



중국 장춘광학 및 정밀기계 연구소를 찾아서

글 : 이인원 박사/한국표준과학연구원
양자연구부장

1. 서 언

필자가 장춘 광학 및 정밀기계연구소(CIOM : Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics)와 왕래를 시작한 것은 '93년 봄부터 이었으니까 2년반 정도가 되는 셈이다. 처음에 CIOM의 광학담당 부소장과 교포과학자 한 사람을 표준연구소에 초청하였고 '93년 10월에는 필자가 CIOM을 방문하여 실험실을 돌아보고 많은 전문가들을 만나기도 했다.

'94년에는 CIOM의 당시 소장과 현재 소장인 중국인 두명을 초청하여 표준연구소와 국내 관련 기관과의 협력에 대해 논의할 기회가 있었다. 현재 CIOM의 젊은 전문가 1명이 박사 후 연수과정으로 표준연구소에

1년간 머무르고 있다.

CIOM은 중국과학원(Chinese Academy of Sciences) 산하 연구소이며 1952년에 장춘시의 남호(South Lake) 부근에 세워졌다. 초창기에 CIOM을 이끌었던 왕다행(Wang Daheng) 소장은 중국광학계의 대부로 인식되고 있는 분인데 우리나라의 이상수 박사님과 비슷한 시기에 동일한 대학인 영국의 Imperial College에서 광학을 공부하고 귀국하였다는 점이 흥미로운 사실이다. 그러나 CIOM은 중국의 중요한 연구 및 교육기관의 역할을 해왔으며 모택동, 덩소평, 강택민 등 최고 권력자들의 방문 사진은 이를 자랑스럽게 설명하고 있었다.

CIOM과 유사한 연구기관들이 상해, 서안, 북경 등 중국 각

지에서 CIOM을 표본으로 하여 설립되었으며 CIOM에서 양성된 전문가들이 이들 연구소와 대학에서 핵심적 역할을 담당하고 있다. CIOM에는 현재 부설 공장에서 일하는 1천3백명을 포함하여 3천명 정도가 근무하고 있다.

2. 주요 연구분야와 기술수준

○광학초차 제조기술

중국은 광학초차 자체생산 능력을 보유하고 있는데, CIOM에서 연구하고 제조실험을 수행한 광학초차의 종류만해도 1백종을 넘는다고 한다. CaF₂, BaF₂와 같은 적외선 투과 재료와 광학 결정도 생산되고 있으며 광학초차에 흡수물질을 침투시킨 흡수 필터도 제조되고 있

다. 광섬유를 뽑아내기 위해서는 굴절률 분포가 광섬유와 같으나 굵기가 훨씬 큰 광학유리 막대(prefabricate rod)를 먼저 제조해야 하는데 이를 CIOM에서 만들고 있다고 한다.

○광학계 설계 및 평가기술

광학계 설계에 있어서는 일반적인 광학계와 더불어 인공위성에 장착되는 광학계, 수중에서 사용되는 광학계와 고배율 줌 광학계, 광학계와 기계장치의 종합설계 경험을 충분히 갖고 있으며 소프트웨어는 CODE V 등의 상용 프로그램과 자체적으로 개발, 보완한 프로그램을 사용하고 있다.

세계적으로 유명한 광학초자 회사 제품과 중국에서 자체 생산되는 광학초자에 대한 자료와 설계된 렌즈에 대한 데이터 베이스가 잘 되어 있다고 자랑한다. 렌즈설계실에는 10대 정도의 PC가 주전산기에 연결되어 있었고 CIOM에서 가장 깨끗하고 잘 정돈된 공간이었다. 평가장치로는 OTF 측정장치와 ZYGO 간섭계 등을 갖추고 있다.

○광회절격자 홈 긁는 기계(Grating ruling engine)

Grating ruling engine들이 설치된 실험실은 진동방지, 온도조절, 먼지 등을 고려하여 여

러개의 문을 지나서 들어갈 수 있게 되어 있었으며 자체 개발한 기계들이 6~7대 정도 서로 다른 방에 설치되어 있었다. 제작가능한 크기는 30cm×30cm라고 하여 격자간격은 20선/mm에서 부터 2400선/mm까지 가능하다.

정밀회절격자 제조를 위해서는 좋은 기계 및 환경과 함께 숙련된 기술자가 필수적이라고 생각되는데 CIOM에서는 이 분야에서만 20년 정도를 근무하고 있는 전문기술자들을 만날 수 있었다.

