

## 業種別マニュアル

# 溶融亜鉛メッキ工業

平成14年3月改版

平成13年1月

作成 (社)溶融亜鉛メッキ協会

## 目 次

1 . 本マニュアルの使い方 .....	93
1 . 1 溶融亜鉛めっきに関する主な第一種指定化学物質 .....	93
1 . 2 溶融亜鉛めっき加工工程の一例 (表 2) .....	93
1 . 3 溶融亜鉛めっき加工工程と化学物質の排出及び移動の概要図 (図 1) .....	93
1 . 4 留意事項 .....	96
1 . 5 主な第一種指定化学物質の排出量、移動量の算出手順及び算出事例 .....	96
1 . 5 . 1 亜鉛の水溶性化合物 (図 2) .....	96
1 . 5 . 2 キシレン (図 3) .....	103
1 . 5 . 3 クロム及び 3 価クロム化合物 (図 4) .....	107
1 . 5 . 4 6 価クロム化合物 (図 5) .....	109
1 . 5 . 5 鉛及びその化合物 (図 6) .....	113
1 . 5 . 6 ふっ化水素及びその水溶性塩 (図 7) .....	118

## 1. 本マニュアルの使い方

このマニュアルは、平成 13 年 4 月から開始された第一種指定化学物質の排出量や廃棄物の移動量の把握並びに平成 14 年 4 月から開始される排出量及び移動量の届出をするために活用して頂くものです。

このマニュアルは、次のような構成で排出量及び移動量の算出をしています。

### 1.1 溶融亜鉛めっきに関する主な第一種指定化学物質

第一種指定化学物質 354 物質を検討し、当業界で多く使用されている主な物質 6 種類を抽出し、その個別物質の例をあげ、排出量及び移動量の把握をしやすいように配慮しました。

(表 1) 溶融亜鉛めっきに関する主な第一種指定化学物質

政令番号	CASNO	物質名	個別物質の例	化学式	工程	備考
1	7646-85-7	亜鉛の水溶性化合物	塩化亜鉛	$ZnCl_2$	酸洗 フラックス処理	ふかし液 フラックス液
	7733-02-0		硫酸亜鉛(7水和物)	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$		
63	1330-20-7	キシレン	キシレン	$C_6H_4(CH_3)_2$	仕上げ	補修塗料
68	7440-47-3	クロム及び 3価クロム化合物	クロム	Cr	酸洗	治具
	1308-38-9		酸化クロム( )	$Cr_2O_3$		
69	1333-82-0	6価クロム化合物	三酸化クロム (無水クロム酸)	$CrO_3$	白さび防止処理	白さび防止 処理剤
	10588 01 9		重クロム酸ナトリウム	$Na_2Cr_2O_7$		
	7789-12-0		重クロム酸ナトリウム (2水和物)	$Na_2Cr_2O_7 \cdot 2H_2O$		
230		鉛及びその化合物	鉛	Pb	溶融亜鉛めっき	亜鉛及び鉛地金
283	7664-39-3	ふっ化水素及び その水溶性 塩	ふっ化水素酸 (ふっ化水素)	HF	酸洗	鋳物の酸洗

### 1.2 溶融亜鉛めっき加工工程の一例(表 2)

溶融亜鉛めっき加工の加工工程について概要を説明し、排出量及び移動量を算出する参考にして頂くためのものです。

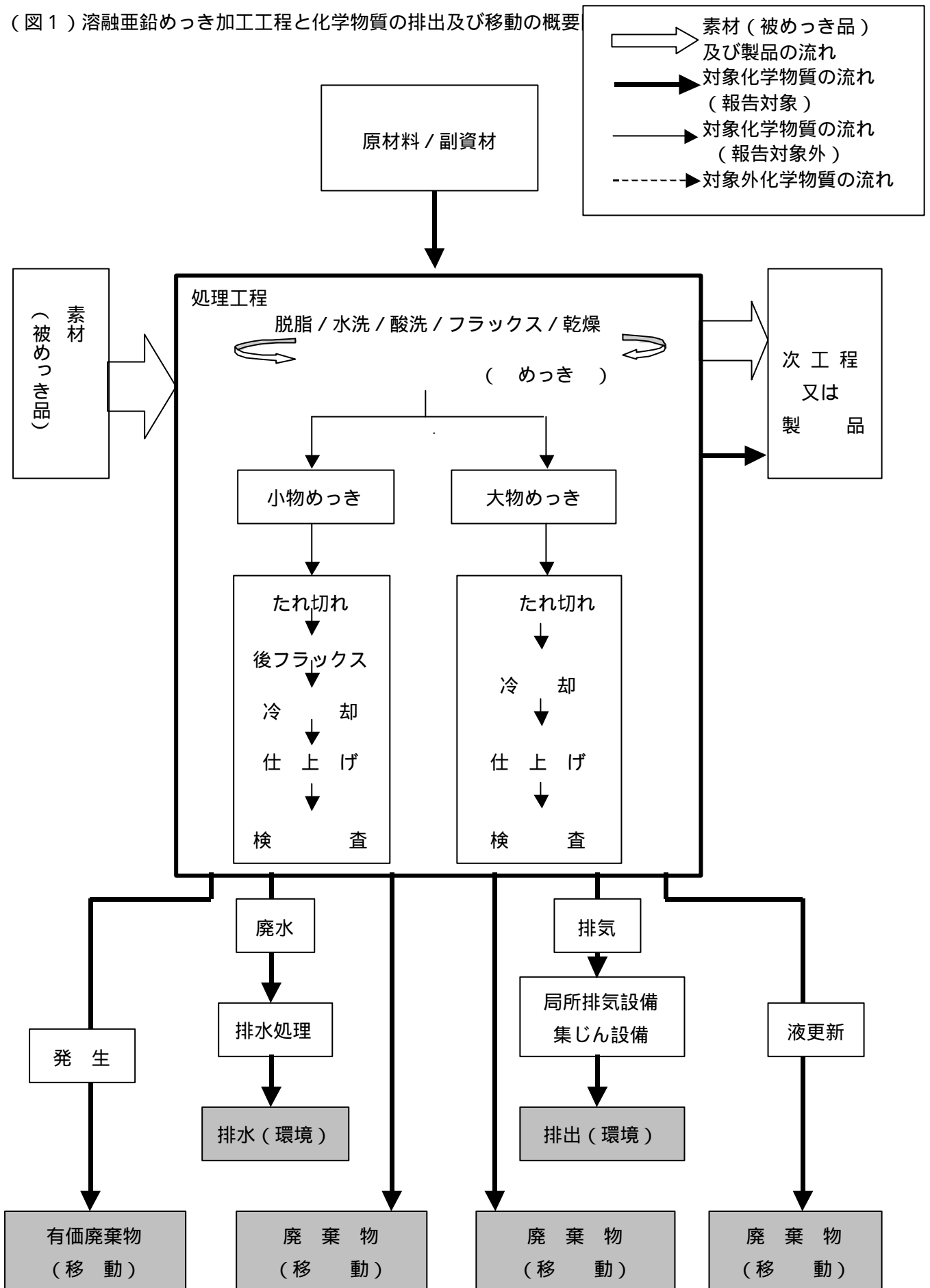
### 1.3 溶融亜鉛めっき加工工程と化学物質の排出及び移動の概要図(図 1)

排出量及び移動量の算出の手順をフロー図で示し、排出量、移動量の全体の流れがわかるように配慮しました。

(表2) 溶融亜鉛めっき加工工程の一例

工 程		加 工 概 要	作 業 条 件 の 概 要
大物めっき	小物めっき		
1. 脱	脂	めっき素材を加熱したアルカリ性水溶液に浸せきし、表面に付着している油類などを完全に除去する。	脱脂液：10～15%のか性ソーダ水溶液 温度：70～80 時間：適宜
2. 水	洗	めっき素材に付着している脱脂液を完全に洗い流す。	水洗水：工業用水、上水等 温度：室温 時間：適宜
3. 酸	洗	めっき素材を酸性の水溶液に浸せきし、表面のさび、スケールを完全に除去する。	酸洗液：5～15%の塩酸または硫酸水溶液 温度：塩酸は常温、硫酸は60～80 時間：適宜
4. 水	洗	めっき素材に付着している酸洗液を完全に洗い流す。	水洗水：工業用水、上水等 温度：室温 時間：適宜
5. フラックス		酸洗後のめっき素材のさびの発生を抑え、めっき素材と溶融亜鉛の合金化反応を促進させるため、加熱したフラックス液に浸せきし、フラックス皮膜を形成する。	フラックス液： 大物めっき 塩化亜鉛 アンモニウム水溶液 小物めっき 塩化アンモニウム水溶液 温度：70～90 時間：適宜
6. 乾	燥	めっき槽に浸せきした時の亜鉛の飛散を抑えるために乾燥する。	自然乾燥
7. め	っ	めっき素材を溶融した亜鉛浴の中に浸せきして、めっき皮膜を形成させる。 めっき素材の材質や形状寸法などにより最適のめっき条件を選択する。	亜鉛浴：亜鉛の純度97.5%以上 温度：大物めっき 430～460 小物めっき 470～510 時間：適宜
—	8. 遠心分離機	めっきされた製品に付着している余剰亜鉛を除去する。	小物めっき製品の亜鉛のたれ切れに使用
—	9. 塩化アンモニウム処理	めっき表面を清浄化する。	濃度：10～15% 温度：90 以上
10. 冷	却	めっきした製品を温水で冷却する。この冷却によってめっき層の鉄と亜鉛の合金層の成長を抑制する。	冷却水：工業用水、上水 温度：40～80 時間：適宜
11. 検	査	めっきした製品の外観、付着量、密着性などについて検査をする。	J I S H 8 6 4 1、J I S H 0 4 0 1 に準ずる。

