

近代式火力發電所의 趨勢

金 在 信

口. 緒 言

오늘의 獨逸는 戰後 놀랄만한 發展을 하고 있다. 獨逸의 全産業面을 볼때 下記와 如한 簡單한 統計數字만으로도 可히 二 三 發展相을 알수있으며 西德에서 生産되는 各種品目의 列擧를 略하고 全般的인 平均을 表示하면

(1936을 100이라 함)

種別 \ 年別	1948	1949	1950	1951	1952	1953
全般平均	65	90	113	135	145	158
鉄鋼機械	51	83	114	151	170	176
電力增加	112	135	154	181	179	212

上記表에서 보는바와如히 工業生産의 飛躍的 激增에따라 電力增加도 놀랄만큼 增加하고 있음을 볼수있다.

1952年現在로 西德에서 運轉中에 있는 設置容量은 900 萬 KW 에達하고 全設備容量은 1350 萬 KW 이다. 1948년부터 1952년까지 新設된 發電所를 大別하여

褐炭火力發電所 1,582,000 KW

石炭火力發電所 3,768,000 KW

水力發電所 575,000 KW

이와같이 發電力이 增加되었음에도 不拘하고 生産增加에따라 激增되는 電力需要에 應기難하여 瑞西等地로부터 電力

을 輸入하고 있는 現狀에 있다. 이것의 數字的統計에서 1948
과 1952年을 比較할때 電力增加는 326 KWH에서 562 億
KWH로 增加되고

1948에는 4億700萬 KWH를 外國에 輸出하였으나

1952에는 10億7,300萬 KWH를 外國에 輸入하였다.

電力은 반드시 産業生産과 相伴되어야 됨을 알수있을것이요,
이를볼때 오늘의 獨逸의 發展相을 可히 알수있으리라 是
다. 本人은 지난七月 西獨에서 戰後 新設된 火力發電所를
보고 近代式火力發電所의 辰相을 論하여 보고저한바

2. 發電所設計의 戰後趨勢

經濟的으로나 信賴度의 見地로보아 火力發電所는 每 30年
마다 改修해야한다 即 新發電所로 代替해야만된다.

新發電所는 第一로 效率가 좋아야하며 合理的設計에
依한 建設費의 低廉과 運轉及 保守費의 低下를 求하여야
한다. 그리하면 가장 効率的이고 安穩이고 모든 條件에
適合되는 發電所建設이야말로 가장 重要한 問題이며 이
方案을 論하여 본다

獨逸과 美國은 戰時에도 不拘하고 1943년까지 近代의
火力發電所 内外 設計는 大略 類似하였다.

第一圖는 二個의 最新式發電所 即 獨逸의 標準發電所
EKW1과 美國의 Burlington을 比較한것이이다. "power"
誌에서 Burlington 發電所야말로 將來 發電所建設에있어
採擇될 가장 優秀한것 이라하였다. 現在에있어 二국
國의 發電所建設趨勢는 比肩하세되었으며 그共通點을 列舉
한다

(1) 大發電所設計에있어서는 汽缶一台, 汽機一台의 單位式

(Unit System) 이 많이 채택됨

(2) 250,000 ~ 1,000,000 封度/時間 (美國에서는 1,300,000 封度/時間) 의 汽缶과 50 ~ 125 MW (美國에서는 200 MW) 汽機를 가진 大容量의 發電所가 設置되고 있으며 單位式에 있어 125 MW 타-보 發電機까지 單軸設計로 되어있고 100 ~ 200 MW 容量에는 複式設計로 되어있다.

(3) 再熱設備가 있는 發電所에서는 溫度가 977 ~ 1,004 °F 까지는 Ferritic 鋼材를 使用하고 1,040 ~ 1,112 °F 까지는 Austenitic 鋼을 使用한다.

