

# 전력계통 고장 전류 증대와 대응방안 (상)

김 준 환

한국전력공사 계통운용처 선임전문원

이 강 완

대화기술단 대표/기술사

## 1. 서 론

오늘날 전력수요는 큰 폭으로 계속 증가되어 왔으며, 이에 대응하기 위하여 전원설비 신·증설 및 송변전계통의 규모확대가 이루어지고 있다. 전원설비와 송변전계통의 지속적인 증설로 인하여 전력계통의 등가임피던스가 점점 작아져서 계통의 고장전류가 계속 커지고 있는 실정이다.

특히 우리 나라의 경우 외국에 비하여 송전선로가 상대적으로 짧고, 계통변전소간을 연결하는 연계 송전선로가 망상형태(Mesh Network)로 되어 있어 송전계통의 고장전류가 기존 차단기의 차단내력을 상회하는 변전소가 많이 나타나고 있다. 계통의 고장전류가 차단기의 차단내력을 상회하게 되면 고장 발생시 고장전류를 안정되게 차단할 수 없게 되어 차단기는 물론 인접 전력설비에 까지 사고가 파급될 수 있다. 따라서 고장전류가 차단기의 차단내력보다 클 때는 고장전류보다 차단내력이 큰 차단기로 교체하거나 또는 고장전류가 기존 차단기의 차단내력 이하가 되도록 고장전류를 제한하는 적극적인 대처방안을 수립하여 실시한다. 차단기의 차단내력을 증대시키는 것은 차단기 구성요소 및 기술적인 제약에 따라 한계가 있다.

현재 우리 나라에서 사용하고 있거나 또는 앞으로 사용가능한 차단기의 최대 차단내력은 154kV인 경우 50kA이고, 345kV인 경우 63kA 그리고 765kV인 경우 50kA이다. 이에 반하여 345kV 및 154kV 송전계통의 최대 고장전류는 이들 차단기의 차단내력을 크게 상회하고 있거나, 앞으로 더욱 더 커질 추세이다. 또한 기존의 차단내력이 작은 차단기들을 차단내력이 큰 차단기로 교체하는 것도 용이하지 않다. 보통 1개 변전소에 10여 개의 차단기가 설치되어 있으므로 이를 교체하기 위해서는 많은 비용이 소요되고, 차단기 교체 기간동안에는 해당 전력설비를 운휴하여야 하므로 전력 공급에 지장이 따르게 된다. 또한 오늘날과 같이 일체형으로 되어 있는 옥내 및 옥외용 가스절연개폐장치(이하 GIS라 칭한다)는 차단기만의 교체가 불가능하여 GIS 전체를 철

거하고 새로 차단내력이 큰 일체형 GIS로 교체하여야 하는 비현실적인 문제가 대두된다.

따라서 고장전류가 증대되어 차단기 차단내력을 상회하는 전력계통은 일반적으로 고장전류 억제대책을 강구하여야 하는 바 다음과 같은 대책을 살펴보기로 한다.

- 고임피던스 전력설비 채용
- 직렬한류리액터 설치
- 계통전압 격상
- 계통간 직류 연계
- 연계선로 분리 및 모선 분리

첫째, 고임피던스 전력설비 채용은 전력계통의 등가임피던스를 증가시켜 고장전류를 감소시키는 것이다. 우리나라의 경우 345/154kV 변압기 임피던스가 저감임피던스의 일종인 자기용량 기준 10%로 되어 있어 일반적인 표준변압기 임피던스보다 작은 값으로 되어 있다. 따라서 신설되는 345kV 변전소의 변압기를 임피던스를 고장전류가 억제되는 수준으로 높이는 방법이 있으나, 이 경우 기존 변압기와 병렬운전이 안되는 단점이 있다. 왜냐하면 임피던스가 서로 달라 변압기 병렬운전시 순환전류가 흐르게 되고 부하 분담률도 달라지는 문제점이 있기 때문이다.

