765[kV] 변전소 시뮬레이터를 위한 조류계산 프로그램에 관한 연구

論 文
52A-4-2

A Study on the Load Flow Program for 765[kV] Substation Simulator

呂 相 敏* · 金 喆 煥** · 李 鍾 抱***
(Sang-Min Yeo · Chul-Hwan Kim · Jong-Po Lee)

Abstract - Power system is analyzed by three methods of load flow, fault calculation, and voltage stability. Among there, load flow is calculated to flow of power in power system at steady state. But, load flow is difficult to analyze to flow of power in substation, because power flow frequently alter by various equipments such as circuit breaker, disconnect switch and shunt reactor. Particular, in 765[kV] system, because of form of 1.5CB for stable operation, structure of substation has been very complex. In this paper, we describe technique for application of load flow algorithm in simulator for 765[kV] substation. For this technique, we built each database for various equipments and considered form of 1.5CB. Data as form of bus and line, for application of load flow, are acquired from built database, and then calculate load flow in substation. And, results of load flow are outputted in screen of operator console program.

Key Words : Load flow, Simulator, Substation, Program

1. 서 론

전력계통은 주로 조류 계산, 고장 계산, 안정도 계산의 세 가지 관점에서 해석된다. 이중 조류 계산은 계통에서의 전력의 흐름을 해석하는 것으로, 송전선로의 과부하 예측, 정전이나 설비 증설 등과 같은 계통 변화에 따른 전력 흐름의 변화 등을 계산을 통하여 예측할 수 있게 된다.

일반적으로 조류 계산은 전체 계통에 대해 또는 축약하거나 생략된 계통에 대해 수행된다. 특히 변전소나 발전소의 경우, 세부적인 조류 계산은 수행하지 않고, 변압기가 있는 선로나 발전기 모선 등으로 간략화하여 해석이 이루어지게 된다. 조류 계산은 계통이 정상 상태임을 가정하고 수행되기 때문에, 변전소 내에서의 수많은 차단기와 단로기 등의 상태로 인한 선로-모선간 연결 관계의 변화나 변압기의 사용 유무, 분로 리액터의 사용 유무 등에 따른 변전소 내부의 연속적인 변화를 계산하기에는 일반적인 조류 계산 알고리즘은 부적절하다. 따라서, 변전소 내부의 계통에 대하여 조류 계산을 수행할 경우, 변전소 내의 각종 설비들의 상태를 특정한 정상 상태로 고정시켜놓은 후의 계통 상태에 대하여 계산할 수 밖에 없게 된다.

본 논문에서는 각 설비들의 상태, 즉 모선(bus), 선로(line), 변압기(transformer, TR), 분로 리액터(shunt reactor, Sh.R), 차단기(circuit breaker, CB), 단로기(disconnect switch, DS) 등의 상태들과 각 설비간의 연결 관계를 사용하여 일반적인 조류 계산 알고리즘을 변전소 시뮬레이터에 적용하는 방법을 제안하고자 한다.

* 正 會 員 : 成均館大 電氣電子 및 컴퓨터工學部 博士課程
** 正 會 員 : 成均館大 電氣電子 및 컴퓨터工學部 敎授 · 工博
*** 準 會 員 : LG전자디지털영상제품연구소 · 工碩
接受日字 : 2002年 4月 29日
最終完了 : 2003年 2月 6日

2. 일반적인 조류 계산

조류 계산은 발전기에서 발전된 유효전력, 무효전력 등이 어떠한 상태로 전력계통 내를 흘러나갈 것인가, 또 이 때 전력계통 내의 각 지점에 전압이나 전류는 어떤 분포를 하게 될 것인가를 조사하기 위해 계산하는 것이다. 일반적으로 전력 에너지의 흐름을 나타내는 요소는 전압, 전력으로, 주어진 계통 조건(송전선, 변압기, 발전기 등 계통을 구성하는 설비의 전기적 특성, 운용 상태 및 각 설비 상호간의 접속 상태)으로부터, 비선형의 연립방정식 형태의 전력방정식으로 표현할 수 있는데, 전력방정식을 풀어서 계통의 전압, 전력의 분포를 구하는 것이다.

