

タイの染色工場にて稼働する排水処理設備の処理パフォーマンス評価

香川高等専門学校 学生会員 ○岡元 雄哉

香川高等専門学校 正会員 多川 正

1. はじめに

近年、生活・産業等の排水が海や川へ直接流入され水質汚濁問題が深刻化している。そのため、先進国に比べ動力源の一定供給が困難かつ、コストを多くかけるのが困難な中で、廃棄物発生が少なく低コストでエネルギー消費の少ない排水処理技術が求められている。

本研究では、タイで稼働する染色工場から排出される染色排水による水質汚濁において、現地での排水処理設備の調査及び水質分析を行い、得られた結果を元に工場の処理設備の現状を明らかにし改善案を提案することを目的とする。

2. 実験方法

2.1 染色工場の排水処理設備調査

タイのバンコク市内にある染色工場の現状処理プロセスフローを図 1 に示す。工場から排出された排水は調整槽に貯められ、ポンプにより設計値 1,000 m³/日にて一定量、凝集沈殿に送られる。凝集沈殿では、凝集槽(9.6 m³)にて原水に対し凝集剤(チタニウム TiCl₄ または硫酸第一鉄 FeSO₄ および高分子ポリマーの 2 液凝集)が水路を通過する間混合され、沈殿槽(68 m³)にて凝集フロックを沈殿する。ここで沈殿分離された処理排水は、直列の曝気槽-1 (容量 1,056 m³, 滞留時間 25.3hr), 曝気槽-2 (容量 1,305 m³, 滞留時間 31.3hr) (以降 AT-1, AT-2 と表記)へ送られ、好気性微生物による活性汚泥処理が行われる。そして AT-2 通過後、最終沈殿槽にて汚泥を沈殿した後、上澄水が処理水として河川に放流されていることが判明した。また最終沈殿槽の汚泥は、AT-1 に返送され、AT-1, AT-2 の汚泥濃度の維持を行っている。

2.2 水質分析ポイントと分析項目

処理パフォーマンス評価は、図 1 に示す各処理工程の流入や出口にて、スポット的にサンプリングを実施した。サンプリングは、①原水、②凝集槽出口(沈殿処理前)、③AT-1、④AT-2、および⑤最終沈殿槽処理水(放流水)であり、各ポイントの排水をそれぞれ 8/7、

8/9~8/11, 8/14 の計 5 日間で採水を実施。

水質項目として、pH, BOD, COD および着色度の分析を現地および持ち帰ったサンプルに対して測定した。BOD, COD, 着色度の分析から、有機物の除去特性や好気性条件における生物分解性(BOD/COD 比)を考慮し染色排水の脱色の挙動を把握した。

2.3 凝集処理試験

現地での調査中、すべての⑤放流水において、顕著な脱色が目視においても観察されなかった。そこで現状の設備にて追加設備や改造の少ない、最終沈殿槽前に凝集剤を添加することで放流水の脱色が可能かを検討した。現在使用されている凝集剤以外に、⑤放流水のサンプルに対し 4 種の凝集剤(ST4002G, NST2005 (ゼオライト系凝集剤), 塩化カルシウム CaCl₂, 硫酸アルミニウム Al₂(SO₄)₃)を蒸留水にそれぞれ 15 %の濃度に懸濁させ、段階的に懸濁液を 100 μl~500 μl程度添加させ、変化を目視で観察することで脱色の有無を判定した。

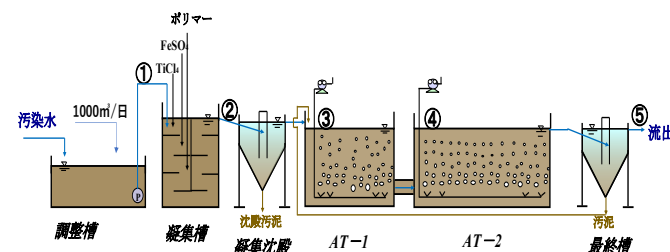


図1 染色工場の既存処理プロセスフロー

3. 結果及び考察

3.1 水質分析結果

5 日間、各工程の①~⑤サンプルにおいて分析を実施したが、稼働設備の全体の処理パフォーマンスの評価として、①原水および⑤放流水のサンプルの分析結果を表 1 に示す。

表 1 より、8 月 7 日の pH は①10.5 より⑤8.1 と低下がみられ、概ね日本における排水基準もクリアしていた。しかしながら原水の pH 変動は大きく、高アルカリ性であり、これは凝集沈殿効果や、続く活性汚泥処理におい

キーワード 凝集沈殿, 活性汚泥法, 嫌気性微生物処理, 脱色
連絡先 〒761-8058 香川県高松市勅使町 355 香川高専 TEL:087-869-3811 E-mail:tagawa@t.kagawa-nct.ac.jp

ての影響を加味し、pH は高くとも 8 前後に低下させる必要がある。工場ではチタニウムを凝集効果および中和の 2 役を担い使用されているが、添加量の調整が原水の変動以上に大きいことから、添加量の調整方法を改善する必要があると考えられる。

