シアン化合物を使用していない事業所からの シアン検出のケーススタディー

—主として金属表面処理工業に関連する事業所について—

野々村 誠*

Case Study for the Cyanide Detection from the
Factory without Using Cyanogen Compound

Makoto NONOMURA*

シアン化合物を使用していない事業所からシアンが検出されるという事例がある。本稿では、金属表面処理工業に関連する事業所についてシアン生成の事例とその防止方法について解説する。

1. はじめに

工場排水中のシアンは、JIS K 0102 工場排水試験方法（以下 JIS 法と記す）の全シアンの前処理をした後、ピリジン—ピラズロン法、4—ピリジンカルボン酸—ピラズロン法及びイオン電極法¹⁾で定量する。

最近、シアン化合物を使用していない工場や事業所からシアンが検出されるという事例がある^{2,3)}。特に、プリント基板のめっき工場、金属熱処理工場⁴⁾、金型工場及びアルミニウム合金溶解炉工場な

どの排水や産業廃棄物からシアンが検出されている。

工場排水のシアンの分析において、シアンの生成による正誤差については既に米倉が本誌で報告している⁵⁾。

本稿では、その後新たに明らかになったシアン生成の事例を上記の金属表面処理工業に関連する事業所にしばって報告すると共に、シアンの生成を防ぐ方法についても述べることにする。

2. プリント基板のめっき工場

図1 A社の銅スルホールめっき工程の概略図

* 東京都立工業技術センター 無機化学部
工業用排水研究グループ 技術士（衛生工学部門）
〒115 東京都北区西ヶ丘3-13-10
☎ 03-909-2151

*Tokyo Metropolitan Industrial Technical Institute
13-10, Nishigaoka 3-chome, Kita-ku, Tokyo 115

表 1 めっき工程と主成分

№	工 程	主 成 分
(1)	コンディショナー	炭酸ナトリウム ホウ酸ナトリウム
(2)	ソフトエッチング	ペルオキソ二硫酸塩 (ナトリウム塩, アンモニウム塩)
(3)	カタリスト	塩化ナトリウム 塩化パラジウム 塩化第一スズ
(4)	アクセレーター	硫酸 or ホウフッ化水素酸
(5)	化 学 銅	硫酸銅, EDTA ホルマリン, 水酸化ナトリウム 安定剤
(6)	ピロリン酸銅	ピロリン酸銅, アンモニア水 ピロリン酸カリウム

表 2 めっき工程及び排水工程の分析

採 水 場 所	シアン化物イオン (mg/l)
コンディショナー	検 出 せ ず
ソフトエッチング	4 3 3
ソフトエッチング 水 洗 水	1 0 5
カタリスト	検 出 せ ず
化 学 銅	検 出 せ ず
排 水 原 液	4 6.3
最 終 放 流 水	1 8.2

試 料 : 5 0 m/
NH₂OH・HCl : 0.3 g
EDTA : 1.0 g

A社では、プリント基板の銅スルホールめっきを行っているが、同工場ではシアン化合物を使用していないにもかかわらず、このめっき排水からシアンが検出された。

A社の銅スルホールめっき工程及び使用している薬剤の主成分を図1及び図2に示す。A社のどのめっき工程からシアンが検出されるかを明らかにするために、前処理液、めっき液、水洗水及び排水を採取し分析した。その結果を表2に示す。

この結果、ソフトエッチング液及び水洗水からはそれぞれ 433 mg/l 及び 105 mg/l のシアンが検出された。また、排水原液及び最終放流水からはそれぞれ 46.3 mg/l 及び 18.2 mg/l のシアンが

図 2 ペルオキソ二硫酸ナトリウム添加量とシアン化水素生成量の関係

図 3 塩化ヒドロキシルアンモニウム添加量とシアン化水素生成量の関係 (酸化性物質が共存する場合)

検出された。このことから、ソフトエッチング剤がシアン生成の原因物質であることが予想された。

(1) シアンの生成原因

J I S法では、残留塩素などの酸化性物質を含む排水は塩化ヒドロキシルアンモニウムあるいは亜ヒ酸ナトリウムで還元した後、EDTA及びリン酸を加えてpH 2以下とし、加熱蒸留操作をすることが定められている。

