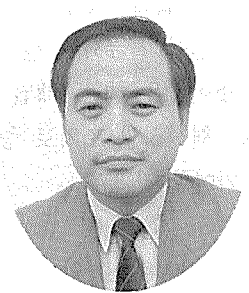




특별기고

배전 변압기의 고장원인 분석과 발전방안



산업자원부
과장 이우공

1. 머리말

우리나라는 경제의 급속한 성장과 국민생활의 질적 향상속도가 매우 빨라 전력의 수요가 급격히 늘어나고 있다. 특히 우리 국민들은 이제 가정에서 TV, 냉장고, 세탁기, 에어컨, 전기밥솥, 전자렌지, 믹스, 선풍기, 전기다리미, 헤어드라이어 그리고 각종 이미용기와 전자의료기기에 이르기까지 가정용 전기기기의 사용이 크게 확대되고 있다.

최근에 와서는 게임기와 컴퓨터 등 정보통신기기의 보급확대에 따라 가정의 전기·전자기기가 급속히 증가되고 있어 가구당 전력사용량이 현재의 계약전력량 3Kw보다 훨씬 많은 5~6Kw를 사용하고 있다.

또 '90년 이후부터 단독주택이 다가구주택으로 개량되면서 지역적인 전력수요가 크게 증가하고 있어 전력의 안정적 공급에 적지 않은 영향을 미치고 있다.

이렇게 전력수요가 급증하다보니 전력을 공급하는 변압기의 용량이 한계를 초과하게 되어 자주 고장이 나거나 타버리는 경우가 자주 발생하게 된다. 특히 냉방기 가동으로 인하여 부하가 많이 걸리는 여름철에는 곳곳에서 변압기가 소손되는 현상을 보게되는데 이것은 물론 전력을 공급하는 한국전력에서 미리 변압기용량을 증설한다든지 다른 대책을 강구해야 하겠지만 수십만개나 되는 변압기의 하나하나에 대한 부하현황을 파악하기란 그리 쉬운일이 아니며, 부하의 증가속도를 정확하게 파악하기도 불가능하다.

변압기가 고장이 나거나 소손이 발생하면 일반 가정에서는 냉방이 안되거나 선풍기를 켜지 못하

여 많은 불편을 겪는 것은 말할나위도 없거니와 슈퍼마켓 등 상점에서는 냉장, 냉동식품이 변질되거나 변형되어 큰 손해를 입게되고 또 소규모 공장은 정전으로 일을 할 수가 없게되어 이로 인하여 제품의 품질저하는 물론 제품을 적기에 납품할 수 없는 경우가 발생하여 많은 곤란을 겪게 된다.

물론 변압기의 소손이나 고장이 꼭 한국전력측의 잘못으로만 발생하는 것은 아니다. 변압기 제작회사들이 불량제품을 만든다든가 또는 시공과정에서 변압기에 충격을 주어서 고장을 유발하는 경우도 많이 있는 것이다. 그러나 시공과정에서의 변압기 충격 등은 잘 확인되지 않고 있으며, 제작과정에서의 불량도 비교적 많이 나타나고 있으나 제작불량에 대한 확인방법과 판단기준이 매우 애매하여 여기에 대한 의문이 있다. 그러나 제작불량의 상당량이 사실이라는 점에서 제작과정에 대한 검토가 이루어져야 할 것이다.

배전변압기에는 주상용 변압기와 지상용 변압기의 두 종류가 있으나 여기에서는 배전변압기중 설치대수가 많고 고장이나 소손도 많은 주상변압기를 대상으로 설치현황과 소손원인을 알아보고 변압기 소손으로 인한 손실 및 정전예방과 변압기의 품질제고 및 공사중의 안전취급 그리고 변압기의 각종 보호장치의 현실화 등에 대한 대처방안을 강구해 보고자 한다.

2. 변압기 설치 및 납품현황

우리나라의 주상변압기 설치현황은 '94년에 837,336대에서 '96년에는 979,881대로 2년 사이에 142,545대가 늘어났고 '97년에는 1,046,166대로 '96년보다 약 66,285대가 늘었다. 변압기 대수의 증가는 수용가의 증가와 전력 사용량의 증가의

복합적인 요소로 나타나고 있으며, 대수의 증가도 의미가 있겠지만 전체적인 용량이 얼마나 증가하였는가가 더 중요한 의미를 갖게 된다.

물론 정전예방이라는 차원에서 보면 같은 용량 규모에서 변압기 대수가 많으면 그만큼 고장이나 소손으로 인한 피해는 감소하겠지만 그와는 반대로 변압기 대수가 많으면 고장을 일으킬 확률이 높아 안전도는 낮아질 것이다.

우리나라에 설치된 변압기의 경과년수별 설치대수를 보면 '94년말에는 설치한지 1년 이하가 177,786대로 총 설치대수의 21.2%를 차지하고 있고, 설치된지 5년 이하가 559,350대로 총 설치대수의 66.8%를 차지하고 있으며, 설치된지 5년 이상에서 10년 이하가 225,552대로 총 설치대수의 26.9%를 차지하고 있고, 설치된지 10년 이상이 52,434대로 총 설치대수의 6.3% 정도를 차지하고 있다.

'96년말에는 설치한지 1년 이하가 69,393대로 총 설치대수의 7.1%를 차지하고 있고, 설치된지 5년 이하가 304,797대로 총 설치대수의 31.1%를 차지하고 있으며, 설치된지 5년 이상에서 10년 이하가 577,234대로 총 설치대수의 58.9%를 차지하고 있고, 설치된지 10년 이상이 97,850대로 총 설치대수의 10% 정도를 차지하고 있다.

'96년에는 '94년보다 108,393대나 적게 설치되었는데 이것은 '94년과 '95년에 변압기가 많이 설치되었던 점도 있겠지만 '96년에 전력수요가 크게 증가하지 않았기 때문인 것으로 분석되고 있다.

'97년 말에는 변압기 총 설치대수가 '96년보다 66,285대가 더 많은 1,046,166대로서 설치된지 5년 이하가 전체의 약 32.7%인 342,492대이고 5년 이상 10년 이하가 전체의 약 57.5%인 601,396대이며 10년 이상 15년 이하가 전체의 9.8%인 102,278대가 설치되어 있다.

