

技術解説

眞空熱處理와 新技術(II)

Vacuum Heat Treatment and New Technology

오강구

한국종합기계공업로사업부

IV 眞空熱處理法

1. 工具鋼과 金型의 熱處理

工具鋼은 JIS規格에서는 炭素工具鋼, 合金工具鋼, 高速度鋼으로 大別되고 合金工具鋼을 用途別로 分類하면 다음과 같다.

- (1) 炭素工具鋼.....SK材
- (2) 合金工具鋼
 - 1) 切削用工具用鋼SKS2, SKS21
 - 2) 耐衝擊用工具用鋼SKS4

- 3) 冷間加工用工具鋼SKS3, SKD1, SKD11
- 4) 熱間加工用工具鋼SKD4, SKD61, SKD62
- (3) 高速度鋼SKH材

1.1 炭素工具鋼

價額이 싸고 被切除性도 좋으나 耐摩耗性은 合金工具鋼보다 떨어지므로 大量生産에는 알맞지 않다. C의 含有量에 의해 用途가 決定되며 衝擊을 받는 部分에 使用하는 것, 예를들어 금형, 本迫등 또는 屈曲荷重을 받아 破損되기 쉬운 銼기 등은 C量 1%以下로 하여 燒入硬化에 의해 脆化를 輕減한다.

記 號	주요化學組成 (%)					퀵칭溫度 (℃)	담퍼링溫度 (℃)	硬 度 (H _r C)	用 途
	C	Ma	Cr	W	V				
SK 3	1.00 -1.10	0.50>	-	-	-	760-520 W.Q	150-200	>63	인발형
SK 4	0.50 -1.00	"	-	-	-	"	"	>61	"
SK 5	0.80 -0.90	"	-	-	-	"	"	>59	PRESS型

眞空爐에서의 處理例

- 1) SK3 $\phi 6 \sim \phi 10 \times 35$ 840℃ × 55분油冷HRC63
- 2) SK3 40 × 180 × 15 830℃ × 23분油冷HRC62
- 3) SKS93 $\phi 25 \times 50$ 850℃ × 120분油冷HRC63 (YCS3)

1.2 合金工具鋼

合金工具鋼으로서 必要한 條件은 다음과 같다.

- 1) 常溫 및 高溫에서의 경도가 클 것.
- 2) 加熱에 의한 硬度變化가 적을 것.

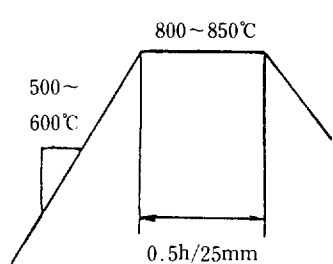
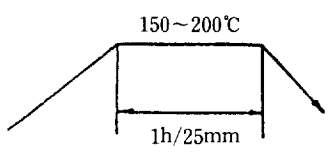
3) 耐摩耗性이 뛰어난 것.

4) 熱處理에 의한 變形이 적을 것.

이러한 條件을 用途에 따라 鋼種이 選定된다.
代表的인 鋼種의 熱處理는 다음과 같다.

(1) SKS의 熱處理

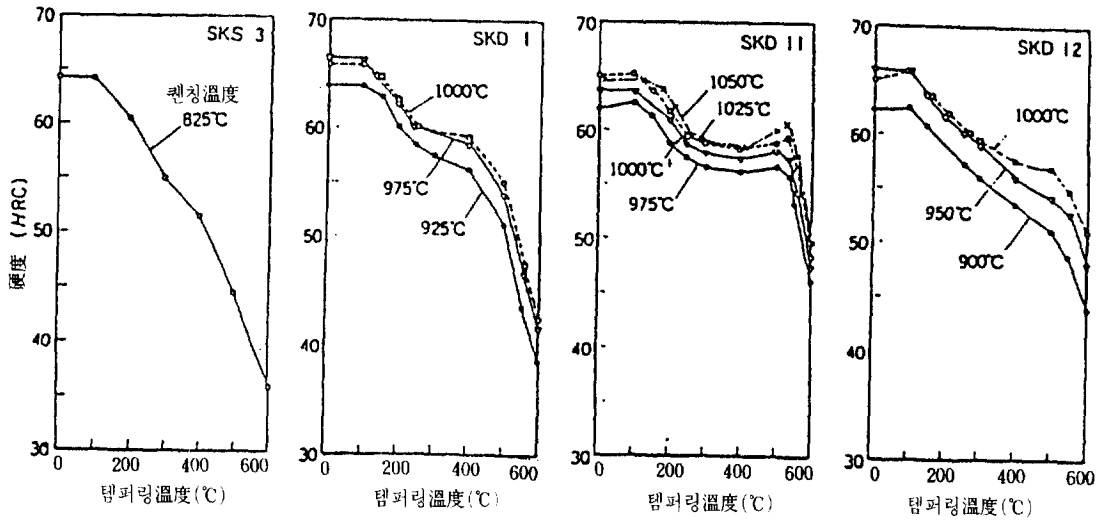
記 號	주요化學組成(%)					퀵칭溫度 (°C)	템퍼링溫度 (°C)	硬 度 (H _R C)	用 途
	C	Mn	Cr	W	V				
SKS 2	1.00 -1.10	0.30 >	0.50 -1.00	1.00 -1.50	-	830-880 O·Q	150-200	>61	인발형 PRESS型
SKS 3	0.90 -1.00	0.90 -1.20	0.50 -1.00	0.50 -1.00	-	800-850 O·Q	"	>60	"
SKS 31	0.95 -1.05	0.90 -1.20	0.80 -1.20	1.00 -1.50	-	"	"	>61	"

