

經濟成長에 따른 停電效果分析 및 對策

(7)

宋 吉 永

高麗大學校 工科大學 教授

徐 完 錫

韓電 技術研究院 首席專門員

다. 瞬間電壓降下 對策

(1) 瞬間電壓降下對策의 概要

순간전압강하는 電氣的으로 인접한 電力系統의 電氣事故와 큰 負荷變動에 의하여 발생하므로 이에 대한 대책은 電氣事故 減少대책에 해당한다.

순간전압강하는 技術的으로나 國家經濟面에서 완전히 해결하기 어려운 문제이므로 순간전압강하 발생빈도와 波及範圍를 最少化하고 需用家측에서는 被害防止를 위한 적절한 對應策이 요망되며 電力供給者와 機器製作者, 관련단체들이 역할을 분담하고 서로 協力하는 것이 合理的이다.

瞬間電壓降下對策은 기본적으로는 다음과 같은 세가지 對應策으로 나뉘어진다.

① 電力系統側에서의 對策(發生頻度, 降下幅, 持續시간의 감소)

② 영향을 받는 機器側에서의 對策(瞬間電壓降下 耐量의 강화)

③ 對策裝置의 설치

이하 이들을 간단히 설명한다.

(2) 電力系統側에서의 對策

瞬間電壓降下를 誘發하는 電氣事故의 原因中 外物접촉과 氣象조건에 의한 事故가 많으므로 우선 이에 대한 減少策이 요망된다. 따라서 電力系統側에서는 避雷器의 補強이나 架空地線의 多條化 등 雷保護對策의 強化를 꾀하고 瞬間電壓降下の 持續時間을 단축하기 위하여 적절한 保護繼電方式과 高速遮斷器를 채용해서 故障個所의 分離를 高速化하는 것이 效果의이다. 瞬間電壓降下 그자체를 없앤다는 것은 落雷가 있어도 事故가 발생하지 않도록 한다는 것, 또는 上位系統의 事故를 下位系統에 波及시키지 않도록 한다는 두가지 면을 생각할 수 있다.

이들의 對應策을 表 57에 보이지만 이것은 어디까지나 理論的으로 생각할 수 있는 대응책으로서 用地면이나 技術面에서 볼 때 현실적으로는 그 實現性이 매우 희박한 對策이라고 하지 않을 수 없다.

(3) 機器側에서의 對策

機器제조업자측의 대책은 技術的, 經濟的

〈表 57〉 電力系統側에서의 對策

區 分	理論적으로 생각할수 있는 對 策	실 현 성
雷擊事故 의 감소	架空送電線의 地中化	用地면, 송전용량면에서 현실적으로는 불가능할 것으로 생각됨
電壓降下幅 의 減少	電源(發電所) 의 分散配置 超高壓系統의 高抵抗接地 채용	電源立地上 어려울 것 으로 생각됨. 사고시 건전상전압이 크게 상승함으로 설비의 절연설계의 변경, 재건설이 필요해짐
電壓降下 의 補償	靜止型無效電 力 補償장치의 설치	설치공간 확보문제 등 으로 현실적으로 불가능 에 가깝고 응답속도에 도 한계(수10ms)가 있다.

로 쉽게 대처할 수 있는 것은 적극적으로 도입해 나가야 하겠지만 대부분의 경우 이것이 곤란한 경우가 많기 때문에 다음 항에서 설명하는 對策裝置의 설치와 비교해서 판단하여야 할 것이다.

여기서는 순간전압강하의 영향을 가장 크게 받고 있는 컴퓨터에 대해서 설명한다. 단 여기서 컴퓨터라고 한 것은 워드프로세서, 기타 사무자동화(OA)기기를 포함한 電子機器를 총칭해서 편의적으로 표현한 것이다.

컴퓨터 등과 같은 순간전압강하에 예민한

기기는 전압강하가 극히 짧은 0.003초이상 계속하면 정지하게 되는 등의 영향이 나타난다. 한편 순간전압강하의 계속시간은 345kV초고압 송전선에 落雷 등에 의한 고장이 일어났을 경우 오늘날의 최고수준의 技術을 구사하더라도 보호계전기라던가 차단기의 동작에 0.07초를 要하며 이것을 한층더 단축시킨다는 것은 현재로서는 거의 불가능한 실정에 있다. 따라서 이러한 瞬間電壓降下의 영향방지 대책으로서는 어디까지나 需用家측에서 적극적으로 대처해 나가지 않으면 안될 것이다.

