

旋轉窯焚化系統之試燒與主要有機有害成分破壞去除

張榮興¹

關鍵詞：焚化、試燒、旋轉窯、破壞去除率、有害廢棄物

摘要

本研究使用之旋轉窯焚化系統是由進料設備、旋轉窯、第二燃燒室、急冷肘、文氏滌氣塔、填充滌氣塔、監控設備及煙囪等操作單元組合而成。依USEPA標準方法進行四氯化碳及六氯乙烷摻配之有害事業廢棄物試燒，探討四氯化碳及六氯乙烷在焚化系統中的破壞去除效率及各種主要污染物排放值與操作參數之關係。實驗結果顯示，在有限資料情況下利用反應器設計觀念設計之焚化爐，針對四氯化碳及六氯乙烷等有機有害成分之破壞去除效率均可達99.9995%以上，且可將揮發性有機物、半揮發性有機物及各種燃燒產物排放量抑制到相當低的濃度。

Destruction and Removal of POHCs in a Rotary Kiln Incineration System

Ron Hsin Chang

Key Words: Incineration, Trial Burn, Rotary Kiln, DRE, Hazardous Waste

Abstract

The rotary kiln incineration system consists of a feeding system, rotary kiln, secondary combustion chamber, quench elbow, venturi scrubber, packed tower scrubber, control system, ID fan and stack. A trial burn was conducted to evaluate the performance of the incineration system. CCL₄ and C₂CL₆ were selected as the principal organic hazardous constituents. The results showed that the destruction and removal efficiency is higher than 99.9995%, criterion pollutants are in compliance with ROC-EPA regulations.

¹ 工業技術研究院能源與資源研究所正研究員兼工程技術組組長

緒 論

旋轉窯焚化系統可同時處理固體廢棄物、液體廢棄物及污泥，是化工業處理有害事業廢棄物彈性最大的設備（張，1988）。旋轉窯焚化系統通常由前處理設備、進料設備、旋轉窯、第二燃燒室、急冷設備、除塵設備、除酸設備、監控設備及煙囪等操作單元組合而成。廢棄物中的有害有機成分於旋轉窯及第二燃燒室中被氧化及破壞，由燃燒室排出之氣體中可能仍含少量殘留物及副產品，於空氣污染防治設備中部份可被去除，並殘餘微量不完全燃燒產物及其他一般空氣污染物由煙囪排放。

依我國「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」之規定，有害事業廢棄物焚化爐於正式使用前必須於環保主管機關之監督下執行試燒，證明廢棄物內之主要有害有機物質(Principal Organic Hazardous Constituents, POHC)能達到99.99%之破壞去除率，且其他各種排放物能達法規要求之性能。有害有機成分之破壞去除是焚化系統設計最關鍵的技術，本研究利用高溫反應器之設計觀念進行旋轉窯焚化系統之設計，建造一設計容量為10 MM BTU/hr之商業規模焚化系統。此焚化系統依USEPA標準方法進行四氯化碳及六氣乙烷摻配之有害事業廢棄物試燒，探討四氯化碳及六氣乙烷在焚化系統中的破壞去除效率及各種主要污染物與焚化爐操作參數間之關係。以驗證此焚化系統對四氯化碳及六氣乙烷之破壞去除效率，並檢測各種污染物之排放濃度。

焚化爐設計

探討有害有機物質的焚化破壞去除效率時，基於熱傳及質傳速率的考慮，固態及液態廢棄物所產生的化學反應通常只須考慮其滯留時間及溫度需求（張、洪，1991）。由固相及液相變成氣相的物理化學反應對焚化速率雖有影響，但只有發生在氣相的化學反應對焚化爐之破壞去除效率才具有決定性的影響力。設計焚化系統時，旋轉窯本身之設計基本上分兩部份作考慮，固體及污泥等廢棄物之蒸發、熱解、燃燒主要設計參數是固體滯留時間及燃燒所產生氣體之流速，前者用於確保固體廢棄物可完全焚化，後者用於確保不會帶出過量粒狀物及將不完全燃燒產物破壞。燃燒所產生氣體之流速通常以不高於10 m/s為宜；旋轉窯內固體廢棄物之滯留時間為：

$$\tau_{rs} = 0.017 (L/D)/(SN) \quad (1)$$

焚化程序中的氣相反應極為複雜，但若考慮其基本機制，有害有機物質在焚化爐中的破壞方法基本上可區分為火焰區直接破壞及非火焰區熱破壞兩大類。焚化程序中，火焰區最高溫度通常約1,000°C至2,000°C，且富含氫、氧及氟原子、氫氧基、甲基及其他自由基；對有機物質之分解、破壞相當有利。熱破壞區通常位於火焰區周圍，其特點是溫度約在650°C(第一燃燒室)至1,400°C(第二燃燒室)間，反應環境含有氫、氧、一氧化碳、水、氯化氫、氟、有機化合物、中間產物及自由基。火焰區直接破壞模式包

括化學反應及在火焰內的分解作用；而在熱破壞模式中，由火焰所產生的高溫則可提供作為熱源，促進有機物質的分解，二者並非完全獨立。雖然在熱破壞區的反應條件較差，但滯留時間卻遠較火焰區長(在熱破壞區約1-2秒，在火焰區約0.01~0.1秒)。有害有機物質之破壞可分成火焰區破壞及熱破壞二部份，系統之總破壞效率可寫成

$$DE = 100 \{1 - [1 - (1 - \eta_f) f] \eta_t\} \% \quad (2)$$

廢棄物的焚化基本上亦為一化學反應系統，因此，可利用化學反應動力學的觀點來探究影響有機廢棄物破壞效率的因素。利用一次化學反應近似法描述典型的有害有機物質之破壞動力學，則有害有機物質的破壞效率可寫成：

$$DE_i = 100 \{1 - X_{i,out}/X_{i,in}\} \% = 100 \{1 - \text{Exp}[-\tau_i A \text{Exp}(-E_a/RT_i)]\} \% \quad (3)$$

