

技術解説

TD Process에 의한 金型の 熱處理法

Heat Treatment of Dies by TD Process

孫明津

東宇熱處理工業(株) 彦陽工場

1. 머리말

塑性加工用金型, 治工具는 自動車産業의 發展에 따라 서 현저한 進歩가 있었다. 더욱이 生産性的의 向上과 原價節減을 위한 工程數의 短縮, 輕量化를 위한 軟加工材의 利用, 그리고 部品の 耐蝕性 向上을 위하여(금힘 等 이 없고 高品質加工 및) 스텐레스材와 亞鉛도금 鋼板 等 利用이 많아졌다. 이들 金型에의 高負荷對策으로는 材料特性的의 改善만으로는 解決하기 어렵고 특히 燒着과 금힘 等の 磨耗에는 表面處理의 必要性이 絶실히 要求되고 있다. 여기서는 여러 種類의 表面處理 가운데 炭化物被覆法의 一種인 TD Process에 의한 金型의 熱處

理法에 대해 說明하고자 한다.

2. 概要

TD Process는 Toyota Diffusion Coating Process의 약자이며, (株) 豊田中央研究所에서 開發된 熔融鹽浸漬法에 의한 表面硬化技術의 總稱이다. 이 方法은 炭化物被覆과 同時에 母材의 靑칭硬化가 可能한 Process이며, CVD나 PVD처럼 複雜한 裝置를 必要로 하지 않고 大氣中에서 加熱된 熔融鹽에 被加工材를 浸漬하는 것 만으로써 炭化物層이 生成되는 處理方法이다.

2.1. 裝置와 被覆原理

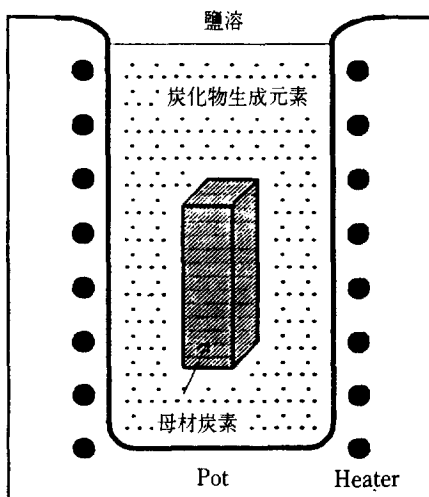
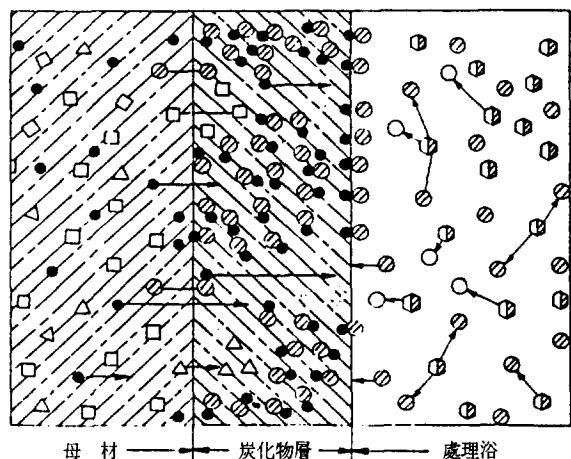


