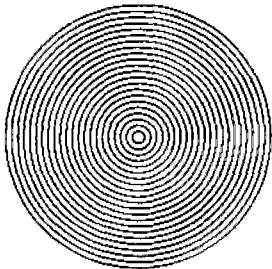


# 流動層燃燒 보일러의 經濟性 比較評價



Economic Feasibility of  
Fluidized Bed Combustion  
Boiler Compared to Other  
Industrial Boilers

(中)

孫 宰 翼

韓國動力資源研究所  
廢資源 研究室長

共同研究者

成載碩(先任研究員)

金正德(研究員)

柳英奎(國際엔지니어링  
프란트事業部長)

## 라. PULVERIZED COAL-FIRED BOILER

(1) 우리나라에 있는 Pulverized Coal-Fired Boiler는 대부분 火力發電所用의 大容量의 Boiler로서, 대개가 建設한지 오래된 것이기 때문에 효율이 그렇게 높지는 않으나, 本 研究에서 引用한 上記 Boiler의 Performance와 그에 따른 Cost는 가장 Up-To-Date한 것으로 했으며, 이를 다시 1982年 10月 現在로 Conversion하였다.

(2) 그러나, 現實의으로는 30T/H이하의 小型 Boiler는 Pulverized Type을 찾아보기 힘들기 때문에 아래에 引用한 Design Capacity의 Boiler Cost를 Base로 하여 Estimation하였다.

아 래

(가) 52 T/H

(나) 58 T/H

(다) 80 T/H

(3) Capital Cost의 內容과 Scope of Battery Limmit는 Oil-Fired Boiler와 같다.

## 마. STOKER COAL-FIRED BOILER

(1) Boiler System중에서 가장 歷史가 길고 단순한 것이 Stoker Type이나, 이는 우선 Fuel인 Coal이 粉炭이어서는 안되고 塊炭이어야만 하는 필수적인 조건이 충족되어야만 하는 어려움때문에 塊炭의 產出量이 장성탄광 이외에는 微微한 우리나라에서는 現實의으로 輸入의 高質有煙炭을 使用할 수 밖에 없다는 不利한 점이 있으며,

(2) 더우기 環境排出基準의 強化로 公害防止施設을 갖추어야만 함.

따라서, 本 經濟性檢討에서는 이를 완벽하게 갖추는 것으로 假定하였으며, 50T/H以上の 大容量 Boiler는 Multi-Retort Type을 채용하는 것으로 假定하여 Cost Estimation함.

(3) 그러나, Capital Cost의 Estimation에 참고할 만한 國內의 과거實績이 大容量 보일러 시스템에는 찾기 어려웠기 때문에, 美國의 Cost를 Koreanization Ratio와 Koreanization Merit Rate등을 고려하여 現實化하여 使用함(참고: Arup K. Malik, "Computerized Cost Comparison of Industrial Boilers" Journal of Cost Engineering, Vol. 24/No. 5, Oct. 1982, USA)

(4) Design Capacity 10T/H前後의 小型 Stoker

〈表-16〉 CALCULATION BASIS OF CAPITAL AND OPERATION COSTS OF PULVERIZED COAL-FIRED BOILERS

	10T/H	20T/H	50T/H	100T/H
1. Efficiency, boiler, %	86.0	87.5	88.0	88.0
2. Depreciation period, year	10	10	10	10
3. Interest on initial investment cost, %	10	10	10	10
4. Fuel price, W/Metric ton, Import/Domestic coal	55,322/26,640	55,322/26,640	55,322/26,640	55,322/26,640
5. Heat value of fuel, Kcal/kg	5,500	5,500	5,500	5,500
6. No. of operator, person/24Hr	20	32	56	88
7. Operator's fee, W/Month-person	350,000	350,000	350,000	350,000
8. No. of Supervisor, person/24Hr	4	4	8	12
9. Supervisor's fee, W/Month-person	450,000	450,000	450,000	450,000
10. Maintenance cost, % of initial investment cost/Year	2	2	2	2
11. Electricity consumption, KWH	62	150	416	1,047
12. Electricity price, W/KWH	46.50	46.50	46.50	46.50
13. Insurance cost, % of initial investment cost/Year	1	1	1	1
14. Differential Enthalpy of steam, 10kg/cm <sup>2</sup> g, sat., Kcal/kg	649.06	649.06	649.06	649.06
15. Operation time. Hr/Year	8,000	8,000	8,000	8,000

