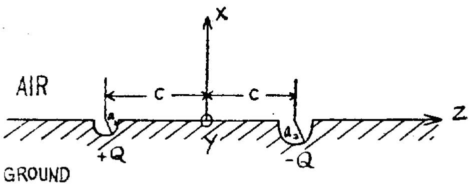
第一次 電氣主任技術者 資格試驗問題解答

報 告 10—1

李 晚 榮

一級 電氣理論

〔問題〕



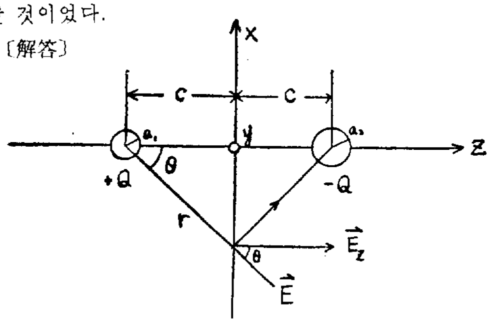
接地電極(Ground Electrodes)間의 地中抵抗(Earth Resistance)을 測定하기 爲하여 上圖와 같이 2c 單位 기리에 各各半徑이 a_1, a_2의 半球를 땅에 묻고 電極으로 使用하기로하자.

(ㄱ) 均一한 導電率 γ를 假定한다면 地表面에서 x-y 平面에 沿한 地下의 깊이 h를 通過하는 兩電極間의 全電流의 값을 求하라.

(ㄴ) 兩極間에 흐르는 全電流가 그 折半값에 達할때의 地下의 깊이 h의 값은 얼마인가?

〔序言〕 筆者가 第一次 電氣主任技術者考試委員으로 一級電氣理論을 出題했던 것인데 問題自體가 어려웠든지 一級受驗者中全員이 손을대지 못한 것에 對해서 大端遺憾으로 生覺하는 바다. 本問의 出題處를 밝히자면 美 Brooklyn 工大電氣工學科敎授 Weber 氏의 著書 "Electromagnetic Fields" Vol. I-Mapping of Fields (1954年版)의 第4章의 問題集中 第1問을 그대로 擇한 것이었다.

〔解答〕



(ㄱ) 地中에서의 電流分布狀態는 Electrostatic Field Lines와 同一함으로

$$\left|\vec{E}_z\right|=2E\cos\theta=2\left(\frac{Q}{4\pi\epsilon r^2}\right)\left(\frac{c}{r}\right)=\frac{Qc}{2\pi\epsilon r^3}$$

$$\text{即 } E_z=\frac{Qc}{2\pi\epsilon(x^2+y^2+c^2)^{3/2}}$$

Ohm의 法則을 引用한다면 電流密度는 다음의 式에서 求해질것이다.

$$\vec{J}=\gamma\vec{E}_z=\vec{a}_z\frac{Qc\gamma}{2\pi\epsilon(x^2+y^2+c^2)^{3/2}},$$

$\vec{a}_z$; z軸方向의 unit vector.

따라서 地表面으로부터 地下任意의 깊이 h사이를 한 電極에서 또한 電極으로 흐르는 電流의 量은 위에서 求한 電流密度의 分布를 x-y 平面에 關해서 定積分함으로서 求해질것이다.

$$\vec{I}=\vec{a}_z\int_0^h\int_{-\infty}^{\infty}\frac{Qc\gamma}{2\pi\epsilon(x^2+y^2+c^2)^{3/2}}\,dy\,dx$$

$$=\vec{a}_z\frac{Qc\gamma}{\pi\epsilon}\int_0^h\frac{dx}{x^2+c^2}$$

$$\vec{I}=\vec{a}_z\frac{Qc\gamma}{\pi\epsilon}\left[\frac{1}{c}\tan^{-1}\frac{x}{c}\right]_0^h=\vec{a}_z\frac{Q\gamma}{\pi\epsilon}\tan^{-1}\frac{h}{c}$$

따라서 兩極間의 全電流의 量은 $h\to\infty$함으로서 求해질것이다.

即

$$\vec{I}_t=\vec{a}_z\frac{Q\gamma}{\pi\epsilon}\tan^{-1}\frac{h}{c}\bigg|_{h\to\infty}=\vec{a}_z\frac{Q\gamma}{2\epsilon}$$

(ㄴ) 本問의 뜻은 다음式

$$\frac{1}{2}I_t=\frac{Q\gamma}{\pi\epsilon}\tan^{-1}\frac{h}{c}$$

를 滿足시키는 h의 값을 求하면된다.

即

$$\frac{Q\gamma}{4\epsilon}=\frac{Q\gamma}{\pi\epsilon}\tan^{-1}\frac{h}{c}$$

$$\tan^{-1}\frac{h}{c}=\frac{\pi}{4}$$

$$\frac{h}{c}=1$$

$$\therefore\ h=c$$

h의 값이 兩極間距離의 1/2에 達할때 全電流의 折半값을 가질것이다. 以上

(西紀1963年2月16日接受)

漢陽大學校工科大學敎授