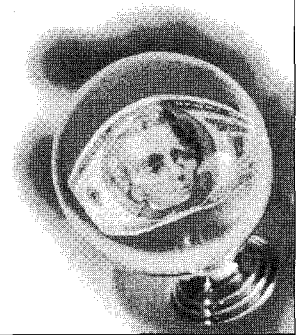




동서발전주식회사의 2003년도 전력거래



김은기, 조상기, 장석제, 이영찬 | 동서발전(주)

1. 서론

동서발전주식회사는 당진 울산 동해 호남 일산 산청에 발전소들을 가지고 있다. 당진에는 500MW 유연탄 화력 발전소가 4 Unit가 있고, 울산에는 200MW LSWR 유류발전소 3기, 400MW 유류발전소 3기, Gas 터빈 100 MW 2기 Steam 터빈 100 MW 1기, Gas 터빈 150 MW 4기 Steam 터빈 150 MW 2기가 설치되어 있고, 동해에는 국내탄용 200 MW 2기가 설치되어 있으며, 호남에는 유연탄 발전소 250 MW 2기가 설치되어 있고, 일산에는 Gas 터빈 100 MW 6기 Steam 터빈 100 MW 1기 Steam 터빈 200 MW 1기가 설치되어 있으며, 산청에는 양수 발전소 350 MW 2기가 설치되어 있다.

동서발전의 핵심발전소인 당진에는 연료가격이 싼 유연탄 발전소가 4개가 설치되어 있어서 유연탄 발전소 8개개 설치되어있는 타 발전회사에 비해서 경쟁력이 약하기 때문에 현재 500 MW 4기가 추가로 건설되고 있다. 동서발전주식회사는 동해에는 세계에서 제일 큰 용

량의 순환형 유동층 보일러가 설치되어 있어서 국내 저질탄을 연소하여 전기를 생산하고 있어서 국내탄광 산업의 수익을 보존하고 있고, 호남 발전소는 BLMP를 결정하는 발전소이고 울산에 설치되어있는 유류 발전소 중간부하를 담당하고 있으며, 울산과 일산에 설치되어있는 복합발전소는 Peak 부하를 담당하고 있다. 또한 일산에서 생산하는 보일러 열증기는 일산지방의 아파드에 열을 공급하고 있다.

각 발전소에는 보조서비스를 위하여 Unit Master Logic에 속도변화에 대하여 최적으로 동작할 수 있고 안정되게 운전될 수 있도록 부가된 Control Logic이 있다.

2. 전력거래

CBP(Cost Based Pool)에서 전기단가는 비용에 의하여 결정되는데 우선 전력거래소에서는 모든 발전기들의 입찰을 받아 가격이 싼 발전기부터 배열하고, 매시간 전체 전기요구량을 예측하여 입찰한 발전기 배열을 비

표 1 _ 시장가격

연 도	SMP (원/kWh)			BLMP (원/kWh)		
	최대	최소	평균	최대	최소	평균
2002	73.11	3.71	47.35	30.85	3.71	18.54
2003	77.91	2.05	50.48	37.59	2.05	18.27



