

화력발전소 설비 배치

1. 기본적인 고려사항

터빈, 보일러, 주제어실과 연돌 등 발전소 주요 설비의 위치 및 배치형태 선정은 각종 옥외 설비(저탄장 및 운탄설비, 수/폐수처리 설비, 냉각수 계통, 부속건물 등)의 위치와 배치에 직접적인 영향을 주게 된다(그림 1 참조). 따라서 터빈, 보일러, 주제어실과 연돌 등 발전소 주요설비의 배치는 건설비, 시



박 해 조

joepark@bseng.co.kr

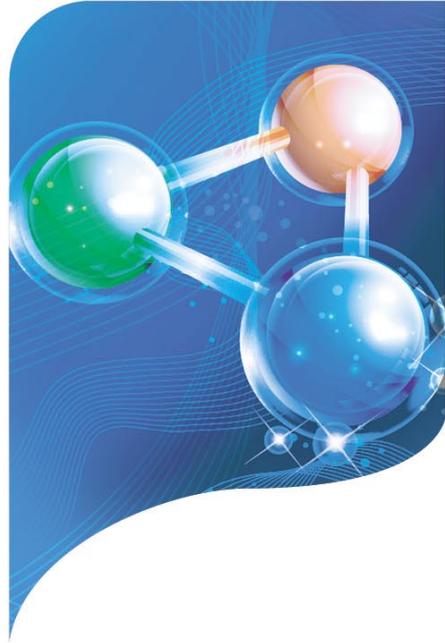
울산대학교 기계공학 학사
한양대학교 공학대학원
플랜트엔지니어링 전공석사
前 두산중공업㈜ 전무
現 벅산엔지니어링 부사장

공성, 운용에 따른 경제성, O/M 시의 동선, 후속기 확장 등을 종합적으로 검토하여 결정하여야 한다.

1.1 부지 특성

- 지반조건부지(암반, 사토층, 점토층 등): Power block은 가능한 한 암반층에 배치하고 점토층에는 중량물의 배치를 피하도록 하여 설비의 안정 운전과 기초 공사비용을 절감하도록 한다.

Plant Technology



- 기후조건(풍향, 강수량, 기온, 습도 등): 강수량, 기온, 습도 등에 따라 옥내형 또는 옥외형으로 배치하며, 풍향에 따라 냉각탑과 저탄장의 위치를 고려하여야 한다.
- 주변환경(도심지, 해안 등): 해안의 경우 해풍에 의한 부식, 해수 월파에 의한 영향을 고려하고, 내륙의 경우 지역 주민에 대한 민원을 세심하게 고려하여야 한다.

1.2 계통별 기능적 요구 사항

주요계통의 기능적 연관성을 위하여 계통적으로 연관이 있는 건물이나 기기는 인접 배치하여 운전의 효율성을 극대화한다.

1.3 경제성

- 건물크기의 최적화
- 건물 및 기기 상호간의 최단거리 유지
- 설비 공용화



[그림1] 터빈/보일러/ESP/FGD/Stack 배치도

1.4 운전 및 유지 보수성

- 접근 및 운전조작성
- 주요 보수장비 배치
- 다빈도 보수 기기의 운반 통로
- 기기보수 및 해체공간
- 운반장비(Fork lift)의 통행 및 회전 반경

