

非鹵素難燃化之聚烯烴高發泡材料開發技術

計畫目標

本計劃所欲開發的產品，主要基材是聚烯烴高發泡泡綿，密度約 0.04 g/cm^3 以下，發泡倍率達 25 倍以上，最重要的規格是具有難燃化(依據 CNS-10487 的難燃標準，即標準尺寸時，燃燒時間 120 秒以內，且燃燒長度需在 60 mm 以下)，且所使用的難燃劑是不含鹵素化合物。

執行成果

本計劃期間最重要的關鍵技術是建立非鹵素難燃劑與發泡技術的摻配研究，需要顧到發泡的可行性，又要能達到難燃的階段任務，如 LOI 值、煙濃度、UL94-HB 以及 CNS 10487 的燃燒規範等，無機系的非鹵素難燃劑添加將會增高發泡材料的比重，甚至吸水率會增加(吸水後的泡綿熱傳導率會增高，斷熱效果會下降)，然而，以上的困難點，在塑膠中心與本公司的通力合作之下，皆能一一克服，燃燒規範均能達到，同時二次發泡的密度也能降到查核點 0.04 g/cm^3 以下(實驗值 0.0365)，吸水率更可比查核點 0.01 低很多(實驗值 0.0036)，其他相關的物性也都能符合預期目標值，如此新的材料已達商品化的要求，也有技術上的創新性，所以執行成果相當令人滿意，歐都納公司也收穫良多。

新產品 / 新技術 / 新設計 / 新材料簡介

本技術主要是開發「非鹵素難燃化之聚烯烴高發泡材料」，傳統的難燃性聚烯烴發泡材料均是添加鹵素系列的耐燃劑，一來價格便宜，二來技術成熟、對發泡影響不大，但以鹵素系列為主的發泡材料用於建材時，於火場現場遇火容易產生濃煙與有毒氣體，是造成火災現場人員傷亡的最主要因素，因為火災現場是先由濃煙嗆昏現場人員，再被火焰燒死，每年造成無數人員的傷亡。而對於環保方面，含鹵素的產品，於廢棄過程中，在焚化爐當中容易產生戴奧辛等毒氣。

有鑑於鹵素系列產品所帶來的缺點，歐都納公司成立將近三十年，從事 EVA 發泡技術也二十年左右，基於社會道義與責任，有意藉由此計劃開發以非鹵素難燃劑為主的聚烯烴高發泡材料，以淘汰既有的鹵素系列發泡材料，以造福社會與人群，並可為環保盡一份心力。產品要求：

- 外觀：製品尚須無損傷、變形及明顯空洞。
- 產品厚度須大於 50 mm 以上，長 * 寬 = 200 cm * 100 cm。

技術合作單位及合作內容

技術合作單位：財團法人塑膠工業技術發展中心研發部材料技術組

合作內容：

- 非鹵素難燃配方技術 - 開發非鹵素配方。
- 難燃發泡加工技術 - 難燃發泡加工製程研究與輔導。
- 檢測技術 - 相關物性與難燃性測試分析，如抗張強度、延伸率與煙濃度及毒性指數等測試。

成果應用領域

本計劃之執行，須由各種相關技術之建立與整合才能完成，其牽涉到的技術領域如以下技術整合才能達成：

1. 非鹵素難燃配方技術：包括『難燃劑選擇與評估』、『難燃劑摻合加成技術』。
2. 摻配混練技術：包括『非鹵素難燃劑與塑膠摻配技術』、『配料條件設計』、『製片出料技術』等。
3. 難燃發泡加工技術：包括『發泡、架橋加工技術』、『模壓高發泡技術』、『難燃劑對發泡與架橋技術之影響』。



