

プラスチック類焼却実績に関するアンケート調査結果

－塩化ビニルの焼却処理に伴う社会的費用の評価に関する研究－

四阿秀雄 及川 智 辰市祐久 占部武生 岩崎好陽

要 旨

平成13年度に開始した「塩化ビニルの焼却処理に伴う社会的費用に関する研究」の一環として、平成13年、全国の都市ごみ焼却炉を対象にプラスチック類の分別方法、焼却量、塩化水素濃度、排ガス・灰処理薬剤使用量及び経費等の実績についてアンケート調査を行った。発送件数640（全連338、准連302）に対し、422（全連253、準連169）の回答が得られた（回収率65.9%）。

プラスチック類を分別収集している施設割合は、全連46%、准連37%であった。プラスチック類を焼却処理（分別・破碎後焼却を含む）している施設は、全連70%、准連72%であった。排ガス処理方式は乾式法が主流で、全連で63%、准連で94%に達している。排ガス処理薬剤の消石灰は平均単価が苛性ソーダよりも1.6倍高く、使用量原単位は施設によって5kg未満/ごみtから100kg超/ごみtの差違があった。飛灰の処理は全連・准連とも約9割の施設で行われ、主にキレート剤添加又はセメント固化が採用されている。一方、焼却主灰は加湿又は水冷のみが8割、キレート剤等添加は1割強、熔融固化は5%程度であった。セメント・キレート剤の使用原単位も施設による差が非常に大きい。排ガス・排水・灰処理薬剤の焼却量当たり平均経費は、全連でそれぞれ、370円、55円、298円であった。

キーワード：都市ごみ焼却炉、分別収集、塩化ビニル、プラスチック焼却、処理薬剤経費

1 はじめに

昭和47年に出された東京都清掃審議会の「適正処理困難物に係る指定」の答申では、電化製品や廃タイヤ等と並んで、プラスチック製品がリストアップされていた。今日、プラスチックは日常生活に欠かせない身近な存在となり、プラスチックであることをもって適正処理困難物とされることはない。今日のプラスチック処理の課題は、資源化・リサイクルにあたっての焼却処理と廃熱利用（サーマルリサイクル）の位置づけ、塩化ビニル類の影響である。

プラスチック類を焼却不適ごみとして分別処理している自治体は現在も少なくない。プラスチック焼却に伴う炉・ボイラー設備等への影響と有害ガス発生の問題が解決されれば、プラスチックごみを焼却・熱回収する技術は埋立地の延命化とごみ処理経費を削減する

選択肢として有力なものとなる。

また、都市ごみ焼却施設における排ガス、焼却灰の処理については、その設備費だけでなく、ランニングコストの負担が増大し続けており、これらの経費を削減するための技術改善とともに、焼却対象物・分別方法の見直しが必要であり、さらには、適正処理困難性を排除した製品への代替を求めなければならないといえよう。

本アンケート調査は、平成13年度に開始した「塩化ビニルの焼却処理に伴う社会的費用に関する研究」の一環として行ったもので、全国の都市ごみ焼却炉を対象に、プラスチック類の分別方法、焼却量、塩化水素濃度、排ガス・灰処理薬剤使用量及び経費実績等について調査した。

2 調査方法

(1) 調査対象施設

全国の廃棄物焼却施設（全連続燃焼式、准連続燃焼式）を対象とし、施設毎にアンケート調査票を送付した。また、安定した稼働実績について調べるため、平成12年度末現在で2年以上の稼働実績がある施設を抽出した。さらに、竣工年度が異なる複数の炉がある場合など、施設構成が複雑な施設については事前に調査対象から除外した。

ごみ焼却施設台帳（廃棄物研究財団）（全連：平成10年度版、准連：平成8年度版）から、上記条件で計831施設（全連471、准連360）から約7～8割のカバー率となる640施設（全連338、准連302）を抽出し、調査対象とした。

(2) 調査項目

研究の目的に沿って、次の事項を調査項目とした。

ア プラスチック焼却の状況

- ① プラスチック類の分別方法・焼却の状況
- ② ごみの物理組成、塩化ビニル含有量調査の有無、発熱量
- ③ 塩化水素濃度の設計値、実績値

イ 環境対策とその経費

- ④ 排ガス・焼却灰・飛灰の処理方法
- ⑤ 排ガス・排水・焼却灰・飛灰の処理に係る薬品の種類、使用量、経費
- ⑥ 排ガス腐食対策
- ⑦ 廃プラ焼却に伴う問題、対策経費を削減する方法についての自由意見

(3) データの集計・解析

Microsoft Accessに入力・データベース化し、Microsoft Excelを用いて集計・解析を行った。

3 アンケート調査の実施

(1) アンケート調査内容及び調査期間

平成13年10月中旬発送、11月15日回答期限

(2) 回収状況

発送件数640（全連338、准連302）に対し、422件（全連253、准連169）の回答が回収できた（回収率65.9%）。ただし、回答の中には調査時点で休止・廃止されていた施設があり、これらを除く有効回答数は397件（全連241、准連156）となった（表1）。

表1 アンケート発送数と回収率

| 区分 | 台帳登録数 (A) | 発送数 (B) | カバー率 (B/A) | 回答数 (C) | 回収率 (C/B) | 有効回答 (C-D) |
|--------|-----------|---------|------------|---------|-----------|------------|
| 全連続焼却炉 | 471 | 338 | 71.8% | 253 | 74.9% | 241 |
| 准連続焼却炉 | 360 | 302 | 83.9% | 169 | 56.0% | 156 |
| 計 | 831 | 640 | 77.0% | 422 | 65.9% | 397 |

4 アンケート調査の集計結果

アンケートで得られた回答について、項目別に集計結果を示す。

(1) プラスチック類の分別及び処理・処分方法

プラスチック類の分別収集及び焼却処理の方法についての集計結果を表2a、表2bに示す（容器リサイクル法による分別は集計から除外した）。プラスチックの分別、焼却処理の施設状況は、①プラスチック類を分別収集：全連45.7%、准連36.5%、②プラスチック類を分別収集後、最終的に埋立処分：全連30.1%、准連28.5%、③プラスチック類を分別せず、焼却等処理：全連54.3%、准連63.5%、④プラスチック類を最終的に焼却処理：全連69.9%、准連71.5%であった。

