

※ 해외동향 ※

## 중국, 광섬유 · 광케이블市場 성장세

최근 중국의 대규모 광케이블 간선 건설 및 정보망(信息)의 구축으로 광섬유, 광케이블에 대한 수요가 급성장세를 보이고 있는 가운데 2000년까지 중국의 광케이블 수요량은 45만km, 광섬유의 수요량은 500만km에 달할 것으로 전문가들은 전망하고 있다.

현재 중국에는 광케이블 생산업체가 약 70여개가 있으며 연간 생산능력은 50만km에 달하고 있으나 연간 생산량이 5천km 이상이고, 고급제품을 생산할 수 있는 기업은 약 10개사 정도에 불과하다.

광섬유의 경우 생산업체는 약 20여개사가 있으며 국외로부터 광섬유 제조용 유리봉 생산라인 40개, 드로잉기계 20대를 수입했다. 그러나 광섬유시장은 제품발전이 빠르는데다 생산라인 도입시 경험이 부족했고 생산분산으로 규모생산을 형성하지 못했기 때문에 국내생산량은 시장수요의 약 15%만 충족시킬 뿐이고 품질도 외국의 우수제품에 크게 뒤떨어지는 실정이다.

중국은 8·5기간('91~95년)에 총 22개의 국가 1급 광케이블 간선을 건설했으며, 특히 '93~95년 3년동안 郵電通信분야에서 건설한 1~2급 광케이블 간선의 길이는 각

각 3.9만km, 7.3만km, 10만km로 연 평균 성장률은 60.1%에 달하고 있다.

● 수입실적(HS Code 8544.7000)

(단위 : US\$ 천)

국 별	1993	1994	1995
독 일	6,259	11,436	24,783
영 국	1,459	14,167	22,727
핀 란 드	10,586	1,307	13,035
호 주	14,791	9,098	10,918
미 국	5,451	6,903	10,658
기 타	26,193	22,320	17,816
총 계	64,739	65,231	99,937

[자료 : 중국해관통계연감 93, 94, 95년판]

9·5기간(1996~2000년) 기간에는 전국을 대상으로 八縱八橫격자형 광케이블 기간망을 건설해 지역 광케이블 계통을 신속히 발전시킴과 동시에 三金工程(IC카드 응용계통 건설, 대외무역 EDI계통 건설, 공공경제 정보통신망 건설) 및 정보고속도로 등 대형 프로젝트의 건설도 가속화시킬 계획으로 있어 광섬유, 광케이블 시장의 수요는 크게 늘어날 전망이다.

광섬유시장은 우수한 품질은 물론 일정한 생산규모를 형성한 기업만이 시장경쟁력을 확보할 수 있으며 적어도 연간 생산량이 50만km 이상이어야 하기 때문에 중국생산업체

들이 품질향상과 경제규모를 형성하기 위해서는 앞으로도 상당기간 동안 외국으로부터의 수입이 불가피한 실정이다.

## 중국, 발전설비 집중 증설 계획

중국정부는 향후 5년간 걸쳐 총 1억1천만 kW 용량의 발전설비 증설을 계획하고 있는데 이에 소요되는 투자액 1천억달러중 20% 정도를 외자로 조달할 방침이다.

중국 정부의 계획에 의하면 향후 5년간에 매년 1,600만kW 상당의 발전설비를 증설해 오는 2000년에는 2억9천만kW, 2010년에는 5억~5억1천만kW로 발전설비 용량을 늘릴 예정이다.

중국의 발전설비 투자재원중 외자가 차지하는 비중은 대략 10% 정도인 것으로 알려지고 있는데 '79년부터 '96년말까지 87건에 131억6천만달러의 외자를 도입해 2,500만 kW의 발전용량을 증설했다. 이에 투입된 자금은 세계은행, 아시아개발은행 자금과 해당 발전설비 공급업체의 공급자 신용이 주를 이루었다.

그러나 최근 중국 정부는 종전의 차관의존

형 외자도입 방식에서 한걸음 나아가 BOT 방식 등을 통해 발전소 건설에 외국인 직접 투자를 유치해 정부 재정부담도 줄이고 발전소 건설과 운영에 필요한 선진기술이 자연스럽게 이전되도록 하는 일석이조 효과를 노리고 전력산업에 대한 외국인투자 개방폭을 과감히 확대하고 있어 귀추가 주목되고 있다.