若氣體在燃燒室內的滯留時間分佈函數為 $C(\tau)$ ，則非火焰區之熱破壞效率 η_t 需表示成

$$\eta_t = \int C(\tau) \text{Exp}[-\tau A \text{Exp}(-E_a/RT)] d\tau / \int C(\tau) d\tau \quad (4)$$

於取得動力學參數後，利用結構設計及燃燒機的選擇決定火焰區及熱破壞區之滯留時間，即可進行焚化爐之設計(Chang, 1990)。

焚化系統

利用以上方法所設計之研究用焚化技術實驗廠系統流程立面圖如圖-1所示。主要設備包括：廢棄物儲存及備料設備、進料設備、旋轉窯、二次燃燒室、文氏滌氣塔急冷設備、填充滌氣塔除酸設備、誘引排風機、煙囪、廢水處理設備、監視控制及資料自動收集系統等(張, 1990)。焚化爐設計容量為10 MM Btu/hr，設計時考慮研究對象包括廢輪胎、廢塑膠等高熱值固態廢棄物及有機廢液體等有害物質、污泥、油泥、底泥等固液混合物等。

旋轉窯焚化爐爐體設計釋熱容量4.0 MM BTU/hr，單位體積釋熱容量設計值為15,000 BTU/ft³/hr。旋轉窯主體長4,200 mm，內直徑1,300 mm。設計操作溫度上限為1,000°C。爐壁內襯SK-36耐火型磚。旋轉窯之轉速以變頻器調節之，可將固體廢棄物在窯內的滯留時間控制在約20至45分鐘。旋轉窯正面進口端設有推桿進料器、純氧燃燒噴嘴、燃燒機、汙泥進料管、壓力感測元件等。出口端設有人孔及觀測口。排灰採乾式設計，利用55加侖鐵桶承裝燃燒所產生灰渣。

二次燃燒室採水平圓桶狀設計，並設計在足夠的氧氣和溫度條件下，使旋轉窯所產生的不完全燃燒產物能被維持在1,000至1,200°C高溫下2.0秒以上。二次燃燒室設計操作溫度上限為1,400°C。爐壁內襯SK-38耐火型磚，並敷以一層耐火鑄泥，防止融渣之破壞耐火磚結構。二次燃燒室並有特殊渦流結構及空氣預熱夾層設計，可確保不完全燃燒產物能與燃料及空氣充分混合、維持高溫、預熱空氣節約能源及提供煙道氣白煙去除功能。旋轉窯所產生之廢氣以切線方向送入第二燃燒室，預熱空氣以軸向分散管送入爐內，燃燒機則設計成逆旋流方式噴入氣流中，以造成最激烈的氣流混合，提高燃燒效率。

廢棄物經燃燒後，所生成氣體產物中含有粒狀物及其他空氣污染物，則在空氣污染防治系統中作進一步的處理。此焚化系統所採用之空氣污染防治設施 (APCDs) 為：急冷室 (將氣體由1,000°C以上直接冷卻至120°C以下及調節其濕度)、專利可變喉部面積之逆流式高能量文氏洗滌器 (用於去除粒狀物)、填充塔吸收器 (去除酸性氣體)、熱空氣混合除霧器 (去除可見的蒸氣煙柱)。空氣污染防治系統的設計除酸效率為99.5%，除塵效率98%。

急冷室設計成彎曲肘狀，採用SUS-316L材料建造。急冷肘氣流通道設計成漸縮方式，使氣流在急冷肘中一直維持均流速，以提高熱質傳效率。急冷肘內裝有48隻高壓噴嘴，軸向及徑向均以高壓噴嘴噴入鹼性水溶液及冷卻水，前者用於保護材料防蝕及提供中和之用。急冷肘液體收集槽與文氏滌氣塔間管道，裝有超溫自動控制噴嘴，溫度高於設定溫度時可自動噴入冷卻水，以保護填充滌氣塔。

文氏滌氣塔為一可調節喉部面積之專利逆流式滌氣裝置，利用SUS-316L構築。此設備利用專利特殊中央供液結構提供液氣逆向流動，造成較高衝擊力，達成粒狀物滌除效果。滌塵效率可藉喉部面積調節之，達到能源效率最適化之目的。文氏滌氣塔後接填充滌氣塔，用於去除酸性氣體。填充滌氣塔主體利用FRP材料建造，採用直徑一吋之PVDF填充物，設計滌氣效率為95%。廢氣經滌塵及滌酸後，經與熱空氣混合後由煙囪排出。煙囪上並裝有全自動之連續監測設備。

測試方法

測試焚化系統性能時，依USEPA標準方法進行主要有機有害成分 (POHCs) 摻配之有害事業廢棄物試燒，探討POHCs在焚化系統中的破壞去除效率與不完全燃燒產物之產生與排放。實驗是利用已乾燥之紙業污泥作為測試基質，其灰份含量約65%，熱值約1,237 kCal/kg，測試基準進料量為240 kg/hr。並摻配氧化有機化合物作為POHCs，以測試焚化系統之性能。

POHC選擇

選擇POHCs的主要考慮因素為毒性高低及焚化之難易度。由於試燒測試時，焚化爐將經歷最嚴苛的操作條件考驗，因此，應考慮選用毒性較低的有機化合物，以防止因不當操作對人員造成之傷害。又因為希望於單一測試中了解焚化爐之性能極限，因此，考慮選用焚化難易度排序中最困難焚化的有機物作為考驗對象。此外，為考驗滌氣系統之除酸及除塵能力，則考慮選用含氮量高之有機物作為測試對象。

基於以上原則本實驗所選擇的氯化有機物包括液態氯化有機物 CCL_4 及固態氯化有機物 C_2CL_6 。前者以小容器裝妥置入汙泥容器中、後者則摻配於汙泥進料中，作為試燒測試的主要POHC。氯化有機物 CCL_4 及固態氯化有機物 C_2CL_6 之摻配率分別均為2.0 kg/hr。

