

〈解 說〉

工作機械 슬라이드 웨이(Slide Way)

Slide Way of Machine Tools

廉 永 夏*

Yung-Ha Yum

1. 序 論

工作機械의 슬라이드 웨이(Slide Way)는 工作機械가 生命으로 하는 母性原則(Copying principle)을 具現하는 데 必要한 方法으로 脚光을 받고 있다.

工作機械에 對한 슬라이드 웨이의 導入은

- (1) 案内面의 耐摩耗性, 耐壓強度를 높임으로서 工作機械의 精密度를 오래 維持한다.
- (2) 高速強力切削을 可能케 하므로써 切削加工能率을 向上시킨다.
- (3) 交替가 容易하므로써 壽命을 延長시킬 수 있다.

至今까지 工作機械의 Bed, Frame, Housing 등은 強度, 鑄造性, 加工性, 價格 등을 考慮하여 다음과 같은 鑄鐵이 主로 使用되었다.

- (1) 퍼얼라이트(Pearlite) 鑄鐵
- (2) 미 하나이트(meehanite) 鑄鐵
- (3) 延性(Ductile) 鑄鐵

이들 材質들은 案内面으로 使用될 境遇 그대로 加工하여 使用하던가, 또는 高周波硬化(Induction Hardening) 또는 플레임硬化(Flame Hardening) 方法으로 熱處理한 후 다음질 加工하여 使用하여 왔다. 그러나 이들 鑄鐵의 硬度值에는 分散範圍가 넓고 案内面으로서 는 軟弱하던가, 또는 硬化層의 깊이가 너무 깊던가 알아 耐摩耗性·耐壓強度가 떨러지므로 案内面으로서의 具備條件을 充分히 具現하기 어려운 點이 있다.

近年에 와서 接觸面의 壓力을 減少시키고, 摩擦力을 一定히 維持하기 爲하여 로울러(Roller), 볼(Ball) 등과 組合되는 슬라이딩 部分에는 鑄鐵材質이 不適當하다고 報告되고 있다.

最近의 工作機械의 近代化 및 合理化의 趨勢를 살펴 보면 強度, 重量, 精密度, 耐久度 등의 여러 見地에서

鋼製슬라이드 웨이가 그 機能面에서 더욱 脚光을 받고, 그 重要性이 높아 評價되고 있다. 特히 NC工作機械, 專用機械에서는 鋼製슬라이드 웨이가 널리 愛用되고 있는 實情이다. 한편 大型工作機械와 溶接構造의 工作機械에서는 그 案内面에 鋼製슬라이드 웨이가 많이 쓰이고 있다.

外國의 경우 슬라이드 웨이는 工作機械의 部品으로서 베어링과 같이 外注로 購入 使用하고 있는 實情이다. 그 例로서 日本의 경우 東洋刃物工業(株)會社, 不二越製鋼會社 등 몇 개 會社에서 專門적으로 製作 供給하고 있다.

위와 같은 國際的인 趨勢와 더불어 國內에서도 鋼製슬라이드 웨이를 使用한 各種 工作機械들의 導入이 急增되고 있다. 筆者는 다음 工場에서 슬라이드 웨이를 갖인 工作機械들을 調査하고 그 機能을 檢討한 바 있다. (괄호 內는 슬라이드 웨이를 붙인 工作機械 台數)

- (1) 韓國機械工業(株)會社(仁川, 現 大宇重工業株式會社)..... (6台)
- (2) 韓永工業(株)..... (1台)
- (3) 東洋워너그工業(株)..... (2台)
- (4) 大宇機械工業(株)..... (2台)
- (5) 大韓重機工業(株)..... (12台)
- (6) 貨泉機工社(光州)..... (8台)
- (7) (株)現代洋行(車浦工場)..... (6台)
- (8) 金星社(釜山)..... (2台)

한편 國內에서는 大田鑄業이 슬라이드 웨이의 國産化에 拍事를 加하고 있고, 國內 工作機械製造業界에서도 最近 鋼製슬라이드 웨이에 至大한 關心을 갖고 光州의 南鮮旋盤工業社, 大田의 東邦工業(株), 馬山の 理研金屬工業社 등에서 슬라이드 웨이를 附着한 工作機械生産開發을 推進中에 있어 머지 않아 國産化될

* 正會員, 서울大學校 工科大学

것이予想된다. 또 現代洋行에서生産하는 現代 OKK 旋盤은 1978 年부터 슬라이드 웨이가 부착된 것이 國産化되고 있다.