〈표 1〉

경과년수별 변압기 설치현황

(단위 : 대)

경과 년수	1년	2년	3년	4년	5년	6년	7년	8년	9년	10년	10년 이상	계
'94	177,786	86,705	118,518	92,995	83,346	63,813	50,180	49,454	33,712	28,393	52,434	837,336
'96	60,393	53,672	5,786	128,858	47,088	147,770	146,383	138,514	98,329	46,308	97,850	979,881
'97	96,001	56,253	6,137	135,007	49,094	154,440	152,395	144,212	102,278	48,071	102,278	1,046,166

우리나라의 '97년말 현재 지역별 변압기 설치현황을 살펴보면 변압기가 가장 많이 설치되어 있는 지역은 서울지역본부로서 총 설치대수중 12.8%인 134,036대가 설치되어 있고, 다음이 경북지사 관할로서 총 설치대수중 11%인 115,276대가 설치되어 있으며 세번째가 전남지사 관할로 전체의 10.5%인 109,871대, 경기지사 관할이 전체의 9.7%인 101,067대가 설치되어 있다. 그 다음이 충남지사와 부산지사 관할로 각각 9만1천여대가 설치되어 있고, 경남지사가 75,640대, 전북지사와 의정부지점이 각각 6만여대, 안동지점이 3만2천여대 그리고 제주지사와 강릉지점이 각각 2만여대가

설치되어 있다.

이 자료에서 '94년과 '96년 및 '97년의 경과년수별 설치대수를 비교·분석해 보면 '96년도에는 10년 이상이 97,850대로 '94년의 52,434대보다 45,416대가 더 많은 것으로 나타나고 있으나 이는 '94년도에 경과년수 9년에 해당하는 변압기가 33,712대이고 경과년수 10년에 해당하는 변압기가 28,393대로 경과년수 9년과 10년에 해당하는 변압기는 총 대수는 62,105대로 '96년의 10년 이상 변압기 대수보다 약 1만대가 더 많으나 이는 2년동안 노후변압기의 교체 및 수리로 약 1만대가 교체되었기 때문인 것으로 분석되고 있다.

〈표 2〉

지역별 변압기 설치현황

(단위 : 대)

서울	경기	인천	강원	충북	충남	전북	전남
134,036	101,067	67,144	24,540	43,040	90,790	60,483	109,871
경북	경남	부산	제주	강릉	안동	의정부	계
115,276	75,640	90,935	20,552	22,083	32,329	58,280	1,046,166

자료 : 한국전력공사('98. 4)

한국전력공사가 과거에는 지사별, 경과년수별로 작성한 자료를 외부에 공개하지 않았으나, 금년 4월에 각 지사 또는 지점별, 경과년수별로 변압기

대수를 작성한 자료이다.

변압기의 용량별 설치대수는 '94년에 총 837,336대중 10kV 변압기가 전체의 22.9%인 191,430

대로 가장 많았으며, 20kV 변압기가 전체의 20%인 167,519대로 두번째로 많이 설치되었고 50kV 변압기는 전체의 17.5%인 146,581대로 세번째로 많이 설치되었다. 100kV는 19,668대로 2.3%를 점유하고 있으며 5kV가 12,763대로 가장 적게 설치되었다.

'96년에는 총 979,880대의 변압기중 10kV의 변압기가 전체의 22.5%인 220,371대로 가장 많이 설치되었고 20kV 변압기가 전체의 20.7%인 202,559대, 50kV 변압기가 전체의 18.1%인 177,059대, 30kV 변압기가 전체의 17.1%인

167,711대, 75kV 변압기는 전체의 13.7%인 134,719대가 설치되었다.

'97년에는 총 1,046,166대중 10kV의 변압기가 전체의 21.1%인 220,667대로 가장 많이 설치되었으며 20kV 변압기가 전체의 21%인 219,526대, 50kV 변압기가 전체의 18.9%인 197,875대, 30kV 변압기가 전체의 17.4%인 181,647대, 75kV 변압기는 전체의 14.7%인 153,426대가 설치되었고 5kV 변압기는 6,258대로 0.6%에 불과하다.

〈표 3〉

용량별 변압기 설치현황

(단위 : 대)

구분	5k	10k	15k	20k	30k	50k	75k	100k	계
'94	12,763	191,430	42,580	167,519	140,005	146,581	116,550	19,688	837,336
'96	13,762	220,371	38,177	202,559	167,711	177,054	134,719	25,527	979,880
'97	6,258	220,667	35,526	219,915	181,647	197,875	153,426	30,852	1,046,166

자료 : 한국전력공사('95. 9, '97. 12, '98. 4)

〈표 3〉에서 보는 바와 같이 우리나라에 설치되어 있는 배전변압기중 주상변압기의 종류는 8가지가 있으나 주로 10kV, 20kV, 50kV, 30kV 및 75kV의 5종이 주류를 이루고 있으며, 그중에서도 10kV와 20kV의 두 종류가 가장 많이 설치되어 있다. 5kV, 15kV 및 100kV의 변압기는 다합쳐도 72,636대로 전체의 7%에도 못미치고 있다.

따라서 변압기의 종류를 보다 단순화하여 한편의 변압기 관리업무와 제작회사의 원가절감과 공정개선을 감안하고 향후 변압기의 규격화 및 표준화의 추진을 위하여 5kV, 15kV 및 100kV의 변압기는 구매 및 추가설치를 제한하는 것이

바람직 할 것이다.

변압기의 종류별 납품실적을 살펴보면 '94년도에 총 87,878대로서 이중에서 일단접지형 변압기가 79,088대로 전체의 90%로서 가장 많고 다음이 저손실형 변압기로 4,140대로 전체의 4.7%였으며 내염분상형 변압기가 2,006대로 2.3% 그리고 지상용 변압기가 2,644대였다.

'96년도에는 총 78,653대가 납품되었으나 '94년보다 9,225대나 감소하였으며 특히 일반형 변압기는 전체의 81.9%인 64,408대가 납품되었으나 '94년보다 14,680대나 감소하였으며, 지상용 변압기는 1,646대로 '94년보다 1,000대가 감소하였다. 그러나 저손실형 변압기는 '94년보다 153%나 증

가한 6,348대가 납품되었다.

'97년에는 '96년보다는 4,876대가 증가한 83,529대가 납품되었으나 '94년의 납품수준에 미치지 못하였으며, 일반형 변압기는 전체의 91.4%인

76,319대가 납품되었고 내염불상형과 지상용 변압기는 각각 2,625대와 1,811대로 '96년도 수준에 머무렀다. 그러나 저손실형 변압기는 전년도보다 74%(7,714대)나 감소한 2,774대가 납품되었다.

<표 4>

변압기의 종류별 납품실적

(단위 : 대)

구 분	일반형	저손실형	내염불상형	지상형	계
'94년	79,088	4,140	2,006	2,644	87,878
'95년	97,602	6,381	3,802	2,485	110,270
'96년	64,408	10,488	2,111	1,646	78,653
'97년	76,319	2,774	2,625	1,811	83,529
계	317,417	23,783	10,544	8,586	360,350

자료 : 한국전기공업협동조합('95. 10, '98. 5)

변압기의 전압별, 종류별 납품실적을 살펴보면 '94년에 한국전력에 납품한 총 변압기 대수는 85,234대이었으며 전압별로는 230/115v용이 28,149대로 전체의 33%이었고 460/230v용이 57,085대로 전체의 67%를 점유하였다.

