

자가용 전기설비(상용발전) 전기안전관리 계획 및 실적

한국전기안전공사
전력설비검사처

1. 국내 열병합 발전설비 현황

1. 설치 현황

국내산업체에서의 열병합발전은 공정용 열소비가 많은 공장에서 에너지의 이용율을 높일 수 있는 방법으로 관심을 가지게 되었고 한국중합화학에서 '59년도에 처음으로 열병합발전소를 건설하였으나 '60년대에는 유류연료의 공급가가 저렴하여 열병합발전의 이용은 둔화되었다.

그러나 1974년 Oil Shock로 인한 유류파동으로 열병합발전은 에너지를 절감할 수 있는 한 방법으로 산업체에서 검토하게 되었으며 2002년 1월기준 열병합 발전을 이용한 자가발전시설은 총 209기에 달하며 용량은 5,856MW이다. 열병합발전방식의 형태를 보면 고압증기를 필요로 하는 화학업종에는 추기복수식이, 공정용 증기를 다량 사용하는 업종은 추기배압식이 주로 채택되고 있다. 업종별로는 증기를 다량 사용하는 업체인 섬유, 제지, 화학, 제철 및 정유공장 등에서 도입되고 있으며 보일러 용량은 주로 50-100T/hr이 사용되고 100T/hr이상의 업체도 다 수 있다.

<표1.1> 연도별 열병합발전 건설 현황

연도 구분	70년 까지	71-75 까지	76-80 까지	81-85 까지	86-90 까지	91-95 까지	96-00 까지	01-02 까지	비고
건설용량 (MW)	5	134	307	297	1,336	993	2,356	232.7	
일정기간 평균 성장률(%)	-	-	-	100	180	134	317	78.3	

(주1) 일정기간평균 성장률(%)은 81-85년 건설용량을 기준으로 지수화 하였음

2 발전설비별 현황

자가용 상용발전설비에 대한 안전성검사는 건설공정에 따른 사용전검사와 주기적인 정기검사가 이루어

지며, 우선 자가용상용발전설비를 갖추고 있는 사례를 2000년말 기준으로 지역별, 발전방식별, 업종별로 나누어 살펴보았다.

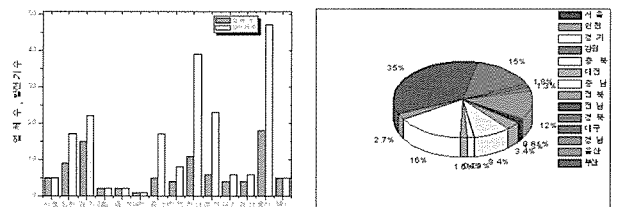
2.1 지역별 분포

발전설비의 지역별 분포 순위는 울산, 경기, 전남 순으로 공단위주로 대단위 용량의 설치가 집중되는 현상을 알 수 있다. 아래 분포도에 나타난 것과 같이 전체 35%를 차지하는 지역으로 여수 화학플랜트설비가 설치된 전남이며 다음은 석유화학단지가 집중된 16%의 충남과 15%의 경북순이며, 구미공단, 울산 석유, 정밀화학단지 등 공단내 설치가 전체 78%를 차지하고 있어 잉여전력을 수수(授受)하고자 하는 발전사업자일 경우 설비의 안정적인 운용을 위하여 계통연계시 2중화된 계통망 구성이 필수적이라 할 수 있다.

또한 지역 공단위주의 발전원이 집중되어 있어 취약해지는 계통망의 안정성 확보를 위한 대비는 수시 검토가 되어야 할 것이다.

<표1.2> 열병합발전 설비 분포

분포 구분	서울	인천	경기	강원	충북	대전	충남	전북	전남	경북	대구	경남	울산	부산	계
업체수	5	9	15	2	2	1	5	4	11	6	4	4	18	5	91
발전기수	5	17	22	2	2	1	17	8	39	23	6	6	47	5	200
설비용량 (MW)	69	183	456	16	77	88	848	148	1,882	789	100	72	667	33	5,428



