

특집 · 공해대책

< 總 論 >

# 시안廢液 電解處理

李 柱 性 \*

## 1. 緒 論

電氣鍍金工業에서 시안 含有廢水의 분해처리로 최근 널리 이용되고 있는 것은 次亞鹽素酸이 PH에 따라 시안化合物을 산화시켜 시안酸鹽이 생기는 Dodge 및 Zabban 1) 의 28년전에 발견한 원리에 기초를 두고 있고, 또한 alkali 性 조건하에서 鹽素化를 하면 시안化合物은 분해되고 생성된 重金屬鹽은 침전을 한다. 이때 微細하게 된 水酸化亞鉛의 침전은 凝集이 어렵고, 간단한 濾過로는 제거 不可能하다. 鹽素法은 염소가스 또는 염소가스보다는 약간 문제점은 적지만 次亞鹽素酸등을 사용하게 되므로 취급상 대단히 번거로우며 電氣鍍金工場에서는 그다지 고마운 작업이 아니다. 이 외에 오존화장치, 膜, ion 교환수지등을 사용하는 여러가지 방법이 연구되었으나 이들 方法은 많은 資本이 필요하고 技術的인 문제등이 아직 남아 있기에 널리 이용되지 않고 있다. 시안廢液처리에 電解法을 사용하는데가 外國에서는 많다. Oylar 2) 는 93℃에서 銅전극을 사용하여 될수 있는대로 陽極:陰極의 比를 크게하고 맹렬히 空氣攪拌하면서 시안廢液을 처리하는 방법을 보고하였다. Sperry 및 Caldwell 3) 은 3.8 A/dm<sup>2</sup>에서 Rochell 鹽이 함유된 Strike 銅용액의 전해를 하였다. 이때 18-8 Stainless 鋼을 陽極으로 최초 21.2 g/l 의 시안농도에서 부터 完全히 시안을 분해하는에는 40時間이나 걸렸으며, 分解速度는 電流密度가 증가되면 分解速度도 증가하였다. Meyer 등 4) 은 炭素電極을 사용하여 약 20℃에서 전류밀도 0.5~10.7 A/dm<sup>2</sup>로 120 g/l 인 농도의 시안화나트륨을 4時間동안 전해하였다.

이때도 電流密度를 증가시키면 分解速度가 빨라진다고 보고하였다. 그러나 電流效率은 低電流密度 쪽이 높고, 水酸化나트륨을 첨가하면 10.7 A/dm<sup>2</sup> 이외의 것은 效率이 낮다고 보고하였다. Dart 등 5) 은 陽極으로 黑鉛 또는 白金을 도금한 티탄을, 陰極으로 Stainless 鋼을, 陽極:陰極의 比를 4:1로하고 온도 50~90℃ 범위에서 陽極電流密度 8.5 A/dm<sup>2</sup>로 하여 시안화나트륨 90.7 g/l 및 구리, 카드뮴 및 아연의 錯化合物을 포함한 廢液을 전해하였다. 이때 分解速度는 通電量에 比例하였고, 溫度上昇에 따라 分解率이 증가하였다. 이외에도 몇가지 보고가 있다. 6~7)

以上 보고된 여러가지 例는 모두 시안농도가 클때 分解速度가 크며, 시안濃도가 500 ppm 이하가 되면 分解速度가 갑자기 감소한다는 것이 경험적으로 알려져있다. 실제 Dart 등은 이와같이 低濃度인 경우에는 alkali 性鹽素法을 추천하고있다. 그러나 도금공장·洗滌水中의 시안含有量은 550 ppm 을 넘지 않는다. 8) 이러한 低濃度溶液을 處理할 때에는 소금을 混合시켜 電解한다. Lure 및 Genkin 9) 은 電流密度 0.1 A/dm<sup>2</sup> 하에서 鹽化나트륨과 시안화칼륨의 混合物를 電解하여 시안을 處理하였다. 즉 鹽化物: 시안化合物의 농도의 비가 5.6일때 시안 농도가 212 ppm 부터 2.4 ppm 로 줄이는데 3시간 걸렸으며, 이때의 電力소비량은 가장 적고 최고의 電流效率 82.4%가 얻어진다고 보고했다.

kurz 및 weber 10) 는 溶液을 PH 10~12로 조절하고 鹽化나트륨을 加해 시안페액중 전해에 의하여 生成되는 염소함량을 80~200 mg/l 범위로 조절하여 시안을 처리하였다.

