

高精密測定機와 로봇의 登場

金 應 瑞

<서울대 工大 教授>

1. 半導體서부터 NC工作機까지

메카트로닉스技術의 發展과 함께 精密位置決定테이블(XY Table)이 注目을 끌고 있다.

특히 近年에 이르러 半導體를 中心으로한 電子 관련장치, 産業用로봇, 精密測定機器, NC 工作機械 등의 産業分野에서 精密位置決定테이블의 수요가 늘어가고 있다. 메카트로닉스産業이 「보다 精密히, 보다 多機能으로, 보다 省力化를 꾀한다는 方向을 正確히 설정하고 있으며 메카트로닉스時代의 寵兒라고도 할 수 있는 XY 테이블의 수요증가가 이를 立證하고 있다.

元來 精密位置決定裝置는 一般工作機械나 測定機器 등의 精度追求過程 등에서 나온 것이다.

스위스에서 1957年 경 처음으로 實用化에 成功한 이래 이웃 日本에는 1968년에 輸入 紹介되면서 一般化되기 시작한 것은 73年 경이며 우리나라에는 최근에 와서 精密工業의 開發과 더불어 QC運動과 함께 특히 工作機器와 電子製品分野에서 관심을 갖기 시작하였다.

종래 XY테이블은 半導體등 電子關聯, 工作機械메이커가 部品業者로부터 直線運動軸受를 購入, 組立하여 各分野에서 製作하여 왔다.

그러나 日本에서는 최근 數年 사이에 서브미크론(1미크론 이하)級의 高精度要求가 높아짐에 따라 종래부터 생산하고 있던 直線運動軸受 따위의 베어링 主메이커나 機械部品메이커들이 다투어 XY테이블의 商品化에 進出하였다.

최근에 와서는 工作機械메이커도 새로이 分野에 參與하고 있다. 더우기 FA(Flexible Automation)나 FMS(Flexible Manufacturing Sys-

tem) 등의 無人化志向의 不可缺한 機械要素가 되고 있는 새로운商品 XY테이블의 앞날에 焦點이 보이고 있다.

2. 需要分野는 擴大一路

精密한 位置의 決定, 즉 位置決定의 精密性을 필요로하는 産業이 많이 있다. 특히 高精度가 요구되는 것이 電子部品, 電子機器를 中心으로한 半導體 IC관련장치산업 등이다.

이들 電子關聯業界가 驚異의인 高度成長을 이룩하고 있다는 것은 周知하는 바와 같다. 앞으로 그 成長趨勢는 確實視되고 있다.

따라서 미크론單位 혹은 서브미크론單位의 位置決定의 精密도와 10분의 1秒單位의 位置決定速度를 가진 XY테이블을 開發한 時期와 半導體등 電子關聯業界의 수요가 급증한 時期가 一致한 事實이 XY테이블이 메카트로 닌트製品으로서 注目되는 契機가 되었다. 즉 同業界의 needs에 副應해서 나온 製品이다.

이들테면 IC나 LSI 등의 다이본 더, 웨허, 電子部品の 마운터 등의 自動組立, 自動搬送에는 百밀리미터當 10나지 20미크론의 位置決定精度가 필요하다. 거듭 말하면 位置決定精度가 5미크론 이하가 아니면 不良品으로 돼버린다.

IC를 비롯하여 하이브리드 IC LED 등의 와이 어본더 裝置에서는 50밀리미터 5當미크 론이하의 位置決定精度, 다시 말하면 그 精度는 2미크론 이하가 필요하게 되었다.

精報메모리센서의 搬送臺의 경우 位置決定精度가 40밀리미터當 0.6미크론, 즉 位置決定精度가 0.3미크론이하라는 서브미크론單位의 超精密

메카트로닉스時代의 開幕(2)

도가 요구되고 있는 것이다.

이것은 測定機器産業에서도 마찬가지로이며 레저測長器 등 精密測定機器의 出現에 의해 서브미크론의 位置決定精度의 高度化에 일단 拍車가 가해지고 있다.

이제까지는 그렇지 않았더라도 미크론單位가 요구되고 있는 産業用로봇이나 NC工作機械, 放電加工機, 레이저加工機의 高精度化需要가 해마다 늘어나고 있다.

이것은 機械의 驅動部分 즉, 搬送機, 테이블의 高精度化에 달려 있으며 이들業界에서는 研究開發에 힘써야 할 것이다.

최근日本에서는 工作機械産業이 서브미크론의 位置決定精度의 XY테이블을 實用化 段階에까지 이끌어 왔으며 超精密한 機械加工用으로서 供給하고 있다.