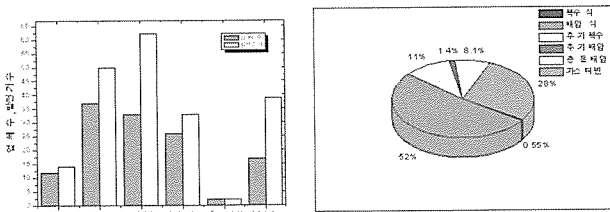
<그림1.1> 지역별 시설용량 분포도

2.2 발전방식별 분류

열병합발전방식에 의한 구분으로 아래와 같이 터빈내 스팀을 공정에 활용하는 방법에 따라 구분하는 추기복수방식이나 추기배압방식이 있으며 이같은 System은 전체 63%를 차지, 설비운전에 따른 Process 상 부생물로 발생하는 가스나 초저유황(LSWR - Low Sulphur Waxy Residue)을 이용한 가스터빈방식도 약 28%를 차지하고 있다.

<표1.3> 열병합 발전방식별 분류

발전방식 구분	복수식	배압식	추기복수	추기배압	중동배압	가스터빈	계
업체수	12	37	33	26	2	17	127/91
발전기수	14	50	62	33	2	39	200
설비용량(MW)	76	440	2,798	580	30	1,504	5,428



<그림1.2> 발전방식별 시설용량 분포도

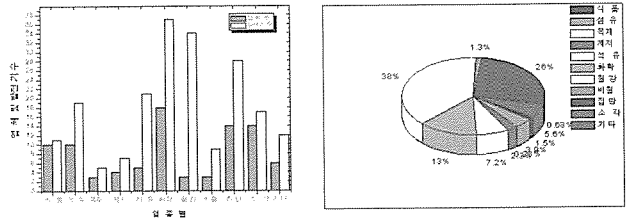
최근 경제활동 여건의 악화로 공정중 발생하는 스팀이나 가스의 활용도를 높이려는 시도가 대단위 복합공정에서 검토되고 있으나 발전효율의 저하와 시스템 도입에 따른 비용 상승등으로 적극적인 설비투자는 이루어지지 않고 있다.

2.3 업종별 분류

포항제철과 광양제철등 1차금속을 제강하는 업체와 고려아연등 비철금속 업종이 전체 약 40%를 차지하고 있으며 열과 전기를 동시에 관련산업체에 공급, 판매하고 있는 지역난방 업체와 산업단지공단, 울산 석유화학지원등 집단에너지 사업을 시행하고 있는 업체가 전체 26%를 차지하고 있어 향후 전력산업구조 개편과 아울러 전력사업의 직판허용에 대한 논란이 발생되리라 우려된다.

<표1.4> 열병합발전 업종별 분류

업종 구분	식품	섬유	목재	제지	석유	화학	철강	비철	집단	소각	기타	계
업체수	10	10	3	4	5	19	3	3	14	14	6	91
발전기수	11	19	5	7	21	37	34	9	28	17	12	200
설비용량(MW)	79	213	15	124	392	724	2,067	72	1,401	37	302	5,428



<그림1.3> 업종별 시설용량 분포도

II. 검사계획 및 실적

1. 개요

자가용 상용발전설비에 대한 사용전검사 및 정기검사에 대한 법적 근거는 다음장에 자세히 살펴보고 있으며 임시사용 판정에 대한 권한 또한 산업자원부장관 또는 시·도지사로부터 위임받아 한국전기안전공사 전력설비검사처 송변전검사부 주관하고 있으며 공사계획인가·신고 기술검토 및 접수부서는 전력설비검사처 검사총괄부 【☎ (02)440-2615(기계담당 : 우중현, 전기담당 : 김인용)】에서 처리하고 있다.

자가용 상용발전설비에 대한 보다 철저하고 투명한 검사를 위해 정부에서는 검사기준인 전기사업법 시행규칙 제31조(사용전검사의 대상·기준 및 절차 등)와 제32조(정기검사의 대상·기준 및 절차 등)을 새로 개정하여 기술기준과 산업자원부장관이 정하는 검사절차 또는 전기설비 검사항목 등의 기준에 적합하도록 관련규정을 정비하였다. 이에 후속조치로 검사업무처리지침('01.7.1 시행)을 제정하여 수검부서와 보다 원활한 검사를 수행하기에 이르렀다.

