

# 유럽 각국의 전력설비 현황을 알아본다

— 산업시찰을 마치고 —

글/권 용 득(대한전기기사협회 회장)

## I. 머리말

다변화하는 국제정세 속에서 오늘날 세계 각국은 자국의 이익을 위해 과학기술 축적 등에 주력하고 있다.

따라서 산업의 원동력을 담당하는 우리 전기기술인들도 다변화의 국제정세에 대처하기 위해 노력을 하지 않으면 안 될 것이다.

이번에 필자(산업시찰 단장)는 세계 각국의 전기 기술분야의 정보수집과 기술교류를 통해 국내 산업 발전에 일조하고자 13박14일동안 유럽산업시찰을 다녀왔다.

낮설고 생소한 유럽 산업시찰을 통해 단편적이거나 마 이들 나라의 전력설비 현황을 회원들에게 소개하고자 한다.

## II. 프랑스편

우리가 찾은 프랑스의 산업시찰 대상은 파리의 국제산업기술전시장(C.N.I.T)의 건물 자동화(BAS)설비를 시찰하는 것이다.

이 전시장은 우리나라 KOEX와 비슷한 기능을 가진 설비이다.

프랑스하면 원자력발전이 가장 발달되었다는 것을 알고 있다.

이것은 프랑스 지형 등과 관련이 있는데, 프랑스는 지형이 거의 정육각형으로 알프스지방을 제외하

고는 대체로 평야로 구성된 서유럽 최대의 농업국이다.

기후는 지역에 따라 다르지만 대서양 연안은 해양성, 알프스지방은 겨울이 긴 대륙성, 마르세이유 등은 온난한 지중해성 기후이다.

### 1. 전력설비 현황

#### 가. 수력발전설비

프랑스의 개발 가능한 수력은 650억kWh~720kWh에 이른다.

1990년말 수력 가능 전력량은 697억kWh<설비용량은 2,470만kW>에 이르러 경제성면에서 볼때 수력 개발율은 거의 100%에 도달하고 있다.

지형상 프랑스는 대하천이 적고 기타 하천에는 평균 유량이 약 1000m<sup>3</sup>/sec이고 하천구배가 완만하고 고낙차를 얻을 수 있는 알프스지방의 하천은 유량이 적다고 한다.

반면 고낙차의 이용이 가능한 양수 발전소는 대규모화가 가능한데 1990년말 현재 최대발전소는 Grand Maison혼합 양수발전소이고 출력은 180만kWh이며 유럽에서는 최대급 규모에 속한다.

특징적인것은 수력발전소중에 랑스 조력발전소가 있고, 이것은 영·불해협이 위치하고 랑스천이 끝나는 최고 13m의 급격한 조위차를 이용하여 발전을 하고 슈프라형 수차 발전기 24기(각 1만kW)를 설치운영하고 있다.

나. 화력 발전설비

화력발전 설비는 일찍부터 표준화 유니트가 정해져 원자력시대가 도래한 1970년대까지는 용량의 스케일업이 규칙적으로 진행되었다.

유니트 규모의 종류는 12.5만kW, 25만kW, 60만kW, 70만kW의 4종류이다.

석유 가격의 상승으로 경제성이 없어져 1970년대 후반에 원자력 설비가 완성되면서 화력 발전설비는 원자력의 대량 운전의 중간부하, 피크부하용의 운전시에 사용되기도 한다.

EDF(프랑스 전력공사)에서는 유향화하고 있는 화력설비 600만kW를 1988년말까지 휴·폐지할 계획을 1984년 초에 발표하였다.

다. 원자력 발전설비

프랑스는 당초 독자적으로 가스로의 건설을 진행했으나 1969년에 경제성을 이유로 미국형 경수로로의 전환을 결정하였다.

그후 제1차 석유위기를 원자력 개발에 박차를 가하였다. 1977년에 경수로로 전환후 Fessenheim 1호기(93만kW)가 운전을 개시하였고, 1980년, 81년에는 90만kW급 PWR이 연간 7-8기운전을 시작하고, 그후 원자력의 대량운전이 시작되어 미국에 이어 세계 제2위의 원자력 대국으로 부상되었다.

1990년말 현재 운전중인 원자력 발전 유니트는 가스 2기(102만kW)PWR 51기(5,434만kW) 합계 5,561만kW에 이르고 있다.

프랑스의 PWR로의 가장 큰 특징중 하나는 1배가, 한 전력회사의 조건으로 생산체계가 이루어져 있고 일찍부터 표준화되어 시리즈 생산으로 생산 코스트 절감 효과를 보고 있는점이다.

또한 원자력이 발전할 수 있는 특징은 전력소비자가 가깝고 하천용량이 연간 비교적 안정되어 하천입지 선정이 유리하여 내륙지보다 냉각수원 확보가 쉽다는 것이다.

라. 송배전 계통

전력설비의 전압구분은 고압, 중압, 저압의 3개 전압으로 구분되어 있고, 표준전압의 저압은 종래

120/220V와 220/380V의 2가지로 구분되었지만, 현재는 220/380V로 통일 되어 있다.

