

## 1. 화학공업용

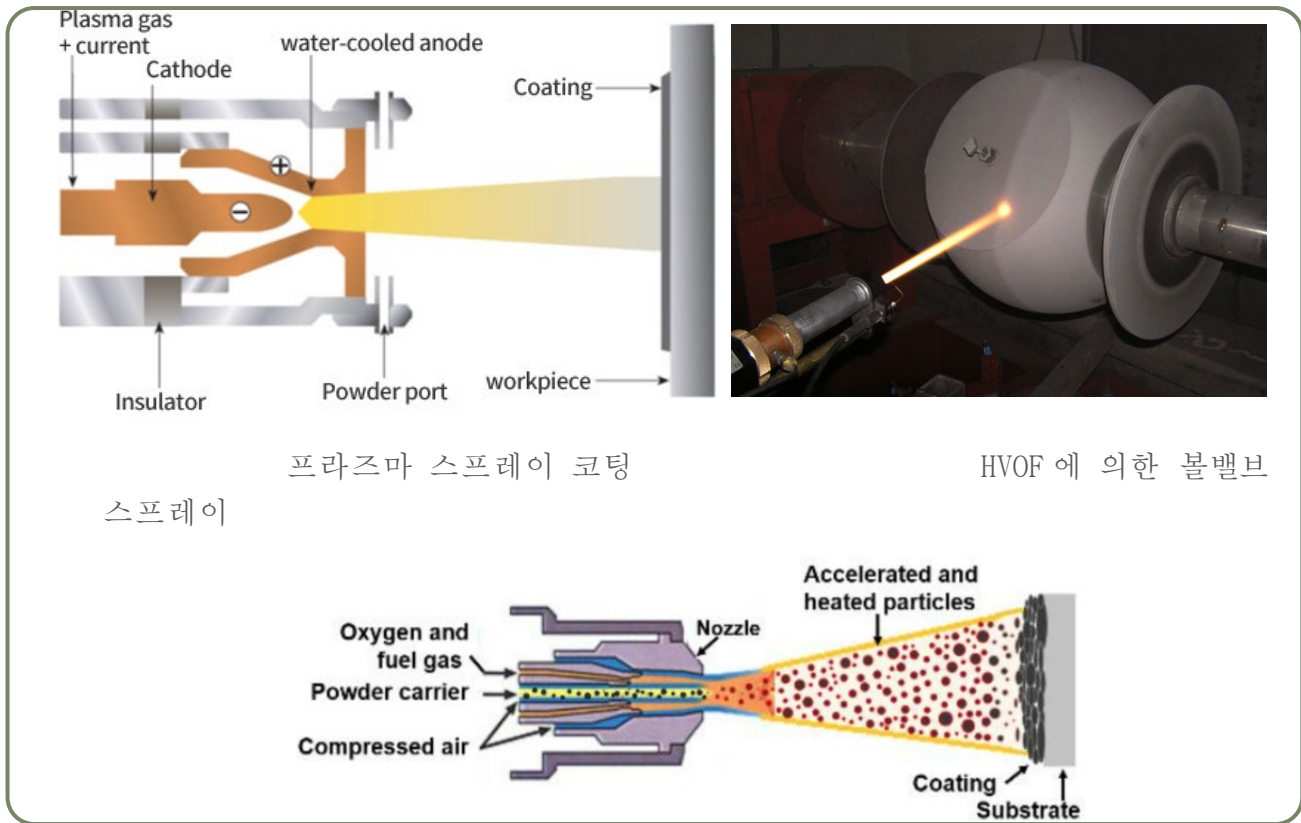
섬유, 제지, 약품 및 비료와 같이 인간생활에 필요한 각종 생활 용품은 물론 수많은 원료, 기초 재료, 각종 기자재와 제품류를 구성하는 다양한 유기 및 무기화학물질들을 생산하는 화학공업은 그 기술의 깊이는 물론 범위를 규정하기가 매우 어려울 정도로 복잡한 프로세스를 가지고 있다. 이러한 화학공업의 설비, 장치에 적용하는 밸브도 당연히 밸브의 구성재료부터, 형식 및 사용상의 고려사항들까지 매우 다양하고 복잡하다. 고온 고압의 반응타워, 용제 및 유화제등과 교반 탱크, 분리타워 또는 분리탱크, 저장에 이르기까지 모든 배관시스템과 이에 따르는 밸브들은 각각의 수송 유체의 특성에 따라 부식 및 침식의 문제, 적절 유속의 결정, 입상(粒狀) 또는 분체(粉體)의 함유 여부, 유독성여부, 고압가스와 같은 가스 기체, 높은 점도를 가진 점성 유체 등의 여부에 따라 적용하는 밸브의 구조와 형태, 밸브 재질(밸브 몸체의 재질 및 적용 트림의 재질 등)이 결정된다. 일반적으로 화학공업에 사용되는 밸브는 가혹한 제반 사용조건 및 복잡한 화학반응에도 견딜 수 있도록 최적 조건의 밸브 재질 선정과 구조 형태를 가져야 한다. 따라서 화학공업용 밸브는 가장 먼저 유체와 직접 접촉하는 재료의 **내식성**을 최우선적으로 고려하여 밸브 구성 재료를 선정한 다음, 가스 특성 또는 구성 성분(입상, 분체의 함유 여부 등)에 따라서 밸브의 구성 및 형태를 결정하는 것이다. 특히 화학공정 중에서 맹독성 가스나 액체를 취급해야 하는 경우에는 외부 누설을 근본적으로 차단하기 위한 금속제 벨로우즈 씰의 채택 등, 이중 삼중의 안전장치를 고려하여야 한다.