\* 漢陽大工大 工業化學科 教授 (工博)

Nagendran 등 11) 은 高電流密度에서 염화나트륨을 첨가한 폐액을 단시간내 처리하는 실험을 행하였다. Hillis 12) 는 묽은 세척액을 전해 처리하는 여러가지 방법에 대하여 검토하였다.

이렇게 여러 研究者에 의한 시안化物的 電解處理이외에도 Lawes 등 13) 은 過酸化水素와 formalin 을 사용한 시안 分解反應을 검토한 것등이 있으며, 吉澤等 14) 은 구리이온 存在下의 시안의 陽極酸化 反應機構를 검토한 것이 있다.

본 총설에서는 주로 電解에 의한 시안化物的 처리에 대하여 설명코져 한다.

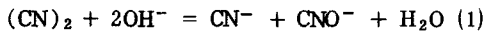
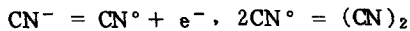
## 2. 電氣化學的 酸化法

시안化물을 처리하는 방법으로 考案된것은 주로 化學的 酸化가 많으나 이방법의 代替로서 대단히 有效한 方法으로는 電氣化學的 酸化가 있으며 시안化物廢液의 농도에 따라 처리방법이 약간 다르다.

### 2-1 濃厚시안廢棄物處理

電解處理를 濃厚시안廢棄物에 應用한 例는 서언에서도 記述한 바와 같이 잘 알려져있다.

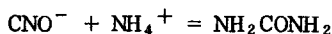
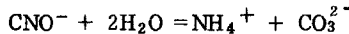
電氣化學的方法에 依하여 시안이온을 시안酸이온으로 酸化시키는 경우 디시안을 경유하여 진행하는 것으로 알려져있다. 즉



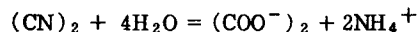
또한 다른 반응으로 시안酸이온의 직접 生成은 다음式으로 진행된다.



(1)式은 시안 1g-ion 당 1 Faraday (F)가 필요하나 (2)式은 2F가 필요하다. 그러나 實驗結果로는 1.7 ~ 2.0 F이므로 두 反應 mechanism 이 동시에 일어난다고 보고있다. 시안酸이온은 한번 生成되면 加水分解에 의하여 분해하여 암모니아, 요소,탄산이온등이 생성한다.



또한 옥살酸이온도 檢出되며 이는 디시안의 加水分解가 일어난것이라고 추정하고있다.



濃厚시안廢液을 분해시키는 實用的인 方法으로 電解法이 대단히 滿足한 것으로 알려져있고 보통 高温에서 처리해야하며 또한 電解 cell 위에는

換氣장치를 설치하여야한다. 一般的인 單純한 모양의 電解 cell 을 사용하여 시안濃度를 전기化學적酸化로 1,000 mg/l 이하까지 감소시키기에는 非經濟的이다. 그러므로 1000g/l 程度가 되면 鹽素 또는 次亞鹽素酸溶液으로 처리하는것이 좋다.

電解法은 구리나 아연과 같은 금속이 함유된 시안溶液의 경우에는 陰極上에 이들 金屬을 析出 回收可能 할 수 있는 利點이 있다. 또한 다른 利點은 化學酸化法에서는 處理 곤란한 시안화 니켈과 같은 金屬시안化物錯鹽도 處理 할 수 있다는 點이다.

電解酸化法은 표 1 및 2 에 표시한 바와같이<sup>15)</sup> 化學酸化法보다 저렴하다. 표에나타나 있는 藥品 값은 電氣化學的 處理로 濃度를 1000 mg/l로 내린 다음 남아있는 시안化물을 分解하는데 필요한 값이다.

