

塑膠模具鋼技術資料

I. 塑膠模具鋼概要

1. 塑膠模具鋼之種類

- 依材質分類有預硬系與淬火－回火系二種。
- 預硬系者，依硬度之高低可分為HrC10, 20, 30, 40 計四種。HrC40 系之鋼料已妥為考慮其切削加工性。
- 淬火－回火系者，一般以退火狀態供應鋼材，模具加工成型後須施予熱處理，調整其硬度至依用途設計之硬度值。

2. 塑膠模具專用鋼種簡介

(1)PXZ, PDS3, PX4 預硬鋼

- 最廣泛地被用於自一般雜貨至汽車外殼零件，家電品外殼等一般塑膠件用模具。

(2)NAK55, NAK80 析出硬化型預硬鋼

- 為知名度高，硬度在 HRC40 級之模具鋼，廣泛地被採用於自一般塑膠件用模具至氯乙烯塑膠用模具。本材料最大優點為在 HRC40 硬度下仍可作雕模用。

(3)PD613 析出硬化型預硬鋼

- SKD11 之改良鋼種，主要為改善鏡面精加工性。

(4)S-STAR 淬火－回火型不銹鋼

- 耐蝕性、耐磨性與超鏡面加工性都兼顧之高級模具鋼。適用於由氯乙烯塑膠系至光碟片等之精密模具。

(5)NAK101 析出硬化型預硬不銹鋼

- 耐蝕性最佳之塑膠專用模具鋼，限定於特殊用途上使用。

(6)MAS1C 麻時效鋼

- 具有耐蝕性與高韌性，適用於插梢等需高耐衝擊性之處。

以上為塑膠用模具之專用鋼材。

DH2F, GOA, DHA1, DC53 係一般模具用工具鋼，也可依情況妥加利用。

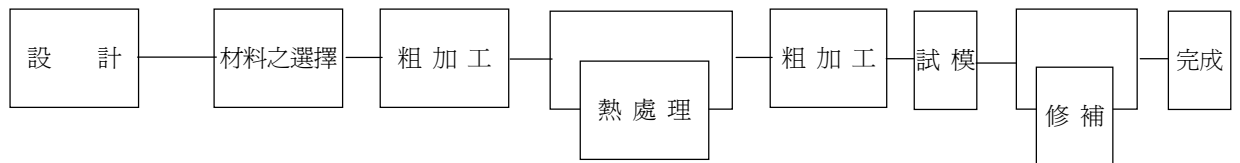
(詳請參閱表 1)