2. 슬라이드 웨이의 構造

2-1. 안내면의 형상

工作機械의 案内面은 機種, 用途 等에 따라 여러 가지 形状의 것이 要求되고 使用目的에 따라 材質 및 熱處理 方法도 各各 다르다. 또 한편 슬라이드 웨이를 固定하는 구멍 및 位置는 加工 및 操作이 쉬워야 된다.

Fig. 1 은 各種의 工作機械用 案内面의 形状을 表示한다. 이들 中에서 슬라이드 웨이에 活用하기 쉬운 것 및 어려운 것 등이 있다.

슬라이드 웨이는 固定하여 使用하므로 固定方式이 重要하다. Fig. 2 는 슬라이드 웨이의 断面形状과 固定方式을 表示한다.

Fig. 2 에서 1~4 型은 보울트를 使用하여 固定하는 方式을 表示하고, 5 型은 lock pin 을 使用한 方式이다. Lock pin 方式의 固定法을 使用한 實際 Slide Way 는 韓永工業의 兩面 Facing & turning machine 및 大

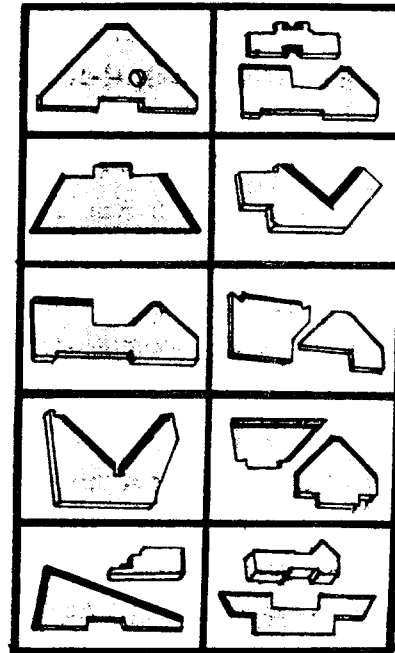


Fig. 1. 案内面의 形状

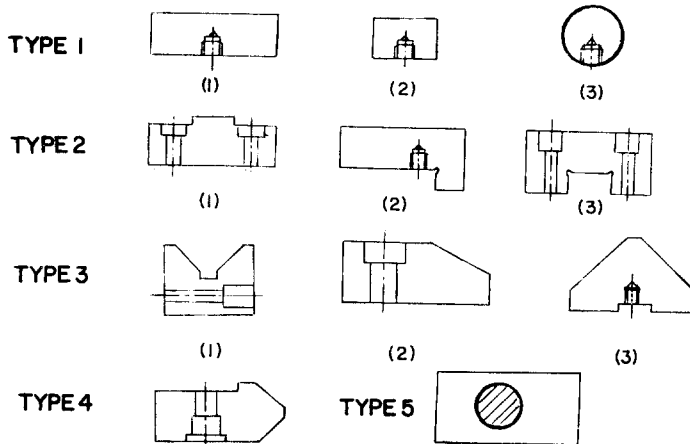


Fig. 2. 슬라이드 웨이의 固定方法

字機械의 日立精機製 大型 milling machine 의 統一産業의 最近工機等 例를 들 수 있다. Fig. 2 에서 1 型은 直四角型形, 正方形, 棒形 断面으로서 가장 簡單하고 2 型, 3 型, 4 型의 順으로 複雜한 形状으로 되어 여러 方向의 壓力에 對備할 수 있도록 設計되어 있고 精密度도 各面에서 維持하도록 되어 있다.

Fig. 3 은 OKK (日本 大阪工機株式会社) 가 佛國 RAMO CO 의 精密旋盤을 技術提携로 開發生産한 OK

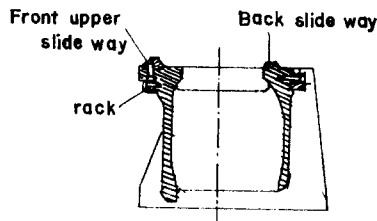


Fig. 3. OKK-RAMO 旋盤베드 断面

K-RAMO 旋盤베드의 断面을 表示한다. 現在 現代 洋行에 서 同一機種 旋盤을 生産하고 있다. 前部슬라이드 웨이는 山形의 Fig. 2의 3型의 (3)과 同一構造를 갖고, 后部 슬라이드 웨이는 角形을 하고 있다. 現在 國內에 서는 仁川 韓國機械 및 現代洋行, 南鮮旋盤 工場에서 볼 수 있다.

