

論 文

폴리에스테르 減量加工 廢水의 最適 處理方案에 관한 研究

A Study on the Treatment of Wastewater from the Weight-Reduction Process of Polyester

정 윤 진* · 양 태 두* · 김 웅 하**

Chung Yoon Jin · Yang Tae Du · Kim Woong Ha

ABSTRACT

The Wastewater from the weight-reduction process of polyester is more difficult to be treated biologically than the general wastewater from dyeing and finishing processes in textile industries. Above wastewater shows high pH, high organic strength and wide variation of organic loading. These characteristics are due to TPA and EG resulting from alkaline weight-reduction process and make trouble in the operation of activated sludge process. Therefore, the objective of this study is to develop the pretreatment method for the successful operation of treatment process.

For the successful pretreatment process, the wastewater from weight-reduction process should be segregated from other wastewater stream and then acidified with concentrated sulfuric acid to precipitate out TPA from DST solution. At the optimum pH of 2.2, the initial COD_{Cr} 60,000mg/l is reduced to 11,500mg/l and the removal efficiency of COD_{Cr} is 81.1%.

The required amount of sulfuric acid for pretreatment is not greater than the amount for the the existing neutralization process. Moreover, the supernatant of pretreatment process can be reused in acidification of wastewater.

1. 序 論

纖維工業의 發達로 天然纖維에서 化學纖維에 이르기까지 多様な 染色 加工法이 開發되었으며 初期에는 單純 加工工程에 그쳤으나 最近에는 polyester減量加工 및 새로운 染色加工 材料의 生産普及으로 새로운 加工法이 急速으로 擴散되고 있다. 따라서 發生되는 染色加工廢水 역시 高濃度の 合成有機物質과 難分解性 物質을 含有하

고 있어 廢水處理 工程에 많은 問題點을 惹起시키고 있는 實情이다.

染色加工 廢水에는 호제(폴), 合成樹脂, 界面 活性劑등 여러가지 化學藥品을 包含 하고 있어 [10] 汚染負荷도가 크며 操業時間에 따라 水質 變動이 심한 것이 特徵으로서 특히 폴리에스테르 減量加工 廢水是 폴리에스테르 纖維의 딱딱한 質感을 改善하여 "SILK TOUCH 化" 하기 위한 알카리 減量工程에서 排出되는 TPA(Terephthalic Acid)와 EG(Ethylene Glycol)로 인하여 다른 染色廢水에 비해 pH濃도와 汚染負荷度 및 水質變動幅이 대단히 크며 生物學的 難分解

* 아주대학교 공과대학 환경공학과

** 주식회사 선경 인터스트리

性 物 質을 多量 含有하고 있다.

이러한 有機性 廢水는 中小 染色加工 業體에서 특히 큰 問題로 擡頭되고 있으며 放流되는 染色廢水의 汚染度가 排出許容 基準值를 크게 超過함에 따라 廢水處理를 위한 設備 投資費의 過多 및 運轉上에 많은 問題點을 惹起시키고 있다. 특히 polyester 纖維의 減量加工時 發生하는 TPA는 生物學的 難分解性이기 때문에 適正 處理를 위해서는 滯留時間이 길어져야 하므로 그만큼 폭기조의 容積이 커져야 하는 問題點이 있다.

그러므로 染色加工 廢水의 效率的 處理를 위하여 汚染 負荷度가 높은 減量加工 廢水를 別途로 分離한 후 前處理工程으로서 酸(H₂SO₄)을 利用하여 pH를 낮춤으로서 알카리성 狀態에서 廢水에 녹아 있는 DST(Disodium Terephthalate)를 TPA로 析出시켜 sludge 處理化 하고 그 處理水를 活性슬러지 工程으로 處理함으로써 減量 工程 廢水의 處理效率를 增加 시킬수 있다. 따라서 本 研究는 前處理 工程에서 H₂SO₄의 最適 注入量에 따른 pH, 有機物質의 濃度變化등을 調査 함으로서 最適의 前處理 運營 條件을 提示하 고자 하였다.

2. 理論的 考察

2.1. Polyester(PET) 纖維의

減量 加工原理

PET纖維의 減量加工의 目的은 PET纖維가 NaOH등의 알카리성 水溶液에 溶解하는 것을 利用해서 纖維表面을 알카리로 溶解시켜 PET 纖維의 表面 強直性을 改善하여 絹(SILK TOUCH)과 같은 特性을 附與하여 纖維의 附加價値를 높 이는데 있다. 알카리 減量加工의 基本的인 理論은 ester의 加水分解에 의한 것으로 알카리는 親 水性이 강한 OH-를 提供하므로 ester의 加水分解를 促進시키며 同時에 生成된 酸을 中和시켜 平衡에 到達하지 않고 繼續 進行하게 된다¹⁾. PET가 加水分解되면 Terephthalic Acid(TPA)와 Ethylene Glycol(EG)이 되고 TPA는 中和되어 DST(Disodium Terephthalate)로 된다. DST는

