

1 보일러 세관작업 (안전대책)

1. 공사개요

공 사 명	소형관류 증기보일러 세관작업
작업위치	00시험동 보일러실
주요 작업내용	1. 보일러 분해 및 세관작업 2. 안전검사 수검 3. 조립 및 시운전
주요 작업설비	세관용 펌프, 세관제, 이동식 사다리 등



보일러실 내부 전경

2. 당해 작업 시 고위험 요인에 대한 핵심 안전조치

주요 작업공종	필수 안전조치
<ul style="list-style-type: none"> ○ 산업안전보건법에 따른 특별안전보건교육 이수 여부 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 산업안전보건법 제26조(교육시간 및 교육내용)에 따른 특별안전보건교육 이수 여부 확인 <ul style="list-style-type: none"> - 대상 작업명 : 보일러(소형 보일러 및 다음 각 목에서 정하는 보일러는 제외한다)의 설치 및 취급 작업 가. 몸통 반지름이 750밀리미터 이하이고 그 길이가 1,300밀리미터 이하인 증기보일러 나. 전열면적이 3제곱미터 이하인 증기보일러 다. 전열면적이 14제곱미터 이하인 온수보일러 라. 전열면적이 30제곱미터 이하인 관류보일러(물관을 사용하여 가열시키는 방식의 보일러) ▶ 당해 보일러는 전열면적이 10㎡로 특별안전보건교육에 해당함
<ul style="list-style-type: none"> ○ "유해·위험작업의 취업 제한에 관한 규칙 [별표1]"에 따라 에너지이용 합리화법에서 규정하는 자격이 있는 수급업체 여부 확인 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 「에너지이용 합리화법」에 따른 보일러를 취급하는 작업 <ul style="list-style-type: none"> - 「에너지이용 합리화법」에서 규정하는 자격
<ul style="list-style-type: none"> ○ 보일러 운전정지 및 가스 차단 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 보일러 운전정지 및 가스 차단 <ul style="list-style-type: none"> - 보일러 정지 후 압력 "0"확인 - 보일러 운전을 정지하고 조작반에는 잠금조치 및 "점검중" 등의 꼬리표 부착 - 가스배관 분리 또는 맹판 설치(불가능시 개폐밸브 등에 시간조치 실시) - 가스누출감지경보기(탐지부, 수신부, 제어부) 정상 작동 여부 확인(가스 누출이 우려되는 배관 등에는 필요시 휴대용 가스누출감지경보기 사용)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 보일러 화학세관 및 연소실 청소 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 보일러 화학세관 <ul style="list-style-type: none"> - 세관제를 배관(수관)에 투입하여 순환 시 배관의 파열 위험 : 배관에서 일정거리에 감시자 배치, 필요시 방호막 등 설치, 보호구(보안경, 보호복 등) 착용 ○ 연소실 청소 <ul style="list-style-type: none"> - 보일러 연소실 및 연관 등에 붙어 있는 검댕 등을 브러시와 스크레퍼 등을 사용하여 제거 시 보호구(방진마스크 등)착용

주요 작업공종	필수 안전조치
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이동식 사다리 사용 시 <ul style="list-style-type: none"> - 보호구(안전모, 안전대 등) 반드시 착용 - 계단 경사에 맞게 사다리 높이를 조정하고 2명 이상이 사다리를 붙잡은 상태에서 작업 - 이동식사다리 하부가 계단 모서리에 걸치지 않고 계단 바닥에 지지되도록 조치
<ul style="list-style-type: none"> ○ 조립 및 시운전 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 조립 및 시운전 <ul style="list-style-type: none"> - 세관 작업 및 조립 완료 후 보일러 시운전 시 방호장치* 정상작동 여부 확인 * 압력방출장치, 압력제한스위치, 고저수위조절장치, 화염검출기 등(덧붙임1 참조)

덧붙임

산업안전보건기준에 관한 규칙 (약칭: 안전보건규칙)

[시행 2022. 10. 18.] [고용노동부령 제367호, 2022. 10. 18., 일부개정]

제7절 보일러 등

제116조(압력방출장치) ① 사업주는 보일러의 안전한 가동을 위하여 보일러 규격에 맞는 압력방출장치를 1개 또는 2개 이상 설치하고 최고사용압력(설계압력 또는 최고허용압력을 말한다. 이하 같다) 이하에서 작동되도록 하여야 한다. 다만, 압력방출장치가 2개 이상 설치된 경우에는 최고사용압력 이하에서 1개가 작동되고, 다른 압력방출장치는 최고사용압력 1.05배 이하에서 작동되도록 부착하여야 한다.