그림 1. TD 處理爐



⊕ 添加粉末 □ 鐵元素
 ⊗ 炭化物形成元素 △ 合金元素
 ● 炭素 ○ 合金元素

그림 2. 炭化物生成機構

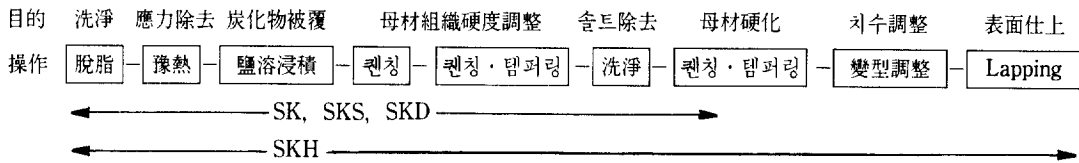
處理爐는 外部加熱式의 加熱爐로서 900~1050℃로 維持된 溶融鹽浴中에 0.5~10 時間浸漬 處理하여 表面에 炭化物을 形成시킬 수 있다. 國內最大의 處理能力으로는 最大有效加熱帶가 $\phi 600 \times 900$ L ($\phi 700 \times 1200$ L, 日本의 경우)의 爐를 가지고 있다.(그림 1) 被覆原理로서는 無水硼砂를 主成分으로 하는 溶融鹽에 炭化物形成元素를 添加하여, 이 形成元素의 原子 혹은 이온이 被處理品 母材中の 炭素原子와 反應結合하여 表面에 炭化物이 生成된다. 그 이후 生成된 炭化物表面의 炭素와 炭化物形成元素의 反應 및 被處理品 母材中の 炭素原子가 炭化物로 持續供給됨에 따라 炭化物의 成長이 이루어진다.(그림 2).

被覆된 炭化物로서는 VC, Cr7C3, NbC, TiC 등의 鹽浴中の 添加元素를 變更시키는 것만으로서 다른 種類의 炭化物도 被覆可能하지만, 現在 가장 광범위하게 이용되고 있는 것은 VC(바나듐카바이드)이다.

3. 處理工程

處理工程으로는 鹽浴爐에 의한 鋼의 靚칭, 템퍼링과 유사하고, 處理爐의 鹽浴材가 特殊한 것 이외에는 같다. 豫熱은 雰圍氣가스爐를 使用하며, 특히 大型處理物은 2段에서 3段豫熱을 實施한다. 炭化物의 被覆은 前述한 處理爐에서 實施하고 處理完了後는 直接鹽浴에서 꺼내어 靚칭을 한다. 靚칭方法은 金型材料와 形狀, 치수精度 등에 의해 N2 가스, 空氣, 염욕(SALT), 기름을 使用하여 實施하고 있다. 또 使用用途와 材質에 의한 치수調整, 再靚칭·템퍼링(SK, SKS, SKH), Lapping 등의 工程이 必要하다. 특히 本 Process는 高溫處理이므로 變型을 避할 수 없기 때문에 엄격한 치수精度가 요구되는 金型, 治工具類는 사전에 TD前 加工치수를 提示하고, 또한 TD 後 殘留 Austenite의 分解를 利用하여 치수調整을 행하므로써 要求精度를 滿足시키고 있다.