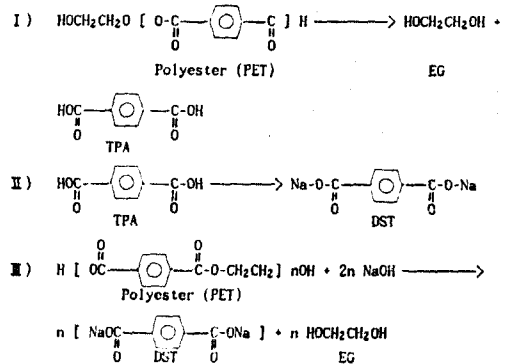


그림 1. Polyester의 加水分解 反應

水溶性이지만 알카리 溶液에서는 溶解度가 13~14wt % 밖에 되지 않아 減量工程시 상당히 많은 DST의 沈澱物을 觀察할 수 있다²⁾. 이러한 PET의 加水分解의 反應을 간단히 表示하면 그림 1과 같다.

2.2. 알카리에 의한 表面分解 理論

알카리에 의한 PET纖維의 分解는 表面으로부터 일어나며 電子顯微鏡寫眞을 볼때 알카리 處理된 纖維의 表面은 分解된 痕跡은 있으나 中心部分은 分解된 痕跡을 전혀 發見할 수 없으며³⁾, 이때 polyester의 分解는 表面으로부터 順次的으로 進行되기 때문에 알카리 處理후에도 polyester의 密度와 固有粘度는 變化되지 않는다.⁴⁾ 그러나 이러한 表面에서의 chain切斷이 結晶領域과 非結晶領域중 어느부분에서 일어나는지 혹은 chain 末端部分과 chain中間部分중 어느부분에서 일어나는 지에 대한 定說은 아직 確立되어 있지 않다. 그 理由는 分析에 필요한 試料의 採取가 纖維 表面에서만 이루어진 것이 아니라 纖維全體에서 얻어진 것들이기 때문에 表面에서만 進行되는 hydrolysis의 明確한 解析이 어렵기 때문이다.

그렇지만 現在까지의 研究結果에 의하면 通常의 알카리 處理條件(實用화된 條件에서의 알카리 處理)에서는 結晶領域이건 非結晶領域이건 random하게 分子鎖가 切斷되어 加水分解 되는 것으로 생각된다.⁵⁾ 즉, 結晶領域의 減量速度를 K_c, 非結晶領域의 減量速度를 K_a라하면 通常의

알카리 處理條件에서는 $K_c=K_a$ 의 關係가 成立되고 따라서 OH^- 이온이 結晶領域과 非結晶領域을 random하게 攻擊하므로 表面부터 分子鎖가 切斷되어 서서히 分解된다. 그러나 處理條件이 變化되면(예를들어 濃度の 增加, 溫度, 促進劑 및 溶媒의 使用등) K_c 보다 K_a 가 점차 커지기 때문에 結晶領域보다 非結晶領域이 選擇的으로 分解되므로 通常의 處理條件에서 反應시킨 境遇와는 纖維表面의 分解形態가 달라진다. 따라서, NaOH水溶液에 의한 PET의 分解反應이 1次反應이라고 假定하면 다음식이 成立한다.

$$K = A_o K_a + C_o K_c$$

K ; 전체 加水分解速度 (min^{-1})

K_a ; 非結晶領域에서의 加水分解 速度 (min^{-1})

K_c ; 結晶領域에서의 加水分解 速度 (min^{-1})

A_o ; 非結晶領域의 分率(%)

C_o ; 結晶領域의 分率(%)

여기서 A_o, C_o 는 PET의 密度를 測定함으로써 計算式을 통해 구할수 있으며 그림 2는 NaOH의 濃도에 따른 K_a 와 K_c 값을 보여주고 있다.

$$C_o = \frac{dc(d-da)}{d(dc-da)} \times 100$$

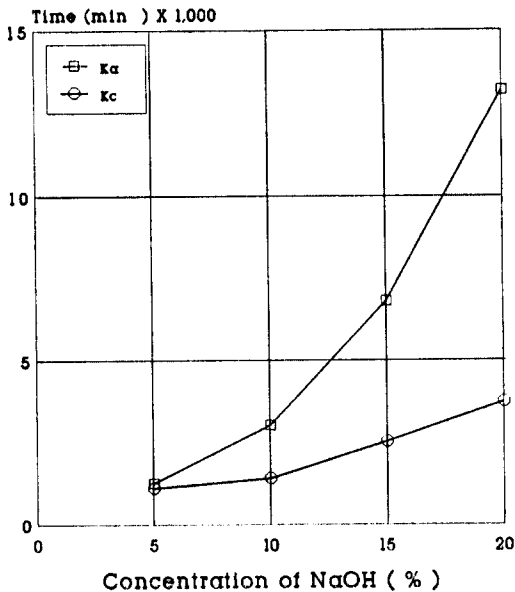


그림 2. NaOH 濃도에 따른 K_a, K_c 값의 變化

$$A_o = 100 - C_o$$

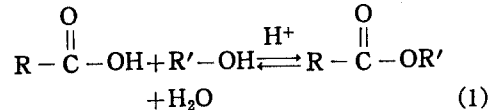
dc ; total crystalline인 경우의 密度 = 1.4756g/cm^3

da ; total amorphous인 경우의 密度 = 1.3780g/cm^3

d ; sample의 密度

2.3. Acidification 選定の 理論的 背景

本 研究에서는 減量廢水의 前處理 工程으로 酸 處理를 實施하였는데 그 理論的 背景은 다음과 같다. polyester의 TPA와 EG의 ester는 acid catalyst 하에서 carboxylic acid 'alcohol이 反應하여 生成되며 그 反應式은 다음과 같다.