표 58에 機器측에서 생각할 수 있는 對策을 정리해 보인다.

(4) 瞬間電壓降下 對策裝置의 設置

순간전압강하 대책장치로서 가장 많이 사용되고 있는 것은 UPS(Uninterruptible Power System)이다. 이것은 「변환장치, 에너지 축적장치(가령 축전지 등) 및 필요에 따라 스위치를 조합시킴으로써 交流 입력전원의 정전시 負荷電力의 연속성을 확보할 수 있는 交流電源 시스템」이라고 정의하고 있는데 일반적으로는 CVCF와 축전지를 조합한 장치를 UPS라고 부르고 있다.

우리나라에서는 통상 소용량의 것을 UPS, 중·대용량의 것을 CVCF라고 부르기도 하는데 여기서 용량에 의한 구분은 대체로

중·대용량 : 10kVA 이상(중용량은 50kVA까지)

소용량 : 10kVA 미만

으로 나누고 있는데 최근에는 소용량기로서 1kVA 전후의 것이 많이 생산되고 있다.

〈表 58〉 機器側에서의 대책

機 器	對 應 策	실 현 성
컴퓨터	CVCF(정전압, 정주파전원)장치	○
전자개폐기(마그네트 스위치)	지연 석방형 전자개폐기	○
가변속 전동기	순간전압강하 대책 附 제어장치	○
고압방전 램프	순간 재점등장치 附 램프	○
부족전압계전기(릴레이)	동작정정시간의 지연조정	○

〈表 59〉 瞬間電壓 降下 對策

설 비	적용장소의 예	대 책
무정전형 CVCF 전원장치가 없는 컴퓨터	工場의 프로세스 제어용 컴퓨터	· 무정전형 CVCF(배터리 附) 전원장치를 설치한다.
마그네트 스위치 를 사용하고 있는 전동기	工場의 전동기의 대부분	· 마그네트 스위치를 지연석방식으로 변경하여 제품 및 기 기보호면에서의 영향을 미치지 않는 범위에서 순간전압 강 하시의 마그네트 스위치의 동작을 지연시킨다.
다이리스터 등을 사용하고 있는 可變速 전동기	· 일반산업용의 전동기 · 정수장, 하수처리장 의 펌프용 전동기	· 전동기의 제어방식을 전압강하시 다이리스터 順 변환기 (컨버터) 또는 逆 변환기(인버터)를 로크 상태로 하고 전압이 복귀한 후 자동적으로 정상운전으로 되돌려주는 순간전압 강하 대책을 첨가시킨다. · 마그네트 스위치를 사용하고 있을 경우에는 마그네트 스위치 대책도 함께 강구한다.
짧은時限의 부족 전압계전기(릴레 이)를 설치하고 있는 수전 설비		· 제품 및 기기 보호면에서의 영향을 미치지 않는 범위에서 부족전압 계전기(릴레이)의 동작정지시간을 연기한다.
고압수은등	· 점포, 회관의 조명 · 스포츠시설, 도로, 터널의 조명	· 램프 消燈시에 펄스를 발생시켜서 램프를 點燈시키는 순시재점등형 수은등

종래 UPS는 銀行 온라인으로 대표되는 大型 컴퓨터시스템, 방송·통신, 항공·교통관제, 화학·원자력·화력플랜트, 상하수도 등 공공 시설의 計裝제어용전원, 병원의 수술실용 전원 등에서 주로 사용된 것이다.

이들 분야에서는 負荷시스템의 탈락이 사회적으로 안전성과 인명에 큰 영향을 미치기 때문에 이들의 설치를 중심으로한 순간전압 강하·정전대책은 필수적으로서 UPS가 시스템의 일부로서 계획단계에서부터 설치되는 것이 보통이었다.