そこで、シアンの生成原因を明らかにするために、ソフトエッチング剤として使用しているペルオキソ二硫酸ナトリウム、還元剤として添加する塩化ヒドロキシルアンモニウム及び金属のマスキング剤として添加するEDTAの影響について検討した。その結果を図2～図5に示す。

図4 塩化ヒドロキシルアンモニウム添加量とシアン化水素生成量の関係（酸化物が共存しない場合）

図5 EDTA 添加量とシアン化水素生成量の関係

この結果、シアン化水素の生成量はペルオキソ二硫酸ナトリウム、塩化ヒドロキシルアンモニウム及びEDTAの添加量に依存することが認められ、この三者がシアン化水素の生成に関与していることが明らかになった。

なお、松村は塩化ヒドロキシルアンモニウムとEDTAあるいはペルオキソ二硫酸ナトリウム、塩化ヒドロキシルアンモニウム及びEDTAを共存させて加熱蒸留し、シアン化水素生成の追試を行った結果、図2あるいは図4とほぼ同様な結果を得ている。

(2) シアン化水素生成の確認

(1) AgCN
(2) $\left\{ \begin{array}{l} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 \\ \text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl} \\ \text{EDTA} \end{array} \right\}$ (3) $\left\{ \begin{array}{l} \text{H}_2\text{O}_2 \\ \text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl} \\ \text{EDTA} \end{array} \right\}$

図6 X線回折法によるシアン化合物の同定

ペルオキソ二硫酸ナトリウム、塩化ヒドロキシルアンモニウム及びEDTAを共存させ、加熱蒸留したときの留出液を硝酸銀に吸収させた。このとき生成した白色沈殿物を乾燥後X線回折法で分析した結果、シアン化銀であることを確認した。²⁾ 同様に過酸化水素水からもシアン化水素が生成することをX線回折法で確認した。これらの結果を図6に示す。

(3) 酸化性物質の種類とシアン化水素生成量の関係

ペルオキソ二硫酸塩、次亜塩素酸ナトリウム（残留塩素）及び過マンガン酸カリウムなど7種類の酸化性物質と塩化ヒドロキシルアンモニウム及びEDTAを共存させ、加熱蒸留したときのシアン化水素生成量を表3に示す。²⁾

ペルオキソ二硫酸塩からはいずれも多量のシアン化水素が生成し、ペルオキソ二硫酸ナトリウム、カリウム及びアンモニウムの各1 mmolからはそれぞれ5.2₉ mg, 5.2₈ mg及び5.2₆ mgのシアン化水素が生成した。

過酸化水素水の1 mmolからは、0.08 mgのシアン化水素が生成した。

次亜塩素酸ナトリウム、過マンガン酸カリウム

表3 酸化性物質の種類とシアン化水素生成量の関係²⁾

酸化性物質 ^{*1)}			NH ₂ OH・HCl ^{*1)} (mg)	EDTA ^{*1)} (g)	HCN生成量 ^{*2)} (mg)
化学種	(mmol)	(mg)			
Na ₂ S ₂ O ₈	1.0	238	300	1.0	5.2 ₉
"	1.0 × 10 ⁻²	2.3 ₈	50	1.0	0.1 ₂
K ₂ S ₂ O ₈	1.0	270	300	1.0	5.2 ₈
"	1.0 × 10 ⁻²	2.7 ₀	50	1.0	0.0 ₈
(NH ₄) ₂ S ₂ O ₈	1.0	228	300	1.0	5.2 ₆
"	1.0 × 10 ⁻²	2.2 ₈	50	1.0	0.1 ₀
H ₂ O ₂	1.0	34.0	300	1.0	0.0 ₈
"	0.1	3.4	50	1.0	0.0 ₁
NaClO	1.0	74.4	300	1.0	0.0 ₁
KMnO ₄	1.0	158	300	1.0	0.0 ₂
KClO ₄	1.0	138	300	1.0	0.0 ₁

*1) 250 ml中 *2) 100 ml中

及び過塩素酸カリウムの各1 mmolでは、シアン化水素の生成量は0.0₁～0.0₂ mgであり、図4の空試験値とほぼ同程度であった。

(4) 酸化性物質の還元剤の選定

酸化性物質の還元剤として、塩化ヒドロキシルアンモニウムは先の結果からシアンを生成すること、亜ヒ酸ナトリウムは有害物質であり、実験室廃液処理の面からもあまり好ましくない。