둘째, 직렬한류리액터를 송전선로 중간 또는 모션간에 설치하는 방법이 있다. 고장전류 억제를 위한 한류리액터는 일반적으로 불변 리액터를 지닌 공심형이 주로 사용된다. 공심리액터는 사용전압 수준 또는 설치장소의 제약에 따라 건식과 유입식 두 가지가 있으나, 오늘날에는 유지보수가 용이한 건식이 주로 사용되고 있다. 이 방법은 설비 구매 비용은 물론 한류리액터가 차지하는 설치공간이 요구되고 있어 비교적 많은 투자비가 소요될 것으로 예상된다.

셋째, 계통전압 격상 방법이 있다. 우리나라는 현재 765kV 송전선로가 건설중에 있으며 2001년 이후부터 운전될 예정이다. 이와 같이 송전전압이 격상되면 한 루트로 대전력을 송전할 수 있으며, 고장전류도 어느 정도 까지 제한된다. 그러나 765kV 송전선로가 운전되더라도

345kV 및 154kV 고장전류가 차단기 차단내력 이내로 억제되지 않는다는 점이다. 특히 154kV의 경우는 765kV 격상 영향이 적다.

넷째, 계통간 직류 연계방법이 있다. 계통간을 직류로 연계하게 되면 연계 계통간에 고장전류 수수가 이루어지지 않게 되어 고장전류가 억제된다. 우리나라에서는 육지와 제주간을 이와 같은 계통간 직류 연계 방식으로 연계하였으나 이는 장거리 해저케이블이 갖게 되는 제약을 극복하기 위한 것이다. 특히 계통간 직류 연계는 과도한 투자비가 소요되어 계통의 고장전류 억제대책으로 현실성이 거의 없다.

다섯째, 송전계통의 고장전류를 억제하기 위해 연계선로 분리 및 모선 분리 방안은 별도의 비용 없이 주어진 전력계통에서 비교적 손쉽고 간편하게 적용할 수 있는 적극적인 고장전류 억제방안이다. 특히 우리나라와 같이 765kV와 345kV 송전선로를 전력계통의 주간선으로 하고 그 아래 전압 단계인 154kV 연계송전선로를 고장전류 억제 방안으로 분리하여 사용하게 되면 안정도 또는 신뢰도를 크게 손상시키지 않고도 고장전류 억제효과를 크게 기대할 수 있는 장점이 있을 것이다. 특히, 앞으로 확대 적용이 예상되는 송전선로 자동절체 시스템을 감안할 경우 가장 바람직한 방안으로 볼 수 있다.

## 2. 고장전류 계산

### 가. 개요

고장전류 계산은 전력계통에서 발생하게 되는 전기고장 상태를 해석하여 안정된 전력계통 운용이 가능하도록 각 전력설비의 전기적, 기계적 및 열적 강도를 검토하고, 전력계통의 전기적 고장시 신속하게 최소 범위의 사고구간 분리를 위한 전력용 차단기 차단내력 검토 및 계통보호용 계전기 정정 자료로 이용한다. 고장전류 계산은 전력계통에 발생할 수 있는 여러 가지 즉 전기고장시 각 전력설비에 나타나는 전압, 전류 또는 고장전력을 구하는 것이다.

전력계통에서는 고장전류계산 결과에 따라 접지방안을 선택하고, 차단기의 차단용량을 결정하고 아울러 보호계전 방식이 정하여진다. 보호계전기는 전력계통의 고장상태를 감지하고 고장 여하에 따라 신속하고 정확하게 검출하여 전력용 차단기에 차단신호를 전달하여 최소 사고 구간을 전력계통으로부터 분리 차단함으로써 정전범위 축소와 사고 파급을 억제하여 전력공급의 신뢰성을 향상시키는 것이 주목적이다. 따라서 신속 정확한 보호설비의 정동작이 보장되기 위해서는 정밀도 높은 고장전류계산이 요구되며, 이 전류가 고장구간을 건전한 전력계통으로부터 분리하는 차단기의 차단내력보다 큰가를 검토하여 안정된 고장전류 차단이 보장되게 한다.

