

建築材料의 防火性能에 關한 새로운 評價 (燃燒時의 가스有害性)

尹在振

建設研究所建築資材科

1. 머리말

建築法の規定에 의한 不燃材料, 準不燃材料 및 難燃材料의 基準에 關하여 建設部告示 第94号(80. 4. 8)로 다음과 같이 告示되었다.

가. 韓國工業規格 KSF 2271 '建築物의 内裝材料 및 工法의 難燃性試驗方法'에 의하여 試驗한 결과

- 難燃 1級이라고 判定되는 材料를 不燃材料.
- 難燃 2級이라고 判定되는 材料를 準不燃材料.
- 難燃 3級이라고 判定되는 材料를 難燃材料로 한다.

다만 表面塗裝이나 化粧材料의 貼付 또는 바탕재료 에 따라 防火性能을 低下하는 경우에는 그러하지 아니한다.

나. '가'에 의하지 아니하고 不燃材料, 準不燃材料, 難燃材料로 使用할 수 있는 材料 또는 工法은 建設部長官이 따로 定한다.

同·告示는 表面試驗, 基材試驗, 穿孔試驗(建築士誌 80. 4月号 '防火材料의 性能 및 評價, 參照)을 통한 難燃性의 把握에 의한 防火性能基準으로 볼 수 있다.

현재 이러한 防火性能試驗을 위한 内裝材料의 難燃性試驗裝置가 國立建設研究所를 비롯한 國家機關에 既確保되어 있으며 몇몇 建築資材生産業체에서도 購入하여 自体品質管理에 利用되고 있다.

그러나 日本의 경우를 보면, 이미 1944년부터 日本建設省告示로서 準不燃材料, 難燃材料를 難燃性試驗結果에 따라 각각 지정하여 왔으며, 1976년 부터는 準不燃材料 및 難燃材料의 指定에 있어 가스有害性試驗(Toxity test for Combustion Products)를 추가해서 指定하기에 이르렀다.

즉, 準不燃材料 및 難燃材料에 대해서는 가스有害性의 檢討와 더불어 材料를 指定 하고 있는 것이다.

이것은 火災時의 사망자의 75%이상은 火災가 起 火後 30分 前에 煙氣 또는 有害氣體에 의해 窒息한다는 統計(1973년 日本 舊厚生省 建物火災試驗結果 한 전문가가 내린 結論)를 보더라도 가스有害性에 대한 檢討는 建築材料의 防火性能評價에 있어 무시 할수 없는 사항임을 대변해 주고 있는 것이다.

더불어, 火災時의 燃燒生成氣體와 그 毒性에 대해서 살펴보면,

燃燒生成氣體는 火災時에 避難行動을 阻害하고 때로는 人命에 致命타를 주게 된다. 燃燒生成氣體의 조성이나 발생량은 물질의 화학 조성, 온도, 공기(O₂)공급량, 等の 조건에 따라 크게 다르지만 일반적으로 다음과 같이 말할수 있다.

● 有機質材料는 燃燒時에 일산화탄소(CO)와 탄산가스(CO₂)를 발생하는데 공기 공급량이 많으면 CO₂의 발생량이 많고, 공기공급량이 적으면 CO의 발생량이 많아진다.

● 木材, 合板, 종이 등과 같이 셀룰로오스를 主成分으로 하는 材料의 燃燒生成氣體는 주로 CO, CO₂이며, 氣體의 발생은 300℃ 정도에서 시작된다.

● 플라스틱材料는 CO, CO₂ 외에 化學組成에 따라 염화수소(HCl), 시안화수소(HCN), 암모니아(NH₃), 아황산가스(SO₂) 또는 황화수소(H₂S) 등 材料特有의 氣體를 발생한다.