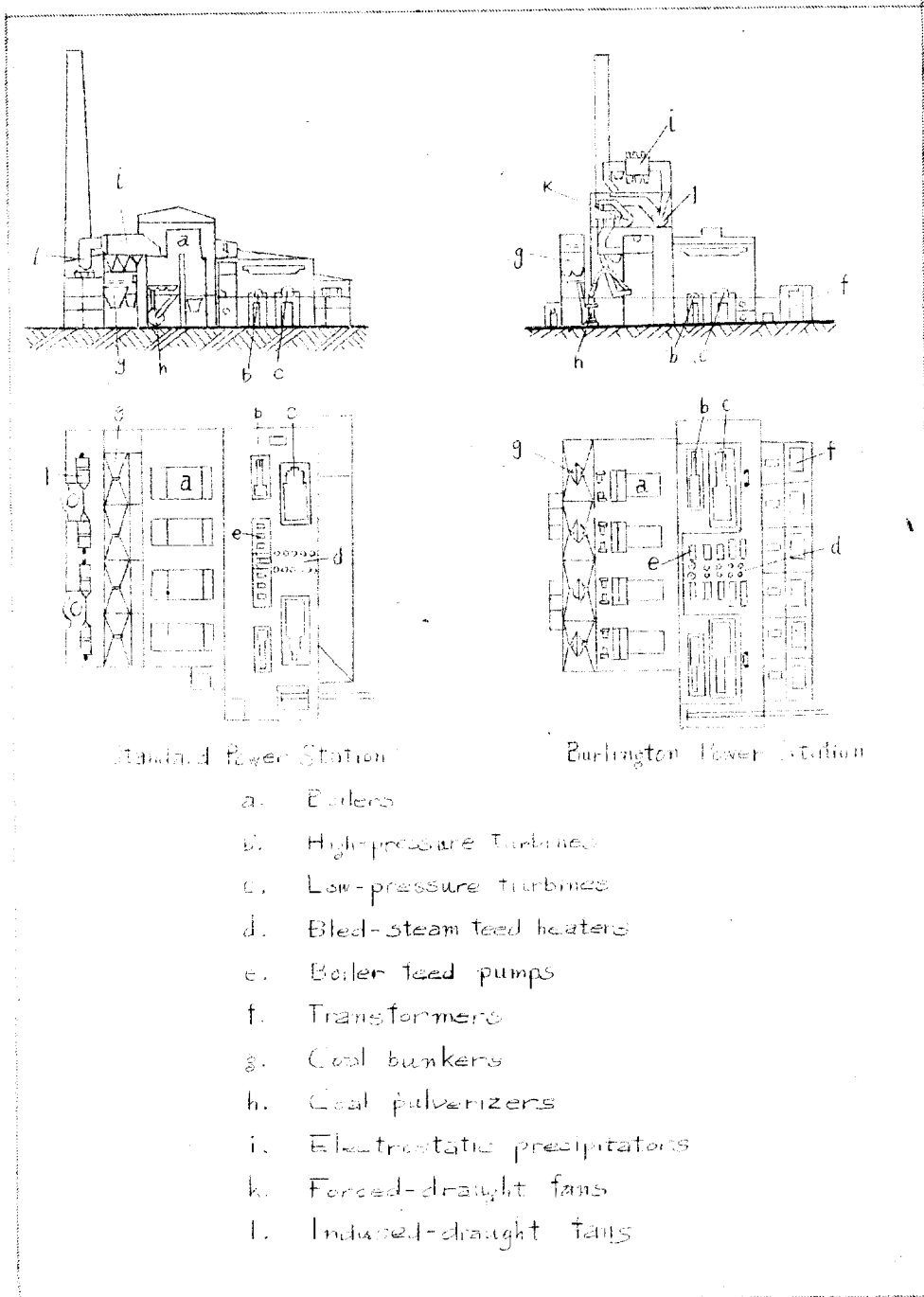
再熱設備가 있는 發電所에서는 再熱溫度는 生蒸汽溫度와 同一한 程度인데 이 再熱의 使命은 熱經濟의 理由뿐 아니라 低壓力段을 除去할수있음으로 "타-보" 의 容量을 增加할수있다.

(4) 獨逆서는 64 MVA 以上の 發電機에는 水素冷却方式으로 設計한다.

(5) 給水는 4 ~ 7 段으로 抽出蒸氣에 依해서 374 ~ 437 °F 加熱되고 煙道排스溫度는 266 ~ 320 °F 로 低下되어 汽缶全體의 能率이 90% 및 其以上の 良好한 結果를 얻어진다.

(6) 水平型의 낮은 構造나 垂直型의 높은 構造의 效果는 同一하다 現在 屋外汽缶을 많이 使用하고 있으며 美國에서 氣候가 不順한 地方에 까지 使用하고있다.

