

자가용 변전설비에서의 정전대책

역/대한전기기사협회

1. 머리말

자가용 변전설비의 정전사고에는 해당 변전설비의 사고에 의할 때, 전력회사 배전선의 정전에 의할 때, 해당 변전설비의 정기점검, 개수공사 등 계획적으로 실시하는 작업정전을 할 때 등이 있다.

모두 OA, FA 등의 자동기기, 공조설비, 조명설비 등 전기를 이용한 기기 또는 설비의 보급으로 사회생활에서의 전기에너지 의존도가 증가된 오늘날 정전이 미치는 영향은 매우 크다.

그래서 정전사고가 발생하였을 때 대응을 어떻게 하나 또 미연방지를 하기위한 대책 등에 대하여 기술하여 전기보수관리에 종사자들에게 참고가 되면 한다.

2. 정전사고의 대응

예기치 않은 정전이 발생하였을 때 우선 자기의 변전설비를 목시점검(目視点檢)을 하여 이상유무를 확인, 다음과 같은 순서로 정전범위를 확인하고 정전원인을 확인한다.

가. 배전선의 정전

수전용 주차단장치가 동작하지 않고, 소내고압기에 이상이 발견되지 않았으며 아울러 수전반의 파

이로트랩프의 부점등 또는 전압계가 수전전압을 지시하고 있지 않을 때는 대체적으로 전력회사 배전선의 정전이라 생각하면 된다.

또 확인하기 위하여 동일 배전선에서 인입(引込)된 다른 수용가의 정전상황을 알아 볼 필요도 있다. 그리고 필요에 따라 전력회사의 변전소에 문의하여 확인한다. 이 때에는 일단 수전용 주차단기를 개방하여 송전되는 것을 기다린다.

나. 자기 변전설비의 정전

수전용 주차단장치가 동작하고 또 수전반의 파이로트램프가 점등 또는 전압계가 수전전압을 지시하고 있을 때는 자기 변전설비내의 원인에 의하여 정전이 발생된 것으로 생각하여 그 원인을 확인한다.

이때 수전용 주차단장치를 동작시킨 보호계전기가 과전류계전기(OCR)인가 지락계전기(GR)인가를 표시장치에서 확인하여 사고원인의 확인방향을 정한다.

고압기기의 사고원인과 처치방법은 <표1>에 나타낸다.

원인이 확인되었을 때는 해당부분을 제거하고 다른 부분의 안전을 확인하여 한시라도 빨리 부하설비에 송전한다. 응급복구가 자체의 힘으로 되기 어려울 때는 공사업자 등에게 연락하여 복구를 의뢰한다.