최근 廣西莊族 자치구의 萊賓 수력발전소 투자계약이 프랑스측과 맺어졌는데 이는 중국 최초의 본격적인 BOT사업으로 간주되고 있다.

중국의 사회간접자본 부족현상은 경제규모가 커지고 소비수준이 높아짐에 따라 특히 전력과 교통·통신분야에서 두드러지고 있는데 세계은행에서는 '95~2004년간 중국의 사회간접자본 확충에 7천억달러가 소요될 것으로 추산하고 있다.

## 美, 네팔 水力發電所 건설

미국의 종합 에너지업체인 '엔론社'(텍사스주 휴스톤)가 네팔에서 거대한 수력발전소 건설계획을 추진하고 있다. 이 발전소의 발전용량은 1천만kw대에 달할 것으로 보이는데 이는 현재 건설중인 세계 최대의 중국 三峽댐 발전소(1820만kw)에 이은 세계 2번째 규모다.

엔론사는 발전소의 전력을 네팔 국내에 공급하는 한편 전력부족에 허덕이는 주변국 인도·중국에도 수출함으로써 네팔의 외화획득원으로 삼을 계획이다.

이 수력발전소의 건설후보자는 네팔의 서부지역을 관통하는 카루나리강으로 총 예상

투자액은 90~100억달러. 엔론사는 자사부담으로 일단 투자·운영하고 일정기간 후에 이를 네팔정부에 넘겨주는 BOT(건설·운영·인도)방식으로 사업을 추진할 예정이다.

이와 관련 엔론사는 이미 사업계획안을 제출해 네팔정부의 심사를 받고 있다고 밝히고 있는데 자금조달 방법이나 완공시기에 대해서는 언급하지 않고 있다.

히말라야 산맥을 끼고 있는 네팔은 풍부한 수자원을 지니고 있긴 하지만 자본부족으로 인프라정비가 늦어지고 있는데 이 거대 수력발전소가 완성되면 네팔경제에 크게 기여할 것으로 보인다.

## 오만, 발전소 건설 국제입찰

오만 정부가 오는 11월경 총 190MW의 전력 확충을 위한 7천만달러 규모의 국제입찰을 실시할 예정으로 있다.

무스카트, 소하르 및 살랄라 등 오만 3대 도시의 전력확충을 위한 입찰서류 준비 등 실무작업은 현재 오만 전력수자원부의 의뢰를 받은 스위스의 Electrowatt Engineering

Services(EES)사가 진행하고 있다. EES사는 접수된 응찰서류를 평가, 그 결과를 전력수자원부에 통보하게 되며, 오만 입찰청이 '98년 1월경 최종 낙찰자를 선정할 예정이다.

무스카트 전력확충 프로젝트는 현재 100MW급 발전설비 6기를 보유하고 있는

루세일 발전소에 3,400만달러 규모의 100MW급 터빈 1기를 추가 설치하는 것이며, 소하르 전력확충 프로젝트는 와디알지지 발전소에 2,100만~2,900만달러 규모의 30MW급 터빈 2기 또는 60MW급 터빈 1기를 추가 설치하는 것이다.

오만 정부는 1건의 국제입찰을 통해 2개의 프로젝트를 모두 시행할 낙찰자를 선정할 예정이다.

살랄라 전력확충 프로젝트는 90MW의 발전용량을 갖고 있는 레이숏 발전소에 1,600만달러 규모의 30MW급 터빈 1기를 추가 설치하는 것인데, 새 프로젝트 공히 '99년 8월 완공을 목표로 하고 있다.

오만 정부의 이번 전력확충 국제입찰에는

현재 미국의 제너럴 일렉트릭, 스코틀랜드의 John Brown, 화란의 Thomassen, 스위스의 ABB, 인도의 Bharat Heavy Electricals 및 일본 기업들이 매우 높은 관심을 표명하고 있어 향후 치열한 수주 경쟁이 벌어질 전망이다.

한편 우리 기업들은 그동안 오만 정부가 실시한 LNG개발 및 항만확장 국제입찰 등에서 번번히 낙찰에 실패해 왔다.

오만의 국제입찰 시장 특성상 사전 입찰정보 및 진행상황의 신속한 수집과 영향력 행사가 가능한 유력 인사와의 채널 확보가 낙찰의 주요 관건임을 감안, 더욱 효율적이고 적극적인 국제입찰 수주 노력을 전개해야 할 것으로 판단된다.

