

## 觸媒體로 裝置한 燃燒 器具의 製造

李 根 培\*

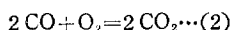
### 1. 序 論

無煙炭으로 煉炭을 만들어서 燃燒시킬 때 發生하는 有毒性 가스인 CO와 SO<sub>2</sub>의 問題는 保健關係上 우리 社會의 큰 關心事로 되어 있다.

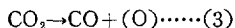
現在 SO<sub>2</sub>의 除去問題는 比較的 可能的인 것<sup>1,2,3)</sup>으로 되어 있으나, CO의 除去問題는 아직도 難問題로 남아 있어서 이 問題의 解決에 對하여 思考를 하여 본 것이다.

煉炭의 燃燒時에 同伴되는 CO의 量을 적게 하기 위한 方法에는, 完全燃燒되도록 煉炭을 燃燒시키는 方法과 併行하여, 一旦 發生한 CO는 化學觸媒를 使用하여 CO<sub>2</sub>로 交換시키는 合理的인 點으로 本人은 생각한다<sup>1,2)</sup>.

燃燒에 對한 方程式<sup>4,5)</sup>은



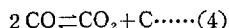
로 表示되는데, 過剩의 空氣를 供給하면서 煉炭을 燃燒시키면 有毒가스의 除去가 어느 程度 可能的인 것이다. 그러나 CO<sub>2</sub>는 高溫으로 됨에 따라



로 解離하는 경향이 李 泰聖 및 李 載聖 等의 研究<sup>6,7,8,9)</sup>에서 보여 준 것과 같이 增大되므로, 煉炭의 燃燒時에는 不可避하게 CO가 同伴될 것인데, 이 同伴된 CO의 量은 우리의 健康을 위협하는 量이다.

爐內에서 發生된 CO는 煉炭中에 存在하는 多量의 水分 때문에 水性가스化되어 一部 燃燒除去될 것이다<sup>4,5)</sup>. 그러나 大部分의 CO는 Dixon의 研究<sup>1)</sup>에서 보여 준 것과 같이 絕對乾燥空氣中에서는 타지 아니하므로, 大部分의 發生된 CO는 爐外로 排出될 것이다. 다시 말하면 燃燒方法만으로는 滿足한 結果를 가져올 수 없다고 본다<sup>1)</sup>.

다음으로 化學觸媒를 使用한 一酸化炭素의 除去를 思考하여 보자.



上記 平衡方程式은 發熱反應이므로 300°C 附近에서는 大部分 正反應쪽으로 進行될 것이나 溫度가 낮기 때문에 平衡에 到達하는 데는 長時間 걸리 겠지만<sup>5,6,7)</sup> 觸媒를 使用한다면 反應이 빨리 終結될 것이다<sup>5,6,7)</sup>. 理論으로는 正方向에의 進行이 100% 可能하므로 化學觸媒方法의 適用에의 研究는 重要하리라고 본다.

適用方法은 煉炭에 觸媒를 混合使用하는 方法<sup>10)</sup>과 煉炭自體가 아닌 煉炭의 燃燒器具에 두는 本人의 發見인 方法<sup>1,2)</sup>이 있을 것이다. 後者は 前者에 比較하여 觸媒에 半永久的으로 使用되고 接觸效果가 良好하며, 少量의 觸媒使用이 可能的인 設計이므로 高價의 良好한 化學藥品 觸媒(例로써 니켈 粉末觸媒)를 使用하여 廉價의 燃燒器具를 만들 수 있으므로 보다 合理的이라고 할 수 있다.

이와 같은 見地에서 煉炭 燃燒器具에 觸媒體를 特殊 製作裝置하는 것은, (4)의 反應식이 進行하고 供給하는 空氣量을 相當히 多量으로 하여 (1)과(2)의 燃燒을 良好하게 한 것이므로 가장 良好한 有毒가스 除去方法으로 생각한다.

觸媒體를 Ni-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 混合觸媒로 擇한 것은 Ni 觸媒體가 가장 良好한 觸媒體인데<sup>1,2,6,7)</sup> 高價이므로 最少量을 使用하고 廉價인 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 촉매로 補充하여 보자는 意圖로 選擇하게 된 것이나, 本報에서는 Ni-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 混合觸媒의 性能과 家庭用煉炭燃燒器具에 適用시킬 수 있는 方法을 檢討하여 본 것이다.