<표1> 주된고압기기의 사고원인과 처치 방법

| 고압기기 | 사고원인 | 보호계전기 등 동작상황 | 조사의 포인트, 처치 방법 | 비고 (개선방법 등) |
|--------------|---|------------------------|--|--|
| 인입용 케이블 | 1. 절연열화 2. 절연파괴 3. 작업자 등의 고의 과실 | | (1) 자연열화, 플트리에 의한 절연파괴할 때와 작업자가 도로굴착 등의 공사중에 손상되는 것이 주원인 (2) 시험은 절연저항측정, 직류고압절연저항시험, 내전압 시험 등이 있음. (3) 케이블의 교체가 필요: 케이블교체에 시간이 요할 때는 응급용 케이블로 가복구하고 근본적인 것은 개수를 계획한다. | (1) 인입용케이블 사고는 즉 배전선 파급사고가 되니 보수점검을 철저히 한다. (2) 케이블은 CVT를 사용하고 매 설공사를 한다. (3) 매설표시를 한다. |
| 모선 | 1. 절연열화 2. 절연파괴 | | (1) 자연열화 누수에 의한 오손 등에 의하여 주로 모선의 지지물(애자 등)이 절연파괴 되는 것이 원인 (2) 배선의 교체가 필요 (3) 누수에는 곳을 수리 | |
| 계기용 변압기 (PT) | 1. 1차측 퓨우즈 용단 2. 소손 3. 절연파괴 4. 조수접촉 | PF PF PF | (1) 퓨우즈용단의 원인은 PT내부고장, 1차단자간 단락 (조수접촉 등), 자연열화 등이 있다. (2) 1차단자간 단락시는 단자에 아크흔적이 있다. (3) PT를 회로에서 분리하여 단자와 이스1차, 2차 단자 간의 절연저항측정, 전압미시험, 여자전류측정 등에 의하여 조사하고 1차측 퓨우즈를 교체 또는 PT교체를 하여 판단 한다. (4) 수전실 등에 조수가 침입할 수 없도록 한다. | (1) 물드형은 사용한다. (2) 1차측퓨우즈에는 차단용량부 (150MVA)의 고압 한류퓨우즈를 사용할 것. (3) 차단특성이 없을 때는 사고원인 2, 3, 4는 배전선사고가 되니 유의할 것. |
| 변류기 (CT) | 1. 절연열화 2. 절연파괴 | GR GR | (1) CT표면의 먼지부착, 오손 등에 의하여 흡습하여 내부 절연이 파괴된 것이 원인 (2) CT를 회로에서 분리하여 단자와 이스 1차, 2차 단자 간의 절연저항을 측정하고 1Ω이하 일때는 내부지락이라 판단한다. (3) 1차, 2차 단자간 도통시험을 하여 단선의 유무, 변류비 비교시험으로 테어쇼트의 유무를 확인한다. (4) (2), (3)의 시험에 의하여 불량할 때는 CT의 교체가 필요. | (1) 몬드형은 사용할 것. (2) 단자부의 절연이 커버에 의하여 은폐도록 할 것. |
| 유입 차단기 (OCB) | 1. 기구불량 2. 절연파괴 3. 접촉자 불량 4. 과부하 | (OCR) | (1) 보호계전기의 동작표시 및 고압기기의 이상이 아니고 OCB가 동작하는 것은 트립기구불량으로 진동 등에 의한 것으로 본다. (2) 링기구의 점접, 트립코일의 동작시험을 하여 이상이 없으면 복구시켜도 된다. (3) 불필요한 동작이 반복될 때는 제품사에 수리를 의뢰한다. (1) 절연유의 열화가 원인으로 OCB내부에서 절연파괴 한 다. (2) 이상한 냄새, 기름누설, 단자의 손상 등으로 판단된 다. (3) OCB 교체작업이 필요. (1) 부하측에서 전압변동, 결상 등의 이상이 발생한다. (2) 소고실의 접촉자를 점검하여, 접촉불량부의 수리, 접촉압력의 조정 또는 접촉자를 바꾼다. (3) 절연유도 함께 교체한다. 부하설비의 사용상황을 조사하여 부하를 조정한다. | (1) 수리후 다시 불필요한 동작이 있을 때는 OCB를 교체한다. (2) OCB의 절연파괴는 배전선 파 급사고가 되므로 정기적으로 절연유 시험을 하고 불량시는 절연유를 교체 한다. (3) 일상의 외관점검에서는 발견이 어려우므로 정기적으로 내부점검 손 질을 한다. |

