

## ◇ 94년 전력 수급계획 ◇

(단위 千KW)

월 별	시설용량	공급능력	최대수요	예비전력	예비율 (%)
1월	27,550	24,122	21,900	2,222	10.1
2월	27,550	24,327	21,600	2,727	12.6
3월	27,551	23,855	21,300	2,555	12.0
4월	27,551	23,848	21,100	2,748	13.0
5월	27,551	24,294	21,500	2,794	13.0
6월	27,551	25,332	22,600	2,732	12.1
7월	28,772	26,509	23,800	2,709	11.4
8월	28,772	27,522	24,463	3,059	12.5
9월	28,772	26,240	23,800	2,440	10.3
10월	28,772	25,174	22,800	2,374	10.4
11월	28,772	26,883	23,500	3,383	14.4
12월	28,772	26,102	23,700	2,402	10.1

## ◆ 國內外 情報 ◆

## 아시아 電力 설비시장 활황

## - 향후 10년 세계전체 주문의 45% 發注 전망 -

오는 2천년대 초반까지 세계 전력생산 설비시장은 아시아가 주도하는 양상을 보일 것으로 전망되고 있다.

향후 10년간 아시아지역의 전력설비 신규주문은 세계 총주문의 45%에 해당하는 460기가와트(1기가와트는 1천메가와트) 규모에 달할 것으로 예상된다고 월 스트리트 저널(WSJ)紙가 보도했다.

이 신문은 제너럴 일렉트릭(GE)社의 보고서를 인용, 아시아 전력설비시장의 급속한 확대는 경제성장으로 인한 공업화 및 농촌 근대화, 중산층의 소비증대에 따른 것이라고 밝혔다.

워싱턴에서 개최된 아시아·태평양지역의 전력수요에 관한 회의에서 발표된 이 보고서는 아시아지역 각국의 에너지계획, 연료가용 규모 및 가격정책, 기타 전력생산설비의 사용정도등 다양한 요인을 분석, 작성됐다.

GE社 보고서에 따르면 지난 88~92년 기간중 172기가와트를 기록한 아시아의 전력설비 주문실적은 93~97년에 222기가와트, 98~2002년에 238기가와트를 각각 기록할 것으로 예상되고 있다.

아시아지역의 전력설비 수요확대는 중국과 인도에 의해 주도되는 양상을 보여 이들 국가의 설비 주문은 전체주문의 절반정도를 차지할 것으로 관측되고 있다.

90년대중 고도성장세를 지속할 것으로 예상되는 중국의 전력설비 주문은 170기가와트에 달할 것으로 예상되며 일정기간 동안 전력설비 및 기술의 수입의존도가 크게 높아질 것으로 보인다.

중국이 전력수급의 균형을 유지하기 위해서는 매년 3~5기가와트 규모의 전력생산시설이 새로 확충돼야 하며 정부도 전력생산능력 확충에 정책주안점을 두고 있지만 이에 대한 재정확보가 최대 걸림돌로 제기되고 있다.

또 이 기간중 인도의 전력설비 주문은 60기가와트를 기록할 것으로 보이며 재정확보 문제는 전력생산부문에 대한 외국인투자 개방과 외국기업의 진출허용에 따라 어느정도 해소될 것으로 전망되고 있다.

이들 국가외에 인도네시아의 설비주문 증가율은 경제성장률의 2배가 넘는 연간 15%를 기록할 것으로 예상되며 전력부족난 해소를 위해 민간기업들의 시장참여가 활발할 것으로 관측되고 있다.

반면 일본, 한국, 대만등의 전력설비 시장은 이미 포화상태에 접어들어 일본의 경우 앞으로 10년간 전력설비 주문이 75기가와트에 머물 것으로 보이며 이중 핵 발전, 폐기가스 처리를 이용한 전력 생산 비중이 높아질 것으로 전망되고 있다.

## 日, 전선需給 계속 축소

### — 受注・出荷 모두 줄어 —

일본의 전선수급이 계속 축소경향을 보이고 있다.

일본전선공업회가 최근 발표한 93년 1~12월의 전선수급속보에 따르면 전선수요는 104만 3천톤(전년비 5% 감소), 공급은 105만3천톤(4.6% 감소)으로 수주와 출하가 모두 88년 수준까지 감소했다.

월별로는 11월 수주실적이 8만3500톤(전년동월비 7.2% 감소), 12월은 8만1700톤(6.4% 감소)

으로 30개월 연속 전년동월 실적을 밑돌았다.

부문별 수주상황은 11월, 12월 공히 통신분야의 수주가 전년동월비 마이너스를 기록했으나 전월 비로는 대폭 신장해 회복조짐을 나타냈다.

전기기계부문은 국내의 민간수요 장기침체로 전년동월비, 전월비 모두 마이너스가 이어져 전체 수요회복을 지연시켰다.

일본 전선공업회에서 93년 9월 시점에 93년도 동선출하 전망을 전년도 수준으로 했던 당초전망을 4만 3천톤이 밑도는 104만 9천톤(92년도비 3.9% 감소)으로 하향수정했다. 이에 따라 연도베이스로 90년도의 121만톤을 고비로 3년 연속 감소할 것으로 예상되고 있다.

## 美, 對아시아 輸出촉진 본격화 - '무역·홍보계획' 수립, 韓·中등 전략지역 선정 -

美國정부는 한국등 10개국을 수출전략 지역으로 선정하고 이들지역에 대한 미국산 첨단기술제품 수출을 강화해 나가기로 했다.

저널 오브 커머스(JOC)紙는 미행정부는 이같은 방안의 일환으로 이번주말제프리 가턴 美상무 차관을 단장으로 하는 무역홍보사절단을 우선 아시아지역에 파견, 본격적인 수출촉진활동을 벌일 계획이라고 보도했다.

이 신문은 특히 클린턴 행정부는 향후 20년 동안 미국산 제품의 수출을 크게 확대할 수 있는 전략지역으로 韓國을 비롯, 中國, 印度, 인도네시아, 브라질, 아르헨티나, 멕시코, 폴란드, 터키, 남아프리카 공화국 등 10개국을 선정, 이들 지역에 대한 환경기술, 컴퓨터, 통신 및 의료장비등 첨단기술제품의 수출비중을 크게 높여 나가는 것을 골자로 한 '무역 및 홍보계획'을 수립해 놓고 있다고 밝혔다.

가턴차관을 단장으로 한 이 사절단은 오는 2月 19日부터 3月 4日까지 2주간 싱가포르, 인도네시아, 중국, 홍콩 및 일본을 방문, 상호발전을 위한 협조방안을 모색하게 되는데 주요 협력분야는 상품의 표준조정, 중소기업교환 프로그램 설치 및 금융협력강화 등일 것으로 예상되고 있다.

가턴차관은 해외대형사업에 참여할 미국기업을 대신해 관련국들과 정기적으로 만나 협력방안을

모색하고 미국기업에 대한 체계적이고 효과적인 홍보활동을 펴 나간다는 클린턴행정부의 '무역 및 홍보계획'의 일환으로 아시아지역에 처음으로 무역홍보 사절단을 파견하게 됐다고 밝혔다.

그는 또 미상무부가 선정한 전력수출 대상 10개국은 이미 미국 총수출의 4분의 1을 차지, 이들 지역에 대한 수출액이 지난해 1천억달러를 넘었으며 오는 2010년까지는 이들 지역이 세계수입시장에서 차지하는 비중이 지금의 2배 수준으로 증가, EU(유럽연합)와 일본을 합친 규모를 초과하는 수입급 성장지역이 될 것이라면서 이 지역에 대한 수출촉진에 역점을 둘 것이라고 강조했다.