### 2. Ni-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 觸媒體의 性能實驗 및 結果

#### (1) 分析方法

煉炭을 燃燒시켜서 發生되는 가스 成分은 燃燒條件에 따라 時時刻刻으로 變하므로 本人이 考案한 裝置<sup>2)</sup>에 依해서 分析하였다. 즉 一定量의 CO 및 SO<sub>2</sub> 가스

\* 中央大學校 理工大學 化學工學科

를 발생시켜反應 觸媒體에 通過시킨 다음 生成된  $\text{CO}_2$  및  $\text{SO}_3$ 를  $\text{KOH}$ 용액 및 寒劑로써 除去한 後, 殘餘의 量을  $\text{CO}$  및  $\text{SO}_2$  量으로 삼았다.

Orsat 가스 分析器에 의한 연탄가스의 分析은 가스 채취량을 5l 以上으로 하였으나 失敗하였으므로 大型가스 採取室을 製作使用한이 좋을 듯하다.

## (2) $\text{Ni-Fe}_2\text{O}_3$ 觸媒體의 製造方法

本研究에 使用한 觸媒體는 均一하게  $\text{Ni-Fe}_2\text{O}_3$ 를 混合한 觸媒體를 使用한 것이 아니고 前面에  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  觸媒體를 30cm 程度, 後面에  $\text{Ni-SiO}_2$  觸媒體를 30 cm 程度 連結使用하였는데, 이것은 本人의 研究結果<sup>2)</sup>에서  $\text{Ni-SiO}_2$  觸媒體 30cm로써 滿足할 만한 結果를 얻었으므로  $\text{Ni-SiO}_2$ 만의 觸媒體의 使用으로 充分할 것이나, 長期間의 燃燒器具의 使用에 의한 觸媒毒 등에 因한 觸媒效果 低下를 考慮하여  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  觸媒體를 前面에 追加해서 效能關係를 알아본 것이다.

$\text{Ni-SiO}_2$  觸媒體는 硫酸니켈 溶液을 稀酸으로 沈澱시키고 洗滌後 硝子綿에 水硝子를 若干 使用하여 附着시키고 乾燥한 後 減壓下  $300^\circ\text{C}$  內外에서 2時間 還元시킨 것이며,  $\text{Ni:SiO}_2$ 의 比가 大略 1:1 이었다. 또  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  觸媒體는  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 를 硝子綿에 水硝子를 使用附着시켜 乾燥後 使用하였는데,  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{:SiO}_2$ 의 比가 역시 大略 1:1 이었다.

## (3) $\text{CO}$ 가스 除去 實驗

19孔炭을 燃燒시킬 때 發生하는  $\text{CO}$ 는 大略 5% 以下이나, 炭素分の 10%가  $\text{CO}$  가스로 變한다고 計算하면 많이 잡아야 3cm 直徑의 本研究 反應管을 통한 純粹  $\text{CO}$  가스의 流速은 20 ml/min. 정도이며 그 2배에 해당하는 40 ml/min.의 流速으로  $\text{CO}$  가스를 여러 反應溫度에서 觸媒層을 通過시킨 結果는 Fig. 1 과 같다.

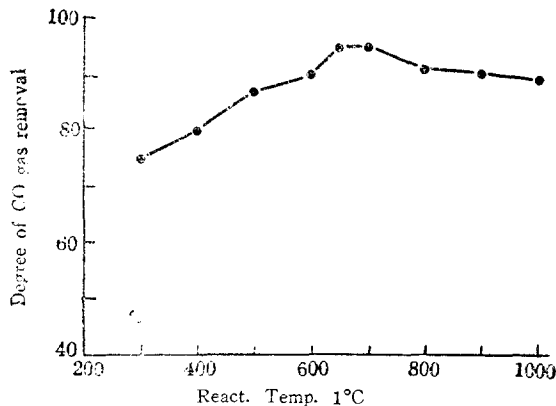


Fig. 1. Effect of React. temp. on  $\text{CO}$  gas removal by passing through the  $\text{Ni-Fe}_2\text{O}_3$  Catalyst.

Fig. 1에서 보는 바와 같이  $\text{CO}$  가스의 除去率은 本實驗의  $\text{Ni-Fe}_2\text{O}_3$ (總長60 cm) 觸媒體로는  $650^\circ\text{C}\sim 700^\circ\text{C}$ 가 가장 良好하여서 95%의 除去率을 보였다. 煉炭의 上端部分의 火焰의 溫度分布는 大略 最少  $300^\circ\text{C}$ 에서 最高  $900^\circ\text{C}$  範圍內에 있게 되는데, 이 溫度範圍內에서는 75%에서 95%의  $\text{CO}$  가스 除去率을 가졌으므로 平均 內외의 除去率이 되는 셈이다.

