

## 日, 초전도 발전기 실증시험 개시

초전도 발전 관련기기·재료기술 연구조합이 간사이(關西) 전력 오사카발전소 구내에 건설하여 왔던 출력 7만kW급의 초전도 발전기 모델기가 회전자 부분의 부착을 끝으로 완성되었다. 초전도 발전기의 성능이나 운전 신뢰성 등의 확인을 목적으로 한 실증시험 연구를 수행할 설비로, 앞으로 기기의 조정을 거쳐 시운전을 개시할 예정이다.

이 연구는 초전도 발전 관련기기·재료기술 연구조합이 통산성 공업기술원의 「뉴 선샤인 계획」의 일환으로 신에너지·산업기술 종합 개발기구(NEDO)의 위탁을 받아 1988년도부터 11년 계획으로 추진하고 있다. 이 연구조합은 도쿄, 간사이, 추부(中部)의 전력 3사와 전력 중앙연구소 등의 전력업체를 비롯하여 히타치 제작소, 도시바, 미쓰비시 전기의 중전(重電) 3사나 대규모 전선업체, 철강, 냉동 공조 등 관련된 16법인으로 조직되었다. 초전도 발전기를 축으로 각 요소 기술인 초전도 선재나 냉동 시스템 및 토털 시스템의 연구를 수행하고 있다.

발전기의 코일에 초전도 도체를 사용한 초전도 발전기는 기존의 발전기에 비해 발전기 효율을 1% 정도 향상시킬 수 있으며, 기기

의 크기나 중량은 약 절반가량 절약할 수 있다. 또 송전선으로 보낼 수 있는 전력을 1.2-1.5배 끌어 올릴 수 있어 에너지 절약이나 자원 절약 효과가 커져 지구 환경보호 문제에도 커다란 공헌이 기대된다.

이 연구조합은 지금까지 초전도 발전기를 구성하는 각부의 구조 신뢰성 등 요소기술의 연구를 비롯하여, 부분 모델을 이용한 코일 법이나 제조법 등의 검증을 실시하여 7만kW급 모델기의 제작에 필요한 기본 기술을 확립했다.

작년 봄까지 회전자를 극저온에서 냉각하여 초전도 상태를 만들어내는 헬륨 냉동시스템을 오사카 발전소 내에 설치했다. 또 작년 가을까지 모델기의 회전자 및 고정자 제작을 끝내고, 금년 초부터 오사카 발전소 내에서 설치 작업을 수행해 왔다. 1월 8일에는 고정자 부분을 설치하여 7만kW급 초전도 발전기의 모델기가 완성되었다.

앞으로 약 1개월 간의 기기 조정을 거친 후, 4월부터 시운전을 개시한다. 6월에는 통산성 검사가 예정되어 있다. 실증 시험에서는 초전도 발전기의 운전 성능, 운전 신뢰성을 냉동 시스템과 함께 종합적으로 검증하면

서, 20만kW급 파일로트기를 설계, 제작하 기 위한 데이터를 얻기로 했다.

## 日, 전력 관리시스템 개발

일본의 전기기기 제조 회사인 마크텍은 전력 회사와 계약한 최대 소비전력을 초과하지 않도록 전기기기의 가동 상황을 자동 콘트롤 하는 절전 시스템을 개발, 판매에 들어갔다. 전력회사가 피크시의 소비전력을 근거로 기본요금을 산정하는 방식을 확대해 나가려는 것에 착안, 첫해에 6,000대의 판매를 예상하고 있다.

새로운 시스템의 명칭은 「디스코메틱 파워메네이저」이다. 소비전력을 계측, 연산, 관리하는 [노드]와 노드로부터의 신호를 처리하는 [시퀀서] 장치로 구성되어 있다. 노드는 과거 소비전력의 추이를 근거로 연산하여, 30분 후의 전력량을 예측하는 장치이다. 노드에는 사전에 최대 소비전력의 수치를 설

정해 놓는다. 여름 피크시 등에 소비전력이 설정치를 초과하면, 노드가 공조 설비를 일정시간 정지시킨다든지, 모터의 회전수를 떨어뜨리는 방법으로, 업무에 지장이 없는 범위 내에서 소비전력을 자동으로 줄인다. 관리하는 전기기기의 수는 자유로이 설정할 수 있다.

전력 각사는 연간 최대 소비전력을 근거로 기본요금을 산정하는 [실량 계약방식]을 100kW 이상의 계약자에게 적용시키고 있다. 이 방식의 계약자인 경우, 이와 같은 절전 시스템을 채용하면 최대 소비전력을 30kW 절감하면 요금 할인제도를 고려하지 않는 단순 계산으로 연간 42만엔 정도의 전력 요금이 절약된다.

## 소형기기용 피복내열 전선 개발

일본의 古河 전기공업은 수십 암페어 정도의 전류를 사용하는 소형기기용의 내부전선 재료인 2중 피복 내열전선을 개발했다고 발표하였다. 단선의 동선에, 전자선 가교

ETFE(에틸렌테트라플로로에틸렌)를 2중 피복한 제품으로, 자기 지름으로 마는 등, 고굴곡에도 절연 특성의 약화 원인이 되는 주름이 발생하지 않는 특징을 가진다. 이 계

품으로 신뢰성을 유지하면서 기기의 소형화를 도모하여, 과전류 차단용 코일의 채용을 결정했을 뿐 아니라, 가전이나 전기 자동차, 산업기계 분야의 용도 개척을 추진할 방침이다. 6월에 출하를 개시할 계획이며, 첫해에는 1억 5만엔, 3년 후엔 3억엔의 매출을 목표로 하고 있다.