그림 1 _ CBP전력시장 운영절차

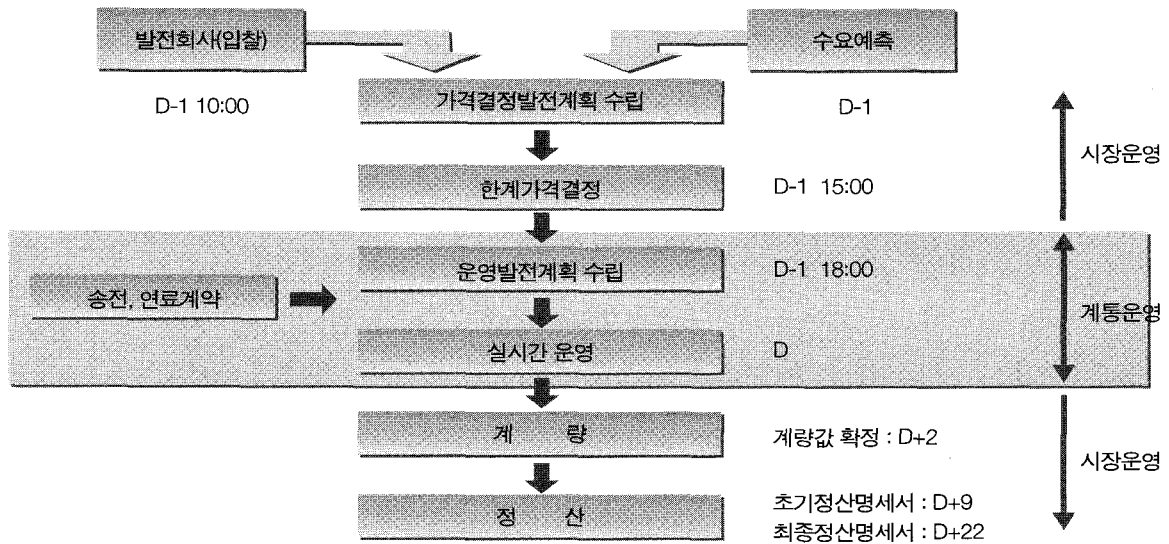
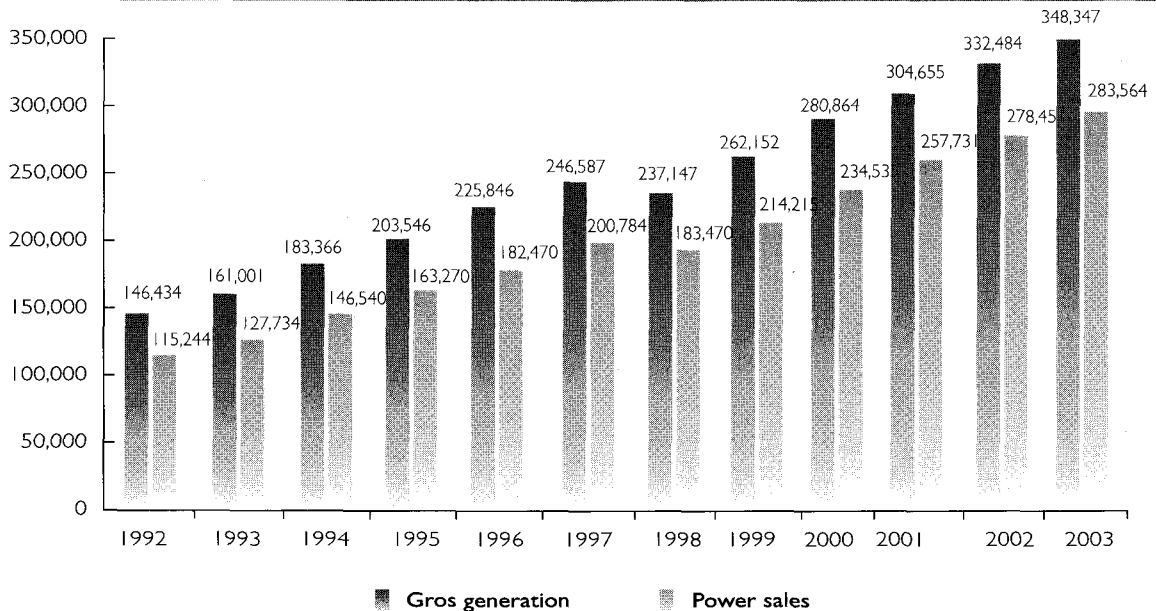


그림 2 _



Source : Statistics of Electric Power in Korea, KEPCO

교 판정 가장 비싼 발전기가 SMP가 되고, BLMP는 시 여 가격을 결정한다. 2003년의 우리나라의 평균 SMP 간단위로 전기요구량을 Base Load 발전기들을 비교하 는 50.48원/KWh였고, BLMP는 18.27원/KWh였다.



다음 표는 각월별 전원별 전력 생산량을 나타내고 있다.

표 2_ 2003년도 각월별 전원별 전력 생산량

월별	수력	화력	복합	디젤	원자력	합계
1	334	13,705	3,411	27	11,747	29,224
2	307	12,499	3,125	29	9,383	25,343
3	320	44,989	3,844	28	11,487	27,668
4	378	10,994	4,171	33	9,863	25,439
5	759	11,484	4,138	24	9,028	25,433
6	657	11,829	3,446	29	9,446	25,407
7	823	11,161	2,690	30	12,912	26,857
8	966	11,237	3,019	32	11,912	27,166
9	1,158	11,169	2,582	32	10,405	25,346
10	526	2,551	2,303	30	11,798	27,208
11	336	12,657	3,059	33	11,126	30,127
12	320	13,873	4,588	35	11,311	30,127
합계	6,884	145,148	40,375	362	129,659	322,429