<p>① 加熱</p>  <p>1. 形象複雜, 質量이 큰 工具는 豫熱(500~600°C) 또는 徐熱할 것.</p> <p>2. 鹽浴加熱의 경우도 400~600°C로 豫熱한다.</p> <p>3. 加熱時間 30 min/25 mm를 기준으로 하여 工具의 表面이 均一하게 加熱되면 즉시 퀵칭하는 것도 있다.</p>	<p>② 冷却</p> <p>a. 油冷(40~60°C) 상승溫度 150~200°C</p> <p>b. MAR-QUENCH 유 냉 油溫 100~150°C 保持時間 10 min/25 mm</p> <p>c. MAR-QUENCH, SALT 溫度 160~200°C 保持時間 10 min/25 mm</p> <p>1. 各퀵칭法 공히, 質量이 큰 工具는 그만큼 강력히 교반할 것. 300°C以下는 적당히 느리게 한다.</p> <p>2. MAR-QUENCH는 形狀複雜, 비틀림이 일어나기 쉬운 것에 效果가 있다.</p> <p>3. MAR QUENCH의 경우, 유, SALT 공히 온도가 높으므로 노화에 의한 냉각능의 저하에 주의할 것.</p>	<p>③ 템퍼링</p>  <p>1. 퀵칭후, 50~100°C로 템퍼링로에 옮겨 갈라짐을 막는다.</p> <p>2. 공구의 경도에 따라서는 템퍼링 온도를 올리지만 250~300°C는 취성때문에 좋지 않다.</p> <p>3. 質量이 큰 工具는 2회 반복하여 템퍼링하는 것이 바람직하다.</p>
---	---	---

(2) SKD의 熱處理

記 號	주요 化學組成(%)							퀸칭溫度 (°C)	템퍼링溫度 (°C)	硬度 (H _R C)	用 途
	C	Mn	Cr	Me	W	V	Ca				
SKD 1	1.30 -2.40	<0.60	12.00 -15.00	-	-	-	-	350-1000 A · Q	150-200	>61	拔型, 유형
SKD 11	1.40 -1.60	<0.40	11.00 -13.00	0.50 -1.20	-	0.20 -0.50	-	1000-1050 A · Q	"	"	"
SKD 61	0.32 -0.42	<0.50	4.50 -5.50	1.00 -1.50	-	0.80 -1.20	-	"	550-630	<53	PRESS 압출DIES
SKD 62	"	"	"	"	1.00 -1.50	0.20 -0.50	-	"	"	"	"

<p>① 퀸칭加熱</p> <p>1. 형상복잡, 질량이 큰 공구는 먼저 1차(600°C)→2차(800°C)로 예열이 바람직하다.</p> <p>2. 대기가열에서는 1000°C의 고온이므로 공구표면의 산화, 탈탄을 피할 수 없으므로 마무리 가공여유와 가열방법에 주의</p> <p>3. 저온 템퍼링의 경우 1000~1020°C 고온 템퍼링의 경우 1030~1050°C. 단, 온도가 너무 높으면 잔류 AUSTENITE 때문에 경도가 나오기가 힘들다.</p>	<p>② 冷法</p> <p>a. 空冷(強制空冷)</p> <p>b. Mar-Quench(450~500°C) 保持時間 10min/25mm</p> <p>c. Mar-Quench(150~250°C) 保持時間 10min/25mm</p> <p>d. 油冷(40~60°C) 상승溫度 200~300°C</p> <p>1. 살두께 50mm이하의 공냉, 50mm를 넘으면 500°C까지 강제공냉을 하고 이후는 放冷</p> <p>2. MAR QUENCH는 형상복잡, 질량이 큰 것에 적용한다.</p> <p>3. 유냉은 형상이 간단한 것에 적용하고 재빨리 OIL에서 끌어 올려 공냉한다.</p>	<p>③ 템퍼링</p> <p>1. 작은 물건 및 일반적으로는 저온 템퍼링을 채용한다.</p> <p>2. 고온 템퍼링은 질량이 큰 공구, 사통시 온도가 올라가는 공구, 특히 인성을 중시하는 경우에 적용한다.</p> <p>3. 템퍼링은 2회 반복하는 것이 바람직하다. 특히 고온 템퍼링에서 그렇다.</p> <p>4. 퀸칭후 저온 템퍼링하는 경우 잔류 AUSTENITE분해 때문에 공구가 실온으로 되고나서 3~4 Hr후 템퍼링을 행한다. 고온 템퍼링의 경우는 50~100°C에서 템퍼링으로 옮긴다.</p>
---	--	---