TD Process 工程



4. 適用上의 注意點

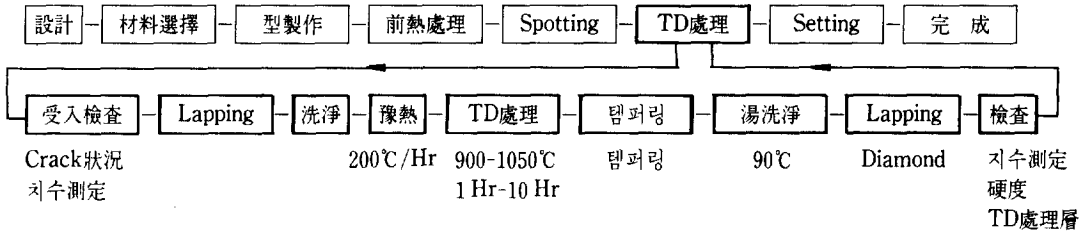
(1) TD Process 實施要領

管理順序	各 作 業 工 程 注 意 點
1 圖面作成	形狀 및 熱處理에 의한 變形이 크므로 事前에 技術協議가 必要
2 素材選擇	成分分析表 (Mill-Sheet) 첨부 및 材料切斷方向의 主意 TD處理後 큰 變形이 豫測 될 때는 SKD 11 相當材를 利用한다.
3 機械加工	靚칭에 의한 크랙을 防止하기 위해 銳角 및 코너부위는 R形狀을 한다.
4 Tryout①	金型에 심한 굽힘이 發生하지 않도록 主義한다(火炎靚칭은 바람직하지 않다).
5 熱處理	熱處理檢査表 (硬度, 熱處理條件, 치수變化量)의 添付(SKD 11의 경우, 1020~1030℃ 靚칭, 510~520℃ 템퍼링×2回)
6 Tryout②	Tryout①에 準한다.
7 盛金溶接	原則으로 實施하지 않는다. 어쩔수 없는 경우는 豫熱, 後熱(400~450℃)를 필히 實施한다. 盛金推獎材料는 EA 600 W, SB 2 Tig 501, 6 HSS 등이 있다.
8 仕上加工	판넬材料가 SPCC처럼 一般的인 경우는 Rmax 1~20 μm, 고정력강, SUS材, 비철, 도금도장강판의 경우는 Rmax 1 μm以下까지 래핑을 한다.
9 TD處理	TD處理前에 分割線(銳利한 部分)의 面取를 實施한다.(0.3~0.5 R) (熱處理變形에 의한 段差의 影響을 緩和한다.)
10 Setting	熱處理變形이 發生하므로 Setting 工數를 약간 考慮한다.(SEAM調整, 研磨마춤 등)

TD Process는 熱處理를 동반한 表面處理이며, 被覆層이 3~10 μ 정도로 상당히 얇으며 浸炭처럼 後加工을 하기가 어렵고, 더욱이 硬度가 Hv 3,000 以上으로 높기

때문에 處理後 機械加工으로 尺寸精度를 맞추는 것은 不可能하므로 다음 순서로 處理를 進行시키는 것이 重要하다.

TD 處理通用順序

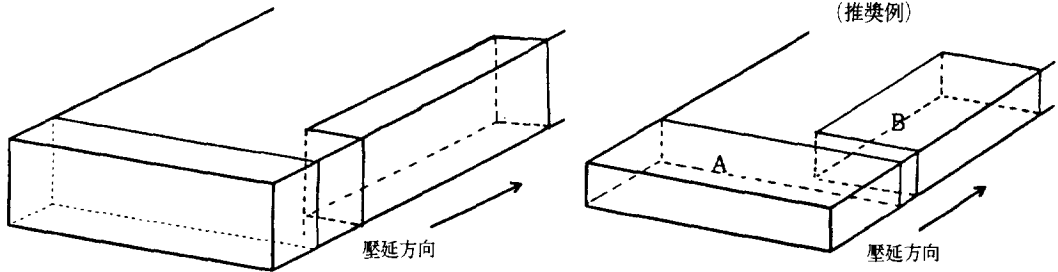


4.2. 設計方法

金型製作圖面은 一般的으로 加工方法, 加工順序에 대

해서 明記하지만, 鋼材의 選擇方法은 考慮되지 않는 경우가 많기 때문에 畧圖에 따라 說明하는 것이 重要하다.

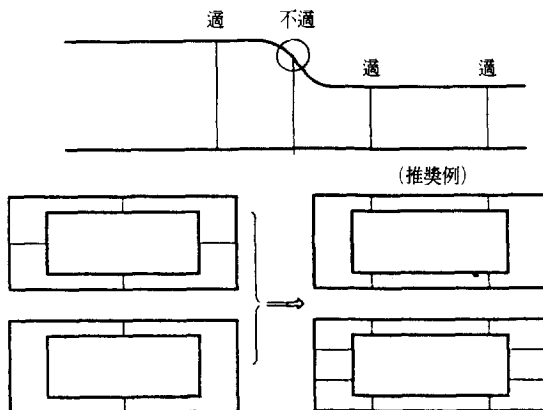
a. 鋼材의 切斷方法



熱處理變形이 가장 적지만 機械的 強度가 약하다.

