

527

703766

7/65877

塑胶膜

—加工与应用—

日本塑胶膜研究会 编著

赖耿阳 译

南台图书公司

塑膠膜

—加工與應用—

南台圖書公司印行

序

塑膠膜廣用於糖果、蔬菜、纖維等的包裝，PVC 等農業用溫室、照相軟片、記錄磁帶、電絕緣材料、膠帶、建築用膜、金絲、銀絲等裝飾用，其他工業用、一般用，已滲透吾人日常生活中，不可或缺。

將來的用途遍及纖維、合成紙、錄影帶等。

本書將塑膠膜分為成膜加工、二次加工、性質、應用、市場，依據下列宗旨解說。

- (1) 專業人員固不待言，連專業以外的人也可充分瞭解內容，因而以一般教育為主體，專門分野只簡易解說。
- (2) 塑膠的進步日新月異，因而盡量網羅新產品。
- (3) 着重實際、應用、市場動向，也盡量列入基本事項。
- (4) 直接、間接接觸塑膠膜的技術者固不待言，連營業人員也可參考本書。

最近社會很重視創造性，筆者也傾向資本自由化，痛感開發獨創性新產品的必要性。

塑膠業唯有研究、技術、營業連成一體，才能開發獨創性新製品。

筆者期待兼有下列性質的塑膠膜：

聚酯膜的機械性強度、teflon 膜的電特性、聚醯亞胺膜的耐熱性、三醋酸纖維素膜的透明性、高壓PE膜的經濟性。

塗覆加工、蒸着加工等二次加工分野也能產製附加價值高的製品。

本書若能使讀者瞭解塑膠膜的加工、性質、市場，而開發有獨創性的新製品的話，實屬至幸！

1979 年 1 月

日本塑膠膜研究會 編著
賴 耿 陽 譯

塑膠膜—加工與應用

目 次

1. 塑膠—塑膠膜的原料.....	1
1.1 聚乙烯.....	2
1.1.1 高壓聚乙烯.....	3
1.1.2 中壓聚乙烯.....	4
1.1.3 低壓聚乙烯.....	5
1.1.4 聚乙烯的改質.....	6
1.2 聚丙烯.....	8
1.3 聚苯乙烯及其共聚合物.....	10
1.4 聚氯乙烯.....	13
1.4.1 聚氯乙烯市場.....	14
1.4.2 聚氯乙烯的製法.....	14
1.4.3 聚氯乙烯的種類與用途.....	17
1.5 聚氫亞乙烯.....	17
1.6 聚乙烯醇.....	19
1.7 氟素樹脂.....	22
1.8 聚碳酸酯.....	23
1.9 醋酸纖維素.....	24
1.10 飽和聚酯.....	27
1.11 聚醯胺樹脂.....	29
1.12 耐熱性樹脂工業用塑膠.....	30
1.12.1 聚醯亞胺.....	30
1.12.2 Poly phenylene oxide.....	31

1.12.3	聚矽	32
1.12.4	TPX 聚合物	33
1.12.5	聚仲二甲苯	33
1.12.6	其他的耐熱性聚合物	34
2	塑膠膜的成膜加工	36
2.1	溶液流延法	36
2.1.1	溶解、過濾	37
2.1.2	溶液流延法	38
2.1.3	金屬支持體	40
2.1.4	漏斗	40
2.2	熔融押出法	42
2.2.1	T 模法	43
2.2.2	充氣法	46
2.3	滾壓法	51
2.3.1	滾壓加工工程	52
2.3.2	可塑劑	53
2.3.3	安定劑的種類與使用效果	55
2.3.4	滑劑與着色劑	56
2.3.5	滾壓膜的種類與特色	57
2.4	特殊的成膜法	57
2.5	延伸法	58
2.5.1	二軸延伸法	59
2.5.2	二軸延伸膜的特色與種類	63
2.5.3	一軸延伸膜	63
2.6	各種塑膠膜的成膜法	65
2.6.1	PE 膜的成膜法	65
2.6.2	PP 膜的成膜法	67

