

# 순간전압 강하와 그 대책(Ⅱ)

글/홍 우 기 (전 한국전력공사 배전처장)

## 3. 순간전압 강하의 영향

### 가. 기기별 영향

수용가 기기중에는 다음과 같이 순간전압 강하에 민감한 기기들이 점차로 많아지고 있다.

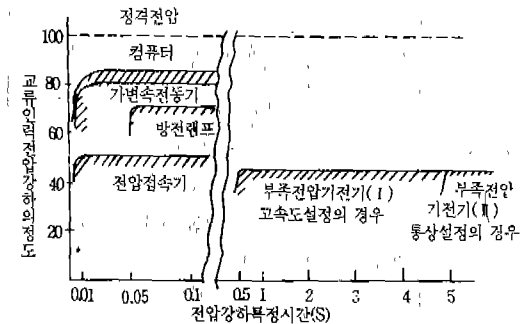
정보처리용 기기에서는 컴퓨터 등의 자동화기기가 가장 예민하고, 동력이용 기기중에는 반도체 사용 가변속 전동기가 예민하다. 전원측에 전자개폐를 사용한 경우에도 전압강하의 영향을 받으며 열이용기기의 경우는 순간전압 강하에는 특별한 영향을 받지 않는다.

조명기기중 전등회로를 갖는 등기구는 순간전압 강하의 영향을 민감하게 받으며 특히 고압방전등의 경우는 소등후 상당시간 동안 재점등이 곤란하다. 송변전 설비에 부족전압 계전기(UVR)를 사용하였을 때 이것도 전압강하의 영향을 받는다.

특히, 다음의 기기들은 순간전압 강하에 예민한 기기들로서 <그림 3-1>과 같이 전압강하 정도와 전압강하 지속시간에 따라 영향을 받는다.

(1)컴퓨터 등의 자동화기기 : 10~20%이상의 전압강하가 0.003~0.25초 계속되면 제어용 컴퓨터가 정지되고 공장의 프로세스 제어용 컴퓨터가 정지되면 조업이 부분정지된다.

(2)전자개폐기 : 50%정도 이상의 전압강하가 0.005



<그림 3-1> 순간전압 강하로 각기기가 영향을 받는 범위

~0.02초 계속되면 전자개폐기가 개로(開路)되어 전동기가 정지되며 생산이 정지된다.

(3)반도체 사용 가변속전동기 : 20%이상의 전압강하가 0.005~0.03초 계속되면 전동기가 정지되고, 전동기의 정지에 의해 공장의 조업, 엘리베이터, 수도 등이 정지된다.

(4)고압방전등 : 20~30%이상의 전압강하가 0.05~1S이상 계속되면 소등된다.

(5)부족전압 계전기 : UVR의 동작 정정시간이 짧은 경우 정지되고 생산이 정지된다(수전용UVR: 전체정지, 일부의 기기용: 부분정지)

### 나. 수용가 분야별 영향

수용가 분야별로 순간전압 강하의 영향을 정리하

<표 3-1> 수용가 분야별 영향

수용가분야		영향 또는 정지기기
제조업	거의 전분야	• 변압기 전동기의 정지로 인한 생산라인 정지 • 제시동에 시간필요(1~12시간)
농림	양계·양식	급수펌프·환풍기
수산	냉동·냉장	냉동기·전자계산기
관공서	행정기관	전자계산기·사무자동화기기
	경찰	신호기·중앙제어
	기상대	레이저·관측장치
	상하수도	펌프
공공사업	철도	ATS동작
정보	공장	무선·방전동
	케이블카	전동기
	은행	온라인단말기·중앙전산기
	신문사	윤전기
의료	병원	검사기기
서비스, 문화시설	백화점 학교, 연구소 호텔, 빌딩	에스컬레이터·금전등록기 전자계산기 전자계산기·엘리베이터 전자계산기·엘리베이터

<표3-2> 순간전압 강하의 영향을 받는 기기를 보유한 수용가수

( )내는 응신업체 350에 대한 비율

영향기기	보유수용가수	
공장자동화기기(FA)	57(16.3%)	
사무자동화기기(OA)	61(17.4%)	
전기개폐기	149(42.6%)	
가변속전동기	71(20.1%)	
교압방전동	40(11.4%)	
부족전압기전기	경보	38(10.9%)
	차단	100(28.6%)
	제어	6(1.7%)
144(41.1%)		

면<표3-1>과 같다.

