

塑膠射出成型用型模設計基準 (上)

吳 家 駒

學歷：國立同濟大學工學士

曾任：交通部全州機廠工務員

基隆鐵路局副工程師

經濟部中國植物油廠機械工程師

兵工廠技士、股長、課長、主任工程師

民營工廠組長、處長、廠長

經濟部工業局技正

現任：經濟部工業局副組長

(上、中、下)實售價新台幣2,000元

中華民國69年10月初版

中華民國71年4月二版

中華民國73年1月三版

發行人：許 浦 章

資料提供：日本金型工業會
及編著者

譯者：吳 家 駒

版權所有
翻印必究

發行所：新太出版社出版部

台北市南京東路5段250巷18弄11-4號7F

電話：(02)7 6 9 6 2 7 5

郵政劃撥儲金帳戶第17710

中區服務中心：彰化縣北斗鎮文苑路80-3 號

電話：(048)883222・郵撥第

南區服務中心：高雄市興中一路347之15號2 樓

電話：(07)3349080・郵撥43197號

印刷者：連興彩色印刷公司

新聞局出版登記證局版台業字第0914號

原 序

由於我國經濟之成長，亦使關聯事項，例如製造工業之製品品質，性能及其生產性達到驚人進步，固不待言。

然而此種品質，性能以及生產性可能進步之事項，為大力促進自以往之切削加工轉換為非切削加工或塑性加工。

型模為塑性加工不可或缺之機具，製品之品質及生產能力幾乎全部由型模之良否所決定，此亦非過言，為極重要之事項，一般對此已有深切之認識。

今後我國產業之發展更對高級型模之需要，益為增高。

但型模製作為多品類少量生產量。為使能有極多類多用途之型模，將以往一部份熟練技術者之經驗檢討，並由此創造能適應需要部門強烈要求，傾向於高級化之型模，於開端含有幾多問題。

其中最重之問題為塑膠用型模設計技術之確立。

塑膠用型模歷史較其他型模為新，由於我國在戰後始急速發展，較歐美等先進國家有相當落後，不得不認為遺憾。

一方面由於型模設計之文獻及資料缺少，再者由於各公司所得之經驗為獨得之秘，保守秘密，因之在短時間內養成優秀設計技術者，所有困難，於質於量俱有不足，形成塑膠工業發展之大障礙。

在全球塑膠工業達到急速進步之今日，波及我國工業各界之影響極大，此為已經周知及存在之事項。為使將此種現狀及早打開，日本型模工業會收集有關業界之有力製造工廠等保有之貴重經驗及資料，將型模設計之基本加以闡明，準備對設計之統一化之目的，編纂本書。

本『設計基準』之編纂為通商產業省當局及日本輕型汽車振興會之深切理解，更惠賜補助，特申厚謝。再者，對提供貴重資料之各公司，以及對編纂盡有大力之各委員彙列，併此表示衷心感謝之意。

昭和52年 9 月30日

日本型模工業會會長 永 嶺 源 吾

前 言

本書爲塑膠射出成型型模設計者之座右銘，如能以此爲指針，較易能得無誤錯之優良設計，此爲編集之原本意願。

各委員網羅自我國塑膠用型模製造者，代表各公司參加者，各公司不吝將保有之貴重資料，公司內部規格等提供。此爲劃時期之事項。

再者，組成專門部之會員爲各公司中對型模設計技術最爲明瞭之資深負責人員。

一方面對多方面範圍廣泛之中外文獻收集及提供，諸如參考書等，但避免一如原書介紹，而將內容檢討整理，經由大多努力，成爲體系化，使在型模設計實際作業爲容易應用，解決問題之資料。

再者，儘可能對標準化考慮，勿論其爲 JIS 規定之標準，或爲各公司採用之標準，研究檢討，使公式規格化。

所用名詞，參考 JIS 用語規格努力使其統一，但如過份拘泥，反而形成不適當之場合，故限止於一定程度。

設計實例篇由各公司不對外不發表之優良設計圖百數十件中選出代表性之35件，此俱爲型模設計有實用價值之貴重參考資料，刊載於第2冊中。

最後，各專門部會員爲作成此書，在公司日常業務煩忙中，利用私人休暇時間，收集資料，製作原稿，並爲校正，非常辛勞煩心。再者，爲使工作能儘可能完善，編集配合，內容檢討及校正，集會十數次，其中過半數竟需駐留，備嘗辛勞。

