〈技術資料〉

세라믹스의 纖維加工에의 應用

Application of Ceramics to Textile Process

金 仁 圭*
Kim, In Kyu

1. 緖 言
2. 遠赤外線의 槪要
 1) 遠赤外線과 熱傳播
 2) 遠赤外線의 特性
 3) 遠赤外線히이터의 種類
3. 遠赤外線의 纖維加工에의 應用
 1) 染色加工後의 乾燥
 2) 纖維製品의 加糊乾燥
 3) 合纖織物의 熱固定
 4) 不織布의 乾燥
 5) 폴리에스테르纖維의 染色
 6) 코팅加工

1. 緖 言

最近 에너지多消費型의 纖維加工에 있어서 省에너지의 技法은 勿論 消費者의 價値感의 多樣化에 따라 製品의 高級化, 多品種少量生産, 短期納品化 等의 要望이 급속히 進展되어 技術開發의 重要性이 高潮化되고 있다.

省에너지의 技法으로서 染色加工된 製品의 乾燥 및 熱處理 또 合纖織物의 熱固定에 필요한 莫大한 熱에너지를 세라믹스材質에서 放射되는 遠赤外線을 이용하게 되였으며, 增加하고 있는 衣料의 機能性의 要求에 따라 透濕性, 撥水性, 吸水性, 抗菌性, 防汚性, 保温性 等의 機能性의 素材가 개발되고 있다. 保温性을 높히기 위하여 세라믹스加工이 擡頭하게 되었다.

2. 遠赤外線의 槪要

1) 遠赤外線과 熱傳播

불에서 放射되는 熱을 利用할 줄 아는 人類는 有史前부터 젖은 옷을 乾燥하는데 불을 이용하였을 것은 틀림없다. 이는 人類가 原始時代부터 불에서 放射되는 赤外線을 利用한 것이다.

赤外線은 레디오, TV의 電波, 可視光線, 宇宙線 等과 같은 電磁波의 일종이다. 電磁波는 波長의 長短에 따라 여러가지 名稱과 效果를 달리하고 있다.

지금 電磁波 및 赤外線의 區分을 보면 그림 1과 같다.

赤外線은 무지개에서 보이는 赤色의 끝 波長(0.75㎛)보다 길고 마이크로波(1,000㎛)보다 짧은 波長사이에서 눈으로는 보이지 않고 空氣中에서 그의 透過力이 可視光線보다 크고 熱作用이나 螢光作用을 가지고 있는 放射線의 一種이다. 이 赤外線은 近赤外線 및 遠赤外線으로 區分된다. 遠赤外線의 波長領域은 대단히 廣範圍하나 一般的으로 赤外線加熱 또는 遠赤外線加熱로서 工業的으로 이용될 경우의 波長範圍는 大體的으로 數㎛부터 數十㎛의 範圍이며, 그 以上의 波長領域은 加熱에너지源으로서는 그다지 효력이 없다.

熱이라는 것은 物體를 構成하고 있는 組織構造體의 分子振動에너지이므로 物體는 그 物體 固有의 振動數(波長)의 赤外線을 吸收하면 温度가

* 纖維技術士(染色加工), 工學博士.

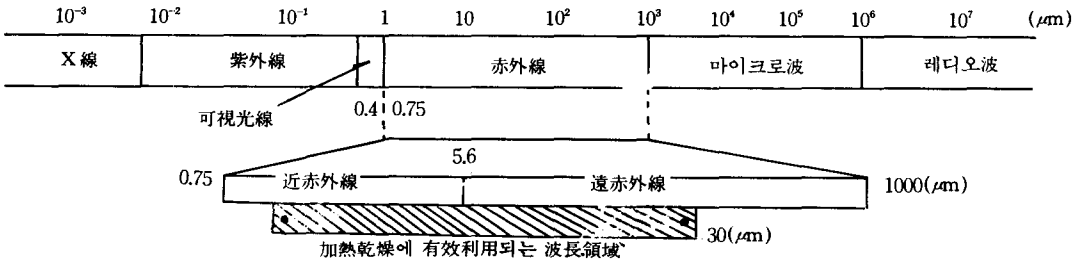

그림 1. 電磁波 및 赤外線의 區分

上昇하게 된다. 그러므로 그 物體의 分子振動을 惹起시킬 수 있는 波長의 赤外線을 放射하는 세라믹스赤外線放射體를 이용하게 되면 效果的으로 加熱 乾燥를 할 수가 있다.