② 제1항의 압력방출장치는 매년 1회 이상 「국가표준기본법」 제14조제3항에 따라 산업통상자원부장관의 지정을 받은 국가교정업무 전담기관(이하 “국가교정기관”이라 한다)에서 교정을 받은 압력계를 이용하여 설정 압력에서 압력방출장치가 적정하게 작동하는지를 검사한 후 납으로 봉인하여 사용하여야 한다. 다만, 영 제43조에 따른 공정안전보고서 제출 대상으로서 고용노동부장관이 실시하는 공정안전보고서 이행상태 평가결과가 우수한 사업장은 압력방출장치에 대하여 4년마다 1회 이상 설정압력에서 압력방출장치가 적정하게 작동하는지를 검사할 수 있다. <개정 2013. 3. 23., 2019. 12. 26.>

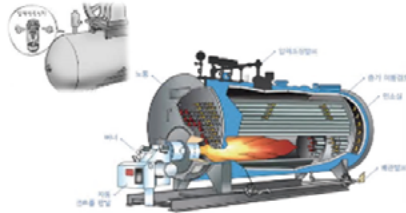
제117조(압력제한스위치) 사업주는 보일러의 과열을 방지하기 위하여 최고사용압력과 상용압력 사이에서 보일러의 버너 연소를 차단할 수 있도록 압력제한스วิต치를 부착하여 사용하여야 한다.

제118조(고저수위 조절장치) 사업주는 고저수위(高低水位) 조절장치의 동작 상태를 작업자가 쉽게 감시하도록 하기 위하여 고저수위지점을 알리는 경보등·경보음장치 등을 설치하여야 하며, 자동으로 급수되거나 단수되도록 설치하여야 한다.

제119조(폭발위험의 방지) 사업주는 보일러의 폭발 사고를 예방하기 위하여 압력방출장치, 압력제한스위치, 고저수위 조절장치, 화염 검출기 등의 기능이 정상적으로 작동될 수 있도록 유지·관리하여야 한다.

제120조(최고사용압력의 표시 등) 사업주는 압력용기등을 식별할 수 있도록 하기 위하여 그 압력용기등의 최고사용압력, 제조연월일, 제조회사명 등이 지워지지 않도록 각인(刻印) 표시된 것을 사용하여야 한다.

▣보일러 안전장치란?



보일러 안전장치란?

- ▶보일러의 폭발사고 예방을 위하여 압력방출장치, 압력 제한 스위치, 고저 수위조절장치, 화염 검출기 등의 기능을 하는 장치이다.

▣보일러 안전장치의 종류

▶압력방출장치(안전밸브)

- 보일러 내부의 증기압력이 최고 사용압력에 달하면 자동적으로 밸브가 열려서 증기를 외부로 분출시켜 증기압력의 상승을 막아주는 장치이다.

▶압력방출장치의 동작

- 압력방출장치 분출 압력은 1개일 경우 최고 사용압력 이하, 2개일 경우 그 중 1개는 최고 사용압력 이하 다른 1개는 최고 사용압력의 1.05배 이하이어야 한다.
- 과열기의 압력방출장치 분출압력은 증발부 압력방출장치의 분출압력 이하이어야 한다.
- 재열기 및 독립 과열기에서는 압력방출장치가 하나일 경우 최고 사용압력 이하, 2개인 경우 1개는 최고 사용압력 이하이고 다른 1개는 최고 사용압력의 1.05배 이하에서 분출해야 한다.
- 발전용 보일러에 부착하는 압력방출장치의 분출 정지 압력은 분출 압력의 0.93배 이상이어야 한다.

▶압력 제한 스위치

- 보일러의 과열을 방지하기 위하여 기능을 정상적으로 발휘하는 범위 내에서 사용될 수 있는 최고의 압력인 최고 사용압력과 사용압력 사이에서 사용 운전 압력 이상으로 압력이 상승할 경우, 보일러의 과열을 방지하기 위하여 보일러의 버너 연소를 차단하는 등 열원을 제거하여 정상 압력으로 유도하는 장치

▶고저 수위조절장치

- 보일러 내의 수위가 최저 또는 최고 한계에 도달하였을 때 고저 수위조절장치의 동작 상태를 작업자가 쉽게 감시하도록 하기 위하여 고저수위 지점을 자동적으로 알리는 경보등, 경보음 장치 등을 말한다.

보일러 튜브 화학세정작업이란?