1.5 안전성

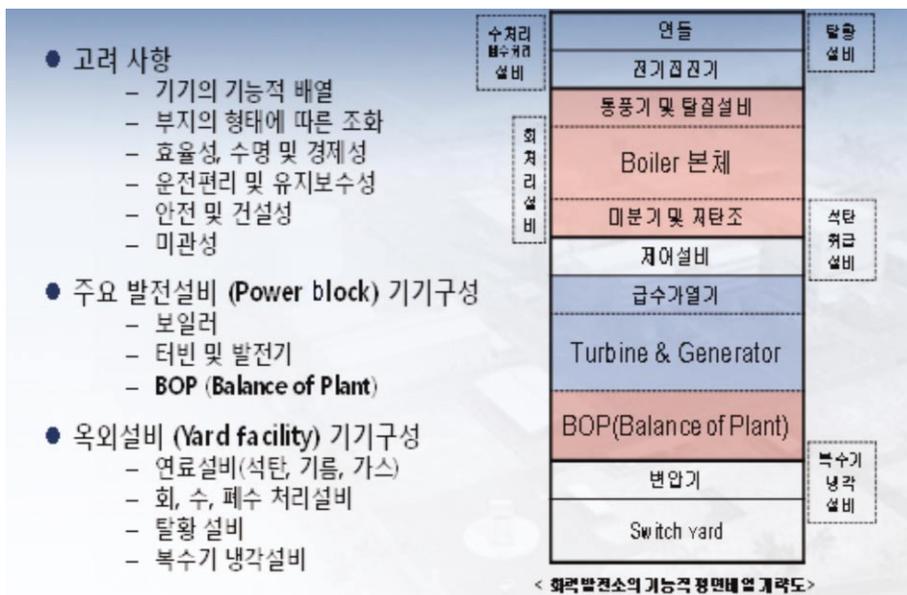
- Turbine missiles 시 피해 최소화
- 화재방호
- 사고 시 피난구 고려
- 유류, 독극물 범람 시 피해 최소화(Dike 설치)

1.6 시공성

- 배관, 덕트, 케이블 트레이 등의 통로 확보
- 공사차량 및 장비 진출입 통로
 - 공사용 장비 및 자재 적치 공간
- 시공 순서
- 시공 효율성

2. 주요설비 배치 형태

석탄화력발전소는 보일러 계통, 터빈발전기 계통, BOP(Balance of Plant)계통, 석탄저장 및 공급계통, 회



[그림2] 발전설비 배치 요건

- 고려 사항
 - 기기의 기능적 배열
 - 부지의 형태에 따른 조화
 - 효율성, 수명 및 경제성
 - 운전편리 및 유지보수성
 - 안전 및 건설성
 - 미관성
- 주요 발전설비 (Power block) 기기구성
 - 보일러
 - 터빈 및 발전기
 - BOP (Balance of Plant)
- 옥외설비 (Yard facility) 기기구성
 - 연료설비(석탄, 기름, 가스)
 - 회, 수, 폐수 처리설비
 - 탈황 설비
 - 복수기 냉각설비

사장 및 회처리 계통, 수/폐수처리계통, 전기 및 제어 계통, 송변전계통 등으로 구성되어 있다. 그림 2는 발전소 주요 설비 배치 형태이다.

3. 화력발전소 기본 배치 형태

3.1 Power block 배치 형태에 따른 분류

구분	I 형 (Peninsula arrangement)	T 형 (In-Line arrangement)
배치 형태	터빈/발전기 회전축이 보일러 구역과 길이 방향으로 일렬로 배치	터빈/발전기 회전축이 보일러 구역과 직각으로 배치
형상		
장점	<ul style="list-style-type: none"> • 주배관 길이를 짧게 할 수 있어 경제적인 면에서 유리 	<ul style="list-style-type: none"> • Power block 길이를 짧게 하고 길이를 길게 하여 정사각형에 가까운 조화 있는 배치를 이룸 • 배관, 전기계장, 덕트 등의 길이 최소화 • 주배관의 유연성 확보 유리 • 터빈건물 내의 Overhead crane 설치 유리 • 터빈건물과 보일러 건물이 인접하여 접근성 양호, BOP기기의 설치 및 보수 공간 확보 유리
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 보일러 및 터빈의 입출구 노즐 보호를 위한 배관의 유연성 확보 불리 • 터빈건물 내에 각종기기 설치, 보수를 위한 Overhead crane 설치 불리 	<ul style="list-style-type: none"> • 주배관 길이가 길어짐
비고	<ul style="list-style-type: none"> • 유럽, 일본 등 구형 발전소에 활용됨 	<ul style="list-style-type: none"> • 거의 대부분의 발전소에 채택