## 우루과이, 전기스위치 대량 국제입찰

우루과이 전력공사(UTE)는 우루과이 전력사업 확대 일환으로 추진중인 전기선로 사업에 필요한 스위치 14만개, 덮개 등 액세서리 14만개를 국제입찰로 구매 예정이다.

입찰 마감일은 '97년 10월 8일이며 입찰 참가 희망자는 전품목에 참가해야 하며, 극히 예외적인 경우에 한해 부분입찰 참가가 허용되는데, 컨소시엄으로 참가를 검토해 볼 수도 있다.

한편 UTE는 제품 품질과 안정성 고려차

원에서 대형 공급자를 희망하고 있다. 입찰 참가자는 이번 입찰물량을 넘어서는 입찰물량 공급 경험이 있어야 하며, 입찰 참여시 관련 증명서 동시 제출을 의무화하고 있다.

만약 컨소시엄으로 참가시에는 전체 컨소시엄 구성 의향서, 컨소시엄 참가사별 개별 의향서를 제출해야 한다. 계약시까지는 컨소시엄이 법적으로 구성돼 있어야 한다. 또한 컨소시엄의 경우 참가사별로 공급품목 등 세부사항 기재도 필요하다.

입찰 참가자의 제출서류는 스페인어를 기본으로 하되 영어, 포르투갈어, 프랑스어 및 이탈리아어도 가능하다. 다만 스페인어가 아닌 경우 UTE는 언제든지 스페인어 번역을 요구할 권리를 보유토록 돼 있다. 입찰 참여를 희망하는 업체는 UTE를 직접 접촉하거나 KOTRA 몬테비데오 스포크에 연락하면 상세한 정보를 입수할 수 있다.

■ 입찰기관

○ UTE

Jefe de Departamento, Gestion de Compras Sub Gcia de Licitaciones

○ 담당자 : T/A Daniel Buffa

○ 주 소 : Paraguay 2431, Pta. Baja, Montevideo, Uruguay

○ 팩스번호 : (598-2)283428

○ 입찰번호 : P7000110

○ 입찰마감 : 1997년 10월 8일 13 : 00

○ 주요입찰 품목(예시) :

- Bipolar automatic interrutor 10A, 220V  
1cc=6kA(2.2kW Potencial) 6만개
- Bipolar automatic interrutor 10A, 220V  
1cc=6kA(3.3kW Potencial) 3만개
- Bipolar automatic interrutor 10A, 220V  
1cc=6kA(4.4kW Potencial) 1만개
- Bipolar automatic interrutor 10A, 220V  
1cc=6kA(5.5kW Potencial) 1만개
- Bipolar automatic interrutor 10A, 220V  
1cc=6kA(6.6kW Potencial) 2만개 등

■ 몬테비데오 스포크(KOTRA 무역관)

○ Tel : (598-2)619151

○ Fax : (598-2)644062

## 스웨덴 ABB社, 중국 발전기 8기 수주

스웨덴 ABB사는 중국으로부터 중국 양자강 댐 프로젝트에 필요한 8기의 발전기(Generators=Turbines) 수주가 확정됐다고 발표했다.

이 8기 발전기 수주액은 S.Kr. 20억(2억5

천만달러)이다.

중국의 양자강 댐 프로젝트는 세계 역사상 댐 건설공사중 가장 큰 공사로 104개의 소도시 및 수천개의 마을이 수몰되게 됨에 따라 200만명 이상의 이주자가 발생하는 사상

최대의 공사로 전해지고 있다.

이 프로젝트는 말레이시아의 바쿰 댐 (Bakun Dam) 프로젝트와 함께 세계 각국의 정치가, 환경론자 및 환경보호단체로부터 항의와 비난을 받고 있는 프로젝트임에 따라 향후 적지않는 파문이 일 것으로 보인다.

환경보전 및 보호 차원에서 논쟁이 끊이지 않는 두개의 프로젝트 모두 부분적이거나 관여하는 입장인 ABB는 이 프로젝트자체에 책임이 없기 때문에 상관없이 수주한 설비의 납품을 위해 최선을 다할 뿐이라고 말하고

있다.

한편 양자강 댐 프로젝트에 들어가는 발전 설비는 14기로서 나머지 6기는 Siemens가 수주한 것으로 확인됐다.

ABB는 스웨덴의 ASEA사, 스위스의 Brown Boveri사 간에 각각 50%씩 출자해 설립된 회사로 현재 종업원수 21만5천여명, 연간 매출액 360억달러로 노르딕 4국(스웨덴, 노르웨이, 핀란드, 덴마크)의 기업중 가장 큰 규모의 그룹사이다.