對各公司，專門部會員深感謝忱。

本書如能今後在我國塑膠用型模設計上廣爲使用，使我們將感欣慰，亦爲所祈求者。

專門部會長 浪 江 幸 二

金 型 設 計 基 準 作 成 委 員

委 員 会

委 員 長	永	嶺	源	吾	(東 芝 機 械 株 式 会 社)
副 委 員 長	浪	江	幸	二	(昭 和 精 機 工 業 株 式 会 社)
委 員	池	上	盛	寿	(池 上 金 型 工 業 株 式 会 社)
	東	峯	基	之	(株 式 会 社 東 精 密 金 型 製 作 所)
	白	石	順	一 郎	(岐 阜 精 機 工 業 株 式 会 社)
	黒	柳	勝	太 郎	(株 式 会 社 明 輝 製 作 所)
	井	奥	松	三 郎	(大 機 金 型 工 業 株 式 会 社)
	叶	屋	新	一	(株 式 会 社 積 水 工 機 製 作 所)

専 門 部 会

部 会 長	浪	江	幸	二	(昭 和 精 機 工 業 株 式 会 社)
	広	恵	章	利	(住 友 べ ー ク ラ イ ト 株 式 会 社)
	宮	本	和	雄	(岐 阜 精 機 工 業 株 式 会 社)
	東	峯	一	雄	(株 式 会 社 東 精 密 金 型 製 作 所)
	池	上	恵	蔵	(池 上 金 型 工 業 株 式 会 社)
	小	林	行	守	(株 式 会 社 東 精 密 金 型 製 作 所)
	内	田	一	信	(池 上 金 型 工 業 株 式 会 社)
	塩	坂	弘	治	(東 芝 機 械 株 式 会 社)
	岡	田		泰	(大 機 金 型 工 業 株 式 会 社)
	三	沢		喬	(株 式 会 社 明 輝 製 作 所)
	田	中	真	一	昭 和 精 機 工 業 株 式 会 社)
	田	村	重	幸	(日 本 金 型 工 業 会)

(順 不 同)

總 目 錄

(上) 設計資料編

1 成形品設計

1. 設計原則	1
2. 鑲鉗金屬件	8
3. 設計要點一覽表	10
4. 各種射出成形材料之成形性	15
5. 射出成形材料性能表	19
6. 成形品尺寸精度	23

2 型模設計要點

1. 型模設計所必要之規格表	27
2. 優良型模設計條件	28
3. 型模設計之程序	29
4. 型模設計校核表	30
5. 成形機之規格	32
6. 頂出裝置	34
7. 低陷處理	47
8. 流道系統	55
9. 型模溫度控制	65
10. 型模尺寸精度	76
11. 對加工性考慮之設計	79
12. 強度計算	91
13. 型模材料	95
14. 型模之熱處理及表面處理	100
15. 特殊加工法	104
16. 主要之不良成形及原因	105

(中) 設計基準編

1 型模各部名稱	1
----------------	---

2 型模本體關係

1. 型模體 ..	8
2. 導 梢 ..	14
3. 導梢襯套	19

4. 定位環	25
5. 裝接夾具	30
6. 定位環	33
7. 六角螺釘	34
8. 小螺釘	38
9. 環首螺栓	40

3 頂出關係

1. 頂出梢	42
2. 頂出套筒	49
3. 扣 梢	51
4. 止動螺釘(限動螺釘)	53
5. 張力環	60
6. 鏈條接頭	62
7. 螺旋彈簧	68
8. 頂出板頂梢	71
9. 止動梢	74
10. 頂出桿	75
11. 支 座	76