試燒採樣與樣品分析

執行焚化爐試燒時，進入焚化系統及空氣污染防治系統內之所有物質，包括輔助燃油、固體廢棄物、補充水、及鹼液，及從焚化系統及空氣污染防治系統所排出物質—窯爐排灰、排出水，均分別由取樣位置進行取樣；燃燒氣體則於一次爐出口位置連續監測 O_2 及THC，於二次爐出口位置連續監測 O_2 及CO；煙囪排氣則於煙囪取樣口連續監測 O_2 、CO、 CO_2 、 SO_x 、 NO_x 、HCL、THC；另於取樣口以揮發性有機物採樣序列(VOST)進行揮發性有機物採樣；以U.S.EPA MM5方法進行半揮發性有機物採樣；以U.S.EPA Method 5方法進行固體粒狀物及HCL採樣，同時測定水份、氣體溫度、氣體流速。旋轉窯焚化設施試燒各類樣品分析項目如表-1所示。分析方法如表-2所示，為一極為複雜且費時費力的測試。

實驗結果與討論

空氣污染物排放

焚化技術實驗廠之測試結果如表-3所示。顯示常見之空氣污染物排放值均符合相關環保法規之要求。此外，以焚化含氮量約3.0%之廢水汙泥，廢氣之氮氧化物濃度僅110 - 140 ppm，燃燒效率更高達99.97%，顯示燃燒系統之設計相當良好。依現行廢棄物焚化爐設施標準要求燃燒效率需達99.9%以上，相對於CO排放值約80 - 90 ppm，而空氣污染防治法要求CO小時動平均220ppm，實為一相當寬鬆的要求。

酸性氣體於測試情況下，系統並未調節至最適條件下操作，但結果顯示 SO_x 排放值均低於10 ppm，HCL均低於20 ppm，已有極優的表現，顯示空氣污染防治系統之

設計極為良好。粒狀物及重金屬排放執亦均遠低於法規要求。

粒狀物主要由旋轉窯產生，當旋轉窯操作於較高氣流速時，乾燥焚化之污泥中的粒狀物即易於被氣流帶出。圖-2為焚化系統操作時，粒狀物產生率與旋轉窯操作溫度間之關係。二者呈線性比例關係，隨著操作溫度升高，燃氣流速增加，粒狀物產生率亦跟著升高。圖-3為粒狀物產生率與第二燃燒室操作溫度間之關係，二者關係較不明確。經統計分析並考慮旋轉窯與第二燃燒室操作溫度之設定關係，可確認粒狀物排放濃度與旋轉窯操作溫度成線性比率關係。

圖-4為一氧化碳及氮氧化物排放值與第二燃燒室操作溫度之關係，實驗結果顯示CO排放值隨操作溫度之上升而下降，二者略呈線性關係。NO_x排放值受第二燃燒室操作溫度之影響，於實驗範圍內並無明顯的關係，主要原因是本設備採用預混式高效率燃燒機，可提供較均勻的溫度場，熱氮氧化物之產生可降低。燃燒效率與第二燃燒室操作溫度關係如圖-5所示，二者成半對數線性關係，顯示燃燒效率與操作溫度之關係可利用一次反應機構表示之。

POHC與DRE

本次試燒使用CCl₄及C₂Cl₆作為POHCs，其中四氯化碳為焚化難易度排序中排序最高的有害有機物之一，C₂Cl₆為焚化難易度最高的固態有機物質之一。執行試燒時由於希取得國際認同之可靠數據，因此，採樣所得樣品經取得特殊輸出入許可後，每日以低溫冷藏(4 °C以下)包裝空運美國，由USEPA認可之Triangle Park Lab.進行VOC及SVOC分析。針對各種燃燒不完全產物作詳盡的分析，結果顯示CCl₄及C₂Cl₆之DRE(破壞去除效率)如表-4所示，DRE均達99.9995 - 99.9999%，依法已可執行任何有害廢棄物之處理。但DRE與第二燃燒室操作溫度間之關係如圖-5所示，二者關係並不明確。DRE與燃燒效率間，則呈一致趨勢，燃燒效率高，DRE亦有較高趨勢，如圖-6所示。

金屬排放與操作條件

金屬污染物之排放主要受廢棄物中金屬濃度及焚化系統之操作溫度影響，一旦金屬微粒產生後，由於粒徑極微，即不易以溼式滌氣設備去除之。圖-7為金屬排放濃度與旋轉窯焚化爐操作溫度之關係，旋轉窯操作溫度愈高，金屬排放濃度即有增高趨勢。其中汞之蒸汽壓高，非常容易蒸發，因此，受操作溫度之影響相對較小。紙業污泥由於製程中含鉛量較高，鉛之排放濃度遠高於鎘與汞。圖-8為金屬排放濃度與第二燃燒室操作溫度之關係，除汞以外，第二燃燒室操作溫度愈高，金屬排放濃度亦有增高趨勢。如前所示，其中汞之蒸汽壓高，非常容易蒸發，因此，受操作溫度之影響相對較小。

結 論

本文利用高溫反應器之設計觀念，及有害有機成分之破壞去除機制，建立旋轉窯焚化系統之基本設計邏輯。並利用此基本設計原理設計建造商業規模焚化研究系統。焚化系統之性能測試，依USEPA標準方法進行四氯化碳及六氯乙烷摻配之有害事業廢棄物試燒，探討四氯化碳及六氯乙烷在焚化系統中的破壞去除效率。結果顯示 CCl_4 及 C_2Cl_6 之DRE (破壞去除效率)均達99.9995%以上，其他一般污染物濃度亦均遠低於環保护法規之排放現值。實驗結果亦顯示於一定進料率下，粒狀物排放濃度隨旋轉窯操作溫度之上升而增加；CO隨SCC操作溫度之上升而降低； NO_x 與SCC操作溫度無明顯關係；燃燒效率與SCC操作溫度成半對數線性關係；金屬排放濃度隨操作溫度之上升而增加。本測試結果除驗證工研院焚化實驗設備之性能外，更提供系統化實驗數據，可作為焚化設施之設計參考。

