

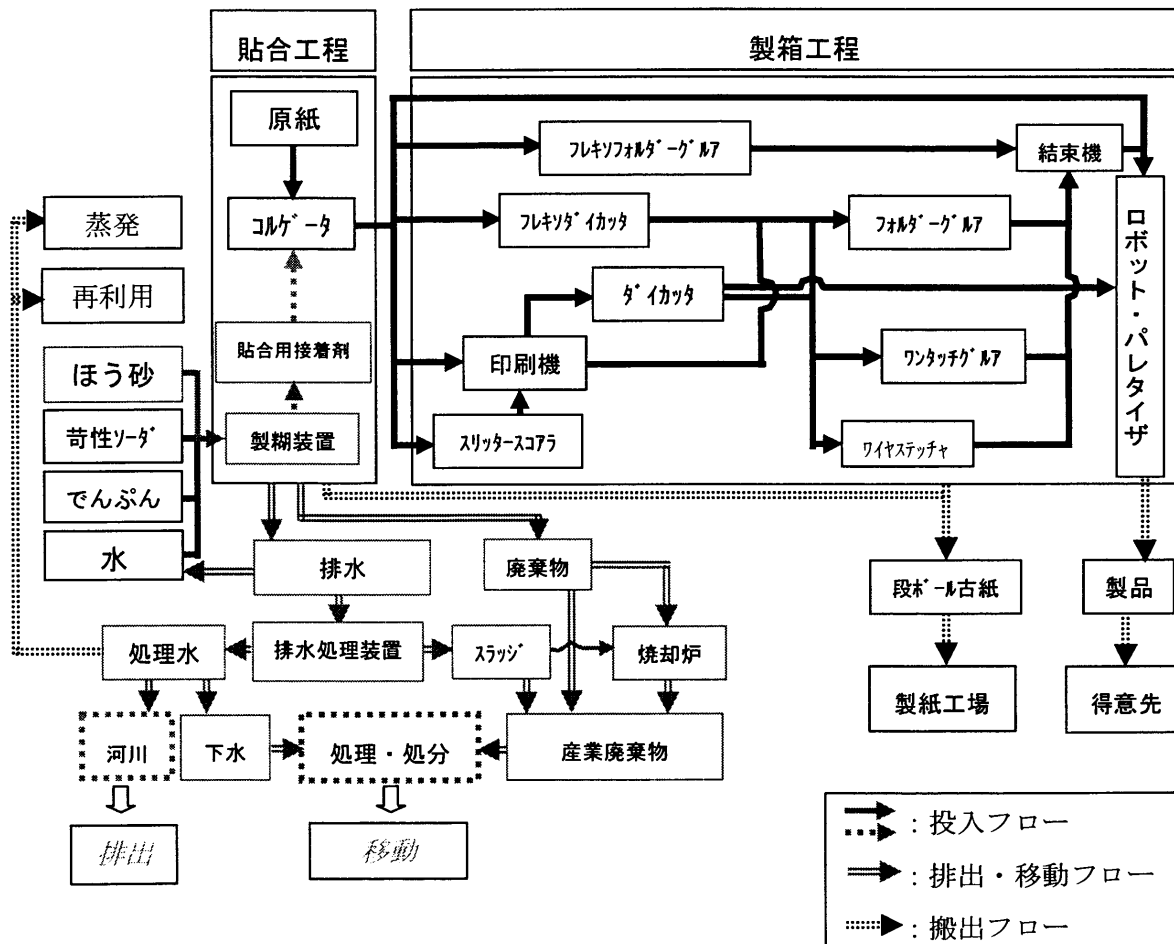
7. 代表的工程の算出手順と算出事例

1) ほう素及びその化合物

物質名	ほう素及びその化合物		
政令番号	304	製品名	ほう砂・ほう酸
用途	貼合用接着剤（主成分：でんぷん）の粘着性付与と粘度の安定化		

- ・製糊・貼合・排水処理工程における貼合用接着剤中のほう素の排出・移動のフローは図-6の通りで、排出量・移動量の算出は以下のような手順で行う。
- ・この工程で使用されるほう砂（ほう素及びその化合物）は、苛性ソーダと反応してメタほう酸ナトリウムになり、それとでんぷんが反応してほう酸塩エステルを生成する。なお、ほう砂の代わりにほう酸を使用する場合も、ほう酸と苛性ソーダが反応してほう砂を生成する。このように、ほう素は使用される過程で色々な化合物に変化するが、排出・移動量の算出に当ってはほう素分としてその量を把握する。
- ・ほう素は、取扱量と製品・古紙への搬出量との差が排水原水中に排出される。この排水原水は、処理されることによって排水（処理水）と廃棄物に分離されるが、算出に当っては排水（処理水）中のほう素の実測値を使用し、排水原水中に排出されるほう素量との差を廃棄物に含まれての移動量とする。