BOD 及び COD の処理パフォーマンスに着目すると、採水日のサンプルによって大きく変動した。例えば COD, BOD の比較において、8 月 7 日の BOD においては①155 mg/L、⑤32 mg/L と日本の排水基準 160 mg/L を達成できる処理パフォーマンスであるのに対し、COD は①1602 mg/L、⑤574 mg/L と放流水中も高い濃度で残留していた。COD が高い原因として除去が困難な排水の着色度が高いことに起因すると考えた。

図 2 に⑤放流水における着色度と BOD/COD 比の相関関係を示した。これより、BOD/COD は 0.01-0.06 程度と非常に低い値を示し、好気性処理においては限界まで生物処理が行われ生物分解性が悪いことが判明した。また 8 月 11 日においては他の日付と比べ COD1,008 mg/L と高く、それに比例して着色度も 9,140 と大きくなっていることから、COD と着色度には工場で使用する染料に依存することが示唆される。これらの残留する着色度成分をさらに分解させるためには、オゾン酸化処理や嫌気性微生物処理の必要性が高いと考え検討し、途上国における適正技術としては、嫌気性微生物処理の適応がメリットも多いと考えられた。

3.2 AT-1 および AT-2 の運転状況の把握

表 2 に AT-1 および AT-2 内の汚泥濃度の分析より、汚泥量を算出し、BOD 汚泥負荷を算出した結果を示す。BOD 汚泥負荷は、AT-1 において最大 0.34、最小 0.05 であり、AT-2 では最大 0.03、最小 0.01 であった。この結果から、下水や食品工場排水を処理する BOD 汚泥負荷は 0.2~0.4 程度であることから、染色工場の汚泥負荷は変動が大きいかつ低いと判明した。ここで BOD 汚泥負荷の変動は AT-1 に多く発生しており、処理の悪化を引き起こしやすい。また AT-2 は滞留時間が長く、BOD 汚泥負荷も小さいことより、AT 内にて微生物が空になりやすい運転状況にあることが判明した。この対応策として、現在は最終沈殿槽から返送汚泥を AT-1 のみに戻しているが、汚泥量の確保を行うため AT-2 にも返送することで、少しでも微生物による着色度の除去が発生するよう運転を行うことが必要であると考えた。

3.3 放流水の凝集沈殿処理

⑤放流水に対し凝集沈殿試験にて最も着色度に変化のあった硫酸アルミニウムを使用したときの実験結果を写真 1 に示す。凝集の確認ができた添加量が多く、着色度の低下は見られたが、沈殿汚泥の別途処理やコストの面より、現実性には欠けることが判明した。

表 1 ①原水および⑤放流水の水質分析結果

日付	サンプル	CODcr-total(mg/L)	BOD-total(mg/L)	着色度
8月7日	①原水	1,602	155	6,302
	⑤放流水	574	32	3,220
8月9日	①原水	2,306	382	8,144
	⑤放流水	608	11	4,064
8月10日	①原水	1,702	74	5,343
	⑤放流水	616	35	3,764
8月11日	①原水	1,668	151	6,611
	⑤放流水	1,008	13	9,140
8月14日	①原水	2,042	287	4,431
	⑤放流水	630	11	3,425

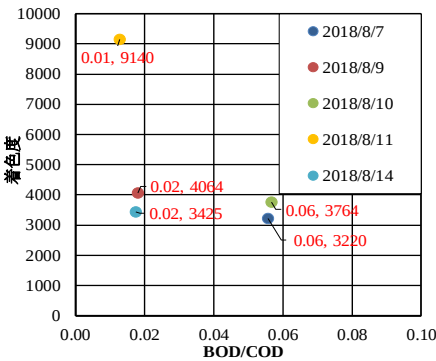


図 2 ⑤放流水の着色度と BOD/COD 比の相関

表 2 AT-1, AT-2 における汚泥濃度，BOD 汚泥負荷

日付	サンプル	BOD負荷(kg/日)	CODcr負荷(kg/日)	汚泥量(kgMLSS)	汚泥負荷(kgBOD/kgMLSS・日)
8月7日	③AT-1	69	432	1,394	0.05
	④AT-2	16	324	1,670	0.01
8月9日	③AT-1	233	612	686	0.34
	④AT-2	21	636	744	0.03
8月10日	③AT-1	149	514	961	0.16
	④AT-2	14	336	822	0.02
8月11日	③AT-1	72	560	1,299	0.06
	④AT-2	23	424	1,383	0.02
8月14日	③AT-1	155	546	1,088	0.14
	④AT-2	22	420	1,214	0.02



写真 1 硫酸アルミニウムを用いた凝集試験結果

4. まとめ

着色度低下が COD 濃度低下、活性汚泥の安定運転を担っており、現状では困難である。今後は染料成分を酵素で結合分解を可能とする、嫌気性微生物処理の実験を重ね工場に適応させるための検討を行う。