嘉南藥理學院專題究計劃成果報告

加工條件對聚乙烯薄膜機械性質之影響

CNIS-88-07

執行期間:88 年 9 月 1 日至 88 年 6 月 30 日

計劃類別:　　個別型

主持人:許錦明

摘要

本研究探討 LDPE 與 m-PE 及其混摻物薄膜的撕裂強度，霧度和透明度等物性。利用吹膜押出法在改變吹脹比及拉伸比等加工條件下將 LDPE、m-PE 和 LDPE/m-PE 混摻物：70/30，50/50 和 30/70 製成五種薄膜。結果顯示， LDPE 與 m-PE 兩者之混摻物薄膜明顯改善 LDPE 和 m-PE 薄膜之抗撕裂強度。當兩者混摻比例約為 50%時，薄膜之 TD 與 MD 抗撕裂強度可達最佳效果。加工條件對單一材料的光學性質影響不大。但混摻比例可影響材料的光學性質。

關鍵字：

前言

低密度聚乙烯(LDPE)於 1930 年代由 ICI 公司出品後，即以其低廉的價格與優良的物性和薄膜光學透明性質性受到矚目。隨著新觸媒的發現，高密度聚乙烯(HDPE)，線性低密聚乙烯（LLDPE）與 Metallocene 聚乙烯(m-PE)〔1-4〕也相繼出現。這些聚乙烯材料由於結構上的差異，材料的加工性及其成品的物性和光學性也明顯有別。良好之加工性、可撓性和薄膜透明性，使聚乙烯材料成為包裝應用的最佳材料，其中又以薄膜應用最廣。這些薄膜可以製成各式各樣的袋子，及工業用、農業用的薄膜-如垃圾袋、購物袋、包裝袋、伸縮膜及農業用覆蓋膜等。

聚乙烯薄膜一般可利用吹膜法(blown-film extrusion)及平膜法(flat-film extrusion)來製造。由吹膜法所得之 PE 薄膜，比平膜法更容易製作成袋子，其優點包括可任意調整吹脹比，拉伸比及控制冷卻空氣的溫度能製成不同寬度、厚度及物性的薄膜，這些薄膜，只需沿縱軸方向熱黏，截切即可形成袋子〔5〕。

m-PE 因具有狹窄的分子量分佈及均勻的分支鏈分佈特性，導致加工性比傳統的聚乙烯相對較差。低流動性質及熔融強度，使得在吹膜加工過程中，膜泡的穩定性也相對降低。傳統 LDPE 具有樹枝狀的長支鏈，其熔融強度居所有 PE 中最佳，吹膜加工過程中，膜泡穩定性高〔7〕。由吹膜法製得的薄膜，其分子的定向反應機構非常複雜，尤其是具有雙軸向之 PE 吹製薄膜。雙軸向包括與加工方向平行的機械方向 (MD)及與加工方向垂直的橫切方向(TD)。高分子鏈因容易沿加工方向定向因此，故 MD 撕裂強度都比 TD 撕裂強度高。一般而言，薄膜性質深受 BUR 影響，調整 BUR 可改變兩者強度〔8〕。本研究的主要目的是探討 LDPE 與 m-PE 的成膜加工性並探討 LDPE 與 m-PE 原材料及混摻材料薄膜在不同加工條件（吹脹比及拉伸比）下的撕裂強度與光學性質，如霧度(haze)及透光度(transmission)。本研究機械性質測試所用之薄膜試片均在同一種薄膜上取 MD 與 TD，以作為比較。

本文

實驗方法

一、實驗材料

1. Low Density Polyethylene，LDPE

來源：亞洲聚合公司出產，密度 0.922(g/cm^3)，

熔融指數(Melt Index，MI) 1.1，熔點 112℃，

2. Metallocene PE，m-PE

來源：Dow 公司出產，密度 0.902(g/cm^3)，

熔融指數(Melt Index，MI) 1，熔點 112℃，

二、加工方法

將 LDPE 與 m-PE 依 100/0，70/30，50/50，30/70，0/100 比例混摻，並以吹膜法

製成薄膜，吹膜裝置如圖一所示。首先利用押出機將各比例混摻塑料熔融。熔融塑料通過圓形模頭經由通氣管吹成管狀膜胚。管狀膜胚向上經夾滾輪夾成平面，再用捲軸捲起。拉伸比（draw-down ratio，DDR）為夾滾輪轉動的線性速度（Vn）及熔融塑料壓出模頭的速度比（Vb）。吹脹比（blow-up ratio，BUR）為膜泡直徑(D)與環狀模頭的直徑比(D)。冷卻線（frost line）是熔融塑膠變成固體的分界線，膜泡在冷卻線之前，膜泡的直徑逐漸變大，冷卻線以後的直徑則會固定。因此，在不同的吹脹比及拉伸比下可以製成不同厚度的薄膜。