2.6.3	聚苯乙烯膜的成膜法	69
2.6.4	PVC 膜的成膜法	69
2.6.5	聚氯亞乙烯膜的成膜法	72
2.6.6	PVA 膜的成膜法	72
2.6.7	氟素樹脂膜的成膜法	73
2.6.8	聚碳酸酯膜的成膜法	74
2.6.9	醋酸纖維素膜的成膜法	75
2.6.10	聚酯膜的成膜法	76
2.6.11	聚醯胺膜的成膜法	76
2.6.12	鹽酸橡膠膜的成膜法	77
2.6.13	耐熱性膜、工業塑膠膜的成膜法	78
3	塑膠膜的二次加工	79
3 3.1	塑膠膜以接着劑及溶劑接着的方法	79
3.1.1	PVC 膜	81
3.1.2	聚苯乙烯膜	83
3.1.3	醋酸纖維素膜	83
3.1.4	聚碳酸酯膜	84
3.2	塑膠膜的表面處理與特殊接着法	85
3.2.1	PE 膜、PP 膜的表面處理	85
3.2.1 - 1	表面的氧化	85
3.2.1 - 2	表面的凹凸化	87
3.2.2	聚酯膜的表面處理	88
3.2.3	聚四氟乙烯膜的表面處理	89
3.3	塑膠膜的熱接合	90
3.3.1	熱封	93
3.3.2	脈衝封合	94
3.3.3	高周波接合	96

3.3.4	超音波接合	96
3.3.5	開封切條及單一包裝	97
3.4	塑膠膜的積層加工	98
3.4.1	押出積層	99
3.4.2	熱熔融積層	101
3.4.3	乾式積層	103
3.4.4	濕式積層	104
3.5	塑膠膜的塗覆加工	105
3.5.1	塗覆方式	105
3.5.2	塗覆的種類	110
3.6	塑膠膜的真空蒸着	113
3.6.1	蒸着適性	113
3.6.2	連續真空蒸着裝置	114
3.6.3	蒸着膜之應用	116
3.7	塑膠膜的印刷加工	118
3.7.1	照相凹版印刷	118
3.7.2	橡膠凸版印刷	122
3.7.3	塑膠膜用印刷油墨	122
3.7.4	塑膠膜的印刷適性	123
3.8	塑膠膜的帶電防止法	125
3.8.1	帶電防止法	125
3.8.2	外在帶電防止法	125
3.8.3	內在帶電防止法	127
3.8.4	表面的凹凸化、親水化	130
3.8.5	塑膠膜構造的影響	130
3.9	塑膠膜的真空成形加工	131
3.9.1	真空成形機	132
3.9.2	膜的夾緊	132

3.9.3	加熱	132
3.9.4	真空成形法	133
3.9.5	冷卻法	136
3.9.6	真空成形的失敗與其對策	137
3.9.7	真空成形的應用	137
4.	塑膠膜的性質	138
4.1	塑膠膜的機械性性質	138
4.1.1	抗拉強度及伸度	138
4.1.2	延伸、結晶化所致的影響	139
4.1.3	溫度或相對濕度依存性	139
4.1.4	樹脂等級、成膜方法、成膜條件的影響	144
4.1.5	拉裂強度	144
4.1.6	衝擊強度	147
4.1.7	勁度、腰力	148
4.2	塑膠膜的尺寸安定性	149
4.3	塑膠膜的化學性質	153
4.3.1	塑膠膜的吸水性	153
4.3.2	塑膠膜的透濕性	153
4.3.3	塑膠膜的透氣性	159
4.3.4	塑膠膜的化學安定性	161
4.4	塑膠膜的熱性質	162
4.5	塑膠膜的電氣性質	168
4.6	塑膠膜的表面性質	172
4.6.1	塑膠膜的界面化學	172
4.6.2	塑膠膜表面的物理性質	181
4.7	塑膠膜的光學性質	189
4.8	塑膠膜的光劣化	192

