

변압기 소손원인 분석 및 대책방안 연구

통상산업부 전기공업과장 이 우 공

1. 서 언

우리나라의 배전변압기는 기술적 능력이나 생산적인 능력에서 국제수준에 이르고 있다고 자부하고 있으며, 실제적으로 변압기 생산업체들은 기술인력이나 생산시설을 충분히 확보하고 있고 품질관리도 비교적 잘 이루어지고 있다고 생각된다.

이러한 바탕 위에서 생산된 배전변압기는 '94년 말 현재로 약 84만여대가 설치되어 운영중에 있으며 매년 설치대수는 증가하고 있으나 변압기에 대한 사후관리 및 부하관리 미흡과 변압기 생산과정상의 문제 및 설치상의 부주의 등으로 변압기 소손이 많이 발생하고 있다.

'94년 한해 동안에 소손된 변압기는 3,247대로 총 설치대수의 0.4%에 이르고 있으나 이를 심각하게 받아들이려 하지 않고 오히려 당연한 것처럼 생각하고 있으며, 0.4%란 숫자에 집착하여 무시하려 하고 있다.

'94년에 소손된 변압기는 가격으로 계산하면 약 20억원 정도로 한국전력의 예산에 비하면 극히 작은 숫자이나 소손으로 인한 정전시간은 일반시간 이상으로 정전에 따른 손실을 감안하면 상당한 손실이 있었을 것으로 예상된다. 이러한 손실을 유발시키는 원인은 여러가지가 있겠으나 총 소손변압기의 35%가 과부하, 32%가 낙뢰로 나타나고 있으며 제작불량은 4.5%에 불과한 것으로 나타나고 있다.

금번 연구에서 나타난 주요 원인 중 과부하에 의한 것은 변압기 과부하 보호장치의 설치 및 용량상의 문제이고, 낙뢰에 의한 것은 피뢰기의 설치 및 성능상의 문제로 나타나고 있으며, 제작상의 문제는 일부 기술능력이 부족한 중소기업도 있겠으나 보다 근본적인 문제는 제작기간이 부족한 데 있다고 보여진다. 즉, 구매자가 납품기간을 짧게 줌으로서 제작자가 변압기 기본 제작기간인 12일에도 못미치는 경우가 있기 때문에 올바른 제작이 이루어질 수가 없다고 본다.

자연열화도 전체의 16.5%로 나타나고 있는데 현재 한전의 변압기 사용수명은 17년으로서 변압기의 설계상 수명이 20년 이상인 것을 감안하면 자연열화율이 상당히 높은 것으로 제작상의 결함이 있거나 장기간 과부하에 의한 영향으로 열화가 일어났다고 보아야 할 것이다.

이러한 일련의 상황을 종합해 보면, 근본적인 문제는 안전관리의 소홀과 품질관리의 미흡이라고 할 수 있으며, 이 두가지 모두 가장 기초적인 바탕에서 문제가 발생되고 있다는 것이 바로 문제로 지적되고 있다. 즉, 변압기 보호용 휴즈의 미부착 또는 용량과다, 피뢰기의 미부착 또는 제품불량, 변압기 납품기간 부족 및 물량 과다배정에 따른 부실제작 등이 그것이다.

변압기의 소손은 전력회사와 제작회사가 조금만

노력하면 소손율을 현재의 1/10 이내로 줄일 수 있을 것이며, 소손율의 감소는 재산상의 이익과 정전감소에 따른 간접 이익이란 두가지 목적을 달성함과 동시에 국민의 삶에 질적인 향상을 도모하여 줄 것이다.

2. 변압기 설치 및 납품현황

'94년말 현재 배전변압기는 전국에 837,336대가 설치되어 있으며 규모별로는 10KVA가 191,025대로 가장 많이 설치되어 있고, 20KVA가 167,519대로 두번째로 많이 설치되어 있으며, 그 다음은 50KVA가 146,581대, 30KVA가 140,005대 그리고 75KVA가 116,550대 설치되어 있다.

〈표 1〉 변압기 용량별 설치현황

(단위: 대, %)

용 량 별	5KVA	10KVA	15KVA	20KVA	30KVA	50KVA	75KVA	100KVA 이상	계
설치대수	13,168	191,025	42,800	167,519	140,005	146,581	116,550	19,688	837,336

자료: 한전 배전처('95.10)

10년 동안 한전에 납품된 변압기의 업체별·종류별 납품현황을 살펴보면 변압기의 총 납품대수는 577,033대였으며, 변압기의 전통을 가진 신한전기가 73,987대로 가장 많이 납품하였으며, 두번째가 동미전기로 59,648대를 납품하였고, 세번째가 국제전기로 59,436대, 그 다음이 동방전기로 51,295대를 각각 납품하였다. 대 변압기 제작회사인 효성중공업은 33,607대를 납품하여 9위에 머물렀고, 이천전기도 34,422대를 납품하여 8위에

머물렀으며, 현대중공업은 배전변압기의 납품을 하지 못하였다.

변압기의 종류별로는 폴 트랜스(P. TR.) 일반형이 546,242대가 납품되어 전체 납품량의 94.7%를 점유하고 있으며, 두번째가 지상변압기로 14,924대가 납품되어 전체 납품량의 2.6%를 점유하였고, 그 다음은 폴 트랜스의 내염분형이 7,709대, 저손실형이 5,528대가 각각 납품되었으며 최신형 자기진단형 변압기는 2,630대에 불과하였다.

〈표 2〉 변압기의 회사별·종류별 납품현황

(단위: 대)

구 분	P. TR. 일반형	P. TR. 저손실형	P. TR. 자기진단형	P. TR. 내염분성형	지상변압기	계
신 한	89,388	706	598	809	2,486	73,987
동 미	55,836	572	387	545	2,308	59,648
국 제	56,410	580	296	720	1,430	59,436
동 방	47,846	519	501	692	1,737	51,295
대 명	44,412	354	-	313	715	45,794
조 일	42,541	436	135	482	1,322	44,916
성 진	39,554	90	124	538	1,414	41,720
이 천	33,913	-	-	135	374	34,422
효 성	33,326	-	-	87	194	33,607
한 양	29,390	511	372	484	1,072	31,829
뉴 텍	24,349	-	-	416	333	25,098
삼 정	14,063	492	174	595	576	15,900
삼 진	12,122	344	43	381	537	13,427
기 타	43,092	924	-	1,512	426	45,954
계	546,242	5,528	2,630	7,709	14,924	577,033

주) '86. 1~'95. 9까지 납품현황

자료: 한국전기공업협동조합('95. 10)

또한 과거 10년간의 배전변압기 납품실적을 연년에는 84,496대가 납품되었고, '87년의 경우에는 21,715대가 납품되어 가장 저조한 납품실적을 기록하였다. %인 93,220대가 지난 '95년(1월~9월)에 납품되었고, '94년에는 87,896대가 납품되었으며 '91

〈표 3〉 연도별·종류별 변압기 납품실적

(단위: 대)

구 분	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95(1~9)	계
일단접지형	39,310	20,951	34,342	55,105	64,323	83,099	39,828	46,621	79,088	83,575	546,242
저 손 실 형	-	-	-	-	-	-	-	-	4,140	1,388	5,528
자 기 진 단 형	-	-	-	-	-	-	-	-	18	2,612	2,630
내 염 분 성 형	-	-	-	-	-	-	907	1,452	2,006	3,344	7,709
지 상 변 압 기	292	764	815	1,066	1,276	1,397	2,588	1,781	2,644	2,301	14,924
계	39,602	21,715	35,157	56,171	65,599	84,496	43,323	49,854	87,896	93,220	577,033

자료: 한국전기공업협동조합('95. 10)

위 표에서 보는 바와 같이 내염분싱형 변압기는 '92년부터 사용되기 시작하였으며 손실형 변압기와 자기진단형 변압기는 '94년부터 사용되기 시작하였고, 이 두 종류의 변압기는 그 수요가 점차적으로 증가되고 있으며 향후 자기진단형과 저손실형 변압기는 빠른 속도로 늘어날 전망이다.