## 독일, 전력산업법 개정 추진

독일은 지금까지 보호되어 왔던 전력시장을 자유화하기 위해 대담한 조치를 강구했다. 이에 앞서 독일의 강력한 유틸리티사업자들은 라이벌 공급업자가 경쟁기업의 네트워크를 이용할 수 있게 하는 규칙개정에 동의한 바 있다.

퀀터 렉스로트 독일 경제부장관은 독일의 공업협회가 발전기와 관련자재의 공급에 관한 근본적인 개혁에 동의하여 지역별로 분화되어 있는 송전망을 개선하는데 기여할 것이라고 발표했다.

이번 조치는 치열한 경쟁을 유발하여 에너지가격을 인하시킬 것으로 기대되며 아울러 기업들로 하여금 외국전력 공급업자를 포함

하여 여러 전력공급업자 중에서 자유롭게 선택할 수 있게 할 것이다. 이러한 조치가 있기까지는 여타 유럽국가들에 비해 엄청나게 비싼 전력요금을 지불해야 했던 독일기업의 비판과 압력이 작용하였다. 또한 1999년으로 예정되어 있는 유럽통합입법에 앞서 에너지시장에 경쟁체제를 도입하려고 노력했던 독일정부의 압력도 작용하였다.

렉스로트 장관은 이 협정을 전력시장에 유효경쟁을 도입하기 위한 핵심초석이라고 치켜 세웠고 정부가 추진하는 개혁의 목적은 경쟁적인 전력요금을 경쟁가격수준으로 낮추는 것이며 궁극적으로는 시급한 실업난 해소를 위한 고용창출과 확실한 일자리 보장에

기여하려는 것이라고 역설하였다.

렉스포트 장관의 에너지법개정 계획은 에너지와 가스부문을 보다 완전하게 자유화하여 신유럽법규에 맞추려는 것이다. 산업전문가들은 업계의 협정이 이러한 입법을 위한 필요한 가이드가 된다고 보고 있다.

독일산업연합회의 헬러 대변인은 독일기업의 전력비 지출이 전체 에너지 지출의 2/3에 달한다는 점을 들어 “이번 협정이 에너지 가격의 인하를 유도하여 독일이 사업하기에 적절한 지역으로 되는데 도움이 될 것이다.”라고 논평했다.

## 日, 고감도 자기센서 개발 성공

일본 큐슈(九州)대학은 최근 고온초전도를 이용한 것으로는 세계최고의 감도를 갖는 자기센서(Squid)의 개발에 성공해 실용화를 위한 설계이론을 확립했다고 발표했다.

地磁氣의 10억분의 1의 자장을 검출할 수 있고 뇌의 기능해명 및 심질환진단 등 의료분야나 비행기, 원자로의 금속피로검사, 자원조사 등 다방면에 응용할 수 있다.

Squid는 초전도물질 사이를 흐르는 전류가 자장에 민감하게 반응하는 성질을 이용한 센서이다. 액체헬륨(-269℃)을 냉각재로 한 저온초전도센서로 액체질소(-196℃)를 이용한 고온초전도센서의 개발이 진행되고 있으나 저온초전도에서는 설비가 대규모이기 때문에 고온초전도에서는 감도가 낮은 단점이 있었다.

이번에 개발한 것은 잇트륨계의 산화물을

초전도체로 한 가로 100 $\mu$  세로 30 $\mu$ 의 센서이다. 기판이 되는 티탄산스트론튬티움을 작용시킬 때 상호 결정축의 각도가 30°가 되도록 가공한 것이 특징으로 종래의 고온초전도 센서의 2~3배의 감도를 얻을 수 있다.

감도는 저온초전도센서의 3분의 1에 그치지만 냉각장치를 간소화 할 수 있고 보전도 용이하기 때문에 비용을 대폭 절감할 수 있다. 또한 지금까지 제작한 15개 센서는 모두 비슷한 정도의 성능을 갖는 것이 확인돼 재현성에 문제가 있는 고온초전도센서의 약점도 개선했다.

취급이 간편하기 때문에 공장이나 야외에서도 사용할 수 있도록 했고 재현성의 문제점을 해결했으며 양산을 목표로 한 복수의 센서에 의한 다채널화가 용이하다고 밝히고 있다.