전력방정식은 평형 3상 정상상태인 전력계통의 각 모선에서 전압의 크기와 위상각을 계산하는 것으로, 송전선, 변압기, 설비 등의 장치에서의 유효전력과 무효전력 계산이 가능하다.

조류계산에서는 각 모선을 발전기모선, 중간모선, 부하모선, Swing 모선의 네 가지로 분류하며, 각 모선의 종류에 따라 4가지 변수가 관련되어져 있다.

- 전압 크기 $|V_i|$, 전압의 위상각 δ_i
- 유효전력 P_i, 무효전력 Q_i

위 네 가지 변수 중 모선의 종류에 따라 두 개의 변수는 입력으로, 나머지 변수는 조류계산 프로그램에 의한 출력으로 주어진다. 다음 그림 1은 간단한 단선결선도를 보이고 있으며, 각 모선의 종류와 입력변수를 보이고 있다.

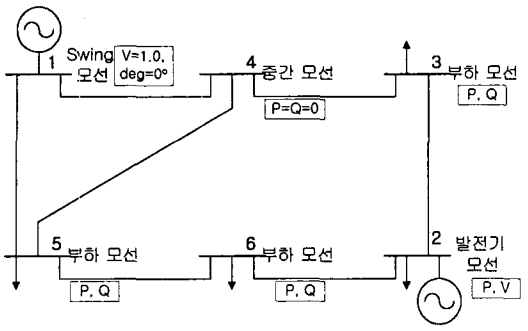

그림 1 간단한 단선결선도

Fig. 1 Simple diagram of power system

그림 1에서 나타난 것과 같이 모선 4처럼 부하가 없는 중간 모선도 $P=Q=0$이라 지정함으로써 부하모선과 같이 취급한다. 각 모선에서의 출력값을 계산하는데는 수치해석 방법을 사용하며, 주로 사용되는 것은 다음과 같다.

① Gauss-Seidel method
② Newton-Raphson method
③ Fast decoupled method

본 논문에서는 이중 우수한 수렴특성과 정확도를 보이고 있는 Newton-Raphson method를 사용하였다[1, 2].

3. 변전소 시뮬레이터와 조류계산

3.1 변전소 시뮬레이터

실제 변전소에서는 GIS 내의 차단기, 단로기 등을 조작할 때, 현장에서 설비를 직접 제어하는 것이 아니라, 감시제어반을 통하여 원격 제어를 수행한다. 변전소 시뮬레이터는 실전 경험이 부족한 운전원을 대상으로 감시제어반의 사용법은 물론 고장이 발생하였을 경우, 대처할 수 있는 능력을 배양하기 위해 개발되었으며, 다음 그림 2과 같은 구성으로 이루어져있다. 워크스테이션에 탑재된 SimWS, ClientLink 프로그램은 변전소를 모델링하여 변전소 내의 설비들의 상태나 유/무효 전력, 전압 등을 OPC(operating console)에서 사용할 수 있도록 출력해주는 것은 물론 교육/훈련을 수행하기 위한 기능들을 보유하고 있다. 또한 훈련용 컴퓨터는 훈련원에게 교육/훈련을 위한 GUI를 제공하는 GUIDE 프로그램, OPC 프로그램, 워크스테이션과의 통신을 위한 ServerLink 프로그램이 탑재되어있다[3].

그림 2에서 나타낸 바와 같이 조류 계산 프로그램은 ClientLink 프로그램에 탑재된다. 사용자가 OPC 프로그램을 이용해서 차단기, 단로기 등을 조작을 할 경우, 그 정보는 ServerLink 프로그램을 통해 ClientLink 프로그램으로 전송된다. ClientLink 프로그램은 이 정보를 받아서 워크스테이션의 주 프로그램인 SimWS으로 다시 정보를 전달하고, 또한 ClientLink 프로그램에 탑재되어있는 조류계산 프로그램을 사용하여 변전소 내의 조류를 계산한다. 이렇게 계산된 조류계산 결과는 ClientLink 프로그램을 통해 다시 ServerLink 프로그램으로 전송되고, ServerLink 프로그램은 전송받은 데이터를 OPC로 보내어 화면상에 출력하도록 한다.

위와 같은 일련의 동작을 통해 사용자는 자신이 설비를 조작한 것에 따른 조류의 변화를 확인할 수 있게 된다.

