

技術解説

合金工具鋼의 特性

Characteristics of Alloy Tool Steels

김문일

연세대학교 금속공학과

1. 서 론

앞에서 炭素工具鋼材에 對해 알아 보았다. 거기서도 말한 바와같이 STC材는 熱을 수반하지 않는 工具로서 사용됨을 강조하였으나 高熱에서 견딜 수 있는 工具材料는 없을까 또한 熱處理時 變形이 없는 材料는 없을까 하는 여러가지 要求가 나오게 될 것이다.

그러나 이에 對답할 수 있는 것이 合金工具鋼인 STS, STD, STF (KSD3753)이며 또한 SKH (KSD3522)가 그러하다.

合金工具鋼材는 炭素工具鋼材에 Si, Mn, Ni, Cr, W, Mo 또는 V 元素를 1種 또는 2種 이상 添加한 것으로 合金元素의 總量은 약 2~15%이다.

그러면 이에 관한 說明을 하기로 하겠다.

2. 合金工具鋼鋼材

가) 切削用工具

표 1은 切削用工具의 合金工具鋼으로서 材料의 硬度가 重要하다. 特殊化學成分은 Cr과 W 및 V로서 이들은 모두 硬한 炭化物을(前號의 炭化物 硬度比較表 參照) 形成하여 耐摩耗性을 향상시키고 있다. Cr은 내마모성 向上과 同時에 硬化能도 何上시키는 구실을 한다.

STS材에서 두 자리 數字가 붙은 STS11, STS21, STS51은 각각 STS1, STS2, STS5에 化學成分을 조절한 兄弟鋼이라 할 수 있는 것이다.

STS5와 STS51은 木工用 원형톱, 락용으로서 靱性을 必要로 하므로 C%를 약간 낮추고 Ni를 添加하고

있다.

木材는 熱傳導가 나쁘므로 熱의 放生이 없어 溫度가 上昇하기 쉽다. 그러므로 tempering溫도를 다른 鋼種보다 높여서(400~450℃) 處理하므로써 硬度面에서는 다소 희생하더라도 使用時의 軟化를 방지하고 있다.

나) 耐衝擊用工具

靱性이라 함은 硬度와는 相反되는 性質로서 炭素濃度는 다소 낮게 하고 硬度를 높이기 위해서는 切削用工具과 같이 Cr과 W를 添加한다. 때로는 表面을 侵炭靱청하여 使用하는 경우도 있다.

표 2의 內衝擊用工具의 合金工具鋼材의 STS43과 STS44는 비교적 高炭素로 일부러 Cr과 W를 빼고 대신에 V를 添加하고 있다.

V의 炭化物은 대단히 硬度가 높으나 鋼의 結晶粒을 微細化하는 作用이 있으므로 鋼의 硬化能을 오히려 떨어뜨린다. 그러므로 水中靱청으로도 表面만 硬化되고 中心部는 軟한 狀態로 存在한다.

따라서 表面에는 큰 壓縮殘留應力이 發生하여 靱청균열이 防止되고 또한 結晶粒이 微細하므로 強靱하게 되어 表面의 耐摩耗性과 同時에 全體적으로 耐衝擊性이 巧妙하게 向上된 것이다.

3. 冷間金型用的 STC, STD材

一般的으로 水中靱청時에는 變形의 유발이 심하다. 그러므로 게이지, 다이승등을 제작할 때는 가능한 한 油中靱청이 가능한 硬化能이 좋은 鋼材가 요망 된다. 따라서 硬化能을 向上시키는 Mn 또는 Cr을 添加할 必

표 1. 절삭 공구용

기 호	화 학 성 분 (%)									용도 보기
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	W	V	
STS 1	1.30~ 1.40	0.35 이하	0.50 이하	0.030 이하	0.030 이하	-	0.50~ 1.00	4.00~ 5.00	(¹)	절삭공구, 냉간 드 로우잉용 다이스
STS11	1.20~ 1.30	0.35 이하	0.50 이하	0.030 이하	0.030 이하	-	0.20~ 0.50	3.00~ 4.00	0.10 0.30	
STS 2	1.00~ 1.10	0.35 이하	0.50 이하	0.030 이하	0.030 이하	-	0.50~ 1.00	1.00~ 1.50	(¹)	탭, 드릴-캇터, 핵소우 (Hack Saw)
STS21	1.00~ 1.10	0.35 이하	0.50 이하	0.030 이하	0.030 이하	-	0.20~ 0.50	0.50~ 1.00	0.10 0.25	
STS 5	0.75~ 0.85	0.35 이하	0.50 이하	0.030 이하	0.030 이하	0.70~ 1.30	0.20~ 0.50	-	-	원형톱, 띠톱, (Band Saw) 핵소우
STS51	0.75~ 0.85	0.35 이하	0.50 이하	0.030 이하	0.030 이하	1.30~ 2.00	0.20~ 0.50	-	-	
STS 7	1.10~ 1.20	0.35 이하	0.50 이하	0.030 이하	0.030 이하	-	0.20~ 0.50	2.00~ 2.50	(¹)	
STS 8	1.30~ 1.50	0.35 이하	0.50 이하	0.030 이하	0.030 이하	-	0.20~ 0.50	-	-	줄 (File)

주: (¹) STS1, STS2 및 STS7은 V 0.20% 함유하여도 좋다.

