

가용송전용량을 고려한 각 발전회사의 발전비용 최소화 기법 개발에 관한 연구

論 文
54A-12-5

A Study on the Minimization of Generation Cost of an Individual Power Generation Considering Available Transfer Capability(ATC)

鄭盛元* · 金在顯†
(Sungwon Jeong · Jaehyeon Gim)

Abstract - This paper presents a method of minimizing of generation cost on individual electrical power utility. The method is based on the Economic Dispatch (ED) and linear Available Transfer Capability (ATC). The economic dispatch redistributes the total load to individual units to minimize the generation cost without transmission network constraints. The proposed method is implemented using ATC calculated from Power Transfer Distribution Factor (PTDF) for the transmission network constraints. The performance of the proposed method has been tested for the IEEE-30 bus system. It has also been observed that the results of the proposed method is compared with that of optimal power flow.

Key Words : Available Transfer Capability(ATC), PTDF, Linear Programming(LP), Economic Dispatch(ED)

1. 서 론

세계 10위의 에너지 소비국이며 에너지의 97%를 해외에 의존하는 우리나라는 에너지 과소비형 구조로 인하여 세계 에너지 시장에 의해 쉽게 영향을 받는 구조적 취약성을 지니고 있다. 이러한 에너지수급의 구조적 취약성을 가지고 있는 동시에 전력산업은 경제적, 사회적 그리고 기술적으로 극심한 환경변화를 겪고 있다. 이에 따라 국내 전력시장도 경쟁을 통한 산업의 효율성 제고 및 소비자의 선택권 확대로 새롭게 변화되고 있다. 그리고 발전회사는 분리되어 발전량에 대한 입찰을 통하여 경쟁을 하고 있으며, 현재는 담보 상태에 있지만 앞으로는 판매회사도 참여하는 양방향입찰로 확대하게 될 것으로 전망된다. 따라서 전력시장에서는 송전선 개방(Transmission Open Access)으로 자유로운 송전선 사용이 가능하나, 입찰에 의한 경쟁으로 송전선 혼잡(Transmission Congestion)의 발생이 불가피한 실정이다. 특히 민영화 이후 각 발전회사가 수익성 위주의 경영으로 전환되어 전력계통에는 많은 혼잡이 발생하게 될 것이며, 각 발전회사와 판매회사 및 전력소비자 사이의 가용송전용량(Available Transfer Capability: ATC)은 전력시장에서 계통을 안정적으로 운용하면서 상업적 이용을 확대하기 위한 좋은 지표가 될 것이다. 또한 각 발전회사는 발전비용이 최소화되도록 발전량을 배분하면서 수용가에게 전력을 공급할

수 있는 ATC를 필요하게 되고, 전력계통 운용자는 그와 같은 발전량 배분에서 계통의 안전성과 신뢰성을 유지할 수 있는지를 검토하는 지표로서 ATC를 필요로 하게 된다. 그러므로 발전회사와 전력계통 운용자에게 이와 같은 지표의 계산 방법과 활용 기법 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 따라서 이들에게는 신뢰성있는 ATC를 확보함으로써 전력계통의 계획이나 운용 시 계통을 효율적으로 운용하고 안전도를 향상시킬 수 있게 된다.

ATC 계산은 다양한 방법[1]이 있다. ATC 계산에서 가장 많이 이용되는 방법 중 기존의 단순 선형법(Single Linear Step)[2]은 계산 시간은 빠르나 비교적 큰 오차를 보이는 단점이 있고, 연속조류계산(Continuous Power Flow: CPF) 방법[3,4,5]은 계산은 정확하지만 계산시간이 길다는 단점이 있으며, 반복조류계산(Repeated Power Flow: RPF) 방법[5,6]은 정확한 전압 붕괴점인 노오즈 점을 계산할 수 없는 단점이 있으나 근사적인 전압 붕괴점은 구할 수 있다. 이 밖에도 안전도를 고려한 최적조류계산(Security Constrained Optimal Power Flow: SCOPF) 방법[7,8] 등이 이용되고 있다. 또한 각 발전회사의 경제성을 고려하기 위한 방법으로 경제제전(Economic Dispatch: ED)[9]와 최적조류계산(Optimal Power Flow: OPF) 방식이 있다.