( 図 1 ) 溶融亜鉛めっき加工工程と化学物質の排出及び移動の概要



#### 1.4 留意事項

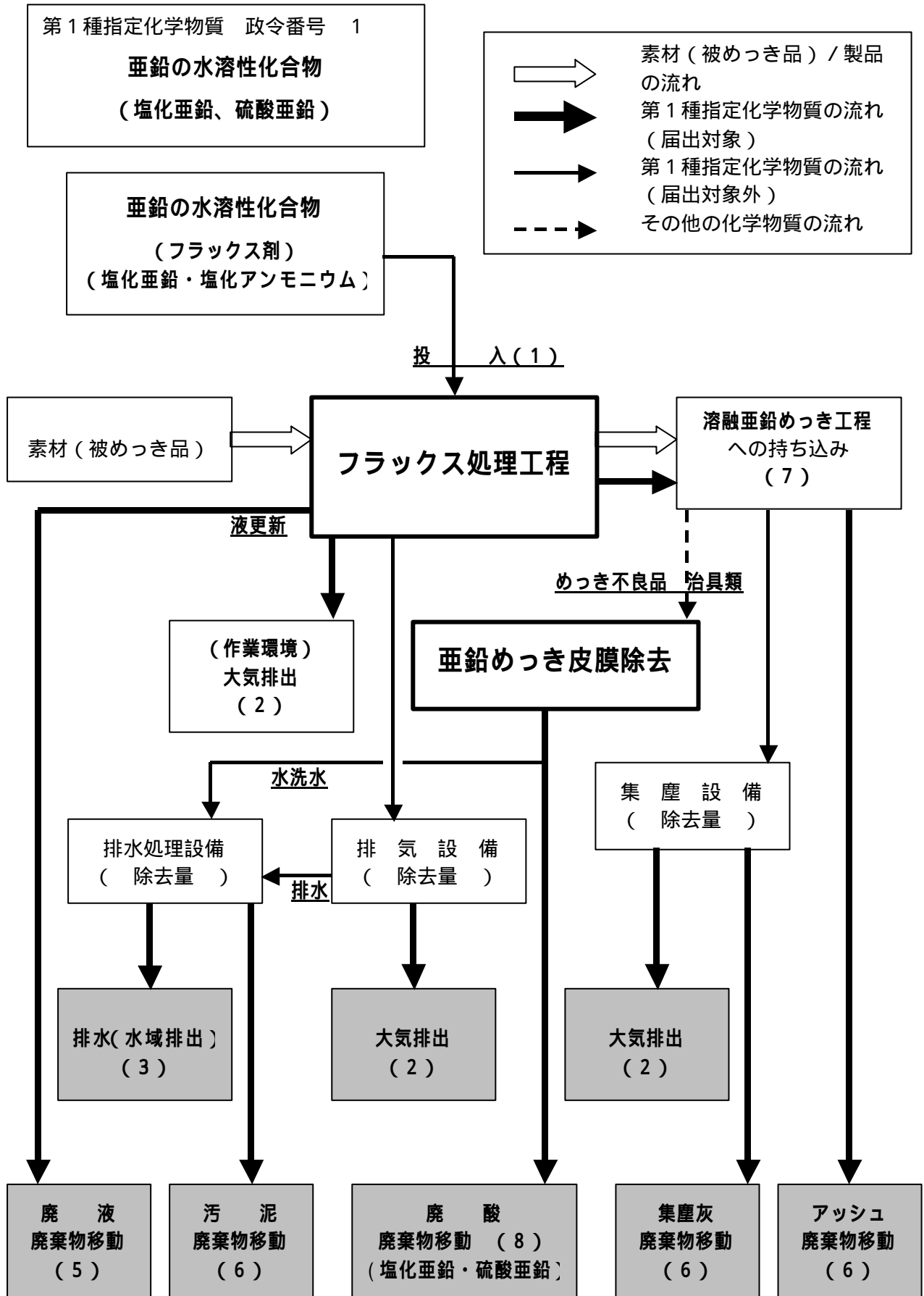
このマニュアルに示した方法は参考例であり、別の方法で把握する方がより正確かつ効率的と思われる場合には、ここに示す方法によらずに、排出量、移動量を算出して、報告してもかまいません。

#### 1.5 主な第一種指定化学物質の排出量、移動量の算出手順及び算出方法の例

次の第一種指定化学物質の排出量、移動量の算出手順及び算出方法について説明致します。

##### 1.5.1 亜鉛の水溶性化合物 (図 2)

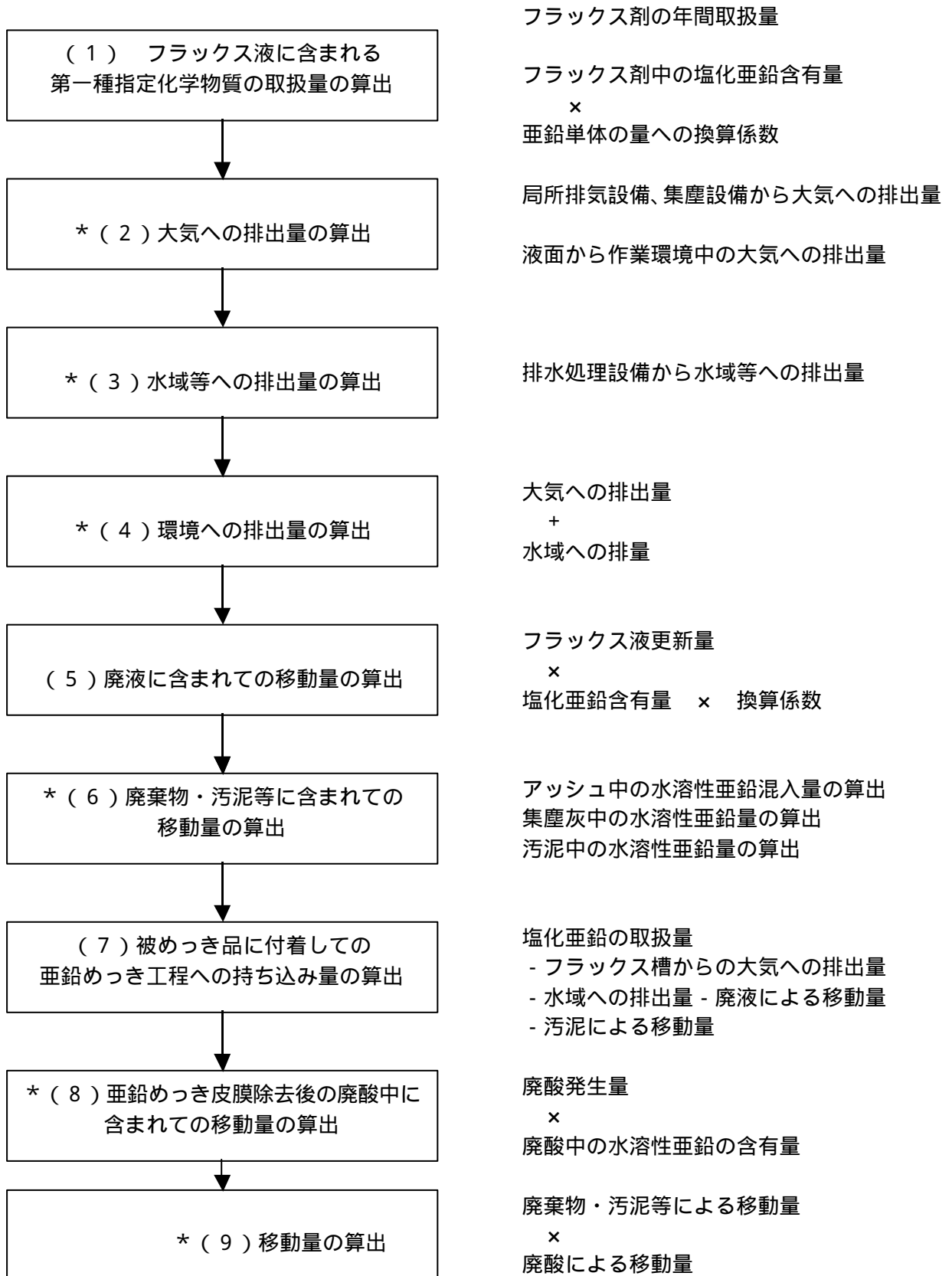
( 図 2 )



注 : ( ) 内の数字は、排出量、移動量の算出手順の番号を示す。

【算出手順】

塩化亜鉛を含むフラックス剤は大物めっき工場において使用され、比較的手作業の多い小物めっき工場では塩化亜鉛の持つ吸湿性のため作業の安全上使用せず、塩化アンモニウム単独使用となっている。従って、塩化アンモニウムのみ使用の小物めっき工場へは、算出手順フロ - 図中の \* 印を適用する。



### 【算出事例】

亜鉛の水溶性化合物は、亜鉛の単体の量として換算係数を用いて求める。

#### (1) 塩化亜鉛の年間取扱量

$$\begin{aligned}(\text{年間取扱量}) &= (\text{フラックス剤の年間取扱量}) \times (\text{塩化亜鉛の含有\%} / 100) \times (\text{換算係数}) \\ &= (58,000 \text{ kg/年}) \times (45.9\% / 100 : \text{モル比} 1 : 3) \times (0.480) \\ &= \underline{12,779 \text{ kg}}\end{aligned}$$

フラックス	モル比	塩化亜鉛含有率
1号	1 : 1	71.8%
3号	1 : 3	45.9%

#### (2) 大気への排出量

##### (2.1) 局所排気設備から大気への排出量

フラックス槽の局所排気設備からの排ガス中の塩化亜鉛濃度は、アメリカ産業衛生学会 A C G I H の作業環境における塩化亜鉛の許容濃度の勧告値「1 mg/Nm<sup>3</sup>」を定数として適用した。  
自社における測定値を有する場合には、自社測定値を適用してもよい。

$$\begin{aligned}(\text{局所排気設備からの排出量}) &= (\text{年間排出ガス量}) \times (\text{排出ガス中の塩化亜鉛濃度}) \times (\text{換算係数}) \\ &= (1,000 \text{ Nm}^3/\text{分} \times 60 \text{ 分} \times 200 \text{ 時間} \times 2 \text{ 直} \times 12 \text{ ヶ月}) \times (1 \text{ mg/Nm}^3 / 1,000,000) \times (0.480) \\ &= \underline{13.8 \text{ kg}}\end{aligned}$$

##### (2.2) 液面から作業環境中の大気への排出量

フラックス液の液面から上2メートルまでの空気が、1分間に10回入れ替わるものとした。  
フラックス槽近傍の作業環境中の塩化亜鉛濃度は、アメリカ産業衛生学会 A C G I H の作業環境における塩化亜鉛の許容濃度の勧告値「1 mg/Nm<sup>3</sup>」を定数として適用した。  
自社における測定値を有する場合には、自社測定値を適用してもよい。

$$\begin{aligned}(\text{液面からの排出量}) &= (\text{長さ} \times \text{幅} \times \text{高さ} 2 \text{ m} \times 10 \text{ 回/分} \times 60 \text{ 分} \times 24 \text{ 時間} \times 365 \text{ 日}) \\ &\quad \times (\text{作業環境中の塩化亜鉛濃度}) \times (\text{換算係数}) \\ \text{フラックス槽には液面を覆う蓋は設置されていないため、常時大気中へ拡散しているものとした。} \\ &= (14 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 10 \times 60 \times 24 \times 365) \times (1 \text{ mg/Nm}^3) \times (0.480) / 1,000,000 \\ &= \underline{17.7 \text{ kg}}\end{aligned}$$

##### (2.3) 集塵設備から大気への排出量

集塵設備による白煙等の補集率は90%とし、補集されずに大気へ排出される物質の組成は集塵灰と同一と見なした。

集塵灰中に含まれる塩化亜鉛の量は塩化亜鉛が水溶性であることから、集塵灰から水溶液に溶出する亜鉛化合物を塩化亜鉛と見なすものとした。

溶出する亜鉛の測定法は、海洋に埋立する無機質汚泥等に適用される「溶出試験法」(環境庁告示第14号 海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律施行令第5条第1項に規定する埋立場所等に排出しようとする廃棄物に含まれる金属等の検出方法 昭和48年2月17日)によるものとし、当協会の会員会社数社における測定値の算術平均値を定数として適用した。