### (1) 금속재료의 내식성

부식현상은 화학반응(주로 산소와의 반응인 산화가 대표적임)이라는 상대적인 조건에 의해 발생하는 것이기 때문에, 배관 시스템에서 취급 유체와 배관, 밸브 재질과의 반응 부식을 최소한으로 억제하는 것이 핵심이다. 물론 유체의 유속이나 압력변화, 이로 인한 유체역학적 현상에 의해 물리적으로 발생하는 침식 부식도 문제이지만, 두 개의 물질사이에서의 부식반응은 어떻게 하든 최소화하여야 한다. 일반적으로 밸브 재료는 금속재료가 대부분이기 때문에 취급 유체의 부식성에 견디는 재료를 선택하여야 한다. 통상적으로 금속의 내식성이 높으면 높을수록 그만큼 높은 가격을 형성하고 있어 경제성에 문제가 생긴다. 따라서 구조적인 강도가 뛰어난 일반 강재 밸브에 취급 유체의 부식성에 견딜 수 있는 금속 재료나 비금속 재료로 크래딩(Cladding)하거나 코팅(Coating)하여 사용하는 경우도 많다. 그 방법의 예로서는 내부식성이 뛰어난 은, 구리, 주석, 아연, 니켈, 크롬 등으로 도금하는 방안과 금속 재질 모재(母材)에 인코넬이나 스텔라이트, 또는 그림 1에서와 같이 비금속재인 세라믹이나 카바이드와 같은 분말 또는 와이어를 고온의 열원(플라즈마 가스 또는 연료)으로 용융한 다음 동시에 모재에 고속으로 분사함으로써, 모재에 별도 특수사양의 재질 피막을 형성시키는 것이다. 방법으로는 플라즈마 용사와 산소를 이용하는 초고속용사(HVOF, High Velocity Oxygen Fuel Spraying)로 두가지가 있다.

주 제 : 용도별 밸브 적용

이들 모두 유체와의 접촉부에 특수 재질의 피막을 용착시키거나 또는 이들 초합금제의 막막(薄膜)을 입히는 것이다. 또 다른 방법으로는 내부식성이 매우 탁월한 고무나 합성수지 또는 유리, 법랑(瑛瑯, Enamel) 등으로 밸브 내부를 라이닝하는 방법이 비교적 널리 쓰인다.



플라즈마 스프레이 코팅  
 스프레이

플라즈마 스프레이 코팅

HVOF 에 의한 볼밸브

HVOF 스프레이 코팅

그림 1 플라즈마 및 HVOF 코팅

(2) 비금속재료의 내식성

밸브에 적용할 수 있는 비금속재료의 대표적인 재료는 합성수지(Plastic) 계통의 PP(Polypropylene), PVC(Polyvinyl Chloride), PVDF(Polyvinylidene Fluoride) 수지가 대표적이다. 현재 다양한 종류의 PVC 을 위주로 하는 플라스틱 밸브가 생산되고 있으며, 이들은 매우 탁월한 내부식성을 갖는다. 화학용 밸브 재료의 특징은 이들 비금속재료를 적극적으로 활용하고 있는데, PVC 수지 밸브와 같이 모든 구성부품이 플라스틱으로 제작되기도 하는 완전체 밸브와 금속재료와 함께 조합하여 설계, 제작된 밸브로 구분한다. 완전체 PVC 밸브로는 대표적인 것이 상온, 저압용의 볼밸브, 버터후라이밸브, 콕, 글로브밸브, 게이트밸브 등이 있다. 금속재료와 조합하여 제작하는 밸브로는 다이아후람밸브가 대표적이고, 이외에 볼밸브, 버터후라이밸브에 많이 적용된다.

주 제 : 용도별 밸브 적용

유체의 온도와 압력, 그리고 부식특성에 따라 테프론이나, 고무, 합성고무 등이 금속제 밸브 몸통에 열소성에 의한 방법으로 라이닝하거나, 기계가공으로 맞춤 가공하여 제작한다. 주로 화학반응을 이용하는 화학공업용 밸브에서 밸브 시트의 기밀 성능은 매우 민감하고 중요한 관리 포인트이다. 밸브 시트의 기밀 성능을 유지하기 위해서는 시트와 디스크에 충분한 탄성과 내식성이 있는 비금속재료인 소프트 시트를 많이 이용한다. 금속제 시트에 삽입하는 소프트 시트는 주로 불소계 합성수지인 테프론이나 나이론, 피크(PEEK)가 있다. 반면에 EPDM 과 같은 합성고무는 버터후라이밸브와 같이 시트 전체를 라이닝하는 경우에 주로 채택한다. 이들 소프트 시트의 사용조건에 대하여는 온도에 대한 제약이 가장 크다.