본 논문에서는 모선의 전력 변화에 대한 선로의 조류 감소인 전력전송 분배계수(Power Transfer Distribution Factors: PTDF)와 선형계획법(Linear Programming: LP)[10,11]을 적용하여 선형 ATC 계산 기법을 개발하고, 전력계통의 발전비용 최소화를 위한 ED 기법에 전력계통의 선로 제약조건으로 ATC를 사용한 발전비용 최소화 알고리즘을 제안하였다. 이를 검증하기 위해 IEEE 30모선 계통을 이용하였고, 그 결과를 최적조류계산과 비교하여 타당성을 입증하였다.

* 교신저자, 政會員 : 順天大 情報通信工學部 教授 · 工博
E-mail : jhg@sunchon.ac.kr

† 正會員 : 順天大 情報通信工學部 博士課程

接受日字 : 2005年 10月 4日

最終完了 : 2005年 11月 21日

2. 선형 ATC 계산

ATC는 계통의 한 지역에서 다른 지역으로 추가로 전송할 수 있는 능력으로 현재 운전되고 있는 상태에서 계통의 안정도 한계까지 얼마의 여유가 있는지를 나타낸다. 그러므로 ATC 계산은 전력계통의 최대 송전용량에서 현재 전송 전력량을 뺀 값으로 계산된다. 전력계통의 최대 송전용량은 전력 전송 경로의 열적 용량 제한, 전압 및 과도 안정도에 의하여 제한되지만, 본 논문에서 사용한 ATC 계산은 PTDF와 선형계획법을 적용하여 계산하였다. 이 방법은 전력계통을 선형화하여 계산하므로 약간의 오차는 포함하고 있지만 계산이 쉽고 간단히 구할 수 있다.

2.1 PTDF 계산

PTDF는 선로의 전력조류가 모선에서 유입되는 전력에 대한 감도를 나타내며 상세한 계산 방법은 참고문헌[12]를 참조하기 바란다. k 모선에 주입되는 전력이 i 모선과 j 모선 사이의 송전선로에 미치는 감도, $PTDF_{ij,k}$ 는 식(1)과 같다.

$$PTDF_{ij,k} \equiv \frac{X_{ik} - X_{jk}}{\bar{x}_{ij}} \quad (1)$$

여기서 \bar{x}_{ij} 는 i 모선과 j 모선 사이의 송전선로 리액턴스이고, X_{ik} 는 모선 임피던스 행렬의 i 행과 k 열의 리액턴스이다.

PTDF는 발전량의 변화에 따른 조류의 변화를 계산하는 감도로서 어느 송전 선로에 영향이 가장 많이 미치는지를 확인하는 요소이므로 모선에 주입되는 유효전력의 변화량에 대한 선로 조류의 변화량은 식(2)와 같다.

$$\Delta P_{ij} \approx PTDF_{ij,k} \Delta P_k \quad (2)$$

여기서 ΔP_{ij} 는 송전 선로 ij 에 흐르는 유효전력 변화량이고, ΔP_k 는 모선 k 에서의 주입유효전력 변화량이다.