致 謝

本研究承經濟部資助，並承能資所沈仲民、金順志、桂至剛、古清燦、洪美雲、陳漢炯、林漢龍、張贊淵、曾世宗、陳珠修、周竊朱、李怡萱、許美智、陳旺、張丙垣、歐陽光玲、邱獻明、林志中、謝江水、李天源、黃建勝、胡宏仁參與規劃、設計、建廠及執行測試，對本文之貢獻良多。

符號說明

A	=Arrhenius常數，[1/s]
DE_i	=破壞效率，[%]
E_a	=反應活化能，[cal/mole]
f	=經歷火焰破壞區之有害物質部分
L/D	=長度與直徑比
N	=轉速，[rpm]
R	=氣體常數，[1.99 cal/K-mole]
S	=傾斜度
T_i	=絕對溫度，[K]
τ_i	=氣相平均滯留時間，[S]
τ_{rs}	=固體在旋轉窯內之滯留時間，[S]
η_f	=火焰區之破壞效率($\equiv 1-DE_f/100$)
η_t	=非火焰區之熱破壞效率($\equiv 1-DE_t/100$)

參考文獻

1. 張榮興(1988), "事業廢棄物焚化技術", 能源、資源與環境, Vol. 1, NO. 3, pp. 53-60
2. 張榮興、洪美雲『有害廢棄物之焚化技術』;事業廢棄物管理處理研討會,高雄, Nov. 4-8, 1991.
3. Chang, Ron Hsin, "Heat and Mass Transfer in a Rotary Kiln Incinerator"; Symposium Transport Phenomena and It's Applications, Taipei, 1990.
4. 張榮興, 『工研院事業廢棄物焚化技術研究中心之規劃、設計與測試』;近代工程研討會;台北; Nov. 1990.
5. 張榮興、桂至剛、洪美雲, 『旋轉窯焚化系統之設計與四氯化碳及六氯乙烷之破壞去除效率』, Symposium Transport Phenomena and It's Applications, Taipei, 1993.

表-1 旋轉窯焚化設施試燒各類樣品之分析項目

樣品類別	分析項目
輔助燃油	比重、熱值、元素分析(C、H、N、S、有機氣)、 CCl_4 、 C_2Cl_6
固體廢棄物 進料	比重、熱值、元素分析(C、H、N、S、有機氣)、 CCl_4 、 C_2Cl_6
爐底排灰	比重、 CCl_4 、 C_2Cl_6
補充水	CCl_4 、 C_2Cl_6 、PH值
洗滌排水	CCl_4 、 C_2Cl_6 、PH值
鹼液	CCl_4 、 C_2Cl_6
煙囪連續監 測	O_2 、CO、 CO_2 、 SO_x 、 NO_x
煙囪排氣 VOST	CCl_4 、揮發性有機氯化物總含量
煙囪排氣— MM5	C_2Cl_6 、半揮發性有機氯化物總含量
煙囪排氣	固體粒狀物、HCl、Pb、Cd、Hg
窯爐燃燒氣	O_2 、CO
二次爐燃燒 氣	O_2 、CO
壓濾機濾渣	CCl_4 、 C_2Cl_6

表-2 分析步驟與方法簡表

分析項目	樣品名稱	樣品基質	數目	步驟敘述	參考方法				
比重	輔助燃油 固態進料 底灰	燃料油	9	重量法/容量法	ASTM E12-70 環署檢-4211.0				
		污泥	9						
		燃料油	9						
熱值	輔助燃油 固態進料	燃料油	9	燃燒發熱法熱卡計測 定	ASTM D240 CNS M3154				
		污泥	9						
灰份	輔助燃油 固態進料 底灰	燃料油	9	高溫爐燃燒後殘渣	環署檢-4216.0				
		污泥	9						
		燃料油	9						
元素組成 C、H、N、O、 S、Cl	輔助燃油 固態進料	燃料油	9	燃燒後由GC-FID分 析	ASTM D-3178-73 ASTM D-3179-73 ASTM D-3176-73				
		污泥	9						
有機氯	輔助燃油 固態進料	燃料油	9	燃燒後,以庫侖法分 析	SW-846 M9076				
		污泥	9						
水份	輔助燃油 固態進料	燃料油	9	Karl-Fisher水分測 定	CNS K6564 ASTM D96-73 環署檢4215.0				
		污泥	9						
揮發性氯化有機 物 CCl ₄ (POHC)	輔助燃油 固態進料 灰渣 補充水 鹼液 洗滌排水 過濾液 煙囪排氣 VOST	燃料油	10	稀釋、吹除與吸附 、GC/MS 萃取、濃縮、MS 吹除、吸附、MS	SW-846 M8240 SW-846 M5030, M8240 SW-846 M8240 (M8240,M5040)				
		污泥	10						
		水	10						
		NaOH	10						
		水	19						
		水	10						
		吸附樹脂	47						
		冷凝液	47						
		半揮發性氯化有機 物 C ₂ Cl ₆ (POHC)	固態進料 底灰 補充水 洗滌排水 鹼液 過濾液 煙囪排氣MM5			污泥	10	萃取、濃縮、 GCMS 溶解、渣質加入濾 紙以萃取分析 與吸收溶液混合	SW-846 M8270 M3550
						水	10		
水	10								
NaOH	10								
水	10								
水	10								
取樣管洗液	14								
濾紙	14								
冷凝液	14								
吸收瓶溶液	14								
吸附樹脂	14								
HCl 固體粒狀物 Pb, Cd, Hg O ₂ , CO ₂ CO O ₂ , CO ₂ CO NOX SOX	煙囪排氣M5 煙囪排氣 SCC出口排氣 煙囪排氣	冷凝水與 NaOH吸收液	13	比色法 重量法 原子吸收光譜法 Orsat 分析 連續氣體冷凝後直接導 入分析儀	CNS K9063 US. EPA M5 US. EPA Draft US. EPA M3 US. EPA M3A、M10 US. EPA M3A US. EPA M10 US. EPA M7E US. EPA M6C				
		取樣管洗液渣 質、過濾紙	13						
		KMnO ₄ , HNO ₃ , H ₂ O ₂ , HCl	13						
		洗滌排氣	連續						
		燃燒氣體							
		洗滌後排氣							
		化學需氧量CO _D 浮懸固體TSS 溶解固體TDS	洗滌排水 過濾液			水	9	重鉻酸鉀迴流 過濾、乾燥、稱重 過濾、乾燥、稱重	環署檢-515.1 環署檢-210.1 環署檢-210.1
						水	9		
						水	9		