三、材料分析

撕裂強度-ASTM D882 (2) 霧度-ASTM D1003 (3) 透明度-ASTM D1746。

結果與討論

圖 2 與圖 3 分別是 LDPE、m-PE 及其混摻物薄膜在相同的吹脹比(BUR=2)但在不同拉伸比下的 MD 與 TD 撕裂強度變化。由圖可見，增加 DDR 可增強 LDPE 薄膜的 MD 撕裂強度但對 m-PE 的 MD 撕裂強度的影響不大。至於混摻物薄膜，在本研究範圍內其撕裂強度變化較為複雜。混摻物薄膜的 MD 撕裂強度幾乎都大於純料薄膜。圖 3 顯示 DDR 增加時，LDPE 薄膜的 TD 撕裂強度變小而 m-PE 薄膜之 TD 值則先增加再下降。其他混摻物薄膜的 TD 值相對於純料薄膜的 TD 值則優劣互見。當 LDPE/m-PE 比例混摻為 50/50 時，在 DDR 大於 10 以上，其薄膜的 TD 撕裂強度明顯高於其他薄膜。同樣地，MD 撕裂強度也有相同效應。顯然 LDPE 與 m-PE 混摻料再某一定比例及加工條件下，由於分子鏈間相互糾結進而提升薄膜的特性。圖 4 是在 BUR=2，DDR=11 的加工條件下 LDPE、m-PE 和其混摻物的 TD 與 MD 撕裂強度。由圖可見，MD 撕裂強度幾乎都比 MD 撕裂強度高，結果與文獻〔7〕吻合。在此加工條件下，LDPE/m-PE 比例混摻在 50/50 附近範圍內，其撕裂強度比純材料之撕裂強度高，因此以這種混摻方式可提升薄膜的撕裂強度。

表一至表三是不同的加工條件(BUR 與 DDR)對各種混摻物之霧度與透光度的影響。由表可知，對同一種物質，不同的 BUR 與 DDR 對其光學性質影響很小。各種比例混摻物之光學性質以 m-PE 最佳。圖 5 與圖 6 分別說明混摻比例與薄膜霧度和透明度之關係。加入少量之 LDPE 至 m-PE 後，霧度升高而光透性下降，直到加入 30%之 LDPE 達一平衡值。

結論

LDPE 與 m-PE 兩者之混摻物明顯改善純質 LDPE 與 m-PE 之抗撕裂強度。當兩者混合比例在 50/50 附近時，TD 與 MD 抗撕裂強度可同時達最佳效果。加工條件(BUR 及 DDR)對單一材料的光學性質影響不大，但混摻比例可影響材料的光學性質。