1985년11월에 22.9kV 500kW 이상의 수용가 2,162

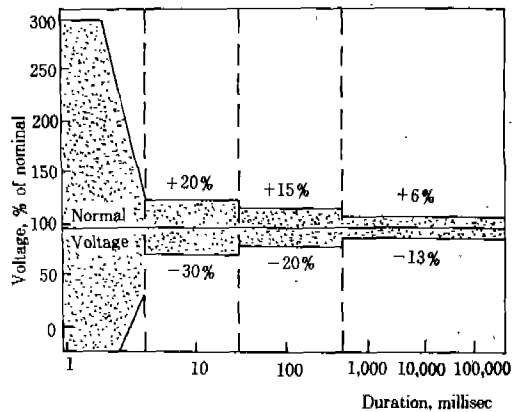
호중에서 지역별 업종별 1,000 수용가를 선정하여 설문조사한 결과 350수용가에서 응신하였는데, 그중 순간전압 강하의 영향을 받는 기기를 보유한 업체수가 <표3-2>와 같이 상당히 많은 것으로 나타난 바 있다.

**다. 전압대 시간특성 규정**

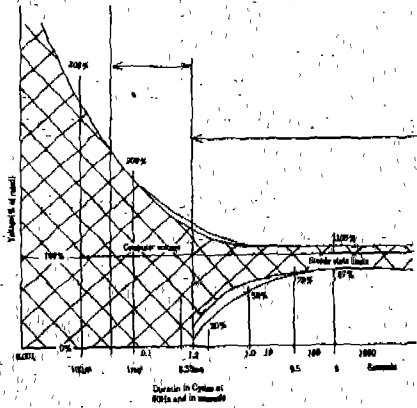
전력품질로서 전압대 시간특성에 대한 규정을 살펴본다. 미국표준 ANSI C84.1을 <그림3-2>에 소개하였다. 그러나 이 규정은 오늘날의 전자응용기기에 대한 전력품질 요구수준에는 미흡한 것으로 알려져 있다.

아울러 컴퓨터와 사무기계조 협동조합의 전력결합분과 위원회(The power Interpace Subcommittee of the Computer and Business Equipment manufacturers Association)에서 발생한 인력전압대 시간곡선(Susceptibility Profile)을 <그림 3-3>에 나타냈다. 이 곡선은 컴퓨터 제작자를 위한 요구조건은 아니고 단지 설계목표이다. 컴퓨터와 주변장치마다 서로 다른 수준의 허용 범위를 갖는다.

각종 기기의 V-t특성을 조사할 때에 나타난 동작상태와 부동작의 형태를 <표3-3>에 소개한다.



<그림 3-2> 전력품질에 대한 ANSI C84.1

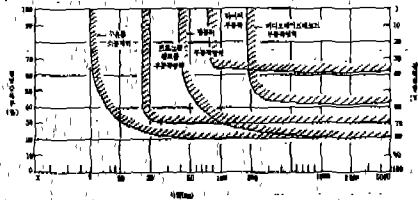


<그림 3-3> 인력전압 대 시간곡선

기기 종류	동 작 형 태	부 동 작 형 태
비디오테이프	• 내장의 디지털	• 녹화영태가 해제
레코더	타이머에 의한 예약녹화 중	전류(비디오의 스위치)가 자동정지됨. 역시 디지털타이머용의 배터리를 내장한 기종에서는 타이머부의 부동작은 없지만 배터리를 내장하지 않는 경우는 타이머부의 부동작에 의해 예약프로그램이 말소됨
수은등	• 점등하고 충분한 안정 시간 경과후	• 소등됨 (멸광되어도 점등중으로 판정됨)