이 反應은 可逆的 反應이며 "Fisher Esterification"이라고 알려져 있고⁷⁾, ester의 hydrolysis

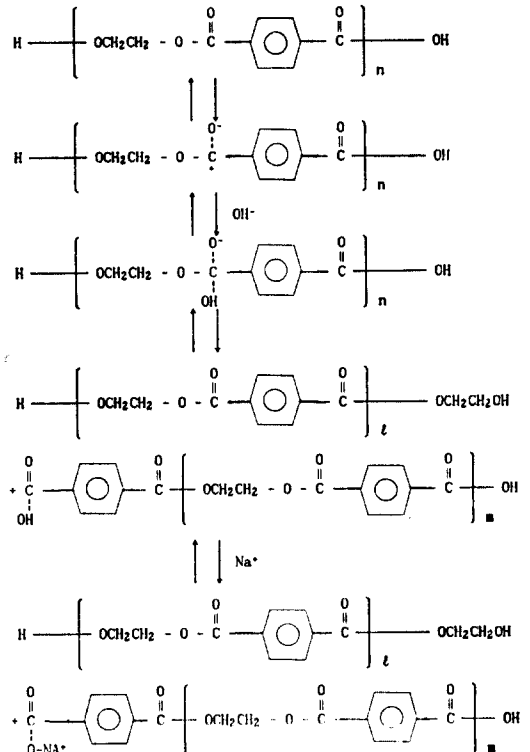
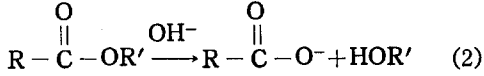


그림 3. 알카리성 狀態에서의 DST 反應機構 ($n=l+m+1$)

는 esterification의 逆反應으로서 酸性狀態에서는 식) 1과 같이 可逆的으로 進行되지만 알카리 狀態에서는 식) 2와 같이 非可逆的으로 進行된다.



이러한 알카리 狀態에서의 hydrolysis를 “SAPONIFICATION”이라하며 上記理論을 適用하면 酸性狀態에서는 carboxylic acid와 alcohol이 共存하며 알카리성 狀態에서는 TPA와 EG로 分離된다. 이때 TPA는 NaOH에 의해 DST(Disodium Terephthalate)가 되므로 acidification으로 그 分離反應을 막음과 동시에 알카리성 狀態에서 OH⁻와 反應하는 部分을 酸의 H⁺ 이온으로 置換시켜 원래의 狀態인 TPA로 析出해 내어 高濃度의 難分解性 有機物을 除去시킬 수 있게 된다. 알

표 1. TPA와 EG의 特性

特 性	TPA	EG
一般名	Terephthalic Acid	Ethylene Glycol
化學名	P-Benzene Dicarboxylic Acid	—
分子式	C ₈ H ₆ O ₄	C ₂ H ₆ O ₂
分子量	166.13	62.07
比重	1.6	1.11

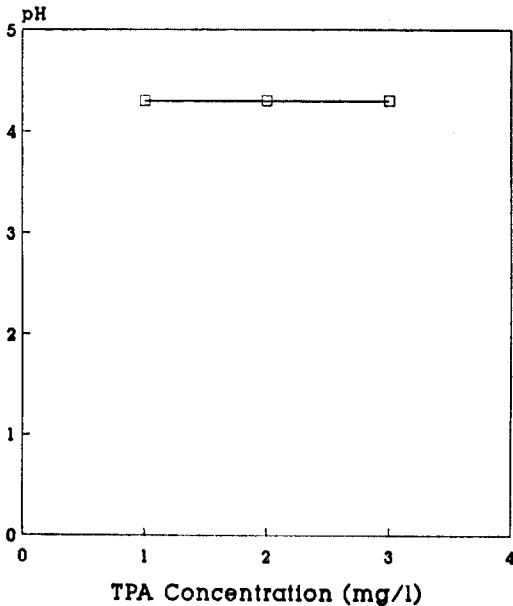


그림 4. pH에 따른 TPA의 溶解度

카리성 狀態일때 發生되는 DST는 水溶性이며 그 反應이 계속 進行되고 그 反應式은 그림 3과 같다.¹⁾

2.4. TPA, EG의 特性

本 實驗에 使用된 polyester 減量廢水에 含有된 TPA, EG의 特性은 표 1과 같다.

TPA의 溶解度를 實驗한 結果 그림 4.와 같이 pH 4.3 以下에서는 더 이상 電離하지 않았으며 그때의 電離常數 K 값은 1.2560×10⁻⁹이었다.