그림 3_Trend of Generation for Souse

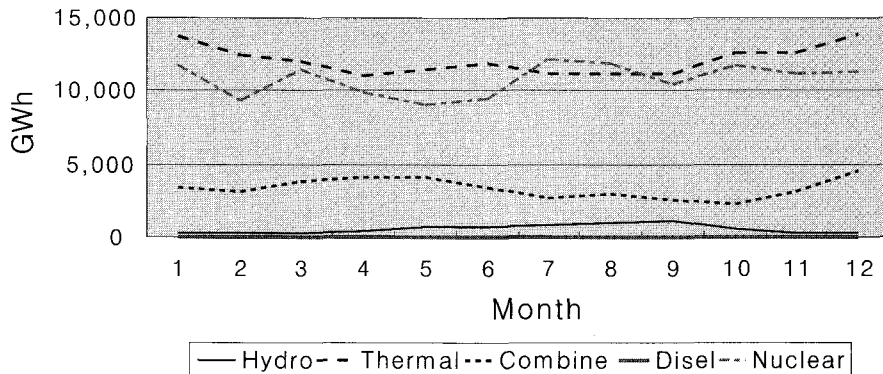


표 3_ 동서발전주식회사의 월별 전력거래 현황

월 별	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	합계
판매전력량 (GWh)	2,855	2,897	2,783	2,850	3,086	2,808	2,101	2,267	2,571	2,688	2,630	3,008	32,544
판매전력가격 (0.1BWon)	1,675	1,719	1,613	1,623	1,823	1,606	1,197	1,266	1,445	1,494	1,460	1,684	18,605



그림 3 _ Trend of EWP Power Trading

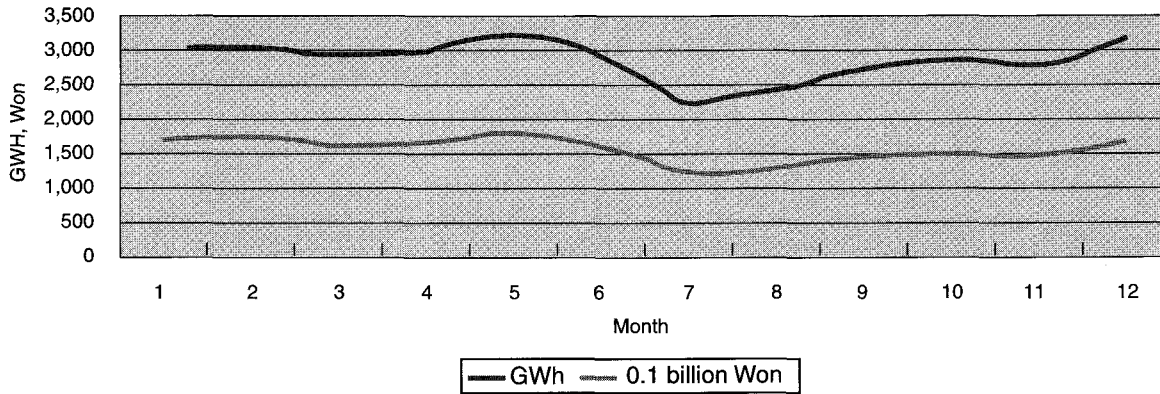


표 4 _ 동서 발전주식회사 발전소별 전력거래 현황

발전소	판매전력량 (단위: MWh)		발전소	판매전력 (단위: 억원)	
	2002	2003		2002	2003
산청양수	757,755	681,533	산청양수	60,077	62,007
일산복합	2,933,577	3,105,658	일산복합	211,792	230,906
울산복합	1,834,251	1,559,908	울산복합	203,193	204,950
울산화력	6,857,882	6,228,093	울산화력	470,332	461,245
동해화력	2,185,993	2,233,938	동해화력	107,858	110,340
당진화력	15,178,945	15,574,378	당진화력	643,594	651,689
호남화력	3,142,639	3,160,481	호남화력	141,765	139,393
합계	32,891,042	32,543,990	합계	1,838,612	1,860,530

3. 보조 서비스 전력거래

보조서비스는 에너지 전력거래와 같이 전기계통의 신뢰성을 유지하기 위하여 거래되는 것으로 발 송전의 이상상황에 대하여 항상 계통을 정상적으로 유지시킨다. 보조서비스의 전력거래 가격 결정은 구조조정 주요 이슈로 등장했는데 1995년도 FERC(Federal Energy Regulatory Commission)에 따르면 보조서비스는 6개 종류로 정의되었고, 전체 생산되고 전송한 전력가격의 5%에서 25%로 계산되고 있는데 보통은 평균 10%를 점하고 있다.

