



건축전기설비기술사 문.제.해.설.

글 / 김세동 (두원공과대학 교수, 공학박사, 기술사 e-mail : kmse@doowon.ac.kr)

교류차단기의 용량 결정 방법과 한전의 공칭전압 22.9 kV에 대한 기기최고전압 25.8 kV에 대하여 설명하시오.

☞ 본 문제를 이해하기 위한 스스로 문제 생성과 함께, 답을 구하는 노력이 필요합니다. 기억을 오래 가져갈 수 있는 아이디어를 기록하는 습관 또한 요청됩니다.

항 목	Key Point 및 확인 사항
가장 중요한 Key Word는?	교류차단기
관련 이론 및 실무 사항	1. 차단기 용량결정방법의 개념 2. 고장용량 계산식 3. 차단기의 정격전압 4. 한전의 공칭전압 22.9 kV에 대한 기기 최고전압 25.8 kV

[해설]

1. 교류차단기의 개념

차단기는 회로에 전류가 흐르고 있는 상태에서 그 회로를 개폐한다든지 또는 차단기 부하 측에서 단락사고 및 지락사고가 발생하였을 때 신속히 회로를 차단할 수 있는 능력을 가지는 기기이다.

2. 차단기의 용량 결정 방법

1) 차단기용량은 최대고장전류보다 큰 정격차단전류를 <표 3>에서 선정하여 식 (1)에 의거 결정한다.

$$\text{식 (1) : 차단기용량} = \sqrt{3} \times \text{정격전압} \times \text{정격차단전류}$$

(표 1) 정격전류, 정격차단전류

정격전압(kV)	정격전류(A, rms)	정격차단전류(kA, rms)
25.8	600 1,200 2,000 3,000	25
	2,000 3,000	40

※ 한전 설계기준-2511(교류차단기 선정기준)

- 2) 최대고장전류는 차단기가 설치되는 계통의 고장전류 중 최대값으로 한다.
- 3) 차단기의 용량은 전기사업법 제 61조 1항의 규정에 의하여 공사계획인가 신청서에 기술자료로 사용되고 있다.
- 4) 다만, 적용되는 차단기의 용량은 계산된 고장용량을 만족하는 값이어야 한다.

3. 차단기의 정격전압

정격전압은 규정한 조건에 따라 그 차단기에 인가할 수 있는 사용회로 전압의 상한을 의미하며, 식 (2)와 같이 나타낸다.

$$\text{식 (2) : 정격전압} = \text{공칭전압} \times \frac{1.2}{1.1} \text{ [V]}$$

일반적으로 정격전압의 표준값은 3.6 kV, 7.2 kV, 24 kV 등이다. 여기서, 공칭전압이라 함은 그 전선로를 대표하는 선간전압을 말한다(KS의 정의).

그러나, 한전의 설계기준 2511-(교류차단기의 선정기준)에 의하면, 정격전압은 차단기에 인가될 수 있는 계통최고전압을 말하며, 계통의 공칭전압에 따라 표 2와 같이 적용하고 있다.

(표 2) 정격 전압의 표준치

계통의 공칭전압(kV)	정격전압(kV)
22.9	25.8
154	170
345	362
765	800

4. 한전의 공칭전압 22.9 kV에 대한 기기 최고전압 25.8 kV 선정

(1) 계통최고전압과 기기최고전압의 개념

- ① 계통최고전압(Highest voltage of a system) : 정상상태 하에서 계통의 어떤 시기 및 장소에서라도 발생할 수 있는 운전전압의 최고 값 [IEV 601-01-23]
- ② 기기최고전압(Highest voltage for equipment) : 기기가 절연의 관점 및 관련 기기기준에 언급되는 전압에 관한 특성의 관점에서 설계되도록 하는 상간전압의 최대 실효치 [IEV 604-03-01]

(2) 계통최고전압의 적용실태

해외 선진국에서는 각 공칭전압에 대한 계통최고전압을 일정한 규칙에 의해 결정하는데 그 방법은 아래와 같다.