● 各種材料의 CO가스 發生速度를 비교하여 보면, 條件에 따라 달라질 수 있으나, 삼목(杉木)에 대해서, 藥劑處理合板은 16배, 아크릴수지 11배, 목모시멘트관 및 경질염화비닐관 4배, 발포폴리스틸렌(스티로폼) 3배 정도 라는 試驗報告도 나와 있다.

3) 一次空氣의 流量은 3.0l/min으로서 반듯이 除濕 하여야 한다.

4) 二次空氣의 流量은 25l/min으로서 供給하는 空氣는 반듯이 除濕하여야 한다.

5) 試驗開始 때의 炉内溫度는 40~50℃의 範圍로 한다.

6) 熱電對(thermocouple)는 煙突 等を 청소할때 그 위치가 이동하지 않도록 한다.

7) 中間排氣의 量은 10l/min으로하고 濾器(Filter)를 붙이며 시험할 때마다 갈아 끼운다.

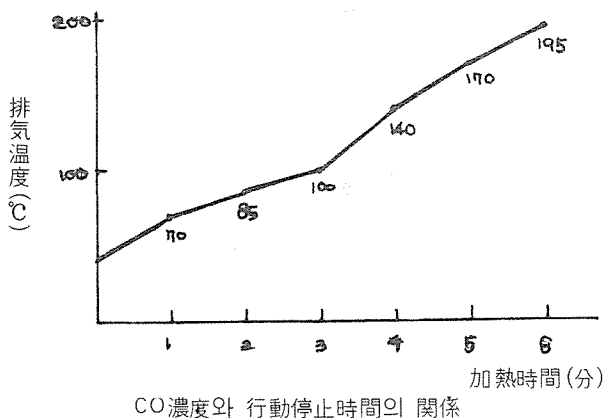
8) 試驗箱의 溫度는 25~30℃의 범위로 조정하고 시험을 실시한다. 이것은 試驗箱의 溫度가 상승하면 쥐의 体内新陳代謝가 활발하게 되고 發熱과 發汗에 따른 호흡 회수가 증대하여 쥐의 行動停止時間이 변하기 때문이다. 또한 이것은 여러번의 試驗을 통하여 實證된 것이기 때문에 試驗箱의 溫度에 各별히 注意를 할 필요가 있다.

9) 試驗開始後 6分 이후에는 개스, 空氣의 供給, 中間排氣를 停止한다.

4. 試驗方法

다음과 같은 順序로 試驗을 實施한다.

1) 標準板(석면시멘트퍼라이트판)을 使用하여, 프로판개스 供給油量 0.35l/min, 一次空氣 3.0l/min, 二次空氣 25l/min, 石英Heater 1.5KWH의 條件下에서 加熱試驗을 하며, 아래 그림에 표시하는 配氣溫度가 10℃ 以內의 範圍로 再現(Reproducibility)될 수 있도록 試驗裝置를 調整한다.



2) 体重 20 ± 2 g, dd系 또는 ICR系,

週令5의 쥐를 회전Cage에 넣어, 試驗箱에 設置한 다음, 위에서 말한 加熱條件일 때, 標準材料(두께 10mm, 겉비중 0.48 ± 0.05 의 赤라왕)에서의 쥐의 平均行動停止時間(分)을 구한다.

(計算式은 4)에 의한다)

3) 2)의 方法으로 試驗체에 試驗을 2回 실시한다.

4) 쥐의 平均行動停止時間(X_s)을 계산한다.

$$X_s = \bar{X} - \sigma$$

\bar{X} : 쥐가 行動을 停止할 때 까지의 時間의 平均値(分)

σ : 쥐가 行動을 停止할 때 까지의 時間의 標準偏差(分)

즉 同 裝置는 8개의 회전Cage를 使用하므로 다음식으로 계산하면 된다.

$$X_s = \bar{X} - \sigma$$

$$= \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_8}{8} - \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_8 - \bar{x})^2}{8}}$$

($x_1, x_2, x_3, \dots, x_8$ = 行動停止 까지의 時間)

<注意事項(1)>

2)에 의하여 얻어진 標準材料에서의 平均行動停止時間이 2)와 같은 試驗을 10회 以上 실시하여 얻어진 경우, \bar{x} 및 R의 管理限界(KSA3202의 범위에 넣지 않는 경우)는 3)의 試驗체에 의한 試驗을 實施하지 않는다. \bar{x} 및 R의 管理限界는 다음식에 의하여 구한다.