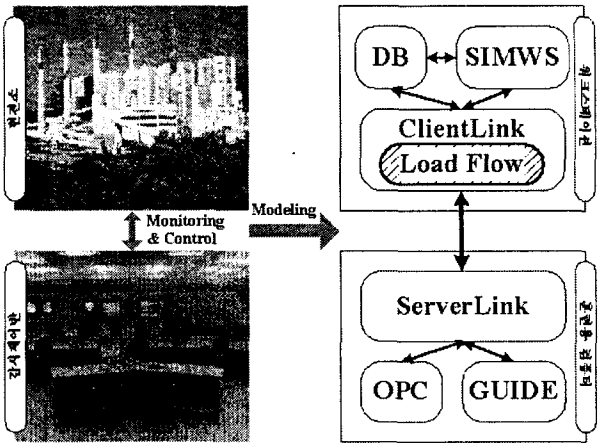

그림 2 765[kV] 변전소 시뮬레이터

Fig. 2 Simulator for 765[kV] substation

3.2 구성 요소별 데이터

(1) 일반적인 조류 계산을 위한 데이터

일반적인 조류 계산에서 사용되는 데이터는 다음 표 1와 같다.

표 1 일반적인 조류 계산에서의 입력데이터

Table 1 Input data for general algorithm

BUS	TYPE	LINE	시작모선번호	기타	허용오차
	전압크기		끝모선번호		최대반복횟수
	전압위상		저항성분		
	유효전력 (부하)		리액턴스성분		
	무효전력 (부하)		변압비		
	유효전력 (발전기)				Base MVA
	무효전력 (발전기)				
	최대 무효전력		선로충전용량		
	최소 무효전력				

(2) 변전소 시뮬레이터를 위한 데이터

본 논문에서는 변전소 내의 다양한 설비, 즉 bus, line 이외에도 TR, Sh.R, CB, DS 등의 설비들에 대한 데이터도 취득하도록 하였다.

765[kV] 변전소의 경우, 기존 154[kV] 변전소보다 안정적인 운영을 위해 다음 그림 3과 같은 1.5CB 방식을 취하고 있으며, 변전소 내 계통의 변화 사항을 고려하기 위해서는 각 차단기의 상태도 고려되어야 한다. 다음 그림 3은 1.5CB 방식을 나타낸 것이다.

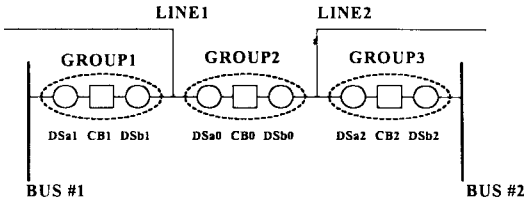

그림 3 1.5 CB 방식
Fig. 3 1.5 CB form

그림 3에서 각 GROUP의 ON/OFF 상태는 GROUP 내에 존재하는 CB와 DS들의 상태에 따라 달라지며, 세 개의 GROUP 상태가 모두 ON인 경우에만 GROUP의 상태도 ON이 된다. 그 외의 경우에는 GROUP의 상태는 OFF가 된다. 또한, 그림 3에서 LINE1와 모선과의 연결관계를 살펴보면, GROUP1이 OFF 상태, GROUP2, GROUP3은 모두 ON 상태인 경우, LINE1은 BUS #1이 아닌 BUS #2와 연결되어 있는 것을 알 수 있다. 이러한 1.5CB 방식에 따른 각 GROUP들의 상태 변화는 line만이 아니라 TR, Sh.R에도 영향을 주게 되며, 따라서 각 요소에 대한 데이터에 각 CB, DS들의 정보가 반영되어야 한다. 다음 그림 4는 이러한 조건들을 고려한 변전소 내 단선결선도의 예이다.