변압기의 납품기간을 보면 '93년에는 납품기간이 제일 길었던 것이 76일이었는데 검수신청일 9

일을 제외하면 실제 납품기간은 67일이었고, 그 다음이 42일(검수신청일 제외)이었으며, 총 발주량은 13건에 37,180대로 실제 납품기간이 30일 이상인 것이 5건 17,609대에 불과하고 30일 미만인 것이 8건에 19,571대나 되며, 20일 이하인 것은 6건에 17,392대였고 또 실납품기간이 10일, 11일, 13일 되는 것도 있었다.

〈표 4〉 '93년도 변압기 발주현황(주상변압기)

계약일자	수 량	납품일자	배정업체	납품기간	계약일자	수 량	납품일자	배정업체	납품기간
'93. 4. 5	2,282	'93. 3. 26	14	51	'93. 6. 25	2,116	8. 10	15	46
4. 21	5,235	6. 19	14	50	6. 25	3,312	9. 10	16	76
4. 30	1,886	6. 10	14	41	7. 14	184	'93. 8. 5	16	22
5. 17	1,840	6. 15	16	29	9. 15	1,380	10. 10	16	25
5. 31	2,760	8. 5	16	66	10. 8	207	11. 10	17	33
6. 5	828	6. 25	16	20	11. 7	2,512	12. 3	17	26
6. 21	1,848	7. 10	16	19	12. 14	7,756	'94. 1. 12	17	29
6. 21	3,016	7. 15	16	24	계	37,180			

자료 : 한국전기공업협동조합('95. 11)

주) 납품기간은 검수신청일(납품전 9일)을 제하지 않은 일수임

위 표에서 보는 바와 같이 납품기간 19일은 검수신청 기간을 제외하면 10일밖에 되지 않으며 변압기의 기본제작 소요기간인 12일에도 미치지 못하고 있다.

'94년에는 총 발주량이 22건에 75,336대였으며 그 중 실제 납품기간이 30일 이상인 것이 8건에 30,451대였고 30일 이하가 14건에 44,885대였으며, 실납품기간이 12일, 13일, 14일 되는 것도 3건에 5,900대나 되었다.

'95년에는 9월말까지 총 발주물량은 21건에

81,224대였고 그 중 실납품기간이 30일 이상인 것이 1건에 8,776대였으며, 30일 이하인 것은 20건에 72,448대로 대부분을 점유하고 있다. 특히나 변압기 기본 제작기간인 12일에도 못미치는 것은 2건이 1일과 5일로 이것은 정상적인 납품이 될 수가 없을 것으로 보인다.

주상변압기는 '93년에 24건에 1,830대가 발주되었으며 대부분이 30일 이상의 납품기간이 주어졌으나 '93. 2. 15일에 발주한 것은 2. 18일에 납품토록 하여 3일간의 제작기간밖에 없었고 3. 15

(표 5) '94년도 변압기 발주현황(주상변압기)

계약일자	수 량	납품일자	배정 업체	납품 기간	계약일자	수 량	납품일자	배정 업체	납품 기간
'94. 1. 25	2,576	'94. 2. 20	15	21	'94. 6. 28	4,885	8. 20	20	53
2. 18	1,637	3. 20	18	31	7. 5	575	8. 10	8	36
2. 19	60	3. 20	2	30	7. 15	210	8. 10	4	26
3. 11	1,058	4. 11	19	31	7. 29	8,634	9. 15	21	47
3. 31	147	5. 3	9	33	9. 6	6,836	10. 31	26	55
4. 11	3,814	5. 10	20	29	9. 9	539	10. 31	12	52
4. 30	5,332	6. 3	21	34	9. 24	3,455	11. 30	20	37
5. 19	536	6. 20	7	32	10. 24	3,755	12. 10	20	47
5. 25	7,084	7. 4	20	40	11. 28	1,380	12. 20	43	22
6. 9	2,520	7. 5	20	26	12. 29	2,515	'95. 2. 4	17	37
6. 10	6,596	7. 20	20	40					
6. 20	6,620	7. 29	22	39	계	75,336			
		8. 10		51					

자료 : 한국전기공업협동조합('95. 11)

일에 발주한 것은 3. 15일 당일에 납품하도록 하여 제작기간을 전혀 주지 않은 경우도 있었다.

'94년에는 26건에 2,490대가 발주되었으며 제작기간은 30일 이상이 주어졌고, '95년에는 9월까지 27건에 2,313대가 발주되었으며 30일 미만의 제작기간이 없어 발주상태가 매우 양호함을 나타내고 있다.

일반적으로 변압기의 발주에 있어서 한달에도 수차례 발주(예 : '94년 11월에 9회 발주, '95년 5월에 8회 발주, 6월에 5회 발주, 8월에 5회 발주 등)되고 있으며, 납품기간도 경우에 따라서는 10일에서 43일 또는 55일까지 다양하게 지정되어 있어 발주의 일관성이 없다.

변압기의 계약상 납품조건은 크게 하자관리와 검수시험으로 볼 수 있는데, 하자관리는 하자보증

기간이 납품 후 3년으로 되어 있으며 하자의 내용은 주로 제작상 하자로 되어 있고 하자에 대한 확인은 1차적으로 한전이 하자가 발생한 변압기를 철거하여 하자원인을 점검한 후 제작상의 하자로 확인되면 제작업체(납품업체)에 하자내용을 통보하고 제작업체가 하자내용을 통보받은 후 일정기간 동안 이의를 제기하지 않으면 제작업체의 하자로 인정되며 만일 이의가 있으면 이에 대한 사유서를 제출하여 한전과 공동으로 하자원인을 조사하게 된다. 그러나 변압기는 사실상 소손사고가 발생하게 되면 납품업체에 통보할 시간적 여유가 없으므로 사고즉시 철거를 하게 되어 사고에 대한 정확한 원인규명이 어려워지게 되는 경우도 있으며, 또 한전과 제작업체의 사고원인 분석결과가 서로 상이할 경우 제작업체에 불리한 판정으로 갈

〈표 6〉 '95년도 변압기 발주현황(주상변압기)

계약일자	수 량	납품일자	배정 업체	납품 기간	계약일자	수 량	납품일자	배정 업체	납품 기간
'95. 2. 4	8,698	'95. 2. 20	27	16	'95. 5. 22	2,431	'95. 6. 15	39	24
2. 21	4,417	3. 5	25	12	5. 27	230	6. 25	17	29
3. 13	11,642	4. 8	41	26	5. 27	8,769	7. 5	21	39
3. 23	2,464	5. 3	20	41	5. 30	455	7. 5	11	36
4. 11	5,240	5. 10	40	29	6. 9	5,197	7. 20	21	41
4. 25	2,627	6. 3	42	39	6. 12	456	7. 20	3	38
4. 25	2,088	6. 1	40	37	6. 23	8,776	8. 5	44	43
5. 10	1,969	6. 10	60	31	6. 26	292	8. 5	2	40
'95. 7. 18	6,920	'95. 8. 20	22	33	9. 11	2,337	10. 10	20	29
8. 10	4,653	9. 15	40	36	9. 25	329	11. 3	19	39
8. 25	1,234	9. 25	36	31	계	81,224			

자료 : 한국전기공업협동조합('95. 11)

수밖에 없다.

