

## 저압차단기의 현상과 전망

### 1. 머리말

1933년에 일본에서는 미쓰비시電機가 처음으로 배선용차단기의 생산을 개시한 후 약 70년이 경과되고 있다.

그 동안 시장환경은 변화되었고 시장니즈도 크게 변화하여 다양화 되었다. 이들 니즈에 대응하기 위하여 제품도 다양화·고용량화·시리즈화·표준화·전자화·인텔리전트화·네트워크화 등으로 변화시켜 왔고 따라서 폭넓은 라인업으로 시장에 대처해 왔다.

수년간 일본은 WTO가 정한 TBT 협정을 비준하고 규제완화의 구체적인 하나로 전기설비에 있어서도 JIS 규격의 국제규격 정합화를 추진하고 있다. IEC 규격에 대응한 “신 JIS 규격”이 정비되고 있으며 전기설비기술기준의 개정으로 IEC 60364의 건축전기설비의 적용도 가능하게 되었다.

또한 세계 여러 나라에서도 일본과 마찬가지로 국제규격 정합화가 진전되고 있다. 또 최근에는 IT관련기업으로 대표되는 것과 같이 글로벌경영이 진전되어 각국의 규격이 필수로 되었으며 저압차단기의 분야에서는 국내·외에서 국제규격이 더 중요하게 되었다.

한편 지구온난화방지, 지구환경보호에 대한 니즈인 성에너지, 환경설계도 중요한 항목이 되었다.

이와 같이 저압차단기에 대하여 국제화에 대응, 쉐에너지, 환경에 대한 니즈가 강해지고 있다. 또한 니즈에 대응

하기 위하여 신형 노퓨즈차단기·누전차단기인 “WS 시리즈”를 내놓게 되었다.

본고에서는 시장동향, 규제·규격의 변화, 기술동향, 앞으로의 전망에 대하여 기술한다.

### 2. 저압차단기의 시장·제품동향

저압차단기를 둘러싼 환경변화로는 규제완화·글로벌화에 따른 규제·규격의 변화가 있다. 또 시장의 글로벌화에 따른 단체(單體)기기의 글로벌표준화 지향도 강해지고 있다.

또 하나의 큰 변화는 고도 정보화사회의 진전이 있다. IT라는 말로 상징되는 것과 같이 전기를 사용하는 빌딩이나 공장 등의 시스템화·인텔리전트화는 더욱더 진전되고 있다. 그리고 시스템이 고도화하면 할수록 전기를 공급하는 설비에는 고도의 신뢰성이 요구되고 있다.

이러한 환경속에서 차단기단체로서는 규격정합화에의 대응, 글로벌스펙트에의 추종이라든가 지금까지의 신뢰성이나 차단 성능향상 등 보다 나은 성능향상이 요망되고 있다. 이와 함께 환경변화에 대응할 수 있는 국제화에 대응하며 안전이나 환경을 배려한 제품이 요구되고 있다. 또 전기설비 전체로서는 복수의 차단기에 의한 차단시스템의 신뢰성 향상, 예지예방보전(연속 급전 확보), 트러블이 발생했을 때의 보전성 향상(정전시간의 극소화)이

요구되고 있어 사람의 손을 거치지 않고 실현됨이 절실하게 되었다. 그러기 위해서는 전로정보의 감시가 필요하며 계측·전송·분석 기능이 중요하게 되었다.

### 3. 규제·규격의 변화

일본에서는 규제완화, 글로벌화가 하나의 사회조류가 되었으며 앞으로도 더욱 진전될 것으로 예상된다. 몇 년 간의 사회상황 변화는 전기분야에 있어서도 현저해지고 있다. 그 개요를 아래에 기술한다.

#### 가. 국제규격 정합(整合)

'95년부터 시작된 정부의 규제완화계획은 현재도 계속되고 있다.