表 1 塑膠模具鋼之種類

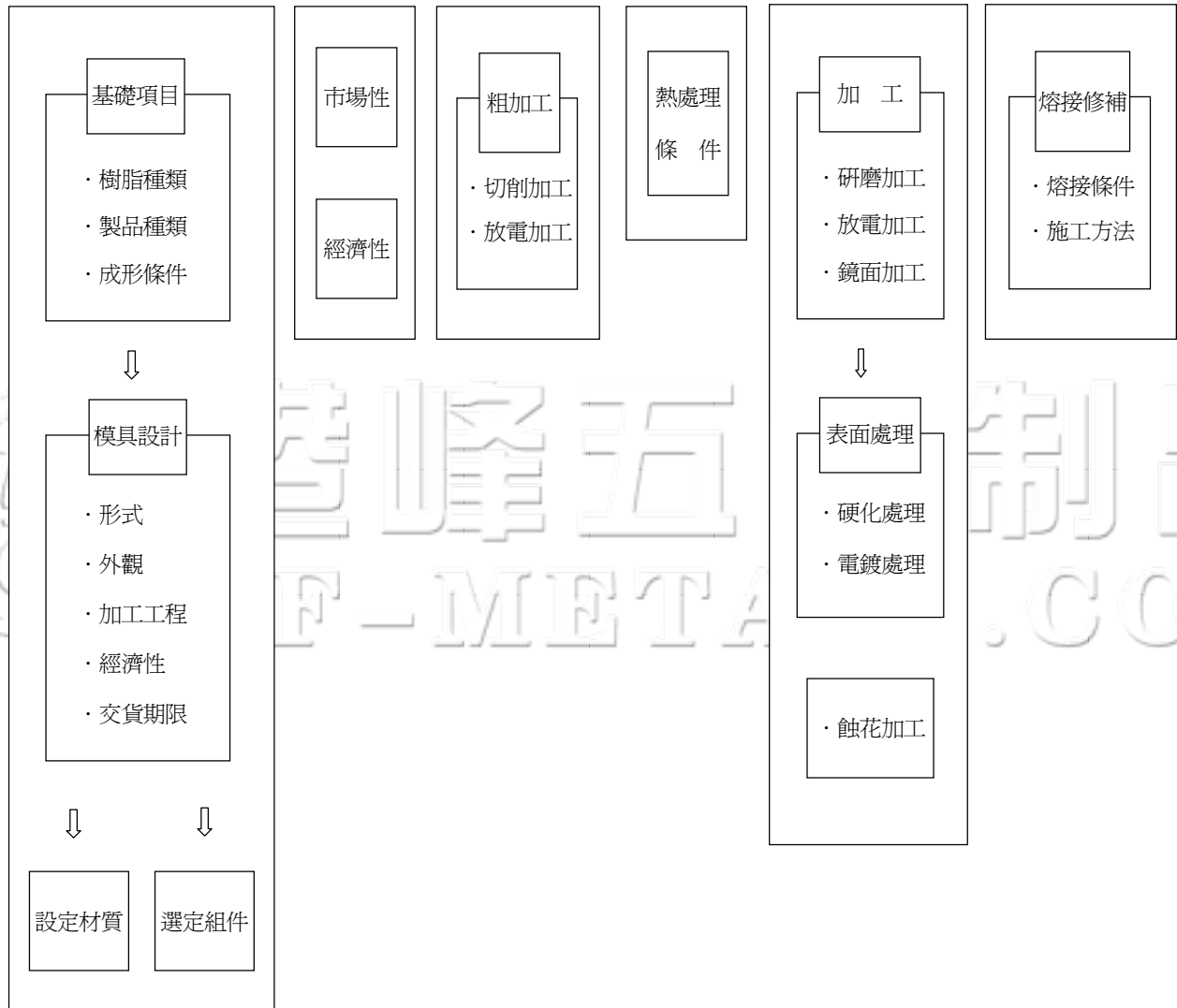
區分	材質系	鋼種記號	使用硬度 (HRC)	化學成分、其他 (%)						主要用途
				C	Ni	Cr	Mo	V	其他	
預硬系	SC系	PXZ	(HS33)	0.55	-	-	-	-	-	一般用，高速切削加工用
	SCM系	PDS3	28	0.45	-	1.1	0.25	-	-	一般用，鏡面模適用
		PX4	33	(AISI, P20, DIN, 2738 改良型)						
	析出硬化系	ESR NAK55	40	0.15	3.0	-	3.0	-	Gu, S, Al	多量生產用模
		ESR NAK80	40	NAK55 之鏡面性改良材						量產，高鏡面用模
	SKD系	DH2F	40	0.37	-	5.3	1.3	1.0	S	
析出硬化系	NAK101	35	高耐蝕用，不銹鋼系材						高耐蝕用模	
淬火—回火系	SKS系	GOA	61	0.86	-	0.5	0.13	-	Si, Mn, W	低變形一般用模
	SKD系	DHA1	48	0.39	-	5.0	1.2	0.6	-	
		DC53 (SKD11 改良)	62	專 利 申 請 中						
	ESR PD613	58	SKD11 之鏡面加工性，韌性改良鋼種						高耐磨耗，量產用模	
	SUS系	X G-STAR	53	0.45	-	18	-	-	-	超鏡面，耐蝕用模
ESR S-STAR		13.5								
麻時效系	MASIC	50	≤ 0.03	18.5	-	5.0	-	Al, Ni, Co	高韌性高強度用	

II. 塑膠模具之製造過程

〔主要工程〕



〔檢討項目〕



製作工程

- (1) 模具之製作程序是複雜的，具有十數個製程，故應事先妥為考量規劃，以期能發揮貴公司所具有之設備及能力。
- (2) 製作模具之技術以及模具鋼材之選擇，將決定模具品質之優劣。
- (3) 交貨期限（工作日數）會受製程配合之影響，而模具鋼料錯誤之選擇也會造成製程的延誤。

III.鋼材選擇與加工工程

1.設 計

1.1 要點

- | | |
|--|-----------------|
| <ul style="list-style-type: none"> • 充分檢討顧客用途 • 比較檢討各材質之特性 | ⇒ 品質、經濟性最佳之工程設計 |
|--|-----------------|

