

노르웨이의 전기공업

Electric Industry in Norway

기술자료
21~5~2

편 집 실

수력자원의 덕택으로 1人當 發電電力량이 최대인 노르웨이는 최근 水力依存에서 벗어나고 있는 경향이며 전력수요의 일부를 충족시키기 위해 원자력 및 화력 발전에 눈을 돌리고 덴마크와의 직류고압 송전 連系도 고려하고 있다. 또 제조공업도 그들의 국내시장에서 탈피하는 경향에 있다.

여러가지 복합요인에 의해 노르웨이는 최대의 1人當 발전전력량을 가진 나라가 되었다. 이 나라는 크며(노르웨이 국민은 이 나라를 最南端을 축으로 180度 회전시키면 最北端은 이태리의 나폴리 근방에 닿을 것이라는 말을 방문객에게 잘 한다), 인구는 4백만 정도이다. 또 대부분이 山地이고 호수, 강, 폭포의 지세는 수력 발전에 이상적이다.

노르웨이에서 최초의 수력발전소는 1885년에 운용되었으나, 최초의 대대적인 수력건설 부흥은 1905년경에 시작되었으며 전기화학 및 금속공업계획에서 비롯하였다. 1922년경 시설용량은 1,350MW에 달했으나, 불경기로 인하여 1939년경에는 年間 발전량 10TWh, 시설용량은 겨우 2100MW에 달했다. 2차대전후 수력시설용량은 계속 증가하여 현재 12,500MW이다.

장래의 성장

1969년(渇水年)의 총발전량은 58TWh이었는데 99% 이상이 수력이다,

가까운 장래의 증가속도를 년당 3.2 TWh로 계획하여 1980년경에는 년간발전량이 90~100TWh가 될 것이다. 수력은 강과 호수의 結氷으로 인하여 계절적 변동이 있기 때문에 노르웨이의 강대계획에 있어서는 화력 발전이 일익을 맡기 시작했다, 1975년경에는 최초의 석유건용 화력발전소, 1980년경에는 최초의 원자력 발전소가 운용될 것이다. 자본비가 낮고 연료비가 높은 석유건용 발전소는 渇水年의 보충전력으로서, 또 자본비가 높고 운용비가 낮은 원자력발전소는 모든 수력자원이 개발된 이후의 基底負荷에 충당할 의도이다.

현재 본격적으로 검토중인 여름-겨울철의 문제에 대한 또한 하나의 해결책으로서는 덴마크의 고압직류송전과의 連系이다. 이것은 1918년에 처음 제안되었으나

현재 그 필요성은 상당히 긴급하다. 덴마크는 전부 화력계통이어서 계절적변동을 받지 않으므로 노르웨이가 겨울철에 덴마크로부터 非尖頭電力을 구입하고, 여름철에 저렴한 수력전력을 덴마크에 판매하는 것이 이 제안의 골자이다. 현재의 계산에 의하면 500MW급에서 이러한 連系는 하나의 화력발전소 건설보다 비용이 약간 덜들어 화력발전소 건설필요성을 낮출수 있다.

노르웨이에서 신규발전소는 地下에 건설하는 경향이 다. 의외로 지하발전소는 일반적으로 건설비용이 싸다. 즉 配管이 적게 들고 값비싼 신축 조인트나 콘크리트 토층이 필요없다. 또 터어빈은 대부분 埋入할 수 있고 空洞현상(cavitation)의 위험없이 회전속도를 높일 수 있다.

노르웨이의 전기제조공업이 새로운 분야에 눈을 돌리고 있는 것은 경제적으로 이용가능한 전 수력자원의 궁극적인 개발 덕분이다. 경제적 개발가능한 총용량은 연간 130~150TWh이지만, 이중 일부는 동력화 되지 않을것이다. 제조업자들은 10~15년후에 국내수요가 안정되리라라고 예상하고 있다.

이러한 생각을 염두에 두고 Norpower회와의 전사회가 1970년 5월에 수도 오슬로에서 열렸다. 이 기간중 영국 시찰단이 노르웨이 수출당국의 초대로 여러회사의 제조 시설을 시찰하였다. 또 이들은 국유 및 민간 전력회사 대표와 회합하고 수력발전소를 방문하였다. 다음은 이들의 시찰기이다.

