

Part

III₃

저압전로의 지락보호에 관한 기술지침 (마지막회)

대한전기협회 법령연구실 이주철 부장
대한전기협회 법령연구실 이위문 전문위원

전기사업법의 규정에 의한 기술기준은 전기설비의 안전확보를 위하여 필요한 최소한의 사항을 준수하도록 의무화하고 있다. 또 전기관련기관·학계·단체 및 업계의 참여로 작성되는 전기설비의 「기술규정」은 이러한 기술기준에 필요한 기술적인 사항을 규정함과 동시에 민간자율규정으로 설계, 시공, 유지, 검사 등에 관한 사항을 구체적이고 알기 쉽게 풀이하여 전기사업자를 비롯한 전기설비의 시설자, 공사 관계자가 지켜야 할 사항을 그 내용에 따라 의무적 사항, 권고적 사항, 권장적 사항으로 구분하여 규정하고 있다.

그렇지만 급속한 기술발전에 따라 신기술에 관한 사항, 안전상 필요한 사항 등에 관해서 지금까지 연구과제로서 불확정 요소가 많은 사항, 미해결된 것으로서 일률적으로 규정화 하는 것이 곤란 또는 부적절한 사항이 수없이 존재하고 있다.

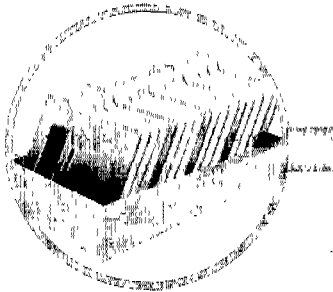
따라서, 일반적으로는 준수해야 하는 사항이지만 그 방법, 대책 등에 대해서 즉시 규정에 반영하여 운용하기에는 이르다고 생각되는 사항 등을 「기술지침」으로 정리하는 것으로 하였다. 예를 들면

- (1) 신기술에 관한 사항으로서 기준화 또는 규정화하기에는 국내외의 적용사례나 사용실적이 적은 것
- (2) 안전상 필요한 사항이지만 그 방법, 대책 등에서 학술적으로 이론, 방법론이 반드시 확립되어 있지 않은 경우 또는 그 논리를 일반적으로 적용하여 기준화 또는 규정화가 곤란한 경우
- (3) 미해결, 확정되지 않은 요소가 있어 세부적으로 의무, 권고, 권장 등의 사항으로 명확하게 구분하는 것이 곤란한 것
- (4) 사회정세가 급격하게 변화함에 따라 기준화 또는 규정화 하는 것이 반드시 좋다고 판단하기 어려운 경우 등이 이에 해당한다.

이러한 지침은 정부를 비롯하여 전력산업계에서 참여하고 있는 한국전기기술기준위원회(KEC)에서 심의한 것으로 기술지침의 내용은 기술지표적 사항 및 참고사항을 많이 수록하여 안전의 확보에 필요한 사항을 적용할 수 있도록 한 것이다.

- 따라서, 기술지침은 원칙적으로 기술규정에 준하여 준수되어야 할 것으로서 다음 사항에 유의해서 운용하여 주시기 바란다.
- (1) 실제 적용에 있어서 기술의 진보를 저해하지 않도록 해석할 것
 - (2) 내용을 충분히 이해하여 설계, 시공 등에 있어서 잘못 적용되는 일이 없도록 할 것
 - (3) 이 지침에 기재되어 있지 않은 사항, 방법 등이라도 그것이 안전상 적절한 것인 경우에는 채용할 것

이 기술지침의 내용에 관해서는 누구나 의견제출, 이의신청 또는 심의요청을 한국전기기술기준위원회(KEC, 사무국 대한전기협회)에 제출할 수 있다. 이와 같은 목적으로 작성된 “저압전로의 지락보호에 관한 기술지침”의 내용중 현장적용에 필요한 사항을 지면 관계상 발췌하여 지침본문과 해설을 소개한다.



CONTENTS

- I. 총 칙
- II. 보호방식
 - 1. 적용범위
 - 2. 보호접지방식의 종류
 - 3. 보호접지 적용 개소
 - 4. 시설방법
- III. 누전차단방식

(1) 전선로의 누설전류 계산치

a) 3상3선식 결선 220V 전로

전선 사이즈별 누설전류를 표10(10월호 협회지 33페이지) 및 표11에 표시한다.

비고 1. 정전용량C 및 절연저항 값 R은 아래 그림의 값이다.