그림 2 합성수지(PVC, PP, PVDF) 밸브류(아성프라스틱밸브주) 호의에 의함)

## 2. 석유화학공업용

### (1)개요

석유화학공업은 원유의 채굴, 석유정제(정유) 및 석유화학으로 크게 구분한다. 따라서 각 프로세스에 사용되는 밸브 또한 프로세스에 맞는 특정 사양을 갖게 된다. 이를 간략하게 구분하면 다음과 같다.

### (2) 원유 채굴, 유정용 밸브

원유 채굴은 지하 수백 미터에서 수천 미터 아래에 매장되어 있는 원유를 퍼내는 것으로 유정에 따라 스스로 분출되거나, 가압, 감압하여 채굴한다. 유정 설비에 사용되는 밸브는 특별히 유정용 밸브라고 하고, 통상적인 밸브와는 다른 특수밸브로 취급된다. 왜냐하면 원유에는 채굴과정에서 흙과 모래, 그리고 약품이 혼합된 유체이고, 채굴 깊이 이상의 수두(水頭, Head)인 고압으로 운송해야 하며, 채굴 과정 중에 유량의 조절이나

주 제 : 용도별 밸브 적용

개폐 동작 등을 수행하여야 하므로 사용압력이 매우 높은 밸브의 하나이다. 미국 석유협회에서는 이에 대하여 별도로 API 6A 규정에 따라 이들 밸브들을 압력 클래스가 2,000psi(13.8MPa), 3,000psi(20.7MPa), 5,000psi(34.5MPa), 10,000psi(69MPa), 15,000psi(103.4MPa) 및 20,000psi(138MPa)로 규정하고 있으며, 전형적인 고압밸브이다. 이들 밸브들은 운전 온도가 고온이 아니지만, 불순물이 많고, 고압 운전 조건이기 때문에 침식문제가 밸브 재질 선정에 있어서 주요 포인트이어서 몰리브덴 합금강이나, 크롬 몰리브덴 강이 주로 선정된다. 유정용으로 한정된 크리스마스밸브, 게이트밸브, 쇼크밸브 및 체크밸브가 이에 주로 해당한다. 쇼크밸브는 일종의 글로브밸브로써, 앵글형 글로브밸브가 주로 적용된다.

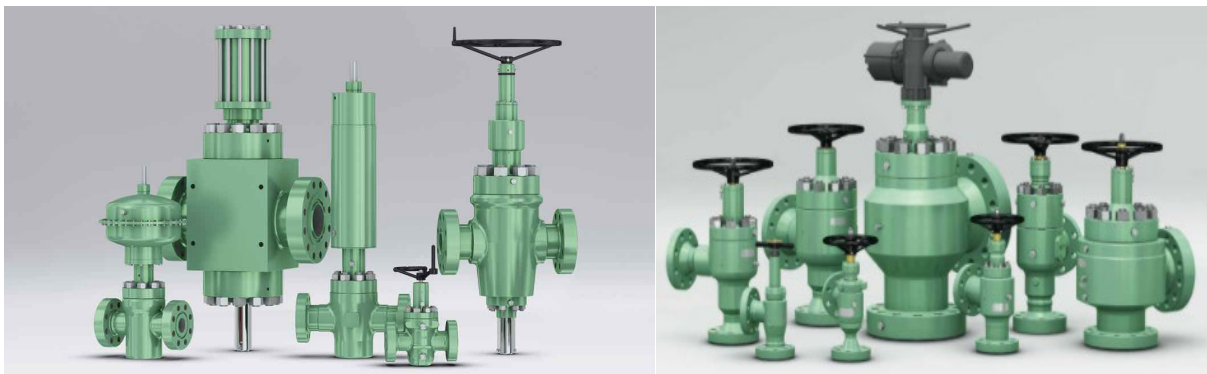


그림 3 API 6A Gate Valves, Choke Valves (courtesy of Cameron-Schlumberger)

(3) 석유 정제용 밸브

석유 정제 프로세스는 원유를 증류하여 각종의 석유화학 원료나 제품을 만드는 것으로, 공정상 감압 증류, 촉매 분해, 촉매 개질, 알킬화 반응(Alkylation), 탈황 등을 위한 각종 장치와 설비 그리고 저유탱크까지의 모든 연결이 배관을 통하여, 그리고 최종의 제어 요소인 밸브를 통하여 일관되게 운전한다. 이러한 장치나 설비에 사용되는 밸브는 저압, 저온에서부터 초고압, 초고온에 이르기까지 온도와 압력이 각기 다르고 또한 취급하는 유체 또한 매우 다양하여 침식, 부식 그리고 온도, 압력과 결부되는 응력 부식 등의 문제에도 늘 노출되어 있다. 따라서 밸브 몸체의 재질도 주철에서부터 고합금강까지 매우 다양할 뿐만 아니라 유체 제어의 목적 또한 매우 다양하여 체계적인 밸브 형식의 분류가 어려울 정도로 수많은 형식의 밸브가 사용된다.

