

1-8 めっき工程

金属または非金属製品の表面に、金属の薄い皮膜をかぶせる工程で、電気めっき、無電解めっきなどの方法があります。

環境中への排出及び事業所の外への移動としては、以下があります。

- ・めっき液の排水への混入
- ・廃めっき液等としての移動

また、工程から発生する排水を中和処理等の排水処理設備で処理した際に発生する廃棄物(汚泥等)の移動があります。

【対象物質の例】

ニッケル化合物、六価クロム化合物、無機シアン化合物など

【算出例(1)】めっき液及び電極として使用するニッケル化合物が排出される場合 (製造品としての搬出量をめっき面積から算出)

表 1-8-1、図 1-8-1 の概要のめっき施設(1)からの排出量、移動量の算出方法の例を示します。

表 1-8-1 めっき施設(1)の概要

対象物質の取扱状況等

① 対象物質を取り扱う作業の概要

めっき等の概要	金属部品のニッケルめっき(図1-8-1参照) 被めっき物: めっき面積 500cm ² /個(0.050m ² /個)、 平均めっき厚さ 10μm(1.0×10 ⁻⁵ m)、 年間製造量 60万個/年(600,000個/年) 土壌への漏洩なし
排ガス処理設備	なし
排水処理設備	中和沈澱処理(除去率70%、分解率0%)
排水の放流先	○×川

② 取り扱う対象物質を含む原材料、資材等

・めっき液 A

年間購入量	9.6t/年		
年度初め在庫量	0.64t		
年度末在庫量	0.32t		
SDSに記載の対象物質含有率	物質番号	対象物質名	含有率
	309	ニッケル化合物	7.0%

・電極 B

年間購入量	3.3t/年		
年度初め在庫量	0.12t		
年度末在庫量	0.59t		
SDSに記載の対象物質含有率	物質番号	対象物質名	含有率
	308	ニッケル	100%

③ 発生した廃棄物

廃棄物の種類	発生量	対象物質の含有率	廃棄物の処理
廃めっき液	5t/年	不明	産業廃棄物処理業者へ引き渡し
汚泥	不明	不明	

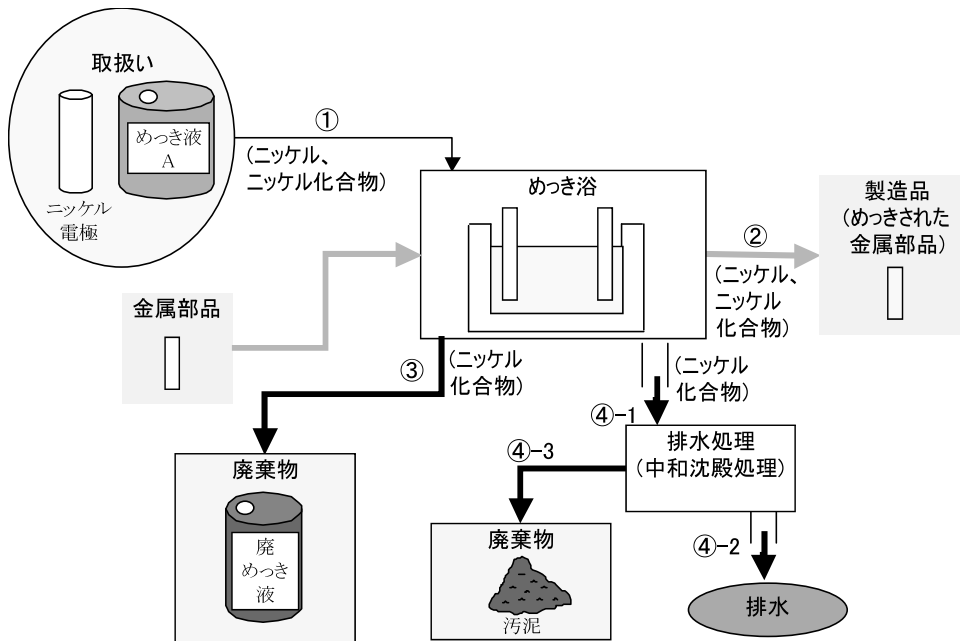


図 1-8-1 めっき施設(1)の概要図

このめっき施設からの排出量・移動量は第 I 部、第 II 部で解説した物質収支による方法と同様の手順で算出します。(第 III 部 2.Q&A の Q93(→ III-177)も参照してください。)