各種工具鋼의 各靚청溫度別 템퍼링溫도와 경도와의 관계

1.3 高速度鋼의 熱處理

(1) VISE의 種類

a) Mo系(Mo2%以上) : SKH(9) 51, 55, 58, 59

탄성◎ 耐摩耗性○ 赤熱硬度△

b) W系(W10%以上) : SKH2, 3, 4

탄성△ 耐摩耗性○ 赤熱硬度◎

c) V系(V3%以上) : SKH54, 57

탄성△ 耐摩耗性◎ 赤熱硬度△

(2) 用途와 硬度

a) PUNCH, 金型 : 硬度는 낮은편, 탄성중시

HRC 58~64

處理溫度 : 1130~1180°C

b) DRILL TEASER : 硬度는 높은편, 赤熱硬度中視

HRC 63~66

處理溫度 : 1180~1250°C

(3) 靚청

SKH는 高溫에서 處理하므로 長時間의 均熱은 結晶粒의 粗大化를 促進한다. 材料의 均熱保持時間은 딱 1分

이라고 말할 수 있으며 鹽浴에서는(直徑or두께)* (5~10)秒가 기준이다. 眞空爐에서의 保持時間은 15~30分이 기준이다.

(4) 템퍼링의 二次硬化

SKH를 550°C前後에서 소려한 때에 경도가 靚청 후보다 높게 된다. 이것은 殘留 AUSTENITE가 소려의 冷却過程에서 MARTENSITE로 바뀌기 때문이다. 이 때문에 SKH는 2~3回的 템퍼링이 필요하게 된다. 즉, 2~3回째의 템퍼링 目的은 그 前의 템퍼링에서 MARTENSITE化한 MARTEN을 템퍼링하는 것이다. 일반적으로 Co를 함유한 것은 3회 템퍼링이 필요하다.

注意) 템퍼링온도 : 필요성, 인성에 의해 결정한다.

템퍼링시간 : 재료유지시간은 꼭 1시간이 바람직하다.

템퍼링회수 : Co를 含有하지 않은 것은 2回

Co를 含有한 것은 3回

단, 복잡형상의 것은 필요에 따라 3回

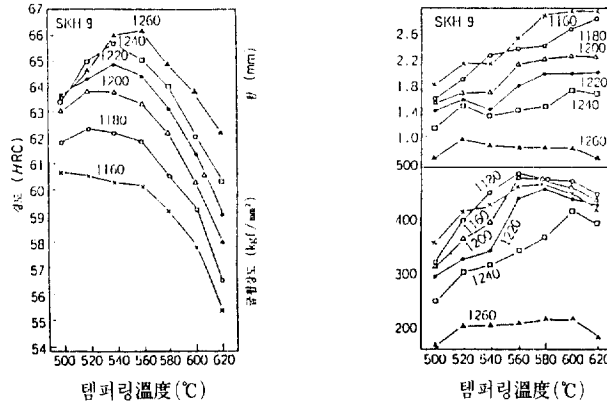
記 號	주요 化學組成 (%)							퀵칭溫度 (°C)	템퍼링溫度 (°C)	硬度 (H _R C)	用途
	C	Mn	Cr	Mo	W	V	Co				
SKH 2	0.70 -0.25	<0.40	3.80 -4.50	-	17.00 -19.00	0.80 -1.20	-	1260-1300 O·Q	550-580	>62	//
SKH 3	//	//	//	-	//	//	-	1270-1310 O·Q	550-550	>63	//
SKH 51	0.80 -0.90	//	//	4.50 -5.50	5.50 -6.70	1.60 -2.20	-	1200-1250 O·Q	510-570	>62	//
SKH 54	1.25 -1.40	//	//	4.50 -5.50	5.30 -6.50	3.90 -4.50	-	//	//	>63	//
SKH 55	0.80 -0.90	//	//	4.80 -5.20	5.50 -6.70	1.70 -2.30	4.50 -5.50	1220-1250 O·Q	//	//	//