1.2 基礎檢討項目

收集有關模具使用時之基礎條件，探討模具所要求之特性。

基礎檢討項目

項 目	檢 討 內 容	要求模具材之特性	備 考
塑膠種類	熱硬化性樹脂(1) 熱可塑性樹脂(2) 各種品名 FRP(3)系 UL(4)系	[選定之基本條件]	表 2
製品種類	用途：雜貨、電器零件、汽車零件、機械零件 形狀：單純、複雜、尺寸（大小） 射出次數：小（<10 萬） 中（<100 萬） 大（>100 萬） 精度：圖面精度、成型精度	韌性，強度，加工法 強度 熱處理條件	圖 1 表 4 圖 1 熱處理項目
成型條件	機種：射出、擠壓、壓縮、成型壓力 成型：成型週期，溫度		表 3
其 他	交貨期限，經濟性		—
		綜合判斷	

- 註：(1)熱硬化性樹脂：THERMOSETTING RESIN
 (2)熱可塑性樹脂：THERMO PLASTIC RESIN
 (3)ERP：FIBER REINFORCED PLASTIC
 (4)UL：UNDER WRITER'S LABORATORIES

表 2 依樹脂種別之材質選定

樹脂種類 樹脂特性 模具廠商對應 模具要求特性 適用模材
 模具壽命 (射出次數)

				<10 萬	10~50 萬	50~100 萬	≥100 萬	
熱硬化性	一般用		強度型	耐磨耗性	DH2F	DH2F	PD613	PD613
					NAK55, 80 PX5, PX4	NAK55, 80 +(表面處理)	DC53	DC53
	強化	添加玻璃 纖維金屬粉	高強度耐用型	高耐磨耗性	-	DH2F	PD613	PD613 +(表面處理)
						GO40F	DC53	DC53
	一般用	(聚乙烯塑膠 聚丙烯塑膠)	低強度簡易型	預硬	PXZ	PDS3	NAK55, 80	NAK55, 80 +(表面處理)
						PX4 PX5	DH2F	DH2F
	工程塑膠(1)	一般機械 零件 (耐隆, 聚乙縮醛塑 膠聚碳酸酯塑膠)	高強度精密型	耐磨耗性	PDS3	PDS5	NAK55, 80	PD613
							DH2F	PAK90
	熱可塑性	強化	添加玻璃 纖維金屬粉	高強度耐用型	高耐磨耗性	PX4 PS5	NAK55, 80 DH2F GO40F	PD613 DC53 DHA1
難燃	腐蝕性 氣體產生 (添加難燃樹脂)	耐蝕型	耐蝕性	PXZ, PDS3 PX4, PX5 +電鍍	E-STAR S-STAR	S-STAR	S-STAR +電鍍(PVD)	
	聚氯化烯 氟素樹脂	腐蝕性 氣體產生	耐蝕型	耐蝕性	PDS2, 3, 5 +電鍍	E-STAR S-STAR	S-STAR +電鍍(PVD)	