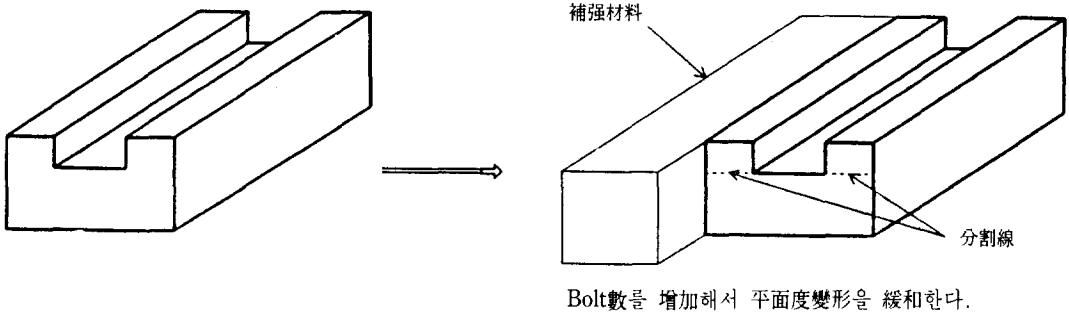
熱處理後 膨脹收縮은 壓延方向으로 發生하기 쉬우므로 分割型으로는 A를 採用하는 것이 바람직하다.

b. 分割方法

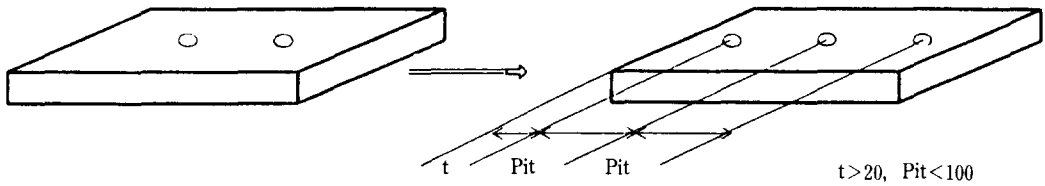


製品에 주름이 發生되기 쉬운 部分에서는 分割을 避해 平面 部分에 分割하는 것이 바람직하다.

角形成型型은 製品 翫이 發生되기 쉬운 角部만 TD處理하던가, 熱處理變形이 작게 되도록 分割가 바람직하다.

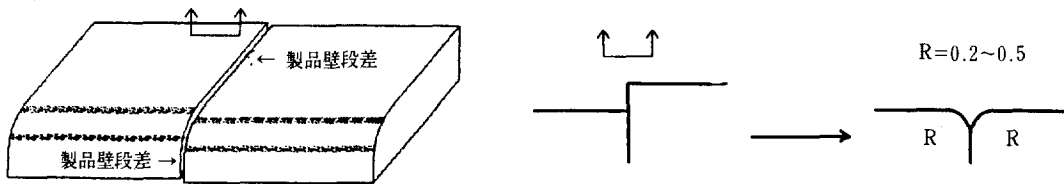


c. Bolt hole의 位置, 個數



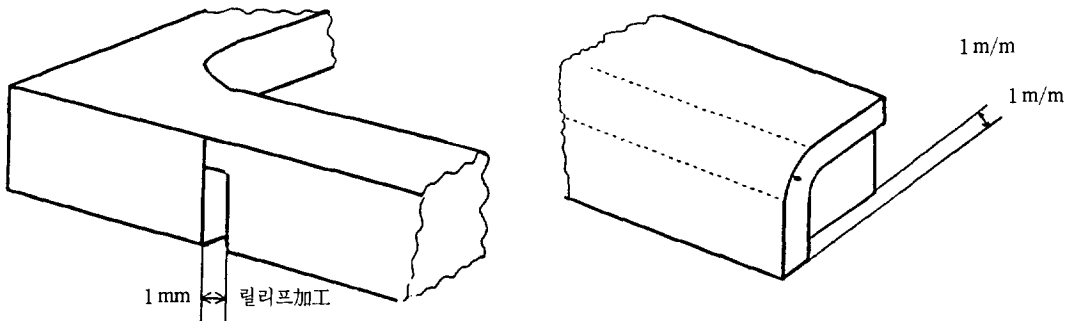
d. 分割線의 連結部의 加工

連結部는 熱處理 變形에 따른 줄(File)效果로 製品에 흠을 입히는 일이 있으므로 가능한 R을 만드는 것이 바람직하다.

