170kV GIS용 단로기의 현장 사용 실태 조사

이은석*, 김종서, 천종철
전기안전연구원

A Study on the Actual Condition Investigation of the Disconnecting Switchgear of 170kV GIS

(Eun-Suk Lee. Jong-Seo Kim. Jong-Cheol Cheon)
KESCO

Abstract

170kV GIS(Gas Insulated Switchgear) is widely used in large industrial factory-electrical facilities of private use because has many benefits. But Other equipments's failures are occurred by GIS failures and give rise economic problems to user. Therefore we will examine the actual condition of the 170kV GIS-electrical facilities of private use and are able to confirm the distribution characteristic analysis of disconnecting switchgear.

In this paper, we presents the actual condition investigation of the disconnecting switchgear of 170kV GIS-electrical facilities of private use by post - failure pattern, inspection method, test equipments and so forth.

Key Words : Disconnecting Switchgear, Actual Condition Investigation, Electrical Facilities of Private Use

1. 서 론

산업의 발달과 정보화 시대로 접어들면서 부하 설비들이 고급 또는 양질의 전력을 필요로 하게되어 한 순간의 정전도 허락하지 않는 설비가 증가하고 있다. 더욱이 170kV GIS(Gas Insulated Switchgear)설비는 자가용 수용가의 주요설비로 주요 관리대상품 임에도 불구하고 현장에서 활용되고 있는 예방보전 기술은 미약한 실정이다. 또한 국내에 설치되어 있는 GIS설비는 70년대말에 외국제품을 도입하여 설치되었고 80년대초에 이르러 국산제품을 생산하여 설치를 하였다. 따라서 국내에서 생산되어 설치된 제품은 20년이상 사용되고 있으며 일부 개소는 신 설비로 교체를 실시하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 국내에 설치된 자가용 170kV GIS설비중 사고 발생율이 가장 높은 것으로 알려진 단로기에 대한 현장 사용 실태를 조사하고자 하였다.

2. 조사대상 선정

조사대상의 선정은 한국전기안전공사 각 본부별로 관내 수용가 명단을 입수하여 총 201개 수용가에 대해 우편 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 2차에 걸쳐 실시되었다. 1차는 2002. 5.27.~2002. 7. 30(65일간)까지 실태조사서를 작성하여 우편으로 조사를 하였고, 2차 조사는 2002. 8. 20.~2002. 10. 11(11일)에 걸쳐서 실시되었다. 1차 조사에서 이상상태를 경험한 것으로 조사된 수용가에 대하여 직접 방문조사를 실시하였다. 설문조사 결과 표본조사 대상수용가 201호 가운데 97호에서 회신을 하여 조사회신율 48%를 나타냈다.

3. 실태조사 분석

3.1 수용가 수전용량 및 업종분류

170kV GIS용 단로기의 실태조사를 위해 확인한 수용가 중 수전전력 분포를 보면 21~50MVA이하의 수용가가 전체의 30%(29호)로 가장 많이 점유

하고 있었고, 다음으로는 51~100MVA 이하가 27%(26호)이며, 20MVA이하가 14%(14호)를 점유하고 있음을 알 수 있다.

즉, 국내 170kV GIS 사용 수용가의 경우, 20MVA이상의 대용량을 사용하는 수용가가 많아 점차 대용량화되고 있음을 알 수 있다. 또한 업종 분포는 그림 1에 나타낸 바와 같이 제조업이 가장 많은 69%(67호)로 설치되어 사용되고 있었고, 그 다음으로는 민자용 발·변전소로 5%(5호)이며, 대부분이 공장과 대형건물에서 사용되고 있다고 볼 수 있다. 이 외에 취수장, 공항, 연구소 등에서도 GIS설비를 설치, 운용하고 있었다.

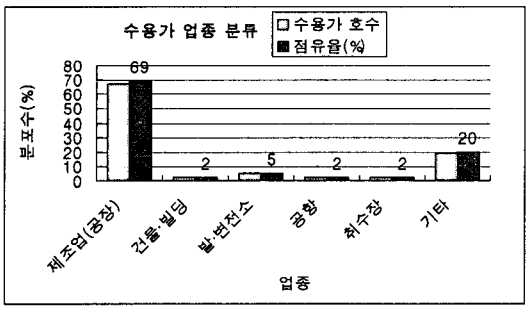


그림 1. 수용가 업종분류.