신제품은 「DEX-F」로, 도체 사이즈 직경 1.4-3.2mm를 표준으로 피복층(0.1-0.2mm두께)을 2층으로 코팅했다. 내열 재료인 ETTFE를 사용한 연속 내열 온도 135℃(F종내열)을 확보함과 함께, 내한성(영하

100℃)이나 내유성도 갖는다. 또 연속 내열 온도 200℃(H형) 타입도 상품화할 예정이다. 타겟 분야인 과전류 단절 용도는 이제까지 면으로 감은 선과 함침 에폭시 와니스로 코일을 만들었으나, 번잡한 수공의 해소나 작업 환경의 개선이 요구되고 있다. 신제품을 도입하는 것으로 이런 과제를 해소할 수 있을 것으로 보고 있다. 게다가 가전 제품의 소형화나 전기자동차, 산업 기계용으로도 용도가 기대되어 적극적인 보급활동을 전개해 나갈 방침이다.

## 美-日-中, 해저 광케이블망 건설

일본전신전화(NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE)는 미국 AT & T, 중국 郵電省, 국제전신전화(KDD)와 공동으로, 미국-일본-중국을 연결하는 해저 광섬유 케이블망을 건설한다. 이 프로젝트의 투자액은 1,000억엔 규모로, 2000년에 완성하는 것으로 예정되고 있다. NTT는 '99년에도 국제 통신 진출이 전면 해금되기는 하지만, 태평양의 대동맥에 자사 회선을 가지는 것으로 KDD와 정면 경쟁하는 체제를 갖 추게 된다.

새로운 케이블은 통신 수요가 급증하고 있는 미국-중국 간의 회선 증강이 최대의 목

적이고, 국제 전화 외에 인터넷 통신에도 이용한다. 총용량은 매초 100Gb(1G는 10억) 부족하여, 전화회선으로 말하면 약 백만회선에 상당한다. 용량비 4분의 1 정도의 회선으로도중에서 분기하여 일본에도 접속한다. NTT의 참가는 중국 측의 프로젝트 당사자로 있는 郵電省의 강력한 요청으로 실현되었다. 당초 AT & T이나 KDD등, 각국의 국제통신이 중심으로 되어 구상을 진행하고 있었지만, NTT는 국회에서 국제통신해금의 법률 개정이 결정된다고 해서 참가가 실현된 모양이다. 발기인으로서 미 장거리 전화회사의 MCI나 스프린트, 한국의 통신 회사도 들

어가 있다.

참가하는 각 회사는 회선의 수요 조사에 착수, 취득하는 회선 용량, 투자 분담액등을 채워, 연 내에 착공한다. NTT의 용량이나 투자액은 미정이고 단지 KDD에 대하여 케이블의 일본 상륙도 자체의 설비를 만들어

다를 생각으로, 국제통신회사로서의 진용을 갖추게 된다. NTT는 분리·분할후에 「NTT 장거리」의 형으로 국제통신에 진출할 수 있다. 단지, 지금까지는 타사에서 국제 회선을 빌리는 「제2종 통신회사」라는 조건으로 사업을 시작할 예정이었다.

## 고성능 ‘로봇’으로 고속도로의 교량 용접

고오베 제강소와 나가비시(長菱) 엔지니어링은 고속도로의 교량 용접을 효율적으로 시행할 수 있는 [고속도로 주연(연)용 로봇 용접 시스템]을 공동 개발했다. 이 시스템은 건설 작업이 본격적으로 이루어질 제2 도오메이(東名) 메이싱(名神) 고속도로를 위해 개발된 것으로, 고오베 제강소의 용접 장치와 나가비시의 용접 로봇을 조합, 이를 시스템화 한 것이다. 이제까지 사람 손에 의존하던 고도의 용접을 자동화 하였다고 한다. 앞으로 양사에서는 교량 공사의 어플리케이션에 판매해 나간다.

최근의 교량은 건설 코스트를 삭감하기 위해 연수(연數)를 대폭 줄이는 한편, 강도를 보강하기 위해 판의 두께가 두꺼워져 용접하기가 어려워졌다. 특히 제2 도오메이 메이항(名阪)의 교량은 거의 모두가 이와 같은 새로운 구조로 된다고 한다. 이번에 개발한 시스템은 고오베 제강의 용접 장치인 [세그아

크]와, 나가비시 엔진의 용접 로봇인 [이시마쓰]로 구성되어 있다. 이시마쓰가 상하 후판 프랜지의 용접을, 세그아크가 세로 부분의 후판 웹의 용접을 담당한다. 소프트웨어를 개량해 용접조건의 변경도 간단히 할 수 있도록 하였다.

가격은 세그아크가 230만엔, 이시마쓰가 700만엔이다. 1개소의 용접 현장에서는, 세그아크 1대, 이시마쓰 3대가 표준 시스템 구성이다. 이와 같은 시스템을 사용하면 이제까지 평균 하루 이상 걸렸던 1블록의 용접 작업이 하루 이내에 된다고 한다. 제2 도오메이 메이싱에서는 합계 약 100개의 교량이 건설될 예정으로, 앞으로 많은 교량 용접의 수요가 있을 것으로 보고 있다.

## 日 미쓰비시중공업, 가압유동상 복합발전 시스템 개발

미쓰비시 중공업은 홋카이도 전력의 점동후진(苫東厚真) 발전소 3호기를 위해 건설해 온 가압 유동상의 복합발전시스템(PFBC)에서, 정격 출력 100%, 333시간 연속 운전에 성공했다. PFBC는 높은 발전 효율과 환경면에서의 이점으로 인해 주목을 받고 있는 신시스템이기는 하나, 이제까지는 석탄을 연소한 다음의 탈진 기술 확립이 어려워 계획이 늦어지고 있었다. 이번에, 최대 장애였던 정밀 탈진 장치의 기능을 확인함으로써, 세라믹 필터를 채용한 PFBC로서는 최초로 상용 운전에 길을 열었다.