2. 金型 및 工具鋼의 熱處理例

區 分	鋼 種	硬度 (H _R C)	퀵칭溫度 (°C)	템퍼링溫度 (°C)	템퍼링回數
高速度工具鋼	SKH 9	≥60	1140~1260	540~650	2回以上
	SKH 55	≥63			
高Cr 合金鋼	SKD 11	≥59	1000~1050	160~250	2回以上
	SKD 61	40~50	1000~1050	550~650	
低合金鋼	SKS 3	≥60	770~850	200~250	1回
	SKS 31	≥61			
構造用鋼	SCM 435	38~45	830~880	400~500	1回
	SNM447	40~47			

3. SUS鋼의 熱處理例

鋼種	퀵칭處理	담퍼링處理	處理結果		製品用途
	處理CYCLE 冷却方法	處理CYCLE 雰圍氣壓力	퀵칭경도 (H _R C)	변형 퀵칭BEN- DING(mm)	
SUS 403	600℃×30分-800℃×30分-900℃×60分 油·PRESS-QUENCHING	300℃×120分 650 Torr	≥43	0.03	Valve部品
SUS 410	600℃×30分-800℃×30分-920℃×60分 油·PRESS-QUENCHING	550℃×120分 50 Torr以下	≥45	0.03	Valve部品
SUS 416	600℃×30分-800℃×30分-950℃×60分 PRESS-QUENCHING	300℃×120分 600 Torr	≥45	0.03	Valve部品
SUS 420 J 2	600℃×30分-800℃×30分-1050℃×60分 油·PRESS-QUENCHING	200℃×120分 600 Torr	≥58	0.05	MICRO CASSETTE SHAFT
SUS 420 F	600℃×30分-800℃×30分-1070℃×60分 油·PRESS-QUENCHING	200℃×120分 600 Torr	≥58	0.05	"
SUS 440 C	600℃×30分-800℃×30分-1050℃×60分 PRESS-QUENCHING	250℃×120分 600 Torr	≥60	0.02	COMPUTER部品
SUS 440 C	600℃×30分-800℃×30分-1050℃×60分 PRESS-QUENCHING	500℃×120分 50 Torr以下	≥61	0.03	"
SUS 440 C	600℃×30分-800℃×30分-1050℃×60分 PRESS-QUENCHING	200℃×120分 650 Torr	≥60	0.03	"
SUS 630	600℃×30分-800℃×30分-1100℃×60分 油·PRESS-QUENCHING	460℃×120分 650 Torr	-	0.01	Valve部品
SUS 630	600℃×30分-800℃×30分-1050℃×60分 油·PRESS-QUENCHING	540℃×60分 650 Torr	-	0.01	Valve部品



SKH 9의 템퍼링온도와 경도, 굵힘강도

4. 眞空熱處理上的 注意

1) 熱處理條件의 思考式

PROCESS	條件	要 求 特 性	條件選定の 고려방법	具體的 方法
켄 칭	保持溫度	耐 磨 耗 性 耐 熱 性 인 性 경 화 능	경화능을 높여 熱處理경도增大 炭化物固溶促進 結晶粒의 粗大化防止 炭化物固溶促進, 結晶粒成長	켄칭溫度높은편 (γ ₈ 注意) 켄칭溫度높은편 (인性低下) 켄칭溫度낮은쪽 (경화능注意) 켄칭溫度높은편 (인性低下)
	冷 却	인 性 소입사갈라짐變形防止 표 면 거 칠 음 防止 경 화 능 (불 충 분 材)	完全켄칭組織(MARTENSITE) 均一冷却 大氣 통과 접촉불가 不完全켄칭組織防止	急冷, 油冷등 熱浴켄칭등(變形에 對하여 켄칭豫熱有效) 眞空GAS冷却(켄칭加熱도霧圍氣, 眞空有效) 急冷, 油冷등
템퍼링	保持溫度	耐 磨 耗 性 耐 熱 性 인 性	熱處理경도增大 소려組織의 安定化 硬	低溫템퍼링 高溫템퍼링(2次硬化) 高溫템퍼링 템퍼링溫度높은편 (低溫템퍼링취성에 주의)
	冷 却	템퍼링갈라짐 방지 (SKH)	均一徐冷	徐冷, 空冷등
	回 數	인 性	組織安定化, 殘留應力低減	2 회以上