Step1 対象物質の年間取扱量の算出

Step1-1 対象物質の年間製造量の算出

この施設では、電極として使用された金属ニッケルが溶解して、めっき槽中でニッケル化合物となります。これは、ニッケル化合物の製造となりますので、その製造量を算出します。このニッケル化合物の製造量は、被めっき物に析出するニッケル量 (=ニッケル

の年間製造量)と等しくなりますので、次のように算出します。ここで、ニッケルの密度は、 $8.90\text{kg/L}(=8900\text{kg/m}^3)$ です。

$$\begin{aligned}
 \text{ニッケル化合物の年間製造量 (t/年)} &= \text{被めっき物に析出したニッケル量 (ニッケルの年間製造量) (t/年)} \\
 &= \text{めっき面積 (} 0.050\text{m}^2\text{/個)} \times \text{平均めっき厚さ (} 1.0 \times 10^{-5}\text{m)} \times \text{めっき個数 (} 600000\text{個/年)} \times \text{ニッケルの密度 (} 8900\text{kg/m}^3) \times 10^{-3}\text{t/kg} \\
 &= 2.67\text{t/年}
 \end{aligned}$$

Step1-2 めっき液 A の年間使用量の算出

$$\begin{aligned}
 \text{めっき液Aの年間使用量 (t/年)} &= \text{めっき液Aの年間購入量 (} 9.6\text{t/年)} - \text{めっき液Aの年度末在庫量 (} 0.32\text{t)} + \text{めっき液Aの年度初め在庫量 (} 0.64\text{t)} \\
 &= 9.92\text{t/年}
 \end{aligned}$$

Step1-3 対象物質の年間使用量の算出

ニッケル化合物の年間使用量は、めっき液 A の年間使用量とそれに含まれるニッケル化合物の含有率より算出します。

$$\begin{aligned}
 \text{ニッケル化合物 (ニッケル換算) 年間使用量 (t/年)} &= \text{めっき液Aの年間使用量 (} 9.92\text{t/年)} \times \text{めっき液Aに含まれるニッケル化合物 (ニッケル換算)の含有率 (} 7.0\%) \div 100 \\
 &= 0.694\text{t/年}
 \end{aligned}$$

ニッケルの年間使用量は、電極として使用した金属ニッケルが溶解した量となります。これは、Step1-1 で算出したニッケル化合物の製造量と等しくなります。

$$\begin{aligned}
 \text{ニッケルの年間使用量 (t/年)} &= \text{ニッケル化合物 (ニッケル換算) の年間製造量 (t/年)} \\
 &= 2.67\text{t/年}
 \end{aligned}$$

Step1-4 対象物質の年間取扱量の算出

$$\begin{aligned}
 \text{ニッケル化合物 (ニッケル換算) の年間取扱量 (t/年)} &= \text{ニッケル化合物 (ニッケル換算) の年間製造量 (} 2.67\text{t/年)} + \text{ニッケル化合物 (ニッケル換算) の年間使用量 (} 0.694\text{t/年)} \\
 &= 3.36\text{t/年} \geq \text{対象物質 (特定第一種) の指定量 (} 0.5\text{t/年)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{ニッケルの年間取扱量 } t/\text{年} = \text{ニッケルの年間製造量 } 2.67t/\text{年} = \text{ニッケルの年間使用量 } 2.67t/\text{年} \\
 & = 2.67t/\text{年} \geq \text{対象物質(第一種)の指定量 } 1t/\text{年}
 \end{aligned}$$