(7) 熱 및 電氣綜合制御室이 有利함이 立証되었고 發電所에 補助機器는 全적으로 電動機로써 運転된다.



Standard Power Station

Burlington Power Station

- a. Boilers
- b. High-pressure Turbines
- c. Low-pressure turbines
- d. Bleed-steam feed heaters
- e. Boiler feed pumps
- f. Transformers
- g. Coal bunkers
- h. Coal pulverizers
- i. Electrostatic precipitators
- k. Forced-draught fans
- l. Induced-draught fans

Fig. 1. 1940/1943 年 独逸及美国之高压发电所之设计图。

25. 最小建設費의 最低熱消費量의 發電所

近代式 火力發電所 設計의 目的은 經費節約 熱效果增進과 信賴度 增進에 있다. 約 10年前 某誌에 우리가 到達할 수 있는 程度의 設計과 運轉을 具現化할 수 있는 發電所에 關於하 論述하 었다. (第 2回 參照)

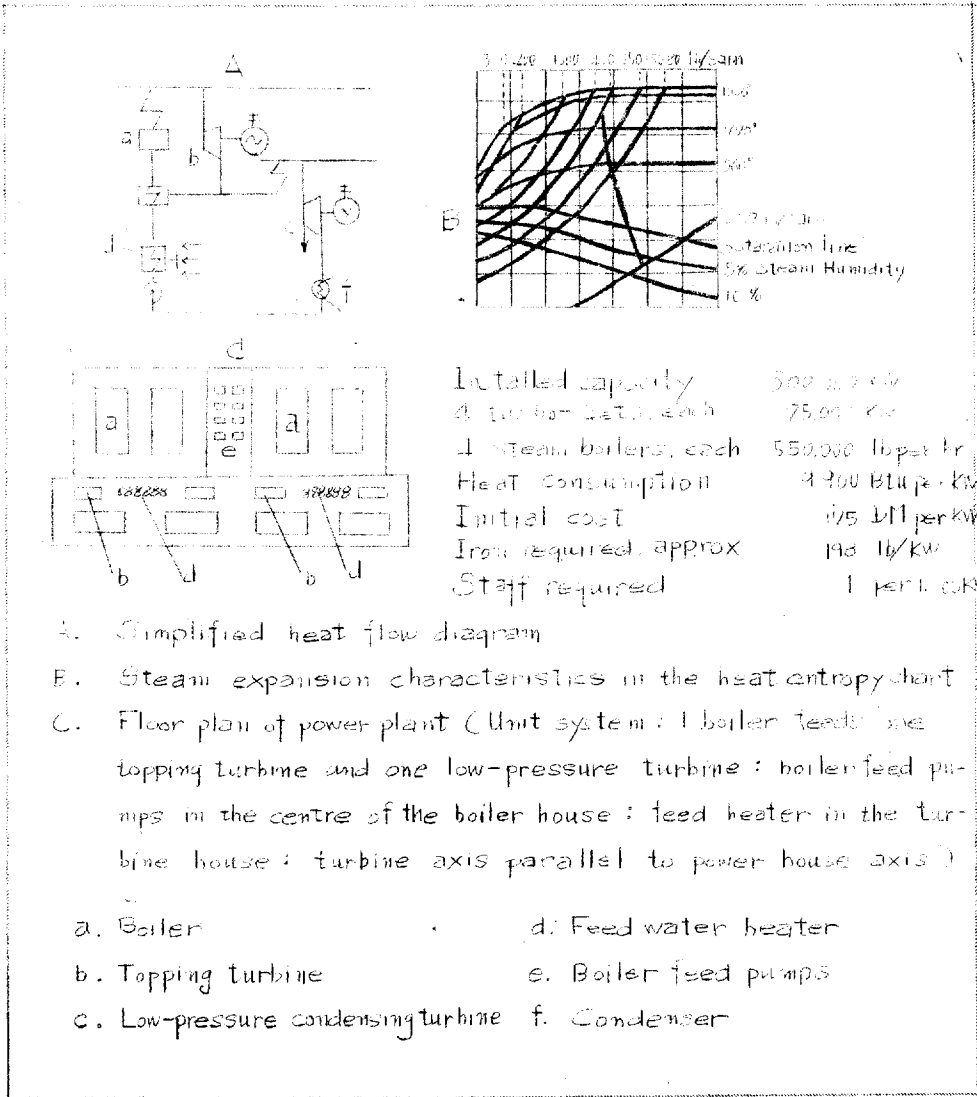


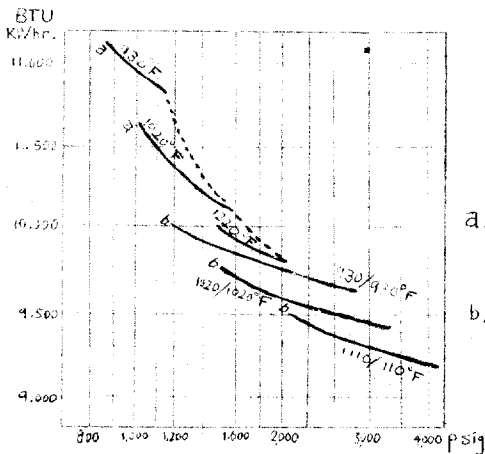
Fig. 2 火力發電所設計의 程度

設置容量 約 200 MW 의 單位式發電所의 建設費는 10年前까지 KW 당 約 50 弗까지 低減되었다.

