

유리 용해爐의 大氣汚染



朴 容 南
〈斗山유리(株) 技術課長〉

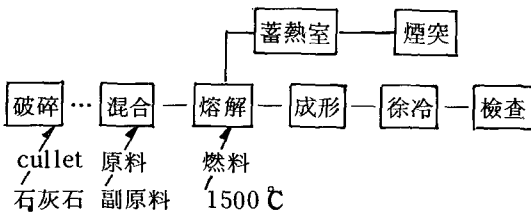
〈序 言〉

유리 용해爐에서의 大氣汚染 物質은 발전소, 자동차 工業등 많은 量의 연료를 消費하는 産業에 比하면 비교적 微細한 汚染源이다. 그러나 60年代 以後의 급격한 工業의 발전, 수요의 상승, 수출의 증대, 他産業과의 연관등에 따라 점차 큰 大氣 汚染源으로 부각되기 시작되었다.

특히 soda lime glass melting furnace에서 放出되는 汚染物質에 對한 研究 및 報告가 國內에 많지 않으며 유리 제조공장에서 汚染物質 放出 속도를 감소시킬 수 있는 方法 및 工程이 체계적으로 研究되어진 경우를 찾아보기 어렵다.

유리 용해爐로부터 廢 gas의 흐름에 가장 심각한 汚染物質은 particulate matter, SO_x, NO_x 등이며, 여기에 유리 제조업 分野에 종사하는 분들께 參考가 될 수 있는 資料를 소개하고자 한다.

1. 工程圖



2. 豫想汚染物質(大氣)

- 1) particulate matter
F'ce(furnace) & Annealing 工程
- 2) SO_x Melting 工程
- 3) NO_x "

- 4) F, As, Pb 等 副原料 使用時
- 5) Dust 破碎, 混合
- 6) 집먼지 Stack

3. 排 Gas 量

B-C Oil 10,000ℓ/day를 fuel. source 로 使用하여 melting 하는 경우 理論 空氣量 A₀ 및 실제 건조 排Gas 量 G는 다음과 같다.

B-C Oil 組成이

C; 85.1%, H; 11.4%, O; 0.8% W; 0.2%
N; 0.8%, S; 1.6%, A; 0.1%라면

$$A_0 = 8.89C + 26.7(H - O/8) + 3.33S$$

$$= 10.64 Nm^3/kg$$

$$G = 10,000/24 \times 0.952 \times \{A_0(1.3-1) + G_0\}$$

$$\approx 5,750 Nm^3/kg$$

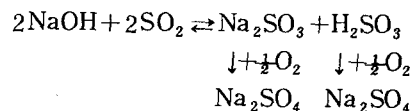
실제로는 exhaust gas가 reversing 및 re-generator 를 지나면서 leak air 를 同伴하여 stack에서는 7~80,000 Nm³/hr 以上으로 豫測 된다.

〈그림 1〉은 日本 荏原社 환경사업부에서 測定한 Glass melting f'ce의 排Gas 量에 對한 data 를 圖表로 나타낸 것이다.

4. 汚染物質 豫測

4.1 Particulate matter

1) 生成 mechanism



Particulate matter 는 glass melting furnace 에서 H_2SO_4 mist 와 함께 Na_2SO_4 의 submicron 으로 存在하며 lower temperature 에서 condensation 에 의해 生成된다.

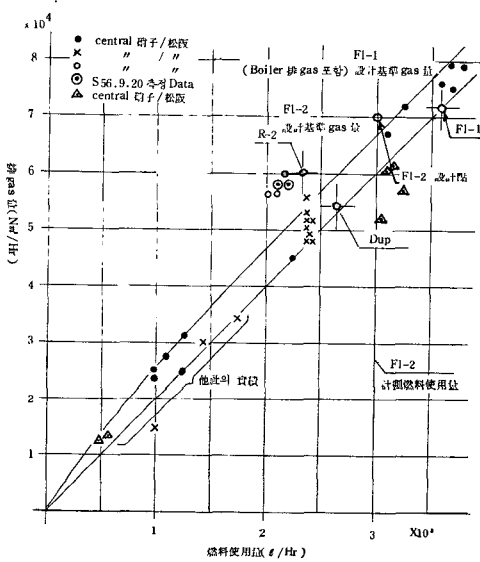
2) Glass melting f'ce 測定值 例

(日本 T. Glass Co.)