특히 여기서 注意해야 할 點은 觸媒層의 分布를 1.1 atm. 程度의 壓力이 걸리게 均等分布配置하였다는 것이며  $\text{Ni-SiO}_2$  觸媒體는 約 45 gr,  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  觸媒體는 約 50 gr 所要되었고, 本人은 觸媒毒 등의 發生에 依한 觸媒體의 效果低下가 觸媒體의 前面部分에 많이 發生하는 實例<sup>3,4,10)</sup> 등으로  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  觸媒體를 前面에 두었고  $\text{Ni-SiO}_2$  觸媒體는 後面에 두었는데, 이 問題는 더욱 研究하여야 할 問題라고 생각한다. 그리고 上記 觸媒體를 煉炭燃燒器具에 約 2年間 使用한 後 性能實驗을 行하여 본 結果는 新品의 觸媒體에 比하여 約 10% 低下되었다.

## (4) $\text{SO}_2$ 가스 除去實驗

本實驗은 銅에 硫酸을 作用시켜 生成되는  $\text{SO}_2$  가스를 乾燥병을 經由하여 上記의  $\text{Ni-Fe}_2\text{O}_3$  觸媒體에 通過시킨 다음 酸化된  $\text{SO}_3$ 를 寒劑使用으로 回收하고 나머지의  $\text{SO}_2$  가스를 잡아 秤量하였는데, 全體  $\text{SO}_2$  가스 量에서 秤量한 나머지의  $\text{SO}_2$  가스를 減하여 除去된  $\text{SO}_2$  가스 量으로 하였다.

家庭用 19孔炭의 無煙炭을 燃燒시켜서 發生하는  $\text{SO}_2$  가스 量은 燃燒條件 및 時間에 따라 다르나 많이 잡아서 排氣 가스中에 1% 以下の  $\text{SO}_2$  가스를 含有할 것이다.

이 가스 量을 순수  $\text{SO}_2$  가스 量으로 換算하여 3.0cm 直徑의 反應管에 通過한다고 하면 순수한  $\text{SO}_2$  가스로는 5 c. c./min. 이던 充分한 量이나, 本實驗에서는  $\text{SO}_2$  가스 流速을 20 c. c./min. 로 하고 反應溫度를 달리하여 實驗한 結果는 Fig. 2 와 같다.

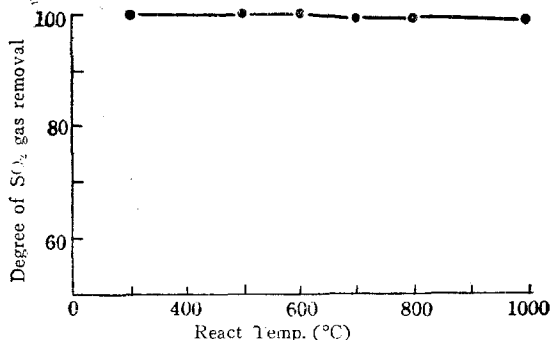


Fig. 2 Effect of React. temp. on  $\text{SO}_2$  gas removal by passing through the  $\text{Ni-Fe}_2\text{O}_3$  Catalyst.

Fig. 2에서 보는 바와 같이  $700^{\circ}\text{C}$  이하에서는 100%除去되는데 煉炭의着火初期에  $\text{SO}_2$  가스는 多量發生하여  $600^{\circ}\text{C}$  程度에서는 全量이 發生되므로<sup>3)</sup>  $\text{SO}_2$  가스는 完全히 除去 可能할것으로 본다.

### 3. 實用 煉炭 燃燒器具의 製造

上記 實驗의 結果를 家庭用 煉炭 燃燒器具에 設定할 良好한 點을 찾고져 Fig. 4-a의 圖面의 A點과 B點, 그리고 C點을 各々 燃燒時間에 따라 變化하는 爐의 溫度 分布 狀態를 測定하여 본 結果는 Fig. 3와 같다.