〈表-17〉 CAPITAL AND MANUFACTURING COSTS OF PULVERIZED COAL-FIRED BOILERS AS OF

		10T/H	20T/H	30T/H	400H/H 100
I. TOTAL CAPITAL COST		W1,162.22/W1,135.92	W1,818.50	W3,485.80/W3,357.80	W5,589.90/W5,333.97
1. FIXED CAPITAL COST		W1,100	W1,700	W3,200	W5,000
2. WORKING CAPITAL		W62.22/W35.92	W118.50/W67.00	W285.80/W157.80	W589.97/W333.97
1) Fuel		W50.60/W24.30	W99.40/W47.90	W247.00/W119.00	W494.00/W238.00
2) Electricity		W1.90	W4.70	W12.90	W32.40
3) Operating & Maintenance labor		W8.80	W13.00	W23.20	W59.40
4) Maintenance mat'l		W0.92	W1.40	W2.70	W4.17
II. MANUFACTURING COST	W/Year	W989.0/W674.0	W1796.0/W1,178.0	W4,137.0/W2,598.0	W8,187.0/W5,110.0
	W/Hr	(W123,625/W84,250)	(W224,500/W147,250)	(W517,125/W324,750)	(W1,023,375/W638,750)
1. Fuel,	W/Year	W607/W292	W1,193/W575	W2,968/W1,429	W5,935/W2,858
	W/Hr	(W75,875/W36,500)	(W149,125/W71,875)	(W371,000/W178,625)	(W471,875/W357,250)
2. Electricity,	W/Year	W23	W56	W155	W389
	W/Hr	(W2,875)	(W7,000)	(W19,375)	(W48,625)
3. Operating & Maintenance labor,	W/Year	W106	W156	W278	W713
	W/Hr	(W13,250)	(W19,500)	(W34,750)	(W89,125)
4. Maintenance,	W/Year	W22	W34	W64	W100
	W/Hr	(W2,750)	(W4,250)	(W8,000)	(W12,500)
5. Depreciation,	W/Year	W110	W170	W320	W500
	W/Hr	(W13,750)	(W21,250)	(W40,000)	(W62,500)
6. Insurance,	W/Year	W11	W17	W32	W50
	W/Hr	(W1,375)	(W2,125)	(W4,000)	(W6,250)
7. Interest,	W/Year	W110	W170	W320	W500
	W/Hr	(W13,750)	(W21,250)	(W40,000)	(W62,500)

(表-18) MANUFACTURING COSTS OF STEAM GENERATED FROM PULVERIZED COAL-FIRED BOLERS (10kg/cm<sup>2</sup> g sat.)

ITEM	CAPACITY	10T/H	20T/H	50T/H	100T/H
1. Fixed capital cost per metric ton of steam per hour W/Ton/Hr		110,000,000	85,000,000	64,000,000	50,000,000
2. Total capital cost per metric ton of steam per hour, W/Ton/Hr		116,200,000 (113,500,000)	90,900,000 (88,400,000)	69,700,000 (67,200,000)	55,900,000 (53,300,000)
3. Manufacturing cost per metric ton of steam W/Ton		12,360 (8,430)	11,230 (7,360)	10,340 (6,500)	10,230 (6,390)

※ Note: Values in the Parentheses are capital or manufacturing costs based on DOMESTIC-FURNISHED coal price of ₩26,640/MT, while non-parentheses' costs are those calculated on the basis of OVERSEAS-FURNISHED coal price

Coal-Fired Boiler의 Cost는 物價情報誌(1982年 10月號, 韓國産業經營技術研究所)와 當社의 File Data를 使用하여 Estimation함.

(5) Capital Cost의 내용과 Scope of Battery Limit는 Oil-Fired Boiler의 경우와 같다.

(表-19) CALCULATION BASIS OF CAPITAL AND OPERATING COSTS OF STOKER COAL-FIRED BOILERS

	10T/H	20T/H	50T/H	100T/H
1. Efficiency, boiler, %				
2. Depreciation period, year	78.0	80.0	80.8	81.0
3. Interest on initial investment cost, %	10	10	10	10
4. Fuel price, ₩/Metric ton, Import/Domestic coal	10	10	10	10
5. Heat value of fuel, Kcal/Kg	55,322/26,640	55,322/26,640	55,322/26,640	55,322/26,640
6. No. of operator, person/24Hr	5,500	5,500	5,500	5,500
7. Operator's fee, ₩/Month-person	20	32	56	88
8. No. of supervisor, person/24Hr	350,000	350,000	350,000	350,000
9. Supervisor's fee, ₩/Month-person	4	4	8	12
10. Maintenance cost, % of initial investment cost/Year	450,000	450,000	450,000	450,000
11. Electricity consumption, KWH	2	2	2	2
12. Electricity price, ₩/KWH	82	160	393	774
13. Insurance cost, % of initial investment cost/Year	46.50	46.50	46.50	46.50
14. Differential Enthalpy of steam, 10kg/cm <sup>2</sup> g, saturated, Kcal/Kg	1	1	1	1
15. Operation time, Hr/Year	649.06	649.06	649.06	649.06
	8,000	8,000	8,000	8,000

