

# 서보 모터의 變遷과 今後的 動向

## 1. 序 言

서보 모터는 自動制御의 應用分野로 되어 있는 「物體의 位置, 方位, 姿勢 등을 制御量으로 하여 目標值의 任意의 變化에 추종할 수 있도록 構成된 制御系로 되어 있는 서보기구에 있어서 制御信號에 따른 動力을 發生하여 負荷를 움직이는 裝置를 말하며 電氣式, 油壓式, 空氣壓式이 있으나 普通은 電氣式의 서보 電動機의 것을 말한다. 一般的으로 서보機構는 制御量이 기계적 위치에 있어 目標值가 광범위하게 變化하는 것이기 때문에 一般의 電動機에 비하여 逆轉을 포함하여 넓은 速度範圍에서 사용되며 그것도 연속적으로 速度制御가 가능하여 起動, 停止 등을 포함한 速度變化에 신속히 응답할 수 있는 速應性을 갖게할 필요가 있다. 이와같이 서보모터의 기본 성능은 制御裝置의 성능도 포함하여 넓은 速度制御 範圍(예를 들면 1,000 : 1 과 15,000 : 1) 와 고속적응성을 갖도록 하는 것이다. 速應性의 面으로서의 一般 電動機를 起動하는 경우의 回轉速度가 定格의 63%에 달하는 時間을 보여 機械의 時定數로서 評價되어 그것이 1mSec 弱의 것으로 부터 數10m Sec의 것과 대단히 빠른 값을 갖게 하는 것을 특징으로 한다. 現在: 多數 使用되고 있는 서보 모터는 出力이 數Kw 미만의 소위 小型의 모터가 많다. 表 1에 대표적인 서보 모터의 종류를 나타낸다. 이상과 같이 서보 모터의 概要를 나타내며 日本 山洋 電氣의 製品群을 中心으로 그時代의 變遷을 기술하고 현상과 今후의 전망을 하나의 見解로서 기

술한다.

表 1 代表的 서보모터의 種類

모터形式	名 稱	現 狀
直流電動機形	直流 서보모터	制御性이 가장 우수하다. 廣範圍한 速度制御가 可能 브라시가 있다.
誘導電動機形	2相交流서보 모터 토크制御	工業計器, 航空計器 등에 小形의 것을 쓸 수 있다. 主軸用으로서 使用할 수 있다 本來의 서보 모터로서는 目下開發段階
同期電動機形	永久磁石回轉子形브라시 리스서보모터  스테핑 모터	小形, 一定速度用에는 多量이 使用될 수 있다. 서보모터로서는 直流 서보 모터에 匹敵할 特性을 가진 것이 今後多數 使用된다. 電算機, 周邊機器를 基盤으로 하여 間歇運動制御用에 多量이 쓰여진다. 今後 메카트로닉스 分野에 有望

## 2. 서보 모터의 발전자취

第2次 世界大戰이 1945년에 끝나고 日本은 戰後의 부흥으로 케도에 올려놓는 가운데 産業界는 自動制御의 導入을 다투어 行하였다. 그 動力源으로서의 서보 모터의 開發 必要性이 높이 主張되었다. 그後 工作機械의 數値制御 機構에 使用하는 電氣機械의 연구와 제품화가 붐을 이루게 되었으며 소위 高度成長期의 오토메이션 時代를 담당할 自動制御 裝置의 軸心으로서 産業界에 많은 공헌을 하였다. 또한 사용 재료면

에서 본다면 初期에는 卷線界 磁形을 썼으며 그後 永久磁石의 발달로 웨라이트系 및 알니코系の 磁石을 사용하였다. 그리고 直流 및 交流 서보모터가 開發되고 工作機械의 數値制御(NC)도 併行하여 開發되었다. 그後 富士通가 1950年代에 처음으로 스테핑 모터를 발표하고 同時에 스테핑 모터를 數値制御用的 악체터로서 실용화하였으며 그다음으로 純電氣式의 大トルク 스테이핑 모터도 追加되었으며 60年代 전반까지는 工作機械의 數値制御 業界에 확고한 기반을 만들었다. 이에 따라 오늘날의 FUNAC(株)가 되게 되었다. 스테이핑 모터는 上記의 大出力용 밖에는 없었으나 電算機 周邊端末機器 分野의 驅動用으로서 小形의 것도 同時에 개발되었다. 또한 60年代 後半은 서보 모터에서도 크나큰 變化가 발생하였다. 그것은 60年代 前半보다 成長하여온 NC 工作機械의 악체터에 直流 서보 모터의 사용이 많아지게 되었다. 電子産業의 發達에 따라 高性能의 電子部品 入手가 容易하게 되었으며 直流 서보 모터의 高度한 디지털 制御가 가능하게 되었다. 또한 74년에는 低速 高トルクの 永久磁石界 磁形 直流 서보 모터를 세상에 내놓았다.