중압은 70%가 20kV이고 나머지는 15kV이고 고압은 33kV를 초과하는 전압을 말하며 주로 63kV, 90kV, 150kV, 225kV, 400kV이다.

송전선에는 225kV, 400kV의 초고압선로의 비중이 높은 것이 특징이며, 특히 근래 원자력 발전소의 건설에 맞추어 400kV 송전선의 확장이 진전되고 있으며 150kV송전선은 거의 225kV 송전선으로 변환하고 있다.

또한 직류 송전선은 영·불 연계의 ±270kV, 220만kW, 45kV의 해저 케이블이 1986년말 부터 운전되었고 ±200kV, 158kV가 이탈리아·사리테니아섬의 연계선의 일부에 사용되고 운전되고 있다.

이상 프랑스의 전력계통의 개략만을 기술하였다. 실상 산업시찰 당시 파리 Center National Des Industries Des Techniques(국제산업 기술전시장)건물의 탐방을 실시하였으나 이 사항은 시리즈로 연재될 기행문편에서 기술하기로 하고, 다음은 이탈리아로 전력계통 현황 탐방을 나섰다.

II. 이탈리아편

파리에서 오전 8:55에 출발한 비행기(AF 692)는 10:55에 로마에 도착했다.

일정은 점심식사후 ENEL(국유화 전력회사)를 방문토록 되어 있으나 노조파업으로 산업시찰을 하지 못하고, 향후 회사개요 및 이탈리아 발전소 및 전력 현황자료를 당 협회를 송부하기로 하였다.

아시다시피 이탈리아는 유럽 대륙에서 지중해 쪽으로 장화처럼 뻗어 나와 있는 오랜 역사를 자랑하는 나라이다. 산지와 구릉이 많고 평야는 전국토의 1/5정도 밖에 안되며, 지반이 불안정하여 지진이 잦다.

기후는 온난하고 4계절이 뚜렷하며 전체적으로는 우리나라 보다 약간 덥다. 여름에는 건조하고 겨울에는 비가 많이 온다.

### 1. 전력설비현황

수력발전이 주요한 전원설비의 기본으로 개인 전기사업의 발전의 근간이 되고 있다.

백열전등의 점등은 1882년에 시작되었고 다음해 6월에는 센타 라데콘다기력 발전소(400kW)가 밀라노의 중심부에 일반공급을 행하고 그후 1884년 1월에는 전등회사가 설립되었고 1885년 로마 등의 대도시에서 화력발전으로 전력공급을 행하다가 그후 일부 도시 시내의 전력공급을 목적으로 한 소규모 개인 또는 도시영으로 되었다.

수력발전소는 1885년에 운전을 개시, 교류로 일반공급을 한 데와리 발전소(65kW)가 처음이다.

이탈리아는 옛날부터 전통적인 수력을 기반으로 수력 기술이 발달되었고 고산지역에 강수량이 많고, 반면 석탄 자원이 부족한 배경으로 수력발전은 급속히 증가하여 1950년 경까지 총발전 전력량의 90%를 점하였다.

송전에서도 일찍부터 교류송전의 실험이 행하여져 1892년에는 제2데와리 발전소에서 로마까지 26km, 500V의 송전이 되었고, 또 저수지의 건설과 하천유역의 개발은 1889년에 건설되어 고루첸데 발전소(100kW)가 전력생산을 시작하였고 그후 많은 수력 자원이 알프스지방에 위치한 관계로 유입식의 고낙차 발전소가 계속 건설되었고 고낙차에 관계된 기술 발달과 전유역의 종합개발에 많은 노력을 하였다.

#### 가. 국유화 전력회사(ENEL)설립

제2차 세계대전의 종전을 앞둔 1945년 당시 전력설비의 1/6이 파산되고 또 총용량 12만kW에 달하는 수력발전소를 프랑스와 유고에 양도함에 따라 발전전력량을 126억kWh로 당시의 최저치를 기록하였다.

다음해인 1946년에는 175억kWh, 1947년에는 206억kWh로 급속히 회복되었지만 증가가 수요를 충족시키지 못하여 전력의 사용제한 등 곤란한 지경에 이르게 되었다.

1948년 전기사업자는 전력 부족을 해결하기 위하여 정부에 건의, 전력개발 계획을 책정하였고 이것

은 연간 약 110억kWh를 발전할 수 있는 설비를 증강하는 내용으로 전후 발전기의 경제종합정책에 근간을 이루었다.

그러나 기업형태의 불통일과 기업규모의 대규모화가 전력설비의 효율적 운영에 장애가 되었고 또 북부와 남부의 수력자원이 큰차이가 있어 지역에 따른 전력 코스트의 차이로 득실의 차가 높아 전기사업은 국유화하여 전국 규모에서 일원화하여 운영하자는 주장이 좌파 정당이나 노동조합을 중심으로 강하게 제기되었다.

1962년 6월에 전력 국유화 법안을 국회에 상정하여 동년 12월 동법안이 국회에서 통과되어 국유 전력공사(ENEL)가 설립되었다.