図-6 ほう素の排出・移動フロー



[算出手順]

年間取扱量

年間排出量又は移動量

$$\text{①ほう素の年間取扱量} = \text{ほう砂の年間取扱量} \times \text{ほう素含有率}$$



$$\begin{aligned} \text{②製品中のほう素量} &= \text{段ボール生産量} \times \text{貼合用接着剤塗布量} \\ &\quad \times \text{貼合用接着剤中のほう砂含有率} \times \text{ほう砂中のほう素含有率} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{③段ボール古紙中のほう素量} &= \text{段ボール古紙売却量} \div \text{平均坪量} \times \text{貼合用接着剤塗布量} \\ &\quad \times \text{貼合用接着剤中のほう砂含有率} \times \text{ほう砂中のほう素含有率} \end{aligned}$$



$$\text{④排水処理工程へ排出される排水原水（未処理水）中のほう素量} = \text{①} - (\text{②} + \text{③} + \text{⑦})$$



$$\text{⑤水域への排出量} = \text{排水処理工程から排出される排水中のほう素量} = \text{実測値} \times \text{排水量}$$



$$\text{⑥排水処理工程から排出される汚泥中のほう素量} = \text{④} - \text{⑤}$$



$$\begin{aligned} \text{⑦のりだま中のほう素量} &= \text{のりだま発生量} \times \text{固形分含有率} \times \text{稼働日数} \\ &\quad \times \text{貼合用接着剤中のほう砂含有率} \times \text{ほう砂中のほう素含有率} \end{aligned}$$



$$\text{⑧廃棄物に含まれての移動量} = \text{⑥} + \text{⑦}$$

表-7 排水処理方式によるほう素の排出量・移動量

排水処理方式	水域への排出量	廃棄物に含まれての移動量
a. 加圧浮上+フィルタープレス方式等	⑤（下水は移動量）	⑧
b. 濃縮・蒸発方式又は、蒸発方式	—	⑧
c. 回収再利用方式	—	⑦

[算出事例]

<算出のための設定条件>

注：赤字は業界平均・標準値

- ・段ボール生産量：49,000,000 m<sup>2</sup>/年 ・段ボール古紙売却量：3,000 t/年=3,000,000 kg/年
- ・平均坪量：647 g/m<sup>2</sup>=0.647 kg/m<sup>2</sup>
- ・ほう砂 (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>・10H<sub>2</sub>O) 年間取扱量：10,000 kg/年 ・ほう素含有率：11.3 %
- ・貼合用接着剤塗布量：9 g/m<sup>2</sup>=0.009 kg/m<sup>2</sup> ・貼合用接着剤中のほう砂含有率：2 %
- ・のりだま発生量：12 kg/日 ・のりだま中の固形分含有率：35 % ・稼働日数：20日×12ヵ月/年
- ・洗浄排水量：10 m<sup>3</sup>/日 ・排水処理設備：加圧浮上+フィルタープレス方式 ・排出先：河川
- ・排水処理後の排水中のほう素量 (実測値)：4.4 mg/l=0.0044 kg/m<sup>3</sup>

<算出結果>

$$\text{①ほう素の年間取扱量} = 10,000 \text{ kg/年} \times 0.113 = 1,130 \text{ kg/年}$$

(ほう砂の年間取扱量×ほう素含有率)



$$\text{②製品中のほう素量} = 49,000,000 \text{ m}^2/\text{年} \times 0.009 \text{ kg/m}^2 \times 0.02 \times 0.113 = 996.7 \text{ kg/年}$$

(段ボール生産量×接着剤塗布量×貼合用接着剤中のほう砂含有率×ほう砂中のほう素含有率)



$$\text{③段ボール古紙中のほう素量} = 3,000,000 \text{ kg/年} \div 0.647 \text{ kg/m}^2 \times 0.009 \text{ kg/m}^2 \times 0.02 \times 0.113 = 94.3 \text{ kg/年}$$

(段ボール古紙売却量÷坪量×接着剤塗布量×貼合用接着剤中のほう砂含有率×ほう砂中のほう素含有率)



$$\text{④排水処理工程へ排出される原水中のほう素量} = 1,130 - (996.7 + 94.3 + 2.3) = 36.7 \text{ kg/年}$$