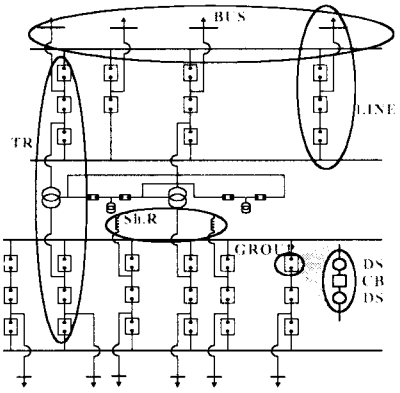

그림 4 단선결선도의 예
Fig. 4 Example of single line diagram

(a) Bus

모선의 데이터는 기본적으로 일반적인 조류 계산에 사용되는 데이터와 동일한 구조를 사용하고 있으며, 추가된 부분은 Status 항목이다. 변전소 내에서는 전력 공급의 신뢰성 향상을 위해 두 개의 모선 사용하여 전력을 공급하고 있으며, 필요에 따라 두 개의 모선을 모두 사용하기도 하며, 둘 중 하나의 모선만을 사용하여 전력을 공급하기도 한다. 이와 같은 모선의 상태를 고려하기 위해 모선 데이터에 상태를 표시할 수 있는 항목도 추가되었다.

(b) Line

선로 데이터의 경우, 선로의 상태는 Status 항목은 물론 선로용 DS에 의해 영향을 받으므로 선로용 DS도 추가하였다. GROUP1~GROUP3은 1.5CB 방식을 고려하기 위한 부분이며, 선로의 경우 그림 3에서와 같이 BUS #1 또는 BUS #2에 연결되도록 되어있으므로, 각각의 경우를 위한 모선 번호를 입력한다.

(c) TR

일반적인 조류 계산에서의 변압기 데이터는 선로 데이터에 포함되어 입력된다. 그러나 본 논문에서는 변전소 내 각 요소들에 대한 데이터를 모두 분리하여 개별적인 데이터 구조를 개발하였다. 따라서, 선로와 유사하게 시작모선과 끝모선에 대한 데이터를 입력하는 항목이 존재하며, 변압기의 경우 항상 765[kV] 측에서 시작하여 345[kV] 측으로 끝나는 것으로 가정하였다. 또한 1.5CB 방식을 고려하여 관련되는 GROUP 6개의 데이터를 입력하도록 하였다.

(d) Sh.R

Sh.R은 345[kV] 측에만 설치되어 있으며, 무효전력 보상을 위해 유동적으로 사용되는 설비이다. Sh.R은 무효전력을 공급하는 하나의 모선으로 처리되며, 분로 리액터가 사용될 경우 하나의 모선과 분로 리액터와 타 모선과의 연결을 위한 하나의 선로의 데이터가 추가되도록 한다. 따라서 1.5CB 방식을 위하여 세 대의 GROUP 정보가 입력된다.

(e) CB

차단기에서 가장 중요한 데이터는 상태의 정보로서, 차단기의 상태에 따라서 계통의 구성은 변하게 된다. 일반적인 조류 계산에서 차단기 데이터는 포함되지 않는다. 그 이유는 일반적인 조류계산에서는 하나의 계통 상태, 즉 정상 상태의 계통을 고려하여 수행하는 것이므로, CB의 상태를 고려할 필요가 없게 되기 때문이다. 그러나 본 논문에서와 같은 시뮬레이터의 경우, 차단기들의 상태 변화에 따른 계통 구성의 변화에 자동으로 응동하여 조류 계산이 이루어져야 하므로 차단기의 상태 변화를 구조화하는 것이 필요하다.

(f) DS

차단기 데이터와 마찬가지로 단로기 데이터는 1.5CB 방식을 구성하는 데 중요한 역할을 한다. 주로 입력되는 단로기들은 차단기 좌우에 설치된 것으로서, 차단기 데이터와 함께 계통의 구성을 알아내는데 중요한 데이터이다. 또한 line이나 TR, Sh.R 등에 설치된 단로기들은 각 해당 요소들의 상태에도 영향을 미치게 되므로 단로기의 데이터는 본 논문에서 제시하는 조류계산 적용 기법에서 매우 중요하다.