이것은 回轉子의 慣性能率은 오히려 커지며 그것을 위하여 熱時定數가 커져 熱耐力이 強하기 때문에 工作機械에 붙여 直接結合 할 수 있다. 따라서 다이렉트 트라이프方式의 서보機構를 제공한다. 또한 FUNAC도 그때까지의 스테이핑 모터方式을 全面的으로 그만두고 直流 서보 모터方式에 악체터를 바꾸어 今日起고 있다. 現在 直流 서보 모터로서는 超小形(定格出力: 6 W 94W 定格トルク: 0.2kg-cm~2.5kg-cm) 小形(定格出力: 40W~350W, 定格トルク: 1.4kg-cm~12kg-cm), 大形(定格出力: 0.12W~7 Kw, 定格トルク: 11.7kg-cm~420kg-cm)의 3 시리즈를 생산하고 있다. 이러한 것은 전번의 制御裝置群과 함께 電算機周邊 端末機器 OA機器 등의 정보기기 분야와 工作機械, 産業用 로보트, 搬送機器 등의 FA分野 태반을 커버하여 第二期의 서보 모터群이 되고 있다. 스테핑 모터는 60年代 후반에는 크나큰 시장을 이루었다. 그 主된 要因은 電子化된 프린터의 出現에 있다. 종래의 프린터는 하나의 모터를 동력원으로

로 하여 크릿치, 캄야링機構 등의 메카니즘에 따라 選字 종이보냄등을 행한다. 그것은 各各의 기능마다에 모터를 써서 各 모터를 독립하여 制御할 수 있는 것으로 복잡한 메카니즘을 필요치 않게 한다. 이러한 모터에 多數의 스테이핑 모터가 사용되고 있다. 其他에 磁氣디스크 使用의 記憶 媒體 裝置의 헤-드보냄, 팩시밀리의 종이보냄등 사이에서 驅動하는 것은 位置에 따른 制御를 필요로 하는 용도의 악체터로서 열림 루프-프制御로서 이용할 수 있는 특징이 있어 多量으로 사용되기에 이르렀다.

### 3. 現狀과 展望

#### 1) 直流서보 모터

서보 모터라는 것은 먼저 直流 서보 모터를 想起하게 되는 것은 잘 알려진 일이다. 그러나 먼저 말한 第二期의 서보 모터群으로 되어 있는 數kw 末滿의 出力으로 永久磁石界 磁形의 것은 모든 分野의 서보 機構의 악체터에 쓰여지게 된다. 그것은 (i)回轉數가 임의로 선정할 수 있다. (ii)始動 톨크 픽톨크가 크다. (iii)小形輕量으로 大出力을 얻을 수 있다. (iv)特性이 線形性이 풍부하여 制御性이 대단히 우수하다. (v) 効率이 좋다 또한 사용하기가 쉽다는 것이다. 또한 大電力用 트랜지스터가 各社에 의하여 製品化되어 트랜지스터 스위칭方式에 따라 高速 應答性이 있는 電力 制御 回路가 간단하게 구성될 수 있게 된다. 유일한 결점은 브라시와 코뮤티데이터에 의한 기계적 접촉부를 가지고 있다는 것이다. 그러나 브라시의 交換, 브라시粉의 清掃 등 點檢 補修管理의 번잡과 使用環境의 제약 등 없앨 수 없다는 데에 있다. 이러한 缺點을 除外하고 後述의 브라시리스 서보 모터가 開發된다.

#### 2) 誘導電動機形 서보

直流(DC) 서보 모터에 대한 交流(AC) 서보 모터라는 명칭이 昨今 잘 쓰여지고 있다. 이것은 直流 서보 모터의 유일한 결점으로 되어 있는 브라시 機構를 제외하였다. 브라시리스의 서보 모터로 되어 있는 것을 強調하는 의미가 있다. 表 1에 直流 서보 모터 이외에 브라시리스 구조로 되어 있어 브라시리스 서보 모터를 구성하고 있다. 다만 交流 서보 모터 혹은 브라시리스 서보

모터에서도 誘導電動機이나 同期電動機가 아주 다르지 않은 경우가 많다. 誘導電動機形은 回轉子에 바꾸니形 回轉子 構造를 가진 것이 一般的이다. 出力 10W 이하의 小形의 것은 二相交流 서보 모터가 쓰여지고 있으나 그 量은 적지 않다. 75년경 부터 誘導電動機의 톨크制御의 연구개발이 성행하고 있다.