비고 1. 각종 모두 불순물로 Ni은 0.255%(STS5와 STS51은 제외), Cu는 0.25%를 넘어서는 안 된다.

표 2. 내충격 공구용

기 호	화 학 성 분 (%)								용도 보기
	C	Si	Mn	P	S	Cr	W	V	
STS 4	0.45~ 0.55	0.35 이하	0.50 이하	0.030 이하	0.030 이하	0.50~ 1.00	0.50~ 1.00	-	끌, 폰치, 스네프 (Snep)
STS41	0.35~ 0.45	0.35 이하	0.50 이하	0.030 이하	0.030 이하	1.00~ 1.50	2.50~ 3.50	-	
STS42	0.75~ 0.85	0.30 이하	0.50 이하	0.030 이하	0.030 이하	0.25~ 0.50	1.50~ 2.50	0.15~ 0.30	끌, 폰치, 칼날 줄, 눈금용 공구
STS43	1.00~ 1.10	0.25 이하	0.30 이하	0.030 이하	0.030 이하	-	-	0.10~ 0.25	착암기용 피스톤
STS44	0.80~ 0.90	0.25 이하	0.30 이하	0.030 이하	0.030 이하	-	-	0.10~ 0.25	끌, 헤딩 다이스 (heading Dies)

비고 1. 각종 모두 불순물로 Ni 0.25%, Cu 0.25%를 넘어서는 안된다.

2. STS43과 STS44에서 불순물로 Cr은 0.20%를 넘어서는 안된다.

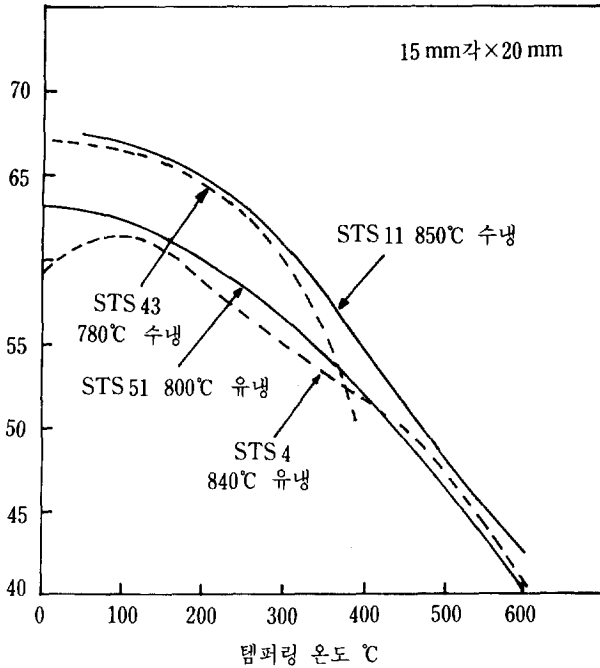


그림 1. STS材의 Q.T.硬度的例

要性이 나온다.

이것이 표 3에 表示한 冷間金型用鋼中 油중 퀴칭 工具鋼으로서 널리 使用되는 STS 3과 STS 31이다.

퀴칭 前後의 길이 變化는 같은 C%인 STC의 變化 0.35%가 STS에서는 0.15%정도로 된다.

또한 Cr 및 W의 炭化物 때문에 耐摩耗性도 良好하다. Mn도 炭化物를 만드나 그다지 硬度는 높지 않다.

STS 93, 94, 95는 각각 炭素工具鋼인 STC 3, 4, 5를 베이스로 하여 Mn%를 높이고 Cr을 添加하여 硬化能을 改善하므로써 油中퀴칭으로 充分히 硬化될 수 있도록 만든 것이다. Si의 上限을 0.50%로 높인 것도 硬化能向上을 위한 것이다.

지금까지 說明한 鋼材의 Cr含有量은 대략 1%前後의 것으로서 이것을 13% Cr까지 높인 것이 있다. 이것이 高炭素, 高Cr의 STD 1이다. 즉 이것은 13%Cr의 스텐레스강에서 炭素를 2%정도 높인 것이라 생각하는 것이 편리하다.