一般的으로 에너지가 高温側에서 低温側으로 移動하는 傳播機構로서 基本的으로는 ① 傳導 ② 對流 ③ 放射의 3種類가 있으나 實際의 熱移動現象에서는 이들이 同時에 일어난다. 그러나 ① 傳導 및 ② 對流의 경우에는 固體, 液體, 氣體와 같은 媒體를 必要로 하나 ③ 放射의 경우에는 媒體없이도 直接的으로 被加熱物體에 熱이 到達하므로 效率이 높게 熱을 利用할 수가 있어 加熱時間을 短縮시킬 수가 있다.

赤外線(輻射)은 一種의 電磁波이므로 纖維製品과 같은 엷은 것에는 效果的이나 두꺼운 것이나 덩어리와 같은 것은 그림자가 생겨 그 部分은 直接的으로 加熱이 되지 않으므로 不均一한 加熱이 되기가 쉽다. 따라서 效果的으로 利用할 수 있는 赤外線은 어떠한 것이냐가 問題이다.

赤外線은 放射에 의하여 熱을 移動하는 것으로서 이것이 工業的으로 最初에 利用된 것은 1938年 Ford社에서 自動車 塗裝의 乾燥에 利用하였든 것이다. 乾燥된 塗膜은 堅固하고 平滑하였다. 이 때 塗裝을 效率좋게 乾燥할려면 塗料의 赤外線吸收特性(波長領域)과 熱에너지로서의 赤外線의 放射特性(波長領域)이 適合하여야 한다. 塗料의 赤外線吸收 波長이 5~10μm로서 比較的 遠赤外線 波長領域에 있으므로 塗裝乾燥는 遠赤外線을 利用하는 것이 가장 效果的이다라는 것을 알게 되었다. 그러므로 遠赤外線의 加熱效果가 認定받게 되자 다른 工業에 普及하게 되였으며 纖維加工分野에도 波及하게 되었다.

2) 遠赤外線의 特性

遠赤外線은 可視光線에 흡사한 波長의 電磁波이므로 可視光線의 性質과 비슷하다. 그러므로 遠赤外線이 物體表面에 放射되면 直進하여 表面에 到達하여 表面에서 反射, 吸收, 透過가 일어나나 그 程度는 物質의 性質, 表面狀態, 温度 및 波長에 따라 달라진다.

紫外線領域에 있어서는 放射에너지가 크고 光化學反應이나 光生成反應을 일으키는 作用은 크나 遠赤外線領域에 있어서의 放射에너지는 그의 1/10~1/100 정도로 적다. 따라서 遠赤外線은 紫外線領域에서와 같은 作用效果는 없으며 物質의 分子 振動에너지에 共鳴增幅되어 熱에너지로 변하므로 주로 加熱에 利用되고 있다.

赤外線의 放射는 높은 熱源에서만 일어나는 것이 아니고 絶對温度 0℃ 以上의 温度를 가지는 物體이면 어느 것이나 가지는 現象이다. 우리들의 몸에서도 36℃의 温度에 相當하는 에너지가 恒常 放射되고 있다. 그러나 熱源으로서의 放射體로 생각할 때 人體나 종이나 木材 등은 不適當하다. 따라서 放射材로 가장 좋은 것으로 생각된 것이 세라믹材(Ceramics)이다. 熱을 가진 物質로서 最大의 放射를 하는 것은 黑色物體이나 이것은 假想物體에 지나지 않으며 이것에 가까운 放射特性을 가지는 것을 만들 수가 있는 것은 세라믹스이기 때문이다. 따라서 세라믹스는 遠赤外線放射體로 使用할 수가 있다. 그러므로 세라믹스는 熱膨脹이 적은 材質로서 期待하는 遠赤外線放射特性을 가지고 있어야 한다.

遠赤外線放射體로 利用되는 세라믹스의 特徵을 보면 다음과 같이 우수한 特徵을 가지고 있

다.

① 熱傳導率이 極히 얕으며 또 輻射率도 높고 斷熱効果가 大端히 우수하다.

② 白色系 또는 半透明色系의 素材가 一般的으로 많으나 着色性이 우수하다.

③ 原體는 硬質이나 微粉末化시켜 軟質바인더를 併用하므로서 우수한 可撓性을 얻을 수가 있다.

④ 纖維狀의 素材는 空氣를 含有하고 있기 때문에 透濕機能의 低下를 招來하지 않는다.

