複合火力發電 및 國內設備 現況과 運用

李 鍾 權

(韓國電力(株) 技術開發部長)

1. 序論

複合火力(Combined Cycle)은 새로운 發電方式이 아니고 20餘年前에 開發된 것이며 尖頭 및 中間負荷用으로 適當하고, 建設費가 低廉할 뿐만 아니라 起動, 停止時間이 짧고, 經濟性이 有利하므로 世界 여러나라에 建設, 普及되어 있다.

우리나라는 77年下半期 豫備電力不足 對策의 一環으로 設置期間의 緊迫性을 勘案, 短時日內에 設置可能한 複合火力發電方式을 採擇하여 建設케 되었으며 1976. 7. 群山, 寧越에 複合火力建設이 着工(蔚山에는 1977. 6. 着工)되어 77年 下半期에 Phase Ⅰ(Gas Turbine分)이 最初系統並入된 以後 지금까지 運轉中이며 寧越複合火力은 Phase Ⅱ(Steam Turbine分)까지 建設, 現在 試運轉中인 바, PhaseⅡ의 建設에 拍車를 가하고 있는 群山, 蔚山複合火力이 竣工되면 우리나라는 設備容量920MW의 複合火力設備를 稼動하게 된다.

따라서 우리나라에서 複合火力發電은 運轉操作에서 補修에 이르기까지 모든 것이 새로운 技術이고 高度의 技術을 要하는 設備이므로 그 竣工과 때를 같이하여 複合火力發電設備의 一般的인 事項과 우리나라 複合火力設備의 現況 및 運用等에 對하여 簡略하게나마 紹介함으로써 複合火力發電에 對한 理解를 돕고자 한다.

2. 複合火力의 定義

複合火力(Combined Cycle)은 熱力學的으로 Brayton Cycle(Gas Turbine 基本Cycle)에 Rankine Cycle(Steam Turbine 基本Cycle)을 結合한 것으로서 Gas Turbine 排Gas中의 餘熱을 回收再活用함으로써 Plant 效率을 向上시키도록 한 것이다.

即 Gas Turbine 排Gas의 溫度는 約 1050 °F (565 ℃) 程度이므로 이 熱을 餘熱回收裝置(HRSG : Heat Recovery Steam Generator)에서 回收, 蒸氣를 發生시켜 蒸氣터빈을 驅動하는 것을 말한다.

'複合火力'하면 化石燃料를 燃燒시키는Gas Turbine의 複合火力을 聯想하게 되나 앞으로

는 原子力發電所의 複合火力開發이 展望되고 있다.

從來의 原子力發電所는 原子爐에서 熱의 媒介体로 물을 使用하였으나 앞으로는 Helium 을 媒介体로 하는 發電方式이 研究되고 있으며, Helium은 氣体임으로 原子爐에서 加熱된 Helium으로 直接 Gas Turbine을 驅動하고 餘熱回收裝置를 加熱後 原子爐로 復歸시키며 餘熱回收裝置에서 發生된 蒸氣로써 蒸氣터빈을 驅動하는 方式도 繼續 研究되고 있으나 原子力發電所의 複合火力은 本 內容에서 除外키로 한다.

3. 複合火力의 種類 및 特徵

複合火力은 Gas Turbine設備와 蒸氣터빈設備의 結合方式에 따라 다음 6가지 方式이 있다.

가. 給水加熱方式

이 方式은 Gas Turbine의 排氣Gas로 蒸氣發電設備의 給水를 加熱하는 方式이다.

(1) **概略圖** 〈〔그림 1〕 參照〉

(2) **特徵**

㈎ 系統이 簡單하고 設備費가 싸다.

㈏ 蒸氣터빈과 Gas Turbine의 單獨運轉이 可能하다.

㈐ Gas Turbine의 廢熱을 有效하게 給水加熱器에서 回收하여 Plant 效率을 向上시키므로 蒸汽터빈容量이 Gas Turbine容量 보다 커야 한다.

나. 排熱回收方式

이 方式은 Gas Turbine의 排氣gas를 Boiler에서 回收하여 蒸汽를 發生시켜 蒸汽터빈을 驅動하는 方式이다.

(1) **概略圖** 〈〔그림 2〕 參照〉

(2) **特徵**

㈎ 蒸汽터빈에 組合하는 Gas Turbine 容量이 比較的 크다.

㈏ 蒸汽터빈의 單獨運轉이 不可能하다.

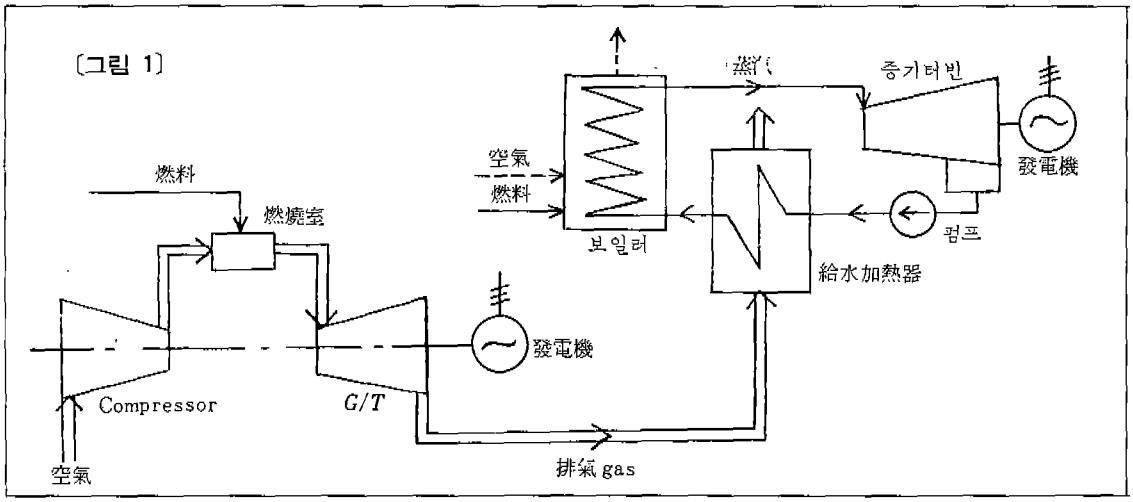
㈐ Gas Turbine의 容量과 排汽gas 溫度에 따라 蒸汽터빈의 出力, 蒸汽條件이 制約을 받는다.