하자에 대한 업체의 보증기간은 3년으로 되어 있으며, 하자에 따른 비용부담은 업체의 제작상 하자로 인정될 경우 경과년수에 따라 보상내용이 차이가 있는데

- 납품 후 1년 이내에 하자가 발생되면 신품 변압기비용에 하자가 발생된 변압기의 철거비용과 신품 설치비용을 합한 비용(신품변압기는 현물로 보상)을 청구 및 보상하고
- 납품 후 1년 이상 3년 이내에 하자가 발생하면 변압기비용(신품)만 청구 및 보상하도록 하고 있다.

변압기의 납품은 먼저 제작업체가 제작을 완료한 후 자체성능시험을 하고 한국전력에 검수를 요청하며, 한전은 제작업체의 요청에 따라 제작업체를 방문하여 전 품목을 검사하는데 경우에 따라서는 전수검사가 아닌 선택검사도 한다.

검사의 주요내용은 구조시험, 절연내력시험(충격 및 절연유시험 포함), 분상시험 등이며, 한전의 검사 후 합격품만 납품하게 되는데 전수검수결과 합격률이 나쁘면 전체를 불합격시킬 수도 있다.

검수신청에 있어서는 검수를 받고자 하는 업체는 납품예정일 9일 전에 검수신청을 하도록 규정하고 있으며, 납품 지연시에는 하루에 계약금액의 0.3%의 벌과금을 부담하도록 하고 있어 업체에 많은 부담을 주고 있다.

3. 변압기업체 현황

배전변압기 생산업체는 28개업체(한전에 납품하고 있는 업체)로 대부분이 상당히 영세한 업체들인데 종업원수가 100명 이상인 업체는 불과 6개업체에 지나지 않으며, 종업원 50인 이하인 업

체는 전체의 50%인 24개업체나 된다.

이들 28개업체 중 기술능력과 장비를 제대로 갖춘 우수업체는 10개업체 정도이고 나머지 18개업체는 기술능력과 장비 등이 미흡한 업체이다. 그러나 상위 10개업체는 변압기의 설계 및 제작기술이 선진국과 대등한 수준으로 평가되고 있으며 최신형 우수변압기도 생산하고 있고 수출도 많이 하고 있다.

우리나라의 배전변압기 수요는 연간 약 8만대 수준이며 생산능력은 연간 약 16만대 수준으로 생산능력은 충분하며, '94년도에 생산된 변압기는 모두 79,088대였고 그 중 20KVA의 변압기가 19,138대로 가장 많이 생산되었으며, 50KVA 변압기가 16,062대, 30KVA가 14,306대, 10KVA가 12,961대가 각각 생산되었다.

〈표 7〉 변압기 생산실적('94)

(단위 : 대)

구 분	100K이상	75KVA	50KVA	30KVA	20KVA	15KVA	10KVA	계
생산현황	3,710	12,315	16,062	14,306	19,138	596	12,961	79,088

* 생산현황은 한전 납품물량임

자료 : 한국전기공업협동조합('95. 10)

4. 변압기 안전장치 현황

변압기는 과부하나 낙뢰 등에 의해 본래의 기능을 상실하거나 소손되는 경우가 많이 있으므로 변압기의 1차측과 2차측에 과부하 보호장치와 낙뢰 보호장치를 설치하도록 하고 있는데, 변압기의 과부하 보호장치로는 변압기 2차측에 컷치홀더, 고리휴즈 및 전선휴즈가 설치되어 있고, 변압기 1차측에 설치되어 있는 휴즈링크는 변압기의 사고시 그 사고상황이 다른 전선으로 파급되지 않도록 하기 위해 설치된 안전장치이므로 변압기의 보호장치로 보기는 어려우나 일부 보호장치의 역할도 하고 있다. 그러나 이 보호장치들의 휴즈용량이 변압기의 안전용량을 크게 상회하고 있어 변압기를 과부하로부터 보호하기가 사실상 어려운 형편이다.

각 안전장치별 휴즈용량을 살펴보면 변압기 2차측 보호장치인 컷치홀더 용량은 변압기용량 7.5KVA까지는 50A이고 10KVA는 75A, 15KVA는 100A이며 15KVA 이상의 변압기는 컷치홀더를 설치하지 않고 있고, 고리휴즈의 용량도 변압기용량 5KVA는 40A, 7.5KVA는 50A, 10KVA는 75A이며 15KVA는 100A을 설치하고 있으며 15KVA 이상의 변압기에는 역시 고리휴즈를 설치하지 않고 있다.

전선휴즈는 각 선로마다 38A(220A, 2.6MM 인입선)가 설치되어 있으나 전선휴즈가 설치되지 않은 부분도 상당부분이 있다.

변압기 1차측에 설치되어 있는 휴즈링크는 당초 계통보호와 변압기 보호를 동시에 하도록 설계된 것은 아니지만 한전측은 변압기 1차측의 보호장치로 규정하고 있으며 '93년에 휴즈링크의 용량을 일부 조정하였는데 변압기 20KVA 이하의 휴

즈링크 용량이 모두 3A이던 것을 10KVA 이하는 1A로, 20KVA는 2A로 낮추고 그 외의 것은 종전대로 30KVA는 3A, 50KVA는 6A,

75KVA는 8A 그리고 100KVA는 12A를 설치하여 사용하고 있다.

〈표 8〉 변압기 보호장치인 컷치홀더와 고리휴즈 용량

변압기 용량	5KVA	7.5KVA	10KVA	15KVA	15KVA 이상
컷치홀더 용량	50A	50A	75A	100A	없음
고리휴즈 용량	40A	50A	75A	100A	없음

자료 : 한전 설계기준 3800

〈표 9〉 컷아웃 휴즈링크 용량

변압기 용량	10KVA	20KVA	30KVA	50KVA	75KVA	100KVA
휴즈링크 용량	1A	2A	3A	6A	8A	12A

* '93. 3월부터 10KVA와 20KVA 변압기는 3A에서 1A 및 2A로 수정하여 부착

자료 : 한전설계기준 3400

5. 변압기 소손현황

변압기는 한전의 규정상 수명기간이 설치 후 17년으로 되어 있으며 13년이 경과하면 대 보수를 하여 사용하도록 규정하고 있다.

변압기는 전국에 수십만대가 설치되어 있으며, 매년 2천여대가 넘게 소손이 발생되고 소손액도 수십억원에 이르고 있으나 한전의 예산에 비하면 그 소손액은 극히 미미하여 소손예방에 대한 인식 자체가 무시되고 있다.

'93년에 소손된 변압기는 총 설치대수 781,700대의 0.66%에 해당하는 5,193대가 소손이 발생했으며, '94년에는 총 설치대수 837,336대의 0.4%에 해당하는 3,274대가 소손이 발생했고 '95년

에는 9월까지 1,382대가 소손되었다.