## 日, 전력 저장장치 효율 개선

일본 간사이전력과 스미도모전기공업은 초전도 코일을 사용한 전력 저장장치 실험에서 지금까지보다 10배의 에너지를 저장하는 데 성공했다. 코일에는 비스무쓰계의 고온초전도 선재를 채용하였으며, 액체질소온도(-196℃)를 실현했다. 기존의 장치에 비해 비교적 높은 온도에서 저장이 가능한 것이 장점이다. 냉각 코스트를 대폭 경감할 수 있어 저장장치의 경제성을 높일 수 있기 때문이다.

양사가 공동개발한 초전도 자기에너지 저장장치(SMES)는 도너츠형의 초전도 코일에 전기에너지를 직접 축적하는 장치이다.

이론적으로는 에너지 저장효율이 90% 이상이다. 코일에는 비스무쓰계 재료에 은을 피복시킨 선재를 채용했다. 테이프상의 선재를 3개 다발지워서 만 코일을 10개 만들어 이를 적층한 것이다. 선재 전체의 길이는 2,100m나 된다. 선재의 성능을 향상시킴과 함께 권선방법이나 구조에 대해서도 궁리, 개선했다고 한다.

액체질소중에서의 직류 통전시험에서는 세계 최고수준인 100KJ을 저장하는 것에 성공했다. 앞으로 액체헬륨 온도에서는 이미 실현된 400KJ 정도의 에너지 저장 실현을 위해 연구를 계속한다고 한다.

## 인도네시아, 천연가스 발전소 건설 추진

인도네시아는 West Java에 자국 앞바다의 천연가스를 사용하는 새로운 가스발전소를 건설할 예정이며 이에 따라 원자력 에너지에 대한 필요성이 지연될 것이라고 정부의 한 각료가 밝혔다. 연구기술부의 장관인 B. J. harbibie에 의하면, 미국의 Exxon and Mobil Oil은 오는 11월에 인도네시아의 사업

관계자와 공동 개발 계약을 체결할 예정이라고 한다. 이 발전소는 남부 중국해에 있는 거대한 천연가스 유전으로부터 나오는 천연가스를 연료로 사용하게 된다. Harbibie에 따르면, 자카르타 북방 1000킬로미터 정도에 위치한 발전소 건설 후보지인 West Java에서 Natuna까지 가스배관이 연결될 예정



이라고 한다.

Harbibie는 수하르토 대통령과의 대담 후에 가자들과 만나 인도네시아는 지금 당장 원자력에 의존하지 않아도 된다고 말하였다. 그는 이 프로젝트의 예산이 어느 정도 소요될 지는 언급하지 않았지만 당초 정부에서 계획하였던 원자로 건설보다는 훨씬 적은 경비가 들 것이라고 말했다. 1982년도에 인도네시아 정부는 급격히 증가하는 에너지 수요를 충족시키기 위하여 2003년에 첫 원자력 발전소가 운전에 들어갈 예정이라고 말한 바 있었다. 그러나 이에 대하여 환경주의자들은 인도네시아에서 지진이 자주 발생하므로 원전이 위험하다며 이 계획에 반대하는 입장을 견지해 왔다.

이번달 초에 Harbibie는 Natuna 가스유전의 발견으로 원전의 건설을 늦출 수 있다고 말한 바 있었다. 그는 인도네시아가 원자력 프로젝트를 취소한 것은 아니지만 원자력을 사용하지 않으면 안될 때까지 이를 연기할 방침이라고 말하였다. Natuna섬은 영토 분쟁지역인 Spratly섬의 남서 방향에 위치하며, 인도네시아 영토 내에 있다. 그러나 가스 유전은 중국이 자국의 영토라고 주장하는 영토의 100킬로미터 안쪽에 위치하고 있다. 주변의 브루나이, 말레이시아, 필리핀, 베트남 및 대만도 자원이 풍부한 Spratly의 일부 구역에 대한 영유권을 주장해 왔다.

## 호주, 청정그린 연료전지 개발

호주의 미래 청정그린에너지, 세라믹연료전지에서는 5킬로와트 용량의 장치를 최초로 성공리에 시연함으로써 하나의 이정표를 세우게 되었다. 5킬로와트라면 여러 가정에 전력을 공급하기에 충분한 양의 전력이다. 고체산화물 연료전지는 기존의 전력발전장치보다 두배나 효율적이다.