전력계통에서 고장전류 계산 결과에 따라 차단기의 용량을 선정하게 된다. 계통의 수요 증가에 따라 계속적인 계통확장으로 계통의 단락용량이 증가하고 있으므로 시설 차단기 교체 여부 결정을 위해서는 고장전류 산출을 통한 정확한 차단용량 계산이 매우 중요하다. 또한 이는 보호계전 방식의 설계 및 정정, 절연협조 전자유도장애 해석 등을 결정하는데 사용된다. 일반적으로 전력계통의 고장 발생 빈도를 살펴보면 3상 고장은 5%, 1선 지락은 70%, 선간 단락은 15%, 2선 지락은 10%를 차지한다.

가장 많은 고장빈도를 차지하는 1선지락고장은 우리나라 송전계통이 직접 접지계로 유효접지를 택하고 있어 1선지락고장시에 어느 점에서든지 영상임피던스 비가  $\frac{R_0}{X_1} \leq$  및  $\frac{X_0}{X_1} \leq 3$ 으로 제한되어 있어 1선지락고장시 건전상의 전압 상승이 계통전압의 75%를 초과하지 않게 되어 있다. 또한 어떤 점에서든 1상지락고장 전류는 3상단락고장 전류의 60% 이상이 되어 100%를 초과할 수도 있다. 그러나 일반적으로 3상단락고장 전류가 1선지락고장 전류보다 더 크다는 가정하에 3상단락고장 전류를 산출하여 이를 계통운용 해석 기본자료로 활용한다.

전력계통의 단락고장전류는 대부분 회전기기로부터 공급된다. 충전된 캐퍼시터에서도 차과도 방전전류가 나타나지만 이 방전전류는 상용주파수에 비해 대단히 높은

주파수로서 짧은 순간에 소멸되므로 상용주파수 단락전류에 거의 영향을 미치지 못한다. 단락고장전류 계산에 영향을 미치는 회전기기는 다음과 같이 분류된다.

- ① 동기발전기
- ② 동기전동기 및 콘덴서
- ③ 유도기기
- ④ 반도체를 이용한 교류전원 공급 속도조정 교류유도기 또는 직류전동기

이들 회전기기 중, ② 동기전동기는 산업체에 설치되어 운전되고 있어 인접 전력계통에 고장이 발생하면 발전기와 마찬가지로 고장전류를 공급하고 있으나 상대적으로 비중이 적으리라고 생각한다. ③ 유도기기와 ④ 반도체를 이용한 교류전원 공급 속도조정 교류유도기 또는 직류전동기로부터 나오는 고장전류는 고장 발생으로부터 3 내지 5 사이클 동안만 지속되며 그 이후는 소멸될 뿐 아니라, 이들 설비가 전력계통에서 차지하는 비중이 매우 적어 전력회사의 고장전류 계산에서는 이들 설비로부터 공급되는 고장전류를 무시하여도 무방할 것으로 여겨왔다.

그러나 오늘날과 같이 전원 대단지화가 형성되면서 발전소 소내 설비로 운전되는 유도전동기들이 비교적 용량이 크고 대수도 많아 그 현황을 정확하게 파악해야 할 것이며, 고장전류 입력자료로 사용하여 정밀도 있는 계산 결과를 도출하는 것이 바람직하다. 특히 발전소 구내 또는 발전소 인접 전력계통에 미치는 영향이 적지 않을 것으로 생각되므로 전력계통의 단락고장전류 거의 모두가 발전기로부터 고장점으로 공급된다고 보고 계산해온 현재까지의 관행은 재고되어야 할 것이다. 발전기도 사업자용만으로 국한시키지 말고 산업용 자가발전기도 대상에 넣어야 한다. 현재 특수한 세부계산에서는 800MW 이상의 광양제철소와 500MW 이상의 포항제철소를 위시해서 대신, 여천 및 울산 단지의 30MW 이상 자가발전기도 고려하여 고장전류를 계산하고 있으나 보다 낮은 용량의 자가발전기까지 포함시키는 것이 바람직하다.