2-2. 슬라이드 웨이의 재질

슬라이드 웨이에 使用되는 材質은 使用條件에 따라 差異가 있고, 또 그 熱處理方法도 다르다. 슬라이드 웨이에는 断面中心部까지 硬化하여 使用하는 全体 담금질品과 表面硬化로 表面만 硬化시키는 2종으로 区分할 수 있다.

Table 1. 슬라이드 웨이에 使用되는 材質 및 熱處理

鋼種 区分	鋼種記号	熱處理区分	備 考
炭素 工具 鋼	SK	全体 담금질	衝擊이 적은 耐摩耗部
合金 工具 鋼	SKD	全体 담금질	강인성이 크고 耐摩耗部
合金 工具 鋼	SKS	全体 담금질	강인성이 크고 耐摩耗部
베어링 鋼	SUJ	全体 담금질	耐摩耗部
構造用 合金 鋼	SC	表面 硬化	耐衝擊·耐摩耗部
	SCM		
	SNCM		

Table 2. 슬라이드 웨이 用 鋼材의 主要成分과 추천 熱處理溫度

記号	化 学 成 分 (%)						熱 處 理 溫 度 (°C)	
	C	Si	Mn	Cr	Mo	V	담금질	뜨임
SUJ 2	1.00	0.30	0.30	1.50	< 0.08	—	830 ~ 850	150 ~ 200
SUJ 3	1.00	0.60	1.10	1.10	< 0.08	—	820 ~ 840	150 ~ 200
SKD 11	1.50	0.30	0.40	12.00	1.00	0.40	1000 ~ 1050	150 ~ 200

表面硬化品은 浸炭后 담금질하는 例外도 있으나 一般으로 高周波硬化하든가, flaming hardening 하여 使用한다.

슬라이드 웨이의 熱處理 硬度는 Rockwell 硬度로 H_{RC} 40以上으로 한다. 흔히 H_{RC} 50以上이다. Roller, Ball 等과 結合하여 함께 使用할 경우에는 H_{RC} 58 以上으로 한다. 工作機械 旋盤베드의 경우 슬라이드 웨이의 硬度는 H_{RC} 52 이상으로 하며, 실제 H_{RC} 70 ~ 80 (shore hardness)이 널리 쓰인다. 美國 Leblond Co.에서는 Bed 硬度를 H_{RC} 58 ~ 63, H_{RC} 51 ~ 56로 하고 있다.

슬라이드 웨이의 材質은 여러가지 있으나 韓國에서 常用하는 工作機械(汎用機, 專用機) 또는 NC 工作機械(트랜스퍼라이트)에 使用한 것을 Table 2에 列記하였다.

Fig. 4는 各材質의 直徑의 크기에 따른 담금질 硬度를 表示한다. 여기서 實線은 外側硬度, 點線은 內側 硬度를 各各 表示한다. Fig. 4에서 알 수 있는 바와

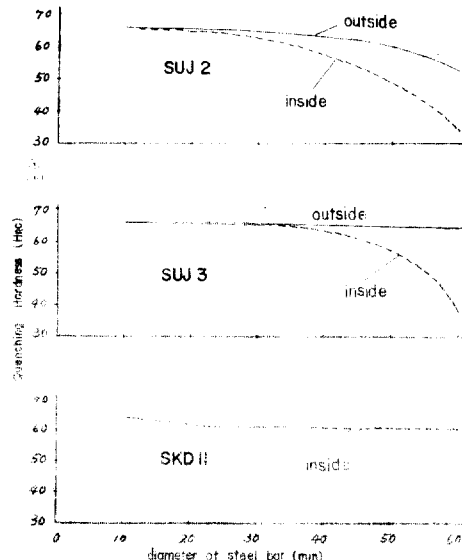


Fig. 4. Table 2의 各材質의 담금질 硬度 H_{RC}

같이 SUJ 2 와 SUJ 3 을 比較하면 SUJ 3 이 더욱 硬化性이 優秀하다.