XY테이블의 構造는 베이스테이블상에 X軸方向으로 移動하는 X테이블, Y軸方向으로 移動하는 Y테이블을 結合하느냐 아니면 XY테이블을 一體화하느냐의 어느 쪽에 거의 기울어지고 있다.

主要構成部品는 直線案内運動을 시키기 위한 直線運動軸受를 兩端에 설치한 것이 大部分이다. 位置決定은 搬送機, 驅動系에는 스테핑모터를 採用, 超精密用으로는 엔코더를 부설하고 있다.

특히 驅動部에서는 NC 콘트롤러를 사용한 프로그램制御외에 手動버트電動操作이나 핸들操作의 手動型으로 나뉜다.

또한 直線運動軸受의 轉動體로서는 보울베어링, 크로스로울러, 니들베어링 등이 있다.

이와같이 XY테이블은 구조상으로는 그렇게 복잡한 것이 아니다. 하지만 位置決定精度나 리피트드位置決定精度를 미크론, 서브미크론單位로 制御하는 데는 克服하지 않으면 안될 어려운 課題가 많다.

모든 産業의 製造工程內에서의 驅動裝置는 되풀이 運動이 심할 뿐만 아니라 또한 長時間運動에 지탱 할 수 있는 材質의 剛性이 높지 않으면 안된다. 또한 高精度로서 精密도가 生命인만큼 運動을 정확하게 그리고 順調롭게 하기 위해서는 테이블을 最少의 直角走行을 시켜줌으로써 요잉이나 피칭을 最少限으로 줄일 필요가 있다.

특히 와이어본딩용 따위의 경우에는 高速에서의 移動停止時間을 되도록 短縮시켜야 하며 그 위에 停止時의 殘留振動的 減衰가 迅速하게 이루어져야 한다. 이런 것들은 生産性을 높이기 위해서도 필요불가결한 要件이다.

종래까지는 電子裝置 메이커나 工作機械 메이커들이 直線運動軸受, 보울搬送機 따위를 部品메이커로부터 別途로 購入하여 自社內에서 組立해서 사용하고 있는 경우가 많았다. 그러나 보다 高速으로 보다 高精度이란 點에 있어서 精密位置決定用 needs가 급속히 늘어남에 따라 製作이 어렵게 되어 갈 素地가 있다. 이 때문에 베어링 메이커를 中心으로한 部品메이커가 從來의 單位 部品販賣에서는 量的 擴大를 期待할 수 없다는 觀點에서 技術力을 살린 새로운 製品으로서 複合裝置라고도 할 수 있는 XY테이블製品 分野에 大舉 進出하고 있는 것이 오늘날 日本의 現實이다.

3. 57年 스위스에서 처음 開發

XY테이블이 出現한 것은 언제쯤인가 하면 스위스의 機械메이커인 슈넬벨거社가 1957年 경 一般工作機械用으로서 實用化한 것이 그 嚆矢이다.

그로부터 약 10年 후 世界市場에 普及되기 시작함으로써 XY테이블의 實用性이 인정되기 시작하였다. 當時의 機械는 로울러가 달린 直線로울러 가이드를 짜 넣은 로울러 테이블로서 小型의 XY테이블이었다. 처음에는 주로 研究所나 大學의 試作用機械部品用으로 쓰였다.

그 후 로터리 XY테이블이 出現하였으나 實用性은 認定되지 않았다. 그러나 需要가 나오기 시작한 것은 自動組立, 自動搬送 등이 필요하게 된 IC加工用으로서 약 10年 前쯤 된다.

이웃 日本의 경우 XY테이블이 本格的으로 普及된 것은 베어링계의 大메이커인 日本精工이 市販을 개시한 이후였다. 同社는 1970年代 末부터 需要者の 요구에 따라 研究開發에 착수하였다. 그 후 標準品으로서 LD型一般用 XY테이블 CT型精密·高速用 XY테이블 「CD型精密超精密用 XY테이블 등이 선을 보였다.

오늘날 XY테이블은 直線運動軸受를 사용한 것이 그 大宗을 이루고 있으며 技術蓄積을 살려

거의가 需要者의 要求에 맞추어 標準化되어가고 있다.

서브미크론單位의 位置決定精度의 「空氣式 XY 테이블」도 나와 精度 0.5미크론의 超精密性を 과시하고 있으며 超 LSI製造 등 서브미크론單位의 加工精度가 요구되는 半導體製造裝置用도 實用化되고 있다. 이밖에 超精密加工機, 精密計測器, 自動組立機 따위에도 適合한 장치이다.

이와같은 高精度位置決定테이블에는 回轉部와 直線運動部의 軸受를 壓搾空氣를 사용해서 마찰을 적게한 에어슬라이드의 採用도 高度한 位置決定制御裝置로 되어 있으며 形狀이 복잡한 搬送나사도 에어 式으로 可能하게 되었다.