表2a プラスチック類の分別と処理方法（全連）

| プラスチック類の分別状況 | 分別収集 100 (45.7%) | | | 分別なし 119 (54.3%) | | 分別収集 その他 (RDF 化・油化) |
|--------------|---------------------|------|-----------------|---------------------|-----|------------------------------|
| | 直接埋立* | 破碎処理 | | 焼却 | 溶融等 | |
| 処理・処分方法 | | 埋立* | 焼却 | | | |
| 回答施設数 | 27 | 39 | 34 | 116 | 3 | 3 |
| プラスチック類の処理 | 埋立 66 (30.1%) | | 焼却等 153 (69.9%) | | | |
| 合計施設数 | 219 | | | | | |

*一部焼却を含む

表2b プラスチック類の分別と処理方法（准連）

| プラスチック類の分別状況 | 分別収集 50 (36.5%) | | | 分別なし 87 (63.5%) | | 分別収集 その他 (RDF 化・油化) |
|--------------|--------------------|------|----------------|--------------------|-----|------------------------------|
| | 直接埋立* | 破碎処理 | | 焼却 | 溶融等 | |
| 処理・処分方法 | | 埋立* | 焼却 | | | |
| 回答施設数 | 17 | 22 | 11 | 85 | 2 | 2 |
| プラスチック類の処理 | 埋立 39 (28.5%) | | 焼却等 98 (71.5%) | | | |
| 合計施設数 | 137 | | | | | |

*一部焼却を含む

(2) 焼却ごみの中のプラスチック組成等

焼却ごみ中のプラスチックの平均組成は、湿ベースで全連14.3%、准連17.8%、乾ベースで全連17.9%、准連19.7%、揮発性塩素濃度は全連0.37%、准連0.6%であった(表3)。

表3 廃プラ組成・揮発性塩素濃度

| プラスチック(湿ベース) (%) | | |
|------------------|------|------|
| | 全連 | 准連 |
| 回答数(n) | 105 | 27 |
| 平均 | 14.3 | 17.8 |
| 最大 | 29.8 | 35.2 |
| 最小 | 5.4 | 5.0 |
| 標準偏差 | 5.8 | 7.1 |

| プラスチック(乾ベース) (%) | | |
|------------------|------|------|
| | 全連 | 准連 |
| 回答数(n) | 198 | 128 |
| 平均 | 17.9 | 19.7 |
| 最大 | 38.8 | 51.0 |
| 最小 | 0.77 | 0.0 |
| 標準偏差 | 6.41 | 7.9 |

| 揮発性塩素割合 (%) | | |
|-------------|-------|-----|
| | 全連 | 准連 |
| 回答数(n) | 100 | 18 |
| 平均 | 0.37 | 0.6 |
| 最大 | 1.5 | 1.6 |
| 最小 | 0.03 | 0.0 |
| 標準偏差 | 0.295 | 0.4 |

(3) 塩化ビニル含有量調査

焼却するごみ中の塩化ビニルの混入率の調査実施例は少なく、全連、准連ともに全体の1割未満であった。塩化ビニル混入率の測定値は、0.02-0.91%の範囲であった(表4)。

表4 塩ビ調査の実施状況・塩ビ含有率

| (%) | | |
|--------|------|----|
| | 全連 | 准連 |
| 回答数(n) | 21 | 0 |
| 平均 | 0.32 | - |
| 最大 | 0.91 | - |
| 最小 | 0.02 | - |
| 標準偏差 | 0.29 | - |

(4) 焼却施設のプロフィール

回答のあった焼却施設の竣工年度、炉形式、定格能力は表5のとおりである。竣工が1979年以前の施設

は全連17.5%、准連4.3%となっている。一方、1990年以降に竣工した施設は、全連45.7%、准連53.9%と約半数を占める。炉形式は、全連がストーカ83.8%、流動床13.8%、その他2.1%であるのに対し、准連はストーカ62.2%、流動床37.2%、その他0.7%と流動床炉の割合が高い。定格能力の平均は、全連363.5トン/日、准連92.8トン/日であった。

表5 焼却施設のプロファイル

| 表5a 竣工年度 (施設数) | | |
|----------------|-----|-----|
| | 全連 | 准連 |
| 無回答 | 6 | 14 |
| 回答 | 234 | 141 |
| 1990-1999 | 107 | 76 |
| 1980-1989 | 86 | 59 |
| 1970-1979 | 39 | 5 |
| 1960-1969 | 2 | 1 |

| 表5b 炉形式 (施設数) | | |
|---------------|-----|-----|
| | 全連 | 准連 |
| 無回答 | 0 | 7 |
| 回答 | 240 | 148 |
| ストーカ | 201 | 92 |
| 流動床 | 33 | 55 |
| 回転ストーカ | 2 | 0 |
| ガス化熔融炉 | 3 | 0 |
| その他 | 1 | 1 |

| 表5c 定格能力 (施設数) | | |
|----------------|-------|------|
| | 全連 | 准連 |
| 無回答 | 0 | 5 |
| 回答 | 240 | 150 |
| 1000t/d以上 | 5 | 0 |
| 1000 - 600 | 43 | 0 |
| 600 - 300 | 87 | 0 |
| 300 - 150 | 85 | 17 |
| 150t/d未満 | 20 | 133 |
| 最大(t/d) | 1800 | 240 |
| 最小(t/d) | 75 | 20 |
| 平均(t/d) | 363.5 | 92.8 |

(5) 焼却実績量とごみ発熱量

年間の焼却実績量とごみ発熱量を表6に示す。個別施設での最大実績焼却量は、全連464,798トン/年に対し准連は47,056トン/年と約1/10であったが、平均実

績焼却量は、全連87,502トン/日に対し准連は19,503トン/日と約1/4の規模となっている。しかし、年間焼却実績量の合計は、全連2,065万トンに対し准連275万トンであり、全連焼却炉が合計焼却量2,340万トンの9割近くを占めている。

焼却ごみの低位発熱量平均値は、全連で2,058kcal/kg、准連で2,253kcal/kgといずれも2,000kcal/kgを超えている。しかし、1,600kcal/kg未満の発熱量も少なからず見られる。なお、3,000kcal/kg以上の高い数値は、プラスチックリッチな分別ごみと考えられる。