戰後 美國에서 發電所의 熱消費量은 KW 당 9,900 BTU 以下까지 低下되었다. 이 限度는 現在 歐羅巴에서도 同一한 位置에 到達되어 있다. 即 過去 發電所 所要燃料에서 1/3 의 石炭을 節約할 수 있다. 高蒸氣溫度 (Austenitic 鋼 使用) 高給水溫度, 低煙道가스等 發電所 全体 經費가 增加되나 이處 燃料費節約은 建設費 以上으로 重要히 考慮되어야 한다. 實例에 依하여 볼때 蒸氣壓力와 溫度增加에 要하는 經費는 KW 당 17 弗以下이다.

經費節約에 가장 重要한 問題는 循環하는 要素量의 減少 發電設備의 容量增加 必要空間의 縮小等을 들 수 있다. 戰前 獨逸에 建設 (1940) 된 單位式 發電所는 單 하나밖에 없었으나 1945 年 終戰과 同時 解体되었다. 大概 機械的 部分의 經費差異는 크지 않고 戰時條件에 따르는 各種代用 資材使用과 質이 다른 石炭을 使用치 않으면 안되게 되어 있었다.

設計의 配置가 全体的으로 均一한 標準發電所 計화에 依



- a. Power plants without reheating
- b. Power plants with reheating

한 發電所 建設費用은 KW 당 60 ~ 100 弗로 되어 있다.

(獨逸特例)

第3圖는 設計 極度量 決定을 考

Fig. 3. 固有熱消費量에 依한 設計 極度表

壓力 蒸氣溫度 再熱溫度에 대한 固有熱消費量을 圖示한 것이다. 新發電所 設計에 있어 純水-蒸氣사이클의 熱效果는 大概 全部利用할수있고 熱消費에 있어서 이以上の 節約은 期待할수없다.

