

# TBC(Tie line Bias Control) (or Tie line load frequency Bias Control)

## 周波数偏倚連系線電力制御

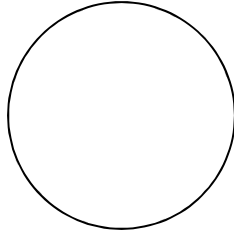
付録 連系系統における各種負荷周波数制御方式

連系された二つの電力系統において、負荷又は発電力の変化が起きたときに、変化を生じた系統自身で、発電力または負荷を調整し相手方他系統にその影響を波及させないように制御する連系系統周波数電力制御方式の一つである。

# 連系がない分離状態のとき

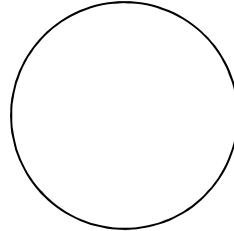
## A, B系統それぞれ定常状態

A系統



負荷  $L_A$   
 発電力  $G_A$   
 差引き電力  $P_A = G_A - L_A$

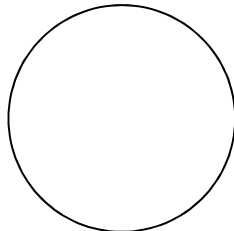
B系統



負荷  $L_B$   
 発電力  $G_B$   
 差引き電力  $P_B = G_B - L_B$

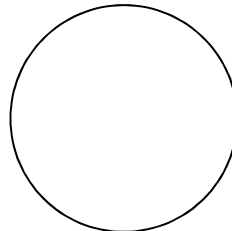
## A, B系統電力変化 $\Delta P_A, \Delta P_B$

A系統



$P_A + \Delta P_A$

B系統



$P_B + \Delta P_B$

A系統

周波数 =  $F_A$ , 発電力 =  $G_A$ , 負荷 =  $L_A$

差引き系統余剰電力 =  $P_A = G_A - L_A$

定常時には  $G_A = L_A \rightarrow P_A = 0$

B系統

周波数 =  $F_B$ , 発電力 =  $G_B$ , 負荷 =  $L_B$

差引き系統余剰電力 =  $P_B = G_B - L_B$

定常時には  $G_B = L_B \rightarrow P_B = 0$

周波数変化  $\Delta F_A, \Delta F_B$  ( $G$  増加、 $L$  減少で  $F$  増加)

$$\Delta P_A = \Delta G_A - \Delta L_A = K_{AG} \Delta F_A + K_{AL} \Delta F_A$$

$$= (K_{AG} + K_{AL}) \Delta F_A \equiv K_A \Delta F_A$$

$$\Delta P_B = \Delta G_B - \Delta L_B = K_{BG} \Delta F_B + K_{BL} \Delta F_B$$

$$= (K_{BG} + K_{BL}) \Delta F_B \equiv K_B \Delta F_B$$

$$\Delta P_A = K_A \Delta F_A, \quad \Delta P_B = K_B \Delta F_B$$

$K_A, K_B$  を A, B 系統の「系統周波数特性定数」という。

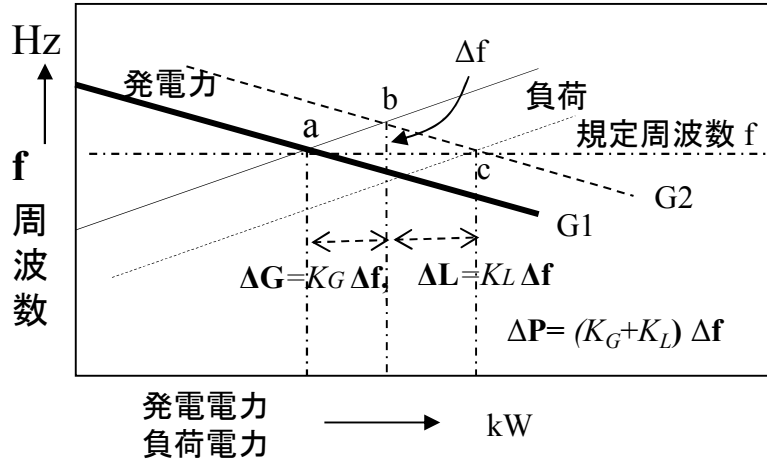
$K_{iG}$  は速度調停率、 $K_{iL}$  は負荷特性 (負荷の自己制御性という) によるが、これは、一定ではなく系統規模等によって変化する。