가턴차관은 이어 이들 지역중 중국, 인도 및 인도네시아의 경우 전력, 운송 및 통신등 사회간접자본에 대한 투자규모가 향후 6년간 수천억달러에 이를 것으로 보고 이 사업에 미국기업들이 보다 많이 참여할 수 있도록 지원해 나갈 것이라고 밝혔다.

그는 이를 뒷받침하기 위해 이들 10개국에 대한 상업적 서비스를 적극 강화하며 특히 미수출입은행은 사회간접시설에 대한 투자가 유망한 지역에 대한 사업을 적극 추진해 나가게 될 것이라고 말했다.

가턴차관은 이와함께 이들 10개국 이외의 다른 지역에 대한 수출촉진활동도 등한시하지 않을 것이라고 덧붙였다.

## 中國, 을 機械類産業 고속성장 展望

中國의 기계공업은 93년에 이어 금년에도 전년비 12~15%의 고속 성장을 할 것으로 전망되고 있다. 분야별 전망은 다음과 같다.

### ◇ 計測機器

주로 에너지·교통·운수 부문에서 사용되는 계측기 및 제어장치에 대한 수요가 계속 증가할 것이며 그중 전기공학분야의 계측기에 대한 수요가 비교적 많을 것이다. 기타 소비용 및 사무용의 에어컨·복사기, 카메라 등도 일정하게 증가할 것이나 산업용기기 생산은 증가세가 둔화될 것이다.

94년 계측기 제조업의 생산 증가율은 15% 이상으로 전망된다.

◇ 電氣機器

93년 전체로는 안정발전을 했으나 하반기에는 약간의 저조세를 나타내기도 했다.

94년 국가의 기초시설 중점 건설정책 및 자금특혜 등으로 외부 환경이 크게 개선돼 발전설비에 대한 수요가 증가할 것이며, 이에 따른 보조기계·변압기·개폐기·전선·케이블 등의 수요도 증가세를 보일 것이다.

94년 전기기기 제조업의 성장률은 12% 이상에 달할 것으로 전망된다.

◇ 工作機械

93년 하반기 경기조정 정책의 영향으로 93년 하반기부터 수요가 격감, 재고가 급증하고 가격도 점차 하락했다.

따라서 일부 특수기계 및 전용설비를 제외한 일반 공작기계 및 수치제어공작기계는 수요의 감소로 생산이 줄어들었다. 94년은 수요가 점차 회복되는 등 시장전망이 밝아 93년 대비 10%의 성장이 예상된다.

◇ 機械部品

밀봉재·베어링·低壓電器·특수용재료 등 기초부품의 생산은 수요의 증가 및 수입의 감소로 전년대비 약 10%의 성장세가 예상된다.

## 臺灣, 3월중 64개 工產品 30% 關稅引下

대만 경제부는 美國측의 관세인하 요구에 따라 3월중 전자제품, 알루미늄 합금 등을 포함한 약 70개품목의 관세를 인하하기로 했으며, 인하폭은 평균 30%에 달할 것이라고 발표했다.

대만 정부는 지난해 11월 美國측의 699개 항목(농산품 189개 항목)의 제품에 대해 關稅를 50% 인하하라는 요구를 받고 이와관련 지난달 20~22일간 워싱턴에서 관세인하 협상을 벌인바 있으며, 이 과정에서 일단 64개 工產品에 대해서 機動關稅(잠정관세) 방식으로 관세를 인하하기로 합의한 것으로 밝혀졌다.

또한 農產品 관세인하 요구에 대해 대만정부는 해당 189개 항목중 38개 항목은 절대 인하할 수

없으며 151개 항목은 기동관세 방식이 아닌 관세법규를 수정하는 형태로 관세를 인하할 것이라고 언급하고, 이번 워싱턴 협상에서 51개 항목은 우선적으로 관세를 인하하기로 동의했으며 인하시기는 5월이 될 것이라고 발표했다.

한편 대만정부는 관세인하에 관련업계가 상당히 민감한 반응을 보이고 있는 소형자동차 및 철강과 관련, 소형자동차는 일단 현행관세를 유지할 방침이라고 밝히고, 鐵鋼의 경우는 2월 25일 G7간에 개최되는 철강협회의 결과에 따라 인하여부를 결정할 예정이라고 밝혔다.

대만정부가 美國측이 요구한 699개 항목중 일단 64개 항목에 대해 機動關稅 방식으로 관세를 인하하기로 한 것은 일단 미국측의 요구에 굴복한 느낌을 주고 있지만 GATT 가입을 위해서는 미국측의 측면지원이 절대 필요한 대만의 입장에서는 불가피한 조치인 것으로 평가된다.

## ■ 관세인하 대상품목 (전기관련 품목)

HS NO.	품 목
8507, 10, 00	피스톤식 엔진 시동용의 연산축전지
8507, 20, 00	기타의 연산 축전지
8544, 70, 00	광섬유 케이블

## 日本 인버터市場 · 기술동향

### — 輸出전선 봄바람 ... 生産量 대폭 확대 —

일본의 인버터산업이 구조조정을 맞고 있다. 일본 인버터 업체들은 지난해 소형기종을 중심으로 새로운 수요개척과 함께 해외로의 진출에 열을 올렸다. 정체된 내수시장에서 살아남기 위한 전략들이었다. 지난해 일본 인버터업체들의 생산실적은 6백27억엔으로 추정된다. 92년 생산실적 6백 20억엔에 비해 4% 증가에 그친 것이다. 올들어서는 달라지고 있다. 범용 인버터의 수요동향은 1.4분기에서 판가름나는게 상례다. 일본은 지난 1월중 해외수출이 활기를 띠고 있어 생산이 급팽창할 가

능성이 좋다.

일본전기공업회가 최근 발표한 「신장해가는 인버터」에 따르면 일본의 1백KVA급 이하 인버터 시장이 지난해 6백84억엔에서 올해 7백41억엔, 오는 95년에는 8백억엔 시장으로 성장할 것으로 전망된다. 해외시장개척의 확대와 기존 모터의 가변속도 추구, 고성능 소형기종 출시를 통한 신규 수요 개척이라는 3가지 플러스요인이 결합되면 충분히 달성가능한 수치라는게 일본전기공업회의 예상이다.

공식적인 숫자는 아니지만 일본전기공업회에 가입한 인버터생산업체들의 지난해 상반기 실적은 금액기준으로 전년동기비 두자릿수로 신장했다. 수출물량이 폭증한 것도 있지만 일부업체에서 1백 KVA 이상급 기종도 여기에 포함시킨 것으로 보인다.

일본전기공업회가 올해 일본 인버터시장이 14% 증가할 것이란 전망을 했지만 쉽지가 않다. 이는 일본의 주수요처인 제조업의 설비투자가 위축되어 있기 때문이다. 물론 호재 요인도 많아 내수의 경우 대수는 10% 증가, 금액은 작년수준일 것이란 전망이 지배적이다.

#### ■ 중국수요 급증 ■

호재요인중 하나는 해외수출이 늘것이란 것. 즉 해외에서 일본제품에 대한 인지도가 높고 또 미 개척시장이나 다름없는 중국에서의 보급속도도 절전화의 요구에 편승, 급속 증가하고 있어 시장개척여하에 따라 점유율이 높아갈 것이란 전망이다.