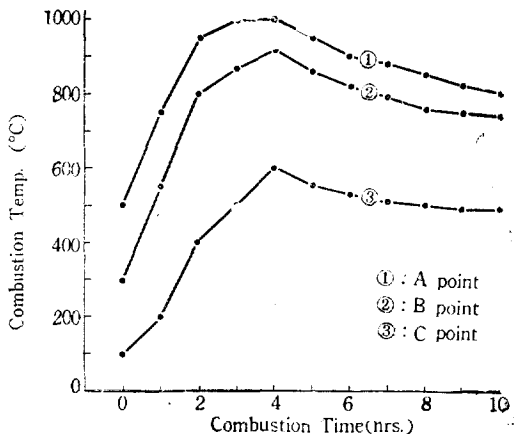


Fig. 3. Relation between Combustion temp. and combustion time at the anthracite furnace.

上記 Fig. 3의 data는 本人이 製作한 燃燒器具에서 着火初期의 溫度를 完全히 着火되었다고 생각되는 點에서 測定하였고, 가장 強力하게 火力을 調節한 例의 溫度測定值을 밝힌다.

觸媒體 性能 實驗結果 觸媒體가 作用하는 가장 良好한 溫度條件은  $650^{\circ}\text{C} \sim 700^{\circ}\text{C}$  附近인데 煉炭의 燃燒에 依해서 나타나는 溫度範圍은 A點이  $500^{\circ}\text{C} \sim 1000^{\circ}\text{C}$  이며 B點이  $300^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$ 의 範圍이며 C點이  $100^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$  사이였다.

故로 家庭用煉炭의 燃燒器具에 觸媒體를 附着하는 가장 良好한 點은 A點이며 다음이 B點이고 C點은 反應溫度 分布上 좋지 않다. 그런데 煉炭燃燒의 直火(強力한 火力)使用은 家庭煉炭 燃燒器具의 具備條件中 重要한 것이니, 이런 것을 생각한다면 B點에 觸媒體를 設置하여 上部를 덮개式으로 하는 것이 理想的인 方法이 될 것이다.

이와 같은 事實을 考慮하여 實用possible한 몇 가지 例를 나타낸 것이 Fig. 4-a 및 Fig. 4-b이다.

Fig. 4-a는 레이루式 家庭用 연탄 연소 기구를 연탄의 直火를 使用할 수 있도록 觸媒體를 장치한 연소기

구이며, Fig. 4-b는 觸媒體를 덮개式으로 使用한 例圖이다.

各圖面中의 數字中에서 1은 덮개를, 2는 火焰의 入口를, 3은 火焰의 出口를, 4는 따로 設定된 排氣의 通路로써 그 곳에 觸媒體를 多孔性으로 均等分布하고 있음을 나타낸 것이다

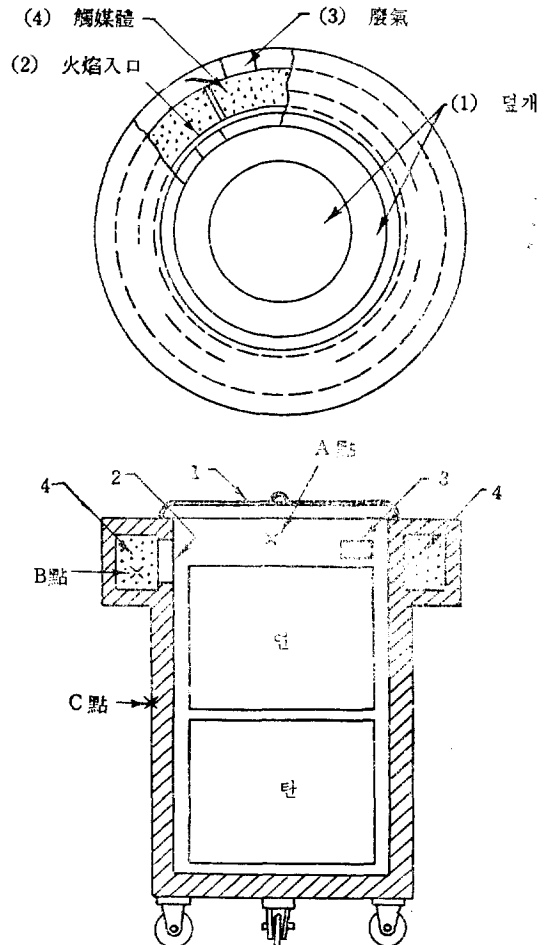


Fig 4-a 레이루式 연탄 연소기의 改良

### 4. 結 論

$\text{Ni-SiO}_2$  觸媒 30 cm와  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$  觸媒 30 cm를 합친 觸媒體가 달린 家庭用 煉炭 燃燒器具를 만들어 煉炭을 燃燒시킬 때 發生하는 有毒性가스인  $\text{CO}$  가스와  $\text{SO}_2$  가스를 거의 完全히 除去할 수 있을 것으로 생각된다.

