건축전기설비기술사 문제 해설

김세동 | 두원공과대학 교수, 공학박사, 기술사
email : kimse@doowon.ac.kr

전력케이블에서 발생하는 연피손에 대하여 설명하시오.

☞ 본 문제를 이해하기 위해서는 스스로 문제를 만들고, 답을 써보시오. 그리고, 기억을 오래 가져갈 수 있는 아이디어를 기록한다.

항 목	Key Point 및 확인 사항
가장 중요한 Key Word는?	전력케이블에서 발생하는 연피손
관련 이론 및 실무 사항	1. 케이블에서 발생하는 손실에는 저항손, 유전체손, 연피손이 있는데, 개념을 알고 있나요? 2. 연피의 개념을 알고 있나요? 3. 연피손을 줄이는 방법을 알고 있나요?

해 설

1. 개 요

보통 가공 전선로의 전력 손실이라 하면 전선의 저항에 의한 저항손이 주된 것인데, 케이블 선로의 전력 손실에는 케이블 심선의 저항으로 인한 저항손 외에 유전체손과 연피손이 있다.

2. 연피손(鉛被損 : Sheath Loss)의 원인과 대책

1) 개념 : 시스 속을 환류하는 전류에 의하여 케이블에 생기는 손실을 말하며, 연피라든가 알루미늄피 등 도전성의 외피를 갖는 케이블의 경우에 발생하는 손실이다.

2) 발생 원인

연피 케이블에서는 심선에 흐르는 교류에 의한 자속으로 인해 연피에 전압을 유기하며, 단면에 흐르는 와전류에 의한 연피 와전류손과 케이블 길이의 방향으로 흐르는 연피 회로의 유전 전류에 의한 연피 회로손이 발생한다.

① Sheath 유기전압

특히, 단심 케이블에 교류를 흘리면 도체 회로로부터의 전자유도작용으로 금속Sheath의 길이 방향으로 전압이 유기되고, 또 와전류가 흐르게 되어 손실이 생긴다. 이 때 Sheath에 유기되는 전압을 Sheath 유기전압(V_S)라 한다.

$$V_S = jX_m I \ [\mathrm{V/km}]$$

여기서, I : 도체에 흐르는 전류

Xm : 도체와 Sheath 사이의 상호 리액턴스[Ω /km]

상호 리액턴스는 케이블의 배열에 따라 그 값이 다르게 된다.

일반적으로 연피손은 연피의 저항률이 작을수록, 전류의 크기나 주파수가 클수록, 또한 1회선을 형성하는 각 상의 단심 케이블의 이격거리가 클수록 큰 값을 나타낸다.

② Sheath 손

케이블 양단의 Sheath를 접지하였을 경우에 유기전압에 의해 순환전류가 흘러서 Sheath손이 발생하게 되는데, 이때 Sheath에 흐르는 전류를 , 손실을 라 할 때

$$I_S = \frac{X_m}{\sqrt{X_m^2 + R_S^2}} \times I \ [\mathrm{A}]$$

$$W_S = \frac{R_S X_m^2}{X_m^2 + R_S^2} \times I^2 \ [\mathrm{W/km}]$$

여기서, R_S는 Sheath의 저항이다.

Sheath 손은 전력손실을 초래하고, 임피던스를 증가시키는 요인이 되며, 열 손실 때문에 송전용량을 감소시키며 케이블 길이가 길게되면 케이블을 손상시키는 요인이 되고 있다.

3) 감소 대책

① 각 단심 케이블은 가능한 한 근접해서 시공하는 것이 좋다.

② 케이블을 적당히 연가하거나, 연피 등의 시스를 케이블 길이 전체에 걸쳐서 접속하지 않고 적당한 간격을 두고 시스를 전기적으로 절연해서 시스에 흐르는 전류를 가능한 적게 한다.

③ 연피 회로손은 단심 케이블에 있어서 연피 양단을 본드로 연결한 경우에 발생하므로 이를 방지하기 위해 절연 본드를 사용한다.

일반적으로 3심 케이블을 삼상 회로에 사용하는 경우는 도체 간격이 작아서 각 심선을 흐르는 기자력이 서로 상쇄하여 연피손은 무시할 수 있을 정도로 작다.

추가 검토 사항

☞ 공학을 잘 하는 사람은 수학적인 사고를 많이 하는 사람이란 것을 잊지 말아야 한다. 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. 저항손에 대해서 알고 있나요?

케이블에서의 전력손실의 주체를 이루는 것으로서 흐르는 전류를 I, 저항을 R이라고 할 때 I^2R로 표현하며, 저항은 다음 식과 같이 구한다.

$$R = \frac{1}{58} \times \frac{100}{C} \times \frac{\ell}{A} \ [\Omega]$$

여기서, C: 도전율[%]로서 일반적으로 동은 100, 알루미늄은 61이다.

ℓ : 길이[m] A : 단면적[㎟]

2. 유전체손에 대해서 알고 있나요?

유전체손은 절연물(유전체)을 전극간에 끼우고 교류전압을 인가하였을 때 발생하는 손실이다.

참 · 고 · 문 · 헌

1. 박상희, 전기용어사전, 겸지사, 1992
2. 윤철섭, 22.9kV-Y 배전계통에서의 22kV CV Cable, 전기안전

- 1980년 한양대학교 전기공학과 졸업, 1986년 동대학원 졸업
- 2000년 서울시립대학교 전기전자공학부 대학원 졸업(공학박사)
- 한국전력공사 건설처 근무, 한국건설기술연구원 수석연구원 역임
- 현재 두원공과대학 교수, 건축전기설비기술사
- 당 협회 편수위원, 내선규정전문위원회 위원