

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

～導入編～

令和2年（2020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、2019年（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。このたびの改正により、紫外線処理の対象が拡大し、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、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て2020年度（令和2年度）まで2年間活動します。

今般作成した手引きは、2009年（平成21年）7月に財団法人水道技術研究センターが発行した「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」をベースとして、今般の水道におけるクリプトスポリジウム等対策指針の改正を受け、地表水への紫外線処理設備の導入を中心に、新しい知見を追加しています。また、2020年度（令和2年度）には維持管理編を追加し、完成版を水道技術研究センターホームページに掲載する予定です。

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、オブザーバーとして参加・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、クリプトスポリジウム等対策が大きく前進することを期待しています。

令和2年（2020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

# 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】.....	3
2. 水道における紫外線処理の基礎.....	5
2.1. 本書における定義.....	5
2.2. 紫外線とは.....	5
2.2.1. 紫外線.....	5
2.2.2. 紫外線強度と紫外線照射量.....	6
2.3. 紫外線の発生機構.....	10
2.3.1. 紫外線ランプ.....	10
2.3.2. UV-LED.....	10
2.4. 紫外線による微生物の不活化.....	11
2.4.1. 不活化機構.....	11
2.4.2. 紫外線による不活化効果.....	12
2.4.3. 不活化効果と <i>RED</i> (換算紫外線照射量).....	15
2.4.4. 回復現象.....	15
2.5. 紫外線処理の性能に影響する因子.....	17
2.5.1. 処理対象水の水質(紫外線透過率、濁度、色度).....	17
2.5.2. ファウリング.....	18
2.6. 紫外線処理による反応・副生成物.....	18
2.6.1. 残留塩素との反応.....	18
2.6.2. 消毒副生成物.....	19
2.7. 対策指針における紫外線照射性能の考え方の変遷.....	19
2.7.1. 対策指針の改正.....	19
2.7.2. 紫外線照射装置選定における処理対象水の透過率データの重要性.....	20
2.8. 紫外線処理設備の特長.....	20
【2章参考文献】.....	22
3. 紫外線照射装置.....	25

3.1.	紫外線光源	28
3.1.1.	光源の種類	28
3.1.2.	発光波長分布	31
3.1.3.	紫外線強度維持率	33
3.1.4.	光源の特徴	34
3.2.	ランプスリーブ等	36
3.3.	紫外線照射槽	37
3.4.	紫外線強度計	38
3.5.	付属制御盤	39
3.6.	自動洗浄装置	40
3.7.	温度計又は温度センサ	41
	【3章参考文献】	42
4.	紫外線処理設備の導入	43
4.1.	紫外線処理設備適用の要件	43
4.1.1.	適用パターン	43
4.1.2.	適用水質	43
4.1.3.	求められる性能と紫外線照射量	44
4.1.4.	紫外線処理と組み合わせる場合のろ過の運転管理	44
4.2.	紫外線処理設備の計画	45
4.2.1.	紫外線処理設備における処理水量	45
4.2.2.	処理対象水の水質	46
4.2.3.	紫外線照射装置の選定	46
4.2.4.	付帯設備	47
4.2.5.	設置場所の選定	49
4.2.6.	適用位置	50
4.2.7.	その他留意事項	51
4.3.	据付・試運転時の留意点	52
4.3.1.	据付時の留意点	52
4.3.2.	試運転時の留意点	53
4.4.	認可変更	53
	【4章参考文献】	56
5.	ケーススタディ	57