自社において測定値を有する場合には、自社測定値を適用してもよい。

(集塵設備からの排出量) = {(集塵灰補集量/0.9) × 0.1} × (溶出試験による集塵灰の亜鉛含有%)

$$= \{(14,550 \text{ kg/年} / 0.9) \times 0.1\} \times (0.034\% / 100)$$

$$= \underline{1 \text{ kg}}$$

ここで、

溶出試験による集塵灰の亜鉛含有%

$$= (\text{溶出亜鉛 mg/l}) \times (1 / \text{集塵灰採取量} \times 1,000) \times 100$$

$$= (\text{溶出亜鉛 mg/l}) \times (1 / \text{集塵灰採取量}) / 10$$

但し、集塵灰採取量は、30 g

(2.4) 排出量

(大気への排出量)

$$= 138 \text{ kg} + 177 \text{ kg} + 1 \text{ kg}$$

$$= \underline{316 \text{ kg}}$$

(3) 排水処理施設から水域等への排出量

(水域等への排出量) = (使用水量または排出水量) × (排出水中の亜鉛濃度)

排出水中の亜鉛濃度は、自社排水処理施設の「JIS K 0102 工場排水試験法-1998」による測定値の算術平均値とする。

但し、ここでいう「測定値」とは次のことをいう。

「JIS K 0102 53項 亜鉛」に定める測定で、その測定結果が

「<規制値」と記録されている場合、「規制値」を測定値とする。

「測定結果」と記録されている場合、「測定結果」を測定値とする。

「ND」と記録されている場合、「0.0 mg/l」を測定値とする。

$$= (97,000 \text{ m}^3) \times (2.5 \text{ mg/l}) / 1,000$$

$$= \underline{243 \text{ kg}}$$

(4) 環境への排出量

(環境への排出量) = (大気への排出量) + (水域等への排出量)

$$= 316 \text{ kg} + 243 \text{ kg}$$

$$= \underline{559 \text{ kg}}$$

排出水が公共下水道等へ排出される場合には「環境への排出(水域への排出)」ではなく、「廃棄物の移動」として計上されるため次式により算出した。

(環境への排出量) = (大気への排出量)

$$= \underline{316 \text{ kg}}$$

(5) 廃液に含まれての移動量

(廃液中の水溶性亜鉛量) = (フラックス液廃液の量) × (廃液中の塩化亜鉛の濃度)

(6) 廃棄物・汚泥等に含まれての移動量

(6.1) アッシュ中の水溶性亜鉛の混入量

アッシュ中の塩化亜鉛の量は集塵灰中の塩化亜鉛と同様の考え方を取るものとし「溶出試験法」によって測定したものである。

集塵灰と同様に、当協会の会員会社数社における測定値の算術平均値を定数として適用した。

自社測定値を有する場合には、自社測定値を適用してもよい。

$$\begin{aligned} (\text{アッシュ中の亜鉛量}) &= (\text{アッシュ発生量}) \times (\text{溶出試験によるアッシュの亜鉛含有\%}) \\ &= (494,700 \text{ kg/年}) \times (0,123\%/100) = \underline{608 \text{ kg}} \end{aligned}$$

(6.2) 集塵灰中の水溶性亜鉛量

$$\begin{aligned} (\text{集塵灰中の亜鉛量}) &= (\text{集塵灰補集量}) \times (\text{溶出試験による集塵灰の水溶性亜鉛含有\%}) \\ &= (14,550 \text{ kg}) \times (0.034\%/100) \\ &= \underline{5 \text{ kg}} \end{aligned}$$

(6.3) 汚泥中の水溶性亜鉛量

$$\begin{aligned} (\text{汚泥中の亜鉛量}) &= (\text{汚泥発生量}) \times (\text{溶出試験による汚泥の水溶性亜鉛含有\%}) \\ &= (194,000 \text{ kg}) \times (0.004\%/100) \\ &= \underline{8 \text{ kg}} \end{aligned}$$

(6.4) 移動量

$$\begin{aligned} (\text{廃棄物・汚泥等に含まれての移動量}) \\ &= (\text{アッシュ中の水溶性亜鉛の混入量}) + (\text{集塵灰中の水溶性亜鉛量}) + (\text{汚泥中の水溶性亜鉛量}) + (\text{下水道等への移動量}) \\ &= 608 \text{ kg} + 5 \text{ kg} + 8 \text{ kg} + 0 \text{ kg} \\ &= \underline{621 \text{ kg}} \end{aligned}$$

(7) 被めっき品に付着して亜鉛めっき工程に持ち込まれる量

フラックス処理は被めっき鋼材表面と熔融亜鉛との接触を助け、良好なめっき皮膜を得ることを目的として行う処理である。

フラックス剤中の塩化亜鉛は熔融亜鉛浴で被めっき材に付着した塩基性鉄塩や亜鉛浴表面の酸化亜鉛と反応し、黒色の塩化物の融体となってこれらを被めっき材表面から分離する。

これらは製品の亜鉛浴からの引き上げ前に掻き寄せられ、その後酸化されて酸化亜鉛へと変化する。しかし、この酸化亜鉛中には酸化されていない塩化亜鉛を含むこととなる。

被めっき品に付着して亜鉛めっき工程に持ち込まれる量は、被めっき材の表面積や表面粗さ、フラックス処理液の濃度や温度、表面張力等の様々な条件が作用し、単独には測定が非常に困難である。

従って、次の式に示すように、取扱量から環境への排出量や廃液による移動量、汚泥による移動量を差し引いたものを持ち込み量と見なすこととした。

(亜鉛めっき工程への持ち込み量)

$$\begin{aligned} &= (\text{塩化亜鉛の取扱量}) - (\text{フラックス槽からの大気への排出量}) - (\text{水域への排出量}) \\ &\quad - (\text{廃液による移動量}) - (\text{汚泥による移動量}) \\ &= 12,779 \text{ kg} - (177 + 138) \text{ kg} - 243 \text{ kg} - 0 \text{ kg} - 8 \text{ kg} \\ &= \underline{12,213 \text{ kg}} \end{aligned}$$

(8) 亜鉛めっき皮膜除去後の廃酸中に含まれての亜鉛の移動量

$$\begin{aligned} (\text{廃酸に含まれての移動量}) &= (\text{廃酸量}) \times (\text{廃酸中の水溶性亜鉛含有\%}) \\ &= (25,700 \text{ kg}) \times (11.7\%/100) \\ &= \underline{3,007 \text{ kg}} \end{aligned}$$

めっき皮膜除去後の廃酸中に含まれる亜鉛の量は、各社により目標とする亜鉛濃度に違いがあると考えられるため、自社測定値を適用することとした。

(9) 移動量

(移動量) = (廃棄物・汚泥等による水溶性亜鉛の移動量) + (廃酸による水溶性亜鉛の移動量)