4 側向心型關係

1. 側向心型	77
2. 滑行支座	80
3. 定位件	83
4. 斜角撐梢	85
5. 傾向心型位置固定法	89
6. 斜向凸輪	91

5 流道系統關係

1. 注道襯套	94
2. 注道定位梢	100
3. 流道定位梢	102
4. 流 道	104

6 溫度控制關係

1. 冷却水軟管接頭	105
2. 塞	108
3. 管路用鋼管	111
4. 管用螺紋	113

5. O形環	115
6. 溫度計孔	125

(下) 設計實例編

別 冊

目 錄

I 設 計 資 料 編

頁

1 成形品設計

1. 設 計 原 則	1
1. 1 分模線	1
1. 2 退縮傾斜	2
1. 3 肉 厚	4
1. 4 加強及變形防止	4
1. 5 凸 穀	6
1. 6 孔	6
1. 7 螺紋成形	7
2. 鑲 鉗 金 屬 件	8
2. 1 鑲鉗金屬件之固定方法	8
2. 2 各種鑲鉗金屬件例	8
3. 設計要點一覽表	10
4. 各種射出成形材料之成形性	15
4. 1 各種成形材料之特性與成形・模型之關係	15
4. 2 各種射出成形之成形條件	17
4. 3 射出成形品之成形收縮主要原因與其關係	18
5. 射出成形材料性能表	19
6. 成形品尺寸精度	23
6. 1 塑膠成形品尺寸誤差發生之主要原因	23
6. 2 成形品尺寸誤差與型模構造間之關連	24
6. 3 有關射出成形品尺寸公差之參考規格	25
6. 4 德國工業規格 DIN 7710 Blatt 2 (射出成形品之尺寸公差規格)	25

2 型模設計要點

1. 金型設計所必需之規格表	27
2. 優異型模設計條件	28
3. 型模設計之程序	29
4. 型模設計校核表	30
5. 成形機之規格	32
5. 1 成形機之形式	32
5. 2 射出能量	32
5. 3 關模力	32

5. 4 關模裝置	32
6. 頂 出 裝 置	34
6. 1 成形品之頂出	34
6. 2 有螺紋之成形品取出方法	37
6. 3 點狀澆口之注道一流道之頂出	40
6. 4 兩段頂出	43
6. 5 頂出板超前退回機構	45
7. 低 陷 處 理	47
7. 1 概 要	47
7. 2 外部低陷場合之處理方法	47
7. 3 內面低陷場合之處理方法	52
8. 流 道 系 統	55
8. 1 流道與澆口選擇基準	55
8. 2 澆口及流道之流動性	55
8. 3 澆口均衡及流道配置	55
8. 4 澆口種類	56
9. 型模溫度控制	65
9. 1 溫度控制必要性	65
9. 2 技術問題	65
9. 3 各種冷却管路之實例	67
9. 4 無流道成形之溫度控制	72
9. 5 加熱流道型模實例	74
9. 6 型模加熱器能量	75
10. 型模尺寸精度	76
10. 1 型模構造精度	76
10. 2 型模普通尺寸差例	77
10. 3 射出成形用型模尺寸公差規格(德國工業規格 DIN 16749 Blatt 2)	78
11. 對加工性考慮之設計	79
11. 1 設計對加工性考慮之重要性	79
11. 2 加工與鑲入及配合	79
11. 3 對加工性一般注意事項	81
12. 強 度 計 算	91
12. 1 矩形型穴側壁計算	91
12. 2 圓形型穴側壁計算	93
12. 3 可動型模板之變形	93
13. 型 模 材 料	95
13. 1 型模材料之選擇	95
13. 2 型模材料要求之條件	95
13. 3 型模構件適用材料	96

13. 4 型模用材料之化學成分、機械性能	97
13. 5 型模材料之特性、用途、及使用法	98
14. 型模之熱處理及表面處理	100
14. 1 正常化	100
14. 2 退 火	100
14. 3 淬 火	100
14. 4 回 火	101
14. 5 滲碳淬火	101
14. 6 高週波淬火	102
14. 7 火焰淬火	102
14. 8 氮 化	102
14. 9 電鍍、鍍着	102
15. 特 殊 加 工 法	104
16. 型模之不良成形及其原因	105