| 고압기기 | 사고원인 | 보호계전기 등 동작상황 | 조사의 포인트, 처치방법 | 비고 (개선방법 등) |
|------------------|--------------------------------------|--------------------|---|--|
| 고압기중 부하개폐기 (LBS) | 1. 전력퓨즈 용단 2. 접촉자 불량 3. 조수접촉 | PF GR PF | (1) 전력퓨즈는 주로 단락보호용이므로 변압기, 진상콘덴서 등의 내부단락, 조수접촉에 의한 상간단락 등이 원인이다. 기타 자연열화에 의한 경우도 있다. (2) 용단원인을 충분히 조사하여 고장개소를 개수한 후 전력퓨즈를 교체하여 복구한다. OCB의 접촉자불량의 항을 준용하는 외 외관상으로 과열 변색, 이상한 냄새, 이상음의 유무에 대하여 점검되니 원인조사에 참고로 한다. (1) LBS 손상의 유무, 타의 고압기기의 이상의 유무를 확인하여 이상이 없으면 청소하여 복구 (2) 상간단락으로 소손하였을 때는 LBS를 교체한다. 이때 LBS는 GR부로 지락전류 검출용 ZCT는 케이블관통형의 것을 사용한다. (3) 수전실 등에 조수출입 구멍을 폐쇄한다. | 반드시 예비품의 PF를 준비하여 둘 것, 예비품의 개수는 3상 동시에 교환될 수 있도록 준비한다. |
| 고압 컷아웃(PC) | 1. PC퓨즈 용단 2. 소손 | F | (1) PC퓨즈에서는 변압기보호용이니까 변압기의 과부하가 원인이다. 기타 자연열화 등이 있다. (2) 부하설비의 사용상황을 조사하여 부하를 조정한다. (3) PC퓨즈의 정격을 재검토하여 복구한다. (1) 배선접속단자의 이완, 퓨즈홀러의 접촉불량에 의한 과열 또는 변압기의 과부하 등이 원인 (2) PC의 교체가 필요 | (1) PC퓨즈의 예비품을 준비한다. (2) 보관은 흡습, 손상을 입지 않도록 주의한다. |
| 변압기 (T) | 1. 절연파괴 2. 소손 3. 단선 4. 조수접촉 | GR OCR PF | (1) 내부고장조사의 시험방법은 다음과 같은 것이 있다. 가. 절연저항 측정 : 절연파괴의 유무 (권선과 대지간, 권선간의 절연저항을 측정하여 OM일때는 고저압혼촉 또는 지락이라 판단된다) 나. 권선의 도통과 저항측정 : 권선의 단선레이쇼트의 유무 다. 변압비 측정 : 레이쇼트 유무 라. 여자전류측정 : 레이쇼트 유무 마. 임피던스 : 내부단락의 유무 (2) 절연파괴 등으로 사용불능일 때는 예비변압기와 교체 또는 V결선이 가능할 때는 결선을 바꾸어 복구한다. (3) 수전실 등에 조수가 못들어 오도록 조치한다. | (1) 변압기의 고장은 중대사고이니까 평소의 보수점검을 확실히 실시하는 것이 필요하다. (2) 정기점검시는 절연저항측정 : 권선의 절연조사 tanδ 측정 : 흡습상태의 조사 절연유 내압시험 : 절연유의 열화조사 절연유 산화시험 : 절연유의 열화조사 등의 시험에 의하여 내부고장의 조기 발견에 노력할 것. |
| 고압 콘덴서 (C) | 1. 절연파괴 2. 단락 3. 조수접촉 | GR PF | (1) 이상한 냄새, 손상, 케이스의 팽창기를 누설 등 외부 점검으로 불량이 판단되는 때가 많다. (2) 내부고장조사의 시험방법에는 다음과 같은 것이 있다. 가. 절연저항측정 : 절연파괴, 단락의 유무 (각 단자간 단자와 케이스간을 각기 절연측정하여 OM일때는 단락 또는 지락이라 판단된다. 나. 정전용량측정 : 내부소자의 단선절연파괴의 유무 (3) 고장일때는 교체할 것. (4) 수전실 등에 조수가 못들어오도록 막을 것. | (1) 단락사고의 보호용으로서 고압콘덴서 보호용 한류퓨즈를 부착할 것. (2) 일상점검에서 케이스의 팽창, 기름누설, 등에 대하여 외관점검을 철저히 할 것. |

다. 파급사고를 일으켰을 때
배전선이 정전상태이고 또 자기의 변전설비, 특히 수전용 주차단장치의 전원측에 이상이 있을 때는 자

기의 변전설비 사고가 원인으로 전력회사의 배전선 사고가 원인으로, 전력회사의 배전선에 파급하여 정전된 것으로 생각되므로 즉시 전력회사에 연락하여

배전선이 인입용 분기개폐기(AS)를 개방하도록 하고 사고원인인 기기를 살피도록한다.

또 케이블의 지락사고 등 외관점검에서는 발견이 안되는 사고로 파악되는 것도 고려되나 이와 같은 때에는 전력회사의 사고탐사에 의한 지적을 기다려 분기개폐기(AS)를 개방의뢰하여 사고의 원인을 확인하여 응급조치를 한다.