表 6 a 年間焼却実績 (t/年)

| (施設数) | | |
|---------|------------|-----------|
| | 全連 | 准連 |
| 無回答 | 4 | 15 |
| 回答 | 236 | 140 |
| 30万t以上 | 3 | 0 |
| 30-18 | 15 | 0 |
| 18-9 | 64 | 0 |
| 9-4.5 | 88 | 3 |
| 4.5-2.4 | 53 | 43 |
| 2.4万t未満 | 13 | 94 |
| 合計 | 20,650,514 | 2,749,935 |
| 最大 | 464,798 | 47,056 |
| 最小 | 12,041 | 1,027 |
| 平均 | 87,502 | 19,503 |

表 6 b 低位発熱量実績 (kcal/kg)

| (施設数) | | |
|-----------|-------|-------|
| | 全連 | 准連 |
| 無回答 | 19 | 40 |
| 回答 | 221 | 115 |
| 3000以上 | 1 | 12 |
| 3000-2500 | 19 | 2 |
| 2500-2100 | 82 | 20 |
| 2100-1800 | 69 | 25 |
| 1800-1600 | 31 | 21 |
| 1600未満 | 19 | 35 |
| 最大 | 4,500 | 8,305 |
| 最小 | 1,250 | 1,045 |
| 平均 | 2,058 | 2,253 |
| 標準偏差 | 365 | 1,500 |

(6) 塩化水素処理方法と集じん方式

塩化水素（及びいおう酸化物）を除去するための処理薬剤の種類について、表 7 a に示すような回答が得られた。また、表 7 b から、塩化水素除去の主流は乾式法であり、全連で63%、准連で94%を占めている。

また、乾式法は全連では消石灰噴射が大半を占めるが、准連では炭酸カルシウム炉内噴射も1割強行われている。全湿式は全連では約2割の施設で採用されているが、准連では3施設（2%）にすぎない。集じん方式は表 7 c に示すように、電気集じん機（EP）とバグフィルターが全連、准連ともに同程度の数となっており、バグフィルターの普及が進んでいる。

表 7 a 塩化水素処理薬剤

| (施設数) | | |
|--------------|-----|-----|
| | 全連 | 准連 |
| 無回答 | 0 | 7 |
| 回答 | 240 | 148 |
| 消石灰(活性炭入り含む) | 188 | 128 |
| ドロマイト等 | 0 | 3 |
| 炭酸カルシウム | 5 | 9 |
| 生石灰 | 3 | 0 |
| 苛性ソーダ | 37 | 6 |
| なし | 7 | 2 |

表 7 b 排ガス処理方式

| (施設数) | | |
|--------------|-----|-----|
| | 全連 | 准連 |
| 無回答 | 5 | 15 |
| 回答 | 235 | 140 |
| 全乾式a | 143 | 113 |
| 全乾式b(炉内噴射等) | 5 | 19 |
| 全湿式(NaOH) | 38 | |
| 全湿式(消石灰スラリー) | 1 | 3 |
| 全乾式+全湿式 | 20 | 0 |
| 半乾式 | 23 | 4 |
| 固定層(CaO) | 2 | 0 |
| なし(不使用、水噴射) | 3 | 1 |

表 7 c 集じん方式

| (施設数) | | |
|---------|-----|-----|
| | 全連 | 准連 |
| 無回答 | 3 | 5 |
| 回答 | 237 | 150 |
| EP | 103 | 68 |
| EP+バグ | 13 | 0 |
| バグフィルター | 120 | 77 |
| EP+機械式 | 1 | 0 |
| その他 | 0 | 5 |

(7) 塩化水素濃度

排出濃度実績に加えて、排ガス処理の設計値、住民協定値、処理前濃度実績値について訊ねた（表 8、図

1)。設計値と協定値はほぼ同じで、大気汚染防止法規制基準の430ppm (O₂ 12%換算値, 以下同じ) から10-25ppmまでであった。排出値は最大で430ppmの回答があるものの、平均値では全連67ppm、准連105ppmと排出基準の1/6~1/4となっている。一方、処理前濃度の測定例については全連での回答数が59施設あった。これによれば、430ppmを超過する施設は2割以下で、平均では300ppm程度となっている。

表 8 a 塩化水素濃度分布 (全連)

| (ppm) | 設計値 | 協定値 | 処理前値 | 処理後値 |
|---------|-----|-----|------|------|
| 600以上 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 600-500 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| 500-430 | 0 | 0 | 6 | 0 |
| 430-300 | 26 | 28 | 16 | 7 |
| 300-150 | 43 | 23 | 20 | 28 |
| 150-80 | 21 | 17 | 10 | 26 |
| 80-50 | 43 | 18 | 1 | 24 |
| 50-20 | 52 | 31 | 0 | 50 |
| 20-10 | 18 | 13 | 0 | 29 |
| 10未満 | 0 | 0 | 0 | 57 |

表 8 b 塩化水素濃度分布 (准連)

| (ppm) | 設計値 | 協定値 | 処理後値 |
|---------|-----|-----|------|
| 600以上 | 0 | 0 | 0 |
| 600-500 | 0 | 0 | 0 |
| 500-430 | 0 | 0 | 0 |
| 430-300 | 40 | 16 | 7 |
| 300-150 | 47 | 20 | 23 |
| 150-80 | 13 | 7 | 26 |
| 80-50 | 8 | 3 | 12 |
| 50-20 | 2 | 2 | 27 |
| 20-10 | 1 | 0 | 8 |
| 10未満 | 0 | 0 | 12 |

(8) 塩化水素処理薬剤

塩化水素、いおう酸化物の除去・低減に使用する薬剤の種類毎の、購入単価、使用原単位 (焼却ごみトン当たりの使用量)、年間使用量を表9に示す。同種類の薬剤でもかなりの単価のばらつきがあるが、消石灰の方が苛性ソーダより平均単価が1.6倍高い現状となっている。消石灰については、ダイオキシン類対策としての活性炭入りのものや、反応効率改善のための添加剤入りのものが使用されているが、表9ではこれらの消石灰は区分してある。消石灰の使用原単位は施設により大きな差異があり、20kg/t以下の施設が大半であるが100kg/t以上を使用する施設も見られ、一方

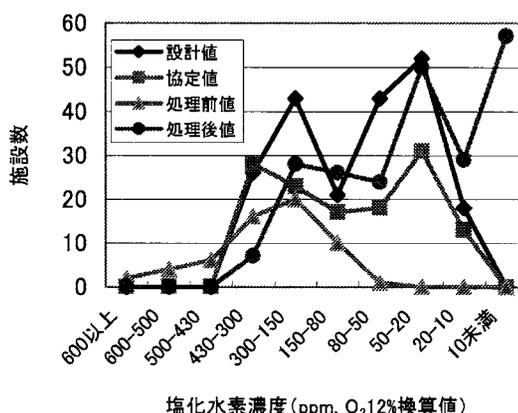


図 1 a 塩化水素濃度分布 (全連)