2.5. 染色廢水의 實態調査

國內의 染色廢水중 가장 問題視되는 部分은 汚染負荷度가 높은 減量工程 廢水이며, 이 減量工程 廢水의 特性은 減量工程의 運轉條件 및 業體에 따라 差異가 있다. 대체로 國內에서는 batch식 tank 減量加工法을 주로 使用하고 있으며 표 2는 大邱 S染色의 工程別 廢水發生量 및 特性을 보여주고 있다. 이 廢水는 75D/36F의 polyester絲로 製織된 織物을 100gr/yds의 重量을 40,000yds/day 全量 減量 加工후 發生된 廢水의 特性이며 이때 作業時間은 1日 24時間 作業한 結果로서 廢水發生量도 24時間에 걸쳐 發生한 量이다. 표 2에 의하면 減量工程廢水의 發生量은 精練 및 染色공정에 비하여 적지만 汚染物質 濃度는 상당히 높으며 減量工程廢水의 BOD는 9,355mg/l로서 減量工程의 廢水의 BOD 濃度인 1,665.6mg/l보다 5.7배의 高濃度로 發生하고 있다.

표 2. 大邱 S染色의 工程別 廢水特性

(단위 : mg/l)

項 目	工 程		工 程		染 色 工 程
	精 練 工 程	Tank 減 量	減 水 I	減 水 II	
pH	11	13	12.5	10.5	9
COD _{Mn}	2,185	18,000	7,940	650	432
BOD	4,127	46,250	23,583	2,100	927.6
SS	230	360	—	—	620
노르말핵산 추출물질	37	33	—	—	30
1일 廢水 發生量(m ³)	103	5	5	35	350
BOD 負荷 (kg/day)	425	231	118	72	325

하지만 實際 減量 tank내에서의 廢液濃도는 反復되는 作業에 의해 濃縮되어 BOD는 60,000~100,000mg/l인 境遇가 大部分이며 作業이 끝난 후 一時에 放流하므로 BOD負荷率이 상당히 높게 나타난다. 이때 알카리 狀態의 減量 tank내에서는 不溶性인 DST가 상당량 存在하나 放流時에는 다른 廢수에 의한 pH의 中和로 인하여 再溶解가 일어나 汚染負荷率을 增加시키므로 減量 tank의 廢水處理時 別途의 除去가 必要하다.

표 3은 水原 S織物의 染色加工 工程으로부터 發生되는 廢水의 特性이며, 이때 使用된 減量加工法은 連續式(CDR)이다. 연속식의 境遇에는 洗滌水의 使用量增加로 batch식 減量工程 보다는 낮은 BOD 濃도를 보여주나, 減量工程 自體의 廢水가 其他 工程으로부터 發生된 廢水 보다는 높은 BOD 값을 나타내고 있다.

하지만 汚染負荷度는 生産된 製品을 全量 減量加工 할때를 基準으로 하였으므로 實際로는 全體 生産量중 減量 加工을 製品 生産量의 몇%로 하였는가 또는 減量率이 몇 %인가에 따라 汚染負荷度는 다르게 나타난다. 또한 精練 洗滌時 汚染負荷度가 비교적 높은 理由는 polyester를 織造할 때 Sizing 및 Oiling 工程에서 sizer-pick up率이 5~10%이므로 이를 染色 加工前에 모두 desizing 하기 위해 界面活性劑인 desizing agent와 알카리 溶液이 投入되어 大部分의 acryl酸 系統의 호제(폴)가 desizing되어 汚染負荷度가 높게 나타난다.⁷⁾ 減量廢水는 加工原料 및 方法에 따라 廢水 特性에 큰 差異가 있으나, 앞에서 調査된 全般的인 資料에 의하면 減量廢水의

표 3. 水原 S織物의 廢水特性
(단위 : mg/l)

項 目	精練 및 洗滌	減量 및 洗滌	染 色 (製織포함)
pH	12.5	13.8	8.5
COD _{Mn}	750	2,000	250
BOD	2,800	5,083	300
SS	—	—	—
노르말핵산 추출물질	30	20	—
廢水發生量	400m ³ /d	300m ³ /d	3,000m ³ /d
BOD 負荷率	1,120kg/d	1,525kg/d	900kg/d

特性은 強 알카리성의 廢水이며 微生物의 增殖에 필요한 nutrient가 不均衡을 이루고 있으며 生物學的 難分解性 物質이 多量 含有되어 있으므로 生物學的 廢水處理時 處理 效率이 낮으리라 豫想된다^{8,9)}.

3. 實驗 方法 및 測定

3.1. 實驗方法

本 研究에서는 減量廢水의 成分調査 項目으로 TPA, DST, EG, NaOH의 濃度 및 TPA 析出量을 測定하였으며, NaOH 濃度는 中和適定法으로, DST 濃度는 TPA 析出量으로 부터 換算하여 測定하였고, TPA와 EG의 測定方法으로는 COD_{Mn}, COD_{Cr}, BOD를 使用하였으며, TPA 析出量은 SS를 測定하여 計算하였다. EG는 GC (Gas Chromathography)를 利用하여 測定하였으나 빈번한 測定을 위하여 COD와 BOD로 代置하였다.