そこで、各種の酸化性物質に対する還元剤の有効性と最適な還元剤の選定について検討した³⁾。その結果の一部を図7、図8に示す。

塩化ヒドロキシルアンモニウム、アスコルビン酸及び亜ヒ酸ナトリウムの還元剤で次亜塩素酸ナトリウム及び過マンガン酸カリウムを電位差滴定した結果、電位変化を示すことから常温で反応するが、ペルオキシ二硫酸ナトリウム及び過酸化水素水とは反応しないものと考えられる。

これらの還元剤の中ではアスコルビン酸が優れており、加熱蒸留による全シアンの回収においてアスコルビン酸を過剰に添加してもその影響は認められなかった³⁾。

(5) シアン化水素生成の防止方法

ペルオキシ二硫酸塩などの過酸化物は、微量の銀あるいは銅イオンが共存すると触媒として作用し、反応を促進するといわれている^{8,9)}。

そこでシアン化物イオンあるいはフェリシアン化物イオンと共存するペルオキシ二硫酸ナトリウム溶液に銀イオンを添加し、アスコルビン酸で還元する方法は、アスコルビン酸だけで還元する方法よりも全シアンの回収率は増加した³⁾。

B Blank (水) (pH6.9) 3 Na₂S₂O₈ (50mg) (pH6.9)
1 NaClO (143mg) (pH7.3) 4 H₂O₂ (39mg) (pH6.9)
2 KMnO₄ (25mg) (pH6.9)

滴定速度: 1.28ml/分(図7, 8まで同じ)

図7 塩化ヒドロキシルアンモニウムによる酸化性物質の還元(中性溶液)

B Blank (水) g (pH6.9) 3 Na₂S₂O₈ (50mg) (pH6.9)
1 NaClO (72mg) (pH7.3) 4 H₂O₂ (39mg) (pH6.9)
2 KMnO₄ (25mg) (pH6.9)

図8 アスコルビン酸による酸化性物質の還元(中性溶液)

表 4 プリント基板エッチング排水の分析³⁾

エッチング排水 (m l)	還元剤 種類 添加量 (mg)		金属イオン 種類 : 添加量	全シアン (μg) (mg/l)	
50	—	—	—	1.2	0.02
	NH ₂ OH・HCl	100	—	910	18.2
	Na ₃ AsO ₃	190	—	3.1	0.06
	"	190	Ag : 1mg	2.8	0.06
	C ₆ H ₈ O ₆	200	—	2.5	0.05
	"	200	Ag : 1mg	3.9	0.08

次に、ペルオキソ二硫酸ナトリウムを使用して
いるプリント基板工場のエッチング排水を塩化ヒ
ドロキシルアンモニウム、亜ヒ酸ナトリウム及び
アスコルビン酸で還元した後、加熱蒸留したとき
の結果を表 4 に示す。

この結果、塩化ヒドロキシルアンモニウムで還
元した場合の全シアン濃度は18.2 mg/l であるが、
亜ヒ酸ナトリウムの場合は0.06 mg/l、アスコル
ビン酸の場合は0.05 ~ 0.08 mg/l であった。

したがって、プリント基板工場のエッチング排
水は、銀イオンとアスコルビン酸で還元する方法
が良いと考えられる。

3. アルミニウム合金溶解炉廃ガス処理液

アルミニウム合金の溶解時に、脱ガス処理、酸
化や水素ガスの吸収を防止するために、各種のフ
ラックスが使用されている。

筆者は、各種のアルミニウム合金溶解用フラッ
クス中に含まれるフッ素化合物と塩素化合物の含
有量を定量すると共に、熱分解によって生成する
フッ素化合物と塩素化合物の発生量を調べ報告し
た¹⁰⁾。

B社では、アルミニウム合金溶解炉からの排ガ
スを水酸化ナトリウム溶液で洗浄した後排出して
いる。この洗浄廃液は高濃度のフッ素化合物と塩
素化合物を含んでいるので、産業廃棄物として引
取ってもらっているが、この廃液からシアンが検
出されるという事例があった。

この廃液は、塩素化合物を吸収した水酸化ナト
リウム溶液即ち、次亜塩素酸ナトリウム溶液であ
り、本来この廃液中にシアン化合物が存在すると

は考えられない。

そこで、この廃液 (pH 13.0, 残留塩素濃度 3.
0%) を硫酸で中和した後、塩化ヒドロキシルア
ンモニウム、亜ヒ酸ナトリウム及びアスコルビン
酸で還元し、J I S 法²⁾の全シアンの加熱蒸留操作
を行った。その結果を表 5 に示す。