3.1 자동 발전제어와 Governor Free 운전

서울에 있는 KPX (Korea Power Exchange) EMS (Economic Management System) 컴퓨터는 전국에 설치되어 있는 발전소에 전력 설정신호를 보내고, 발전소 DCS(Distributed Control System)에 있는 Unit Master 제어기는 이 신호를 받아서 터빈에 있는 Governor 밸브 연료와 공기 그리고 급수량을 조절하여 보일러가 설정된 전력이 나올 수 있도록 한다. 즉 모든 발전소는 전력거래소의 EMS 컴퓨터에 의하여 경제적인 발전이 되도록 하고, 아울러 터빈 회전속도가 변하면



Governor 밸브를 열고 닫아서 항상 주파수가 60Hz가 되도록 한다. 현재 보조서비스를 위한 전력거래 가격은 다음 표와 같다.

구분	주파수조정	예비력	자체기동
정산단가	185.7원/MWh	대기 : 1,820원/MWh	130,000원/ MW·월
		대체 : 1,210원/MWh	

주파수조정 서비스

- 주파수추종운전에 대한 정산은 분기별로 발전사업자가 신고한 발전기별 속도조정을 만족하는 경우에만 적용한다.
- 자동발전제어운전에 대한 정산은 원격발전력조정 및 주파수추종운전을 동시에 시행한 경우에만 적용한다.
- 발전기별 정산금은 다음 식에 따라 계산된다. 즉,

$$GFP_{it} = MGO_{it} \times GFWF_i \times GFHF$$

$$AGCP_{it} = GFP_{it} \times 1.2$$
 여기서,
 GFP_{it} : 주파수추종운전 정산금액
 AGCP_{it} : 자동발전제어운전 정산금액
 MGO_{it} : 계량전력량
 GFWF_i : 속도조정에 따른 발전기별 가중치
 GFHF : 주파수추종운전 정산단가
- 속도조정에 따른 발전기별 가중치는 다음과 같이 적용한다.

3.2 핵심 발전소인 당진의 보조서비스

다음에 3개의 그림을 보여주고 있다. 우선 X-Y Plot은 X축에 주파수 변화에 대하여 Y축에 발전기 출력변화를 그린 것으로 얼마나 발전기가 주파수 변화에 대하여

빠르게 응답 하는가를 나타낸다. 주파수 변화량에 대한 기준 주파수 값은 0.00268 발전기 출력 변화량에 대한 기준 발전기 출력 값은 0.08, 속도 조절율은 주파수 변화에 대한 발전기 출력 변화율의 100분을 이기 때문에 3.35%이다. 보통 석탄화력 발전소의 속도 조절율이 6%대임을 감안하면 당진화력의 속도 조절율은 아주 좋은 상태이다. 즉 주파수가 3.35% 변화하면 출력을 500MW 변동시킨다는 의미이다.

다음 그림 2는 AGC(Automatic Generator Control) 응답 상태 Trend이다. AGC 신호는 전력거래소 서울 사무실에 있는 EMS 컴퓨터로부터 발전소로 경제급전을 위하여 보내지고 발전소에서는 그 AGC 신호를 받아서 발전기출력을 제어하게 되는데 발전기의 출력 속응성에 따라서 보조서비스 요금이 정해지기 때문에 제어가 잘 되어야한다. 당진화력의 출력 변동값은 15MW/Min으로서 석탄화력 임을 감안하면 아주 속응성이 뛰어나다.