ニッケル化合物の年間取扱量は特定第一種指定化学物質の指定量(0.5t/年)、ニッケルの年間取扱量は指定量(1t/年)以上ですので、どちらの物質も届出の対象物質となります。

Step2 対象物質の反応による消費量、及び製造品としての搬出量の算出

ニッケルの製造品としての搬出量は、被めっき物に析出した量となりますので、Step1-1 で算出した量と等しくなります。なお、ニッケル化合物は反応により消費され、ニッケルに変化しますがその量は被めっき物に析出した量と等しくなります。

$$\begin{aligned}
 & \text{ニッケル化合物(ニッケル換算)のニッケルへの変化量 } kg/\text{年} = \text{ニッケルの製造品としての搬出量 } kg/\text{年} \\
 & = \text{被めっき物に析出したニッケル量 } 2.67t/\text{年} \times 1000kg/t \\
 & = 2670kg/\text{年}
 \end{aligned}$$

Step3 対象物質の廃棄物に含まれる量の算出

廃めっき液に含まれるニッケル化合物の量については、その含有率が分からないので、めっき液 A 中の含有率を用いて、算出します。

$$\begin{aligned}
 & \text{ニッケル化合物(ニッケル換算)の廃棄物に含まれる量 } kg/\text{年} = \text{廃めっき液の発生量 } 5.0t/\text{年} \times \text{めっき液Aに含まれるニッケル化合物(ニッケル換算)の含有率 } 7.0\% \div 100 \times 1000kg/t \\
 & = 350kg/\text{年}
 \end{aligned}$$

また、排水処理によりニッケル化合物を含む汚泥が発生しますが、これに含まれる量は水域への排出量の算出時に算出します。

ニッケルを含む廃棄物は発生しないので、ニッケルの廃棄物に含まれる量はゼロとします。

$$\text{ニッケルの廃棄物に含まれる量 } kg/\text{年} = 0kg/\text{年}$$

Step4 対象物質の環境への最大潜在排出量の算出

$$\begin{aligned}
 & \text{ニッケル化合物(ニッケル換算)の環境への最大潜在排出量 (kg/年)} = \text{ニッケル化合物(ニッケル換算)の年間取扱量 (3.36t/年)} \times 1000\text{kg/t} - \text{ニッケル化合物のニッケルへの変化量 (2670kg/年)} - \text{ニッケル化合物(ニッケル換算)の廃棄物に含まれる量 (350kg/年)} \\
 & = 340\text{kg/年}
 \end{aligned}$$

ニッケルは、すべて製造品に含まれると考えられますので、製造品としての搬出量＝年間取扱量となります。(すべての排出量、移動量はゼロとなります。以下の算出手順は省略します。)

$$\begin{aligned}
 & \text{ニッケルの環境への最大潜在排出量 (kg/年)} = \text{ニッケルの年間取扱量 (2.67t/年)} \times 1000\text{kg/t} - \text{ニッケルの製造品としての搬出量 (2670kg/年)} - \text{ニッケルの廃棄物に含まれる量 (0kg/年)} \\
 & = 0\text{kg/年}
 \end{aligned}$$