이 전지는 온실가스 배출을 반으로 줄이고 오염을 현재 수준보다 어느 정도 낮출 수 있다. CFCL의 최고 경영자인· Sukhvinder

Badwar에 따르면, 영연방 과학산업연구협회(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)와 세라믹연료전비사(Ceramic Fuel Cells Ltd)에 의해서 개발된 3~5 킬로와트 연료전지 적층모듈은 200시간동안 3킬로와트를 계속적으로 유지하였으며, 5.5킬로와트 정도로 높은 전력도 출력할 수 있었다고 한다.

CFCL 시험 적층은 400개 세라믹 연료전지로 구성되어 있고 연료전지는 50층으로

배열되어 있다. 여기서 합쳐져 나오는 전력은 5킬로와트가 넘는다. Badwal은 이 기술의 아름다움은 모듈화 할 수 있다는 데 있다고 말한다. 더 많은 연료전지를 쌓아서 25킬로와트 이상까지도 전력을 올릴 수 있다고 한다. 그는 100킬로와트, 심지어 200킬로와트까지도 전력을 올릴 수 있다고 말하면서 CFCL은 금세기 말까지 이 목표를 달성하기 위해 노력하고 있다고 말한다. 이번 5킬로와트 장치의 성공적인 시연으로 연구개발 단계에 하나의 주요 이정표가 세워진 것이다.

회사에서는 100~300킬로와트의 전력발생장치의 세계 시장의 잠재성을 내다보고 있다. 이 정도 전력이면 시골 마을이나 큰 공장에 전력을 공급하는 데는 이상적이다. 그리고 이 정도 용량이라면 대도시의 전력망을 새 교외로 확장할 때 경제적으로 할 수 있다. 그러나 200킬로와트 연료전지를 쌓아서 메가와트급 전력소를 만드는 것도 역시 가능

할 것이다.

지금까지 시도된 것을 보면 200킬로와트 연료전지적층은 전력 발생 효율이 80% 정도 될 것으로 보인다. 이는 일반적인 석탄발전소의 35%에 해당하는 효율로서, 갈탄발전소의 29% 효율과 비교되는 수치다. 이는 연료전지가 기존의 시스템에 비하여 2배 이상의 효율을 가지고 전력을 만들어낸다는 것을 의미하며 이는 기존 시스템에 비하여 온실가스를 훨씬 적게 발생시킨다고 할 수 있다. 산화질소 오염 수준도 용량을 확대함에 따라 훨씬 낮아지는 셈이다.

최초의 시도를 성공리에 마치고 CFCL은 2단계 연구에 들어갔다. 2단계 연구는 1998년 말까지 사용가능한 25킬로와트 연료전지를 만들고, 200년 말까지 100킬로와트 시제품 공장을 만드는 것이다. 둘다 천연가스를 원료를 한다.

## 日, 피뢰와 조류 피해방지 기능장치 개발

일본카탄은 간사이전력, 전력중앙연구소와 공동으로 피뢰와 조류 피해방지 기능을 함께 갖는 신형 '아크 혼(Arc Horn)' 장치를 완성, 금년 가을부터 간사이전력의 3만3,000V급 송전선 철탑에서부터 사용을 시작한다. 소형으로 설치가 쉬우며 가격은 종래 피뢰침

의 1/10정도에 불과하기 때문에 보다 낮은 코스트로 전력을 안정 공급하는 데 도움이 될 것이다. '97년에는 약 5,000개 정도를 공급할 예정이며 이어서 일본 카탄과 간사이전력, 전력중앙연구소는 7만7,000V급에의 적용되는 장치를 목표로 하고 있다.

신형 아크혼장치는 L자형 연강 환봉(軟綱丸棒)의 본체 끝부분에 염화비닐로된 차단부를 씌워, 전체를 절연 피막한 구조로 되어 있다. 이것을 애자의 철탐측에 붙여 놓으면, 사고시에 애자를 보호하는 본래의 기능에 더해, 낙뢰의 방전으로 상용 전류가 철탐측에 흘러(속류) 정전이 된다면, 또한 새들이 이와 같은 HORN장치와 전선을 중단시키는 것을 막는다.

속류로 차단부의 온도가 상승하면 염소가스가 발생하거나 내압이 올라가 ARC가 지워지며, 이것이 정전이 되기 전에 속류를 단

절하는 원리이다. 차단에 드는 시간은 1/2 사이클 이내이다. 5회 이상 되풀이해 사용할 수 있으며 내후성도 확보했다.