㈑ Gas Turbine의 負荷變動에 따라 蒸汽터빈의 出力이 變動된다.

다. 排氣gas 助燃方式

이 方式은 gas Turbine排氣gas를 排氣gas보일러에 들어가는 煙道內에 別途의 燃料를 助燃시켜 蒸汽發電設備의 出力을 增加시키는 方式으로 現在 中容量 Package發電設備에 가장 많이 標準化가 進行되고 있다.

〔그림 1〕



(1) **概略圖** 〈〔그림 3〕參照〉

(2) **特徵**

㈎ Gas Turbine과 蒸汽터빈의 負荷變動은 助燃量을 調整하여 쉽게 調整됨.

㈏ 助燃할 境過 輻射傳熱은 利用되지 않으므로 Boiler의 傳熱面積은 比較的 커진다.

㈐ Gas Turbine의 排氣gas를 燃燒用空氣로 使用함으로 蒸汽터빈의 單獨運轉은 不可能하다.

㈑ 煙道內에 助燃할 때 gas溫度 上昇의 制限이 있으므로 蒸汽터빈出力, 蒸汽條件의 制約이 있다.

㈒ 助燃用燃料는 gas가 適當하다.

라. 排氣gas 再燃方式

이 方式은 gas Turbine의 排氣gas를 보일러 使用燃料의 燃燒用空氣로 利用하여 廢熱을 回收하고 排氣高溫gas中의 殘存酸素로 再燃하는 方式임(豫備用 壓入通風機를 설치 운용하는 경우도 있음)

(1) **概略圖** 〈〔그림 4〕參照〉

(2) **特徵**

㈎ Boiler用 燃料는 gas Turbine과 相關없이 選定할 수 있다.

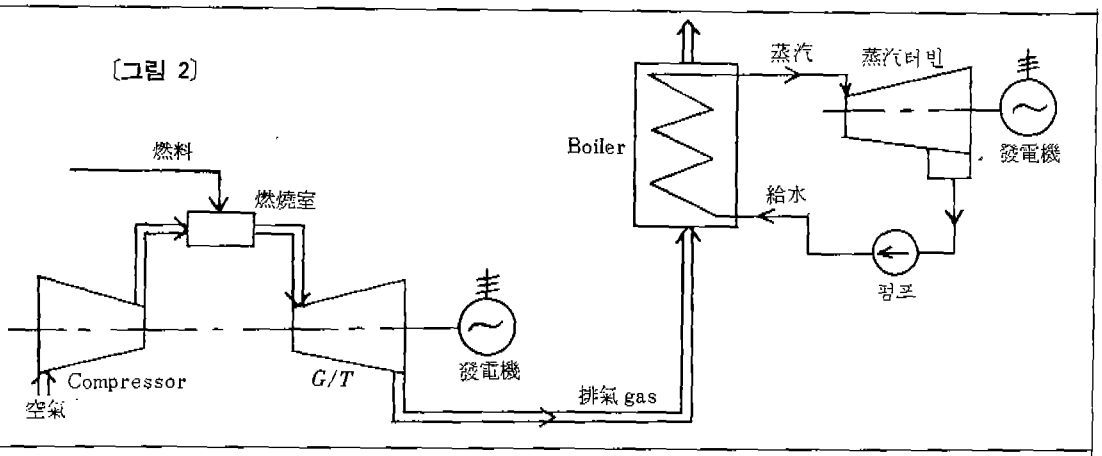
㈏ gas Turbine의 排氣gas를 燃燒用空氣로 使用하므로 蒸汽터빈의 單獨運轉이 不可能하다. (壓入通風機를 設置하는 경우는 單獨운전可能)

㈐ 蒸汽터빈Plant를 比較的 大容量으로 할 수 있다.

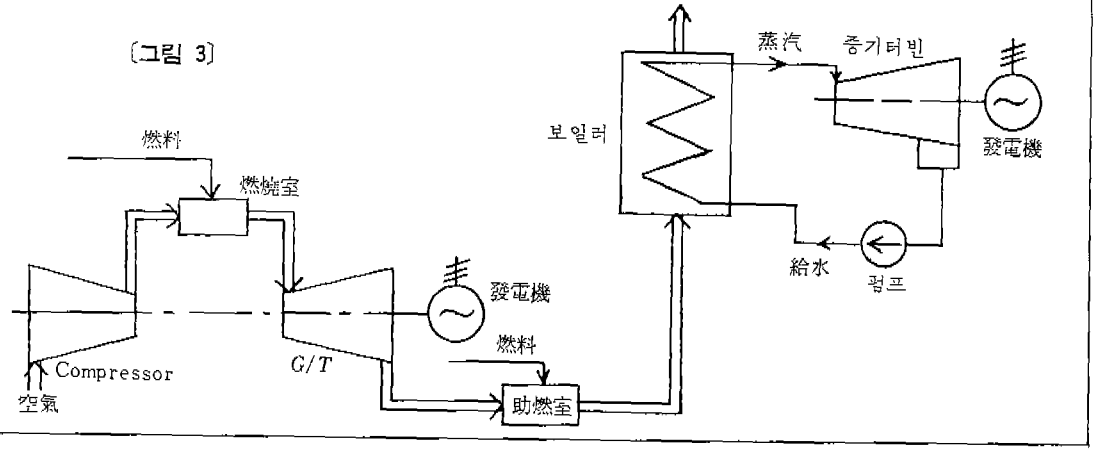
㈑ 空氣豫熱器가 不必要함으로 代身 Economizer(節炭器) 및 Stack Cooler를 設置할 必要가 있다.

㈒ 運轉制御系統이 複雜하다.

〔그림 2〕



〔그림 3〕



마. 過給Boiler 方式

이 方式은 Gas Turbine의 空氣壓縮機로 보일러를 加壓燃燒시켜 이 排氣gas를 Gas Turbine에 보내어 驅動하고 排氣gas로는 給水를 加熱하는 方式임.

(1) **概略圖** 〈〔그림 5〕參照〉

(2) **特徵**

㈎ 複合火力中 熱効率이 가장 좋다.