<표 3-3> 기기의 동작상태와 부동작형태

기기 종류	동 작 형 태	부 동 작 형 태
컴퓨터	• 시작연산결과를 표시하는 프로그램 실행중 • 5인치, 플로피디스크 간에서의 파일 전송중 • ROM프로그램으로 동작중	• 컴퓨터의 오동작은 없고 컴퓨터본체의 정지(이하 시스템다운이라함)(호립)에 반해 컴퓨터가 초기화되는 프로그램이 중단됨 • 표시화면의 형태의 혼잡 또는 무리 발생과 프로그램의 결
모니터	• 컴퓨터의 연산결과 표시	• 화면표시불안정(동기 불량)의 발생
(칼라디스크레이)	• 프로그램 동작형태 표시	• 화면소거
프린터	• 테스트 인자 프로그램 실행중	• 시스템다운에 의해서 인자 프로그램이 중단됨
워드프로세서	• 문서작성 작업중	• 시스템다운을 위해 작성된 문서가 소거되어 키보드이상의 메시지를 표시하고 초기화면으로 돌아감
프로그램 컨트롤러	• 내부 리레이블 0.1초마다 절체하는 테스트 프로그램	• 시스템 다운에 의해 프로그램이 중단됨
타이머	• 디지털 표시부 타이머 부하접속시(출력 리레이 동작중)와 무부하시	• 현제시각표시 예방시각표시 모두 전원이상을 표시함(0;000)의 점멸과 부하접속시 출력정지



<그림 3-4> 기기의 동작특성

#### 4. 순간전압 강하 대책

순간전압 강하는 전기적으로 인접한 전력계통의 전기사고와 큰 부하변동에 의하여 발생하므로 이에 대한 대책은 전기사고 감소대책에 해당된다. 순간전압 강하는 기술적으로나 국가 경제면에서 완전히 해결하기 어려운 문제이므로 순간전압 강하 발생빈도와 파급영향을 최소화하고 수용가측에서는 피해방지를 위한 적절한 대응책이 요망되며 전력공급자와 기기제작자, 관련단체들이 역할을 분담하고 협력하는 것이 합리적이다.

##### 가. 전력공급자의 대책

순간전압 강하를 유발하는 전기사고의 원인중 외

물접촉과 기상현장에 의한 사고가 많으므로 이에 대한 감소대책이 요망된다.

따라서 전력회사에서는 피뢰기의 보강이나, 가공지선의 다중화 등 뇌방호대책의 강화를 도모하고 순간전압 강하 지속시간을 단축하기 위하여 최고수준의 기술을 구사한 보호계전방식과 차단기를 적용해서 고장개소의 분리를 고속화하는 것이 효과적이다. 이 밖에도 이론적으로는 <표4-1>과 같은 방법들이 고려될 수 있으나 그의 효과와 실현성 및 경제성을 감안할 때 대단히 곤란한 것들이다.

<표4-1> 전력계통측에서 고려되는 대책

대	책	효	과	문	제	점
가공지선의 Cable화	유사고, 외물접속사고의 소멸	송전용량	도로용지비용			
계통분해	순간전압 강하범위의 축소	공급신뢰도, 분할점의 설정				
전원분배 배치	전압강하폭의 감소	전원입지 공급신뢰도				
고저항 접지의 채용	1선지각사의 전압강하량의 저감	기기의 절연(특히 기설기기)				

전력공급자가 할 수 있는 대책을 순간전압 강하 발생빈도의 감소, 영향정도의 감소, 접속시간의 단축 등으로 구분하며 제안한다.

**(1) 발생빈도의 감소대책**

(가) 가공배전선의 절연화를 인가밀집지역, 수목 접근지역, 조류 서식지역, 염전해지역 등으로 확대 추진하며 완전 절연화를 도모한다.

나) 기기의 붓싱이나 리드선 접속개소 등의 충전 부분이 노출되지 않도록 부분적으로 절연을 보강하며 수목전선 푸로텍트, 조류용 헛대 등에 의한 외물 접촉사고 방지대책을 취한다.

(다) 전선로 지장수목의 벌채는 전기사업법 제 6 조 제3항의 특별규정을 적용할 수 있으므로 관련기관과 협의하여 적절한 시기와 방법을 택하여 원활히 시행토록 한다.

(라) 가공전선로의 지중화를 도시계획, 단지조성

등을 고려해서 전력, 통신, 수도, 가스시설 등과 병행해서 순차적으로 적극 추진한다.

(마) 가공지선을 뇌사고가 많은 지역 즉 산악지역 및 해안지역 등의 낙뢰다발지역에 우선적으로 확대 시행한다.

(바) 피뢰기를 직열접이 없는 산화아연(ZnO)형으로 대체 적용할 것과 발전 크램프나 ZnO 소자부 아크혼을 사용하여 뇌사고시애자의 파손과 전선의 용관을 방지한다.

(사) 해안지역과 공업지역 등의 염진해지역에는 내염기자재를 적용하고 내오손 절연카마나 배킹 등을 사용한다.

