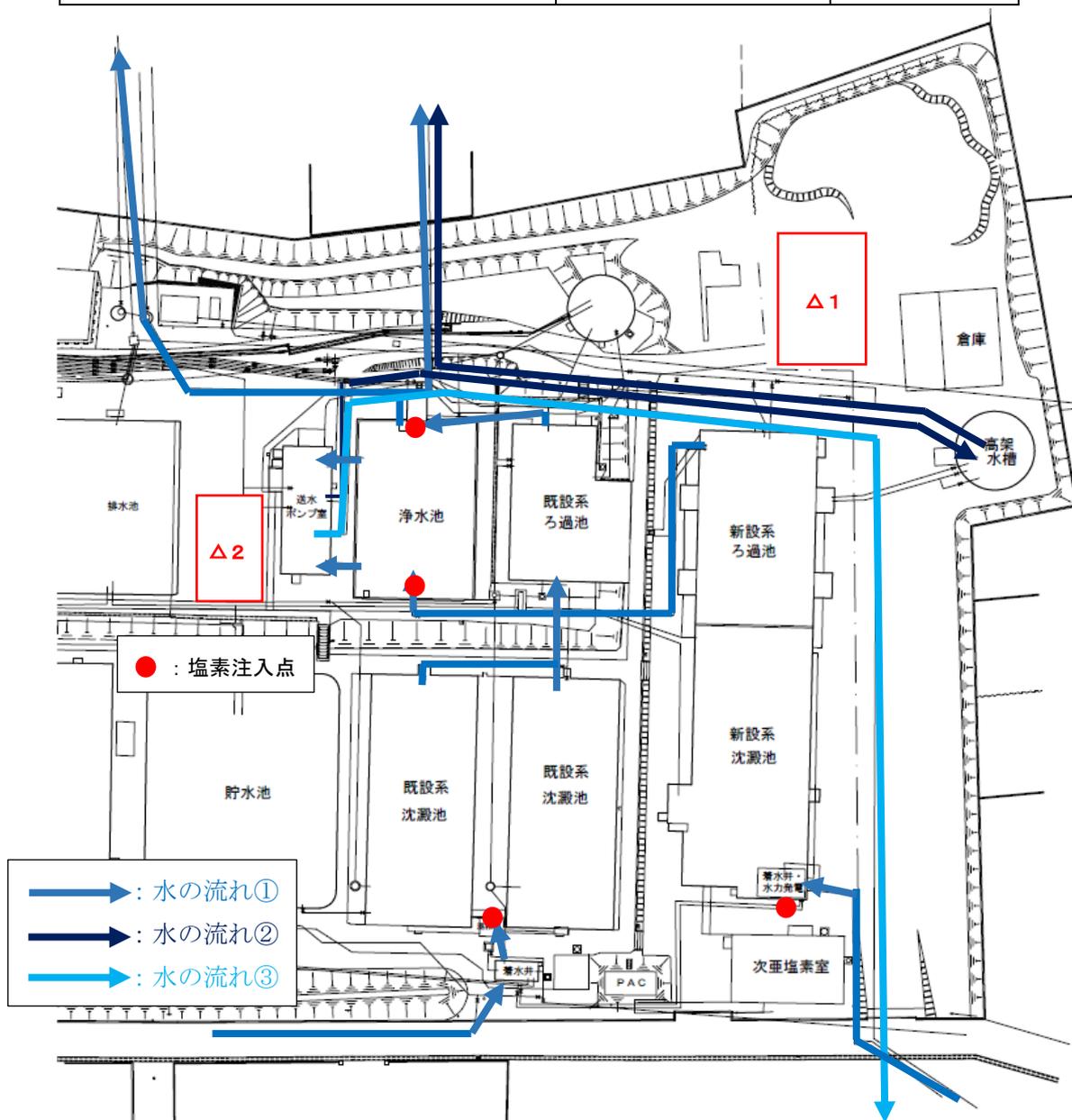


図 4-32 場内平面図 (D 浄水場)

4. ケーススタディ

4.7.2 紫外線処理適用可否の確認

調査結果より、D 浄水場ではレベル 4 の施設に該当しており、ろ過水が紫外線処理の対象となりうる。

ろ過水の水質として、紫外線透過率のデータがないが、濁度、色度ともに紫外線照射適用水質を十分に満たすことから、D 浄水場ではろ過水を対象に紫外線処理を適用してクリプトスポリジウム等対策を行うことが可能と判断する。

4.7.3 紫外線処理設備の概要

(1) 紫外線照射装置の概要

2.2.3 を参照して、本ケースでは低圧紫外線ランプにて検討を行った。

- 1) ランプの種類 : 低圧紫外線ランプ
- 2) 1 日最大浄水量 : 24,000 m³/日
- 3) 装置基数 : 2 基(うち 1 基は予備とする)
- 4) 装置の基準処理性能 : 43,000 m³/日
- 5) 照射能力 : クリプトスポリジウム RED 12 mJ/cm² 以上
(クリプトスポリジウム等 99.9%以上不活化)
- 6) ランプの本数 : 4 本/基

(2) 装置構成

装置構成を表 4-36 に示す。

表 4-36 装置構成(D 浄水場)

適用	系列数	数量	備考
	1 系列	1 基	図 4-2 参照
✓	1 系列	2 基	図 4-3 参照 1 基予備とし異常時に 1 基停止
	2 系列	1 基/系	図 4-4 参照 1 基予備とし異常時に 1 系列停止
	複数系列	1 基/系	図 4-4 参照 全体予備として 1 系列設置、異常時や保守時には 1 系列停止可能

4. ケーススタディ

(3) 付帯設備

付帯設備を表 4-37 に示す。

表 4-37 付帯設備(D 浄水場)

適用	設備名称	数量	備考
○	流入ゲート	1 台/基	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・装置停止時や異常時には全閉する
○	流出ゲート	1 台/全基	<ul style="list-style-type: none"> ・電動 ・装置停止時や異常時には全閉する ・流出渠を統一するため、1 台設置する
—	バイパス弁	—	<ul style="list-style-type: none"> ・既設内配管をバイパスラインとして活用可能なため、今回は設置しない
—	緊急遮断弁	—	<ul style="list-style-type: none"> ・装置異常時には、流出渠にて滞留中にゲートを全閉するため設置しない
—	ストレーナ	—	<ul style="list-style-type: none"> ・紫外線ランプ破損した場合、装置 2 次側へ流出しないため設置しない
○	濁度計	1 台/全基	<ul style="list-style-type: none"> ・既設ろ過水出口に濁度計がないため設置
—	流量計	—	<ul style="list-style-type: none"> ・ろ過水総流量を使用

4. ケーススタディ

4.7.4 損失水頭、必要スペースの検討

(1) 損失水頭

配管弁類、紫外線照射装置などの損失水頭を算出したところ、全損失水頭 0.15 m を見込む必要がある。

導入対象としている△1、2(急速ろ過池から浄水池まで)の水位差は旧設系で 0.865 m、新設系で 2.670 m のため、自然流下での設置が可能とした。

表 4-38 損失水頭の内訳(D 浄水場)

種類	損失水頭 (m)	備考
水渠	0.08	メーカー参考値
配管弁類	0.00	
紫外線照射装置	0.07	メーカー参考値
送水管	—	検討除外
全損失水頭 =		0.15 m

4. ケーススタディ

(2) 必要スペース

設置イメージ図を図 4-33、図 4-34 に示す。

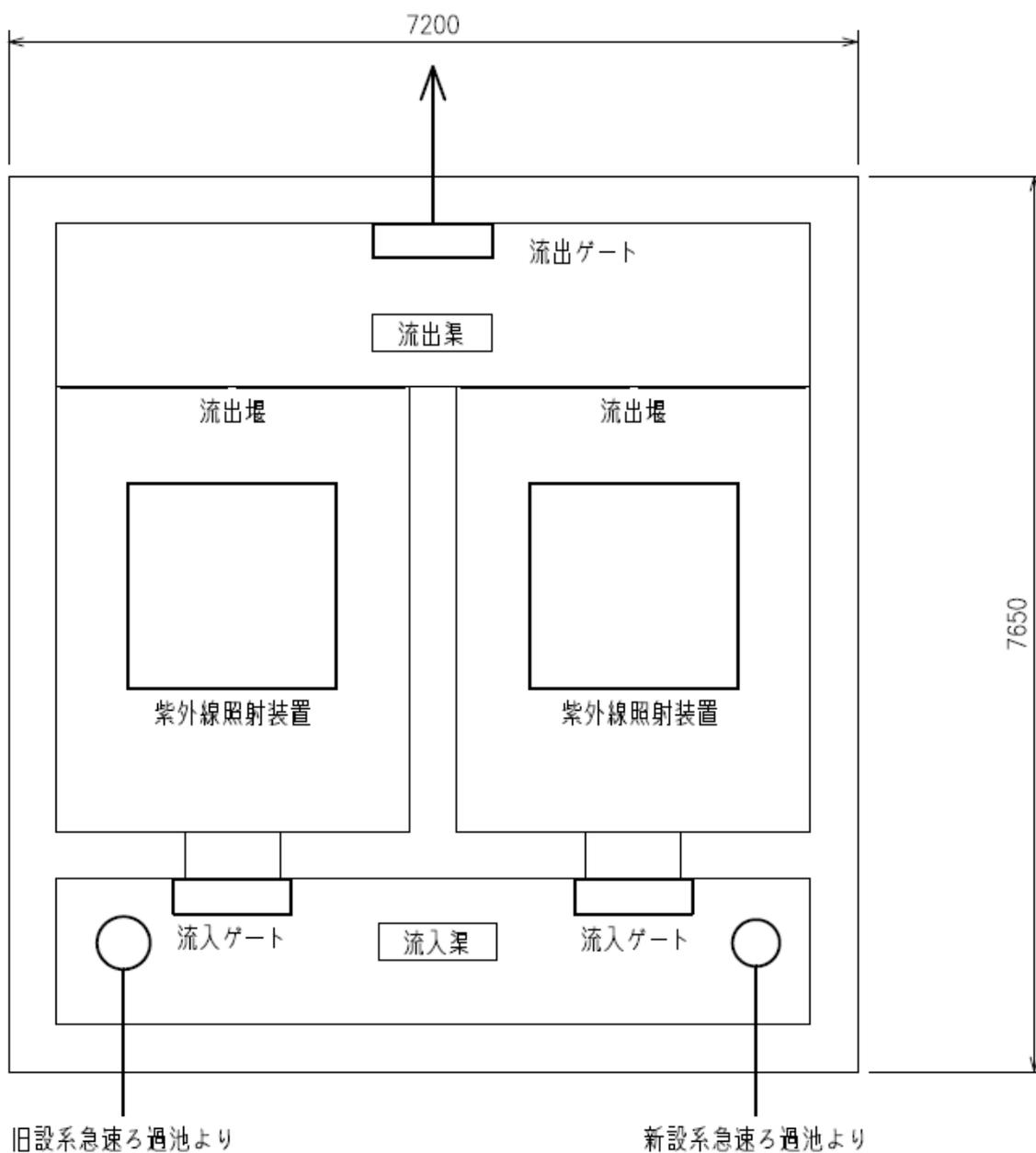


図 4-33 設置イメージ図(平面)

4. ケーススタディ

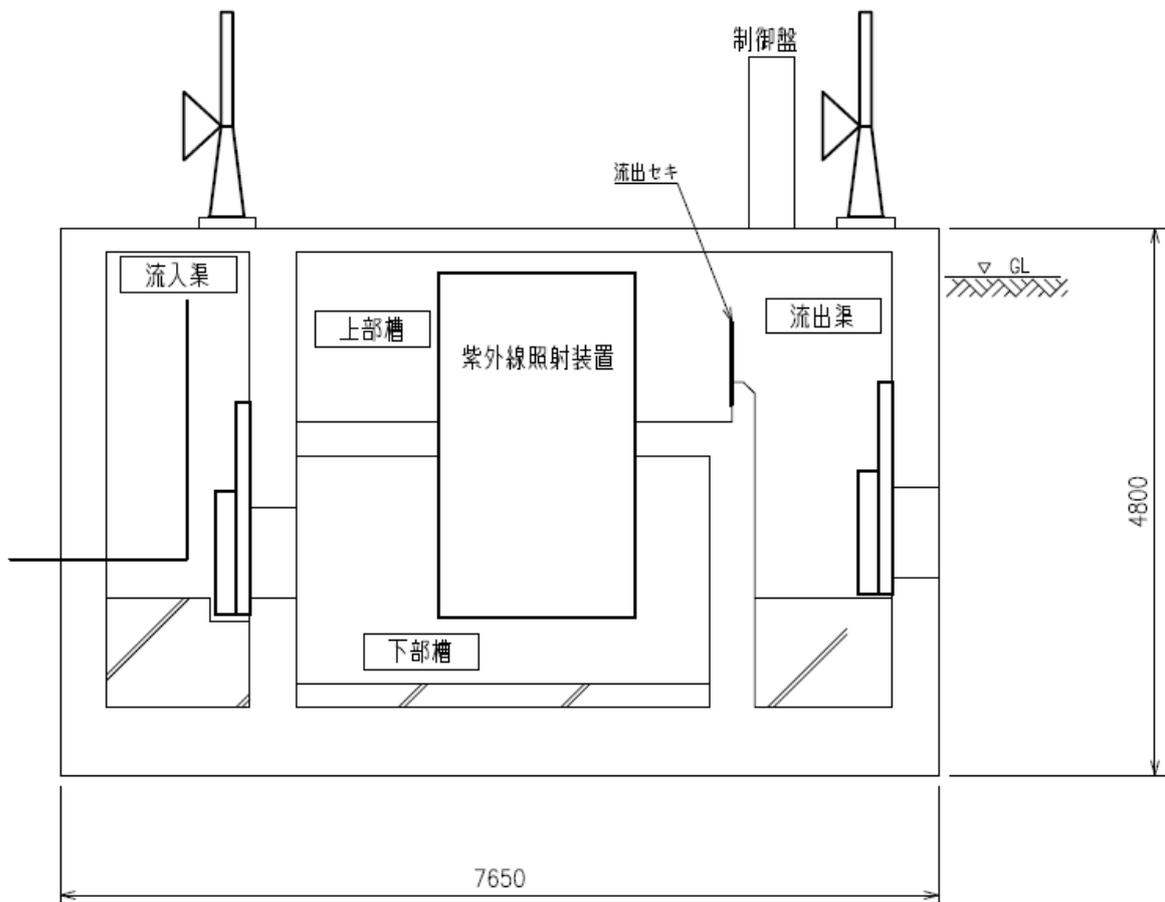


図 4-34 設置イメージ図(断面)