㈏ 過給Boiler임으로 熱傳達率이 좋고 傳熱面積이 減少됨으로 Boiler는 小型化되고 Gas Side는 耐壓構造로 해야 한다

㈐ 蒸汽터빈과 Gas Turbine의 單獨運轉이 不可能하다.

㈑ Boiler燃料는 Gas Turbine으로부터 制限을 받는다.

바. 高温空氣方式

이 方式은 空氣壓縮機로부터의 空氣를 Boiler內의 熱交換器로 加熱시켜 Gas Turbine에 보내고 排水gas를 Boiler燃燒用空氣로 再使用하는 方式임.

(1) **概略圖** 〈〔그림 6〕參照〉 〕

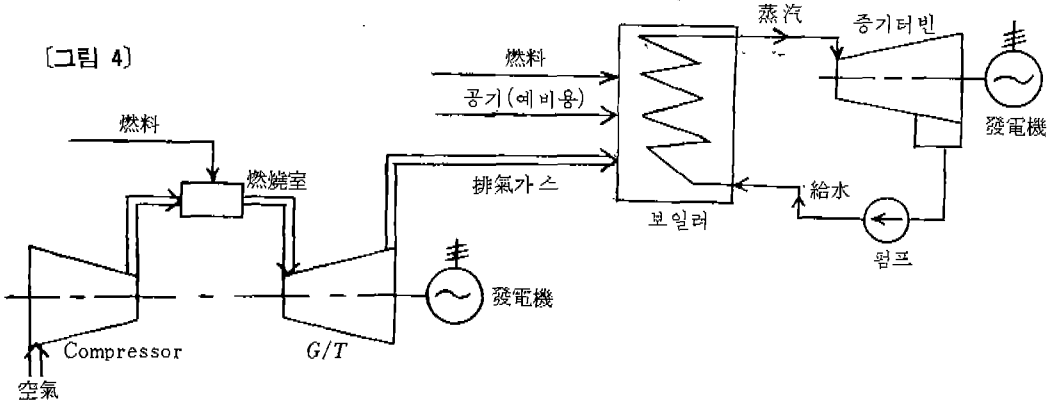
(2) **特徵**

㈎ 燃料의 種類의 制限이 없다.

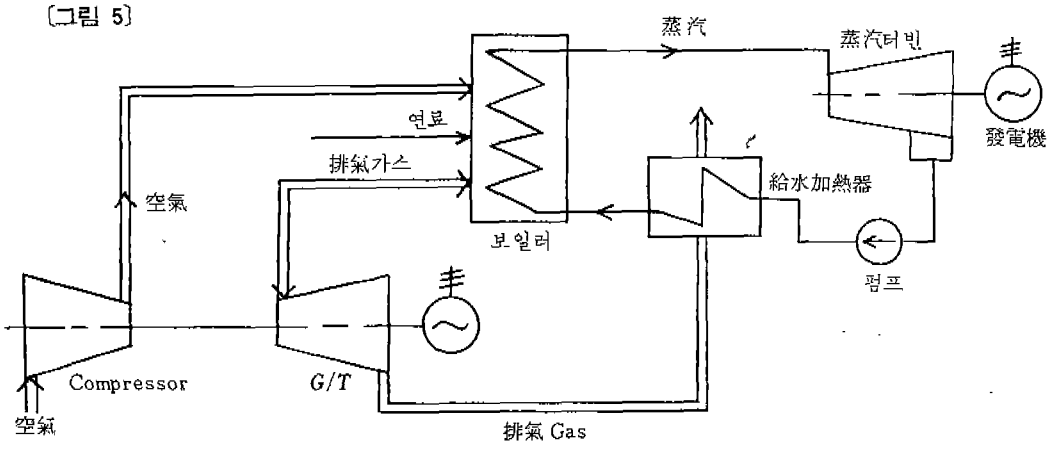
㈏ 高温空氣加熱器가 高價이다.

㈐ 單位空氣量當 Gas Turbine의 出力이 減少한다.

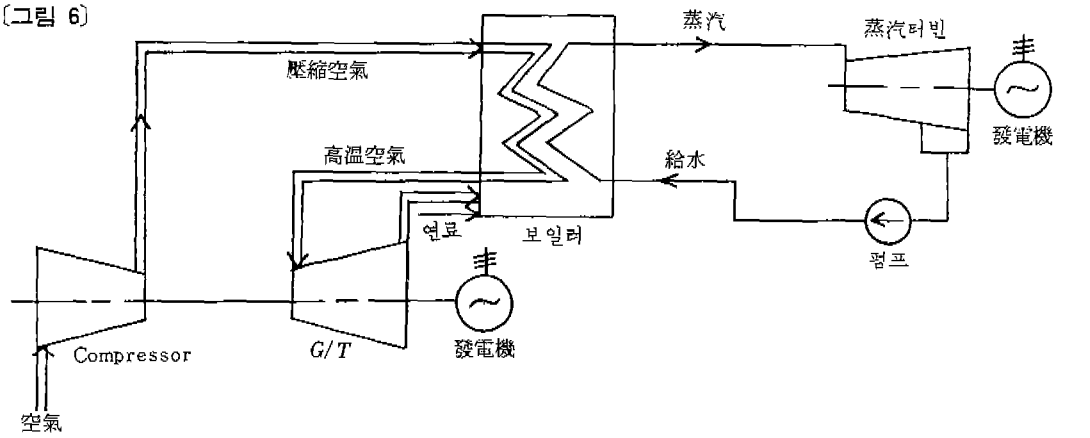
〔그림 4〕



〔그림 5〕



〔그림 6〕

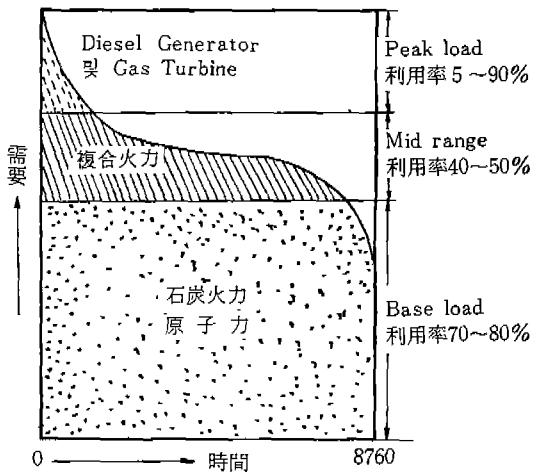


4. 複合火力의 必要性

系統의 發電設備適正構成은 固定費와 燃料費 및 系統의 負荷特性(負荷持續曲線 : 年間 8,760 時間의 時間別 負荷를 크기順으로 늘어놓은 曲線)에 依하여 左右된다.

