

加工精度的 向上만이 革新제품 첩경



李 奉 珍

〈강원대학교수 · 한국정밀기계학회장〉



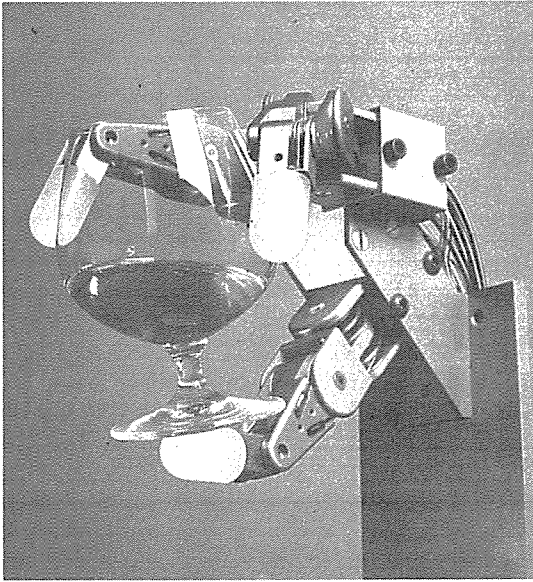
◇ 技術革新과 工作機械

紡績機械의 발명을 계기로 일어났던 영국의 산업혁명은 18세기의 생산양식을 一變케 하였으나, 그것이 정착되기까지는 무려 100여년이라는 시간이 소요되었다.

최초의 紡績機械는 1738년 Lewis Paul와 John Wyatt에 의해 발명되었다. 이 기계의 출

현으로 비로소 인간의 손을 거치지 않고서도 綿糸를 완전히 만들 수 있게 되었고, 더구나 한 女工이 여러대의 紡錘를 조작할 수 있게 되었다. 그러나 당시는 이 紡績機械를 운전하기 위한 충분한 동력이 없어서, 그후 40여년간은 그의 眞價가 발휘되지 못했었다.

1769년 James Watt가 증기기관의 원리를 발명했다. 그러나 그 심장부인 실린더의 내면을 가공하는 공작기계가 없었다. Watt는 급히 Jo-



hn Smeanton의 실린더를 가공하는 보오링盤을 만들어 받아 직경 28인치의 실린더內側을 가공하였더니 3/8인치의 오차가 생겨 피스톤사이로 동력원인 증기가 모조리 새어 나가 버렸다. Watt는 종이를 꾸겨, 또는 자신이 쓰고 있었던 모자를 벗어 꾸겨 넣어 그틈을 막는등 고심하여 보았지만 증기기관은 끝내 움직이지 않았다.

Watt가 어쩔줄 모르는 사이에 사건 6년 후 1775년 John Wilkinson이 직경 50인치에 오차가 1/16인치인 보오링盤을 발명해 냈다. 그때까지 3/8인치 즉 사람의 새끼손가락의 굵기 정도의 오차에서 1/16인치 즉, 1실링銀貨의 두께 정도의 오차로 줄일 수가 있게 된 것이었다. 더구나 Wilkinson의 보오링盤은 실린더의 全長에 걸쳐서 균등한 精度로 가공할 수가 있어서, 기하학적으로 정확한 원통을 만들 수 있게 되었다. 이래서 증기기관은 실용화되어 동력으로 사용되게 되었다.

이와같이 새로운 “機械時代” 18세기의 “産業革命”이 開化하기에 이르렀는데, 이는 19세기의 중반 약100년에 걸쳐 紡績機械, 증기기관, 이들 기계를 만드는 공작기계, 또는 농업기계에서부터 광산기계와 같은 여러가지 기계를 만드는 기술과 더불어, 이들 기계의 素材가 되는

鐵과 鋼의 精鍊技術등이 서로 관련되면서 발달되어 왔다. 이와같이 기술의 실용화에는 加工精度의 程度가 중요한 역할을 하고 있음을 알 수 있다.

精密技術은 加工精度를 主軸으로한 相關된 기술을 다루는 기술이라 하겠다. 특히 최근의 기술은 공작기계에 micro-computer, micro-electronics와 같은 새 技術의 活用으로 5 μ m 程度의 加工精度를 無人化할 수 있게 되어 공작기계의 성능과 가공의 한계가 尖端技術의 실용화의 한계라 보는 것이다.