TPA 濃度 測定方法에서 COD_{Mn} 法은 收率이 극히 低調하였는데 그 理由로는 TPA에 대한 KMnO₄의 酸化력이 약하여 낮은 COD 값을 나타내었으리라 思料된다. 그러므로 TPA의 COD 測定은 Cr法을 使用하였다. 前處理 實驗에 使用한 裝置는 Jar Tester를 利用하였으며 測定을 위하여 GC, 遠心分離器 등이 使用되었다.

3.2. 減量後 廢水의 定性分析

本 研究에서는 減量廢水의 定性分析을 tank식 (회분식)과 連續式 減量工程으로 分離하여 定性分析한 資料를 다음 표 4과 표 5에 나타내었다.

減量廢水의 分析結果 tank식에서 加工前에

표 4. tank식 減量廢水의 定性分析

成 分	處 理 方 法(%)		測 定 法
	20% NaOH 處 理 液 (45°C×2Hr)	5% NaOH 處 理 液 (40°C×48Hr)	
1. NaOH	19.8	4.06	適定法
2. DST	0.53	0.48	TPA에서 換算
3. EG	0.16	0.14	G.C.
4. H ₂ O	79.51	95.32	—

* 廢水總量에 대한 wt% (1回 作業)

표 5. 連續式 減量廢水의 定性分析

成 分	處 理 方 法 (%)		測 定 法
	20% NaOH 處 理 液 (45°C×24Hr)	5% NaOH 處 理 液 (40°C×30Hr)	
1. NaOH	0.84	0.62	適定法
2. DST	5.05	5.20	TPA에서 換算
3. EG	1.58	1.61	G.C.
4. H ₂ O	92.53	92.57	—

* 織物을 2L의 물로 洗滌하고 그 液을 10ml씩 採取 分析

비해 加工後의 NaOH 濃度는 20% 處理액이 19.8%로, 5% 處理액은 4.06%로 약간 낮아졌으나 連續式에서는 20% 處理액이 0.84%로, 10% 處理액은 0.62%로 크게 낮아졌다. 이 分析結果에 의하면 tank式은 繼續되는 減量工程이 反復되어 이루어지므로 廢水量은 적으나 高濃度의 廢水가 濃縮되어 排出되므로 處理場에 負荷 要因으로 作用하며, 連續式은 繼續 生成되는 DST가 先洗되므로 일정한 濃度의 廢水가 繼續 排出된다. 이러한 分析結果는 纖維製品의 高級化를 위한 纖維의 光澤, 色相, 觸感등을 向上시키기 위하여 수시로 變하는 作業條件에 따라 分析結果 값이 變하게 된다.

4. 研究結果 및 討議

4.1. TPA와 EG의 特性

TPA 1,000mg/l의 COD理論値는 1,445mg/l 이데 반하여 實陸 COD_{Cr}의 測定値는 1,380mg/l 로서 理論値의 95%에 該當하므로 大部分의 TPA 가 K₂Cr₂O₇에 의해 分解됨을 알수있으며, COD_{Mn} 法으로 TPA를 測定한 結果 理論値의 4~5% 程度만 KMnO₄에 의해 酸化가 이루어져 TPA 測定法으로는 不適格 한것으로 나타나 現在 環境 汚染 公定試驗法에 따른 規制에도 問題가 있는 것으로 생각 되어 진다. 본 實驗의 結果는 그림 5에 나타나있다.

EG 1,000mg/l의 COD 理論値는 1,290mg/l 으로서 實體로 COD_{Cr} 測定値도 1,260mg/l로 나타나 理論値의 98%가 K₂Cr₂O₇에 의해 酸化되었으

며 COD_{Mn} 測定値는 690mg/l로서 理論値의 54% 程度로 나타났다. EG의 濃도와 COD의 상관관계는 그림 6에 나타나있다. 특히 EG는 물에 完