현재 일본업체의 범용인버터 수출비율은 약 20% 정도로 추정된다. 올해에는 30%에 육박할 가능성이 높다는게 현지업체 관계자들의 전망이다. 때문에 내수가 제자리 걸음을 해도 전체적으로는 5% 이상의 신장이 무난할 것이라는 예측이다. 특히 내수 수요폭발 등 경우에 따라서는 두자릿수의 신장도 가능하다는 예상이 지배적이다.

내수의 밑바탕이 기업들의 신규설비투자는 위축돼 있는 상태다. 그러나 기존설비에 대한 교체 수요는 계속되고 있다. 3~4년전에 도입한 설비를 신기종으로 교체하는 업체가 많다. 이때 새로 도입하는 기계나 시스템은 고기능·고성능화를 요구, 상당한 수요창출이 기대되고 있는 것이다.

특히 지금까지 기계식 또는 기타 단순한 가변속 시스템을 이용해 온 곳, 완전히 가변속을 적용하고 있지 않았던 곳의 판매를 통해 범용인버터의 보급대상도 확대될 수 있다. 또한 범용모터와 범용인버터의 세트판매를 실시, 범용모터의 부진을 어느정도 만회할 수 있을 것으로 기대된다.

아무튼 올해 일본 인버터시장은 호재와 악재가 혼재되어 있는 실정이다. 대부분의 산업용 전기기가 어려운 상황에 있으면서도 범용인버터는 「유망제품」으로 평가되고 있다. 이에 따라 제조업체들은 신제품을 대거출시하고 있고 또 각 공급점들도 적극적으로 영업을 전개할 자세를 보이고 있다.

인버터수요가 가장 많은 기계는 펌프·압축기·송풍기·유압기·냉동기 및 냉동기 응용제품이다. 다음으로는 운반기계·산업용로봇·동력전달장치·금속공작기계·섬유기계를 꼽을 수 있다.

그러나 현재 인버터 장착률을 보면 금속공작기계가 44%로 가장 높고 다음으로 인쇄 및 제판기계 27% 토목건설기계 및 광산기계 21%, 식품가공기계 15%등의 순이다. 이들 기계류들은 앞으로 인버터 장착 가능성도 높다.

이런 점에서 앞으로 인버터 수요는 토목건설기계를 중심으로 성장할게 분명하다. 다만 농업용기계나, 목제가공기기등의 분야는 수요가 줄어들것으로 예측된다.

### ■ 기술혁신 뚜렷■

최근들어 범용인버터의 기술혁신이 두드러지게 나타나고 있다. 저소음 또는 靜音化타입은 이미 일반화됐다시피했다. 또 소형·고성능기에서 이제 조작이 손쉬운 기종까지 잇달아 등장하고 있다.

3相유도전동기의 속도 제어기인 인버터는 교류인 3相전원을 직류로 교환하는 컨버터部와 그 직류로부터 가변전압·가변주파수의 교류를 만들어 내는 인버터部로 구성되어 있다.

인버터는 지난 79년 오일쇼크때 산업기계나 각종 설비의 에너지절약기기로 이용의 확대되기 시작했다. 이러한 인버터는 파워디바이스 및 제어디바이스의 발전등으로 고기능·고성능화됐다. 최근 모터수요자들의 가변속 요구가 강해지면서 인버터에 대한 기능발전도 더욱 가속화시키고 있다. 특히 FA化 CIM化를 떠받쳐주는 구동장치로 용도가 확대되고 있다.

일본업체들이 내놓은 제품을 보면 미쓰비시社의 경우 70×1백30cm<sup>2</sup> 체적으로 초소형 제품인 프리크롤 U-100, IGBT소자에다 IPM제어 방식으로 설계한 프리크롤 A200등이 대표적인 제품이다. 이중 프리크롤 A200은 가장 고급기종이면서도 저소음에다 저속벡터제어에 의해 저속토크 특성이 향상된 첨단제품으로 알려졌다. 이밖에도 특정 애플리케이션에 대응할 수 있는 다양한 제품을 생산 시판하고 있는데 산업기계용 대용량제품인 멜트락A200은 저속 토크기능이 향상된 첨단제품



이다.

히타치社의 경우 IGBT소자를 채용한 제품이 주류를 이루고 있는데 이중 J200은 센서리스 벡터 제어방식으로 설계돼 3Hz에서 2백%의 시동 토크를 실현할 수 있는 고성능 제품으로 정평이 나 있다. J300은 IGBT IPM타입이면서도 센서리스 벡터제어방식으로 설계됐다. 특히 DSP칩을 채용, 토크응답이 빠르며 퍼지 가감속기능을 지니고 있고 AVR기능도 내장돼있어 전원에 관계없이 높은 토크를 발휘한다.

도시바社의 주력기종은 VF-A5기종은 독자적으로 개발한 벡터제어연산방식을 채용, 1Hz에서 1백50%의 토크를 실현할 수 있는 제품이다. 또 오토튜닝기능에 의해 전동기 파라미터의 자동보정이 가능하고 제어단자대의 착탈이 가능한게 특징이다.

#### ■ 토크 특성개선■

야스카와社 제품은 대부분 IGBT소자를 채용했는데 VS-616G3 모델이 삼성항공에서 선보인 모스콘G3이다. 제품은 센서리스전압형 벡터제어기능을 탑재, 기능을 크게 향상시킨 것이 특징이다. VS-616VG3는 최근 유행하고 있는 범용벡터제어인버터이다. 컴퓨터링크방식을 이용한 오토튜닝으로 다양한 전동기에 적용할 수 있다.

후지社제품은 토크 벡터제어방식으로 설계돼 저속에서도 부드러운 운전이 가능한게 특징이다.

이렇게 볼때 범용인버터의 기술발전추세는 △소형 및 저코스트화 △출력토크(Torque)의 특성개선 △저소음 및 저노이즈화 △간편한 조작성등 4가지로 요약된다.

인버터의 소형화는 이미 오래전부터 요구되고 있는 과제다. 모델 변경때마다 새로운 기술을 도입해 소형화에 노력해왔다.

0.5KW 인버터의 체적으로 보면 지난 81년 1백8×1백cm<sup>3</sup> 였으나 지난해에는 11백×1백cm<sup>3</sup> 로 12년만에 10분의 1로 축소됐다.

소형·경량화 추세는 인버터를 채용하는 장치 자체가 소형화되고 있기 때문에 나타난 현상이다. 부품집적화와 배선의 간소화로 취부면적을 줄이고 있는 형태로 진행되고 있다. 물론 신뢰성도 높이고 있다.

이를 위해 파워디바이스는 패키지화되거나 IPM(파워부와 보호부를 일체화시킨 것)화, 원칩화되는 추세이다. 이미 일본 미쓰비시社는 55KW급까지 IPM을 채용, 개발하고 있다.

제어디바이스도 마찬가지로 마이크로제어나 LSI, EEPROM을 사용하는 경향이 높아지고 있다. 야스카와의 프리롤라모델·후지의 G9·도요전기의 VF61등이 대표적이다.

또 냉각팬이 얇아지고 금속코어절연 PCB를 사용하는 형태로 바뀌고 있다. 이와함께 생산원가도 저가화시켜 가격을 기계식과 동일하게 하고 있다.

기능·성능향상작업의 하나가 출력토크 특성의 개선이다. 파형개조 등에 의해 저속에서도 강한 토크를 나타낼 수 있도록 개선하고 있다. 최근에는 1백50%의 시동 토크를 얻을 수 있는 제품도 출하하고 있다. 이는 모터의 미끄러짐을 방지하는 슬립(SLIP) 보상제어등을 통해 추진하고 있다.