$K_A, K_B$  は、ほぼ、系統容量比で

1.2~1.5(%MW / 0.1Hz) 程度とされている。

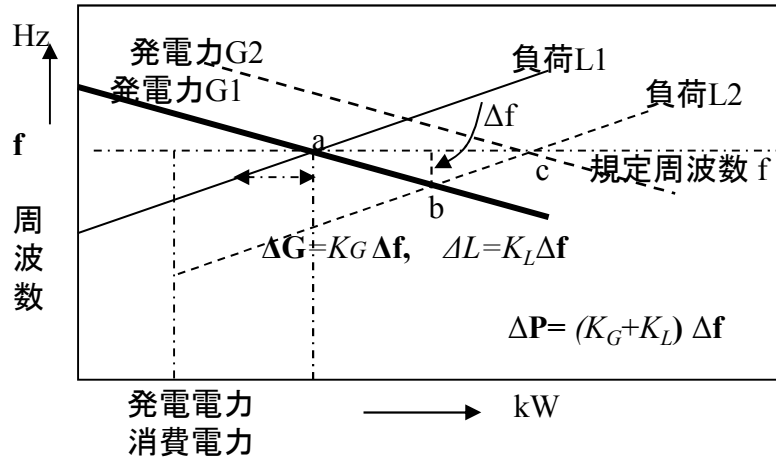
(次ページ参照)

# 連系のない独立系統での需給調整



発電力が増加すると周波数が上がり負荷は増加する。すなわち、発電力がG1からG2に増加すると需給バランス点はaからbに移行する。このとき周波数はfから $\Delta f$ だけ上昇し $f + \Delta f$ になる。

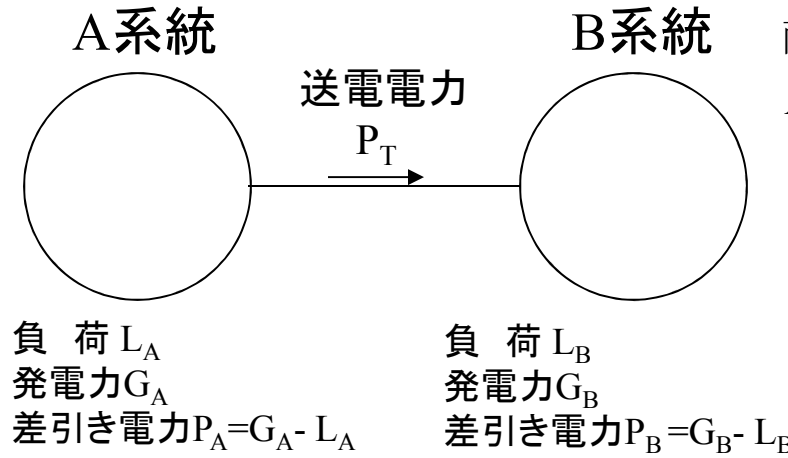
発電力が増加した状態で周波数を規定値に戻すには、負荷を増加し需給バランス点をbからcに移行させる。そのための負荷増加量は、a~c間のkW差に相当する、 $\Delta P = \Delta G + \Delta L = (K_G + K_L) \Delta f = K_A \Delta f$ である。



負荷が増加すると周波数が下がり発電力は増加する。すなわち、負荷がL1からL2に増加すると需給バランス点はaからbに移行する。このとき周波数はfから $\Delta f$ だけ下降し $f - \Delta f$ になる。

負荷が増加した状態で周波数を規定値に戻すには、発電力を増加し需給バランス点をbからcに移行させる。そのための発電力増加量は、a~cでその値は、 $\Delta P = \Delta G + \Delta L = (K_G + K_L) \Delta f = K_A \Delta f$ である。

連系系統定常状態



両系統の周波数 =  $F$  (連系されているため同じ)  
 $A$ 系統から  $B$ 系統への送電電力 =  $P_T$

両系統の周波数変化 =  $\Delta F_A = \Delta F_B \equiv \Delta F$   
 連系線電力変化  $\Delta P_T$

$$\Delta P_A - \Delta P_T = K_A \Delta F \rightarrow \Delta P_A = K_A \Delta F + \Delta P_T$$

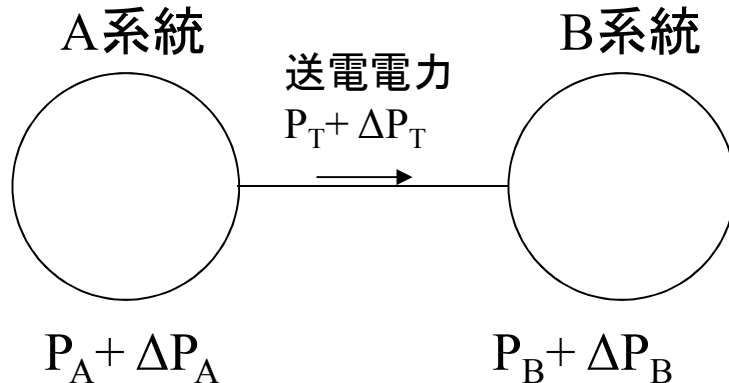
$$\Delta P_B + \Delta P_T = K_B \Delta F \rightarrow \Delta P_B = K_B \Delta F - \Delta P_T$$