석유화학공업의 핵심공정이라 할 수 있는 정유(Refinery) 공정은 개질(改質, Reforming) 공정과 크래킹(Cracking) 공정인데, 이들 공정에서는 매우 다양한 수백가지 이상의 화학물질들을 다루고 하고, 또한 이들을 서로 반응시켜 또다른 물질을 만들어 내기도 한다. 이러한 공정들은 온도와 압력의 다양함은 물론 취급 유체와 이를 다루는 배관시스템의 화학적 반응의 민감도 등이 밸브 선정에 큰 영향을 미치게 된다. 이들 공정 중 상당부분은 수소를 투입하여 개질하거나 촉매반응을 촉진시키는데, 수소는 배관 및 밸브의 금속 재질의 입계(粒界)에 침투하거나 용접부에 해로운 영향을 주는 미세 크랙을 동반할 수 있어 세심한 주의가 필요하다. 다음 그림 1-6-1은 전형적인 정유 프로세스 공정을 보여주고 있다.

주 제 : 용도별 밸브 적용

(4) 석유화학용 밸브

석유화학 프로세스는 석유 정제과정에서 만들어진 나프타(Naphtha)를 주원료로 하여 석유화학의 쌀이라고 불리는 가장 기본적인 물질인 에틸렌(Ethylene)과 스타이렌(Styrene) 등과 같은 유기화학물 제품을 만들기 때문에 석유 정제, 즉 정유공정보다도 매우 다양하고 복잡하다. 석유 정제 프로세스와 같이 석유화학용 밸브 또한 고온, 고압, 내식, 초저온 등 운전 조건이 가혹한 경우가 많다.

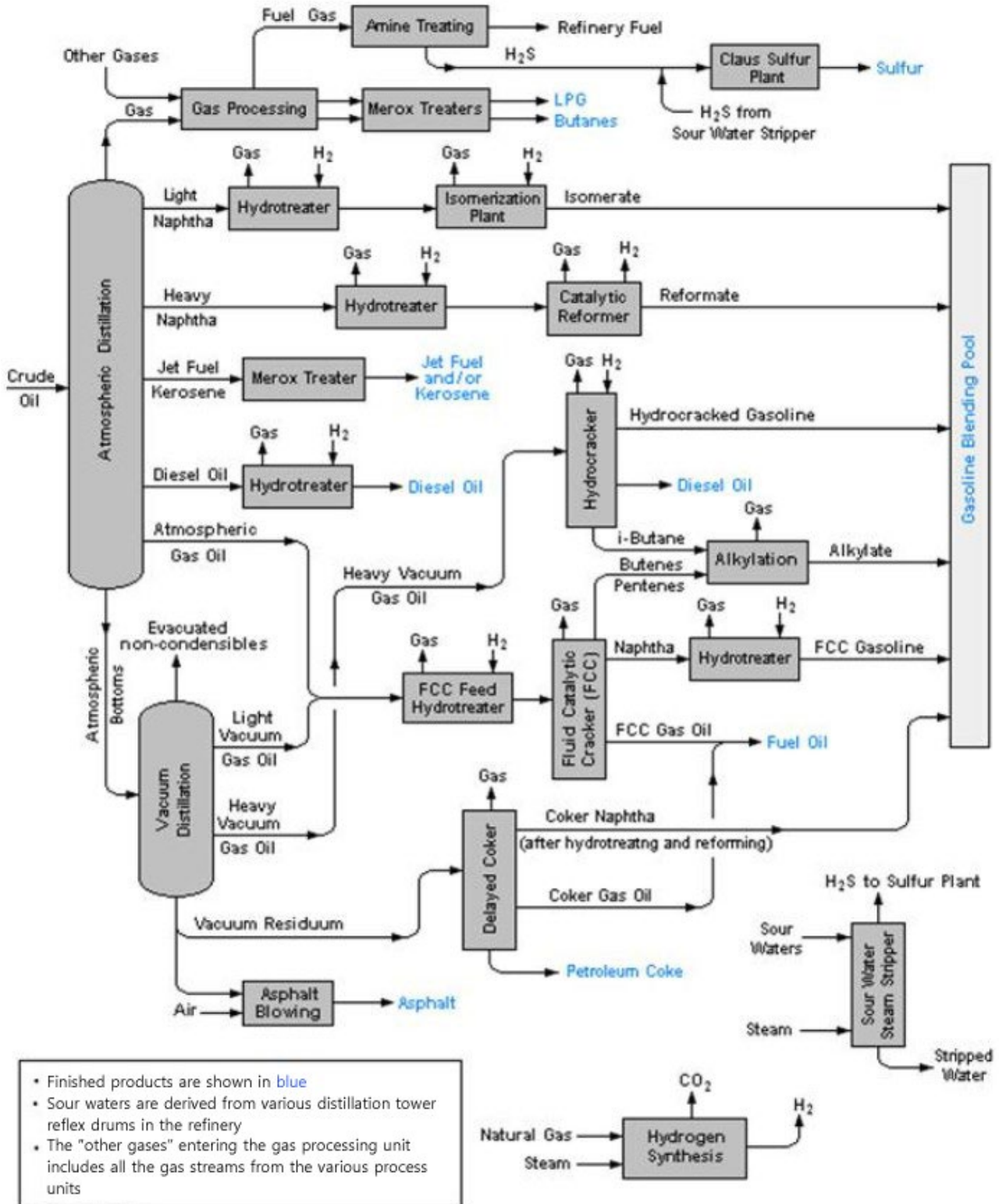
석유정제와 석유화학용 밸브는 사용상의 특징이 거의 유사하기 때문에 이들 밸브를 통틀어서 석유공업용 밸브로 묶을 수 있다. 미국 석유협회(API)도 이를 묶어 API 코드로 각각의 밸브 형식에 대하여 규정하고 있다.