- 보일러 튜브 화학세정작업이란 초임계압 관류 보일러의 제작, 보관, 시공 중 TUBE & PIPE 내부에 생성, 잔류한 유지류 및 철산화물을 제거하고 BASE METAL 마모율을 최소화 하여, 재질의 보호 및 열전달항상에 의한 효율을 향상시키고 안전운전을 도모하기 위한 작업을 말한다.
- 화학세정 범위를 종래의 수관부에서 증기관까지 확대 시행하여 이물질들 사전에 제거함으로써 후속공정인 증기세척 시 세척중기를 복수기로 방출 회수하여 소음감소, 작업환경개선, 충분한 시운전기간 등을 확보하여 건설공정에 이상이 없도록 하기 위한 작업이다.



순환펌프



약품주입 배관



보일러 튜브 세정 준비



튜브세정 조작과정

용어의 정의

- 초초임계압 (USC : Ultra Super Critical) : 초초임계압은 물의 임계점(압력 225,3573Kg/cm²(22.1MPa), 온도 374.15℃)을 기준으로, 압력의 관점에서 임계압력 이상의 초임계압보다 훨씬 높은 압력을 의미. 따라서, 초초임계압 발전소는 기존 초임계압 발전소의 압력조건 246Kg/cm²을 초과하는 발전소를 의미
- 보일러 (Boiler) : 물을 밀폐된 용기 내에 공급하여 가열, 증발시켜 고온 고압의 증기를 발생시키는 장치로 용도에 따라 발전용, 난방용, 공정용으로 구분된다.
- 노(爐, Furnace) : 보일러에서 연료를 연소시키는 부분으로 완전 연소를 위해 충분한 크기와 적당한 형상을 갖고 있다.
- 파이프 (Pipe) : 열교환 목적이 아닌 유체의 이송을 목적으로 하는 배관
- 튜브 (Tube) : 열원(노 내부)으로부터 열 흡수 목적 및 유체의 이송까지 포함



보일러 튜브 화학세정

주요 위험요인

- ❖ **펌프 및 배관에서의 누설**
 - 고압으로 운전되는 펌프 사용에 따른, 배관 누설시 위험요인으로 작용
- ❖ **화학 약품에 접촉**
 - 세정수에 희석하여 사용하는 화학 약품의 접촉 발열반응 위험
 - 하이드라진(N_2H_4) : 배관 또는 튜브의 산화를 촉진시키는 용존산소 제거, 유해물질(발암)로 주의가 필요
 - 수산화나트륨($NaOH$) : 알칼리세정은 배관, 튜브 내부에 보호피막 형성, 물과 접촉 시 발열반응

안전대책

- 화학세정 시작 전 관련부서, 작업자 및 안전담당자 간에 안전점검 등에 관해 충분한 회의를 실시하고, 안전관리 담당자의 승인 후 작업을 진행
- 작업수행구역 설정 및 구획을 표시하고 통행 및 출입을 통제
 - 안전장구의 착용 및 약품 접촉 시 빠른 시간 안에 세안 가능한 시설 및 의약품 비치
- 작업 전 고압펌프 제어 PANEL의 운전상태 주기적 확인 및 점검
- 세정수 누설에 관련된 대응방안(매뉴얼) 마련
- 옥외 또는 환기가 잘 되는 곳에서 작업 실시
- 환기가 잘 되지 않는 곳에서는 호흡용 보호구를 착용한 후 작업 실시
- 작업수행구역에서는 반드시 금연
- 보호장갑, 보호의, 보안경, 안면보호구 등 적절한 보호구를 착용
- 화학물질에 대한 물질안전보건자료 비치 및 관련내용 교육 실시
- 2차사고 예방을 위해 용기는 환기가 잘되는 곳에 단단히 밀폐하여 보관



MSDS 표지판 비치



안전장구류



주요 화학세정제의 정보자료 요약

하이드라진

- **인체에 미치는 영향 및 증상**
 - 눈/코/목 자극, 일시적 실명, 현기증, 구역, 피부염, 눈/피부 화상, 만성 노출시 기면증, 구토증, 결막염과 접촉성 피부염
- **취급시 주의사항**
 - 환기가 잘 되는 곳에 보관
 - 건조한 장소에 보관
 - 열 · 스파크 · 화염 · 고열로부터 멀리할 것 (금연)
 - 폭발 방지용 전기 · 환기 · 조명 등의 장비를 사용
 - 취급 후에는 손을 철저히 씻음
 - 모든 안전 예방조치 문구를 읽고 이해하기 전에는 취급 금지
 - 눈, 피부, 의복에 묻지 않도록 함
 - 이 제품을 사용할 때에는 먹거나, 마시거나 흡연 금지
- **예방대책**
 - 적절한 개인보호구를 사용
 - 국소배기장치 등을 설치하고 적합한 제어풍속이 유지되도록 관리
- **기타 주의사항**
 - 실내, 실외, 하수구에서 증기 폭발 및 유독 위험이 있음
 - 가열 시 용기가 폭발할 수 있음
 - 용기 내부에 물이 들어가지 않도록 주의