경도不良의 原因과 對策

原 因	作 業 因 子	對 策
퀵칭溫度 지나치게 낮음	1. 퀵칭溫度選定MISS(지나치게 낮다고 지시) 2. 퀵칭溫度管理MISS(熱電對의 劣化, 插入方法 MISS) 3. 소준(入材量, 裝入方法불충분)	JIS 및 MAKER推裝溫度參照定期檢討 均一加熱가능토록 適正間隔으로 入材量調整
퀵칭溫度 지나치게 높음	1. 퀵칭溫度選定MISS(지나치게 낮다고 지시) 2. 퀵칭溫度管理MISS(熱電對의 劣化, 插入方法MISS)	JIS 및 MAKER推裝溫度參照定期檢討
냉각불충분	1. 로에서 나와서 퀵칭까지의 시간이 너무 걸린다. 2. 冷却方法의 選定 MISS 3. SCALE, SALT의 附着(待機, SALT加熱時) 4. 液溫의 管理 MISS 5. 교반불충분 6. 液中에서 引上되는 溫度가 너무 높다.	出材方法의 合理化, 熱處理設備 LAYOUT의 檢討 冷却劑의 特性把握 酸化防止劑塗布, 雰圍氣爐使用, SALT迅速方法 油溫 60~80℃, 水溫 30℃以下 교반기의 설치 Ms點+約 50℃에서 引上한다.
템퍼링에 들어가는 재료온도가 지나치게 높다	Ms點近邦에서 템퍼링에 들어간다.	30~80℃에서 템퍼링으로 들어간다.
脫 炭	1. 素材脫炭殘存 2. 퀵칭加熱에 의한 脫炭(待機爐, 過熱)	最小절삭여유 確保 雰圍氣 또는 SALT加熱
異 材	前工程, 熱處理工程에서의 混入	作業記錄票등의 管理

各種工具鋼에서 內部까지 所定の 경도가 얻어지는 最大丸棒經

	冷間加工用工具鋼			
	SKS 3	SKH 9	SKD 1	SKD 11
유퀵칭에서 HRC 60以上이 얻어지는 最大經 (mm)	70	170	180	550

	熱間加工用工具鋼				
	SKD 5	AISI H 10	AISI H 19	SKD 61	SKT 4
유퀵칭에서 HRC 50以上이 얻어지는 最大經 (mm)	20	160	320	650	700

(注) AISI H 10 0.40C-3.0Cr-2.5Mo-0.4V
H 19 0.40C-4.3Cr-4.3W-2.0V-4.3Co

2) 加熱維持時間(均熱終了後の 維持)

構造用鋼(PEARLITE系)의 유지時間은 0分으로 좋으나 工具鋼(CARBIDE系)의 유지時間은 炭化物固溶을 위해 必要하며 主要鋼種의 유지時間은 다음과 같다.

	퀵칭	템퍼링
a) SK	5~10分	1hr
b) SKS	10~30分	1hr
c) SKD	20~20分	1hr
d) SKH	1~2分	1hr

템퍼링의 維持時間은 硬度에 영향을 주며 通常템퍼링 PARAMETER로서 다음식으로 표시한다.

$$P = T(C + \log_{10}t) \times 10^{-3}$$

T ; 템퍼링溫度(K)