表-3 焚化系統主要操作參數及測試結果

重要參數 或污染物	單位	TEST #1			TEST #2			TEST #3			法規要求
		RUN #1	RUN #2	RUN #3	RUN #1	RUN #2	RUN #3	RUN #1	RUN #2	RUN #3	
PCC 溫度	C	860	890	860	820	830	815	760	750	745	
SCC 溫度	C	1125	1175	1140	1050	1055	1055	1050	1055	1050	1000 C
O2	%	11.51	10.09	9.94	11.73	11.53	12.11	11.65	10.36	11.71	
CO	PPM	23.30	21.24	21.76	27.62	24.46	26.16	30.43	26.24	29.69	220
CO2	%	8.72	8.60	8.39	8.81	8.87	8.87	8.41	8.74	9.02	
NOX	PPM	135.80	124.42	124.76	129.53	132.54	106.49	115.38	123.74	140.11	180
SOX	PPM	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	180
HCL	PPM	0.29	ND	ND	ND	9.38	2.47	5.78	21.63	16.49	60
Pb-	mg/Nm3	.284	.256	.202	.193	.218	.185	-	.136	.185	3
Cd-	mg/Nm3	.01500	.00800	.00552	.00482	.00469	.00494	-	.00412	.00471	0.5
Hg-	mg/Nm3	.00142	.00404	.00164	.00379	.00505	.00194	-	.00180	.00236	0.5
粒狀物	mg/Nm3	31.77	32.02	22.48	23.47	25.88	26.56	-	10.81	18.35	180
燃燒效率	%	99.973	99.975	99.974	99.969	99.972	99.971	99.964	99.970	99.967	>99.9
CCL4 DRE	%	99.99950	99.99987	99.99994	99.99930	99.99970	99.99990	99.99980	99.99970	99.99940	>99.99
C2CL6 DRE	%	99.99915	99.99967	99.99976	99.99979	99.99988	99.99985	99.99916	99.99981	99.99976	>99.99