表 1. 表面硬化鹽 (適當)에 對한 處理 cost 比較

鹽素化		電解處理	
Pound (英화페단위)		Pound	
藥品	37.00	電氣代	1.20
勞賃	8.75	藥 品	1.10
		勞 賃	2.50
全 cost/週	45.75	全 cost/週	4.80

表 2. 시안溶液의 處理 cost 比較 (適當)

니켈鍍金作業의 失敗로, 박리용으로 100 Kφ CN<sup>-</sup>/2000 l 인 溶液을 1週日間에 處理하였을때

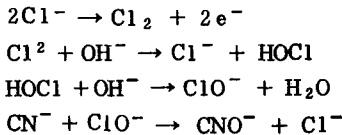
鹽素化		電解處理	
Pound		Pound	
藥品	105.00	電氣代	4.00
勞賃	15.00	藥 品	4.50
		勞 賃	2.50
全 cost/週	120.00	全 cost/週	11.00

### 2-2 希薄시안廢液處理

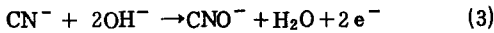
上述한 바와같이 單純한 電解 cell 를 사용,

집적전해로 시안濃度 1000 mg/l 이하의 것을 처리하기는 不適當하다. 그러나 세척액의 농도는 바로 이 濃度範圍에 있으므로 이와같이 낮은 농도범위에 電解法을 適用 擴張함은 매우 重要하다.

물은 溶液의 처리로는 시안廢液에 소금을 加한後 電解하면 좋다. 그 理由로 2가지가 있는데 첫째는 溶液의 電導度가 上昇하므로 energy 消費量이 低下하고 둘째는, 시안을 分解하는 가장 重要한 過程인데 陽極에서 鹽素가 生成하고 이 鹽素가 廢液중에 溶해하여 시안이온과 반응한다.



이들 반응을 합하면 全反應은 (3)式으로 된다.



結局 이 反應은 濃厚시안이온의 直接電極酸化 反應과 같해진다. 鹽素이온은 再生되므로 조금의 消耗가 없으며 이 process를 電解鹽素化法이라한다.

이 反應은 많은 研究者에 依해 研究 되었다.

Byrne 등 16) 은 이 方法으로 시안화카드뮴의 分解 연구를 하였으나 그들은 세척액농도보다 甚한 시안농도용액인 1,800~55,000 mg/l 에 소금을 포화시켜 8시간 電解하여 시안濃度 5~8,000 mg/l 까지 처리하였다. Lure 및 Genkin 9) 은 220 mg/l까지의 시안화칼륨용액을 5~6時間 電解 鹽素化 處理에 의하여 시안 농도가 없도록 처리하였다고 보고하고있다. Nagendran 등 11) 은 電流密度를 上昇시키므로서 處理時間을 단축 할 수 있다고 하였다.

시안화亞鉛도금의 세척액을 連續電解處理한 포랜드의 plant에 관한 報告가 있다. 17)

100 ~ 300 mg CN<sup>-</sup>/l 를 함유한 세척액에 25 g/l의 소금을 넣고 電解處理탱크中에서 1時間 40分 처리하면 최종적으로 流出液中的 시안濃度는 0.1 mg/l가 된다고한다.

이들 實驗中 포랜드의 결과만이 處理 시간이 짧고 連續的이므로 實用性이 있다고 한다. 그러나 이 方法도 문제점을 안고있다. 왜그러나하면 多量의 甚한 소금용액이 連續的으로 下水에 放出된다는 事實이다. 현재 下水에 放出되는 流出液中的 Na<sup>+</sup> 이온에 대한 기준이 없으나 이런 高濃度를 포함한 流出液放出的 process가 널리 採用되면 現在 規制가 없는 項目도 앞으로 挿入될 可能性이 있다. 이러한 電解鹽素化法은

시안 세척液의 처리에 흥미있는 방법이나 비교적 처리시간이 긴것이 短點이나 時間短縮방법등의 연구 11,12) 도 進行되어 있으므로 이에 略述 하겠다.

### 3. 電解鹽素化法

電解法에는 Batch法과 連續法이 있다. 이中 Batch法은 電解 cell 中에 流出液을 저장시켜이 것에 소금을 加한후 교반시키면서 시안이 完全 分解할 때까지 電流를 흘리는 방법과 또 다른 방법은 소금을 加한 시안流出液을 저장기로부터 電解 cell에 펌프로 보내고 cell의 電極間을 통하여 다시 저장기에 돌려보내는 과정을 여러번 반복순환시키면서 시안化合物이 完全히 分解될 때까지 계속하는 방법이다.