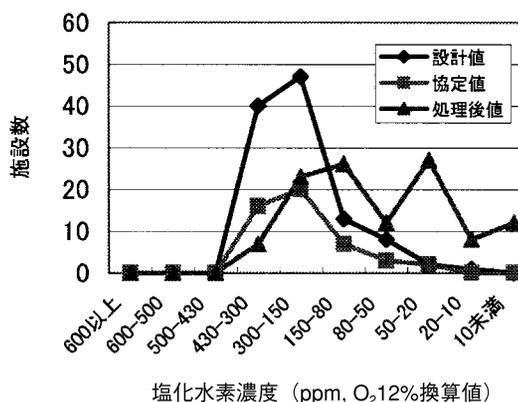


図 1 b 塩化水素濃度分布 (全連)

では5 kg/t未満の施設も少なからずある。このため、施設当たりの薬剤年間使用量にも焼却施設規模の違い以上の差異が生じている (図2)。

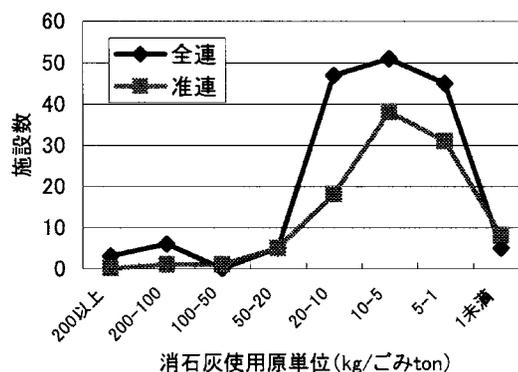


図 2 消石灰使用原単位分布

表9 a 塩化水素処理薬剤購入単価 (円/kg (L))

| 区分 | 全連 | | | | | 准連 |
|-----|------|---------|---------|------|-------|------|
| | 消石灰 | 消石灰(AC) | 炭酸カルシウム | 生石灰 | 苛性ソーダ | 消石灰 |
| 施設数 | 174 | 6 | 4 | 3 | 37 | 132 |
| 最大 | 102 | 66.1 | 12 | 29.7 | 53 | 180 |
| 最小 | 6.6 | 20 | 9.6 | 26.3 | 7.7 | 8.5 |
| 平均 | 28.3 | 43.7 | 10.4 | 27.8 | 17.9 | 42.1 |

表9 b 塩化水素処理薬剤使用原単位 (kg/ごみt)

| 区分 | 全連 | | | | | 准連 |
|-----|------|---------|---------|------|-------|------|
| | 消石灰 | 消石灰(AC) | 炭酸カルシウム | 生石灰 | 苛性ソーダ | 消石灰 |
| 施設数 | 162 | 6 | 4 | 3 | 37 | 102 |
| 最大 | 375 | 11.4 | 2.9 | 24.5 | 49 | 123 |
| 最小 | 0.02 | 6.8 | 1.6 | 11.8 | 2 | 0.06 |
| 平均 | 17.7 | 8.7 | 2.2 | 18.2 | 9.8 | 8.9 |

表9 c 塩化水素処理薬剤年間使用量 (ton/年)

| 区分 | 全連 | | | | | 准連 |
|-----|------|---------|---------|------|-------|------|
| | 消石灰 | 消石灰(AC) | 炭酸カルシウム | 生石灰 | 苛性ソーダ | 消石灰 |
| 施設数 | 175 | 6 | 4 | 3 | 37 | 123 |
| 最大 | 6463 | 760 | 809 | 3607 | 2638 | 3534 |
| 最小 | 3 | 100 | 80 | 375 | 35 | 3 |
| 平均 | 707 | 389 | 286 | 1794 | 923 | 173 |

* 消石灰(AC)=活性炭入り消石灰

(9) ダイオキシン対策

排ガスのダイオキシン類対策の実施について表10の回答が得られた。当初から排出基準を満足し、対策不要と回答した施設は全連、准連とも3割程度である。なお、廃止・建替え予定施設数が少ないのは平成12年度焼却実績のない施設を除外したことによる。

表10 ダイオキシン類対策

| | 全連 | 准連 |
|-----------------|-----|-----|
| 施設数 | 234 | 146 |
| 対策不要(当初から基準クリア) | 76 | 41 |
| 実施(予定含む) | 147 | 88 |
| 廃止・建替え予定 | 7 | 11 |
| その他 | 4 | 6 |

(10) 腐食対策

塩化水素等の腐食性ガスに対する設備仕様上の措置の有無についての回答を表11aに、設備箇所毎の対策

表11 a 設備仕様の腐食対策

| | 全連 | 准連 |
|--------|-----|-----|
| 施設数 | 228 | 138 |
| 特別措置なし | 176 | 120 |
| 特別対策あり | 53 | 18 |

例を表11bに示す。なお、特別措置なしとした回答であっても、表11bのような対策は標準仕様として行われている可能性が高い。

表11 b 設備の腐食対策例

| 場所 | 対策内容 |
|-------|--|
| 耐火レンガ | SiC採用 樹脂コーティング 耐食性キャスト クリンカーライナー |
| ボイラ水管 | 上部水冷壁キャストを耐火タイルへ キャスト打設 自溶合金溶射、プラズマ溶射加工 耐火物被覆、フェーププロテクタ取付、保護金属肉厚化 CO濃度管理 蒸気温度300℃以下 |
| 排ガス設備 | 混合部にSTEN-1, SUS316L, チタンTTH340W等 洗浄部にゴムライニング等 |
| 煙突・煙道 | 耐硫酸露点腐食鋼ステン等 煙突頂部にFRP, SUS316L |

(11) 飛灰・焼却灰の処理

飛灰及び焼却灰の処理方法についての回答を表12、図3に示す。全連、准連とも飛灰処理は約9割の施設で行われ、その9割はキレート剤添加又はセメント固化、あるいは両方を組み合わせた処理方法で占め、その他に、排ガス中和、その他の処理剤添加、溶融固化が採用されている。焼却灰(主灰)の冷却方法は、灰押出装置と灰冷却水槽で9割を占めており、全連では灰押出装置が、准連では灰冷却水槽方式が主流となっている。焼却灰の処理方法は、加湿又は水冷のみの施設が約8割であり、キレート剤を添加している施設は全連14%、准連12%、また、溶融固化を行っている施設は5%程度である。