2.2 선형 ATC 계산

선형 ATC 계산을 위하여 LP 기법을 이용하였다. LP의 기본식은 식(3-6)과 같다.

$$\text{목적함수} \quad \max_x \quad f^T x \quad (3)$$

$$\text{종속함수} \quad A \cdot x \leq b \quad (4)$$

$$A_{eq} \cdot x = b_{eq} \quad (5)$$

$$l_b \leq x \leq u_b \quad (6)$$

목적함수는 전력을 공급받은 지역에 증가되는 수전 전력량이 되도록 f^T 를 선정하고 목적함수가 최대인 값이 수전

지역에 추가로 증가할 수 있는 최대 수전전력이 되며, 그 값이 ATC가 된다. 본 논문에서 f 는 증가하고자 하는 부하에 해당되는 계수를 1로 선정한다. x 는 상태변수로서 송전하는 지역의 전력 변화량, ΔP_G (본 논문에서는 발전량의 변화량)과 수전하는 지역의 전력 변화량 ΔP_L (본 논문에서는 부하량의 변화량)으로 식(7)과 같다.

$$x = [\Delta P_{G_1}, \dots, \Delta P_{G_{ng}}, \Delta P_{L_1}, \dots, \Delta P_{L_{nd}}]^T \quad (7)$$

여기서 ng 는 송전하는 지역의 수이고, nd 는 수전하는 지역의 수이다. 식(4)의 A 는 PTDF를 이용한 모선에 주입하는 전력의 감도를 나타내는 행렬로 식(8)과 같다.

$$A = \begin{bmatrix} PTDF_{1,G_1} & PTDF_{2,G_1} & \dots & PTDF_{1,G_{ng}} & PTDF_{1,L_1} & PTDF_{1,L_2} & \dots & PTDF_{1,L_{nd}} \\ PTDF_{2,G_1} & PTDF_{2,G_2} & \dots & PTDF_{2,G_{ng}} & PTDF_{2,L_1} & PTDF_{2,L_2} & \dots & PTDF_{2,L_{nd}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ PTDF_{nl,G_1} & PTDF_{nl,G_2} & \dots & PTDF_{nl,G_{ng}} & PTDF_{nl,L_1} & PTDF_{nl,L_2} & \dots & PTDF_{nl,L_{nd}} \end{bmatrix} \quad (8)$$

여기서 nl 는 선로의 수이다. 식(4)의 b 는 선로의 최대용량에서 현재 흐르는 전력량의 차 ΔP_{li} 로써 식(9)와 같다.

$$b = [\Delta P_{l1}, \Delta P_{l2}, \dots, \Delta P_{lnl}]^T \quad (9)$$

여기서 $\Delta P_{li} = P_{li\max} - P_{licur}$ 이고, $P_{li\max}$ 는 선로용량, P_{licur} 는 현재 선로에 흐르는 조류량이다. 식(5)는 LP의 등식제약조건에서 전력계통의 손실변화량을 무시하고 송전하는 유효전력 변화량의 합은 수전하는 부하의 변화량과 같은 것으로 식(10)과 같다.

$$A_{eq} = [1, \dots, 1, -1, -1, \dots, -1]^T \quad (10)$$

$$b_{eq} = 0$$

식(6)은 상태변수의 상·하한 값으로 수전하는 전력량은 제한이 없고 송전하는 발전량에는 발전기의 발전량 제한을 적용하였다.

3. 발전비용 최소화 기법

발전비용 최소화를 위해 방법은 손실을 고려한 경제 급전(Economic Dispatch: ED)을 사용하였다. 그러나 경제급전은 단순히 발전기의 비용함수를 이용하여 비용을 최소화함으로 전력계통의 제약조건이 고려되지 않았다. 그러므로 본 논문에서는 전력계통의 제약조건으로 ATC를 사용하여 ED를 수행하였다.