다음 그림 3은 발전소 마스터 제어 로직으로써 터빈의 속도에 따라서 보일러와 터빈이 잘 추종하도록 만들어진 제어 로직이다. 우선 주파수가 변하면 터빈 속도가 따라서 변하고 속도 설정값 3600 rpm과 비교하고 차이가 생기면 F(x)1에 의하여 적당한 값으로 변환된 다음 High Sector로 입력되고, AGC 신호 즉 Unit 요구 신호를 가공한 F(x)2와 비교하여 큰 값이 나오고 다시금 AGC 신호 즉 Unit 요구 신호를 가공한 F(x)3와 비교하여 작은 값이 Unit Master 출력신호와 더해진다. 여기서 F(x)2와 F(x)3는 발전소에 따라서 결정되는 값으로서 발전소에서 감당할 수 있는 값들을 제한하기 위한 것이다. 예를 들면 당진화력의 경우 520MW를 절대로 넘기지 말아야 할 경우 F(x)3의 입력 520일때 출력은 0으로 설정하여 아무리 속도편차가 크게 있어도 Low Selector의 출력은 0으로 설정되기 때문에 Unit Master의 값은 520으로 설정된다. AGC 신호와 터빈 속도 보상기와 합해진 신호는 Run Back 시스템을 거쳐