即 Diesel Generator 및 Gas Turbine과 같은 內燃發電設備는 固定費가 적은 반면, 燃料費에 依한 經費增加가 크며 또한 負荷의 速應力이 크므로 Peak load를 擔當하고 石炭火力 및 原子力發電設備는 固定費가 큰 反面, 燃料費에 의한 經濟增加가 적으므로 基底負荷를 擔當하는 것이 經濟的이다.

〔그림 7〕 **負荷持續曲線** (Load Duration Curve)



上記 負荷持續曲線에서 보는 바와 같이 Base load發電은 原子爐과 化石燃料燃燒發電所가 擔當하며 經濟性을 勘案, 大容量, 高效率과 높은 利用率로 運轉되어야 한다.

萬若 Base load設備가 全系統의 높은 比率로 點有하는 境遇, 때로는 深夜 輕負荷時 停止하거나 最少負荷運轉 등을 하게 되므로 非經濟的이며 不合理한 것이다.

短期尖頭負荷를 充足시키기 위해서는 利用率이 낮고 起動, 停止時間이 짧은 Piesel Generator 및 Gas Turbine이 使用되어 왔고 앞으로도 繼續使用될 것이다.

Gas Turbine은 製作期間과 設置期間이 짧고 需要의 適應이 빠르므로 世界 여러 電力會社에서 設置計劃 및 設置中에 있으며 Gas Turbine보다 效率이 좋고 利用率이 높은 Combined Cycle이 上記와 같은 要求를 充足시키는 Peak load 및 中間負荷擔當 發電所로 轉換되어가고 있다.

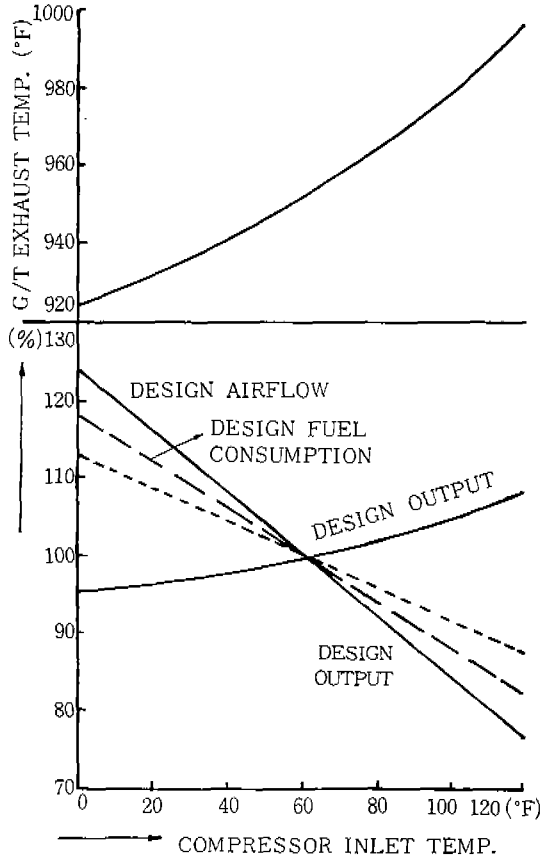
複合火力은 높은 效率과 投資費減少로 先進諸國에서 繼續 開發하고 있으며 中間負荷擔當發電所로서 年間 運轉時間이 3,000~5,000時間이면, 生產費를 勘案할 때 經濟性이 있는 것으로 判明되고 있다.

5. 複合火力의 效率

蒸汽터빈과 Gas Turbine을 組合함으로써 얻어지는 複合火力 熱效率 改善은 組合方式에 따라 差異가 있고 또한 Gas Turbine 運轉條件에 많이 左右된다.

Gas Turbine의 熱Cycle인 Brayton Cycle의 理論熱效率은 壓力比(壓縮機의 入口壓力에 對한 出口壓力)가 높을수록 效率이 좋아지고 Gas Turbine 入口溫度에는 無關하나, 實際 Gas Turbine熱效率에 영향을 끼치는 것은 壓力比뿐만 아니라 터빈入口에서의 燃燒gas 溫度이며 溫度가 높을수록 熱效率은 向上된다.

〔그림 8〕 COMPRESSOR INLET TEMPERATURE 영향

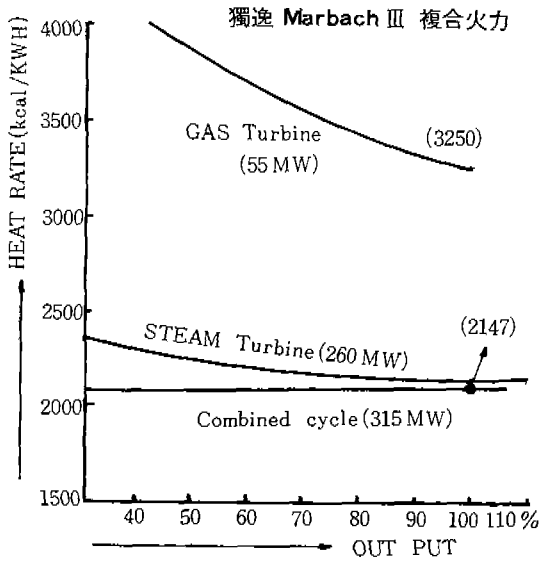


條件

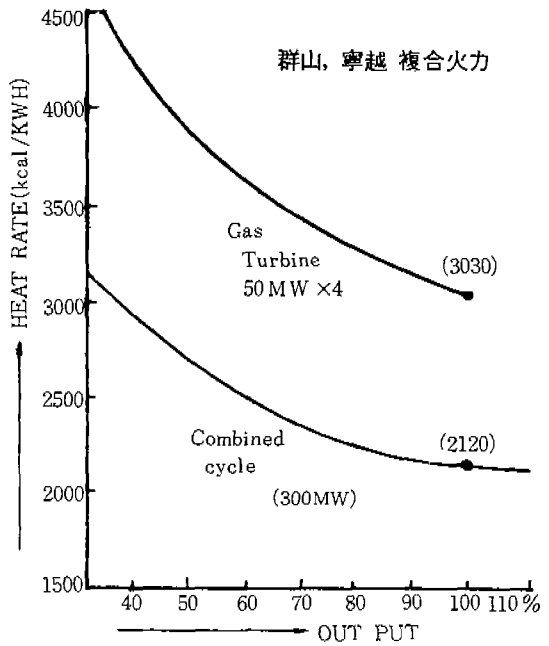
1. 100% Speed
2. ΔP(INLET)/ΔP(EXHAUST) ; 4″/5″ H_2O
3. FUELS ; NATURAL GAS DISTILLATE OIL HEAVY OIL