2. 近代式 Unit型 發電所

工業에 있어 大·中·小 容量의 復水式 背壓發電所를 混用함이 有利한때도 있으나 電力供給事業은 單位式(以下 Unit

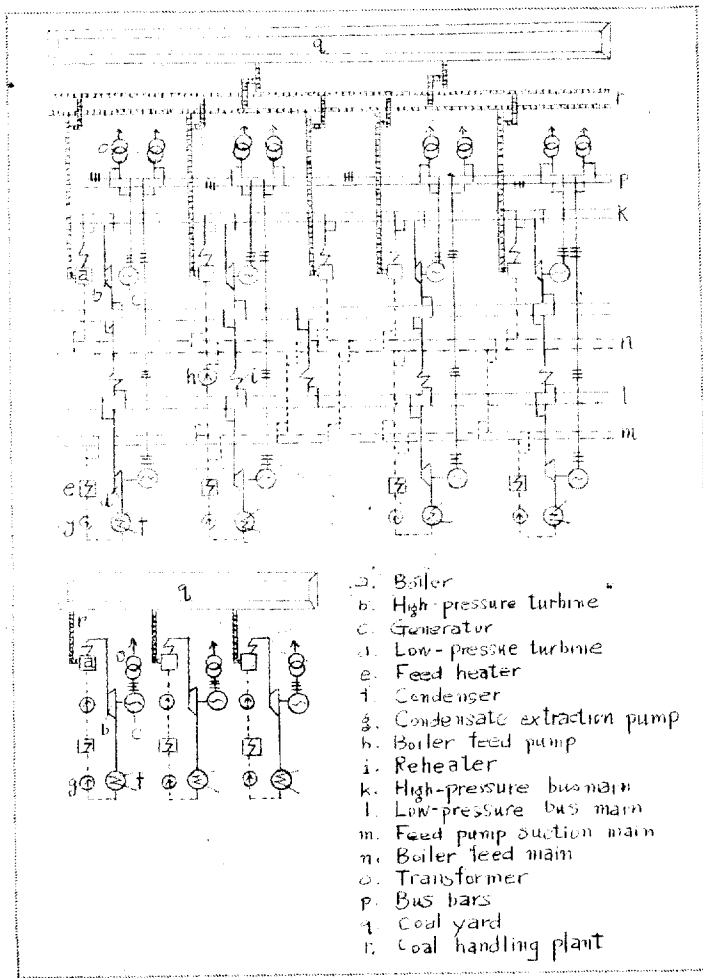


Fig. 4. 單位式과 母管式發電所의 連結圖

type를 單位式 Bus mains를 母管式이라 稱함) 發電所를 採択함이 有利하다

將來에 있어 "에너지"의 發生이 어떠한 方向으로 進展될는지 予想하는 困難하나 美國에서도 單位式의 設計에 難點이 있어 發電은 中間容量發電所에 集中되고있다. 單位

式發電所가 此二 特殊한 問題에 對한 最良의 解決策이 될 수 없다. 換言하면 이 解決策이라 함은 "에너지" 發電에 經費가 最低이고 目的과 場所에 對하여 信賴度가 甚히 歸着된다. 그러므로 母管式 發電所가 其設計에 最大의 改善을 尙조다면 尙장 實際的이고 經濟的인 解決策이 될 수 있다. 只今 單位式과 母管式을 比較해 보기로 하자.

單位式 發電所라 함은 汽缶 1 臺를 主體로 構成의 發電所이고 機器間에 相互連結없이 各々 獨立되어 있다.

母管式 發電所에 있어서는 石炭, 蒸氣, 給水, 發電된 電力 및 補助電力이 發電要素에 相互連結이 있다. (母線與母管) 그러므로 蒸氣, 給水 및 電流의 交流은 恒常 可能하다. 이 兩式 發電所의 顯著한 特徵은 第 4 圖 連結圖에 表示되어 있다.

實地建設에 있어 單位式에 是 最大容量, 母管式에 是 中間容量의 汽缶 汽機를 使用함이 有利하며 母管式 發電所에서 是 汽缶容量에 予備를 두나 單位式 發電所에서 是 汽缶과 汽機容量이 같다. 美國은 既引 大容量의 單位式 發電所은 建設 運行中에 있다.

例를 들면 15 萬 KW 의 philip sporn 發電所과 10 萬 KW 3 臺, 12 萬 5 千 KW 1 臺의 sewaren 發電所 (第 5 圖) 이다.