3. 슬라이드 웨이의 製造

旋盤베드는 一般으로 pearlite 鑄鐵, meehanite 鑄鐵 등으로 만들어 지고 있다. 그러나 案内面은 加工精密度에 直接影響을 주게 되므로 案内面은 치밀한 組織이 되도록 鑄造하였다. 最近에는 Flame hardening, Grinding 등으로 材質과 加工의 兩方面에서 改善을 試圖하고 있다. 그러나 最近 베드에는 靜的 및 動的剛性이

큰 것이 要求되므로 鋼製슬라이드 웨이를 固定하여 使用하는 方式이 漸次 增加되고 있다.

現在 使用되고 있는 슬라이드 웨이는

- (1) Solid Slide Way
- (2) forge welded slide way

(1)은 單一體로 된 slide way 이고, (2)는 軟鋼 또는 構造用鋼에 硬度가 큰 特殊鋼을 接合하여 만든 것이다. 接合法에는 여러가지가 있으나 鑄造法과 圧延法이 널리 쓰인다.

슬라이드 웨이의 製造工程은 断面形狀에 따라 多少의 差異는 있으나 一般的으로 다음 工程을 밟는다.

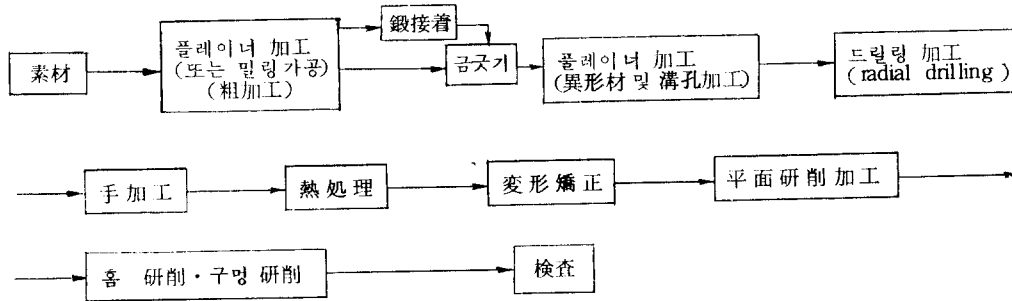


Fig. 5. Slide way 製造工程

外國製슬라이드 웨이의 치수精密度(몸체 전부 열처리 할 경우) [Table 3 ~ 7 참조]

슬라이드 웨이 製造上의 留意點을 列挙하면 다음과 같다.

- (1) 素材의 結晶粒도를 均一化함과 더불어 炭化物의 球狀化 annealing 熱處理하고, 機械加工을 해야 한다.

- (2) Oil bath 熱處理 금금질을 할 것.
- (3) Sub-zero treatment (深冷熱處理)을 할 것.
- (4) Tempering을 할 것.
- (5) 荒研削, 變形矯正研削后 베드에서 研削한다. 特別히 熱處理 및 研削變形에 對한 準備가 必要하며, 變形은 矯正으로 調整한다.

Fig. 6은 炭素C=0.85%, Si=0.27%, Mn=0.94%.

Table. 3. 素材의 치수 精密度 및 硬度(단위: mm)

치수 구분		치수許容差			길이		硬 度
두께		두께	폭	길이	표준	可能	HB
10이상	10이상 ~100	+2 -0	+2 -0	+2 -0	1,000 ~ 1,500	2,000 이하	SUJ系는 207 이하
	50미만	100 ~150	+2 -0	+3 -0			
	150 ~200	+2 -0	+3 -0	+2 -0			SKS系는 217 이하
50이상	10이상 ~100	+3 -0	+3 -0	+2 -0	1,000 ~ 2,000	3,000 이하	SKD系 255 이하
	100미만	100 ~150	+3 -0	+3 -0			
		150 ~200	+3 -0	+3 -0	+2 -0		

Table. 4. 素材의 굽힘 許容差(단위 : mm)

길이 구분	局部굽힘許容差	全長굽힘許容差
500 이하	1	1
500 초과 1000 이하	1	2
1000 초과한 것	1	3

Table. 5. 다듬질 워싱치수에 붙이는 가공여유(片面에 대하여)(단위 : mm)

길이	두께, 폭			길이	비 고
	10이상 40이하	40이상 70이하	70 이상		
500 이하	2	2	3	3	폭(W)와 두께(T) 의 比 $\frac{W}{T} \leq 4.0$ 로 한다
500 초과 1000 이하	3	3	4	3	
1000 초과한 것	4	4	4	3	