この結果、この廃液に10%塩化ヒドロキシルア
ンモニウム10.0 ml を加えて還元した場合には、
2.6 mg/l の全シアンが検出された。

残留塩素濃度が低く、塩化ヒドロキシルアンモ
ニウムの添加量が少ない場合には、シアンの生成
量は少なく、あまり影響がないと報告したが²⁾、こ
の廃液のように残留塩素濃度が高い場合には、塩
化ヒドロキシルアンモニウムの添加量が多くなり、
加熱蒸留するとシアン化水素が生成するものと考
えられる。

この廃液を亜ヒ酸ナトリウムあるいはアスコル
ビン酸で還元した場合の全シアン濃度はいずれも
0.1 mg/l 以下であった。しかし、亜ヒ酸ナトリ
ウム³⁾の場合は、高濃度のヒ素廃液が出るので好ま
しくない。したがって、この廃液の場合もアスコ
ルビン酸で還元する方法が良いと考えられる。

4. 金属熱処理工場

56年 5 月 8 日付の朝日新聞は、「シアンを使わ
ないのに化学反応で生成」という見出しで金属熱
処理工場からシアンが生成されることを報道した。

中原は、上記の熱処理工場からシアンが検出さ
れた事例を詳細に報告している⁴⁾。

これによると、55年 1 月から 2 月にかけて、愛
知県警察が名古屋市の金属熱処理工場の排水を分

表5 ガス洗浄廃液からのシアンの生成量と還元剤の関係

種 類	還 元 剤 添加量(m l)	全シアン濃度
		CN $^{-}$ (mg/ l)
塩化ヒドロキシル アンモニウム	10.0	2.6
亜ヒ酸ナトリウム	11.5	0.1 以下
アスコルビン酸	12.5	0.1 以下

1) ガス洗浄廃液 (pH: 13.0, 有効塩素濃度: 3.0%)

2) 還 元 剤 濃 度 : 10 %

析した結果, 8回の採水中6回にわたり排水基準 (1 mg/ l) を越えるシアンを検出した (表6)。同工場は, タイプライターや事務用品などの金属部品の焼入工場であるが, 熱処理工程中ではシアン化合物を使っていなかった。

55年2月17日に現場検証を行い, 同工場内の10ヶ所で試料を採取しシアンの分析を行ったところ, 雨樋が最も高い濃度 (3.8 mg/ l) を示し, ダクト水槽 (0.9 mg/ l), 焼戻水槽 (0.8 mg/ l) 及び西側側溝のたまり水 (0.8 mg/ l) でシアンを検出した。

この分析結果から, 連続ガス浸炭工程の焼戻炉及び焼戻水槽付近でシアンが発生することを明らかにした。さらに, シアンの生成原因は, 金属の焼戻工程で亜硝酸を含有する焼戻剤とアミン類の

含まれた防錆剤が焼戻炉内で高温化で接触し, シアンが生成するものと考察している。

5. 金型工場

C社は, 写真製版用の金型を作っているが, この工場の排水からシアンが検出されるという事例がある。

当工場の排水を分析した結果の一部を表7に示す。ここで, 研磨排水は, 鉄あるいは銅のロールをクーラント液や防錆剤が含まれた液と一緒に砥石で研磨したときの排水である。エッチング廃液は, SK材を硝酸と過酸化水素水でエッチングしたときの廃液である。

この結果, 研磨排水及びエッチング廃液にEDTAとリン酸を加えて加熱蒸留すると, 全シアン濃度はそれぞれ25.7 mg/ l 及び6.6 mg/ l であった。最終pH調整槽の場合は, 発色後に退色し測定不可能であった。

しかし, これらの排水に10%アミド硫酸アンモニウム10m l (1 g) を添加した後, EDTAとリン酸を加えて加熱蒸留すると, 全シアン濃度はそれぞれ0.16 mg/ l , 検出せず及び0.05 mg/ l であった。

