

529 施設及び設計基準：飲料水の消毒、紫外線

01 総則

a. 紫外線（UV）技術は地表水および地下水源のクリプトスポリジウム、ランブルベン毛虫、およびウイルス消毒に典型的に用いられる、一次消毒剤である。特定の有機体の不活化におけるリアクタの機能は、妥当性確認テストで決定される供給される線量の関数である。

b. UV 消毒クレジットは、40CFR141.71 の無濾過システムの要件をシステムが満たしていれば、濾過システムおよび無濾過システムに授与される。システムは、妥当性確認要素と還元相当線量を考慮して計算された、サブセクション 529.03 に示される適切なターゲット病原体およびログ削減のための対応する UV 線量値を達成することで、クリプトスポリジウム、ランブルベン毛虫、およびウイルス処理クレジットを授与される。ターゲット病原体およびターゲットログ不活化は、対応する必要な UV 線量を特定するために用いられるものとする。

c. 微生物処理要件を満たすために紫外線を用いる水システムについては、毎月一般に供給される水の少なくとも九十五パーセント（95%）は必要 UV 線量について妥当性確認された条件で運用される UV リアクタによって処理されていなければならない。

d. UV 消毒プロジェクト案を審査する際には、局はサブセクション 002.02（UV 消毒ガイダンスマニュアル）に言及される USEPA の長期第 2 次地表水処理強化最終規則紫外線消毒ガイダンスマニュアルを手引きとして用いる。

02 予備的研究および妥当性確認

a. 局はケースバイケースで現地予備的研究を許可することができる。予備的研究は通常、現場でどの程度の汚染が生じるかの決定、UV システム（例えば UV センサ、UV 透過率モニタ、パラスト信頼性）の信頼性評価、そしてオペレータに UV システムの運用経験を与えるために用いられる。さらに、ランプの経年または電力品質の影響を評価するために用いられることもある。予備的研究の実施に関する概説については、サブセクション 501.19 を参照のこと。

b. 妥当性確認テストは運用条件と、リアクタの運用中にどの程度の UV 線量が供給されるかを特定するために UV システムが用いるモニタリングアルゴリズムを決定する。妥当性確認テストを通じて決定された妥当性確認された線量は、UV 線量表(サブセクション 529.03)の必要線量と比較され、不活化クレジットを決定する。妥当性確認された線量は所定の削減等量線量を妥当性確認係数で除算して、バイアスおよび実験上の不確実性を考慮する。UV 処理リアクタは局が承認する第三者機関によって妥当性確認されなければならない。最低限、妥当性確認テストは以下から構成されていなければならない。水の UV 吸収、ランプの汚染および経年、オンライン UV センサの測定の不確実性、リアクタ全体の速度プロフィールから生じる UV 線量の供給、UV ランプその他システムの重大なコンポーネントの機能不全、UV リアクタの入口および出口の配管構成、ランプと UV センサの配置、その他局が求めるパラメータ。局はより正確かつ効率的な UV 線量モニタリングを提供するために、UV 線量がよりクリプトスポリジウムおよびランブルべん毛虫のそれとより合致する場合には、MS2 ファージ等の代替りのテスト微生物を許可することができる。サブセクション 002.02 に言及される UV 消毒ガイダンスマニュアル、もしくは局が承認する別の妥当性確認基準でさらに指針が得られる。

c. 妥当性確認テストは、システムが用いる UV リアクタと容量反応特性が低圧水銀灯で定量化されたテスト微生物の不活化に一樣に合致するリアクタの実規模試験で行われるものとする。

d. 妥当性確認テストは、リアクタがサブセクション 529.03 で要求される UV 線量を供給する妥当性確認された運用条件を決定、確立する。妥当性確認された運用条件には、以下を含む。

- i. フロー率
- ii. UV センサで測定した UV 強度
- iii. UV ランプの動作状況

e. 局は妥当性確認テストに代わるアプローチを認可することもできる。

03. UV 線量表。線量表に挙げられる処理クレジットは、低圧水銀灯で生成された波長二百五十四(254)nmのUV光に基づいている。他のタイプのランプについて処理クレジットを受けるためには、システムは妥当性確認テストにおいて同等の殺菌線量を示さなければならない。