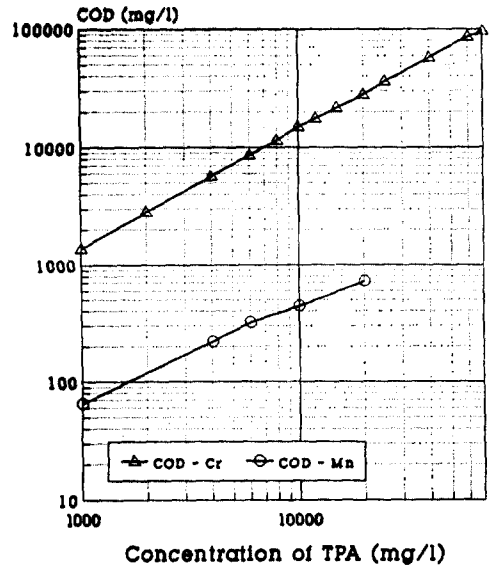


그림 5. 10% NaOH 溶液에 TPA를 溶解시킨 후의 COD

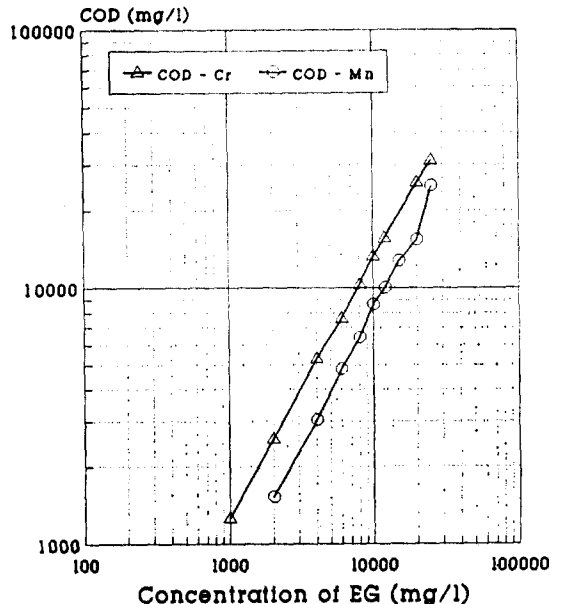


그림 6. 10% NaOH 溶液에 EG를 溶解시킨 후의 COD

全溶解 하므로 別途의 處理가 不必要하며 生物學的 分解가 쉬운 것으로 알려져 있어 生物學的 廢水處理시 큰 問題를 야기하지 않는다고 볼 수 있다.

EG와 TPA의 BOD를 測定한 結果 EG 1,000 mg/l의 BOD는 688mg/l로 나타났고 TPA 1,000 mg/l는 1,058mg/l로 測定되었다. 이것은 TPA의 COD實測值 1,380mg/l와 比較하여 약 76%의 값을 나타내었으며 EG의 BOD값은 COD 1,260 mg/l의 54% 程度를 나타내었다. Polyester 製造時 原料인 TPA와 EG의 混合原料의 配合比 分析結果 EG 2.766g과 TPA 7.3989g의 比率를 混合되는데 이것을 물 1L에 녹였을 때의 BOD는 9,731mg/l가 되며 결국 原料의 BOD는 EG보다 TPA에 의한 BOD가 훨씬 높게 나타나게 되어 TPA가 廢水處理시 큰 負荷를 加함을 알수있다. 또한 polyester 減量후 減量廢水를 分析한 結果 BOD가 10,103mg/l을 나타내었는데 이는 減量 工程중 原級에 含有된 호제에 의해 더욱 BOD값이 높게 나타 난다고 思料된다(표 6).

표 6. TPA, EG : BCD 實驗條件

區 分	條 件	BOD(mg/l)
原料分析	EG 1g+물 1L 水溶液	688
	TPA 1g+물 1L 水溶液	1,058
PE 製造 配合比混合 原料分析	EG 2.766g } +물 1L의 水溶液	9,731
	TPA 7.3989g }	
PE를 減量 後 廢水分析	30g PE를 減量에 의해 10.2g을 溶解시킨 減量廢液	10,103

4.2. 減量廢水의 前處理 工程

減量廢水의 前處理를 위하여 減量工程에서 發生된 減量廢水에 酸處理後 生成된 TPA의 析出量과 上等水의 COD_{Cr}를 測定하였다. 本 實驗은 實驗上의 誤差를 줄이기 위하여 高濃度(NaOH 11N) 減量廢水 보다는 減量工程에서 overflow되는 低濃度(NaOH 8N)의 알카리로 處理된 減量廢水를 試料로 使用하였다. Acidification에 使用한 酸은 純度 98%의 濃黃酸을 使用하였는데 이는 廢水自體가 強 알카리성이기 때문에 中和後 DST의 Na⁺ 이온이 H⁺이온과 置換될 수 있도록

하며, 投入되는 酸溶液의 量을 최소화 함으로써 TPA의 析出이 용이하기 때문이다. Acidification 實驗은 容量 500ml beaker에 試料水를 취한후 濃黃酸을 一定量 注入하여 Jar Tester로 10分間 攪拌하여 定置시킨後 上等水의 COD_{Cr}과 沈澱된 TPA量을 測定하였다. 그림 7은 實廢水를 酸處理 한것으로서 實驗에서 나타난 바와 같이 適正 量의 酸이 投入되지 않으면 投入된 酸은 中和反應에 消耗되어 TPA 析出量이 거의 없으며 DST 化된 沈澱物만 存在하게 된다.