紫外線照射装置は、異常時や保守時を考慮して2基(うち1基予備)とする。また、流入渠、流出渠は共有とする。

紫外線処理設備を設置するために必要なスペースは下記のとおりである。

全長：7,650 mm、全幅：7,200 mm、全高：4,800 mm

なお、このスペースには以下を含んでいる。

- ・紫外線ランプの取り出しスペース
- ・その他部品交換などの維持管理スペース
- ・機器類の搬出入スペース

4. ケーススタディ

4.7.5 設置箇所

設置位置を検討するにあたり、既存の水位差を有効利用できること、使用可能な敷地内に配置できること、その他条件を考慮して設置位置を検討する。水位高低図及び場内図面より、△1、△2の水力条件は同等であり、設置スペースの確保も可能であるが、△2は場内配管の損失水頭が△1に比べ小さいため、より安全にろ過池から自然流下で流すことが可能である。

表 4-39 設置位置の選定(D 浄水場)

場所	水力条件	敷地条件	その他条件
△1 急速ろ過池から浄水池 (急速ろ過池周辺)	加圧の必要なし	設置可能	・自然流下での検討が可能
△2 急速ろ過池から浄水池 (送水ポンプ室周辺)	加圧の必要なし	設置可能	・自然流下での検討が可能

今回は、水力条件、設置スペース、その他条件で最も設置条件が良い△2において紫外線処理設備設置を検討する。

紫外線処理設備を導入した場合の浄水処理フローを図 4-35 に、場内配置図を図 4-36 に示す。

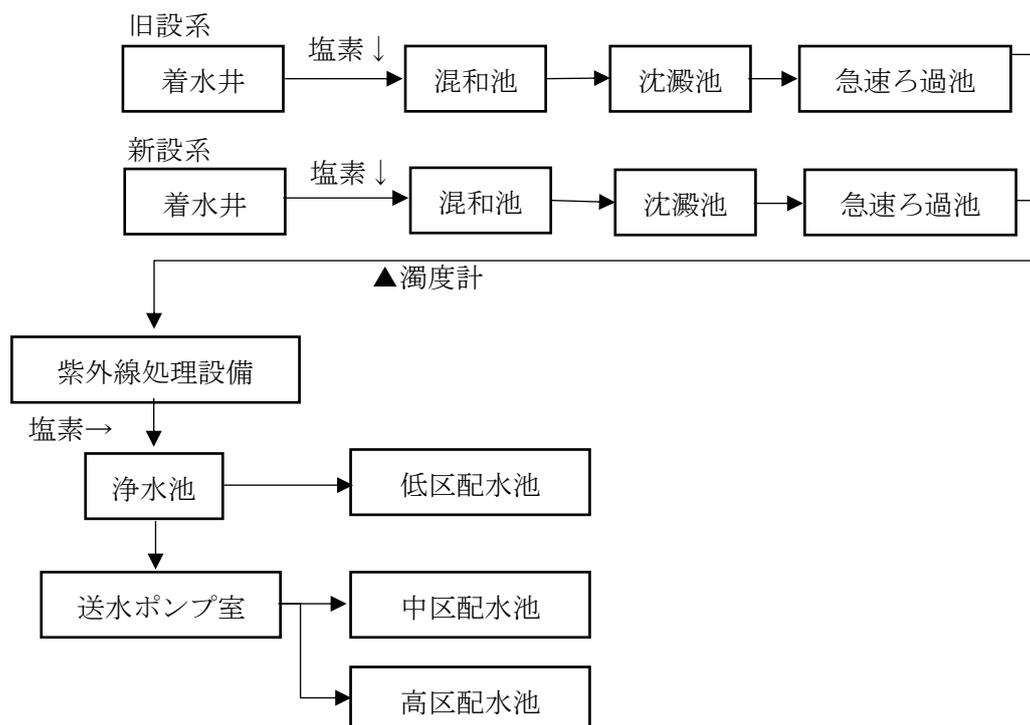


図 4-35 紫外線処理設備を導入した場合の浄水処理フロー(D 浄水場)

4. ケーススタディ

→ : 紫外線処理設備用配管布設位置

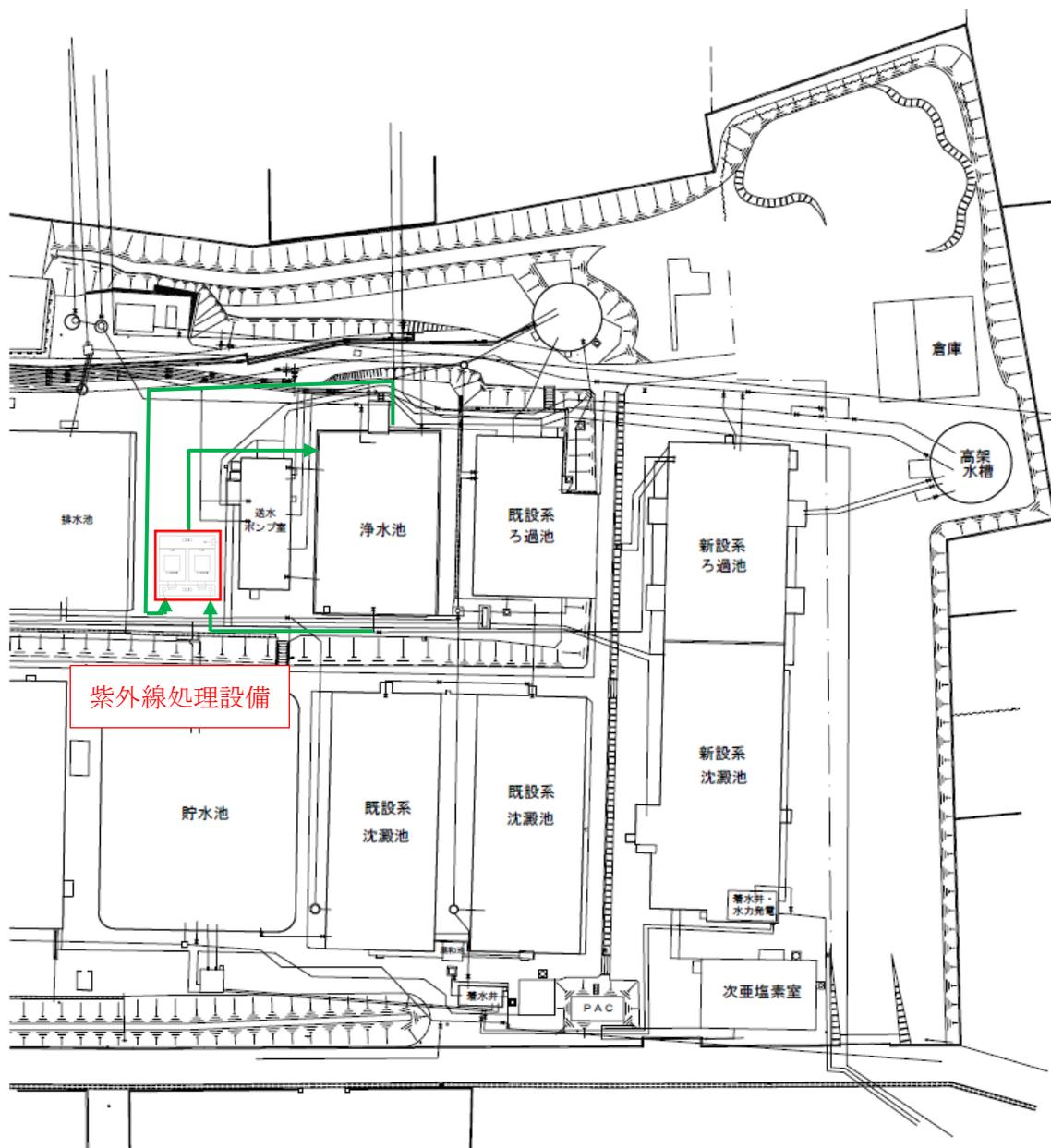


図 4-36 紫外線処理設備を導入した場合の場内配置図 (D 浄水場)

4. ケーススタディ

4.7.6 設備更新概要

急速ろ過池から浄水池までの配管を分岐して紫外線処理を行う。設備設置にあたり、工種別に検討が必要な項目及び数量を表 4-40 に示す。ただし、各工種の費用に関しては、地域性、配管及び配線ルートなどの考慮すべき点が多いことから記載しない。

表 4-40 工事の概要 (D 浄水場)

工程	項目	数量	単位	仕様
土木工事	場内配管	85	m	配管径 φ400
		15	m	配管径 φ500
		31	m	配管径 φ450
	不断水工	1	式	φ350、2 か所
	土工事	1	式	
建設工事	RC 地下室	55.1	m ²	7.65 m×7.2 m×4.8mH
機器設備工事	紫外線照射装置	2	基	低圧紫外線ランプ AC400/200V 級×6.5 kW 付属制御盤 1 面/基含む
	電動式ゲート	1	台	800 mm×800 mm AC400/200V 級×0.4 kW
	電動式ゲート	1	台	500 mm×500 mm AC400/200V 級×0.4 kW
	薬品注入設備移設 工事	1	式	
電気設備工事	配電・計装設備	1	式	中央盤～配線盤～付属制御盤
	流量計	—	台	
	濁度計	1	台	高感度透過散乱形濁度検出器 AC100 V ×0.05 kW
	建屋電気設備	1	式	照明、換気など

4. ケーススタディ

4.8 D 浄水場での検討例【中圧紫外線ランプの場合】

4.8.1 基本情報

4.7.1 をご参照頂きたい。

(1) 水質

4.7.1 (1) をご参照頂きたい。

(2) 浄水処理フロー

D 浄水場の現状の浄水処理フローを図 4-37 に示す。

D 浄水場は、需要量の減少から、現状の日最大給水量は施設能力(24,000 m³/日)の半分以下となっており、処理能力に余裕がある。そのため、本ケーススタディでは、現状の2系列ある施設のうち1系列を廃止し、現況の最大給水量(10,257m³/日)に合わせて、ダウンサイジングを考慮した紫外線処理設備の導入検討を行った。

浄水池下流側の管路が複雑であること、急速ろ過池近くに使用可能な敷地があること、後塩素注入点が浄水池流入部に設けられていることを踏まえ、急速ろ過池の出口配管を分岐し、新設する紫外線処理装置設備室にて紫外線処理することとした。導入検討対象となる位置は、新設系急速ろ過池から浄水池の間の新設系急速ろ過池周辺(△1)と浄水池周辺(△2)の2か所である。

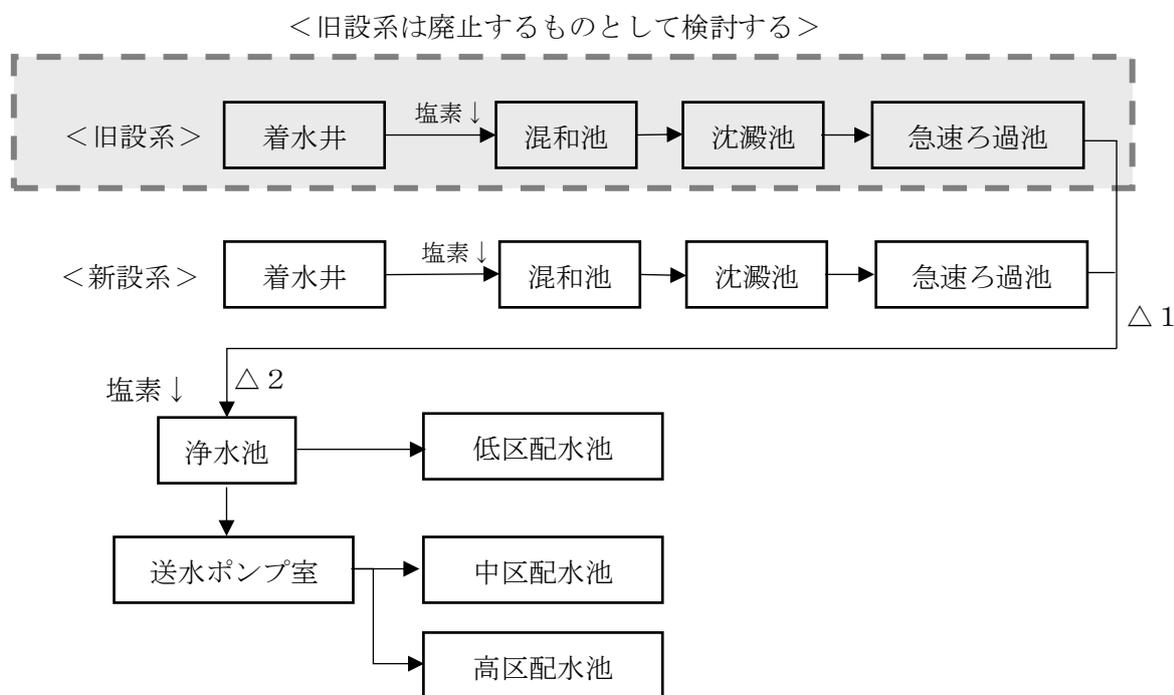


図 4-37 浄水処理フロー(D 浄水場)