○다이아몬드 가공기술

CIOM내의 응용광학실험실은 국가중심실험실(State key laboratory)로 지정되어 있어서 특별한 지원을 받고 있다. 응용광학실험실은 새로 지은 듯한 큰 건물과 주변의 작은 건물 몇개에 위치하고 있는데 별도의 작은 건물 안에 다이아몬드 선반을 이용한 정밀광학가공 시설이 설치되어 있었다. 이는 비구면과 비대칭 광학면 가공에 주로 사용되고 있으며 10cm 직경까지 가공할 수 있고 표면거칠기는 0.1 μ m 정도라고 한다. 베릴륨 거울을 가공하여 인공위성 광학계에 사용하고 있다고도 한다.

○광학박막증착기술

장춘광학 및 정밀기계연구

소에서의 광학박막연구는 1953년에 시작되었다고 하며 현재는 36종의 다양한 박막제조장치를 보유하고 있다고 한다. 또한 파장영역은 36종의 다양한 박막제조장치를 보유하고 있다고 한다.

파장영역은 연 X선에서 부터 적외선 까지이며 인공위성에서의 원격탐사, 레이저용 광학계, 가속기 방사광용 광학계 등에 사용되고 있으며 최근에는 soft X-ray용 다층박막을 제조하여 국제적 수준의 반사율을 얻었다고 한다.

○EO-theodolite 기술

1960년대 초에 theodolite 가 개발되었고 1964년에는 대형 광학계와 관련 부속 장치까지 개발함으로써 육군에서 사용할 수 있는 국제수준의 장치가 완성되었다고 한다.

현재까지 70대 이상의 장치가 레이저 거리측정기까지 부착되어 생산되었고 적외선 검출기와 추적용 TV도 탑재되고 있다. 목표물의 획득, 추적 성능을 향상시키고 측정 정확도와 실시간 측정 능력을 향상시키기 위해서 각도측정기술, 레이저기술, 적외선 및 TV기술, 전자 및 컴퓨터 기술이 연구되었으며 추적각도정확도는 10~30초, 측정각도정확도 1~2초가 최근의 수준이라고 한다.

○레이저 개발 및 응용

현재 중국 각지에 설치되어 있는 광학 및 정밀기계연구소들이 장춘 광학 및 정밀기계연구소를 표본으로 하여 파생된 사실을 앞에서도 기술하였지만 CIOM은 중국의 원조연구소답게 여러 종류의 레이저 개발에 있어서 중국 최초의 기록을 보유하고 있다.

루비레이저, He Ne레이저, GaAs레이저 등이 중국 최초로 CIOM에서 개발되었으며 특히 루비레이저가 1961년에 개발된 사실은 세계적으로도 상당히 빠른 레이저 발명 초창기였음을 알 수 있다.

연속출력가변파장 링 색소 레이저, ps 펄스 색소레이저, 16 μ m 라만 레이저, 엑사이머 레이저 등이 개발되었고 의료용 레이저 장치, 재료가공용 고출력 CO₂ 레이저 장치 등이 개발되었다.

정보처리와 광컴퓨팅과 관련하여 저장, 인식, 3차원 영상, 광스위칭, 광논리소자 등과 비선형 재료의 광특성 등에 대한 연구가 수행되고 있으나 상해의 SIOFM(Sanghai Institute of Optics and Fine Mechanics)에서 고출력 레이저 연구가 수행되는 등 다른 연구소로의 연구업무 이관 분담이 많아서인지 CIOM의 레이저 연구분야는 아주 활발하다고는 볼 수 없었다.

○분광측정기술

자외선, 가시광, *근적외선 영역에서의 분광측정과 색채측정 연구가 수행되고 있으며 원자외선과 연 X-선 영역에서의 분광측정장치와 광원 장치도 개발하여 보유하고 있으며 싱크로트론 방사광 장치를 개발하여 soft X-ray 리쏘그래피 연구를 수행하였는데 현재는 싱크로트론 방사광 장치는 다른 기관에 설치, 운용되고 있다. 중·저급의 monochromator가 개발되어 판매되고 있는데 가격이 비교적 저렴한 편이고 double grating monochromator도 개발, 판매되고 있다.

○정밀기계 부품 및 장치 개발

CIOM은 광학과 정밀기계 분야가 한 연구소 안에 존재하는 유리한 점을 잘 활용하고 있는 듯 하다. 광학기술의 응용으로 정밀기계 가공이 가능하며 정밀기계 기술의 지원으로 광학분야가 발전할 수 있다.