{① - (②+③+⑦)}



$$\text{⑤水域への排出量} = \text{排水処理工程から河川へ排出される排水中のほう素量} = 0.0044 \text{ kg/m}^3 \times 10 \text{ m}^3/\text{日} \times 240 \text{ 日} = 10.6 \text{ kg/年}$$

{実測値×排水量(日量×稼働日数)}



$$\text{⑥排水処理工程から排出される汚泥中のほう素量} = 36.7 - 10.6 = 26.1 \text{ kg/年}$$

(④-⑤)



$$\text{⑦のりだま中のほう素量} = 12 \text{ kg/日} \times 0.35 \times 240 \text{ 日/年} \times 0.02 \times 0.113 = 2.3 \text{ kg/年}$$

(のりだま発生量×固形分含有率×稼働日数×貼合用接着剤中のほう砂含有率×ほう砂中のほう素含有率)



$$\text{⑧廃棄物に含まれての移動量} = 26.1 \text{ kg/年} + 2.3 \text{ kg/年} = 28.4 \text{ kg/年}$$

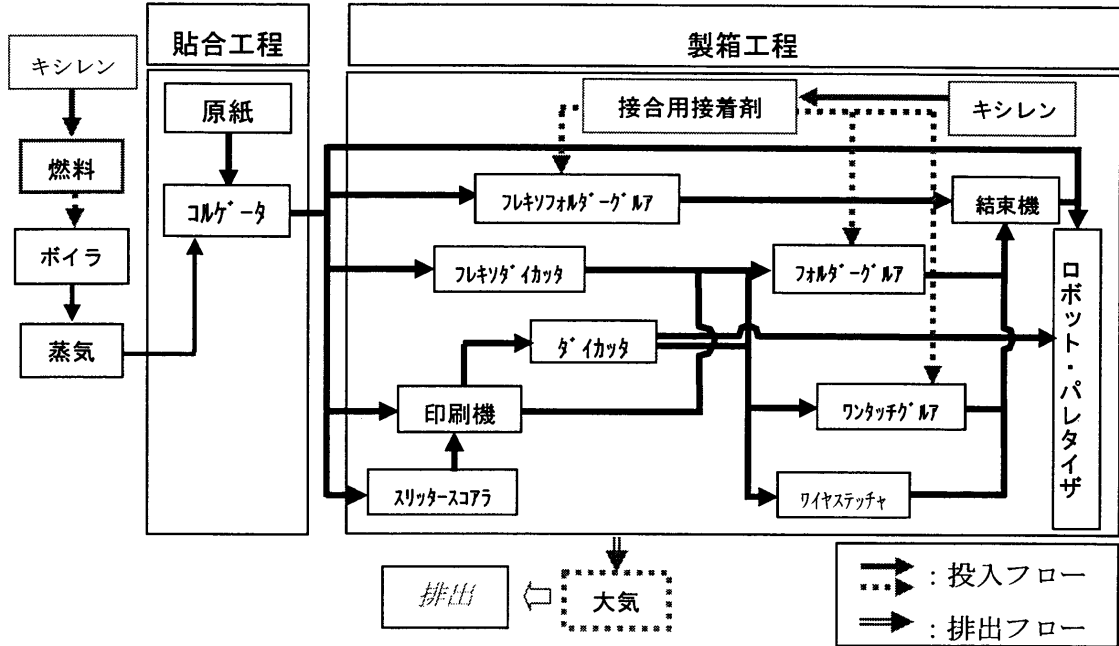
(⑥+⑦)

2) キシレン

物質名	キシレン		
政令番号	63	製品名	接合用接着剤（酢ビ系エマルジョン型接着剤）・灯油
用途	接合用接着剤（酢ビ系エマルジョン型接着剤）乾燥促進、灯油添加剤等		

・製箱工程におけるの接合用接着剤中のキシレン及びボイラ燃料の添加剤としてのキシレンの排出フローは下記の通りで、排出量の算出は次のような手順で行う。

図-7 キシレンの排出フロー



[算出手順]

$$\text{①キシレンの年間取扱量} = \text{灯油の年間取扱量} \times \text{密度} \times \text{キシレン含有率} \\ + \text{接合用接着剤の年間取扱量} \times \text{キシレン含有率}$$

注：灯油中に含まれるキシレンは、99.5%燃焼。接合用接着剤中のキシレンは乾燥過程で全量大気へ排出。

$$\text{②大気への排出量} = \text{灯油中キシレン含有量} \times \text{未分解率} + \text{接合用接着剤年間取扱量} \times \text{キシレン含有率}$$

