

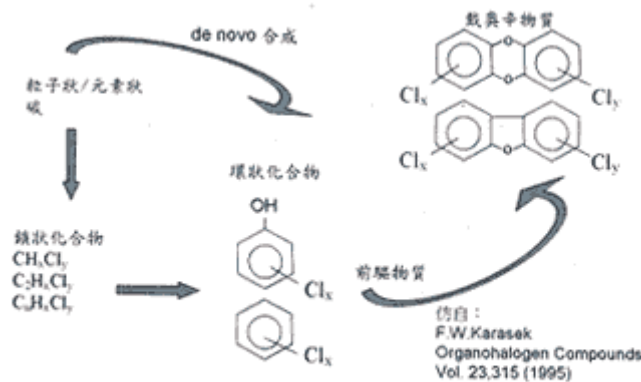
氧化鐵觸媒分解戴奧辛技術的新研發

一、前言

廢棄物焚化廠排放之戴奧辛一直為世界各國關注之焦點，依據我國經濟部工業局預估未來三年內，國內垃圾焚化處理率將高達80%，且有害有機廢棄物之中間處理，採焚化方式者，將由目前之10.7萬噸驟增至54.7萬噸，其比例亦由7.3% 提升至30.7% 以上。因此，如何能妥善處理事業廢棄物，同時又要能防制焚化爐因焚化而產生戴奧辛，似乎已成為當前最重要的環境議題之一。目前有些國家已全面在評估可有效地控制戴奧辛排放之方案，但在國內各廢棄物焚化廠即將面臨嚴之戴奧辛管制標準的時刻，尚缺乏一套有效控制技術之建立，仍然大量採用活性碳吸附方式，企圖將戴奧辛吸附在活性碳上，然而此舉，只是將空氣中的戴奧辛污染物質再轉嫁到不同的介面而已，並未真正的解決問題。最近日本在深切的環境問題對策上，衍生出所謂「環境觸媒」的概念，就是希望能研發出在特殊環境產出之廢棄物，能夠加以再生利用為觸媒，使其能發生特殊反應來除去或抑制某些污染物質，以達成污染改善及資源再生利用之雙重效益。

二、戴奧辛的發生與抑制

目前學界普遍認為戴奧辛是經由如圖一所示的二條路徑發生，無論經由何種路徑，都是屬於不完全燃燒所產生的未燃粒子狀碳物質。此粒子碳在較早時透過碳化氫經由CB、CP形成戴奧辛。另一發生路徑是由de novo反應透過CB、CP燃燒的粒子碳由焚化爐的排氣處理系統，長時間處於250~500°C溫度下而產生戴奧辛。由於戴奧辛生成前的抑制方法，最重要在於必須著重前述二路徑的對應。也就是說，基本上考量戴奧辛或前主要物質大多是發生在最先的燃燒過程中，注意燃燒狀況的管理，以達到完全燃燒。其次，避免de novo的合成，應防制粒子狀未燃燒物的滯留，以及採用連續運轉，急速冷卻等方法。另一方面，戴奧辛生成後的抑制方法，由於與排氣處理有關連，故降低有害物質之最理想的應是抑制其發生源的產生。而氧化鐵具有燃燒觸媒的特性，因此日本方面正積極研發來促進廢棄物達到完全燃燒的狀態，並在根本上抑制戴奧辛的發生。



圖一 戴奧辛之生成路徑

三、氧化鐵的觸媒特性

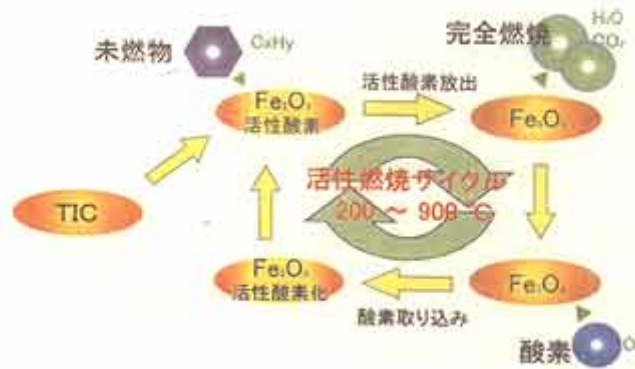
氧化鐵在游離金屬氧化物中，具有H₂、CO、CH₄，及石蠟氧化反應中間程度的活性。游離金屬氧化物作為觸媒作用的案例，主要在於氧化反應與氫化、脫氫反應等用途。如氧化鐵主要用於化學觸媒用途的情況包括：高溫變化反應、苯乙烯單基聚合物合成反應、氮合成反應及硫化氫去除反應等列如表一所示。

表一 利用氧化鐵觸媒的化學作用

化學反應	反應概要
高溫變化反應	$CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$
苯乙烯單基聚合物合成反應	$C_6H_5-CH=CH_2 \rightarrow C_6H_5-CH_2-CH_2-$ + H ₂
氮合成反應	$N_2 + 3 H_2 \rightarrow 2 NH_3$
硫化氫去除反應	$2 H_2S + O_2 \rightarrow 2 H_2O + 2 S$