이들 일련의 규제완화에서는 국내의 규제·규격의 국제정합화가 도모되어 왔다. 그 하나로 사회인프라로서 중요한 전기설비에 관한 기준의 국제정합화로서 「전기설비기술기준」에 IEC 60364의 도입이 이루어졌다. 전기설비기술기준(이하 “전기”라 한다)은 전기공작물 중 발전소, 변전소, 배전선, 옥내배선, 전기사용기계기구의 모두를 포함하는 전기설비에 관한 기술기준으로 전기사업법에 기초한 通商産業省令 제61호로 '65년에 제정된 이래 오늘에 이르기까지 몇 번의 개정을 거쳐 왔다.

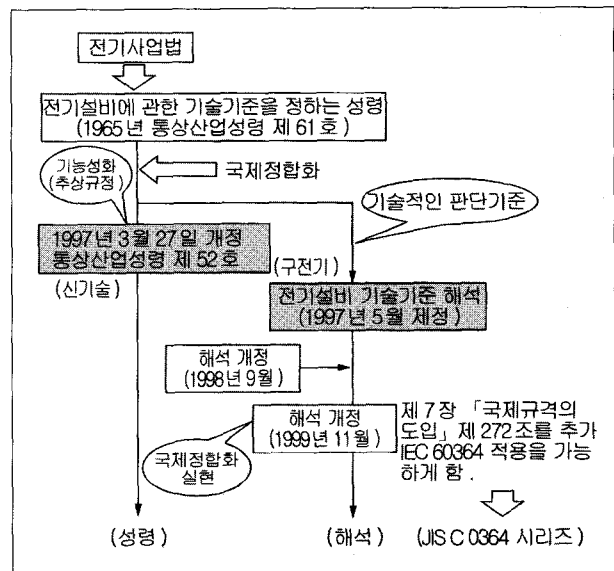
IEC 규격과의 정합화를 도모하는 개정작업은 전기설비기술기준 국제화위원회((사)일본전기협회, (사)전기학회, (사)전기설비학회로 구성)에서 외국과 일본의 전력사정, 기상조건, 전기절연, 배선접지방식, 접지공사의 종류 등에 대한 사고방식의 차이를 조사하고 IEC 60364(건축전기설비)의 도입을 검토하였다. '97년 3월에 최종 답신이 제출되고 그 결과, 동년 3월 27일 通商産業省令 제52호로 개정되었다.

전기는 법령이기 때문에 IEC와의 정합의 실현에 있어서 소위 번역규격의 체제를 취하는 것은 곤란하였기 때문

에 우선 조항을 정리·삭감하여 간략화하고 성능 규정화(기능화)하도록 조문이 재검토되어 대폭적으로 개정되었다. 그리고 성능규정인 전기(電技)의 적합성을 보증하는 수단으로 「전기설비기술기준의 해석」이 제정되었으며 대체로 종전의 전기 규정이 그 「해석」으로 승계되었다. 즉 전기(電技)는 번역규격의 체제를 취할 수 없기 때문에 省令과 해석으로 분리하게 된 것이다. 또한 '99년 11월에 「해석」을 개정하여 IEC 60364의 적용을 가능하게 하였다(그림 1 참조).

IEC 60364의 도입은 계통접지방식을 TT, TN, IT에서 선택할 수 있도록 하고 또 감전보호에 대한 사고방식, 계통의 과전압보호 즉 저압에서의 절연 협조에 대한 사고방식 등의 도입 등으로 종전의 설비설계개념과는 다른 개념을 이해해야 할 필요가 생기고 있다.

한편 개별기기에서는 IEC 규격을 JIS 규격에 도입하는 작업이 이루어져 저압차단기의 경우 '98년에 IEC 60947에 기초한 새로운 규격으로 JIS C 8201-2가 제정되었다. 또한 현재는 종전의 JIS 규격(배선용차단기 JIS



〈그림 1〉 전기설비기술기준과 IEC 규격과의 정합

C 8370, 누전차단기 JIS C 8371)과 병행 운용되고 있는데 가까운 장래에 두 개의 JIS 규격을 통합하는 형태로 하나가 될 것으로 예상된다. 신 JIS 규격(JIS C 8201)에서는 종전 이상으로 안전성에 대한 규칙이 충실하게 되어 있으며 그 주된 것으로는 「단락차단책무(短絡遮斷責務) Icu, Ics의 규정」 「단로(아이소레이션) 기능」 「조작부의 Class II 절연(IEC 60364)」 등이 있다.