[算出事例]

<算出のための設定条件>

灯油の年間取扱量：1,050 kl/年	灯油の平均密度：0.8 g/cm <sup>3</sup>
灯油中の平均キシレン含有率：1.1 %	燃焼装置におけるキシレン分解率：99.5%
灯油中のキシレン含有量：1,050 × 0.8 × 0.011 = 9.24 t/年 = 9,240* kg/年	
接合用接着剤の年間取扱量：22,000 kg/年	接合用接着剤中のキシレン含有率：5 %

<算出結果>

$$\text{①キシレンの年間取扱量} = 9,240^* + 22,000 \times 0.05 = 10,340 \text{ kg/年}$$

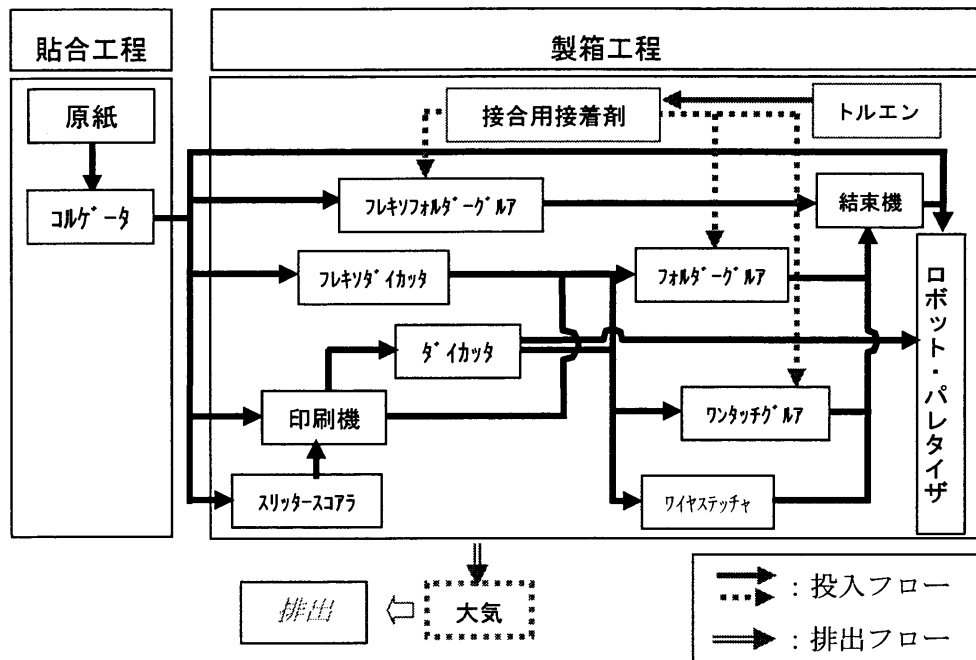
$$\text{②大気への排出量} = 9,240 \times 0.005 + 22,000 \text{ kg/年} \times 0.05 = 1,146 \text{ kg/年}$$

3) トルエン

物質名	トルエン		
政令番号	227	製品名	接合用接着剤（酢ビ系エマルジョン型接着剤）
用途	接合用接着剤（酢ビ系エマルジョン型接着剤）乾燥促進		

・製箱工程における接合用接着剤中のトルエンの排出フローは、2) 項キシレンに準ずる。

図-8 トルエンの排出フロー



[算出手順]

$$\text{①トルエンの年間取扱量} = \text{②大気への排出量} = \text{接合用接着剤の年間取扱量} \times \text{トルエン含有率}$$

[算出事例]