그러나 Turbine 入口의 燃燒Gas溫度를 任意로 높게 할 수 없고 耐燃材料의 性能, Bucket의 强度 및 주어진 壓力比에 對하여 가장 적당한 터빈入口의 溫度가 決定된다.

〔그림 9〕 出力對熱消費率曲線

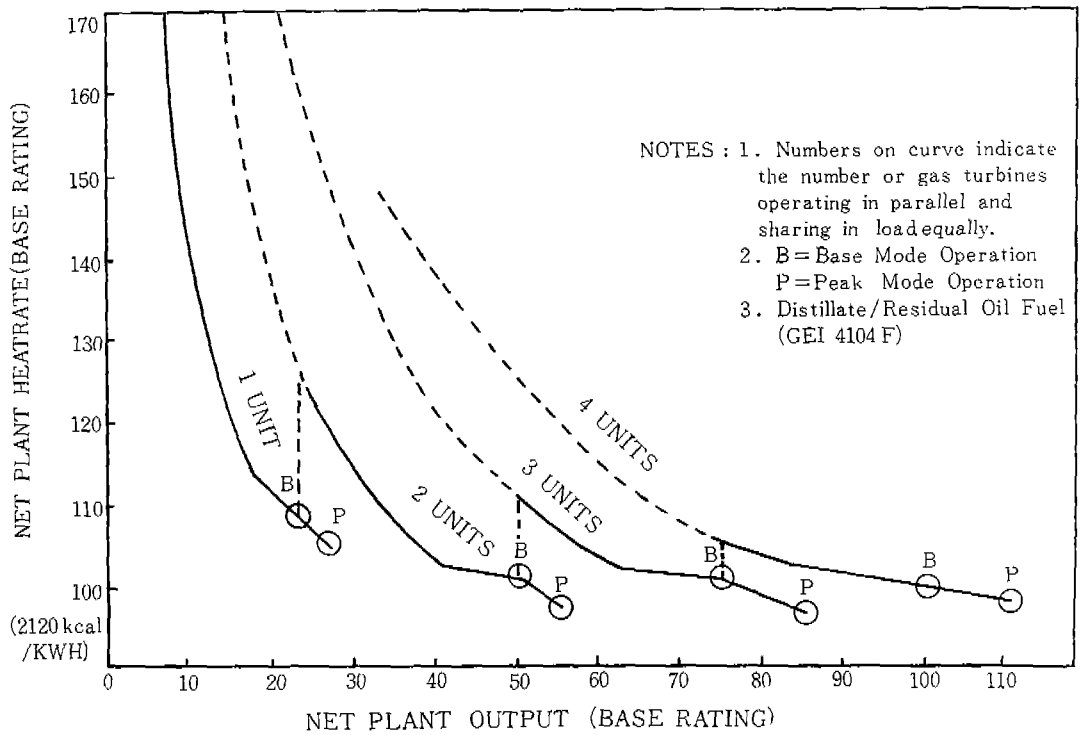


(排氣가스 再燃方式)



(排熱 回收方式)

〔그림10〕 ESTIMATED PERFORMANCE OF NET PLANT OUTPUT VS NET PLANT HEAT RATE(群山, 寧越 複合火力)



이밖에 Gas Turbine熱效率에 영향을 미치는 것은 壓縮機入口溫度와 壓縮機, 燃燒器 및 터빈 等에 있어서의 流動抵抗과 機械損失 및 熱의 冷却損失 등이다. 特히 壓縮機入口溫度는 〔表1〕에서 보는 바와 같이 出力 및 熱效率에 큰 영향을 미친다.

複合火力과 Gas Turbine의 熱效率差異도 그 組合方式에 따라 各各 다르며 出力에 따른 複合火力의 熱效率變化도 그 組合方式에 많이 左右된다. 即 Gas Turbine의 排氣熱에 의한 排熱回收方式은 出力에 關係없이 Gas Turbine 과 複合火力의 效率差는 거의 一定하나 排氣Gas 再燃方式은 出力에 따라 그 效率이 큰 差異를 나타낸다.

〔表3〕은 群山, 寧越複合火力의 1台의 Gas Turbine起動에서부터 順次的으로 起動하여 4基의 複合火力의 滿負荷出力增發까지의 出力과 效率對比를 나타낸 것이다. 結局 複合火力의 성능은 Gas Turbine과 蒸汽發生設備의 組合方式, 壓力比, 터빈入口의 gas 溫度, 壓縮機入口의 空氣溫度, 空氣流量 및 出力에 依하여 左右된다.

6. 複合火力의 長短點 및 問題點

複合火力은 問題點도 있으나 長點이 많으며 그 長短點을 列擧하면 다음과 같다.

가. 長點

(1) 中間負荷 또는 尖頭負荷用으로 適當하다.

Turbine이 여러 개임으로 最大效率로 運轉할 수 있다.

(2) 價格이 低廉하고 工場 組立品이 많으므로 建設備가 싸다.

(3) 效率이 좋으며(約40%) 特히 部分負荷에서 效率이 좋다.

(4) 起動, 停止時間이 짧다.

Hot Start-Up時(Steam Turbine 1st Stage Shell Temperature 288℃ 以上일 때)는 40分

以內에 100%까지 增發할 수 있으며 18~23分以內에 系統並入 可能하여 .每日 起動할 수 있고, Cold Start-up時(Steam Turbine 1st Stage Shell Temperature 149℃ 未滿일 때) gas Turbine만을 빨리 起動할 수 있음.