Step5 対象物質の土壌への排出量の算出

この施設では、土壌への漏洩はないので、土壌への排出量はゼロとなります。

$$\text{ニッケル化合物(ニッケル換算)の土壌への排出量 (kg/年)} = 0\text{kg/年}$$

Step6 大気、水域の排出量の多い方と少ない方の判定

ニッケル化合物は、揮発性が低く、大気へはほとんど排出されないと考えられますので、水域へより多く排出されると考えられます。

Step7 対象物質の大気への排出量の算出

ニッケル化合物は、大気へはほとんど排出されないと考えられますので、大気への排出量をゼロとします。

$$\text{ニッケル化合物(ニッケル換算)の大気への排出量 (kg/年)} = 0\text{kg/年}$$

Step8 対象物質の水域への排出量の算出

水域への潜在排出量を物質収支により算出します。

$$\begin{aligned}
 & \text{ニッケル化合物(ニッケル換算)の水域への潜在排出量 (kg/年)} = \text{ニッケル化合物(ニッケル換算)の環境への最大潜在排出量 (340kg/年)} - \text{ニッケル化合物(ニッケル換算)の土壌への排出量 (0kg/年)} - \text{ニッケル化合物(ニッケル換算)の大気への排出量 (0kg/年)} \\
 & = 340\text{kg/年}
 \end{aligned}$$

また、ニッケル化合物の排水処理後の水域への排出量、処理により発生する廃棄物(汚

泥)に含まれる量を、凝集沈殿処理の除去率を用いて算出します。

$$\begin{aligned}
 & \text{ニッケル化合物 (ニッケル換算)の 水域への排出量 kg/年} = \text{水域への 潜在排出量 340kg/年} \times (100 - \text{中和沈殿処理の 除去率 70\%}) \div 100 \\
 & = 102\text{kg/年} \\
 & \text{汚泥に 含まれる量 kg/年} = \text{水域への 潜在排出量 340kg/年} \times (\text{中和沈殿処理の 除去率 70\%} - \text{中和沈殿処理の 分解率 0\%}) \div 100 \\
 & = 238\text{kg/年}
 \end{aligned}$$

Step9 対象物質の排出量・移動量の集計

ニッケル化合物 (単位 ; kg/年)

算出時の分類	届出の分類
	(排出量)
A 大気への排出量; <u>0</u>	→ a 大気への排出量; <u>0.0</u>
B 水域への排出量; <u>102</u>	→ b 公共用水域への排出量; <u>100</u>
C 土壌への排出量; <u>0</u>	→ c 当該事業所における土壌への排出量; <u>0.0</u>
D 廃棄物に含まれる量;	d 当該事業所における埋立処分量; <u>0.0</u>
廃めつき液 <u>350</u> }	(移動量)
汚泥 <u>238</u> }	e 下水道への移動量; <u>0.0</u>
	→ f 当該事業所の外への移動量; <u>590</u>

ニッケル (単位 ; kg/年)

算出時の分類	届出の分類
	(排出量)
A 大気への排出量; <u>0</u>	→ a 大気への排出量; <u>0.0</u>
B 水域への排出量; <u>0</u>	→ b 公共用水域への排出量; <u>0.0</u>
C 土壌への排出量; <u>0</u>	→ c 当該事業所における土壌への排出量; <u>0.0</u>
D 廃棄物に含まれる量; <u>0</u>	→ d 当該事業所における埋立処分量; <u>0.0</u>
	(移動量)
	e 下水道への移動量; <u>0.0</u>
	→ f 当該事業所の外への移動量; <u>0.0</u>

【算出例(2)】めっき液中に六価クロム化合物(排水処理で三価クロム化合物に変化)が排出される場合(製造品としての搬出量を電気化学反応量から算出)

表 1-8-2、図 1-8-2 の概要のめっき施設(2)からの排出量、移動量の算出方法の例を示します。

表 1-8-2 めっき施設(2)の概要

対象物質の取扱状況等

① 対象物質を取り扱う作業の概要

めっき等の概要	金属部品のクロムめっき(図1-8-2参照) 被めっき物: めっき時の電流、時間 20A/個、30分/個 電気化学等量 0.323g/(A・時) 電流効率 13% 年間製造量 250万個/年(2,500,000個/年) 土壌への漏洩なし
排ガス処理設備	なし
排水処理設備	酸化還元・凝集沈澱処理(除去率100%、分解率0%)
排水の放流先	○×川