단락고장전류의 크기는 단락지점이 전원에 가까운 정도에 따라 커지며, 전원으로부터 멀어지면 작아진다. 단

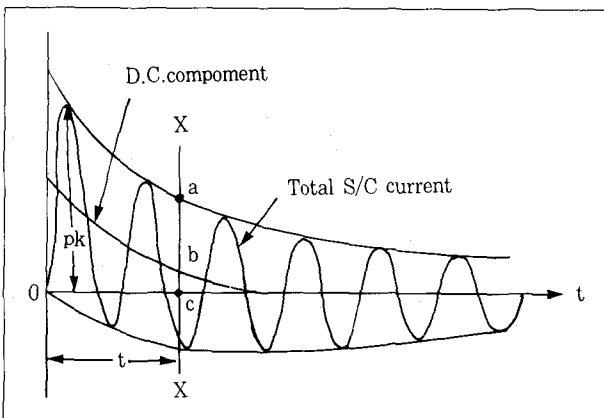
락고장전류는 교류성분과 직류성분으로 구성되어 있으며, 단락 발생시부터 시간의 경과와 더불어 감쇄하여 어느 시간이 경과하면 일정하게 된다.

교류성분 단락고장전류는 대칭 형태로 발전기 리액터가 단락고장 발생 시간 경과와 더불어 차과도, 과도 및 정태 리액터로 점점 커져오는 것에 대응하여 단락전류는 점점 감쇄하여 0.1초 후에는 초기치의 5내지 20% 정도까지 감쇄하는 것이 일반적이다. 직류성분 단락고장전류는 비대칭 형태로 이의 크기는 단락 발생시 전압위상에 따라 결정된다. 직류성분의 감쇄는 일반적으로 대칭 전류보다 빠르게 되어 단락 0.1초 후에는 단락전류가 초기치의 20내지 30% 정도가 된다. 그림 1은 대표적인 단락전류 형태를 나타낸 것이다.

## 나. 계산기준과 계산 예

차단기 용량 선정은 단락고장전류 크기가 시간 경과에 따라 다르게 되므로 차단기 차단시간 특성을 복합적으로 고려하여야 한다. 세계적으로 널리 이용되고 있는 차단기 차단용량 선정 방법은 IEEE규격을 따르는 것과 IEC 규격을 따르는 방법을 들 수 있다.

IEEE규격에서 고압차단기에 적용하는 차단책무는 대칭실효치 전류이며, 이는 대칭전류에 교류성분과 직류성분이 시간 경과에 따라 감쇄하는 것을 감안하여 배율을



〈그림 1〉 대표적인 단락고장 전류 형태

곱하여 얻게 된다. 이 배율은 고장점의 X/R비와 고장으로부터의 경과시간에 따라 결정된다. 발전기로부터 공급되는 고장전류는 현장성분과 원격성분으로 나누어지며 발전기와 고장점간의 임피던스가 발전기 차과도 임피던스의 1.5배 미만일 때를 현장(Local)성분이라 하고, 그 이외의 공급고장전류를 원격(Remote) 성분이라 한다.

IEC 규격에 의한 차단기 차단책무를 검토하기 위한 단락전류 계산에서는 초기대칭단락전류(Initial Short Circuit Current), 최대비대칭고장전류(Peak fault Current) 및 대칭차단전류(Symmetric Breaking Fault Current) 등이 있고 단락전류 계산은 다음 제약을 따른다.