註：(1)工程塑膠（高強度塑膠）

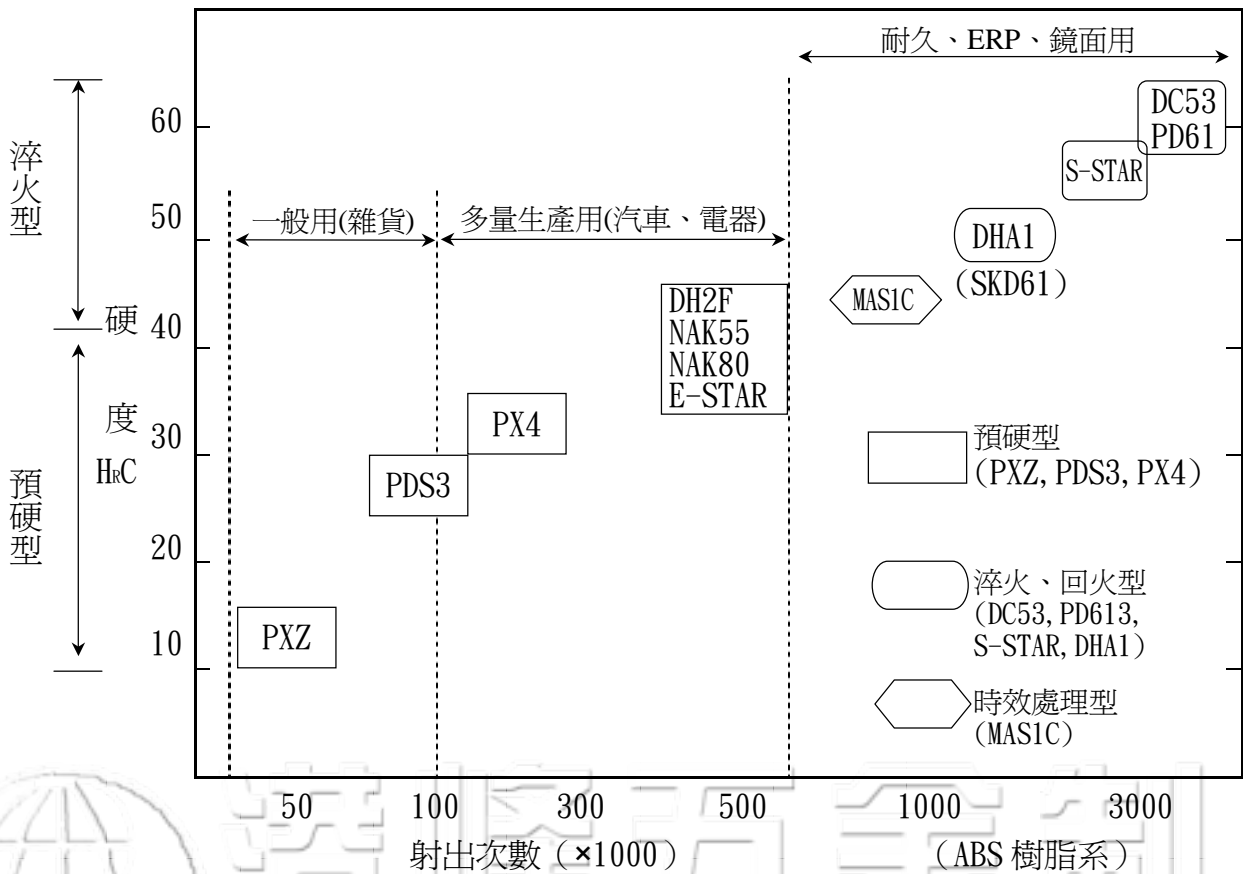


圖 1 模具與材質之選定 (概念圖)