4. ケーススタディ

(3) 水位高低

D 浄水場の水位高低図を図 4-38 に示す。

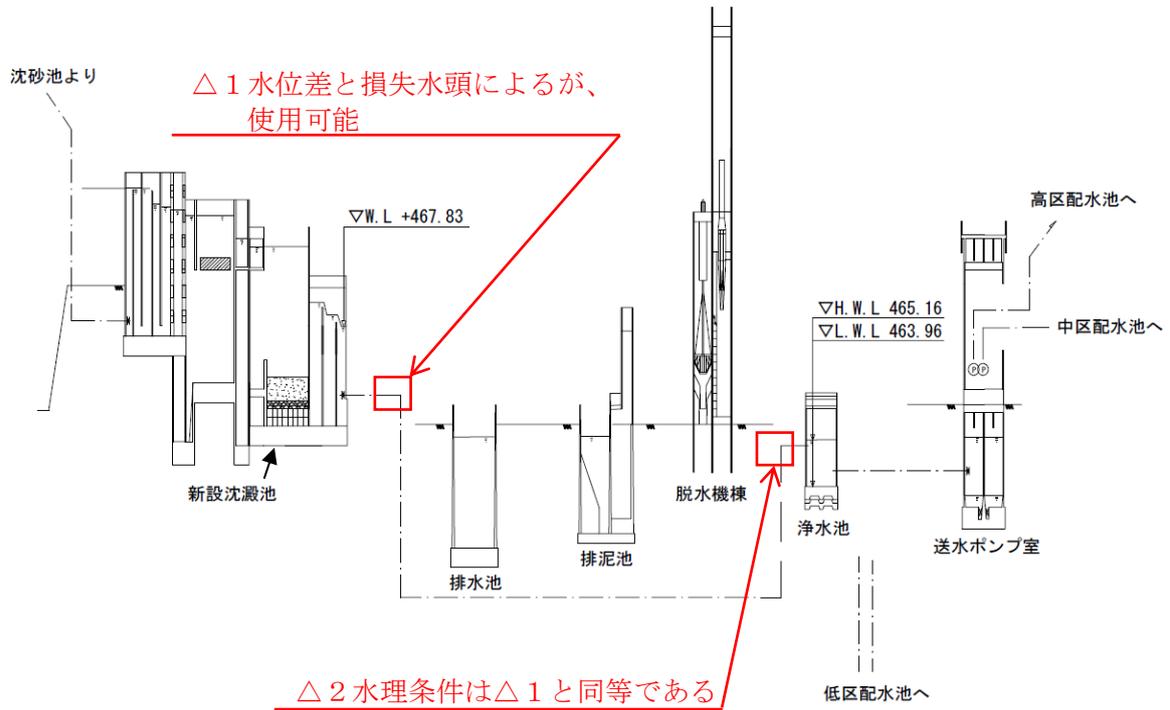


図 4-38 水位高低図 (D 浄水場)

新設系急速ろ過池以降の各設備の水位を表 4-41 に示す。

表 4-41 新設系急速ろ過池以降の各設備の水位 (D 浄水場)

設備	単位	HWL	LWL	WL
新設系急速ろ過池	m	—	—	+467.83
浄水池	m	+465.16	+463.96	—

導入対象となる、△1、2の水位差は以下のとおりである。

(△1、2) 新設系急速ろ過池から浄水池 (HWL 時) : 2.67m (+467.83m - 465.16m)

4. ケーススタディ

(4) 敷地条件

D 浄水場の場内平面図を図 4-39 に示す。△1、2 に紫外線処理設備を導入する際に使用可能な敷地寸法を表 4-42 に示す。

表 4-42 紫外線処理設備導入時に使用可能な敷地寸法(D 浄水場)

設備	敷地寸法	
(△1) 新設系急速ろ過池から浄水池 (新設系急速ろ過池周辺)	幅 10 m	長さ 15 m
(△2) 新設系急速ろ過池から浄水池 (浄水池周辺)	幅 2 m(平地のみ) 幅 5 m(のり面含む)	長さ 10 m

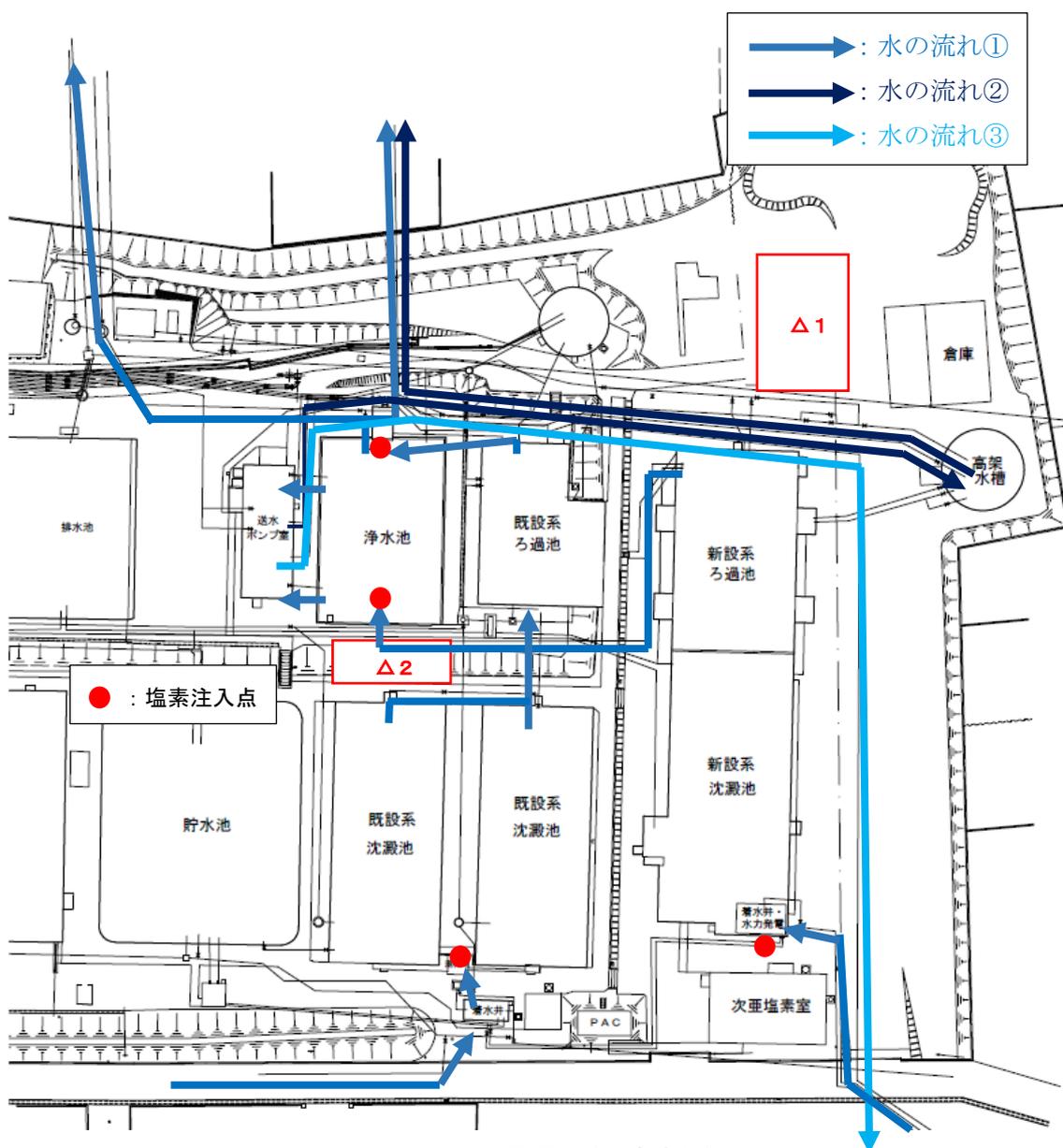


図 4-39 場内平面図(D 浄水場)

4. ケーススタディ

4.8.2 紫外線処理適用可否の確認

調査結果より、D 浄水場ではレベル 4 の施設に該当しており、ろ過水が紫外線処理の対象となりうる。

ろ過水の水質として、紫外線透過率のデータはないが、濁度、色度ともに紫外線照射適用水質を十分に満たすことから、D 浄水場ではろ過水を対象に紫外線処理を適用してクリプトスポリジウム等対策を行うことが可能と判断する。

4.8.3 紫外線処理設備の概要

(1) 紫外線照射装置の概要

2.2.3 を参照して、本ケースでは中圧紫外線ランプにて検討を行った。

- 1) ランプの種類 : 中圧紫外線ランプ
- 2) 1 日最大浄水量 : 10,257 m³/日
- 3) 装置基数 : 2 基(うち 1 基は予備とする)
- 4) 装置の基準処理性能 : 12,000 m³/日
- 5) 照射能力 : クリプトスポリジウム RED 12 mJ/cm² 以上
(クリプトスポリジウム等 99.9%以上不活化)
- 6) ランプの本数 : 2 本/基

(2) 装置構成

装置構成を表 4-43 に示す。

表 4-43 装置構成(D 浄水場)

適用	系列数	数量	備考
	1 系列	1 基	図 4-2 参照
✓	1 系列	2 基	図 4-3 参照 1 基予備とし異常時に 1 基停止
	2 系列	1 基/系	図 4-4 参照 1 基予備とし異常時に 1 系列停止
	複数系列	1 基/系	図 4-4 参照 全体予備として 1 系列設置、異常時や保守時には 1 系列停止可能

4. ケーススタディ

(3) 付帯設備

付帯設備を表 4-44 に示す。

表 4-44 付帯設備 (D 浄水場)

適用	設備名称	数量	備考
○	流入元弁	1 台/基	・手動
○	流入弁	1 台/基	・手動
○	流出弁	1 台/基	・電動 ・装置停止時や異常時には全閉する
○	緊急遮断弁	1 台/式	・電動 ・装置停止時や異常時には全閉する
○	流出元弁	1 台/基	・手動
—	バイパス弁	—	・既設配管をバイパスラインとして活用可能なため、今回は設置しない
—	排水弁	—	・手動又は電動 ・常時閉 ・高濁度時等に配管内の濁水を排水する際に使用するが、施設運用で対応できるため今回は設置しない
○	ストレーナ	1 台/式	・紫外線ランプ破損対策として、装置流出側に設置する ・流出側の合流管に設置する
○	濁度計	1 台/式	・ろ過池出口に濁度計がないため、急速ろ過池出口側に濁度計を設置する。
○	流量計	1 台/式	・紫外線照射装置の処理量の把握のため必要に応じ装置流出側に設置する

4. ケーススタディ

4.8.4 損失水頭、必要スペースの検討

(1) 損失水頭

配管弁類、ストレーナ、紫外線照射装置などの損失水頭を算出したところ、全損失水頭 2.0 m を見込む必要がある。

導入対象としている△1 及び△2 (急速ろ過池から浄水池まで)の水位差は 2.67 m のため、自然流下での設置が可能とした。

表 4-45 損失水頭の内訳(D 浄水場)

種類	損失水頭 (m)	備考
ストレーナ	0.50	装置流出側、メーカー参考値
配管弁類	0.40	φ300
紫外線照射装置	0.15	メーカー参考値
送水管	0.90	L95m、φ350
全損失水頭 = 1.95m		