이에 反해서 連續法은 流出液의 흐름에 소금을 혼합시켜 電極 cell의 電極間을 通過시키면서 電解 cell를 나올 때에는 大部分의 시안이 分解되도록 조건을 設定하는 방법을 말한다.

#### 3-1 Batch法

##### 1) 攪拌 cell 內에서의 처리 12)

實驗한 攪拌 cell의 용적은 400~6,000 ml의 것으로 陽極材料는 黑鉛 (graphite) 으로, 陰極으로는 구리, 알루미늄, stainless steel 등이 이용된다.

이 電解方法을 이용하면 시안의 分解가 容易하게 進行되며 또한 流出液中的 金屬이온濃度도 대단히 減少시킬 수 있다. 이 process에서는 添加한 소금의 濃度가 높을 수록 시안농도가 빠르게 減少되며 消費되는 에너지도 적어진다. 이 結果를 表3에 표시하였다. 잘 攪拌시키고 소금濃度를 높게하면 電力消費를 낮출수 있고 이때 사용한 黑鉛陽極이 너무 높은 電流密度로 사용하면 黑鉛이 崩괴할 우려가 있다. 이때 處理工程中 金屬이온이 제거되는 機構로는 2가지가 있으며 그中 하나는 陰極上에 도금되어 제거되는 경우이고 다른 방법은 沈澱에 의한 方法이다. 析出量과 沈澱量의 相對的인 比率은 PH에 依存하며 處理時間은 적어도 한시간 이상이 필요하다.

表 3. 시안의 分解速度에 따른 電流密度와 NaCl 의 影響 ( 31 °C )

NaCl 濃度 (g/l)	電 流 (A)	電流密度 (A/dm <sup>2</sup> )	浴 電 壓 (V)	最終시안濃度 (ppm)	電解時間 (min)	電解液容量 (ℓ)	電 力* (wh/g CN)
70	0.85	2.0	3.7	• 7.7	22.5	3.0	8.6
70	1.70	3.0	4.4	4.0	90	2.6	10.1
70	2.5	6.0	5.3	1.0	60	2.5	11.5
70	3.3	8.0	6.0	0.5	65	2.6	16.8
70	5.0	12.0	7.2	0.5	40	2.9	16.6
35	4.0	9.6	8.2	0.5	70	3.0	25.5
35	3.0	7.2	7.2	0.5	90	3.0	21.6
10	2.0	4.8	9.5	28.5	240	3.0	-

\* 시안을 500 ppm 에서 0.5 ppm 으로 分解하는데 필요한 電力

2) 循還 cell 內에서의 處理

黑鉛陽極을 사용하여 5 ℓ의 流出液을 貯藏器 中에 넣고, 이 저장기에서 電解 cell 에 液을 순환시킨다. 소금의 첨가영향을 알기 위하여 0.4~ 3% 까지의 變化範圍의 結果가 그림 1에 표시되어 있다. 처리시간은 소금농도가 증가되면 短縮되지만 2% 以上の 添加에서는 거의 變化하지 않는다.

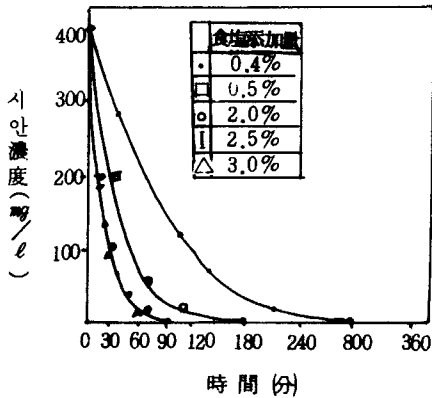


그림 1. 溶液循還法에 있어서의 시안 分解에 미치는 소금濃度の 影響  
電流密度 : 1 A/dm<sup>2</sup>  
流 速 : 18.2 ℓ/hr

循還速度를 2.3~36.4 ℓ/hr 로 變化시켰을때 의 시안의 分解速度의 影響을 그림 2에 表示하였다. 循還速度를 빠르게하면 約 30 ℓ/hr 까지