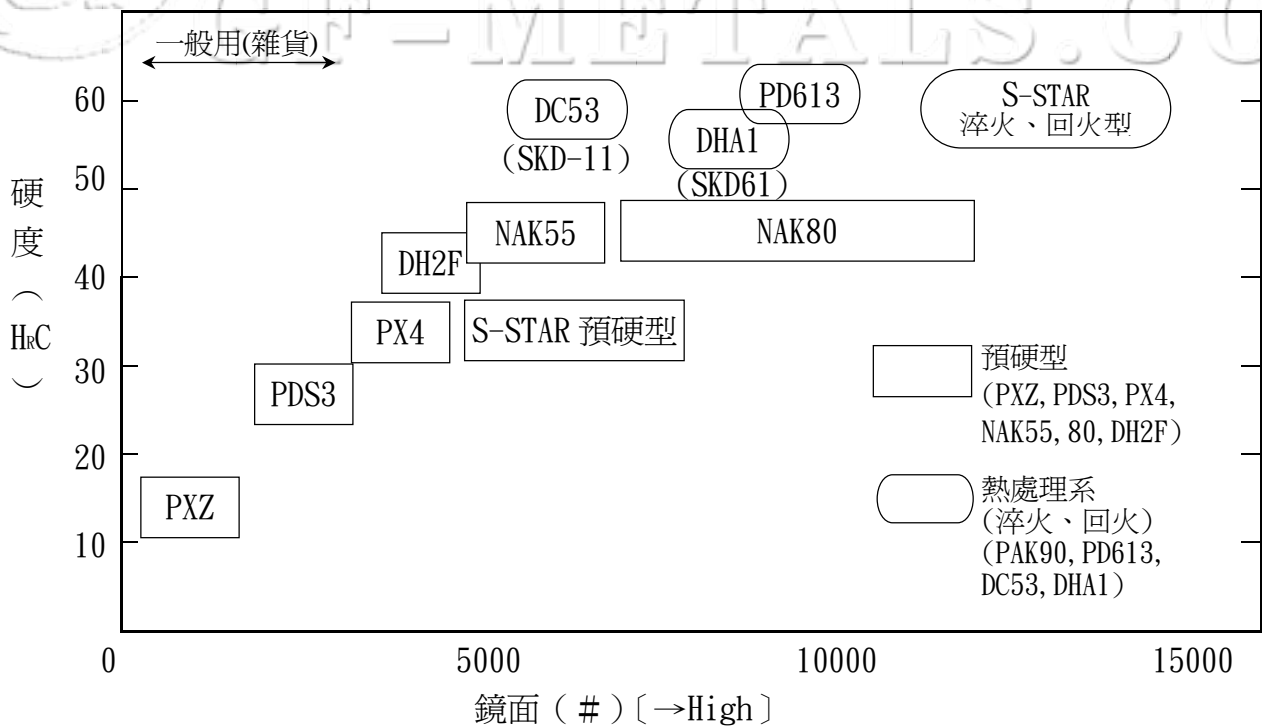


圖 2 鏡面度與材質選定

表 3 成型機與材質之選定

用		途		模具材料	適 用 材 質			
樹 脂 區 分	代表的樹脂	樹脂特性	代 表 製 品	應具備特性	射出成型機	壓縮成型機	擠壓成型機	
熱 可 塑 性 樹 脂	一般樹脂	聚丙烯塑膠 ABS	耐衝擊性	保險桿、冷卻器格子、	蝕花加工性	S-STAR PXZ, PD3, PX4		
		聚乙烯塑膠 聚苯乙烯 壓克力 ABS	裝飾性	錄影機、錄音機、收音 機、卡匣、照明器具、 雜貨、化粧品、容器	蝕花加工性 鏡面精加工性	NAK55 NAK80 PX4, S-STAR	NAK55 NAK80 S-STAR	NAK80
		耐隆 聚縮醛塑膠	耐磨耗性	工程塑膠製品 (齒輪等)	耐磨耗性	NAK55 DH2F S-STAR NAK80 PD613		
		聚碳酸酯 壓克力	透明度高	眼鏡、透明鏡片、 立體聲唱機外殼	鏡面精加工性	NAK80 S-STAR PD613		
		壓克力 聚碳酸酯	光 學 的 特 性	雷射唱片(CD)、影碟	鏡面精加工性 耐 蝕 性	S-STAR		
		聚氨基乙炔	經 濟 性	電話機、雨水漕、水管	耐 蝕 性	S-STAR NAK101	NAK55 NAK80 S-STAR	
		難燃性樹脂	多苯乙炔 ABS	難 燃 性	電視外殼、吹風機、 家電零件	耐 蝕 性	PAK90 NAK101	
		強化樹脂 (玻璃纖維 等)	ABS 耐隆 聚碳酸酯	剛 性	照相機外殼、電子計算 機按鈕、工程塑膠製品 (齒輪等)	耐磨耗性 (耐蝕性)	NAK55 PD613 NAK80 S-STAR	
		塑膠磁鐵	耐隆	成 烈 性	複印機、Trigger (扳 手)、Floppy (磁碟)、 Senser (感應器)	無 磁 性 耐 磨 耗 性	NAK101	
		一般樹脂	苯酚 三聚氰胺	耐 熱 性	煙灰缸、餐具、雜貨	耐 磨 耗 性	NAK55 PD613 NAK80 S-STAR	
熱 硬 化 性 樹 脂	難燃性樹脂	苯酚 聚酯	耐 熱、 難 燃 性	微開關 連接器	耐 磨 耗 性 (耐蝕性)	PD613 S-STAR		NAK55 NAK80
	強化樹脂 (玻璃纖維 性)	環氧 聚酯	電 機 絕 緣 性	IC 電晶體收音機、工程 塑膠製品 (齒輪等)	耐 磨 耗 性 (耐蝕性)	PD613 S-STAR		NAK55 NAK80 S-STAR

■加工製程範例

代表性的加工工程

材質系	主加工：熱處理工程					綜合計價		
	成本	壽命						
預硬系材質	①	機械加工	EDM	精加工	表面處理	低	短	
	②	EDM	機械加工	精加工	表面處理			
	③	W-EDM	機械加工	精加工	表面處理			
淬火回火系材料	④	機械加工	熱處理	EDM, W-EDM	精加工	高	長	
	⑤	熱處理	EDM	機械加工	精加工			表面處理
	⑥	EDM, W-EDM	機械加工	熱處理	精加工			

註：(1)EDM：ELECTRIC DISCHARGE MACHINING（放電加工）。

(2)W-EDM：WIRE ELECTRIC DISCHARGE MACHINING（線切割放電加工）。

■加工製程之檢討

1. 預硬系與淬火一回火系之優劣點比較：

	加工成本	壽命	交貨期限	耐磨耗	加工性	EDM性	精度
預硬系	○		○		○		○
淬火回火系		○		○		○	

2. E-EDM

- 放 DM, W 電加工之應用是今後之最大主力。
- 增加精研磨加工時數。
- 快削鋼系預硬材之加工表面，易有條紋出現。
- 加工面積大時必須要加作應力消除退火處理。