UV 線量表 (平方センチメートルあたりミリジュール)			
ログ	クリプトスポリジウム	ランブルベン毛虫	ウィルス
0.5	1.5	1.5	39
1.0	2.5	2.1	58
1.5	3.9	3.0	79
2.0	5.8	5.2	100
2.5	8.5	7.7	121
3.0	12	11	143
3.5	15	15	183
4.0	22	22	186

04. リアクタの設計。 入口および出口条件は、プラントにおける UV 線量供給が妥当性確認において用いられたものに等しい又は超えていることを保証しなければならない。少なくとも設計基準はターゲット病原菌、必要なログ不活化および UV 線量、フロー率、UVT、ランプ経年および汚染係数に対処するものとする。UVT およびフロー率は UVT の季節的な変化を考慮するように選択されるものとする。ランプ経年および汚染係数は、資料又は予備的研究のデータによって裏付けられるものとする。この要件を満たすためには、サブセクション 002.02 に挙げられる UV 消毒ガイダンスマニュアルの推奨アプローチを用いるものとする。

a. リアクタシステムは局が承認した妥当性確認された可動条件内での稼働の妥当性を確認するために、パラメータを冠し、記録するように設計されなければならない。システムは UV センサによって測定される UV 強度、フロー率、ランプステータス、UVT その他局が指定するパラメータを監視及び記録するための施設を備えていなければならない。

b. 紫外線処理装置は、要求されるログ削減についての UV 線量表に明記されるのと同様またはそれ以上の UV 線量を供給するように設計されるものとする。ターゲット微生物について要求される適切な線量を評価するに当たっては、サブセクション 002.02 に挙げられる UV 消毒ガイダンスマニュアルを用いるものとする。リアクタはまた、その特定のユニットについて妥当性確認された運用条件内で稼働する際に、ターゲット線量を供給するものとする。

c. 紫外線処理機構は、ランプ、ランプスリーブ、およびセンサ窓またはレンズを清掃および取替えられるように設計されるものとする。

d. すべての紫外線処理施設の設計は、ランプの汚染時計年問題を評価するものとし、汚染、経年および取替えに関するメーカーの推奨は運用・メンテナンスマニュアルで取り上げられるものとする。

e. ランプスリーブの原位置での清掃のため、設計は飲用水を洗浄液から保護するものとする。

f. オフライン化学洗浄システムが使用される場合、UV 格納容器は使用を中止し、排水し、NSF/ANSI 規格 60 で承認された溶液で流し、排水し、すすいだうえで再度使用するものとする。

g. ワイパー又はブラシを用いるオンラインシステムは、NSF/ANSI 規格 60 で承認されていることを条件として、化学溶液を用いることができる。

h. リアクタまたはバルブに電気が供給されない場合、バルブが閉位置になるように、紫外線処理装置からの給水ラインに自動閉鎖式バルブを設置するものとする。

i. 入口および出口の配管構成の設計および拡張、屈曲、T 字およびバルブの配置は、UV 線量の供給が要求される UV 線量と等しい又はこれを上回ることを保証するものとする。クレジット線量の計算に含まれるそれぞれのリアクタ以前のアプローチ長、各リアクタの後の下流の長さ、およびあらゆる清掃装置 / 機構の配置は妥当性確認テストに基づくものとする。

j. 平行する系統については、要求される UV 線量が異なるフロー条件の中で各系統に画一に供給されるように、各リアクタへのフローは均等に供給、測定されるか、あるいは設計において不均衡なフローを考慮するものとする。

k. 各 UV リアクタを隔絶して使用を中止できるように、バルブを設けるものとする。

l. メーカーの推奨に従い、リアクタには空気逃がしおよび圧力制御バルブを設けるものとする。

m. UVT が線量モニタリング戦略の一環である場合、UVT アナライザを設けるものとする。すべてのシステムについて、UVT の変動性を評価するために UVT の監視が