3.2 사고발생 분포 및 부위

170kV GIS를 설치 운용중인 수용가(201호)중 조사에 응답한 97호중 사고가 발생된 적이 있는 수용가는 15%(15호)이며, 사고가 발생된 적이 없는 수용가는 69%(67호)를 점유하고 있었다. 상당수의 수용가에서 GIS설비 사고에 대한 경험이 없었으나 사고 발생은 항상 잠재되어 있음을 사고 경험 수용가(15%)를 통해 추측할 수 있었다.

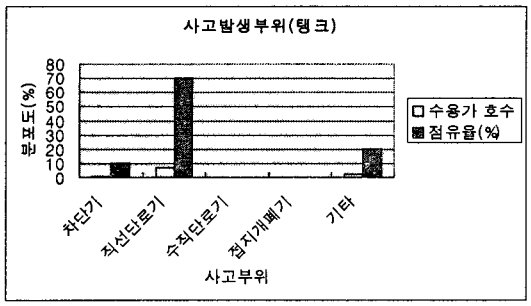


그림 2. 사고발생 부위.

사고가 발생된 15호를 기준으로 Tank 유니트별 사고 발생부(10호)에 대한 설문조사를 보면 그림 2에 나타난 바와 같이 특정 개소에서 고장이 발생된 경우를 제외하면 직선단로기 및 접지개폐기에서 가장 많은 사고를 점유하고 있었다(70%). 다음으로는 수직단로기와 직선단로기, 차단기 등의 순서로 사고를 점유하는 것으로 분석됐다. 또한 반복적인 수용가에 대한 설문에서 전체의 40%(9호)가 1회 사고 발생, 2회 발생은 27%(4호), 3회는 13%(2호)로 나타났다.

3.3 단로기 사고원인 분포

사고발생 설비에서의 사고원인에 대한 분포에서는 제작불량이 가장 높게 점유하고 있었고(47%), 다음으로는 습기등 이물, 조작기 오조작, 등이 13%를 점유하였으며 사고 발생 후에 사고원인을 확인할 수 없는 경우도 7%를 점유하고 있었다.

또한 GIS용 단로기 사고 원인분포에서는 그림 3에 나타낸 바와 같이 링크부 불량이 가장 높게 불량율을 나타나고 있었고(43%), 다음으로는 조작코일이 29%를, 조작부와 조립불량이 각각 14%를 점유하고 있었다.

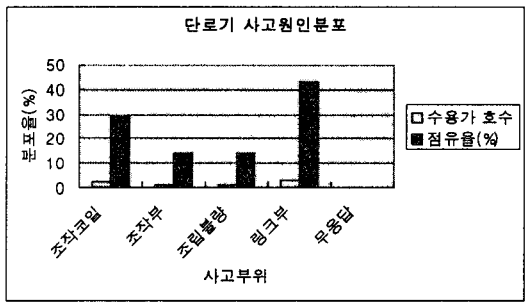


그림 3. 단로기 사고원인 분포.

링크부의 불량이 전체사고의 43%를 차지하고 있는 것은 170kV GIS설비는 옥내용보다 설치비가 적게 드는 옥외용이 현장에 많이 설치되어 있으며 옥외 상태에서 장기간 노출되어 있고 조작횟수가 적어 링크부 베어링의 이상이 많이 발생함을 알 수 있었다. 또한 단로기 내부에서 발생되는 사고원인은 조작부 이상과 조립불량이 28%를 점유하고 있어 단로기 사고를 점유하는 사고 중, 외부에서 발생되는 링크부와 조작코일 불량을 제외하면 가장 높은 사고 발생율을 나타내고 있다.

3.4 제작사별 사고 분포 및 사고 년수

사고발생 설비에서의 사고원인을 제작회사별로 분류하면 그림 4에 나타난 바와 같이 A사에서 47%로 불량율이 가장 높게 나타났고, 다음으로는 C사가 33%, B사가 20%를 점유하고 있는 것으로

나타났다. 이는 국내에 170kV GIS설비를 제작하는 4개 제작사중 1개회사는 최근에 170kV GIS설비를 생산하기 시작하여 설문 대상 수용가에 설치된 설비가 없었기 때문이다. 그 외 3개 제작사에서는 모두 일정 비율 이상의 사고가 발생되고 있음을 확인 할 수 있었다.