$$= 621 \text{ kg} + 3,007 \text{ kg}$$

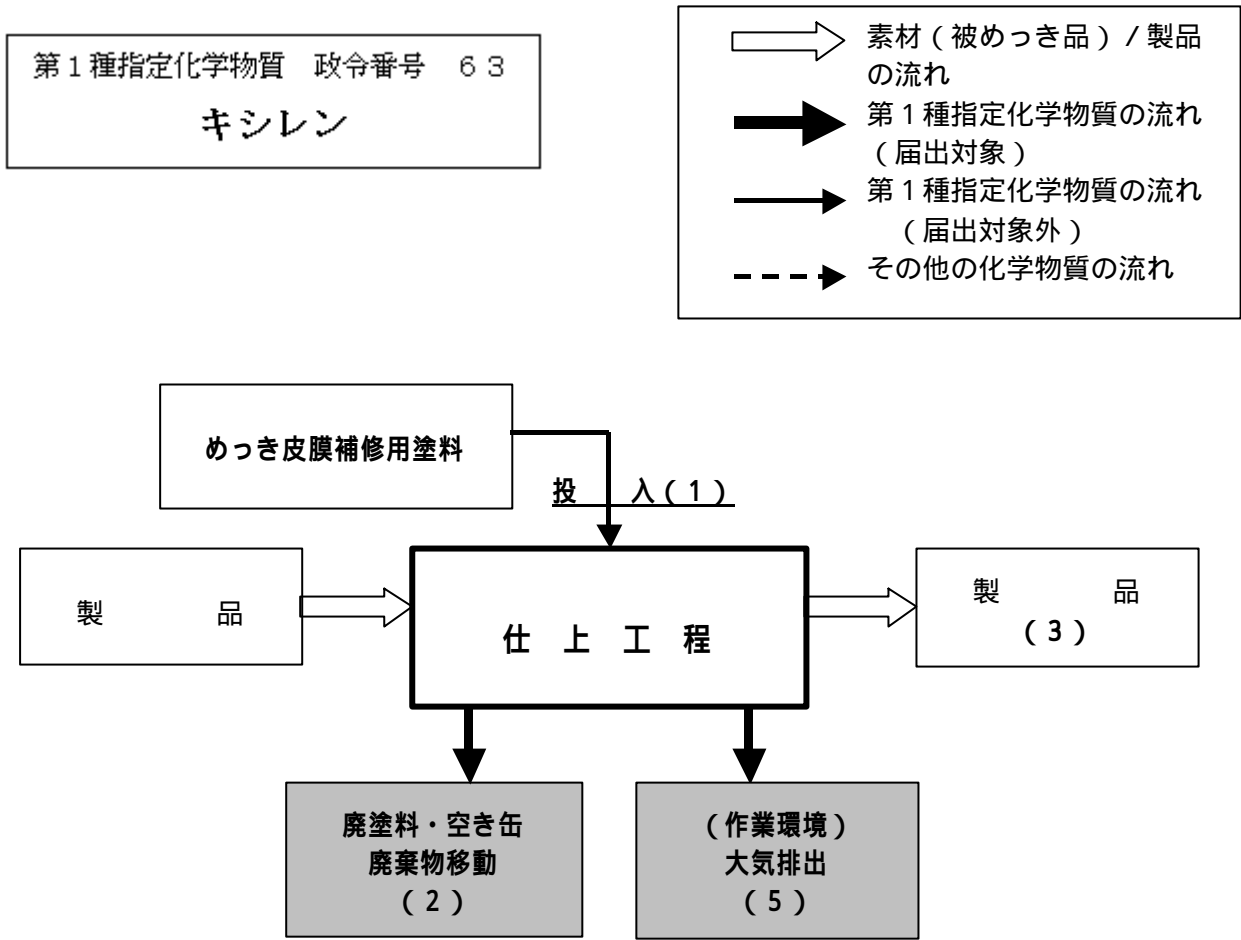
$$= \underline{3,628 \text{ kg}}$$

排水が公共下水道等に排出される場合には「廃棄物の移動」として計上されるため、次式により算出した。

$$= 243 \text{ kg} + 621 \text{ kg} + 3,007 \text{ kg}$$

$$= \underline{3,871 \text{ kg}}$$

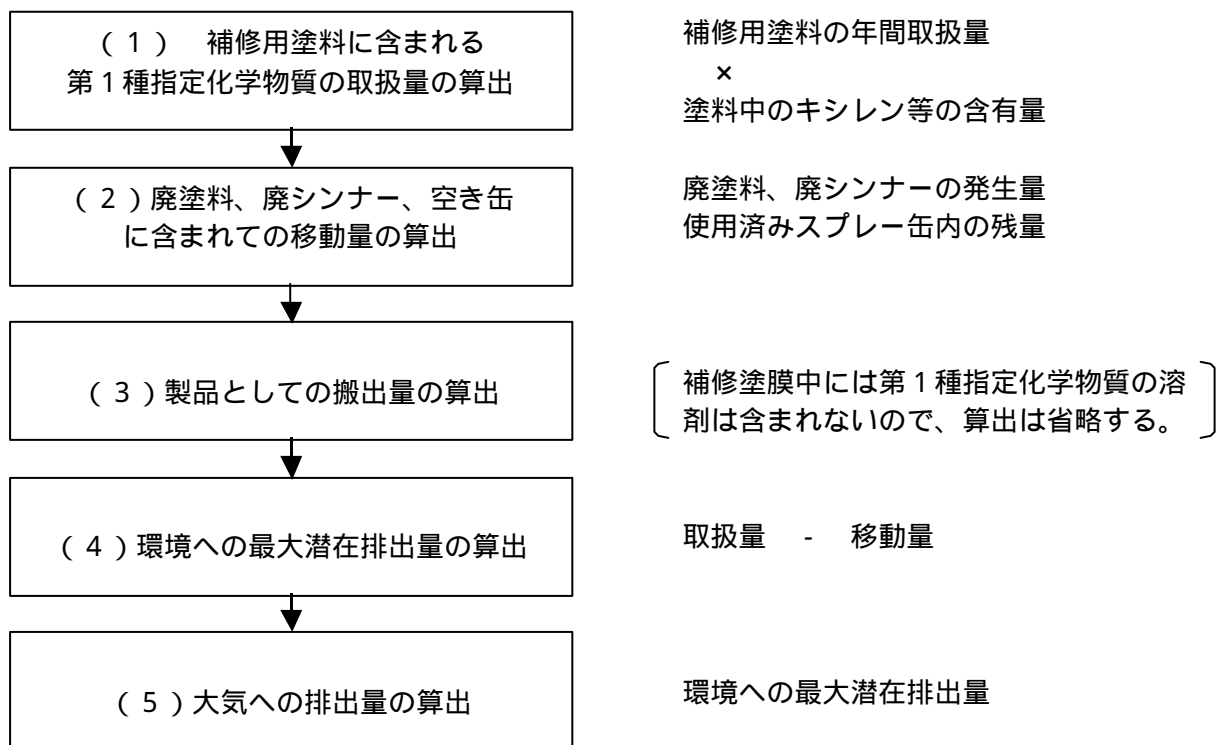
1.5.2 キシレン(図3)



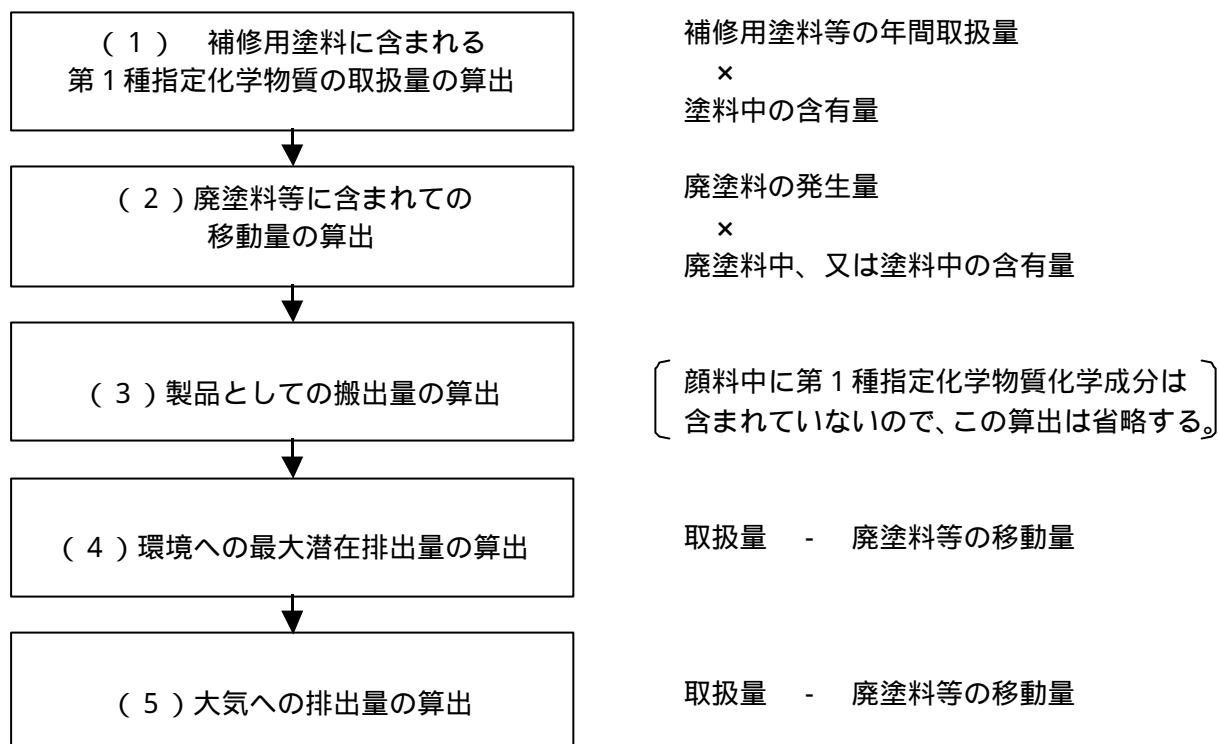
注:( )内の数字は、排出量、移動量の算出手順の番号を示す。

【算出手順】

1. 溶剤成分



## 2. 顔料成分



注：( )内の数字は、排出量、移動量の算出手順の番号を示す。

### 【算出事例】

めっき工場ではめっき皮膜の補修用塗料には、スプレータイプと刷毛塗りタイプとが使用されている。

従って、この両者について個別に算出手順を作成した。

#### A. スプレータイプ補修用塗料

##### 1. 溶剤成分

##### (1) キシレン等の年間取扱量

$$(\text{年間取扱量}) = (\text{スプレータイプ塗料の年間取扱量}) \times (\text{キシレンの含有\%})$$

$$= (5,285 \text{ 本} \times 300 \text{ ml} \times \text{密度 } 1.2 \text{ g/cm}^3) \times (5.1\% / 100) / 1,000$$

$$= \underline{9.7 \text{ kg}}$$

##### (2) 空き缶に含まれての移動量

$$(\text{移動量}) = (\text{キシレン等の年間取扱量}) \times (\text{空き缶内の残留量})$$

スプレータイプ塗料の空き缶は、爆発防止のために穴を開けて廃棄が行われる。従って、溶剤等は大気中に全て排出されてしまうため、空き缶内の残留量は「0%」として算出する。

$$= (9.7 \text{ kg}) \times (0.0\% / 100)$$

$$= 0 \text{ kg}$$

$$= \underline{0 \text{ kg}}$$

(4) 環境への最大潜在排出量

$$\begin{aligned}(\text{環境への最大潜在排出量}) &= (\text{年間取扱量}) - (\text{移動量}) \\ &= 97 \text{ kg} - 0 \text{ kg} \\ &= \underline{97 \text{ kg}}\end{aligned}$$

(5) 大気への排出量

$$\begin{aligned}(\text{大気への排出量}) &= (\text{環境への最大潜在排出量}) \\ &= \underline{97 \text{ kg}}\end{aligned}$$

2. 顔料成分

第1種指定化学物質は含有されていない。

B. 刷毛塗りタイプ補修用塗料

1. 溶剤成分

(1) キシレン等の年間取扱量

$$\begin{aligned}(\text{年間取扱量}) &= (\text{刷毛塗りタイプ塗料の年間取扱量}) \times (\text{キシレンの含有\%}) \\ &\quad + (\text{刷毛塗りタイプ塗料用専用シンナーの年間取扱量}) \times (\text{キシレンの含有\%})\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}&= (650 \text{ kg}) \times (19.6\% / 100) + (870 \text{ kg}) \times (90.1\% / 100) \\ &= \underline{911 \text{ kg}}\end{aligned}$$

(2) 廃塗料等に含まれての移動量

廃塗料の発生量は、塗料使用量の5%とし、廃塗料中の溶剤は塗料中の溶剤含有量がそのまま残留するものとした。専用シンナーは廃塗料には含めず、全て消費されるものとした。

$$(\text{移動量}) = (\text{廃塗料の発生量}) \times (\text{塗料中のキシレンの含有\%})$$

$$\begin{aligned}&= (650 \text{ kg} \times 5\% / 100) \times (19.6\% / 100) \\ &= \underline{6 \text{ kg}}\end{aligned}$$

塗料を大量に廃棄する場合は、この算出例に基づいて別途算出する。

(4) 環境への最大潜在排出量

$$\begin{aligned}(\text{環境への最大潜在排出量}) &= (\text{年間取扱量}) - (\text{移動量}) \\ &= 911 \text{ kg} - 6 \text{ kg} \\ &= \underline{905 \text{ kg}}\end{aligned}$$

(5) 大気への排出量

$$\begin{aligned}(\text{大気への排出量}) &= (\text{環境への最大潜在排出量}) \\ &= \underline{905 \text{ kg}}\end{aligned}$$

2. 顔料成分

第1種指定化学物質は含有されていない。

C. 大気への排出量、廃棄物等に含まれての移動量

1. 大気への排出量

= 905 kg + 97 kg

= 1,002 kg

2. 廃棄物等に含まれての移動量

= 6 kg

【参 考】

スプレータイプ MSDS (例)

<p><u>キシレン</u> シクロヘキサノン テトラヒドロフラン ジメチルエーテル 亜鉛末</p>	CAS - NO	
	1330 - 20 -	<u>5.1%</u>
	7	25 ~ 30%
	108 - 94 - 1	05 ~ 10%
	109 - 99 - 9	35 ~ 40%
115 - 10 - 6	10 ~ 15%	

刷毛塗りタイプ MSDS (例)

<p><u>キシレン</u> 亜鉛末</p>	CAS - NO	
	1330 - 20 -	<u>19.6%</u>
	7	60 ~ 70%

専用シンナー MSDS (例)

<p><u>キシレン</u></p>	CAS - NO	
	1330 - 20 -	<u>90.1%</u>
	7	



### 【算出事例】

クロメート処理設備からクロメート処理液の混入がないにもかかわらず、排水処理施設においてクロムが検出され除去されている場合がある。このクロム及び3価クロム化合物は、被めっき鋼材や前処理作業に使用するSUS治具から溶出したクロムであり、溶融亜鉛めっき工場では溶出量を管理できない物質となっている。

このクロム及び3価クロム化合物が大量に除去され移動量として届出を必要とするような場合には、このマニュアルにより算出するものとした。届出に当たってクロムの取扱量が必要となった場合、その量は実際には把握できないため便宜上除去量をそのまま取扱量として適用するものとした。

#### (1) 排水処理施設から水域等への排出量

(水域等への排出量) = (使用水量または排出水量) × (排出水中のクロム濃度)