- 본 표의 값은 전선메이커의 자료에 의한.
- 누설전류는 U=220V, f=60Hz로 하여 계산하였다.
- 정전용량C의 이론식

$$C = \frac{0.0241\epsilon}{\log_{10} \frac{d2}{d1}} (\mu F/km)$$



여기서 ϵ : 전선의 절연체의 유전율
 d1 : 도체 바깥지름
 d2 : 절연체 바깥지름

표11 3심 600V 가교폴리에틸렌 절연전선(CV)을 대지에 밀착 배선한 경우의 1km당 누설전류

전선 사이즈 mm	3심 600V 가교 폴리에틸렌 절연전선(CV)		
	1km당의 정전용량 C μF	1km당의 절연저항 (20°C) M Ω	1km당의 누설전류 mA
5.5	0.250	2200	35.9
8	0.276	2000	39.6
14	0.341	1500	49.0
22	0.353	1500	50.7
38	0.450	1500	64.6
60	0.457	1500	65.6
100	0.444	1500	63.7
150	0.531	1000	76.2
200	0.496	1500	71.2
250	0.547	1000	78.5
325	0.616	900	88.4
400	0.678	800	97.3
500	0.635	800	91.1

비고 1. 정전용량C 및 절연저항R은 표10으로 시설시의 값이다.

- 본 표의 값은 전선 메이커의 자료에 의한.
- 누설전류는 U=220V, f=60Hz로 계산하였다.
- 값은 단상의 값이다.

- 차폐 동 테이프가 있는 것으로 하여 계산하였다.
- 도체는 원형압축연선으로 하여 계산하였다.

b) 다른 배전방식에서의 전로의 누설전류계산은 앞의 누전차단기의 정격감도전류의 선정의 다의(1)에 따라 얻은 누설전류의 값에 표12에 표시하는 전로의 종류(2~4)에 따른 배율을 곱하여 구한다.

(2) 배선공사방법과 누설전류

a) 대지와와의 거리와 정전 용량의 관계

표10 및 표11을 보면 전선으로부터의 누설전류가 대단히 많다는 것을 알 수 있다. 이것을 감소시키기 위해서는 전선을 대지로부터 떼면 된다. 대지거리와 정전용량과의 관계는 그림8과 같이 된다. 그림8에 의하여 예를 들면 목조 건축에서 천정배선으로 하여 대지로부터 4m떨어지게 하였다면 정전용량은 표10 및 표11에 표시하는 값의 0.6% 정도로 감소하는 것을 알 수 있다. 다음에 실제의 배선공사 방법에 의한 누설전류의 값을 계산한다.

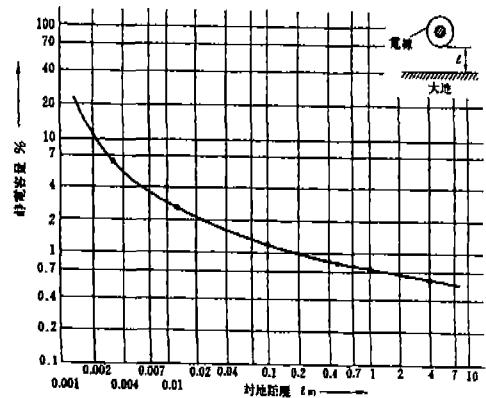


그림8 대지와와의 거리와 정전용량과의 관계

b) 전선을 대지로부터 4m이상 떼어서 배선한 경우

목조 건축 1층 천정배선, 2층 이상의 배선, 전주를 사용한 공중배선 등 전선을 대지, 콘크리트 벽의 철근 또는 철골로부터 4m이상 떨어지게 하였을 경우 전선의 대지정전용량은 그림8에서 표10 및 표11에 표시하는 값의 0.6%정도로 되기 때문에 누설전류는 표13과 같이 된다.