また、灰処理に使用されるセメント、キレート剤の購入単価と使用原単位について、全連施設における回答を表13に示す。セメント購入単価は6.6~19円/kg(平均10円/kg)、キレート剤は37~1312円/kg(平均325円/kg)となっている。一方、使用原単位(飛灰)についてみると、セメントは0.03~421kg/灰t(平均93kg/t)、キレート剤は0.3~94kg/灰t(平均26kg/灰t)と施設による差が大きい。

(12) 環境施設の運転に係る薬剤費

排ガス処理、排水処理、飛灰処理に係る経費について、炉形式別に焼却ごみ量当たりの経費として比較し

表12 a 飛灰処理方式 (施設数)

| 飛灰処理方式 | 全連 | 准連 |
|----------------|-----|-----|
| キレート剤添加 | 91 | 62 |
| セメント固化 | 35 | 24 |
| セメント固化+キレート剤添加 | 58 | 23 |
| 排ガス中和 | 8 | 2 |
| 無機系処理剤(硫酸第一鉄等) | 3 | 1 |
| 酸抽出 | 2 | 0 |
| 粉体系安定剤 | 2 | 0 |
| 溶融固化 | 4 | 3 |
| その他・不明 | 0 | 3 |
| 無処理 | 24 | 16 |
| 計 | 227 | 135 |

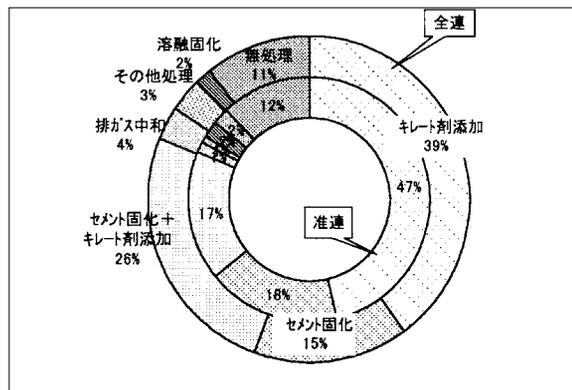


図3 a 飛灰処理方式

表12 b 焼却灰冷却方式 (施設数)

| 焼却灰冷却方式 | 全連 | 准連 |
|------------|-----|-----|
| 灰押出 | 119 | 44 |
| 灰冷却水槽 | 80 | 63 |
| 水冷又は空冷→溶融 | 4 | 1 |
| 直接溶融 | 3 | 4 |
| 水冷ジャケット | 1 | 1 |
| 自然冷却 | 8 | 2 |
| 焼却灰なし(流動床) | 2 | 1 |
| その他 | 0 | 4 |
| 計 | 217 | 120 |

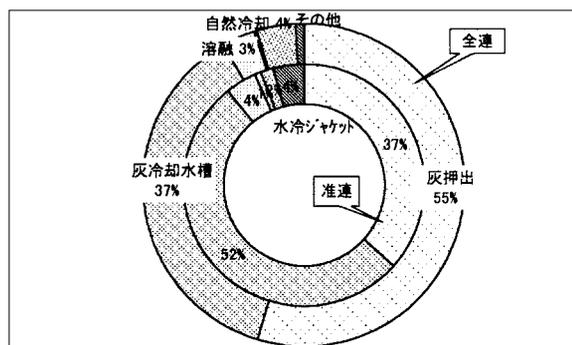


図3 b 焼却灰冷却方式

表12 c 焼却灰処理方式 (施設数)

| 焼却灰処理方式 | 全連 | 准連 |
|----------------|-----|-----|
| 無処理(加湿又は水冷等のみ) | 180 | 98 |
| キレート剤添加(改造中含む) | 26 | 17 |
| セメント固化 | 1 | 1 |
| 無機薬剤添加 | 2 | 0 |
| 溶融固化 | 11 | 5 |
| その他 | 0 | 2 |
| 計 | 220 | 123 |

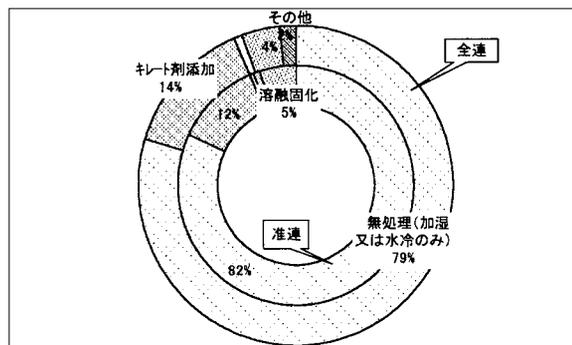


図3 c 焼却灰処理方式

表13 a 灰処理薬剤購入単価 (円/kg)

| | セメント | キレート剤 |
|------|------|-------|
| 施設数 | 84 | 133 |
| 最大 | 19 | 1312 |
| 最小 | 6.6 | 37.5 |
| 平均 | 10 | 325 |
| 標準偏差 | 2.6 | 144 |

表13 b 飛灰処理薬剤使用原単位 (kg/灰 t)

| | セメント | キレート剤 |
|------------|------|-------|
| 施設数 | 68 | 104 |
| 400kg/t 以上 | 1 | 0 |
| 400-200 | 5 | 0 |
| 200-100 | 26 | 0 |
| 100-50 | 16 | 11 |
| 50-20 | 5 | 55 |
| 20-10 | 5 | 16 |
| 10-5 | 4 | 9 |
| 5-2 | 2 | 8 |
| 2kg/t未満 | 4 | 5 |
| 最大 | 421 | 94 |
| 最小 | 0.03 | 0.3 |
| 平均 | 93 | 26 |
| 標準偏差 | 78 | 18 |