종류별로는 일단접지형 변압기가 79,088대로서 전체의 92.8%를 점유하고 있으며, 저손실형 변압기가 4,140대로 전체의 4.9%를 점유하고 있고 내염불상형 변압기는 2,006대로 전체의 2.3%에 불과하다.

<표 5>

변압기의 용량별 납품실적('94)

(단위 : 대)

구 분		10kVA	15	20	30	50	75	100kVA	계
12.6Kv 230/115v	일단접지	2,865	107	4,616	3,571	5,753	6,355	2,546	25,813
	저손실형	—	—	—	—	—	1,320	300	1,620
	내염불상	110	113	86	98	151	129	29	716
	계	2,975	220	4,702	3,669	5,904	7,804	2,875	28,149
12.6Kv 460/230v	일단접지	10,096	489	14,522	10,735	10,309	5,960	1,164	53,275
	저손실형	—	—	—	1,020	1,500	—	—	2,520
	내염불상	300	93	254	303	179	150	11	1,290
	계	10,396	582	14,776	12,058	11,988	6,110	1,175	57,085
총 계	13,371	802	19,478	15,727	17,892	13,914	4,050	85,234	

자료 : 한국전기공업협동조합('95. 10)

〈표 6〉

변압기 종류별, 업체별 납품실적('96, '97)

(단위 : 대)

업 체 명	일단접지형 변압기					지상형	합 계
	일반형	내염형	저손실형	자기진단형	계		
동 미 전 기	9,009	301	1,035	466	10,871	274	11,145
국 제 전 기	9,704	300	387	440	10,836	276	11,107
신 한 전 기	9,002	271	1,046	460	10,779	273	11,052
삼 진 변 압 기	7,997	249	873	392	9,511	249	10,142
동 방 전 기	7,630	283	890	360	9,163	245	9,408
조 일 성 업	7,390	238	848	373	8,849	250	9,009
삼 정 전 기	7,222	293	975	336	8,754	243	8,997
한 양 전 기	6,653	284	834	312	8,088	195	8,306
대 명 중 전 기	5,856	261	667	7	6,791	237	7,028
대 응 중 전 기	5,799	160	583	0	6,542	189	6,731
신 영 중 전 기	5,728	198	609	0	6,535	192	6,727
성 진 전 기	5,805	226	783	284	6,378	167	6,545
제 룡 산 업	5,448	170	598	0	6,216	127	6,343
한 영 전 기	5,049	99	659	0	5,707	170	5,877
선 광 전 기	4,799	166	471	0	5,436	86	5,522
대 한 트 랜 스	4,564	164	669	0	5,397	0	5,397
뉴 텍 시 스 템	3,952	136	812	222	4,996	143	5,139
우 성 전 기	4,439	146	98	0	4,683	64	4,747
광 표 전 기	4,201	137	215	0	4,553	52	4,605
삼 일 변 압	4,448	135	0	0	4,583	0	4,583
쌍 용 전 기	4,039	116	0	0	4,155	0	4,155
한 창 트 랜 스	3,380	103	121	0	3,607	0	3,607
대 금 중 전 기	3,105	93	73	0	3,273	0	3,273
삼 흥 중 전 기	1,838	62	29	0	1,929	0	1,929
전 우 개 발	489	75	0	0	564	0	564
선 우 전 기	471	70	0	0	541	0	541
계(26사)	137,297	4,736	13,262	3,430	158,725	3,457	162,182

일단접지형 변압기중 12.6kv, 230/115v용이 25,813대로 일단접지형 변압기 전체의 32.6%를 점유하고 있으며, 12.6kv, 460/230v용은 53,275대로 일단접지형 변압기 전체의 67.4%를 점유하

고 있다.

내염부싱형 변압기는 염해지역이나 공업단지 등 공해가 심한 지역에 주로 설치하고 있으며 점차 이 변압기의 설치가 증가되고 있다.

배전전압에서 가정용 공급전압을 '76년에 100v에서 220v로 변경함에 따라 장장 20년 동안에 100v용 기기를 220v용으로 변경하여 오늘날에는 모든 가정용 전기기기가 220v전용으로 생산되고 있으나 그동안에는 220/110v겸용으로 생산되었으며 가정에 공급하는 전기는 신규로 건축하는 가옥은 220v를 공급하였으나 이미 전기를 공급하고 있던 가옥에는 20년동안 220v 승압공사를 계속하여 대부분이 220/110v의 겸용전압이 공급되고 있기 때문에 변압기 2차측 전압이 115v인 변압기가 아직도 많이 남아 있을 수밖에 없다.

일단접지형 변압기중 12.6kv, 230/115v용이 25,813대로 일단접지형 변압기 전체의 32.6%를 점유하고 있으며, 12.6kv, 460/230v용은 53,275대로 일단접지형 변압기 전체의 67.4%를 점유하고 있다.

업체별 변압기의 납품실적을 살펴보면 지난 '96년과 '97년 2년 동안에 26개사가 납품한 변압기의 총 납품량은 162,182대로 그중 동미전기가 전체의 6.87%인 11,145대를 납품하여 가장 많이 납품하였으며, 다음이 국제전기로 전체의 6.85%인 11,107대를 납품하였고, 셋째로 신한전기는 전체의 6.8%인 11,052대를 납품하였다. 삼진변압기도 전체의 6.25%인 10,142대를 납품하였고, 동방전기는 전체의 5.8%인 9,408대를, 조일성업도 전체의 5.5%인 9,009대를 납품하였다.

지중선로용으로 설치되는 지상형 변압기는 '96년과 '97년 2년 동안에 전체 납품량의 2.1%인 3,457대에 불과하며 26개 납품업체중 15개업체만이 납품을 하고 있다. 지상변압기의 대수가 적은 것은 아직 우리나라의 배전선로가 대부분 전주를 이용한 가공선으로 설치되어 있기 때문이다.