노르웨이의 전력계통에서 흥미로운 면은 민간회사의 발전량이다. 노르웨이 수자원 및 전력국이 전 계통을 관리하고 있으나 총시설용량의 32%정도를 소유하고 있을뿐이고, 자회단체소유는 46.5%, 민간소유는 21%이다. 국유시설의 발생전력은 일부는 직접 전기화학, 전기금속공업에 배전되고(총발전량의 63%이상을 사용) 일부는 배전사업에 쓰인다.

山地의 수력발전은 多數의 小容量機에 의하고 있는데, 이것은 민간전력회사의 수가 매우 많음을 말해준다. 1920년대에는 2,000개 이상이었고, 현재는 약 500

개이며 이 수차는 합병으로 점점 줄고 있다.

민간회사중 가장 큰 Hafslund회사는 오슬로 동남에 여러개의 발전소를 가지고 있는데, Glomma 강하류 Vamma에 있는 발전소는 현재 재건 중이다. 총출력 104MW, 소비유량 490m³/s인 현 프란시스 10기에 출력 108MW, 유량 450m³/s의 카플란 1기를 증설하고 있다.

이 정도의 대형 單機에서는 수축, 인팽창, 광대한 수압으로 여러가지 문제가 발생할 수 있으므로 기초에 대한 새로운 설계방식을 채택해야 한다. 과거에는 수압에 의해 터빈 외피가 약간 하류쪽으로 變位되어서 회전부와 정지부의 접촉 사그가 흔히 일어났다. 이러한 變位를 방지하기 위하여 下流側 외피에 수압을 가하고 縫合선축, 조인트에 의해 외피에 연결된 下流側 콘크리트 벽이 초과압력을 받게 한다. 신발전기를 시설하기 위해서 既設 터빈 구멍을 뚫는 작업은 매우 복잡한 공사였다.

노르웨이의 주요 터빈 제조회사인 Kvaerner Brug社는 수출시장을 모색하는 대표적인 회사로서 펨톤 프란시스, 카플란, 球形기계 등 진 종류의 수차터빈을 제조하고, 현재 세계 최대출력의 單軸 펨톤수차(노르웨이 서해안의 Aurland용 220MW)를 제작중이다. 현 Kvaerner社의 연간 생산고는 萬百馬力인데 대부분 국내시장에서 소비된다. 수출설적이 있었지만(특히 짐바아웨에 수출한 4기의 210khp 프란시스), 구라파시장의 성질상 수출은 기대하기 어렵다.

그 이유는 구라파의 현존 수력시설의 약 20%가 노르웨이에 있고, 노르웨이와는 달리 기타 구라파국들은 그들의 수력자원을 거의 개발했기 때문이다. 노르웨이가 잘 길이 있다 하더라도 다른 나라, 특히 스웨덴과 스위스가 노르웨이의 시장에 뛰어들려 하고 있다.

과거 10년동안 노르웨이의 수요는 주로 고압 프란시스 터빈이었으나, 산악지대인 서해안의 개발계획에 따라 高落差펠톤 터빈의 수요가 집중하고 있다. Kvaerner社의 高落差터빈 제조경험(水頭 400m 이상의 프란시스 터빈을 제작하는 세계 유일의 회사)은 이러한 수요 충족에 크게 도움이 된다.

Kvaerner社가 연구중인 새로운 개발대상은 揚水貯水用 可逆터빈(노르웨이에서는 영국처럼 매일 사용하지 않고 계절적으로 사용한다), 터빈 러너 제조에 있어서 鑄造 대신 용접, 터빈 수차 제작에 대한 數値制御 등이다.

고압 케이블

오슬로에 있는 또 하나의 큰 전기회사는 국제전화통신회사(ITT)의 일원인 Standard Telefon og Kabel-fabrik(STK)이다. 노르웨이 法下에서는 국제적인 大

會社의 종속회사는 보통 타국의 경우보다 큰 정책관할권을 가져야 하며, 사실 STK는 重電機분야에 관계하는 유일한 ITT회원회사이다.

이 회사의 주요 특제품의 하나는 지하 및 해저시설용 고압OF케이블이다. STK는 1953년에 처음으로 220kV케이블을 시설하였고 1956년에 300kV케이블 40km를 오슬로로써 포설하였다. 이 케이블網은 현재 알루미늄段外裝한 2,000mm²의 알루미늄 케이블(원래의 銅케이블의 단면적은 600mm²)로 보강하고 있다. 420kV케이블의 시험생산이 현재 진행중이다.