### III. 독일편

베를린에 도착하여 오전을 시내관광을 하고 오후에 KRAFTWERK REUTER WEST(열병합 발전소)를 방문 하였다.

독일은 유럽대륙의 한복판에 자리잡고 있으며 지형에 따라 세지역으로 나뉜다. 북부와 저지대는 낮은 구릉과 평원이 이어지고 중부의 산악지대는 고원과 산, 분지로 이루어져 많은 변화를 보이며 남부는 알프스에 이어지는 구릉과 고원지대이다. 국토는 전체적으로 알프스로 부터 북해쪽으로 경사를 이루고 있으며 라인, 베저, 엘베 등의 강이 북으로 흘러 내린다.

온대기후에 속하지만 1년 내내 비가 많이 온다.

#### 1. 전력설비현황

1989년말 구서독 전국 발전설비용량은 1억421만kW이고 이 양은 전기사업자 8,959만kW(86%), 산업자가발전 1,329만kW(13%), 연방철도 134만kW(1%)이었다.

에너지원별 구성은 석탄·갈탄이 45%, 원자력 23%, 석유 9%, 수력 7%, 천연가스 기타 16% 이었으며 과거 10년간의 동향으로 볼 때 원자력의 증가에 비해 화력계통은 감소 추세를 보였다.

**가. 발전설비**

1) 수력 : 1989년말 수력발전 설비용량은 689만kW 이고 이 양은 유입식 287만kW, 저수지·양수식 402만kW이다.

2) 화력 : 총발전 설비용량에서 발전설비의 비율은 89년말 70%를 차지한다.

3) 원자력 : 1989년말의 원자력발전 설비용량은 2,395만kW며, 총발전 설비용량에 23%를 차지한다.

**나. 송배전설비**

전압은 220kV 이상은 초고압, 110kV가 고압, 1kV~60kV가 중전압, 1kV 이하가 저압으로 분류한다.

**다. 열병합 발전설비**

1986년 지역난방열공급회사수는 133개 회사로 동

년말의 지역난방열공급망의 총연장은 8.776km, 판매열량의 64%를 열병합 발전소 18%를 열병합설비, 나머지 18%를 산업계가 공급한다.

**라. 재생 가능 에너지 발전**

1988년에 재생가능에너지 발전량을 191억kWh이다. 그것은 전기사업용 발전 전력량의 5.3%를 차지한다.

이상으로 유럽 각국의 전력현황을 개략적으로 기술하였다.

끝으로, 각국 전력설비 내용이 회원들에게 다소나마 참고가 되길 바라며 특히 관련된 자료가 더 필요하신 분은 협회에 신청하면 협회는 필요한 자료를 입수하여 많은 회원들에게 도움을 주도록 노력할 것이다.

<표 1> 독일의 사업자 자가발전별 총발전설비

(단위 : 1,000kW)

년도 (12월13일)	사 업 자				자 가 발 전				합 계			
	수력	화력	원자력	계	수력	화력	원자력	계	수력	화력	원자력	계
1940	...	...	...	5,159	...	...	...	4,055	...	...	...	9,214
1945	...	...	...	3,500	...	...	...	...	...	...	...	...
1950	...	...	...	6,497	...	...	...	3,875	...	...	...	10,372
1955	2,463	9,066	-	11,529	391	6,411	-	6,862	2,854	15,537	-	18,391
1960	2,956	14,247	-	17,203	408	9,889	-	10,297	3,364	24,136	-	27,500
1965	3,670	22,968	-	26,638	402	13,594	-	13,996	4,072	36,562	-	40,634
1970	4,332	28,411	958	33,701	447	16,685	-	17,132	4,779	45,096	958	50,833
1975	5,109	48,969	3,504	57,582	464	16,310	-	16,774	5,573	65,279	3,504	74,356
1980	5,929	56,377	8,905	71,211	555	15,333	158	16,046	6,484	71,710	9,063	87,257
1981	5,928	57,410	10,205	73,543	560	15,370	158	16,088	6,488	72,780	10,363	89,631
1982	5,981	58,706	10,206	74,893	560	14,893	157	15,610	6,541	73,599	10,363	90,503
1983	6,011	58,855	11,523	76,389	552	14,704	157	15,413	6,563	73,559	11,680	91,802
1984	6,107	58,013	15,450	79,570	554	14,655	155	15,364	6,661	72,668	15,605	94,934
1985	6,149	59,963	16,783	82,895	549	14,404	155	15,108	6,698	74,367	16,938	98,003
1986	6,180	59,930	19,719	85,829	563	14,223	155	14,941	6,743	74,153	19,874	100,770
1987	6,181	60,802	19,778	86,761	563	13,545	155	14,263	6,744	74,347	19,933	101,024
1988	6,232	59,190	22,481	87,994	561	13,536	155	14,252	6,884	72,726	22,636	102,246
1989	6,326	59,474	23,791	89,591	565	13,901	155	14,621	6,891	73,375	23,946	104,212

[참고자료] VDEW : Ringbuch der Energiewirtschaft. VDEW : Elektrizitätswirtschaft.