註：本表數字已校正至 0.02。

SOx 之偵測極限值為 10 ppm

HCl 之偵測極限值為 0.20 ppm

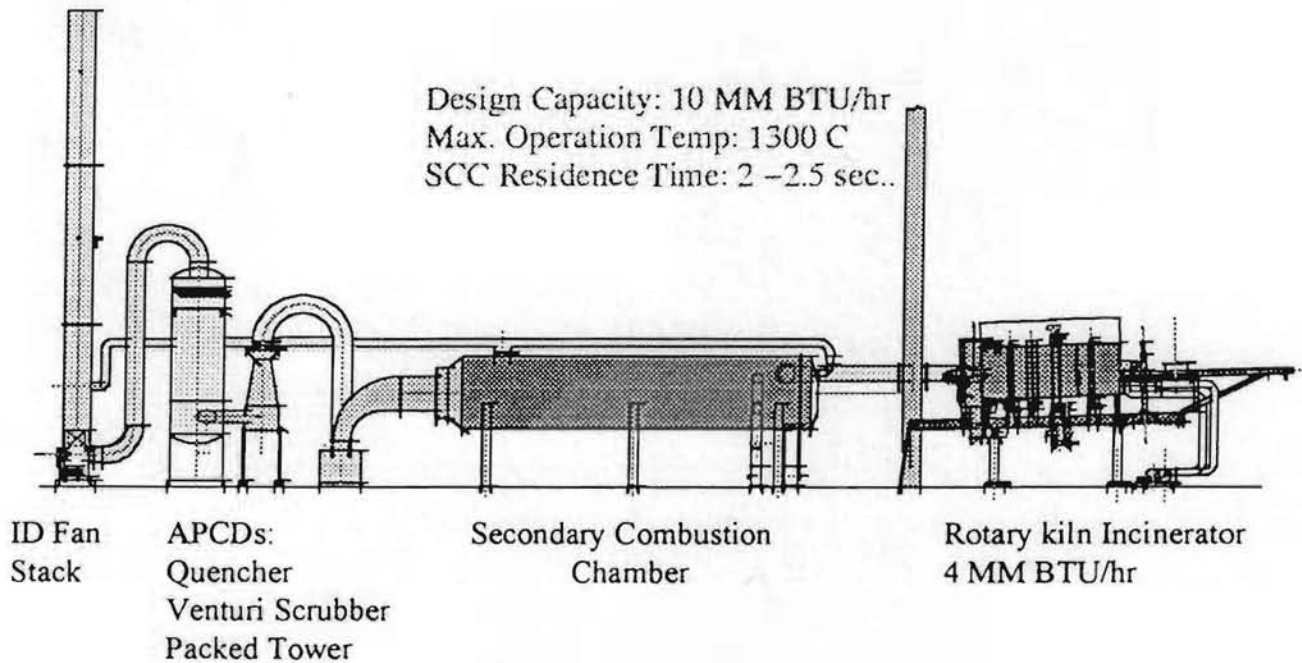


圖-1 焚化系統立面圖

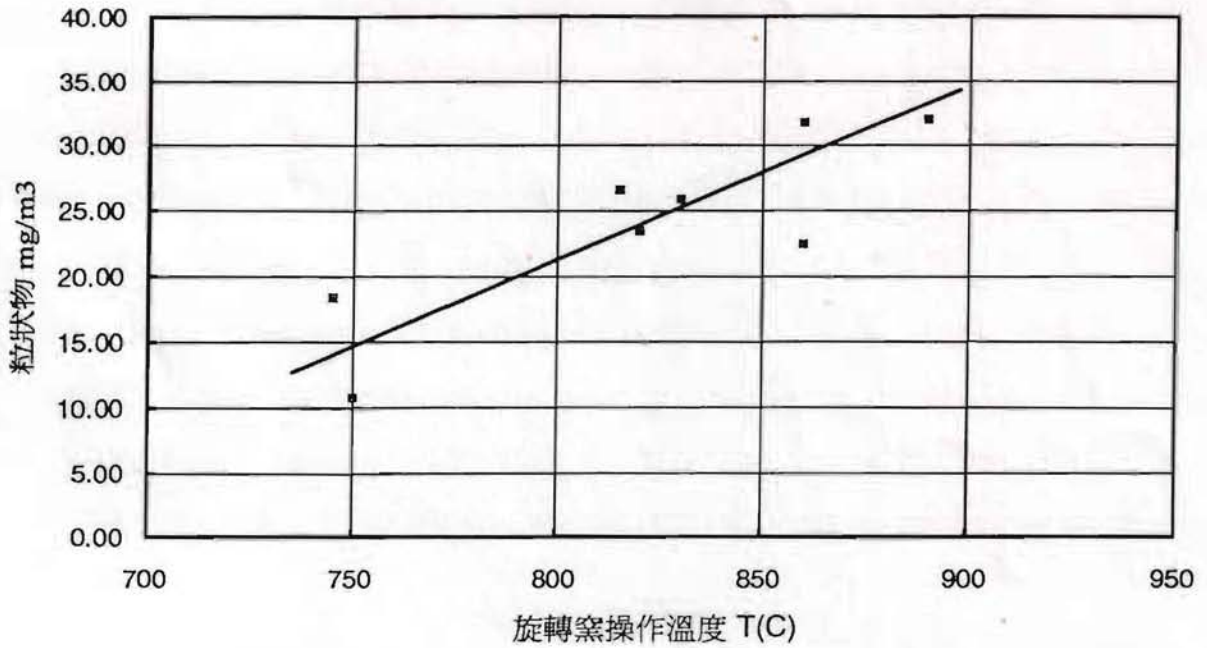


圖-2 粒狀物排放濃度與旋轉窯操作溫度間之關係。