4.8.1	光劣化的基礎	193
4.8.2	光劣化現象	195
4.9	塑膠膜的均勻性	199
4.10	各種塑膠膜的性質	200
4.10.1	PE膜	200
4.10.2	PP膜	202
4.10.3	聚苯乙烯膜	205
4.10.4	PVC膜	208
4.10.5	PVDC膜	209
4.10.6	PVA膜	210
4.10.7	氟素樹脂膜	211
4.10.8	聚碳酸酯膜	213
4.10.9	醋酸纖維素膜	213
4.10.10	聚酯膜	216
4.10.11	聚醯胺膜	218
4.10.12	鹽酸橡膠膜	221
4.10.13	離子體、聚醯亞胺、聚脲酯膜	221
5	塑膠膜的應用及市場	224
5.1	包裝用膜	224
5.1.1	包裝形態與包裝技法	225
5.1.2	包裝膜必要的性質	227
5.1.3	延伸帶、開縫紗	231
5.2	農業用膜	231
5.2.1	園藝用	232
5.2.2	水稻用	233
5.2.3	其他	234
5.3	粘着膠帶用	234

5.3.1	粘着膠帶的構成與製法	234
5.3.2	粘着膠帶用塑膠膜	236
5.4	照相軟片用	237
5.4.1	照相軟片的構成	237
5.4.2	照相軟片用基質	237
5.4.3	照相軟片基質必要的性質	238
5.4.4	非銀鹽照相軟片用	240
5.5	記錄磁帶用	243
5.5.1	記錄磁帶的構成與製法	243
5.5.2	記錄磁帶用塑膠膜	245
5.6	電絕緣膜	247
5.6.1	電容器	249
5.6.2	電氣機器的絕緣	249
5.6.3	電線的絕緣	250
5.6.4	可撓性印刷配線基板	250
5.7	建築材料用	251
5.7.1	裝飾板用塑膠膜	252
5.7.2	壁紙	253
5.7.3	防水、防濕用	253
5.7.4	建築工事用塑膠膜	253
5.8	合成紙、離形材用	253
5.8.1	合成紙	253
5.8.2	離形材	258
5.9	裝飾用塑膠膜	258
5.10	其他	258
5.11	各種塑膠膜的市場	259
5.11.1	PE膜的市場	259
5.11.2	PP膜的市場	263

5.11.3	聚苯乙烯膜的市場.....	264
5.11.4	PVC膜的市場.....	265
5.11.5	聚氯亞乙烯膜的市場.....	267
5.11.6	PVA膜的市場.....	267
5.11.7	氟素樹脂膜的市場.....	268
5.11.8	聚碳酸酯膜的市場.....	269
5.11.9	醋酸纖維素膜的市場.....	270
5.11.10	聚酯膜的市場.....	271
5.11.11	聚醯胺膜的市場.....	272
5.11.12	鹽酸橡膠膜的市場.....	273
5.11.13	聚醯亞胺膜、聚脲酯膜、可食性膜的市場.....	273
附 錄		275

1. 塑膠——塑膠膜的原料

糖果、蔬菜、纖維製品等的包裝、PVC 溫室之類的農業用、照相底片（軟片）、錄音帶、電氣絕緣材料、金銀絲等裝飾用塑膠膜（plastics film）已深入吾人的日常生活中；塑膠加工紙（合成紙）、塑膠膜作成的織物也在開發中。

這些塑膠膜得自塑膠，爲了徹底瞭解塑膠膜，在此先概說塑膠膜的主原料——塑膠。

日本在戰後的1947 ~ 48 年輸入PVC 屑，以橡膠軋輥作成手提皮外皮或桌布，引起狂熱的購買慾，如今，日本的塑膠生產量已高居世界第2位（表1.1），成爲日常生活不可缺少的必需品，一般預測塑膠的容積比在1980 年代會超越鐵鋼的生產量，將從鐵器時代步入塑膠時代。

表1.1 世界主要國家的塑膠生產量1,000(1696)