(5) 석유공업용 밸브의 특징과 관련 규격

- (a) 거의 대부분의 석유공업용 밸브는 가연성, 폭발성이 있는 가스나 액체를 취급하는 것 이외에 산, 알칼리, 약품 등의 유체를 취급하고, 경우에 따라서 이들 유체는 초저온 영역인  $-170^{\circ}\text{C}$  이하에서  $+600^{\circ}\text{C}$ 의 이상의 고온, 물의 임계압력을 월등하게 넘어서는 초임계압의 유체까지 취급한다. 상당수의 이러한 유체는 가연성과 폭발성 그리고 독성이 있어 밸브 적용에 유의하여야 한다.
- (b) 매우 복잡하고 다양한 반응공정을 거치는 프로세스의 특성상 밸브에 대한 부식 침식 현상도 공정에 따라 복잡한 양상을 갖는다. 밸브 재료 선정에 많은 주의가 필요하다. 미국부식기술자협회(NACE)에서 특별히 MR0175/MR0103 (H<sub>2</sub>S 환경하의 부식 문제 규제 표준)과 같은 부식관련 코드를 발간하여 부식문제를 규제하고 있다.
- (c) 일부 중요 밸브의 경우, 밸브 문제로 인하여 폭발이나 대규모 화재와 같은 재앙을 초래할 수 있기 때문에 높은 품질 신뢰성이 담보되어야 하는 특징이 있다.
- (d) 대표적인 규격은 미국석유협회(API)가 대표적인 관련 규격이고, 이에 부수되는 관련 규격으로는 미국기계기술자협회(ASME) 규격, 미국재료시험학회(ASTM) 규격, 미국밸브 및 피팅생산자협회(MSS)의 규격과 앞서 NACE 규격 등이 있으며, 유럽을 중심으로는 관련 ISO 규격이 있다.



주제 : 용도별 밸브 적용



Schematic Flow Diagram of a Typical Oil Refinery

그림 4 전형적인 석유 정제 프로세스

### 3. 발전용

#### (1) 화력발전용 밸브

발전은 에너지원에 따라 화석연료를 이용하는 화력발전, 우라늄을 태워서 얻는 에너지를 이용한 원자력발전, 물의 낙차 에너지를 이용한 수력발전, 지하의 잠재적 열 에너지를 이용한 지열발전, 바람의 에너지를 이용하는 풍력발전, 조수의 간만차 에너지를 이용하는 조력발전, 바닷물의 파도 에너지를 이용하는 파력발전 등이 있으며, 이 중에서 가장 널리 쓰이는 발전은 가스터빈과 가스터빈의 배기 열을 이용하는 브레이튼 사이클(Brayton Cycle)과 랭킨 사이클(Rankine Cycle)의 복합체인 복합발전 등이 있다.