변압기의 소손은 대체적으로 설치된 수량에 비례하여 발생되고 있으며, 소손내용을 용량별로 보면 10KVA 변압기가 가장 많이 소손이 발생하였고, 그 다음이 20KVA, 30KVA, 50KVA, 75KVA 등의 순으로 나타나고 있다.

아래 표에서 보는 바와 같이 '93년에는 10KVA 변압기가 19,025대로 가장 많이 설치되었고 소손은 1,425대로 제일 많았으며, 다음이 20KVA로 167,519대 설치에 소손은 936대였으며, 세번째가 30KVA로 140,005대 설치에 807대의 소손이 발생하였다.

'94년에도 역시 변압기의 설치대수에 비례하여 소손이 많이 발생하고 있는데 10KVA가 191,025대 설치에 845대의 소손이 발생하였고, 20KVA는 167,519대 설치에 604대가 소손이 났으며,

〈표 10〉 '93 변압기 소손현황

(단위 : 대, %)

구 모 별	5KVA	10KVA	15KVA	20KVA	30KVA	50KVA	75KVA	100KVA	계
설치대수	13,168	191,025	42,800	167,519	140,005	146,581	116,550	19,688	781,700
소손대수	104 (52)	1,425 (751)	364 (196)	936 (541)	807 (444)	731 (356)	678 (280)	143 (56)	5,193 (2,676)
소 손 율	0.79	0.75	0.85	0.47	0.58	0.50	0.58	0.73	0.66

자료 : 한전 배전처('94. 10)

()내의 숫자는 '96. 1. 18 한전배전처 제출자료

〈표 11〉 '94 변압기 소손현황

(단위 : 대, %)

구 모 별	5KVA	10KVA	15KVA	20KVA	30KVA	50KVA	75KVA	100KVA	계
설치대수	13,168	191,025	42,800	167,519	140,005	146,581	116,550	19,688	837,336
고장대수	75	845	217	604	491	474	417	124	3,247
고 장 륜	0.006	0.004	0.005	0.004	0.004	0.003	0.004	0.006	0.004

자료 : 한전 배전처('95. 10)

30KVA는 140,005대 설치에 491대의 소손이 발생하였다.

소손율을 보면 '94년에 총 평균 소손율은 0.39%였으며 소손율이 가장 많은 것은 100KVA 이상이 0.63%로 가장 소손율이 높았고 그 다음이 5KVA로 소손율이 0.57%였으며 소손율이 가장 낮은 것은 50KVA로 0.23%의 소손율을 보이고 있다.

경과 연수별로 소손현황을 살펴보면 '93년도에는 설치 후 10년 이상 17년 사이의 변압기가 1,662대로 가장 많으나 이것은 8년분을 동시에 나타낸 것이며, 실제로는 설치 후 1년밖에 되지 않은 변압기가 1,036대로 제일 많고 두번째가 설치 후 2년된 변압기가 603대이며, 세번째가 설치 후 3년된 변압기로 434대로 나타나고 있다.

〈표 12〉 경과연수별 소손현황

(단위 : 년, 대)

연 수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10이상	계
'93	1,036	603	434	394	285	222	238	169	150	1,662	5,193
'94	481	313	261	278	273	203	186	167	136	949	3,247
'95	143	117	87	99	94	78	60	64	69	231	3,247

주) '95년은 1~8월까지의 실적임

자료 : 한전 배전처('95. 10)

'94년도의 소손현황을 보면 역시 설치 후 1년 이내의 변압기가 481대로 제일 많은 소손이 나고 있으며 그 다음이 설치 후 2년된 변압기가 313대로 많은 소손이 나고 있고, '95년에도 설치 후 1년 이내의 변압기가 143대로 제일 많은 소손이 나고 있으며 설치 후 2년된 변압기가 두번째로 많은 소손이 발생하고 있다.

'93년과 '94년 및 '95년의 소손상황을 종합해 보면, 설치 후 1년 이내의 변압기가 가장 문제가 있다는 사실을 알 수 있으며, 설치 후 8년, 9년, 10년이 되는 변압기가 소손이 제일 적게 발생되고 있다는 사실을 알 수 있다.

특히 '93년에는 설치 후 1년 이내의 변압기가 1,036대로 연간 변압기 총 소손량의 20%에 이르

고 있으며 '94년에도 설치 후 1년 이내의 변압기가 481대가 소손되어 전체 소손량의 15%에 이르고 있다.

'94년도의 설치 후 1년 이내에 소손된 변압기 481대 중 159대는 수리변압기로 33%나 점유하고 있는데 소손변압기의 수리는 그 변압기 제작업체가 하지 않고 원호단체, 향군단체 및 한전 퇴사원단체 등이 전담하고 있다.

또한 변압기의 원인별 소손현황을 살펴보면 '93년에는 낙뢰에 의한 소손이 1,786대로 제일 많았으며 그 다음이 자연열화로 1,421대였고 과부하는 397대로 나타나고 있다. '94년에는 과부하가 1,139대로 가장 많았으며 그 다음이 낙뢰로 1,036대였고 자연열화는 536대로 나타나고 있다.

〈표 13〉 원인별 소손현황

(단위 : 대)

구분	제작불량	자연열화	과부하	낙뢰(뇌격)	일반인과실	풍우	보수불량	시공불량	원인불명	기타	계
'93	127	398	292	1,359	162	71	14	24	54	175	2,676
'94	147	536	1,139	1,036	107	31	30	20	42	159	3,247
'95	23	98	133	493	5	25	-	3	11	47	1,042
계	297	1,032	1,564	2,888	274	127	44	47	107	381	6,965

주) '95년은 1~8월까지 누계임.

자료 : 한전 배전처('95. 10)

업체별 변압기 소손현황을 살펴보면 '94년말 현재 S전기의 변압기가 93,729대로 가장 많이 설치되어 있는데 고장도 383대로 가장 많으며 두번째가 D전기로 247대의 고장이 있었고 세번째가 H중공업으로 213대의 고장이 있었으며 그 다음은 D전기, L전기, S전기, K전기 등으로 위에서 보는 바와 같이 변압기의 설치대수가 많아서 상대적으로 소손대수도 많다고 볼 수 있겠으나 변압기 유

명메이커들의 제품이 이렇게 많은 소손이 발생한다는 것은 어디엔가 문제가 있다고 판단된다.

소손율이 높은 업체를 보면 재영중전기가 총 설치대수 397대에 6대의 소손이 발생하여 1.58%의 소손율을 나타내고 있고 그 다음이 재영전기로 0.90%, 향군이 0.89%, 제룡이 0.88%, 전우 및 한영이 0.84%로 높은 소손율을 보이고 있다.