〈표 7〉

지상형 변압기의 납품실적

(단위 : 대)

구 분	30k	50k	75k	100k	150k	200k	300k	계	
12.6kv 230/115v	'94	200	95	105	225	345	269	—	1,239
	'95	95	85	54	165	183	278	—	860
	'96	128	44	42	18	107	4	—	343
	'97	65	34	39	72	63	94	—	367
21.9kv 400/230v	'94	—	—	338	204	247	349	267	1,405
	'95	—	—	281	224	327	437	356	1,625
	'96	—	—	66	159	227	487	408	1,347
	'97	—	—	223	228	276	600	461	1,788

자료 : 전기공업협동조합('95. 10)

한국전력공사('98. 5)

3. 변압기의 소손현황 분석

우리나라의 주상변압기는 '94년에 비하여 소손량이 많이 줄어 들었으나 '95년을 고비로 서서히 증가하고 있는 추세를 나타내고 있으며 일본에 비해 많은 량이 소손되고 있다. 일본은 동경전력과 관서전력이 각 전력회사별로 연간 2~7대의 주상 변압기 소손이 발생하고 있다고 하는 바, 이를 우리나라의 한국전력과 비교해 볼 때 엄청난 차이가 발생하고 있어 문제에 대한 심각성을 일깨워 주고 있다.

아래 <표 8>에서 보는 바와 같이 '94년에는 총 3,247대가 소손되었으며, '95년에는 2,035대가 소손되었고 '96년에는 1,234대 그리고 '97년에는 1,301대가 소손되었다.

소손원인을 구체적으로 분석하여 보면 변압기

용량별 소손에 있어서 '94년 부터 '97년까지의 합계를 보면 10kV 이하가 전체의 28.1%인 2,194대가 소손되어 소손이 가장 많았으며, 다음이 20kV로 전체의 19.2%인 1,501대이었고 30kV가 전체의 16.5%인 1,287대, 50kV는 전체의 14.4%인 1,126대, 75kV는 전체의 12.2%인 957대, 15kV는 전체의 6%인 467대 그리고 소손이 가장 적은 변압기는 100kV 이상의 변압기로 전체의 3.7%인 289대이었다.

여기에서 보면 변압기의 용량이 작으면 작을수록 소손율이 높게 나타나고 있으나 15kV 변압기는 예외적으로 소손율이 가장 낮게 나타나고 있다. 10kV 이하의 변압기가 소손이 가장 많은 것은 설치대수가 가장 많기 때문이며, 15kV와 100kV 변압기의 소손이 가장 적은 것은 역시 설치대수가 상대적으로 적기 때문으로 분석된다.

<표 8>

용량별 · 년도별 변압기 소손현황

(단위 : 대)

구 분	10k이하	15k	20k	30k	50k	75k	100k이상	계
'94	920	217	604	491	474	417	124	3,247
'95	538	115	392	387	291	246	66	2,035
'96	375	71	255	181	168	149	39	1,238
'97	361	64	250	228	193	145	60	1,301
계	2,194	467	1,501	1,287	1,126	957	289	7,821

자료 : 한국전력공사('95. 9, '97. 12, '98. 5)

변압기의 설치대수와 소손대수의 상관관계를 보면 15kV 변압기와 100kV 변압기의 소손율이 가장 높은 것으로 나타나고 있으며 그 다음이 10kV 이하의 변압기가 소손율이 높은 것으로 나타나고 있다.

10kV와 15kV의 변압기는 대체적으로 인구

가 밀집한 지역에 많이 설치되어 있고 100kV의 변압기는 비교적 인구가 적고 신규 개발지역에 많이 설치되어 있다는 점에 비추어 볼 때 인구 밀집 지역은 주로 가정마다 문화생활의 향상에 따라 조금씩 늘어나는 전력수요에 미처 대비하지 못하여 용량이 수요를 감당하지 못해 소손이 많이 일어나

는 것이고, 신규 개발지역은 입주자들의 갑작스러운 증가로 전력수요가 예상보다 빨리 증가하여 이 에 대처하지 못하여 소손이 일어나는 것으로 분석되고 있다.

〈표 9〉 변압기 용량별 소손을 비교

(단위 : 대)

구 분	10kVA 이하	15k	20k	30k	50k	75k	100kVA 이상	계	
'94	소손대수	920	217	604	491	474	417	124	3,247
	설치대수	204,193	42,580	167,519	140,005	146,581	116,550	19,688	837,336
	소 손 율	0.45	0.51	0.36	0.35	0.32	0.36	0.63	0.39
'95	소손대수	538	115	392	387	291	246	66	2,035
	설치대수	212,438	40,256	183,532	152,483	158,274	123,316	22,175	892,474
	소 손 율	0.25	0.29	0.21	0.25	0.18	0.20	0.30	0.23
'96	소손대수	375	71	255	181	168	149	39	1,238
	설치대수	234,133	38,177	202,559	167,711	177,054	134,719	25,527	979,880
	소 손 율	0.16	0.19	0.11	0.11	0.09	0.11	0.15	0.13
'97	소손대수	361	64	250	228	193	145	60	1,301
	설치대수	226,925	35,526	219,915	181,647	179,875	153,426	30,852	1,046,166
	소 손 율	0.16	0.18	0.11	0.13	0.11	0.09	0.19	0.12

자료 : 한국전력공사('95. 9, '97. 12, '98. 4)

'95년이 '94년에 비하여 갑자기 소손이 1,200여 대나 줄어든 이유는 산업자원부가 '94년말에 변압기 소손방지에 대한 대책을 강구한 때문으로 분석되고 있으며, 이 대책의 결과가 '96년과 '97년에도 소손을 줄어줄게 한 요인이 되었다고 분석된다.

한국전력이 이러한 대책의 강구로 소손이 '94년에 비하여 약 1/3로 줄어들기는 하였으나 아직도 충분한 대책이 강구되지 못하고 있기 때문에 소손을 100대 이하로 줄이지 못하고 있다고 판단된다.

변압기의 원인별 소손현황을 살펴보면, '94년에서 부터 '97년까지의 총 변압기 소손량의 40.9%에 해당하는 2,583대가 뇌격에 의해 소손되었으

며, 소손량의 24.5%인 1,545대가 과부하에 의해 소손되었고, 자연열화는 전체의 14.5%인 918대가 소손되었다. 그외에 일반인의 과실도 전체의 5.5%인 353대나 되었으며, 제작불량으로 소손된 것도 216대나 되고 풍우에 의한 소손이 173대, 보수불량이 35대, 시공불량이 28대 그리고 원인이 불명확한 것도 67대나 된다. 기타 사항은 빙설해, 염진해, 외부접촉, 타사고과급 등이다.

여기에서 특기해야 할 사항은 장마철이고 전력 부하가 가장 많이 걸리는 여름철을 지나도 뇌격에 의한 소손과 과부하에 의한 소손이 많이 일어난다는 사실이다.

<표 10>

원인별 소손현황

(단위 : 대)

구 분	뇌 격	과부하	자연 열화	제작 불량	일반 과실	풍 우	보수 불량	시공 불량	원인 불명	기 타	계
'94	1,036	1,139	536	147	107	31	30	20	42	159	3,247
'95	493	133	98	23	5	25	—	3	11	47	1,042
'96	677	160	180	33	21	91	3	3	7	63	1,238
'97	377	113	104	13	4	26	2	2	7	71	791
계	2,583	1,545	918	216	353	173	35	28	67	340	6,318

주) '95년은 1~8월까지의 자료임.