바. INPUT DATA

(1) 내용

(가) Oil-Fired Boiler, FBC Coal-Fired Boiler, Pulverized Coal-Fired Boiler, Stoker Coal-Fired Boiler 등의 經濟性만을 比較 檢討하기 위한 것이므로, 上記 A시스템에 共通으로 關여되는 費用은 모두 除外하여 單純化하였다. 따라서 本 研究에 表示된 모든 Cost와 IRR은 相對的인 값들일 뿐이며, 어느 特定System의 絶對값들이 아니다. 그러나, 本 經濟性比較와 같은 特定시스템의 相對的 比較에는 이와 같은 假定이 큰 無理가 없을 것이다.

(나) 引用한 모든 Cost는 1982年 11月 現在의 國內Cost를 基準으로 했으며, 可能하면 實際 過去의 類似Plant의 實績을 Base로 하였으며,

(다) 특히 國內에서 아직 實用化가 되지 않은 FBC Coal-Fired Boiler와 蒸氣生産量 20T/H級 以上の Stoker Coal-Fired Boiler 관련 Cost는 美國의 Cost를 國內實情에 맞도록 國産化率(Koreanization Ratio)과 國産化 利得率(Koreanization Merit) 등을 고려하여 國內Cost化하였다.

〈表-20〉 CAPITAL AND MANUFA'NG COSTS OF STOKER COAL-FIRED BOILERS AS OF  
NOV. 1982, KOREA

※Figures in Parentheses are not  
abstracted but normal ones.  
Unit : ₩10\*

	10T/H	20T/H	50T/H	100T/H
I. TOTAL CAPITAL COST	₩887.88/₩858.88	₩1,628.05/₩1,571.65	₩3,707.20/₩3,568.20	₩7,025.73/6,747.73
1. FIXED CAPITAL COST	₩820	₩1,500	₩3,400	₩6,400
2. WORKING CAPITAL	₩67.88/₩38.88	₩108.80/₩52.40	₩269.00/₩130.00	₩625.73/₩347.73
1) Fuel	₩55.80/₩26.80	₩108.80/₩52.40	₩269.00/₩130.00	₩537.00/₩259.00
2) Electricity	₩2.60	₩5.00	₩12.20	₩24.00
3) Operating & Maintenance labor	₩8.80	₩13.00	₩23.20	₩59.40
4) Maintenance mat'l	₩0.68	₩1.25	₩2.80	₩5.33
II. MANUFACTURING COST	₩/Year ₩995.60/₩647.60 ₩/Hr (₩124,450/₩80,950)	₩1,867.0/₩1,190.0 (₩233,375/₩148,750)	₩4,438.0/₩2,762.0 (₩554,750/₩345,250)	₩8,921.0/₩5,578.0 (₩1,115.125/₩697,250)
1. Fuel	₩/Year ₩31 ₩/Hr (₩3,875)	₩60 (₩7,500)	₩146 (₩18,250)	288 (36,000)
2. Electricity	₩/Year ₩670/₩322 ₩/Hr (₩83,750/₩40,250)	₩1,360/₩629 (₩163,250/₩78,025)	₩3,232/₩1,556 (₩404,000/₩194,500)	5,448/₩3,105 (806,000/₩388,125)
3. Operating & Maintenance labor	₩/Year ₩106 ₩/Hr (₩13,250)	₩156 (₩19,500)	₩278 (₩34,750)	₩713 (₩89,125)
4. Depreciation	₩/Year ₩82 ₩/Hr (₩10,250)	₩150 (₩18,750)	₩340 (₩42,500)	₩640 (₩80,000)
5. Maintenance	₩/Year ₩16.40 ₩/Hr (₩2,050)	₩30 (₩3,750)	₩68 (₩8,500)	₩128 (₩16,000)
6. Insurance,	₩/Year ₩8.20 ₩/Hr (₩1,025)	₩15 (₩1,875)	₩43 (₩4,250)	₩64 (₩8,000)
7. Interest,	₩/Year ₩82 ₩/Hr (₩10,250)	₩150 (₩18,750)	₩340 (₩42,500)	₩640 (₩80,000)

(라) 各 Boiler의 生産Capacity는 10T/H, 20T/H, 50T/H, 100T/H를 基準으로 하였으며, 특히問題가 되는 Fuel Cost는 實 商去來價格을 基準으로 하였으나 國內生産石炭중 發熱量 2,500Kcal/kg 以下の 低質炭의 Cost는 實 商去來가 全無하여 推定하기 어려운 狀態이므로, 9級無煙炭 價格의 約 50%인 ₩20,000/M/T으로 假定하였으며, 이는 感度分析時에 (Sensitivity Analysis) ±10%와 ±15% 增減이 있을 경우를 각각 두어 FBC Coal-Fired Boiler의 經濟性이 石炭價格의 變動에 따라 比較Boiler System과 어떠한 相對的 關係를 갖는지 알아 보았다.