〈표 14〉 연도별·회사별 변압기 소손현황

(단위: 대)

구 분	'93			'94			'95(1~8)		
	설치대수	소 손 대 수	소손율 (%)	설치대수	소 손 대 수	소손율 (%)	설치대수	소 손 대 수	소손율 (%)
S 전 기	88,770	(294)	0.33	93,729	383	0.41	93,729	141	0.15
H 중 공 업	65,306	(151)	0.23	68,362	213	0.31	68,362	60	0.09
D 전 기	58,503	(188)	0.32	64,188	212	0.33	64,188	82	0.13
D 전 기	59,917	(227)	0.38	62,542	247	0.39	62,542	137	0.22
L 전 기	56,156	(147)	0.26	57,774	192	0.33	57,774	71	0.12
K 전 기	48,020	(160)	0.33	51,979	159	0.31	51,979	84	0.16
S 전 기	47,037	(133)	0.28	50,631	183	0.36	50,631	79	0.16
D 전 기	24,642	(100)	0.41	30,489	94	0.31	30,489	53	0.17
K 전 기	27,057	(84)	0.31	25,686	108	0.42	25,686	39	0.15
J 전 기	22,797	(90)	0.39	27,838	92	0.33	27,838	48	0.17
N 전 기	24,946	(79)	0.32	27,778	102	0.37	27,778	46	0.17
H 전 기	15,588	(53)	0.34	19,579	80	0.41	19,579	44	0.22
S 전 기	9,682	(23)	0.24	9,569	27	0.28	9,569	13	0.14
D 전 기	5,776	(55)	0.95	8,539	43	0.50	8,539	28	0.33
D 전 기	1,035	(3)	0.29	1,291	2	0.15	1,291	2	0.15
H 전 기	809	(4)	0.49	2,265	19	0.84	2,265	9	0.40
J 전 기	786	(21)	2.67	1,450	13	0.90	1,450	5	0.34
S 전 기	401	(2)	0.50	1,467	12	0.82	1,467	5	0.34
기 타	125,521	(270)		114,347	411		114,347	10	
원 호	82,200	(327)	0.40	83,273	363	0.44	83,273	192	0.15
전 우	13,715	(199)	1.45	28,598	239	0.84	28,598	83	0.29
향 균	3,103	(68)	2.19	5,962	53	0.89	5,962	21	0.35
계	781,700	(2,676)	0.34	837,336	3,247	0.39	837,336	1,382	0.17

자료: 한전 배전처('95. 12)

주: ()는 '96. 1월 한전 배전처 자료

〈표 15〉 변압기 소손율이 높은 업체('94)

(단위 : 대, %)

업체명	재영중	재 영	향 균	제 룡	전 우	한 영	삼 정	대 응	원 호
설치대수	379	1,450	5,962	1,028	28,598	2,265	1,467	8,539	83,273
고장대수	6	13	53	9	239	19	12	43	363
고 장 륜	1.58	0.90	0.89	0.88	0.84	0.84	0.82	0.50	0.44

자료 : 한전 배전처('95. 10)

변압기의 소손율표를 보면, 소기업인 재영중전기, 재영전기, 제 룡, 삼정 등이 소손율이 높으며 특히 변압기 수리업체인 향균, 전우 등이 높은 소손율을 나타내고 있는데 이것은 기술능력이 부족하거나 품질관리가 잘 이루어지지 않고 있거나 또는 시험·검사설비에 문제가 있는 것으로 예상된다.

'94년도의 한전 각 지사별 변압기 소손현황을 보면, 서울이 552대로 가장 많고 다음이 경기지사가 495대이며 충남지사가 367대, 전북지사가 363대, 전남지사가 334대이고 충북지사가 205대, 제주가 78대, 강릉이 17대, 안동이 66대 그리고 의정부가 173대 등으로 나타나고 있다.

〈표 16〉 한전 지사별 변압기 소손현황

(단위 : 대)

구분	서울	경기	인천	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	부산	기타	계
대 수	552	459	132	47	205	367	363	334	190	64	164	334	3,247

자료 : 한전 배전처('95. 10)

6. 변압기 소손원인 분석

가. 기술적인 분석

변압기의 1차측 정격전류는 10KVA가 0.8A이고 20KVA는 1.6A이며 50KVA는 4A, 100KVA는 7.9A로 규정되어 있으며, 변압기의 설계특성은 정격전류의 125~130%에서 장시간 유지하도록 규정하고 있다.

변압기 1차측에 설치되어 있는 선로 보호용 컷아웃스위치의 휴즈링크(COS)의 용량은 10KVA

이하가 1A이고 20KVA가 2A, 50KVA가 6A, 그리고 100KVA가 12A로 설치되어 있어 변압기 안전전류의 1.25배에서 2.5배나 되고 있어 단시간의 과부하에는 변압기가 견딜 수 있겠지만 장시간 과부하시에는 변압기가 많은 손상을 입게 되어 열화현상이 일어나거나 소손이 일어나게 되므로 실질적으로 휴즈링크가 변압기의 과부하 방지기능을 하지 못하고 있다는 사실이다.

특히나 휴즈링크의 용융특성을 보면, 1A 휴즈는 10A를 10초 동안 흘려야 용융이 되고 2~2.4A에서는 300초나 경과해야 용융이 되며, 3A 휴즈는 10A를 10초 동안 6~7.2A에서 300초 동안 흘려야 용융되고, 8A의 경우에는 27A를 10초 동

〈표 17〉 변압기의 정격전류

변압기용량	5KVA	10KVA	15KVA	20KVA	30KVA	50KVA	75KVA	100KVA
정격전류	0.4A	0.8A	1.2A	1.6A	2.4A	4A	6A	7.9A
휴즈링크	1A	1A	2A	2A	3A	6A	8A	12A

자료 : 한전 설계기준 3400

안 18A를 300초 동안 흘려야 용융되므로 이 경우 10KVA 변압기는 정격전류의 12.5배나 되는 전류가 10초 동안이나 흐르게 되고, 정격전류의 3배가 300초 동안이나 흐르게 되며, 또 50KVA의

변압기는 정격전류의 5배나 되는 전류가 10초 동안이나 흐르고 또 정격전류의 3.6배나 되는 전류가 300초 동안이나 흐르게 되므로 휴즈링크는 변압기의 과부하를 보호할 수 없게 된다.

〈표 18〉 휴즈링크 용융특성

정 격 전 류		1A	2A	3A	6A	8A	12A
300초 용융전류(A)	최 대	2.4	4.8	7.2	14.4	18	23.4
	최 소	2	4	6	12	15	19.5
10초 용융전류(A)	최 대	10	10	10	20.5	27	34
	최 소	-	-	-	13.5	18	22.5

자료 : 한전 설계기준 3400

변압기 2차측의 보호장치는 켈치홀더와 고리휴즈가 있는데 이 휴즈용량 역시 변압기의 안전전류보다 1.5~2배나 높아 변압기의 과부하 보호가 어렵다. 더욱이 15KVA 이상의 변압기에는 켈치홀더나 고리휴즈를 부착하지 않고 있어 과부하의 무방비상태에 있다.

또 변압기 2차측의 안전장치의 하나인 전선휴즈용량 역시 변압기 안전전류의 2.7배에 이르고 있으며, 켈치홀더나 고리휴즈 및 전선휴즈는 고장이 잦으며 고장시 휴즈를 교체하지 않고 직접 연결하는 경우가 종종 발생하여 변압기의 안전관리에 심각한 문제점으로 대두되고 있다.

나. 발주 및 제작상의 문제점 분석

변압기는 1대의 기본 제작기간이 12일이 소요되고 있으며 제작회사의 변압기 제작능력은 중견업체가 월 2,000대 규모인 반면에 수요기관의 발주일에서 납품일까지의 기간은 검수요청일을 제외하면 30일 이하가 상당부분을 점유하고 있어 실제 납품기간이 대단히 짧고 또 발주과정에 있어서 단체수의계약에 의하도록 규정되어 있어 발주 후 조합과의 계약에 있어 중간에 조합이 업체에 물량을 분할 배정하는 과정을 거쳐야 하므로 소요기간이 추가로 필요하며 또 한 업체에 물량이 과다하게

배정되어 납품기한에 쫓기는 등 문제가 발생되고 있다.