- ① 모든 형태의 차단기 책무계산에 차과도 발전기 임피던스만 적용한다. 따라서 차과도에서 과도 임피던스로의 절체가 필요없다.
- ② 고장전 부하는 고려하지 않는다. 고장점에서 고장전 전압은 계통정격전압에 Cf 배수를 곱하여 적용한다. Cf는 최대 또는 최소 고장전류계산에 적합하도록 규정되어 있다.

현재 우리나라에서 사용하고 있는 고장전류 계산은 별도의 차단기 차단시간(Interrupting Time 또는 Open Time)을 고려한 배수(Multiplying Factor)를 고려하지 않고 동기발전기 차과도 임피던스만을 고장전류 공급원으로 취급하여 계산하고 있다. 따라서 이들 각각의 계산 방법간에 약간의 차이가 있게 된다.

표 1은 고장전류 계산 예를 한국, IEEE 및 IEC기준을 따른 경우로 나누어 실시한 결과이다.

다만, IEEE 기준 차단책무(Contact Parting Duty 또는 Interrupt Duty)는 정격차단시간 3사이클, 개극시간 2사이클을 기준하여 공급되는 고장전류를 현장성분(Local)과 원격성분(Remote)으로 나누어 배수(Multiplying Factor)를 곱하여 계산하였으며 이는 대칭실효치 전류이다.

IEEE기준 투입전류는 순시차단책무(Closing and Latching Duty 또는 Momentary Duty)로서 고장점 등가임피던스 X/R비에 따라 주어지는 첨두배수(Peak

〈표 1〉 고장전류 계산 예

(단위 : kA)

구분	모선명	한국 기준		IEEE 기준		IEC 기준	
		차단전류	투입전류	차단전류	투입전류	차단전류	투입전류
154kV 변전소	불광 154kV	35.84	89.60	36.50	81.88	39.42	104.59
	쌍문 154kV	49.60	124.00	53.78	122.80	54.56	154.04
	상계 154kV	54.33	135.83	57.85	132.57	59.77	168.17
345kV 변전소	양주 345kV	32.78	81.95	39.02	80.00	35.47	101.98
	동서울 345kV	40.82	102.05	47.27	104.59	44.83	126.99
	영서 345kV	44.48	111.20	52.21	114.62	48.44	138.40
154kV 발전소	평택C/C 154kV	29.58	73.95	35.96	77.31	31.47	91.98
	인천T/P 154kV	81.43	203.58	97.26	212.07	85.24	253.26
	한화C/C 154kV	85.57	213.93	103.91	224.01	88.95	266.14

Factor for Actual X/R)를 곱하여 계산된 값으로서 단락고장시 초기사이클(First Cycle) 동안에 나타나는 최첨두전류이다.

IEC기준 차단책무(Breaking Current)는 대칭 차단전류로서, 차단기 개방시간(Opening Time)을 0.05초로 하여 계산하였다.

계산 예에서 나타난 것과 같이 지금까지 우리나라에서 사용하고 있는 고장전류계산에서는 차단기 차단시간(Interrupting Time 또는 Open Time)을 고려한 배수(Multiplying Factor)를 적용하지 않아 IEEE기준 또는 IEC기준을 따르는 것보다 차단전류가 약간 작다. 고장전류가 비교적 큰 경우에는 그 차이가 더욱 커지는 경향이 있으나 송전계통의 차단기 차단내력에 한계가 있음을 감안한다면 실제통 해석의 경우는 별 문제가 되지 않을 것이다.

### 3. 전력용차단기

차단기란 정격 조건하에서 전력의 흐름을 개폐하는 이외에 이상상태 특히 단락고장 상태에서도 전력의 흐름을 개폐하는 장치를 말한다. 즉 규정된 조건하에서 투입, 통전 및 차단하며 또한 단락과 같은 이상 상태에서도 투입, 일정시간의 통전 및 차단이 가능한 개폐장치를 뜻한다.

차단기가 갖추어야 할 기능을 열거하면 다음과 같다.