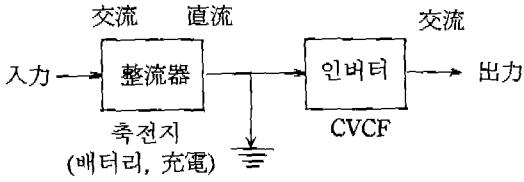
그러나 근래의 情報化의 진전에 따라 산업 구조에도 많은 변혁이 일어나고 있는데 이 정보화의 영향은 전기에의 의존성을 한층더 높여주고 있어 이제는 상술한 대형 시스템 뿐만 아니라 소형컴퓨터라든가 단말기기, 정보망(Network)의 기본요소 등에도 이들이 요구하는 성능, 신뢰도수준(레벨)에 대응한 대책장치의

도입이 새로운 과제로서 등장하고 있다.

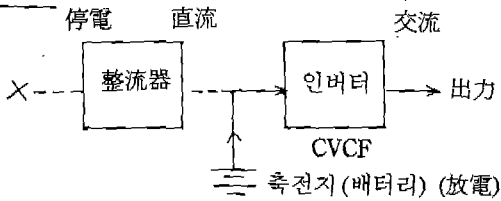
이제까지 설명한 UPS는 순간전압강하대책은 물론 정전시에도 한정된 시간동안 전력을 계속 공급할 수 있는 이른바 停電對策장치이다. 한편 전력공급신뢰도의 관점에서 본다면 우리나라에서도 정전이 발생하는 빈도는 많이 줄어들었고 오히려 落雷 등의 자연재해로 0.1초정도의 짧은 기간에 전압이 50% 가까이 강하하는 순간전압강하의 발생빈도가 늘어나고 있다. 이 때문에 최근에는 순간전압강하가 정밀기기에 주는 영향의 중요성이 더 많은 관심을 모으고 있다.

정숙한 UPS는 종합적인 전기의 품질개선 및 정전대책 장치로서 그 유용성은 크지만 워낙 그 가격이 비싸고 설치장소도 많이 요하며 또 축전지(배터리)의 보수 등에 난점이 많기 때문에 최근에는 보다 가격이 싸고 설치장소도 적게 요하는 瞬間電壓降下對策專用

정상시



정전시

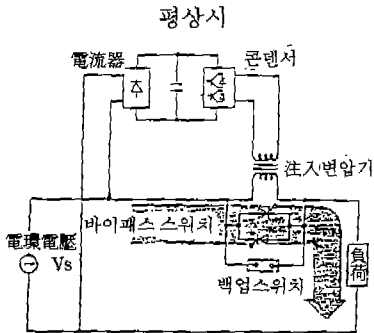


(그림 17) UPS의 기본원리

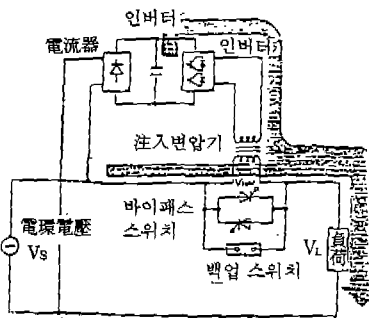
裝置가 日本에서 개발되어 보급되기 시작하고 있다.

이는 停電對策이라기 보다는 순간전압강하 대책장치로서 VSS(Voltage Support System)이라고 불려지는 것이다. 이 VSS는 종래의 UPS가 並列형으로서 全電壓補償을 하는데 대하여 不足電壓보상방식을 취하고 있다는 것과 에너지 축적장치로서 蓄電池(배터리) 대신에 콘덴서를 사용하고 있다는 것이 다른 점이다. 그림 18(a)는 이의 동작 원리를 보인 것이다. VSS는 동작원리도(a)에 보인 바와같이 평상시에는 다이리스터바이패스 스위치를 통해서 商用電源으로 부하에 급전한다. 한편 정류기를 통해서 콘덴서에 순간전압강하 보상용의 에너지를 축적해 둔다. 이때 인버터는 제어회로만으로 동작하고 있는 상태에 있다. 순간전압강하 발생시는 전압강하분을 검출해서 바이패스스위치를 OFF로 함과 동시에 전압강하분에 해당하는 전압을 인버터로 발생시켜 注入變압기를 통해서 콘덴서로부터의 에너지를 공급한다(그림 18(b) 참조).