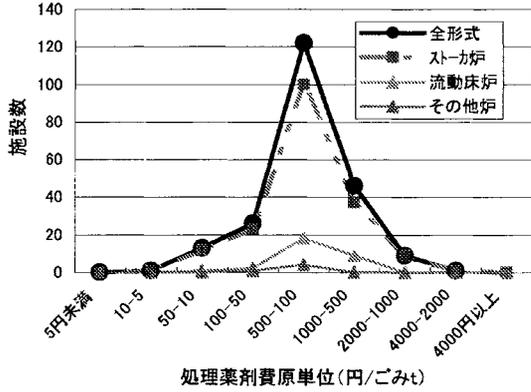


図4-1a 処理薬剤費（排ガス）原単位（全連）

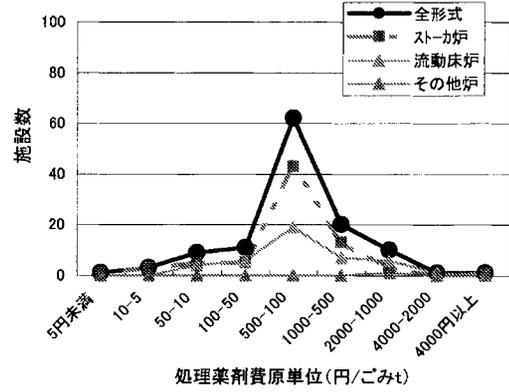


図4-1b 処理薬剤費（排ガス）原単位（准連）

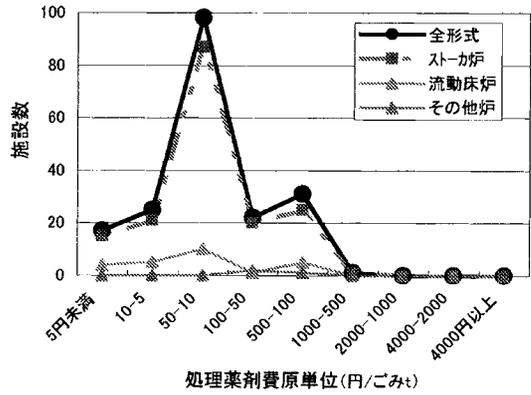


図4-2a 処理薬剤費（排水）原単位（全連）

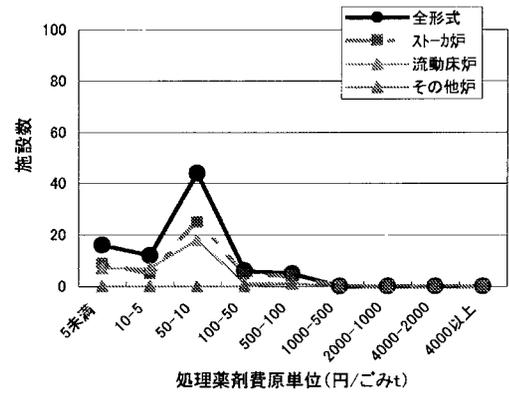


図4-2b 処理薬剤費（排水）原単位（准連）

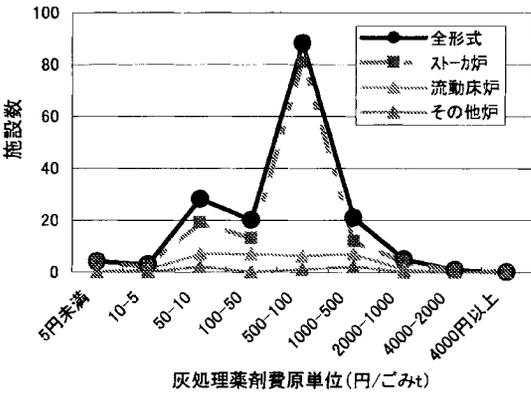


図4-3a 処理薬剤費（灰）原単位（全連）

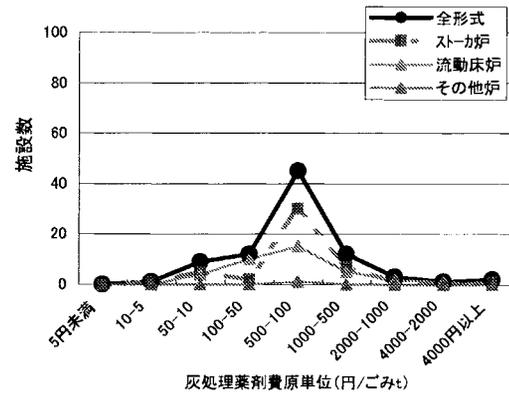


図4-3b 処理薬剤費（灰）原単位（准連）

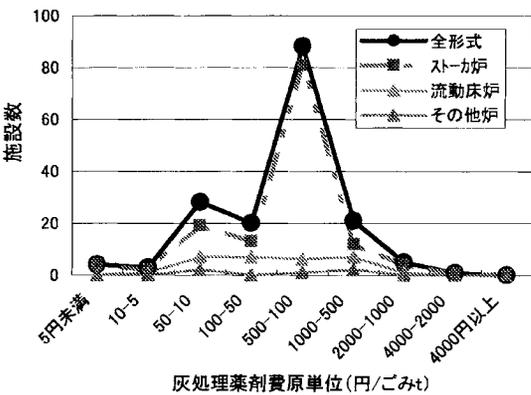


図4-4a 総処理薬剤費原単位（全連）

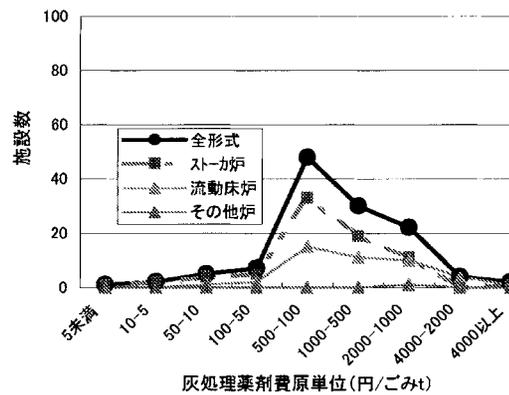


図4-4b 総処理薬剤費原単位（准連）

たものを、表14-1～表14-4、図4-1～図4-4に示す。

薬剤使用量原単位の変動を反映し、ごみ焼却量当たりの原単位についても施設による差は総じて非常に大きい。排ガス、排水、灰の処理に係る原単位の平均値は、全連でそれぞれ370円、55円、298円、准連で472円、