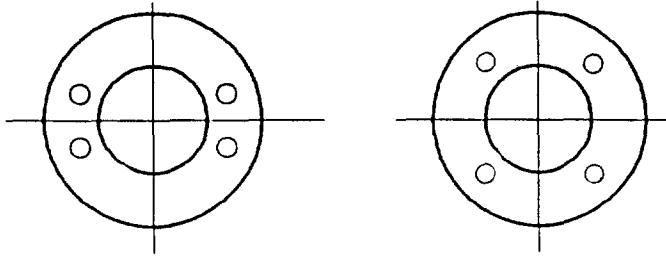


e. 接合部의 릴리프(Relief)加工

處理後 Setting 調整이 쉽도록 Press成形에 不必要한 部分은 피해서 加工한다.

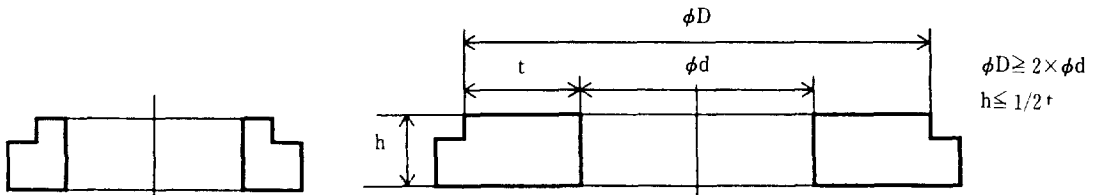


f. Draw Ring



熱處理變形이 發生하지 않도록 Set Hole 位置를 等分化한다.

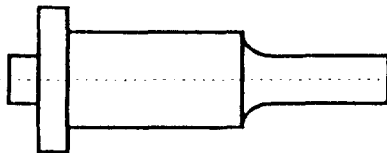
g. 熱處理變形이 어려운 形狀으로 加工한다.



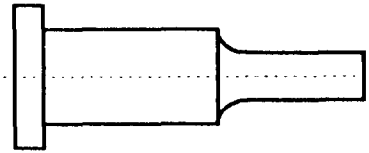
h. Punch類

punch는 一般的으로 Shank部 公差가 $5\mu\text{m}$ 以內로 엄

격하기 때문에 TD處理後 冪 變形을 兩 Center를 基準으로 해서 Shank部만 加工한다.



Shank部는 0.2m/m 以上 研削代 使用部만 Lapping



Shank部만 研削 兩 Center를 切斷해 研削

i. 表面粗度

TD前의 面粗度가 1μ 以上이면 處理後도 같은 面粗度이므로 그대로 使用 可能하지만, TD處理層을 Lapping 하여 使用하면, 面粗度가 改善됨에 따라 더 큰 效果를 期待할 수 있다.

또, 被加工材가 High Tension Steel, 亞研도금鋼版의 경우는 TD前에 1μ 以下로 Lapping하는 것이 중요하다. (그림 3)

j. 表面處理層의 影響

TD處理前의 Cr도금, 溶射, 窒化, TiC, TiN 등의 表面處理가 되어 있을 경우는 이 層들을 除去하고 나서 TD處理를 하여야 한다.

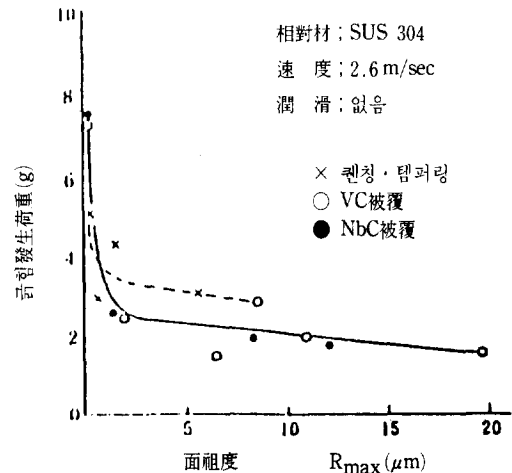


그림 3. 面粗度와 冪 發生荷重과의 關係

5. 處理層의 特徵

金形材料의 選擇과 熱處理로서 解決이 不可能한 곤란한 問題, 특히 燒着, 靑靑對策에도 表面處理가 必要하다. 金型의 磨耗가 큰 것은 疑着磨耗가 되며, 이 現狀은 表面에 接觸한 凸部가 金屬疑着을 일으켜, 과격한 運動에 의해 뜯겨질 때 相對測에 附着하여 磨耗가 進行되는 것이다. 金型의 燒着防止對策으로는 다음과 같은 것