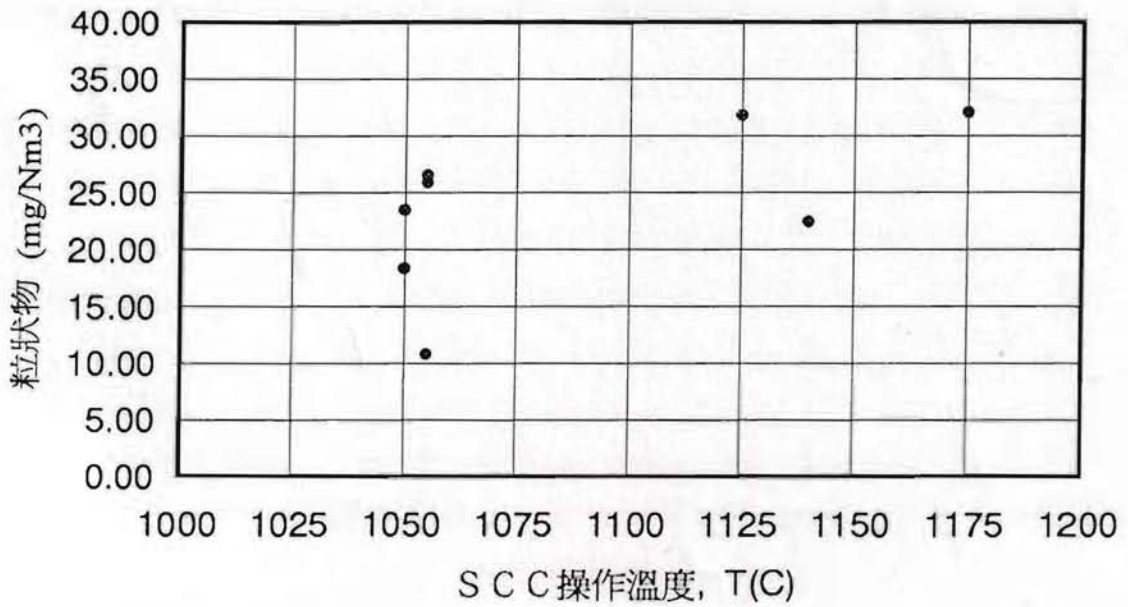


圖-3 粒狀物排放濃度與第二燃燒室操作溫度間之關係。

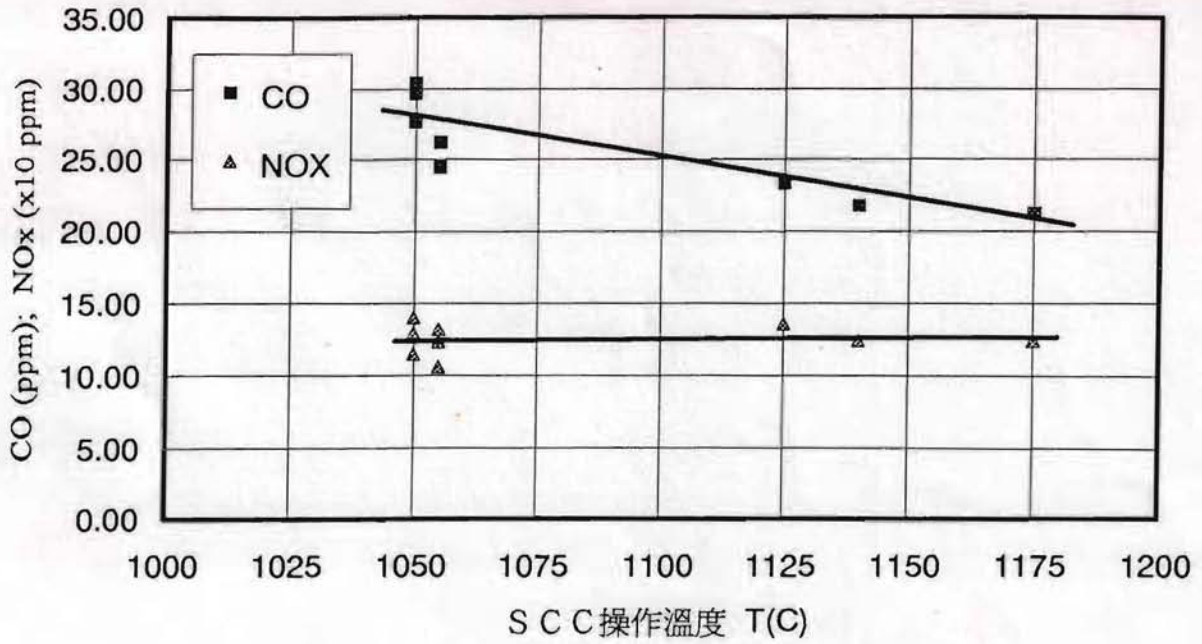


圖-4 CO及NOx排放濃度與第二燃燒室操作溫度間之關係。

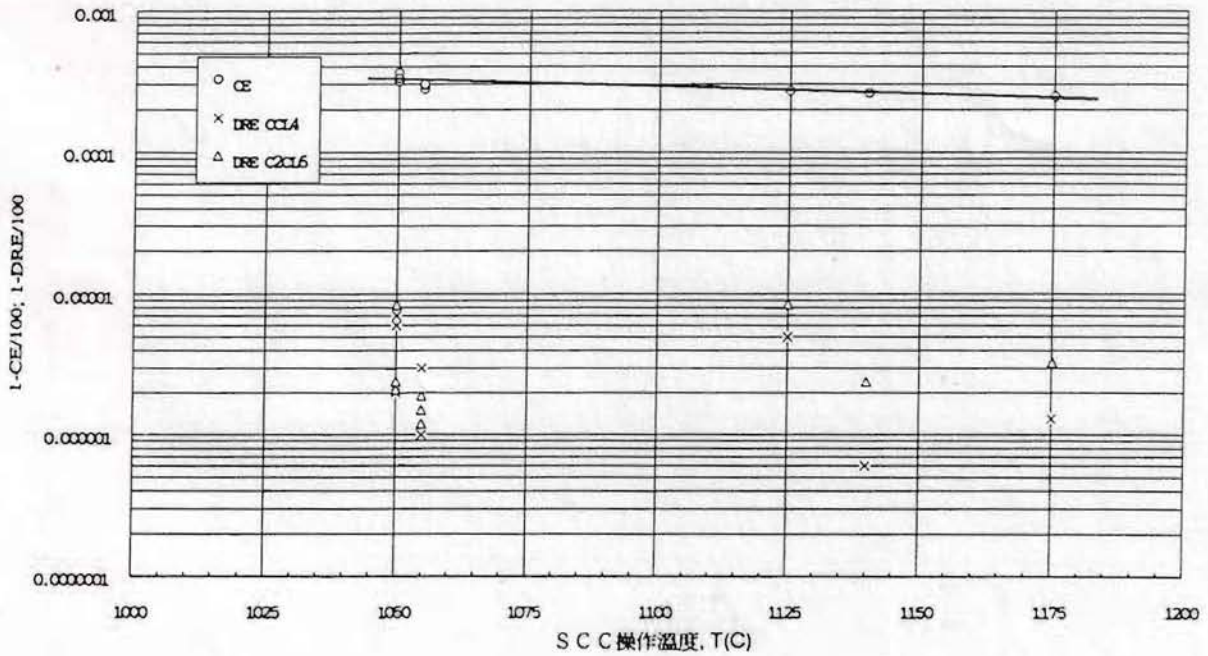


圖-5 燃燒效率DE及破壞去除效率DRE與第二燃燒室操作溫度間之關係。