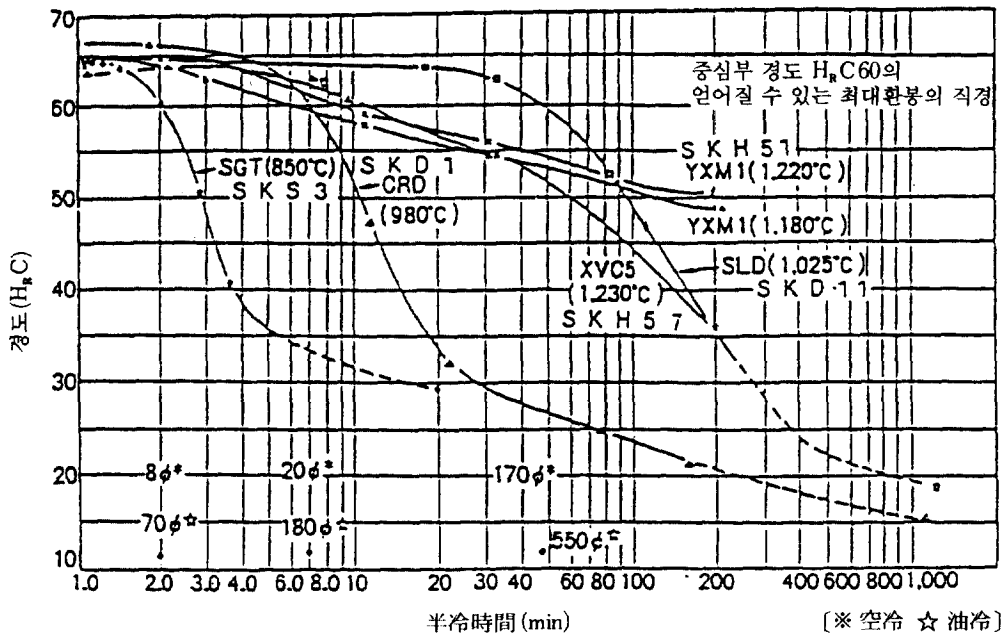
C ; 鋼種에 따른 定數

t ; 時間(hr)

따라서 템퍼링時間의 效果는 對數的으로 밖에 나타나지 않으므로 溫度를 높이고 時間을 短縮하여도 같은 結果가 얻어진다. 高速度鋼의 템퍼링 PARAMETER는 $P = T(20 + \log_{10}t) \times 10^{-3}$ 으로서 595°C×1 hr과 575°C×3 hr은 같은 PARAMETER로 된다.

3) 冷却時間

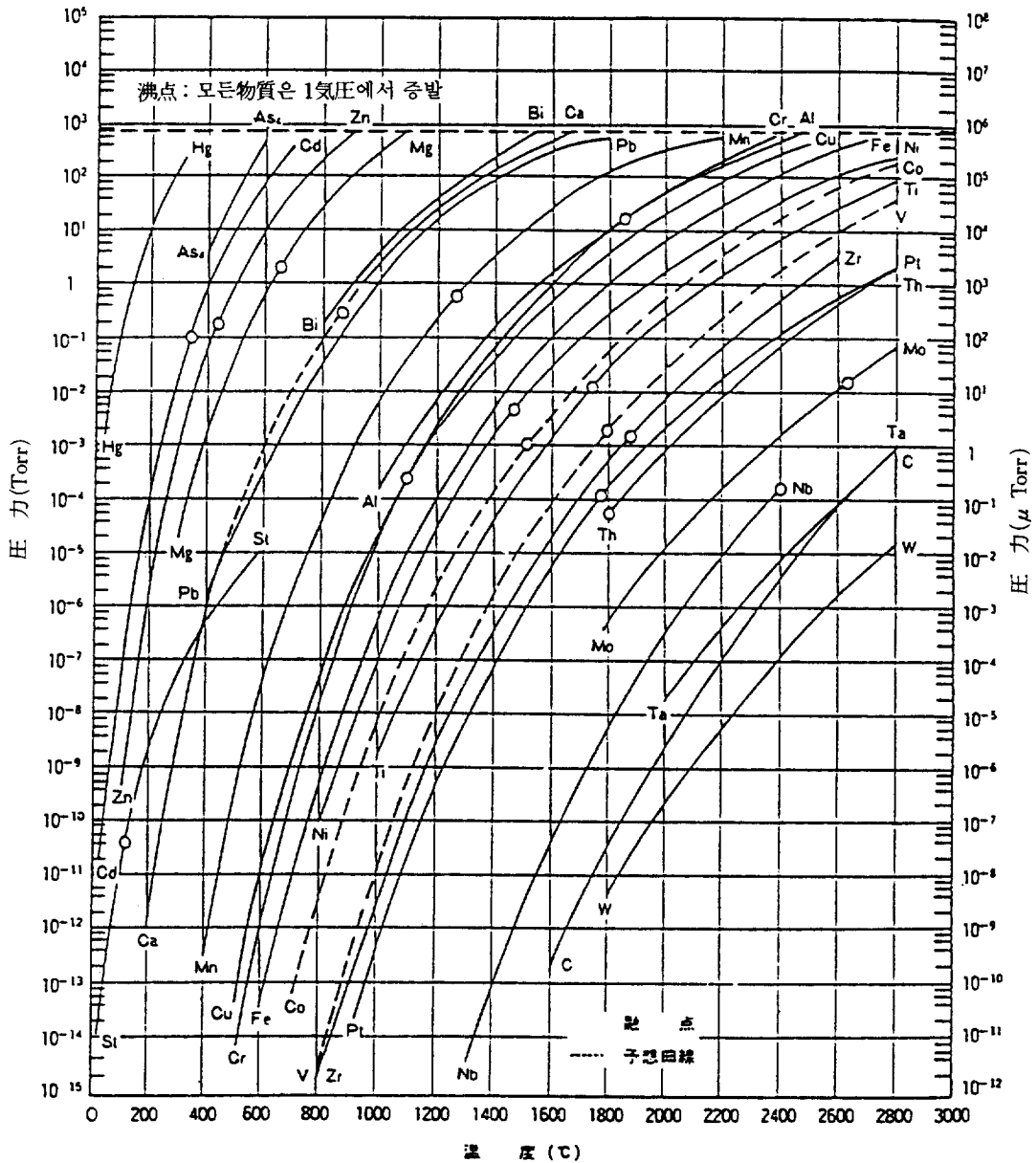
工具鋼과 金型의 冷却時間의 기준으로서 半冷却時間으로부터 퀵칭 硬度를 알 수가 있다. 半冷却時間이라는 것은 퀵칭溫度에서도(퀵칭溫度+室溫)×1/2의 溫度까지 冷却하는데 要하는 時間이다. 例를 들어 1220°C로 均熱한 SKH의 半冷却時間이라는 것은 1220°C에서 (1220+20)/2=640°C 까지 冷却하는데 要하는 시간이다.