酸注入 濃度에 따라 析出되는 TPA量의 變化가 크므로 濃黃酸 1ml 單位로 一定量 注入하여 析出量을 測定하였다. 여기서 TPA의 析出量은 減量工程의 減量率에 따라 相當한 差異를 보여 最高 20,000mg/l 以上 發生하며, 알카리狀態에서는 DST의 溶解度가 13~14wt% 정도로 낮기 때문에 沈澱 狀態의 DST까지 包含하면 發生되는 TPA의 總量은 그 以上 發生되는 것으로 思

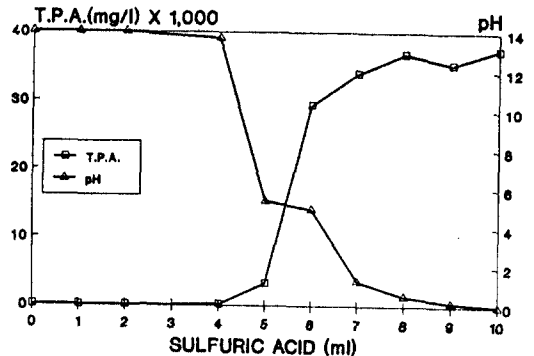


그림 7. 酸 投入量에 따른 減量廢水의 TPA 析出量

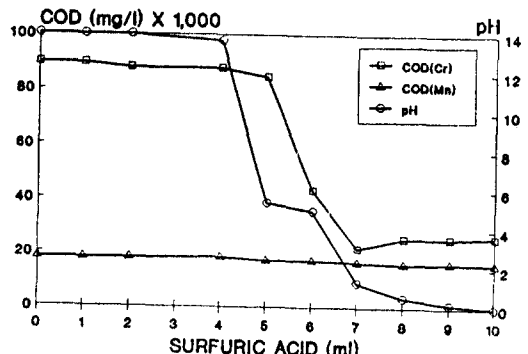


그림 8. 酸 投入量에 따른 減量廢水의 COD 變化

料된다. 實 廢水의 COD_{Cr} 分析値는 그림 8에서 나타난 바와 같이 減量廢水에 酸을 投入한 후 上等水의 $SCOD$ 를 分析하였으며 TPA析出量에 따라 COD_{Cr} 도 거의 比例하여 減少되고 있음을 알수없다. 여기서 減量廢水중 TPA 析出量과 COD_{Cr} 값이 一致하지 않는 것은 알카리狀態에서는 TPA가 DST狀態로 沈澱되어 있기 때문에 理論値와 一致하지는 않는다. 특히, 酸投入에 따른 pH變化를 보면 강 알카리성인 減量廢水에 一定量 以上 酸을 投入하여도 pH變化는 생기지 않으나 中和反應이 일어난 후에는 급격히 減少되어 中和後 廢水중의 DST와 黃酸의 H^+ 이온과 置換反應이 왕성하게 이루어져 TPA 析出量이 급격히 增加한다. 따라서 實際의 減量廢水 500ml에 黃酸을 2.1V/V% 投入시 最大의 TPA 析出量을 記錄하였으며 最適의 前處理 pH는 2.2 까지 減少시켜야 함을 알수 있었다. 이때의 上等水의 COD_{Cr} 은 11,467mg/l이므로 COD 除去率

은 약 81.1%이며 發生된 上等水는 강한 酸性을 띄기 때문에 다른 減量廢水의 pH를 減少시키는데 再使用될 수 있으리라 思料된다.

그림 9는 TPA 52,000mg/l와 EG 16,100mg/l를 넣어 製造한 人工 減量廢水에 黃酸을 投入하였을 때의 TPA 析出量을 나타낸 것으로서 200ml의 人工減量 廢水에 黃酸을 3.5V/V%에서 4.5V/V%를 投入하였을 때 TPA의 析出量은 34,140mg/l에서 35,460mg/l를 나타내어 65.6%~68.2%의 析出量을 나타내었다. 그림 10은 같은 條件의 減量廢水에 같은 量의 酸을 投入하였을 때 原廢水의 COD_{Cr} 89,600mg/l이 21,800~25,600mg/l으로 減少되어 75.67~71.41%의 COD 除去率을 나타낸 그림이다. 이때의 最適 pH는 1.3 程度였으며 COD_{Mn} 에 의한 測定結果는 酸處理에 의한 變化를 볼 수 없었다.

이와 같은 前處理 實驗 結果에 의하면 減量廢水의 前處理를 하기 위해서는 酸을 投入하여 pH를 2內外로 維持하여야 하며 이때 消耗되는 酸의 量은 既存의 工程인 減量廢水와 기타 工程廢水의 混合狀態의 pH를 中和시키는 데 필요한 量과 比較하여 큰 差異가 없으며, 또한 本 實驗의 前處理後 發生한 上等水의 pH가 매우 낮으므로 減量廢水의 前處理에 다시 使用할 수 있어 實際 所要되는 酸의 消耗量를 減少시킬 수 있으리라 思料된다. 그리고 減量 工程 廢水만을 分離하여 前處理하는 境遇 發生되는 沈澱物은 大部分이 PET 纖維의 原料인 TPA로서 再回收 할 境遇 PET纖維의 原料로 再使用될 수 있으리라 思料되며, 이에 대해 追後 持續的인 研究가 要望 된다.

5. 結 論

本 研究를 통한 減量工程 廢水의 酸을 利用한 前處理工程의 結果는 아래와 같다.