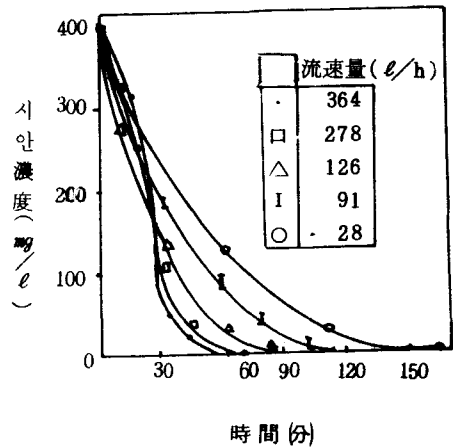


그림 2. 溶液循還法에 있어서의 시안分解에 미치는 流速의 影響  
電流密度 : 2 A/dm<sup>2</sup>  
소금添加量 : 2%

시안의 分解速度를 빠르게 할 수 있으나 30ℓ/hr 이상이 되면 分解의 初速度는 비교적 늦어지고 速度曲線에 變曲點이 생기므로 完全분해까지의 全時間은 단축된다. 이 실험에서 사용된 cell 의 容積은 1.25 ℓ이므로 電解 cell 에 채류된 시안은 29分에서 2分間의 사이가 되며 이 時間범위내에서의 滯留時間은 重要한 因子가 되지 않으며 오히려 流速을 增加시키므로서 物質移動이 촉진되고 이로 因하여 分極을 억제 할 수 있는 利點이 있다.

순환액 溫度의 영향을 검토한것을 그림 3에 표시하였다. 液溫 (20 및 80°C)의 영향은 그다지 크지 않으며 分解初期에는 高溫쪽이 分解速度가

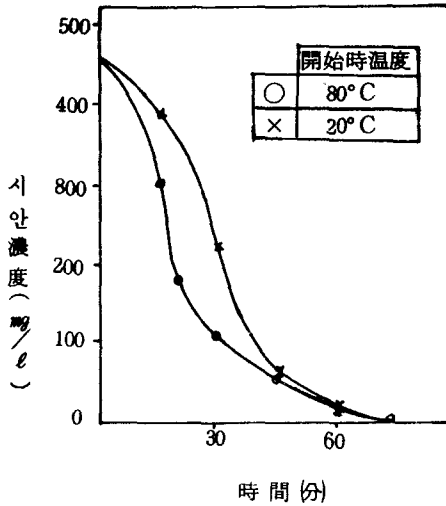


그림 3. 溶液循環法에 있어서의 시안分解에 미치는 實驗開始時 溫度의 影響  
 電流密度 : 2 A/dm<sup>2</sup>  
 소금添加量 : 2 %  
 流 速 : 27.3 l/hr

어느程度 빠르나 시안濃도가 낮아지면 거의 같 해진다. 또한 電流密度의 영향을 그림 4에 표시 하였다. 20 A/dm<sup>2</sup>에서는 농도 700 mg CN<sup>-</sup>/l 인 용액 30 l를 15분에 分解可能하나 5/dm<sup>2</sup>에서는 60분이 필요했다. 그러나 高電流密度때에는 溶液을 冷却시킬 필요가 있다.

分解한 시안單位重量當 消費에너지는 前述한 攪拌 cell에서 얻어진 결과와 매우 잘 부합되며 消費에너지는 다음의 경우에 低下한다.

- a) 소금농도가 높은 경우
  - b) 循環속도를 增大시킨 경우
  - c) 시안의 初期농도가 높은 경우
  - d) 最終的으로 시안농도가 높은 경우
- c) 및 d)에서는 시안농도가 매우 낮은 경우 이 process의 에너지效率이 낮다는 것을 反映하고 있다. 몇가지 實驗結果를 表 4에 표시하였다.