4. ケーススタディ

(2) 必要スペース

設置イメージ図を図 4-40、図 4-41 に示す。

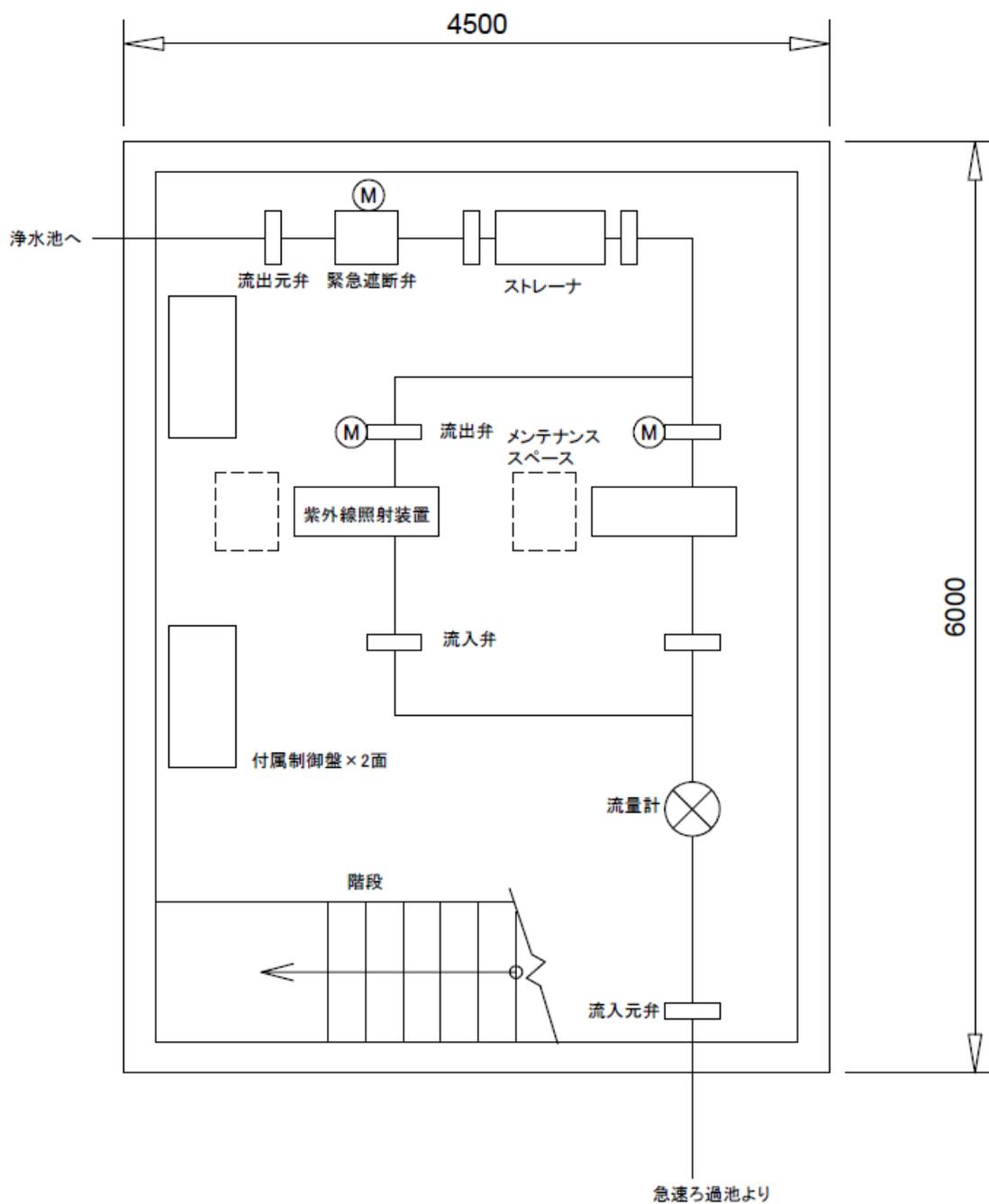


図 4-40 設置イメージ図(平面)

4. ケーススタディ

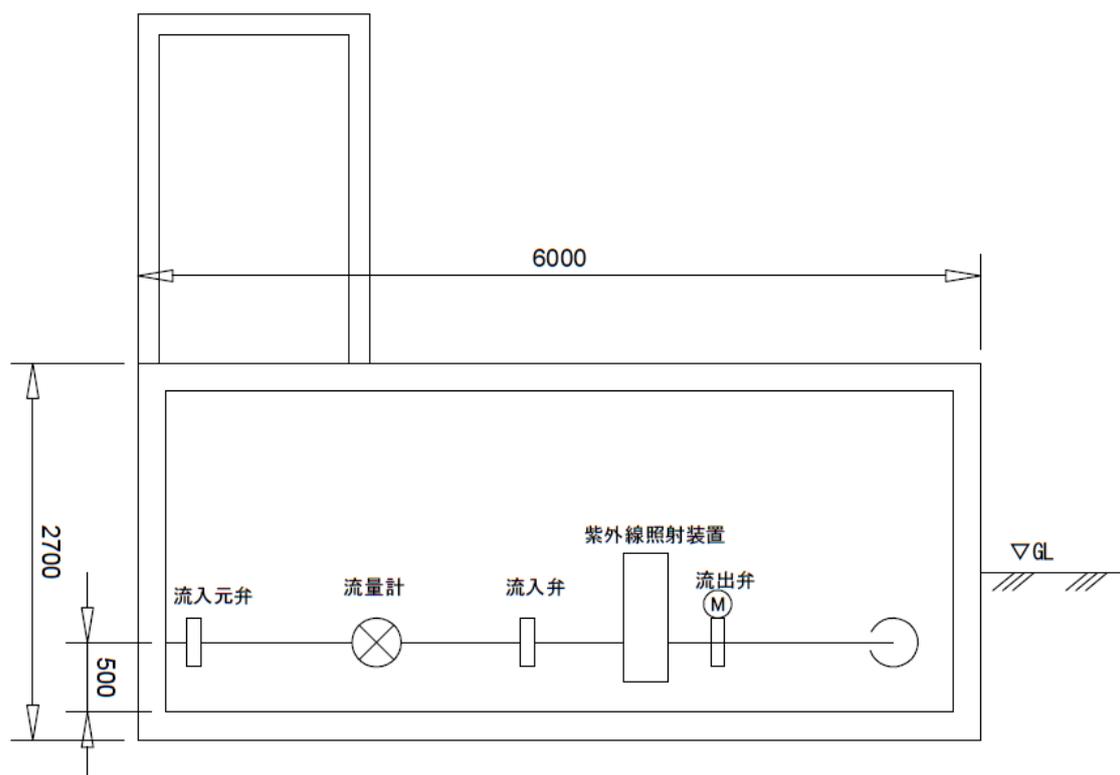


図 4-41 設置イメージ図(断面)

紫外線照射装置の異常時や保守時を考慮して、1 基予備機を設けている。また、原水管、処理水管は一部共有とし、ストレーナは流出側に 1 基とする。

紫外線処理設備を設置するために必要なスペースは下記のとおりである。

全長：6,000 mm、全幅：4,500 mm、全高：2,700 mm

なお、このスペースには以下を含んでいる。

- ・紫外線ランプの取り出しスペース
- ・ストレーナのエレメント取出しスペース
- ・その他部品交換などの維持管理スペース
- ・機器類の搬出入スペース

4. ケーススタディ

4.8.5 設置箇所

設置場所を検討するにあたり、既存の水位差を有効利用できること、使用可能な敷地内に配置できること、その他条件を考慮して設置位置を検討する。水位高低図及び場内図面から、△1、△2の水理条件は同等であるが、△1は平地であるため、のり面を掘削する必要がある△2より設置スペースが確保しやすい。

表 4-46 設置位置の選定(D 浄水場)

場所	水理条件	敷地条件	その他条件
△1 急速ろ過池から浄水池 (急速ろ過池周辺)	加圧の必要なし	設置可能	・自然流下での検討が可能
△2 急速ろ過池から浄水池 (浄水池周辺)	加圧の必要なし	設置可能	・自然流下での検討が可能 ・敷地条件は充分だが、のり面を掘削する必要がある

今回は、水理条件、設置スペース、その他条件で最も設置条件が良い△1において紫外線処理設備設置を検討する。

紫外線処理設備導入後の浄水処理フローを図 4-22 に、場内配置図を図 4-43 に示す。

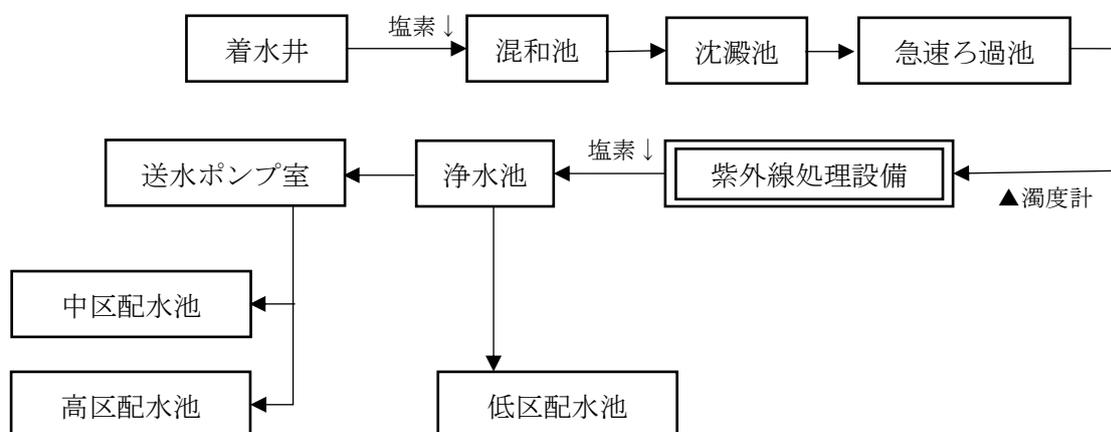


図 4-42 紫外線処理設備を導入した場合の浄水処理フロー(D 浄水場)

4. ケーススタディ

4.8.6 設備更新概要

急速ろ過池から浄水池までの配管を分岐して紫外線処理を行う。設置にあたり、工種別に検討が必要な項目及び数量を表 4-47 に示す。ただし、各工種の費用に関しては、地域性、配管及び配線ルート等の考慮すべき点が多いことから記載しない。

表 4-47 工事の概要 (D 浄水場)

工程	項目	数量	単位	仕様
土木工事	場内配管	34.5	m	配管径 φ350
	不断水工事	1	式	φ350、2 か所
	土工事	1	式	
建設工事	建屋	27.0	m ²	6.0m×4.5m×2.7mH
機器設備工事	紫外線照射装置	2	基	中圧紫外線ランプ AC400/200V 級×5.9 kW 付属制御盤 1 面/基含む
	ストレーナ	1	台	SUS 製、φ300、 装置流出側
	手動弁	2	台	φ300
	電動弁	3	台	φ300 AC100V 級×0.15kW
電気設備工事	配電・計装設備	1	式	中央盤～配線盤～付属制御盤
	流量計	1	台	電磁流量計、φ300
	濁度計	1	台	
	建屋電気設備	1	式	照明、換気など

4.9 ケーススタディのまとめ

4.9.1 ケーススタディのまとめ一覧

検討したケーススタディについて表 4-48 に概要をまとめる。ここで示すストレーナや緊急遮断弁などの付帯設備の有無は一例であり、実際の計画時には個別の制約条件や設計思想に応じてそれぞれの要否が判断される。

4. ケーススタディ

表 4-48 ケーススタディのまとめ

		A 浄水場		B 浄水場		C 浄水場		D 浄水場		
原水		地表水		地表水		地表水		地表水		
浄水場の施設能力(m ³ /日)		220		3,960		11,250		24,000		
1日最大浄水量(m ³ /日)		220		3,960		7,600 ^{※1}		24,000 10,257 ^{※1}		
既設のフロー ^{※2}		取.沈.緩ろ.塩.配		砂.塩.混.フ.沈.急ろ.塩.浄.配		取.沈.急ろ.塩.浄.配		着.塩.混.沈.急ろ.塩.浄.配(送.配)		
紫外線処理設備設置場所		緩速ろ過池～配水池		急速ろ過池～浄水池		急速ろ過池～浄水池		急速ろ過池～浄水池		
光源		低圧紫外線 ランプ	UV-LED	低圧紫外線 ランプ	中圧紫外線 ランプ	低圧紫外線 ランプ	中圧紫外線 ランプ			
装置の基準処理性能(m ³ /日)		240	300	5,500	9,134	43,000	12,000			
台数	設置(予備)	2(1)	2(1)	2(1)	2(1)	2(1)	2(1)	2(1)	2(1)	
付帯 設備	流入弁	○	○	○	○	※3	○			
	流出弁	○	○	○	—	※3	○			
	流入元弁	○	○	○	○	※3	○			
	流出元弁	○	○	○	○	※3	○			
	バイパス弁	○	○	○	—	—	—			
	ストレーナ	流入	○	○	○	—	—	—		
		流出	○	○	○	○	—	○		
	緊急遮断弁	—	—	○	—	—	—	○		
	濁度計	○	○	○	既設	○	○			
流量計	○	○	○	○	—	○				
損失水頭		1.7 m	3.6 m	1.8 m	1.2 m	0.2 m	2.0 m			
ポンプの追加		有り	有り	有り	無し	無し	無し			
設置面積		4 m×4.8 m	5 m×4.8 m	8.5 m×6.5 m	6 m×6 m	7.7 m×7.2 m	6 m×4.5 m			
消費電力 ^{※4} (UV+ポンプ)		0.55 kW (0.15+0.4)	1.2 kW (0.8+0.4)	8.4 kW (0.9+7.5)	6.0 kW (6.0+0)	5.9 kW (5.9+0)	5.9 kW (5.9+0)			

※1 現況の最大給水量に合わせた水量にてケーススタディを行った。

※2 フローの略記説明 取：取水井、沈：沈澱池、緩ろ：緩速ろ過池、塩：塩素注入、配：配水池、砂：沈砂池、混：混和池、フ：フロック形成池、急ろ：急速ろ過池、浄：浄水池、調：調整池、着：着水井、ポ：送水ポンプ

※3 流入・流出ゲートを使用する。

※4 紫外線照射装置とポンプの予備機の消費電力を除く。

4. ケーススタディ

4.9.2 コスト

紫外線処理設備を導入する際の参考にするために、ケーススタディの各モデル浄水場の施設能力における機械設備費用を図 4-44 に示した。なお、この機械設備費用は、令和 2 年度に紫外線処理設備の導入実績がある国内水道事業者を対象に実施したアンケート調査の工事費用内訳（図 4-45）のうち、赤枠で示した部分の「機械設備費（紫外線処理設備等）」を示している。これは、平成 19 年度から令和元年度までに紫外線処理設備を導入した事業者の実績である。