⑤ 樹脂類와의 結合力이 우수하다.

⑥ 耐熱性이 強하다.

⑦ 熱衝擊性이 強하다.

⑧ 防蝕性이 우수하다.

⑨ 機械的 強度가 우수하다.

遠赤外線의 特性을 보면 다음과 같다.

(1) 吸收性

遠赤外線領域의 빛을 物體에 照射하였을 때 物體의 吸收特性이 適合하면 容易하게 物體內에 吸收되어 發熱現象을 일으킨다.

(2) 浸透性

遠赤外線으로 照射할 때 空間에서 物體때문에 遮斷이 되드라도 浸透하여 熱로 變한다. 즉 被加熱物에 대하여 遠赤外線의 受光量이 많으므로 內部浸透性이 높다. 從來의 熱風方法으로는 表面부터 順次的으로 傳導가 되었지만 遠赤外線으로서는 表面과 內部를 同時에 加熱할 수가 있다. 따라서 均一한 加熱은 물론 處理時間을 短縮시킬 수가 있다.

(3) 直進性

遠赤外線은 空氣層에 吸收되지 않고 被加熱物에 直進 到着하여 吸收되어 發熱한다.(輻射) 따라서 그 附近을 덥게 하지 않고 被加熱物만을 스폿트 加熱을 할 수가 있다. 特히 開放狀態에서 使用할 때에는 放射타이프의 遠赤外線加熱은 다른 加熱方法에 比하여 우수하다. 더구나 스테인板이나 알미늄板을 反射板으로 사용하면 더욱 反射率이 좋다. 동시에 反射板의 形狀에 따라 光을 集合 또는 散亂시킬 수가 있다.

3) 遠赤外線히이터(Heater)의 種類

遠赤外線히이터는 一般的으로 그 表面을 세라믹化하여 放射率의 向上을 圖謀한 것으로 材質的으로 볼 때 全體를 세라믹으로 만든 세라믹 타이프와 金屬에 세라믹을 코팅한 코팅타이프로 區分되고 있다.

세라믹타이프는 放射體의 特性이 半永久的이며 耐腐蝕性으로는 우수하나 충격에는 약하다.

코팅 타이프는 金屬面에 放射세라믹스를 코팅한 것으로 충격에는 強하나 耐熱性에는 問題가 있다.

또한 히이터의 加熱源으로서 制御性面으로 보아 대개는 電氣를 熱源으로 하고 있으나 經濟性, 安全性의 面으로 볼 때 가스, 스팀, 熱媒 等의 利用이 注目되고 있다.

(1) 電氣式히이터

電氣로 遠赤外線세라믹스를 加熱하여 遠赤外線를 効率좋게 放射시키는 것이다. 이것에는 세라믹타이프와 코팅타이프가 있으며 温度制御가 容易하고 交換도 容易하므로 넓게 사용되고 있다.

(2) 가스式히이터

세라믹스로 코팅된 放熱板을 가스燃燒에 의한 高温燃燒가스로 遠赤外線세라믹을 加熱하여 遠赤外線을 効率좋게 放射시키는 것이다. 가스式 遠赤外線히이터는 大容量化도 容易하며 爐內에서도 昇温이 可能하고 燃燒가스를 熱風으로서도 利用할 수 있는 利點이 있다.

(3) 스팀式히이터

세라믹스로 코팅된 放熱板을 스팀의 凝縮熱을 熱發生源으로 하여 加熱하는 히이터로서 防爆仕様의 히이터로 利用이 可能한 利點이 있으나 히이터 表面의 温度에 限度가 있게 되므로 使用目的에 따라 選定할 必要가 있다.

3. 遠赤外線의 纖維加工에의 應用

纖維加工에 있어서의 乾燥工程은 多量의 에너지를 消費할 뿐만 아니라 工程이 律速段階로

되므로 省에너지, 乾燥効率向上, 品質向上을 위한 乾燥裝置가 必要하게 된다.

從來의 熱風式 乾燥設備를 省에너지化를 하기 위하여 設備改善으로 乾燥效率을 올릴려고 하나 熱風温度를 上昇시키면 乾燥効率은 좋으나 品質面에 問題를 發生하게 된다. 따라서 여기에 遠赤外線 加熱을 利用하는 方法이 注目되고 있다.