表14-1 排ガス処理薬剤費原単位 (円/ごみ t)

| 薬剤費原単位 | 全連 | | | | 准連 | | | |
|-----------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|
| | 全形式 | ストーカ炉 | 流動床炉 | その他炉 | 全形式 | ストーカ炉 | 流動床炉 | その他炉 |
| 4000円以上 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4000-2000 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2000-1000 | 9 | 9 | 0 | 0 | 10 | 3 | 6 | 1 |
| 1000-500 | 46 | 37 | 9 | 0 | 20 | 13 | 7 | 0 |
| 500-100 | 122 | 100 | 18 | 4 | 63 | 44 | 19 | 0 |
| 100-50 | 26 | 23 | 2 | 1 | 11 | 5 | 6 | 0 |
| 50-10 | 13 | 12 | 1 | 0 | 9 | 5 | 4 | 0 |
| 10-5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 |
| 5円未満 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 施設数 | 218 | 183 | 30 | 5 | 118 | 74 | 43 | 1 |
| 最大 | 2411 | 2411 | 769 | 487 | 8432 | 8432 | 3500 | - |
| 最小 | 0 | 0 | 28 | 66 | 1 | 1 | 14 | - |
| 平均 | 370 | 371 | 375 | 313 | 472 | 429 | 524 | 1459 |

表14-2 排水処理薬剤費原単位 (円/ごみ t)

| 薬剤費原単位 | 全連 | | | | 准連 | | | |
|-----------|-----|-------|------|------|-----|-------|------|------|
| | 全形式 | ストーカ炉 | 流動床炉 | その他炉 | 全形式 | ストーカ炉 | 流動床炉 | その他炉 |
| 4000円以上 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4000-2000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2000-1000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1000-500 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 500-100 | 31 | 25 | 5 | 1 | 5 | 4 | 1 | 1 |
| 100-50 | 22 | 20 | 1 | 2 | 6 | 5 | 1 | 0 |
| 50-10 | 98 | 87 | 10 | 0 | 44 | 25 | 18 | 0 |
| 10-5 | 25 | 21 | 5 | 0 | 12 | 5 | 7 | 0 |
| 5円未満 | 17 | 15 | 4 | 0 | 18 | 9 | 7 | 0 |
| 施設数 | 197 | 179 | 25 | 4 | 83 | 48 | 34 | 1 |
| 最大 | 591 | 591 | 213 | 485 | 238 | 238 | 218 | - |
| 最小 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | - |
| 平均 | 55 | 52 | 39 | 142 | 30 | 35 | 22 | 1459 |

表14-3 灰処理薬剤費原単位 (円/ごみ t)

| 薬剤費原単位 | 全連 | | | | 准連 | | | |
|-----------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|
| | 全形式 | ストーカ炉 | 流動床炉 | その他炉 | 全形式 | ストーカ炉 | 流動床炉 | その他炉 |
| 4000円以上 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 4000-2000 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2000-1000 | 5 | 4 | 1 | 0 | 3 | 1 | 2 | 0 |
| 1000-500 | 21 | 12 | 7 | 2 | 12 | 7 | 5 | 0 |
| 500-100 | 88 | 81 | 6 | 1 | 45 | 30 | 15 | 1 |
| 100-50 | 20 | 13 | 7 | 0 | 12 | 2 | 10 | 0 |
| 50-10 | 28 | 19 | 7 | 2 | 9 | 5 | 4 | 0 |
| 10-5 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 5円未満 | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 施設数 | 170 | 136 | 29 | 5 | 85 | 47 | 37 | 1 |
| 最大 | 3347 | 3347 | 1840 | 777 | 5410 | 5410 | 2622 | - |
| 最小 | 0 | 0 | 9 | 45 | 10 | 10 | 19 | - |
| 平均 | 298 | 291 | 314 | 373 | 449 | 496 | 398 | 145 |

表14-4 総処理薬剤費原単位 (円/ごみ t)

| 薬剤費原単位 | 全連 | | | | 准連 | | | |
|-----------|------|-------|------|------|------|-------|------|------|
| | 全形式 | ストーカ炉 | 流動床炉 | その他炉 | 全形式 | ストーカ炉 | 流動床炉 | その他炉 |
| 4000円以上 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 |
| 4000-2000 | 5 | 4 | 1 | 0 | 4 | 0 | 4 | 0 |
| 2000-1000 | 29 | 24 | 5 | 0 | 22 | 11 | 10 | 1 |
| 1000-500 | 75 | 60 | 12 | 3 | 30 | 19 | 11 | 0 |
| 500-100 | 78 | 70 | 7 | 1 | 48 | 33 | 15 | 0 |
| 100-50 | 16 | 14 | 2 | 0 | 7 | 5 | 2 | 0 |
| 50-10 | 4 | 4 | 0 | 0 | 5 | 4 | 1 | 0 |
| 10-5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 5円未満 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 施設数 | 209 | 178 | 27 | 4 | 121 | 76 | 44 | 1 |
| 最大 | 6349 | 6349 | 2373 | 970 | 4152 | 4152 | 4138 | - |
| 最小 | 7 | 7 | 85 | 187 | 5 | 5 | 47 | - |
| 平均 | 641 | 625 | 731 | 718 | 692 | 580 | 864 | 4152 |

30円、449円であり、排ガス処理に次いで灰処理経費が大きくなっている。また、全連よりも准連の方が排水処理を除き高い値を示している。ただし、排ガス・排水・灰処理の合計では、全連641円、准連692円であり、大きな差は見られない。一方、図4から分かるように、炉形式による差は顕著ではなく、ストーカ炉、流動床炉とも薬剤費原単位は類似した分布となっている。

表14の処理薬剤原単位を基に、600t/日の規模の焼却炉について、排ガス、排水、灰処理に係る薬剤費の年間経費を試算したものを表15に示す。排ガス、排水、灰処理のそれぞれの平均経費は、約6,700万円、1,000万円、5,400万円となるが、より高水準の処理が行われる場合、2～10倍の処理費の負担もありうる。

表15 処理薬剤の年間経費試算

| 区分 | | 原単位 | 年間経費 |
|-----|------|---------|--------|
| | | (円/ごみt) | (万円/年) |
| 排ガス | 平均 | 370 | 6,660 |
| | 最大 | 2,411 | 43,398 |
| | +2σ値 | 1,000 | 18,000 |
| 排水 | 平均 | 55 | 990 |
| | 最大 | 591 | 10,638 |
| | +2σ値 | 100 | 1,800 |
| 灰 | 平均 | 298 | 5,364 |
| | 最大 | 3,347 | 60,246 |
| | +2σ値 | 500 | 9,000 |