4. 檢測技術：包括『發泡表面微觀分析』、『加工流變測試』、『物性測試』、『難燃性測試』、『煙濃度測試』。

而非鹵素難燃化高發泡材料之應用範圍相當廣，從家庭用品到工業用品都已涵蓋，甚至可跨入電子產業，其相關應用，簡述如下：

1. 工業或家庭用品：安全帽襯墊、門窗密封條、機械緩衝、隔音隔熱材、sealing 材等。
2. 電子產業：電子/電氣隔熱隔音材、電子/電氣包裝材、隔熱材。
3. 建材產業：汽機車坐墊、隔音材、sealing 與空調保溫管。
4. 運輸產業：引擎隔音材、飛機內裝材、車廂隔熱隔音材。

■ 專案執行重要心得

1. 各種非鹵素難燃劑摻混發泡配方之建立：

非鹵素難燃劑方面，對於歐都納公司而言，是一個比較陌生的技術領域，由於與塑膠中心的配合與計劃參與人員的努力，先由不同難燃劑的搭配、組合(包括不同比例)，再進行未發泡試片的難燃性測試(如以打火機或本生燈試燒)，具有不錯的難燃性組合建立之後，再將此配方依據添加發泡劑與架橋劑進行發泡，在發泡過程中如果不順利，會藉由「交聯發泡儀」分析架橋與發泡的影響程度，再進行配方修正，直到有順利的發泡樣品建立，最終進行密度與各項難燃性分析測試，以期達到設定的目標值。

2. 發泡密度與吸水率的達成：

一般而言，非鹵素難燃劑所添加的比例都相當高(至少 50 phr 以上)，若是要達到一定的難燃程度，則有可能使發泡的密度提高，難以達到設定的密度(0.04 g/cm³)，或是有可能某些難燃劑會影響發泡，但由於研發團隊的努力，藉由多種非鹵素難燃劑的添加，利用彼此的「加乘效應」，盡量減少了整體難燃劑的添加量，所以能將密度降到 0.04 g/cm³ 以下，本公司 20 幾年的發泡劑技術也是重要的基礎所在。

由於難燃劑的添加量減少，相對的，可以減低無機難燃劑吸水的困擾，使得整體吸水量降低，以符合設定的目標值，因為泡綿吸水率高，容易使熱傳導係數(K 值)升高，則斷熱保溫效果會降低，用於空調保溫管方面，會因凝結水的吸附降低保溫效果，所以，此計畫中，能夠有效控制難燃劑的添加量，對於產品的其他物性，相信也會使影響降到最低。

3. 相關難燃性的達成：

由於聚烯烴類發泡體較實心聚烯烴材質具質輕、較佳之耐衝擊性以及隔音隔熱之特徵，而於燃燒時這兩種不同型式之聚烯烴也表現出些許的不同。從某個方面來說，發泡體的密度較低，所以可燃燒之部份也較少，因此同體積材料燃燒時所放出之總能量相對地也較低。而且由於發泡之故，聚烯烴材質之泡壁在遇熱時都會有收縮的現象，如此使可燃之表面遠離固定火源以避免延燒。但從另一個角度來看，發泡體的密度低，所以單位體積材料暴露於空氣之表面積就較大，而由於燃燒是一種表面現象，因此在相同的燃燒條件之下，發泡體會較實心材質容易引火燃燒。此外，一般發泡體之泡壁大約只有數十微米至毫米的範圍，其週圍之泡室可於起火燃燒時提供空氣，加以發泡體熱傳導較差，遇熱時容易導致局部或表面之裂解，因此發泡體較實心之材質易於引火形成穩定的燃燒。

而本公司與塑膠中心的合作，有塑膠中心的非鹵素難燃技術當背景，配合本公司的發泡技術，能夠在這研究期間之內有具難燃性的發泡材料產生，實在是令人興奮與鼓舞。塑膠中心的相關檢測儀器的協助，也是使得 LOI、煙濃度與 UL94-HB 等難燃技術能在最短時間內達成的重要因素之一，種種努力的結果，才使本期的計劃目標都能順利達成。