표12 배전방식별 최대누설전류 비교표

계통전류		배전방식 예		대지정전용량을 통한 누설전류		누설전류의 원신	
전로의 종류		개요		개요		배출	
1	3상3선식 220V 전로 (Δ결선)		<ul style="list-style-type: none"> • 접지상이외의 상의 대지정전용량(C)을 통하여 누설전류가 흐른다. • 전원 범함기는 Δ결선, 대지임피던스는 각상이 같다고 한다. $I_g C = 0$이고 $I_g \sqrt{3} I_g A$ • 대지전압은 N주파수는 라 하면, $I_g = \sqrt{3} \times 2\pi f C U$ (1) 	-	-	-	
2	단상2선 110V 전로		<ul style="list-style-type: none"> • 접지상이외의 상의 대지정전용량(C)을 통하여 누설전류가 흐른다. • 정상시에는 $I_g = I_g A$ $I_g = 2\pi f C U$ (2) 	$(2) \frac{2\pi f C U}{(1) = \sqrt{3} \times 2\pi f C U} = \frac{2\pi f C \times 110}{\sqrt{3} \times 2\pi f C \times 220}$ <p>=0.29</p>	0.29		
3	단상3선 220V 전로		<ul style="list-style-type: none"> • 중성점 접지전로에서의 정상상태를 생각하면 $I_g = I_g A + I_g B$가 되는데, 대지 임피던스가 같다고 하면, $I_g = 0.7$가 된다. 그러나, 실선의 전로에서는 2선 공히 동일조건으로 할 수 없고(대지 임피던스가 같지 않다), 투입 스위치의 불일치한 투입 체터링 등으로 누설전류가 흐르는 경우가 있다. • 따라서 적어도 1선당의 누설전류를 계산할 필요가 있다. $I_g = 2\pi f C U$ (3) 	$(3) \frac{2\pi f C U}{(1) = \sqrt{3} \times 2\pi f C U} = \frac{2\pi f C \times 110}{\sqrt{3} \times 2\pi f C \times 220}$ <p>=0.29</p>	0.29		
4	3상3선식 380V 전로 (Y결선)		<ul style="list-style-type: none"> • 중성점 접지전로에서의 정상상태를 생각하면 $I_g = I_g A + I_g B + I_g C$가 되는데, 대지 임피던스가 같고 하면, $I_g = 0.7$가 된다. 그러나, 실선의 전로에서는 2선 공히 동일조건으로 할 수 없고(대지 임피던스가 같지 않다), 투입 스위치의 불일치한 투입 체터링 등으로 누설전류가 흐르는 경우가 있다. • 따라서 적어도 1선당의 누설전류를 계산할 필요가 있다. $I_g = 2\pi f C U$ (4) 	$(4) \frac{2\pi f C U}{(1) = \sqrt{3} \times 2\pi f C U} = \frac{2\pi f C \times 380 \sqrt{3}}{\sqrt{3} \times 2\pi f C \times 220}$ <p>=0.58</p>	0.58		

표13 전선을 대지로부터 4m이상 떼어서 배선한 경우의 전선로 1km당의 누설 전류 [단위 mA]

전선의 종류 전선사이즈 mm ²	IV	CV
5.5	0.60	0.22
8	0.60	0.24
14	0.68	0.29
22	0.72	0.30
38	0.82	0.39
60	1.02	0.39
100	1.16	0.38
150	1.29	0.46
200	1.34	0.43
250	1.50	0.47
325	1.55	0.53
400	1.71	0.58
500	1.76	0.55

c) 전선을 대지로부터 10cm이상 떼어서 배선한 경우 철근콘크리트 건축, 철골 건축 등에서 대지 또는 철근·철골 10cm이상 떼었을 경우 전선의 대지정전용량은 그림8에서 표10 및 표11에 표시하는 값의 1.3%정도가 됨으로 누설전류는 표14와 같이 된다.

표14 전선을 대지로부터 10cm이상 떼어서 배선한 경우의 전선로 1km당의 누설전류 [단위 mA]

전선의 종류 전선사이즈 mm ²	IV	CV
5.5	1.32	0.47
8	1.32	0.51
14	1.47	0.64
22	1.58	0.66
38	1.78	0.84
60	2.20	0.85
100	2.52	0.83
150	2.80	0.99
200	2.89	0.93
250	3.25	1.02
325	3.36	1.15
400	3.71	1.26
500	3.81	1.18

d) 전선을 대지로부터 1.5mm이상 떼어서 배선한 경우 비닐관 매입공사 등, 비닐관의 두께만큼만 대지, 콘크리트 벽의 철근 또는 철골 등에서 1.5mm이상 떼 경우 전선의 대지정전용량은 그림8에서 표10 및 표 11에 표시하는 값의 20%정도가 됨으로 누설전류는 표15과 같이 된다.

표15 전선을 대지로부터 1.5mm이상 떼어 배선한 경우의 전선로 1km당의 누설전류 [단위 mA]

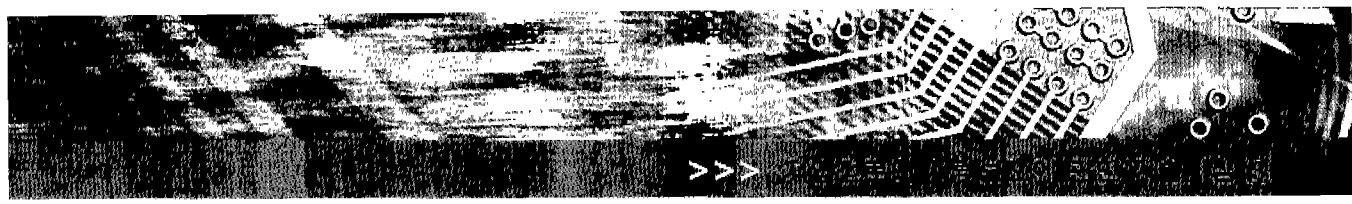
전선의 종류 전선사이즈 mm ²	IV	CV
5.5	20.3	7.2
8	20.3	7.9
14	22.6	9.8
22	24.3	10.1
38	27.3	12.9
60	33.9	13.1
100	38.8	12.7
150	43.1	15.2
200	44.5	14.2
250	50	15.7
325	51.7	17.7
400	57.1	19.5
500	58.6	18.2

e) 전선을 대지에 밀착시켜 배선한 경우

철관 공사, 철제덕트공사, 배전반 내배선 등, 금속을 통하여 대지와 밀착시켰을 경우에는 전선의 대지정전용량은 표10 및 표11에 표시하는 값이 된다.