「機械設備費（紫外線処理設備等）」に含まれる機械設備については、図 4-46 の赤枠部分を参照頂きたい。ただし、図 4-44 に示した実績にはこの一部しか含まない実績も含まれていることにご留意頂きたい。

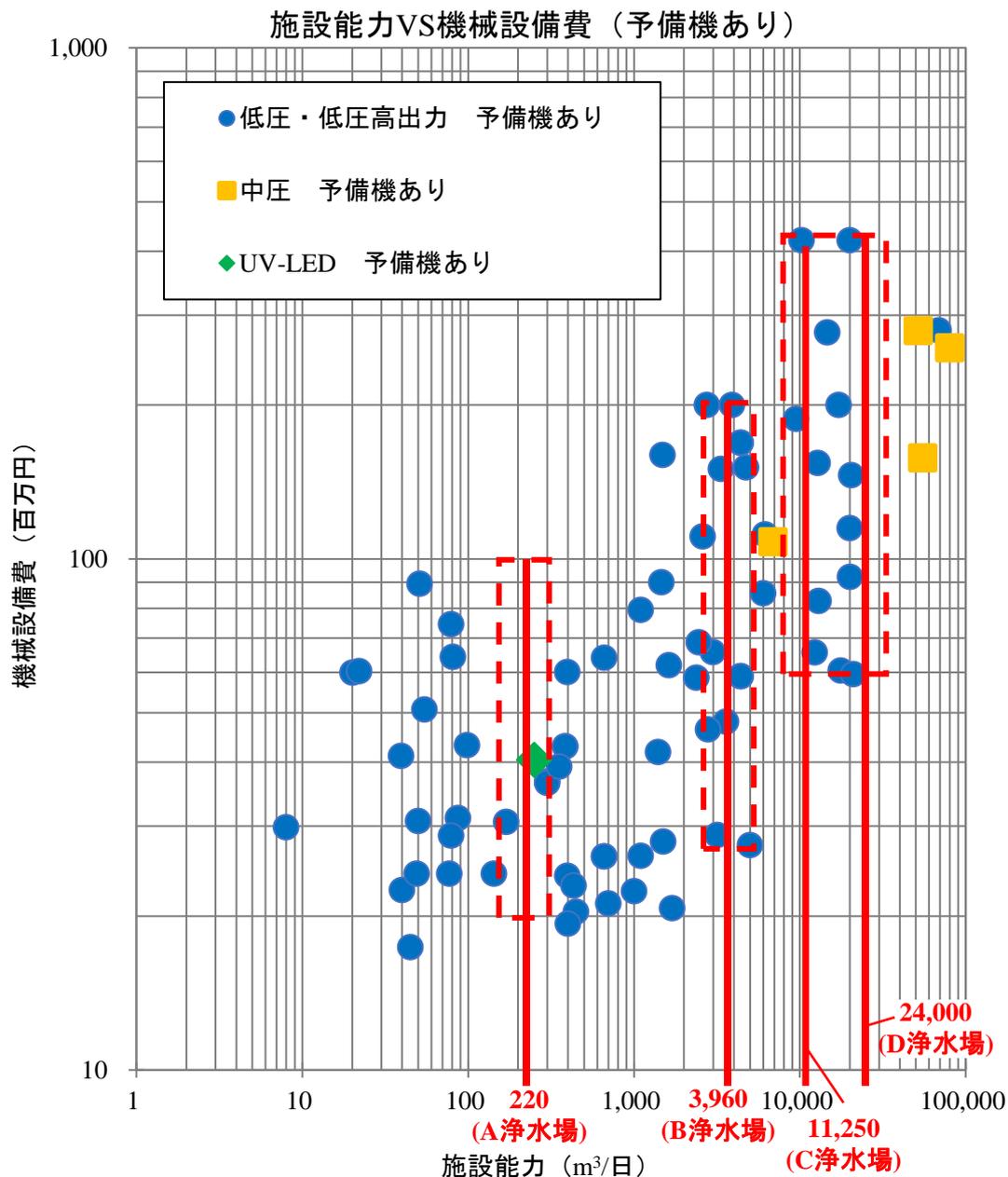
また、図 4-44 において、同じ施設能力でも機械設備費に幅がある事例があるが、これは、機械設備費に含まれる範囲が事例によって異なること、装置の処理水量にはそれぞれに対応可能な範囲があり、装備される光源の数量によって段階的に変化すること、さらに、この段階的な変化が装置メーカーや製品の系列によって異なることなどが要因として考えられる。

上記の理由に加え、近年の資材高騰等の影響により、図 4-44 に示したとおりの費用とならない可能性があり、図 4-44 は費用を保証するものでないことはご了承いただきたい。

アンケートの実施時期などについては、次のとおりである。

実施時期	: 令和 2 年 8 月～10 月
送付事業者数	: 170 事業者
回答事業者数	: 88 事業者（178 箇所）回答率：53%
紫外線処理設備導入時期	: 平成 19 年度～令和元年度

4. ケーススタディ



※平成19年度～令和元年度の導入実績

図 4-44 【参考用】施設能力と機械設備費（紫外線処理設備等）

	機械設備費(紫外線処理設備等)	千円
工事費	電気計装設備費	千円
	建築工事費(建屋:紫外線処理室・棟)	千円
	配管工事費	千円
	その他付帯工事費	千円
	その他(共通仮設費・管理費・消費税等)	千円
	総 額	0 千円

図 4-45 アンケート調査の工事費用内訳（令和2年度実施）

4. ケーススタディ

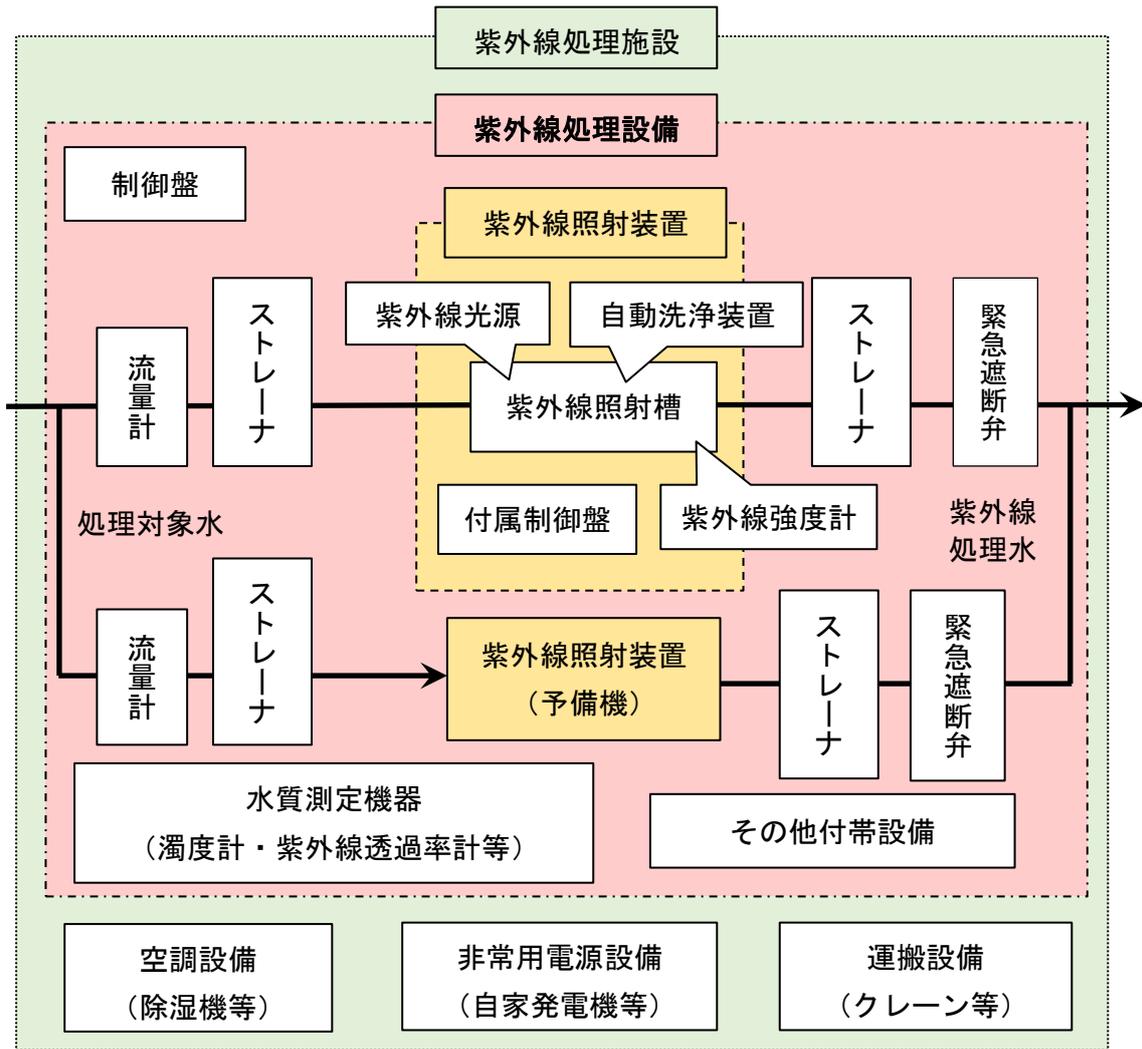


図 4-46 紫外線処理設備等に含まれる機械設備等について

5. 添付資料

5.1 国内における導入状況

JWRC では、一般社団法人日本紫外線水処理技術協会会員企業の協力を得て、日本国内の水道における紫外線処理設備の導入状況に係るアンケート調査を実施しており、その令和 4 年度末時点の結果を紹介する。

本アンケート調査は、水道(上水道事業、水道用水供給事業、簡易水道事業及び専用水道)向けに納入された紫外線照射装置(紫外線処理設備)を対象としており、契約済の段階及び工事中の段階のものも含んでいる。

5.1.1 年度別にみた紫外線処理設備導入状況

これまでの調査によれば、浄水プロセスにおいて紫外線処理設備が最初に導入されたのは平成 16 年度である。平成 18 年度以前の導入目的は、消毒の多重化、消毒強化であったが、対策指針が施行された平成 19 年度以降は、クリプトスポリジウム等対策となっており、平成 20 年度から導入が進み処理水量が急増した様子がうかがえる。

浄水プロセスにおける紫外線処理設備の導入状況は、令和 4 年度末現在、導入設備数では 454 設備(前年度 443 設備、対前年度比 2.5%(11 設備)増)、計画処理水量(日量)では約 1,468 千 m³(前年度約 1,435 千 m³、対前年度比 2.3%(約 33 千 m³)増)となっている。

平成 29 年以降は総計画処理水量の増加が小さくなっていたが、紫外線処理が地表水へと適用拡大となった令和元年以降には再び大きくなる傾向がみられた。この傾向が続くことを期待したい。

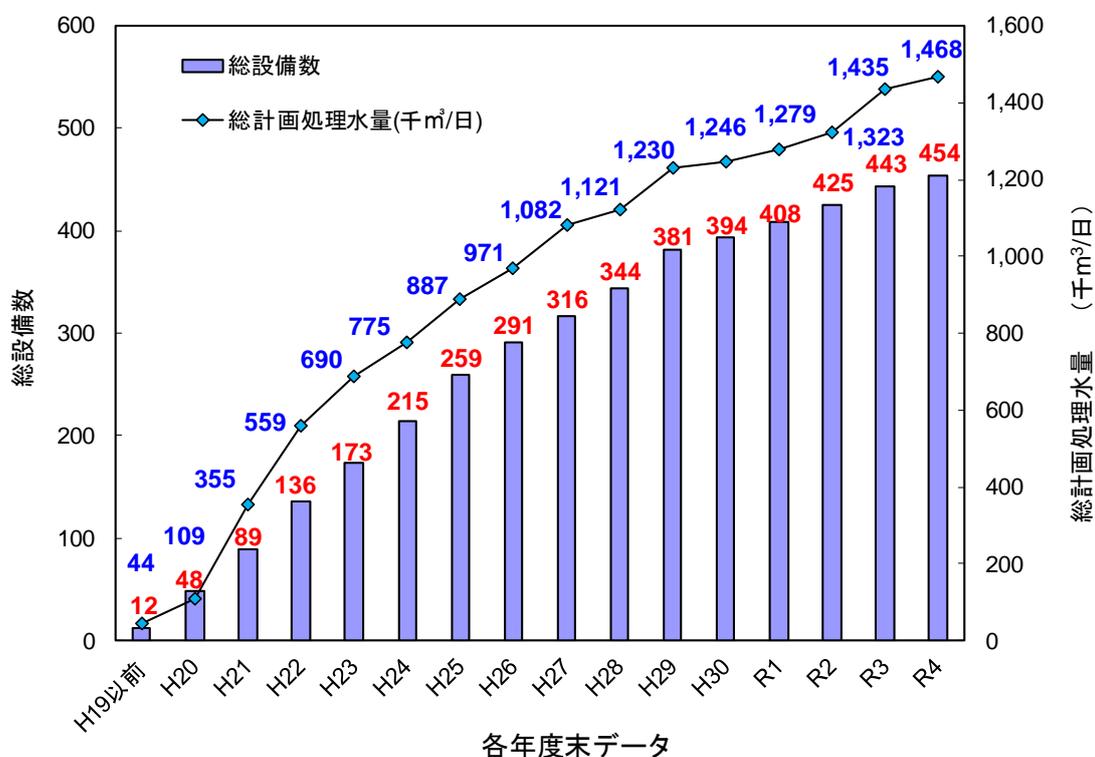


図 5-1 浄水プロセスにおける紫外線処理設備の導入状況

5. 添付資料

5.1.2 処理水量別にみた紫外線処理設備導入状況(令和4年度)