1. 設計原則

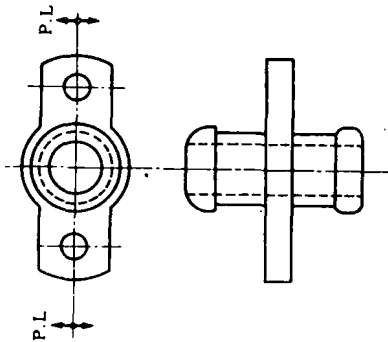
爲使獲得合理成形品，設計必需對下列之一般通則注意。

1.1 分模線

爲使成形品能自型模中取出，型模必需分模，此部份形成線縫或細線狀分模線。分模線 (P.L.) 之選定必需注意下列各點：

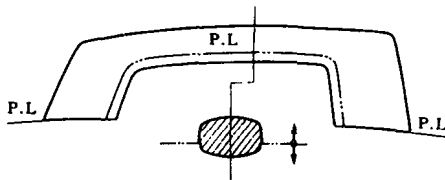
- (1) 不得位於顯明位置上及影響形狀。
- (2) 不得由此形成低陷。
- (3) 應位於加工容易之位置。
- (4) 應對澆口位置及形狀考慮。

下列所示爲各種成形品之實例。



■ 1

由於軟管接頭兩端有低陷段，因之使用「立式分模」之分模線。



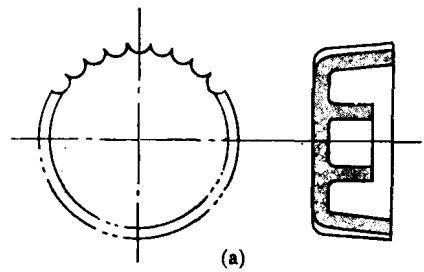
■ 2

電熨斗握把之複雜分模線。

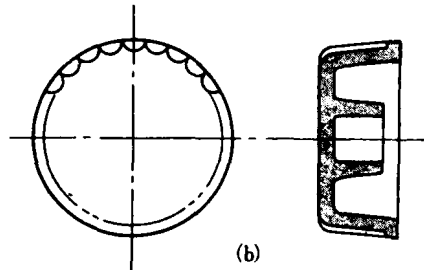


■ 3

牙刷柄之分模線位於製品最大寬度面中，使成形品脫模容易。再者模具嵌合線與其外形曲線一致，加工容易。



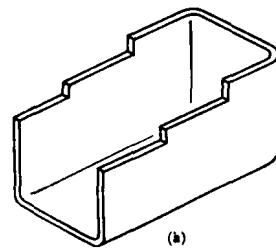
(a)



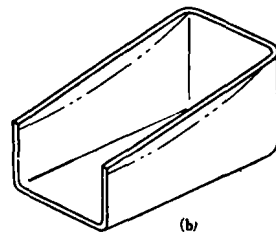
(b)

■ 4

外緣有靦紋或/及手紐等型類之物品，儘可能留有緣邊，使「毛刺」及「澆口」切除加工容易。



(a)



(b)

■ 5

圖 5(a)所示之分模線爲階段形者，型模製作及成形品加工困難，圖 5(b)改用直線或曲面，如此可使加工變爲容易。

1. 設計原則

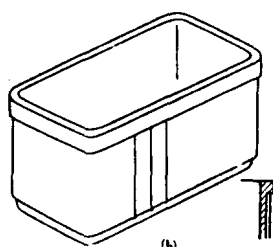
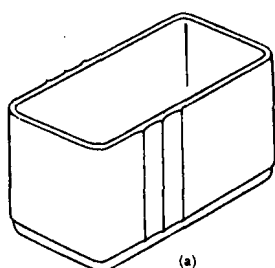


