

# 電力系統의 供給信賴度算定에 관한 研究

宋吉永 鄭義必

高麗大學校 工大 電氣工學科

## 第1章 序論

一般적으로 供給信賴度を 나타내는 것은 需要電力에 대한 停電電力의 比 라면가 發生電力에 대한 供給支障電力의 比를 實験적으로 算定하는 方法 등이 있으나 大規模, 복잡한 電力系統에서는 이들의 量을 精確하게 算定한다는 것은 쉬운 일이 아니고 또 算定되었다고 하더라도 그것을 判定하는 技術問題로 되고 있다. 따라서 이에 대신하는 간편한 方法으로서 一般적으로 算定되고 있는 것은 供給을 妨礙할 몇개의 系統을 생각한 이들에 대해서 電源이라든가 輸送設備의 事故가 發生한 경우를 想定해서 潮流計算을 실시해 보고 그 결과로 부터 광범위의 供給支障이 發生하게 되는지 어떤지를 判斷하는 方法이다.

潮流計算은 最大流量問題의 가장 대표적인 経路 Flow에 의한 해법을 적용하였으며, 경제 발전 이론에 의한 발전 출력을 source에 넣었다.

本 研究는 電子計算機를 사용하여 주어진 계통 구성과 부하 수요 조건 下에서 각 부하가 받는 電壓과 公稱電壓(Neck)가 될 爲의 容量 효과를 算定하므로서 계통 구성 발생 電壓 강 발생 회수 및 그 電壓 강도의 大小로써 供給信賴性을 表現한다.

信賴度 計算의 概略 flow chart를 그림 1에 보인다.

## 第2章 경제 발전 理論

電力系統의 經濟運用의 목적은 水火力 發電所의 組合 및 負荷配分을 精確히 算定해서 火力 發電所의 燃料비를 최소로 하는 데 있다.

각 발전기 出力 및 발전비용은  $P_i, F_i (i=1 \sim n)$  라고 하고 送電損失을  $P_L$  이라고 한다면 수요 및 총 전력은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

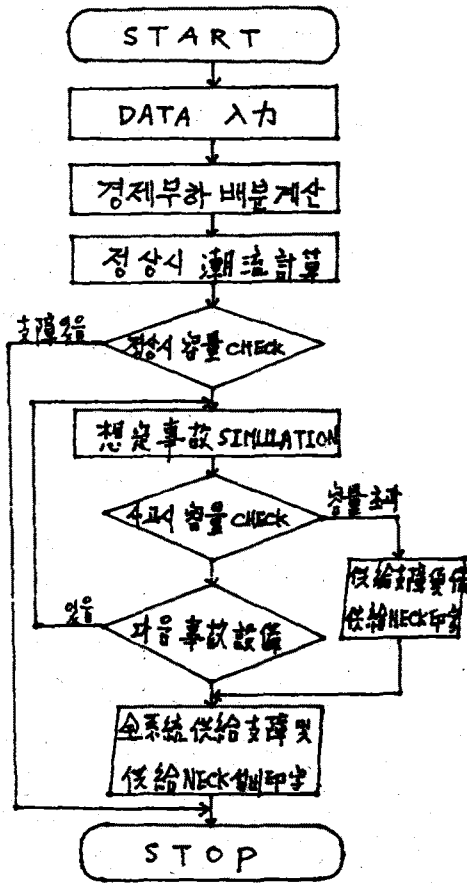


그림1 供給信頼度 計算 FLOW CHART

대해 정리하면 다음과 같다.

$$P_i (2 F_{ai} + 2 \lambda B_{ii}) = -\lambda (2 \sum_{m \neq i} B_{im} P_m) - F_{bi} + \lambda \dots \dots \dots (9)$$

따라서  $i$  번째 출력  $P_i$  는

$$P_i = \frac{1 - \frac{F_{bi}}{\lambda} - 2 \sum_{m \neq i} B_{im} P_m}{\frac{2 F_{ai}}{\lambda} + 2 B_{ii}} \quad \text{이 된다.}$$

$$P_1 + P_2 + \dots + P_m - P_L = P_R \dots \dots (1)$$

$$F_1 + F_2 + \dots + F_m = F \dots \dots (2)$$

여기에서  $P_L$  은 각 출력으로 부터 부하에 이르기까지 전송 손실로서 다음과 같은 손실 방정식으로 주어진다.

$$P_L = \sum_{m=1}^m P_m B_{m-L} P_m \dots \dots (3)$$

Lagrange의 未定係數  $\lambda$  를 사용하여 다음과 같은 함수를 구성할 수 있다.

$$\Phi = F_1 + F_2 + \dots + F_m - \lambda (P_1 + P_2 + \dots + P_m - P_L) \dots (4)$$

식(4)에서

$$\frac{d\Phi}{dP_i} + \lambda \frac{\partial P_L}{\partial P_i} = 0 \dots \dots (5)$$

이와 같은 관계를 얻게 된다.