由於焚化爐排放之戴奧辛係由未燃之C.H.O與Cl所結合成高毒性之物質，其合成最主要原因為Cl及未燃物之同時存在。因此可利用生物系統中Fe為血紅素O₂最佳載體之特性，將氧化鐵活性化，當作燃燒促進劑使戴奧辛分解生成CO₂，H₂O及Cl（如圖二）。

TICによる燃焼活性化サイクル



圖二 氧化鐵觸媒活性燃燒示意圖

四、日本氧化鐵觸媒抑制戴奧辛技術的研發

依據日本氧化鐵觸媒抑制戴奧辛之最新研究指出：降低有害物質時的因應對策，最理想的應是抑制其發生源的產生。針對此目標，在設計觸媒時，觸媒產生作用的地方在於燃燒室部分，而且存在有大量降低觸媒活性的有毒物質，導致觸媒無法維持長時間的活性安定，所以觸媒的規格應採用粉末狀的one-way型觸媒，其反應型態是利用燃燒室的氣流流動，以有效地接觸燃燒氣體。為確認所研製之活性氧化鐵對分解DIOXIN之分解機制，其試驗步驟如下：

- (1) 將Ferrite觸媒粉末直接吹入焚化爐中進行試驗。此觸媒粉末最大特徵為在爐內200~900°C 溫度區間內，在煙道任何位置吹入該觸媒，皆可與分散於燃燒氣中之未燃物接觸，並達成完全燃燒之效果。
- (2) 另以活性碳重複上述測試，於實驗完後，比對Ferrite觸媒與活性碳之吸附殘留量，來探討其分解DIOXIN之可能機制。

五、日本實廠實驗數據

1、利用模擬垃圾的小型焚化爐實驗

以三菱重工業(股) 橫濱研究所內基礎焚化爐進行氧化鐵觸媒的小型流動式焚化爐實驗。事先將觸媒均勻地攪入聚乙烯(PE)/氯乙稀(PVC)=9/1的模擬垃圾中。所使用的焚化爐設備實際實驗的條件及其結果如表二所示。

表二 實際實驗條件及其結果

條件	模擬垃圾	無觸媒	添加氧化鐵觸媒
	PE (90) +PVC (10) (kg/h)	2.74	2.92
	氧化鐵觸媒 (kg/h)	0	0.0292
結果	焚化爐出口氣體性質		
	CO (ppm)	125	10
	CO2 (ppm)	7.5	7.7
	NOX (ppm)	7	8
	O2 (%)	6.1	1.8
	H2O (%)	7.5	6.8
	戴奧辛 (ngTEQ/Nm3)	12	1.8

2、地方政府的焚化爐實驗

日本的焚化爐數量75%以上是屬於機械性一爐式或準連續型的間歇運轉爐。這些爐在停止運轉時及開始運轉時,由於不完全燃燒所產生的未燃燒物質會殘留在煙道或集塵機內部,因此,排氣溫度在200°C時也會出現戴奧辛合成現象,而且在開始運轉後幾個小時內也有生成的跡象。因此,擁有間歇運轉爐的各地方政府,正努力制定戴奧辛恒久對策的因應措施,以符合法令規定。岡山縣赤土反田丁為例,自去年9月分起即積極委託研發利用氧化鐵觸媒抑制戴奧辛的相關系統。實驗結果如表三所示。

表三 實際實驗結果

條件 排氣 計量項目	無添加氧化 鐵觸媒	田再燃燒室利用氣流吹送氧化鐵觸 媒(相對於垃圾含量為0.27%)			
	平成8年12月	平成9年10月		平成9年11月	
	常態	啓動	常態	啓動	常態
CO濃度 (ppm)	121	50	18	23	9
戴奧辛濃度 (ngTEQ/Nm ³)	19	3.6	3.8	4.2	2.8
HCl濃度 (ppm)	209	50以下	50以下	8.0	9.2

六、結論

由上述實驗數據顯示：焚化爐出口的氣體計量結果，經由氧化鐵的燃燒觸媒作用，得到證實確實可以大幅度地抑制戴奧辛的產生。藉由氧化鐵觸媒，無論焚化爐在啟動時或常態運轉時，都能大量地排放出戴奧辛含量，同時也能降低CO濃度。因此，得知氧化鐵觸媒可以改善爐內的燃燒狀態。尤其是可明顯看出由於氧化鐵觸媒的作用，大幅度降低排氣中HCl濃度。這是由於氧化鐵作用，促進熟石灰的鹽酸反應的結果。

目前國內亦有研究單位正在推廣該項計畫，並進一步深入研發Ferrite污泥作為觸媒材料，將其設計成粉末狀態，使之能充分利用燃燒室的氣流流動，以有效地接觸燃燒氣體，並將於實驗中儘量提高其本身之觸媒性能，來增加其實用性。以及研究探討Ferrite觸媒分解戴奧辛之反應機制，來驗證測試其燃燒分解煙道排氣中戴奧辛之成效。

環境檢驗所 科長 洪文宗

本網頁於097/06/03編輯發行，最新檢視日期：102/03/01。

【資料內容為已確認之文件，非屬應即時更新之統計資訊】