톨크制御에 의하여도 直流 서보 모터와 同等의 성능을 낼 수 있기 때문에 값싼 誘導電動機를 쓰며 브라시리스 서보 모터를 실현할 수 있다는 것이 豫測된다. 그러나 低速度 영역에 있어서는 속도변동이 크며 制御回路가 복잡하여 高價로 된다. 이런 難點이 있어 今後에 과제로 남게 된다. 그러나 低速性보다도 오히려 6,000rpm 그것 이상의 高速域까지 사용할 수 있는 것은 혹시 數 Kw 이상의 大容量의 可變速度制御 모터로서도 效率 좋게 制御할 수 있어 産業用으로서 다수 사용된다.

### 3) 同期電動機形 서보

1) 永久磁石 回轉子形 브라시리스 서보모터  
 브라시리스 서보 모터는 종래의 브라시리스 모터와는 성능이 크게 다르다. 브라시리스 모터는 小形에는 永久磁石 回轉子形의 홀 모터, 홀素子모터 혹은 트랜지스터모터 등이 되어 VTR 用, 포노모터 혹은 磁氣디스크 驅動的의 스핀들모터등에 多量으로 사용되며 大形으로는 사이리스터모터, 無整流子 電動機등이 있으며 이것은 함께 構造의으로는 同期電動機의 종류에 들어 가며 定速回轉 혹은 좁은 범위의 可變速度 回轉制御用 모터이다. 브라시리스 서보 모터는 前述의 서보 모터로서의 기본성능을 가짐에 따라 오늘날에는 永久磁石 回轉子形으로서 同期電動機形의 것이 一般的으로 된다. 이것은 固定子에 三相電機子 卷線을 가져 回轉子是 釐라이트系 磁石, 혹은 希土類 磁石으로 만들어진 永久磁石 回轉子形의 同期 電動機 구조를 갖게 된다. 또한 回轉子 位置를 檢出하는 코뮤티이션 센서를 가져 回轉子の 絶對位置를 항상 檢출하고 그 信號에 따라 필요한 固定子 卷線에 順次電流를 보내어 그 電流值를 制御하는 것으로 回轉制御를 行하는 방식의 모터이다. 꼭 브라시付 直流 서보 모터의 固定子和 回轉子の 役割이 바뀌어 整流機構를 電子的으로 행하는 構

造가 된다. 性能은 直流 서보 모터와 同等하며 브라시가 없기 때문에 高速度 영역으로 응용에도 적용하며 將來性이 있다. 日本의 山洋電氣는 BL Super 시스템이라 稱하는 이러한 形式의 브라시리스 서보 모터와 그 制御裝置를 생산하고 있다.

모터 容量으로는 定格出力 80W~600W, 定格 톨크 2.5kg-cm~30kg-cm의 BL 825시리즈, 同出力 0.7Kw~6Kw, 同톨크 50kg-cm~430kg-cm의 BL 820시리즈와 偏平形으로 定格出力185W~3.5Kw, 定格톨크 6kg-cm~115kg-cm의 BL 826 시리즈로 되어 있다. 그리고 이 브라시리스 서보 모터群이 第三期의 서보 모터群으로 되어 있다. 그림은 偏平形 브라시리스 모터의 시리즈에 있다.

### 2) 스테핑 모터

스테핑 모터는 入力펄스 信號에 따라 모터端子에 直流電源을 순서에 맞게 切換하고 接續하는 것으로 出力軸이 一定의 角度回轉하는 모터로서 펄스信號의 數로서 回轉角度를 펄스信號의 바꾸어 돌아오는 周波數로서 回轉速度를 制御할 수 있는 것이다.

이 모터는 사이를 맞추는 驅動에 맞으며 閉루프制御로서 간단한 위치결정장치를 구성할 수 있기 때문에 簡易디지털 制御裝置의 軸터로서 多量이 쓰여진다. 市場은 一般産業機器 보다는 오히려 近年 急膨張하고 있는 端末機器 OA機器, 家電分野이다. 技術的으로는 回轉이 스테이프 모양으로 되어 있기 때문에 振動이 발생하지 않으며 負荷系와의 마팅技術과 마이크로 스테프 驅動, 簡單한 閉루프 制御등의 驅動技術의 확립을 필요로 하고 있다. 서보 모터는 自動化, 省力化등의 時代의 要求와 함께 그것을 制御하는 制御回路의 電子部品の 진보에 따라 발전하여 왔다. 그러므로 다른 機器와 같은 형태이다. 그래서 制御回路의 하드面의 발달과 함께 制御技術의 소프트變化도 나타내게 된다. 그것은 아나로그制御보다 全디지털制御에의 移行에 있다. 또한 중요한 것은 서보 모터는 스테이핑 모터를 除外한 모든 閉루프 制御가 행해지는 것이다.