수산화나트륨(가성소다)

- **인체에 미치는 영향 및 증상**
 - 정도에 따라 가벼운 자극증상으로부터 심한 화상에 이르기까지 증상이 나타남
- **취급시 주의사항**
 - 환기가 잘 되는 곳에 보관
 - 건조한 장소에 보관
 - 취급 후에는 손을 철저히 씻음
- **예방대책**
 - 적절한 개인보호구를 사용
 - 국소배기장치 등을 설치하고 적합한 제어풍속이 유지되도록 관리
- **기타 주의사항**
 - 화재 시 자극성, 부식성, 독성 가스를 발생할 수 있음
 - 저지대, 밀폐공간 작업 시 산소결핍의 우려가 있으므로 작업 전, 작업 중 산소농도 측정 및 환기 실시
 - 용기 내부에 물이 들어가지 않도록 함



안전수칙

- 가설치 작업요소가 많고, 고압 환경인 관계로 용접작업 후 안전 확인 검사 후 사용한다.
- 세정수에 하이드라진 등 화학물질을 사용하므로 안전관리자의 관리 하에 작업을 진행한다.
- 폐수처리 용량을 확인하며 작업을 진행한다.
- 가설물의 철거 작업 시 악물이 포함된 세정수의 유무를 확인한다.
- 화학세정을 하는 동안 모든 안전조치는 검증된 방법의 것을 적용한다.
- 사람이 취급하는 산, 착염, 부식억제제, 강알카리는 적절한 보호의와 고무장갑과 보안경을 착용하고 취급한다.
- 점막을 파괴하고 질식성이 있는 증기에 대해서는 반드시 방독면을 착용한다.
- 항상 존재하는 수소의 폭발위험은 철과 산의 반응에서 촉진되므로 작업 시 주의한다.
- 공기와 혼합되는 수소가 있는 포켓에서는 어떤 스파크나 화염에 의해 발화시킬 수 있으므로 주의해야 한다.
- 기타 기체는 세정공정이 이루어질 동안 발생하므로 적절한 탈기를 실시한다.
- 중량을 이동에 필요한 중장비 사용 시 작업반경 내 접근 차단 시설을 설치한다.
- 작업장 밑(근처)에서 작업을 금지한다.
- 주기적인 감시, 확인이 필요한 곳에 감독관을 배치한다.



MSDS 관련 교육 및 게시



적절한 보호구를 착용



관련 법령

- 산업안전보건법 제41조 (물질안전보건자료의 작성·비치 등)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙
 - 제31조 (보호구의 제한적 사용)
 - 제32조 (보호구의 지급 등)
 - 제33조 (보호구의 관리)
 - 제34조 (전용보호구 등)

2 기계실 세관공사 (현장 개선)

1. 공사개요

공사명	00기계실 세관공사
작업위치	기계실 보일러
주요 작업내용	냉각공급관 분해 및 재설치, 보일러 수관 이물질 제거
주요 작업설비	체인블럭, 이동식비계, 이동식사다리, 질소주입 설비

2. 유해·위험요인 개선 및 안전점검 포인트

이동식비계에서 고소작업



이동식비계 작업발판을 밀실하게 설치하지 않아 떨어짐 위험



작업발판 틈이 발생하지 않도록 작업발판 추가 설치

▶ 안전점검 포인트

- 이동식비계에 개구부가 발생하지 않도록 작업발판을 충분하게 설치
- 주틀에 작업발판을 밀실하게 설치하고, 주위에는 안전 난간을 견고하게 설치
- 발바퀴의 제동 장치는 이동 시를 제외하고 잠금 상태에 있어야 함
- 작업자를 태운 상태로 이동을 금지하며, 작업발판은 항상 수평상태를 유지



이동식비계(1단)



이동식비계(2단)



전도방지 강화 이동식비계



냉각공급관 분해



- ① 체인블럭으로 냉각공급관 양중 작업 시 체인블럭이 고정점에서 탈락 위험
- ② 냉각공급관 양중 작업을 위한 고소작업 시 떨어짐 위험
- ☞ 체인블럭이 탈락되지 않도록 견고한 배관에 슬링벨트를 걸어 단단히 고정하고, 작업발판을 벗어나 고소작업 시 안전대 착용

배관 기밀시험



질소를 사용하여 배관 기밀시험 후
질소 배출 시 질식 위험



질소 배출 속도를 최소화하고
주변 산소농도 수치 확인