

**전원측 정전 및 순간전압강하가 수용가에 미치는 영향 조사**

이석규, 박희우, 김인건, 이종학, 김영주  
한국전력공사 수원전력관리처 신인천전력소

**Survey of the Effects on 154kV Electrical Power Customers' Productive Activities by the Instantaneous Voltage Sag or Interruption in Power System**

Seok-Kyu Lee, Hee-Woo Park, Jong-Hak Lee, Young-Ju Kim  
Sin-Incheon Power Transmission Branch Office, Suwon Transmission District Office, KEPCO

**Abstract** - This paper presents the effects on 154kV electrical power customers' productive activities by the instantaneous voltage sag or interruption in power system. According to the survey, all respondents(8customers) experienced the breakdown of facilities when instantaneous voltage sag over about twenty percents of pre-fault occurred in power system.

**1. 서 론**

대량의 제품 생산을 위해서는 공정의 자동화 및 제조 설비의 대형·대용량화는 필수적이다. 또한 재료 투입에서 최종제품 생산까지는 연속공정으로 이루어져 있어 일부 부분에서의 트러블 발생은 공정전체를 정지시킨다. 일부 공정의 순간적인 일시 정지는 2차, 3차적인 결과를 초래하여 설비의 즉시 가동 및 공정 재개는 어렵게 된다. 전원측에서의 수 십 ms ~ 수 백 ms의 순간전압강하 또는 정전은 상기와 같은 결과를 초래한다. 전력 공급자측에서는 전원측에서의 순간전압강하 및 순간정전 빈도를 최소화하기 위해 전력계통운용 최적화, 발송변전설비 신증설, 기존 송·변전설비의 보강, 설비 운전자의 운전 능력 제고 등을 통해 고장의 최소화에 노력하고 있으나 완전한 대책은 되지 못한다. 수용가측에서는 부분적으로 주요설비에 UPS(Uninterruptible Power Supply)를 설치하여 운용중이나 매우 부족한 용량이다. 현실적으로 설치장소 및 설치비용 확보가 어려운 실정이나, 점진적인 증설을 통해 전원 불안정에 대한 영향을 최소화 할 수 있을 것이다.

인천지역에 위치한 154kV 대수용가를 대상으로 전원측의 순간 전압강하 및 정전시 이에 따른 설비 운전이 미치는 영향정도를 조사 조사하였다.

**2. 본 론**

**2.1 조사 대상 수용가 현황**

조사대상 수용가는 154kV 전압을 수전하는 최대 사용 전력 10,000kW 이상인 8개의 대수용가이며 일반현황은 다음과 같다.

비메모리 반도체를 위주로 생산하는 A 수용가, TR 및 IC를 생산하는 B 수용가, 철근 및 형강을 생산하는 C, D, E 수용가, 자동차 또는 특수차를 생산하는 F, G 수용가, 원유를 정제하는 H 수용가.

전원측 전원 불안정에 대비한 UPS는 100kVA에서 많게는 2400kVA 를 설치 운전중에 있으며, 주로 전산설비 전원으로 활용하고 있는 실정이다. 이는 설비 용량 대비 10%이내에 불과하며 전원측 전압 불안정시의 생산공정 지속운전 유지에는 거의 도움을 주지 못하고 있다.

PLC(Programable Logic Controller) 및 각종 제어 장치에 의해 각 공정은 감시 및 제어되고 있으며 일부 개소의 Trouble 발생은 해당 공정 뿐만 아니라 단

큰 공정의 정지를 초래한다.

수용가명	생산품	최대사용전력[MW]	비 고
A	반도체	25	
B	반도체	18	
C	제철(제강)	138	12만톤/월
D	제철(제강)	389	42만톤/월
E	제철(제강)	18.8	14만톤/월
F	자동차	52.1	
G	특수차,엔진	28.6	
H	원유정제	39.6	25만배럴/일

표1. 수용가별 생산품 및 '00최대전력 사용 실적

**2.2 전압강하에 따른 수용가 영향 정도 조사 및 분석**

Fault Recorder의 기록에 의하면 한전계통의 송전선로에서 고장발생시 고장지속 시간(고장제거 시간)은 4Hz(66ms) 이내이며, 정상운전 전압 회복까지의 소요 시간은 수십ms~수백ms 이다. '99~'00년도 주요 고장시 전압강하율 및 이에 따른 설비 가동 지장 정도를 분류하면 다음의 그림1과 같다.