광학기술을 이용하여 정밀기계 부품인 angular encoder와 linear encoder를 개발하여 판매하고 있으며 grating ruling engine이 1958년에 정밀기계 기술의 결실로 개발되었고 1980년대 후반에는 0.2초의 각도 정확도의 circular grating ruling engine이 개발되었다. 광학기술과 정밀기계

기술의 결합으로 스텝퍼가 개발되었고 최근에는 micro-mechanics 연구실이 신설되어 X-ray 리쏘그래피를 이용한 micromechanics와 LIGA 기술에 대한 연구가 수행되고 있다. 정밀기계 분야에서는 공기배어링 기술, 3축 회전대, 정밀기어, harmonic drive 등도 개발되었다.

○부설공장

CIOM에는 50,000m²의 공장 건물이 있고 1천3백명이 부설공장에서 일하고 있다. 광학 부품가공, 정밀기계 가공과 장치조립이 이루어지고 있으며 가장 큰 비중을 차지하는 제품은 EO-theodolite인데 대형 theodolite를 조립평가 하는 공장은 천정이 특히 높게 되어 있었으며 여러대의 장치가 새로 조립되거나 수리 또는 개선을 위해 작업이 진행되고 있었다. 다른 제품으로는 정밀 goniometer, 디지털 표시형 자와 각도기, 레이저 Phototypesetter 등이다.

3. 기술협력에 대한 의견

중국의 다른 연구소들도 마찬가지로이지만 CIOM도 자기들이 보유한 기술과 개발된 제품을 판매하려는 노력을 하고 있다. 부설공장과 제품별로 상품화 팀을 구성하여 구성원들이

적극적으로 판매에 열을 올리는 것을 보면 기관의 방침이기도 하고 담당자에게도 어떤 인센티브가 주어지는 것 같았다. 우리가 CIOM과 협력할 수 있는 방법과 요령에 대해 몇가지 기술한다.

중국은 공산권에 대한 자유진영의 수출금지품목 지정과 구 소련과의 국경분쟁 등의 영향을 받아 중국내에서 자체적으로 소재에서부터 부품, 완제품에 이르기까지 모든 기술을 확보하는 체제로 발전시켜 왔다. CIOM의 경우 광학초차 생산, 설계, 광학기공, 박막증착, 조립 및 평가에 걸친 모든 공정에 대한 자체기술을 보유하고 있다. 폐쇄된 공산사회에서 성장해온 기술과 생산체계의 특성 때문에 여러가지 기술과 시설을 보유하고 있으나 그 모든 분야가 세계 최고 수준 또는 경쟁력 있는 수준에 도달할 수는

없는 것이다.

CIOM과의 기술협력을 통하여 우리나라의 연구소, 대학, 기업이 얻을 수 있는 것 중에서 기반기술을 먼저 생각해 볼 수 있다. CIOM에서 생산되고 있는 완제품이나 생산시설은 상품모델이나 디자인 등과 생산시설의 경제성 등 면에서 개선이 필요한 상황이므로 자본주의 선진국의 상품과 생산시설을 표본으로 삼는 것이 바람직하지만 각 공정과 관련되는 기반기술에서는 CIOM과 협력함으로써 우리의 실력을 건설하게 할 수 있다고 본다.

CIOM에서 개발, 판매하는 소재와 부품중에서 일부 품목을 선택하여 구입, 사용하는 것도 하나의 협력방법이 될 수 있다. 예를 들어 우리나라에서 분광측정장치를 상품화 개발한 경우 CIOM에서 제작된 광회절격자를 구입, 사용할 수 있으

며 중·소형의 monochromator도 서방국가보다 저렴한 가격으로 구입할 수 있고 각종 광원도 개발, 판매하고 있으므로 전체장치를 꾸밀때 이러한 유리한 부분은 중국산을 사용하고 컴퓨터, 전자부분, S/W 등은 국내에서 개발, 결합시키는 전략을 모색해 보는 것이 바람직하리라 본다.

전문가의 초청활용도 기술협력의 좋은 방법이 될 수 있다. 특히 장춘광학 및 정밀기계 연구소에는 교포과학기술자가 많이 있기때문에 이들을 초청할 경우 언어 소통에 문제가 없다는 장점도 있다. 전문가를 초청할 경우 실력있는, 필요한 사람을 잘 선정하는 것이 중요하며 양국간의 방문을 위해선 상당한 행정적인 절차가 필요하므로 시간적 여유를 갖고 접촉해야 하는 점에도 유의해야 하리라 본다.