또 센서리스 벡터제어 방식을 적용, 성능을 향상시키고 있기도 하다. 자동튜닝(Tuning), 연동제어, 마이크로제어등으로 공장자동화시스템에 연계될 수 있도록하기도 한다.

저소음화·노이즈방지등은 주변에 대한 장애방지 대책의 하나다. 소음에 따른 생산성이 저하될 수 있기 때문이다. 특히 소음이 문제되는 용도에는 고주파 캐리어방식을 채용한 초저소음형, 정음형인버터가 적합하다.

#### ■ 低소음 설계 ■

저소음화를 위해서 고주파 캐리어 PWM(펄스폭변조) 제어방식으로 많이 설계되고 있다. 그러나 이 방식은 소음을 줄이는데는 효과적이지만 전력 손실이 많은게 단점이다. 그래서 고속 스위칭으로 만들지만 노이즈가 많이 발생해 최근에는 소프트스위칭방식으로 설계되고 있는 추세이다.

전원고주파와 고주파노이즈를 줄이기 위한 노력도 활발히 추진되고 있다. 이미 고주파 공진형 인버터는 개발중에 있다. 이는 모터의 잡음제거는 물론 전기적 노이즈까지 동시에 없애는 것이다.

입력전류의 고주파로 力率의 저하를 제어하기 위해 「역률개선리어크틀」이라는게 있기도하다.

고주파 노이즈의 제어에서는 여러가지 방안이 검토되고 있는데 인버터로부터 발생하는 노이즈로 문제가 될 경우 일반적으로 인버터와 모터간의 배선등에 신경을 기울이고 이와함께 인버터의 입력 회로와 출력회로에 「노이즈필터」를 접속하고 있다. 인버터회로에 사용하는 「누전차단기」는 고주파 누전류에 의한 불필요한 자동을 하지 않는 타입을 선정하고 있다.

수요자들이 편리하게 조작하도록 대화형LCD를 채용하거나 전용기종에 대해 간단한 기능을 자동화시키고 있기도하다.

## 超電導體를 이용한 트랜지스터 시험제작 - 超高速 작동이 가능하여 超電導 컴퓨터에 이용 -

日本の沖電氣工業 基盤技術研究所는 酸化物 고온 超電導體를 이용하여 트랜지스터(transistor)를 시험 제작하여,  $-235^{\circ}\text{C}$ 에서 완전한 전류 增幅機能을 확인하였다. 이 트랜지스터의 개발은 종래의 실리콘(silicon)이나 비소화 칼륨(GaAs) 素子로 된 트랜지스터와는 달리 초고속으로 작동하는 초전도 컴퓨터의 가능성을 제시하여 주었다.

트랜지스터의 크기는 약  $0.2\text{mm}$ 이며, 構造는 이미터(emitter), 베이스(base), 컬렉터(collector)의 순으로 3개의 電極이 겹쳐져 있다. 일반적인 트랜지스터와 구조는 동일하지만, 電極用 재료로 이미터 부분은 티탄산 스트론튬(strontium titanate), 베이스 부분은 초전도 재료인 바륨·루비듐·비스무스(barium-rubidium-bismuth)계 산화물, 컬렉터 부분에는 인듐(indium)을 사용하고 있다. 트랜지스터는 베이스 전극의 抵抗을 작게하면 전자의 流動이 빨라져 고속 作動이 가능하다. 따라서 베이스 전극으로 저온에서 電氣抵抗이 제로(zero)인 초전도체를 사용하는 것이다.

일반적으로 산화물 고온 초전도 재료는 反應性이 높기 때문에 고품질로 평탄한 膜을 만들기가 어렵고, 더욱이 트랜지스터의 기능인 전류의 增幅에는 전극 素子들의 電子에너지 狀態를 조절해야 한다. 이를 위해 재료의 結晶構造와 相關性이 양호한 소재를 선택하거나, 또는 인듐을 컬렉터 전극으로 부착하면 베이스 전극과의 사이에 인듐 酸化物膜이 형성되어 이 산화물이 초전도 재료와 전자 에너지와의 相關性을 양호하게 만들어 준다. 따라서 이러한 특성을 이용하여 소재들을 組合하고 최적의 제조 조건을 찾아야 하며, 이외에 酸素로는 산화물이 만들어지기 어렵기 때문에 자체 酸化力이 강한 오존(ozone) 발생 장치가 필요하다.

이렇게 제조된 트랜지스터에 電壓을 작동시켜 초전도로 되는 온도보다 조금 낮은  $-235^{\circ}\text{C}$ 에서 그 특성을 측정하였다. 그 결과 베이스 전류에 대한 컬렉터 전류, 컬렉터 전류에 대한 베이스 전류의 比率로부터 모든 전류의 증폭을 확인할 수 있었고, 그 增幅率도 실용적인 수준이었다.

## 적층형 酸化還元 온도차 電池 - 電解質의 교체가 용이하며, 일정한 起電力 유지 -

전극에 대해 可逆의 電荷 移動반응을 하는 이온이 있는 전해 용액 중에서 동일 종류의 전극 2개를 설치하여 溫度差를 주면, 熱起電力이 생기는 온도차 전지에서는 전극의 금속 원소와 전해질 용액중의 금속이온의 酸化還元 반응, 혹은 전해질 용액중에서의 산화환원 반응을 이용하는 것으로 알려져 있다. 모든 전지 하나의 열기전력을  $1\text{mV/K}$  정도로 작기 때문에 實用化하기 위해서는 여러 개의 전지를 竝列로, 즉 電氣的으로는 直列로 積層化하여야 한다. 또한 전지의 전지에서는 연속적인 發電을 위해, 한쪽 전극에 석출되는 금속을 외부 循環回路를 통해 반대쪽으로 이동시켜야 하기 때문에 적층시 외부 循環回路를 전지와 함께 絶緣시켜야 한다. 한편, 후자의 전지에서는 생활물질의 순환이 전지 내부의 擴散이나 對流를 발생시키기 때문에 외부 순환회로가 불필요하여 적층화가 용이하다. 또한 전해질 용해액 對入하면 전해질 용액의 壽命은 연장되지만 그 교환이 곤란하며, 용액의 온도 변화에 따라 내부의 압력 변화에 의해 셀(cell)이 변형되는 등 문제가 있다. 따라서 전해질 용액의 교체가 용이하며, 내부 壓力의 增減이나 起電力의 저하가 발생되지 않는 전지가 필요하게 되었다.

그래서 日本 工業技術院 東北技術試驗所에서는 박층 酸化還元 溫度差 전지 여러개를 열적으로는 병렬로, 전기적으로는 직렬로 적층시키고, 동시에 전해질 용액의 交替가 용이하여 온도변화에 따른 내부 압력의 증감이 없고, 기전력 저하를 억제하는 적층형 산화환원 온도차 전지를 제조하였다. 이러한 전지는 외부 순환회로가 不必要하고, 적층화가 용이하기 때문에 실용적인 전압을 얻을 수 있어 熱電交換, 溫度差 발전 素子 등으로 이용이 기대된다.

## 高力率 · 大容量의 GTO 드라이브 시스템 개발 - 극저속부터 최고속까지 가감속 가능 -

日本の 日立製作所에서는 電源側에 영향을 주지 않고 力率 1.0이며, 高周波가 대폭적으로 감소된 4,000KW급 GTO(게이트턴 오프 사이리스터) 드라이브 시스템을 개발완료하여 製鐵所 壓延設備에 적용시켰다.