- 폐로시에는 양호한 도체이고, 상시의 전류는 물론 단락전류에 대하여도 열적 및 기계적으로 견뎌야 한다.

- 개방시에는 양호한 절연성이 보장되어야 하고, 상간 및 대지와 상사이 인가 전압에서 견뎌야 한다.

- 폐로 상태의 어느 시간에서든 정격차단 전류 이하 전류를, 이상 전압을 발생하지 않고, 가급적 단시간에 차단해야 한다.

- 개방상태에서 언제라도 단락상태에 있는 회로를 접촉자 손상없이 단시간에 안전하게 투입할 수 있어야 한다.

이와 같이 차단기 기능들 간에는 서로 상반되는 요구가 있기 때문에 차단내력이 큰 차단기 개발이 쉽지 않아 기술적 및 학술적으로 매우 흥미 있는 문제들이 있다.

#### (1) 정격전류

차단기 정격전류란 정격전압 및 정격주파수, 규정된 온도 상승 한도를 초과하지 않는 상태에서 연속적으로 흘릴 수 있는 전류한계를 말하며, 차단기 표준정격전류는 KS인 경우 200A, 400A, 600A, 1200A 및 2000A이고, ESB인 경우는 600A, 1200A, 2000A, 3000A 및 4000A 6단계로 설정되어 있다. 차단기 정격전류는 접촉부 뿐만 아니라, 절연물 등의 온도 상승으로도 좌우되므로 열발산 방법에 따라 차이가 나게 된다. 차단기 정격전류가 커지면, 가동 접촉부의 중량이 증가하고, 고속동작 측면에서는 그만큼 기계적 부담이 늘어나게 된다. 최근 전원의 대용량·원격화에 대응하여 송전용량을 증대시키는 기술개발이 이루어지고 있어, 이것을 고려할 때 장래의 표준으로는 6000A, 8000A 및 12000A 정격을 갖는 차단기가 필요해지리라 예상된다.

#### (2) 단시간 전류

전력계통에 고장이 나면 직렬로 연결되어 있는 차단기 중 고장점에 가장 가깝게 위치한 차단기만 개방되어 고

장을 분리하게 된다. 그의 차단기는 모두 폐로상태를 유지하는 것이 원칙이다. 따라서 폐로중의 차단기에는 고장이 제거될 때까지 대전류가 흐르므로 이것을 견뎌내지 않으면 안된다. 차단기의 단시간 전류란 규정조건에서 차단기의 각극에 정해진 단시간 동안(한국전력 표준 규격 1초간) 흐르게 할 수 있는 전류의 한도를 말하며, 차단기의 정격차단전류와 같은 치(실효치)를 표준으로 하고 최대 파고치는 정격치의 2.5배로 한다.

### (3) 정격전압

차단기는 규정된 사용전압 회로에서 절연을 확보해야 함은 물론이고, 규정조건에 따라 투입·차단 등의 동작을 하지 않으면 안된다. 이와 같이 차단기에 부과될 수 있는 전압의 상한을 정격전압이라 하고, 그 표준치는 다음 표 2와 같다.

〈표 2〉 차단기 정격전압의 표준치

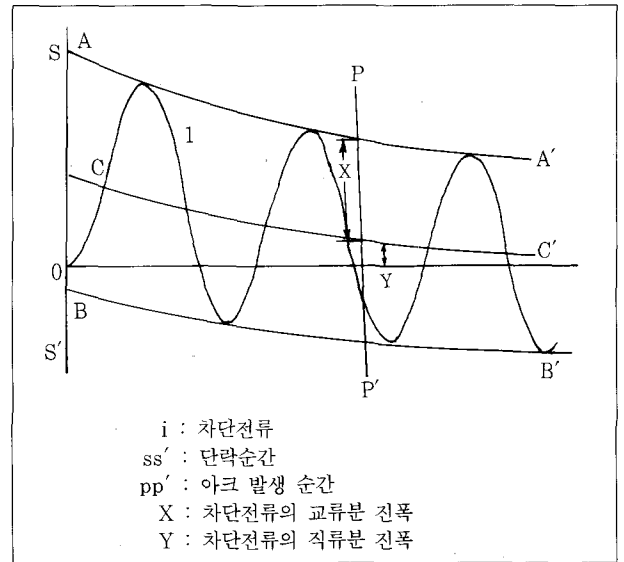
공칭전압(kV)	정격전압(kV)	공칭전압(kV)	정격전압(kV)
6.6	7.2	154	170.0
22 또는 22.9	25.8	345	362.0
66	72.5	765	800.0