(아) 국산기자재의 품질향상을 위하여 기자재의 구입과 보수조건 및 표준규격을 재검토하여 인수시험항목을 조정하고 강화한다.

(자) 사고가 많은 특고편애자와 불량전주 및 전선을 교체토록하고 주상변압기 등의 노후기자재의 교체주기를 단축한다.

(차) 장공장선로는 회선을 증설하여 분리하고 단상선포는 3상화하도록 한다.

**(2) 영향정도의 감소대책**

(가) 전압 강하폭을 저감시키기 위하여는 전원을 분산 배치하거나 중성점 접지방식을 고저항 접지방식으로 변경하는 방안이 있으나 경제성 및 실현성이 없다.

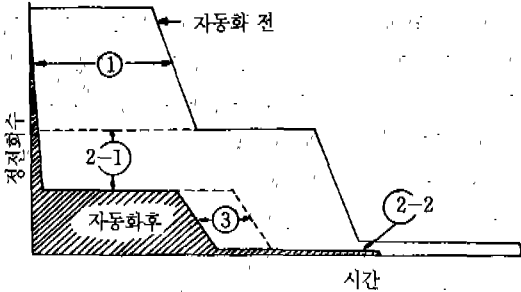
(나) 전압 강하범위를 축소시키기 위하여는 계통을 분할하는 방안이 있으나 수급면에서 불합리하다.

(다) 전압 강하를 보상하는 방안으로 전압 보상장치의 설치를 생각할 수 있으나 설치면적과 설치량 등이 현실적으로 곤란하다.

**(3) 지속시간 단축대책**

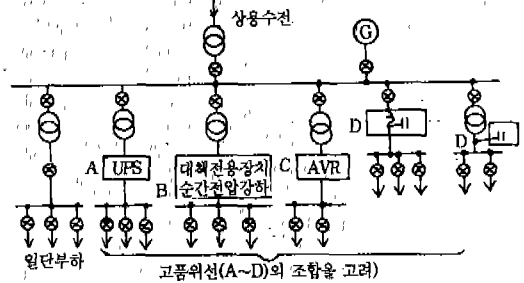
(가) 전압 강하 지속시간의 단축을 위하여는 고장 제거시간을 단축하는 방안이 있으나 고속보호계전기 와 차단기의 동작시간을 전기적으로나 기구상으로 현재 이상의 단축은 곤란하다.

(나) <그림 4-1>과 같이 배전 자동화 시스템을 도입하여 개폐기의 조작을 자동화하고 원격집중제어



효 과 의 내 역	
①	원방제어에 의한 시간단축
②	개폐기 증설에 의한 구간축소
2-1	구간개폐기 증가분
2-2	수동개폐기 증가분
③	단락지락표시기에 의한 시간단축

[그림 4-1] 배전선 자동화의 효과(일본 예)



[그림 4-3] 고품위 배전시스템

(가) 부하가 요구하는 전압품질의 수준에 적당한 대책이 가능하다.

(나) 부하를 선별하는 것에 의하여 대책장치의 용량을 저감할 수 있다.

(라) 소형의 대책장치를 분산배치하는 것보다 보수의 집중화, 전문화가 이루어 진다.

(리) 배전시스템 전류로서의 품위개선이 이루어진 다.

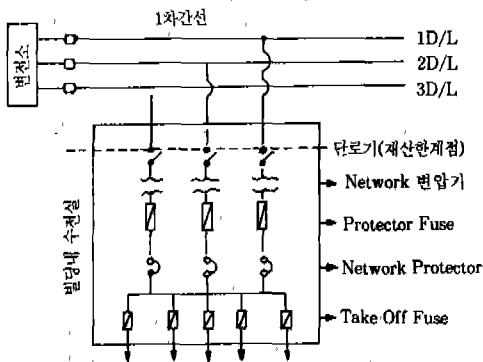
예를 들면 인텔리전트 빌딩(Intelligent Building 또는 Smart Building : 고도정보화건물)에서는 순간전압 강하대책 ah선을 두며 일반 상용과 두쌍의 콘센트를 설치한다. 또 비상용 자가발전은 고주파에 위한 등가역상을 고려해서 통상 과대한 용량의 것을 선정 하지만 비선형부하를 고주파 대책 필터에 접속하고 발 전기용량의 저감을 피한다.