3.2 기기를 배치하는 방법에 따른 분류

구분	대칭형 (Mirror image)	이동형 (Slide along)
배치개요	• 1,2 호기 사이의 보일러, 터빈 관련기기 및 배관, 전선관, 덕트, 계기 등 거의 모든 기기들이 대칭의 개념으로 배치되며 중간 부분에 공용 가능한 기기를 설치	• 1,2 호기의 보일러, 터빈 관련기기 및 배관 등은 거의 이동개념으로 배치되고 보통 제어건물은 각 호기 중앙에 설치되므로 이에 관련된 전기 및 계측 설비와 전선관, 계기관 등은 대칭 개념으로 배치
장점	• 기기의 공용 사용 가능성 확보	• 밸브 및 각종기기 조작 오류 가능성 배제 • 설계, 제작, 설치의 측면에서도 혼돈의 가능성이 적음 • 설계 작업량이 대칭형에 비해 다소 적음
단점	• 밸브나 각종기기 조작 시 오류 가능성 있음 • 설계, 제작, 설치 시 혼돈을 일으킬 가능성이 많음 • 설계 작업량이 다소 많으며, 제작, 설치에 따른 비용이 증가	• 기기의 공용 사용 가능성 감소저감
	<p>보령화력 1,2호기</p>	<p>표준화력발전소 등 대부분의 발전소</p>

3.3 기기 설치 형태에 따른 분류

구분	옥내형	옥외형	비고
형상	건물 지붕 및 벽으로 둘러 쌓여 설치	기기들이 외부에 노출	
결정조건	혹한이 길고 강우량이 많은 지방	강우량이 적고 기후가 온화한 지방	터빈건물은 기후조건에 관계없이 옥내형
경제성	벽·지붕 등의 내외 장재, 환기장치 추가로 하중 추가에 의한 구조물 증가 및 비용 추가됨	동파 및 부식방지와 단열을 위한 기기 제작 비용 추가됨	

4. 터빈건물 및 관련설비 배치

4.1 터빈/발전기 건물의 크기

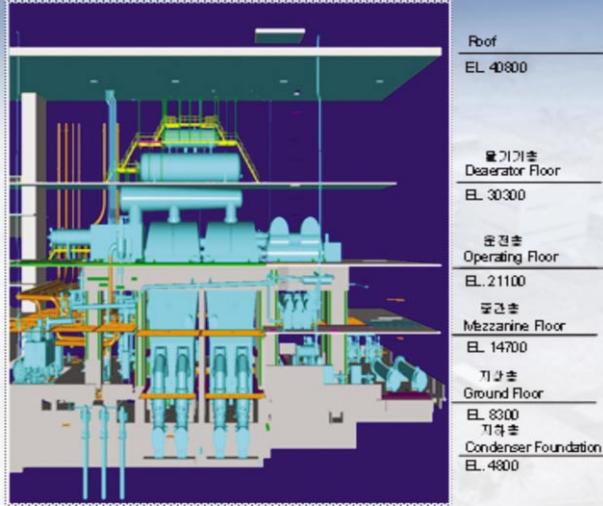
터빈/발전기는 고압, 중압, 저압 터빈 및 발전기로 구성되어 있으며 직렬형 배열(Tandem compound)인 경우 전체길이는 축방향으로 길게 되어 건물의 길이를 결정하는 중요한 요소가 된다. 급수가열기를 포함하는 경

우 터빈/발전기 건물의 대략적인 가로, 세로 및 높이는 다음 사항에 따라 정해진다.