Table. 6. 機械加工品の 치수許容差·平行度, 굽힘(단위 : mm)

길이 구분	치수許容差			平行度	굽힘許容差
	두께	폭	길이		
1000 이하	± 0.1	± 0.1	+ 1.0 + 0.3	± 0.10	연삭여유 $\frac{1}{2}$
1000 초과 2000 이하	± 0.15	± 0.15	+ 1.0 + 0.3	± 0.1	연삭여유 $\frac{1}{2}$

Table. 7. 다듬질 치수에 붙이는 연삭여유(단위 : mm)

길이	두께, 폭		
	10이상 40이하	40초과~70이하	70초과한 것
500 이하	0.6	0.6	0.7
500 초과 1000 이하	0.8	0.9	0.9
1000 초과 2000 이하	1.0	1.1	1.2

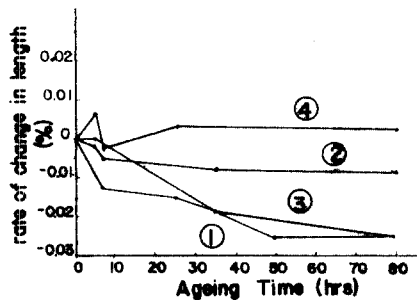


Fig. 6. C= 0.85 %, Mn = 0.95 %, Cr = 0.74 %, W= 0.45 %

鋼의 常溫時効와 길이 變化率과의 關係

- ① 850°C 油冷, ② 850°C 油冷, 150°C temper.
- ③ 850°C 油冷, -75°C Sub-zero 處理
- ④ 850°C 油冷, -75°C Sub-zero 處理後, 150°C temper.

Cr=0.74 %, W= 0.45 %의 不變形用鋼을 ① 850°C에서 油冷. ② 850°C 油冷後 150°C에서 1時間 템퍼링. ③ 850°C에서 油冷後 -75°C에서 Sub-zero 處理, ④ 850°C에서 油冷後, -75°C sub-zero 처리 tempering 을 150°C에서 1時間한 것의 길이 變化率(%)과 時効時間과의 關係를 表示한다.

Fig. 6에서 ④의 熱處理가 가장 變形이 작고, 이것은 Sub-zero 處理와 tempering의 效果로 볼 수 있다. 여기서는 150°C에서 不安定한 α-M가 β-M으로 變化하고 殘留 Austenite가 Sub-zero로 martensite化 되었기 때문이다.

한편, 單一體로 된 Solid slide way와 溶接된 鑲接 슬라이드 웨이의 差異를 보면 Table 8과 같다.

Table. 8. Solid and Welded Slide way 의 比較

Solid Slide way	鍛接 Slide way
固定孔 및 其他 加工을 熱處理 前에 加工하여야 한다.	熱處理 后에도 쉽게 加工할 수 있다.
固定孔의 pitch 가 熱応力에 依하여 誤差가 생긴다.	固定孔의 pitch 에 誤差가 없다.
形態에 따라서 變形이 심하여 矯正하기 困難하다.	1/3 ~ 1/4 程度만이 特殊鋼이므로 變形矯正이 容易하다.
耐衝擊에 弱해 부러진다.	耐衝擊에 強하다.
特殊鋼(輸入材) 使用量이 많다.	案内面만 輸入 特殊鋼이고 台鉄은 軟鋼材이므로 國家的으로도 利益이다.
接合部가 없다.	接合에 特殊技術을 要한다.
變形矯正이 困難하다.	變形矯正이 쉽다.

4. 總 括

1. 工作機械의 Slide way 方式은 工作機械의 耐摩耗性의 案内面으로서 앞으로 더욱 增加된 것이 予想된다.
2. 우리나라의 경우 工作機械案内面으로서 適合한 mechanite cask iron 을 開發하여 使用할 수 있으나 鑄造·溶解施設不備의 技術者不足, 施設投資費의 生産

原價上昇招來 等の 條件을 踏案할 때, Slide way 를 Bearing과 같은 部品과 같이 外注에 依存하여 組立하는 것은 바람직하다.

3. Slide way의 品質向上과 普編化가 必要하다고 본다.

※ 現在 slide way를 工作機械에 使用한 maker 는 現代洋行과 光州에 있는 南鮮旋盤 工場의 2個社이다.