紫外線処理設備の規模は、7 m³/日～57,200 m³/日の範囲となっている。また、導入設備数の割合は、1,000 m³/日未満の小規模な設備が約半数(49.6%)を占めている。

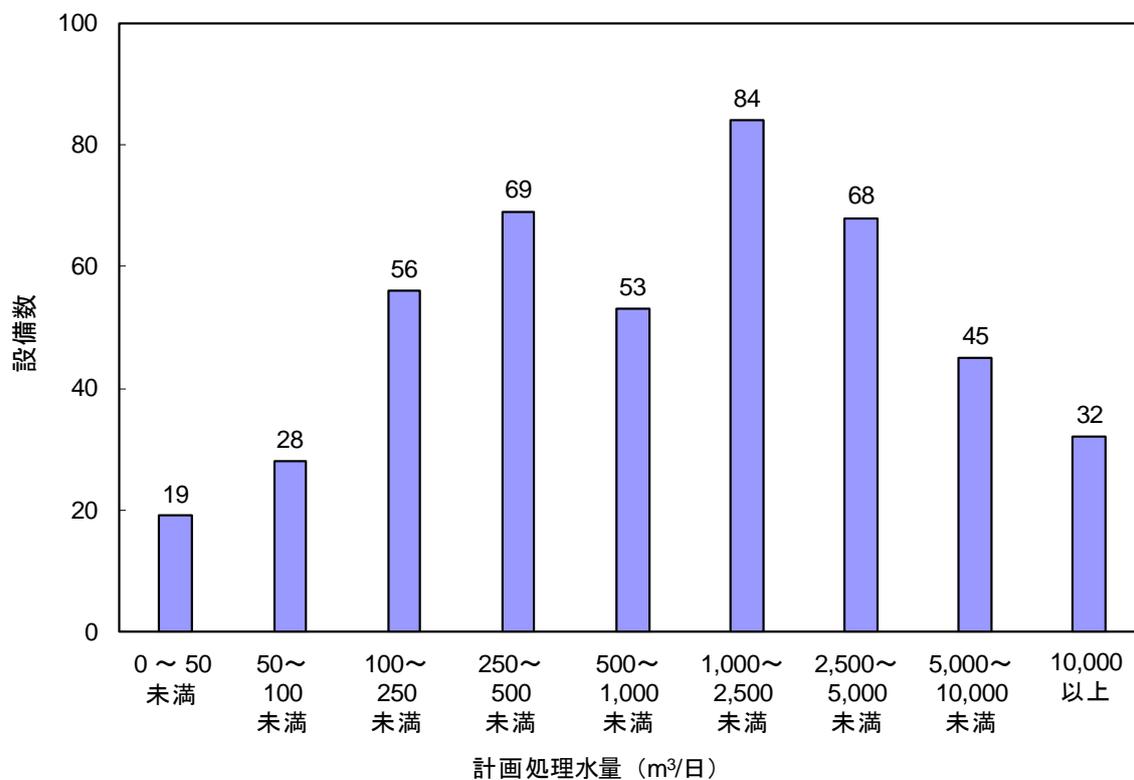


図 5-2 浄水プロセスにおける処理水量別紫外線処理設備導入状況(令和4年度)

5. 添付資料

5.2 紫外線処理に関する用語集

「紫外線水処理用語集 2005 年度版」(社)日本水環境学会(紫外線を利用した水処理技術研究委員会)から一部抜粋及び一部改変

日本語	英語	意味
UV	ultraviolet radiation	紫外線及び紫外放射共通の英語表記の略号。
UV-A	UV-A	波長域：315~400 nm の紫外線をいう。人の皮膚を赤くすることなく、日焼け(色素を増加させ黒化)を起こす作用がある。
UV-B	UV-B	波長域：280~315 nm の紫外線をいう。人の皮膚を赤く(紅斑を形成)させ、水泡や皮がむけるような日焼けを起こす作用がある。皮膚に照射されると体内でビタミン D を生成するので、健康線とも呼ばれていたことがある。
UV-C	UV-C	波長域：200~280 nm の紫外線をいう。殺菌効果がきわめて高いので、殺菌装置に利用されている波長域。オゾン層に吸収されているので日光には含まれていない。
真空 UV	vacuum UV	波長域：1~200 nm の紫外線をいう。呼び名の由来は、この波長範囲の光は大気に吸収されてしまうため真空中でのみ長距離の伝播が可能となることにある。水へ照射すると水分子が解離されてヒドロキシルラジカルが発生する。
暗回復	dark repair	損傷した DNA を、可視光を必要としないで修復する酵素介在の反応。
安定器	ballast	ランプを正常に始動、点灯させるためにランプ電流等を規定値に制限するように働く機器。
ウイルス	virus	核酸として DNA か RNA を持ち、タンパク質の殻で包まれている直径 20~300 nm の極めて微細な感染性粒子。細菌より小さく、生合成に必要な各種酵素類をもたない。したがって、動物・植物・細菌などを宿主とし、ウイルスは感受性のある特定の生細胞でのみ増殖できる。動物ウイルス、昆虫ウイルス、植物ウイルス、細菌ウイルス(バクテリオファージ)などに分けられる。
オーシスト	oocyst	原虫のアピコンプレックス亜門孢子虫綱の生活環において、有性生殖によって形成された接合子が被嚢を形成したもの。通常、成熟したオーシスト内部には 2 個(あるいは 4 個)のスポロシストがあり、この中に接合子が分裂してできた 4 個(あるいは 2 個)のスポロゾイドが含まれる、クリプトスポリジウムではスポロシストを欠き、4 個のスポロゾイドが直接オーシストに含まれている。宿主の糞便とともに環境中に排出され、水道水源を汚染する。成熟オーシストの壁は物理的・化学的に堅牢で、宿主体外での環境変化や塩素などの消毒剤に耐えることができる。

5. 添付資料

換算紫外線照射量	reduction equivalent UV dose	装置内で実際に与えられた紫外線照射量を表す指標のひとつ。あらかじめ紫外線感受性を測定してある供試微生物を使用して、装置の殺菌試験を行い、その殺菌率から逆に得られる紫外線照射量。RED と略記される。
吸光度	absorbance	光が対象とする物質によって吸収される量。通常、光路長 1 cm あたりの値で表示される。水処理では、260 nm の吸光度が有機物の指標として用いられ、E260 と表記される。
供試微生物	biodosimeter	バイオアッセイあるいは生物学的線量計に利用される微生物。MS2、Qβ フェージや枯草菌芽胞等が利用されることが多い。
クリプトスポリジウム	Cryptosporidium	原生動物の原虫類に属する水系病原性微生物。オシストは大きさ 3~4 μm の球形で、中に 4 個のスポロイゾがある。感染すると水様性の下痢、発汗、腹痛等をひきおこす。有効な治療薬はまだ見つかっていない。
細菌	bacteria (sgl.bacterium)	核膜、ゴルジ体、ミトコンドリアなどの細胞小器官を持たない単純な原核細胞からなる単細胞微生物。細胞の大きさは 0.2~10 μm で、球形、棒形、らせん形などがあり、それぞれ球菌、桿菌、らせん菌と呼ぶ。原則として二個に分裂して増える。生態系の中で有機物を分解するなど重要な役割をしているが、病原性を持つものもある。バクテリアあるいは分裂菌ともいう。細菌種によって紫外線の感受性が異なること、光回復が生じる場合もあることから、これらを考慮して紫外線照射量の設定をする必要がある。
殺菌	sterilization	微生物を病原菌、非病原菌の区別なく完全に殺すこと。方法には、乾熱殺菌法、高圧蒸気殺菌法、間欠蒸気殺菌法、ガス殺菌法、紫外線殺菌法などがある。
残留塩素	residual chlorine	水中に塩素を注入して残留した有効塩素。次亜塩素酸などの遊離有効塩素(遊離残留塩素)とクロラミンのような結合有効塩素(結合残留塩素)に区分される。水道法では給水栓において遊離残留塩素 0.1 mg/L(結合残留塩素 0.4 mg/L)以上と規定されている。
ジアルジア	Giardia lamblia	原生動物の鞭毛虫綱に属する腸管寄生原虫。人や動物の糞便に汚染された水などを介したシストの経口摂取により感染し、下痢症状を示す場合がある。シストは塩素耐性がある。
紫外線	ultraviolet radiation	X線と可視光とはさまれた 1~400 nm 波長域の電磁波。 紫外放射と同じ意味。英語では ray ではなく radiation が使用されるようになっている。
紫外線強度	UV irradiance	光源から照射される面の単位面積あたりに入射する紫外線出力。単位: W/m ² 、μW/cm ² 。紫外線照度、紫外線線量率も同じ意味で使用されている事例が多い。

5. 添付資料

紫外線強度計	UV radiometer	紫外線強度を測定する計器。単位：W/m ² 、μW/cm ² で表示される。一般に、紫外線照度計と同じ意味で使用されている。
紫外線光源寿命	life of a light source	紫外線光源が不点灯となるか、又は、紫外線出力が規定値まで低下して使用できなくなること、あるいはそれまでの総点灯時間。紫外線ランプの場合はランプ寿命と称されることがある。
紫外線照射量	UV dose	紫外線が入射する面の単位面積当たりの紫外線照射エネルギー量。一般的に、紫外線照度(μW/cm ²)と照射時間(sec)の積で示される。 通常、253.7 nm の紫外線照射量をいう。中圧水銀ランプや UV-LED の場合は、殺菌効果のある有効波長域(UV-C)の照射量をいう。単位：μWsec/cm ² あるいは mJ/cm ² 、なお 1 mJ/cm ² =1000 μWsec/cm ² 。紫外線量、紫外線照射線量、殺菌線量、用量ともいう。
紫外線照射量分布	distribution of UV dose	装置内で個々の微小流体(例えば微生物)に与えられた紫外線照射量の分布。
紫外線消毒	ultraviolet disinfection	紫外線の持つ微生物不活化作用を利用する消毒法。不活化作用のある有効波長域を主とした紫外線を水に照射することにより、消毒を行うことができる。水に臭味を生じたり過剰注入したりする危険はないが、残留効果がない。
CT 値	CT value	病原微生物等と消毒剤との接触量の指標で、消毒剤の濃度(C)と消毒剤が残留している時間(T)の積で表される。単位は通常、mg・min/L が用いられる。病原性微生物等の一定量(90%、99%、99.9%等)を不活化するのに必要な CT 値が個々の細菌、原虫等について消毒剤ごとに求められている。
指標菌	indicator bacteria	原水にクリプトスポリジウム等が混入するおそれの有無を判定するための指標となる微生物。『水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針』では大腸菌(<i>E.coli</i>)及び嫌気性芽胞菌が指標菌として有効とされている。
ジャンクション温度	junction temperature	LED の発光部(PN 接合部)の温度。ジャンクション温度は LED の電気的特性や寿命に影響を与える。
照射エネルギー	UV radiant energy	紫外線出力を照射時間で積算したエネルギー量。単位：J、W・s。
消毒	disinfection	病原菌など人に対して有毒な微生物を不活化する(感染力をなくす)こと。熱などによる物理的方法と薬剤による化学的方法がある。水道法では消毒を行うことが定められている(22条)。一般には浄水処理過程の最終段階でろ過水に塩素剤を注入する。
消毒副生成物	disinfection by-product	消毒の際に副次反応によって生成される物質。水道水質基準項目としては、塩素、オゾン等による副生成物として、トリハロメタン、ハロ酢酸、臭素酸、アルデヒドなどの項目があげられている。一般的に、紫外線照射による副生成物の生成は知られていない。DBP と略記される。