(3) 전동기로부터의 누설전류

전동기인 경우에는 운전 시와 기동 시의 누설전류를 고려하지 않으면 안된다. 전폐외선형전동기의 누설전류를 표16에 표시한다. 운전 시의 누설전류는 대지정전용량 및 대지 절연저항을 통하여 흐른다. 기동 시에는 부하전류가 커질 뿐임으로 누설전류는 실제로는 운전 시와 같다. 그러나 누전차단기의 영상변류기의 1차 도체의 배치에 따라 각 1차 도체전류에 의해 영상변류기에 생기는 자속이 다소 다르기 때문에 실제로는 누설전류가 없어도 영상변류기의 2차 측에 약간의 출력이 있다.(이것을 영상 변류기의 평형특성이라 한다.) 따라서 기동 시에는 상당히 큰 부하전류(표16은 7배로 계산)가 흐르기 때문에 평형특성에 의한 영상변



류기의 2차 출력도 커지므로 누설전류의 계산에 있어서는 고려하지 않으면 안된다. 또 표16은 일반적인 전폐형전동기의 누설전류이기 때문에 수증 모터 등 특

수한 것은 제조업자에게 조회할 필요가 있다. 에어컨, 공작기 등 전동기를 사용하고 있는 기기는 대략 전동기의 용량으로 계산하여도 된다.

표16 전폐외선형전동기의 누설전류 예(220V)

운전 조건	용량 kW	전동기		누설전류계산				
		전부하전류 A 기동전류	일상명의 대역전용량 I _N (A)	일상명의 대역전용량 I _N (A)	C에 의한 누설전류 I _C (mA)	R에 의한 누설전류 I _R (mA)	기공의 이상 분류의 영향 I _M (mA)	누설전류 I _S =(I _C +I _R +I _M) (mA)
운전시	0.2	1.1	0.0004	10	0.06	0.04	-	0.07
기동시		7.7					0.09	0.09
운전시	0.4	1.9	0.0006	10	0.09	0.04	-	0.10
기동시		13.3					0.11	0.15
운전시	0.75	3.2	0.0008	10	0.11	0.04	-	0.12
기동시		22.4					0.16	0.25
운전시	1.5	6.0	0.0011	10	0.16	0.04	-	0.16
기동시		42.0					0.20	0.47
운전시	2.2	8.4	0.0014	10	0.20	0.04	-	0.20
기동시		58.8					0.29	0.67
운전시	3.7	14.0	0.0020	10	0.29	0.04	-	0.29
기동시		98.0					0.32	1.11
운전시	5.5	20.5	0.0022	10	0.32	0.04	-	0.32
기동시		143.5					0.42	1.41
운전시	7.5	27.5	0.0029	10	0.42	0.04	-	0.42
기동시		192.5					0.57	1.84
운전시	11	41.0	0.0040	10	0.57	0.04	-	0.57
기동시		287.0					0.63	2.08
운전시	15	52.0	0.0044	10	0.63	0.04	-	0.63
기동시		364.0					0.72	2.27
운전시	18.5	66.0	0.0050	10	0.72	0.04	-	0.72
기동시		462.0					0.79	2.62
운전시	22	76.5	0.0055	10	0.79	0.04	-	0.79
기동시		535.5					0.96	3.04
운전시	30	103	0.0067	10	0.96	0.04	-	0.96
기동시		721.0					1.11	4.09
운전시	37	127	0.0077	10	1.11	0.04	-	1.11
기동시		889.0					1.21	5.03
운전시	45	153	0.0084	10	1.21	0.04	-	1.21
기동시		1071					1.35	6.07
운전시	55	188	0.0094	10	1.35	0.04	-	1.35
기동시		1316					1.64	7.45
운전시	75	252	0.0114	10	1.64	0.04	-	1.64
기동시		1764					1.82	9.99
운전시	90	300	0.0127	10	1.82	0.04	-	1.82
기동시		2100					2.15	11.89
운전시	110	374	0.0150	10	2.15	0.04	-	2.15
기동시		2618					14.87	17.02

끝