したがって, 排水中に含まれる亜硝酸イオンを分解せずにEDTAとリン酸を加えて加熱蒸留す

表6 排水溝の検水中のシアン, pH, 亜硝酸イオンの測定値⁴⁾

月 日	シアン mg/ l	pH	亜硝酸イオン mg/ l	スルファミン酸 アンモニウム	分析法*
1月14日	1.5	9.9	亜硝酸イオンが消失するまでスルファミン酸アンモニウムを添加		I
1月19日	1.6	9.0	9,500 (25 m l)	0.71 g (固体)	II
1月24日	2.5	8 ~	329 (100 m l)	1.0 m l * ²	I
1月27日	2.2	8 ~ 9	287 (100 m l)	0.9 m l	I
	2.1	8 ~ 9	268 (100 m l)	0.8 m l	I
1月28日	0.07	8	亜硝酸イオンが消失するまでスルファミン酸アンモニウムを添加		II
2月3日	0.5	9.9	2,600 (100 m l)	8.0 m l	I
2月6日	6.3	10	2,460 (100 m l)	7.4 m l	I

* 1 I: チオシアン酸第二水銀法, II: ピリジンピラゾロン法

* 2 10%スルファミン酸アンモニウム水溶液

表7 金型工場排水の分析

採水場所	NO_2^- (mg/l) ¹⁾	NO_3^- (mg/l) ¹⁾	CN^- (mg/l)	CN^- (mg/l) ²⁾
研 磨 排 水	11.4×10^3	1.13×10^2	25.7	0.16
エッチング排水	1.3	84.4×10^3	6.6	検出せず
最終pH調整水	1.8×10^2	3.9×10^3	測定不可	0.05

1) イオンクロマトグラフ法 (ダイオネックス2010i)

2) 前処理操作 (アミド硫酸アンモニウム1g添加)

るとシアンが生成するが、JIS法¹⁾に基づきアミド硫酸アンモニウムで亜硝酸イオンを分解した後加熱蒸留すればシアンは生成しないか、生成しても微量であることが認められる。

これらの排水からシアンが検出された原因は、研磨あるいはエッチングの過程で生成した亜硝酸イオン(表7)とEDTAが反応したためではないかと考えられる。

しかし、当工場の場合は、製造工程や使用している薬品等が不明のため、シアンの生成原因は明らかでない。

6. 亜硝酸塩とアミン類との
反応によるシアンの生成

亜硝酸塩とアミン類との反応によるシアンの生成については多くの報告がある。^{11, 12, 13)}

樋口らの実験では(表8)、亜硝酸とアミン類との反応のうち、脂肪族第一級アミンからは少量のシアンを生成するが、脂肪族第二級アミン及び第三級アミンからはほとんどシアンを生成しなかった。また、芳香族アミンと亜硝酸との反応では、シクロヘキシルアミンが少量のシアンを生成したが、それ以外のアミンでは確認できなかった。

興水らは、15種類のアミンと亜硝酸ナトリウムとの反応によるシアンの生成量を調べた(表9)。

これによると、亜硝酸ナトリウムの含有量の増大に伴ってシアンの生成量が大きくなるもの(Aグループ)は8種類、生成量が小となるもの(Bグループ)は3種類、上記の関係が明確でないもの(Cグループ)は2種類及びシアンを生成しない

もの(Dグループ)は2種類であった。また、芳香族アミンと亜硝酸ナトリウムとの反応でシアンが生成し(表10)、その生成量は亜硝酸ナトリウムの含有量の増加に伴って増大した。

Kanno¹³⁾らは、芳香族アミン(アニリン、ナフチルアミン)と亜硝酸ナトリウムとの反応でシアンが生成することをGC-MASSで確認した。

表8 アミン誘導体と亜硝酸との反応による
シアンの生成量¹¹⁾

アミ ン 類	添加量	生成シアン (μg)*
(強酸性加熱蒸留法)	30%水溶液	
メチルアミン	2 ml	0.4
n-プロピルアミン	2 ml	—
イソプロピルアミン	2 ml	(0.2)
n-ブチルアミン	2 g	26.5
シクロヘキシルアミン	2 ml	1.0
ヘプチルアミン	2 ml	1.9
ジメチルアミン	2 ml	0.5
ジエチルアミン	2 ml	—
トリメチルアミン	2 ml	0.6
トリエチルアミン	2 ml	(0.2)
モノエタノールアミン	2 ml	0.4
ジエタノールアミン	2 ml	—
グリシン	2 g	—
EDTA	2 g	125
Cy D T A	2 g	31
ピリジン	2 ml	(0.3)
アニリン	2 ml	—**
α -ナフチルアミン	2 g	—**
(通気法)		
n-ブチルアミン	2 ml	0.4
EDTA	2 g	0.4