1. TPA의 化學的 構造가 安定된 狀態로 存在 함으로서 國內의 環境汚染 公定 試驗法上の COD_{Mn} 法은 酸化力이 약하여 實際量의 5% 정도 的 收率을 나타내어 減量加工 廢水의 COD 測定法으로는 不適合하다.

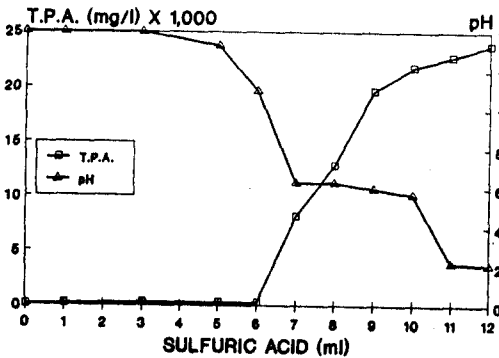


그림 9. 酸 投入量에 따른 人工 減量廢水의 TPA 析出量

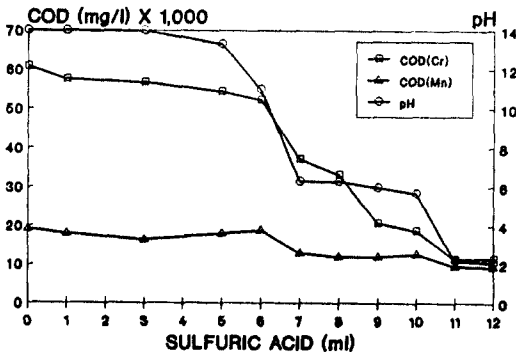


그림 10. 酸 投入量에 따른 人工 減量廢水의 COD 變化

2. 染色廢水中에서 減量工程 廢水만을 分離 集水한 후 黃酸에 의한 前處理를 통해 TPA를 析出시켜 sludge化 할경우 생물학적 난분해성 물질인 TPA의 제거로 인하여 2次處理인 生物學的 處理의 원활한 運轉 및 設備費의 감소를 可할수 있다.

3. 實 廢水の 境遇 酸處理時 TPA를 析出시킬 수 있는 適正 pH는 2.2內外이며 이때의 析出量은 21,825mg/l이었으며 初期 COD_{Cr} 60,800mg/l 가 11,467mg/l까지 減少되어 81.1%의 處理效率를 나타낸다. 이때 TPA의 析出은 pH 11부터 進行되어 pH 5.8以下 일때는 全體 析出量의 95.6%를 나타내었다. 人工廢水の 境遇는 最大로 TPA를 析出시킬 수 있는 適正 pH는 1.3~0.53 內外이며 이때 析出量은 34,000~37,000 mg/l으로서 總 TPA의 65.4~71.2%가 析出되었다. 이때의 酸投入量은 3.5V/V%~4.5V/V% 였으며, 初期의 COD_{Cr} 89,600mg/l에서 22,000~25,600mg/l까지 減少되어 75.67~71.4%의 COD_{Cr} 除去率을 보였다.

4. 染色廢水の 特性이 强 알카리성이므로 최종적으로 中和공정을 거쳐 放流해야 하므로 既存의 工程에 약간의 黃酸 添加에 의해 TPA를 析出시킬 수 있으므로 前處理 工程에 消耗되는 黃酸의 量은 既存의 工程上 所要量보다 많지 않으며 TPA가 析出된 後의 上等水 pH가 낮기 때문에 減量廢水 前處理에 再利用 할 境遇 消耗되는 黃酸의 量을 줄일수 있다.

參 考 文 獻

1. 송석규, 김상윤, "알카리 處理에 의한 폴리 에스테르 纖維의 柔軟加工에 관한 研究",

韓國纖維工學會誌, 20(4), 9-19 (1983)
 2. Adly A.M., Gorrafa, Caustic, "Treatment of Polyester Filament Fabrics", Textile Chemist and Colorist, 12(4), 83-87(1980).
 3. M.S. Ellison, L.D. Fisher, K.W. Alger and S.H. Zeromian, "Physical Properties of Polyester Fibers Degraded by Aminolysis and by Alkaline Hydrolysis", J. Polym. Sci., 27, 247(1982).
 4. 김갑진, "폴리에스테르의 Guanidine Carbonate와 Sodium Hydroxide 混合 水溶液에 의한 減量加工에 관한 研究", 韓國纖維工學會誌, 17, 151-162(1980).
 5. 박영규, 이철희, 이종달, 이무강, 조승락, "大規模 染色 工業團地 廢水の 綜合 處理에 관하여", J.K.W.W., Vol. 25 (1981).
 6. Modern Orgenic Chemistry, Rodger W., Griffin J.R., McGraw-Hill Kogakusha Ltd., Tokyo, 1969.
 7. Herbert A. Schlesinger, Emil F. Dul, "Pollution Control in Textile Mills", Industrial Pollution Control Handbook, 15-30, 1971.
 8. Pollution Control in the Textile Industry, H.R. Jones, 1978.
 9. The Textile Industry Environmental Control and Energ Conservation, Sideny G. Cooper, 1978.
 10. William R. Domey, "Design Parameters and performance of Biological Systems for Textile Plant Effluents", Proceeding of the 28th Purdue Industrial Waste Treatment Conference, 438-446, 1973.