3. 熱處理

- 配合品質之要求，選定最適合之熱處理條件。
- 熱處理須加在何段工程間，對模具品質有很大的影響。

1.3 材質之選定基準

材質之選定基準依品質、交貨期限、經濟性等重點，視考慮何種條件而定。再者，在品質設計上需要何種特性，也會影響材料之選定。

比較材質間之特性各有優劣，因此必須充分瞭解上述之設計檢討項目，參考表 7 選定最適合的材質。

表 4 塑膠模具材之特性比較 (總括)

樹脂及用途		大同 記號	熱處理 條件	使用硬度 (HRC)	化 學 成 分 (%)								品 質 特 性								
					C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V	其他	被 削 性	鏡 面 性	蝕 花 加 工 性	熔 接 性	耐 磨 耗 性	韌 性	熱 處 理 變 寸	耐 蝕 性	
熱 可 塑 性 樹 脂	一 般 用	PXZ	不 要	HS26~35	專 利 申 請 中								5 ⁺	3 ⁺	4	5 ⁺	1	5	-	2	
		量產一般用		PDS3	28~30	0.45	0.2	0.9		1.1	0.25			4	4	4	4	3	4	-	3
		量產一般用		PX4	30~33	專 利 申 請 中								4	5	5	5 ⁺	3	5	-	3
	耐 蝕 用	NAK101		35	專 利 申 請 中								3	5	5	4	4	5	-	5	
		量產一般用 鏡面用		NAK55	37~43	0.15	0.3	適量	3.0		0.3		Cu1.0 Al1.0	5 ⁺	5	4	3	3	1	-	3
		量產一般用 高鏡面用		NAK80	37~43									3	5 ⁺	5 ⁺	5	3	1	-	3
	耐 蝕 用	MASIC		時效 處理	50~54	≤ 0.03	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 18.5	≤ 0.10	≤ 5.0		Co9.0 Ti0.6	3	5 ⁺	5 ⁺	5 ⁺	4	5 ⁺	5	3
		量產一般用		NAK101	35	專 利 申 請 中								3	5	5	4	4	5	-	5
		量產一般用		NAK55	37~43	0.15	0.3	適量	3.0		0.3		Cu1.0 Al1.0	5 ⁺	3	4	3	3	1	-	3
	強 化 樹 脂 (添 加 玻 璃 纖 維)	NAK80		37~43										3	5 ⁺	5 ⁺	3	3	1	-	3
		DF2F		40	0.37	1.0	0.7		5.3	1.3	1.0	SO.12	4	3	3	3	4	3	-	3	
		PD613		淬 火	56~61	專 利 申 請 中								4	5	4	2	5	3	3	3
		DC53		60~62	專 利 申 請 中								4	5	4	4	5	3	3	4	
		S-STAR		回 火	50~53	專 利 申 請 中								3	5 ⁺	5	3	5	3	4	5
氨 乙 烯 樹 脂	耐 蝕 用	NAK101	不要	35	專 利 申 請 中								2	4	4	4	3	5	2	4	
熱 硬 化 樹 脂	量產一般用 耐蝕用	NAK101	不要	35	專 利 申 請 中								3	5	5	4	4	5	-	5	
	NAK55	37~43	0.15	0.3	適量	3.0		0.3		Cu1.0 Al1.0	5 ⁺	5	4	3	3	1	-	3			
	NAK80	37~43									3	5 ⁺	5 ⁺	3	3	1	-	3			
	DF2F	40	0.37	1.0	0.37		5.3	1.3	1.0	SO.12	4	3	3	3	4	3	-	3			
	PD613	淬 火	56~61	專 利 申 請 中								4	5	4	2	5	3	3	4		
	DC53	60~62	專 利 申 請 中								4	5	4	4	5	3	3	4			
	S-STAR	回 火	55~59	專 利 申 請 中								3	5 ⁺	5	3	5	3	4	5		
	MASIC	時效 處理	50~54	≤ 0.03	≤ 0.10	≤ 0.10	≤ 18.5	≤ 0.10	≤ 5.0		Co9.0 Ti0.6	3	5 ⁺	5 ⁺	5 ⁺	4	5 ⁺	5	3		

註：(1)品質特性：1→良好

(2)NAK55, NAK80, PD613, PAK90, MASIC, NAK101 特殊精煉鋼種