(g) Group

앞에서 보인 그림 3에서와 같이 1.5CB 방식에서는 한 대의 차단기와 두 대의 단로기가 하나의 그룹을 이루어 구성된다. 만약 선로나 TR, Sh.R 등의 데이터 구조를 구현하는데 차단기와 단로기들의 상태를 직접 사용한다면, 데이터 구성은 매우 복잡해지게 된다. 따라서, 본 논문에서는 한 대의 차단기와 두 대의 단로기를 하나의 그룹으로 구조화하였다. 이 그룹의 상태는 다음과 같은 논리식에 의해 정해진다.

$$GROUP = CB \ \mathbf{AND}\ DS1 \ \mathbf{AND}\ DS2$$

(h) Bus-Tie CB

Bus-Tie CB는 765[kV] 변전소 내에서 주로 345[kV] 측

주모선에 설치되어 있으며, 계통의 상황에 따라 주모선을 두 부분으로 분리하여 운전하도록 하거나 하나로 합하여 운전할 수 있도록 한다. 따라서, Bus-Tie CB 또한 계통의 구성을 알아내기 위해 필요한 데이터이다. 아래 표 2에서 보인 바와 같이 두 개의 모선 데이터가 필요하며 이는 앞서 언급한 모선들의 모선 번호를 의미한다.

(i) 기타

또한 일반적인 조류계산에서와 마찬가지로 허용오차, 최대반복횟수 등의 데이터가 입력되어야 한다.

표 2. 제안한 알고리즘을 위한 데이터 목록
Table 2. List of data for proposed algorithm

BUS					
TYPE	전압크기	전압위상	Status		
유효전력(부하)	무효전력(부하)	유효전력(발전기)	무효전력(발전기)		
최대무효전력		최소무효전력			
LINE					
시작모선번호	끝모선번호1	끝모선번호2	Status		
저항성분	리액턴스성분	선로충전용량	Base MVA		
GROUP1	GROUP2	GOURP3	선로용 DS		
TR					
시작모선번호1	시작모선번호2	끝모선번호1	끝모선번호2	Status	
저항성분	리액턴스성분	선로충전용량	BaseMVA	변압비	
GROUP1	GROUP2	GROUP3	GROUP4	GROUP5	GROUP6
변압기용DS1		변압기용DS2			
Sh.R					
끝모선번호1	끝모선번호2	전압크기	전압위상		
유효전력	무효전력	Base MVA	Status		
GROUP1	GROUP2	GOURP3			
CB	status	**DS**	status		
Group					
CB	DS1	DS2	Status		
Bus-Tie CB					
CB	DS1	DS2	Status	연결모선1	연결모선2
기타					
허용오차	최대반복횟수	BaseMVA			

3.3 각 설비 간 연결 관계

각 설비별 데이터를 사용하여 일반적인 조류 계산에 적용하기 위해서는 각 데이터간의 연결 관계가 결정되어야 한다. 다음 그림 5는 각 데이터들의 연결 관계를 보이고 있다.

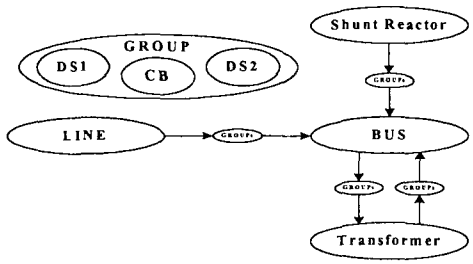

그림 5 각 설비 사이의 연결 관계
Fig. 5 Relationship of connection between each equipment

선로로 입력되는 데이터는 일반적으로 한쪽은 고정되어있고, 다른 한쪽은 두 개의 주모선에 연결될 가능성이 있다. 따라서, 선로의 끝모선은 GROUP의 상태 정보에 의해 끝모선1과 끝모선2 중 하나로 선택된다. 이와 마찬가지로 변압기의 경우, 시작모선과 끝모선 모두 GROUP의 상태 정보를 통하여 선택된다.

3.4 조류 계산을 위한 데이터 정리

다음 그림 6은 선로의 연결 모선을 결정하는 과정을 보이고 있다. 1.5CB 방식에서는 주모선이 두 개가 있으며, 차단기와 단로기에 따라 전기적으로 연결되는 모선이 달라지기 때문에 조류계산에 적용하기 위해 이를 고려하여 선로, 변압기 등이 어느 모선들과 연결되어있는지를 결정한다.