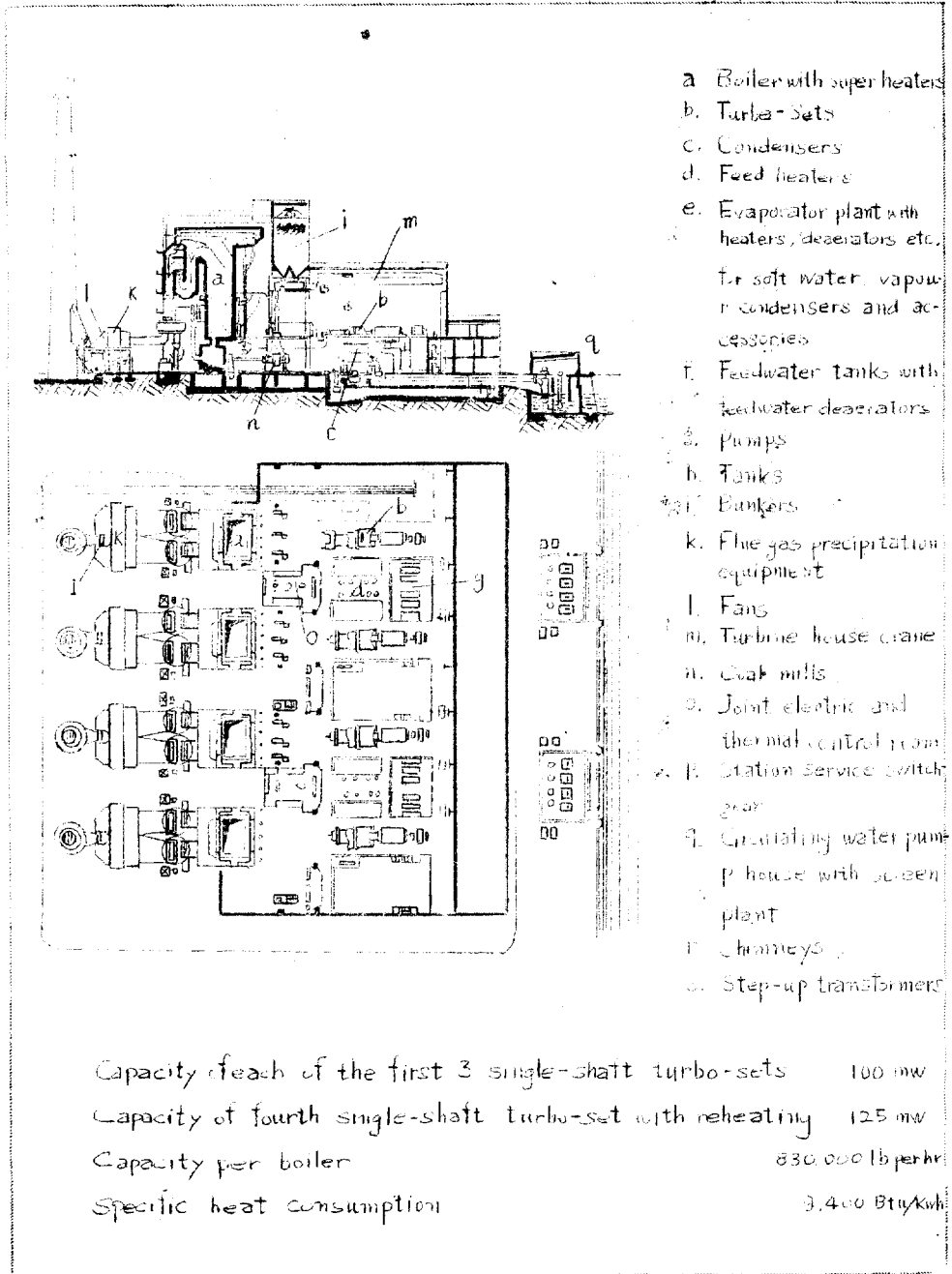


Fig 5. 火力發電所之 断面及平面圖

負荷燃料의 條件이 相違한 獨逸에서는 兩方式을 適當히 利用하여 最良의 解決策을 發見하였다 한다. 其過程을 表示하기爲하여 塔型汽缶의 發展을 第6圖에 表示하였고, 該