아울러 전기사업법 검사주기 관련 조항이 규제완화로 인해 당시 주기보다 2배가 연장되어 안전관리에 상존하는 사고유형이 증가되고 있어 발전설비의 안전성 확보는 무엇보다도 자체계획에 의한 정기적인 보수주기 체제확보가 선행되어야 하며 이 기간내 원활한 검사가 이루어질 수 있도록 철저를 기하고자 한다.

<표2.1> 정기검사 현행주기

구분	검사대상	검사주기	비고
가스터어빈	G/T / 발전기 / 수전설비	2년1회	
스팀터어빈	S/T / 발전기 / 수전설비	4년1회	

(주1) 산업자원부령 제90호('99.12.2)로 개정된 검사주기임

상용발전설비에 충실한 기술검토와 새로운 검사기법 개발은 보다 첨단화된 장비를 활용하여 운용할 계획에 있으며 '01년 도입한 변류기시험기(프로컴)나 휴대용진동계(NADA S&V), 전력분석장치(FLUKE) 등을 활용하여 현장검사에 충실히 대비하고 있다.

2. 2002년도 검사계획

2.1 사용전검사 계획

금년도 사용전검사 대상설비는 2001년도 공사계획인가·신고된 설비를 중심으로 7개 업체를 대상으로 하여 검사를 수행할 계획에 있으며 '01년 공정별 검사 중 완성검사를 마치지 못한 제주소각로 설비의 3개소에 대해서는 금년 계획에 포함하여 시행할 예정이다.

2.2 정기검사 계획

금년도 정기검사 대상은 전체 209기('01.12.30까지 신설분 포함) 중 28%인 58기에 대한 검사를 시행할 계획으로 있으며, 앞서 언급한 내용과 같이 발전설비의 정기적인 검사는 발전정지 기간내에 시행하도록 하고 있어 검사주기를 고려해야 하는 어려움이 있지만 반드시 정기검사 시행시기가 도래되지 않았더라도 발전정지 사유가 있는 경우는 검사기관과 협의하여 수검 받을 수 있도록 적의 조치가 요망된다.

일반적으로 법정검사 주기에 임박하여 검사를 신청하는 경우가 있어 검사를 위한 발전정지가 불가피하는 등 많은 애로가 발생하는 담당자는 이를 고려하여 유기적인 업무가 이루어질 수 있도록 사전협조가 요망되고 있다.

또한, 수전설비와 비상용예비발전설비에 대한 정기검사는 관할 사업소에서 시행(사용전검사를 마친 후 업무이관)하고 있으며, 발전용 수전설비에 대한 검사 관할 주체를 놓고 신청부서에서 애로를 느끼는 업체가 일부 있어 추가 안내를 시행할 계획이다.

검사업무 신청에 참고하도록 2002년 월별 상용발전설비 정기검사대상(별첨1)과 2001년 7월 1일 승인된

<표2.2> 자가용상용발전설비 검사업무 담당자

구분	검사자	담당역무	비고
상용 발전 설비 검사	기계 박창규, 왕상환	기초하반부(사용전), 기계분야(터어빈발전기)와 관련 보호장치, 대체에너지관련	440-2631, 2629
	전기 최중수, 김인근, 이영찬	수전설비(발전용수전포함)·발전설비와 관련 보호장치와 전기분야 일반사항	440-2621, 2629
검사 일정협의	토목 황승의	터어빈 차실하반부 검사	440-2616
	용접 남기문	일정규모 이상 용접부(비파괴, 기계, 내압) 검사	440-2637
	기계 왕상환	공정별검사 및 완성검사	440-2629
	전기 김인근	공정별검사 및 완성검사	440-2629

<표2.3> 공사계획인가·신고 후 건설중인 발전소 현황(02.2.1 현재)

업체명	위치	설비용량(kW)	준공시기	사용연료	비고
지역일원 난방	서울	13,335	02	증기	완성
제주소각로	제주	1,200	02	증기	완성
(주) 효성	창원	95,75	02	증기	2기
포항제철(주)	포항	29,700	02	가스	CDQ
호남석유화학	여수	42,170	02	가스	
호남석유화학	여수	18,520	02	증기	
파주소각로	경기	1,200	02	증기	
대구염색단지	대구	20,000	04	가스	

자가용전기설비의 검사업무 처리지침(별첨2)을 참고하기 바란다.