$$AR_A = K'_A \Delta F + \Delta P_T, AR_B = K'_B \Delta F + (-\Delta P_T)$$

$K'_A, K'_B$ は $K_A, K_B$ から推定して決め「バイアス値」という。  
 $AR_A, AR_B$ を「地域要求量」という。

$\Delta F$ と $\Delta P_T$ を観測し地域要求量を求めると、  
 自系統の電力変化量が分るので、その分だけ発電力を調整することにより、周波数変化を起こした原因系統側で原因過不足を調整し、他系統に影響させないように調整できる。

A, B系統電力変化 $\Delta P_A, \Delta P_B$



# 例題、発送配変電22年度I-2-3

## 問題要旨

(1)TBCの概要、特徴

(2)AB系統が連系時、系統Bの電源が $\Delta G$ 脱落したときの系統周波数低下量(低下を正)、連系線電力変化量 $\Delta P_T$ を求めよ。ただし系統定数は $K_A, K_B$

(3)バイアス値が系統定数に等しい場合A,Bの地域要求量 $AR_A, AR_B$ を求めよ。

(4)それぞれのバイアス値が系統定数よりともに大きい場合、ともに小さい場合の負荷周波数制御の応動を説明し、実運用ではどのようにバイアス値を整定したらよいか説明せよ。

(1) 略

$$(2) \Delta P_B = -\Delta G, \Delta P_A = 0$$

周波数低下を正とすると,

$$0 = K_A(-\Delta F) + \Delta P_T, -\Delta G = K_B(-\Delta F) - \Delta P_T$$

$$\Delta P_T = K_A \Delta F \rightarrow \Delta G = K_B \Delta F + K_A \Delta F = (K_B + K_A) \Delta F$$

$$\text{周波数低下量は、} \Delta F = \frac{\Delta G}{K_A + K_B}$$

$$\text{連系線電力変化は、} \Delta P_T = K_A \Delta F \rightarrow \frac{K_A \Delta G}{K_A + K_B}$$

(3)地域要求量

$$AR_A = K_A(-\Delta F) + \Delta P_T = \frac{-K_A \Delta G}{K_A + K_B} + \frac{K_A \Delta G}{K_A + K_B} = 0$$

$$AR_B = K_B(-\Delta F) - \Delta P_T = \frac{-K_B \Delta G}{K_A + K_B} - \frac{K_A \Delta G}{K_A + K_B} = -\Delta G$$

(4)(右欄に略解)

①バイアス値がともに大きい場合、 $K'_A > K_A, K'_B > K_B$

$$AR'_A = K'_A(-\Delta F) + \Delta P_T < AR_A = 0 \rightarrow AR'_A < AR_A$$

$$AR'_B = K'_B(-\Delta F) - \Delta P_T < AR_B = -\Delta G \rightarrow AR'_B < AR_B$$

となり、双方の修正発電量が過大で周波数上昇が起る。

②バイアス値がともに小さい場合、 $K'_A < K_A, K'_B < K_B$

$$AR'_A = K'_A(-\Delta F) + \Delta P_T > AR_A = 0 \rightarrow AR'_A > AR_A$$

$$AR'_B = K'_B(-\Delta F) - \Delta P_T > AR_B = -\Delta G \rightarrow AR'_B > AR_B$$

となり、双方の修正発電量が不足で周波数低下が残る。

実運用での対策

時々刻々の系統定数が正しく推定できように努める。

系統規模に対する比率では(%系統定数)はほぼ一定であることが知られているのでこれをチェック用にするなどして、時々刻々の発電機の運転状況や負荷実態等から極力実態に近い系統定数を推定・把握するリアルタイムのシステムを構築することが考えられる。

# 連系系統における各種負荷周波数制御方式

## (1)FFC(定周波数制御)

系統の周波数のみに着目して発電力を制御する方式。

連系系統の場合連系線潮流の変化が大きくなる。したがって、単独系統または、極端に系統容量の大きい系統と小さな系統の連系の大きな系統に適用される。

## (2)FTC(定連系線電力制御)

連系線潮流一定制御

## (3)TBC(前出)

## (4)SFC(選択周波数制御)

TBC方式以前に用いられた方式で、周波数変化、連系線電力変化の±のみを検出してその組合せで、その4つの組合せによりいずれの系統で制御すべきかを判定する。

### 我が国の現状

