

특집 : KSC/IEC 60364

No.3

KSC/IEC 60364

제4부(안전보호) 주요내용

글/ (주)의제전기설비연구원 원장 정용기
(주) 한양 TEC소장 신효섭

2.3 KSC/IEC 60364-433(과부하보호)

이 관계를 나타내면 다음의 그림 10과 같다.

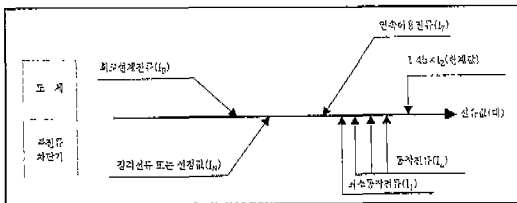


그림 10 설계전류, 정격전류, 허용전류, 동작전류의 관계도

2) KSC/IEC 60364-433.3(병렬전선의 보호)

동일한 보호장치가 병렬로 접속된 몇 개의 도체를 보호하는 경우 I_Z 값은 각 전선 허용전류의 합계이다. 이 규정은 각 전선의 전류가 실질적으로 동일해지도록 설계한 경우에만 적용할 수 있다.

3) 검토해야 될 요소

KSC/IEC 규격에서 단락전류의 경우 그림 11 단순 배선 계통도처럼 검토해야 될 요소가 정해져 있으며 전선의 온도상승값을 확인하는 것으로 한다.

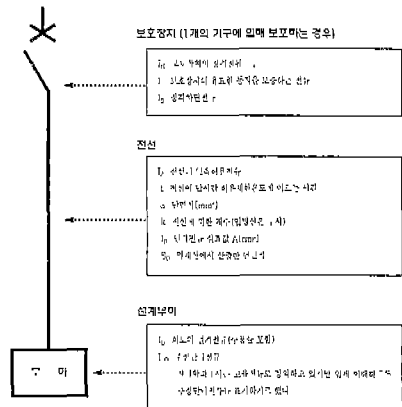


그림 11 과부하보호와 단락보호에서 검토해야 될 요소

2.4 KSC/IEC 60364-434(단락보호)

1) 보호장치 설치

일반적으로 보호장치는 전선과 접속부에 위험한 열적, 기계적 영향이 생기기 전에 회로전선에 흐르는 어떤 단락전류에서도 차단하도록 설치해야 한다.

위 보호장치 설치점에서의 단락전류 결정은 계산이나 측정 중 한 가지로 하면 된다.

2) 각 단락보호장치는 다음 2가지 조건에 적합해야 한다.

① 정격차단전류는 그 설치점에서의 추정단락전류보다 커야 한다. 단 전원측에 설치한 또 다른 보호기가 필요한 차단용량을 가진 경우는 추정단락전류보다 차단용량이 적어도 된다. 이 경우 2개의 보호기를 통과하는 에너지가 부하측 보호기 및 이것으로 보호되는 전선이 손상되지 않고 견딜 수 있는 에너지를 초과하지 않도록 양쪽 보호기의 특성을 협조하도록 규정한다.

② 회로의 어떤 점에서 발생하는 단락전류도 그 전선의 단시간 허용온도를 초과하기 전에 그 전류를 차단할 필요가 있다.

지속시간이 5초까지인 단락의 경우 일반 사용상태에서의 최고 허용온도에서 단락전류에 의해 전선이 단시간 허용온도에 이르는 시간 t 는 다음 식으로 계산할 수 있다.

$$t = k \times (S/Is)$$

여기서, t : 지속시간[s]

S : 단면적[mm²]

Is : 단락전류A[rms]

k : 115=비닐절연의 구리전선

135=일반용 고무, 부틸고무, 가교폴리에틸렌 또는 에틸렌프로필렌 고무로 절연한 구리전선.

74=비닐절연의 알루미늄 전선

87=일반용 고무, 부틸고무, 가교폴리에틸렌 또는 에틸렌 프로필렌 고무로 절연한 알루미늄 전선.

115=160[°C]에 해당하는 주석 땀납접속 구리전선.

비고) 1. 전류의 비대칭분(직류분)이 중요해지는 짧은 시간(<0.1s)의 경우나 한류차단기의 경우 k²S²은 보호기 제조업자가 나타내는 통과에너지(I²t) 값보다 커야 한다.

2. 기타 다음의 k 값을 검토중이다.