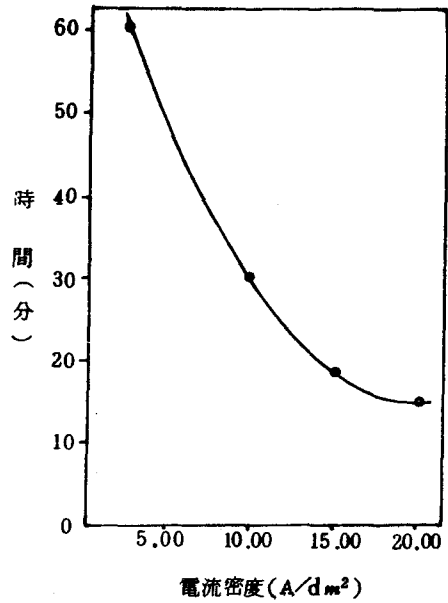


그림 4. 流出液 30 l 中の 모든 시안을 分解 시키는데 必要한 時間에 따른 電流 密度의 影響  
 시안初期濃度 : 700 mg/l  
 소금添加量 : 4 %  
 循環速度 : 409 l/hr

表 4. 循環 cell 내에서의 Batch 處理

容 量 <i>ℓ</i>	流 量 <i>ℓ/h</i>	食 鹽 添 加 量 %	電 流 A	電 壓 V	時 間 h	電 流 密 密 A/dm <sup>2</sup>	시 안 濃 度 mg/ℓ		分 解 되는 CN K <sub>g</sub> 當 에 너 지 使 用 量 kwh/K <sub>g</sub> CN
							開 始 時	終 了 時	
5	18.2	0.4	10	10.0	6	2	400	ND	300
5	18.2	0.5	10	8.4	4	2	400	ND	168
5	18.2	2.0	10	5.0	1.5	2	400	ND	37.5
5	18.2	2.5	10	4.7	1.5	2	400	ND	35.3
5	18.2	3.0	10	4.4	1.5	2	400	ND	33.0
5	2.3	2.0	10	5.0	2.75	2	400	ND	68.75
5	9.1	2.0	10	5.0	1.88	2	400	ND	47.0
5	13.6	2.0	10	5.0	1.50	2	400	ND	37.5
5	27.3	2.0	10	5.0	1.20	2	400	ND	30.0
5	36.4	2.0	10	5.0	1.07	2	400	ND	26.75
5	36.4	2.0	10	5.0	0.46	2	400	100	15.3
5	36.4	2.0	10	5.0	0.55	2	400	50	16.6
5	36.4	2.0	10	5.0	0.67	2	400	25	17.9
5	36.4	2.0	10	5.0	0.77	2	400	12.5	19.9
30	40.9	4.0	115	5.0	0.73	5	400	ND	35.0
30	40.9	4.0	115	5.0	1.0	5	700	ND	27.38
30	40.9	4.0	230	7.1	0.5	10	700	ND	38.88
30	40.9	4.0	345	9.0	0.31	15	700	ND	45.84
30	40.9	4.0	460	9.6	0.25	20	700	ND	52.57

ND = 檢出안됨

3-2 連續處理直後 排出하는 process

陽極으로는 黑鉛 또는 白金을 鍍金시킨 티타늄金屬등이 사용되며 陰極으로는 stainless steel 또는 軟鋼등이 사용 가능하다. Hillis의 실험 12)에 의하면, 陰, 陽極 2枚의 平板電極의 間격을 1.5cm 및 2.5cm 로, 陰 및 陽極의 面積은 모두 0.23m<sup>2</sup>로 하였고, 시안처리 液을 펌프로 cell의 밑으로 부터 들어가 液이 두 極에 均等히 分配하도록 하였다. 이때 1回通過로 어느程度 시안이 처리 되는가를 검토하였다. 이때의 實驗結果를 表5에 표시하였다. 表5에서 나타난 것과 같이 400 mg CN<sup>-</sup>/ℓ의 流出液을 電解 cell내에 1回 通過시키므로써 거의 시안이 分解된다고 보고하고 있다. 실험조건은 電流密度 20 A/dm<sup>2</sup>, 3% 소금을 함유한 시안溶液을 273 ℓ/hr의 流速으로 유지되도록 펌프로

表 5. 處理直後排出法에 의한 連續處理

cell 에 注入되는 溶 液中的 市安濃度 (mg/ℓ)	cell 를 나오는 溶液中的 市安濃度 (mg/ℓ)
103	ND
160	ND
300	ND
405	ND
450	18.5
510	37.0

ND = 檢出안됨

cell 중에 注入시켰고 滯留時間은 1.3 分였고 cell 에 9.8 v 의 電壓을 加해 전해하였다.