(5) 멀티메뉴 전력공급

<그림 4-4>는 인텔리전트 빌딩을 대상으로해서 고신뢰도 직류공급 내지는 열공급까지도 고려한 멀티메뉴(Multimenu) 전력공급 개념의 예를 나타낸 것이다.

멀티메뉴의 예로서는

- 고전압 공급(220/380볼트 등)
- 고주파 공급(500Hz 등)
- 직류 공급
- 신뢰도, 품질별 공급(고신뢰도, 저신뢰도 공급 등) 들을 수 있다. 나아가서 전력공급만이 아니고 열공급 이나 정보제공의 서비스 까지도 메뉴에 포함시키는

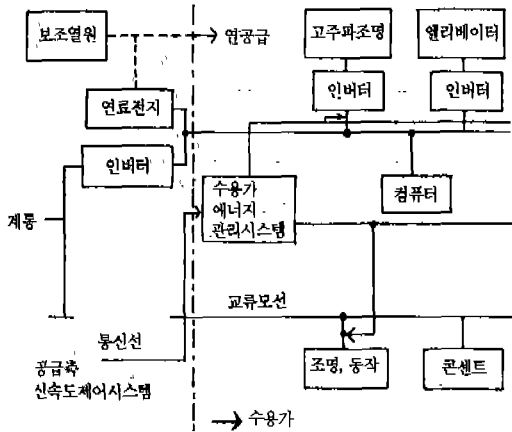


[그림 4-2] Spot Network 배전방식

를 실시하여 고장구간의 탐색과 개폐기의 조작 및 건전구간의 재송전을 신속화하며 <그림 4-2>와 같이 무정전전원 공급을 목표로 하는 Spot Network 배전방식의 도입을 검토한다.

(4) 고품위 배전시스템

고품질 배전시스템은 <그림 4-3>과 같이 전압 품질별의 대책모션을 두는 것이다. 이 방법은



[그림 4-4]인텔리전트 빌딩용 멀티메뉴공급의 예

것으로 넓어져가고 있다.

수용가가 중요시하는 전기의 서비스 요인에 대하여 최근에 일본에서 조사한 결과를 <표 4-2>에 나타냈다. 일반적인 관심은 역시 가격중시가 51%로 최고이다. 다음 「신뢰성」(정전시간이나 복구시간 등)이 39%, 「품질」(순간전압 강하, 전압 주파수의 이상출현 빈도 등)이 10%로 되고 있다.

또 일본에서는 전력공급 서비스의 도입에 대한 수용가의 반응으로서 그의 전력수요(전력코스트비율)가 서비스의 가격과 사양과의 사이에 어느정도 수량

<표 4-2> 용도별 전기서비스의 중시요인

이 용 용 계	전기의 서비스		요 인	비 고
	가 격	신뢰도		
공 조	59	37	4	회답자의 용도별 전기사 용량 구성비에 의해 추정 한 백 분 률
(집안냉열, 냉동)	(49)	(46)	(5)	
전 동 기	49	41	10	
고 명	65	32	3	
전 열	49	34	17	
(집안전열)	(61)	(39)	(-)	(%)
정보, 통신, 제어	15	35	50	
전해, 전전응용등	50	38	12	
합 계	51	39	10	

적으로 관계되는가를 계량경제적방법(Cost Share Model)에 의해 평가하기 위하여 고신뢰도, 저가격(저품질), 고주파 서비스를 예로 도입의향 조사를 한 결과 각각 9%, 9%, 2%로 나타났다. 이 조사 자료들을 모아 계량경제학적 방법에 의하여 전력코스트 비율의 추정을 시산한 예를 소개하면 다음과 같다.

$$Ec=0.1829-0.2940 \text{ Log } pe-0.2079Mf$$

(Two-Limit-Tobit Model에 의해 추정)

여기서  $E_c$ : 서비스의 전력코스트 비율(수요비율)