본 GTO 드라이브 시스템은 竝列多重 3레벨 방식을 채용하여 極低速에서부터 최고속까지 부드

러운 加減速이 가능하며, 또한 竝列多重間에 순환하는 循環電流를 最少로 억제할 수 있도록 제어하고 있다. 종래의 GTO 드라이브 시스템에 있어서의 문제점인 토크리플에 대해서도 데드 타임 補償의 最適化를 이루어 壓延 성능에 지장이 없을 정도로 감소시켰음이 확인되었고, 또한 高周波에 의한 電壓歪率도 극소화 시켰다.

본 GTO 드라이브 시스템은 大容量機로는 세계 최초로 컨버터, 인버터 및 GTO 사이리스터로 구성하였다. 大容量化를 위하여 相間 리액터를 사용하여 多重化 시켰으며, 또한 電源側 컨버터에서는 다중 펄스 폭 變調方式에 의해 高周波 전류 발생을 억제시켰다.

인버터 제어부에서는 高應答 속도제어를 위해 사이클로 컨버터 시스템에서 사용하는 벡터 제어 방식을 채택하였다. 컨버터 제어부는 컨버터 출력전압인 직류전압을 일정하게 제어하는 直流電壓 제어부와 電源力率을 1.0으로 제어하는 電源力率 제어부로 구성하였다. 전원역을 制御部는 전원전류를 전압과 同相인 有效 전류성분과 이에 直交하는 無效 전류성분으로 분리 검출하고, 이를 서로 독립적으로 제어하는 電流制御에 의해 電源力率을 1.0으로 제어하게 된다.

GTO 사이리스터를 적용한 경우, 直流短絡을 방지하기 위하여 GTO 사이리스터의 턴 오프시간 이상의 休止期間(데드타임)을 설정해야 하나, 이 때문에 출력전류에는 歪曲이 생기고 토크리플이 발생하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 운전조건(부하전류, 주파수)에 따라 데드타임이 最適으로 보상되는 데드 타임 補償技法을 개발하였다. 따라서 실제 壓延上에 지장이 없을 정도로 토크리플 발생을 감소시켰다.

相間 리액터部 竝列多重 GTO 사이리스터 컨버터 및 인버터는 레벨로 제어함으로써, 출력전압 波形은 正弦波로 근사화 되었다. 이 竝列多重 제어방식에 의하면 極低速時 GTO 사이리스터에 전류 集中現象이 발생되지 않아 출력전압은 零電壓에서부터 부드럽게 可變할 수 있게 된다. 그러나 竝列 사이리스터 변환기 사이의 循環 전류는 반드시 最少化 시켜야만 한다. 따라서 병렬다중간 펄스 폭 變調方式에 있어서 逆位相 캐리어방식을 채용, 電壓極性이 전환되는 점에서의 循環電流증가를 방지하였고, 따라서 GTO 사이리스터 利用效率를 향상시켰다.

## 固相 열에너지 發電裝置 開發

— 形狀記憶合金 이용 —

日本の電力中央研究所와 江研究所는 古河電氣工業과 鈴木商工의 협력으로 形狀記憶 합금을 이용한 피스톤 방식의 새로운 固相 열에너지 발전장치를 개발하였다.

이 形狀記憶 합금을 이용한 發電은 지금까지 각국에서 연구가 이루어져 왔으나, 壽命이 짧거나 장치가 지나치게 커지게 되는등의 어려운 점이있어 그다지 進展이 이루어지지 못했다.

이 연구소에서는 形狀記憶 合金의 비틀림률을 적게 취하도록 하여 長壽命化를 추구하였으며, 동시에 발전 메커니즘에 피스톤 방식을 채용하여 에너지 밀도를 증대시켜 장치의 콤팩트化를 꾀하였다.

이미 소규모의 발전을 통해 원리를 立證했으며, 앞으로 實用化를 위한 연구를 추진해 갈 계획이다.

形狀記憶 合金은 한번 변형되더라도 어느 온도(變態溫度) 이상으로 가열되면, 원래의 형태로 되 돌아오는 특징을 갖고 있기때문에 최근에는 일상생활에도 많이 이용하게 되었다. 發電에 이용할 수 있을 것으로 생각한 것도 오래 전부터이며, 1970년대 중반기에는 美國에서도 試作機가 만들어지기 시작하였고, 日本에서도 대학을 중심으로 연구가 이루어져 왔다.

그러나 지금까지 出力을 크게 내기 위해 비틀림률을 크게 해주면 壽命이 다하게 되거나 장치가 지나치게 커지게 되어 實用化에 문제가 있었다.

이번에 이 연구소에서 개발한 이 장치는 봉 모양의 형상 기억 합금에 100℃의 溫水와 冷水를 교대로 접촉시켜줌으로써, 온도 變化로 형상이 크게 변화하는 機械的 에너지를 電氣的 에너지로 變換시켜 주는 것이다.

니켈·티탄 계 형상기억 합금(직경 : 3mm, 길이 : 1m, 변태온도 : 60℃)을 내장한 한쌍의 파이프 형상 熱交換器, 피스톤, 유압실린더, 기어장치, 발전기, 온·냉수 탱크로 구성되어 있으며, 한쌍의 熱交換器에는 90℃의 온수와 냉수가 리미트 스위치에 의해 5~15초 주기로 交替되어 보내진다.

이 때문에 熱交換器 내의 형상기억 합금은 伸縮을 반복하게 되고, 이 반복적인 움직임이 지레를 통하여 往復運動이 되고, 그 에너지를 油壓裝置에 전달한다. 유압장치는 變位를 증폭하여 그것이 기어 장치에서 回轉運動으로 변환되어 發電機가 돌아가도록 되어있다.

壽命 문제는 溫度變化의 주기를 5초로 하고 형상기억 합금의 비틀림률을 1.5%로 하면 疲勞壽命

이 약 4일, 1.0%로 하면 2개월 정도가 되지만, 0.5%에서는 약 12년으로 계산되기 때문에 실용화를 고려하여 적은 영역의 비틀림률을 採用, 0.75%(약 1년의 수명)로 하였다.

실험에서는 한쌍의 熱交換器를 2조 사용하고 溫·冷水를 교대로 보내 넣어 줄 경우, 유압 실린더의 1왕복당 발전기의 增幅率은 96回轉을 나타내며, 약 0.5W의 發電에 성공하였다.

이 연구소에서는 이번의 試作機를 근거로 實用化를 목적으로 한 200KW 發電 플랜트의 구상과 함께 형상기억 합금의 에너지 특성 이해와 發電 메커니즘의 연구도 추진해 가고 있다.

地球環境 문제나 에너지 절약 관점에서 未利用 에너지를 어떻게 이용하는가에 대한 관심이 높아지고 있는 요즘, 이 發電方式으로 100℃ 이하의 排熱을 에너지 活用策으로 實用化할 것을 기대하고 있다.

## 「글로벌 투자기금」설립키로 - 民間발전소 건설사업투자 목적 -

제너럴일렉트릭(GE)의 금융자회사인 GE캐피탈社와 세계적인 투자신탁그룹인 퀀텀투자기금은 개발도상국의 민간발전소 건설사업투자를 목적으로 하는 전문회사인 「글로벌전력투자기금」을 설립키로 했다.

양측은 일차적으로 2억달러씩 투자하며 국제금융공사(IFC)가 5천만달러를 추가로 투자할 예정이다.