PFBC는 가압 유동상 보일러에서 발생시킨 증기를 증기 터빈에 공급하는 한편, 고온, 고압의 연소 가스를 가스터빈에 공급하는 복합 발전시스템이다. 송전에서 40% 이상의 높은 발전효율을 확보할 수 있을 뿐만 아니라, 연료인 석탄을 석회석과 함께 연소 시킴으로써, 유황산화물이나 질소산화물을

로내에서 직접 제거할 수가 있다. 종래의 발전 플랜트에 필요한 내연 탈류 장치는 필요 없게 된다. 점동후진 3호기는 출력 8만5천 kW이다. 미쓰비시 중공업은 당초 '96년 10월에 운전을 개시할 예정으로 건설해 왔으나, 시운전에서 장애가 연속으로 발생, 홋카이도 전력은 운전개시를 '98년 봄으로 연기했었다.

가장 큰 문제는, 연소 가스를 가스터빈에 보내는 전과정에서의 더스트 제거이다. 미쓰비시 중공업은 매우 낮은 농도까지 더스트를 제거할 수 있는 관상과 허니컴상, 2종류의 세라믹스제 필터에 의한 장치를 개발했다. 그러나 허니컴상 필터에 막힘이 발생, 연속 운전이나 최대 출력 운전이 어려웠다. 때문에 작년 말부터 50일 동안 시운전을 정지하고 원동기 부문의 기술자를 투입해 개조를 진행해 왔다.

## 소형모터 발전에 기여하고 있는 永久磁石

소형모터의 종류는 다양하지만 최근에는 대부분이 영구자석을 사용하고 있다고 해도

과언이 아니다. 그 이유는 영구자석의 특성이 계속 발전 진보돼 왔다는 점에 있다. 영구자석을 사용한 모터가 소형, 경량화되고 응용범위도 확대되고 있다. 또한 영구자석의 발전과 동시에 제어기술등의 주변기술의 진보가 동시에 이루어지고 있기 때문이다.

과거 일본의 경우 영구자석의 생산증가는 소형 모터에의 응용에 의해서 현저하게 증가되었다. 하지만 최근에는 모터등의 첨단 기술제품이 해외생산의 영향도 있고 영구자석 전체의 생산량 역시 증가하지 않고 있다. 기술 생산의 空洞化가 우려되고 있는 것이 현실이지만 영구자석에 대한 연구는 아직도 일본이 주도하고 있다.

### ■ 영구자석의 시장동향

자동차에는 Power모터, Power window 모터등, OA기기, AV기기등이 각종 모터에는 영구자석이 사용되고 있다. 영구자석은 1960년대부터 약 30년에 걸쳐서 상당한 수준의 신장율을 보이고 있다. 최근 수년동안 전체 신장율은 다소 낮지만 材料的 측면에서 볼 때 고성능 자석인 希土類磁石은 신장되고 있다. 韃라이트 자석의 경우 생산과 소비가 해외 현지에서 이루어져 실질적인 증가세를 나타내지 않았거나 기기의 소형화에 의해 數量的 증가는 있었지만 생산량은 오히려 감소되고 있다.

또한 영구자석의 용도비율의 변천에 있어

서는 1970년대까지는 영구자석 대부분이 스피커에 사용되었다. 1960년대에 자동차용 와이퍼모터등에 韃라이트 자석이 사용되기 시작하여 모터에 영구자석이 응용됨으로써 소형화와 Cost performance(費用對 性能比率)면에서 여러 가지 利點이 있는 것으로 인식돼 왔으며 모터에 자석의 응용이 활발해지기 시작했다고 말할 수 있다. 더욱이 韃라이트 자석은 그때까지 사용돼 왔던 高價資源인 Co, Ni를 사용하는 알니코 자석에 비해서 主原料가 가격이 저렴하고 자원적인 측면에서도 安定的인 산화철이었다는 것도 활성화시키는 하나의 요인이었다.

응용이 폭넓게 이루어지면서 영구자석의 성능 향상에도 기대하게 되었다. 1970년대에 개발된 希土類 金屬磁石인 Sm Co 자석은 알니코 자석의 2~4배의 자기에너지를 저장할 수 있는 保磁石이 크기 때문에 모터 Concept의 혁신을 이룰수 있었으며 輕薄短小의 전자기기의 출현을 가능케 하였다. 더욱이 고성능 영구자석 NdFeB 자석이 1980년에 개발되어 모터에의 응용이 확대 발전돼 왔다.

그 결과 1980년대 후반에는 영구자석의 주요 용도는 모터류로 되었다.

### ■ 기술동향

일반적으로 강자성체에 자계를 주면 자석이 되는데 히스테리시스로 묘사된다. 영구자

석은 第 2象限의 減磁曲線上에서 사용되며 殘留磁束密度 Br가 높은점 保持力 Hc, Hci 도 큰점. 특히 최대 자기에너지 축적(BH)<sub>max</sub>가 큰점이 요구된다.

영구자석의 개발은 역사적으로도 아주 오래 되었으며 현재까지 각종 영구자석재료가 개발돼 왔다. 연구개발 목표는 항상 高磁氣 에너지 축적자석이였다.

먼저 알니코 자석은 MK 鋼(Fe<sub>12</sub>Al<sub>25</sub>Ni), 新 KS 鋼(Fe<sub>30</sub>Co<sub>20</sub>Ni<sub>7</sub>Al<sub>1</sub>Ti)을 토대로 개발된 것으로 대표적인 알니코 5, 알니코 8등의 재질은 스텝핑 모터로 코아리스모터 보다 다소 빠른 시기에 많이 사용되었다. 그러나 1970년대 韃拉이트 자석, 거기에 希土類磁石으로 바뀌어졌다. 그 이유중 하나는 원료 문제이다. 알니코 자석의 주원료중 하나인 Co는 자이레, 잠비아등 아프리카 제국에서 수입되어 왔기 때문에 이들 국가의 정치적 불안과 환율변동에 의해 Co의 수입이 어렵고 가격이 불안정했기 때문이다.