美	8,339	義	1,620
日	4,195	英	1,346
西 德	3,940	法	1,270
蘇	1,650		

可見塑膠應用分野之廣，誠屬高度成長的產業。

那麼，塑膠是怎麼作成的？

世上所有物質無法再細分的最小單位稱爲分子，例如水已不能再細分，若進一步細分，就不再是水，水的分子爲 H_2O ，分子量18；分子量有大有小，一般分子量1000 以下者稱爲低分子，分子量1 萬以上者稱爲高分子，因而水爲低分子；塑膠到不可再細分的程度成爲塑膠分子，分

子量爲1萬以上，稱爲高分子，例如聚氯乙烯（PVC）的分子量約10萬，因而塑膠由高分子組成，更正確的說法是塑膠由高分子的有機化合物（動物或植物之類發源於生命者或其生命的構成物質，例如石油、煤炭、木材或它們作成的藥品等）構成或以它爲主成分；更具體的說，PVC單體當然是塑膠，內部含有可塑劑、安定劑、顏料等時也是塑膠，將表面加工成蓆狀者也是塑膠。

在製造塑膠的過程，藉熱、壓力、溶劑等一度成爲流動狀態，Plastics的語原本也有（流動）的意思。

塑膠有遇熱變軟而顯示可塑性的熱可塑性塑膠與遇熱硬化成高分子的熱硬化性塑膠，塑膠膜用的塑膠屬於前者的熱可塑性，反之，酚樹脂（phenol），不飽和聚酯樹脂（polyester）、尿素樹脂等屬於熱硬化性，不用於塑膠膜。

嚴格說來，玻璃紙並非塑膠，包含玻璃紙時，應稍爲高分子膜。

塑膠膜用的塑膠如下所示：

乙烯系塑膠——聚乙烯、聚氯乙烯、聚氯亞乙烯、聚乙烯醇、聚苯乙烯、聚丙烯、氟素樹脂等。

聚酯系塑膠——聚碳酸酯、poly ethylene terephthalate等。

纖維素系塑膠——二醋酸纖維素、三醋酸纖維素、丁酸醋酸纖維素等。

其他——聚醯胺、聚醯亞胺、塩酸橡膠等

下面概說瞭解塑膠膜時所必要的塑膠。

書末列示世界主要國家各塑膠種別的生產量及生產量推移。

1.1 聚乙烯(Poly ethylene)

將石油蒸餾所得的石油精（naphtha）餾分分解，將乙烯分離精製而取出，聚合成爲聚乙烯，依壓力、溫度、催化劑等聚合條件而分爲高壓聚乙烯，中壓聚乙烯、低壓聚乙烯3種，高壓聚乙烯的比重0.91～

0.93，中壓及低壓聚乙烯的比重 $0.94 \sim 0.97$ ，因而將前者稱為低密度聚乙烯，後者稱為高密度聚乙烯。

1.1.1 高壓聚乙烯

因在 $1000 \sim 2000$ 氣壓的高壓力下製造，故得此名；藉氧、有機過氧化物、偶氮化合物等觸媒的作用，施加 $100 \sim 300^{\circ}\text{C}$ 的溫度與壓力 $1000 \sim 2000$ 氣壓，則聚合生成高壓聚乙烯，比重在聚乙烯中最低，約 0.92，又稱低密度聚乙烯。

高壓聚乙烯分子的分枝大，因而比重和結晶化度減小。

高壓聚乙烯的透明性、成形性、熱封性優於中低壓聚乙烯。價格也低，但抗拉強度小、軟化溫度低（約 70°C ）。

表 1.2 為日本高壓聚乙烯的生產量推移，表 1.3 為用途別需要量。

美國的高壓聚乙烯之用途別需要量如表 1.4 所示。

高壓法聚乙烯中，塑膠膜所占比率極大，高達 55 % (1969 年)，若包含積層品 (laminated)，則成 68 %；塑膠膜或皮在美國所占的比率也很大，約 44.9 % (1969 年)，包含積層品時達 55.66 %。

高壓聚乙烯樹脂的成長率也很順利，1969 年比前一年成長約 21 %。

日本的製造廠有住友化學、三井 poly chemical、三菱油化、日本 unicar、旭 Dow、宇部興產、日本 poly chemical 等。

表 1.2 高壓法聚乙烯生產量推移 (公噸)