(마) 感度分析 (Sensitivity Analysis)時, 上記 Fuel Cost (Variable Cost에 Fuel Cost와 Electricity Cost를 包含시켜 表示함) 以外에 Captial Cost Fixed Cost의 增減(±10%, ±15%)이 各各의 경우에 미치는 影響에 대해서 高찰 하였다.

(2) General Description of INPUT Data of PLADE Programme

(가) DISCOUNT RATE

各各의 경우에 대해서 10%, 15%로 假定하여, 그 變化가 經濟性에 미치는 影響을 高찰했다.

(나) TAX

各各의 경우에 대해서, 蒸氣의 生産 販賣에 따른 Tax는 0%로 假定하여 比較했다.

(다) LIFE

各各의 보일러시스템의 Life Time은 10年으로 假定했으며, 10年後의 Scrap Value는 모두 0으로 假定했다.

(라) DEPRECIATION

各各의 Boiler의 Life Time과 같은 10年으로 했으며, 이는 現 稅法上의 Boiler適用期間과 같다.

(마) DEMAND

各各의 경우에, 生産되는 모든 蒸氣는 全量 販賣하는 것으로 하였으며, 年間 稼動時間은 8,000 時間을 基準으로 하였다.

(바) WORKING CAPITAL

각각의 경우, 흔히 아래 Cost의 1個月間 所要 되는 Cost를 基準으로 했으며, 이는 Plant의 Life Time以後 回收되는 것으로 假定하였다.

① Fuel의 1個月間 使用量에 相當하는 Fuel Cost

② Electricity의 1個月間 使用量에 相當하는 Electricity Power

③ Operator, Supervisor, Maintenance Man의 1個月間 給料

④ Maintenance Material의 1個月間 所要量에 相當하는 量의 購入價格

(사) PRICE OF STEAM

生産되는 蒸氣는 10kg/cm<sup>2</sup> G. Sat.로 假定했으며, 蒸氣의 販賣價格은 ₩19,000/Ton으로 假定함. 또한 이는 Depreciation期間동안 變化하지 않는 것으로, 各各의 모든 경우에 假定했다.

(아) CONSTRUCTION PERIOD

모든 Boiler System은 生産Capacity에 關係없이, 모두 Initial Investment 시작후 1年만에 Commercial Operation을 시작하는 것으로 했다. 또한 모든 System은 共히 新設하는 것으로 假定했다.

(자) CAPITAL COST

本 研究에서는 Plant Cost를 의미하며 (Working Capital은 包含하지 않음), 各各의 4個 Type의 Boiler System에 대하여, 같은 Scope of Supply와 蒸氣生産量 10T/H, 20T/H, 50T/H 및 100T/H로 나누어 Estimation했으며, 이것은 各各의 Boiler System을 事業主가 Turn-Key Base로 Contractor에게 발주하였을 때의 Cost를 의미하나, 단 土地價格은 포함되어 있지 않다.

(차) SENSITIVITY

本 檢討는 生産蒸氣의 壓力이 10kg/cm<sup>2</sup>G, Sat.인 것을 基準으로 하였으나, 이보다 高壓 혹은 低壓의 蒸氣를 生産할 경우 등을 고려하기 위하여, 다음과 같은 項에 대하여 各各 ±10%와 ±15%의 增減이 있을 경우에 대한 各各의 經濟性變化에 대한 高찰을 했다.

- a) Capital Cost
- b) Variable Cost
- c) Fixed Cost
- (카) 기타

Inflation과 生産蒸氣의 販賣不振으로 인한 Penalty等은 고려하지 않았다.

사. Description of Logic of PLADE Programme

本 經濟性分析은 不確實性의 處理, 장래의 施設 擴張能力 및 不確實한 事態에 대한 對應方案으로 危險分析技法 (Risk Analysis)과 意思決定係數 (Decision Tree)를 同時에 遂行할 수 있는 Rose의 PLADE (Planning and Decision) Program을 使用하여 分析을 遂行하였다. PLADE Program은 不確實性 (Uncertainty)과 戰略的行動方案 (Strategy)을 同時에 處理할 수 있는 技能을 갖추고 있으며 本 經濟性分析에서는 PLADE중의 收益性分析에 관한 部分을 使用함으로써 보일러의 蒸氣生産量과 種類에 따른 純 現在價值 (Net Present Value)를 구함으로써 比較分析資料를 使用하였다.

(다음호에 계속)