이 要求되고, 이 項目을 滿足하면 그 效果를 얻을 수 있다.

- (1) 表面硬度가 높은 것. (그림 4)
- (2) 高溫硬度가 우수할 것. (그림 5)
- (3) 磨耗係數가 낮을 것. (그림 6)
- (4) 剝離가 일어나기 어려울 것. (그림 7)
- (5) 表面粗度가 良好할 것.
- (6) 合金化, 固溶化가 어려운 材料끼리의 組合을 피할 것. (그림 8)

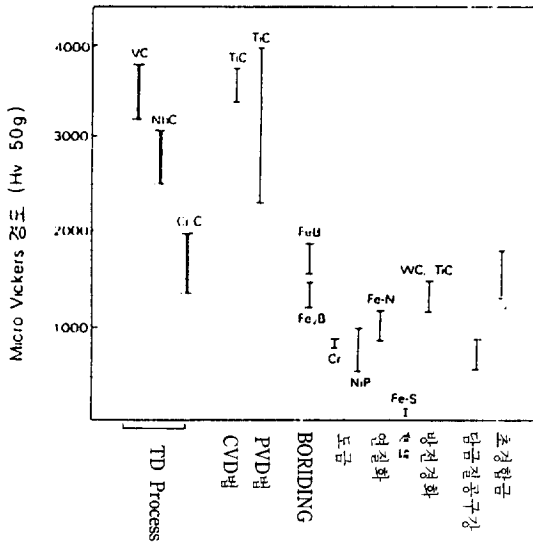


그림 4. 表面處理層의 硬度比較

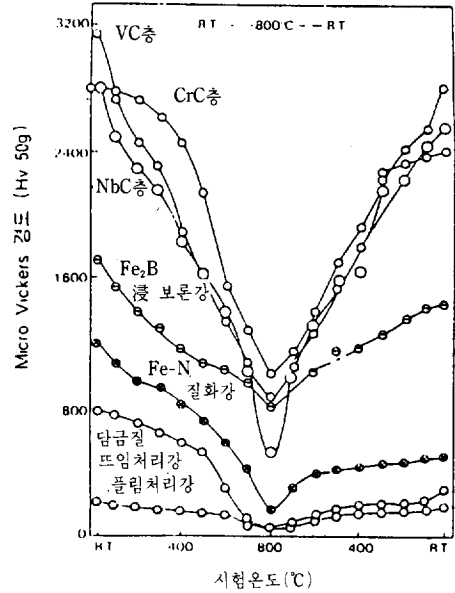


그림 5. 表面處理層의 高溫硬度的 比較

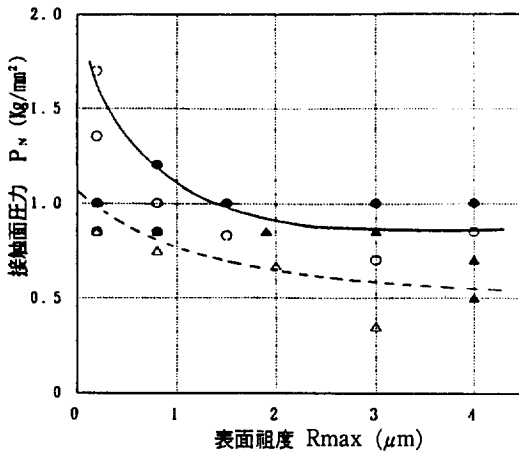


그림 6. 表面狀況과 靑靑表面壓과의 關係

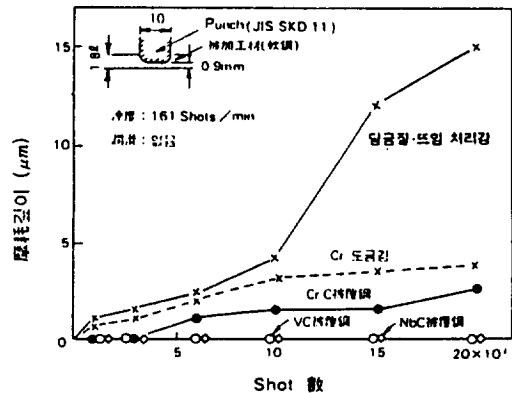


그림 7. 코이닝加工에 의한 耐剝離性的 比較

링試片	實 溫			1200℃
	S 45 C	SUS 304	A 1050	A 1050
壓縮板				
燒入燒濾鋼(SKD 11)	×	×	×	×
超硬合金(16 CO-WC)	◎	×	-	-
TD-VC 被覆鋼(7 μm 두께, SKD 11)	◎	○	△	◎

- ◎ 燒着없음 ○ 거의 燒着없음 △ 약간 燒着
 × 극심한 燒着 - 試驗하지 않음
 링치수 : $\phi 20 \times \phi 10 \times 5$ mm
 壓縮板의 面粗度 : $R_{max} = 0.8 \mu m$ (燒入燒濾鋼超硬工)
 $R_{max} = 0.06 \mu m$ (VC被覆鋼)
 壓縮率 : (實溫) 20-45%
 (1200℃, 20 min 加熱) 30%
 潤滑材 : 없음

그림 8. 링壓縮試驗에 의한 耐燒着性의 比較

6. 適用內容