GE 캐피탈과 퀀텀측은 초기기금 규모를 25억달러로 늘릴 예정이며 일단 발전소 건설에 착수하면 기금규모가 1백억달러를 넘을 것으로 예상하고 있다.

양측회사 관계자들은 글로벌전력기금은 우선 인도, 중국, 인도네시아, 멕시코 등을 대상으로 사업에 착수할 것이라고 밝혔다.

이 기금은 역외펀드로 설립되며 미국내에서 미국인만을 대상으로 공모된다.

전력사업과 관련돼 회사형태가 아닌 펀드 형태의 사업주체가 구성되는 것은 이례적인 일이다.

이번 합작에서 GE측은 발전소 건설과 운용을 담당하고, 퀀텀투자기금은 글로벌 전력기금의 투자결정과 기금운영을 맡게된다.

한편 퀀텀투자기금은 월스트리트의 유명한 펀드매니저인 조지 소로스씨가 운영하는 6개 투자신탁기금그룹으로 총자산 규모가 1백 20억달러에 달하는 것으로 알려져있다.

## 복합材料 트리프 국산화 - 3백45KV 이상 高壓전선 보호 -

지하에 매설되거나 지상에 방치되는 3백45KV 이상의 고압전선을 외부환경으로부터 보호할 수 있는 고압전선 보호용 복합재료 트리프가 국내 처음 개발됐다.

한국기계연구원 복합재료연구팀은 기존의 인발성형공법에 열프레스 성형공법을 접목시킨 폴 프레스 성형공법이라는 새로운 공법과 이를 통한 복합재료 트리프를 개발하는데 성공, 중소기업인 동양산업개발에 무상으로 기술을 이전했다고 밝혔다.

고압전선 보호용 복합재료 트리프는 유리섬유와 수지를 주원료로 하여 제작돼 온도에 따른 열팽창계수가 달라 직각을 유지하기 어려운데다 평판을 휘지 않게 하는 기술등 고난도의 기술이 필요해 지금까지 일본의 아사히글라스·소와레진등에서 전량 수입에 의존해 왔다.

이번에 개발된 복합재료 트리프는 제품 1개당 크기가 길이 3m, 폭 60cm, 높이 34cm, 두께 6mm로 본체와 각종 클리트, 차폐판, 수랭관 지지대 및 접합부등이 모두 복합재료로 구성돼 기존의 금속제품에 비해 강도는 같으나 무게가 절반정도에 불과하며 부식되지 않아 반영구적으로 사용할 수 있는 장점이 있다.

특히 새로운 공정개발에 따른 대량생산이 가능해짐으로써 일본산 제품에 비해 가격을 절반정도로 낮출 수 있을 것으로 예상돼 연간 1백억원의 수입대체와 함께 동남아는 물론 일본으로까지 역수출이 가능할 것으로 기대되고 있다.

기계研은 이번에 개발된 고압전선용 복합재료 트리프를 현재 국제과제로 추진되고 있는 고속전철사업의 고압전선 매설공사에 적용하는 방안을 적극 모색하고 있기도 하다.

한편 기계연으로부터 기술을 이전받은 동양산업개발은 현재 양산에 돌입, 올해 80억원 정도의 물량을 韓電에 납품할 계획이며 내년에는 1백억원의 매출이 가능할 것으로 전망하고 있다.

## 국내 중전기기 品質 “양호” - 昨年 불량률 2.99 % 기록 -



국내에서 제조되고 있는 중전기 제품 불량이 2.99%로 조사돼 비교적 양호한 실적을 보였다.

이같은 통계는 韓國電氣研究所 전력시험부가 지난해 동안 중전기 업체가 의뢰한 총 3만4천2백79건의 품질시험 결과 나타났다.

변압기를 비롯 15개 품목의 중전기기류를 대상으로 검사된 이번 불량내역에서는 15개부문의 검사과정중 특성시험과 내전입시험등 7개부문에서 수준미달된 것으로 분석됐다.

제품별로는 전압조정기가 6백 12건을 의뢰, 11.76%의 불량을 나타내 불량비중이 가장 높았으며 변압기류가 1만1천4백79건중 5.96%, 회전기류가 51건중 5.88%의 불량을 보여 그다음 순을 차지했다.

반면 피뢰기류는 7백99건, 애자류는 20건 용접기류는 2건씩을 검사의뢰했으나 불량을 제로 판정을 받았다.

### 1993년 검사 시험 불량 내역

통계기간 : 1993. 1 ~ 1993. 12

불량율(%) : 불량대(개수) / 불량건수

No.	품 명	의뢰수량건수	불 량 계	불량율% 수량별 건수별
1	변 압 기 류 <리액터류 포함>	17800	916	5.15
		11479	684	5.96
2	용 집 기 류	4	0	0.00
		2	0	0.00
3	전 력 콘 덴 서	1040	12	1.15
		169	3	1.78
4	전 압 조 정 기 <UPS, 정류기 포함>	1817	110	6.05
		162	72	11.76
5	회 전 기 류 <윤전반 포함>	99	5	5.05
		51	3	5.88
6	변 성 기 류	40198	252	0.63
		10742	169	1.57
7	계 측 기 류 <계전기류 포함>	19910	14	0.07
		3330	5	0.15
8	배 전 기 류 <단위 : 면>	1151	21	1.82
		168	4	2.38
9	피 뢰 기 류	2454	0	0.00
		799	0	0.
10	차 단 기 류 <전자접촉기 포함>	3837	38	0.98
		2112	31	1.47
11	전 선 <단위 : 면>	787923	3200	0.41
		111	1	1.90
12	애 자 류 <Cable Head 포함>	3802	0	0.00
		20	0	0.00
13	개 폐 기 류	8,595	504	5.86
		2,262	3	0.13
14	철 체 개 폐 기	1,416	32	2.26
		1,005	28	5.88
15	기 타	143790	307	0.21
		1417	23	1.62

## 生技院 品質평가센터 ISO 9000 認證기관 지정

공진청은 한국품질인증센터에 이어 두번째로 생산기술연구원 부설 품질평가 센터를 국제품질보증체제(KS9000/ISO9000) 전기전자분야 인증기관으로 승인했다.

생산기술연구원은 지난 2년여에 걸쳐 SAQAS, QMI 등 선진 외국인증기관에 심사원을 파견, 국제심사원을 양성 확보하고 품질인증기관 운영을 위한 노하우를 전수받는 등 국제적으로 인정받을 수 있는 인증기관이 되기 위해 준비해 왔다.

생기원은 공진청의 이번 인증기관 지정에 따라 우선 전기전자 분야의 인증을 실시하며 오는 4월까지 인증분야를 일반기계, 수송기계, 화학 및 화공분야까지 확대할 계획이다.

생기원 산하 품질평가센터에는 현재 10여개社가 인증신청을 해놓은 상태에 있어 금년중 50개 이상의 업체에 대한 인증을 실시할 수 있을 것으로 예상되고 있다.

생산기술연구원은 금년말 또는 내년초에 BSIQA등 외국 인증기관과 상호인정협정을 체결, 기존 외국 인증획득 업체도 국내기관의 인증을 받을 수 있도록 할 계획이다. 이같은 협정이 체결되면 국내 인증기관에서 1회 심사만으로 외국 기관의 인증서도 동시에 받을 수 있게돼 향후 국내기관에 의한 ISO 9000 인증이 급속히 증가하게 될 것으로 분석되고 있다.

한편 공진청은 한국품질인증센터와 생산기술연구원의 품질평가센터에 이어 이달중 능률협회도 인증기관으로 승인할 계획이다.