'97년은 1~9월까지의 자료임.

자료 : 한국전력공사('95. 9. '97. 12)

업체별로 소손현황을 살펴보면 '94년부터 '97년 까지 4년동안 변압기 총 소손대수는 7,821대로서 그중 원호의 변압기가 전체의 11.1%인 872대가 소손되어 가장 소손이 많은 것으로 나타나고 있으며, 다음이 신한전기로 전체의 10.8%인 849대가 소손되었고, 전우는 전체의 8.8%인 689대, 대명

중전기가 전체의 8.4%인 656대, 동미전기가 전체의 6.7%인 523대로 나타나고 있고 국제전기는 전체의 5.6%인 436대, 성진전기는 5.5%인 431대, 비교적 대기업인 이천전기와 효성중공업도 각각 420대와 405대로 5.4~5.2%의 높은 소손율을 보이고 있다.

<표 11>

업체별 소손현황

(단위 : 대, %)

구분	원호	전우	신한	대명	동미	국제	성진	이천	효성	동방	뉴텍	한양
'94	363 (11.2)	239 (7.4)	383 (11.8)	247 (7.6)	212 (6.5)	159 (4.9)	183 (5.6)	192 (5.9)	213 (6.6)	94 (2.9)	102 (3.1)	70 (2.2)
'95	192 (9.4)	128 (6.3)	209 (10.3)	203 (10.0)	117 (5.7)	118 (5.8)	117 (5.7)	103 (5.1)	98 (4.8)	1 (0.0)	70 (3.4)	63 (3.1)
'96	185 (14.9)	137 (11.1)	139 (11.2)	100 (8.1)	98 (7.9)	84 (6.8)	71 (5.7)	66 (5.3)	62 (5.0)	51 (4.1)	46 (3.7)	38 (3.1)
'97	132 (10.1)	131 (10.1)	118 (9.1)	106 (8.1)	96 (7.4)	75 (5.8)	60 (4.6)	59 (4.6)	32 (2.5)	53 (4.1)	50 (3.8)	25 (1.9)
계	872 (11.1)	689 (8.8)	849 (10.8)	656 (8.4)	523 (6.7)	436 (5.6)	431 (5.5)	420 (5.4)	405 (5.2)	199 (2.5)	268 (3.4)	196 (2.5)

주) () 내의 숫자는 총 소손대수에 대한 소손율임.

자료 : 한국전력공사('95. 9. '97. 12)

특히 원호와 전우는 변압기의 제작회사가 아니면서도 다른 변압기 제작회사로 부터 납품을 받아 이것을 다시 한국전력에 재납품하고 있고 또 변압기를 수리하여 납품하기 때문에 소손율이 더욱 높게 나타나는 문제로 지적되고 있다.

4. 변압기의 보호장치 현황분석

변압기의 보호장치는 여러가지의 방법으로 구성되어 있는데 전력계통에 사고가 발생하였을 경우 다른 전력계통으로 사고의 파급을 막음과 동시에 변압기도 보호하는 컷아웃스위치(Cut Out Switch : cos)와 낙뢰가 전력계통에 떨어졌을 때 변압기의 소손예방을 위한 피뢰기, 그리고 변압기 2차측의 부하계통에 이상이 발생하거나 과부하가 발생할 경우에 대비한 전선휴즈, 컷치홀더, 고리휴

즈 등이 있으며, 최근에 개발된 것으로서 변압기에 과부하가 걸리거나 과전류가 흐를 경우 변압기 내에 설치된 차단기가 동작하여 변압기를 보호하는 자기진단형 차단기 등이 있다.

컷아웃스위치는 원래 변압기의 보호목적이 아니라 한 전력계통의 사고발생시 다른 전력계통에 사고가 파급되는 것을 방지하기 위한 목적으로 설치하는 것이지만 실제로는 변압기의 보호용으로도 이용되고 있다. 이 이중목적으로 사용되는 컷아웃스위치의 휴즈링크 용량이 '93년도에 조정된 바 있으나 용량과 용융온도가 여전히 높아 변압기의 소손을 효과적으로 예방하지 못하고 있다.

〈표 12〉에서 보는 바와 같이 컷아웃스위치의 휴즈링크 용량은 변압기의 용량에 따라 커지고 있으며 30kvA까지는 10kvA당 1A를 적용하고 50kvA 부터는 10kvA당 1.2A를 적용하고 있다.

〈표 12〉 컷아웃스위치 휴즈링크 용량

변압기용량	10kvA	20kvA	30kvA	50kvA	75kvA	100kvA
휴즈링크용량	1A	2A	3A	6A	8A	12A

자료 : 한국전력 규격

컷아웃스위치 휴즈링크의 용융 특성은 정격전류가 1A에서 3A까지는 10초에 최대로 10A의 전류가 흘러야 용융이 되도록 되어 있으며 6A에서 10A까지는 정격전류의 최소 2.25배, 최대 3.4배가 흘러야 용융이 되고, 12A에서 25A까지는 최대 3.6배가 흘러야 용융이 되며, 정격전류가 30A 이상에서는 최대 3.6배 이상에서 용융이 되도록 되어 있다.

예를 들면, 20kvA 변압기에 2A의 휴즈가 연결되어 있다면 배전전압 22.9kvA에 2A이므로 휴즈

를 통해 흐르는 전력은 45.8kvA가 되어 변압기의 용량을 2배이상 초과하게 되며, 2A 휴즈의 용융 전류를 보면 10초 동안에는 10A가 흘러야 용융이 되며, 30초 동안에는 4~4.8A가 흘러야 용융이 되게 되므로 20kvA 변압기의 정격전류 1.6A 보다 무려 2.5~6배나 커지는 결과가 된다.

변압기의 용량이 크면 클수록 휴즈용량이 더 커지며 변압기의 용량이 커지는 것보다 휴즈의 용량이 커지는 비율이 더 크기 때문에 50kvA, 75kvA, 100kvA 등의 용융전류는 변압기의 정격

전류 보다 2.5~6배 더 커지게 된다. 따라서 휴즈 링크의 휴즈가 용융되기 전에 변압기가 소손되어 버리게 되므로 휴즈링크로서는 변압기를 보호할 수가 없게 된다.