年 次	1965	1966	1967	1968	1969
生 產 量	303,564	439,475	580,979	633,788	769,615
成長率 (%)	35	45	32	9	21

表1.3 高壓法聚乙烯

用 途	1965		1966		1967	
	需 要 量	成長率 (%)	需 要 量	成長率 (%)	需 要 量	成長率 (%)
塑 膠 膜	140,612	11.3	187,669	33.1	261,057	39.4
積 層 板	36,281	27.2	44,520	22.6	55,032	23.9
電 線 被 覆	16,269	55.9	20,871	28.3	28,104	34.6
射 出 成 形	22,873	27.0	32,074	39.6	44,893	40.2
中 空 成 形	8,038	—	8,643	7.2	16,047	85.0
管	2,233	39.7	2,145	-3.9	3,720	73.4
纤 維	507	—	571	11.3	3,203	461
其 他	3,934	—	4,499	12.2	11,823	163
日本國內需要計	230,747	16.7	300,992	30.2	423,879	40.8
日 本 輸 出	62,402	216.2	129,185	106.9	129,159	0
總 合 計	293,149	34.8	430,177	47.5	553,038	29.3

表1.4 美國的高壓聚乙烯需要量

(單位：1,000 t)

()內為構成比，(%)

	1967	1968	1969
吸 入 成 形	22.6	22.6	27.1
積 層 板	144 (12.2)	152 (11.1)	172 (10.7)
塑 膠 膜 與 皮	476 (40.5)	576 (42.0)	725 (44.9)
射 出 成 形	177	193	226
管 類	31.7	31.7	31.7
旋 轉 成 形	13.6	15.9	22.6
電 線 包 覆	136	159	185
其 他	64.4	61.2	70.2
輸 出	113	159	
計	1,178	1,370	1,615

1.1.2 中壓聚乙烯

在較低壓力的100氣壓以下製造，故得此名，用金屬氧化物為催化劑，中壓聚乙烯異於前述的高壓聚乙烯，由不分枝的直鏈狀分子組成，比重高（0.95 ~ 0.96），為高密度，結果成高結晶性、抗拉強度、硬度優於高壓聚乙烯，軟化溫度高（約130℃），反之，透明性、熱封性差，為了改良此點，目前正研究得適度分枝和比重的方法。

中壓聚乙烯現已工業化的方法有美國Phillips Petroleum Company 開發的Phillips 法、Standard Oil公司開發的Standard 法、日本的製造廠有日本Olefine、古河化學等。

的用途別需要實績

(單位: t)

構成比 (%)	1968			1969		
	需要量	成長率 (%)	構成比 (%)	需要量	成長率 (%)	構成比 (%)
61.5	282,116	8	59	288,337	12	59.5
13.0	61,796	12	12.8	69,602	13	13.2
6.6	37,613	34	7.7	47,245	26	9.0
10.3	45,708	2	9.5	53,923	18	10.2
3.9	16,371	2	3.4	19,770	21	3.8
0.8	5,323	43	1.1	6,648	25	1.3
0.76	6,578	105	1.4	9,111	39	1.7
2.8	24,355	106	5.1	33,635	38	6.3
100	479,860	113	100	528,271	10	100
23.3	146,060	113		165,937	14	
100	625,920	113		694,208	11	

1.1.3 低壓聚乙烯

1955 年西德奇古勒教授發表在常壓得高結晶性聚乙烯的製造法，轟動世界，低壓聚乙烯又稱奇古勒法聚乙烯，用奇古勒催化劑（alkyl 鋁化合物與四氯化鈦），約在 70°C ，不加壓力，即可製造，與中壓聚乙烯同樣由不分枝的直鏈狀分子組成，比起高壓聚乙烯，比重高（約 0.95），軟化點（ 120°C ），結晶化度也高，抗拉強度、硬度也優良，它們的性質稍不如中壓法聚乙烯，但甚大於高壓法聚乙烯。