1) 染色加工後의 乾燥

精練, 漂白, 染色 等의 處理를 한 濕潤된 製品을 乾燥할 때에는 纖維의 遠赤外線吸收波長과 遠赤外線放射體의 放射波長이 適合되어야 乾燥効果가 가장 좋다. 纖維와 같은 有機固形物은 遠赤外線吸收波長이 4～10㎛에 吸收帶가 많으므로 그 附近의 波長域의 遠赤外線을 많이 照射하게 되면 乾燥効果가 좋다. 그러나 물의 吸收帶는 3㎛附近에 있으므로 放射波長을 물에 맞추기보다는 纖維에 있는 水分이 적기 때문에 纖維의 吸收波長에 맞추어 加熱하여 蒸發시키는 것이 効果的이다.

一般的으로 세라믹赤外線放射體와 같은 固形物質은 温度가 높아지면 赤外線의 放射는 많아지지만 不必要한 可視光線이나 紫外線이 많이 放射되고 温度가 얕을수록 放射의 中心이 遠赤外線쪽으로 移行하여 放射하게 된다. 紫外線, 可視光線, 近赤外線은 熱効果가 적다. 例를 들면 같은 와트(watt)數의 電燈과 電熱器의 熱의 感覺으로도 알 수가 있다. 즉 電熱器가 더욱 덥게 느껴진다. 熱効果가 좋은 吸收波長이 4～10㎛의 遠赤外線을 放射하는 放射體의 表面温度는 光成分이 거의 없고 比較的 遠赤外線領域이 많은 約 500℃程度의 温度가 좋다고 본다. 또 乾燥는 密閉된 乾燥室에서 行하는 것보다 開放된 場所에서 遠赤外線加熱을 하여 水分을 蒸發시키는 方式이 効果的이다.

電氣式 遠赤外線히이터(電氣容量 20Kw, 表面温度 500℃)로 含水率 80%의 布를 豫備乾燥할 때 10秒間만 滯留시켜도 20%의 作業短縮을 할 수가 있다.

從來의 熱風乾燥에서는 通氣性의 有無에 따라 乾燥不良 또는 마이그레이션(migration)의 發生等의 問題點이 있다. 그러나 遠赤外線에 의한 乾燥을 할 때에는 幅方向에 걸쳐 均一한 乾燥를 할 수가 있으며 熱風乾燥를 할 때보다 30～40% 程度의 乾燥時間의 短縮이 可能하다. 特히 마이크레이션의 防止効果가 顯著하다.

1) 纖維製品의 加糊乾燥

織物을 加糊하여 乾燥한다든가, 壁紙材의 裏面을 加糊하여 乾燥한다든가 또는 捺染할 때 捺染糊를 印捺하여 乾燥한다든가 할 때에는 풀이 가지고 있는 水分을 蒸發 乾燥시키는 同時에 基材의 纖維質에 浸透된 水分도 蒸發 乾燥시켜야 한다.

從來의 熱風式 또는 드럼式의 乾燥에 있어서는 糊成分의 水分은 容易하게 蒸發 乾燥되나 基材의 纖維質에 있는 水分을 完全히 蒸發 乾燥시키기는 매우 어려운 問題이다. 이것으로 因하여 여러가지의 製品品質上의 問題를 招來한다. 纖維製品의 두께程度이면 基材에 充分히 浸透할 수 있는 浸透力을 가지고 있는 遠赤外線을 利用하면 基材의 纖維質의 內部의 水分까지 均質하게 乾燥시킬 수가 있다.

3) 合纖織物의 熱固定

結晶領域이 많고 配向性이 높은 熱可塑性 合成纖維는 ① 칫수安定性의 向上 ② 形態의 固定 ③ 觸感의 向上 ④ 染色性의 均一化 ⑤ 特殊한 物性의 附與 等의 目的을 얻기 위하여 張力下에서 熱處理하므로서 熱固定(Heat Set)을 하게 된다.

熱固定을 할 때 温度의 分布가 特히 幅方向으로 不均一할 때에는 染色할 때의 染斑發生 또는 水洗할 때의 收縮 不均一發生 等의 問題가 發生하므로 均一加熱이 要望된다. 따라서 從來의 熱風方式에서는 前述한 問題點 및 布速의 低下等을 改善하기 위한 設備設置面의 改善이 要望되고 있으나, 이것에 遠赤外線加熱을 利用할 수가 있다. 熱風式으로서의 品質과 같은 品質의 熱固定을 할려면 遠赤外線加熱에 의하여 約 1/2 程度

의 時間이면 可能하다.