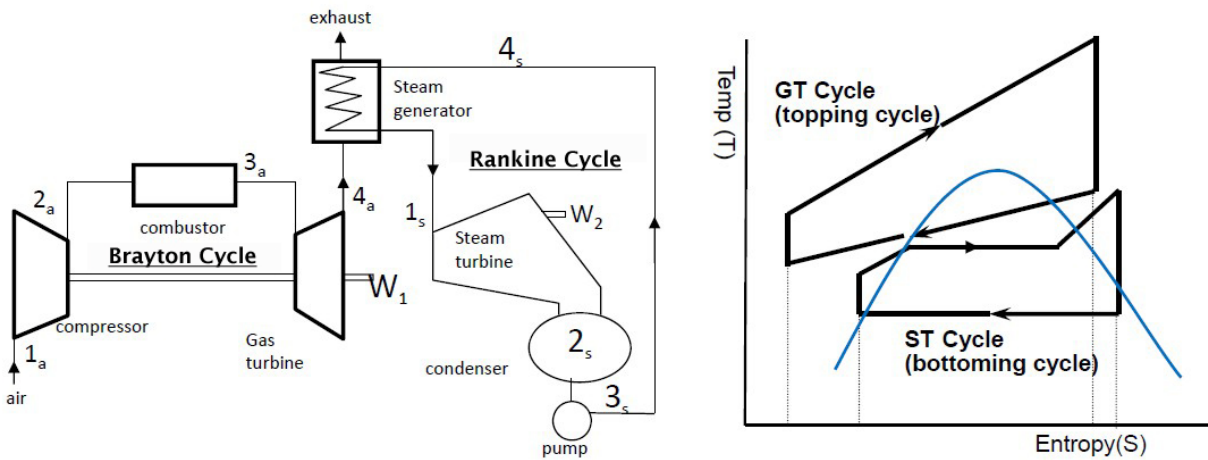


그림 5 Combine Cycle Concept Diagram

이들 발전방식 중, 비교적 대용량의 규모의 발전방식은 화력발전과 원자력발전, 그리고 복합화력 발전이다. 이 책에서는 주요 관점을 발전소용 밸브로 하고, 특히 화력과 원자력발전의 공통점인 증기를 발생시키는 보일러 (원자력에서는 증기발생기, 복합화력 발전에서는 배열회수보일러(HRSG, Heat Recovery Steam Generator)라고 한다)와 증기 터빈이나 가스 터빈 계통에 사용되는 밸브와, 이를 지원하거나 보조하는데 쓰이는 보조설비용 밸브를 주 대상으로 한다. 통상 보일러와 증기 터빈설비용의 고온고압 증기용 밸브, 주급수 계통의 고압 급수 밸브와 주증기 배관 계통의 드레인(排水, Drain) 밸브, 그리고 주증기 계통 안전관련 방출밸브 등, 높은 차압 상태 하에서 운전하는 밸브 등이 고에너지용 밸브로 분류하고 있다.

발전용 밸브는 발전설비의 공공성, 중요성이 높기 때문에 품질 요구가 엄격하다. 석탄화력, 석유화력 및 복합화력발전을 모두 화력발전이라고 하였을 때, 보일러에서 생성된 증기의 온도와 압력이 높으면 높을수록 발전효율이 높아지기 때문에 화력발전소용 증기 및 급수계통의 압력과 온도는 계속 높아지고 있다.

주 제 : 용도별 밸브 적용

초초임계압(超超臨界壓) 과열증기 밸브의 경우, 현재는 석탄화력발전소에 일상으로 사용되고 있는 바, 그 설계압력은 300barg 내외, 설계온도 또한 600°C 이상의 온도를 설계온도로 하고 있다(1000MW 급 석탄화력의 경우, 주증기 압력 260bara, 온도 610°C, 재열기 온도 620°C). 특히 복합화력과 같이 일일기동정지(DSS 운전) 운전을 하는 발전소의 경우, 가동율의 변동에 따라 온도의 급속한 천이가 발생하는 등 가혹한 운전이 필수조건이 되었다. 이러한 계통에 사용되는 고온고압 고에너지 밸브는 밸브 구조상 열천이에 의한 고온 크리이프와 열피로에 따른 밸브 구조의 안전성이 중요하다. 밸브 재질 또한 크리이프 강도 강화 합금강(CSEF, Creep Strength Enhanced Ferrite Steel)의 사용이 필수적이다. 널리 쓰이는 강종으로는 9Cr-1Mo-V 강으로 밸브에 적용하는 ASME 규정의 재질 코드는 A182-F91 과 A182-F92 가 대표적이고, 최근에는 이들 강종보다 더 높은 온도에서 보다 강화된 크리이프 강도를 갖는 HR6W 와 같은 새로운 후보 재질이 계속 발표되고 있다.

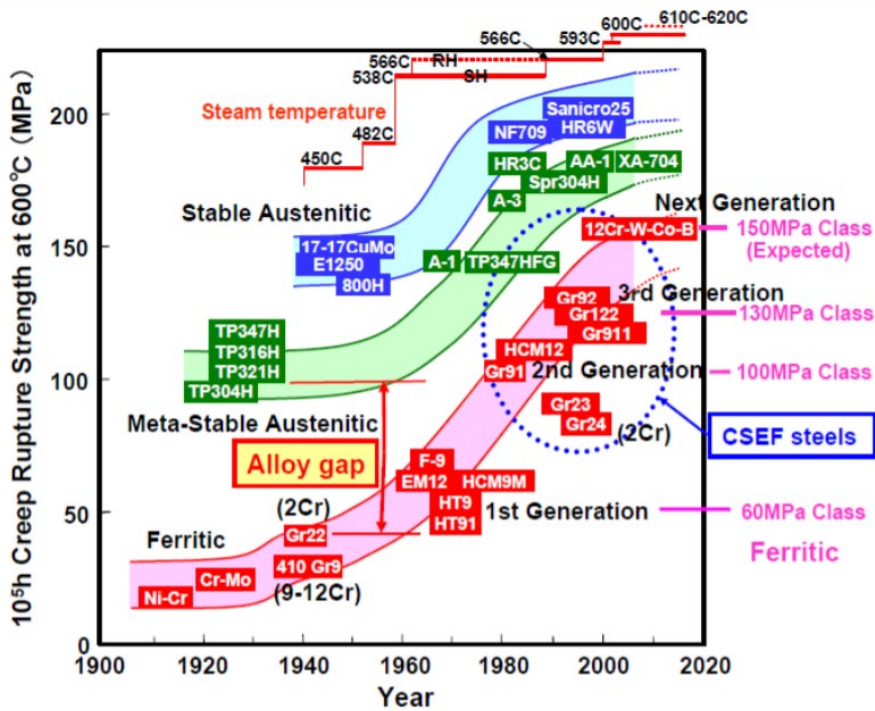


그림 6 Historical Improvement of Creep Rupture Strength of Boiler Steel<sup>i</sup>

이와 같은 이유로 인하여, 밸브 구조체의 열화, 열 충격, 기계적 충격 및 마모 등의 밸브 수명(노화)문제가 대두됨에 따라 대형 보일러 또는 배열회수보일러 업체를 중심으로 주증기 밸브의 피로수명 평가와 관련한 해석보고서를 요구하는 사례가 늘고 있다.