또한 제품의 경박 단소화가 이루어지기 시작하면 자기에너지의 축적량이 많아지고 保持力 이 큰 希土類磁石에 비해 가격우위 제품으로 韃拉이트 자석이 될 수밖에 없었다.

韃拉이트 자석은 BaO, 6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SrO · 6Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>로 구성되어 있으며 원료면에서도 안정적으로 조달이 가능했다. 따라서 가격이 저렴한 점에서 1960년대에 모터에 적용되기 시작했다. 특히 자동차의 직류모터계자(界磁)에 응용이 되기 시작하면서 현대에는 자

동차에 십여개의 자석식 모터가 장착되어 있다. 고객들이 모터의 소형화를 위한 특성향상을 강력히 요구하고 나서자 관련 메이커들은 자석의 고성능화를 위해 전력을 기울이고 있다. 더욱이 OA기기가 보급되기 시작하면서 Stepping 모터에 韃拉이트 자석을 응용하게 되었으며 韃拉이트 자석의 Ring 形狀에서의 특성 향상을 위한 Radial 異方性, 極異方性 자석이 개발되었다.

세번째로서 希土類磁石인 Sm Co자석은 1970년대에 개발되어 Sm Co<sub>5</sub>로 대표되는 1-5系 Sm Co 자석은 자기에너지 축적량이 20MGOe로 알니코 자석의 수배이며 더욱이 2-17系 Sm Co 자석은 Sm-Co-Fe-Cu-Zr로 組成되었으며 자기에너지 축적량도 30 MGOe에 가깝고 경박단소의 전자기기의 Need에 부응한 재료로 되었다. 더욱이 1980년대에 이르러 Sm-Co 자석의 資源 특성의 한계를 벗어난 새로운 재질로서 Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B 금속화합물을 主相으로 한 NbFeB系 자석이 개발되었다. Nd系 希土類磁石은 고온에 약해 여러 가지 문제점들을 안고 있다.

또다른 영구자석의 하나인 Bond자석은 영구자석 재료인 분말프라스틱과 고무등을 결합제로 한 結合(Bond)자석이다. 이들 본드 자석의 변천 역시 韃拉이트系 자석이 시초이며 Sm Co<sub>5</sub>, Sm<sub>2</sub>Co<sub>17</sub>系, NdFeB로 발전돼 왔다. 본드자석은 사출형성, 압축형성에 의해 成形되기 때문에 燒結등의 공정이 없이 형상적으로 이루어지는 특징을 갖고 있는 자

석이다.

모터에 응용하는 경우 영구자석의 선택에 필요한 사항으로서 자기특성의 온도에 의한 변화(溫度計數), 자석의 형상, 내열성 등이 있다.

모터에 무엇보다 가장 많이 사용되는 재료는 웨라이트로 웨라이트 자석은 직류모터 界磁에 많이 사용되고 있다. 잔류자속 밀도 Br의 높은 점이 요구사항이지만 한편으로는 전기자반작용(電機子反作用)등의 減磁에 필요하고 자석의 크기를 작게하면서 保持力은 크게 하는데 유용하다.

특히 최근엔, 에어컨등 비교적 출력이 큰 모터의 경우에는 減磁耐力이 요구되고 保持力이 큰 재료에 관한 요구도 높아지고 있는 실정이다. 웨라이트 자석의 제조기술은 磁氣特性的 理論値에 거의 육박하고 있지만 더 나은 연구결과를 얻기 위해 전력을 기울이고 있는 실정이다.

모터 응용 가운데 Stepping 모터에는 Ring 형상의 자석이 사용되고 있고 Ring 형상의 특성향상도 연구하고 있다.

#### ■ 향후 동향

소형모터에 영구히 응용되고 소형모터의 진보에도 기여해 오고 있는 영구자석은 高性能化, 사용상의 이점, Cost performance에서의 뛰어난 점등이 기존재료의 개선과 신재료의 탐구에 박차를 가하게 하고 있다. 기존재료의 고성능화는 希土類磁石의 경우 NbFeB系 자석에는 산화물개재물(酸化物介在物)을 절감시키는 저산소화와 配向性 향상등의 process를 개량함으로써 이를 성능이 더욱 좋은 것으로 만들기 위해 노력을 기울이고 있다.

또한 NbFeB系 자석에 계속 영구자석을 사용할지 여부는 세계 각국에서 연구 검토되고 있다. R-Fe-N系 窒化物系新材質, Soft相과 Hard相을 Nano Scale의 크기로 複合해서 활용하고 있는 交換 spring 자석, 또 異方性 NdFeB系 Bond 자석 분말의 제조법으로서는 HDDR(Hydrogenation Decomposition Desorption Recombination)등이 있다. 앞으로도 여전히 성능이 우수한 새로운 자석의 연구개발에 의해 모터의 혁신적 발전에 기여할 것으로 기대되고 있다.

## 中國, 삼협담 송전선 공사 착공

삼협담 발전 전력을 중국 각지로 송전하는 총 연장 9,100km에 달하는 송전선 공사의



제 1단계 구간공사가 지난 3월 26일 重慶市에서 착공돼 수요 기자재 공급 가능성에 우리기업들의 관심이 요망되고 있다.

이 송전선 사업은 총 공사비 275억원에 상당하는 공사로, 총 84개 구간공사로 나누어져 있으며 5천V 송전전선이 대량 소요되는 외에도 2,475KVA급 변전소 40개소를 필요로 하는 대형공사다.

전체 구간의 공사완료 예정시점은 삼협댐 제 1기 주발전기 설치가 완료되는 2003년이 될 것으로 보인다.

한편 이번 삼협댐 송전선 공사를 비롯한 중국의 송전선 사업은 지난 '95년 11월 별도 법인으로 설립된 中國電網建設有限公司에서 관장하고 있다.

공사비는 國家開發銀行에서 제공하는 자금을 사용토록 배정되어 있는 것으로 알려져 있다.