고압케이블의 油充塲을 위해서 STK는 회전 環狀充塲管을 개발하였는데, 이로써 充塲과 성능의 향상 외에 케이블을 매우 길게 만들 수 있게 되었다.

노르웨이에서의 해저케이블의 필요성에 비추어 이것은 특히 중요한 것이다. 노르웨이의 20,000km해안선 주변에는 수백개의 섬이 있고, 다수의 포트드(노르웨이 해안에 많은 높은 절벽사이에 깊숙히 들어간 峽灣)와 호수를 평탄해야하는 외에도 이들 도서에 전력을 공급할 필요가 있다. 이미 해저 650m까지 175km의 해저OF케이블이 포설되어 있고, 單片으로 제일 긴 것은 33km이다.

알루미늄은 STK社의 케이블 제조에 있어서 큰 역할을 하며 단면적 50mm² 이상의 모든 케이블에 쓰인다. STK社는 알루미늄外裝을 사용한 세계 최초의 회사중의 하나이고, 직경 130mm까지의 外裝을 제조한다.

케이블과 전선이 STK社 생산품의 대부분을 차지하고 있으나, 전회교환설비, 해양 및 군용전자장치, 消費者耐久財 등도 제조하고 있다. 주요 생산품은 가정용 냉동기이며, 영국이 큰 수출시장이다.

노르웨이의 가장 큰 변압기제조회사는 National Industri of Drammen이다. 1917년에 설립된 이 회사는 원래 웨스팅하우스社의 일부였었고, 아직도 電力用, 整流器用, 爐用 변압기, 수차발전기 및 電力用콘덴서의 제조생산에 있어서 웨스팅하우스社와 제휴하고 있으며, 노르웨이 정부 소유주는 20%이다. 변압기의 연간생산고는 2,500MVA를 초과하며, 지금까지 출고한 것중 가장 큰것은 400MVA, 300kV이고, 현재 400kV급의 주문을 받고 있다.

이 회사의 자체설계품목에는 設備造的 負荷時髦調整器付 爐用변압기와 노르웨이의 알루미늄精鍊工業에 쓰이는 정류기용 변압기가 있다. 1972년의 생산량 700,000톤을 목표로 하는 알루미늄공업의 확장으로 변압기 주문이 크게 증가하고 있다. 1970년에 정류기용 변압기 18대를 납품하였는데, 그중 6대는 사이리스터使用 탭조정기가 장치된 것이다. Norpower전사회에 출품된 이 탭조정기는 補修의 필요없이 백만회까지 운전시험을 거

친 것이다.

이 회사는 구리와 최초로 저압변압기에 箔捲線을 사용하였으나, 고압용에는 아직도 層型捲線을 쓰고 있다. 200~300kVA급까지는 절연과 변압기유의 강화를 위하여 에폭시被覆木材구조를 쓴다.

변압기와는 별개로 판매하지 않는 사이리스터使用 탭조정기 외에 이 회사가 연구중인 새로운 기술은 탭변환용 전공 단로기, 수력발전기용 정지사이리스터 勵磁機 및 대형수력기계용 고효율 水冷系統이다.

豫備發電

非常 및 豫備 전력공급용 가스터어빈 기관은 Kongsberg社의 주요 생산품이다. 이 회사는 주로 회전인쇄기, 휴대병기, 곡사포, 유도미사일 등을 제조하는 국영병기공작장인데 최근에 와서 비로소 발전용 가스터

어빈기관을 제작하고 있다.

탄탄하게 설계된 KG2-3기관은 중량 5,500 lb이고 20°C의 입구공기온도에서 출력 1,700hp이다. 연료는 디젤을 쓰게 되어 있으나, 천연가스도 가능하다. 輕量 소형 (75×67×87 in)의 특징이 있어서 이동용으로 이상적이며, Kongsberg社는 출력 1.2MW, 길이 20ft, 중량 11톤의 트레일러형 발전유니트를 생산하고 있다. 시장출현 첫해의 판매량은 20대였다. 또 덴마크의 초대형유조선의 非常 및 豫備用으로서 1.2MW 가스터어빈 발전기 8대를 제작중이다.

Kongsberg社의 또하나의 주생산품으로는 영국의 전사회에 출품된 Kingmatic자동배수기가 있다. 이 기계와 여러가지 수치제어장치는 추적제어기구에 관한 軍用役 연구결과에서 개발된 것이다.

