

## 유럽의 加速器施設 現況

日本原子力産業會議가 파견한 「尖端技術 유럽방문조사단」의 보고서가 종합·작성되었다. 本稿는 이 보고서중에서 유럽合同原子核研究所(CERN)와 독일電子싱글로트론研究所(DESY)의 加速器施設을 소개한 것이다.

### 獨逸電子싱글로트론研究所(DESY)

이 연구소는 함부르크 시가의 근교에 위치해 있으며, 주로 고에너지물리학을 중심으로 한 시설이다. 방사광의 연구에 관해서도 고에너지 가속기의 일부를 이용하여 실시하고 있다.

1964년에 싱글로트론전자가속기 DESY (5~7.5 GeV)를 완성시켰으며, 또한 이어서 전자·양전자 충돌용 스트레에지링 DORIS (5.5GeV)를 1974년에 완성시켰다. 그 뒤에 23GeV까지 전자·양전자를 가속하여 충돌시키는 스트레에지링 PETRA를 1978년에 완성시켰다. 그리고 현재 더욱 대형의 신입자탐색용 양자·전자충돌링 HERA(일주 6.3Km)를 건설 중이며, 1990년 완성을 목표로 하고 있다.

또 DESY와 PETRA 등은 이 HERA의 전단계 가속기로서 양자를 가속하기 위한 개조를 병행해서 진행하고 있다.

동 연구소의 조직·운영은 소장 밑에 프로젝트 HERA, 연구, 가속기, 기계공장, 건설 및

관리 등 5개 부문으로 구성되며, 운영에 관해서는 과학위원회, 과학협의회, 물리연구위원회, 방사광연구고문, HERA 운영위원회에서 행하고 있다. 또 HERA의 건설비는 총액으로 약 10억DM이 소요된다고 한다.

### ▽ HERA用 검출기

HERA에는 H<sub>1</sub> 및 ZEUS 2기의 검출장치가 있다. 각각 건조비는 1억DM으로서 H<sub>1</sub>은 1.2 T, ZEUS는 1.8T의 초전도 마그네트를 갖는다. H<sub>1</sub>은 공간분해능, ZEUS는 에너지분해능이 우수하다는 특징을 갖는다.

충돌입자는 전자와 양자의 질량이 현저하게 상이하므로 검출기의 구조는 충돌점을 중심으로 비대칭으로서 양자 진행방향이 두꺼운 배치가 된다. 또 폴리프로피렌·화이버를 사용한 천이 방사검출기(TRD)를 조합하여 전자의 식별능력을 향상시키고 있다.

ZEUS의 건조에는 독일 외에 캐나다, 영국, 이스라엘, 이탈리아, 일본, 네덜란드, 폴란드,

스페인, 미국 등 모두 약 300명의 물리학자가 협력하고 있으며, 각 검출기의 제작에도 현물출자의 형식으로 이들 여러나라가 참가하고 있다.

#### ▽ HERA陽子電子蓄積링

축적링의 주위 길이는 6.3Km이며, 지하 약 20~30m를 굴착한 직경 5.2m의 터널안에 수납되어 있다. 실험홀은 동서남북의 계 4개소에 있고, 아래 부위의 깊이는 약 40m 전후이다.

터널내의 터널 중심선에서 외측의 상단에 양자축적링, 그 하단에 전자축적링이 배치되어 있다. 또 이들 기기의 설치와 보수를 위한 특수 대차주행용 차선이 터널 중심선에서 안쪽으로 자리잡고 있다. 터널 측면에는 전선지지대, 배관지지대를 모듈화해서 설치했고, 터널 하부의 마루 밑은 냉각액의 배관트렌치로 되어 있다.

터널 내로 지하수 등의 누수는 전혀 볼 수 없었다. 터널공사에서 가장 힘들었던 것은 가끔 직경 30cm 정도의 돌조각과 만나서 작업이 중지된 것과, 긴 터널에서 내부에서의 화재가 우려되었었다는 것이었다.

#### ▽ 放射光研究

HASYLAB(방사선연구시설)의 조직은 소장 이하 약 50명 정도로 구성되었고, 그 반수 이상이 공동연구자와 기술자이다.

이용상황은 매년 증가 경향이며, 이용자는 수백명에 이른다고 한다. 특히, 외국에서의 이용자가 많다. 실제로 실험현장의 상황은 30m×50m의 실험홀에 각종 실험대가 입추의 여지없이 세워져 그 수는 약 30에 이른다.

그러나 방사광원인 DORIS는 고에너지실험과 병용하고 있으므로 연간 방사광실험에 배당된 시간수가 연 3개월로 정해져 있어서, 그때에는 하루 24시간씩 일주일 단위로 연속운전을 한다. 가까운 장래에 삽입광원을 넣는 바이패스계

획이 있으나, DORIS를 방사광 전용으로 하는 생각은 없는 것 같았다.

#### ▽ 所 感

HERA의 양자·전자축적링 터널은 운동공원이나 주택가의 지하에 건설되어 있다.

원주가 6.3Km나 되는 거대한 가속기시설이지만 DESY가 소유하고 있는 용지는 서실험홀을 포함하는 종래부터의 연구소부지 이외에는 ZEUS, H<sub>1</sub> 검출장치 등을 설치하는 남, 북과 동의 극히 한정된 부지 뿐으로 기타는 모두 민간인 소유지나 공유지의 지하이용이다.