■ 中國電網建設有限公司

- 주소 : 北京市 海澱區 北峰窩 喬健里 2號
- 전화 : 86-10-6395-5127
- 팩스 : 86-10-6398-2070
- 총경리 : 周小謙
- 기자재 구매 담당부서 : 物資部
  - 담당자 : 魏恭華
  - 전화 : 86-10-6395-5676

■ 中國電力工業部 (동사 상급정부기관)

- 상기공사 지휘감독 부서 : 建設協調司 基建管理處
  - 담당자 : 蘇力
  - 전화 : 86-10-6341-5019
  - 팩스 : 86-10-6601-6084

## 중국 原電受注 競爭 불붙어

일본의 원자력기기메이커와 전력회사들이 '21세기의 원자력대국'을 목표로하는 중국에 높은 관심을 보이고 있다.

일간 공업신문 보도에 따르면 중국 원자력 발전소 건설이 관심을 모으는 것은 그 계획이 단위가 크기 때문이다. 발전설비용량에서 2010년 2천만킬로와트, 2020년엔 4천만킬

로와트로 확대된다. 현재 운전중인 秦山과 大亞灣원자력 각 1기분을 통틀어 210만킬로와트에 불과해 원자력에의 의존은 요연한 셈이다. '93년 석유수입국으로 전환한 중국은 에너지원의 70%대를 석탄화력에 의존하고 있는 실정이다. 그러나 석탄도 2010년엔 수입에 의존해야 할 것이라는 견해가 유력하

다. 경제발전을 지속시키려면 수력발전인 三峽댐 건설 및 原電의 대폭 확대등 대규모 프로젝트가 불가피한 상황이다.

이같은 중국에 대한 원자력 판매에서 앞선 국가가 프랑스·캐나다·러시아등 3개국이다. 프랑스·캐나다는 국가각 용자를 보증하고 러시아와는 버터무역인데 “국가원수급까지 동원한 틈새일즈다. 현재의 일본엔 그것이 불가능하다”고 히타치제작소·도시바·미쓰비시중공업등 메이커들은 불평하고 있다.

중국의 원자력발전엔 東京電力과 關西電力도 접근을 강화하고 있다. 인근의 대규모 건설계획은 동해측에 집중해 있어 원자력발전의 안전확보 측면에서 기술협력을 신청해 놓고 있는 상태다.

특히 적극적이 자세로 임하고 있는 업체가 東京電力이다. 미국 제너럴 일렉트릭(GE)·히타치·도시바와 改良型沸騰水型輕水爐(ABWR)를 공동개발한 이 회사는 相崎刈羽 원자력 6호기에서 세계최초의 ABWR이 작년 11월부터 영업운전에 들어갔다. 7월엔 동 7호기도 영업운전에 들어갈 예정이다. 이 회사는 안전과 효율 양면에서 최첨단 수준이라는 점을 내세워 안전운전기술 노하우를 포함, 채용을 적극 권유하고 있다.

東京電力의 이같은 움직임은 간접적으로 ABWR계통 메이커인 히타치와 도시바를 지원하는 효과가 되고 있다. 양사는 ABWR을 중국등 아시아에 수출하기 위해 ‘아시아

ABWR추진기구’를 지난 1월 출범시켰다. ABWR의 처음 해외수주가 된 臺灣電力에 대해선 GE가 주계약자였는데 GE도 중국에 대한 판매는 히타치·도시바와의 美日기업 연합으로 나서길 바라고 있다는 것이다. ABWR을 채용한 케이스는 일본과 대만에 불과한 상태다. 중국이 채용을 통해 ABWR를 차세대원자력의 국제표준으로 정착시키려는 것이 東京電力·히타치·도시바의 공통된 생각이다.

한편 加壓水型輕水爐(PWR)메이커인 미쓰비시중공업도 일본 국내에선 장래 PWR 원자력발전 건설에 목표가 서있지 않기 때문에 중국에 대한 판매에 적극적이다. 중국은 원자력의 자체기술개발에서 PWR을 기본으로 하고 있다.

이 회사는 秦山 2기용으로 압력용기 수출을 결정했는데 이같은 PWR계통인 프랑스 프라하토크社, 러시아에 원자로 수주에서 밀렸다. 그러나 수출은 가속화시킬 계획이다.

PWR원자력인 關西전력은 大飯원자력과 같이 100만킬로와트를 초과하는 대형기로 쌓은 안전노하우를 중국에 제공하고 싶다는 등 이 업체도 간접적으로 메이커지원에 나섰다.

그러나 일본의 메이커들이 중국으로부터 수주를 실현하려면 극복해야 할 과제가 있는 것으로 지적되고 있다. 하나는 수출입은행의 용자 조건 원자력설비 및 기기의 수출이며 또 하나는 안전성을 확보하기 위한 기술의

제공이다. 이를 원세트로 중국에 이전할 수 있어야 해외기업을 이길 수 있다.

이같은 여건정비에 대해선 정부의 대응도

해외국가들에 비해 지연돼 있는 상황이어서 예측을 불허하는 어려운 상태라고 이 신문은 보고 있다.

## 97년 중국 관세율 조정

'96년 대대적인 관세인하 조치를 단행한 중국정부는 올 1월 1일을 기해 설비품목(345개 품목)을 비롯한 약 650개 품목의 관세를 조정했다. 이번 조정은 수입관세 인하, 수출관세 조정, 세목 조정, 수입쿼터내 우대세율 적용품목 확대 등 네 가지로 이루어졌다.

수입관세 조정은 생산설비와 일반상품에 대한 수입세율 인하 조치로, 중국정부는 자국내 관련제품의 생산능력 보장을 위해 84류(보일러·기계류), 85류(전기기기), 90류(광학·측정·정밀기기)등 생산설비류 345개 품목(중전 106개 품목) 및 28·29류(무·유기화학물), 39류(플라스틱제품), 72류(철강), 84류(기계류)등 일반상품 194개(중전 197개)의 관세율을 중전의 절반수준으로 인하했다. 그러나 이번에 발표한 생산설비 345개 품목과 일반상품 194개의 세율은 올해만 적용되는 잠정세율이란 점에 주의해야 할 것이다.