이 外에도 連續處理法에는 鍍金工程中的 一次 洗滌液을 電解 cell 에 넣어 시안을 完全히 分解 시킨다. 이때 소금함유 처리액은 電解에 의해 次亞鹽素酸이온이 生成되며 이것이 시안과 반응하고 過剩으로 生成된 次亞鹽素酸이온중 남아있는 次亞鹽素酸 含有溶液을 一次洗滌槽에 再循環시켜 一次洗滌時 나오는 시안과 反應시켜 시안을 除去하고 洗滌液中에 시안이 다시 蓄積되면 洗滌液을 다시 電解 cell 에 보낸후 再循環시키는 in line 法の 研究가 많은 研究者에 依하여 實驗 되어져있다.

3-3 電解塩素化 Process 의 Cost

어떠한 反應過程으로 操業하느냐에 따라 cost 가 달라진다.

攪拌反應 cell 에서의 batch process 에서는 주로 다음과 같은 因子에 따라 cost 가 左右된

다. 即

- a) 攪拌機에 必要되는 電力費
- b) 電解에 必要한 電力費
- c) 소금費用

Batch 의 循環 process 와 處理直後 排出하는 連續 process 의 cost 因子는 거의 같으며, 攪拌動力의 必要條件에 따라 또는 펌프로 cell 에 보내는데 必要한 動力等에 따라 若干의 차이가 생길 따름이다. in line 法도 거의 같으나 소금의 보충이 거의 必要치 않는 利點은 있다. 그러나 他方法은 소금의 cost 를 無視 할 수 없다. 洗滌液 2,500 l 中の CN 이온 1Kg 은 400 mg/l 溶液에 해당하며 이 容積에 3% 소금溶液으로 조정하는데는 75 Kg 의 소금이 필요하게 되기 때문이다.

循環 batch process 와 連續處理直後 排出하는 process 를 比較하는 data 가 表 6 에 表示 되어있으므로 參考하기 바란다.

表 6. 各種處理法の cost

方 式	電流密度 (A/dm <sup>2</sup> )	電解 cost penny/分解시안 1 Kg	소 금 cost penny/分解시안 1 Kg	펌프가동 cost penny /시안 1 Kg	全 cost penny/分解시안 1 Kg
循環 batch 法 (시안농도 400mg/l)	2	30	150	22	202
循環 batch 法 (시안농도 400mg/l)	5	35	150	6	191
Straight through (시안농도 400mg/l)	20	38.3	150	0.83	189
Straight through (시안농도 400 mg/l)	2	45		36.7	81.7
Straight through (시안농도 400 mg/l)	10	63.3		3.3	66.6
Straight through (시안농도 400 mg/l)	20	103.3		2.5	105.8

4. 시안이온의 陽極酸化에 대한 구리이온의 触媒作用

시안이온을 陽極酸化시킬때 시안화구리 (I) 를

加해주면 CN<sup>-</sup> 가 短時間內에 低濃度로 分解된다. 14.18) 이들은 支持電解質로 0.5 M 黃酸 칼륨에 시안농도 10<sup>-2</sup> M인 용액을 만들어 白金陽極을 사용하여 陽極分極曲線을 測定하였으

며, 이를 그림 5 에 表示하였다. 結果를 보면 銀이나 亞鉛이온이 첨가되었을 때에는 支持電解質

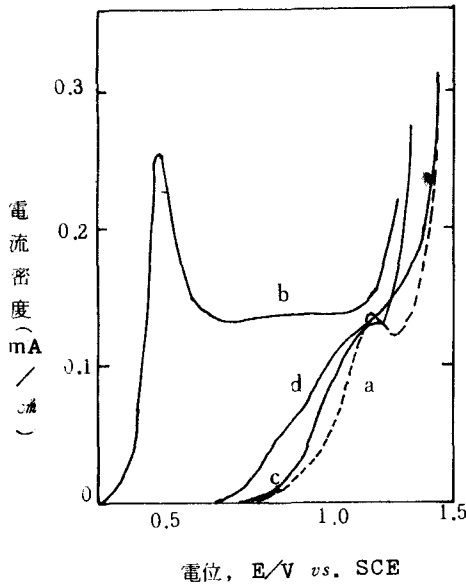
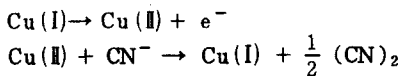
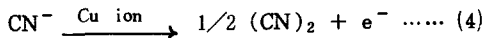