또 구내의 안전관리상의 책임분계점 전기설비의 사고에 의하여 배전선에 파급사고를 발생시켰을 때는 전기관계 보고규칙에 의하여 소정의 기간내에 보고하도록 되어 있다. 또 보고할 때의 유의사항은 다음과 같다.

(1) 속보는 사고가 발생한 시로부터 2일 이내에 관할 시·도에 보고하여야 한다.

보고 양식은 <표2> 별지 제64호 서식과 같다.

(2) 보고를 하지 않거나 허위보고를 하였을 때는 벌칙이 적용되므로 충분히 주의하여야 한다.

<표2> 별지 제64호 서식

| 전기 고장(사고) 상보 | | | |
|--|----------------|------------|----------------------|
| ① 고장(사고)발생 설비의 종류 | ② 고장(사고) 발생 일시 | 년 월 일 시 분 | |
| ③ 발생 장소 | | | |
| ④ 고장(사고)상황 | | | |
| ⑤ 고장(사고)원인 | | | |
| ⑥ 고장(사고)발생시 각부 안전장치의 지시 또는 동작 | | | |
| ⑦ 발생 전의 관계 전기설비의 상태 | | | |
| ⑧ 고장(사고)복구 일·시·예·상 | | 년 월 일 시 분 | |
| ⑨ 가. 공급지장의 종류 나. 공급지장을 받은 수용가 또는 구역 다. 공급지장전력 라. 공급지장계속시간 마. 응급처치(계통복구 조작 또는 사상자 조치) | | | |
| ⑩ 재발의 방지대책 | | | |
| ⑪ 복구에 소요된 비용 | | 자 산 상 손해금액 | 공급지장으로 인한 손해금액 손해금액계 |
| 참고사항 : 8. 7. 11항은 감전사상사고의 경우는 제외한다. | | | |

3. 정전사고 방지대책 등

가. 설비개선

변전설비의 사고방지는 신뢰성이 높은 설비로 하는 것이 기본적이나 적어도 다음 사항에 유의하여 계획적인 개선을 할 필요가 있다.

(1) 고압인입케이블을 지중매설할 때는 콘크리트 관 등에 넣어 외상에 대하여 충분히 견딜 수 있는 구조이어야 한다. 또 굴착공사 등에 의한 케이블의 절단사고를 방지하기 위하여 매설표시판을 설치한다.

기설케이블에 대하여는 정기적으로 직류누설전류 측정 등에 의하여 열화진단을 하여 불량이라고 판단 될 때는 조속히 교체할 필요가 있다. 이때의 케이블은 CVT케이블을 사용하는 것이 바람직하고 또 단말 처리는 신뢰도가 높은 품종을 사용한다.

(2) 고압회로는 고신뢰도 기기를 사용하고 될 수 있는 한 간소화 한다. 특히 보호계전기, 수전반 표시동 계측기 등의 필요전원은 변압기 이차측을 이용하여 PT, CT,를 생략하는 것을 검토한다.

(3) 고압기기, 모선, 배선 등의 접속부는 절연화, 은폐화를 도모하도록 유의함과 더불어 단로기 등 충전부가 노출된 것은 은폐토록 하고, 고압회로의 충전노출부를 절연화 한다.

(4) 수전설비에 지락계전기(GR)가 설치되어 있지 않을 때는 GR를 부착하고 전력회사의 배전선 파급사고의 과반수를 점유하는 지락사고를 방지한다.

기설의 GR을 포함하여 부착한 경우는 전력회사 배전용 변전소와의 보호협조를 충분히 검토하여 GR 탭을 정정한다.

(5) 수전설은 빗물이나 눈(雪)의 침입, 태풍 등에 의한 문의 개방, 새나 짐승(鳥獸)의 침입 등으로 정전사고가 많은 현상으로 미루어 보아 적절한 방지책을 강구하여 정비한다.

나. 비상용 예비전원장치의 설치

정전사고에 대비하여 비상용 예비전원을 설치하는

것은 중전부터 실시되고 있다.