閉루프制御를 위한 速度의 檢出, 位置의 檢出, 경우에 따라서는 加速度의 檢出이라는 檢出器가 있어 서보 모터에 結合된다. 서보 시스템

의 성능은 이 檢出器의 성능에 따라 결정되기 때문에 各種의 檢出器가 開發되고 있다. 이 檢出器는 表2와 같이 各種의 方式이 있으며 顧客에

表2 서보모터와 檢出器의 代表的 組合

	種 類	組 合					브레이크 取付の有無
		1	2	3	4	5	
速度檢出器	直流 다크·제네	○	○				有, 無
	엔 레 솔			○	○		
位置檢出器	엔 코 더	○		○			
	레 솔 버		○		○	○	

의하여 각己의 요구조합이 된 것이 다르다. 또한 주로 로봇의 分野에는 電源遮斷時의 自走防

止를 위하여 브레이크付를 필요로 한다. 表2에 보는 것과 같이 다만 檢出器로 브레이크에 한 것을 보면 多數의 組合이 생긴다.

其他 시프트形狀, 리드線長, 出口의 方向, 防爆形 등 고객의 요구가 다양함에 따라 메카트로닉스의 機構部品이 되는 서보 모터는 점차 多樣化 되고 있다. 端末機器, OA機器, 情報機器 등의 分野는 어느 정도의 多量 生産이 展望되나 一般産業機械, 工作機械, 로봇 등의 分野에는 多品種少量 生産製品이 된다.

그래서 多樣化하는 요구에의 對應方式과 補修 서비스 體制의 확립 등이 확실히 進다면 今後의 市場擴大에 對應하는 重要한 施策이 될 것이다.

## 用語解説

### ■ VAD法(氣相軸付法)

石英系 光화이버의 제조법 중의 하나로서 日本에서는 日本電信電話公社가 國內의 光화이버 메이커의 協력을 받아 獨自的으로 개발한 기술이며 이에 대하여 美國에서는 CAD(化學氣相蒸着)法이라고 불리는 光화이버 製造法이 主流를 이루고 있다. 石英系 화이버를 제조하는 것은 반는 접시로 되어 있는 石英管에 젤르마니움과 인 등을 包含한 깨스화된 四塩化 게이素를 파나로서 흡수하거나 石英粒子의 油煙을 管에 附着, 성장시키는 것이 出發點으로 되어 있다.

CVD法은 石英管에 수직으로 파나를 붙여 管의 内部까지는 外部에 油煙을 누적시키는 것에 대하여 VAD法에는 管의 軸方向의 밑으로부터 붙여 上下 方向에 油煙을 성장시키는 것이 특징이다. VAD法은 크나큰 石英粒子의 油煙를 形成하는 것이기 때문에 大量生産으로 品質도 좋아지게 된다. 日本의 경우에 電電公社는 全國縱斷의 光화이버 케이블網의 건설을 계획하고 있는데 지금까지 納品되고 있는 것은 VAD法으로 만들어 지고 있는 것이다.

### ■ L A N

로컬 에리어 네트워크(Local Area Network)의 略稱으로서 企業內 情報通信網이라고 번역된다. 호스트 컴퓨터를 비롯하여 各種 端末機, 電話, 팩시밀리 등을 光화이버 등에 함께 연결하여 社內의 情報通信을 高速으로 그리고 시스템적으로 行하는 役割을 한다. 컴퓨터, 通信機, 事務機 메이커들의 격심한 시스템 開發競争이 시작되고 있으며 그중의 하나가 美國의 제록스社가 컴퓨터 메이커의 DEC(DIGITAL EQUIPMENT), 半導體 메이커의 INTEL과 共同開發한 LAN 인서네트가 있다. 이것은 재작년 6月 시카고에서 개최된 세계 최대의 정보 처리 통신기기전 NCC(全美컴퓨터會議) 쇼에 出品하여 화제를 모았다. 현재는 일부의 기업이 실험적으로 LAN 導入을 시도하고 있는데 지나지 않으나 情報傳送手段의 디지털화와 함께 企業과 大學 官廳 등에서 LAN이 보급될 것은 確실하다. OA에 관련된 메이커 그리고 유저 등이 함께 크나큰 기대를 걸고 있다.