(5) 公害問題가 적다.

(6) 運轉員이 적게 所要된다.

(7) 冷却水가 적게 所要된다.

같은 容量의 蒸汽發電設備에 比하여 約60% 적게 든다.

(8) 製作 및 設置期間이 짧다.

契約後 18~20個月後 Gas Turbine(群山, 寧越複合火力設備의 경우 約2/3 出力該當) 의 運轉이 可能하고 30個月 以內에 Steam Turbine의 運轉이 可能함.

(9) 構造物(土木, 建築) 建設費가 적다.

나. 短點 및 問題點

(1) Gas Turbine의 使用燃料는 天然gas나 輕油 등의 高級油이므로 發電原價가 높다.

(2) 重油(Bunker-C油) 使用 複合火力은 世界的으로 널리 普及이 안되어 있어 Test Plant 化 할 憂慮가 있다.

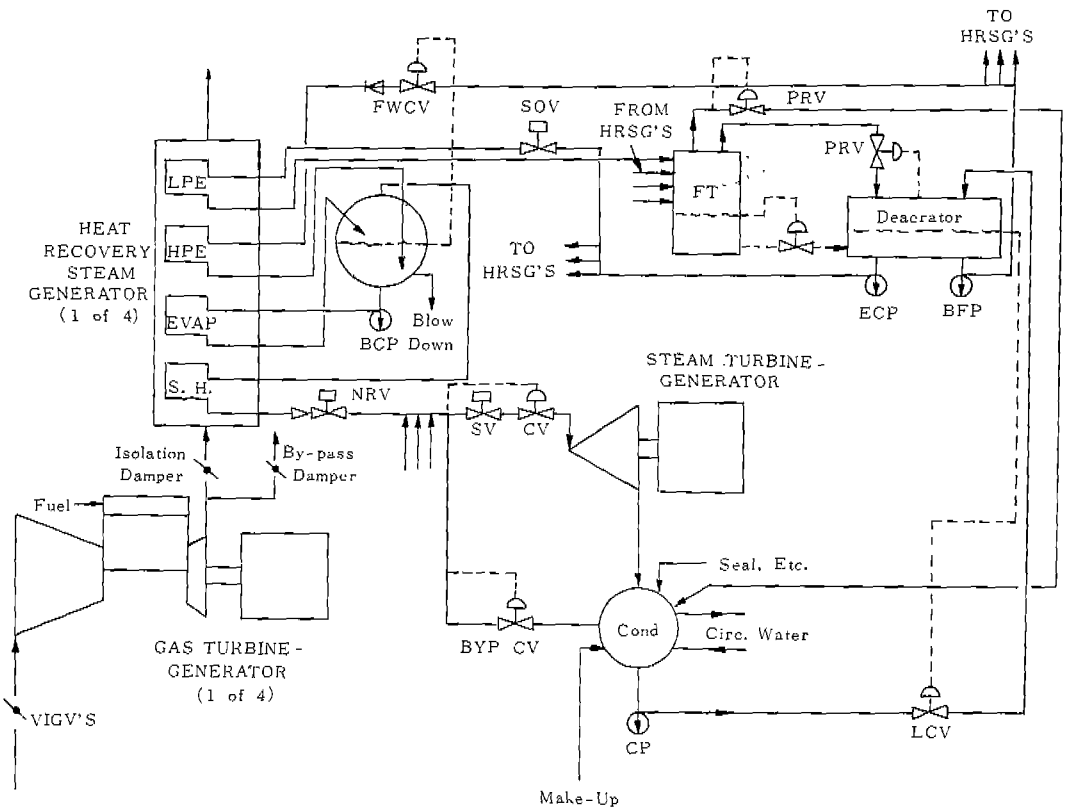
(3) 重油(Bunker-C油) 使用時 Na, Ca, K, V에 依한 高溫腐蝕이 發生하고 灰分付着으로 出力이 減少한다.

(4) 運轉, 補修上 未知事項이 많음

7. 우리나라 複合火力設備現況 및 運用

우리나라의 複合火力設備는 政府의 非常電力對策의 一環으로 群山, 寧越 및 蔚山에 建設推

〔그림 11〕 COMBINED CYCLE DIAGRAM



〔表 5〕 우리나라 複合火力의 設備現況

區分 / 發電所名	Gas Turbine 設備 容量×基數	Steam Turbine 設備 容量×基數	總 容 量	製 作 者
群山複合	50 MW × 4 基	100 MW × 1 基	300 MW	美國 G. E. 社
寧越複合	〃	〃	〃	〃
蔚山複合	55 MW × 4 基	〃	320 MW	美國 U. T. 社
計	12 基 620	3 基 300	920	

進中이며 序論에서 言及한 바와 같이 Phase Ⅱ (Steam Plant)의 建設도 完了되어 複合火力設備의 本格的인 運用이 豫想되므로 우리나라 複合火力設備의 現況및 그 運用에 對하여 說明하고자 한다.

가. 設備現況 및 系統圖

〈〔그림 11〕과 〔表 5〕 參照〉

나. 運轉方式

옆의 〔表 6〕 基本分類와 아래의 〔表 7〕 負荷別 分類表와 같다.