한편 走行時의 테이블上面의 振幅이 5미크론 이하, 位置決定精度가 100밀리미터에 대하여 8미크론, 반복위치 결정精度가 3미크론의 프로그램 制御電動型이라든가 手動버튼電動操作型, 핸들 操作型 등이 實用化되고 있으며 크로스 로울러웨이, 리니어 웨이, 등의 高精度 直線運動軸受를 갖춘 XY테이블이 나와 있다.

크로스로울러 가이드형의 直線運動軸受 및 프린트基板用超硬드릴을 가진 것도 있다. 이 테이블은 可動部分이 모두 케이스에 內藏되어 있어 防塵型으로서 切削加工 등 作業時의 鐵片등이 떨어져서 테이블位置決定精度를 흐리게 하는 것을 막는데 最大의 특징이 있다. 그 應用製品으로써 XY二軸테이블도 개발되어 곧 實用化段階에 있다.

스트루이 20밀리미터에서 1,000밀리미터 까지로서 位置決定精度가 2미크론, 반복位置決定精度가 最大밀리미터당 30미터로 되어 있는 制御 시스템을 갖춘 테이블도 널리 사용되고 있다. NC裝置가 붙은 「NC크로스테이블은 NC工作機械나 레저加工機用도 있으며 스테핑모터 驅動에 의한 精密位置決定裝置로서 펄스모터를 使用해서 制御部가 小型化된 것도 있다. 이것의 位置決定精度가 0.01밀리, 옵션 0.075밀리이다.

日本에서 종래까지는 輸入品이나 베어링메이커의 製品들이 XY테이블의 重要 供給源이 되어 왔으나 차츰 工作機械産業으로 擴散되어 現在는 機種도 多樣해지고 있다.

直線案内面, 搬送나사 기타 部分이 모두 靜壓(沈壓)軸受를 採用한 서브미크론 單位의 高精度한 位置를 決定할 수 있는 超精密靜壓 XY테이블도 최근에 개발되었다.

그밖에 光學스케일을 利用한 完全 피드백方式을 採用한 것도 있다. 位置決定分解能力 0.1 미크론, 位置決定精度 0.2미크론을 實現시켜 NC超精密研削盤 등에 搭載한 모델도 나오고 있다.

4. 克服해야할 課題 많아

이상에서 메카트로닉스時代의 새로운 複合構成部品인 XY테이블을 紹介하였으나 앞으로도 XY테이블 혹은 單軸테이블이 더욱 高精度로 開發되리라 본다.

工場의 機械化, 自動制御方式의 採用, 自動人形 등에 이어지는 精密한 操作機構 따위가 차츰 集積되어 한편에서는 製品를 大量으로 값싸게만 들려는 要望에 따라 오토메이션은 急速히 進展되었다.

특히 2第次世界大戰後는 自動制御理論의 確立, 컴퓨터의 發達이 強力한 뒷받침이 되어 오토메이션은 急速히 發展하였다.

그 가운데서도 컴퓨터와 工作機械를 結合하여 프로그램에 의해 多樣한 加工을 해내는 새로운 技術이 登場함에 따라 工程의 機械化, 自動化에 劃期的인 자극을 주었다. 이른바 메카트로닉스이며 그 代表的인 存在가 NC(數值制御) 工作機械이다.

YX裝置 등의 컴퓨터화된 機械는 加工內容의 變化에 順應될 수 있는 柔軟性을 갖추고 있다.

이러한 工程의 自動化는 高度로 發達하였으나 各工程간에 어찌지 못하는 問題가 남아 있다. 이를테면 旋盤加工을 예를 들면 加工品을 들어서 自動化된 旋盤에 올려 놓고 加工이 끝나면 이를 또 필요한 곳으로 옮기는 作業이다. 같은 製品를 大量으로 加工한다면 在來式의 自動着脫裝置로 가능하겠으나 加工內容의 變化가 많은 경우에는 이런 장치는 사용할 수 없다. 보다 더 柔軟性 있는 人間의 손에 의존하지 않으면 안된다. 여기서 時間도 걸리고 誤差도 생기기 쉬울 뿐만 아니라 加工品이 重量物일 경우 危險도 따른다.

메카트로닉스時代의 開幕(2)

이와 같은 問題를 解決하자는 것이 메카트로닉스技術의 中心課題가 되어 오늘날 汎産業分野에서 採用하기 시작한 메카트로닉스의 寵兒 로봇君이다.