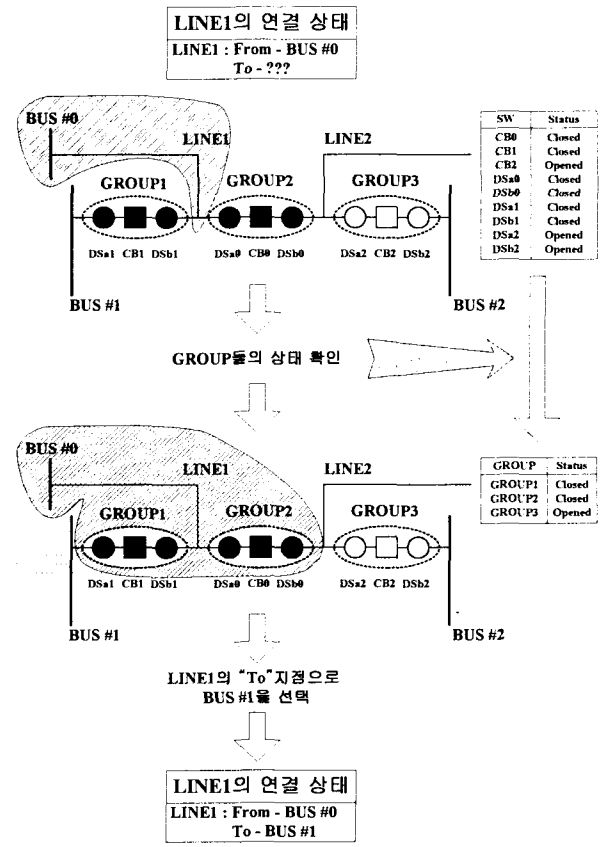

그림 6 선로가 연결된 모선 선택
Fig. 6 Choose the connected bus of line

다음 그림 7은 3.2절에서 설명한 각 요소들의 데이터를 사용하여 일반적인 조류계산에 적용할 데이터를 추출하는 과정을 나타낸 것이다.

그림 7에서 나타낸 바와 같이 LINE, TR, Sh.R 등의 설비들은 연결되는 모선들의 번호를 결정하는 단계를 거치게 되며, 일반적인 조류 계산에서 사용될 기존 데이터 구조 형식에 맞추어 변환된다. 각각 변환되는 목록은 다음 표 3과 같다.

Sh.R의 경우, 다른 요소와는 달리 BUS와 LINE 모두에 데이터가 추가된다. 그 이유는 Sh.R의 경우, 해당 설비가 사용될 경우, 하나의 무효전력을 공급하는 모선이 추가되어야 하며, 또한 생성된 모선과 기 존재하는 모선을 서로 연결할 선로가 추가되어야 하기 때문이다.

표 3 데이터 변환 관계

Table 3 Relationship of data conversion

for Simulator	for general algorithm
BUS	BUS
Sh.R	
LINE	LINE
Transformer	
Bus-Tie CB	

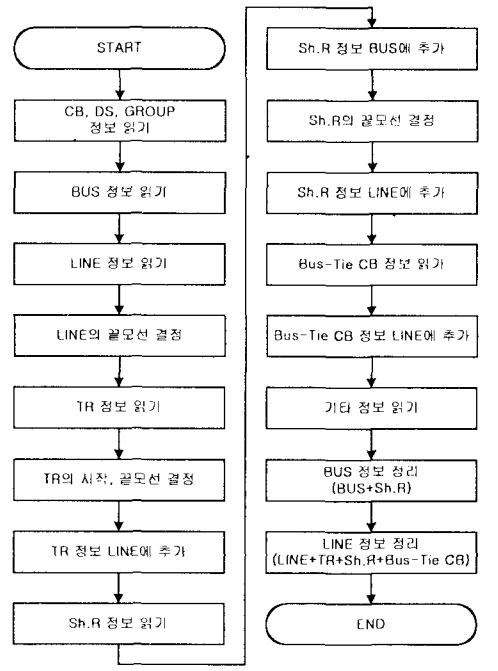

그림 7 데이터 추출 과정

Fig. 7 Procedure of data acquisition

4. 적용 사례

4.1 입력데이터

모든 입력 데이터는 데이터베이스에 저장되며, ClientLink 프로그램은 저장된 데이터를 읽어 조류 계산을 수행한다. 이때 데이터베이스에 저장된 각 설비의 상태 정보는 특정 초기값이며, 실제로는 OPC로부터 전송받은 각 설비들의 상태 정보에 의해 갱신된다. 다음은 각 설비에 대한 데이터의 예이다.

