

染色浸透探傷剤廃液処理技術

菅原 敏博*

Toshihiro Sugawara

工業検査工程で排出される染色浸透探傷剤廃液等の色素水溶液で、COD（化学的酸素要求量）、ヘキサン抽出物質が高い値を示す廃液に対して、凝集沈殿法等の処理方法が適用されているが、単独の処理では放流基準をクリアすることが難しいのが実態である。環境影響低減の社会的要求の高まりとともに水質汚濁物質の総量規制が厳しくなる中において、染色浸透探傷剤廃液等にもこれまでより浄化性能が高くかつ経済的な処理方法が必要になって来ると思われる。本稿では石川島播磨重工業(株)が開発したオゾン処理 + 生物処理および活性炭処理による排水処理プロセスを染色浸透探傷剤および蛍光浸透探傷剤の廃液処理に適用し、脱色、COD、ヘキサン抽出物質の除去に有効かつ経済的な水質浄化技術として、本プロセスが有望であることが検証できたのを紹介する。

キーワード：染色浸透探傷剤廃液、総量規制、オゾン処理、生物処理、活性炭処理

1. はじめに

人口、産業等が集中し、汚濁が著しい広域的閉鎖性水域（東京湾など）について、昭和53年の水質汚濁防止法の改正により昭和54年以来5次に亘りCOD（化学的酸素要求量）および富栄養化の原因物質である窒素、りんを指定項目とした水質総量規制が実施されて来ている。第5次総量規制（目標年度：平成16年度）では昭和54年度比でCOD約50%の削減目標¹⁾になっており、第6次においては平成16年度目標に対し更に削減する目標が設定されると予想される。排出が許容される汚濁負荷量は、

$$L = C \times Q \times 10^{-3}$$

ここで、C：COD含有量（mg/l）

L：汚濁負荷量（kg/日）

Q：届け出排水量（m³/日）

で求められる²⁾。

鉄鋼会社等の構造物の出荷前検査として、染色浸透探傷剤（IKSチェック等）や蛍光浸透探傷剤（ザイグロ等）によるキズ、割れの有無の検査が実施される。この検査工程で検査部位の洗浄に使用された水には探傷剤が混入し、CODやヘキサン抽出物質が高濃度に含有する。この廃液の汚濁負荷量を低減させるため種々の排水処理システムが開発され、中でも凝集沈殿法は設置と運転コストの安価さから多用されているようであるが、処理水そのままでは環境に放流できないため一般排水（汚濁度の低い排水）で希釈して放流しているのが現実である。染色浸透探傷剤廃液および蛍光浸

* 計測事業部 試験エンジニアリング部 次長

透剤廃液の処理についても同様の工程となっている場合が多く、ろ過剤等の薬剤の連続投入に伴う汚泥の多量発生と処分費用、および環境影響なども避けられない課題である。薬剤が不用で二次生成物である汚泥の発生が抑えられる最もゼロエミッションに近い処理方式としてオゾン処理+生物処理および活性炭処理を挙げることができる。本処理方式を染色浸透探傷剤廃液等の着色廃液に適用し、浄化能力および経済性の点から有望な処理方式であることが確認できたので紹介する。

2. オゾン処理+生物処理法および活性炭処理

オゾンには強い酸化作用があり、殺菌や脱臭に効果的であることはよく知られているところである。図1にオゾン処理+生物処理および活性炭処理のプロセスを示す。オゾンを染色浸透探傷剤のような着色廃液中に注入すると色素の分子は活性酸素により分解され脱色する。また廃液中の難分解性有機物は同様の作用により易分解性物質に変化し、生分解性が向上する³⁾。

オゾンによる脱色と生分解性向上の過程を経た廃液は次に生物処理（活性汚泥による処理）の過程に移る。

生物処理に要する活性汚泥では好気生微生物が集まったフロック（凝集により生じた粗大粒子）

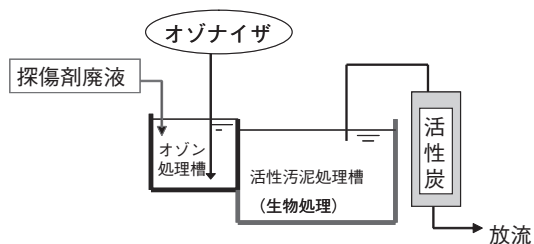


図1 オゾン処理+生物処理法および活性炭処理の概念図

を形成している。これにオゾン処理後の廃液を注入することで、当該廃液に適合した微生物が増殖し、有機物は微生物分解してCO₂とH₂Oとなり、一部は増殖のエネルギーになる。