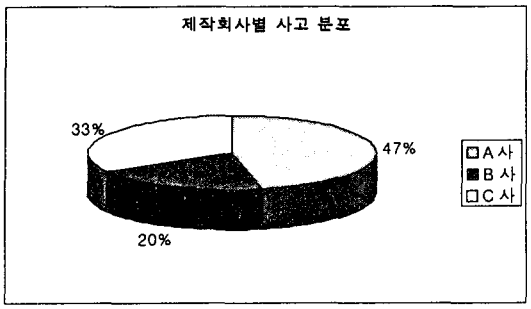


그림 4. 제작사별 사고 분포.

170kV GIS설비는 국내에 설치된 시기가 70년대 후반이며 이때 설치된 GIS설비의 경우 30년 이상 운전되고 있다. 조사된 사고경험 설비의 사용 년수 분포를 보면 그림 5에 나타난 바와 같이 3년~5년 미만 운전된 설비에서의 사고가 47%로 가장 높은 분포를 나타냈다.

다음으로 5년~10년미만이 27%, 10년~15년 사이가 13%로 사고를 점유하고 있었다. 15년 이상된 GIS설비의 사고호수도 7%를 점유하고 있다.

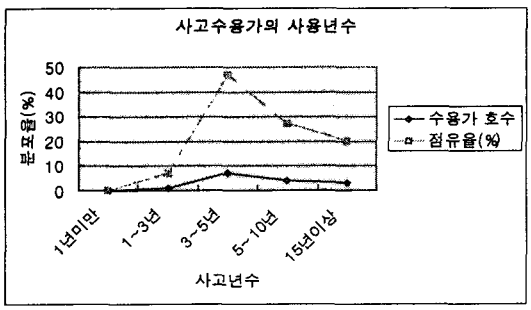


그림 5. 사고 설비의 사용년수.

3.5 설비 사고 예방 대책

170kV GIS용 단로기의 사고를 예방하기 위해서 수용가 설비의 유지·보수시 어떻게 점검하는지 방법에 대한 분포를 그림 6에 나타내었다.

육안점검을 실시하는 경우가 전체 조사대상 97호의 41%인 40호에서 답을 하였으며, 정전후 정밀점검을 실시하는 경우가 15%(15호)를 차지하였다. 또한 육안점검과 정밀점검을 같이 실시하는 경우는 15%(15호)를 점유하였다.

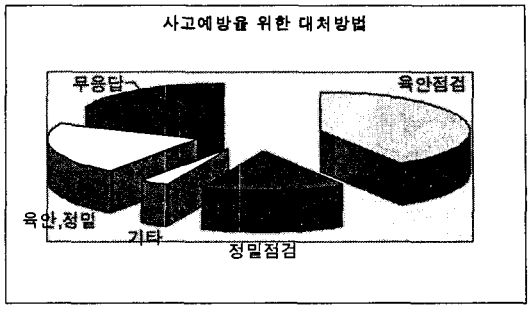


그림 6. 사고예방을 위한 대처방법.

3.6 정전 및 활선 상태 측정항목

3.6.1 정전후 측정 항목

그림 7(a)에서 정전후 측정 항목을 나타낸 바와 같이 무응답이 61%(59호)로 대부분의 수용가에서 설치후 정밀점검을 실시하지 않는 것으로 추정되고 정밀점검을 실시하는 경우에는 정전후 점검을 실시하고 있으며, 정전후 측정항목에 대한 설문에서는 예시한 측정항목 모두를 측정하는 것으로 나타나서 주요 설비의 관심도를 인식할 수 있었다.

다음으로는 메가, 가스누설, 동작특성을 동시에 실시하는 경우 6%(6호)이며, 가스누설, 동작특성이 5%(5호)을 차지하고 있었다.