- 터빈/발전기의 각 부품을 분해하여 Operating floor에 펼쳐놓을 수 있는 면적
- 급수가열기의 운전층 설치 대수와 이의 보수 면적
- 각 부품들을 Ground floor로 반입 및 하역할 수 있는 하역
- 보일러 급수펌프의 설치위치 및 면적과 이들의 보수

● 터빈건물 높이 결정요인

- <지붕>
 - 터빈 크레인 설치 높이
- <탈기기층>
 - 탈기기 높이 및 반출입 공간
 - 보일러 급수펌프 유효흡입 수두
- <운전층>
 - 터빈 인양
 - 고압 급수가열기 반출입 공간
 - 제어건물과 통행로 고려
- <중간층>
 - 저압 급수가열기 반출입
 - 배관 배치 공간
 - 배관 및 전선로에 따른 통로
- <지상층>
 - 터빈 윤활유 저장조 크기
 - 지상층 보조기기 반출입 공간
- <지하층>
 - 냉각수 입출관로 배치
 - 전선로 터널의 배치



< 터빈건물 전면 단면도 >

[그림3] 터빈건물의 크기요건

면적

- 중간층(Mezzanine floor)에서 고압 터빈 측의 주요 배관 통로 면적
- Ground floor에서 터빈발전기 Pedestal, 관련기기 설치 및 보수 면적
- 저압급수가열기 튜브의 인출 및 보수장비 진입을 위한 공간

4.2 터빈건물의 높이 결정 요인

터빈건물의 높이를 결정하는 요인을 그림 3에 나타내었다.

4.3 BOP 계통의 기기 배치

1) 급수가열기(표 1)

- 급수가열기 배치 사례
 - 1번 저압가열기 : 주급수펌프구동터빈의 배관과 동일 높이로 배치
 - 2번 저압가열기 : 중간층에 설치하여 저부하 시에도 1번 가열기로 배수를 가능케 함
 - 3번 저압가열기 : 2번과 동일층에 배치하여 응축수 배관 배치를 용이하게 하고, 저부하 시에도 2번 가열기로 배수 가능
 - 4번 저압가열기 : 중간층 배치도 가능하나 복수배

<표 1> 급수가열기

구분	• 중간층과 운전층 이용	• 운전층과 운전층 위에 별도로 가열기층을 이용
장점	• 추기배관을 짧게하고 추기가 용이 • 주복수기로 가는 비상 배수 배관이 짧음	• 저부하 상태에서 가열기의 연속적 배수가 가능하여 열효율이 높음 • 중간층의 복잡한 배관망을 피할 수 있음
단점	• 중간층의 배관배치가 복잡 • 저부하 운전 시 가열기의 배수능력 저하로 열효율 낮음	• 추기 및 비상배수 배관이 김 • 운전층 보다 높은 가열기층 구조물 설치 비용 증가

관을 고려하여 운전층에 배치

-6번 고압가열기 : 운전층에 배치하므로써 저부하시에도 탈기기로의 배수가 가능케 하여 열효율을 높임

-7, 8번 고압가열기 : 급수관을 고려하여 6번 고압가열기와 같은 층에 배치

2) 탈기기 및 탈기기 저장 탱크

- 유효 흡입수두를 만족시키는 조건으로 설계 정상 운전 시는 물론 과도 운전 상태에서도 보일러 급수펌프의 유효 흡입수두를 만족시키는 높이에 위치해야 한다. 즉, 주터빈 비상정지 시 추기량이 감소하여 탈기기 저장 탱크의 압력이 급속히 감소될 때도 유효 흡입수두를 만족시키는 조건이 되어야 한다.
- 배치 방법은 표 2를 참조한다.

3) 주급수펌프

- 탈기기 및 탈기기 저장탱크 배치와 함께 고려되어

야 한다.

- 급수펌프를 지상층에 배치할 경우와 운전층에 배치할 경우의 장단점은 표 3과 같다.

5. 보일러 및 관련설비 배치

보일러 주변 기기의 배치형태를 그림 4에 나타내었다.