生物処理を経た廃液に微生物分解できなかった残存有機物がある場合は活性炭による吸着除去過程を加える。活性炭処理工程において高い浄化効果を得るためには、有機物の90%以上が前段階の生物処理によって除去されていることが必要である。

3. 水質浄化性能

3.1 オゾン処理

染色探傷剤廃液および蛍光探傷剤廃液*1のオゾン処理による脱色効果を写真1、2に示す。探傷剤の種類により色素分解に要する時間に差があり、一般に蛍光探傷剤の方が染色探傷剤よりも短

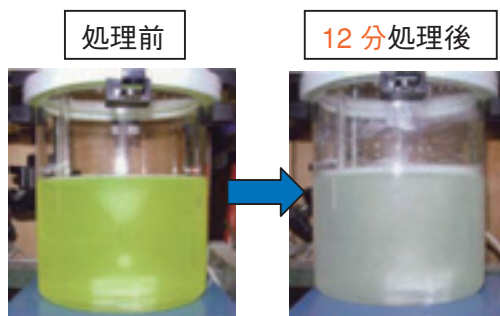


写真1 蛍光浸透剤廃液の脱色状況

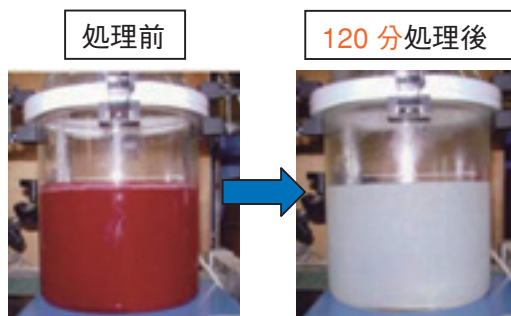


写真2 染色浸透剤廃液の脱色状況

*1 原液の500倍希釈基準

時間で脱色する。浸透探傷剤の種類、排水条件の違いによりオゾン処理時間の調整は必要であるが、いずれにしてもオゾン処理は探傷剤廃液に対して高い脱色効果が期待できる。

3.2 生物処理

オゾン処理を行ったそれぞれの廃液に対して生物処理を行った結果を表1に示す。生物処理により染色探傷剤廃液および蛍光探傷剤廃液のCODが90%以上、ヘキサン抽出物は99%以上除去される。前述のようにオゾン処理によって廃液の生分解性が向上し微生物分解が容易になった事による。このレベルまでの浄化により、汚濁度が低い生活排水と混ぜあわせて希釈することができれば表2に示すように、公共用水域に排出できる排水基準⁴⁾をクリアすることは可能となる。

3.3 活性炭処理

生物処理に活性炭吸着処理の工程を加えること

表1 オゾン処理+生物処理による探傷剤廃液の水質変化
(原液の500倍希釈液基準)

		染色浸透剤廃液	蛍光浸透剤廃液
処理前 (原液の500倍 希釈液基準)	着色	赤色	黄緑色
	pH	7.6	7.2
	COD (mg/l)	550	420
	ヘキサン抽出物質 (mg/l)	300	390
オゾン処理	着色	白濁	やや白濁
	pH	3	5.9
	COD (mg/l)	500	370
	ヘキサン抽出物質 (mg/l)	150	220
生物処理	着色	なし	なし
	pH	7.9	7.7
	COD (mg/l)	45	43
	ヘキサン抽出物質 (mg/l)	2.4	0.5

は非常に効果的である。生物処理工程において既に大きく水質浄化が進んでいるため、活性炭の吸着能力は長期間持続する。表3に生物処理液を2.5分間活性炭滞留させた場合の結果を示す。活性炭吸着処理工程を加えることにより、希釈することなく表2に示す全ての河川や海域への放流が可能な水質レベルとなる。

表2 水質汚濁防止法排水基準【排水量500m³/日以上、()は500m³/日未満】

	水道水源水域 *2	一般水域A *3	一般水域B *4	島しょ及び その海域*5
pH	5.8以上8.6以下			
外観	異常な着色又は発泡が認められないこと。			
COD (mg/l)	20 (25)	—	20 (25)	20 (25)
ヘキサン抽出物質 (mg/l)	5			

*2 江戸川、多摩川、霞川、成木川水域、小河内ダム貯水池

*3 江戸川(下流)、多摩川(下流A) COD規制値なし(参考:BOD規制値有り)