* 検出限界 0.4 mg/l
** 他の発色性物質を生成
亜硝酸ナトリウム 70 mg 添加

アニリンと亜硝酸ナトリウムからシアンが生成する反応機構は次のとおりである。

ナフチルアミンと亜硝酸ナトリウムからシアンが生成する反応機構は次のとおりである。

表9 アミンと亜硝酸イオンを含んだ試験溶液 100ml 中に生成したシアンイオンの濃度 (ppm)

グループ	アミ ン (1 g)	C N (ppm)					
		NaNO ₂ (g)					
		0	0.1	0.5	1	2	5
A	N-(1-ナフチル)- エチレンジアミン・二塩酸塩	0	0.035	1.1	2.1	8.3	12
	N,N'-ジエチルエチレンジアミン	0	0.078	0.60	1.7	2.8	2.8
	グ リ シ ン	0	0	0.04	0.43	2.8	9
	エチレンジアミン・二塩酸塩	0	0	0	0.045	1.0	2.2
	エチルアミン・塩酸塩	0	0	0	0	0.72	2.8
	クロロフェニルアミン・マロン酸塩	0	0.20	0.28	0.30	0.38	0.43
	d l-ア ラ ニ ン	0	0	0	0	0.055	0.21
	ジエチレントリアミン	0	0	0	0	0	0.19
B	エチレンジアミン四酢酸・ 二ナトリウム (EDTA)	0	3.6	2.7	1.7	1.2	0.73
	ニトリロ三酢酸三ナトリウム	0	3.3	1.4	0.28	0	0
	ジエチレントリアミン五酢酸	0	2.0	2.0	0.9	0	0
C	トリベレナミン塩酸塩	0	0.19	0.45	0.53	0.65	0.19
	シクロヘキサンジアミン- N, N, N', N'-四酢酸	0	0.063	0.75	0.45	0.33	0
D	ジメチルアミン塩酸塩	0	0	0	0	0	0
	トリメチルアミン塩酸塩	0	0	0	0	0	0

表10 芳香族アミンと亜硝酸イオンを含んだ試験溶液 100 ml 中に生成したシアンイオンの濃度 (イオン電極法による)

芳 香 族 ア ミ ン (1 g)	NaNO ₂ (g)					
	(CN ⁻ : ppm)					
	0	0.1	0.5	1	2	5
p-ニトロアニリン	0	0.13	0.19	1.1	3.9	4.4
ア ニ リ ン	0	0	0	0.64	12.0	16.0
p-トルイジン	0	0	0	2.5	15.0	18.0
エチル-p-アミノ安息香酸塩	0	0	0	4.1	19.0	34.0

7. アンモニウムイオン、残留塩素及び

有機化合物の共存によるシアンの生成

井川らは、排水中にアンモニウムイオン、残留塩素及びホルムアルデヒドが共存するとシアンを生成し、その生成量は各成分の共存量によって異なることを報告している。¹⁴⁾ しかもこのシアンの生成反応は、pHの影響が大きく、pH 10程度では反応は起こりにくい、pH 11以上で反応は著しく促進される。

このシアンの生成を防止するには、井川らは亜硫酸ナトリウムで残留塩素を還元する方法を提案しているが、亜硫酸ナトリウムはシアンの定量を妨害することから好ましくない。そこで、この場合もアスコルビン酸で還元する方法が良いと考えられる。

また、Kanno らは、塩化アンモニウムと次亜塩素酸ナトリウムによって生成したクロラミン (NH_2Cl) が芳香族炭化水素 (ベンゼン、トルエン、キシレン及びナフタレン) と反応して塩化シアンを生成すると報告している。

同様に、クロラミンと芳香族アミン化合物 (アニリン、トルイジン及びナフチルアミン)、フェノール化合物 (フェノール、クレゾール、ジハイドロキシベンゼン及びナフトール) が反応して塩化シアンを生成すると報告している。¹⁶⁾