**나. 사회인프라의 변화동향**

한편 가정용전압의 승압에 대하여는 (사)일본전기공업회 검토위원회에서 논의를 거듭하여 그 결과를 2001년 3월부터 정부에 건의하여 왔다.

배전전압을 현재의 주류인 6.6kV에서 22kV(33kV)로 올리고 그에 수반하여 저압계는 400V 3상4선 계통으로 한다(따라서 가정용은 단상 230V가 주체가 된다)는 것은 전력유통단계에서 송전효율이 높아지고 가정용전압의 승압에 의한 가전제품의 성능향상 등의 이점이 있으므로 장기적으로는 전압의 승압이 바람직한 방향이라고 할 수 있다.

승압으로 인하여 저압분야에 있어서는 단락전류가 커져서 고차단용량의 제품이 요구되고, 감전보호에 대한 생각도 바뀌게 되어 절연 등 안전성에 대한 대처가 중요하게 될 것이다.

**다. 안전개념의 확대**

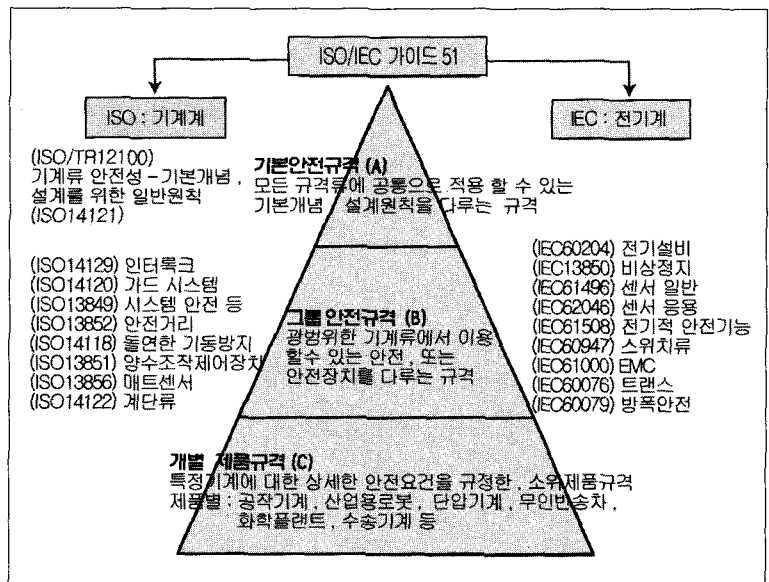
기계산업분야에서는 앞서 기술한 설비 기준뿐만 아니라 노동안전과 표리일체가 되는 기계안전에 대한 생각이 새로이 요구되고 있다. 국제적 매니지먼트규격인 품질 관리의 ISO 9000이나 환경의 ISO 14000이 산업계뿐만 아니라 일본의 여러 분야에 영향을 주고 있음은 주지하는 바와 같다.

이에 더불어 제3의 매니지먼트규격이라고도 할 수 있는 「안전」이 중요하게 되었다.

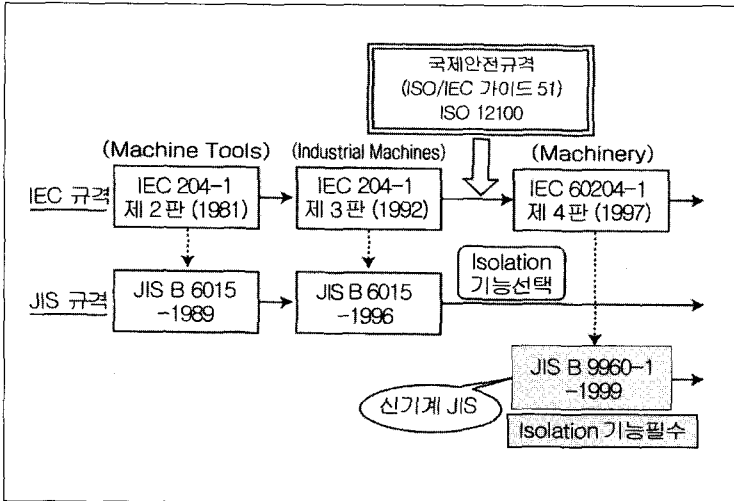
그 한 측면이 노동안전이다. 영국 BSI가 중심이 되어 제정한 「OHSAS 18001 노동안전위생 매니지먼트 시스템」이 있는데 ISO에 이 매니지먼트 시스템을 도입할 가능성이 높다.