게다가 검수시험은 한전의 규정상·납품예정일 9일 전에 신청하도록 되어 있어 더욱 납품기간이 단축되고 있고, 만일 납품기한을 지나게 되면 하

루 지연에 총금액의 0.3%에 해당하는 연체를 물어야 하기 때문에 변압기의 부실제작이 따를 수밖에 없을 것이다. 즉, 실제작 기간의 기본적인 부족은 결과적으로 제품의 품질저하는 물론 잦은 고장, 소손 및 자연열화의 요인을 가져오게 된다.

〈표 19〉 납품기간이 짧았던 예

발 주 일	수 량	납 품 일	배 정 업 체	납 품 기 간	실 납 품 기 간
'93. 6. 5	828	'93. 6. 25	16	20	11
6. 21	1,848	7. 10	16	19	10
7. 14	184	8. 5	16	22	13
* 2. 25	22	2. 28	4	3	0
* 3. 15	11	3. 15	1	0	0
'94. 1. 25	2,567	'94. 2. 20	15	21	12
6. 9	2,520	7. 5	20	26	17
11. 28	1,380	12. 20	43	22	13
'95. 2. 4	8,698	'95. 2. 20	27	16	7
2. 21	4,417	3. 5	25	12	3
3. 13	11,643	4. 8	41	26	17
5. 22	2,431	6. 15	39	24	15

자료 : 한국전기공업협동조합('95. 11)

업체의 기술능력 면에서 보면 변압기 단체수의 계약의 장기간(30년) 지속으로 인하여 업체가 난립하고 있고 일부업체는 인력과 장비 등이 미흡하며 소규모업체는 능력 이상으로 물량을 배정받아 하청이나 부실제작을 하는 등의 문제가 있다.

각종 품질과 기술을 보증하는 KS마크나 품자마크, ISO 9000시리즈 인증 등에 대한 유지·관리 상태도 대단히 미흡한데 공업진흥청의 사후관리가 전혀 이루어지지 않고 있는 것도 문제이지만 이들 KS마크나 품자마크, ISO 9000시리즈의 인증획득

에 있어서 자체의 조직과 인력, 자료, 관리시스템 등에 의하지 않고 전문 용역업체의 용역으로 인증서 등을 획득한 후 용역회사는 돌아가고 전문인력이나 조직도 없어지며, 관련자료는 방치되는 등 품질관리가 전혀 이루어지지 않고 있기 때문에 제품의 품질이 나쁘고 하자도 많이 발생하고 있다.

다. 시공상의 문제점 분석

변압기의 시공에 있어서도 전기공사 업체가 변

압기를 수령하여 상차하는 과정이나 운반과정, 하차 및 시공하는 과정에서 무리하게 취급하여 변압기에 손상을 주게 되고 이러한 손상으로 제품의 결함이 발생하거나 고장, 소손 및 열화의 원인이 되고 있다.

변압기의 설치에 있어서는 자격과 경험이 풍부한 자가 시공을 하여야 함에도 자격도 없고 능력도 부족한 자가 시공을 하고 있는 경우가 많으며 또 현장에 시공 감독자도 없는 상태에서 시공을 하는 경우가 많아 결선을 잘못하거나 부하연결을 잘못하는 등 시공불량이 많은데 '93년도에는 시공불량이 43건, '94년에는 20건 그리고 '95. 1~8 월까지는 3건의 시공불량이 발생하였다.

라. 변압기 사후관리상의 문제점 분석

변압기는 설치 후 외형상의 점검은 하고 있으나 변압기의 노후상태, 과부하상태, 절연유상태, 관련 안전장치의 이상상태 등의 점검이 이루어지지 않고 있어 변압기의 고장이나 과부하소손, 자연열화 등에 대한 사전예방이 되지 않고 있다.

마. 부하관리상의 문제점 분석

부하관리는 사업소별, 지역군별, 연평균 부하 증가율을 일률적으로 적용하고 있어 부하 증가가 많은 국부지역이나 부하증가가 심한 단위 변압기에 대한 부하관리가 이루어지지 않고 있으며, 주택신증축에 의한 수용가 증가는 단위 변압기별로 나타날 수 있으나 이 역시 이용되지 않고 있을 뿐 아니라 단위 변압기에 대한 부하상태를 알아볼 수 있는 관리시스템이 없기 때문에 변압기의 과부하상태를 알 수가 없다.

또 경제성장에 따른 국민생활 향상으로 에어컨, 전기밥솥, 전자렌지, 다리미, 각종 건조기, 대형세탁기 등 전기를 많이 소모하는 제품들의 보급확대에 대한 가정용 전기사용량의 증가에 대하여도 대책이 강구되지 못하고 있다.

현재 한전의 전기공급규정상 주택용 전력의 계약용량은 3KW로 제한되어 있으나 가정용 전기제품의 사용증가로 한 가구당 전기사용량이 5KW를 초과하고 있어 현실에 맞지 않을 뿐만 아니라 가정용 전기사용량을 3KW로 계산하므로써 변압기에는 과부하가 유발될 수밖에 없고 특히, 각 가정마다 설치되어 있는 에어컨디손은 5평형이 0.6KW, 20평형이 2~3KW의 전력을 소비하고 있어 여름철 과부하의 주 원인을 제공하고 있는데도 불구하고 에어컨 등 가정용 전기제품의 확인 방안이 없기 때문에 변압기에 미치는 과부하량을 적용하지 못하고 있다.

주택용의 차단기 현황을 살펴보면 과부하차단기와 누전차단기가 있으나 누전차단기는 계약 전력과 관계가 없고, 과부하차단기는 용량이 부적절하고 차단기의 주기적 점검이나 점검 후의 조치가 대단히 미흡한데 차단기의 용량을 보면 주택용 계약 전력량이 3KW인데 반하여 차단기 용량은 5~6KW로서 계약 전력량보다 훨씬 높게 설치되어 있어 과부하를 방지하지 못하고 있기 때문에 변압기에 과부하를 유발할 수밖에 없다.

최근에 누전차단기와 과부하 차단기가 같이 붙어있는 제품이 개발되어 있으나 아직은 사용실적이 없고, 차단기에 대한 용량기준과 규제기준이 없기 때문에 차단기가 무분별하게 설치되고 있으며, 전기공사의 자격이 없는 전파상, 전기제품 가게 등이 차단기의 수리·변경 및 대체공사를 하고 있어 이로 인하여 과부하 요인이 증폭되고 있고

또 이러한 불법변경이나 수리에 대한 조사와 조치가 이루어지지 않고 있어 과부하 문제 뿐만 아니라 전기재해 예방차원에서도 문제가 되고 있다.

바. 변압기의 수리상 문제점 분석

앞에서 본 바와 같이 수리변압기의 소손발생률이 대단히 높은 것으로 나타나고 있으며 특히, 수리설치 후 1년 미만의 변압기가 가장 많이 소손이 발생한 것은 큰 문제가 아닐 수 없다. '93년의 수리변압기 소손율은 전체 소손변압기의 22.2%를 점유하고 있으며, '94년에는 수리변압기 소손율이 전체 소손변압기의 20%를 점유하고 있다.