설비로서는 비상용 예비발전장치, 축전지설비의 병용형이 일반적이다. 또 최근에 컴퓨터 시스템의 보급과 사용형태의 고도화에 따라 정전이 없는 안정된 전원공급이 요구되어 무정전전원장치(UPS)가 널리 보급·설치되어 있다.

부하의 종류에 따라 바람직한 비상용 예비전원장치를 설치하는데 유의할 사항은 다음과 같다.

(1) 비상용 예비발전장치

(가) 비상용 예비발전장치는 호텔, 백화점 등 소방법에서 정하는 특정 방화대상을 건축법에서 정하는 특수건축물에의 보안상의 목적으로 의무화되고 있으나 업무상의 관점에서 비상용 예비발전설비의 설치가 바람직한 부하설비로서는 다음과 같은 것이 있다.

- 일반용 빌딩…… 비상용조명, 엘리베이터, 에스컬레이터, 배수, 양수, 급수, 소화전용펌프설비, 방화문의 개폐장치, 냉·난방설비, 환기설비, 통신신호장치.
- 백화점…… 레지스터용 기기, 매장조명, 냉동설비
- 상점…… 쇼케이스, 기타
- 상·하수도설비…… 각종 펌프설비, 보안설비
- 공장…… 항온설비, 동력설비, 전열설비, 냉동기, 보안전력
- 양어장 등…… 순환수 펌프설비, 급·배기팬설비.

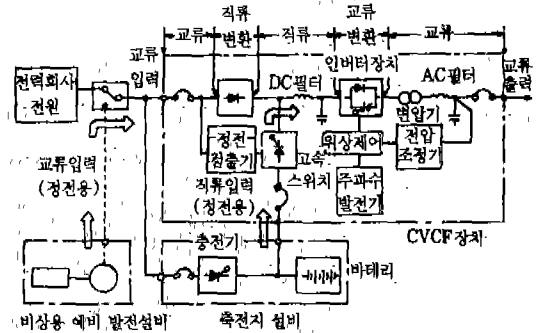
(나) 발전기 출력을 결정할 때는 부하의 종류와 용량 및 장래의 예비를 참작하여 결정하는 것이 일반적이거나 사용빈도가 적은것들을 종합적으로 검토하여 될 수 있는 한 부하를 한정시킨다.

(다) 발전기는 몇시간 정도는 운전될 수 있도록 연료, 냉각수 등을 확보해 놓아야 한다.

(라) 전력회사 전원이 정전되었을 때 정상적으로 운전이 되도록 일상점검이나 정기점검의 실시체제가 정비되어 있을 것

(2) 무정전전원장치

무정전전원장치는 일반적으로 CVCF(정전압·정주파수)장치라 불리우고 있다.



<그림 1> 무정전전원장치의 단선결선도

장치의 개요는 <그림 1>에 표시하는 바와 같이 전력회사 전원이 정상적인 때는 정류기에 의하여 교류를 일단 직류로 변환하고 이를 인버터에 의하여 다시 교류로 변환시킴과 동시에 정전압, 정주파수 특성을 갖도록 하여 교류출력측은 상시 안정된 전원이 공급된다.

전력회사 전원이 정전 또는 낙뢰 등에 의하여 전력회사의 송전선의 순간전압강하가 발생하면 정전검출기가 동작하여 축전지설비에서 직류전원이 공급되니까 교류출력측은 항상 무정전이고 또 안정된 전원이 공급될 수 있는 장치이다.

(가) 무정전전원장치에 들어가는 축전기 설비의 방전시간은 대략 5~10분정도가 한정이니까 부하의 용도에 따라 비상용 예비 발전장치와 결합시키는 것이 바람직 하다.

(나) 전력회사 전원이 정전될 때 정상적으로 운전이 되도록 일상점검이나 정기점검의 실시체제가 정비되어 있을 것

다. 안전관리체제의 정비

(1) 사고발생시 연락체제

정전사고가 발생하였을 때 정전의 영향도 복구의 난이도 등에서 기업체내의 각 부서간 또는 담당자간, 전력회사, 안전관리를 위임하고 있을 때는 그 위임처, 파급사고의 경우는 관찰관청, 전기화재시는 소방서 등에 연락이 되도록 조직적인 체제를 만들어

놓는 것이 중요하다.