그림 4 _ 속도조정을 X-Y Plot

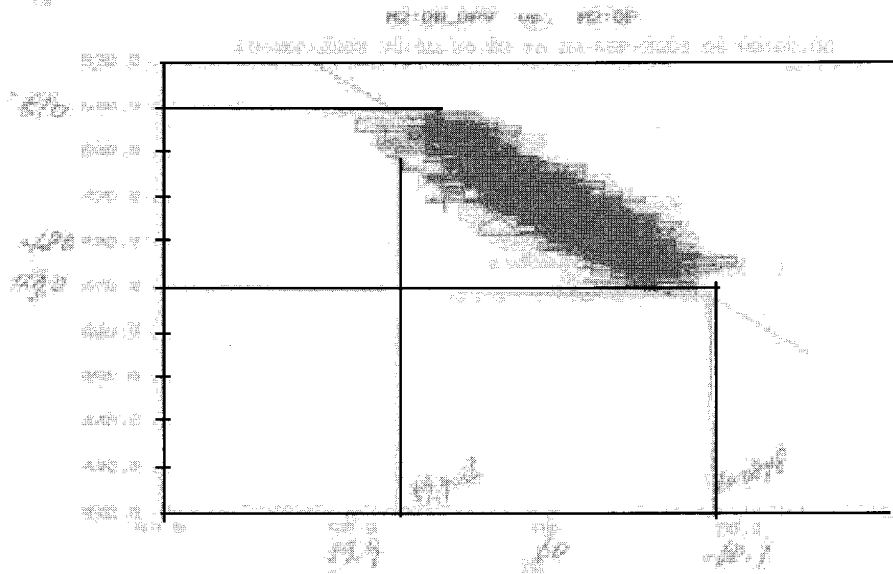


그림 5 _ 당진화력 AGC Trend

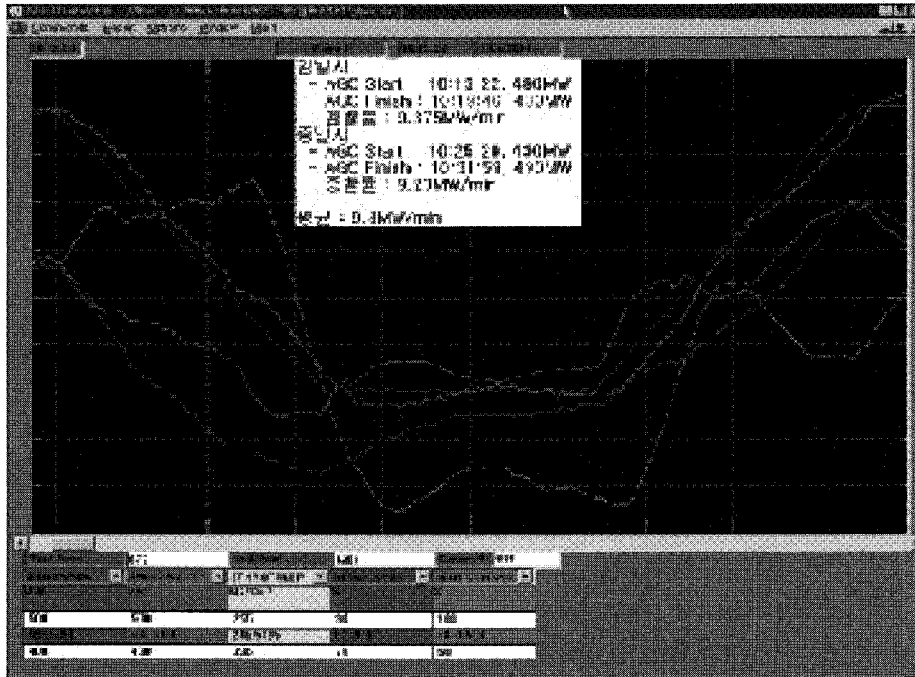
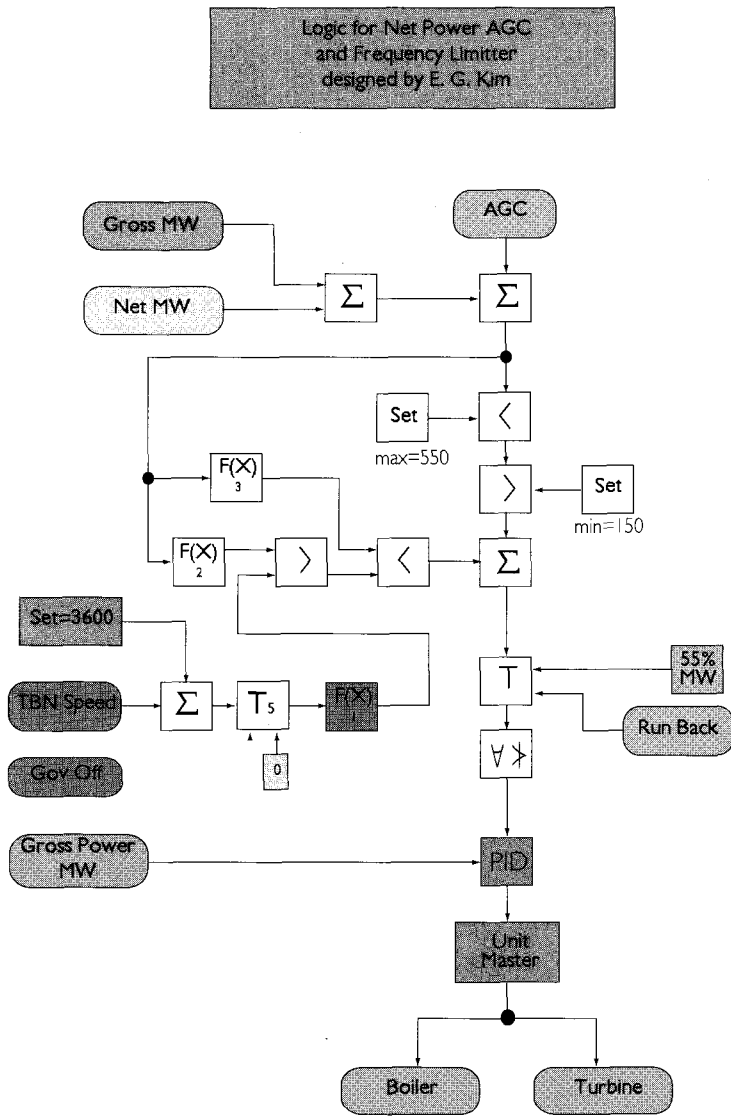




그림 6_ 주파수 조절을 위한 발전소 마스터 제어로직



서 Unit Master PID 제어기 설정값으로 입력되고 발전기 출력과 비교 계산하여 Unit Master 신호가 만들어지며, 이 Unit Master 신호는 보일러 터빈을 관장하여 항상 발전기 출력이 AGC 신호를 추종하게 된다.

4. 결론

동서발전회사는 5개의 발전회사 중 가장 큰 발전용량을 가지고 있고, 현재 당진 발전소에 2000MW의 석탄화력 발전소를 추가로 건설하고 있다. 동서발전은 앞으로 가장 비용을 적게 쓰고 경제적인 응찰로써 양방향 거래 시스템에서 경쟁력을 확보할 것이다. 이익은 2001년에 -275억원의 적자에서 2003년에는 910억원을 시현하였고, 차입 자본율도 49.9%에서 36.4%로 내려갔다.

당진발전소는 석탄화력 발전소임에도 불구하고 보조서비스 조건 (Governor frequency regulation rate 5% and power ramp rate 15MW/min)과 같이 양호하기 때문에 장차 활력 있고 경쟁력이 있으며 외부에서 부러워하는 회사가 될 것이다.

Reference

1. Mohammad Shahidehpour, Hatim Yamin, Zuyi Li "Market Operations in Electric Power System" IEEE 2002 P311
2. 동서발전 2003 전력거래 분석 보고서, 2004
3. 동서발전 투자유치를 위한 보고서, 2003