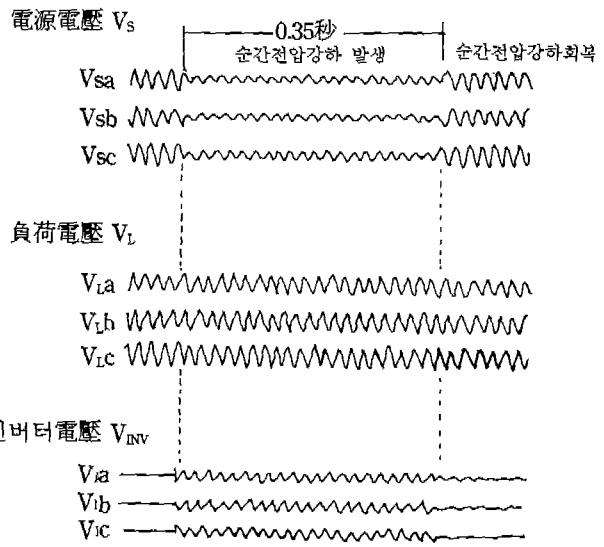
이 부족전압보상방식은 上位電源側에서 단락·지락사고가 계속하고 있는 경우에는 부하에 계속해서 전력을 공급할 수 있지만 전



순간전압강하시

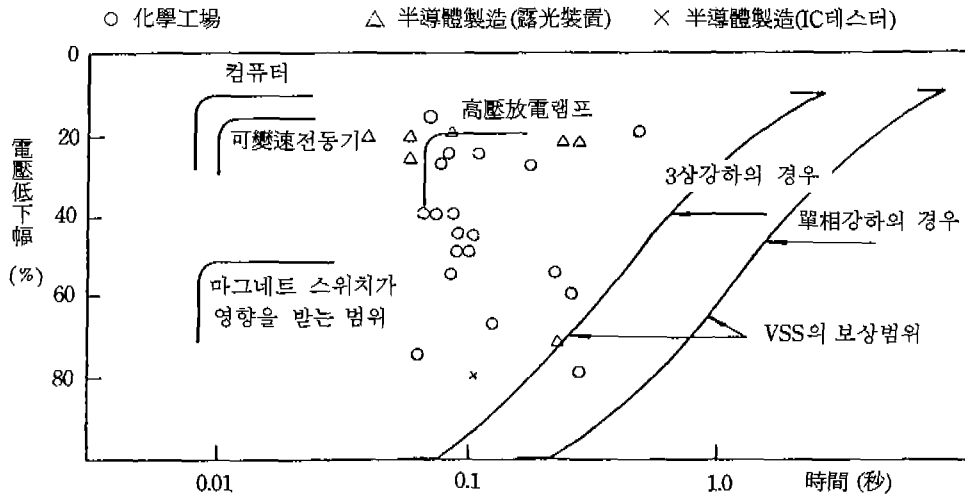


(a) 동작원리



(b) 동작파형

(그림 18) 직렬 보상형 VSS의 동작원리와 波形



(그림 19) VSS의 보상성능의 개념도

선측이 완전 개방된 경우(즉 정전시)에는 보상이 불가능하게 된다.

VSS는 산업분야에서의 순간전압강하에 의한 장애의 대부분이 전압강하폭으로 수 10%, 전압강하지속시간이 0.1초 전후인 점에 착안해서 순간전압강하가 발생한 경우에만 동작하도록 한 이른바 순간전압강하 대책의 전용 장치로서 그 특징을 열거하면 다음과 같다.

- ① 정상시는 바이패스 스위치로 전원공급을 한다.
- ② 인버터로 전압강하분만을 보상한다.
- ③ 콘덴서의 충전 에너지를 이용한다.
- ④ 소형, 저가격의 시스템이다.

현재 이 VSS는 일본에서 개발, 사용되고 있는데 최근 순간전압강하의 영향이 심각해지고 있는 우리나라 전력 계통의 실정에서는 이러한 소형, 저가격 시스템의 도입을 고려해

볼 필요가 있다고 본다.

7. 結 論

産業이 高度化되고 國民生活이 向上될수록 停電費用이 增加하게 되며 良質의 電力供給이 더욱 필요하게 된다.

그리고 先進國의 停電費用의 調査分析에 의하면 停電費用은 해당 電氣料金の 工業用은 30倍~80倍, 商業用은 40倍~70倍, 住宅用은 10倍~30倍로 매우 크다.

電力會社 經營의 최우선적 課題가 되어 온 停電對策에 있어 電力需給狀況에 별 이상이 없는 경우 停電發生은 거의 大部分이 配電部門에서 생기므로 長期的인 觀點에서 본 停電對策은 配電部門을 위시한 送變配電部門의 것이 主流를 形成하게 된다.