거대한 가속기의 건설에서는 터널공사를 포함하는 토목공사의 공사정밀도를 어떻게 확보하는가가 중요한 과제이다. 특히, 마그네트종류를 설치하는 기계작업과의 접점이 되는 마그네트설치대의 다리부분 앵커판의 요구정밀도는 문제가 된다. 일본에서는 토목공사에서 설치대 다리부분을 고정하는 앵커판을 개개의 정밀도로 콘크리트바닥에 매설하는데 까지가 책임범위가 되는 일이 많다. 그러나 DESY에서는 그 바닥의 정밀도가 기준에 대하여 (+) 4cm에서 (-) 6cm라는 거치른 마감이다.

금후 더욱더 거대화 혹은 정밀화, 고도화되어 갈 토목분야와 기계분야의 종합화, 종합시스템을 도모한 건설기준이 필요해 질 것이라고 사려된다.

#### 유럽合同原子核研究所(CERN)

CERN은 1953년에 발족한 유럽에서의 원자핵 물리학 공동연구기구이다. 본부와 연구시설은 제네바 중심부에서 자동차로 약 20분의 교외에 프랑스 국경과 접하여 위치하고 있으며, 시설群은 스위스·프랑스에 걸쳐서 설치되어 있다.

현재 유럽의 14개국(영국, 이탈리아, 오스트리아, 네덜란드, 그리스, 스위스, 스웨덴, 스페

인, 덴마크, 서독, 노르웨이, 프랑스, 벨기에, 포르투갈)이 출자·참가하고 있으며, 터키·폴란드·유고슬라비아 3개국과, EC·UNESCO 2개 기관이 업저버로 참가하고 있다.

스텝은 현재 약 3,400명이고, 또한 외부에서 약 4,000명의 연구자가 참가하고 있다. 예산규모는 1988년의 경우 연간 약 8억스위스프랑으로서 참가 14개국어 각 국가 예산규모에 비례하여 분담되고 있다. 인건비와 설비투자의 비율은 대략 반반(半半)으로 되어 있다.

### ▽ 施 設

CERN의 가속기 群은 PS(플로톤·싱클로트론), SPS(슈퍼 PS)와 현재 건설중인 LEP와 이들을 보조하는 ISR, AA 등으로 되어 있다. 이들 가속기는 모두 소입자물리의 여러가지 실험에 사용되고 있다. 또 이들과는 별도로 소형의 SC(싱클로·사이클로트론)이 低에너지 실험에 사용된다.

PS는 1959년에 건설된 직경 200m의 양자싱클로트론이다. 50MeV의 라이낙에서 방출된 양자를 부스터에서 800MeV까지 가속하여 PS에 入射한 후에 28GeV까지 가속할 수가 있다. PS는 당초 양자를 표적으로 충돌시키기 위하여 사용되었으나, 현재는 SPS에 양자와 反양자를 공급하기 위하여 사용되고 있다. 또 1983년부터 가동되고 있는 LEAR에 反양자를 공급하는데도 사용되고 있다.

PS는 장래 SPS를 통하여 LEP에 전자·양전자를 공급하기 위하여 사용하게 되어 있다.

반양자를 축적하기 위하여 직경 50m의 AA 링이 1981년에 설치되었다. 이 AA 링은 PS에서의 양자를 표적에 충돌시켰을 때에 발생한 反양자를 축적한 후에 다시 PS에 입사시키게 되어 있다.

SPS는 지중의 터널에 설치된 직경 2.2Km, 최고에너지 450GeV의 양자싱클로트론으로서

1976년부터 가동하고 있다. 그 후에 이 SPS는 개조되어 PS에서 입사된 양자·반양자를 270 GeV까지 가속하여 충돌시험을 하도록 되었다. SPS에서는 현재 표적에의 양자충돌시험과 양자·반양자의 충돌시험 두가지가 시행되기 때문에 UA<sub>1</sub>·UA<sub>2</sub>라는 두개의 실험실이 설치되어 있다. 또 장래 LEP에 전자·양전자를 공급하기 위한 20GeV의 부스타로 사용하게 되어 있다.

### ▽ LEP의 概要

LEP는 현재 건설중인 전자·양전자 충돌실험용의 가속기이고, 지하 약 100m에 굴착된 주위 길이 27Km의 터널에 설치된다. 완성되면, 세계 최대의 가속기로서의 위치를 당분간 유지할 것으로 생각된다.

건설은 1983년부터 시작되었으며, 1987년에 마그네트 설치가 개시되어 얼마전에 전체 마그네트의 설치가 완료되었다.

CERN에서는 장래의 계획으로서 LEP터널을 이용하여 초전도 마그네트에 의한 8,000GeV의 대형양자싱클로트론(LHC)을 건설할 것을 계획하고 있다.

### ▽ 印 象

스위스 쪽의 현장과 프랑스 쪽의 현장과의 통행은 CERN의 관계자를 위한 전용도로가 마련되어서 국경의 검문을 안받아도 되게 되어 있다.

LEP 그 자체는 역시 예상 이상의 규모로서, 특히 검출기의 규모에는 압도당하는 점이 많았다.

3년 후에 유럽통합이 실현되면, GNP에서 미국을 초과하는 세계 최대의 국가가 생긴다고 하는데, CERN은 이것을 한걸음 앞당기는 사실로서 실현하고 있다.