5. 添付資料

水銀蒸気圧	mercury vapor pressure	ランプ点灯時の管内の水銀蒸気圧をいう。水銀蒸気圧の高低によって、低圧紫外線ランプ、中圧紫外線ランプ等に分類され、分光分布やランプ出力が変動する。
石英ガラス	quartz glass	水晶を原料とした UV-C 域の透過性が高いガラス。ランプやランプ保護管の材料として利用されている。
大腸菌	Escherichia coli	腸内細菌科 (<i>Enterobacteriaceae</i>) 中の <i>Escherichia</i> 属の基準種である <i>E.coli</i> の和名。大腸菌は大腸菌群、とりわけ糞便由来に着目した糞便性大腸菌群の主体をなすものとして、汚染指標に広く利用される。大腸菌には一般に病原性はないが、一部の ¹ 大腸菌には病原性がある(病原大腸菌)。
大腸菌ファージ	coliphage	大腸菌 (<i>Escherichia coli</i>) を宿主として増殖するバクテリオファージ。MS2、Q β 、T7 などが消毒効果の評価に用いられる。
滞留時間	detention time	タンク又は池の容量を流入量で除したもの。完全押し出し流れを仮定したときの理論的滞留時間。
濁度	turbidity	水の濁りの程度。精製水 1 L 中に、所定の粒径を有するポリスチレンラテックス標準粒子(従来はカオリン)1 mg を含むときの濁りに相当するものを 1 度(又は 1 mg/L)とされている。なお、ホルマジンポリマーを標準粒子とした場合は、単位として「NTU」又は「FTU」が用いられる。水道水の濁度は 2 度以下に規定されている。また、『水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針』では、ろ過水濁度を 0.1 度以下に保つこととしている。濁度が高くなる(濁質が多くなる)と紫外線透過率低下の原因となる。
脱嚢	excystation	原生動物のシストあるいはオーシストから虫体が抜け出すこと。
中心波長	center wavelength	LED の発光波長分布の中心に位置する波長。UV LED のような単色 LED の発光波長分布は、通常一ヶ所の鋭いピークとピークに対してほぼ左右対称な形状を持ち、一般的にはこのピークと中心波長は概ね一致する。
中圧紫外線ランプ	medium pressure mercury lamp	点灯中の水銀蒸気圧が 40 kPa ~4 MPa であるランプ。国内では高圧水銀ランプともいう。MP と略記される。
調光	dimming	ランプ電力値などを可変させて UV 出力を変化させること。
低圧高出力アマルガムランプ	low pressure high output lamp	管の単位長さ当たりの紫外線出力を増大させたランプ。一般的に、アマルガムを使用したり、管に窪みを設けたり、強制的に冷却する等して水銀蒸気圧を制御して紫外線出力を増大させていることが多い。LPHO と略記される。
低圧紫外線ランプ	low pressure mercury lamp	点灯中の水銀蒸気圧が 1 Pa 程度のランプ。殺菌ランプや蛍光灯としての利用が多い。LP と略記される。
電磁波	electromagnetic radiation	波の性質を持つ γ 線から X 線、紫外線、可視光線、赤外線、電波を示す。

5. 添付資料

透過率	transmittance	水への入射光に対する透過光の比。精製水に対する相対値で、通常、光路長 1 cm の場合の値をいう。単位：%。UVT (UV transmittance) で紫外線透過率を意味する。
内照式	internal irradiation type	ランプ保護管表面全体が直接水と接触した構造となっている装置。ランプ保護管が処理水中に設置され、紫外線照射する方式の装置。
外照式	external irradiation type	紫外線光源全体が直接水と接触しない構造となっている装置。
ナノメートル	nm (nano meter)	長さの単位。1 nm=1/1000 μm。1 μm=1/1000 mm。光の波長域を表すときに良く用いられる。
二量体	dimer	2つの同種の分子が物理的・化学的な力によってまとまった分子。紫外線の不活化は DNA を構成する塩基が二量体を形成することにより DNA の複製や転写機能が阻害される結果生じる。
配光特性	light distribution characteristic	発光体の光学特性の一部であり、光度の角度に対する変化又は分布。
波長	wavelength	電磁波や音波などの山と山、谷と谷との距離。
発光波長分布	emission wavelength distribution	放射の単色成分を、波長又は周波数の順に並べて表示したもの。スペクトルともいう。
光回復	photoreactivation	紫外線により不活性化された微生物が、可視光の照射を受けることにより DNA 修復酵素が活性化され、再び活性を回復する反応。
フッ素樹脂	fluoropolymer tube	表面に汚れが付着しにくい特性がある。外照式殺菌装置の通水管や石英ガラスの表面をコーティングする素材として利用されている。
不活化	inactivation	微生物が、外的要因により生命体としての機能や増殖性、感染性、免疫原性などの生物学的活性を失うこと。紫外線、γ線、超音波、熱、高圧などを用いた物理的方法や、ホルマリン、過酸化水素、塩素、ヨウ素、臭素、オゾン、エチレンオキシドなどを用いた化学的方法がある。
不活化効率	inactivation effectiveness	多波長スペクトルにおける波長ごとの相対不活性化率。一般的には、253.7 nm による殺菌効率を基準単位とする。
変異原性	mutagenicity	生物の遺伝をつかさどっている遺伝子(DNA)や染色体に、遺伝子突然変異や染色体突然変異といった突然変異を誘発する性質(DNA 損傷性)のこと。化学物質の中には発癌性を有するものがあり、それらの多くが変異原性も有している(変異原物質又は突然変異原物質)ことから、化学物質の安全性評価の上で注目されるようになった。体細胞での突然変異は癌や奇形の発生に、生殖細胞での突然変異は遺伝毒性の発生に結びつくものと考えられる。
ランベルト・ベールの法則	Lambert-Beer law	均一物質による単波長の吸収について入射光と透過光との関係を表した法則。

5. 添付資料

5.3 略語集

CFD	computational fluid dynamics	数値流体力学
DNA	deoxyribonucleic acid	デオキシリボ核酸
GF	germicial factor	波長感受性
JUVA	Japan UV Water Treatment Technology Association	一般社団法人日本紫外線水処理技術協会
JWRC	Japan Water Research Center	公益財団法人水道技術研究センター
LED	light emitting diode	発光ダイオード
LP	low pressure lamp	低圧紫外線ランプ
LPHO	low pressure high output lamp	低圧高出力紫外線ランプ
MP	medium pressure lamp	中圧紫外線ランプ
NTU	nephelometric turbidity unit	比濁法濁度単位
OEM	original equipment manufacturing	相手先ブランド製造
RNA	ribonucleic acid	リボ核酸
RED	reduction equivalent dose	換算紫外線照射量
USEPA	United States Environmental Protection Agency	アメリカ合衆国環境保護庁
WHO	World Health Organization	世界保健機関

執筆者一覧

執筆者一覧

学識者

委員長	神子 直之	立命館大学
	大瀧 雅寛	お茶の水女子大学
	小熊 久美子	東京大学大学院

企業委員

幹事	岩崎 達行	スタンレー電気株式会社
副幹事	牧瀬 竜太郎	東芝インフラシステムズ株式会社
	関根 悟	株式会社ウォーターテック
	藤本 正巳	株式会社ウォーターテック
	新沼 寛司	水道機工株式会社
	北條 達也	水道機工株式会社
	松田 純司	スタンレー電気株式会社
	堀江 和峰	千代田工販株式会社
	藤崎 みほ	千代田工販株式会社
	岩崎 啓太	月島 JFE アクアソリューション株式会社
	小林 伸次	東芝インフラシステムズ株式会社
	市川 勉	株式会社西原環境
	小笠原 綾香	株式会社西原環境
	忠平 真人	株式会社日水コン
	三浦 裕実子	株式会社日水コン
	矢野 正人	株式会社フソウ
	小野寺 雄治	株式会社フソウ
	飯田 透哉	メタウォーター株式会社

オブザーバ

横井 三知貴	厚生労働省	R5.6 まで
柳田 貴広	厚生労働省	R5.7 から
山内 弘康	青森市企業局	
袈裟丸 大	埼玉県	
森 康弘	岡山市水道局	

執筆者一覧

事務局

安藤 茂	公益財団法人水道技術研究センター
清塚 雅彦	公益財団法人水道技術研究センター
市川 学	公益財団法人水道技術研究センター
佐々木 克之	公益財団法人水道技術研究センター
渡部 太士	公益財団法人水道技術研究センター
石塚 美和	公益財団法人水道技術研究センター
久保 章	公益財団法人水道技術研究センター
山下 玲菜	公益財団法人水道技術研究センター

紫外線処理装置技術情報（各社の情報）

掲載企業（50 音順）

株式会社ウォーターテック

水道機工株式会社

スタンレー電気株式会社

千代田工販株式会社

月島 JFE アクアソリューション株式会社

東芝インフラシステムズ株式会社

株式会社西原環境

株式会社フソウ

メタウォーター株式会社

省スペースで

紫外線処理設備の一元管理ができる

ユニット型紫外線照射装置

株式会社 **ウォーターテック**

技術部

〒108-0023

東京都港区芝浦3-16-1(中野興産ビル)

TEL 03-3456-0794

FAX 03-3769-0645



当社 HP

特長

● 必要な機器・配管を一体化

紫外線照射装置 2 台、各種バルブ、濁度計などの計装機器※、制御盤等の必要な機器・配管類一式をユニット化しました。 ※電磁流量計はオプション対応です。

● 小規模施設に最適

概略寸法が 2,200W×1,320D×2,100H と非常にコンパクトながら、最大で 100m³/日(1 台運転)~800m³/日(2 台運転)の処理水量を確保しているため、簡易水道などの小規模施設に最適です。

● 紫外線処理設備の一元管理

紫外線処理設備に必要なバルブ、機器類の制御をユニット盤に一元化しているため、操作性に優れており、維持管理も非常に容易です。

● 工期の短縮・建設費の削減が可能

システム全体の制御がユニット盤に一元化されているため、操作性に優れており、維持管理も非常に容易となっています。

ラインナップ

型 式		SCW-AN01-UN	SCW-AN02-UN	SCW-AN03-UN
処理水量 [m ³ /日]	1 台運転	100	240	400
	2 台運転	200	480	800
消費電力※1 [kW]		0.56	0.60	0.66
電源電圧 [V]		1φ100		
寸法 [m]		2,200W×1,320D×2,100H		

※1 2 台運転時の最大消費電力。除湿機使用時は+0.5/0.55 kW(50/60Hz)

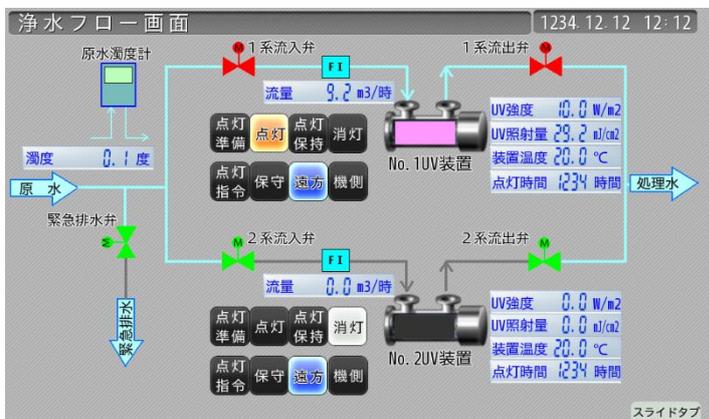


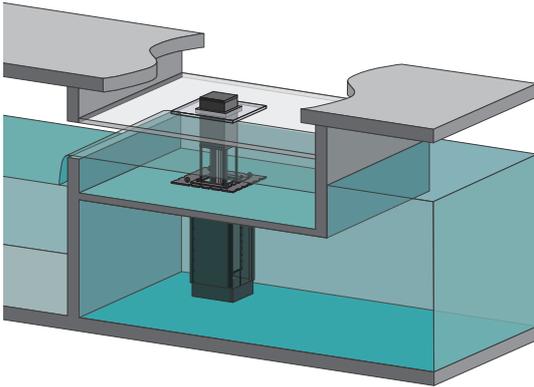
図 ユニット盤 TP 一元管理画面



写真 設置事例

スイオー 浸漬型反射式紫外線処理装置

大規模浄水場を対象とした水路設置タイプの紫外線処理装置です。



特長 Advantage

- 1 浸漬型の採用で水路への設置が可能
水道向け紫外線処理装置では日本初となる浸漬型を採用
→ 過池後段の水路や浄水池前段等への設置が可能
- 2 低い電力消費量で大水量を処理可能
高出力の低圧水銀ランプを採用し反射光を有効利用
→ 従来の大規模向け装置と比較し消費電力を大幅に削減
- 3 低い圧力損失
圧力損失約200 mmAqの装置
→ 損失水頭に余裕がない場所にも設置可能
- 4 ランニングコストの削減
長寿命(約1.5年)の低圧水銀ランプを採用
→ 電力費、ランプ交換費の削減

仕様 Specification

処理水量(m ³ /日)	~43,000
消費電力	6.5 kW

JWRC基準適合認定申請中

スイオー 内筒反射式紫外線処理装置

照射槽内の紫外線反射光を有効に活用した高効率・省電力タイプの紫外線処理装置です。

特長 Advantage

- 1 電力消費量の削減
反射光を有効利用、流量に応じた照射量自動調整
→ 消費電力40~50%削減
- 2 低環境負荷(少水銀)
高効率化に伴い、従来機種よりもランプ本数が半減
→ 水銀使用量半減
- 3 ランニングコストの削減
ランプ本数の半減、長寿命(約2年)ランプ採用
→ 電力費、ランプ交換費の大幅な削減
- 4 直近配管の自由度が向上
二重構造が紫外線の漏出を防止
→ 装置直近配管の材質や取り回しの自由度が向上



仕様 Specification

製品ラインナップ		SKARシリーズ		
型式	SKAR-2X	SKAR-4Xs	SKAR-4X	SKAR-6X
処理水量(m ³ /日)	~2,400	~5,500	~6,000	~8,000
ランプ本数	2本	4本	4本	6本
消費電力	0.5kW	0.9kW	0.9kW	1.3kW

全型式: JWRC基準適合認定取得済



スタンレー電気株式会社

[問い合わせ] <https://info.stanley.co.jp/public/application/add/444>
[URL] https://www.stanley.co.jp/product/uvc_product/sterilization/water/water-treatment.html



UV-C LED水除菌装置 AℓNUV_Aqua

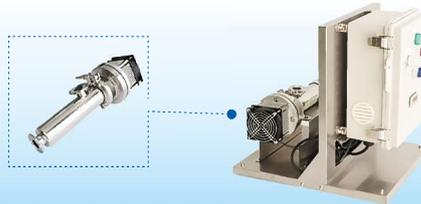
スタンレー電気は、深紫外光源からモジュール・リアクターまで
業界・用途に合わせ製品ラインアップを展開しています。