\bar{x} 의 管理限界 $\bar{x} \pm 0.37R$

R의 管理限界 $(1 \pm 0.86)R$

\bar{x} : \bar{x} 의 平均値

R : 最大值(最大行動停止時間)와 最小値(最小行動停止時間)의 差의 範圍

R : R의 平均値

<注意事項(2)>

本 試驗은 필요한 空氣, 프로판개스 및 석영Heater를 定量化하여 試驗체를 燃燒시켜 이때 발생한 연기와 유해개스 등을 試驗箱에 인도하여 쥐가 行動을 停止할때 까지의 時間을 측정하는 것이므로 試驗時 試驗機의 氣密에 注意를 할 것.

<補充說明>

管理의 限界(Control limit)란 보아넘기기 어려운 原因(:測定値가 變動하는 原因中에서, 규명해서 제거하는 것이 경제적인 것)과 우연한 原因을 가려내기 위하여 設定한 限界를 말한다. 즉 쥐가 行動을 停止할 때 까지의 時間의 平均値와 그 範圍(最大行動停止時間-最小行動停止時間)로 設定할 수 있는 限界를 말함,

예를들어 $\bar{x} = 7.81$

$R = 1.73, X_s = 7.24$ 이라고 하면

\bar{x} 의 管理限界($\bar{x} \pm 0.640$) 8.45~7.17

R의 管理限界($(1 \pm 0.86)R$) 3.22~0.242 이 된다.

計 算 例

番号	mouse의 体重(g)	平 均	行動停止 時間(分)	平 均	備 考
1	22.0		6.52		赤라왕의 重量 245.0g (중량감 소66.0g)
2	22.0		6.23		
3	21.0	Average =20.9g	6.94	Average $\bar{x}=6.92$	
4	21.0		6.42	$\sigma=0.482$	
5	18.5	($s=1.7$)	7.33	$X_s=6.44$	
6	19.5		7.58		
7	21.0		7.18		
8	22.0		7.18		

註(2)ICR(Institute of Cancer Research:philadelphia) mouse는 Dr. Hauschka에 의하여 育成된 것으로 $^{14}C/^{14}CR_2$ 라고 명칭되고 있다. 이는 標準의 實驗動物로서 세계적으로 광범위하게 쓰여지고 있다. 이밖에도 育成者, 用途, 飼育方法 等에 따라 dd系, SD, CF 等の mouse가 있다.

5. 試驗의 判定

2개의 試驗體에서 얻어진 쥐의 平均行動停止時間의 값이 각각, 標準材料에서 얻어진 쥐의 平均行動停止時間의 基準값(X_s)보다 더 클때 合格으로 한다.

6. 맺 음

중래의 建築材料의 燃燒性(防火材料의 防火性能) 試驗과 다른점은 쥐를 사용하여 그의 行動을 測定하므로써, 材料가 燃燒할 때 인명에 피해를 주는 毒性개스를 발생하고 있는지의 與否, 즉 개스有害性を 把握하는 점이다.