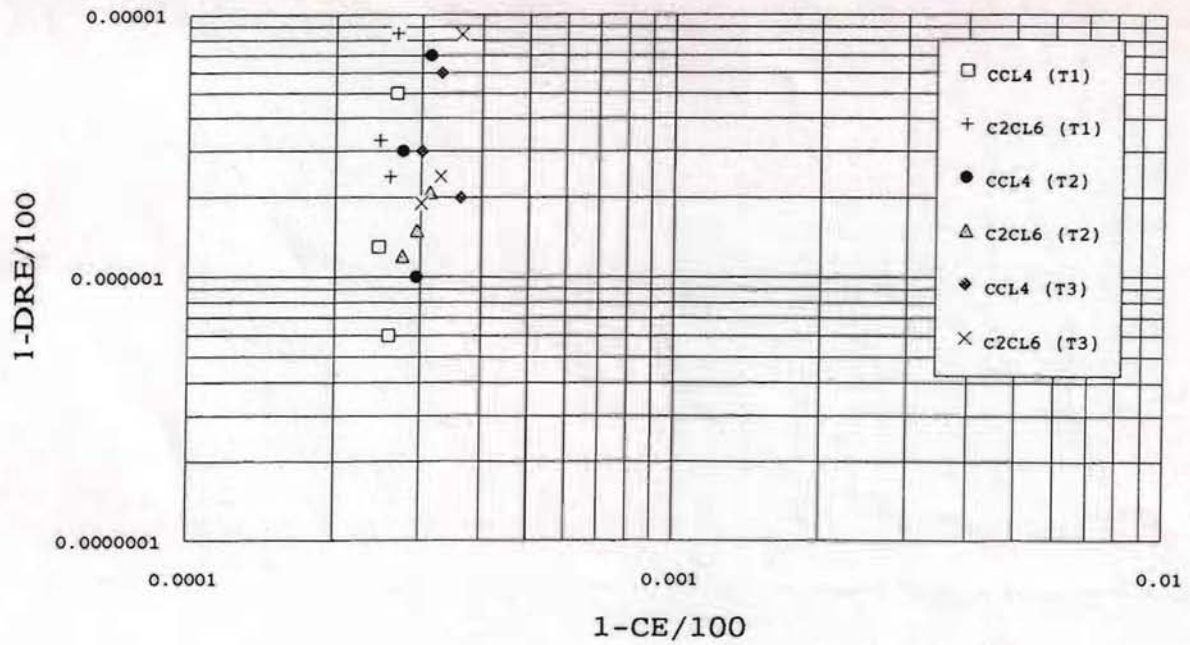


圖-6 燃燒效率DE與破壞去除效率DRE之關係。

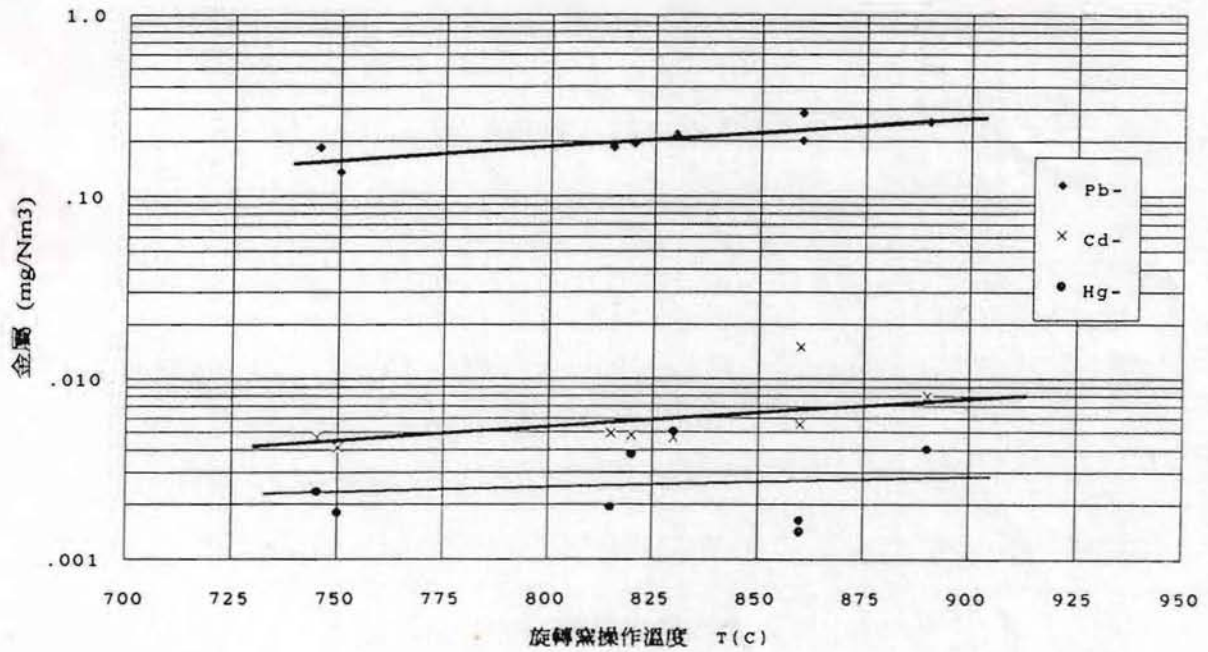


圖-7 金屬排放濃度與旋轉窯操作溫度間之關係。

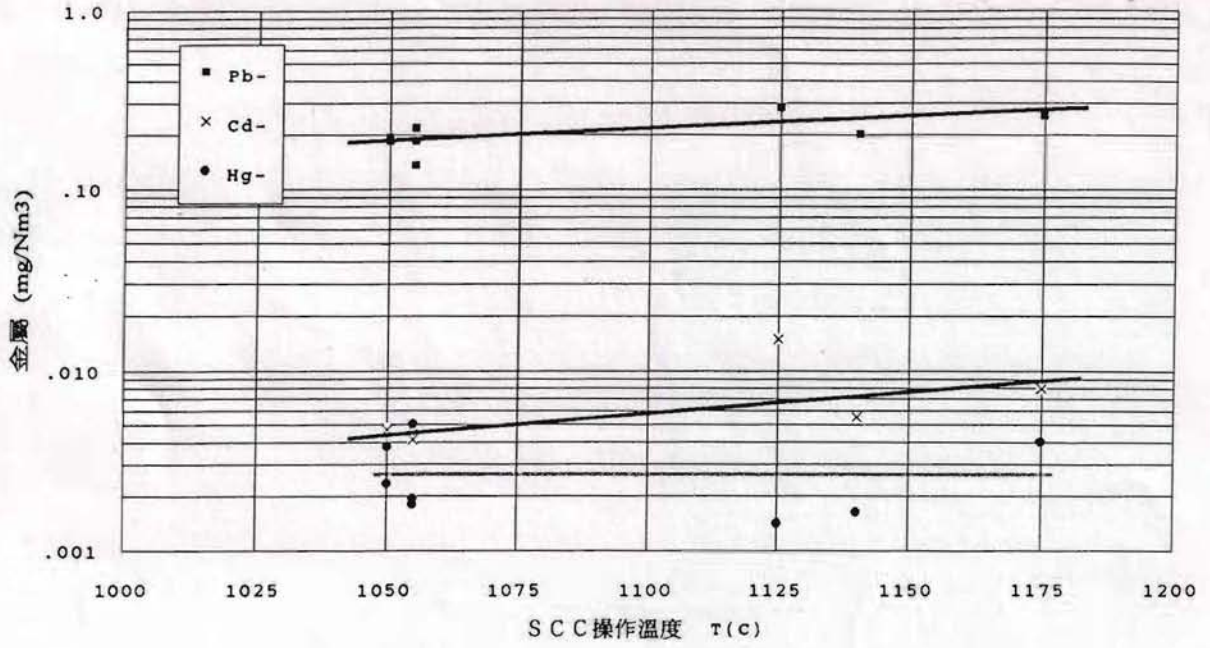


圖-8 金屬排放濃度與第二燃燒室操作溫度間之關係。