4) 壓力制御

1050°C以上, $\sim 10^{-2}$ Torr의 眞空度에서 高Cr鋼을 熱處理하면 Cr의 Vaporize가 있다. 이 Cr Vaporize를 막기

위해서 GAS壓制御를 行한다. GAS壓制御의 範圍는 通常 0.15~0.5Torr의 範圍에서 行한다. 기타 各種金屬의 蒸氣壓은 아래 도표를 參照바랍니다.



金屬의 蒸氣壓 - 溫度關係圖

5. 酸化着色에 대하여

處理材의 酸化에 의한 着色의 고려방법

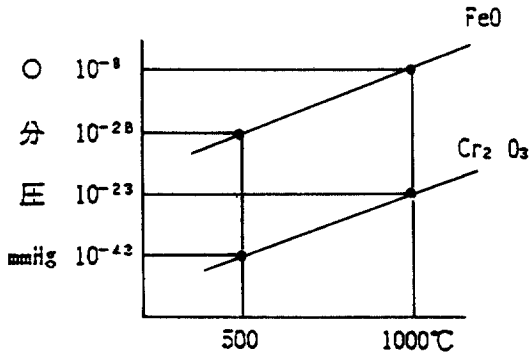
(1) 酸化着色은 주로 Cr의 含有量에 比例하고, 10% 以上の 것(SKD11, SUS)에서 問題가 된다.

着色되기 쉽다.

SKS SKH	SKD11
SKD61	SUS 420 440
Cr(1%) (5%)	(13%)

(2) 高溫域(퀵칭의 加熱中 850~1200°C)에서 中低溫(퀵칭의 冷却中 또는 高溫템퍼링의 加熱, 冷却中 600~200°C)쪽이 착색되기 쉽다.

平衡狀態에서는 理論的으로는 다음 그림과 같다.



변화하기 쉬운 원소

Cu Fe Ho Cr Ti A Mg Ni W

단, 低溫으로 되면 酸化反應속도가 느리게 되므로 酸化膜의 두께가 얇아서 實用上은 “着色”이 問題로는 되지 않게 된다.

例) 150°C以下에서는 爐에서 꺼내어도 착색되지 않는다.

(3) 冷却速度가 느린 것은 中低溫域에서의 滯留時間이 길어지므로 着色되기 쉽다.

① 油冷에서는 着色되지 않지만 GAS冷에서는 착색된다. 단, 油冷의 경우, 油의 燒付(검게 매가진다)에 의한 着色은 있다.

② GAS冷에서 작은 물건은 着色되지 않지만 큰 물건은 착색한다. 또, 多量裝入하면 着色되기 쉽다.

(4) 油冷·GAS겸용의 2室爐(QF)는 油槽上部에서 GAS冷하므로 GAS冷 전용로(CF or Q·CF)보다 着色되기 쉽다.

① 퀵칭油의 흡수 GAS(O₂, H₂O), 輕質成分의 分解物에 의해 初期 2~3개월은 油冷品도 GAS冷品도 GAS冷時시 着色되기 쉽다.

② GAS冷室壁에 油膜이 附着되어 있으므로 裝入문을 열었을 때 空氣(H₂O, O₂)를 吸着하기 쉽고 GAS냉각시에 착색되기 쉽다.

6. 處理材의 變形

퀵칭變形의 原因은 大別하면 다음의 3종류이다.