(가) 안전관리요원의 교육

전기설비 안전관리의 총괄은 선임된 전기안전관리 담당자가 하고 있으나 일상적인 운전을 대리 근무자가 실시할 때는 운전조작에 지장이 없도록 교육 및 훈련을 충분히 할 필요가 있다.

특히 차단기, 개폐기 기타 기기의 조작순서, 비상용 예비발전설비, 축전지설비, 무정전전원설비 등의 운전, 보수, 점검방법에 대하여 교육, 훈련을 하는 것이 중요하다.

(나) 보수, 점검체제

변전설비의 일상점검, 정기점검 및 정비실시는 사고의 미연방지를 위한 사전대책이 되니까 안전관리 규정에 의하여 확실하게 실시할 필요가 있다.

(다) 사고복구용 기자재

사고복구를 원활하게 하기 위하여 예비품 복구에 필요한 기자재와 공구 등을 될 수 있는 한 갖추도록 할 필요가 있다.

4. 계획정전시 유의사항

자기의 변전설비에서 계획적으로 실시하는 작업정전에는 변전설비의 정기점검 또는 고압기기의 분해 점검을 할 때 변전설비의 변경, 개수공사를 할 때가 있다. 모든 것이 안전관리상 중요한 작업이나 공장을 비롯하여 사무실, 점포 등의 작업정전은 해마다 어려워 지고 있는 실정이다.

그렇기 때문에 변전설비를 정전하여 실시하는 정기점검, 불량설비의 개수공사는 전기설비의 안정적 사용을 도모하는데 없어서는 안되는 것으로 기업내의 각 부서의 관계자에게 주지시켜 양해를 받아 두는 것이 중요하다.

자기의 변전설비를 계획적으로 정전시킬 때 유의할 사항은 다음과 같다.

가. 의료용의 모든 장치, 온라인, 보안설비 등 중요부하에 대해서는 비상용 예비전원을 확보하여 정전에 대비한다.

나. 기업의 1년중 휴무일을 선택하여 업무에 지장

이 없도록하여 정전계획을 세운다.

다. 정전일이 결정되면 관계부서에 대하여 사전에 업무내용, 정전범위, 정전시간 등에 대하여 철저히 주지시켜 협조를 얻는다.

라. 작업분담 등을 포함한 면밀한 업무계획을 세워 작업자 전원에게 철저히 주지 시킴과 동시에 시험 재료, 공사재료 등을 먼저 준비·반입하여 사전준비에 만전을 기한다.

마. 작업책임자(전기안전관리담당자)는 전력회사의 AS의 개방조작 의뢰, 안전표지의 부착, 단락접지금구의 부착, 보호구·방호구의 착용 등 작업안전상의 조치에 대하여 충분히 유의하여 작업을 진행시킨다. 또 작업완료 후 송전할 때는 다음과 같이 할 것.

(1) 공구수량의 확인, 남은 자재의 정리 및 청소를 하고 공구류 등을 작업하다 잃어버리고 그대로 놓아두지 않았나 확인한다.

(2) 단락접지금구, 방호구 등이 확실하게 철거되었는가를 확인한다.

(3) 개수할 때 배선을 변경하였을 경우는 결선이 틀리지 않았나 확인한다. 또 변압기를 교체하였을 때는 상회전계(相回轉計)에 의하여 상회전을 체크한다.

(4) 전력회사의 AS가 개방되었을 때는 그의 투입을 의뢰한다. 송전을 할 때는 운전조작자 이외의 작업원을 퇴실시키고 주위의 안정상태를 충분히 확인하고 송전한다.

이상 소규모 자가용 전기설비를 대상으로 정전사고대책의 한면을 기술하였다. 이 글을 통해서 다소나마 현장실무에 도움이 되었으면 다행으로 생각한다.

안내: 오는 9월25일(금) 19:00, 지하철 3호선 남부터미널역, 한신증권 B/D 옆 초우회(서초구 전기안전관리사 동우회) 모임이 명동다방에서 있습니다(회비: 10,000원)