排出水中のクロム濃度は、自社排水処理施設の測定値の算術平均値とする。

但し、ここでいう「測定値」とは次のことをいう。

「JIS K 0102 65.1項 クロム(全クロム)」に定める測定で、その測定結果が

「<規制値」と記録されている場合、「規制値」を測定値とする。

「測定結果」と記録されている場合、「測定結果」を測定値とする。

「ND」と記録されている場合、「0.0mg/l」を測定値とする。

= (97,000m<sup>3</sup>) × (0.2mg/l) / 1,000

= 19kg

#### (2) 環境への排出量

(環境への排出量) = (水域への排出量)

= 19kg

#### (3) 廃酸・汚泥に含まれての移動量

廃酸及び汚泥中のクロム含有量は、自社測定値の算術平均値を適用する。

(廃酸に含まれての移動量) = (廃酸発生量) × (廃酸中のクロム含有%)

= (436,000kg/年) × (0.005%/100)

= 22kg

(汚泥中のクロム量) = (汚泥発生量) × (汚泥のクロム含有%)

= (194,000kg) × (0.003%/100)

= 6kg

#### (4) 移動量の算出

(クロムの移動量の算出) = (廃酸・汚泥に含まれての移動量)

= 22kg + 6kg

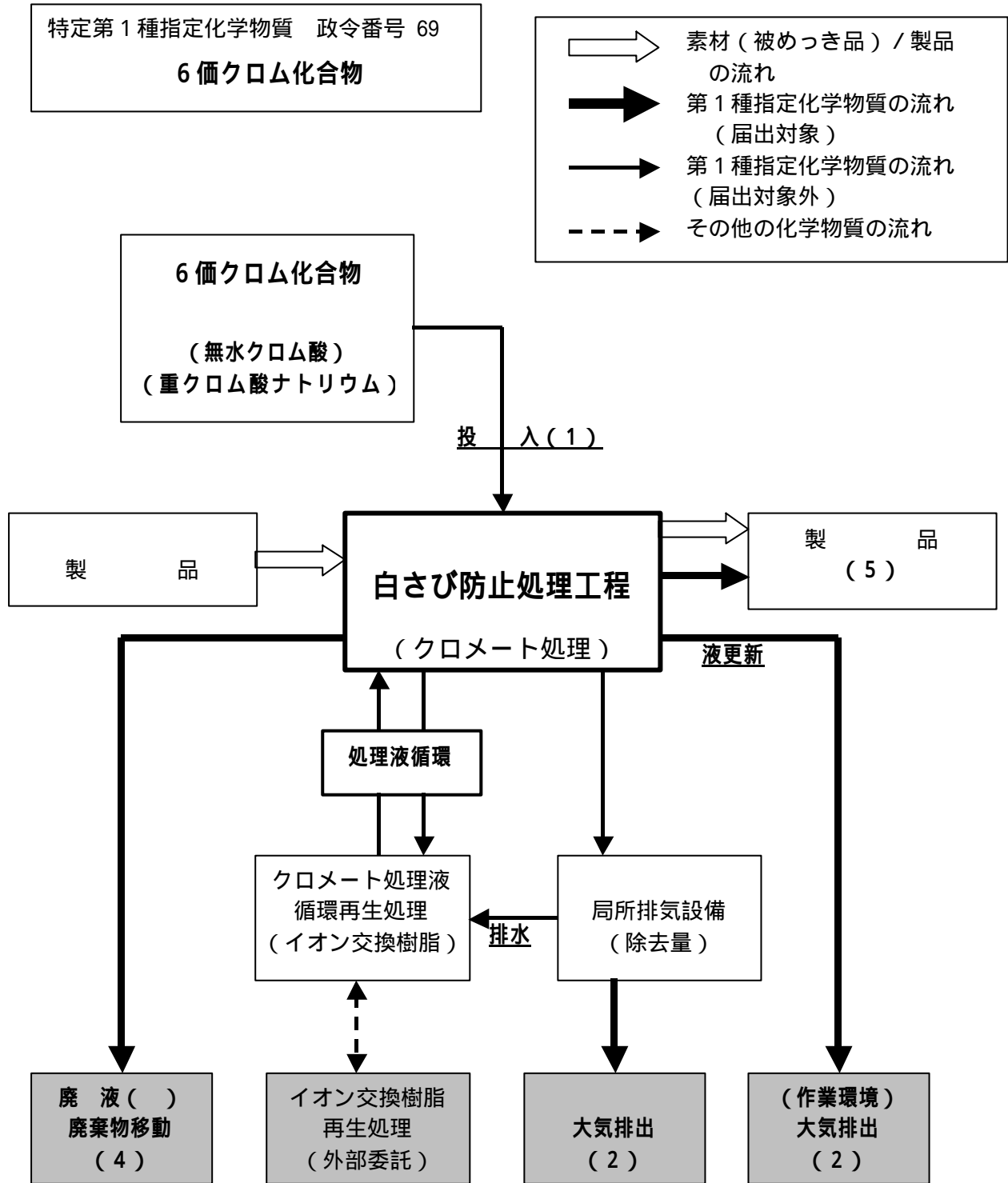
= 28kg

排水が公共下水道等に排出される場合には、「環境への排出(水域への排出)」ではなく、「廃棄物の移動」として計上されるため次式により算出した。

= 28kg + 19kg

= 47kg

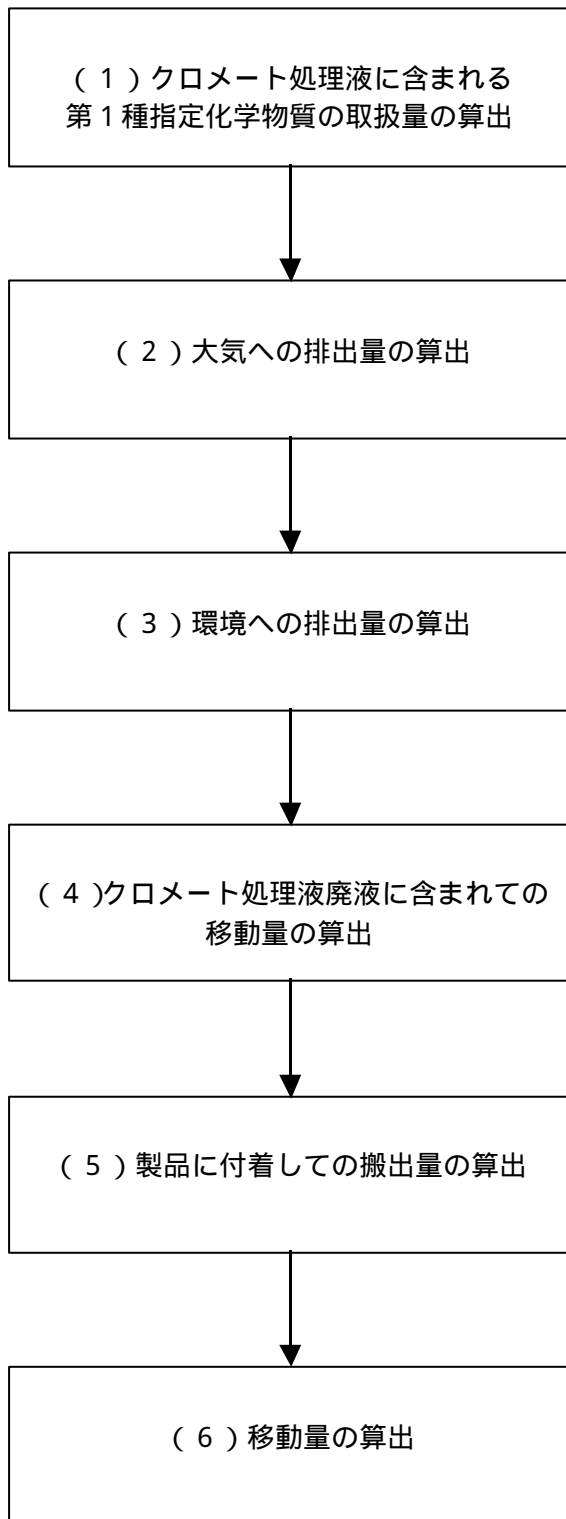
1.5.4 6価クロム化合物(図5)



： イオン交換樹脂による廃液処理の場合は、別途【算出例】に示す。

注： ( ) 内の数字は、排出量、移動量の算出手順の番号を示す。

【算出手順】



6価クロム化合物の年間取扱量  
×  
6価クロム化合物中のクロム含有量  
×  
クロム単体の量への換算係数

局所排気設備から大気への排出量  
液面から作業環境中の大気への排出

大気への排出量  
水域への排出量

クロメート処理液更新量  
×  
クロメート処理液中のクロム物含有量

イオン交換樹脂を使用した場合は、別途算出する。

クロム酸化合物の取扱量  
-  
(環境への排出量 + 廃液による移動量)

汚泥等の廃棄物に含まれての移動量  
+  
イオン交換樹脂による処理後移動量

## 【算出事例】

6価クロム化合物は、クロムの単体の量として換算係数を用いて求める。

### (1) 6価クロム化合物の年間取扱

$$\begin{aligned}(\text{年間取扱量}) &= (\text{重クロム酸ナトリウムの年間取扱量}) \times (100\%/100) \times (\text{換算係数}) \\ &= (1,100 \text{ kg/年}) \times (0.397) \\ &= \underline{437 \text{ kg}}\end{aligned}$$

#### 換算係数

重クロム酸ナトリウム 0.397 (水溶液として購入した場合)

重クロム酸ナトリウム(2水和物) 0.349、 三酸化クロム(無水クロム酸) 0.52

これら化合物の購入時の含有率が95質量%以上の場合、算出時には100質量%と見なす。

当協会会員会社において行われている亜鉛めっき製品の白さび防止を目的としたクロメート処理は、通常クロム酸濃度0.01~0.1%で処理が行われている。

6価クロムの作業環境における許容値の勧告値(日本産業衛生学会)は「0.1 mg/Nm<sup>3</sup>」である。しかし、クロメート処理槽の近傍における作業環境測定結果においてクロムは検出されていない。

クロメート処理液の循環再生処理(3価クロム化合物を6価クロム化合物へ)は、イオン交換樹脂を使用するクローズドシステムによって行われる。従って、クロメート処理液の排水処理設備への直接の混入はない。