- 가는 전선(특히 단면적 10[mm²] 미만)
- 5초를 초과하는 단락지속시간
- 다른 종류의 전선접속
- 나전선
- MI 케이블

3. 단락보호기의 정격전류는 케이블·전선의 허용전류보다 크게 한다.

2.5 KSC/IEC 60364-435(과부하 및 단락보호 협조)

1) KSC/IEC 60364-435.1(1개 기구에 의한 보호)

이 규정은 과부하 보호기로서 KSC/IEC 60364-433(과부하 보호)으로 규정하는 조건을 만족하며 설치점의 추정단락전류 차단이 가능한 것을 사용하는 경우는 부하측 전선에 대해 단락보호되는 것으로 보고 단락보호기와 공용이 가능한 것을 나타낸다. 단, 단락보호 유효성에 대해서는 어디까지나 434.3에서의 확인이 필요하다. 또한 인용하는 다른 규격의 개요는 다음과 같다.

① KSC/IEC 60364-433(과부하보호)

회로의 과부하 전류에 대해 전선절연, 회로의 온도 상승 허용값과의 협조를 구한 과부하 보호기를 시설해야 하도록 규정하며 그 구체적인 협조 조건식을 나타낸다.

② KSC/IEC 60364-434.3(단락보호장치 특성)

다음 2개 조건에 적합한 내용을 규정한다.

- 단락보호장치의 차단용량 ≥ 설치점 추정단락전류 일 것(전원측에 설치된 것이 이를 만족하는 경우는 제외한다. 단 해당회로 통과에너지와의 협조를 구할 것).
- 단락 발생시 회로로 사용하는 전선의 허용제한온도를 초과하지 않도록 전류를 차단할 것(5초 이하에서의 단락으로 전선이 제한온도에 이르는 시간의 계산식을 나타낸다).

2) KSC/IEC 60364-435.2(개별기구에 의한 보호)

KSC/IEC 60364-433과 KSC/IEC 60364-434의 요구사항을 각각 과부하 보호장치와 단락보호장치에 적용한다.

단락보호장치의 통과에너지가 과부하 보호기를 손상하지 않고 견딜 수 있는 값을 초과하지 않도록 양쪽 보호장치의 특성을 협조시켜야 한다.

2.6 과부하와 단락보호 계산에 의한 검증

1) 전원선정

간선의 전선굵기 선정시 전동기의 기동전류를 고려하는 규정으로 이루어져 있다. 이와 관련된 규정사항에는 다음과 같은 것이 있다.

① KSC/IEC 60364-133.2.2(전기기기 선정)

② KSC/IEC 60364-434.3.2(단락보호장치 선정)

③ KSC/IEC 60364-523(허용전류)

2) 설계계산(예)

전동기용 분기회로의 설계 계산(예)을 다음에 나타낸다.

① 전제조건

- a. 계산은 KSC/IEC 60364-523의 부속서 B 허용전류를 구하는 식에 따른다.
- b. 전동기용 분기회로를 설계할 때 고려해야 할 사항은 다음과 같다.
 - 기동전류로 배선이 과도한 온도상승을 일으키지 않을 것.
 - 기동전류로 전동기 단자전압에서 과도한 전압강하가 없을 것.
 - 정상전류에서 간선의 허용전류를 초과하지 않을 것.

② 전류에 의한 온도상승 검토

단락전류 I_S 를 t 초간 흘렸을 때 도체에 발생하는 열량은 I^2t 이다. 여기에 절연재 종류에 적합한 k 값을 이용해 단시간 허용온도 이내로 억제하기 위해 필요한 도체단면적 S 는 (1)식에 의해 계산할 수 있다.

$$S^2 \cdot k^2 = I^2t \dots\dots\dots (1)$$

여기서, 단락전류 (I_S)를 전선의 연속허용전류 I_C 의 α 배로 하면

$$I_S = I_C \cdot \alpha \quad (1) \text{에 대입해} \dots\dots\dots (2)$$

$$S^2 \cdot k^2 = \alpha^2 I_C^2 t \quad \text{여기에서}$$

$$I_C = A S_m - B S_n \text{의 관계가 성립하면(KSC/IEC 60364-523 부록 B)} \dots\dots\dots (3)$$

$$S^2 \cdot k^2 = \alpha^2 t \times (A S_m - B S_n)^2 \dots\dots\dots (4)$$

여기서, A, B, m, n은 표 참조.