- 미분기 및 Coal bunker(표 4) (그림 5 참조)

6. 주제어 건물 및 관련설비 배치

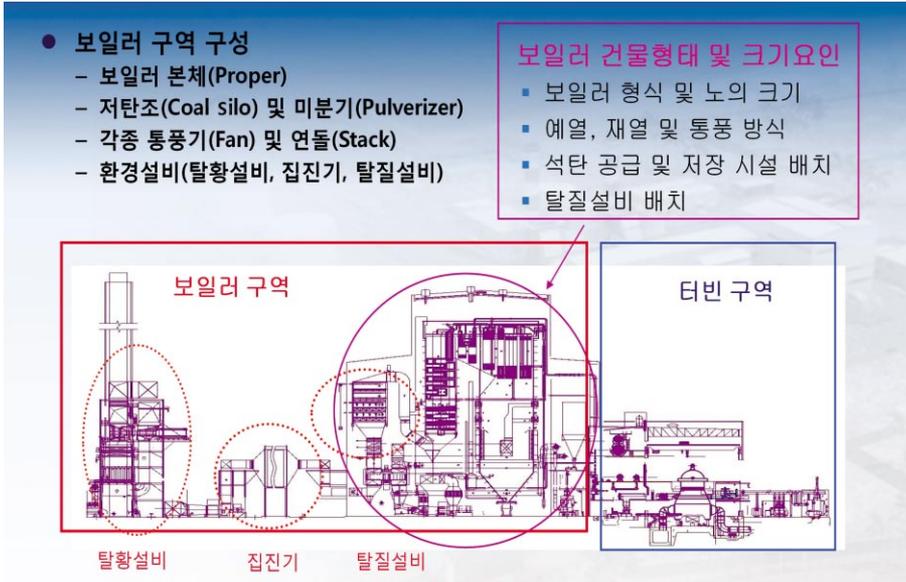
- 주제어 건물의 위치는 각 호기의 보일러 건물사이에 배치하는 것이 통레이나, 부지 여건 등을 고려하여 별도의 위치에 배치하는 경우도 있다.
- 주제어 건물에는 중앙제어반, computer 및 MCC 등 주로 발전소 운전과 직접 관계되는 설비와 운전원실, 회의실 및 공조기기실 등이 설치되며 각

<표 2> 배치 방법

구분	적용	특징
터빈건물 내의 급수가열기 근처에 설치할 경우	보일러급수승압펌프를 이용하며, 급수펌프 위치를 지상층에 배치	지지 구조물이 단순하고 배관 길이 짧아짐
급수가열기 근처의 별도 구조물 위에 설치할 경우	급수승압펌프가 없거나 급수승압펌프의 위치가 운전층에 위치	별도의 지지 구조물이 불가피하며 배관이 길어짐
미분기 건물위에 설치할 경우	주급수승압펌프를 이용하지 않으며 미분기 건물의 위치가 보일러와 터빈건물 사이인 경우 적용	별도의 구조물을 필요로 하진 않지만 배관이 길어지고, 미분기 건물 구조물이 증가함