<算出のための設定条件>

接合用接着剤の年間取扱量	22,000 kg/年
接合用接着剤中のトルエン含有率	5 %

<算出結果>

$$\text{①トルエンの年間取扱量} = 22,000 \text{ kg/年} \times 0.05 = 1,100 \text{ kg/年}$$

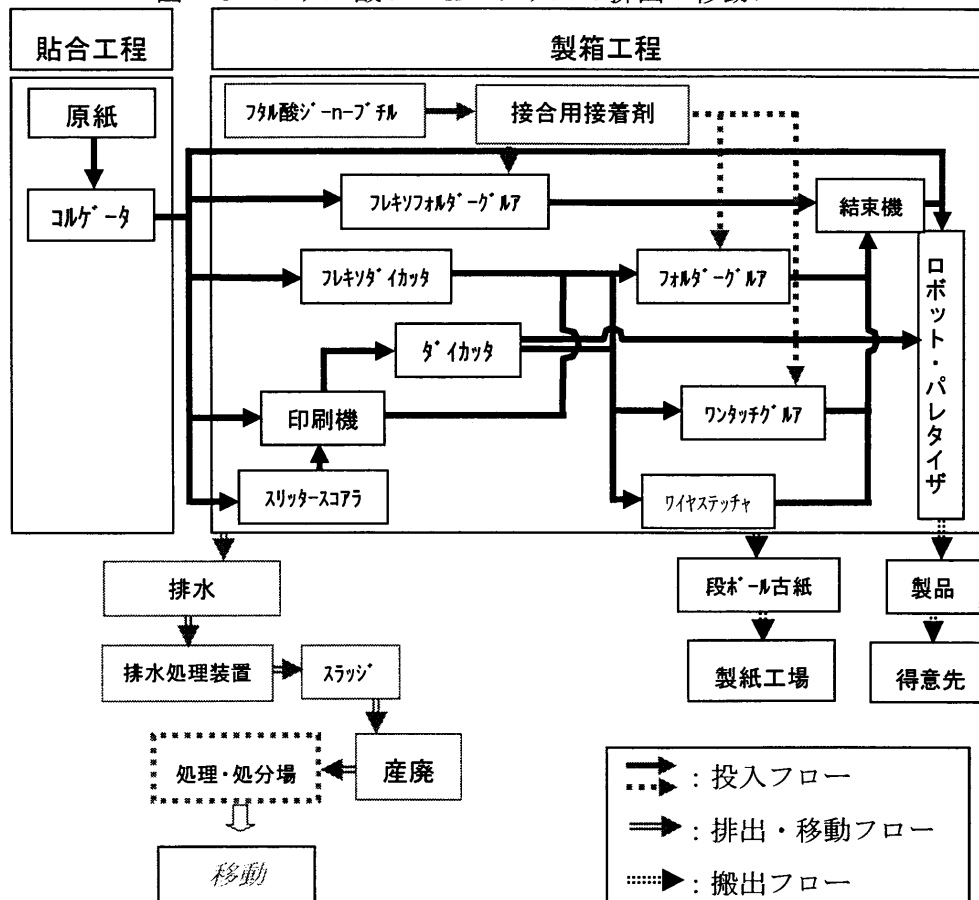
$$\text{②大気への排出量} = 22,000 \text{ kg/年} \times 0.05 = 1,100 \text{ kg/年}$$

4) フタル酸ジ-n-ブチル

物質名	フタル酸ジ-n-ブチル		
政令番号	270	製品名	接合用接着剤 (酢ビ系エマルジョン型接着剤)
用途	接合用接着剤 (酢ビ系エマルジョン型接着剤) 可塑剤		

・製箱・排水処理工程における接合用接着剤中のフタル酸ジ-n-ブチルの排出・移動フローは下記の通りで、移動量の算出を次のような手順で行う。

図-9 フタル酸ジ-n-ブチルの排出・移動フロー



[算出手順]

①フタル酸ジ-n-ブチルの年間取扱量＝接合用接着剤の年間取扱量×フタル酸ジ-n-ブチル含有率



②製品中のフタル酸ジ-n-ブチル量＝接合タイプ段ボール箱生産量×接合用接着剤塗布量  
×接合用接着剤中のフタル酸ジ-n-ブチル含有率



③段ボール古紙中のフタル酸ジ-n-ブチル量＝接合タイプ段ボール箱生産量×接合用接着剤塗布量  
製箱（接合タイプ）工程ロス率×接合用接着剤中のフタル酸ジ-n-ブチル含有率



④排水処理工程から排出される排水原水中のフタル酸ジ-n-ブチル量＝①－（②＋③）

※溶解度が非常に低い（0.003 g / 100 g）ので、排水（処理水）への排出量＝0とする。



⑤排水処理工程から排出される汚泥中のフタル酸ジ-n-ブチル量＝④



⑥廃棄物に含まれての移動量＝⑤

[算出事例]

<算出のための設定条件>

注：赤字は業界平均・標準値

接合タイプ段ボール箱生産量：17,859 千 $\text{m}^2$ /年 = 17,859,000  $\text{m}^2$ /年  
 接合タイプ段ボール製箱ロス率：1 %  
 接合用接着剤の年間取扱量：13,800 (kg/年)  
 接合用接着剤中のフタル酸ジ-n-ブチル含有率：7.3 %  
 接合用接着剤塗布量 (リタッチグールを含む接合タイプのみ)：0.75 g/ $\text{m}^2$  = 0.00075 kg/ $\text{m}^2$