풍요로운 생활속에 숨어있는 절약정신

그러나 電力需給不均衡이 심화될 때에는 停電對策은 發電部門의 것이 우선적인 對策이 된다.

특히 우리나라는 세계에서 類例가 없는 高度의 電力成長을 하면서도 그 成長패턴이 變化하는 등 여러가지 要因으로 인하여 電力需要豫測에서 豫測誤差가 매우 크게 발생할 可能性이 있는 反面에 세계에서 가장 높은 年 負荷率을 보여주어 그 만큼 負荷平準化가 어렵고 또한 앞으로 가장 期待되는 電力需給調整料金制를 實施할 경우 負荷調整時間幅이 너무 커서 同 料金制의 經濟性도 저하되고 그 效果도 減少하게 될 것이다.

따라서 本源的인 停電對策은 長期電力需給計劃이 合理的으로 수립되어야 하는데 이計劃의 關鍵이 되는 長期電力需要豫測은 過多豫測이 아니라면 될 수 있는 한 빨리 電力需要實績에 가까운 豫測이 되어야 電源開發의 機會를 喪失하지 않게 된다.

그런데 電力需要豫測에서 國際比較時 考慮하여야 할 事項은 우리나라는 高度의 經濟成長國이라는 事實이며 더욱이 낮은 住宅普及

率과 擴充이 덜 된 社會間接資本에 기인하는 왕성한 建設投資 즉 現在의 所得水準으로 보아 遲延된 建設投資까지 考慮하면 鐵鋼과 窯業部門의 이들 建設과 관련된 製品의 國民1人當 消費水準은 世界의 最高水準을 꽤 능가할 수 있다는 事實이다.

이와 비슷한 特性으로는 日本의 과거 建設投資의 累積量을 나타내는 鐵鋼蓄積量이 他先進國에 비하여 적음으로 인하여 木造建物の 比重이 클에도 불구하고 國民1人當 鐵鋼消費水準은 世界 最高水準이 되는 데에 크게 기여한 사실을 들 수 있다.

부득이 한 事情으로 인하여 電力需給 不均衡이 발생할 때에는 需給不均衡의 완화에 기여하는 需要管理對策, 發電部門對策 등 모든 對策에 대하여 이들 對策의 特性을 考慮하여 가장 效果의으로 遂行하여야 合理的인 停電對策이 될 것이다.

그리고 送變配電部門의 停電對策은 長期的인 目標을 設定하고 이와 관련된 效果의인 研究와 設備投資를 계속 促進함으로써 能率의인 것이 되도록 하여야 한다.

參 考 文 獻

1. 長期電力需要豫測 1988. 12. 韓電 電力經濟研究室
2. 國民經濟 特殊分析 1987. 12. 韓電 電力經濟研究室
3. 電力과 經濟發展과의 關係 1986年度 電氣協會調查研究論文
4. 日本의 停電費用 評價 1982. 12. 日本電力中央研究所 經濟研究所
5. 1981. 1. 21. 大動力需用家 負荷特性 調査 1981. 5. 韓電 調查部
6. 1988. 1. 27. 大動力 負荷特性 調査研究 1989. 1. 韓電 電力經濟研究室
7. 負荷遮斷料金制度에 관한 研究 1990. 4. 韓電 電力經濟研究室
8. 發電系統 供給信賴度 1989. 2. 韓電 電力經濟研究室
9. 適正豫備電力 確保水準 檢討 1988. 9. 韓電 電源計劃處
10. 短期電力需給對策 檢討 1990. 3. 韓電 電源計劃處
11. 長短期 電力需給計劃 1990. 6. 韓電 電源計劃處
12. 電氣事故統計 1988, 1989, 韓電 發電處
13. 여름철 電力需給調整 業務處理基準 1990. 4. 韓電營業處
14. 電氣料金 改正 1989. 7. 1. 및 1990. 5. 1. 韓電營業處
15. 停電減少 1989. 2. 韓電 配電處
16. Load Management EDF international
17. Electricity pricing in France 1988. 4. EDF
18. 配電系統의 供給信賴度 評價方法과 停電時間短縮化 技術 1989. 5. 日本電氣學會.

(연재 끝)