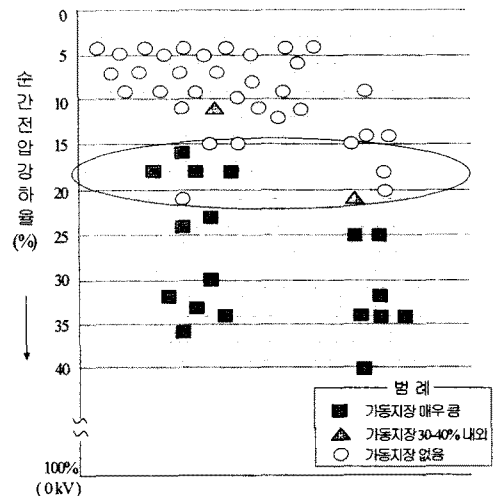


그림1. 전력계통 고장시 전압강하율 및 설비가동 차질 정도

그림1에서 보는바와 같이 순간전압 강하율 16% 이상시 설비운전에 영향을 미치고 있다. 전압강하율 16% 이상인데도 설비운전에 지장이 없는 경우는 정상전압(안정전압)까지의 회복소요 시간이 평균 소요 시간(198ms) 보다 짧은 150ms 또는 100ms 이하였다.

### 2.3 순간전압강하 및 순간정전에 의한 영향

조사대상 기간 동안 상시 공급전압 저하 또는 주파수 변동에 의해 공장가동에 영향을 받은 실적은 1건도 없었으며, 전원측 설비고장시 발생하는 순간전압강하 및 순간정전에 의해서만 설비가동에 영향을 받았다.

반도체 생산, 제철, 자동차 생산, 엔진제작 및 원유정제 모두 순간전압 강하를 16%이상시 영향을 받았다.

특히 전압강하를 24%이상시는 지속시간에 관계없이 정전의 경우와 마찬가지로 생산차질과 공장 재가동 소요시간을 필요로 하였다. 이는 각 공정에 투입된 제어설비중 일부분의 설비가 Down되더라도 연속공정 특성상 거의 모든 설비를 Stop시켜야하며, 공정진행 과정에서 있는 재료의 상태변화를 초래케한다.

제철공정의 경우는 다음과 같다. 전기 아크로에서 가열 및 연주가 이루어지는 제강공정, 재가열 및 Milling의 압연공정을 통해 여러 형태의 최종제품이 생산된다.

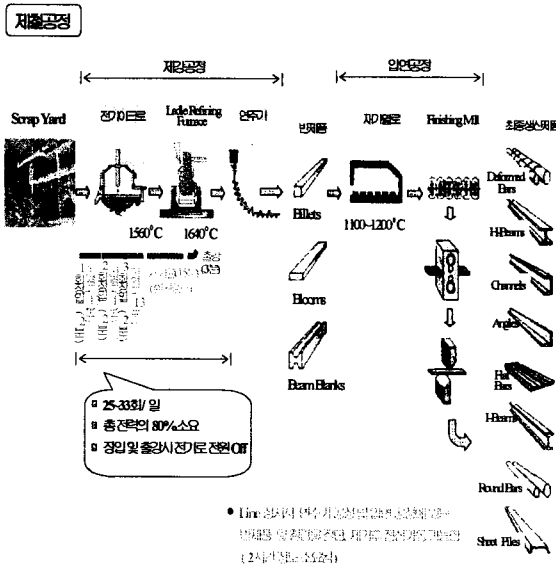


그림2. 제철공정 설명도

순간전압강하 또는 순간정전 발생시 제어설비 Down으로 인해 공정진행이 멈추게되면 재료의 온도저하에 따른 재료의 고착화로 전원이 재 공급되더라도 가동은 불가능하며, 고착된 재료를 절단, 제거후 제어설비 재 정지 시행후 재 가동이 가능하다. 월 생산능력 14만여톤인 E제철사의 경우 최근 두차례의 순간전압강하로 인해 340여톤의 생산차질 및 1억3천여만원의 경제적 손실이 발생되었다. 재가동에는 4시간 이상이 소요되고 있다.