다른 측면으로는 기계안전이 있다. ISO 12100 「기계류의 안전성」을 정점으로 하는 기계안전을 위한 규격체계를 ISO, IEC의 양규격에 걸쳐 구축해가고 있는 것이 현상이다. 그림 2에 국제안전규격의 계층화 구성을 표시한다. 이 기계안전과 노동안전은 표리일체가 되어 안전의 향상을 도모해 가는 것이다.

전기관계에서는 가장 기본적인 것으로 IEC 60204-1 「기계류의 안전성-기계의 전기장치-제1부: 일반요구사항」이 있다. 그림 3에 표시한 바와 같이 이 규격은 몇번인가 개정되어 개정시마다 그 적용범위가 확대되어 최신의 제4판에서는 기계류 전반의 전기장치에 대한 안전규격으로 제정되었다.



〈그림 2〉 국제안전규격의 계층화 구성



〈그림 3〉 기계에 관한 전기규격의 IEC 정합

JIS규격은 종전부터 IEC 60204-1에 기초한 규격을 제정하고 있었다. 공작기계의 전기장치에 적용되고 있는 JIS B 6015가 그것이다. 그러나 이 규격은 공작기계분야에 한정되어 있었던 것으로 기계류 전반을 대상으로 하는 규격정합화를 도모하기 위하여 '99년에 IEC 60204-1 제 4판의 내용을 도입한 JIS B 9960-1이 제정되었다. 전기분야에서의 기계안전규격이, 소위 「신기계 JIS」이다. 이 규격에서 전원인입구의 전원단로장치로 사용하는 회로차단기는 아이소레이션 기능에 대한 적합성을 요구하고 있는 것이 특기할만 하다.

## 라. 제3자 인증제도의 확대

### (1) 일본

1999년 8월 6일에 종전의 전기용품취체법이 전기용품 안전법으로 개정된 것을 일본의 규제완화의 하나로 들 수 있다. 즉 자기확인·제3자 인증의 이행으로 정부의 규제 최소, 인증·검증업무에 경쟁원리를 도입하는 것 등을 목적으로 한 것이다.

종전의 감종전기용품에 대해서는 通商産業大臣이 행하는 형식인가를 취득한 것만 제조·판매할 수 있었으나 이를 폐지하고 通商産業大臣이 인정 또는 승인하는 검사기관에 의한 적합성검사를 받을 의무를 부과한 것이다. 다시 말해 구미처럼 민간기관에 의한 제3자 인증으로 가능케 한 것이다.

### (2) 유럽

유럽에서는 '85년 5월, EC 이사회는 「기술적인 정합과 규격에의 뉴어프로치」 지령을 발하여 CE마킹제도를 규정하였다. 안전 또는 건강에 관한 제품을 EU 지역에서 판매할 때는 CE마킹표시를 의무화하였다. 저압차

단기에 관계가 큰 EC지령(指令)에는 EMC(전자양립성)지령·기계지령·저전압지령(LVD)이 있다. '95년에 기계지령, '96년에 EMC지령, '97년에 저전압지령이 각각 강제 실시되고 있다.

### (3) 미국

미국내에서 전기설비·기기를 사용할때는 NEC(National Electrical Code : 미국전기공사규정)에 적합하여야 한다.