これは、常温、中性溶液の条件で、クロラミンと芳香族炭化水素、芳香族アミン及びフェノール化合物が反応してベンゼン環が開裂し、塩化シアンを生成する。これらの反応は次のとおりである。

8. むすび

シアン化合物を使用していない事業所からシアンが検出される事例は、事業所の製造工程中で生成する場合と、全シアンの前処理操作によって生成する場合がある。

シアンの生成を防止するには、製造あるいは全シアンの前処理過程でシアンの生成に関与する薬品の使用をやめたり、製造中に生成した中間生成物を全シアンの前処理操作で完全に除去しておくことが必要である。

なお、下水処理場の汚泥焼却施設、実験室廃液、食品及び自動車排気ガスからもシアンを生成する事例があるが、別の機会に報告する。

シアン化合物を使用していない事業所からのシアン検出の事例と防止方法を述べたが、このような事例についてご教示いただければ幸いです。

謝 辞

本稿の発表の機会をいただきました工業技術院製品科学研究所、応用性能部長神戸徳蔵先生並びに貴重なデータをご提供いただきました内藤環境管理㈱の松村光夫氏及びセンター無機化学部、永嶋茂博士に感謝いたします。

引用文献

- 1) JIS K 0102 工場排水試験方法 p.107 (1981)
- 2) 野々村誠：工業用水，No. 305, **26** (1984)
- 3) 野々村誠：工業用水，No. 311, **26** (1984)
- 4) 中原雄二：公害と対策，**17**, (9) 855 (1981)
- 5) 米倉茂男：本誌，**25**, (1) 15 (1978)
- 6) 松村光夫：埼玉県環境計量協議会研究発表会要旨集 1984年，9月
- 7) APHA, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" 14th Ed., p. 356 (1975)
American Public Health Association, New York
- 8) 守永健一：“酸化と還元” p. 143 (1979, 培風館)
- 9) J.O. Edward 著，川口信一訳：“無機反応の機構” p. 215 (1967, 東京化学同人)
- 10) 野々村誠：東京都立工業技術センター研究報告，
(9) 169 (1980)
- 11) 樋口育子，会田朋子，森田昌敏，三村秀一：東京都衛生研究所年報，**25**, 417 (1974)
- 12) 興水敏子，高松和幸，金子幹宏，福井昭三，菅野三郎：衛生化学，**20**, 332 (1974), **21**, 1, (1975)
- 13) S. Kanno, K. Nojima, T. Ohya: Chemosphere: **7**, 657 (1978), **9**, 415 (1980)
- 14) 井川清，三宅伸治：日本水道協会誌，No.498 50 (1976)
- 15) S. Kanno, K. Nojima, T. Ohya: Chemosphere: **11**, 663 (1982)
- 16) S. Kanno, K. Nojima, T. Ohya: Chemosphere: **11**, 669 (1982)

先進の技術でグレードアップを！

米国ワイトコ社アーライドキライト
部門の無電解ニッケルめっき液——

ナイクラッド シリーズ

多様化に応える 技術のオクノ

●ニッケル—ホウ素合金

ナイクラッド 740 熱処理なしでも高硬度の皮膜の得られる B 1~5% タイプ
ナイクラッド 752 高ニッケル純度 B 0.5~1% タイプ
ナイクラッド 754 アルカリタイプのプリント配線板用 B 0.3~0.5% タイプ

●ニッケル—リン合金

ナイクラッド 1000 塩水噴霧1000時間をクリアーする高耐食性タイプ

●ニッケル—スズ—ホウ素合金

ナイクラッド 4001 銅表面にニッケル皮膜をめっきする際に密着を向上させる
ユニークなストライクめっき

*カタログ・技術資料は最寄の営業所へお問合せ下さい。

奥野製薬工業株式会社

本社 ☎541 大阪市東区道修町3丁目23番地 ☎(06)203-0721(代)
東京 ☎(03) 912-9241・名古屋 ☎(052) 871-1601・大阪 ☎(06) 968-6931
高崎 ☎(0273)46-1833・京 浜 ☎(044) 555-6511・浜 松 ☎(0534)63-2443
徳州 ☎(0263)36-1318・広 島 ☎(082) 294-2970・九 州 ☎(092)431-2478
東北 ☎(0245)31-2056・工 場 ☎(06) 961-7781・外国部 ☎(06) 203-6667

OKUNO CHEMICAL INDUSTRIES CO., LTD.