### (4) 차단능력

차단기는 지락·단락 등의 고장전류 크기, 재기전압 상승률, 파고치, 회복전압 등이 어느 한도 이상이 되면 차단 불능이 된다.

재기전압, 회복전압 등 모든 조건을 정격으로 가지며, 규정된 회로 조건하에서, 규정 표준동작책무와 동작상태에 따라서 차단할 수 있는 지상 역률 차단전류의 한도를 정격차단전류라고 한다. 여기서 말하는 규정된 동작상태란 그 표준 동작책무에 따라서 과도한 기계적 이상 동작 없이 그리고 동작책무 완료 후의 차단기 구성부분이 동작전과 별 차이 없고, 계속해서 정격전류를 투입, 차단하고 아울러 연속 유통할 수 있는 상태를 말한다. 다음 그림 2는 차단기 차단전류를 나타낸 것이다.

일반적으로 정격차단전류는  $X/\sqrt{2}$ (대칭분 실효치)로



〈그림 2〉 차단기 차단전류

표시하고, 특별히 비대칭차단전류를 말할 때는

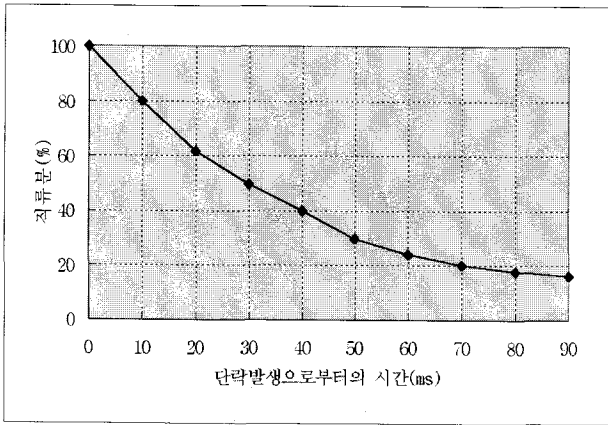
$$\sqrt{\left(\frac{X}{\sqrt{2}}\right)^2 + Y^2} \text{ 로 표시한다.}$$

직류성분은 단락발생으로부터 시간 경과에 따라 감소하게 된다. 그림 3은 IEC에서 규정한 직류분 감소 상태를 나타낸 것이다.

표 3은 단락전류의 백분을 직류분을 나타낸 것으로서, 차단기 성능은 표에서 제시한 %직류분이 포함된 단락전류를 지장없이 차단할 수 있어야 한다.

### (5) 정격투입전류

전력계통의 많은 고장이 영구적인 것이 아니고 아크에 의한 일시적인 것이 대부분이기 때문에, 일단 차단된 후 재투입으로 송전이 계속되는 경우가 많다. 따라서 차단기는 급전상 필요한 재투입의 경우, 고장이 지속되어 단락전류가 또다시 흐르게 되더라도 전자력이나 열에 충분히 견딜 수 있는 투입능력을 갖추어야 한다. 모든 정격 및 규정된 회로조건 아래에서 규정표준동작책무와 동작상태에 따라 투입 가능한 전류한도를 정격투입전류라고 하며 최초주파 순시치의 최대치로 표시하며 이의 크기는