② 取り扱う対象物質を含む原材料、資材等

・めっき液 A

年間購入量	10.3t/年						
年度初め在庫量	0.52t						
年度末在庫量	0.96t						
SDSに記載の対象物質含有率	<table border="1"> <thead> <tr> <th>物質番号</th> <th>対象物質名</th> <th>含有率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>88</td> <td>六価クロム化合物</td> <td>15%</td> </tr> </tbody> </table>	物質番号	対象物質名	含有率	88	六価クロム化合物	15%
物質番号	対象物質名	含有率					
88	六価クロム化合物	15%					

③ 発生した廃棄物

廃棄物の種類	発生量	対象物質の含有率	廃棄物の処理
廃めっき液	不明	不明	産業廃棄物処理業者へ引き渡し
汚泥	不明	不明	

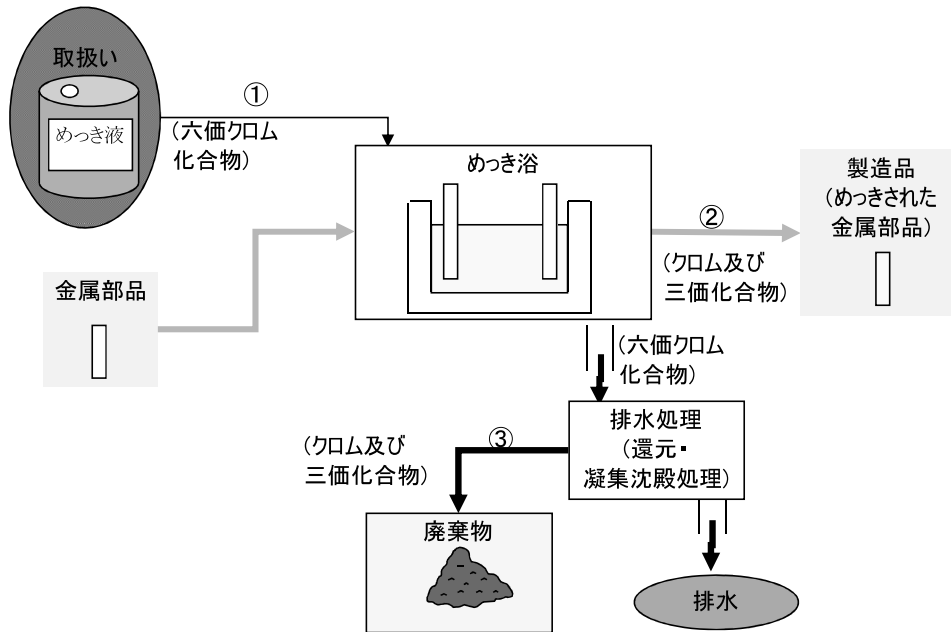


図 1-8-2 めっき施設(2)の概要図

このめっき施設からの排出量・移動量は第 I 部、第 II 部で解説した物質収支による方法と同様の手順で算出します。

Step1 対象物質の年間取扱量の算出

Step1-1 対象物質の年間製造量の算出

この施設では、クロム及び三価クロム化合物が、被めっき物に析出し、また排水処理で汚泥中に生成します。この量は、めっき液中に含まれる六価クロム化合物の量と等しくなります。(算出方法は、Step1-2、Step1-3 を参照してください。)

$$\begin{aligned}
 & \text{クロム及び三価クロム化合物 (クロム換算)の年間製造量 t/年} = \text{六価クロム化合物(クロム換算)の年間使用 t/年} \\
 & = 1.48\text{t/年}
 \end{aligned}$$

Step1-2 めっき液 A の年間使用量の算出

$$\begin{aligned}
 & \text{めっき液Aの年間使用量 t/年} = \text{めっき液Aの年間購入量 } 10.3\text{t/年} - \text{めっき液Aの年度末在庫量 } 0.96\text{t} + \text{めっき液Aの年度初め在庫量 } 0.52\text{t} \\
 & = 9.86\text{t/年}
 \end{aligned}$$