그러므로 산화에 對해서 强하다. 이것의 代表的인 冷間다이스鋼인 STD 1, STD 11은 상온에서의 耐摩耗性이 특히 크며 다이스, 打拔型, 나사轉造로라 등에 아주 적합하다. 그러나 機械加工性이 나쁘고 퀴칭溫度가 1000°C 前後의 높은 것이 短點이다. 퀴칭후의 팽창은

STS 3보다도 작으며(0.1%) 게이지 數에도 적합하다. STD 11에 含有된 Mo는 硬化性和 韌性 向上을 위해 V는 耐摩耗性向上을 위한 것이다.

STD 12는 5%Cr鋼으로서 C%도 다소 줄이고 韌性을 높이고 있다. 이것은 油中퀴칭鋼과 高炭素-高Cr鋼과의 中間의 存在인 空氣퀴칭鋼이다. 또한 STD 2는 W에 의해 耐摩耗性을 높인 것이므로 熱間加工, 切削加工이 곤란하다.

W의 炭化物도 그렇지만 炭化物中에서도 V의 炭化物는 가장 硬度가 높다. 그러므로 研削으로 成形하는데도 대단한 어려움이 따르고 있다.

研削은 摩耗試驗의 一種으로 간주되므로 V가 들어 있는 것은 研削性이 나쁜 것이 당연한 일이다.

4. 熱間金型用 STD, STF機

표 4는 熱間金型用鋼材나 이것은 STD系의 熱間다이스鋼과 STF系의 鍛造用型鋼으로 分類된다. 이들은 모두 지금까지 說明한 合金工具鋼에 비해 우선 C%를 낮게 해야한다. 즉 C%가 많으면 加熱冷却(팽창과 수축)의 반복으로 型表面에 미세한 균열이 發生한다. 이것을 熱균열(heat check)라 한다. 製鋼時 ESR(Electro Slag

표 3. 냉간 금형용

기 호	화 학 성 분 (%)									용도 보기
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	W	V	
STS 3	0.90~ 1.00	0.35 이하	0.90~ 1.20	0.030 이하	0.030 이하	0.50~ 1.00	-	0.50~ 1.00	-	게이지, 탭, 다이 스, 절단기, 칼날
STS 31	0.95~ 1.05	0.35 이하	0.90~ 1.20	0.030 이하	0.030 이하	0.80~ 1.20	-	1.00~ 1.50	-	게이지, 휘망다이 스 (Fomning Dies)
STS 93	1.00~ 1.10	0.50 이하	0.80~ 1.10	0.030 이하	0.030 이하	0.20~ 0.60	-	-	-	탭
STS 94	0.90~ 1.00	0.50 이하	0.80~ 1.10	0.030 이하	0.030 이하	0.20~ 0.60	-	-	-	게이지
STS 95	0.80~ 0.90	0.50 이하	0.80~ 1.10	0.030 이하	0.030 이하	0.20~ 0.60	-	-	-	칼날
STD 1	1.80~ 2.40	0.40 이하	0.60 이하	0.030 이하	0.030 이하	12.00~ 15.00	-	-	- ^(?)	신선용 다이 스
STD 11	1.40~ 1.60	0.40 이하	0.60 이하	0.030 이하	0.030 이하	11.00~ 13.00	0.80~ 1.20	-	0.20~ 0.50	게이지, 휘망다이 스, 나사전조로루
STD 12	0.95~ 1.05	0.40 이하	0.60~ 0.90	0.030 이하	0.030 이하	4.50~ 5.50	0.80~ 1.20	-	0.20~ 0.50	
STD 2	1.80~ 2.20	0.40 이하	0.60 이하	0.030 이하	0.030 이하	12.00~ 15.00	-	2.50~ 3.50	-	신선용 다이 스

비고 1. 각종 모두 불순물로 Cu는 0.25%를 넘어서는 안 된다.

2. STS 3과 STS 31, STS 93, STS 94, STS 95는 Ni가 0.25%를 넘어서는 안 된다.

3. STD 1, STD 2, STD 11 및 STD 12는 Ni를 0.50% 이하 함유하여도 무방하다.

주(?) STD 1은 V를 0.30% 이하 함유하여도 좋다.

Remelting) 處理된 鋼材는 熱간열에 강하다. 이것은 偏析이 없고 均一한 材質이 유지되기 때문이다. 그러므로 高級工具鋼은 現在는 ESR精鍊으로 만들어지는 것이 常識化 되어있다.

이 熱間다이브鋼은 熱間에서의 強度를 重視하여 2次 硬化性を 높이기 위해 Cr, W, Mo, V의 양을 많이 첨가하고 있다. (그림 2)

STD 4, STD 5는 5~10%의 W를 含有하고 있으므로 600~650°C의 高温까지도 硬度의 上昇은 없다. 그러나 靱性が 낮고 急激한 溫度變化로 均열發生의 위험이 있다. 그러나 STD 6, STD 61로 가면 W 대신 Mo가 添加되어 있으므로 熱間強度는 역시 떨어지나 靱性が 크고 熱傳導率도 좋으므로 熱衝擊에 對해 安全하다. 따라서 熱間다이브鋼中 가장 널리 사용되고 있다. 즉 Zn,

Mg, Al 合金用 다이브鋼型, 熱間押出型, Cu合金用押出심봉, 프레스鍛造型 등에 사용된다.

