

# 電力システム解析論

## 第5回 送電線路のキャパシタンス1 平成20年11月07日

2008/11/07

電力システム解析論

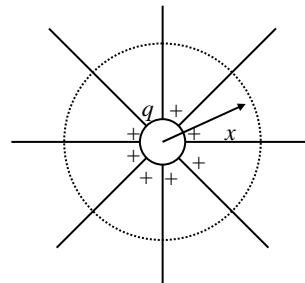
1

## 送電線路の静電容量 円柱導体の電界

- 一様媒体中の十分に長い真直ぐな円柱導体
  - 導体上に電荷が一様分布
  - 電束は放射状に伸びる
  - 円柱表面上の電位は同じ
  - 表面の電束密度同じ
- 中心から距離 $x$ の位置における電束密度(単位長あたり)

$$D = \frac{q}{2\pi x} \quad C/m^2$$

- $q$ : 導体上の電荷
- 電界強度
$$\varepsilon = \frac{q}{2\pi x k} \quad V/m$$



真空の誘電率 $k_0=8.85 \times 10^{-12} \text{F/m}$

2008/11/07 k: 誘電率

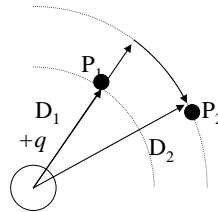
電力システム解析論

2

## 送電線路の静電容量 電荷による二点間の電位差

- 単位長当り電荷 $q$  C/mを持つ円柱導体
- 点 $P_1, P_2$ は各々導体の中心から $D_1, D_2$ 離れている
- $P_1, P_2$ 間の電位差

$$\begin{aligned} v_{12} &= \int_{D_1}^{D_2} \varepsilon dx = \int_{D_1}^{D_2} \frac{q}{2\pi x k} dx \\ &= \frac{q}{2\pi k} [\log_e x]_{D_1}^{D_2} \\ &= \frac{q}{2\pi k} \log_e \frac{D_2}{D_1} \quad V \end{aligned}$$



2008/11/07

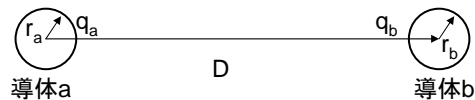
電力システム解析論

3

## 送電線路の静電容量 二線間の静電容量

- 二線間の静電容量の定義
  - 単位電位差あたりの導体上の電荷

$$C = \frac{q}{v} \quad F/m$$



- 二導体間の電位差

$$\begin{aligned} \text{– 導体a上の電荷} q_a \text{による電圧降下} \quad V_a &= \frac{q_a}{2\pi k} \log_e \frac{D}{r_a} \quad V \\ \text{– 導体b上の電荷} q_b \text{による電圧降下} \quad V_b &= \frac{q_b}{2\pi k} \log_e \frac{r_b}{D} \quad V \\ \text{– 重ね合わせ} \quad V_{ab} &= \frac{q_a}{2\pi k} \log_e \frac{D}{r_a} + \frac{q_b}{2\pi k} \log_e \frac{r_b}{D} \quad V \end{aligned}$$

2008/11/07

電力システム解析論

4

## 送電線路の静電容量 二線間の静電容量

- 二線が対になっている場合  $q_a = -q_b$

$$V_{ab} = \frac{q_a}{2\pi k} \log_e \frac{D}{r_a} - \frac{q_a}{2\pi k} \log_e \frac{r_b}{D} = \frac{q_a}{2\pi k} \log_e \frac{D^2}{r_a r_b} \quad V$$

- 線間の静電容量

$$C_{ab} = \frac{q_a}{V_{ab}} = \frac{q_a}{\frac{q_a}{2\pi k} \log_e \frac{D^2}{r_a r_b}} = \frac{2\pi k}{\log_e \frac{D^2}{r_a r_b}} \quad F/m$$

- 導体径が等しい場合  $r_a = r_b = r$

$$C_{ab} = \frac{2\pi k}{\log_e \frac{D^2}{r^2}} = \frac{2\pi k}{2 \log_e \frac{D}{r}} = \frac{\pi k}{\log_e \frac{D}{r}} \quad F/m$$

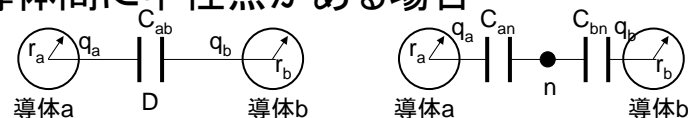
2008/11/07

電力システム解析論

5

## 送電線路の静電容量 二線間の静電容量

- 導体間に中性点がある場合



$$C_n = C_{an} = C_{bn} = 2C_{ab} = \frac{2\pi k}{\log_e \frac{D}{r}} \quad F/m$$

- 周波数  $f$  におけるリアクタンス (比誘電率  $k_r=1$ )

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{2.862}{f} \times 10^9 \log_e \frac{D}{r} \quad \Omega m$$

2008/11/07

電力システム解析論

6