▶ 除菌効果の高い 265nm UV-C LED 搭載 ▶ 塩素・薬剤を使用せず細菌・ウイルスの不活化を実現

AℓNUV®

UV-C LED システム

大流量
~ 18 m³/h
中流量
~ 1.8 m³/h



溜め水用 UV-C LEDユニット



UV-C LED リアクター

小流量
~ 15 ℓ/min



SUS ~15ℓ/min

Resin ~6.0ℓ/min

UV-CCL リアクター



アプリケーション

浄水器
ウォーターサーバー
給湯器
加湿器
水槽

浄水場
下水処理
純水製造設備
小規模水道
工場用原料水

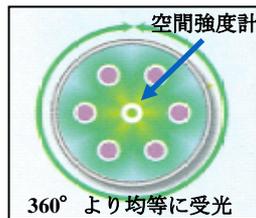
水を輝かせる。



シストライザーがお届けする安心と安全、信頼
耐塩素性病原生物不活性化装置
CYSTLIZER SDW シリーズ

安心と安全をお届けする3つの要素

- ◆ 厳密な照射量管理技術
空間強度計による紫外線強度監視を用いた厳密な照射量管理を実現 (弊社特許技術)
- ◆ フッ素樹脂コーティングスリーブの採用
外的衝撃の際も石英ガラスが飛散せず、ランプに含まれる水銀漏洩を防止 (弊社特許技術)
- ◆ 豊富な実績
2008年(平成20年)JWRC 基準認定第1号取得以降、全国浄水場に多数の納入実績有り



CYSTLIZER SDW シリーズ一覧

装置型式	基準流量【m ³ /日】	搭載ランプ
SDW-05 シリーズ	120 ~ 900	低圧アマルガムランプ
SDW-10 シリーズ	1,300 ~ 5,300	低圧アマルガムランプ
SDW-15 シリーズ	5,600 ~ 30,000	低圧アマルガムランプ
SDW-MP シリーズ	30,000 ~ 52,800	中圧紫外線ランプ

全型式 2019 年度版紫外線照射装置 JWRC 基準適合認定取得済

紫外線照射装置導入施設 計 454 施設に対してシェア 40% (2022 年度末実績)

装置の特徴

- ◆ CFD-I シミュレーション技術によるランプ配置最適化により高効率な紫外線照射を実現
- ◆ 自動洗浄装置搭載
- ◆ 流量と紫外線強度による照射量演算
- ◆ 最適化された空間強度計配置によりオンライン透過率計設置が不要
- ◆ 水道法の定める浸出性能基準にすべて適合

紫外線消毒装置 センチネル

 月島JFEアクアソリューション株式会社

TJAS

営業本部 営業企画部

〒104-0053 東京都中央区晴海3丁目5番1号

TEL : 03-5560-6031 <https://www.tsk-g.co.jp/>



センチネル 600 型外観

月島 JFE アクアソリューションでは、デノラウォーターテクノロジー社より紫外線消毒装置「センチネル」を導入しています。「センチネル」は、高出力の中圧紫外線ランプ採用により、コンパクトな設備で広範な流量に対応可能です。

また、ラインナップ 3 機種は全て米国環境保護庁(USEPA)指針に準拠しており、また、300 型、600 型は紫外線照射装置 JWRC 基準適合認定を取得しています。豊富な納入、及び稼働実績に基づく高い信頼性も大きな特長の一つです。

特長

1. 高い信頼性

- ・紫外線照射量[mJ/cm²]による管理が可能 (常時付属制御盤にて表示)
- ・10 年超の国内稼働実績
- ・流量、水質に応じた自動出力制御
- ・ランプ 1 本あたりに UV センサ 1 台付属
- ・付属制御盤は国内製造

2. 設置面積が小さく、コンパクト

- ・コンパクトな設備で広範な流量に対応可能
- ・ランプ長が短く、省スペース

3. 維持管理が容易

- ・ランプ本数が少なく、交換作業が容易
- ・SUS 製ワイパにより保護管を自動洗浄
- ・ランプ交換時期や UV センサ校正時期を付属制御盤より出力して通知

4. 既存設備への適用

- ・フランジ接続型のため、既設配管を流用した設置が可能
- ・装置の圧力損失が少ないため、送水への影響が少ない

センチネル ラインナップ

	300型	600型	1200型
直径 [mm]	300	600	1200
長さ [mm]	750	900	1200~2700
ランプ出力[kW/本]	4	10	20
ランプ本数[本]	1~3	1~5	1~9
最大処理流量[m ³ /日]	20,150	75,600	150,000

※300 型、600 型にて JWRC 基準適合認定取得。

TOSHIBA

紫外線照射装置

TOSAQLEAR™

東芝インフラシステムズ株式会社

社会システム事業部

〒212-8585 川崎市幸区堀川町72番地34

Tel 044-576-6629

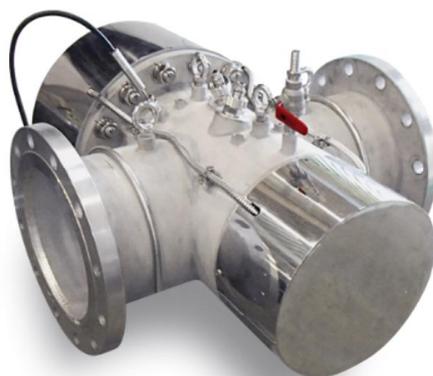
✓ 特長

低コスト

膜処理に比べて低コストな
クリオスポリジウム対策が
可能

高効率

シミュレーション技術を活用した
装置設計で業界トップクラス*1
の高照射効率を実現



省電力

紫外線透過率が不要な
調光制御により電力費の削
減が可能*2

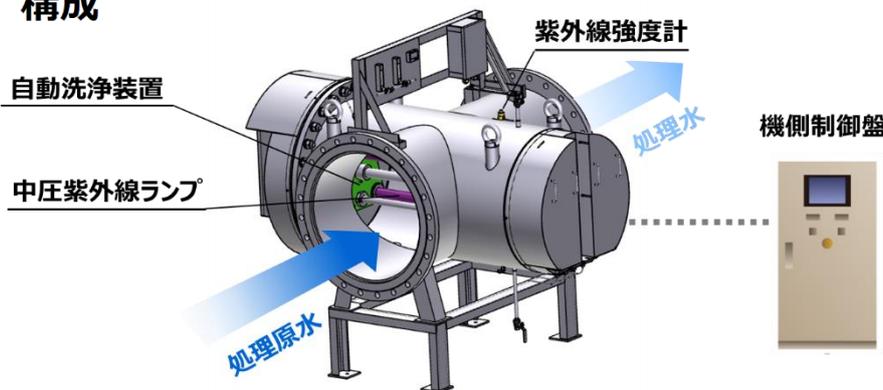
省スペース

配管に直接挿入できるクロス
フロー型の採用で、設置条件
の制約が少なく、省スペースを
実現

*1 中圧ランプを用いた紫外線照射装置の場合（2024年1月現在当社調べ）

*2 原水の流量や水質により変化します。（特許第5649703号）

✓ 構成



紫外線照射装置

TSUV-M12000X-1F (50,000m³/日モデル)

✓ 仕様

JWRC新基準認定取得済み				
型 式	TSUV-M3000R-1	TSUV-M3000R-2	TSUV-M3000R-3	TSUV-M12000X-1F
基準処理水量*1	8,400m ³ /日	17,500m ³ /日	27,500m ³ /日	50,000m ³ /日
接続フランジ	250A JIS10K RF	350A JIS10K RF	450A JIS10K RF	750A JIS10K RF
紫外線照射装置 寸法(mm) 質量kg	700W x 1,300H x 800D 240kg	850W x 1,450H x 900D 400kg	1,000W x 1,530H x 1,060D 600kg	1,530W x 1,850H x 2,100D 1,700kg
付属制御盤寸法 (mm) 質量kg	860W x 1,900H x 600D 200kg	1,060W x 1,900H x 600D 250kg	1,260W x 1,900H x 600D 300kg	1,060W x 1,900H x 800D 300kg
入力電源容量 (予備ランプ含まず)	3φ 200V 8kVA	3φ 200V 14kVA	3φ 200V 21kVA	3φ 400V 50kVA

株式会社 西原環境

〒108-0022 東京都港区海岸 3-20-20

ヨコソーレインボータワー3階

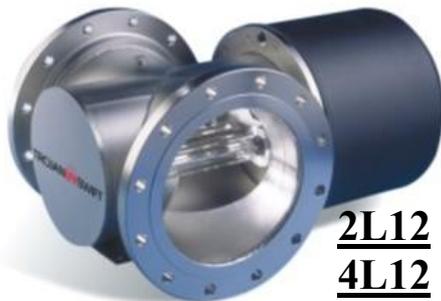
TEL. 03-3455-4441(代表) <http://nishihara.co.jp/>

中圧ランプ UV スイフト



特長

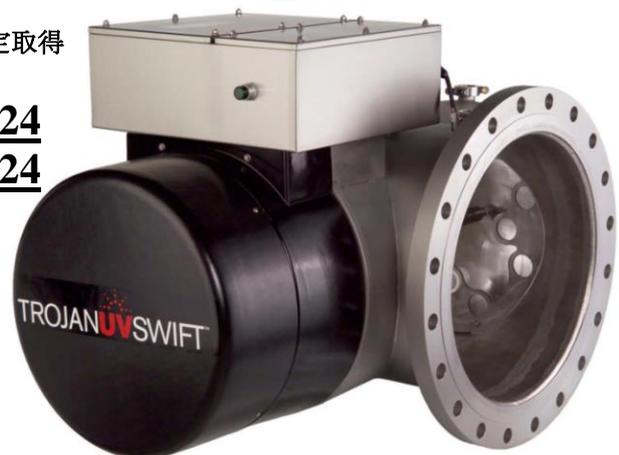
- 大容量に対応した中圧ランプ使用
- コンパクトなリアクターで配置計画が容易
- 物理化学ワイパーシステムを採用
- 紫外線照射装置 JWRC 技術審査基準適合認定取得



仕様

型式	最大水量 (m ³ /日)	接続口径 (mm)
2 L 1 2	12,000	300
4 L 1 2	24,000	300
2 L 2 4	48,000	600
4 L 2 4	96,000	600

2L24
4L24



水をつくる、いかす、考える。



株式会社フソウ

〒103-0022 東京都中央区日本橋室町 2-3-1
TEL:03-6880-2110(代表)FAX:03-6880-2208
https://www.fuso-inc.co.jp

フソウの紫外線照射装置

フソウは、紫外線照射装置を全国の水道事業体に対して最適な機種を選定・納入が可能です。



紫外線照射装置設置事例



タッチパネルイメージ

特徴

数値流体解析による装置設計の最適化

数値流体解析(CFD)を用いて紫外線照射槽内の紫外線照射量の分布をシミュレーションすることで最適な紫外線照射装置の設計を行います。

360°すべてのランプをモニターできる空間強度計

紫外線ランプを同心円上に設置し、中心に空間強度計を配置することにより、受光角によらず360°すべての紫外線ランプを正確に監視することが可能です。

性能監視に優れたタッチパネル

付属する制御盤にタッチパネルを採用することにより、多機能化と操作性の向上を図っています。また、紫外線照射量の管理も行うことができるため、安全性・信頼性に優れています。

水温に左右されない高出力紫外線ランプ

紫外線光源には波長 253.7nm の紫外線を放射する低圧高出力アマルガムランプを採用することで水温の影響を受けることなく、安定した紫外線の照射が可能です。

フッ素樹脂コーティング & 自動洗浄装置を採用した石英ランプスリーブ

破損と汚れに強いフッ素樹脂をランプスリーブにコーティングし、汚れの付着を長時間抑制するとともに万クラックが生じた際の破片飛散を防止します。また、ランプと強度計のスリーブを同時に自動洗浄するモータ駆動式ワイパーを採用し、確実な洗浄をすることが可能です。

超音波洗浄式 紫外線照射装置



特長

1 超音波洗浄機構を採用

超音波洗浄の効果により、紫外線照射量の低下を抑制します
ワイパー等の可動部品がありません

2 長寿命(14,000時間)、ON-OFFにも強い紫外線ランプを採用

交換の手間が低減されるとともに廃棄物の削減、環境負荷低減にも貢献します
ランプON-OFFに対する耐久性は、30,000回以上です

3 密閉構造による結露防止

乾燥剤、乾燥空気などを必要としません

4 容易な維持管理

超音波洗浄の採用と密閉構造による結露対策により、
機器点数が少なく、保守管理が容易でランニングコストも安価です

型式	処理水量		消費電力 (kW)	接続口径 (A)	装置概略寸法	
	(m ³ /日)	(m ³ /時)			W×D×H (mm)	
MWUVL-4	4,300	179	1.3	200	本体 制御盤	2,280×500×900 800×600×1,550
MWUVL-6	8,300	345	1.75	300	本体 制御盤	2,350×600×900 800×600×1,550
MWUVL-8	11,800	491	2.15	350	本体 制御盤	2,460×700×950 800×600×1,550

水道における紫外線処理設備導入に関する
実務の手引き
～基本設計例と申請手続き解説～
(第2期 UV-ACE)

令和6年(2024年)4月 発 刊

発行所 公益財団法人水道技術研究センター
〒112-0004
東京都文京区後楽 2-3-28 K.I.S 飯田橋ビル 7F
TEL 03-5805-0262
FAX 03-5805-0265
e-mail jwrcweb@jwrc-net.or.jp