3.1 경제급전(Economic Dispatch)

경제급전은 일반적인 방법으로 참고문헌[13]의 방법을 사

용하였으며 간단히 요약하면 다음과 같다. 본 논문에서 사용한 경제급전 방법은 손실을 고려한 경제급전 방법을 사용하여 발전량과 부하량에 대한 오차를 감소시켰다. 일반적으로 총 전력 손실 방정식은 발전기의 발전량에 대한 2차 함수로 식(11)과 같이 나타낸다.

$$P_{Loss} = \sum_{i=1}^{n_g} \sum_{j=1}^{n_g} P_i B_{ij} P_j + \sum_{i=1}^{n_g} B_{0i} P_i + B_{00} \quad (11)$$

이 방정식을 Kron의 손실 함수라 한다. B_{ij} 계수를 손실계수 또는 B_{0i} 계수라 부르고 어느 한 동작 점에서 B 계수는 일정한 것으로 가정한다. 이 계수를 계산하는 방법은 다양하게 연구되었지만 본 논문에서 사용한 방법은 참고문헌[13]의 방법을 사용하였다.

경제 급전을 위한 목적함수로서 총 발전비용, C_t 는 식(12)와 같으며 이를 최소화하는 것이다. 전력계통의 등식 제약조건은 식(13)과 같이 총 발전량은 총 부하와 손실의 합이 되어야 한다. 각 발전기의 발전량 한계는 식(14)와 같이 부등식 제약조건으로 나타냈다.

$$\text{목적함수} \quad \text{Min} \quad C_t = \sum_{i=1}^{n_g} \alpha_i + \beta_i P_i + \gamma_i P_i^2 \quad (12)$$

$$\text{제약조건} \quad \sum_{i=1}^{n_g} P_i = P_L + P_{Loss} \quad (13)$$

$$P_{i(\min)} \leq P_i \leq P_{i(\max)} \quad (14)$$

여기서 α, β, γ 는 발전기의 비용계수이고, P_i 는 i 번째 발전량, P_L 은 총부하량, P_{Loss} 는 손실이다. $P_{i(\min)}$ 과 $P_{i(\max)}$ 는 i 발전기의 최소 및 최대 발전량이다. 식(15)와 같은 Lagrange 함수를 이용하여 식(12)의 최적해를 구한다.

$$L = C_t + \lambda(P_L - P_{Loss} - \sum_{i=1}^{n_g} P_i) \quad (15)$$

식(15)의 최적해는 각 변수로 미분한 값이 영(0)이 될 때이므로 각각의 변수로 미분하여 i 번째 발전기의 발전량으로 정리하면 식(16)이 되고, Lagrange 계수는 식(17)과 같이 갱신된다.

$$P_i^{(k)} = \frac{\lambda^{(k)}(1 - B_{0i}) - \beta_i - 2\lambda^{(k)} \sum_{j \neq i} B_{ij} P_j^{(k)}}{2(\gamma_i + \lambda^{(k)} B_{ii})} \quad (16)$$

$$\lambda^{(k+1)} = \lambda^{(k)} + \Delta\lambda^{(k)} \quad (17)$$

여기서,

$$\Delta\lambda^{(k)} = \frac{\Delta P^{(k)}}{\sum (dP_i / d\lambda)^{(k)}} \quad (18)$$

$$\sum_{i=1}^{n_g} \left(\frac{\partial P_i}{\partial \lambda} \right)^{(k)} = \sum_{i=1}^{n_g} \frac{\lambda^{(k)}(1 - B_{0i}) - \beta_i - 2\lambda^{(k)} \sum_{j \neq i} B_{ij} P_j^{(k)}}{2(\gamma_i + \lambda^{(k)} B_{ii})} \quad (19)$$

$$\Delta P^{(k)} = P_L + P_{Loss}^{(k)} - \sum_{i=1}^{n_g} P_i^{(k)} \quad (20)$$

발전기의 발전량 변화에 따른 손실이 변화함으로 식(16)에서 식(20)까지 반복 계산하여 $\Delta P^{(k)}$ 의 오차가 충분히 작을 때 P 가 최적해가 된다. 식(16)에서 계산된 발전기의 출력이 최소, 최대 발전량을 벗어나면, 그 발전기의 출력은 최소, 최대값으로 고정하고 나머지 발전기만으로 반복 계산한다.