정전후 정밀측정을 계측기를 이용하지 않거나 미실시하는 수용가(무응답)도 61%를 차지하였고 2항목 이상을 측정하는 수용가도 33%로, 무응답 수용가를 제외하면 대부분의 수용가에서 예시한 항목중 2항목 이상의 측정을 실시하는 것으로 나타났다. 현재 국내의 170kV GIS설비를 운용하는 수용가에서 20%가 3항목 이상의 점검을 실시하고 있는 것으로 나타났으나, 점검을 실시하지 않는 무응답 수용가의 대부분이 정전상태 측정을 미실시 하는 것으로 나타나 정전상태의 점검 방법의 현장 적용화가 어려운 현실임을 확인할 수 있었다.

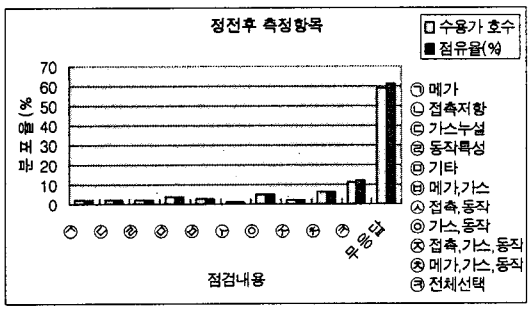
3.6.2 활선상태 측정 항목

정밀점검을 활선 상태에서 실시할 때 측정항목에 대한 분포를 보면 그림 7(b)에 나타난 바와 같이 발열, 초음파, 이상음 등 3항목의 동시 측정이 전체의 12%(11호), 진동 등 이상음만 측정하는 경우는 7%(7호), 그리고 초음파와 이상음 등을 측정하는 경우는 각각 5%(5호)를 나타났다.

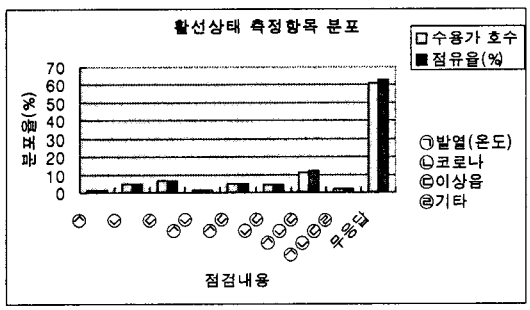
무응답 수용가가 61%(63호)로 대부분의 수용가에

서 활산상태 측정을 실시하지 못하고 있다. 활선 상태에서는 많은 수용가가 소음, 발열 및 진동을 중점적으로 측정함을 알 수 있었다. 이는 현장에서 가장 용이하게 측정할 수 있고, 또한 측정 장비도 비교적 간단하기 때문으로 분석된다.

그러나 많은 수용가에서 170kV GIS설비에 대한 점검 및 유지·관리에 경험이 없고 일부 시행되고 있는 점검방법도 과학적이고 체계적으로 실시하지 않았으며 필요에 따라 실시하는 관계로 향후 문제가 예상되고 있다. 더구나 정밀급 계측장비를 사용하여 측정하는 것은 더더욱 어려운 상황이었다.
소음은 청각을 이용하는 경우가 대부분이며 발열은 일부 수용가에서 Thermovision 등으로 외함과 접속부을 측정하였다.



(a) 정전상태



(b) 활선 상태

그림 7. 정전 및 활선상태 측정항목 분포.

따라서 현장에서 적용할 수 있는 보편화된 활선 상태에서의 측정 방법이나 진단기법 개발이 필요함을 알 수 있었다.

4. 결 론

자가용 170kV GIS용 단로기에 대한 설문조사에서 수용가 201호에 대한 우편 설문 및 방문조사에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 수용가 201호의 가운데 97호가 회신이 되었으며, 이중 사고를 경험한 수용가는 15%를 점유하였고 제작회사별로 20% 이상의 고장율을 나타냈다.

(2) 전체 사고경험 수용가중 직선단로기와 접지개폐기에서 70%의 사고가 발생되었다.

(3) 단로기 사고중 링크부 사고가 43%, 조작불량이 29%를 점유하였다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부 전력산업기반기금에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

[1] 전기안전연구원, "부분방전 검출에 의한 몰드변압기 무정전 진단기법 연구", 한국전기안전공사, pp. 49~84, 1999

[2] 전기안전연구원, "전기적 검출에 의한 고압유도전동기 무정전 진단기법 연구", 한국전기안전공사, pp. 107~133, 2001