

매분 10만번이상 회전하는 초고속 모터

李光榮

〈한국일보 부국장/과학평론가〉

매분 10만을 넘게 회전하는 초고속(超高速)모터(電動機-electric motor)가 만들어지고 있다. 일본 히타치(日立)회사가 매분 12만회전하는 초고속모터를 상품화 했는가 하면 미국 베크만회사가 최근 13만회전하는 초고속모터를 실용화, 모터의 마하시대를 열고 있다.

초고속모터의 용도는 무척 다양하다. 초고속모터는 우선 초고속 원심분리기를 탄생시킨다. 현대산업에서 초고속 원심분리기가 차지하는 비중은 무척 크다. 특히 요즘 한창 빛을 보고 있는 유전자 산업과 의료분야에서 중요하게 쓰이고 있다. 초고속 원심분리기가 없으면 세포 속에서 유전자(DNA)는 물론, 혈액 속에서 각종 성분을 정확히 분리해 낼 수 없다.

超高速 원심분리기 탄생

최근엔 초고속 원심분리기를 이용해서 값싸게 우라늄을 농축하는 길마저 열리고 있다. 초고속 원심분리기를 이용하게 되면 지금의 가스확산방식에 비해 에너지가 크게 절감되는 장점을 갖고 있다.

천연우라늄 속의 핵분열물질인 우라늄 235의 함량을 높여가는 데는 가스확산법과 원심분리법을 비롯해서 원자레이저법, 분자레이저법, 노즐(Nozzle)법, 플라즈마(Plasma)법, 화학교환법 등 여러가지 방법을 이용할 수 있다. 이중 실용화된 것은 가스확산법과 원심분리법이다. 가스확산법은 미세한 다공질막을 이용하는 것이다. 천연우라늄을 가스화해서 가느다란 구멍을 통해 뺏어내면 가벼운 쪽의 우라늄235가 빨리 통과하게 된다. 이같은 특

성을 이용해서 홀수 번호인 우라늄235의 함량을 높여간다. 초기 미국과 러시아(구 소련)·영국·프랑스 등 원자력 선진국은 모두 이 방법을 이용해서 우라늄을 농축했다. 지금은 가스확산법이 돈이 많이 들어 대부분 폐기하고 있다.

우라늄의 원심분리법은 질량의 차를 이용해서 홀수 번호인 우라늄235의 함량을 높여가는 것이다. 가스상태의 우라늄을 원심분리기에 넣고 고속으로 돌리면 무거운 우라늄238은 멀리 달아나고 가벼운 우라늄235가 안쪽으로 모인다. 그러나 우라늄을 농축하기 위한 원심분리기는 원자량이 3밖에 차가 나지않는 것을 골라 내야 하기 때문에 1분에 적어도 5만회 이상 도는 초고속이어야한다. 원심분리법을 이용하면 가스확산법에 비해 경비를 10분의 1 정도로 줄일 수 있다. 핵탄개발을 추진하고 있는 독재국가에서 분당 2만회 이상 회전하는 초고속 원심분리기는 물론 초고속모터의 수출을 통제하고 있는 것은 여기에 있다. 실제로 이라크는 초고속 원심분리기를 이용해서 핵탄의 폭약이 되는 우라늄235를 추출하려 시도한 것으로 알려져 있다.

純毛같은 인조실도 뽑아내

초고속모터는 또 치과에서 이(齒)를 충격없이 가는 일에서 각종 기기의 정밀가공은 물론 표면을 곱게 갈고 처리할 수 있게 하며 쪽 고르면서도 고운 각종 재료의 가루(粉末)를 얻어 낼 수 있게 해 요업·분말야금·균일한 합금·순도 높은 화합물 생산의 길을 열어준다.

매분 10만을 넘게 회전하는 초고속모터가 상품화되고 있어 모터의 마하시대가 열리고 있다. 초고속모터에 의해 탄생된 초고속 원심분리기는 유전자산업과 의료분야에서 폭넓게 활용되고 있는데 분당 30만회전하는 초고속모터의 등장도 멀지 않아 실현되어 산업계 전반에 획기적인 변혁이 기대되고 있다.

초고속모터는 방추(紡錘=spindle)의 회전속도를 크게 높여 질 좋은 인조실(絲)을 뽑아 낼 수 있게 한다. 방추의 회전속도를 매분 30만회전 정도로 올리면 천연 털실(純毛)과 같은 특성을 갖는 인조실을 뽑아낼 수 있는 길이 열리게 된다. 세계가 초고속모터 개발에 힘을 쏟고 있는 것은 여기에 있다.

모터가 세상에 선을 보이게 된 데는 프랑스 물리학자 앙페르(Andre Marie Ampere : 1775~1836)와 영국 과학자 패러데이(Michael Faraday : 1791~1867)의 공이 컸다. 앙페르는 1820년 전류가 통하는 두근 코일은 보통 자석과 마찬가지로 인력과 반발력을 갖는다는 사실을 알아 냈고 패러데이는 1831년 전자유도현상을 발견했다. 그후 물리적인 에너지를 전기적인 에너지로 바꾸는 발전기(發電機=dynamo)와 전기적인 에너지를 물리적인 에너지로 바꾸는 전기모터가 만들어졌다.