한편 經濟力리는 것이 물질, 에너지 그리고 정보라는 3요소로 形成되어 있음은 주지되는 사실이다. 간단한 예로 농업에서의 種子는 물질이며, 에너지는 노동력이 되겠고, 정보는 농업에 필요한 지식이 될 것이다. 이와같은 관계는 LSI와 같은 半導體 素材와 NC공작기계, 로봇트와 같은 省力機械를 에너지로 하고 전자 계산기와 같은 情報機械를 매체의 수단으로 한 Factory Automation와 같은 현대기술도 高等의 精度概念이 토대가 되어 있음을 인식할 수 있다. 그럼 加工精度를 중심으로한 과거, 현재, 미래의 기술과 전망을 통해 우리의 현재와 미래를 생각하여 보기로 한다.

◇ 加工精度와 各種製品

현재 실용화되어 있는 대표적인 제품을 각각 加工精度에 의해 분류한 것이 <표-1>에 정리되어 있다. 기계부품은 形狀치수加工, 전자부품은 微細치수加工, 光學部品은 形狀치수·表面粗度加工을 주체로 분류되어 있다. 기계부품에 대해서 보면 현재 50nm(nano meter)=0.05 μ m의 精度가 가공한계라 볼 수 있다. 구체적으로는 video disk用 超精密壓印金型이 있다.

電子部品에 대해서는 IC(集積回路), LSI(대규모집적회로), video disk등이 μ m대 微細度의 pattern가공으로써, 加工精度로써 0.05 μ m 程度를 한계로 하는 高精密加工을 필요로 하고

있다. 더우기 한 段階가 높은 5nm程度의 加工精度를 필요로 하는 것은 超LSI이다. 물론 物質合成을 前提로 하는 格子素子(數+nano meter)의 가공을 필요로 하는 것은 1nm 이하(subnanometer)의 加工精度를 필요로 하며, 精密技術 내일의 課題이기도 하다.

光學部品으로는, 1 μ m程度, 形狀치수加工精度(平面度, 曲面度)의 정밀가공을 필요로 하는 정밀lens·prism, lazer·mirror 등이 있으며 이들의 表面粗度는 기계부품에 비해 한段階 높다. 즉, 光學的 mirror face가 요구된다. 加工精度 50nm~10nm程度의 것으로는 超精密lens, optical disk와 光回折格子 등이 있다. 이와 같이 첨단기술을 실용화시킨 技術革新製品에는 모두 정밀기술이 뒷받침되고 있음을 알 수 있다.

〈표-1〉을 참고로 우리나라 기계류의 국산품

과 수입현황을 고려하면 우리나라 정밀기술의 현황을 추측할 수 있을 것이다.

단, 여기서 강조하고 싶은 것은 선진국에서는 현재 50nm(nano meter) 加工정도의 공업화는 경제적인 측면에서 검토되고, 그 생산 방법을 정립하고 있다는 사실이다.

그리고 이와같은 의도가 FMS(Flexible Manufacturing system)와 같은 複合生産시스템에서 실현시키려는 것이다.

그러나 여기엔 새로운 切削理論(豫測的切削理論의 出現, 適應制御切削 Data bank 등) 制御理論(제어시스템에 digital computer를 組合시킴으로써 從來의 線型制御理論의 범위를 확대시키는 것 등) 그리고 시스템최적화 등의 여러 기술의 발전이 支援되고 있음을 유의하여야 할 것이다.

〈표-1〉 製品精度와 각종製品

製品精度	機 械 部 品	電 子 部 品	光 學 部 品
200 μ m	一般機械部品 家庭用機器	汎用電氣機具(switch, 電動기)	camera body
50 μ m	汎用 Gear, 나사, Typewriter, 自動車engine 部品, 미싱	電子部品外裝(package) 小型 motor, Transistor diode	camera shutter camera 鏡筒
5 μ m	팔목時計부품, 精密 Gear 나사, 超高速回轉軸受, 工作機械軸受, ball screw rotary compressor offset 印刷原板	電氣relay, 抵抗condensor, disk memory, silicon wafer, colormask, video head, cylinder,	lens, prism, optical fiber, conector
0.5 μ m	ball bearing, roller bearing, 精密wire, Hydraulic servo valve Gyro bearing, Air bearing guide, precision press die, roll screw	magnethead(VTR), magnet scale, CCD素子, 水晶振動子, magnet valve IC素子, magnetron	precision lens, prism, optical scale, IC 露光mask(X線) Lazer mirror, X線mirror(포물面 小傾角)
0.05 μ m	block gauge, diamond 壓子, 超高精度 XYtable guide, 超精密壓印金型(stamper)	ICmemory, videodisk LSI素子	precision flannel lens, 光回折格子 optical video disk
0.005 μ m	超高精度形狀部品(bearing, ball, screw etc.)	超LSI(超格子合成薄層, 等表面性狀中心)	超精密回折格子(超高精度形狀部面)

※ CCD : charge coupled device