TD Process에 의해 얻어진 炭化物層은 우수한 性質을 갖기 때문에 넓은 分野에 適用效果가 나타나고 있다.

各種塑性加工金型, 粉末成形金形, 플라스틱成形機部品, 고무成形機部品과 금형, 鑄造金型, 各種刀物, 各種治工具, 가이드, 게이지類, 纖維機械部品, 펌프部品, 그의 各種機械에 適用할 수 있다.

6.1. 프레스 金型

最近 가장 많이 使用되고 있는 分野로서 自動車에는

Body부터 强度가 必要한 프레임部品, AT部品 등의 金型이 있다. 被加工材는 SUS, High Tension Steel, 厚板 및 亞鉛도금 鋼板等 難加工材에 우수한 效果가 있다.

(適用上的 Point) 치수精度, 大物金型的 分割方法, 再處理에의 對應, 再研磨에 의한 使用)

6.2. 冷間鍛造 金型

塑性加工中에서 母材의 機械的 强度가 상당히 要求되는 加工. 예를들어 Punch類에는 壓縮과 引張응력이 反復하여 作用하기 때문에 壓縮耐력과 靱性を 考慮한 材料의 選擇이 必要하다. 前方, 後方押出 Punch, D.I.E, 固定 Punch, D.I.E, 打抜Punch, 六角 Trimming Punch, 十字 Punch에 適用이 많다.

(適用上的 Point) 使用面은 鏡面仕上, 材料의 選擇(粉末고속도강), 型製作方法(절삭혼적), 날카로운 코너 등은 없도록 한다.

7. 맺음말

TD Process가 시작된 지 10여년이 지난 現在, 시작當時의 技術 Level 및 要求品質을 現在와 比較하여 보면 그 差는 상당히 크며, 특히 熱處理變形에 대한 改善이 進歩되었다. 그리고 User로부터 金型에 要求되는 치수精度는 점점 높아지는 現狀이므로, 이러한 User를 滿足시키기 위해서는 TD處理에 技術的 改善도 必要하지만 使用者測과의 情報交換도 重要한 要因이 되므로, 金型使用者, 設計者, 熱處理加工業者間的 상세한 協議가 더욱 더 必要하다고 생각된다.