이렇게 수리변압기의 소손이 많이 발생하는 이유는 고장변압기가 당초 제작한 업체에서 수리가 되지 않고 변압기 전문 수리업체인 전우, 향군, 원호 등의 업체에서 수리가 이루어지고 있기 때문이며, 변압기 전문 수리 업체인 전우는 한전의 퇴직자단체이며, 향군과 원호는 여기서 언급하지 않아도 알 수 있는 업체들인데 이러한 업체들의 경영 방식과 기술능력이 부족하지 않고서는 수리변압기의 사고가 가장 높을 수는 없을 것이다.

구체적으로 현재 수리변압기가 얼마나 설치되어 있는지 확인할 수는 없었지만 대략 7만대에서 10만대 사이로 추정되고 있는데 10만대로 가정할 경우 '94년의 수리변압기 소손율은 0.65%에 달하고 있으며 그 중 설치 후 1년 미만된 변압기 소손율은 0.16%나 된다.

사. 하자보증상 문제점 분석

변압기의 고장발생에 대하여는 여러가지의 원인이 있겠으나 사실상 정확한 고장원인을 찾기는 쉬

운 일이 아니다. 변압기의 고장발생 원인을 자연열화, 과부하, 낙뢰, 제작불량, 시공불량, 보수불량, 풍우, 빙설해, 염진해, 작업자과실, 일반인과실, 외부물질 접촉, 타 사고파급, 하자, 기타 등으로 분류하고 있으나, 변압기는 제작과정에서의 아주 작은 하자가 당시에는 나타나지 않다가 장기간 사용에 따라 나타나는 경우, 변압기의 운반 및 설치과정에서 취급부주의로 충격을 받아 초기에는 나타나지 않다가 장기간 사용에 따라 서서히 하자가 나타나는 경우, 변압기의 일시적 과부하 충격 또는 작은 과부하의 장기간 영향으로 서서히 하자가 나타나는 경우 등 이러한 원인들이 자연열화, 제작불량, 과부하 등으로 나타날 수 있기 때문에 정확한 고장원인을 분석해 내기는 매우 어렵다.

앞에서 분석한 고장(소손)원인은 현재까지 한전이 분석한 내용에 근거한 것이지만 고장원인에 대하여 납품업체와 한전간에는 가끔 의견이 충돌되는 경우가 있으나 위에서 언급한 경우처럼 그러한 경우에는 결국 납품업체가 하자를 감수할 수밖에 없다.

고장(하자)의 확인에 있어서는 고장이 난 변압기는 수용가의 전력공급을 위하여 우선 철거하고 새 변압기를 달아야 하기 때문에 고장이 난 변압기의 당초 납품자는 고장이 난 상태에서 변압기의 고장원인에 대한 상황 분석을 할 수가 없다.

또 변압기는 생산량의 60% 이상을 한전에 납품하고 있기 때문에 대부분의 경우 한전의 하자내용 통보에 이의를 제기하지 못하고 있으며, 이의를 제기한다 하더라도 정확한 원인분석을 해주는 기관이나 제도가 없기 때문에 특별한 경우가 아니어서는 하자통보 내용이 변경되지 않는다.

변압기의 고장원인이 제작자(납품업체)에게 있을 경우 한전은 계약규정에 따라 제작자에게 하자

부담금을 청구하는데 계약규정의 불합리로 제작업체에 많은 손실을 초래하고 있다. 즉, 계약서의 작성에 있어서 사용자인 한전이 일방적으로 계약서를 작성하여 변압기를 납품하고자 하는 자는 무조건 그 계약규정에 따르도록 하고 있는데, 납품 후 1년 이내에 하자가 발생하면 변압기의 신품교체는 물론 하자변압기의 철거 및 운반비와 신품변압기의 운반 및 설치비까지 변압기 납품업체가 부담하도록 하는 것은 공정거래 차원을 넘어서 규정이 마땅히 수정되어야 할 것이다.

7. 향후의 개선과제

가. 변압기 안전장치의 보완

변압기 과부하 보호장치인 켓치홀더와 고리휴즈의 전류가 변압기의 안전전류를 초과해서는 안될 것이다. 그러므로 켓치홀더와 고리휴즈의 용량을 변압기 용량 10KVA의 경우 현재의 75A에서 47.6A로 변경하고 15KVA는 100A를 71.5A로 변경하며, 20KVA 이상에 대하여도 켓치홀더 및

고리휴즈를 부착하되 20KVA는 95.5A, 30KVA는 143A, 50KVA는 238A, 100KVA는 476A의 휴즈를 사용토록 해야 할 것이다.

선로 보호장치인 켓아웃스위치 휴즈링크도 변압기의 보호역할을 동시에 할 수 있도록 하기 위하여 휴즈링크의 용량을 변압기의 안전전류 용량으로 하향조정하여 변압기 10KVA의 경우 현재용량 10KVA는 1A를 0.8A로 변경하고, 15KVA는 2A를 1.2A로, 30KVA는 3A를 2.4A로, 50KVA는 6A를 4A로 그리고 100KVA는 12A를 8A로 각각 변경해야 할 것이다.

COS의 휴즈링크는 종종 단락이 일어나는데 휴즈링크의 규격이 상이하어 단락휴즈의 교체시마다 2~3개 제품을 가져가야 하는 번거로움이 있으며, 규격이 각각 상이할 경우 생산성 향상이나 품질향상에 문제가 있으므로 휴즈링크를 규격화 해야 할 것이다.

전선휴즈의 용량도 현 용량 38A(220V, 2.6MM 인입선)를 14A(계약전력 3KW의 경우)로 변경하여야 할 것이다. 또한 변압기 1차측에 부착할 수 있는 과부하 차단기를 조속히 개발하고 자기진단형 변압기의 사용을 확대해 나아가야 할 것이다.

〈표 20〉 켓치홀더와 고리휴즈의 안전용량

변압기용량(KVA)	7.5	10	15	20	30	50	75	100
현재용량(A)	50	75	100	-	-	-	-	-
안전용량(A)	37.5	47.6	71.5	95.5	143	238	357	476

〈표 21〉 휴즈링크의 안전용량

변압기용량(KVA)	7.5	10	15	20	30	50	75	100
현재용량(A)	1	1	2	2	3	6	8	12
안전용량(A)	0.6	0.8	1.2	1.6	2.4	4	6	8

낙뢰로부터 변압기를 보호할 수 있도록 하기 위하여 현재 부하군별로 설치되어 있는 피뢰기는 선로보호용으로 사용하고 변압기 1차측에 피뢰기를 설치하고, 피뢰기에 대한 기술개발을 하여 잦은 고장으로 인한 피뢰기 개방사태가 발생하지 않도록 해야 하며, 변압기의 1차측과 2차측 사이에 낙뢰로 인한 써지전압이 유기되지 않도록 써지전압 방지대책을 강구하여야 할 것이다.

나. 변압기 발주제도의 보완 및 품질향상

변압기의 구매에 있어서 고정관념적으로 종래에 구매한 변압기를 계속 구매하고 있는데 이는 구매담당자가 신형변압기의 장점이나 형식(규격) 등을 모르고 있기 때문이며, 다른 이유는 과거에 계속 구매해 오던 변압기 사양을 변경하기를 기피하고 있기 때문인데 이러한 사고방식을 과감히 전환시켜야 하며, 한전본사 담당부서에서는 매년초에 각 지사, 지점의 구매신청 담당자들을 소집하여 각종 변압기에 대한 교육과 신형변압기에 대한 교육을 실시하여 필요하고 적절한 변압기가 구매될 수 있도록 하여야 할 것이다.