A와 B: 케이블과 포설방법에 따른 계수

m과 n: 케이블과 포설방법에 따른 계수

여기에서 3심 PVC 케이블 $S=6[\text{mm}^2]$ 을 벽면에 시설한 경우를 생각해 보자.

설치조건에서 표 4의 C란에서 52-C3을 선정하고 표 3에서 다음 값을 구할 수 있다.

$$A=13.5 \quad B=0 \quad m=0.625 \quad n=0$$

또한 표 2에서 $k=115$ 를 설정할 수 있고

$$(3) \text{식에서 } I_C = 13.5 \times 6^{0.625} = 41.36$$

$$(4) \text{식 } \alpha^2 t = S^2 \cdot k^2 / (A S_m - B S_n)^2 \text{ 에서 } \alpha^2 t = 6^2 \times 115^2 / 41.36^2 = 278.3 \text{이 된다.} \dots\dots\dots (5)$$

a. 단락전류의 경우

· $t=1\text{sec}$ 인 경우

(5)식에서 $\alpha^2 t = 278.3$ 여기에서 $t=1$ 로 놓는다.

$$\alpha = \sqrt{278.3} = 16.7$$

따라서 (2)식에서 $I_S = I_C \cdot \alpha = 690[\text{A}]$ 가 되며 690[A]를 1초간 통전했을 때 160[°C]에 이른다.

· $t=0.1\text{sec}$ 인 경우

(5)식에서 $\alpha^2 t = 278.3$ 여기에서 $t=0.1$ 로 놓는다.

$$\alpha = \sqrt{278.3/0.1} = 52.75$$

여기에서 $I_S = I_C \cdot \alpha = 2.18[\text{kA}]$ 를 0.1초간 통전했을 때 160[°C]에 이른다.

따라서 단락보호장치의 정격차단전류를 각 시간 내에 차단할 수 있으면 단락보호가 가능하다.

b. 전동기 기동전류의 경우

2전동기에는 펌프처럼 비교적 기동시간이 짧은 전동기와 팬처럼 기동시간이 긴 기기가 있다.

여기에서 다음과 같이 전동기 특성을 가정해 검토해 보자.

· 기동시간: 펌프(tp):1[sec] 팬(tf): 10[sec]

· 전동기를 3상3선 200[V] 5.5[KW] 50[Hz]

· 기동전류: 정격전류의 7.6배로 가정한다. 여기서, $\beta=7.6$ 으로 놓는다.

· 다심 PVC 케이블 $S=6[\text{mm}^2]$

· 전동기의 정상전류 $I_m=26[\text{A}]$ (전동기의 정격전류)

다심 케이블에 위와 같은 전동기의 기동전류가 흘렀을 때 케이블의 온도상승을 160[°C]로 하고 허용 온도까지의 온도상승시간을 t 로 한다.

(1) 식에서

$$(\beta I_m)^2 t = S^2 \cdot k^2$$

$$t = 12.19[\text{sec}]$$

따라서 전선이 허용온도에 오르는 전동기의 기동시간은 $t=12.19[\text{sec}]$ 가 되며 이로써 기동시간이 짧은 기기는 문제가 없다. 그러나 팬처럼 장시간 기동하는 전동기에서 이를 초과하는 경우는 문제가 된다.

이번 예에서는

· 펌프 기동시간 $t_p < t$ (전선의 허용최대온도 160[°C]에 이르는 시간)에서 기동시간은 문제없음.

· 팬 기동시간 $t_f < t$ 가 되므로 팬 기동시간은 문제없음.

또한 반대로 기동시간을 10초 이내로 하고 온도상승을 160[°C]로 억제하기 위한 S 를 역계산하면 다음과 같다.

$$(\beta I_m)^2 t = S^2 \cdot k^2$$

$$(7.6 \times 26)^2 \cdot 10 = S^2 \cdot 115^2$$

따라서, $S^2 = 29.52$ $S = 29.52 = 5.43[\text{mm}^2]$

IEC 규정으로 계산한 S는 $5.43[\text{mm}^2]$ 이 되며 그 이상의 전선 사이즈이면 IEC에 적합하다.

결론적으로 전동기의 기동전류를 고려해 전동기용 배선을 결정하면 IEC 60364-433.2가 일반적으로 만족된다.

기동시간이 짧은 전동기에서는 문제가 없지만 기동시간이 길면 계산상 전선이 허용온도를 초과할 우려도 있으므로 개별적인 검토가 필요하다.