熱間強度面에서 본다면 STD 6 → 61 → 62 順으로 높다.

熱間다이브鋼은 硬化能이 좋으므로 이들은 모두 어닐링狀態에서 成型하고 空氣퀵칭하게 된다. 이렇게 하므로서 퀵칭에 의한 變形도 적고 大形의 다이브鋼型에도 適用하기 좋게 된다.

STF材는 鍛造用型鋼이다(F는 forging).

鍛造用型鋼은 熱間用型鋼이라고 하는 경우도 있는 것 같다. 이 鋼材는 熱間強度보다도 硬化能과 靱性を 重視한 化學成分으로 되어 있다. 따라서 C量은 熱間다이브鋼보다 다소 높고 型의 크기에 따라 適當한 硬化能을 가질 수 있도록 Mn, Ni, Cr, Mo, V를 鋼種에 따라 適當히 配合하고 있다. Mo는 耐熱性を 높임과 同時에

표 4. 열간 금형용

기 호	화 학 성 분 (%)										용도 보기
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	W	V	
STD 4	0.25~ 0.35	0.40 이하	0.60 이하	0.030 이하	0.030 이하	-	2.00~ 3.00	-	5.00~ 6.00	0.30~ 0.50	프레스형틀, 다이캐스팅용, 다이스
STD 5	0.25~ 0.35	0.40 이하	0.60 이하	0.030 이하	0.030 이하	-	2.00~ 3.00	-	9.00~ 10.00	0.30~ 0.50	
STD 6	0.32~ 0.42	0.80~ 이하	0.50 이하	0.030 이하	0.030 이하	-	4.50~ 5.50	1.00~ 1.50	-	0.30~ 0.50	
STD61	0.32~ 0.42	0.80~ 1.20	0.50 이하	0.030 이하	0.030 이하	-	4.50~ 5.50	1.00~ 1.50	-	0.80~ 1.20	
STD62	0.32~ 0.42	0.80~ 1.20	0.50 이하	0.030 이하	0.030 이하	-	4.50~ 5.50	1.00~ 1.50	1.00~ 1.50	0.20~ 0.60	다이형틀 (Die Block)
STF 2	0.50~ 0.60	0.35 이하	0.80~ 1.20	0.030 이하	0.030 이하	-	0.80~ 1.20	-	-	- (³)	
STF 3	0.50~ 0.60	0.35 이하	0.60~ 1.00	0.030 이하	0.030 이하	0.25~ 0.60	0.90~ 1.20	0.30~ 0.50	-	- (³)	
STF 4	0.50~ 0.60	0.35 이하	0.60~ 1.00	0.030 이하	0.030 이하	1.30~ 2.00	0.70~ 1.00	0.20~ 0.50	-	- (³)	
STF 5	0.50~ 0.60	0.35 이하	0.60~ 1.00	0.030 이하	0.030 이하	-	1.00~ 1.50	0.20~ 0.50	-	0.10~ 0.30	
STF 6	0.70~ 0.80	0.35 이하	0.60~ 1.00	0.030 이하	0.030 이하	2.50~ 3.00	0.80~ 1.10	0.30~ 0.50	-	- (³)	

주 (³) STF 2, STF 4 및 STF 6은 V 0.20% 이하 함유하여도 좋다.

비고 1. 각종 모두 불순물로 Ni는 0.25%(STF 3, STF 4 및 STF 6은 제외) Cu는 0.25%를 넘어서는 안 된다.

템퍼링취성을 방지한다. V는 結晶粒을 미세화하고 高溫에서의 靱性を 높이고 耐摩耗性を 좋게 한다. Ni는 靱性を 向上시킨다. 引張強度, 延伸率, 斷面收縮率, 衝擊置耐摩耗性에 관해서는 Ni-Cr-Mo鋼인 STF 6, 4, 3의 순위로 가장 높으며 Cr-Mo鋼인 STF 5가 그 다음에 Cr-Mn鋼인 STF 2가 가장 낮다.

이상으로 炭素工具鋼에 어떤 元素를 添加하면 合金工具鋼으로서의 特性이 나타날 것인지 알 수 있다. 즉 W, Cr, V, Mo, Ni의 5個元素로 기차된다. 이들 特殊元素를 目的에 따라 어느 것에 비중을 둘 것인가가 決定된다. W는 摩耗에, Cr은 硬化性과 摩耗 및 酸化방지에 또한 V도 摩耗에 效果가 있다. Mo는 耐熱性에 Ni는 靱性에 效果의이다.