철탐에 낙뢰가 일어나더라도 변전소의 차단기가 작동하여 방전이 소멸된 후에는 송전이 자동으로 복구되는 시스템으로 되어 있는 하지만, 순간적인 정전으로도 곤란을 받는 경우가 늘고 있다. 그래서 Horn장치와는 별도로 피뢰기를 설치하고 있었으나, 1대에 수십만엔이나 하기 때문에 설치 수에는 한계가 있었다고 한다.

## 초전도 발전기 개발 동향

### ■ 서 언

경제의 안정적인 발전과 더불어 계속 증대하고 있는 전력수요에 대처하기 위해서 발전설비와 송전설비의 신·증설이 꾸준히 늘어나고 있지만 최근 들어서는 발전소나 변전소등의 부지확보의 어려움. 전력계통 안정도의 여유저하 등으로 문제가 계속 야기되고 있어 이에 따라 전원의 대용량화와 원격지 설치에의 대응, 전력계통의 고안정화, 고밀도화 및 고효율화가 강력히 요구되고 있다.

이러한 욕구에 부응하기 위한 기술의 하나가 바로 초전도로, 발전기, 전력저장

장치, 한류기, 전력케이블 등에 관해서 현재 일본을 비롯한 여러 국가가 활발히 연구를 하고 있다.

여기서는 초전도 기술의 전력에의 응용을 리드해 가고 있는 것으로서 초전도 발전관련 기기에 대해서 실증시험이 임박한 발전기를 중심으로 최근 현황을 소개코자 한다.

### ■ 초전도 발전기의 특징과 각국의 개발 현황

계자권선(界磁卷線)에 초전도체를 적용한 초전도 발전기는 현용(現用)발전기에 비해

서 다음과 같은 많은 특징을 갖고 있다.

- 발전효율의 향상(0.5~1%)에 의한 연료비 삭감과 CO<sub>2</sub> 배출량의 삭감, 기기의 소형·경량화(크기, 중량)에 의한 제조·건설 코스트 저감
- 저동기리액턴스(低同期 Reactance)화(현용기의 1/2~1/5)에 의한 전력계통의 안정도 향상(송전선의 한계송전전력을 약 30% 증가케 함)
- 진상운전영역의 확대(進相運轉領域의 擴大)－정격과 같은 용량의 진상무효 전력공급가능－에 의한 운전성능의 향상
- 대용량기 제작 한계의 확대(최대용량의 2배)

이러한 특징을 갖고 있는 점을 고려하여 초전도발전기의 연구개발이 초전도전력응용의 선도역으로서 일본, 독일, 러시아, 미국 등에서 발전적으로 수행되고 있다.

일본의 경우 메이커, 대학, 전력회사에서 수행한 결과를 토대로 Super-GM 프로젝트가 통상산업성 공업기술원의 뉴선샤인계획(New Sunshine)의 일환으로서 신에너지, 산업기술 종합개발기구(NEDO)로부터 위탁연구형태로 지난 '88년부터 11년 계획으로 20만kW급 초전도발전기(Pilot機)의 설계·제작에 필요한 각종 요소기술을 개발하기 위한 목적으로 7만kW급 모델기의 연구개발을 진행해 오고 있다.

## ■ 초전도발전기의 기본구조와 개발과제

초전도발전기에서는 회전자측의 자계권선에 초전도도체를 사용하고 이것을 극저온상태(액체헬륨에 의해서 4.2K까지)로 하여 대전류를 흘려 약 5T의 고자속밀도(현용기의 경우 약 1.5T)를 발생시킴으로써 발전기의 고효율화, 고성능화, 소형화를 꾀할 수 있다.

회전자는 자기포화(磁氣飽和)를 피하기 위해서 비자성재료를 사용하고 또 외부로부터 열의 침입을 방지하기 위해서 진공단열층과 전기자권선으로부터의 비동기자계의 영향을 차단하기 위한 댐퍼(Damper)층을 갖는 다중원통구조(多重圓筒構造)로 되어 있다. 또 고정자(固定子)는 자계권선에서 발생하는 자계가 강하기 때문에 스테이터권선(Stator卷線: 電機子卷線)의 지지(支持)를 현용기(現用機)와 같은 철심티스로 하면 과전류손(過電流損)과 히스테리시스손이 증가하기 때문에 비자성티스를 사용할 필요가 있다. 이러한 구조상 특징으로 초전도발전기 특유의 많은 개발과제가 있다.