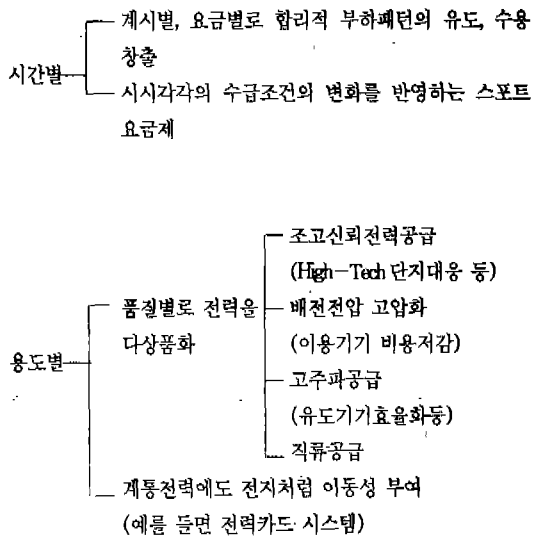
$P_e$ : 서비스의 전력가격(할인률)

$M_f$ : 서비스의 사양(정전회수 증가를)

이러한 계량분석(Quantitative Analysis)은 서비스의 가격이나 사양의 설정에 관해서 중요한 정보를 제공하는 것으로써 앞으로의 전력마케팅의 유효한 도구가 될 것이다.

#### (6) 전기요금의 다양화

앞에서 소개한 멀티메뉴는 필연적으로 되는 요금 메뉴의 다양화를 수반해야 하는 것은 당연하다. 전력 수요를 유도하는 다양한 요금메뉴는 <그림 4-5>



<그림 4-5>전력수요를 유도하는 다양한 요금메뉴

에 표시한 것처럼 품질의 다양성을 수용함으로써 새로운 전기의 이용형태를 개척하게 되고 전기의 사용 시간대를 유도하는 등의 이점이 있다.

계시별요금제는 전력원가를 보다더 공정하게 배분하는 것과 소비자의 다양한 필요의 발굴을 동시에 추구할 수 있는 우수한 제도가 된다. 또 정보통신기

술의 발전에 따라 자동검토나 쌍방향 통신시스템 등의 경제성은 가격을 개선할 가능성이 높고 시시각각의 수급조건을 반영하는 스포트(spot)요금제 등의 혁신적인 요금메뉴의 도입은 기술적 경제성으로도 실현 가능해 지고있다. <다음호에 계속...>

## 제17회 전기사용합리화 사례내용 수집

1. 목적 : 범 국민적으로 추진하고 있는 정부의 에너지(전기) 절약정책에 적극 호응하여 전기사용합리화 운동의 추진에 우수한 내용의 실적을 모집, 발굴하여 관련 유공자를 포상하고 널리 홍보함으로써 전기에너지 절약에 기여하는데 있음.

2. 포상종류 : 정부표창(훈·포장함) 및 대한전기기사협회 표창

3. 포상대상 : 업체장을 포함한 전기사용합리화 개선 주도자

4. 제출서류 :

가. 전기사용합리화 기초자료 및 개선사례내용과 공적자료 2부

나. 기타 서류는 사례내용 검토후 요청에 의하여 제출함.

5. 사례내용 마감일정 : 1992년 12월31일

6. 개선항목

가. 설비운영 합리화로 전기의 절약 및 전기요금 절감한 것.

- 수전설비 적정화 계획
- PEAK조절
- 심야전력의 이용
- 불필요한 전력소모 방지를 위한 제도적 장치
- 종업원의 절전의식 고취를 위한 교육 및 홍보
- 생산성 향상을 위한 설비운영 방법의 개선

나. 각종 설비개선으로 전기사용합리화의 효과를 얻은 것.

- 과다설비의 적정화 교체
- 전기사고 또는 고장에방을 위한 설비 및 운영 방법 개선

○ 공운전 설비가 자동정지되도록 개선

○ 효율높은 기기로 대체

○ 공정개선으로 전기설비 일부 절거

○ 설비의 손실요인 제거 개선

○ 계절부하의 손실제거를 위한 개선

○ 수동조작 설비의 자동화 설비 개선

○ 생산성 향상을 위한 설비개선

○ 기타 전력원단위 저감을 위한 개선

7. 작성요령

가. 정자(타자)로 정확하게 작성할 것.

나. 개선한 내용에 대하여 상세하게 설명하고 필요한 부분은 사진, 도면을 첨부하여 누구나 이해하기 쉽도록 할 것.

다. 작성순서

1) 회사개요(연혁, 설비내용, 측정기구)

2) 조직 및 활동사항(교육, 홍보, 회의 등)

3) 특기사항(관련규정 및 수칙)

4) 작성구분

가) 개선항목

나) 현황과 문제점

다) 개선내용

라) 개선효과(절감량, 절감금액, 투자비, 회수기간)