3.2 발전비용 최소화 알고리즘

발전비용을 최소화하기 위해 사용된 방법은 ATC를 고려한 ED방법을 적용하였다. ED는 전력계통의 상태를 고려하지 않고 단지 발전기의 발전비용만 최소화가 되는 문제점을 ATC를 이용하여 보완하는 알고리즘을 제시한다.

그림 1은 발전비용 최소화를 위한 알고리즘의 흐름도이다. 우선 기준 경우로 전력을 보내는 지역과 받는 지역을 선정하고 추가로 증가되는 부하, ΔP_L 를 결정한다. ATC계산은 각 모선의 전력 변화량에 대한 송전선로의 전력 변화감도인 PTDF와 수전전력을 목적함수로 하고 선로의 과부하 조건을 제약조건으로 한 LP를 이용하여 최대수전전력 ΔP_{Lmax} 을 계산한다. 이 ΔP_{Lmax} 가 최대 ATC이고 이 전력보다 큰 전력은 과부하로 수전할 수 없게 되어 프로그램 실행을 종료한다. ΔP_{Lmax} 보다 적은 경우는 ED를 통하여 발전량을 각 발전기에 배분하게 된다.

배분된 발전량에서 과부하가 되면 과부하 해소를 위한 방법은 다음과 같다. 식(4)으로부터 다시 정리하면 식(21)과 같다.

$$\begin{bmatrix} PTDF_{1,G_1} & PTDF_{2,G_1} & \dots & PTDF_{n,G_1} & PTDF_{1,L_1} & PTDF_{2,L_1} & \dots & PTDF_{n,L_1} \\ PTDF_{2,G_1} & PTDF_{2,G_2} & \dots & PTDF_{n,G_2} & PTDF_{1,L_2} & PTDF_{2,L_2} & \dots & PTDF_{n,L_2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ PTDF_{n,G_1} & PTDF_{n,G_2} & \dots & PTDF_{n,G_n} & PTDF_{1,L_n} & PTDF_{2,L_n} & \dots & PTDF_{n,L_n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta P_{G_1} \\ \Delta P_{G_2} \\ \vdots \\ \Delta P_{G_n} \\ \Delta P_{L_1} \\ \vdots \\ \Delta P_{L_n} \end{bmatrix} \leq \Delta P_i \quad (21)$$

식(21)의 조건을 벗어나는 선로의 초과 과부하 용량 (ΔP_{Ob})은 i 발전기에서 j 발전기로 이동할 부하 분담량이고, ΔP 의 계산은 식(22)와 같다.

$$\Delta P = k \frac{\Delta P_{Ob}}{PTDF_{Ob,G_i} - PTDF_{Ob,G_j}} \quad (22)$$

여기서 발전기 i, j 선정은 PTDF가 큰 발전기를 i 로 하고, 적은 발전기를 j 로 선정한다. k 는 과부하 선로에 대한 발전력 재배분의 정도이다. 본 논문에서 k 는 0.5를 이용하

었다. 발전력배분은 증분발전비용에 비례하여 발전력을 배분한다.

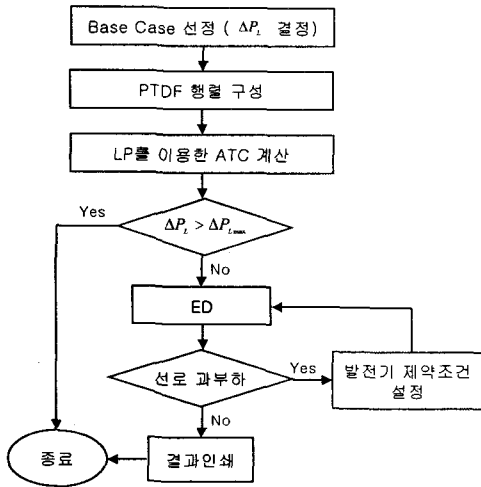


그림 1 용통전력 증대방안을 위한 기본 과정
Fig. 1 The Procedure for the Enhancement of ATC

4. 모의실험 및 실험결과

4.1 모의계통

발전회사의 경제급전을 고려하여 지역별 최대송전용량을 계산하기 위한 모의실험 계통으로 그림 2와 같이 IEEE 30 모선을 이용하였다.