### (2) 大気への排出量の算出

作業環境測定においてクロムが検出されていないことから、大気中への排出はないものと考えられる。

従って、局所排気設備及び液面からの排出量は

$$(\text{大気への排出量}) = \underline{0 \text{ kg}}$$

### (3) 環境への排出量

$$(\text{環境への排出量}) = (\text{大気への排出量})$$

排水処理設備には排出されないため、水域への排出量はない。

$$= \underline{0 \text{ kg}}$$

### (4) クロメート処理廃液に含まれての移動量

廃液中には6価クロムの他に3価クロムも存在するが、廃液処理毎の分離定量も時間を要するため、全て6価クロムとして算出する。

$$(\text{廃液中の6価クロム量}) = (\text{クロメート処理廃液の量}) \times (\text{廃液中のクロム濃度})$$

クロメート処理廃液をイオン交換樹脂によって処理を行った後、排水処理施設において更に処理を行い、水域等へ排出する場合の移動量の算出は次式による。

$$\begin{aligned}
& \text{(イオン交換樹脂に吸着されての移動量)} \\
& = (\text{クロレート処理廃液の量}) \times \{(\text{廃液中のクロム濃度}) - (\text{イオン交換処理後のクロム濃度})\} \\
(5) \quad & \text{製品に付着しての搬出量の算出} \\
& \text{(製品に付着しての搬出量)} \\
& = (\text{6価クロム化合物の取扱量}) - (\text{6価クロム化合物の環境への排出量}) - (\text{クロレート処理廃液による移動量}) \\
& = (437 \text{ kg}) - (0 \text{ kg}) - (0 \text{ kg}) \\
& = \underline{437 \text{ kg}}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \text{製品トン当たり6価クロム量 (\%)} \\
& = \{(\text{製品に付着しての搬出量}) / (\text{クロレート処理対象製品質量})\} \times 100 \\
& = \{(437 \text{ kg} / 1,000) / (48,500 \text{ トン} \times 60\% / 100)\} \times 100 \\
& = \underline{0.002\%}
\end{aligned}$$

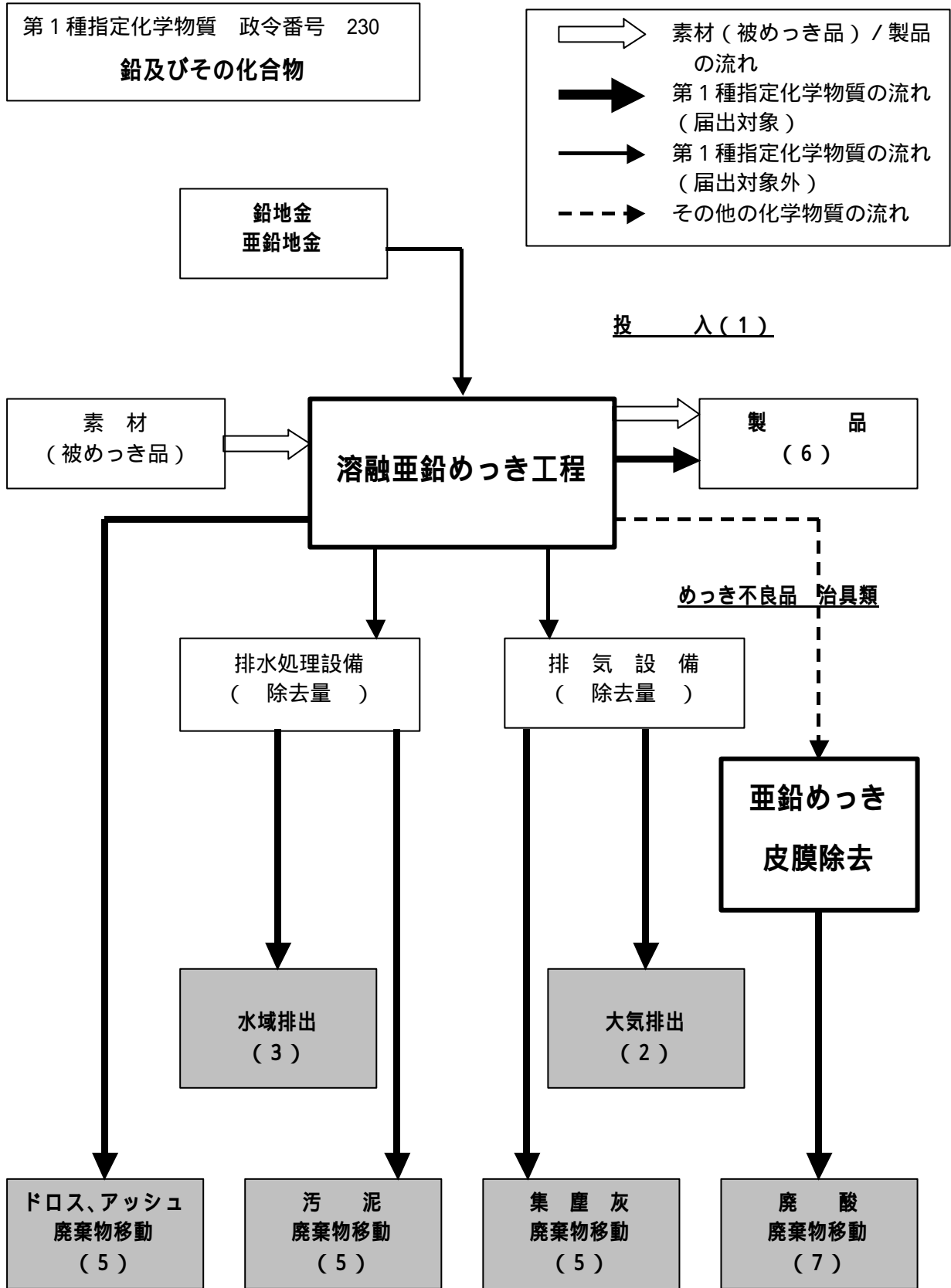
MSDSの発行を必要とするのは含有量が1%以上の場合である。  
従って、MSDS発行の対象とはならない。

$$\begin{aligned}
(6) \quad & \text{移動量の算出} \\
& \text{(6価クロムの移動量の算出)} = (\text{廃液に含まれての移動量}) \\
& = (0 \text{ kg}) \\
& = \underline{0 \text{ kg}}
\end{aligned}$$

排水水が公共下水道等に排出される場合には、「廃棄物の移動」として計上されるため次式により算出した。

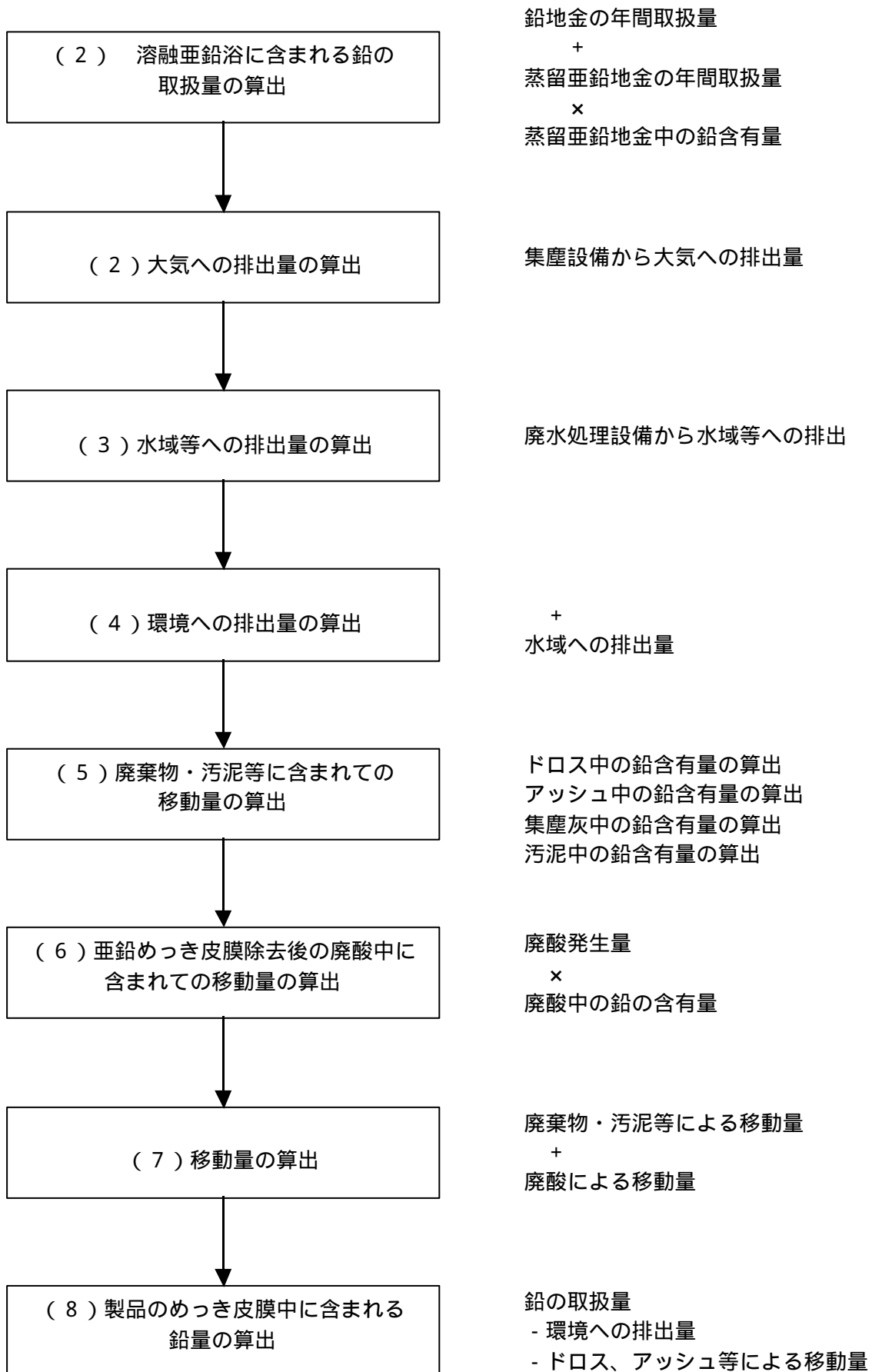
$$\begin{aligned}
& = (0) \text{ kg} + (0) \text{ kg} \\
& = \underline{0 \text{ kg}}
\end{aligned}$$

1.5.5 鉛その化合物（図6）



注：（ ）内の数字は、排出量、移動量の算出手順の番号を示す。

【算出手順】



## 【算出事例】

### (1) 鉛の年間取扱量

$$\begin{aligned}(\text{鉛の年間取扱量}) &= (\text{鉛地金の年間取扱量}) + (\text{蒸留亜鉛地金の年間取扱量}) \times (\text{鉛の含有\%}) \\ &= (0 \text{ kg/年}) + (2,429,850 \text{ kg/年}) \times (1.12\% / 100) \\ &= \underline{27,214 \text{ kg}}\end{aligned}$$

蒸留亜鉛地金中の鉛の含有量は、1.12%の定数として取り扱う事とした。

日本国内では二個所の精錬所で亜鉛の蒸留が行われている。従って、この二個所の精錬所から1年間に供給された各々の蒸留亜鉛について鉛含有量のデータの提供を受け、その平均値を適用したものである。

### (2) 集塵設備からの大気への排出量

集塵設備による白煙等の補集率は90%とし、補集されずに大気へ排出される物質の組成は集塵灰と同一と見なすものとした。集塵灰中に含まれる鉛の量は、当協会会員会社の数社における測定値の算術平均値を定数として適用した。

自社において測定値を有する場合には、自社測定値を適用してもよい。

$$\begin{aligned}(\text{集塵設備からの排出量}) &= \{(\text{集塵灰補集量} / 0.9) \times 0.1\} \times (\text{集塵灰中の鉛含有\%}) \\ &= \{(14,550 \text{ kg} / 0.9) \times 0.1\} \times (2.46\% / 100) \\ &= \underline{4.0 \text{ kg}}\end{aligned}$$