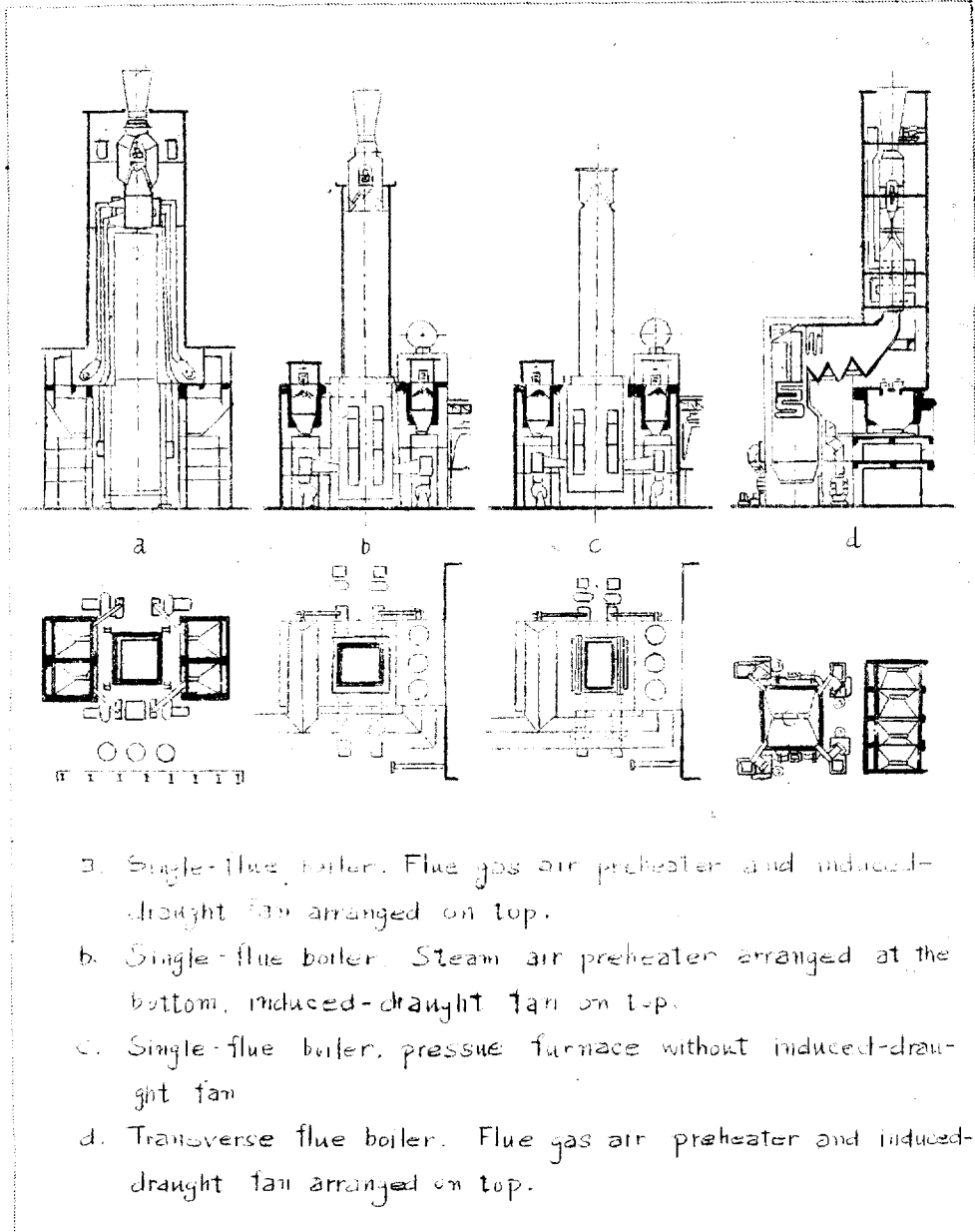


Fig 6. 塔型汽缶의 断面圖

計三 方一 煙道를 利用한 空氣予熱器를 蒸氣空氣予熱器로 代置하고 吸込扇 (Induced-draught fan) 을 押込扇 (Forced-draught fan)으로 代置하여 燃燒室內에 若干의 過剩壓力를 生起케하면 円滿한 結果를 가지오게 될 것이다.

万若 二次加熱面積이 燃燒室上部에 配置되지 않고 煙道の 水平部分에 即 給水頭 蒸氣機 對한 全体 加熱面積이 燃燒室에 配置되고 空氣予熱器 沈澱器 扇 煙道排스 放出器等의 塔型構造物을 炭塵上部에 設置하게 되어 있다.

如此한 方法으로 改善된 單位式發電所의 例를 들면 100 MW 的 一臺機與 再熱裝置의 故는 850,000 封度/時間의 汽缶을 기준 發電所라 하면 60 MW 的 一臺機與 440,000 封度/時間의 汽缶을 기준 一臺發電所의 獨立 數個所에 建設 되어 良好한 運行을 하고 있다.