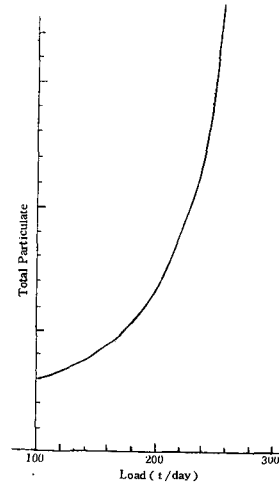
f'ce capa 270 MT/day

fuel source B-C oil
(S.Content 1.7%)

<그림 1> Glass 燃料使用量에 대한 排Gas 量
(日本荏原社 환경 PLANT 제공)



<그림 2> Emission of particulates as a function of load from a flint glass tank of 708ft²



flue gas velocity 5.0 m/sec in stack
flue gas temp 496 °C
stack inside dia 2.50 m
measured particulate consent. 0.38g/Nm³

主成分 NaHSO₄ (m.p 170 °C)
Na₂SO₄ (m.p 880 °C)

粒 度 ~0.5 μ 25 %
0.5 ~0.3 μ 50 %
0.3 ~0.1 μ 20 %
0.1 μ ~ 5 %

(※ 150 °C 以上은 mist 狀으로 測定 곤란)

3) F'ce load 와 particulate emission rate 의 상관관계(參考)

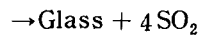
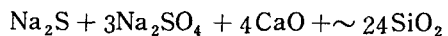
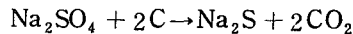
<그림>는 美 Brock way Glass 社의 data 이며 fuel source 는 natural gas, melter area 는 708ft² 의 경우이다. (flint glass)

그림에서 100 ~ 250 t/day 의 f'ce load 가 최대 범위에 접근함에 따라 분진 放出 속도는 급격히 증가하며 soda lime glass 의 melter 에서 放出되는 particulate 는 Na 와 S 에 의해 生成되므로 Natural gas 가 아닌 B-C oil 을 fuel source 로 使用하는 경우 실제로는 particulate 의 放出量은 더 많을 것으로 推定된다.

4.2 Oxides of sulphur

1) 生成 mechanism

sulfur dioxides 의 batch melting 時 typical reaction 은 다음과 같이 表示된다.



SO_x 의 主 source 는 batch melting 反應 과 fuel source 이며 特히 fuel source 는 SO_x

放出 속도의 主 factor 이다.

S는 batch, cullet, fuel 로 부터 f'ce에 들어가며 particulate (Na_2SO_4 or H_2SO_4) SO_2 , glass의 成分으로 爐에서 排出된다. 따라서 SO_x 의 배출 속도와 成分이 알려지면 그 차이에 의해 배기 gas의 SO_2 量을 評價할 수 있다.

2) SO_x 의 理論計算

1日 原料 batch 使用量이 다음과 같은 경우의 理論的 計算은 다음과 같다.

(pull 150 ton/day, amber glass)

硅 砂	〇〇 t/day	
石灰石	〇〇 "	
Soda Ash	〇〇 "	
芒 硝	0.6 "	
Cokes	0.1 "	
Cullet	60 "	計 150ton/day
B-C 油	16,080ℓ/day	
(S 含量 4%)		

Input 計算

① fuel source 로 부터

sulfur content 4%, s.g 0.95,
使用量 670ℓ/hr

S 計算 ;

$$670\ell \times 0.95 \times 0.04 = 25.46 \text{ kg/hr}$$

SO_2 量 ; 50.92 "

② 1日 原料中の Na_2SO_4 로 부터

$$600 \text{ kg} \times 0.98 (\text{芒硝의 純度}) \times 32/142 = 5.52 \text{ kg/hr}$$

SO_2 量 11.04 "

③ Amber glass 中에 retention된 $\text{SO}_x \dots 0.1\%$ SO_x ;

$$60,000 \text{ kg} \times 0.001 = 60 \text{ kg/day} \div 24\text{hr} = 2.5 \text{ kg/hr}$$

Output 計算

④ Glass 中에 retention되는 量

$$150,000 \text{ kg} \times 0.001 = 150 \text{ kg} \div 24\text{hr} = 6.25 \text{ kg/hr}$$

⑤ Emission

$$\text{①} + \text{②} + \text{③} - \text{④} = \text{⑤} (58.21 \text{ kg/hr})$$

3) 다음은 SO_2 의 material balance 를 소개한다.