<표 3> 급수펌프를 지상층에 배치할 경우와 운전층에 배치할 경우의 장단점

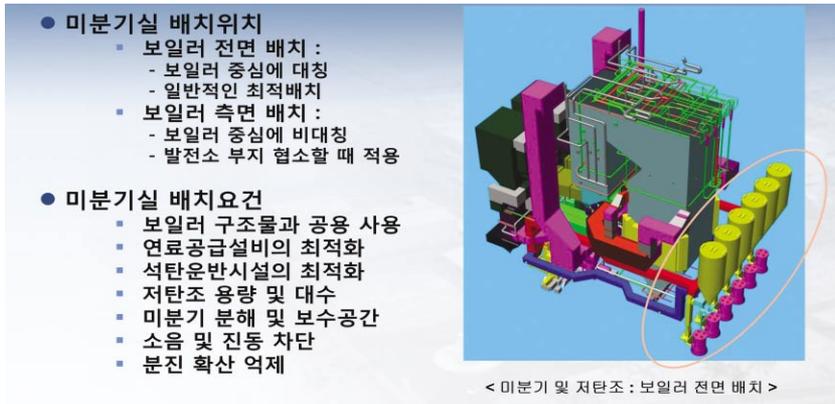
구분	급수펌프를 지상층에 배치	급수펌프를 운전층에 배치
장점	<ul style="list-style-type: none"> • 급수펌프와 급수승압펌프에 대해 동일구동기 사용 가능 • 급수펌프의 기초설계가 용이 • 급수펌프가 탈기기 다음에 설치될 경우 급수배관의 배치가 용이 	<ul style="list-style-type: none"> • 급수펌프 구동터빈의 배기덕트가 하부토출식으로 되어야 하며, 배기덕트내의 응축수가 터빈축으로 역류될 염려가 없음 • 급수펌프가 #7, #8 고압 급수가열기 사이에 설치될 경우 급수배관의 배치가 용이
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 급수펌프 구동터빈의 배기덕트가 상부토출식으로 되어야 하며, 배기덕트내의 응축수가 터빈축으로 역류될 수 있음 • 급수펌프가 #7 고압 급수가 열기와 #3 고압 급수가열기 사이에 설치될 경우 급수배관의 배치가 복잡함 	<ul style="list-style-type: none"> • 급수펌프의 기초 설계가 어려움 • 급수펌프와 급수승압펌프에 대해 별도의 구동기를 사용해야 하며 급수펌프가 탈기기와 #6 고압 급수가열기 사이에 설치될 경우 급수배관의 배치가 복잡함



[그림4] 보일러 주변 기기배치

<표 4> 미분기 및 Coal bunker

구분	보일러와 터빈건물 사이에 배치	보일러와 보일러 건물 사이에 배치	각 호기 보일러 옆에 이동형으로 배치
형태	<ul style="list-style-type: none"> • 보일러, 미분기, 급수가열기 순으로 배치 	<ul style="list-style-type: none"> • 보일러와 보일러 건물 사이에 배치 	<ul style="list-style-type: none"> • 미분기 건물이 보일러 건물 옆으로 설치되어 보일러와 급수가열기 혹은 터빈건물과 바로 접하는 형태
장점	<ul style="list-style-type: none"> • 보일러와 터빈건물을 이용하여 미분기 및 저탄조 건물을 설치할 수 있으므로 구조물의 공용화 가능 • 운전 및 보수 시 접근성 양호 • 주배관 배치 시 유연성 확보에 유리 	<ul style="list-style-type: none"> • 미분기실의 소음 및 진동 문제 해소 • Coal conveyor를 2개 호기에 대해 공용설비로 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 터빈과 보일러를 잇는 주배관 및 기타 배관들의 길이가 짧아져 경제적이며, 배관배치 용이 • 진동, 소음 및 분진 등의 문제가 감소 • Primary air duct 길이가 다소 짧아짐
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 미분기실 길이가 보일러 건물의 폭보다 길게 되어 보일러건물 사이에 있는 제어건물의 크기에 제한 • 주배관 등이 건물의 크기 만큼 길이가 증가 • Primary air duct 길이가 길어짐 	<ul style="list-style-type: none"> • 접근성 불량 • 주제어 건물을 보일러 사이에 배치할 수 없음 • Coal conveyor를 2개 호기에 대해 독립된 설비로 해야 함 	<ul style="list-style-type: none"> • 보일러 좌우측 상부에는 Long retractable soot blower가 설치되므로 저탄조 및 투탄기실의 높이에 제한을 받으며, 높이가 이 위치에 달하는 경우 보일러 건물 크기가 증가함