<算出事例>

①フタル酸ジ-n-ブチルの年間取扱量 = 13,800 kg/年  $\times$  0.073 = 1,007.4 kg/年

(接合用接着剤の年間取扱量  $\times$  フタル酸ジ-n-ブチル含有率)



②製品中のフタル酸ジ-n-ブチル量 = 17,859,000  $\text{m}^2$ /年  $\times$  0.00075 kg/ $\text{m}^2$   $\times$  0.073 = 977.8 kg/年

(接合タイプ段ボール箱生産量  $\times$  接合用接着剤塗布量  $\times$  接合用接着剤中のフタル酸ジ-n-ブチル含有率)



③段ボール古紙中のフタル酸ジ-n-ブチル量  
 = 17,859,000  $\text{m}^2$ /年  $\times$  0.00075 kg/ $\text{m}^2$   $\times$  0.01  $\times$  0.073 = 9.8 kg/年

(接合タイプ段ボール箱生産量  $\times$  接合用接着剤塗布量  $\times$  製箱工程ロス率

$\times$  接合用接着剤中のフタル酸ジ-n-ブチル含有率)



④排水処理工程へ排出される原水中のフタル酸ジ-n-ブチル量  
 = 1007.4 - (977.8 + 9.8) = 19.8 kg/年

{① - (② + ③)}