推奨される。

n. 1つのユニットが故障した場合にも適切な消毒が供給されることを保証するために、予備のリアクタまたは十分な数の同様の紫外線処理装置を有する一つの系統が設置されるものとする。局は予備の塩素処理等、適切な消毒を供給する代わりにの方法を承認することができる。非正規のスケジュールで水を生成するシステムはすべて、動作がシャットダウンしている間に適切なメンテナンスおよび清掃時間があることを示す事によって、リアクタが1つでも受け入れられる設計であることを局の審査及び承認を受けるために、資料を提出することができる。

o. 適切な消毒を供給する代替の方法が供給されていない限りは、紫外線消毒プロセスのバイパスを設置してはならない。

05. 制御

a. 水が紫外線処理ユニットから流れ出す前に十分なランプの暖気を提供するために、遅延メカニズムを設置することができる。

b. 紫外線線量が承認された設計線量を下回る場合もしくは妥当性確認された仕様を外れた場合に閉鎖バルブを作動させるために自動シャットダウンを設計するものとする。

06. 信頼性。 システムは常にプラントの設計能力を発揮することができなければならない。

a. 予備装置。設計エンジニアが提出した資料に基づいて、サブセクション 529.04n に則って局が別途承認していない限り、1つのユニットが故障した場合に消毒を維持するために少なくとも二(2)個のリアクタが必要とされる。各リアクタはプラントで生じるフローおよびUVTの運用条件において必要なUV線量を供給するようにサイズを定めなければならない。条件は、妥当性確認テストにおいて決定されたリアクタの妥当性確認された範囲に該当するものとする。

b. 電力供給。電力供給の品質と信頼性を分析し、コンティンジェンシープランでバックアップの電力供給を検討するものとする。

c. 妥当性確認された運用条件。UVTがUVTの妥当性確認された範囲を超えてい

る場合、UV 線量モニタリングアルゴリズムが妥当性確認された範囲の最大に初期化するものとする。UVT が妥当性確認された範囲を下回る場合、妥当性確認された運用条件外として UV システム稼働を記録するものとする。UVT が妥当性確認された運用条件で特定された範囲を外れた場合、UVT が線量モニタリング戦略の一環であればコンティンジェンシープランを執行するものとする。

d. コンティンジェンシープラン。UV 消毒の全面的な機能不全、電源のダウン、または水質変化によって UV 消毒には不適切な水質をもたらす場合のコンティンジェンシープランを予備技術報告書に記載するものとする。

07. モニタリング。 紫外線を用いる水システムは、必要 UV 線量の妥当性確認された条件内で運用されていること示すために必要なパラメータを監視しなければならない。PWS は UV センサおよびオンライン UVT モニタの較正をチェックし、局が承認したプロトコルに従って再較正しなければならない。少なくとも、以下のパラメータを監視しなければならない。

a. フロー率。フロー率が妥当性確認された範囲を下回る場合、UV 線量モニタリングアルゴリズムは妥当性確認された範囲に初期化するものとする。フロー率が妥当性確認された範囲を上回る場合、妥当性確認された運用条件外であるとして、UV システムの運用を記録するものとする。

b. UV センサによって測定される UV 強度

c. UVT が線量モニタリング戦略の一環である場合、UVT

d. ランプステータス

08. 警報。 警報の設定またはあらかじめ定められた設定点を予備技術報告書に明記するものとする。報告書はまた、コンティンジェンシープラン対策を始動させる警報を明記するものとする。少なくとも、以下の警報が必要とされる。

a. 低 UV 強度

b. 局が要求する場合、高濁度

c. 低 UVT

- d. 低 UV 線量
- e. ランプの機能不全
- f. UVT モニタの機能不全、
- g. UV センサの機能不全
- h. 低水位
- i. 高フロー率

09. 初期起動。 UV 消毒した水が供給される前に、以下の項目をテストし、妥当性確認するものとする。

- a. 電気コンポーネント
- b. 水位
- c. 該当する場合、リアクタ系の間分流
- d. 管制および警報
- e. 機器の較正

10. 運用およびメンテナンスマニュアル。 サブセクション 501.12 で要求されるとおり、プロジェクト固有の運用およびメンテナンスマニュアルを準備するものとする。運用及びメンテナンスマニュアルの典型的な内容および含まれる運用計画については、セクション 003 の運用およびメンテナンスマニュアルの定義を参照のこと。運用およびメンテナンスマニュアルの中の運用計画は、下記の情報を含むが、これに限定されないものとする。

- a. ランプの経年と取替えの間隔。ランプの取替え間隔は UV センサによって示されるランプの経年度を基とすることができる。

b. ランプの汚染分析と清掃手順

c. ランプの取替え

d. ランプの破損