*4 多摩川(下流B)、荒川、城南、鶴見川、境川水域、東京湾水域

*5 伊豆諸島、小笠原諸島内の河川、同周辺海域

表3 活性炭処理後の水質変化

		染色浸透剤廃液	蛍光浸透剤廃液
活性炭処理	着色	なし	なし
	COD (mg/l)	2	3.6

※ヘキサン抽出物質は分析を割愛した。

4. 他の排水処理方法との比較

表4に探傷剤廃液の各種処理方式の比較を示す。表に揚げた9種の処理方式のうち、希釈することなく河川や海域に放流できるレベルまで確実に浄化できるのは④⑤⑦⑨の4方式に止まり、またこの4方式のうちランニングコスト等を勘案した場合には⑨の評価点が最も高い。ゼロエミッションとランニングコスト低減の実現に最も近づく処理方式として、オゾン処理+生物処理+活性炭処理方式は非常に有望であると考えられる。

5. おわりに

東京湾、伊勢湾、大阪湾、瀬戸内海等には多種多様の工場がひしめき、周辺には全人口の2/3が集中して莫大な量の工業排水、生活排水が湾内及び海域に流れ込んでいる。主要業種等区分の鉄鋼業、非鉄金属製造業、金属製品製造業のCODを含有する届出最大排水量の合計は250万m³/日以上⁵⁾となっており、主要水域（東京湾）でのCODの経年変化⁶⁾を見ると、昭和54年の水質総量規制

の実施にも拘わらず横ばい状態になっているのが現状である。また、製造業における排水処理施設の普及状況⁷⁾を処理方式別に見ると凝集沈殿と活性汚泥（生物処理のみ）が全体の半分以上を占めている。表4の①と③に示すように、初期コストとランニングコストの低さから選定度合が高くなっていると考えられるが、この方式の場合、処理水そのままでは放流できないという制約と沈殿する汚泥処分による環境影響とコストが永久について回る。

現在中央環境審議会水環境部会において第6次水質総量規制の在り方について審議されているところであるが、水質の現状を改善するために規制値は更に厳しく設定されると思われる。工業検査の現場においても現状の処理装置で規制値をクリアできない場合には生産工程の改善、現有装置の改造、新方式への転換等が考えられ、初期コスト、浄化能力およびランニングコストを勘案して最適な着陸点を見出すことになる。このような場合にオゾン処理+生物処理+活性炭処理方式が有望な処理方式であることが検証できたので染色浸透探

表4 探傷剤廃液の各種処理方式の比較

	放流基準 クリア	敷地	初期 コスト	電力費	薬品費	二次生成 物処分費	評価点
①凝集沈殿	×	○	◎	○	△	△	9
②活性炭処理	○	○	○	○	×	×	8
③生物処理	×	△	◎	○	◎	○	11
④凝集沈殿+活性炭処理	◎	○	○	○	×	×	9
⑤凝集沈殿+生物処理	◎	△	○	○	△	△	10
⑥オゾン処理	×	○	○	△	◎	◎	11
⑦オゾン処理+活性炭処理	◎	○	△	△	△	△	9
⑧オゾン処理+生物処理	△	△	△	△	◎	○	9
⑨オゾン処理+生物処理 +活性炭処理	◎	△	△	△	◎	○	11

評価点 ◎：3点、○：2点、△：1点、×：0点

傷や蛍光浸透探傷の廃液処理設備として各方面にこのシステムを提供し、環境保全に貢献していきたい。

本件の執筆にあたり、石川島播磨重工業(株)化学システム開発部の皆様には懇切なるご指導、ご協力を頂きました。ここに紙面を借りまして感謝の意を表します。

6. 参考文献

- 1) 環境省報道発表資料：化学的酸素要求量、窒素含有量及びりん含有量に係る総量削減計画の同意について、2002.6
- 2) 東京都環境局：第5次総量規制基準（化学的酸素要求量COD）、2006.8
- 3) 熊谷知哉：高濃度オゾンによる水中難分解性化合物の生分解性向上に関する研究、埼玉県産業技術総合センター研究報告 第3巻 2005
- 4) 東京都環境局：水質汚濁防止法排水基準・工場に係わる基準、2006.8
- 5) 環境省：主要業種等区分別の届出最大水量・時期区分別水量比（資料3）、2006.1
- 6) 横浜市環境創造局：東京湾水域のCOD年平均値の経年変化、2000
- 7) 環境省：排水処理技術の実態について（資料9）2004.



計測事業部
試験エンジニアリング部
次 長

菅原 敏博

TEL. 045-759-2281
FAX. 045-751-0357