### (3) 排水処理施設から水域等への排出量

$$(\text{水域等への排出量}) = (\text{使用水量または排水量}) \times (\text{排水中の鉛の含有量})$$

排水中の鉛の含有量は、自社排水処理施設排水の測定値の算術平均値とした。但し、ここでいう「測定値」とは次のことをいう。

「JIS K 0102 54項 鉛」に定める測定で、その測定結果が

「<規制値」と記録されている場合、「規制値」を測定値とする。

「測定結果」と記録されている場合、「測定結果」を測定値とする。

「ND」と記録されている場合、「0.0mg/l」を測定値とする。

$$\begin{aligned}&= (97,000 \text{ m}^3) \times (0.1 \text{ mg/l}) / 1,000 \\ &= \underline{1.0 \text{ kg}}\end{aligned}$$

### (4) 環境への排出量

$$(\text{環境への排出量}) = (\text{大気中への排出量}) + (\text{水域への排出量})$$

$$\begin{aligned}&= 4.0 \text{ kg} + 1.0 \text{ kg} \\ &= \underline{5.0 \text{ kg}}\end{aligned}$$

排水が公共下水道等へ排出される場合には「環境への排出(水域への排出)」ではなく、「廃棄物の移動」として計上されるため次式より算出した。

$$\begin{aligned}(\text{環境への排出量}) &= (\text{大気中への排出量}) \\ &= \underline{4.0 \text{ kg}}\end{aligned}$$

(5) 廃棄物・汚泥等に含まれての移動量

ドロス・アッシュが有価搬出物である場合、P R T Rの対象物質でないので移動量には算入しない。但し、無価搬出物となる可能性はあるので、その場合下記のように取り扱う。

ドロス・アッシュ(有価物)中の鉛及び集塵灰・汚泥中の鉛は、溶融亜鉛浴の作業温度によって亜鉛中への溶解量が異なるため、これら有価物・廃棄物への鉛含有%にも作業温度により違いを生じることとなる。従って、作業温度の違いにより適用する鉛の含有%を設定した。設定に当たっては、当協会会員会社から大物めっき工場と小物めっき工場から数社づつを抽出してこれらの鉛含有%を測定し、その算術平均値を適用した。

自社において測定値を有する場合には、自社測定値を適用してもよい。

(5.1) ドロスに含まれての鉛移動量

$$(\text{ドロス中の鉛含有量}) = (\text{ドロスの年間発生量}) \times (\text{ドロス中の鉛含有\%})$$

$$= (218,250 \text{ kg}) \times (0.98\% / 100)$$

$$= \underline{2,139 \text{ kg}}$$

ドロス中の鉛含有%	大物めっき工場 0.98%	小物めっき工場 1.00%
-----------	---------------	---------------

(5.2) アッシュに含まれての鉛移動量

$$(\text{アッシュ中の鉛含有量}) = (\text{アッシュの年間発生量}) \times (\text{アッシュ中の鉛含有\%})$$

$$= (494,700 \text{ kg}) \times (4.51\% / 100)$$

$$= \underline{22,311 \text{ kg}}$$

アッシュ中の鉛含有%	大物めっき工場 4.51%	小物めっき工場 5.55%
------------	---------------	---------------

(5.3) 集塵灰に含まれての鉛移動量

$$(\text{集塵灰中の鉛含有量}) = (\text{集塵灰の年間補集量}) \times (\text{集塵灰中の鉛含有\%})$$

$$= (14,550 \text{ kg}) \times (2.46\% / 100)$$

$$= \underline{358 \text{ kg}}$$

集塵灰中の鉛含有%	大物めっき工場 2.46%	小物めっき工場 3.33%
-----------	---------------	---------------

(5.4) 汚泥に含まれての鉛移動量

$$(\text{汚泥中の鉛含有量}) = (\text{汚泥の年間発生量}) \times (\text{汚泥中の鉛含有\%})$$

$$= (194,000 \text{ kg}) \times (0.14\% / 100)$$

$$= \underline{272 \text{ kg}}$$

スラッジ中の鉛含有%	大物めっき工場 0.14%	小物めっき工場 0.22%
------------	---------------	---------------

(5.5) (廃棄物・汚泥等に含まれての移動量)

(廃棄物・汚泥等に含まれての移動量)

$$= (\text{ドロス中の鉛含有量}) + (\text{アッシュ中の鉛含有量}) + (\text{集塵灰中の鉛含有量}) + (\text{汚泥中の鉛含有量})$$

$$= 2,139 \text{ kg} + 22,311 \text{ kg} + 358 \text{ kg} + 272 \text{ kg}$$

$$= \underline{25,080 \text{ kg}}$$

排水水が公共下水道等へ排出される場合には

$$\begin{aligned} & (\text{廃棄物・汚泥等に含まれての移動量}) \\ & = (\text{ドロス中の鉛含有量}) + (\text{アッシュ中の鉛含有量}) + (\text{集塵灰中の鉛含有量}) \\ & \quad + (\text{スラッジ中の鉛含有量}) + (\text{排水水に含まれての鉛の移動量}) \\ & = 2,139 \text{ kg} + 22,311 \text{ kg} + 358 \text{ kg} + 272 \text{ kg} + 10 \text{ kg} \\ & = \underline{25,090 \text{ kg}} \end{aligned}$$

(4) 亜鉛めっき皮膜除去後の廃酸中に含まれての移動量

$$\begin{aligned} & (\text{廃酸中に含まれての移動量}) = (\text{めっき皮膜除去廃酸発生量}) \times (\text{廃酸中の鉛含有\%}) \\ & = (25,700 \text{ kg}) \times (0.054\% / 100) \\ & = \underline{14 \text{ kg}} \end{aligned}$$

廃酸中の鉛含有%は、各会員会社により目標とする亜鉛の溶解量が異なると考えられるため、定数化は行わず各社における測定値を適用することとした。

(5) 移動量

$$\begin{aligned} & (\text{移動量の算出}) = (\text{廃棄物・汚泥等に含まれての移動量}) + (\text{廃酸中に含まれての移動量}) \\ & = 25,080 \text{ kg} + 14 \text{ kg} \\ & = \underline{25,094 \text{ kg}} \end{aligned}$$

排水水が公共下水道等へ排出される場合には「廃棄物の移動」として計上されるため、次式により算出した。

$$\begin{aligned} & = 25,090 \text{ kg} + 14 \text{ kg} \\ & = \underline{25,104 \text{ kg}} \end{aligned}$$

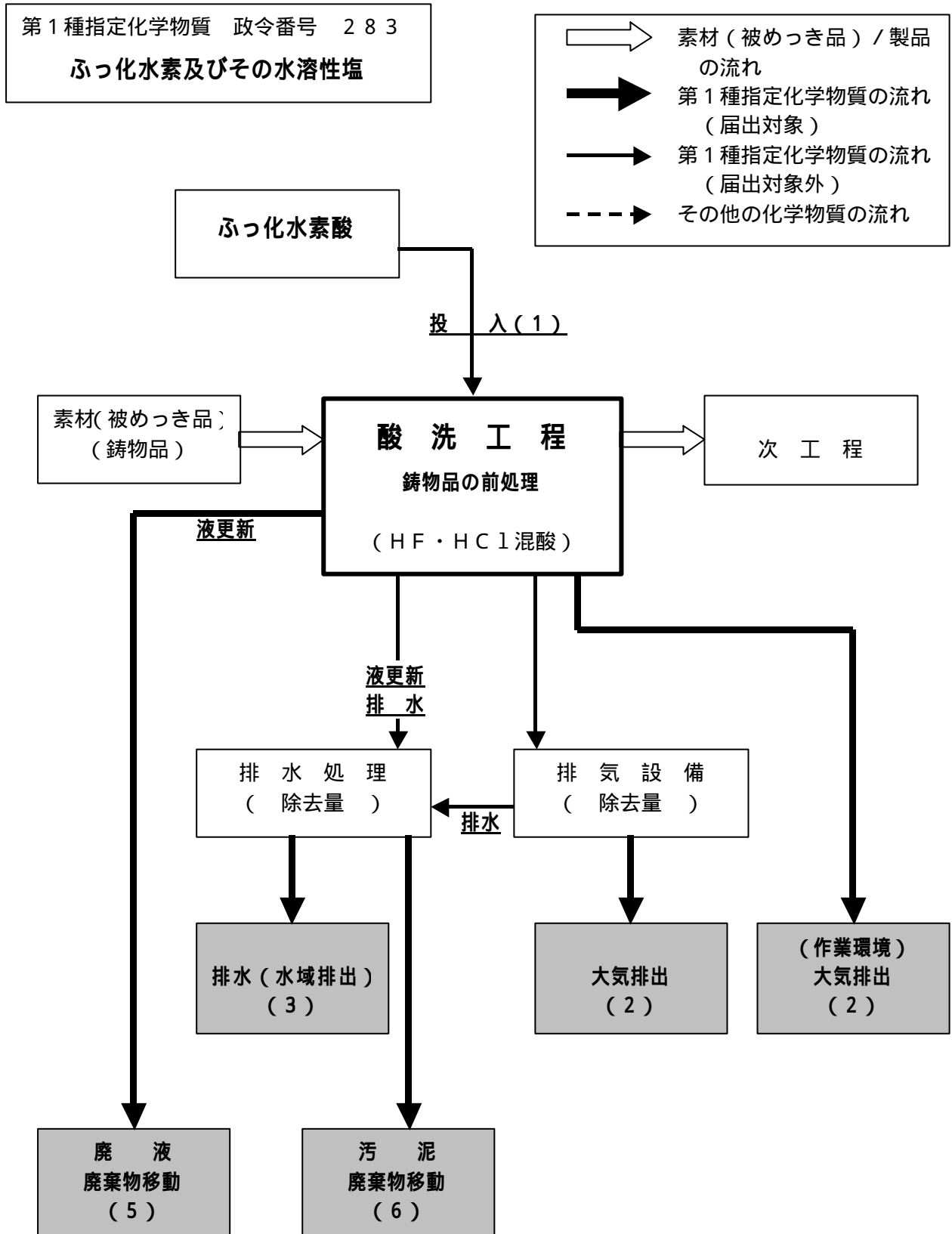
(6) 製品のめっき皮膜中に含まれる鉛量

$$\begin{aligned} & (\text{めっき皮膜中に含まれる鉛量}) \\ & = (\text{鉛の年間取扱量}) - (\text{環境への排出量}) - (\text{廃棄物・汚泥・廃酸等に含まれての移動量}) \\ & = 27,214 \text{ kg} - 50 \text{ kg} - 25,094 \text{ kg} \\ & = \underline{2,070 \text{ kg}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & (\text{めっき皮膜中の鉛の製品トン当たり\%}) \\ & = \{(2,070 \text{ kg} / 1,000) / \text{生産量} 48,500 \text{ トン}\} \times 100 \\ & = \underline{0.004\%} \end{aligned}$$