그림 5. 各種 金屬이온을 포함한 시안이온  
 溶液의 電流 - 電位曲線  
 電極 : 白金  
 支持電解質 : 0.5 M K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
 全 CN<sup>-</sup> 濃度 : 10<sup>-2</sup> M  
 全金屬이온濃度 : 10<sup>-3</sup> M  
 金屬이온 : a : 없음, b : Cu<sup>+</sup>  
 c : Ag<sup>+</sup>, d : Zn<sup>2+</sup>

만의 分極曲線과 거의 같으나 구리이온이 添加된 것은 매우 낮은 電位에서 酸化電流가 흐름을 알 수 있다. 이 차에도 여러가지 實驗結果로부터 구리이온의 添加에 의하여 매우 낮은 陽極 電位에서 매우 빨리 酸化가 일어나는 것을 다음 反應機構로 解析하였다. 즉,



그러므로 全反應은 이 두식의 疊으로



의 反應機構를 提示하고 있다.

여기에서 Cu(I)는 Cu<sup>+</sup>, Cu<sup>I</sup>(CN)<sub>2</sub><sup>-</sup>, Cu<sup>I</sup>(CN)<sub>3</sub><sup>2-</sup> 및 Cu<sup>I</sup>(CN)<sub>4</sub><sup>3-</sup> 의 어느 하나이고 Cu(II)는 上記와 같은 이온중 2價의 구리를 含有하는 化學種이다.

以上 여러가지 結果로 부터 考察해 보건에 電

解에 依한 시안의 處理方法은 매우 많은 方法을 들수 있겠으며 各 工場에서는 自體內的 여건에 따라 處理方法을 選擇함이 必要할 것이라 生覺된다. 特히 鍍金工場은 直流電流를 가지고 있으므로 이를 活用하여 시안을 처리하면 低廉한 價格으로 處理可能할 것이다.

끝으로 最近에 電解에 의한 시안化合物의 處理에 관한 研究가 많이 發表되어 있으므로 이들의 一部를 參考文獻에 19~25) 소개 해 두겠다.

參 考 文 獻

- 1) B.F. Dudge, W. Zabban, *Plating* 38, 56L (1951); 39, 385 (1952).
- 2) R.W. Oyler, *ibid* 36, 341 (1949)
- 3) L.B. Sperry, M.R. Caldwell, *ibid* 36, 343 (1949)
- 4) W.R. Meyer, et al, *ibid* 40, 1104 (1953).
- 5) M.C Dart, et al, *J. Appl. Chem. (London)* 13, 55 (1968)
- 6) J.M. Connard, G.P. Beardsley, *Met. Fin.* 21, 54 (1961)
- 7) J.K. Easton, *Plating* 53, 1340 (1966); *Water Poll. Cont. Fed.*, 39, 1621 (1967)
- 8) A.K. Graham, (Ed) "Electroplating Engineering Handbook" P. 286 (1955), Reinhold Pub.Corp. N.Y.
- 9) Yu. Yu, Lure, V.E. Genkin, *Chem. Abst.* 59, 2504C (1963)
- 10) H. Kurz, W. Weber, *Met. Fin. Abst.* 4, 116 (1962)
- 11) R. Nagendran, et al, *Plating* 54, 179 (1967)
- 12) M.R. Hillis, *Trans. Inst. Metal Fin.* 53, 65 (1975)
- 13) B.C. Lawes, et al, *Plating* 60, 902 (1973)
- 14) S. Yosimura, et al, *Denkikagaku* 47, 360 (1979)
- 15) Data of Lancy Laboratories Ltd.
- 16) J.T. Byrne, et al, *J. Electrochem. Soc.* 105, 607 (1958)
- 17) J. Drogon, L. Pasek, *Electroplating & Met. Fin.* 18, 310 (1965)
- 18) S. Yoshimura, et al, *Nippon Kagaku Kaishi* 1144 (1978)
- 19) M. Tanaka, *Japan Kokai* 76, 103, 668 (1976)