그러나 不幸하게도 이들 特殊元素가 添加되면 被切削性이 나빠진다. 그러므로 어떤 工具이든 미리 機械加工으로 形態를 만든 다음 熱處理를 하게된다.

STS材中 가장 알려진 鋼種은 冷間金型用인 STS 3으로서 C, Mn, Cr, W의 4成分이 모두 약 1%씩 配合되어 있다.

이 鋼材는 油中퀵칭으로 硬化가 잘 된다. 그리고 靱性의 膨脹은 同一炭素量의 STC材의 약 반 밖에 되지 않는다. 따라서 後工程의 研削量이 적게 되므로 게이지 또는 블록게이지 등에 使用된다.

그러나 주의해야 할 점은 퀵칭시 팽창이 적은 鋼은 그대로 放置해 두면 長時間에 걸쳐 延伸 또는 收縮이 크게 나온다는 것이다(이를 時動變形이라 함).

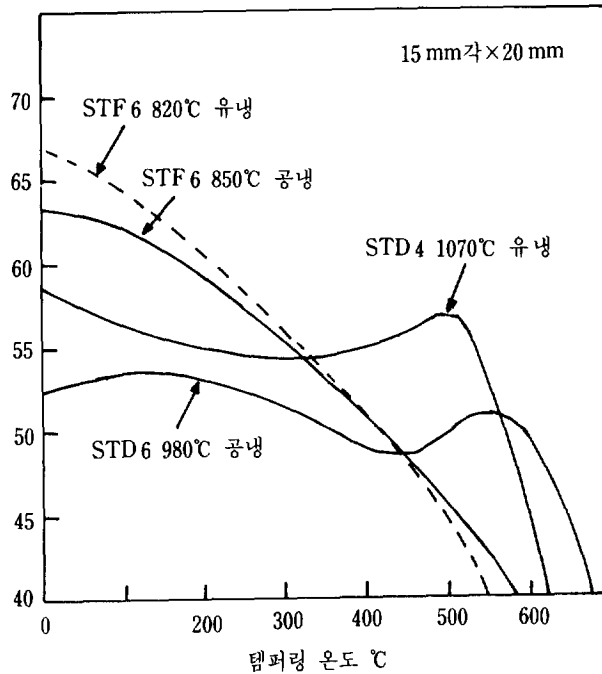


그림 2. 熱間金型用鋼의 Q.T. 硬度

켄칭이란 鋼材를 變態點 이상으로 加熱하여 오스테나이트組織으로 만든 다음 이를 急冷시켜 마르텐사이트組織으로 變化시키는 操作法이긴 하나 실제로는 100% 마르텐사이트로 變化시킨다는 것은 不可能하다.

특히 工具鋼과 같이 C%가 높은 것일수록 이 경향이 강하게 나타난다. 즉 예로서 80%마르텐사이트+20%오스테나이트와 같이 된다. 이 未變態의 오스테나이트를 殘留오스테나이트라 하며 이것이 硬度低下의 原因 또는 時效變形의 主犯이 된다.

오스테나이트는 高溫에서 安定한 組織으로, 急冷으로 무리하게 常溫에 있게 되면 不安定하게 된다. 즉 포텐셜이 높으므로 固溶된 炭化物이 析出하여 安定狀態로 되고자 한다.

오스테나이트組織은 稠密立心格子로서 體積이 가장 작은 狀態로 γ 鐵 內에 C가 固溶된 形態이다.

結晶格子는 面心立方格子인 γ 鐵로부터 體心立方格子인 α 鐵로 變態하나 원래 α 鐵은 C를 固溶할 수 없으므로 急冷으로 C를 析出시킬 時間的 여유가 없다. 따라서 C를 過飽和固溶한 α 鐵이 된다. 이것이 마르텐사이트이다.

페라이트란 γ 鐵로부터 C를 析出하여 " α +炭化物"이 配列(組織)된 것으로 組織中 가장 安定된 것이다. 따라서 어떤 組織이든 간에 最終적으로는 이 組織으로 되려고 한다.

이와같이 켄칭된 STS3은 過飽和固溶體인 마르텐사이트와 過冷却狀態인 殘留오스테나이트로 구성되므로 이들은 모두 安定한 組織으로 되려고 時效變形이 일어나게 된다.

즉 殘留오스테나이트가 마르텐사이트化하면 膨脹이, 마르텐사이트가 α 鐵과 炭化物로 分解하여 收縮이 일어난다.

이와같이 不變形鋼이라 하더라도 0.3% 延伸율이 0.1%로 머무르게 된다.