Step1-3 対象物質の年間使用量の算出

六価クロム化合物の年間使用量は、めっき液 A の年間使用量とそれに含まれる六

価クロム化合物の含有率より算出します。

$$\begin{aligned}
 \text{六価クロム化合物(クロム換算)の年間使用量 t/年} &= \text{めっき液Aの年間使用量 } 9.86\text{t/年} \times \text{めっき液Aに含まれる六価クロム化合物(クロム換算)の含有率 } 15\% \div 100 \\
 &= 1.48\text{t/年}
 \end{aligned}$$

クロム及び三価クロム化合物は、使用する原材料、資材等には含まれませんので、その年間使用量はゼロです。

$$\text{クロム及び三価クロム化合物(クロム換算)の年間使用量 t/年} = 0\text{ t/年}$$

Step1-4 対象物質の年間取扱量の算出

$$\begin{aligned}
 \text{六価クロム化合物(クロム換算)の年間取扱量 t/年} &= \text{六価クロム化合物(クロム換算)の年間製造量 } 0\text{t/年} + \text{六価クロム化合物(クロム換算)の年間使用量 } 1.48\text{t/年} \\
 &= 1.48\text{t/年} \geq \text{対象物質(特定第一種)の指定量 } 0.5\text{t/年}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{クロム及び三価クロム化合物(クロム換算)の年間取扱量 t/年} &= \text{クロム及び三価クロム化合物(クロム換算)の年間製造量 } 1.48\text{t/年} + \text{クロム及び三価クロム化合物(クロム換算)の年間使用量 } 0\text{t/年} \\
 &= 1.48\text{t/年} \geq \text{対象物質(第一種)の指定量 } 1\text{t/年}
 \end{aligned}$$

六価クロム化合物の年間取扱量は特定第一種指定化学物質の指定量(0.5t/年)、クロム及び三価クロム化合物の年間取扱量は指定量(1t/年)以上ですので、どちらの物質も届出の対象物質となります。

Step2 対象物質の反応による消費量、及び製造品としての搬出量の算出

六価クロム化合物は、この施設内ですべて消費されてクロム及び三価クロム化合物に変化しますので、その量はクロム及び三価クロム化合物の年間製造量と等しくなります。

$$\begin{aligned}
 & \text{六価クロム化合物のクロム及び三価クロム化合物への変換量(クロム換算)} \quad \text{kg/年} \\
 & = \text{クロム及び三価クロム化合物(クロム換算)の年間製造量} \quad 1.48\text{t/年} \times 1000\text{kg/t} \\
 & = 1480\text{kg/年}
 \end{aligned}$$

クロム及び三価クロム化合物の製造品としての搬出量は、被めっき物に析出した量となりますので、めっき時の電流や電気化学等量を用いて、次のように算出します。

$$\begin{aligned}
 & \text{クロム及び三価クロム化合物(クロム換算)の製造品としての搬出量} \quad \text{kg/年} \\
 & = \text{めっき時の電流} \quad 20\text{A} \times \text{めっきの時間} \quad 0.5\text{時/個} \times \text{電気化学等量} \quad 0.323\text{g/(A}\cdot\text{時)} \times \text{電流効率} \quad 13\% \times \text{めっき個数} \quad 2,500,000\text{個/年} \\
 & \quad \times 10^{-3} \text{ kg/g} \div 100 \\
 & = 1050\text{kg/年}
 \end{aligned}$$

Step3 対象物質の廃棄物に含まれる量の算出

六価クロム化合物を含む廃棄物は発生しないので、六価クロム化合物の廃棄物に含まれる量はゼロとします。

$$\begin{aligned}
 & \text{六価クロム化合物(クロム換算)の廃棄物に含まれる量} \quad \text{kg/年} \\
 & = 0\text{kg/年}
 \end{aligned}$$