이와 같은 관계를 반복하여 풀리는 출력 배분이 아래의最適경제 출력에 의하여 된다.

$$F_i = F_{ai} P_i^2 + F_{bi} P_i + F_{ci} \dots \dots (6)$$

로 나타내면

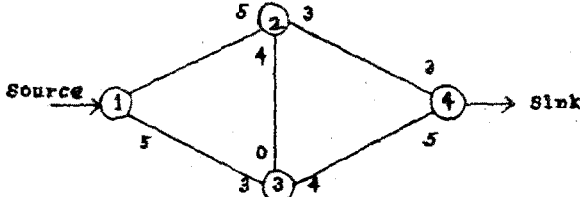
$$\frac{dF_i}{dP_i} = 2 F_{ai} P_i + F_{bi} \dots \dots (7)$$

$$\frac{\partial P_L}{\partial P_i} = 2 \sum_{m \neq i} B_{im} P_m \dots \dots (8)$$

식(7), (8)을 식(5)에代入하여  $P_i$  에

### 第3章 最大 Flow 問題

### 最大流量問題(Maximum flow problem)

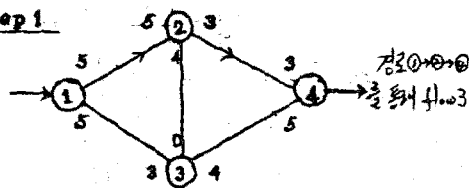


관그림고 게 보인카와 같이 용량부 네트워크 (Capacited network)에 있어서 노드(Node) 1로 부터 노드 4에 보낼수 있는 最大의 流量과 그것을 흘려보내는 方法을 찾아보는 問題이다.

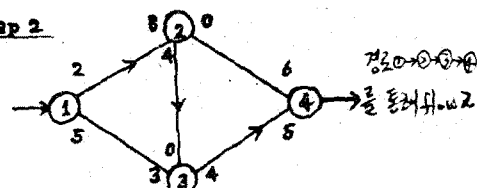
### 그림2 最大 流量 問題

이를 最大 Flow 問題의 가장 대표적인 解法으로서 経路 Flow에 의한 解法을 들수 있다. 이 방법은 Source로부터 Sink에의 용량에 여유가 있는 経路를 임의로 선점하고, 그 経路에 더 흘려줄수 있는 最大 Flow를 취해 나간다는 방법으로서 그림3에 解析 順序를 보인다.

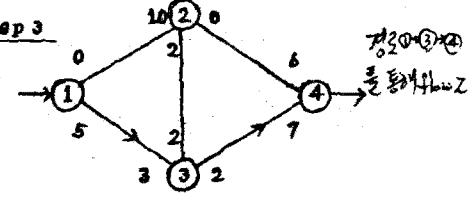
step 1



Step 2



step 3



step 4

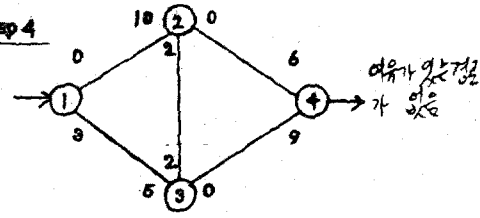


그림3 経路 flow에 의한 解法의 順序

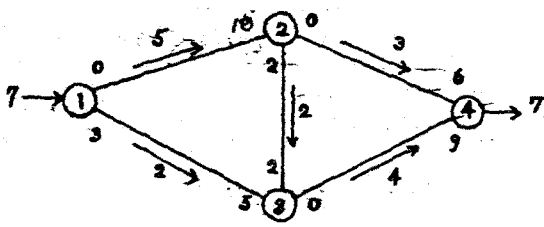


그림4 経路 flow法에 의한 最大 flow

이 順序는 Source로부터 Sink에의 관여용량이 있는 経路를 더 찾을수 있게 되었을때 終了하게 되어 있다. 그림4는 각 step에서 흘려준 経路의 flow를 공정한것으로서 이 용량 Network의 最大 flow는  $3+2+2=7$ 이다.

지금까지 설명한 最大 flow 問題의 應用例로서 그림 5와 같은 電力系統을 생각 해보라.