일본의 경우 계자권선이나 회전자구조등에 대해서 요소연구단계에서 개발담당기관이 과제를 분담하여 연구를 진행해 왔다. 현재 이들 요소연구 및 부분별 모델의 성과를 망라하여 7만kW급 모델기를 제작 중에 있다. 앞으로는 초전도 발전기로서의 기본특성과 신뢰성등의 검증을 모델기 운전을 통해 수행할 방침이다.

〈초전도발전기 주요개발과제〉

공격전기자권선	도체 저손실화, 권선 지지·고정법
다중원통회전자	구조재료 선정 가공·조립기술
계 자 권 선	초전도도체 고성능화, 권선 지지·고정법
냉 각 계	헬륨가스등의 씰(seal) 신뢰성
운 전 · 제 어	기동·정지, 퀵치검출

■ Super-GM에서의 주요 개발성과

○ 7만kW급 모델기의 기본설계

20만kW급 파일럿기(Pilot機)의 설계제작에 필요한 각종 요소기술의 개발과 검증에 하기 위한 모델기로서는 각종 방식, 구조의 선택부분에서 후보방식을 적출(摘出)하여 여자제어(速應性: 속응성)와 계자권선(초전도도체), 댐퍼구조, 열수축흡수기구등의 사양이 다른 3개의 모델회전자와 공용(共用)의 고정자를 개발하는 것으로서 전기적, 기계적, 열적 특성을 해석하였다.

○ 초전도 계자권선의 개발

계자권선용 NbTi도체는 고안정형, 고전류 밀도형 및 저손실형의 각도체를 개발하고 프로젝트 수행중 개발한 응력하초전도도체실험장치(應力下超電導導體實驗裝置)를 사용해서 실제환경을 모의한 반복응력하(反復應力下: 응력 1만회 이상)에서의 기계적 건전성 및 초전도특성을 검증했다.

또한 모델기회전자의 계자권선 장착축과

권선구조등을 일부 모의한 계자권선 모델을 제작하고 시작도체의 권선작업이나 초전도특성시험, 절연특성시험을 통해서 개발한 권선·냉각, 지지·고정, 절연 방식등을 모델기에 적용가능한가의 여부를 검증했다.

○ 다중원통회전자(로우터)의 개발

다중원통구조 회전자에는 초전도계자권선이 발생하는 고자계와 고속회전에 부응해서 발생하는 원심력 전자력이 작용하기 때문에 비자성을 가진 고강도의 구조재료가 요구되고 있다. 이를 위해서 권선장착축, 토오크 튜브, 댐퍼등의 주요구조재료의 경우 시험편(試驗片)등을 사용한 재료 특성시험과 피로 시험등에 의해 기계적 물리적 특성을 파악하고 적정한 재료와 제작공정을 선정했다.

또한 시험링(Ring)재에 의한 용접시공기술의 검증과, 건전성의 검증 등 부분모델을 사용한 접합 시험에 의한 접합력의 검증과 더불어 원심력 및 전자력의 복합하중하에서의 각부분의 응력해석에 대해서 기계적 강도가 적절하다는 것을 확인하는 등 주요 요소

모델 및 부분모델을 통해서 구조면의 신뢰성을 검증하였다.

## ■ 최근의 연구개발 동향

### ○ 모델기용 회전자(로우터)의 개발

#### － 저속응형 A기 로우터

스테이터와 조합시킨 것으로 현재 공장에서 시험중이며 이미 냉각특성, 저온밸런스, 무부하정격전압발생을 포함한 회전자특성, 히터가열에 의한 계자권선의 초전도 안정성, 저속터닝특성, 로우터상승온도특성(常溫特性)등 측정을 종료했고 현재는 과속도내력 특성(過速度耐力特性)등을 측정 중이다. 초

기 냉각시험에는 약 63시간까지 극저온상태로 냉각할 수 있었다.

#### － 저속응형 B기 로우터

로우터 완성후의 상온 밸런스 시험 결과 축진동치(軸振動値)는 3,600rpm까지의 회전수에서의 최대진폭(最大  $50\mu\text{m}$ )이하, 정격회전수에서  $35\mu\text{m}$ 정도의 양호한 수치를 기록했다. 또 초기냉각시험을 실시하고 냉각속도가 계획대로 되어 있는 것을 확인하였다.

#### － 초속응형기 로우터

권선장착축에의 초전도계자 권선의 권선작업을 종료하였다. 정지여자시험등을 실시하고 있는 중이다.