〈표 13〉 컷아웃스위치 휴즈링크 용융특성

(단위 : A)

정 격 전 류		1	2	3	6	8	12	15	20	30	50
300초 용융전류	최대	2.4	4.8	7.2	14.4	18	30	37.2	47	76	121
	최소	2	4	6	12	15	25	31	39	63	101
10초 용융전류	최대	10	10	10	20.5	27	44	55	71	115	188
	최소	—	—	—	13.5	18	29.5	37	48	77.5	126

자료 : 한국전력 규격

변압기의 1차측 정격전류는 용량이 10kV가 0.8A이고 20kV가 1.6A, 50kV가 4A, 100kV가 7.9A인데 컷아웃스위치(COS)의 휴즈 링크 용량은 10kV가 1A이고, 20kV가 2A, 30kV가 3A, 50kV가 6A, 75kV가 8A이고 100kV가 12A로서 모두 변압기의 정격전류보다

휴즈링크의 정격전류가 훨씬 높아 컷아웃스위치가 변압기를 보호하기는 사실상 불가능하다. 즉, 컷아웃스위치의 휴즈링크로서는 사실상 계통사고나 낙뢰 등으로 부터 변압기를 보호할 수 없다는 사실을 알 수 있다.

변압기의 2차측의 보호장치로서 컷아웃스위치와 고

〈표 14〉 변압기의 정격전류와 휴즈링크용량 비교

변압기용량(kV)	5	10	20	30	50	75	100
cos의 휴즈링크용량(A)		1	2	3	6	8	12
변압기 1차측정격전류(A)	0.4	0.8	1.6	2.4	4	6	7.9

자료 : 한국전력 규격

리퓨즈 그리고 전선휴즈가 있는데 이 보호장치는 수용가측의 전력 과다사용을 방지하기 위한 목적이 아니라 수용가측에 기기고장, 합선 등 사고가 발생하였을 경우 그 사고로부터 변압기를 보호하기 위하여 설치하는 일종의 보호장치이다.

변압기에서 여러 수용가로 인입되는 선로마다 컷아웃스위치와 고리휴즈가 보호장치로서 부착되어 있

으며 단상 3선 220v, 15kV 이하의 변압기에만 사용되고 있으며 그 이상의 변압기에는 사용되지 않고 있다. 그리고 220v 2.6mm의 인입선의 전선 휴즈는 용량이 38A를 사용하고 있다.

컷아웃스위치와 고리휴즈의 용량은 5kV 변압기의 경우 40~50A로서 변압기의 정격전류는 0.4A이므로 전체 용량으로 환산해보면 1.2배나 높으며,



10kvA 변압기의 경우에는 컷치홀더와 고리휴즈의 용량이 75A이고 변압기의 정격전류는 0.8A이므로 변압기용량이 1.1배 정도 크고, 15kvA의 변압기인 경우 컷치홀더와 고리휴즈의 용량은 75A이고 변압기의 정격전류는 1.2A이므로 변압기 용량이 1.23배 정도 크다.

개개의 수용가로 보면 컷치홀더와 고리휴즈의 용량이 변압기를 보호할 수 있겠지만 그러나 변압기에는 여러 수용가가 연결되어 있기 때문에 컷치홀더와 고리휴즈 용량이 너무커서 변압기를 보호하기가 어렵다.

일반수용가의 계약전력은 3kw이나 과전류차단기의 용량은 6kvA이므로 컷치홀더와 고리휴즈 및 전선휴즈의 용량과는 상당한 차이가 있다. 또 220v 2.6mm의 인입선 전선휴즈의 용량은 38A로 일반수용가의 차단기 용량보다 훨씬 높다.

〈표 15〉 변압기 2차측 보호장치 용량

－ 컷치홀더와 고리휴즈

변압기용량(kvA)	5	7.5	10	15
컷치홀더용량(A)	50	50	75	100
고리휴즈용량(A)	40	50	75	100

자료 : 한국전력 규격

변압기의 보호장치의 하나로 빼놓을 수 없는 것이 낙뢰로부터 변압기를 보호하기 위한 피뢰기이다. 피뢰기는 낙뢰가 빈발하게 발생하는 지역과 낙뢰가 보통 발생하는 지역 및 낙뢰가 적은 지역으로 구분하여 피뢰기를 설치하고 있으며 낙뢰가 적은 지역은 일정한 구간별로 피뢰기를 설치하고 있다.

피뢰기는 비교적 많이 설치되어 있으나 대부분

국산피뢰기로서 아직도 생산기술이 부족한 상태이기 때문에 기술적인 문제, 성능문제 등으로 오동작이나 고장이 자주 발생하여 정전 등 전력공급에 지장을 초래하고 있다. 이로 인하여 한전영업소에서는 정전이 발생하였을 경우 긴급송전, 피뢰기의 점검 및 교체 등으로 많은 어려움을 겪는 경우가 많기 때문에 이러한 불편을 없애기 위하여 인위적으로 피뢰기를 개방해 두는 경우가 많아 낙뢰가 발생할 경우 낙뢰로부터 변압기를 보호하지 못하게 된다.

변압기의 소손현황을 보더라도 낙뢰에 의한 소손이 전체 소손의 40%를 초과하고 있는 것도 피뢰기의 성능불량 또는 피뢰기를 개방해 놓았기 때문으로 분석되고 있다. 피뢰기는 국내에 2~3개 전문 생산업체가 있으나 아직도 기술이 부족하고 생산의 전문화도 이루어지지 않고 있어 기술도입과 집중 기술개발을 통한 기술력의 확보와 우수제품의 생산으로 낙뢰로 인한 변압기의 소손예방을 강화해야 할 것이다.

5. 기타의 소손유발 원인

변압기의 제작 불량으로 인한 소손은 전체 소손의 3.4%에 불과하지만 일본에 비하면 대단히 높은 수치를 점유(우리나라의 전력설비 규모와 비슷한 일본 동경전력은 5년에 3~4대 정도)하고 있는데 여기에는 두 가지의 문제가 있는 것으로 분석된다. 그중 대단히 중요한 원인의 하나는 변압기의 발주에서 납품에 이르는 기간이 너무 짧아 변압기를 완전하게 만들수 있는 기간이 부족하기 때문이다.

변압기 한대의 평균 제작 기간은 대당 10일이 소요되며 대부분의 업체가 10일 동안의 제작 능력

이 200~500대인 점을 감안하면 1회 발주시에 물량은 2,000~10,000대, 납기는 15~25일 그리고 발주 방법에 있어서도 한전이 전기조합과 계약을 체결하고 전기조합이 생산업체에 물량을 배정하고 있는데 배정하는 기간도 2~5일이 소요되는 등 대부분의 제작기간이 정상적인 제작기간으로는 이루어질 수 없는 상황에 있다.

또한, 한전에 납품되는 제품은 납품일 9일전에 검수신청을 해야 하므로 최소한 납품일 5일전에는 변압기 제작이 완료 되어야 한다. 그러나 납품 업체들은 지정된 납기내에 납품을 하기 위해서는 정상적인 방법으로 제작을 할 수가 없으므로 비정상적으로 불량제품을 납품할 수밖에 없다.