이번 관세조정 중 345개 생산설비의 경우 일부 제한된 규격에 부합하는 제품에만 적용

토록 해 실질적인 수출 유발효과는 다소 미흡할 것으로 보인다.

또한 수입쿼터내 우대세율 신규 적용품목(13개 품목)은 對중국 수출이 거의 이루어지지 않고 있어 우리나라의 對중국 수출증대에 별다른 영향을 끼치지 못할 것으로 분석된다. 그러나 194개 일반상품에 대한 잠정세율 적용과 4개 품목에 대한 수입관세율 인하는 對중국 수출에 긍정적 요인이 될 것으로 보인다.

특히, 우리의 수출비중이 큰 톨루엔, 파라자일렌, ABS수지 등의 석유화학 제품 및 각종 압축기, 폐쇄회로용 모니터 등의 기계류와 기전제품의 관세율이 40~50% 이상 인하한 것은 특기할 만하다.

중국의 수입관세율은 평균 23%로 선진국의 4~5%, 개도국의 13~14%에 비하면 여전히 높은 수준이지만 불과 2년전에 비해 13%가 인하된 것으로 중국의 WTO 가입과 함께 증장기적으로는 추가 관세인하가 지속적으로 이행되면서 여전히 지나치게 높은 관세로 인해 만연하던 밀수·변통무역 등 불

법·탈법 교역행위가 크게 줄어들 것으로 보인다.

중국은 '92년부터 HS 상품분류법을 채택·실시하고 있는데, 총 21류 91장으로 구성돼 있으며 전체 6,558개의 품목에 대해 각각의 관세를 부과하고 있다.

또한 복합관세제도를 실시하고 있어 중국과 관세협정을 맺은 국가에 대해서는 우대관세율을 적용하고 있는 반면 관세협정을 맺지 않은 국가에 대해서는 우대관세율보다 높은 보통관세율을 적용하는 차별적인 관세제도를 실시하고 있다.

#### ■ 1997년 수입상품 잠정세율표(일부 생산설비)

(단위 : %)

품목번호	상 품	세 율		기술규격 및 용도
		종 전	잠 정	
85015100	다상교류 전동기	18.0	7.0	1/4HP(電機), 380VAC, 회전속도 : 100r/min
85023900	메탄가스 발전기세트	18.0	9.0	출력 : 200kW ≤ P ≤ 800kW
85141010	소둔기세트 : 전기가열 非馬弗型	18.0	9.0	
85141090	집적회로 외연로	20.0	7.0	생산필름 두께 : 1~150 $\mu$ m, 성장속도 : 0.5~1 $\mu$ min
85141090	집적회로 확산로	20.0	7.0	항온구 길이 > 30"
85143000	단결정규소 성장로	20.0	10.0	결정체 최대 직경 : 200mm, CZ법성장
85143000	50t이상의 초출력 煉鋼전기로	20.0	6.0	比출력 ≥ 700KVA/t
85143000	규소 단결정로	20.0	7.0	직경 ≥ 6"
8515310	자동금선용접기	18.0	9.0	용접 정밀도 : ±6.35 $\mu$ m, 속도 ≥ 6,500개/시
85158000	레이저수리기	18.0	9.0	절삭과 수리선정 밀도 ≤ 10 $\mu$ m

## 프랑스의 송전설비 기술동향

프랑스의 송전전압은 초고압계통으로는 90kV, 63kV가 있다. (150kV)계통은 전압 400kV, 225kV가, 고압계통으로 (150kV), 정리의 방침에 따라 서서히 정리되어 해마다

감소하고 있다. 90kV 송전선은 이나라의 북부, 서부, 중앙의 일부에서, 63kV는 동부, 중앙부, 남부에서 사용되고 있다. 프랑스 송전설비의 특징은 초고압송전선의 공장 비율이 44%로 높다는 것이다. 그만큼 송전손실이 낮고, 계통구성이 단순화 되어 있다.

첼탑형식에 있어서는 1회선용 첼탑이 많았으나, 근년에는 대형시설에 대한 국민의 인식이 좋지 않게 되고, 400kV송전선의 루트(Route) 확보가 어렵게 되어 400kV 첼탑에 관해서는 1회선용보다 2회선용 첼탑이 많아지고 있다.

62kV~225kV 송전선에서는 1회선용이 많으나, 400kV 송전선에서는 2회선용이 많다. 송전선 루트의 확보난은 송전선 환경문제가 엄격해짐에 따른 것이며, 각종의 대책과 방법이 연구되고 있다. 그 일례로서 당초 225kV (2회선)송전선으로 건설된 것을 수요의 증가와 새로운 전원의 건설에 따라 송전용량의 부족이 발생하는 경우에 400kV 첼탑(2회선)으로 교체하는 방식이 일반적으로 되어 있다. 400kV (2회선)첼탑은 미관을 위하여 높이가 낮은 전선배열을 하고 있다.

## 中國의 “9·5기간”중 전기공업 대외협력 방안

### ■ 전력공업 현황

중국의 전력공업은 발전, 변전수송, 배전, 용전설비와 각종 전력 기재 등 강전제품을 위주로 생산하는 주요한 산업임. 국가 공농업제품의 표준분류에 따르면 전력공업 제품에는 도합 63종류, 638소 종류가 있음. 63개 유형중, 발전설비와 고압변전수송설비 제조업은 전력공업의 두가지 기술임. 1949년부터 1994년말까지 발전설비 1.87억KW, 변전수송설비 19.4억KW를 생산함. 40여년의 건설을 거쳐 전력공업은 다양한 품종, 합리적인 구조, 일정한 기술수준과 생산능력을

갖춘 공업부문으로 발전하였음. 전체 기계공업중 발전설비 제조업의 전반적인 실력과 수준이 세계 선진국과의 차이가 비교적 적음.