〈그림 3〉 IEC 규정 직류분 감쇄

〈표 3〉 단락전류의 백분율 직류분

(A) 계통특성			(B) 차단기 성능	
단락발생부터 개극까지 시간	백분율 직류분(%)	비대칭차단전류 대칭차단전류	단락발생부터 개극까지 시간	백분율 직류분(%)
1.5 사이클	45	1.19	2 사이클	50
2 사이클	35	1.12	3 사이클	40
3 사이클	25	1.06	5 사이클	25
5 사이클	무시	1.00	8 사이클	10

정격차단전류(실효치)의 2.5배를 표준으로 한다. 또한 투입동작 후에도 단락상태가 계속되면 당연히 재차단이 즉각 이루어져야 하지만, 투입시에 접촉자가 완전한 접촉상태에 들어가기 전에 선행 아크에 의한 단락전류가 흘러 접촉자의 발열, 손상 및 전자력 등에 의하여 투입력 감쇄 등이 일어날 수 있으므로 정격투입전류에서의 투입 능력이 보증되지 않으면 안된다. 즉 투입후 투입 상태가 유지되어 차단되지 않을 때는 정격투입전류와 구별해서 정격쇄정전류(Rated Latching Current)를 규정하기도 한다.

(6) 차단기 개폐속도

차단기의 개폐에 요하는 시간, 즉 개폐 속도는 빠른 고장 제거에 따른 고장파급 억제, 계통안정도 유지, 고장점에서의 기기, 선로 및 애자 등의 손상 경감, 통신선에의 전자유도 장애 억제상 어느 한도 이상일 필요가 있고, 조작기구는 이것을 만족시키는 성능을 갖도록 요구된다.

○개극시간

개극시간이란 폐로 상태에 있는 차단기의 트립제어장치(Coil)가 여자된 순간부터 아크접촉자(아크접촉자가 없는 경우는 주접촉자)가 떨어질 때까지의 시간을 말하고, 정격개극시간이란 무부하시에 정격전압 및 정격조작압력으로 트립코일이 동작하는 경우의 개극시간 한도를 말한다. 개극시간은 차단전류에 따라 변화하므로 엄밀하게는 정격차단전류 차단시에 대하여 생각해야 하지만 아크 발생 순간을 정확하게 측정한다는 것이 쉽지 않고, 또 유통전류에 의한 개극시간의 차이는 특히 문제삼을 만큼 크지 않기 때문에 무전압 무부하 상태로 측정해서 얻는 값을 정격개극시간이라 한다.

○정격차단시간

개극시간과 아크시간을 합한 것을 차단시간이라 하고, 정격차단 시간이란 전압, 주파수 등이 모두 정격이고 규정된 회로 조건에서 규정 표준동작책무 및 동작상태에 따라서 정격차단 전류를 차단할 경우 차단시간의 한도를 말한다. 표 4는 차단기 정격차단시간을 나타낸 것이다.

〈표 4〉 차단기 정격차단시간

정격전압(kV)	7.2	25.8	72.5	170	362	800
정격차단시간(사이클) 60Hz 기준	8	5	5	3	3	3

차단기가 정격전압하에서 정격차단전류의 30% 이상의 전류를 차단할 때의 시간은 정격차단시간을 초과할 수 없다.

○투입시간

투입시간이란 개방상태에 있는 차단기의 투입제어 장치가 여자된 순간부터 아크접촉자(아크접촉자가 없는 경우는 주접촉자)가 접촉할 때까지의 시간을 말하며 정격조작전압, 조작압력 및 제어전압과 변동범위내에서 무부하시의 투입시간은 정격전압에 따라 다르다. 즉 72.5kV 이하에서는 차단기가 소정의 동작 책무를 수행하는데 지장이 없는 값으로 하고, 170kV 이상인 경우는 무부하시 투입시간을 0.27초 이하로 한다. ■ (다음호에 계속)