로보트에 관한 이야기는 멀리 그리스神話에서 거슬러 올라가지만 그간 SF에도 많이 登場하였고 최근에는 産業現場에 出現, 로봇트勞組結成問題가 곧 擡頭되지 않을까 생각되기도 한다.

그런데 지금의 産業 로봇트의 直接的인 元祖는 누가 무어라 해도 1954년에 美國의 조지 디블이 出願한 特許에서 찾아볼 수 있을 것이다.

디블의 特許內容은 「반복작업에 대해 融通性 있는 關節機構를 가진 機械로서 프로그램에 의해 作業內容을 變更할 수 있으며 物品을 들어 移動시키는 能力을 갖춘 機械」라는 것이다.

이러한 概念에 따르면 産業用로보트는 機械임에 틀림 없고 프로그램에 의해 움직인다는 것은 自動制御機를 意味한 것이다.

앞서 말한바 加工內容의 變化가 많은 作業은 종래의 單純作業機械로서는 不可能하며 柔軟性 있는 人間代行機械가 필요하다고 느낀데서 美國의 디블이 構想한 것이 곧 産業用로보트인 것이다.

당시만 하더라도 機械工學과 電子工學은 전혀 別個의 分野였으며 더군다나 오늘날과 같은 高度의 情報가 들어가는 電子裝置는 아직 생각도 못한 때였다. 디블이 最初로 發表한 産業用로보트의 發想도 作業을 돕기 위한 것이었다.

5. 第3의 물결 물고 온 메카트로닉스

人造人間이나 自動人形의 世界와는 別個의 길을 걸어 온 作業의 機械化, 自動化가 만들어낸 것이 産業用로보트였던 것이다.

現代에 있어 價値觀이 「第3의 물결」의 著者 알빈 토플러가 말한 바와 같이 單一物을 多量으로 만드는 것을 拒否하고 있다는 것이 로봇트出現의 背景이 된다.

自動車工場에서 과거에는 한대의 콘베이어는 同型의 車를 싣고 있었으나 오늘날에 와서는 짐차가 있는가하면 승용차도 싣려 있다. 그밖에 색깔도 多樣한 各種 新造車가 같은 콘베이어 라인에 싣려 나가고 있다. 이것을 일컬어 FMS(FI-

exible Manufacturing System)이라고 한다.

이제는 T型포드와 같은 單一商品을 大量生産하는 것이 아니라 이것이 곧 당신의 車라는 식의 各己 個性 있는 車를 多種 少量生産하는 時代에 접어들고 있다.

또한 메카트로닉스의 代表的 製品으로서의 비디오테이프레코더가 있다. 어디까지나 로봇트는 生産財인 反面에 비디오나 컴퓨터 같은 것은 耐久消費財이며 로봇트가 메카트로닉스의 象徴이라는 意味는 工作機械같이 하드웨어指向의 部分이 로봇트에는 많이 있다는 점이다. 그러나 XY테이블과 같은 精密位置決定工作機械 같은 것이 發達하지 않고서는 로봇트의 몸통部分이 만들어지기 어려우며 또한 ilet트로닉스에 對應할만한 均衡을 유지하지 않으면 안된다.

메카트로닉스만을 두고볼 때 유럽의 先進工業國들도 상당히 높은 水準에 이르고 있으나 ilet트로닉스를 兼備시켜 보면 이 점이 日本이나 美國에 비해뒤지고 있다.

메카트로닉스는 로봇트技術의 水準에만 영향을 미치는 것이 아니라 NC工作機械라든가 머시닝 센터 또는 이들을 複合한 FMS 따위에 있어 하드웨어를 加工한다거나 Hendlring한다거나 또는 運搬하는 등 컴퓨터같은 것이 制御하는 工程에서 볼 때 純粹한 컴퓨터와는 거리가 먼 技術이라고할 수 있다.

機械工業分野에 ilet트로닉스가 파고 들어오게 된 것은 機械文明의 歷史에서 特記해야할 事項의 하나라고 하겠다. 컴퓨터를 同伴한 複合의인 技術技術에 의해서 機械工業이 高度로 發達하면서 메카트로닉스時代가 開幕된 것이다.

그러나 메카트로닉스가 産業에의 波及效果를 물고 오고 있다는 것도 否認할 수 없다. 즉, 機械工業系列과 電子工業系列과의 統合이라는 前提에 對等한 關係에서의 統合이나 아니면 어느 한쪽이 다른 한쪽에 吸收되는 식의 統合이나이다. 어느 한쪽이 成長하고 다른 한쪽에 沒落하거나 사라져 버리기 쉽다. 自動車工業에 관련해 볼 때 메카트로닉스時代가 成熟하면 적어도 30내지 50% 이상이 系列再編成의 週及效果를 가져오지 않을까 본다.