3. 2001년도 검사실적 분석

3.1 사용전검사 실적

증기나 가스터어빈에 대한 검사는 제1공정에 터어빈 차실하반부 검사, 제2공정에 용접부(검사대상에 한함)검사, 제3공정에 발전용수전설비 검사 그리고 마지막 제4공정에 공사계획에 의한 전체공사가 완료된때 완성검사로 각 공정별로 수행하고 있다. 따라서 상용발전설비인 경우 토목, 기계(용접 비파괴 포함)와 전기분야별로 검사신청 설비를 대상으로 검사처내 검사담당자(토목·용접부 검사는 원자력검사부)를 선임하여 현장검사를 시행하고 있다.

따라서 수용가의 경우 새롭게 신설되는 설비는 공사계획 신고시점부터 관련분야에 대한 사전 안내를 받아 건설공정 계획에 분야별 검사시점을 정하여 운용(공정회의 등)하는 것이 용이하리라 사료된다.

준공후 상업운전 시에도 정기적인 검사를 위해 필요한 설계자료나 보호회로 등을 최종 As-built 후 관리하여 이에 대비할 필요가 있다.

3.2 정기검사 실적

2001년도에는 총 46기(스팀터어빈-23기, 가스터어빈-23기)를 대상으로 법정검사 시행하였으며 검사 주기내 시행한 27기를 제외한 19기는 법정검사주기는 남아 있으나 정기적인 보수주기를 잘 이용하여 법정검사를 신청하여 시행하였다.

전기사업법 시행규칙에서 발전설비에 대한 검사는 발전설비의 가동정지 기간 중에 실시하도록 제도화되어 있다. 이는 발전설비의 안전성확보에 대한 업체 스스로 다각적인 노력을 기울이도록 하며, 검사 또한 보수기간 내 정비처리 공정의 타당성까지도 확인할 수 있도록 조치한 사례라 보며 이에 따라 종합시험을 위한 세부검사항목으로 발전설비와 터어빈 계통과의 종합연동시험과 4시간동안의 출력 가능한 부하운전을 시행하고 있다.

금년도에도 작년수준으로 검사대상을 정하여 법정검사 주기내에 위임사무를 마칠 계획으로 있으며, 정기적인 발전기 보수(Over Haul)가 끝나는 경우 보다 안정적인 설비운용을 위해 검사를 받은 후 사용하는 것이 현장업무상 유익할 것으로 사료된다.

<표2.4> 2001년 사용전검사 실적

구 분	검사대상		발전Unit 전압별 건수				비 고
	건수	대수	저압	고압	특고압	초고압	
증기터빈	23	10	-	7	15	1	
가스터빈	2	1	-	-	2	-	
수력발전	1	1	1	-	-	-	
비상발전	5	5	5	-	-	-	
계	31	17	6	7	17	1	

(주1) 증기터어빈 및 가스터어빈 발전설비 검사대상 건수는 수전설비와 T/G 기초하반부검사를 포함한 숫자임

<표2.5> 2001년도 정기검사 실적

구 분	발전대수	설비별 검사건수			발전Unit 전압별 건수				비 고
		발전(T/B+Gen)	수전	소계	저압	고압	특고압	소계	
증기T/B	23	46	15	61	-	8	15	23	
가스T/B	23	46	16	62	1	9	13	22	
계	46	92	31	123	1	17	28	46	