[그림 5] 미분기 및 저탄조 배치요건

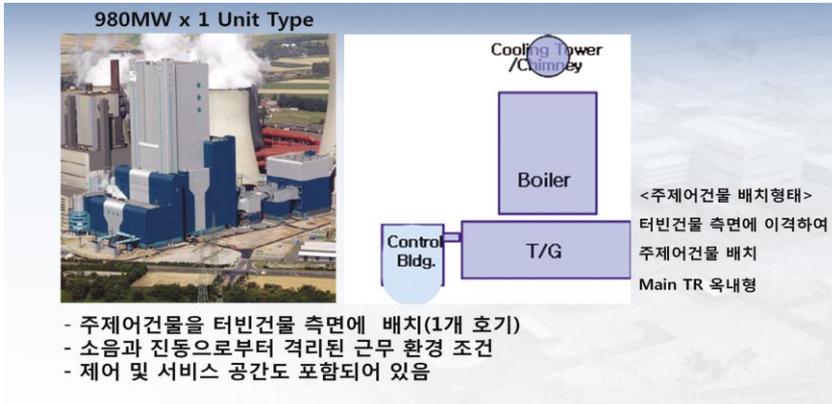
room의 배치는 이들 설비 및 room의 상호 연관성을 고려한다.

- 중앙제어실은 터빈/발전기 운전상태의 감시를 용이하게 하기 위하여 터빈건물의 운전층에 배치한다.

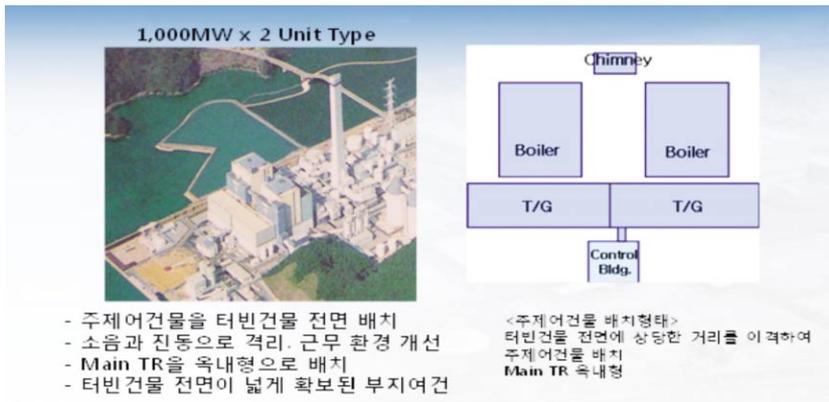
- 주제어실의 크기를 결정하는 요소로서 전체적인 제어반의 크기 및 형태는 운전 및 육안 관독이 용이한 거리 등의 요건에 따라야 하고, 내장되는 부품의 크기 및 배열 등으로 제어반의 크기나 형태가 결정되지 않도록 한다.



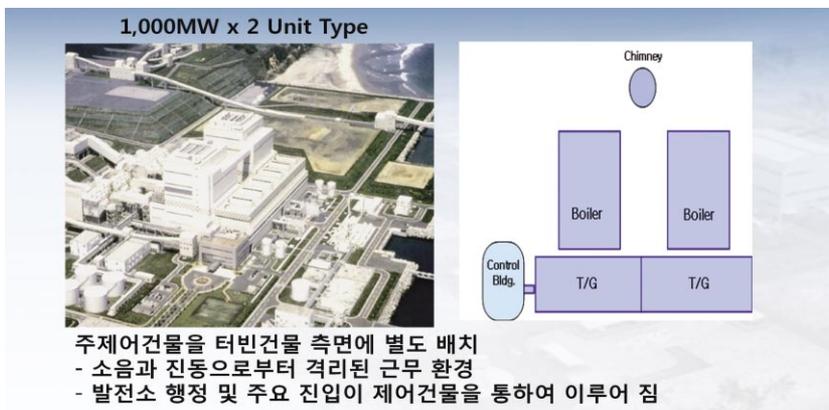
[그림 6(a)] 당진화력 5-8호기



[그림 6(b)] 독일 Niederadusm 발전소



[그림 6(c)] 일본 Tachibanawan 발전소



[그림 6(d)] 일본 Haramach 발전소

주제어 건물 및 관련설비 배치와 관련된 국내외 사례 를 그림 6에 나타내었다. (KIPCC)