다음으로 발전소 운전에 중요한 역할을 하는 밸브는 바로 제어밸브와 안전밸브로써, 발전소 시스템이 건전하고 안전한 운전을 도모하는 중요한 역할을 한다. 초고압의 보일러 급수를 제어하는 주급수 제어밸브와 미니멈 플로우(Minimum flow) 제어밸브는 발전부하에 따라 급수량을 제어하는 밸브로써, 제어특성 및 작동의 신뢰성이 요구되는 중요 밸브이고,



주 제 : 용도별 밸브 적용

터빈 바이패스 밸브 또한 터빈 부하 및 기동 정지상황에 따라 중요한 안전 기능 역할은 물론 발전 효율에까지 영향을 미친다. 안전밸브 또한 보일러의 이상과압(異常過壓)이라든가, 터빈의 돌발 사고가 있는 경우, 안전을 위해 고압 증기의 긴급 방출기능을 가진 핵심 밸브로서, 법적으로도 엄격한 규제를 받는다.

(2) 원자력발전소용 밸브

원자력 발전은 물을 끓여서 증기를 만들고 이 증기로 터빈과 발전기를 돌려 전기를 생산한다는 점에서 일반 화력발전방식과 다를 바 없다. 하지만 화력 발전은 석유나 석탄을 태울 때 발생하는 열(에너지)로 물을 증기를 만들지만 원자력발전은 우라늄이 핵분열할 때 발생하는 열로 물을 증기로 만든다. 즉, **우라늄**과 같은 무거운 원자핵은 외부에서 낮은 에너지를 가진 **중성자(열중성자)**를 흡수하면 서로 다른 두개의 새로운 원자핵으로 분열하게 되는데 이를 핵분열이라 한다. 이때 2~3 개의 중성자와 막대한 에너지(열)를 내는데, 원자력 발전은 이때 발생한 열로 물을 증기로 바꾸어 발전을 하는 것이다. 보다 구체적으로는 원자로의 중심부 노심이라 불리는 영역에 **핵연료**가 장전되어 있는데, 핵연료는 천연우라늄(<sup>235</sup>U 가 0.7%)에서 <sup>235</sup>U 함유율을 3~5% 정도로 높은 **저농축 우라늄**을 가공한 연료소자(Pellet)를 피복관 속에 넣은 후 양단을 용접하여 밀폐한 연료봉을 모아 다발(핵연료 집합체)로 만들어 사용하고 있다. 핵연료 내에 존재하는 <sup>235</sup>U 는 열 중성자와 충돌 시 핵분열반응을 일으키며 이 때 많은 에너지와 2~3 개의 에너지가 높은 새로운 중성자(고속중성자)를 방출하게 된다. 이들 새로운 고속중성자가 에너지를 잃는 과정을 거쳐 열중성자가 된 후 또 다른 <sup>235</sup>U 와 충돌 반응함으로써 원자로 내에서는 핵분열이 지속되는 연쇄반응을 일으키게 된다. 핵연료 내의 <sup>235</sup>U 핵분열에서 발생한 많은 에너지를 전달받은 원자로 냉각재(**1 차냉각재**)는 증기발생기로 보내져 2 차냉각재(경수)를 가열하여 증기로 변환시키며 발생된 증기로 터빈을 구동시키고 이때 터빈 축과 연결되어 있는 발전기에서 전기가 만들어진다. 원자력발전소는 화력발전소와는 달리 핵분열 시 방사성물질이 생성되므로 이들의 터빈 및 발전계통으로 이동을 방지하도록 원자로 노심을 냉각하는 1 차냉각재와 터빈을 구동하는 2 차냉각재는 구조적으로 분리된 것이 특징이다. 1 차 및 2 차 냉각재의 경계는 증기발생기이다. 1 차측의 냉각재는 원자로-원자로펌프-가압기-증기발생기의 폐회로 상태로 순환되고, 이 회로는 직접적으로 방사선물질과 직접 노출되는 관계로 외부와 철저히 차단되는 격납건물(Containment Building or Reactor Building) 내에 위치한다. 참고로 우라늄 1g 이 핵분열할 때 생기는 에너지는 석유 9 드럼(1800 l), 석탄 약 3 톤이 완전 연소할 때 생기는 에너지와 맞먹는데, 곧 우라늄은 석탄보다 약 300 만 배의 열을 낸다고 할 수 있다.