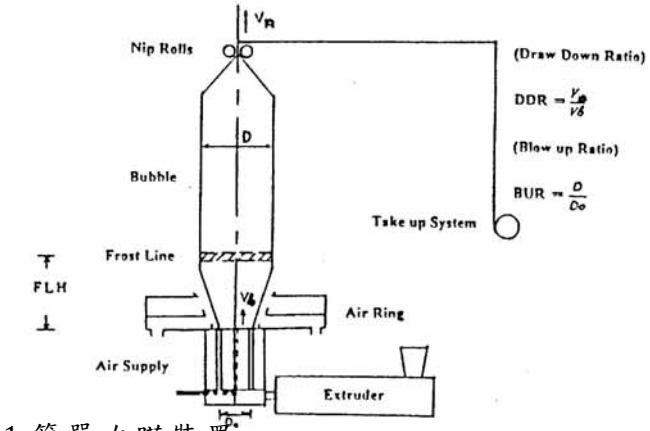

圖 1.簡單吹膜裝置

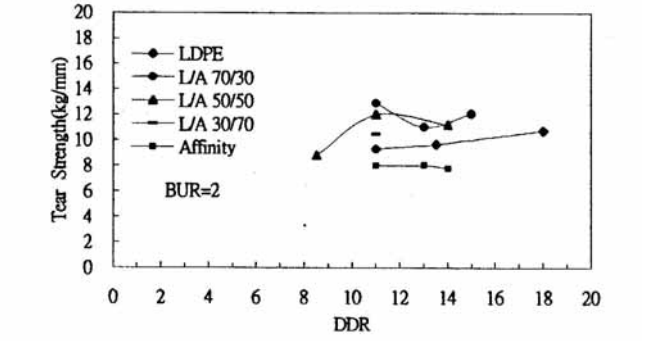

圖 2. 不同的混摻比例下拉伸比對縱切撕裂強度(MD)之關係

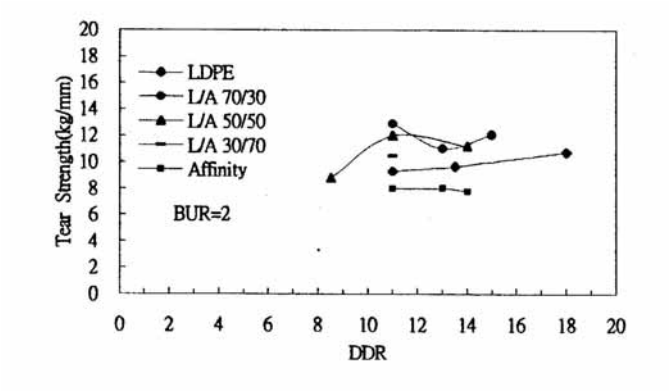

圖 3. 不同的混摻比例下拉伸比對橫切撕裂強度(TD)之關係

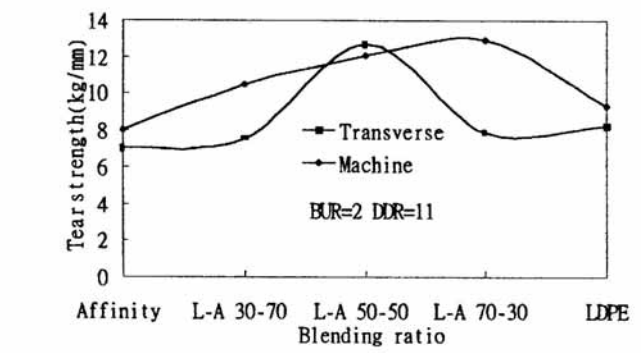

圖 4. 混摻比例與薄膜之對橫切(TD)與縱切(MD)撕裂強度之關係

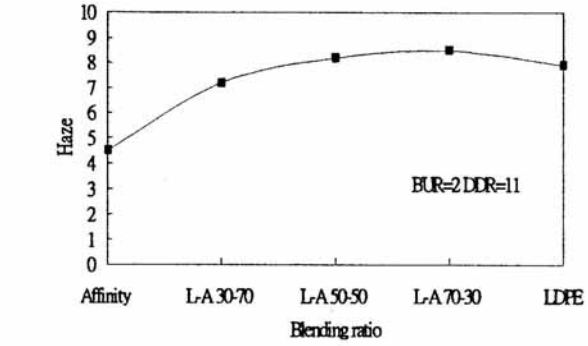

圖 5. 混摻比例與薄膜霧度之關係

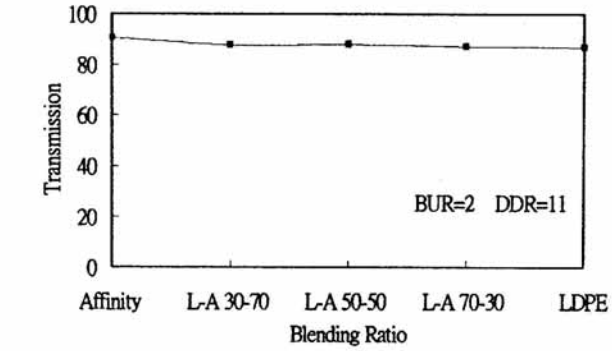

圖 6. 混摻比例與薄膜透明度之關係

表一 不同加工條件下 LDPE 薄膜光學特性

LDPE	1	2	3	4	5
BUR	2	2	2	2.5	2.5
DDR	11	13.5	18	8	11
Haze	7.9	7.9	7.9	7	7.6
Transmission	86.9	87.5	87.7	87	87.5

表二 不同加工條件下 m-PE 薄膜光學特性

Affinity	1	2	3	4	5	6
BUR	2	2	2	2.5	2.5	2.5
DDR	11	13	14	8	11	14
Haze	4.5	4.2	4.1	2.5	3.1	3.4
Transmission	90.7	91.2	90.3	91.1	90.3	91.6

表三 不同加工條件下 LDPE/m-PE 薄膜光學特性

L-A 50-50	1	2	3	4	5	6
BUR	1.5	2	2	2	2.5	2.5
DDR	14	8.5	11	14	8.5	11
Haze	8.7	8.7	8.2	8.7	7.3	9.1
Transmission	87.3	86.3	88	86	88	86.1

參考文獻

1. H. Sinn, W. Kaminsky, Adv. Organomet Chem., 18, 99, 1980.
2. H. Sinn, W. Kaminsky, H.J. Vollmer, Angew chem. Int., Ed., 19, 39, 1980.
3. C&E News, p15, Sep. 11, 1995.
4. L. Sherman, Plastics Tech., Aug. 40, 1996.
5. S. S. Schwartz and S. H. Goodman, “Plastics Materials and Processes”, Ed., Van Nostrand Reinhold Co., 1982.
6. 金井俊考，Plastic Age, Aug., 113, 1985.
7. R.T. Fenner, “Principle of Polymer Processing”, Ed.,Chemical Publishing, N.Y., 1979.