⑤排水処理工程から排出される汚泥中のフタル酸ジ-n-ブチル量 = ④



⑥廃棄物に含まれての移動量 = ⑤ = 19.8 kg/年

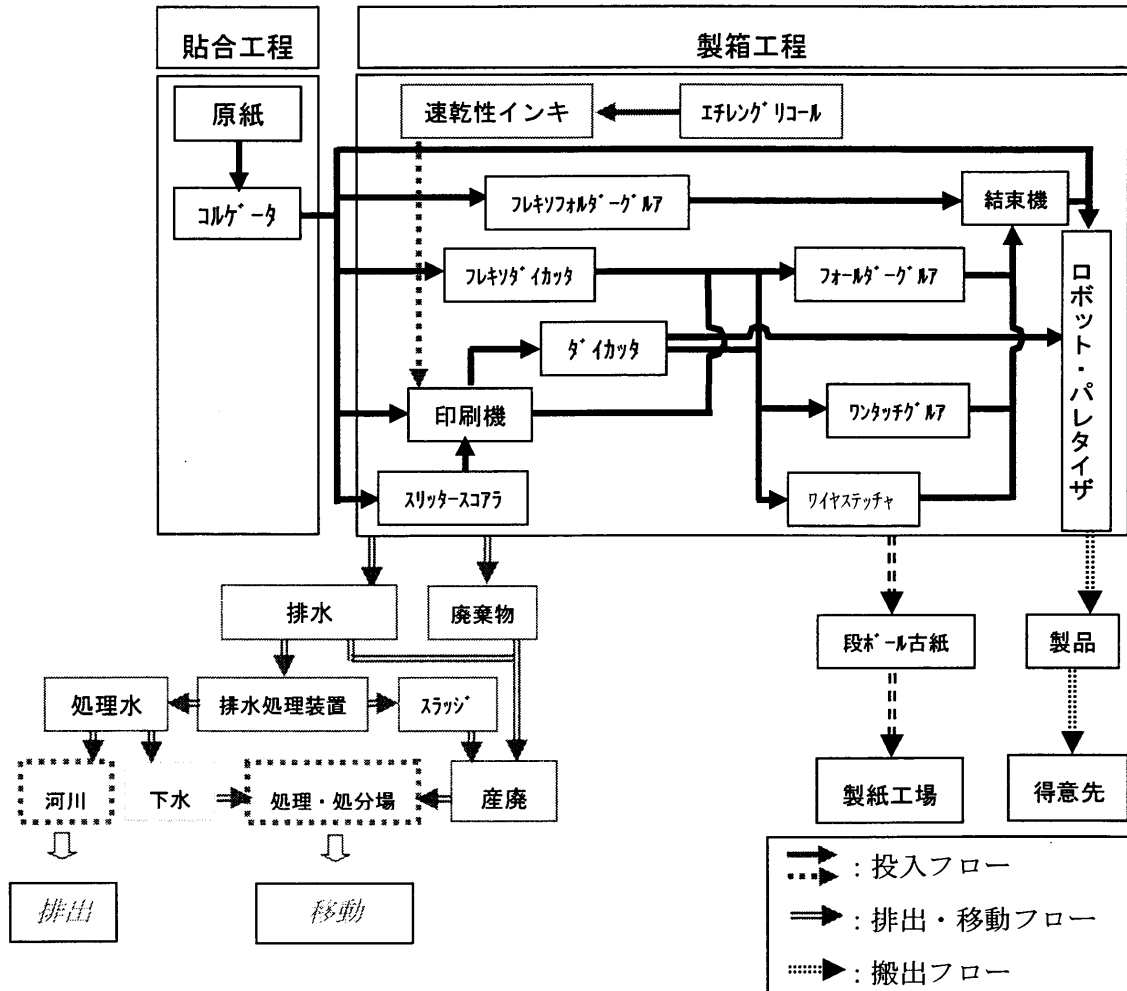


5) エチレングリコール

物質名	エチレングリコール		
政令番号	43	製品名	速乾性インキ
用途	速乾性インキ溶剤（ビヒクル）		

・製箱、排水処理工程における速乾性インキ中のエチレングリコールの排出・移動フローは下記の通りで、排出量・移動量の算出を次のような手順で行う。

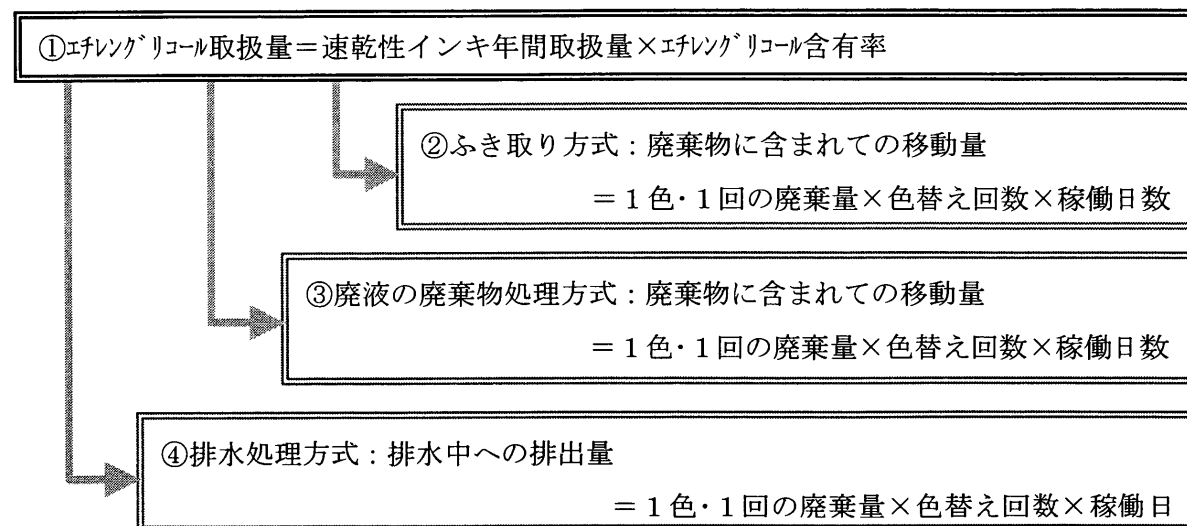
図-10 エチレングリコールの排出フロー



☆速乾性インキを使用する印刷機は、使用するインキの性状や機械仕様によってその洗浄方法・最終処理方法が異なるため、下記の(1)～(3)のような処理方式に分類される。

- (1) ふき取り方式：従来からあるロール転移又は吹き付けタイプの印刷機で行われる方式で、ウエス等でふき取ったあと、使用済みウエス等を産業廃棄物として処理する。
- (2) 廃液の産業廃棄物処理方式：色替え時の廃インキ及び洗浄廃液をドラム缶等に溜め、そのまま産業廃棄物として処理する。
- (3) 排水処理方式：水洗浄が可能な速乾性インキを使用し、通常の排水処理設備で処理後、排水と廃棄物に分離して処理する。3次処理として、活性汚泥で処理した場合は、水と炭酸ガスに分解されるため、排出量は0となる。

[算出手順]