〔表 6〕 基本分類

型 式	溫度條件 (S/T lst Stage Shell Temp)	最大出力到達時間	備 考
Simple Cycle (G/T) 運轉		15分	
Combined Cycle (G/T+S/T) 運轉	Hot Start-up (288℃ 以上)	1 時間	Steam Turbine 溫度條件適用
	warm Start-up (149℃~288℃)	2 時間	
	Cold Start-up (149℃ 未滿)	4 時間	

〔表 7〕 負荷別 分類

區 分	運 轉 內 容	運 轉 內 容	出 力 및 時 間	最大出力到達時間
1 案	尖頭負荷運轉 (純尖頭負荷運轉)	2 時間前부터 G/T 4 台 (200MW) 運轉中 尖頭時 複合火力運轉	G/T 200MW 2 Hr C/C 300MW2.5Hr	2 時間 (Warm Start)
2 案	準中間負荷運轉 (部分中間尖頭負荷運轉)	G/T 1 台와 S/T 1/4 負荷의 C/C로 運轉中 尖頭時全設備 複合火力 運轉	(G/T 50MW, S/T25MW) 9.5Hr C/C 300 MW 2.5Hr	40分 (Hot Start)
3 案	中間負荷運轉 (部分基底尖頭 負荷運轉)	G/T 1 台와 S/T1/4負荷의C/C로 運轉中 尖頭時全設備 複合火力運轉	(G/T 50MW, S/T 25MW) 21.5Hr C/C 300MW 2.5Hr	40分
4 案	基底負荷運轉	全設備滿負荷 複合火力運轉	C/C 300MW Hr	瞬 時

(3) 負荷別 運用方案 比較

上記 運轉方式의 負荷別 分類中 第4案이 熱效率面이나 發電原價面에서 가장 有利하나 Gas Turbine 設備維持 및 系統運用上을 考慮하면 實際 運用이 不可하여 除外하고 實際 運用可能한 1, 2, 3 案에 對하여 比較하면 다음과 같다.

※ 前提

○燃料(輕油) 發熱量 : 9050kcal/ℓ

○燃料原價 47.03 원/ℓ

〔表 8〕 各案比較

區分 / 項目		1 案	2 案	3 案
運轉內容		尖頭負荷運轉 (最大出力으로 2.5 時間 運轉)	準中間負荷運轉 ○G/T 1 台와 S/T1/4 負荷(早期起動,深夜停止) ○尖頭時最大出力으로 2.5Hr 運轉	中間負荷運轉 ○G/T 1 台와 S/T 1/4 負荷 (週初起動週末停止) ○尖頭時最大出力으로 2.5Hr運轉
日日 發電量	G/T 發電量	950MWH(79.2%)	1350MWH(73.4%)	1770MWH(71.4%)
	S/T 發電量	250MWH(20.8%)	490MWH(26.6%)	710MWH(28.6%)
	計	1200MWH	1840MWH	2480MWH
利用率		17%	26%	34%
尖頭時間出力		300MWH	225MWH (75MW 中間負荷)	225MWH (75MW 基底負荷)
系統速應時間(並入만무해)	G/T	7 分~20分	7 分~20分	7 分~20分
	S/T	50分~120分	0 分~40分	0 分~40分
熱消費率		2500kcaℓ/kwH	2310kcaℓ/KwH	2250 kcaℓ/KwH
效率		34.4%	37.2%	38.2%
燃料費原價		13^{05} 원/KwH	12^{13} 원/KwH	11^{60} 원/KwH
長點	熱損失	過多 ○HRSG起動損失 (4台分) ○S/T起動損失	1 案과 同	적다 ○HRSG起動損失 (3台分) ○S/T起動損失無
短點	熱應力	○熱應力發生으로壽命減少	1 案과 同	熱應發生減少
	系統速應時間	길다	짧다	짧다
	燃料費原價	基準	0^{05} 원/KwH 싸다	1^{26} 원/KwH 싸다
	維持補修費	가장비싸다 (點檢週期短縮)	비교적 싸다	싸다
	燃料消費率 (0.3512Kℓ/MwH	적다 (333.64kℓ/日)	많다 (474.12kℓ/日)	가장 많다 (621.62kℓ/日)

※ 79年度 計劃 利用率
群山 C/C : 27.3%, 寧越 C/C : 31.7%, 蔚山 C/C : 22.5%

以上에서 比較한 바와 같이 複合火力設備維持面과 熱效率面을 勘案하면 中間負荷運轉(3案) 및 準中間負荷運轉(2 案)이 有利하나 深夜의 複合出力 때문에 汽力發電所의 減發運轉이 發生하여 汽力發電所의 效率을 低下시켜 發電原價를 上昇시키게 되며 燃料供給面에서 輕質油의 供給이 難望視되므로 實際로 1 案(尖頭負荷運轉)이 많이 運用될 것으로 展望되고 있다.

(FY-79 發電計劃에는 2 案方式으로 計劃됨)

(4) 尖頭負荷適應運轉方式

實際로 많이 運用될 것으로 展望되는 尖頭負荷運轉에서 系統에 適應하기 위한 Steam Plant의 起動 形態別 運用方法은 圖表와 같고 作成基準은 다음과 같다.

(가) Hot-Start-UP時

- 滿負荷 需要豫想 1時前 起動함
- Change Over Sequence適用(後記 自動起動 Sequence種類 參照)

㈏ Warm Start-up時

● 滿負荷需要豫想 2時間前 起動함

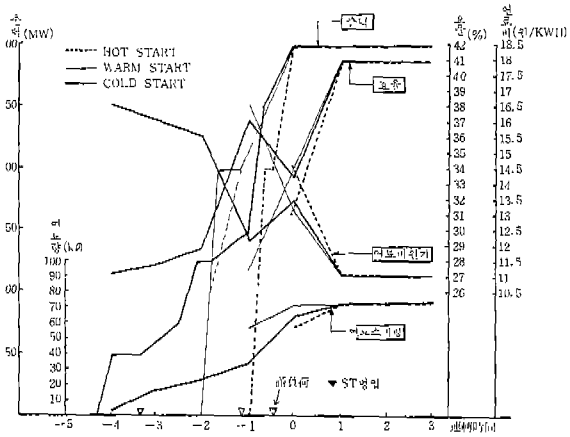
● Change Over및 Add on Sequence 適用 (後記 自動起動 Sequence 參照)

㈐ Cold Start-up 時

● 滿負荷需要豫想 4時間20分前에 起動함

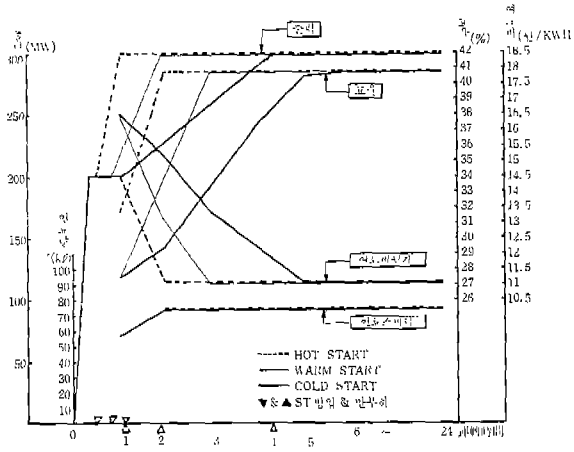
● 必要 時間外에 電力發生을 最大로 하기 위하여 Add on Sequence 適用.