미국의 제품인증은 노동안전관계 정부관청 OSHA(Occupational Safety and Health Administration : 미국노동성노동안전위생청)가 정한 NRTL(Nationally Recognized Testing Laboratory : 미국국가인정시험소)인증제도가 있다. 그중 가장 유명한 것이 UL(Underwriters Laboratories Inc.)이다.

UL 회로보호기기의 주된 규격에는 다음과 같은 것이 있다.

#### ① UL 489

600V 이하의 저압회로차단기의 규격으로 "NEC에 따라 전원인입구, 간선, 분기회로를 보호하기 위하여 특별

히 의도하고 있는 것”으로 규정하고 있는 것과 같이 회로 보호상 가장 중요한 기기이다. 회로차단기를 의미하는 “Circuit breaker”는 저압회로용에서는 거의 이 UL 489의 것을 말한다.

② UL 508

1500V 이하의 공업용제어장치의 규격으로 이 규격을 적용하는 제품 카테고리는 30 이상에 이른다. 이 규격을 적용한 제품은 모터부하 이외에 사용할 수 없다는 점에 유의할 필요가 있다.

③ UL 1077

보조적 프로텍터라는 이름이 나타내듯 회로차단기나 퓨즈의 백업하에 사용하는 것이다. 기구나 전기장치내에 설치하는 것을 전제로 분기회로의 과전류보호가 이미 다른 기기로 행해지고 있거나 과전류보호가 없어도 되는 곳에만 사용할 수 있다.

④ UL 1053

대지전압 150V 이상, 선간전압 600V 이하의 회로의 지락검출릴레이규격으로 다른 기기와 연계하여 지락누전 보호를 한다. 회로차단기의 전압트립장치등과 조합하여 누전차단기를 구성할 수 있다.

표 1에 유럽, 일본, 미국의 전기설비·기기의 규격을 비교하였다.

〈표 1〉 전기설비·기기의 규격 비교

구분	유럽	일본	미국
전기설비전반	EN 60364 (IEC 60364)	전기설비기술기준 내선규정	NEPA 70 (NEC)
기계의 전기설비	EN 60204-1 (IEC 60204-1)	JIS B 9960-1 JIS B 6015	NFPA 79
개별기기의 규격 (배선용차단기의 예)	EN 60947-2 (IEC 60947-2)	JIS C 8370 JIS C 8201-2	UL 489

마. 환경측면

환경어세스먼트를 실시하여 환경부하를 저감시켜가는

노력도 최근 활발하게 이루어지고 있다. 제품자체의 수명 장기화라든가 소형화도 재료 사용량의 삭감 등으로 환경에의 부하저감이 이루어지게 되는데 플라스틱재료의 리사이클성을 고려하여 열가소성플라스틱을 사용한다든지 주요플라스틱부품에 재료명을 표시하는 등의 대처가 시행되고 있다.

전기제품에 있는 유해물질로서 철재료의 도금에 사용되는 크롬, 회로부품의 접합에 사용되는 납땜, 플라스틱재의 염화비닐 등이 있는데 최근에는 이들 유해물질에 대한 규제도 부상하고 있어 이들 재료를 사용하지 않는 기술개발이 추진되고 있다. 이에 대한 규제화는 유럽이 앞서가고 있는데 일본도 '99년 7월에 「특정화학물질의 배출량 파악 등 관리 개선 촉진에 관한 법률(PRTR법)」을 제정하고 있다.

또 플라스틱재료에는 기계적·전기적·열적 성질을 향상시키기 위해 각종 기재(基材)를 충전하는 일이 많은데 특히 그로와이어 성능이나 고난연그레이드화를 위해 첨가하고 있는 난연제 중에는 할로젠계의 것이 있어 이와 같은 첨가제에도 유해물질을 사용하지 않도록 주의할 필요가 제기되고 있다.