① 일본

일본의 계통최고전압을 규정한 규격은 JEC-158 “표준전압”으로써, 이 규격은 일본 내에서 쓰이고 있는 공칭전압과 각각의 공칭전압에 관한 계통최고전압을 규정하고 있다. 과거에는 전부하시의 수전단 전압을 공칭전압으로 사용하였으나, 현재는 커패시터를 이용한 전압보상 등으로 수전단 전압이 송전단전압과 근사하므로 송전단 전압을 공칭전압으로 사용하고 있다. 공칭전압은 IEC 규격을 따라 11의 배수를 사용하고 있으며, 이 설계기준 전압에 따라 계통최고전압 및 기기최고전압을 각각 식(3) 및 식(4)로 규정하고 있다.

$$\text{식(3)} : V(H) = 1.15 \times V(I) = V(N) \times 1.15/1.1$$

$$\text{식(4)} : V(M) = 1.2 \times V(I) = V(N) \times 1.2/1.15$$

여기서,

$V(I)$: 설계기준전압

$V(N)$: 공칭전압

$V(H)$: 계통최고전압

$V(M)$: 기기최고전압

식 (3)에서 1.15는 수년간 실계통에서의 운전전압을 조사하여 나온 값이며, 식 (4)에서 1.2는 설계 시의 여유를 고려한 값이다.

② IEC

IEC 60038 규격은 유럽계통(Series I) 및 북미계통(Series II)으로 구분하여 유럽계통은 유럽방식으로, 북미계통은 북미방식으로 계통최고전압을 결정하고 있다. 따라서, 북미계통의 경우, 다음 항에서 설명할 미국의 계통최고전압 결정방법을 따른다.

IEC 60038 규격의 유럽계통(Series I)에서는 공칭전압과 기기최고전압만을 규정하고 있으며, 용어정의 상에서 기기최고전압을 계통최고전압의 최대값으로 정의하고 있다. 즉, 일본과는 달리 계통최고전압과 기기최고전압을 동일하게 사용하고 있으며 값의 크기는 일본의 기기최고전압 결정방법과 같다. 표 3, 4는 IEC 60038의 공칭전압 및 기기최고전압을 나타낸 것이다.

(표 3) IEC 60038의 공칭전압 및 기기최고전압(kV)

Series I ^{주1)}		Series II ^{주2)}	
공칭전압(kV)	기기최고전압(kV)	공칭전압(kV)	기기최고전압(kV)
3	3.3	4.16	4.40
6	6.6	-	-
10	11	-	-
-	-	12.47	13.2
-	-	13.2	13.97
-	-	13.8	14.52
15	-	-	-
20	22	-	-

Series I ^{주1)}		Series II ^{주2)}	
공칭전압(kV)	기기최고전압(kV)	공칭전압(kV)	기기최고전압(kV)
-	-	24.94	26.4
-	33	-	-
-	-	34.5	36.5
35	-	-	-

[주 1] Series I의 경우, 기기최고전압은 공칭전압의 +10% 이내이고 기기최소전압은 공칭전압의 -10% 이내이어야 한다.

[주 2] Series II의 경우, 기기최고전압은 공칭전압의 +5% 이내이고 기기최소전압은 공칭전압의 -10% 이내이어야 한다.

(표 4) IEC 60038의 공칭전압 및 기기최고전압(kV)

공칭전압(kV)	기기최고전압(kV)
(45)	52
66	72.5
110	123
132	145
(150)	(170)
220	245

[주] 괄호 안의 각 전압은 권장하지 않는 값이며, 향후 신규 계통에는 사용하지 않도록 권장

우리나라의 공칭전압 154kV의 경우, 표 4의 공칭전압 최소치 150kV와 최고치 예상값 157kV(150kV × 1.05=157.5)의 중간값인 154kV를 공칭전압으로 정하고, 기기최고전압을 170kV로 정한 것으로 추정된다.

③ 미국

미국의 전압표준을 제정한 규격은 ANSI C84.1 “전력계통 및 기기(60Hz)의 전압정격”으로써, 이 규격은 미국 내에서 일반적으로 쓰이고 있는 모든 표준 공칭전압과 각 공칭전압의 허용한계를 규정하고 있다. 이 규정에 의하면 미국에는 각 공칭전압에 대해 영역 A 및 영역 B의 두 가지 허용한계가 있다.