마르텐사이트變態는 溫度降下만으로 인해 일어나므로 殘留오스테나이트도 보다 온도를 떨어뜨리면 變태가 일어난다. 이를 위해 零下로 處理하게 되며, 이를 零下處理(subzero 處理)라 하며 드라이아이스(-78°C) 등 寒冷劑로 強制變態를 일으키게 한다. 그러므로써 마르텐사이트량은 증가하고 時效變形도 적게 생기게 된다.

5. 高速度工具鋼材(SKH材)

SKH의 H는 高速度切削을 뜻하며 熱에 强하다. 切削時 發熱은 약 600°C가 된다.

600°C에서의 템퍼링으로 軟化되지 않는다면 高速切削에 滿足할 수 있을 것이다.

SKH는 1300°C에서 퀴칭하고 600°C에서 템퍼링하므로 熱間硬度는 充分하다.

SKH 2~5는 18%W-4%Cr-1%V의 組成으로서 世界的으로 標準化되어 있다.

5.1. 高速度工具鋼의 2波硬化

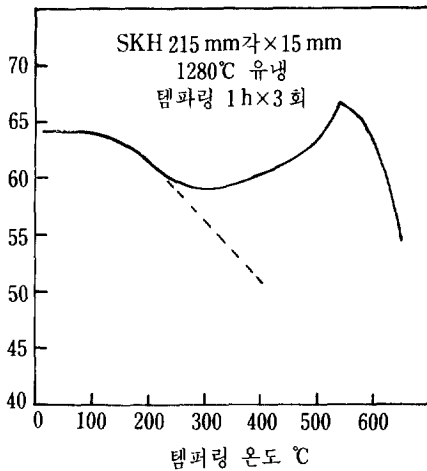


그림 3. SKH 2의 Q.T. 硬度變化例

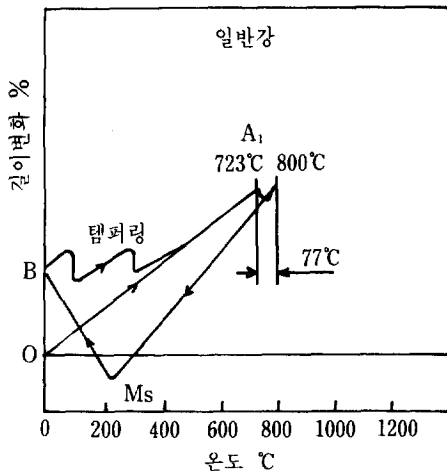


그림 4. 一般鋼의 Q.T.와 길이 變化

高速度工具鋼의 퀴칭溫度(-1300°C)는 우연히 發見되었으나 SKH의 融點은 약 1370°C이므로 잘못하면 녹아 버린다. 그림 3과 같이 SKH鋼은 퀴칭狀態에서의 硬度는 100°C 부근으로부터 低下하여 350°C 부근에서 最低置를 나타내고 다시 硬度는 上昇하여 550°C 부근에서 最高硬度置를 가진다. 이것을 2次硬化 또는 템퍼링硬化라 한다. 一般鋼의 경우라면 點線과 같이 硬度減少가 進行한다.

一般鋼의 퀴칭에서는 그림 3과 같이 A₁變態點(730°C)과 퀴칭溫度(800°C)와의 差가 약 70°C이나 SKH는 그림 4와 같이 A₁點(900°C)과 퀴칭溫度(1300°C)의 差는 400°C로 一般鋼에 비해 대단히 크다.

이렇게 높은 溫度에서 퀴칭하므로 膨脹은 OB₁으로 작으나 600°C에서 템퍼링하면 퀴칭時의 曲線과 같이 膨脹은 OB₂로 크게 된다. 다시 2회의 템퍼링 3회의 템퍼링으로 反復處理한다. 이것은 1회의 템퍼링으로는 完全한 마르텐사이트化가 일어나지 않는다. 즉 殘留오스테나이트가 남게 되며 一般鋼의 15%에 비해 2배나 되는 30%의 殘留오스테나이트가 남는다. 이것이 템퍼링으로 마르텐사이트化하며 3회의 템퍼링으로 完全히 마르텐사이트化하여 길이變化는 없어진다.

따라서 最初의 퀴칭을 1次 퀴칭, 第1회의 템퍼링은 2次 퀴칭이라고 하며 第3회의 템퍼링이 진짜 템퍼링이 된다.

1次 퀴칭後의 殘留오스테나이트量은 30%로의 마르텐사이트 變態를 위해서는 零下處理(subzero處理) 해도

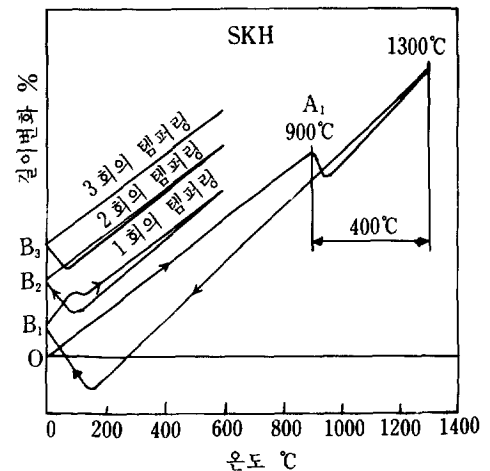


그림 5. SKH材의 Q.T. 길이 變化

되나 2次켄칭의 加熱로 殘留오스테나이트부터 炭化物이 析出하여 濃도가 낮은 오스테나이트가 된다. 이것이 冷却으로 쉽게 마르텐사이트로 變化한다.