圖 6

分模線廢邊去除困難。圖 6(b)由於附有加強邊緣，使變為容易。

下列示各種實例。
(1) 箱盒及蓋

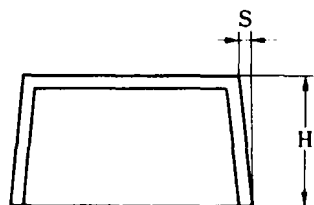


圖 7

設 H 為 50mm 以上者

$$\frac{S}{H} = \frac{1}{30} \sim \frac{1}{35}$$

H 在 100mm 以上者

$$\frac{S}{H} = \frac{1}{60} \text{ 以下}$$

類似淺形薄件

$$\frac{S}{H} = \frac{1}{5} \sim \frac{1}{10}$$

杯形物品之退縮傾斜，型穴側應較心型側略為放大。

(2) 柵格

1.2 退縮傾斜

為使成型品在型模中脫出容易，退縮傾斜為必需者。退縮傾斜視成型品之形狀，成型材料之類別，模具構造，表面精度，以及加工方向等有所不同，普通場合，適當之退縮傾斜約為 $1/30 \sim 1/10$ ($2^\circ \sim 1^\circ$)，實用之最小限界為 $1/120$ ($1/2^\circ$)。有關退縮傾斜尚無正確數值及計算公式。大多情形，完全依據經驗值。在不生妨碍之情形下，退縮傾斜之範圍愈大愈佳。

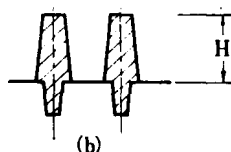
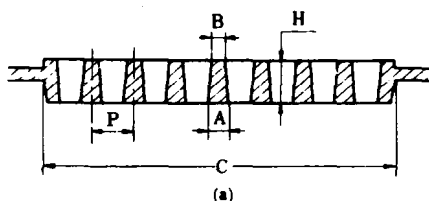


圖 8

表 1 退縮傾斜與高度之變化量

單位 mm

高度	1/4	1/2	1'	2'	3'	4'	5'
0	0.11	0.22	0.44	0.87	1.31	1.74	2.19
50	0.22	0.44	0.88	1.75	2.62	3.50	4.37
100	0.33	0.65	1.31	2.62	3.93	5.24	6.56
150	0.44	0.87	1.75	3.49	5.24	7.00	8.75
200	0.55	1.09	2.19	4.36	6.55	8.74	10.94
250	0.66	1.31	2.63	5.24	7.86	10.49	13.12
300	0.77	1.52	3.06	6.11	9.17	12.23	15.31
350	0.88	1.74	3.50	6.98	10.48	13.98	17.50
400	0.99	1.96	3.94	7.85	11.79	15.73	19.68
450	1.10	2.18	4.38	8.73	13.10	17.48	21.87
500	1.21	2.39	4.81	9.60	14.41	19.22	24.06
550	1.32	2.61	5.25	10.47	15.72	20.97	26.24

$$\frac{0.5(A-B)}{H} = \frac{1}{12} \sim \frac{1}{14}$$

柵格形狀，尺寸及柵格部全部面積之尺寸，使退縮傾斜量有若干差異。

- 1) 柵格節距(P)在 4 mm 以下之場合，退縮傾斜為 $1/10$ 左右。
- 2) 柵格段尺寸(C)較大者，退縮傾斜應予加大。
- 3) 柵格高度(H)超過 8 mm，更有上列 2) 之情形，退縮傾斜不能過份加大，則可如圖 8(b)所示之情形，將成型品可動側型穴作 $1/2 H$ 以下之柵格。

(3) 縱肋

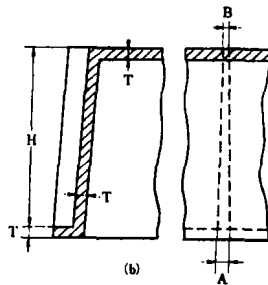
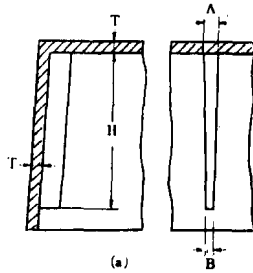