비정상적으로 제작된 제품들은 일부가 시험에 불합격하는 경우도 있지만 시험당시에는 대부분 합격이 되어 납품되고 있으나 시간이 경과함에 따라 품질이 급속하게 저하되어 고장이나 소손이 일어나고 있다. 그러나 변압기가 일단 소손된 이후에는 그 소손원인을 규명하는 것이 매우 어려운

것이다.

변압기 제작결함의 두번째 중요한 원인은 제작업체의 기술능력과 장비의 부족이다. 우리나라 변압기 제조업체는 32개 업체로서 우수한 기술과 장비를 갖춘 업체는 10여개 업체에 불과하며, 보통으로 평가되는 업체는 18개 업체가 있고 나머지는 기술과 장비등이 미흡한 업체로 평가되고 있다.

우수한 업체로 평가되는 업체의 변압기 제조기술은 선진국과 대등한 기술수준을 보유하고 있으며, 몰드변압기, 아몰퍼스코아 변압기, 안전장치가 부착된 자기진단형 변압기도 생산하고 있다. 그러나 기술능력이 부족한 업체는 제품의 품질이 떨어지기 때문에 시간이 경과할수록 품질이 급격히 저하되어 고장이나 소손이 빨리 일어나고 있다.

앞서의 자료에서 소손율이 높은 업체가 나타나 있지만 이들 업체는 기술능력이 부족하거나 품질이 나쁜 제품을 만들어 납품하였거나 둘 중의 하나에 해당하는 업체로 볼 수 있다.

소손된 변압기중에는 신제품보다 수리한 제품의

<표 16>

변압기 업체 현황

종업원 수	100인 이상	50인 이상	20인 이상	20인 이하	계
업체 수 (개)	6	8	12	6	32

자료 : 전기공업협동조합

소손율이 매우 높은 것으로 나타나고 있는데 '94년도에 조사한 자료에 의하면 총 소손 대수의 19.3%가 수리변압기라는 사실이다. 특히 수리변압기 중에서도 설치한지 1년미만인 것이 46.1%나 소손이 발생하고 있으며 설치한지 1년에서 2년 사이의 것이 19.8%나 소손이 되어 결과적으로 수리한지 2년 이내에 65.9%의 변압기가 소손이 되고

있다는 사실이다. 이 결과가 의미하는 것은 변압기의 수리가 적절하게 이루어지지 않고 있다는 증거이며, 더 나아가서는 변압기 수리업체의 기술능력이 부족하거나 품질관리가 전혀 이루어지지 않고 있다고 밖에 볼 수 없다.

실제로 변압기의 수리업체를 살펴보면 원호단체와 한전의 퇴직자들이 만든 전우, 재향군인 단체

인 향균 등이 변압기 수리업무를 맡고 있으니 이들 업체들이 기술능력이나 장비를 제대로 갖추었는지, 품질관리도 제대로 이루어질 수가 없을 것이다. 변압기를 만들지도 않은 업체가 그 변압기의 특성도 제대로 알지 못하고 수리를 한다는 것은 납득하기 어려운 일이며, 고장이난 변압기의 수리는 그 제품의 특성을 가장 잘 알고 있는 회사가 수리를 하여야 가장 품질이 우수한 변압기가

될 것이다.

이러한 상황들을 종합해 보면 변압기의 구매나 수리에 있어서 일정한 자격요건이나 기술능력에 대한 규제를 두지 않고 수의계약으로 이루어지고 있다는 것이 문제로 지적될 수 있을 것이며, 구매나 수리에 대한 기준이나 계약방법이 갱신되지 않고서는 문제가 해결되지 않을 것으로 보인다.

변압기의 시공은 어려운 공사중의 하나로서 중

(표 17)

수리변압기의 소손현황('94)

설치한 후 사용기간 (년)	1	2	3	4	5년 이상	계
소손대수 (대)	159	68	37	32	49	345
점 유 율 (%)	46.1	19.8	10.7	9.2	14.2	100

자료 : 한국전력('95. 9)

량물인 변압기에 충격이 가해지는 등 소홀히 취급하는 경우에 당장에는 아무런 하자가 발생하지 않더라도 변압기가 열화, 소손 및 고장이 나게 하는 원인이 되므로 변압기의 수명이 단축되며 또한 고장이 나거나 소손이 되는 경우에 이에 대한 원인도 불명하게 되어 제작불량으로 오인되는 경우도 있다. 특히 변압기의 설치에 있어서는 변압기를 차에 실을 때와 차에서 내릴 때 조심스럽게 취급되지 않고 충격을 받는 경우가 많으며, 변압기를 전주에 올릴 경우에도 전주와 부딪치는 경우가 많다. 그러므로 공사중에는 반드시 감독자를 입회시켜 변압기의 보호와 안전 확보를 강구해야 한다.

6. 발전방안

'94년에 주상변압기의 소손예방대책 수립으로

변압기의 소손이 현저하게 줄고 있는 있으나 아직도 소손되는 변압기가 연간 1천여대를 상회하고 있어 이에 대한 보완대책이 계속 추진되어야 한다.

변압기의 소손을 예방할 수 있는 방안은 변압기의 1차측에 보호장치를 강화하는 방안과 변압기의 제작 및 수리에 참여하는 업체의 능력과 품질관리에 관한 기준을 마련하여 시행하는 방안, 변압기 발주방식의 변경, 변압기의 부하관리 방안, 변압기 자체에 안정장치를 부착하는 방안 그리고 시공관리철저 등이 있을 것이다.

변압기의 1차측에 보호장치를 강화하는 방안은 여러가지가 강구될 수 있다. 첫째는 컷아웃스위치는 휴즈링크 용량을 변압기 1차측의 안전전류 용량과 대등하게 조절하여 변압기를 보호하는 방안을 생각할 수 있다. 이는 전력계통과 변압기와의 상관관계를 잘 고려하여 결정해야 하는데 컷아웃

스위치를 계통보호 목적으로만 전적으로 사용할 것인지 아니면 계통보호와 변압기 보호의 이중 목적으로 사용할 것인지를 먼저 결정한 후에 휴즈링크의 용량을 결정해야 한다.

두번째는 가장 소손 사고가 많은 낙뢰예방은 피뢰기의 개방도 방지해야 하겠지만 보다 더 중요한 것은 성능이 우수한 피뢰기를 빨리 개발하여 오동작에 의한 단락, 정전 등의 피해를 줄여야 한다. 현재와 같이 성능이 나쁜 피뢰기를 계속 설치하는 한 피뢰기의 개방은 계속 될 수밖에 없을 것이다. 따라서 피뢰기에 대한 근본적인 대책 강구를 위해서는 과감한 기술도입과 함께 전문생산업체를 지정하여 집중적으로 육성하고 성능이 좋은 피뢰기를 생산하도록 하여 변압기마다 부착하는 방안이다.