1994년까지 전국의 독립적인 전력공업이 1.6만여개, 직원 350만명, 공업총생산액 2,260억원, 공업부가가치액 600억원, 고정자산 950억원, 매출액 1,940억원임, 그중 기계방면에서 전력공업체가 2,100개, 합자기업이 86개가 포함. 직원수는 140만명, 공업총생산액은 770억원, 공업부가가치액 230억원, 고정자산 460억원, 매출액 740억원임.

전력공업에서는 핵심기업 69개, 중점기업이 199개로서 주요한 지위를 차지하고 있

음. '80년대부터 5대 집단이 설립되었는데 하얼빈, 상해 동방 3대 발전설비그룹과 서안, 동북 2대 변전수송설비 그룹임. 통계에 의하면 1994년 전국 500대 공업기업중, 전기전자기업이 38개로 8%를 차지함. 1994년 100대 기계공업기업중 전기공업이 19개로 19%를 차지함.

전력공업에는 과학연구역량이 비교적 집중되어 1994년말까지 설계원과 연구소를 합쳐 40개, 공정기술인원이 1.8만명에 달함.

전기공업 제품의 수출액은 1990년의 14.6억불에서 1994년의 74.7억불로 증가하여 년평균 41%씩 증가하였음. 수출품은 단일 기계로부터 플랜트로, 일반 전기제품으로부터 대형발전설비와 송변전설비로 전환되었음. 년수출액이 1,000만불 이상인 기업중 전기공업이 1990년의 14개로부터 1994년의 49개로 증가하고, 그중 기계部 계통이 1990년의 9개에서 1994년의 19개로 증가하였음.

전기공업은 서방 선진국으로부터 대량의 단일 설계제조기술을 도입하고, 국제적으로 유명한 여러 전기회사와 합작설계, 합작생산을 진행하였음. 제일 큰 기술도입항목은 '80년대초 미국 西屋회사와 燃燒공정회사로부터 도입한 30만KW와 60만KW의 대형 화력발전설비 플랜트제조기술임. 항목에 대한 계획 수립, 협상으로부터 첫 번째 기계샘플이 산둥 石模電廠과 安徽 平土于電廠에서 시험작동되기까지 거의 10년이 걸려 중국의 대형 화력발전설비의 생산력과 수준이 세계수준에

도달케 되었음. 따라서 도입기술에 대한 흡수, 소화와 최적화 설계를 통하여 기계설비의 주요 성능지표를 제고하고, 도입한 30만KW 및 60만KW 기계설비의 열소모량이 西屋회사의 검사지표에 의하면 1,930과 1,912Kcal/kwh, 중국은 1,900과 1,875Kcal/kwh에 도달함.

수력발전설비 제조업은 외국회사와 합작설계, 합작생산을 진행했는데 독일의 시먼즈, 노르웨이 커와나, 캐나다의 통용전기, 일본의 히다찌, 독일의 복依特 등과 합작하여 魯布格, 隔河岩, 水口, 五強溪, 二灘 등 수력발전소의 송부발전설비를 생산함. 이러한 합작을 통해 중국의 수력발전설비의 제조능력과 기술수준은 많이 제고되어, 이미 터빈직경이 8.3m나 되는 五強溪 混流式기계설비와 (물의) 낙차가 370m 되고 단일 기계가 15만KW인 魯布格 기계설비를 생산함. 라이징에드라이저 기계설비의 용량은 20만KW에 달하는바, 세계 선진수준에 이룸.

송변전설비제조업은 각각 프랑스, 일본, 스위스 등 나라로부터 고압스위치 설계제조기술을 도입하고 동 회사들과 장기합작을 진행함. 현재 중국은 이미 50만볼트 고압스위치와 기체절연의 조합 전기기기 생산이 가능함. 또한 瀋陽, 西安, 保定의 3대 변압기업체는 함께 일본 히다찌회사로부터 50만볼트 대형 전력변압기의 설계제조기술을 도입하여, 현재 중국은 교류 50만볼트 전압의 송변전설비세트 생산이 가능하고 그중 변압기의

주요 기술경제지표는 이미 해외 '80년대말 동일제품의 수준에 이르렀음. 전기저항기, 피뢰침의 성능은 국제수준에 도달함.

■ 전기공업 “9·5”기간 발전의 지도방침

시장을 중심으로 하여 과학기술의 진보와 구조개선을 통하여 국내에 근거하고 해외의 도움을 받고 자체개발능력을 제고하여 국민 경제발전의 수요에 적응함.

● 중점발전제품기술

(1) 화력발전설비

계속 도입형 亞臨界 30만KW, 60만KW 기계설비를 개량하고, 60만KW 超臨界기계설비와 30만KW-60만KW 空冷기계설비를 연구개발하며, 전체가스화-증기연합순환 발전기술, 증압순환流化床연합순환발전기술을 개발연구함. 무연탄, 갈탄, 난연탄에 알맞는 대형발전소 보일러를 발전하고 고효율 등 대용량 가스수송설비를 발전시킴.

(2) 수력발전설비

고수위 대용량 회전식기계설비, 대용량 수력에너지 저장기계설비와 3만KW급 대형貫流式기계설비를 발전시킴. 그외 중국 상황에 근거하여 계속 모래가 많은 河流에서 水輸機의 연구를 진행함.

(3) 송변전설비

주로 대용량변압기, 쉘밀봉조합 전기고강도 피뢰침, 유기복합절연자, 고강도 대형도

자기파이프, 100KW 및 그 이상의 交聯케이블과 부속품, 안전성이 높은 소형 Power 배터리, 자동화장치를 발전시킴.