공진청은 이처럼 국내 인증기관이 늘어남에 따라 이들 기관에서 발급되는 인증서가 외국에서도 곧바로 통용될 수 있도록 앞으로는 호주등 외국인정기관과의 합동심사를 통해 국내 인증기관을 승인하는 방안을 추진하고 있다.

ISO 9000 인증제도는 품질시스템을 신뢰할 수 있어야 그 회사의 생산제품도 품질을 보증할 수 있다는데서 착안된 제도로 국제표준화기구(ISO)가 제정한 국제규격에 의해 품질보증시스템을 평가한 후 이를 인증해주는 제도이다.

## '94 브라질 한국상품전시회 참가업체 모집 안내

KOTRA에서는 '90년 시장개방화 및 민영화 특수로 최근 아국수출이 급속히 증가하고 있으며, 남미공동시장(MERCOSUR) 결성이 '94년말로 임박하여 국내업체의 진출이 시급한 남미시장 개척을 지원코자 중남미 최대 상업도시인 상파울러에 한국상품 전시회를 다음과 같이 개최할 예정이오니 많은 신청바랍니다.

가. 명 칭 : '94 브라질 한국상품 전시회 (korea Trade Exhibizon, Brazil)

나. 기 간 : 1994. 7. 25 ~ 7. 29 (5일간)

다. 장 소 : 브라질, 상파울러, Transamerica Hotel

라. 개최규모 : 800㎡

마. 개최목적

- '90년 3월 수입개방화 이후 급격히 증가하고 있는 우리나라 수출신장세 지속  
〈'92년 164.5백만 → '93년 387백만 (예상) → '94년 542백만 (전망)〉
- 관세인하 및 통신기기 시장개방 등 수출여건 호조에 따른 대 브라질 수출 가속화
- '94년 12월 통합예정인 남미공동시장 (MERCOSUR) 결성에 대비, 중남미 최대시장인 브라질지역 진출 확대
- 품질한국 (Korea for Quality) 이미지 고양

## 世界各國의 周波數 및 電氣方式

『회원업체의 수출업무에 참고가 될 세계 각국의 주파수 및 전기방식을 게재하오니 업무에 활용  
하시기 바랍니다.』

國名	都市名	周波數 (Hz)	電氣方式				
			低壓/V	相數	配電線數	其他都市	高壓/KV
韓國	서울	AC60	100/200 220/380	1, 3	2, 3, 4		66, 154, 229, 345
日本	동부	AC50	100/200	1, 3	2, 3		187, 220, 275, 500
	서부	AC60	100/200	1, 3	2, 3		
台灣	대북	AC60	110/220 220/380	1, 3	2, 3, 4		69, 161, 345
		AC50	230/400	1, 3	2, 4		66, 132, 230
미얀마	랭군	AC50	220/380	1, 3	2, 4	120/208	
캄보디아	프놈펜	AC50	220/380	1, 3	2, 4		
中共	북경	AC50	220/380	1, 3	2, 4		66, 110, 220, 330, 500
홍콩 인도	홍콩 뉴델리	AC50	200/346	1, 3	2, 3, 4	220/380	11, 33, 66, 132
		AC50	240/415	1, 3	2, 4	220/380	66, 110, 132, 220, 400
						220/440	
						225/450	
						230/460	
						250/440	
						250/500	
				300/600			
인도네시아	자카르타	AC50	220/380	1, 3	2, 4	127/220	25, 30, 70, 150
말레이시아	쿠알라룸푸르	AC50	240/415	1, 3	2, 4	230/400	66, 132, 275
네팔	카트만두	AC50	220/400	1, 3	2, 4		11, 33, 66, 132
북한	평양	AC60	220/380	1, 3	2, 3		
파키스탄	이스라마바드	AC50	230/400	1, 3	2, 3, 4	220/380	11, 33, 132, 220, 500
필리핀	마닐라	AC60	277/480	1, 3	3	240/480	69, 115, 230, 500
싱가폴	싱가폴	AC50	230/400	1, 3	2, 4		66, 230

國 名	都 市 名	周波數 (Hz)	電 氣 方 式				
			低壓 / V	相數	配電線數	其他都市	高 壓 / KV
스리랑카	코 롬 보	AC50	230 / 400	1, 3	2, 3, 4		11, 33, 66, 132
태 국	방 콕	AC50	220 / 380	1, 3	2, 3, 4		69, 115, 230
베 트 남	사 이 공	AC50	110 / 220	1, 3	2, 4	127 / 220	15
아프가니스탄	카 블	AC50	220 / 380	1, 3	2, 4		35, 44, 110
라 오 스	-	AC50	220 / 380	-	-		-
방글라데시		AC50	240 / 415	1, 3	2, 3, 4		33, 66, 132
알 제 리 아	알 지 에	AC50	127 / 220 220 / 380	1, 3	2, 4	127 / 220	30, 60, 90, 150, 220
이디오피아	아디스아바바	AC50	220 / 380	1,2,3	2, 4	127 / 220	-
케 냐	나이로비	AC50	220 / 415	1, 3	2, 4		-
모 로 코	라 바 트	AC50	115 / 200	1, 3	2, 4, 5	127 / 220 220 / 380	
남아공화국	케이프타운	AC50	220 / 380	1, 3	2, 4	230 / 400 250 / 430 250 / 433	132, 220, 275, 400
이 집 트	카 이 로	AC50	220 / 380	1, 3	2, 3		33, 66, 132, 220, 500
말 라 가 시	타나나리보	AC50	127 / 220 220 / 380	1, 3	2, 4		
수 단	카 르 톱	AC50	240 / 415	-	-		-
탄 자 니 아	다르에스살람	AC50	127 / 220	-	-		132, 220
리 비 아		AC50	127 / 220 230 / 400	-	-		-
튀 니 지		AC50	220 / 380	-	-		90, 150, 225
말 리		AC50	127 / 220 220 / 380	-	-		-
세 네 갈		AC50	127 / 220	-	-		-
잠 비 아		AC50	230 / 400	-	-		300
리 베 리 아		AC60	120 / 240 240 / 416	-	-		75, 125
가 나		AC50	250 / 440	-	-		-

國 名	都 市 名	周波數 (Hz)	電 氣 方 式				
			低壓/ V	相數	配電線數	其他都市	高 壓/ KV
토 고		AC50	220 / 380	-	-		
나이지리아		AC50	230 / 400	1, 2	2, 3, 4		66, 132, 330
니 제 르		AC50	220 / 380	1, 3	3, 4		66, 132
차 드		AC50	220 / 380	-	-		-
소말리아		AC50	220 / 400	-	-		-
카메룬		AC50	220 / 380	-	-		-
자이레		AC50	220 / 380	1, 2	2, 3, 4		70, 110, 120, 132, 220
우간다		AC50	240 / 415	-	-		-
말라위		AC50	230 / 400	-	-		-
앙골라		AC50	220 / 380	-	-		-
이 란	테 헤 란	AC50	220 / 380	1, 3	2, 4		22, 66, 132, 230, 400
이 락	바그닷드	AC50	220 / 380	1, 3	2, 4		-
터 키	앙 카 라	AC50	220 / 380	1, 3	2, 3, 4	110 / 190	66, 154, 220, 345, 380
키프로스		AC50	240 / 415	-	-		-
시 리 아	다마스쿠스	AC50	220 / 380	1, 3	2, 3, 4	115 / 200	20, 66, 230, 400
레 바논		AC50	110 / 190	-	-		-
요 르 단		AC50	220 / 380				11, 33, 66, 132, 230, 400
이스라엘	텔아비브	AC50	230 / 400	1, 3	2, 4		-
쿠웨이트		AC50	240 / 415	-	-		33, 132, 150, 300
사우디아라비아	리 야 드	AC60	127 / 220	1, 3	2, 4	230 / 400	-
			220 / 380				
바 레 인	앙 카 라	AC50	220 / 380	-	-		11, 33, 66, 220
		AC60	230 / 400				
카 타 르		AC50	240 / 415	-	-		11, 66, 132
아랍에미리트		AC50	220 / 380				11, 33, 132, 220
			240 / 415				
오 만		AC50	240 / 415	-	-		11, 33, 132
북 예 맨		AC50	250 / 440	1, 3	2, 3		11, 15, 33
남 예 맨		AC50	230 / 400	1, 3	2, 3, 4		3.3, 6.6, 11, 33