圖 9

大多使用於增強，縱肋之退縮傾斜，一般情形，側壁肉厚之尺寸A及B已經決定，此種場合，最常用以表示退縮傾斜。

$$\frac{0.5(A-B)}{H} = \frac{1}{500} \sim \frac{1}{200}$$

圖 9(a)示內側壁縱肋，圖 9(b)示外側壁之加強肋。

$$A = T \times (0.5 \sim 0.7)$$

較少凸起之場合，亦得適用(0.8~1.0)

由於工作上限制，

$$B = 1.0 \sim 1.8 \text{ mm}$$

(4) 底肋

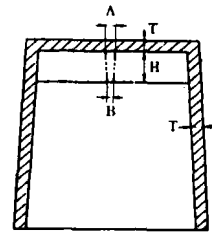


圖 10

底肋與縱肋有相同之作用，應作同樣之考慮，決定其退縮傾斜。

使用最多之退縮傾斜為

$$\frac{0.5(A-B)}{H} = \frac{1}{150} \sim \frac{1}{100}$$

$$A = T \times (0.5 \sim 0.7)$$

較少凸起之場合，亦得適用(0.8~1.0)

由於工作上限制

$$B = 1.0 \sim 1.8 \text{ mm}$$

(5) 凸轂

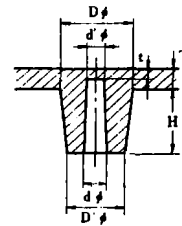


圖 11

凸轂與其他成形件以及金屬件組合使用。圖11示用於裝接自攻螺絲之凸轂之退縮傾斜尺寸例。

$$\frac{0.5(D-D')}{H} = \frac{1}{30} \sim \frac{1}{20}$$

所用之自攻螺絲為 3 φ

T	2.5~3.0		3.5
D	7	7	8
D'	6	6.5	7
t	(T/2 或 / 及 1.0~1.5)		
d	2.6		
d'	2.3		

H儘可能在30mm以下

1. 設計原則

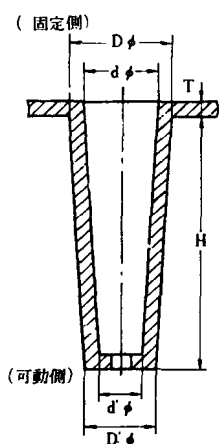


圖 12

圖12示凸載高度在30mm以上，應有必需強度之凸載例。

此種凸載之退縮傾斜為

$$(\text{固定側}) \quad \frac{0.5(d-d')}{H} = \frac{1}{50} \sim \frac{1}{30}$$

$$(\text{可動側}) \quad \frac{0.5(D-D')}{H} = \frac{1}{100} \sim \frac{1}{50}$$

固定側之退縮傾斜較可動側者為大。

1.3 肉厚

肉厚以各處均一為原則。但由於成形品之構造，或成形上肉厚必需變化者，並且由於經濟原因亦需對肉厚作適當之必需變化。

決定肉厚必需考慮下列各點。

- (1) 構造強度。
- (2) 脫模強度。
- (3) 能均勻分散衝擊作用力。
- (4) 嵌合金屬件部份皸裂防止（成形材料與金屬之熱膨脹不同，收縮時發生皸裂）。
- (5) 穴、孔、嵌合金屬件部使用熔接加強。
- (6) 薄肉部防止。
- (7) 厚肉部防止。
- (8) 稜銳部及薄肉部阻碍流動，應防止充填不足。

肉厚(t)對各種成形材料可能之充填距離(L)之值彙列於表3中。

表2 一般使用之肉厚範圍

單位 mm

材 料	肉 厚
聚乙烯	0.9 ~ 4.0
聚丙烯	0.6 ~ 3.5
聚醯酯	0.6 ~ 3.0
聚乙醯酯	1.5 ~ 5.0
聚苯乙烯(一般用)及丙烯腈苯乙烯(AS)	1.0 ~ 4.0
丙烯樹脂	1.5 ~ 5.0
硬質氯化聚乙烯	1.5 ~ 5.0
聚碳酸酯樹脂	1.5 ~ 5.0
醋酸纖維素	1.0 ~ 4.0
A. B. S.	1.5 ~ 4.5