합작생산방식으로 직류송변전 주요 설비를 생산하는데, 換流變압기, 콘트롤 실리콘밸브 및 제어설비, 平波電抗器 등 포함.

발전설비와 송변전설비를 필두로 전동공구, 중소전기기계, 일용전기기기 등 10대 전기제품의 수출을 잘 진행하여야 함. 노동집약형, 재료집약형, 제품 위주의 수출로부터 노동집약형과 과학기술집약형이 결합된 제품 수출 위주로 전환함.

■ “9·5”기간 중국 전력공업 대외합작 중점영역

- (1) 단일기계 용량이 60만KW 및 60만KW 이상의 대형 超臨界 화력발전 기계설비는 국내에 제조할 수 있는 기본조건을 구비하고 있으며 外商과의 합작설계, 합작생산의 기회를 모색하고 조속히 국산화를 실현함.
- (2) 단일기계용량이 20만KW 및 그 이상의 대형 空冷기계설비는 해외와 연합설계, 합작생산을 하여 坑口발전소 건설의 수요에 대응함.
- (3) 전체가스화-연합발전장치의 연구, 특히 대형 가스수송설비 주요 부속품의 국산화 사업을 추진해야 함.
- (4) 증압순환流化床보일러 연합순환과 순환

- 流化床보일러 연합순환 발전장치
- (5) 삼협공정의 70만KW 大型混流式 水輸발전기설비가 대표적인 고수위(낙차)대용량기계설비임. 삼협기계설비의 대외협력 기본원칙은 연합설계, 합작생산으로, 먼저 12대 기계설비의 합작을 통해 후 14대 기계설비의 국내생산을 실현함.
- (6) 저수위(낙차)대형 전동貫流式 수력발전기계설비의 연구제작을 적극 추진함.
- (7) 합작기회를 적극 모색하고 고수위대용량 수력에너지 저장기계설비를 조속히 연구 제작하며 점차적으로 설계제조기술을 파악함.
- (8) ±50만볼트의 직류송변전 설비의 연구사업을 추진, 구체 공정항목에서 세계 유명 회사와 합작을 진행
- (9) 교류 50만볼트이상 특고압 전압등급 송변전 플랜트
- (10) 100만KW급 핵발전설비

### ■ 기계공업 현황

중국 기계공업은 자동차, 전력, 중형광산기계, 석유화학기계, 농업기계, 공정기계, 내연기관, 선박공구, 계측기계, 주요 기초기계 부품, 식품가공과 포장기계, 환경보호기계 등 12개 업종을 포함하며 12만개의 업체에 직원 수가 2,000만명임. 국가급 과학기술연구소 및 교육기관이 122개임.

1995년 기계공업의 생산액이 4,916.3억원

임. “8·5”기간 년평균 성장속도는 24%로 “7·5”기간의 15.9%보다 8% 증가하였으며 전국 공업총생산액의 1/4을 차지함. 1995년 기계공업의 수출액은 230억불로 전국 수출총액의 17% 이상을 차지함. “8·5”기간동안 기계공업수출액은 년평균 25% 증가하여 기계공업의 동기간 총생산량의 성장속도를 초과함.

1995년까지 비준받은 기계공업 “삼자”기업이 5,269개이며 외국측의 직접투자액은 53억불임. 1991-1995년간 통계에 의하면 기계공업부문의 “삼자”기업이 2,307개 설립되었으며 외국측의 투자협약의 금액이 29.46억불에 달함. 그중 합자기업이 2,119개에 외국측 투자협약의 금액이 26.4억불로 기업수와 금액 모두 “삼자”기업수의 90%를 차지함.

“8·5”기간, 중국 기계공업의 양적인 면과 속도면에서 기본적으로 예상목표를 실현하였으며, 제품의 수준과 품질도 높아짐. 단 국민경제 발전수요와 세계 과학기술의 신속한 발전에 비하면 아직도 많은 차이가 있음.

기계, 자동차공업을 진흥하여 국민경제의 주요 산업으로 발전시키고자 하는 당중앙과 국무원의 방침에 따라, 향후 15년간 3단계로 나누어 2010년까지 기계, 자동차공업의 육성목표를 기본적으로 실현하여 국민경제의 주요 산업으로 발전시킴. “9·5”기간은 진흥의 제1단계로 주로 목표의 실현을 위해 기초를 닦음.

따라서 기계공업부에서는 “9·5”기간 기



계공업 전 업종에서 경제체제와 경제성장 방식의 근본적인 변화를 실행키 위하여 역량을 집중하여 제품의 질을 높이고 조직구조를 개선하고 개발능력을 제고하는 “3大戰役”을 잘 추진해야 함.

■ “9·5”기간, 중국 기계공업의 대외협력 중점영역과 중점항목

“9·5”기간, 현재 국민경제 전반에 영향 주고 기계공업 전반의 발전을 저해하는 문제점에 근거하여 다음과 같이 중점항목을 결정함.

● 발전설비와 송변전설비

전력설비는 중요 기술장비중 중점 항목임. “9·5”기간의 방침은 수력과 화력을 병행하

는 동시에 핵발전으로 보충함으로써 신규로 발생하는 연간 2000만KW의 대형 발전설비 장치에 대한 수요를 만족시킴.

수력발전은 주로 삼협발전소 등에서 수요되는 대형 수력발전 설비와 대형 양수, 에너지 저장, 관류식설비 및 수력발전에 사용되는 속도제어기, 자화시스템과 발전소 컴퓨터 감시제어장치 등 보조설비를 발전시키고 생산능력을 확대함.

화력발전은 주로 고신기술개발능력(예를 들어 순환류화床, 먼지 제거와 탈류, 초임계, 연합순환, 공기냉각과 열소모감소 등에 관한 새기술 등)을 높이고 생산능력을 확대함. 송변전은 주로 이미 도입한 초고압 교류송변전설비를 더욱 개선하며 초고압 직류송변전설비를 발전시킴.