(1) BUS

```
idx   name     type vmag vang L_P  L_Q G_P  G_Q  Qmax  Qmin  status base
13011 345#70   Q    345  0    0    0    0    0    0     0     1      345
13012 34#75    Q    345  0    0    0    0    0    0     0     1      345
                                  :
                                중략
                                  :
12180 syi      R    345  0    300  10   0    0    0     0     1      345
12190 brT/P    V    345  0    0    0    1000 10   0     0     1      345
```

(2) LINE

```
idx   name        R      X      B  Grp1  Grp2  Grp3  From Tol  To2    DS statusbase
13530 345taT/P#1  0.0375 0.6375 0  10982 10965 17571 13510 13012 130111985 1      345
13630 345taT/P#2  0.0375 0.6375 0  11068 11051 11031 13510 13012 130111070 1      345
                                  :
                                중략
                                  :
12370 syi-cw      0.227  2.406  0  0     0     9999  12180 12170 0     0    1    345
12380 ssu-ssn     0.0746 1.278  0  0     0     9999  12080 12130 0     0    1    345
```

(3) TR

```
idx   n  R      X      B T  Grp1  Grp2  Grp3  Grp4  Grp5  Grp6  Frm1 Frm2 To1   To2   DS1 DS2 s base
13613 #3 0.0018 0.18 0 12 10087 10067 10037 11031 11051 11068 1801 2180 11 13011 13012 93  1033 1 345
15814 #4 0.0018 0.18 0 12 10499 10479 10449 11233 11253 11270 1801 2180 11 13011 13012 505 1234 1 345
```

(4) Sh.R

```
idx   name          vmag vang L_P L_Q Group1 Group2 Group3 To1   To2   status base
17744 345 #4 SHR    345  0    0   0.02 11118 11138 11155 13011 13012 0      345
17945 345 #5 SHR    345  0    0   0.02 11489 11509 11526 13011 13012 0      345
```

(5) CB

```
idx   status
37    1
67    1
        :
      중략
        :
1030  1
1050  1
```

(6) DS

```
idx   status
41    1
42    1
        :
      중략
        :
1154  1
1155  1
```

(7) GROUP

```
idx   DS1   CB   DS2
10037 41    37   42
10067 71    67   72
        :
      중략
        :
10965 966   965  967
10982 983   982  984
```

4.2 조류계산 결과

일반적인 조류 계산에 입력된 데이터를 적용하기 위하여 다음과 같이 선로와 모선의 데이터로 변환되며, 각각의 연결 관계 또한 결정된다. 아래의 변환 결과는 선로의 저항, 리액턴스 또는 모선의 용량, 전압 등의 세부적인 파라미터는 삭제한 것으로, 실제 조류계산 프로그램에 입력될 때는 각각의 해당 파라미터도 포함되어 입력된다. 다음의 선로, 모선 데이터는 각 설비들의 명칭, 일련번호 등을 나타내는 것으로, 선로 데이터의 경우 결정된 시작모선, 끝모선의 정보가 포함되어있는 것을 알 수 있다.

(1) 선로데이터

```
Line Number=1, index=12220, name=as_hs, from=13910(16), to=12070(1)
Line Number=2, index=12230, name=hs_ssu, from=12070(1), to=12080(2)
                              :
                            중략
                              :
Line Number=31, index=17946, name=r, from=13011(13), to=13012(14)
Line Number=32, index=33333, name=Slack_모선과_연결된_선로, from=18510(21), to=33333(22)
```

(2) 모선데이터

```
Bus Number=1, index=12070, name=hs변전소
Bus Number=2, index=12080, name=ssu변전소
                              :
                            중략
                              :
Bus Number=21, index=18510, name=765kV_sas_S/S_#1_Bus
Bus Number=22, index=33333, name=Slack_모선
```

위와 같이 결정된 데이터를 사용하여 조류 계산이 수행되며, 다음 그림 8에서 볼 수 있듯이 OPC 화면을 통하여 계산 결과가 출력되어진다.