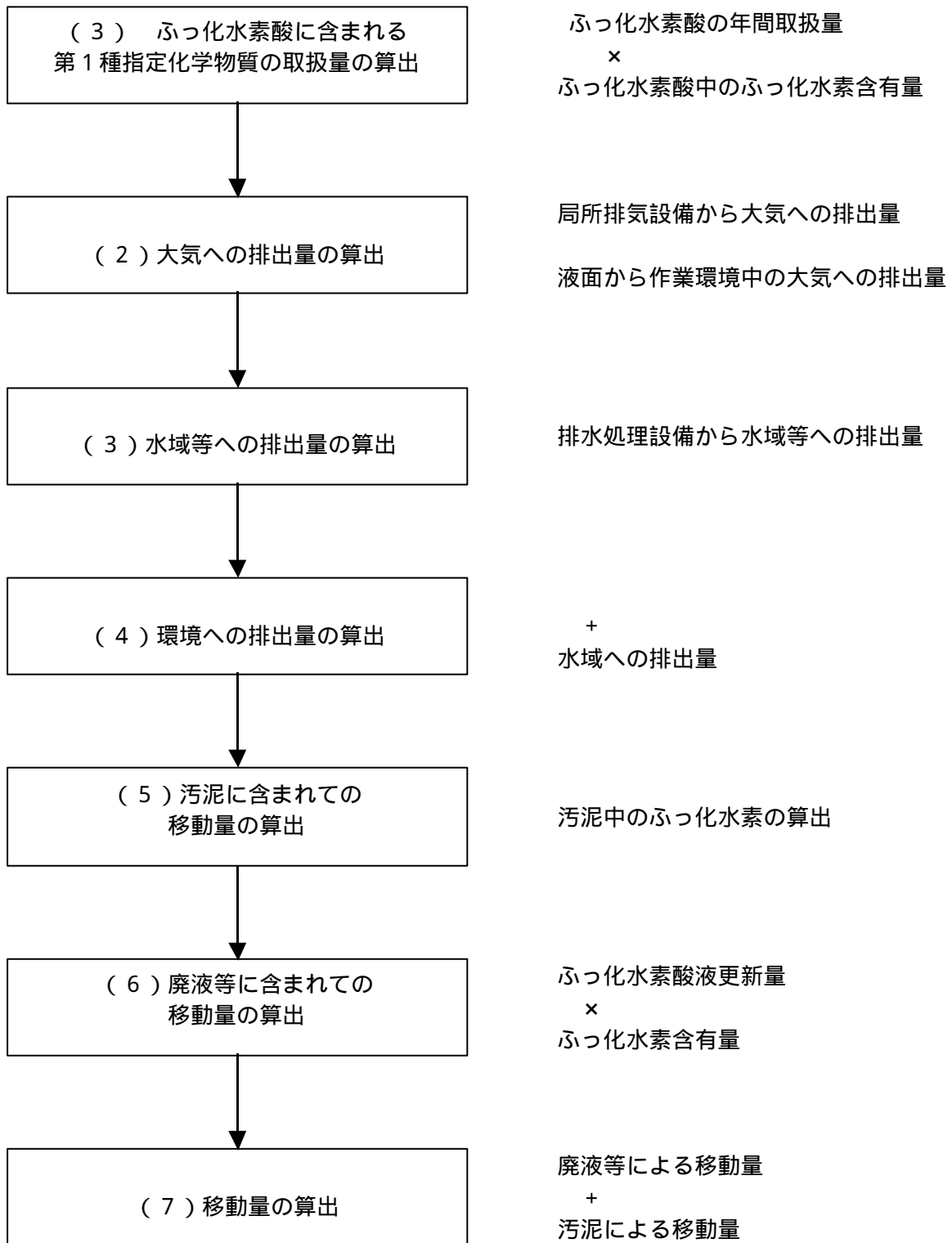
MSDSの発行を必要とするのは含有量が1%以上の場合である。  
従って、MSDS発行の対象とはならない。

1.5.6 ふっ化水素及びその水溶性塩 (図7)



注 : ( ) 内の数字は、排出量、移動量の算出手順の番号を示す。

【算出手順】



## 【算出事例】

これら化合物は関係法令等により、作業環境では「ふっ化水素」として、排水等においては「ふっ素」として規制が行われている。

P R T Rでは、これら化合物の排出量等の算出は、「ふっ素」として算出することが必要であるため、このマニュアルでは、「ふっ化水素」として測定された値を換算係数「0.950」を用いて「ふっ素」に換算した。

### (1) ふっ化水素の年間取扱量

$$\begin{aligned}(\text{年間取扱量}) &= (\text{ふっ化水素酸の年間取扱量}) \times (\text{ふっ化水素の含有\%/100}) \\ &= (11,380 \text{ kg/年}) \times (55\%/100) = 6,259 \text{ kg}\end{aligned}$$

ふっ素

$$\begin{aligned}&= (6,259 \text{ kg}) \times (0.950) \\ &= \underline{5,946 \text{ kg}}\end{aligned}$$

### (2) 大気への排出量

#### (2.1) 局所排気設備から大気への排出量

ふっ化水素酸洗槽に設置した局所排気設備から大気へ排出されるふっ素化合物の濃度は、当協会の会員会社の「JIS K 0105 排出ガス中のふっ素化合物分析方法(ランタン-アリザリンコンプレキソン吸光光度法)」によって測定された「 $< 0.8 \text{ mg (F}^-) / \text{Nm}^3$ 」(定量限界値以下)の測定値が得られている。従って、排ガス中の「ふっ素化合物(ふっ素(F<sup>-</sup>))」濃度は、この測定値「 $0.8 \text{ mg/Nm}^3$ 」を定数として適用した。

自社における測定値を有する場合には、自社測定値を適用してもよい。

$$(\text{局所排気設備からの排出量}) = (\text{年間排出ガス量}) \times (\text{排出ガス中のふっ素濃度})$$

$$= (19,900 \text{ Nm}^3/\text{時間} \times 167 \text{ 時間} \times 1 \text{ 直} \times 12 \text{ ヶ月}) \times (0.8 \text{ mg/Nm}^3/1,000,000) = \underline{32 \text{ kg (F}^-)}$$

#### (2.2) 液面から作業環境中の大気への排出量

ふっ化水素酸洗槽の液面上2メートルの空気が1分間に10回入れ替わるものとした。

ふっ化水素酸洗槽の近傍の作業環境中のふっ化水素濃度は、当協会の会員会社における測定値「 $0.3 \text{ cm}^3/\text{Nm}^3$ 」(ランタン-アリザリンコンプレキソン吸光光度法)を定数として適用した。

自社における測定値を有する場合には、自社測定値を適用してもよい。

$$\begin{aligned}(\text{液面からの排出量}) &= (\text{長さ} \times \text{幅} \times \text{高さ} \times 10 \text{ 回/分} \times 60 \text{ 分} \times 24 \text{ 時間} \times 365 \text{ 日}) \times (\text{槽数}) \\ &\quad \times (\text{作業環境中のふっ化水素濃度})\end{aligned}$$

酸洗槽には液面を覆う蓋は設置されていないため、常時大気中へ拡散しているものとした。

$$\begin{aligned}&= (2.6 \text{ m} \times 1.9 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 10 \times 60 \times 24 \times 365) \times (3) \times (0.3 \text{ cm}^3/\text{Nm}^3/1,000,000) \\ &= 46.74 \text{ Nm}^3 \text{ (HF)}\end{aligned}$$

ふっ化水素ガスのふっ素質量への換算

(ふっ素質量)

$$\begin{aligned}&= \{(\text{年間排出量}) / (1 \text{ kmol HF の } 25 \text{ 、 } 1 \text{ 気圧における体積})\} \times (\text{HF } 1 \text{ kmol}) \times (\text{換算係数}) \\ &= \{46.74 \text{ Nm}^3 / [22.4 \text{ Nm}^3 \times (273 + 25) / 273]\} \times 20 \text{ kg} \times (0.950) \\ &= \underline{3.6 \text{ kg}}\end{aligned}$$

(2.3) 大気への排出量

$$\begin{aligned}(\text{大気への排出量}) &= 32 \text{ kg} + 36 \text{ kg} \\ &= \underline{68 \text{ kg}}\end{aligned}$$

(3) 排水処理施設から水域等への排出量

$$(\text{水域等への排出量}) = (\text{使用水量または排水量}) \times (\text{排出水中のふっ素濃度})$$

排出水中のふっ素濃度は、自社排水処理施設の「JIS K 0102 工場排水試験法」に基づく測定値の算術平均値とする。

$$\begin{aligned}&= (52,063 \text{ m}^3) \times (2 \text{ mg/l}) / 1,000 \\ &= \underline{104 \text{ kg}}\end{aligned}$$

(4) 環境への排出量

$$(\text{環境への排出量}) = (\text{大気への排出量}) + (\text{水域等への排出量})$$

$$\begin{aligned}&= 68 \text{ kg} + 104 \text{ kg} \\ &= \underline{172 \text{ kg}}\end{aligned}$$

排水水が公共下水道等に排出される場合には、環境への排出量は

$$= \underline{68 \text{ kg}}$$

(5) 汚泥に含まれての移動量

汚泥中のふっ素含有量は、自社測定値の算術平均値を適用する。

$$(\text{汚泥中のふっ素量}) = (\text{汚泥発生量}) \times (\text{汚泥単位質量中のふっ素含有量})$$

$$\begin{aligned}&= (195,840 \text{ kg}) \times \{ (100,000 \text{ mg/kg 乾燥汚泥}) \\ &\quad \times (100\% - \text{含水率} 77.7\%) / 100 \} / 1,000,000 \\ &= \underline{4,367 \text{ kg}}\end{aligned}$$

(6) 廃液等に含まれての移動量

廃液中のふっ素量、廃液貯蔵槽底部の堆積物中のふっ素量について、代表的な測定値は得られており、各々14,000mg/kg(廃液)、44,000mg/kg(堆積物)である。

しかし、貯蔵槽底部の堆積物が、常に廃液と分離されて外部に処理を委託されるとは限らず、この数値をそのままこのマニュアルに採用することは、実態を反映したものにならない可能性がある。

従って、環境への排出量及び汚泥に含まれての移動量が明らかな場合、廃液等に含まれての移動量は次の式によって算出することとした。

$$(\text{廃液等に含まれての移動量}) = (\text{年間取扱量}) - (\text{環境への排出量}) - (\text{汚泥等に含まれての移動量})$$

$$\begin{aligned}&= 5,946 \text{ kg} - 172 \text{ kg} - 4,367 \text{ kg} \\ &= \underline{1,407 \text{ kg}}\end{aligned}$$

(7) 移動量の算出

$$(\text{移動量}) = (\text{汚泥による移動量}) + (\text{廃液等による移動量})$$

$$\begin{aligned}&= 4,367 \text{ kg} + 1,407 \text{ kg} \\ &= \underline{5,774 \text{ kg}}\end{aligned}$$

排水が公共下水道等に排出される場合には「廃棄物の移動」として計上されるため、次式により算出した。

$$= 4,367 \text{ kg} + 1,407 \text{ kg} + 104 \text{ kg}$$

$$= \underline{5,878 \text{ kg}}$$