年間焼却量 = 18万t (600t/日 × 300日) の場合

(13) 自由意見

塩化ビニルやプラスチック類の焼却に伴い発生する施設の運転・維持管理上の問題に対し、各施設では様々な対処がなされてきたと考えられる。また、増加する環境対策費用の削減についても、現場での工夫が行われている筈である。アンケートでは、このような各施設の実務経験を、①プラスチックの焼却処理に伴う問題に関する経験、②環境対策を犠牲にせず経費を削減する方法、の2点について訊ねた。回答は少なかったが、主として実務担当者の見解として表16a、16bに示すような意見が得られた。

表16a 自由意見（プラスチック類の焼却に伴う問題点等）

| 問題となる箇所 | 内 容 | 意見数 |
|----------------|--|-----|
| 焼却能力の低下 | 発熱量増加により焼却能力が低下。 | 4 |
| クリンカー、熔融物の発生 | 高温になるためクワガが発生、炉壁レカ・キャストの損傷が大。 | 1 |
| | 乾燥ストカ下ホッパにタルが付着し、火災・シュートの閉塞が発生。 | 1 |
| | ストカ炉では、一定以上（湿ベースで約20%）のプラスチックが入ると熔融状態になり通風ができなくなる。 | 3 |
| 排ガス量、塩化水素濃度の増加 | 塩化水素濃度が上昇し、消石灰使用量が増加する。 | 3 |
| | 排ガス量が増加する。 | |
| | ガス冷却における水噴射量が増加する。 | 1 |
| ダイオキシン類発生の懸念 | 塩ビ類と他のプラスチックを低温で混焼するとダイオキシンが発生するといわれている。的を絞ったリサイクルが必要。 | 2 |
| | ダイオキシン濃度が若干高めになる | |
| | 塩ビ、プラスチックの焼却時のダイオキシンの発生の有無について両説があり混乱している。発生に差異がないことが確認できれば、焼却をしたい。信頼できるデータがほしい。 | 1 |
| プラスチック類焼却の利点 | 排ガス問題が生じなければ、プラスチックは焼却すべき。良質の燃料となり、高い焼却温度が得られるのでダイオキシン対策にもなる。 | |
| | プラスチックの分別収集により、ごみ発熱量の低下を招く。 | 1 |
| その他 | プラスチック混入率の高い事業系ごみの処理の問題 | 1 |

表16b 自由意見（環境対策を犠牲にせず経費を削減する方法）

| 方法の区分 | 内 容 | 意見数 |
|-----------|---|-----|
| 分別・3Rの促進 | プラスチック類の分別とリサイクルを徹底すること。 | 1 |
| | 3Rの促進 | 2 |
| | プラスチック類の分別・資源化によりごみ発熱量を安定化させて焼却炉・ホッパの損傷を防止し、施設の延命化を図る。 | 1 |
| | 塩素系プラスチック類の分別について国が施策を講ずること。その他のプラスチックはリサイクル・熱利用へ。 | 1 |
| | 一廃産廃の区別を明確にし（プラスチック類）搬入量を減少させる。 | 1 |
| 技術的対応(経験) | ごみの十分な攪拌と燃焼管理 | 1 |
| | 未反応消石灰（50～60%）の再利用 | 1 |
| | キレート剤は高価であり、ホッパを加えることにより処理単価を下げられる。 | 1 |
| | 消石灰は特号よりも高反応消石灰を使うことでいおう酸化物の低減もできる。 | 1 |
| 協定値等の見直し | 薬品をごみに噴霧することによる効果について、薬品会社の売り込みがある。 | 1 |
| | 過度に低い排ガス協定値等の見直しが必要。 | 1 |
| 否定的見解 | 設計値との整合をとること。 | 1 |
| | 環境対策と経費削減の両立は短期的には不可能。塩ビ等の化学製品は、焼却・埋立処分しても有害ガスや土壌汚染を発生させない材質を開発すべき。 | 1 |
| その他 | 環境対策を犠牲にせず経費を削減する方法はない。塩化水素制御濃度を250ppmから150ppmに下げると薬剤費は10倍になる。 | 1 |
| | 本市においても経費削減は最重要課題。良い提案があれば教示願いたい。 | 1 |
| | 模索中 | 1 |

4 おわりに

本アンケート調査は、焼却実績が2年以上ある全連、准連施設の約8割を対象として実施した。分別方法、焼却実績、排ガス・排水・灰の処理方法、これに係る薬品の使用実績、経費など、調査項目は多岐にわたり、むしろ稼働実績調査に近い内容となっている。今回の報告では、集計結果の整理とそこから得られる基本的傾向の分析にとどめているが、引き続き、塩化水素除去方法の違いによる処理費用、塩化水素濃度に影響する因子など、集計データの解析を進めており、別途報

告する予定である。

本調査に協力いただいた、全国の焼却施設各位に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) (財) 廃棄物研究財団：ごみ焼却施設台帳（全連続燃焼方式編）平成10年度版
- 2) (財) 廃棄物研究財団：ごみ焼却施設台帳（准連続燃焼方式編）平成8年度版

Results of Questionnaire Survey on Experience of Plastics Incineration

— A Study on Social Expense for Disposal of PVC —

Hideo Azuma, Tomo Oikawa, Sukehisa Tatsuichi, Takeo Urabe and Yoshio Iwasaki

Summary

As a part of "Study on Social Expense for Disposal of PVC" commenced in FY2001, we held a questionnaire survey of incineration facilities across the country to investigate their performance such as plastics separation, HCl emission and consumption amount of pollution control chemicals. Questioners were circularized to 640 facilities including full-continuous type (FC) and semi-continuous type (SC) throughout the country and recovered 422 answers (recover rate 65.9%) .

The percentage of facilities that adopt separate collection of plastics in their municipalities is 46% (FC) and 37% (SC) . The facility which eventually burn plastic waste is 70% (FC) and 72% (SC) . Dry method is a mainstream of HCl removal system and reaches 63% (FC) and 94% (SC), The average price of slaked lime powder for HCl removal is 1.6 times higher than caustic soda and the consumption amount per incineration amount varies from less than 5kg/t to over 100kg/t. Fly ash detoxification is carried out in nearly 90% of the facilities, and chelating agent addition method or/and cement solidification are adopted. On the other hand about 80% of facilities merely quench their bottom ash and a little more than 10% of the facilities adopt chelating addition and 5% adopt melting solidification. The consumption amount of ash detoxification agent also varies largely among the facilities. The expense of pollution control chemicals for flue gas, effluent and ashes are 370, 55, 298 yen/ton-refuse respectively (FC) .

Keywords: incineration facility, separation disposal, PVC, plastic burning, removal agent, utility cost