(1) 熱應力變形(變形) : 加熱冷却時에 材料의 部分에 따라 時間的차가 있으므로 발생

(2) 變態應力變形(치수변화) : MARTENSITE변태에 수반하여 발생하는 체적변화

(3) 變形 : 高溫加熱에 의한 늘어짐과 굽혀짐에 의한 變形

熱處理變形防止의 POINT

對 策 法	고 려 방 법	具 體 的 인 方 法
<p>材質의 改善</p>	<p>1. 경화능이 좋은 材料를 사용하여 冷却速度의 緩和에 의한 熱應力의 低減</p> <p>2. 재료 취하는 方法의 檢討</p> <p>3. PRE-HARDEN鋼의 採用</p>	<p>1. 경화능이 좋은 材料의 變更 (例) SK→SKS, SKS→SKD</p> <p>2. 材料의 方向性을 알고, 目的에 맞는 材料를 선택한다.</p> <p>3. MAR-AGING鋼, PLASTIC型用鋼등의 析出硬化鋼의 採用</p>
<p>前處理의 改善</p>	<p>1. 素材의 内部應力除去</p> <p>2. 加公應力의 除去</p>	<p>1. 素材調質의 實施(HS40程度, 例: DIE CAST型)</p> <p>2. 荒加工後, 왜곡교정 템퍼링을 채용</p>
<p>形狀의 改善</p>	<p>1. 均一加熱로 되도록 肉厚變動을 작게</p> <p>2. 金재료와 같이 굽혀지기 쉬운 것은 짧게 분할</p>	<p>1. 예를들어 對稱形狀으로 熱處理後加工</p> <p>2. 熱處理前의 길이를 짧게하여 1本當의 변형을 작게하고 후공정에서 조립한다.</p>
<p>熱處理條件의 改善</p>	<p>왜곡을 적게 하는 熱處理條件으로 變更</p>	<p>1. 可能한 한 靚정溫度를 낮춘다.</p> <p>2. 部分的으로 硬化되면 좋은 것은 SALT에 의한 部分加熱등을 이용한다.</p>
<p>加熱冷却方法의 改善</p>	<p>1. 均一加熱과 늘어짐의 防止</p> <p>2. 徐加熱의 採用</p> <p>3. PRESS QUENCH의 採用</p> <p>4. 均一冷却法의 實施</p> <p>5. MAR TEMPER의 採用</p>	<p>1. ㉠ 部品間隔, 對熱源位置와 方法에 주의한다.</p> <p> ㉡ 溫度分布를 確認하고 有效域內에서 加熱한다.</p> <p>2. 適正한 豫熱을 행하고 可能한 한 서서히 가열한다.</p> <p>3. 形狀에 맞는 治具를 이용하고 Ms點近傍을 利用한다.</p> <p>4. ㉢ 冷却劑의 흐름을 均一이 한다.</p> <p> ㉣ 臨界冷却速度內에서 천천히 冷却한다.</p> <p> ㉤ 살이 얇은 부위는 ASBESTOS등으로 보온하고 살이 두꺼운 부위는 맞바람으로 냉각한다.</p> <p>5. 適正한 熱浴溫度와 時間의 檢討가 事前에 必要하다.</p>

7. PUNCH, DIES類의 事故原因

PUNCH · DIES類 事故의 原因分類

事故原因	高速度鋼冷鍛PUNCH	SKD 11 冷鍛PUNCH	冷鍛DIES	기타PUNCH
이 빠짐	경도가 지나치게 높다 ◎ 퀵칭過熱 경도가 지나치게 낮다	마무리표면不良 昇溫에 의한 硬化	경도가 지나치게 낮다 放電加工層殘存	경도가 지나치게 높다 템퍼링(γ _K)의 殘存
갈라짐 꺾어짐	경도가 지나치게 높다 ◎ 경도가 낮은편 ○ SETTING MISS	경도가 지나치게 높다 ◎ 研磨 갈라짐 마무리표면 不良 形狀不良 CORNER R이 작다.	경도가 지나치게 높다 ◎ TOOL MARK 殘存 ○ CORNER R이 작다 形狀不良 경도가 지나치게 낮다	경도가 지나치게 높다 ◎ CORNER R이 작다 ○ 放電加工層殘存 ○ 퀵칭過熱 TOOL MARK 殘存 마무리표면 不良 形狀不良 作業條件
값아먹음	경도 낮은편 潤滑不良 作業條件	경도낮음	作業條件	
달라붙음	作業條件	경도가 낮다 ○ 作業條件		
磨 耗	作業條件 ○ (昇溫)		경도낮음 工具材質選定不良	경도낮음 工具材質選定不良
壽 命 찌꺼기 달라 붙음이 많다	경도 높은편 퀵칭過熱 作業條件 形狀不良			