① 尖頭計劃 發電圖表



② 非常速應發電(緊急發電)

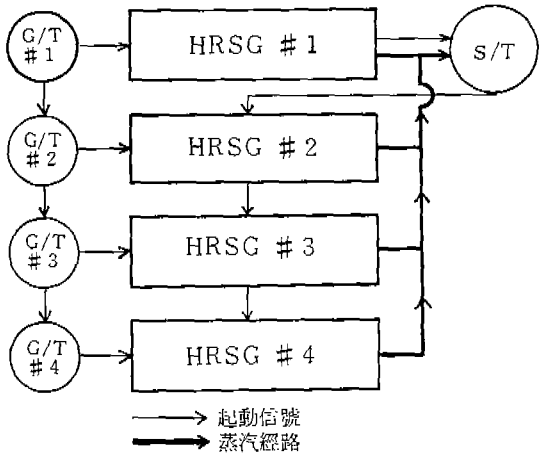
緊急한 電力需要에 速應하기 爲해서는 Change over sequence를 適用해야 하며 起動形態別 發電方式은 아래圖表와 같다.



(5) 自動起動 SEQUENCE 의 種類

㈎ "INITIAL START SEQUENCE" 起動

Steam Turbine 停止狀態(全HRSG 停止狀態)와 Gas Turbine 모두 停止 또는 一部 Gas Turbine 運轉狀態에서 圖面과 같이 G/T및 HRSG를 順次的으로 起動하는 方式임



○節次

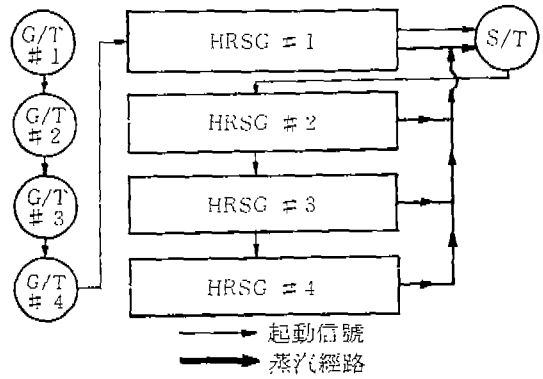
G/T는 30秒마다 차례로 起動後 천천히 出力增發

同時에 選擇된 HRSG부터 起動後 S/T 起動및 發電

나머지 HRSG를 追加起動

㈏ "CHANGE OVER" Sequence起動

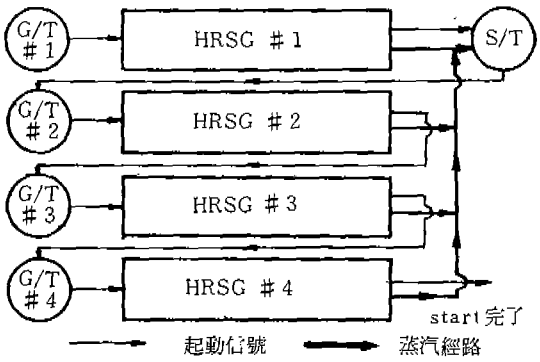
Steam Turbine 停止狀態(全HRSG 停止狀態및 Gas Turbine 모두 停止狀態에서 于先 Gas Turbine을 順次的으로 起動, Gas Turbine 의 許容出力까지 增發後 選擇된 HRSG를 起動하여 Steam Turbine을 發電하고 나머지 HRSG



를 順次的으로 起動, Steam Turbine의 出力을 增發하는 것으로서 系統電力不足時 速應發電에 가장 適合한 方式임(Simple Cycle에서 Combined Cycle로 轉換)

㈐ "ADD ON" Sequence 起動

Gas Turbine, HRSG 및 Steam Turbine 모두 停止狀態에서 선택된 1組의 Gas Turbine, HRSG를 起動하여 Steam Turbine과 複合火力으로 運轉中(或은 一部 Gas Turbine HRSG가 Steam Turbine과 Combine Cycle로 運轉中) 停止中인 他 Gas Turbine HRSG組를 順次的으로 追加起動하여 出力增發하는 것으로서 中間負荷運轉하면서 必要時 增發運轉하는데 가장 좋은 方式임.



8. 結 言

지금까지 複合火力의 定義, 種類와 特徵, 效率 등과 우리나라의 複合火力設備의 現況 및 運用에 對하여 槪略的으로 記述하였다.

一般的으로 複合火力發電은 起動, 停止時間이 짧고 中間 및 尖頭負荷用으로 適合하며, 效率이 높고, 經濟性이 有利하는 等의 많은 長點이 있으나 使用燃料가 天然Gas나 輕質油 等의 高級油이므로 發電原價가 높고 이를 解決하기 위한 重油使用에는 많은 問題點이 있을 뿐만 아니라 複合火力, 特히 Gas Turbine의 運轉, 補修面에서 未知事項이 많은 것이 큰 短點으로 指適되고 있다.

特히 使用燃料面에서 「이란」事態 以後 產油國의 油價引上 및 原油減產趨勢로 第2의 石油危機가 豫想되고 또한 國內油類消費패턴의 輕質油增價趨勢로 複合火力의 使用燃料인 輕質油確保가 더욱 難望視되고 있다.

그러나 政府에서 推進하고 있는 重化學工業育成과 先進產業社會建設에 隨伴되는 莫大한 電力需要에 對處키 위하여 發電施設容量은 크게 伸長될 것이며 이에 따라 尖頭 및 中間負荷擔當設備도 追加되어야 할 것인바 이러한 要求를 充足시키기 爲하여 複合火力의 諸問題, 即 先進諸國에서 推進中인 使用燃料의 重質化와 國內에서는 아직 새로운 運轉 및 補修技術의 蓄積培養, HRSG等 一部 國產化되고 있는 複合火力設備의 設計, 製作技術自立化 等의 諸問題 解決에 많은 硏究와 努力이 傾注되어야 할 것이다. (※)