低壓聚乙烯在製造上的缺點是會因聚合條件（催化劑、溫度）的若

表1.5 聚乙烯的製法與諸性質

密度 (g/cc)	高壓聚乙烯		低壓聚乙烯		中壓聚乙烯	
	0.92 A	0.93 B	0.94 C	0.95	0.96 D	0.97
結晶度 (%)	65	75	85	95		
催化劑	氧有機過氧化物 偶氮化合物		alkyl 鋁化合物 四氯化鈦		金屬氧化物	
聚合壓力 (數壓)	1,000~2,000		常壓		a.30~40 b.70	
聚合溫度 ($^{\circ}\text{C}$)	200		70		100~150 250	
聚合法	主為塊狀聚合		溶液重合		溶液重合	
抗拉強度	普通				強	
伸度	易伸				難伸	
硬度	軟				硬	
衝擊強度	非常強				普通	
透明性	接近透明				半透明	
加工性	非常容易				容易	

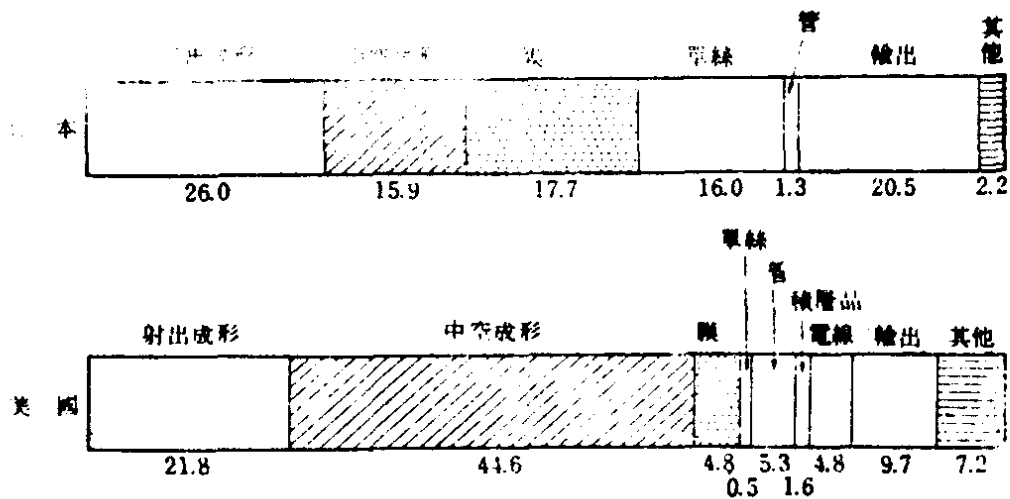


圖1.1 中低壓聚乙烯的部門別需要構成比較 (1967)

于變動，而使密度或聚合度等品質異動，須嚴格控制聚合條件，才可能獲得品質一定的製品。

表1.5為各種聚乙烯的製法或性質之比較。

表1.6為日本中低壓聚乙烯的需要量，表1.7為美國；圖1.1為日本與美國中低壓聚乙烯在各部門的需要構成之比較（1967）。

日本1969年中低壓聚乙烯的需要量約28萬t，其中包含延伸膠帶、膜類約占22%（4萬3千t），美國1969年的需要量是膜、皮、積層品合計約3萬2千t。

1.1.4 聚乙烯的改質

聚乙烯為高結晶性，化學上很安定，很難以化學反應改質，方法之一是使乙烯與其他單體（monomer）共聚合而改質。

乙烯與醋酸乙烯共聚合體為柔軟性及反彈性優良的彈性塑膠，用於膜、發泡體等；乙烯與丙烯酸、甲基丙烯酸等的共聚合體經離子架橋者稱為離子體（ionomer），用為強韌性、彈性、透明性優良的聚合體，Surllyn A（Du Pont）為其商品名（離子體的性質詳4.10.13）。

乙烯與丙烯酸乙酯或甲基丙烯酸甲酯的共聚合體提高耐衝擊性、低溫熱封性、耐候性、透明性、強韌性、印刷性等，已在美國市售（乙烯共聚合膜的性質詳4.1）。