4. 기술동향

가. 차단기술의 변천

저압차단기의 차단기술은 미국의 웨스팅하우스사의 J. Slepian 박사에 의해 고안된 다이어이온 소호방식에서 발단하고 있는데 당사는 적용된 전자반발식차단기술이라든가 반복 사용할 수 있는 자기복구형 한류소자의 영구퓨즈를 개발하여 차단용량의 확대와 한류성능향상을 도모하여 왔다. '85년에는 점접주위에 절연물의 압력반사판을 배치한 기중아크제어기술 VJC(Vapor Jet Control)를 탑재한 슈퍼스크램시리즈를 개발하고 '90년에는 SJ-VJC(고속전류식(高速轉流式)VJC) 차단방식을 채용한 초

한류차단기로 세계 최대크라스인 200KA의 차단용량을 실현하였다. 또한 '95년에 VJC 차단기술과 자기구동(磁氣驅動)을 강화하는 도체배치를 융합한 ISTAC (Impulsive Slot Type Accelerator) 기술을 채용하여 PSS시리즈를 개발하였다. 이번에 글로벌화에 대응한 고차단 성능을 실현하기 위하여 신차단기술(PA오토버퍼, Advanced ISTAC, JPT메가)을 개발하여 WS시리즈를 완성시켰다.

#### 나. 전자화 기술의 변천

저압차단기에서 전자화기술의 변천으로는 과전류트립부의 전자화를 들 수 있다. 최초의 전자식 노퓨즈차단기 MELNIC형은 '74년에 개발되었다. 이 시리즈의 과전류 트립회로는 아날로그의 디스크리드부품으로 구성되어 있으며 기능적으로는 피크치 검출에서 외파형의 영향을 받았다.

그후 '87년에 개발한 ETR(Electronic Trip Relay)을 탑재한 Super SCRUM 시리즈의 과전류트립회로에서는 전용의 아날로그 ASIC를 개발하여 실효치 검출방식을 채용함으로써 외파형의 영향을 받지 않게 되었다. 이 실효치 검출방식의 실용화는 세계적 충격으로 동업계의 기술개발 동향에 큰 영향을 주었다.

반도체기술의 아날로그에서 디지털로의 변화에 따라 '95년에는 디지털 ETR을 탑재한 PSS시리즈의 전자식 노퓨즈차단기를 개발하였다. 이의 구성요소로는 아날로그 전용ASIC와 마이컴을 조합한 디지털방식으로 되었으며 기능으로는 실효치 검출은 물론 트립 특성의 멀티가조정화(可調整化)라든가 부하전류의 프리알람기능을 실현하였다.

여기까지의 전자화는 과전류트립부에 대해서였는데 '97년에는 계측·표시·전송기능을 갖는 초대(初代) MDU(Mesuring Display Unit) 브레이커를 개발하였다. 이 제품은 차단기를 흐르는 전류·전압·전력·전력

량 등을 계측하여 그 계측치를 표시한다든지 네트워크를 이용하여 전송한다는 획기적인 것으로 시대의 성에너지기운에 맞는 제품으로 되었다. 이번의 WS시리즈 중에도 보다 진화한 MDU 브레이커가 있다.

### 5. 앞으로의 전망

현재까지 당사는 차단기술, 기구기술, 전자기술, 재료기술, 생산기술을 베이스로 시장니즈에 대응한 저압차단기의 성능향상과 소형화·시리즈화·표준화·다기능화·고기능화를 도모하여 왔는데 앞으로는 고신뢰 전력공급을 지향하고 차단기술의 혁신을 도모하여 복합화·인텔리전트화·네트워크화에 의한 정전범위의 극소화, 시스템 솔루션의 제공, 안전화의 레벨업, 자동화, 성인화(省人化), 환경부하저감을 지향한 차단기를 글로벌화한 시장에 공급하는 것이 기본이라고 생각하고 있다.

### 6. 맺음말

이상 저압차단기의 현상과 전망에 대하여 개략적으로 기술하였다. 시장은 더욱더 글로벌화·IT화 될 것으로 예상되는데 앞으로는 사회환경변화와 시장니즈를 정확히 파악하여 기술을 개발하고 세계시장에서 받아들이는 제품의 개발과 제공으로 저압배전분야의 발전에 공헌하고자 한다.

본고가 저압차단기를 둘러싼 환경에 대한 이해에 일조가 되었으면 한다.

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.