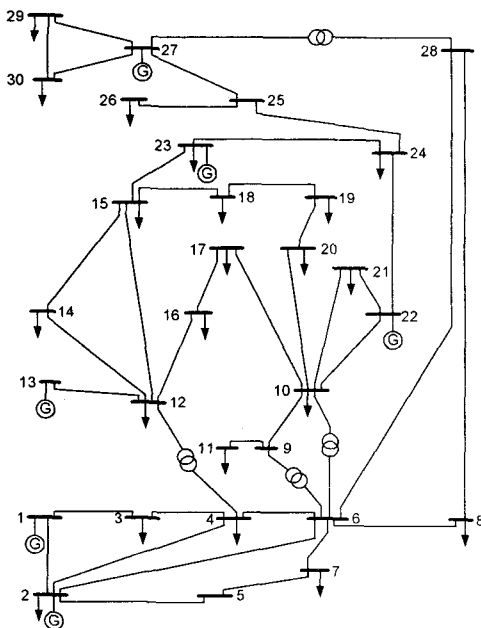


그림 2 IEEE 30모선 계통도
Fig. 2 IEEE 30Bus System

IEEE 30모선 계통은 6대의 발전기, 41개의 송전선로 및 4개의 변압기로 구성되어 있으며 총부하는 195.0[MW]이고, 발전기의 총 발전량은 197.9[MW]이다. 스윙모선은 모선1로 하였으며, 선로의 제약조건은 조류에 따라 16[MVA]에서 130[MVA]까지 구분하여 산정하였다. 표1은 조류계산후 발전량 및 부하량을 나타낸 것이다. 발전비용 최소화를 위한 발전비용계수는 표2와 같다.

표 1 조류계산후 발전량 및 부하량

Table 1 Generation and load for base case

Generation		Load		Loss	
[MW]	[Mvar]	[MW]	[Mvar]	[MW]	[Mvar]
197.9	104.6	195.0	109.2	2.9	-4.5

표 2 각 발전기 발전비용

Table 2 The coefficients of cost function for each generator

Bus No.	Fuel Cost Coefficients		
	a_i	β_i	γ_i
1	0	2.00	0.0200
2	0	1.75	0.0175
13	0	2.50	0.0250
22	0	1.00	0.0625
23	0	3.00	0.0250
27	0	3.25	0.0083

4.2 발전사별 발전비용 최소화

여러 대의 발전기를 가진 발전사가 어느 한 지역의 부하를 증가하려고 할 때를 가정하여 최대로 추가할 수 있는 부하량을 산정하고, 그 발전사가 보유하고 있는 발전기로 발전비용이 최소가 되는 발전량을 계산한다.

이를 모의실험하기 위하여 부하모선 10번에 추가되는 부하가 증가하는 것으로 하고 한 발전 회사가 보유한 발전기가 모선 2, 13, 23번에서 가동되고 있는 것으로 선정하였다.

표 3 ATC 결과

Table 3 ATC results

From	To	ATC[MW]	Overloading Branch
2	10	66.547	15-18, 16[MVA]
13	10	31.800	15-18, 16[MVA]
23	10	31.904	15-18, 16[MVA]

표3은 ATC 계산 결과로 모선 2번 발전기에서 모선 10번 부하로 전송할 수 있는 최대 증가 전력량은 66.547[MW]이며, 선로 15-18번의 과부하로 인하여 더 이상 증가되지 않았다. 모선 13번 발전기에서 10번 부하의 경우는 31.8[MW], 모선 23번 발전기에서 10번 부하의 경우는 31.9[MW]이다. 이는 수전하는 부하모선이 선로 15-18번과 발전기 2번 사이

에 있으므로 선로에 미치는 영향이 다른 발전기에 비하여 상대적으로 적음을 나타내고 있다. 표4에서의 같이 PTDF의 결과에서도 같다.