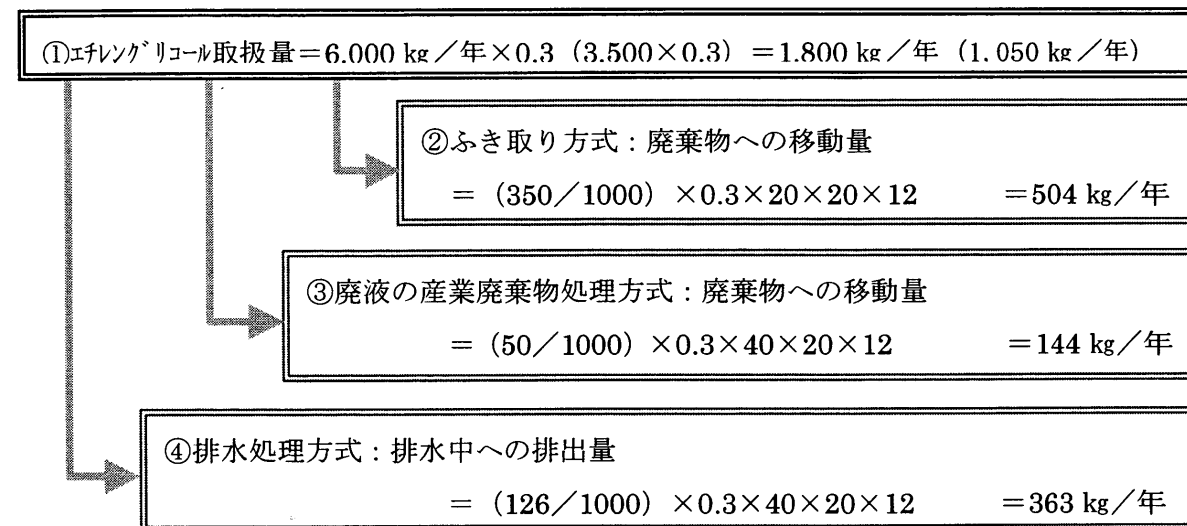
[算出事例]

<算出のための設定条件>

注：赤字は業界平均・標準値

- ・インキ取扱量：6,000 kg/年（ふき取りタイプ：3,500 kg/年）
- ・エチレングリコールの含有率：30 %
- ・1色当たりのインキ廃棄量：②350 g/回、③50 g/回、④126 g/回
- ・色替え回数：40回/日（ふき取りタイプ：20回/日）
- ・稼働日数：20日 × 12ヶ月 = 240日/年

<算出結果>



注：④において3次処理として活性汚泥処理方式で処理した場合は、分解されるので排出量=0とする。なお、活性汚泥処理しない場合、殆どのエチレングリコールは排水中に排出されるが、脱水された廃棄物中の残留水分と共に移動するものも若干ある。この量の測定が困難なことから、その量が全排出量の数%以下と推定されるので、本算出式においては廃棄物への移動量は考慮せずに、全量排水へ排出されたものとした。

6) ダイオキシン類

物質名	ダイオキシン類	
政令番号	179	
用途等	焼却炉からの非意図的生成物（排ガス・焼却灰等）	

[算出手順]

①排ガス中のダイオキシン類年間排出量 = 排出ガス量<sup>\*</sup> × 排ガス測定結果 × 稼働時間 × 稼働日数

②焼却灰中のダイオキシン類年間移動量 = 焼却灰排出量 × 焼却灰測定結果

[算出事例]

<算出のための設定条件>

排出ガス量	1,180 Nm <sup>3</sup> /h
排ガス測定結果 (排ガス中のダイオキシン類)	2.0 ng-TEQ/Nm <sup>3</sup> = 2.0 × 10 <sup>-6</sup> mg-TEQ/Nm <sup>3</sup>
稼働時間	8 h/日
稼働日数 (日/月) × 12ヶ月	240 日 /年
焼却灰排出量	21 t/年 = 21 × 10 <sup>6</sup> g/年
焼却灰測定結果	1.1 ng-TEQ/g = 1.1 × 10 <sup>-6</sup> mg-TEQ/g

※TEQ：各種のダイオキシン類が混在しているので、これらダイオキシン類の量を2・3・7・8・4塩化ジベンゾ・パラ・ジオキシンの毒性に換算したもの。

<算出結果>

①排ガス中のダイオキシン類年間排出量 = 1,180 × 2.0 × 10<sup>-6</sup> × 8 × 240 = 4.53 mg-TEQ/年

②焼却灰中のダイオキシン類年間移動量 = 21 × 10<sup>6</sup> × 1.1 × 10<sup>-6</sup> = 23.1 mg-TEQ/年

## 今後の取り組み

P R T R マニュアルの説明会を3月中に全国4ブロック（東部、中部、西部、南部）で実施すると共に、今後とも継続して化学物質の管理と排出量等の削減努力の必要性を啓発して行く。

また、段ボール業界における第一種指定化学物はほとんどの場合、段ボール箱製造に必要な購入資材中に含まれているので、性能面等を踏まえながら購入先との共同又は各社独自の研究開発により、他の代替物質への転換を図っていく。