우리나라의 원자력발전은 월성원자력 1,2 호기만 제외하고는 모두 가압경수로(PWR, Pressurized Water Reactor)이고, 증기발생기가 없이 원자로 내부에서 냉각재를 증기로 변환하여 터빈발전기에 직접 공급하는 비등형경수로(BWR, Boiling Water Reactor)는 없다. 2011년 3월 지진 쓰나미로 인하여 재앙적 사고가 난 후쿠시마 원자력발전소의 원자로가 비등형경수로이다. 우리나라는 자체 개발한 신형 가압경수로 원전인 APR1400 이 주요 원전이다. APR1400 의 경우, 주증기 온도는 307°C, 압력은 70bara 로 설계되어 석탄 화력발전에 비하여 주증기 운전 조건이 훨씬 낮지만, 방사선 안전문제로 엄격한 규제를 인허가에서 발전 운영에까지 당국으로부터 세세하게 규제 받고 있는 점이 화력발전과 크게 대비된다.

주 제 : 용도별 밸브 적용

원자력발전소는 법령으로 원자력안전법에 의해, 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 등으로 규제, 감독을 받는다. 1차 냉각재로부터 압력을 받는 부분인 “원자로 냉각재 압력경계”에 있는 압력용기, 배관, 펌프 등의 장치에 속하는 밸브를 “안전등급 1”라고 하며, 가장 높은 수준의 안전등급이다. 이어서 규정에 의하여 안전등급 2와 3과 비안전등급으로 원자로시설의 모든 설비는 등급 분류가 되어있다. 원자력용 밸브라고 함은 사용압력 및 온도는 화력에 비하여 훨씬 낮은 수준이지만, 방사선을 포함하는 유체를 취급하기 때문에 규제사항이 매우 많으며, 특히 내외부 누설문제에 대하여는 매우 엄격하다. 외부 누설의 경우, 방사선피폭 등의 문제에 즉각 노출되므로 근본적인 스템 셀링 방식인 금속제 벨로우즈나 금속 다이아후람 밸브가 많이 쓰인다. 다음은 원자력용 밸브에게 전형적으로 요구되는 사항들이다. 이들 밸브들은 국내의 규정코드(ASME QME-1 or KEPIC MF 등)와 같은 요건에 따라서 밸브의 건전한 운전을 위한 기능성과 내진성, 내환경성에 대한 성능을 시험을 통하여 검증하여야 된다.

- 밸브의 시트, 밸브 스템 패키징에서의 내부, 외부 누설은 없어야 한다.
- 운전 조작이 매우 용이하여야 한다. 원격조작이 또한 용이한 구조이어야 한다.
- 방사선 피폭을 최소화하기 위하여 보수, 정비가 용이하여야 한다.
- 안전한 운전을 보장하는 최고 수준의 품질 신뢰성을 가지도록 검증되어야 한다.

원자력발전소용 밸브의 기기 검증(Equipment Qualification)은 운전하고 있는 밸브에 대하여 운전기간 동안 정산운전 및 사고 환경하에서 요구되는 성능을 이상 없이 수행할 수 있다는 것을 코드에서 규정된 방법으로 검증하는 것을 말한다. 원자력발전소의 경우에는 안전에 관련된 모든 밸브는 예상되는 정상 및 비정상 또는 가상의 사고 상태에서도 안전기능이 작동됨을 입증하도록 되어있다. 따라서 검증 프로그램은 밸브의 노후 프로세스는 물론 제반 운전조건아래에서 발생할 수 있는 모든 정상 및 사고환경(지진, 진동, 정전, 과전류, 침수, 높은 습도, 먼지, 방사선, 화학 분무, 온도와 압력 등등)의 영향을 고려하여 밸브를 검증하는 것이다.

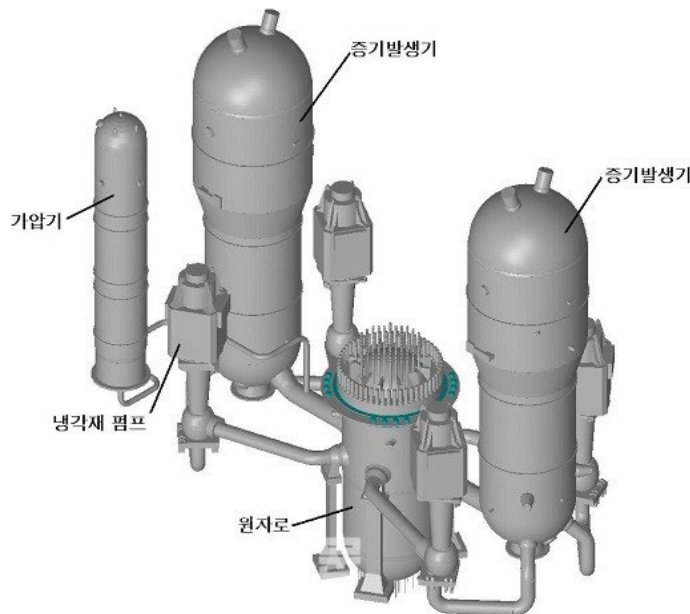


그림 7 APR 1400 원자로-RCP-Steam Generator-Pressurizer 구성

주 제 : 용도별 밸브 적용

---

<sup>i</sup> Fujimitsu Masuyama & Tomiko Yamaguchi, New Ferrite Steel beyond Grade 92 & Its Creep Degradation Assessment by Hardness Method for Grade 91, ETAM2014-1007, March 2014.