반도체 제조공장의 경우는 재료투입에서 최종제품 출하까지 20여일 이상이 소요되며, 16%이상의 순간전압강하 또는 순간정전과 같은 전원 불안정이 발생되더라도 공정중의 제품을 폐기 또는 제거하지 않고 설비 재 가동 후 소요공정을 모두 거친 다음 최종단계에서 양부 여부를 판정하게 되며 수출저하로 피해가 막대하다. 1회 순간전압강하시 A반도체社와 B반도체社의 손실금액은 약 28억원 정도인 것으로 조사 되었다.

정유정제의 경우도 마찬가지로 8억여원의 재처리비용 발생 추정 및 1~4일의 재가동 소요시간이 발생되었다.

1회의 순간전압강하 또는 순간정전 발생시 8개 회사의 손실 합계는 약 40여억원으로 추정된다.

### 2.3 순간전압강하에 의한 영향 최소화 대책 및

#### 전력계통 순간압강하 방지를 위한 신기술 동향

전원측에서의 대책은 전력계통 구조상 한계가 있을 수밖에 없다. 현실적으로 가능한 대책은 수용가에서 한전계통의 통상적인 순간전압강하 지속시간을 어느 정도 고려한 UPS설비를 점진적으로 확충하여야 한다. 반도체 제조 공장의 경우 설비 대비 30%의 UPS 설비를 운전중에 있는 공장의 경우 154kV 수전전압이 90kV로 강하시 설비의 60%가 Down되는 반면, 설비 대비 10%이내의 UPS 설비를 운전중인 공장은 120kV로 강하시 90% 이상의 설비가 Down된다. UPS설비의 확충은 순간전압강하시 발생하는 피해를 최소화 할 수 있으며, 주요 공정의 운전지속 및 Down 설비의 신속한 재 가동을 가능하게 한다.

전력계통의 순간전압강하 최소화를 위해 개발중인 주요 신기술로는 "플라이휠 에너지 저장 시스템"과 "고온 초전도 한류기"를 들 수 있다. 미국과 일본에서는 소규모(수MW급)급인 "플라이휠 에너지 저장 시스템"을 개발하여 실용화를 위한 시험이 진행중이다. 또한 고온 초전도 한류기 역시 개발이 진행중이며 7~10년 이후에는 전력계통에 적용 단계에 접어 들 수 있을 것이다. 이들 기기가 실용화 되면 고장전류에 의한 전력설비 피해 및 전력계통의 순간전압강하를 획기적으로 최소화 할 수 있을 것이다.

## 3. 결 론

순간전압강하 또는 정전시 수용가의 제조공정상에서 발생하는 일반적인 상황, 생산차질 및 경제적 손실에 대해 154kV 대수용가를 대상으로 조사하였다. 23kV 수용가 역시 전원 불안정에 대한 결과 양상은 154kV 대수용가와 대동소이 할 것으로 판단된다.

순간전압강하가 수용가 설비운전에 미치는 요소는 전압강하를 크기 뿐 만이 아니라 정상전압(안정전압)으로의 회복소요시간도 영향을 미친다. 회복시간이 짧을 경우 비록 전압강하폭이 크다 할 지라도 전원 불안정의 영향을 받지 않거나 또는 최소화 되는 것으로 조사되었다.

수용가측에서는 전력계통의 구조, 설비, 운용방법 및 고장시 이에 따른 순간전압강하 발생의 불가피성을 이해하고 보다 적극적으로 UPS등의 대책설비를 설치 운전해야 할 것으로 사료된다.

이와 더불어 전력공급자측에서의 대책 또한 능동적이고 적극적으로 강구 및 추진되어야 할 것으로 본다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] 전력연구원, "초전도 사고전류제한기술 개발(I) 시행계획서", 1999