표 4 PTDF 결과(15-18번 선로)

Table 4 PTDF results(15-18 Line)

Overloading Branch	PTDF			
	2	13	23	10
15-18	0.1167	0.014	0.0147	0.2107

표5는 2, 13, 23번 발전기에서 선로의 제약조건을 위반하지 않고 최대로 전송할 수 있는 발전량과 총 발전 비용이다. 2번 발전기의 발전량은 71.09[MW]까지 추가로 전송할 수 있고, 13번 발전기는 33.45[MW], 23번 발전기는 34.62[MW]까지 증가되었다. 제안된 기법과 OPF의 결과의 총 발전 비용의 오차가 발생하였다. 이는 전력계통의 총 손실의 차이에 의하여 발전하는 전력량의 차이에서 발생하였다.

표 5 발전기 출력과 비용

Table 5 Generation outputs and cost

From	To	Generator[MW]			Total generation cost	
		2	13	23	ED	OPF
2	10	132.060	37.000	19.200	959.17	955.41
13	10	60.970	70.450	19.200	768.11	764.53
23	10	60.970	37.000	53.820	762.66	757.04

모선 10에 부하 60[MW]를 추가할 때 2, 13, 23번 발전기로 최적의 비용이 되는 각 발전기의 발전량은 표 6과 같고, 각 발전량은 92.305[MW], 50.511[MW], 37.925[MW]이다. 이때 모선 15-18의 조류가 선로의 용량보다 2.1[MW]만큼 초과되었다. 과부하 선로를 해소하기 위하여 식(22)에 적용한 결과 재분배해야 할 발전력은 10.259[MW]가 되고 13, 23번 발전기의 발전력 배분은 충분 발전 비용을 이용하여 배분한 결과이다.

표 6 과부하해소 계산 결과

Table 6 Results of removing overload

iter	Generator[MW]			ΔP_{ob}	ΔP	Total generation cost
	2	13	23			
1	92.305	50.511	37.925	2.1	10.259	879.76
2	102.564	45.314	32.867	-	-	884.13

표7은 제안된 방법과 OPF의 결과를 비교한 것으로 각각의 발전력 배분과 총비용은 884.13, 882.20이다. 최적비용의 결과는 약간의 차이는 있었지만 OPF와 비교하여 계산의 효율성이 좋고 간단하다.

표 7 발전기 출력과 비용

Table 7 Generation outputs and cost

Case	From	To	Generator[MW]			Total generation cost
			2	13	23	
ED	2,13,23	10	102.564	45.314	32.867	894.97
OPF			104.171	44.383	31.752	882.20

5. 결론

본 논문에서는 계통의 제약 조건으로 ATC를 고려한 발전비용 최소화 기법을 제안하였다. 계통의 제약 조건으로 사용한 ATC 계산은 각 모선의 전력 변화량에 대한 송전선로의 전력 변화감도인 PTDF와 수전전력을 목적함수로 하고 선로의 과부하조건을 제약조건으로 한 LP를 이용하여 최대수전전력을 계산했다. 전력계통의 발전비용 최소화를 위하여 간단히 계산할 수 있는 경제급전기법을 사용하고 전력계통의 선로 제약조건으로 ATC의 감도인 PTDF로 발전비용 최소화 알고리즘을 개발하였다. 특히 계통의 제약으로 발전력의 재분배는 ATC의 감도인 PTDF와 발전기의 충분발전비용을 이용하였다. 이를 IEEE 30모선 계통에 적용하고 그 결과를 최적조류계산과 비교하여 그 효과를 입증하였다.