國 名	都 市 名	周波數 (Hz)	電 氣 方 式				
			低壓/ V	相數	配電線數	其他都市	高 壓/ KV
오스트리아	빈	AC50	220 / 380	1, 3	2, 4		110, 220, 380
벨기에	브뤼셀	AC50	220 / 380	1, 3	2, 3, 4	127 / 220 230 / 400	70, 150, 220, 380
키프로스	니코시아	AC50	240 / 415	1, 3	2, 4		-
체코	프라하	AC50	220 / 380	1, 3	2, 3, 4		110, 220, 400
덴마크	코펜하겐	AC50	220 / 380	1, 3	2, 3, 4		30, 60, 132, 400
프랑스	파리	AC50	127 / 220 220 / 380	1, 3	2, 4		63, 90, 150, 225, 400
서독	베를린	AC50	220 / 380	1, 3	2, 4		60, 110, 220, 380
그리스	아테네	AC50	220 / 380	1, 3	2, 4		66, 150, 400
이탈리아	로마	AC50	220 / 380	1, 3	2, 3, 4	127 / 220	60, 150, 220, 380
네델란드	헤이그	AC50	220 / 380	1, 3	2, 4	127 / 220	50, 110, 150, 220, 380
노르웨이	오슬로	AC50	220 / 380	1, 3	2, 3		132, 220, 300, 400
폴란드	바르샤바	AC50	220 / 380	1, 3	2, 4		110, 220, 400
스페인	마드리드	AC50	127 / 220 220 / 380	1, 3	2, 3, 4	127 / 220 220 / 380	100, 132, 220, 380
스웨덴	스톡홀름	AC50	220 / 380	1, 3	2, 4		70, 100, 130, 220, 400
스위스	제네바	AC50	220 / 380	1, 3	2, 3, 4		220, 380
英國	런던	AC50	240 / 415	1, 3	2, 3, 4		132, 275, 400
소련	모스크바	AC50	127 / 220	1, 3	2, 4		220, 330, 400, 750
유고슬라비아	베오그라드	AC50	220 / 380	1, 3	2, 4		110, 220, 380
東 獨		AC50	220 / 380 380 / 660	-	-		20, 30, 110, 220, 380
룩셈부르크		AC50	120 / 240 240 / 416	-	-		-
포르투갈		AC50	220 / 380	-	-		60, 120, 220, 400
아이슬란드		AC50	220 / 380	-	-		-
몰타		AC50	240 / 415	-	-		-
핀란드		AC50	220 / 380	-	-		110, 220, 400
헝가리		AC50	220 / 380	-	-		60, 120, 220, 400
루마니아		AC50	220 / 380	-	-		110, 220, 400
불가리아		AC50	220 / 380	-	-	110 / 220 110 / 400	220, 400

國 名	都 市 名	周波數 (Hz)	電 氣 方 式				
			低壓 / V	相數	配電線數	其他都市	高 壓 / KV
미  국	노스캐롤라이나	AC60	120 / 240	-	-	265 / 460	31-50
			120 / 208				51-70
	디트로이트	AC60	120 / 240	-	-	265 / 480	71-131
			120 / 208				
	캘리포니아	AC60	120 / 240	-	-		132-143
			120 / 208				
	플로리다	AC60	120 / 240	-	-	277 / 480	144-188
			120 / 208				189-253
	뉴 욕	AC60	120 / 240	-	-	277 / 480	
			120 / 208				
	펜실바니아	AC60	120 / 240	-	-	265 / 460	401-600
							601-850
	오 레 곤	AC60	120 / 240	-	-	-	-
			120 / 208				
캘리포니아	AC60	120 / 240	-	-	-	-	
		277 / 480					
와 싱 턴	AC60	120 / 240	1, 3	2, 4			
		120 / 208					
오 하 이 오	AC60	120 / 240	-	-	-	-	
		120 / 208					
캐 나 다	오 타 와	AC60	120 / 240	1, 3	2, 3, 4	-	100, 150, 250, 350, 400,
			120 / 208				600
과 테 말 라	과 테 말 라	AC60	120 / 240	1, 3	2, 3, 4		50, 69, 138, 230
멕 시 코	멕시코시티	AC60	127 / 220	1, 3	2, 3, 4		230, 400
파 나 마	파 나 마	AC60	120 / 240	1, 3	2, 3, 4		345, 44, 115, 230, 345
			120 / 208				
엘살바도르		AC60	120 / 240	-	-	-	
온 두 라 스		AC60	110 / 220	-	-	-	
니 카 라 과		AC60	120 / 240	-	-	-	
코스타리카		AC60	120 / 240	-	-	-	138, 230
도미니카		AC60	110 / 220	1, 3	-	-	69, 138



國 名	都 市 名	周波數 (Hz)	電 氣 方 式				
			低壓/ V	相數	配電線數	其他都市	高 壓/ KV
아 이 티		AC60	115 / 230 220 / 380	-	-	-	-
브 라 질	브라질리아	AC60	220 / 380	1, 3	2, 3, 4	-	230, 345, 440, 500
		AC50					
아르헨티나	부 에 노 스	AC50	220 / 380	1, 3	2, 4	-	132, 220, 330, 500
	아 이 레 스		220 / 440				
칠 레	산티아고	AC50	220 / 380	1, 3	2, 3, 4		66, 110, 154, 220
콜롬비아	보 고 타	AC60	120 / 208 150 / 200	1, 3	2, 3, 4	120 / 240 120 / 280	33, 66, 115, 220
에콰도르	키 토	AC60	115 / 208 120 / 220	1, 3	2, 3, 4		69, 138, 230
페 루 리 마		AC60	220	1, 3	2, 3 2		30, 60, 138, 220
베네쥬엘라	카라카스	AC60	120 / 240 120 / 208	1, 3	2, 3, 4		34, 5, 115, 230, 400
볼리비아		AC50	115 / 230	-	-	-	25, 33, 69, 220
우루과이		AC50	230	-	-	-	-
오스트레일리아	캔 배 라	AC50	240 / 415	1, 3	2, 3, 4		33, 66, 110, 220, 330, 500
뉴질랜드	웰 링 톤	AC50	230 / 400	1, 3	2, 3, 4		33, 50, 66, 110, 220
파푸아뉴기니		AC50	240 / 415	1, 3	2, 4		11, 22, 33, 66, 132
피 지		AC50	240 / 415	1, 3	2, 4		33, 132
서사모아		AC50	230 / 400	1, 3	2, 4		66, 22

【資料】日本 海外電力調査會, 日本電氣協會