5.1.	紫外線処理設備導入の流れ.....	58
5.2.	A 浄水場での検討例.....	60
5.2.1.	基本情報.....	60
5.2.2.	紫外線処理適用可否の確認.....	65
5.2.3.	紫外線処理設備の概要.....	65
5.2.4.	損失水頭、必要スペースの検討.....	67
5.2.5.	設置箇所.....	71
5.2.6.	設備更新概要.....	72
5.3.	B 浄水場での検討例.....	73
5.3.1.	基本情報.....	73
5.3.2.	紫外線処理適用可否の確認.....	77
5.3.3.	紫外線処理設備の概要.....	78
5.3.4.	損失水頭、必要スペースの検討.....	80
5.3.5.	設置箇所.....	82
5.3.6.	設備更新概要.....	84
5.4.	C 浄水場での検討例.....	85
5.4.1.	基本情報.....	85
5.4.2.	紫外線処理適用可否の確認.....	89
5.4.3.	紫外線処理設備の概要.....	89
5.4.4.	損失水頭、必要スペースの検討.....	91
5.4.5.	設置箇所.....	93
5.4.6.	設備更新概要.....	95
5.5.	D 浄水場での検討例.....	96
5.5.1.	基本情報.....	96
5.5.2.	紫外線処理適用可否の確認.....	101
5.5.3.	紫外線処理設備の概要.....	101
5.5.4.	損失水頭、必要スペースの検討.....	103
5.5.5.	設置箇所.....	105
5.5.6.	設備更新概要.....	106
5.6.	E 浄水場での検討例.....	107
5.6.1.	基本情報.....	107
5.6.2.	紫外線処理適用可否の確認.....	111
5.6.3.	紫外線処理設備の概要.....	112
5.6.4.	損失水頭、必要スペースの検討.....	113
5.6.5.	設置箇所.....	115
5.6.6.	設備更新概要.....	116

5.7.	F 簡易水道での検討例 .....	117
5.7.1.	基本情報 .....	117
5.7.2.	紫外線処理適用可否の確認 .....	120
5.7.3.	紫外線処理設備の概要 .....	121
5.7.4.	損失水頭、必要スペースの検討 .....	123
5.7.5.	設置箇所 .....	125
5.7.6.	設備更新概要 .....	126
5.8.	ケーススタディのまとめ .....	127
6.	事例紹介 .....	129
6.1.	光市水道局 林浄水場 .....	129
6.1.1.	導入の経緯 .....	129
6.1.2.	施設概要 .....	129
6.1.3.	処理フロー .....	129
6.1.4.	紫外線処理設備の内容 .....	130
6.1.5.	水質データ .....	131
6.1.6.	維持管理 .....	131
6.1.7.	装置の外観 .....	132
6.1.8.	その他ヒアリング情報 .....	133
6.2.	大竹市上下水道局 防鹿水源池（浄水場）及び三ツ石調整池 .....	135
6.2.1.	導入の経緯 .....	135
6.2.2.	施設概要 .....	135
6.2.3.	処理フロー .....	135
6.2.4.	紫外線処理設備の内容 .....	136
6.2.5.	水質の管理 .....	137
6.2.6.	維持管理 .....	138
6.2.7.	紫外線処理建屋と装置の外観 .....	139
6.2.8.	その他ヒアリング情報 .....	140
6.3.	A 市上下水道部 Z 浄水場 .....	141
6.3.1.	導入の経緯 .....	141
6.3.2.	施設概要 .....	141
6.3.3.	処理フロー .....	141
6.3.4.	紫外線処理設備の内容 .....	142
6.3.5.	水質データ .....	143
6.3.6.	維持管理 .....	144
6.3.7.	装置の外観 .....	145
6.3.8.	その他ヒアリング情報 .....	146

6.4.	A市上下水道部 W浄水場	147
6.4.1.	導入の経緯	147
6.4.2.	施設概要	147
6.4.3.	処理フロー	147
6.4.4.	紫外線処理設備の内容	148
6.4.5.	水質データ	149
6.4.6.	維持管理	150
6.4.7.	装置の外観	150
6.4.8.	その他ヒアリング情報	151
7.	参考資料	153
7.1.	紫外線に関するコラム	153
7.1.1.	紫外線強度	153
7.1.2.	紫外線照射量	154
7.1.3.	<i>RED</i>	155
7.1.4.	紫外線耐性の異なる微生物の <i>RED</i>	156
7.2.	クリプトスポリジウム等対策に関する国内外の動向	157
7.3.	日本における導入状況	162
7.3.1.	年度別にみた紫外線処理設備導入状況	162
7.3.2.	処理水量別にみた紫外線処理設備導入状況（平成30年度）	163
7.4.	地表水を原水として「ろ過＋紫外線処理」を行っている浄水場（海外事例）	164
	【7章参考文献】	167
8.	添付資料	169
8.1.	執筆者一覧	169
8.2.	用語集	171
8.3.	略語集	177