(주1) 증기터어빈 및 가스터어빈 발전설비 검사대상 건수는 수전설비와 T/G 기초하반부검사를 포함한 숫자임

별첨1. 2002년 월별 상용발전설비 정기검사대상

번호	발전소명	발전설비	수전설비	구분	예정월	주소
1	풍국주정(주)	550	0.75	증기	02월	대구 대천동
2	신흥제지(주)	12,000		증기	02월	경기 평택시
3	현대정유(주)	20,000	30	증기	03월	충남 서산시
4	현대정유(주)	20,000	30	증기	03월	충남 서산시
5	여천 NCC(주) 중흥동공장	29,750		가스	04월	전남 여수시
6	삼양제닉스(주)	9,200		증기	04월	인천 가좌동
7	POSCO 포항제철소 #5	75,000	90	증기	04월	경북 포항시
8	팬아시아페이퍼코리아(주)	32,360	41	증기	04월	전북 전주시
9	성남시 폐기물처리사업소	4,500		증기	04월	경기 성남시
10	L G 칼텍스정유(주)	25,980	35	가스	04월	전남 여수시
11	현대중공업 대산복합화력	104,000	120	가스	05월	충남 서산시
12	대한유화공업(주)	14,705		가스	05월	울산 울주군
13	대한화섬(주)	9,800		증기	05월	울산 선암동
14	여천 NCC(주) 중흥동공장	30,000		증기	05월	전남 여수시
15	사이스서산열병합발전(유)	61,000	105	증기	05월	충남 서산시
16	울산석유화학지원(주)	17,500		증기	05월	울산 부곡동
17	울산석유화학지원(주)	17,500		증기	05월	울산 부곡동
18	벽산에너지(주)	21,000		증기	05월	전북 익산시
19	삼성중합화학(주)	25,000	30	가스	05월	충남 서산시
20	사이스서산열병합발전(유)	36,000	60	증기	06월	충남 서산시
21	울산석유화학지원(주)	40,600	60	증기	06월	울산 부곡동
22	대한화섬(주)	9,980		증기	06월	울산 선암동
23	POSCO 포항제철소	14,500		증기	06월	경북 포항시
24	무학주정(주)	930		증기	06월	경남 마산시
25	LG Nikko동제련(주)	3,500		증기	06월	울산 울주군
26	(주)한 주	6,500		증기	06월	강원 강릉시
27	현대중공업 대산복합화력	104,000	120	가스	06월	충남 서산시
28	삼성비피화학(주)	7,000		증기	07월	울산 울주군
29	현대중공업 대산복합화력	91,000	120	증기	07월	충남 서산시
30	(주)새한	9,500		증기	07월	경북 경산시
31	부산환경개발(주)	3,800		증기	07월	부산 신평동
32	태창기업(주)	2,750		증기	08월	경남 양산시
33	POSCO 광양제철소	160,000		가스	08월	전남 광양시
34	POSCO 광양제철소	160,000		가스	08월	전남 광양시
35	양천동자원회수시설	1,530		증기	08월	서울 목6동
36	제철유화(주) 광양	9,900	13	증기	08월	전남 광양시
37	대구성서쓰레기소각장	2,000		증기	08월	대구 달서구
38	여천 NCC(주) 월하동공장	16,500		증기	09월	전남 여수시
39	도시개발공사 집단에너지사업단	21,430		증기	09월	서울 양천구
40	대구시 성서쓰레기소각장	700		증기	09월	대구 달서구
41	여천 NCC(주) 월하동공장	25,000		증기	09월	전남 여수시
42	(주)영 풍	1,200		증기	09월	경북 봉화군
43	도시개발공사 집단에너지사업단	37,000		증기	09월	서울 노원구
44	공향에너지(주)	47,000	65	가스	10월	인천 운서동
45	공향에너지(주)	47,000	65	가스	10월	인천 운서동
46	코오롱(주)	6,000		증기	10월	경북 구미시
47	현대중공업(주)현대소각로	1,100		증기	11월	울산 염포동
48	현대중공업(주)현대소각로	1,100		증기	11월	울산 염포동
49	여천 NCC(주) 중흥동공장	30,000		증기	11월	전남 여수시
50	사이스이천열병합발전(유)	47,000	70	가스	11월	경기 이천시
51	POSCO 광양제철소 #5	100,000	110	증기	11월	전남 광양시
52	POSCO 포항제철소	3,690	5	가스	11월	경북 포항시
53	POSCO 포항제철소	6,500	7.8	가스	11월	경북 포항시
54	에너지관리공단	88,150	100	증기	12월	대전 대덕구
55	선창산업(주)	3,665		증기	12월	인천 북성동
56	한국가스공사	9,000		가스	12월	인천 연수구
57	제일제당(주) 가양동	5,400		증기	12월	서울 강서구
58	사이스이천열병합발전(유)	47,000	70	가스	12월	경기 이천시