① Pulled at 150 ton/day, melting area of f'ce is 784ft², sulfur content 4%
B-C oil, amber glass 熔解

② Pulled at 120 ton/day, melting area of f'ce is 612 ft², sulfur content 1.6%
B-C oil, flint glass 熔解

c. f Batch ①

sand	100
lime stone	26.3
soda ash	27
sodium sulphate	0.85
cokes	0.12
cullet	128.4

c. f Batch ②

sand	100
lime stone	28.4
soda ash	28.2
sodium sulphate	0.85
cullet	70.97
기 타	2.92

(단위 kg/batch)

이 두가지의 예에 對한 material balance 를 計算하기 위하여 諸條件이 다음과 같다면,

- sodium sulphate 와 cullet 以外에 原料 中에 S 成分의 input 는 없다.

- amber glass 의 SO_3 含量 0.10 %

- flint glass 의 SO_3 含量 0.25 %

- B-C oil 의 heating value 가 150,000 BTU/gallon

- B-C oil 의 density 가 8lb/gallon

- f'ce 의 연료 사용량이 6×10^6 BTU/ton

① Amber glass 의 경우

• 原料로부터 input 되는 SO_2 의 量

3.71b SO_2 /ton glass

• B-C oil 로부터 input 되는 SO_2 의 量

25.61b SO_2 /ton glass

• input 되는 SO_2 의 total 量

29.31b SO_2 /ton glass

• glass 에 retention되는 SO_2 의 量

1.61b SO_2 /ton glass

• SO_2 emission(input minus retention)

- 27.7 lb SO₂/ton glass
- ② Flint glass의 경우
 - 原料로부터 input 되는 SO₂의 量
5.0 lb SO₂/ton glass
 - B-C oil로부터 input 되는 SO₂의 量
10.2 lb SO₂/ton glass
 - input 되는 SO₂의 total 量
15.2 lb SO₂/ton glass
 - glass에 retention되는 SO₂의 量
4.0 lb SO₂/ton glass
 - SO₂ emission(input minus retention)
11.2 lb SO₂/ton glass

5. 汚染物質 放出量을 control 할 수 있는 operating parameter

前에 소개한 data는 유리 용해로에서의 大氣 汚染을 야기시키는 物質들의 放出 速度에 영향을 주는 factor들이다.

실제로 이러한 질량 放出 速度를 조절하는 operating parameter 들은 다음과 같이 要約될 수 있다.

- particulate; melter area, load, temperature
- SO_x; sulphur input, sulphur retention, particulate emission rate
- NO_x; air to gas ratio, temperature, fuel consumption rate

이러한 parameter 들은 여러가지 경우에 있어서 放出 速度를 工程變化(例, electric boost의 使用에 의한 燃料 사용량의 감소나 glass batch에 carbon을 부가하여 汚染源을 줄이는 方法等)에 의하여 감소할 수 있는 方法이며 各 제조업(판 유리, 병 유리, 식기 유리, 특수 유리 공업)에 알맞는 reducing process가 施行되어야 할 것이다. *

商議會館 賃貸안내

全商工人의 전당이 될 商議會館이 오는 84년 9월 준공을 보게 되었습니다. 새會館은 시내中心街에 위치한 地下3층, 地上12층(연면적 45,926m²=13,919평)의 각종 自動設備시스템을 고루 갖춘 超現代式건물로서 넓은 휴식공간과 각종 會議를 개최할 수 있는 大·小會議室(共有面積에서 제외)이 완비되어 있으며 入住社의 편의를 위한 제반시설을 갖추고 있습니다.

이에 아래와 같이 同회관 賃貸計劃을 알려드리오니 많은 이용있으시기 바랍니다.

- ▲賃貸申請期間: 현재 접수중
- ▲賃貸申請方法: 賃貸희망層數 및 坪數를 명시한 公翰을 本會議所에 접수(서울特別市 中區 小公洞 111 서울商工會議所 總務部 管理課)
- ▲入住豫定日: 1984년 9월초
- ▲賃貸條件(月賃): ㉠ 賃貸保證金=坪當400,000원
㉡ 月賃貸料=坪當 50,000원
(但, ㉠上記賃貸料는 83년도 감정가격이며 賃貸



料의 최종확정은 本契約 체결時 市内주요 건물의 賃貸料를 참고하여 上下5%내에서 조정할 수 있음 ㉡月賃貸料는 附加價値稅 별도임)

△問議處: 서울商議 總務部 管理課(直)778-2563
(交)777-8031)