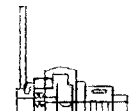
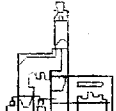
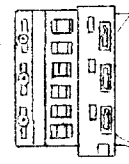
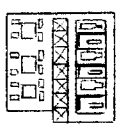
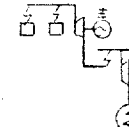
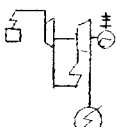


5. 發電所에 對한 單位式과 母管式의 利用範圍

單位式 發電所는 建設費가 最小하고 燃料費가 節約되며 設計도 極히 簡單하다. 그러나 모든 地方的條件에 對한 適合하다고는 言수없으며 即 負荷曲線 因有予備與 相互連結의 必要性이 있을時는 母管式이 有利하다. 此 單位式은 系統의 一部分의 故障일때 全体가 運休하여야 할 缺點이 있다. 母管式에 對한 改善된 新設計를 한다면 建設費와 熱消費量을 從前 建設한 發電所以下로 言수있다.

燃料의 種類에 따라 煙道側 汽缶面을 掃除하는 爲한 爲어도 4,000~6,000 時間의 運轉時間과 年間 2,000 時間의 蒸氣發生을 期待할수 故는 大에는 母管式이 有利하다.

300MW Power station Typical Arrangement	I	II	III	IV
Turbo-Alternator Units	6×50MW	5×60MW	5×60MW	4×(25+50MW)
Arrangement of sets	Single Shaft Sets	Single Shaft sets	Single Shaft Sets	Cross Compound Sets
Steam at stop Valve	1140 psig 375°F	1140 psig 375°F	1780 psig 350°F	1780 psig 350°F
Reheat Temperature	54°F	54°F	950°F	950°F
C.W. Temperature	355°F	430°F	54°F	54°F
Feed Temperature	12x220/275,000 lb/hr.	5x440/550,000 lb/hr.	5x385/460,000 lb/hr.	6x275/350,000 lb/hr.
Boiler Units	1425 psig 335°F	1425 psig 385°F	2000 psig 360°F	2000 psig 360°F
Registered pressure	Bus Manis System	Bus Manis System	Unit System	Unit + Bus Manis
Steam Connections				
Sectional Elevation				
Ground plan				
Typical Flow Diagram				
Initial Cost				
Heat Consumption				
Cost of kWhr.				
Capacity remaining in service in case of break-down of:				
one Boiler				
one Turbine				
one Boiler and one Turbine				

Fig 7. 各種發電機組 安全度及 經濟比較表

V	VI
3x(33107MW) Cross Compound Set 1780 psig 350°F 250°F 54°F 130°F 6x320/400000 lb/hr 2200 psig 360°F Unit + Bus Bars	3x100MW Single Shaft Sets 1120 psig 350°F 350°F 54°F 430°F 5x615/770000 lb/hr 2600 psig 360°F Unit System
	
	
	
	<p>Reference Plant = 100%</p> 

劣質의 燃料을 使用하면 出力과 運
 轉時間을 50% 減少케 한다. 이때에
 는 汽機 予備容量以上의 汽缸容量
 이 必要하며 結果的으로 母管式
 發電所가 必要케 된다. 母管式 發電
 所는 多目的에 利用되고 即 基本
 負荷만이 아니고 系統에 發電所가
 分難될 時 同地區의 全尖頭負荷도
 供給하여야 한다. 此理由로 全體容量
 을 分割하여야 할 必要가 있다.
 他 發電所와 連結되있을 時 母管式
 發電所는 平均 或은 基本負荷에
 供給하여야 한다. 夜間負荷는 적으므로
 余分の 發電機는 運轉하지 않는다.
 諸는 新發電所는 100~300 MW
 의 最終 設置容量이 되도록 計劃
 建設되야 한다. 如此 發電所가 對
 하여 配置 建設費가 經濟的인 面
 에 單位式과 母管式 設計의 效果
 를 各種 檢討 比較하여 보면 第7
 圖과 如하고 此 어스型이 有利한
 가 表示되어 있으므로 此에서 結
 論을 指摘할 수 있다. 母管式의 建設
 費가 20% 高價인 境遇를 假定하
 면 其 母管式 發電所의 建設費
 以下로 第六番次 機器를 單位式 發電
 所에 加할 수 있다. 如此 方式으로

母管式 發電所의 被動的인 것을 能動的으로 轉換할수있다.

以上 論한바로 우리 韓國 將來의 火力發電所 建設에 있어 어떠한 方式이 가장 韓國實情에 適合한 方式인가 選擇하는데 도움이 될것 믿는다.