4) 不織布의 乾燥

不織布를 成形할 때 ① 熱硬化性樹脂를 纖維에 混合하여 加熱成形하는 方法 ② 熱硬化性樹脂를 라미네이트(Laminat)하여 加熱成形하는 方法이 있다.

從來의 熱風乾燥에서는 不織布內部에 熱風의 通路가 생겨 密度가 不均一한 製品만이 生産될 수가 있으며, 不織布內部까지 熱이 均一하게 到達하지 못하므로 內部에서는 均一한 樹脂가 形成되기 어렵다. 이들의 加熱에 遠赤外線加熱을 利用하므로서 均一한 品質을 製造할 수가 있다.

5) 폴리에스테르纖維의 染色

① 마이크로 웨이브(Micro wave)染色法

마이크로 웨이브染色은 마이크로 웨이브를 에너지源으로 應用하여 染色槽를 保温하므로서 熱損失을 적게하는 染色法이다. 그러나 마이크로 웨이브로 加熱할 때에는 纖維自體의 吸收波長과 맞지 않으므로 마이크로 웨이브를 吸收하지 못하나, 물은 마이크로 웨이브를 잘 吸收하므로 물을 媒體로 하여 加熱시키므로서 染色時間을 短縮시킬 수가 있다. 그러나 마이크로 웨이브染色에서는 100℃ 以上으로는 昇温시킬 수가 없으므로 分散染料로 폴리에스테르를 染色할 때에는 캐리어(Carrier)染法을 利用해야 한다. 이러한 경우 染色時間을 短縮되나 其他는 다른 때의 캐리어染色과 같으므로 큰 利點은 없다. 도리어 마이크로 웨이브의 漏出로 因한 人體에의 영향 等의 우려가 있다.

② 더머졸(Thermosol) 染色法

더머졸 染色은 폴리에스테르織物에 分散染料를 附與하여 200℃ 前後의 乾熱로 加熱處理하므로서 熱에너지에 의한 폴리에스테르纖維分子의 分子運動에 의하여 纖維構造弛緩, 內部擴散을 일으키게 되고 分散染料의 昇華性에의하여 分散染料가 纖維에 染着되는 染色法이다.

폴리에스테르纖維의 遠赤外線吸收特性(波長)은 6㎛부터 15㎛의 範圍에 있으므로 이 吸收領域에 있는 遠赤外線放射特性(波長)을 放射하게 되면 纖維에 遠赤外線이 잘 吸收하게 되므로 이것을 더머졸染色法에 應用하면 從來의 熱風式보다는 均染 및 品質面으로 많은 効果가 있을뿐더러 省에너지 効果도 클 것으로 본다.

6) 코팅(Coating) 加工

人類는 불을 利用하여 例를 들면 난로 等에 의하여 皮膚를 따뜻하게 하였다. 이것은 불의 近赤外線에 의하여 皮膚의 表面만을 따뜻하게 한 까닭이다. 그러나 加熱된 돌로 된 한증막에서 한증을 하면 人體에 여러가지의 좋은 作用을 한다는 것은 旣知의 事實이다. 우수한 돌의 遠赤外線放射特性이 人體의 吸收特性에 適合하므로 人體內部에 吸收되어 保温作用에 依하여 血行을 좋게 한다든가 어깨아픔 및 筋肉痛 等의 各種의 治療에도 効果가 있음이 認定되었다. 또한 세라믹은 蓄熱効果도 있으므로 세라믹으로 處理한 衣類를 着用하게 되면 人體에서 放出하는 에너지를 蓄熱하였다가 다시 遠赤外線으로서 放出되어 人體를 따뜻하게 하여주는 保温効果를 發揮한다.

最近 코팅加工에 있어서의 附加價値加工技術은 우레탄(urethane)系樹脂의 製造技術의 發展에 따라 透濕加工부터 始作되어 알미아코팅 等과 같은 保温機能技術에까지 發展되었다. 그러나 알미나素材는 纖維加工에 使用하기에는 實用上 많은 欠點을 가지고 있으므로 前述한 세라믹스의 特徵에 의하여 纖維의 코팅加工에 利用되기 始作하였다.

最近에 快適衣料, 機能性衣料, 패션化衣料로서 素材開發이 進展되고 있음에 비추어 基本機能인 透濕防水機能에 對한 附加機能으로서의 保温機能과 그것에 竝行되는 세라믹스調로서의 審美性으로 세라믹스材의 有用性이 擡頭하게 되었다.