表3 L/t與射出壓力之關係

材 料	L / t	射出壓力 (kg/cm ²)
硬質氯化聚乙烯	160~120	1200
	140~100	900
	110~ 70	700
軟質氯化聚乙烯	280~200	900
	240~160	700
聚碳酸酯樹脂	150~120	1200
	130~ 90	900
聚醯酯	320~200	900
聚苯乙烯	300~260	900
聚乙烯	240~200	700
聚丙烯	140~100	500

1.4 加強及變形防止

- (1) 角隅連接半徑“R”

面與面之接合角隅有應力集中。為使減少變形，角隅應以R連接，使內應力分散，同時材料流動亦較容易，對突出段之強度亦屬有利。

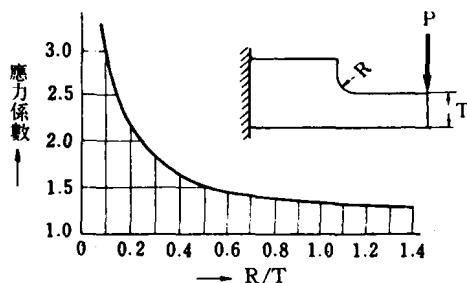


圖13 R/T與應力集中之關係

R/T在0.3以下，應力激劇增加，0.8以上幾無應力集中效應。

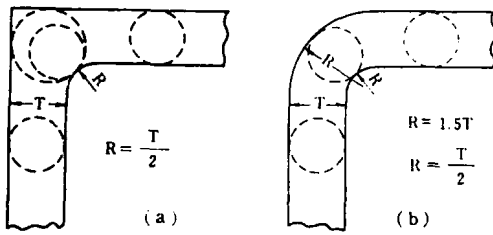


圖14 角隅之R

圖14(a)內面角隅以肉厚之 1/2 作R連接，能將應力集中減少，此種場合肉厚增加 1/3。圖14(b)外稜面以肉厚之 1.5 倍作R連接，為最佳之情況。

(2) 變化肉厚及形狀

此種方法大多使用於對側壁之邊緣之剛性。此除對變形增強強度外，尚有使肉厚及收縮有均一之效果，此外，於材料流動不良之場合，此種增強之意義，僅用於使材料流動改善。

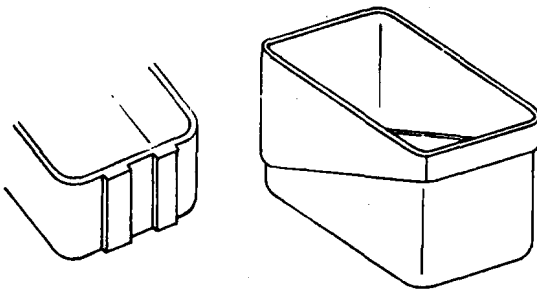


圖15 帶狀增強

圖16 側壁增強

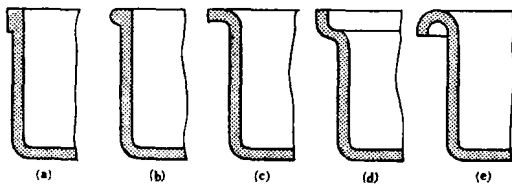


圖17 邊緣增強

圖15為在箱之側壁作帶狀增強之例，圖16為同樣之箱，側壁有變形防止效果之方法。圖17為箱邊緣之各種增強例。

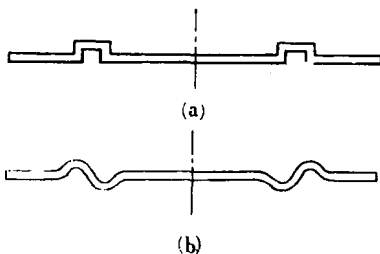


圖18 平板之增強

平面部最易翹曲，為減少此種變形，在平面部周邊，如圖18所示，設置凹槽或波形槽以增強之。



(a)