③ 계산(예)

IEC 전선을 IEC 계산으로 계산한 예를 표 5에 나타낸다.

계산조건은 다음과 같다.

- 전선종류는 PVC로 하고 사이즈는 IEC 규격을 이용했다.
- 케이블 부설방법은 표 3의 C로 하고 심수는 3심으로 했다.
- 케이블 상수 A와 m은 표 4에서 케이블과 부설방법에 따른 계수를 사용했다.
- 전동기 기동시간은 표 안에서 나타내는 것보다 좀더 작은 값이 될 것으로 여겨진다. 그러나 다음 표를 참고해 전동기별로 검토할 필요가 있다.
- 기동시간 설정은 다음과 같다. 쿨링타워용 팬처럼 특별히 기동시간이 긴 기기는 위의 계산결과처럼 별도의 검토가 필요하다.
- 기동시간이 짧은 전동기: $t < 1$
- 기동시간이 긴 전동기: $1 < t < 5$

구분	절연 재료		
	염화비닐	에틸렌 프로필렌 고무 가교폴리에틸렌	부틸고무
최저온도	70[°C]	90[°C]	85[°C]
최고온도	160[°C]	250[°C]	220[°C]
k의 값			
동	115	143	134
알루미늄	76	93	89

표2 다심케이블 1심을 이용하는 보호도체에 대한 K의값
(KSC/IEC 60364-5-54-543의 표 54C)

허용전류표	칸	동도체		알루미늄도체	
		A	m	A	m
52-C3	A	10.4	0.605	7.94	0.612
	B	12	0.625	9.4	0.625
	$C \leq 16\text{mm}^2$	13.5	0.625	10.5	0.625
	$C \geq 25\text{mm}^2$	12.4	0.635	9.5	0.633
	D	14.6	0.55	11.3	0.55

표3 전선의 계수와 지수
(KSC/IEC 60364-523의 부록 B)





참조 사실방법	허용전류가 같은 기타의 사실방법	표의 칸									
		PVC 절연			XLPE/EPR 절연			무기절연		합계 개수	
		단일회로정격 2심	3심	주위온도 계수	단일회로정격 2심	3심	주위온도 계수	1, 2 및 3심	주위온도 계수		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
 절연배내 전선관내의 절연 전선	A	- 절연배내에 대한 다심케이블의 절연 전선의 선택	52-C1 A판	52-C2 A판	52-D1	52-C2 A판	52-C4 A판	52-D1	-	-	52-E1
 백면시설편에 절연 전선	B	- 덕트 내부의 절연 전선의 부속 트랜지스터의 절연 전선의 선택 또는 덕트 내부의 절연 전선 단심 또는 다심케이블	52-C1 B판	52-C3 B판	52-D1	52-C2 B판	52-C4 B판	52-D1	-	-	52-E1
 백면시설편다심 케이블	C	- 덕트 또는 천장에 시설한 다심 케이블의 선택	52-C1 C판	52-C3 C판	52-D1	52-C2 C판	52-C4 C판	52-D1	52-C5 70°C	52-C6 15°C	52-D1 52-E1
 지중직접매입 다심케이블	D	- 지중 직접매입 다심케이블의 선택	52-C1 D판	52-C3 D판	52-D2	52-C2 D판	52-C4 D판	52-D2	-	-	52-E2 및 52-E3

표4 사실방법 A~D 목록표 (KSC/IEC 60365-523의 표 52B1)

주1. 기계적 보호를 위한 케이블을 길이 1[m] 이하의 전선관 또는 덕트 내부를 통해 그 전선관 또는 덕트가 공기중이나 석조에 접촉하는 경우는 허용전류를 감소시킬 필요가 없다. 그 전선관 또는 덕트가 열저항이 큰 재료에 접촉하는 경우는 길이를 0.2[m] 이하로 해야 한다. 여기에서 말하는 "석조"란 열절연 건축재료를 의미하지 않는다. 열절연 건축재료 중 케이블에 대한 허용전류에 대해서는 검토중이다.

2. 토양의 열저항이 2.5[km/W] 오더인 경우 이 항에 직접매입 케이블을 포함해도 된다. 토양의 열저항이 이보다 작은 경우의 직접매입 케이블 허용전류는 덕트내 케이블에 대한 것보다 훨씬 크다.

다음호에 계속됩니다