전기모터는 1850년까지 유럽의 여러 나라에서 선보였다. 그러나 이들 모터는 모두 실험실적인 작은 규모였다. 모터가 실용화된 것은 1873년 프랑스 엔지니어이자 발명가인 그램(Zenobe Theophile Gramme)에 의해서다. 그램이 발명한 모터는 직류정류형(直流整流發電機=DC commutator type)이었다. 그램의 실용 모터가 탄생하기까지는 영국의 스티전(William Sturgeon), 미국의 헨리(Joseph Henry)와 다 벤 포트(Thomas Davenport) 같은 발명가들의 노력이 뒷받침됐다.

최초의 실용 교류모터는 1888년 세르비아출신의 미국인 발명가 테스라(Nikola Tesla)에 의해서였다. 교류(AC)모터의 회전수는 60헤르츠(Hz)에

서 매분 3천6백회전이 한계. 따라서 AC모터의 경우 회전수를 높이려면 고주파(高周波)를 이용해야 한다. 매분 30만회전의 초고속 AC모터를 만들려면 주파수가 5천헤르츠가 돼야 한다. 직류(DC)모터는 전압(電壓)을 일정 간격으로 잘라 맥동(pulse)을 만들어 회전속도를 높이는 방법을 쓰고 있다.

그러나 모터가 실제로 매분 2만회 이상 빠른 속도로 회전하려면 기술적으로 해결해야 할 일이 무척 많다. 모터가 고속으로 돌면 우선 회전축이 마찰로 해서 높은 온도로 달아 오른다. 회전자는 강한 원심력과 공기저항을 받아 재질이 파손되기 쉽고 심한 진동을 일으킨다. 모터에 전기를 공급하는 방법도 종전의 브러시(brush)접전(接電)방식으론 불가능하다. 분당 2만회전 이상의 고속모터에서 냉각장치를 갖추어 고진공(10의 마이너스6~10승 토르)상태에서 볼 베어링(ball bearing)대신 공기쿠션을, 브러시 대신 전기적인 접전방식을 쓰고 있는 것은 여기에 있다. 그러나 회전축을 지탱해 주는 공기쿠션방식도 회전속도가 매분 15만회전을 넘어가면 문제가 따른다. 따라서 최근엔 초전도현상을 이용하는 방법을 찾고 있다.

한국선 7만회전에 성공

현재 우리나라의 고속모터와 고속원심분리기의 수준은 분당 2만회 정도. 연세대 공대 전기공학과李明鎬교수팀은 최근 매분 2만5천회전하는 초고속 원심분리기를 개발, 실험중이다. 분당 2만5천회전급 초고속 원심분리기는 국산 1호가 될 이 장치는 기계적인 부분은 기업이, 회전속도의 조절에서 운전 중 일어나는 발열·진동 등을 찾아내 자동조절해 주는 반도체칩(ROM)의 설

계와 제작, 전체적인 컴퓨터운영시스템은 이박사팀이 맡아 개발했다. 이 초고속 원심분리기가 실용화되면 매분 4백80에서 2만5천회전 사이를 마음대로 일정한 속도로 조절할 수 있게 된다.

한편 한국원자력연구소 초전도체연구실장 元東淵박사팀은 최근 이트륨(Y)계 고온초전도체를 사용해서 획기적인 초전도베어링을 개발, 이를 모터에 응용, 분당 7만5천회전에 성공했다. 초전도베어링은 초전도현상에서 나타나는 강력한 자력(磁力)을 이용해서 모터의 회전축을 허공에 띄워 모터가 회전할 수 있도록 하는 획기적인 방법이다. 원박사팀이 초전도베어링을 개발하게 된 것은 물체를 띄워 올리는(浮上)효과와 함께 한 곳에 꼭 잡아두는(束縛)효과를 갖는 특수 초전도체를 찾아냄으로써 가능해졌다.

원박사팀은 초전도체 연구를 하던중 이트륨·바륨·구리를 적정비율로 혼합해서 구워 일단 초전도체를 만든 다음, 이를 다시 섭씨 1천50도 정도로 가열해서 준용해공법(Quasi Melt Process)을 거칠때 부상(浮上)과 속박(束縛)효과를 동시에 나타내는 이상한 초전도체가 만들어진다는 사실을 알아냈다. 원박사팀의 초전도베어링은 바로 이 초전도반도체를 이용해서 모터 자체를 공중에 매달아 둘 수 있게 한 것이다.

초전도베어링이 실용화되려면 앞으로 해결해야 할 기술적인 문제가 많이 남아 있지만 모터 자체를 진공중에 띄워 돌릴 수 있는 길이 열려 모터의 회전속도를 20만회 정도 올리는 것은 간단할 것으로 보고 있다. 이렇게 되면 분당30만회 회전하는 초고속모터의 탄생으로 멀지않아 산업 전반에 걸쳐 획기적인 발전을 가져다줄 것으로 보고 있다. ㉔