변압기의 발주에 있어서는 기본제작 소요기간이 12일이므로 수십대의 소량 구매에 있어서는 15~20일의 기간에 납품이 가능하겠지만 수백대, 수천대를 발주할 경우 검수시험 기간을 제외하고 적어도 40일 이상의 납품기간이 주어져야 할 것이다.

변압기의 검수신청도 납품만기일 9일 전에 신청토록 하는 것은 신청일로부터 9일 이내에 검수자의 필요한 시기에 언제든지 검수를 할 수 있으므로 신청자는 제품을 완전히 만들어 두고 신청을 하는 결과가 되어 실제 납품일을 9일이나 잠식하고 있으며 또 이기간 동안에는 업체들은 언제 나올지도

모르는 검수에 시간을 허비하고 있어 업체에 막대한 피해를 주고 있기 때문에 검수신청일을 납품 4일 전으로 조정하거나 또는 업체가 검수희망일을 명기하여 신청할 수 있도록 개선되어야 할 것이다.

변압기의 제작준비와 품질향상을 위하여 한전은 변압기의 종류, 규격, 수량, 발주예정일 등을 매년도 12월 또는 1월에 예시하도록 함이 바람직하며, 이에 따라서 전기공업협동조합에서도 월별 또는 건별 배정업체 및 물량을 미리 예시토록 하여야 할 것이다.

계약상의 하자 보증 조항도 발주업체의 일방적인 규정에서 공정거래차원의 규정으로 개선되어야 하는데 개선내용으로는 변압기 납품 후 1년 이내에 하자가 발생할 경우에는 신품으로 교체해 주고, 1년 이상 3년 이내에 하자가 발생하는 경우에는 납품업체가 수리를 해주거나 또는 경과년수를 감안하여 이에 상응하는 보상을 하도록 함이 바람직하다.

변압기의 고장원인 중 제작불량이 많을 뿐만 아니라 검수결과 불합격품도 많이 발생되고 있어 이에 대한 대책으로서 KS마크, 품자마크, ISO 9000 시리즈의 인증획득 업체에 대한 사후관리 상태를 주기적으로 점검하고, 업체의 생산설비, 시험 및 검사설비와 기술능력 등도 수시로 점검하여 이에 대한 기준을 유지하지 못하거나 지키지 않는 업체에 대하여는 납품을 제한 또는 금지시키거나 KS마크, 품자마크 및 ISO 9000시리즈의 사용을 제한하거나 취소하는 등 강력한 대처를 하여야 할 것이다.

다. 공사 감독의 강화

변압기가 한전에 납품되면 창고에 저장된 후 공

사업체가 필요한 장소로 옮겨서 공사를 하게 되는데 변압기의 운반을 위하여 차에 싣는 과정과 내리는 과정에서 무리한 취급으로 변압기가 손상을 입게 되고 운반이나 설치과정에서도 손상을 입지 않도록 하고, 철저한 시공준비 및 안전시공을 위하여 공사 감독자를 현장에 배치해야 할 것이며, 시공품질 향상을 위하여 기능공자격을 소지한 자나 숙련공 이외에는 시공을 금지시켜야 할 것이다. 무자격자가 시공을 한다거나 공사 감독을 현장에 배치하지 않을 경우에는 일정기간 공사수주를 제한하는 등의 조치를 하여야 할 것이며, 그리고 공사 후 한전은 변압기의 시공 상태가 양호한지의 여부도 철저히 점검해야 할 것이다.

또 전기 기능공의 질적인 향상과 부족인력의 양성·확보를 위하여 전기 기능공 훈련센터의 설립도 보다 적극적으로 추진되어야 할 것이다.

라. 변압기의 점검 및 보수철저

변압기는 과부하와 자연열화가 많이 발생되고 있으므로 이를 사전에 예방하기 위해서는 변압기의 노후상태를 주기적으로 세밀하게 진단해야 하는데 과부하상태나 열화상태를 진단 및 감시할 수 있는 시스템이 구성되어 있지 않으므로 시스템의 개발 및 설치가 조속히 이루어져야 하겠다.

변압기의 수리에 있어서는 수리업체의 기술능력 과 수리절차, 시험절차, 각종 규정 등에 대한 철저한 점검이 필요하며 또 수리변압기에 대한 검사·시험을 강화해야 하고 수리변압기는 기술적으로 납품업체가 수리하는 것이 기술능력 향상이나 품질확보에 가장 적절하므로 가능한 한 납품업체에서 수리하도록 하여야 할 것이다.

마. 부하관리제도의 개선

한전의 전기공급규정상 주택용 계약전력량은 3KW로 규정되어 있으나 현재 주택의 전력사용량은 5~6KW에 이르고 있으므로 계약전력 용량은 6KW로 상향조정하고, 각종 주택용 차단기(과전류 및 누전 차단기)의 형식과 용량을 표준화 및 규격화하여 규격제품 이외에는 사용을 규제하며, 표준화·규격화제품의 사용여부 확인은 현재 전기안전공사가 2년마다 1회씩 시행하고 있는 전기안전 점검시에 차단기도 동시에 점검하도록 의무화하는 한편 점검결과 규격이 다른 제품을 사용하는 주택에 대하여는 그 사실을 한전에 통보하여 전기사용제한 또는 규격제품으로 교체하도록 조치를 취하고, 주택증가와 에어컨 등 주택용 전기제품의 보급확대로 인한 부하증가를 감안하여 변압기의 용량을 적정하게 변경하여야 할 것이다.

또 변압기의 용량 선정방법을 개별 변압기의 부하증가율에 따른 방법으로 개선하고 부하관리도 전산화를 추진하며, 차단기의 사고예방과 규격화 유지를 위하여 전과성 등 자격없는 자의 불법공사를 방지하고 전기안전에 대한 홍보도 강화해야 할 것이다.

바. 기타 변압기 안전관리 방안

변압기의 고장 및 소손원인 규명에 관하여 원인 규명 그 자체가 어려울 뿐만 아니라 한전, 업계 및 학계의 의견이 서로 다른 경우가 많이 발생하고 있으며, 특히 한전과 업계의 의견이 다를 경우 대부분 한전의 일방적 주장에 밀리게 되므로 고장 및 소손원인을 조사·분석할 전문기술지원팀을 한

전이 구성·운영하고, 구성원은 한전, 업계, 학계 및 연구소 등으로 구성하되 원인규명은 한전과 업체간에 이견이 있는 것과 또는 원인이 잘 밝혀지지 않는 것이나 한전이 특별히 요청하는 범위로 한정함이 타당할 것으로 생각된다.

피뢰기의 품질이 떨어지고 각종 휴즈와 차단기의 품질도 떨어지므로 이 분야에 대한 기술개발을 적극 추진하고 변압기도 자기진단형이나 피뢰기 및 차단기를 내장한 변압기의 기술개발을 추진해

야 할 것이다.

특히 변압기의 소손방지를 위하여 변압기 부하 관리 시스템을 조기에 설치하고, 변압기의 품질향상을 위하여 품질불량이나 제작불량 등 불량률이 높은 업체에 대하여는 납품제한 등의 조치를 취하며, 전기조합의 단체수의계약 물량배정시 생산능력 이상의 물량배정을 제한하는 등 각종 안전대책이 강구되어야 하겠다.

**산업 경쟁력의 강화는 영업비밀의
보호에서 시작됩니다.**