현재 각국에서 자기 나라의 계통구성 및 기술수준을 고려하여 표준으로 적용하고 있는 전압계급에 적절한 기준충격 절연강도를 선정하여 사용하고 있다. ANSI C84.1(1995)의 Nominal system voltage(계통공칭전압) 및 Service voltage(기기전압)은 표 5과 같다.

(표 5) ANSI C84.1 의 계통공칭전압 및 기기전압

계통공칭전압		전압범위 A		전압범위 B	
3상3선(kV)	3상4선(kV)	최대기기 전압(kV)	최소기기 전압(kV)	최대기기 전압(kV)	최소기기 전압(kV)
-	22.88Y	24	22.29	24.2	21.72
23	-	24.15	22.43	24.34	21.85
-	24.94Y	26.19	24.32	26.4	23.69
161	-	169	-	-	-
345	-	362	-	-	-
765	-	800	-	-	-

한전의 공칭전압 22.9kV에 대한 기기최고전압 25.8kV의 경우, 표 5의 전압범위 A 또는 B에서 최대 및 최소기기전압 사이의 값을 선정한 것으로 추정되며, 기기최고전압 362kV 및 800kV의 경우는 표 5에 따라 공칭전압을 345kV 및 765kV로 선정한 것으로 추정된다.

추가 검토 사항

☞ 공학을 잘 하는 사람은 수학적인 사고를 많이 하는 사람이란 것을 잊지 말아야 합니다. 본 문제에서 정확하게 이해하지 못하는 것은 관련 문헌을 확인해 보는 습관을 길러야 엔지니어링 사고를 하게 되고, 완벽하게 이해하는 것이 된다는 것을 명심하기 바랍니다. 상기의 문제를 이해하기 위해서는 다음의 사항을 확인바랍니다.

1. 차단기의 종류와 적용에 대해서 알아본다.

차단기는 정상상태의 전로뿐만 아니라 이상상태 특히 단락상태에서도 전로를 개폐할 수 있는 장치로서 소호매질에 따라 아래와 같이 분류한다.

- (1) 가스 차단기 (GCB : Gas Circuit Breaker) : SF₆ 가스를 절연 및 아크 소호매질로 사용하는 차단기
- (2) 진공 차단기 (VCB : Vacuum Circuit Breaker) : 진공 중 아크 소호를 수행하는 차단기
- (3) 유입 차단기 (OCB : Oil Circuit Breaker) : 절연유를 절연 및 아크 소호매질로 사용하는 차단기
- (4) 공기 차단기 (ABB : Air Blast circuit Breaker) : 압축공기를 아크 소호매질로 사용하는 차단기
- (5) 자기 차단기 (MBB : Magnetic Blast circuit Breaker)
자기회로를 이용하여 아크를 소호시키는 차단기

일반적으로 가스차단기는 소형으로 높은 절연내력과 차단능력을 보유하고 있어 주로 고전압 회로에, 진공차단기는 소형으로 차단능력 및 유지보수에 장점이 있어 비교적 낮은 배전용 변전소 및 조상설비용에 사용되고 있다. 아래 표 6은 국내의 일례를 나타내었다.

(표 6) 차단기 종류 (ES 150의 경우)

종 류	정 격 전 압(kV)		
	25.8	170	362
유 입 차 단 기	○	○	-
자 기 차 단 기	-	-	-
공 기 차 단 기	○	○	○
가 스 차 단 기	○	○	○
진 공 차 단 기	○	○	-
가스절연진공차단기	○	-	-

우리나라의 차단기 적용은 변전소 형태의 선정과 밀접한 관계가 있고, 방재의 개념에서 Oil-less화 되고 있으며 154kV급 이상은 가스차단기를, 배전급은 진공차단기와 가스차단기를 사용하고 있다. KEA

[참고문헌]

1. 한전 설계기준-2511(교류차단기 선정기준), 2005
2. IEC 60038, IEC Standard voltages, 2002
3. KS C 0501, 표준전압, 2004