원래 오스테나이트화를 위한 加熱에서는 炭化物의 용해가 수반되며 이를 冷却할때 $\gamma \rightarrow \alpha$ 의 配列이 일어나나 炭素량이 많을수록 $\gamma \rightarrow \alpha$ 變態에 對한 抵抗이 커지며 따라서 殘留오스테나이트량이 增加하게 된다.

여기서 오스테나이트부터 炭化物의 析出し키는 일을 콘디쇼닝(conditioning)이라 한다.

따라서 600°C 정도로 加熱하는 것이 가장 적절하며 그 이상 高溫이 되면 析出한 球狀炭化物이 응집되어 커지므로 硬度도 低下한다.

그렇다면 켄칭溫度를 높게 하는 이유는 무엇일까? 이것은 W, Cr, V 등의 特殊元素의 炭化物은 高溫에서만 오스테나이트에 용해되기 때문이다.

SKH材는 18%W가 있으므로 이들의 용해가 어렵게 되는 것이다. 만약 950°C의 낮은 溫度에서 켄칭하면 그림 6의 曲線과 같이되어 硬化는 작게 일어난다.

그렇다면 W含量이 없는 STD 11은 어떠한가? 이 鋼材는 13%Cr으로 켄칭溫度는 1030°C이나 이것을 950°C에서 켄칭하면 그림 7과 같이 全體의인 硬度曲線은 낮게 나타난다.

이 硬化效果를 더 極端의으로 나타내기 위해서는 Co를 添加하면 좋다.

Co는 炭化物을 生成하지 않으나 炭素 및 炭化物을 素地에 용해하는 데 促進作用을 한다.

따라서 좋은 SKH材에는 Co가 들어 있으며 또한 V가

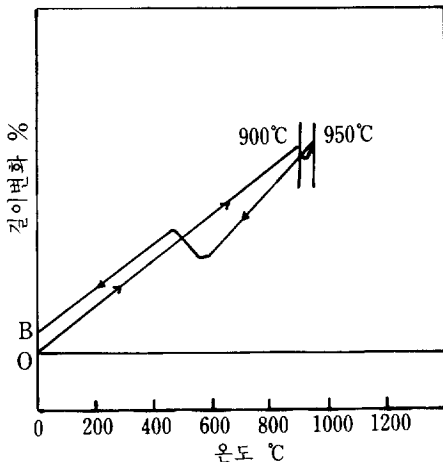


그림 6. SKH의 低溫 켄칭

4~5%들어있는 것은 最高 HRC 70 까지 되어 耐摩耗性이 最大로 된다.

5.2. SKH의 T-type 및 M-type.

SKH材에는 T-type와 M-type가 있다. SKH의 10番以下를 W-type, 50番대를 M-type라 한다. 이것은 成分表(KSD 3522)에서 알 수 있듯이 Mo가 없는 것(T-type)과 Mo가 든 것(M-type)로 區別되면 W2%의 效果는 Mo 1%의 效果에 相當된다. 즉 W 18%의 것은 Mo 9%로 같은 性能을 發揮한다.

그러나 M-type의 SKH의 熱處理에는 注意를 要한다. 이것은 加熱中 表面의 Mo가 도망가기 때문이다. 따라서 이 脫Mo에 對해 신경을 써야하며 이를 防止하기 위해 加용처리 또는 眞空爐에서 處理하는 것이 좋다.

그림 8에서 알 수 있듯이 W-type는 熱間硬度가 높고 M-type는 靱性이 높으므로 충격에 강하다. 그러므로 W-type는 바이트에, M-type는 드릴에 주로 이용되고 있다.

研削比라 함은 “加工物의 研削量/숫돌의 消耗量”을 뜻하며 V의 含有量이 늘수록 耐摩耗性이 向上되므로 당연히 研削이 어렵게 된다.

그러나 SKH材의 用途는 切削用에 한정되는 것은 아니다. 熱에 強하다는 것을 고려한다면 그 用途는 얼마든지 있을 것이다. 즉 600°C에서의 硬度가 保證되고 있으므로 훌륭한 耐熱鋼으로 그 利用價値가 있다.

표 5와 6은 合金工具鋼과 高速度鋼의, 基本特性을 比較한 것으로 이들 鋼材의 利用에 많은 活用을 바라는 바이다.