クロム及び三価クロム化合物については、環境中への排出はほとんどなく、これを含む汚泥が発生しますので、汚泥に含まれる量を物質収支で算出します。

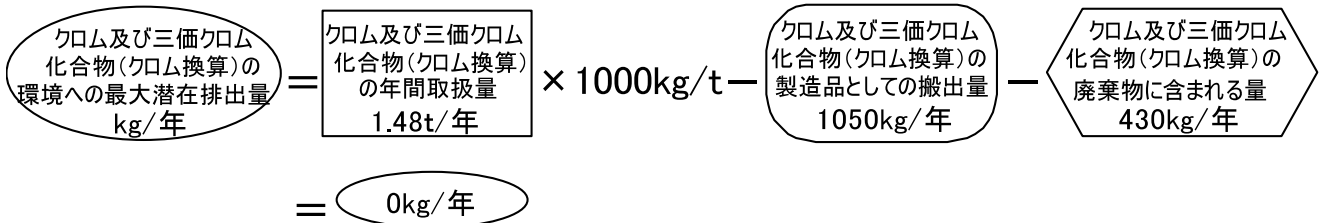
$$\begin{aligned}
 & \text{クロム及び三価クロム化合物(クロム換算)の廃棄物に含まれる量} \quad \text{kg/年} \\
 & = \text{クロム及び三価クロム化合物(クロム換算)の年間取扱量} \quad 1.48\text{t/年} \times 1000\text{kg/t} - \text{クロム及び三価クロム化合物(クロム換算)の製造品としての搬出量} \quad 1050\text{kg/年} \\
 & = 430\text{kg/年}
 \end{aligned}$$

Step4 対象物質の環境への最大潜在排出量の算出

六価クロム化合物は、すべてクロム及び三価クロム化合物に変換されますので、六価クロム化合物としての排出量、移動量はゼロとなります。(以下の算出手順は省略します。)

$$\begin{aligned}
 & \text{六価クロム化合物(クロム換算)の環境への最大潜在排出量} \quad \text{kg/年} \\
 & = \text{六価クロム化合物(クロム換算)の年間取扱量} \quad 1.48\text{t/年} \times 1000\text{kg/t} - \text{六価クロム化合物のクロム及び三価クロム化合物(クロム換算)への変換量} \quad 1480\text{kg/年} - \text{六価クロム化合物(クロム換算)の廃棄物に含まれる量} \quad 0\text{kg/年} \\
 & = 0\text{kg/年}
 \end{aligned}$$

クロム及び三価クロム化合物は、環境への排出はほとんどなく、製造品としての搬出量と廃棄物に含まれる量になると考えられます。(排出量はゼロですが、廃棄物としての移動があります。以下の算出手順は省略します。)



Step5 対象物質の排出量・移動量の集計

クロム及び三価クロム化合物 (単位 ; kg/年)

算出時の分類	届出の分類
	(排出量)
A 大気への排出量; <u>0</u>	→ a 大気への排出量; <u>0.0</u>
B 水域への排出量; <u>0</u>	→ b 公共用水域への排出量; <u>0.0</u>
C 土壌への排出量; <u>0</u>	→ c 当該事業所における土壌への排出量; <u>0.0</u>
D 廃棄物に含まれる量; <u>430</u>	→ d 当該事業所における埋立処分量; <u>0.0</u>
	(移動量)
	→ e 下水道への移動量; <u>0.0</u>
	→ f 当該事業所の外への移動量; <u>430</u>

六価クロム化合物 (単位 ; kg/年)

算出時の分類	届出の分類
	(排出量)
A 大気への排出量; <u>0</u>	→ a 大気への排出量; <u>0.0</u>
B 水域への排出量; <u>0</u>	→ b 公共用水域への排出量; <u>0.0</u>
C 土壌への排出量; <u>0</u>	→ c 当該事業所における土壌への排出量; <u>0.0</u>
D 廃棄物に含まれる量; <u>0</u>	→ d 当該事業所における埋立処分量; <u>0.0</u>
	(移動量)
	→ e 下水道への移動量; <u>0.0</u>
	→ f 当該事業所の外への移動量; <u>0.0</u>