故로, 본 燃燒器具가 계몽 使用케 된다면 煉炭가스 中毒의 問題는 거의 完全히 解決되리라고 생각한다.

本 研究結果를 要略하면 다음과 같다.

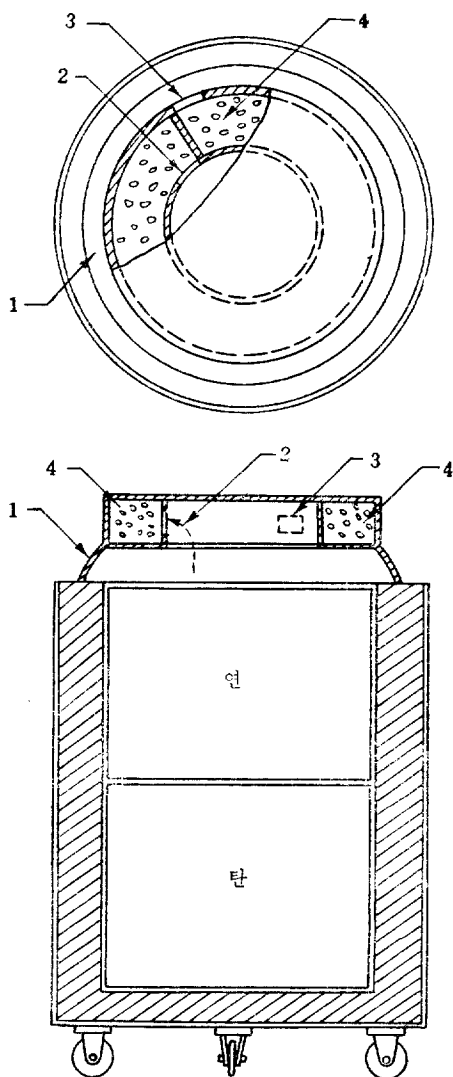


Fig. 4-1 연탄 연소 기구에 덮개식으로 장치한 것

- ① 煉炭가스 中の 有毒性가스인 CO 가스는 가장 良好한 除去溫度에서 95%까지 除去할 수 있다.
- ② 家庭用 實用 煉炭 燃燒 器具에서는 燃燒溫度範圍를 잘 調節함으로써 發生 CO 有毒가스를 平均 85% 以上 除去할 수 있을 것이다. 空氣의 通風換氣率을 생각한다면 上記 除去率은 滿足할 만한 data로 생각한다.
- ③ 觸媒體의 壽命은 2年 以上 使用될 것이다.
- ④ 故로 觸媒體의 價格은 使用期間을 생각할 때 廉價이며 또 燃燒器具 製作費도 廉價인 편이다.
- ⑤ 但 不便은 觸媒體管에 依한 壓力 때문에 煉炭燃燒에 必要한 空氣量을 過量으로 通過시켜 줘야 한다는 點이다. 普通家庭에서 從來에 使用하던 煉炭 燃燒器具보다 2~3 倍의 空氣入口 通路를 만들어 주어야 한다.

#### [參考文獻]

- ① 李根培; 大韓民國 發明特許 963號 (1960)
- ② 李根培; 忠南大學校 論文集 4, 143 (1965)
- ③ 姜龍植, 韓相久, 林仁喆; 科學報 5-1, 16 (1960)
- ④ L. T. O'Shea; Elementary Chemistry for Coal Mining Student. 156 (1960)
- ⑤ 龜高德平, 櫻本竹治; 新無機化學 232 (1960)
- ⑥ 李泰圭, 掘場信吉; 物理化學 4, 13 (1930)
- ⑦ 李泰圭, 掘場信吉; 學術協報 7, 691 (1931)
- ⑧ 李載聖, 韓泰熙, 申城植; 大韓化學會誌 6-1, 47 (1962)
- ⑨ 韓泰熙; ibid 7-4, 288 (1963)
- ⑩ 吳信燮; 國立工業研究所報告 12, 132 (1962)
- ⑪ 吳信燮; ibid 13, 131 (1963)
- ⑫ W. G. Frankenburg; Advances in Catalyst. (1955)