(b)



(c)

圖19 箱底增強

一項最需注意之點為底部。底部平面上經由波形槽 (圖19(a))，凹入形 (圖19(b))，底周邊以R連接 (圖19(c))，使應力分散，以增強強度，防止變形。

變形防止效果大

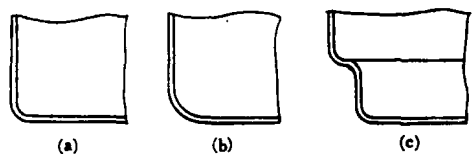


圖20 底部周邊增強

底部大之場合，周邊接合R放大 (圖20(b))，或設置效果較大之分層底部 (圖20(c))。

1. 設計原則

(3) 加裝增強肋

增強肋之效果為不增加肉厚厚度而持有剛性及強度。在廣平面之場合，亦用以防止翹曲。

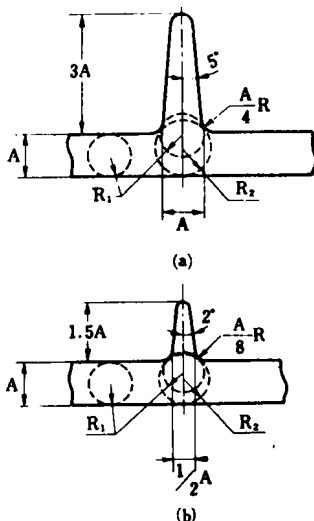


圖21 增強肋

圖21(a)為對壁厚(A)作用厚度之增強肋場合，增強肋根圓之面積約增加5%，產生縮陷。圖21(b)之增強肋厚為壁厚之1/2場合，增強肋根圓面積約增加20%，不致產生縮陷。由於此點，與其加厚增強肋之厚度，不如增加其數量。再者，增強肋間之間隔儘可能在壁厚之4倍以上。在必要時，增強肋之厚度得為壁厚之50~80%以上。

1.5 凸 轂

凸轂為穴之增強及組合時之嵌入，並有適當之高度，用以鑿合。此與增強相同，肉厚過厚成為縮陷之原因。

凸轂較筒過高，由於空氣聚集，容易引起氣孔及充填不足，應儘量予以避免。如必需有較高轂部者，則應在凸轂之側面設置增強肋，使材料流動成為容易，並可用為增強件。

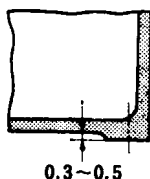


圖22 凸轂位置

圖22所示之凸轂亦為底座，設置於內側。亦為底座場合，如圖所示，凸轂凸出於座面0.3~0.5為佳。

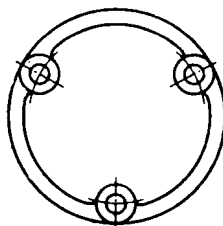


圖23 凸轂數

凸轂或底座數在4個以上之場合，凸轂之高低，較難一致，圖23所示為3個之場合，座面齊平容易。

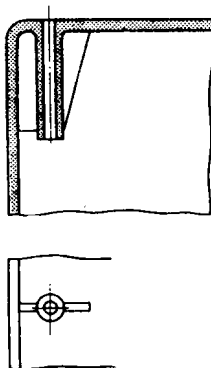


圖24 凸轂之增強

在轂筒較高之凸轂上，為使材料流動容易及增加其強度，使用增強肋之例。

1.6 孔

孔為成形品上所必需者，良好之位置可得良好之使用。孔在成形品上經由熔合留出者，為強度減弱之主要原因，必需注意下列各點。

- (1) 孔與孔間之距離取用孔徑之兩倍以上。

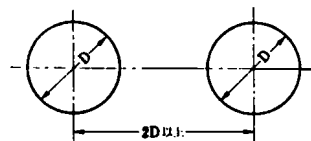


圖25

- (2) 孔之周邊肉厚加厚

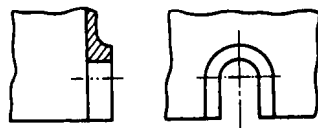


圖26