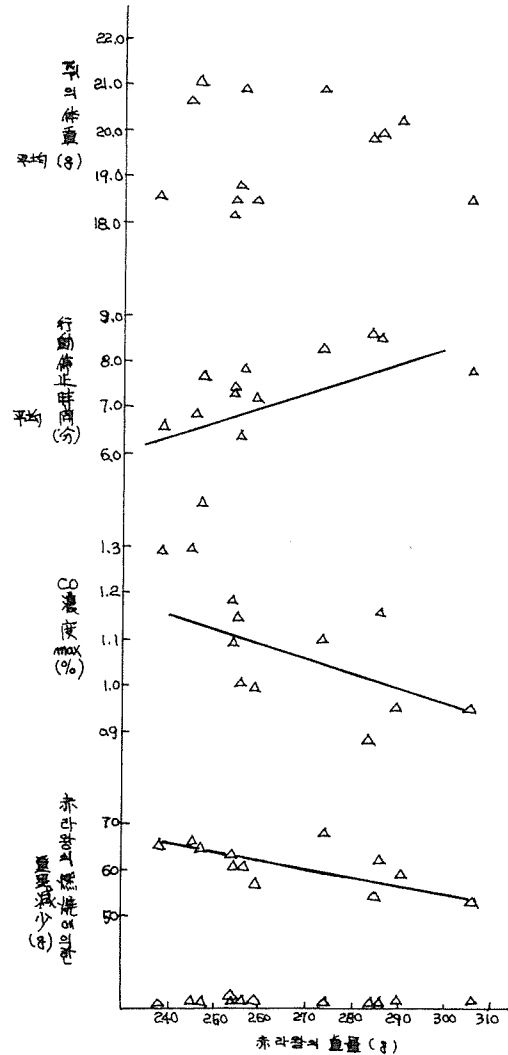
이 試驗에서 가장 重要한 事項은 쥐의 健康管理 이며 또한 쥐의 体重을 規格值 $20 \pm 2g$ 으로 유지하는 것이다.

이는 쥐의 정상적인 行動을 阻害하는 要因이 있다면, 試驗結果에 대한 信賴性 및 再現性(reproducibility)을 기대할 수 없으며 아울러 建築材料에 대한 有害 개스의 評價도 再考해야 하기 때문이다.

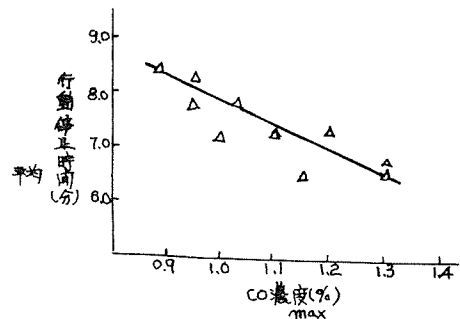
쥐는 일반적으로 搬入後 3日 以上 飼育管理하여 環境과 順應시켜서 사용하거나, 搬入後 2日 以內에 試驗에 使用하는 것이 通례이다.

또한, 쥐의 管理 못지않게 중요한 점은 標準材料가 되는 赤라왕의 品質管理이다. 예를들면, 密度가 큰 赤라왕(두께 10mm)을 사용하면, 燃燒量이 감소하고, 따라서 燃燒時에 발생하는 有毒개스의 主成分인 일산화탄소(CO)가 감소하여 당연히 쥐의 行動停止時間은 비례적으로 길어지는 경향이 있다(그림)

이와같이 標準材料가 되는 赤라왕의 品質管理도 쥐의 管理와 똑같이 세심한 주의를 기울이는 것이 이 試驗의 信賴性을 높여주는 것이 된다.



赤라왕의 重量과 行動停止時間의 關係



CO 濃度와 行動停止 時間의 關係

防火材料에 要求되는 性能中에서 「피난상 현저한 有害 개스의 발생이 없을것」이라고 하는 判定項目이 있지만, 이것은 그동안 判定項目에 關關시키지 않거나, 혹은 다른 여러가지 方法으로 檢討되어 왔다.

그러나 앞서 記述한 바와같은 判定方法이 確立 되므로써, 防火材料의 防火性能評價에 대한 새로운 體係가 確立되었다고 보며, 이를 利用한 防火材料의 研究와 關係者들의 評價方法에 대한 認識과 그 活用을 기대한다.