세번째는 변압기의 1차측에 새로운 변압기 보호장치를 설치하는 것이다. 컷아웃스위치는 사실상 계통보호를 위해 설치하는 보호장치이므로 이 스위치는 계통보호 목적에만 사용하고 변압기 1차측에는 과전류차단기 등 새로운 안전장치를 설치하는 방안이 검토되어야 할 것이다. 이 문제만 해결되면 대부분의 변압기가 소손이나 과부하로 부터 보호를 받게 되어 재산상의 피해나 단전으로 인한 피해를 예방할 수 있을 것이다.

변압기 2차측의 보호장치인 전선휴즈, 고리휴즈, 컷치홀더 등은 수용가의 기기고장, 합선 등에 의한 과전류를 예방하기 위하여 설치하는 것으로 용량이 너무 크다고 판단된다. 따라서 이들 보호장치에 연결된 수용가의 합계용량을 감안하여 적절한 휴즈용량을 선택해야 할 것이다.

변압기가 과부하로 소손되는 수량이 두번째로 많은 비중을 차지하고 있는데 여기에는 두 가지의 문제가 있다. 그 하나는 변압기 1차측에 변압기

용량에 알맞는 보호장치가 없다는 것이고 다른 하나는 변압기 2차측에 변압기 용량에 알맞는 보호장치가 없다는 것이다.

변압기의 1차측에 보호장치를 설치하기가 어려우면 2차측에라도 변압기 용량에 알맞는 보호장치를 설치하여 변압기의 소손을 예방하여야 할 것이다.

최근에 가장 많이 연구되고 있는 변압기의 과부하방지 방안은 변압기에 과부하가 걸리면 경고음이나 빨간불이 켜지게 하여 주민이 신고를 하게 한다거나 또는 한국전력 직원이 순회하면서 확인하는 방안과 변압기의 중앙 부하관리시스템을 설치하여 지역적으로 부하관리를 하는 방안 등이 집중적으로 연구되고 있다.

먼저 변압기에서 경고음이 날 경우 쉽게 한전의 전화번호를 찾아 신고할 수용가가 없을 것이며 오히려 큰 경고음이 소음으로만 작용할 가능성이 크고, 빨간불이 켜질 경우에도 그것을 어느 수용가가 확인하여 신고전화를 할지 의문이 앞선다.

중앙 부하관리시스템을 설치하여 운영할 경우는 각 변압기마다 부하가 얼마나 걸리고 있는가, 또는 과부하가 되고 있는가를 확인하여 과부하 변압기는 바로 교체하면 되는 것으로 가장 좋은 방법중의 하나이다. 그러나 이 방법은 시스템의 복잡성, 과부하의 감지성 등 아직도 많은 연구와 시간이 필요하다.

변압기의 제작 불량으로 인한 소손은 큰 비중을 차지하지 않지만 제작불량은 변압기의 수명을 단축하고 과부하 등에 의한 사고 또는 소손을 유발하게 되므로 소손율을 줄이고 사고를 사전에 예방하기 위하여는 성능이 좋고 우수한 변압기를 제작하여야 한다. 이러한 변압기를 제작하기 위하여는 제작업체가 우수한 기술능력과 철저한 품질관리를

하여야 하겠지만 발주자가 변압기의 발주물량, 업체의 제작능력 및 제작기간 등을 충분히 고려하여 발주하여야 할 것이다. 특히 제작기간을 충분히 주지 않을 경우 아무리 우수한 업체라도 좋은 변압기를 만들어 납품할 수가 없기 때문이다.

또 앞서의 분석에서 소손율이 높은 업체를 나열하였지만 이들 업체들은 기술능력이 부족하거나 제품의 품질이 나쁜 제품을 납품하였거나 둘 중의 하나에 해당하는 업체로 볼 수 있으며 이들 업체에는 필요한 제제초치를 취할 필요가 있다.

따라서 변압기의 구매에 있어서 일정한 기술능력과 자격요건을 갖춘 자 만이 입찰에 참가할 수 있도록 하고 발주시에는 발주물량과 제작 소요기간을 감안하여 충분한 납품기간을 주는 방안을 강구해야 할 것이다.

변압기 소손중 상당부분을 차지하고 있는 것이 수리변압기인데 변압기의 수리는 그 변압기의 특성에 가장 적합하게 수리되어야 제대로 기능을 발휘하고 수명도 유지할 수 있을 것이다. 현재와 같이 변압기의 수리를 전우나 원호 등 비전문기관에 의뢰하기 보다는 그 변압기의 특성을 가장 잘 알고 있는 제작자가 수리를 하도록 하여야 할 것이다.

변압기는 조그마한 충격에도 손상이 될 수 있으며 작은 손상은 결과적으로 변압기의 수명단축과 고장 및 소손의 원인이 되므로 운반이나 시공중

절대적으로 충격을 예방하여야 한다. 그러므로 공사업체에 대한 시공안전교육과 함께 관계자의 현장 감독이 이루어져야 한다.

경제의 성장과 국민소득의 향상 그리고 삶의 질적 향상으로 가정의 전력수요는 과거에 비해 크게 증가하고 있는데 후진국시절의 가정용 전력사용량 3kw로는 현재의 가정수요 충족에 절대 부족한 량이다.

예를 들면, 현재의 가정은 대부분이 한가구당 TV 2대, 냉장고 1대, 선풍기 2대, 에어컨 1대, 컴퓨터 2대, 청소기 1대, 전자렌지 1대, 전기밥솥 1대, 보온밥통 1대, 전기후라이팬 1대, 쥬스믹스 1대, 후드팬(부엌, 화장실) 2대, 충전기(전화기, 밧데리) 2~3대, 전기다리미 1대, 헤어드라이어 2대, 기타 이·미용기기, 전자의료기기, 안마기, 각종계임기기 등 많은 가전기기들이 사용되고 있고 전등의 조도상승 및 각종 조명장치의 설치 등 많은 가정용 전기기기를 사용하고 있어 현재의 3kw의 계약용량으로는 감당하기 어려우므로 5kw로 높이고 이에 상응하는 변압기를 설치함이 필요하다.

위에서 지적한 몇 가지가 보완이 되면 변압기의 소손이 크게 줄어들 것이며 소손으로 인한 정전도 줄어들게 되어 한전이나 수용가가 많은 경제적 이익을 얻게 될 것이므로 구체적인 보완대책을 수립하여 시행해야 할 것이다.