감사의 글

본 연구는 2003년도 산업자원부 전력산업연구개발사업 전력선행기술에 의하여 이루어진 연구로서, 관계부처에 감사 드립니다.

참고 문헌

- [1] North American Electric Reliability Council(NERC), "Available Transfer Capability Definitions and Determination", June 1996.
- [2] Christie, R.D., Wollenberg, B.F., Wangensteen, I., "Transmission management in the deregulated environment", Proceedings of the IEEE, Vol. 88, Issue 2, Feb. 2000 Page(s):170 - 195
- [3] H. Chiang, A. J. Flueck, K. S. Shah, and N. Balu, "CPFLOW: A practical tool for tracing power system steady-state stationary behavior due to load and generation variations", IEEE Trans. Power System, vol. 10, pp. 623-634, May 1995.
- [4] G. C. Ejebe, J. Tong, J. G. Waight, J. G. Frame, X. Wang and W. F. Tinney, "Available transfer capability calculations", IEEE Trans. on PS Vol. 13, No. 4, 1998, pp. 1521-1257
- [5] Jung-Pil Ham, Byung-Ha Lee, Jung-Hoon Kim, Jong-Ryul Won, "Calculation of Active Power

Transfer Capability using Repeated Power Flow Program", KIEE International Transactions on Power Engineering, 2002, Vol. 12A, No. 1, pp. 15-19

- [6] Jae-Hyeon Gim, Yang-Il Kim, Sung-Won Jeung, "A Study on the Enhancement of Available Transfer Capability Using the Flexible AC Transmission System (FACTS)", KIEE International Transactions on Power Engineering, 2004, Vol. 4-A, No. 4, pp. 192-200
- [7] Bresesti, P., Lucarella, D., Marannino, P., Vailati, R., Zanellini, F., "An OPF-based procedure for fast TTC analyses", Power Engineering Society Summer Meeting, 2002 IEEE, Vol. 3, 2002 Page(s):1504-1509
- [8] Jin-Ho Kim, Don Hur, Jong-Keun Park, Balho H. Kim, Jong-Bae Park, "An Implementation of Security Constrained Distributed Optimal Power Flow and Application to Korea Power System", Trans. KIEE, Vol 49, No. June 2000, pp. 298-304
- [9] Chowdhury, B.H., Rahman, S., "A review of recent advances in economic dispatch", Power Systems, IEEE Transactions on, Volume 5, Issue 4, Nov. 1990 Page(s):1248-1259
- [10] Delson, J.K., Shahidepour, S.M., "Linear programming applications to power system economics, planning and operations", Power Systems, IEEE Transactions on, Volume 7, Issue 3, Aug. 1992 Page(s):1155-1163
- [11] Shukla, M., Sekar, A., "Steady security assessment using linear programming methodology", System Theory, 2004. Proceedings of the Thirty-Sixth Southeastern Symposium on, 2004, Page(s):141-144
- [12] Peter W. Sauer, Karl E. Reinhard, Thomas J. Overbye, "Extended Factors for Linear Contingency Analysis", Hawaii International Conference on System Sciences, IEEE, Vol. 34, 2001, Pages: 697-703
- [13] Hadi Saadat, "Power System Analysis", 2ed, McGraw-Hill, 2004

지 자 소 개



정성원 (鄭盛元)

1975년 11월 26일생. 2002년 순천대 전기제어공학과 졸업. 2005년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사) 2005년~현재 동 대학원 박사과정

Tel : 061-750-3540

E-mail : ww180@sunchon.ac.kr



김재현 (金在顯)

1956년 1월 25일 생. 1977년 홍익대학교 전기공학과 졸업. 1989년 University of Texas at Arlington 졸업(석사)

1993년 동 대학교 졸업(박사). 현재 국립 순천대학교 전기제어공학과 부교수

Tel : 061-750-3545

Fax : 061-750-3508

E-mail : jhg@sunchon.ac.kr