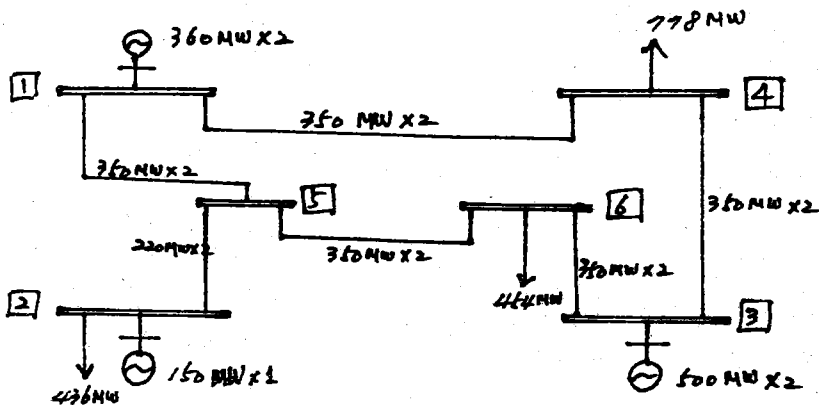


그림 5 電力 시스템 (모델系統)

電力系統에서 發電 plant가 source, 負荷가 sink 이며 시스템은 여러 多端 source, 多端 sink 形의 容量付 network의 形式으로 표현할 수 있다. 前述한 系統에 대해서 最大 flow의 상태를 생각한 것이 그림 6이다.

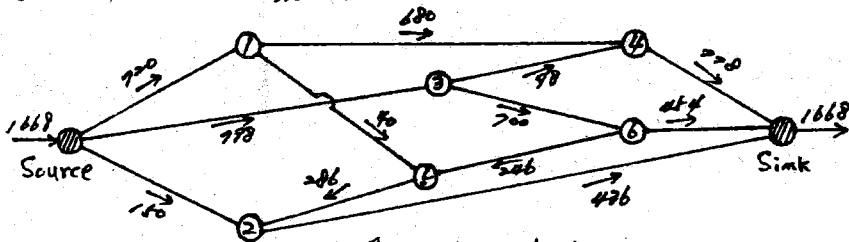


그림 6 最大 flow 상태

#### 第 4 章 供給 信賴度 算定

이상의 내용을 기초로 해서 다음에 리아트와 같이 負荷 및 供給設備의 供給支障電力, 供給支障發生回數를 算定하게 된다.

##### 1. 計算式 交與

i: 断面의 種別

j: 設備의 種別

$f_{ij}$ :  $i$  断面,  $j$  設備의 사고변수  
 $L_{ij}$ : " " " " "에 대해 발생하는 공백전력 (MW)  
 $d_{ij}$ : " " " " "공백전력의 계속시간  
 $C_{ij}$ : " " " " "공백전량 수요수  
 $P_i$ :  $i$ 에 대한 총수요 (MW)  
 $C_i$ : " " " 총수요수  
 $T_i$ : " "의 계속시간

### 2. 計算式

- a. 事故率 ( $g_{ij}$ ) =  $\frac{f_{ij} \times d_{ij}}{T_i}$   
 b. 供給支障電力量 기대치 ( $E_i$ ) =  $\sum_j L_{ij} \times g_{ij}$   
 c. 供給支障率 기대치 ( $D_i$ ) =  $\frac{E_i \times T_i}{P_i}$   
 d. 停電頻度  
      $i$  断面 1 수요당 정전인도 ( $F_i$ ) =  $\sum_j (f_{ij} \times \frac{L_{ij}}{P_i})$   
     년간 정전인도 ( $F$ ) =  $\sum_i F_i$   
     또  $\frac{P_i}{C_i} = \frac{L_{ij}}{C_{ij}}$   
 e. 供給支障電力量 기대치 ( $W_i$ ) =  $T_i \times E_i$   
 f. 不足電力量 발생 확률 ( $S$ ) =  $\frac{\sum_i W_i}{\sum_i P_i \times T_i}$

### 參考文獻

1. 高橋, 福留外: "電力系統의 設備計劃을 위한 系統 계획 프로그램의 개발"  
日本電力中央研究所 研究報告 710R, 1972
2. 電力系統整備研究會: "電力輸送部門에 있어서의 統合電力系統의  
供給信頼度"  
日本電氣事業連合會 工務部編 1968
3. 高橋一弘著: "電力시스템工學"  
코리나社 1976
4. 關根泰次著: "電力系統工學"  
電氣書院 1976
5. 宋吉永: "電力系統의 供給信頼度算定에 관한 研究", 韓電研究報告 1976