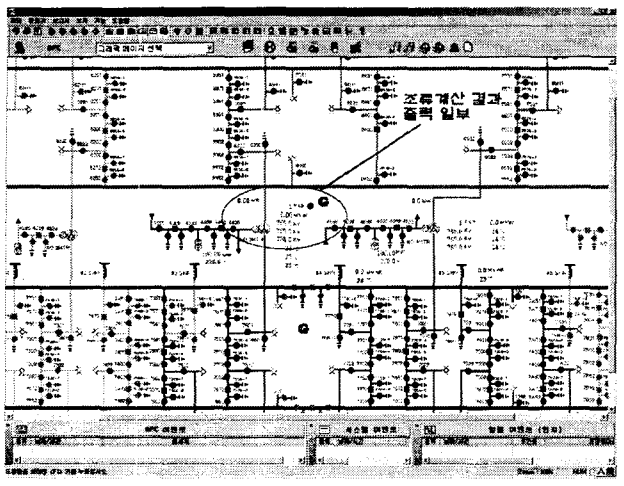

그림 8 운용자콘솔
Fig. 8 Operator console, OPC

5. 결 론

일반적인 조류 계산의 관점은 정상 상태로 운전중인 전력계통에서의 전력의 흐름을 계산하는 데 있다. 실제 변전소의 관점에서 볼 때, 각 설비에 대한 과부하 해석이나 변전소 내부에서의 조류 파악 등을 위한 해석도 필요하다. 이러한 경우, 일반적인 조류 계산 방법으로는 변전소 내의 동적인 구성의 변화, 즉 차단기나 단로기 등에 의한 계통 구성의 변화에 맞추어 해석하는데 많은 어려움이 따른다.

본 논문에서는 각 설비에 대한 데이터를 각각 입력하고, 차단기, 단로기 등의 상태와 각 설비의 상태 등을 확인하여 일반적인 조류 계산에 입력할 수 있는 데이터로 변환하는 기법을 제안하였다. 본 논문에서 제시한 기법은 765[kV] 변전소 시뮬레이터를 개발하는 연구의 일부로 이루어졌으며, 실제 변전소 시뮬레이터의 운용자콘솔 프로그램 상에서 차단기나 단로기 등을 조작함에 따라 조류 계산이 이루어지는 것을 확인하였다. 본 논문에서 제시한 기법이 현재까지는 변전소 시뮬레이터에 국한되어 개발되었으나, 향후 독립적인 변전소 내 조류 계산용 프로그램으로 확장하게 되면, 변전소 내의 다양한 변화에 따른 조류의 변화를 모의할 수 있을 것으로 예상된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 및 한국과학재단의 ERC 프로그램, 특정기초사업(과제번호: R01-2000-00250)을 통한 지원으로 이루어졌으며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

[1] J. D. Glover, "Power System Analysis and Design", PWS Publishing Company, 1993.

[2] H. Saadat, "Power System Analysis", McGraw-Hill, 1999.

[3] H.J. Kim, S.P. Ahn, J.P. Lee, S.M. Yeo, I.S. Kim, C.H. Kim, K.H. Yun, H.C. Shin, I.D. Kim, "교육용 시뮬레이터 GUI 개발 및 데이터베이스 구축에 관한 연구", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp. 455-457, July 2000.

저 자 소 개

여 상 민 (呂 相 敏)

1976년 7월 21일생. 1999년 성균관대 전기공학과 졸업. 현재 동 대학원 박사과정, 차세대전력기술연구센터

Tel : 031-290-7166
Fax : 031-290-7955
E-mail : harc@chollian.net

김 철 환 (金 喆 換)

1961년 1월 10일생. 1982년 성균관대 전기공학과 졸업. 1990년 동 대학원 전기공학과 졸업(공박). 현재 성균관대 정보통신공학부 교수, 차세대전력기술연구센터

Tel : 031-290-7124
Fax : 031-290-7179
E-mail : chkim@speed.skku.ac.kr

이 종 포 (李 鍾 抱)

1974년 10월 26일 생. 1999년 성균관대 전기공학과 졸업. 2001년 동대학교 대학원 전기전자 및 컴퓨터공학과 졸업. 현재 LG 전자 연구소 연구원.

Tel : (054) 470-2267
E-mail : unilove@lge.com