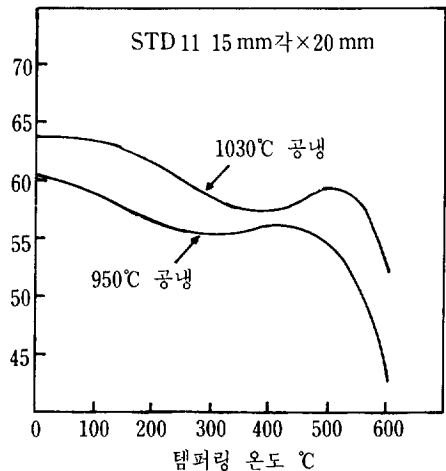


그림 7. 켄칭溫度를 變化시켰을 때의 2次 硬化

種類	耐摩耗性	熱間硬度	靱性	研削比	合計	
W系	SKH 2	3	2	4	8	17
	SKH 3	3	3	2	7	15
	SKH 4 A	4	7	2	6	19
	SKH 4 B	4	8	1	6	19
	SKH 5	4	9	1	8	22
	SKH 10	10	4	3	2	19
M系	SKH 9	5	1	9	6	21
	SKH 52	7	2	6	4	19
	SKH 53	8	2	5	3	18
	SKH 54	9	2	5	2	18
	SKH 55	7	3	5	5	20
	SKH 56	7	4	5	6	22
	SKH 57	10	5	4	3	22

그림 8. SKH의 鋼種別特性比較

표 5. 合金工具鋼의 基本的性質의 比較

部類	鋼種	耐摩耗性	熱間強	靱性	靚 靚 性	熱處理變形	被 削 性
切 削 用	SKS 1	8	3	3	3	3	6
	SKS 11	8	3	3	3	3	6
	SKS 2	5	2	5	4	4	7
	SKS 21	5	2	5	3	3	7
	SKS 5	4	2	6	4	4	7
	SKS 51	4	2	6	4	4	7
	SKS 7	5	2	4	3	4	7
	SKS 8	5	1	3	1	1	9
耐 衝 擊 用	SKS 4	3	3	8	3	3	8
	SKS 41	4	5	8	3	3	8
	SKS 42	5	4	6	3	3	8
	SKS 43	3	1	5	1	1	9
	SKS 44	3	1	5	1	1	9
耐 摩 不 變 形 用	SKS 3	4	3	3	6	5	8
	SKS 31	5	4	3	6	5	7
	SKD 1	8	6	1	7	8	2
	SKD 11	8	6	2	9	9	3
	SKD 12	6	5	4	9	9	8
	SKD 2	9	7	1	6	5	1
熱 間	SKD 4	4	7	7	7	6	6
	SKD 5	4	8	6	6	6	6
	SKD 6	3	6	9	9	8	8
	SKD 61	3	6	9	9	8	8

加工用	SKT 1	2	3	9	3	3	9
	SKT 2	2	3	8	4	3	9
	SKT 3	3	4	8	5	4	9
	SKT 4	3	5	9	7	6	9
	SKT 5	3	4	8	4	3	9
	SKT 6	4	5	9	7	6	9

표 6. 高速度鋼의 基本的性質의 比較

鋼 種		主 要 性 質				
JIS	AISI(야스기記號)	耐摩耗性	熱間強度	靱 性	被 削 性	
SKH 2	T 1(YHX 2)	7	8	3	5	
	T 2	8	8	3	5	
	T 3	8	8	2	4	
SKH 3	T 4(YHX 3)	7	8	2	3	
SKH 4 A	(YHX 4 A)	8	9	2	2	
SKH 4 B	(YHX 4 B)	8	9	2	2	
SKH 5	(YHX 5)	8	9	2	1	
SKH 6	(YX 1)	7	8	3	5	
SKH 8	(YHX 8)	7	8	3	4	
	T 5	7	9	1	2	
	T 6	8	9	1	1	
	T 7	7	8	2	5	
	T 8	8	8	2	3	
	T 9	9	8	2	3	
	T 15(XVC 3)	9	9	1	1	
	M 1	7	8	3	6	
	SKH 9	M 2(YXM 1)	7	8	3	5
		M 3(YXM 2)	8	8	3	4
M 3		8	8	3	4	
M 4		9	8	3	3	
M 6		7	9	1	1	
M 7		8	8	3	5	
M 8		7	8	3	5	
M 10		7	8	3	6	
M 15		9	9	1	1	
M 30		7	8	2	3	
M 33		8	9	1	2	
M 34		8	9	1	2	
M 35(YXM 4)		7	8	2	3	
M 36		7	9	1	2	
M 41	9	9	1	2		
M 42	9	9	1	2		
M 43	9	9	1	2		
M 44	9	9	1	2		