

現場의 腐蝕問題 시리즈 3>

정유공장에 있어서의 부식문제(I)

유 박 행

서 론

정유공장에 있어서의 부식은 복잡하고 여러가지 원인이 단독으로나 복합되어 발생되어 직접간접으로 경제적 손실을 주도하고 있다.

따라서 이러한 부식의 진단은 극히 중요하며 다양한 방지기술을 필요로 하고 있다. 정확한 부식진단은 어렵다. 그러나 경험과 지식을 적당히 응용시킴으로써 경제적 손실을 최소한으로 줄일수 있다.

정유공장에 있어서 부식으로 인해 정상적인 운전이 수행되지 못할경우 경제적 손실은 다대할뿐만 아니라 정도와 쓰긴 및 발생하는 부위에 따라 화재폭발을 유도할수 있다. 실제로 외국의 예에서 찾아볼수 있듯이 부식으로 인해 막대한 인명재산의 피해를 목격할수 있다.

부식의 발생은 원유의 운반에서 부터 정제공정중의 모든 장치 및 배관장치 시설에 이르기까지 정도의 차이는 있지만 항상 발생되고 있다. 특히 정제 공정중에 발생하는 부식은 심하며 이의 방식은 중요하다.

일반적으로 공정중에 발생하는 부식은 원유중의 부식성물질과 공정중에 생성되는 물질 및 첨가분에 기인 하지만 온도, 압력, 유속 장치의 설계조건 및 사용계절 등이 결부되고 있으므로 운전조건과 부식성환경은 중심으로 고려되어야 할것이다. 그의 용수 처리의 경우 부식방한 처리가 직접간접으로 원활한 운전을 방해하고 있고 지하해저시설물이 장기간 부식성 과정에서 재료의 소모를 경험할수 있다. 장기간 사용해온 대개 탱크의 경우에도 유종에 따라 차이는 있지만 Bottom Plate 나 Shill Plate 및 Roof Plate 에 심한부식을 관찰할수 있다.

따라서 이러한 장치, 배관 기타 시설물의 방식을 위해 방지대책수립이 필요하며 이를 위해서는 부식의 현상 및 기구의 충분한 이해가 요구된다.

현재까지의 부식이러이다. 경험된 사실, 문헌으로부터 얻어진 지식 및 현상에 대한 연구결과 등으로 부터 불충분하지만 비교적 만족할만한 방지대책을 수립할수 있다.

부식현상의 조건, 방지기술의 적용, 재료선정 혹은 설계의 변경등이 방지대책의 일환으로 방지기사는 이

를 적당히 응용하여 실제 적용하여야 한다.

정유공장에 있어서는 다양한 방지기술을 요하기 때문에 다음 몇 가지를 4회에 걸쳐 구분 설명되어야 할 것이다.

1. 공정과정에 발생하는 부식 및 방식. (1회)
2. 공업용수에 의한 제문제와 처리기법. (2회)
3. 지하 해수층의 장치, 배관등의 부식 및 방식.
4. 저장탱크의 부식 및 방식
5. 기타 부식 및 방식
6. 부식형태, 부식의 확인, 부식시험 방법 및 방식의 실제. (4회)

본 론

1. 공정중에 발생하는 부식 및 방식

공정과정의 부식은 Crude Unit, MDU Unit UF-FL. Unit 및 PC Unit 등에서 여러가지 형태로 발생되고 있다. 특히 원유 정제장치에서 심한 부식을 경험하고 있으며 이의 방지대책은 다양하다. 따라서 Crude Unit 의 Overhead system(탑정계)에서 발생하는 부식과 방지대책에 대해 중점적으로 기술하고자 한다.

그림 1에서 보인마와 같이 전선부분의 장치 및 배관에 심한 부식이 발생되고 있다. 즉 (1) Crude distillation tower 의 상단 shell, tray, down comer 등, (2) Overhead system 의 exchanger 및 cooler, (3) Reflux line 과 receiver or reflux drum, (4) Reflux pump 등.

Salt 는 주로 NaCl, MgCl₂, CaCl₂ 등이며 이는 고온에서 가수분해되어 산을 발생시킨다. 일반적으로 CaCl₂ 나 MgCl₂ 는 heater 나 reboiler or exchanger 등을 거치는 동안 가수분해되어 HCl gas 를 발생시키고 이것이 Overhead system 에 운반되어 노점에 이르러 condensate 에 용해되어 직접 금속표면의 부식에 참여한다. NaCl 는 비교적 고온고압에서 안정된 염이긴 하나 어떤 촉매의 존재하에서 가수분해되는 것으로 알려져 있다.

그리고 원유중에는 H₂S 가 포함되어 있고 Mercaptane 과 disulfide 또는 free sulfur 가 고온에서 열을 받아 H₂S 를 발생시킨다. 이 가스는 고온부에서 직접 장치등 부식시키며 노점 이하에서는 여러가지 부식문제를 일으

킨다. 특히 HCl의 존재하에서 촉매적인 역할로 장치의 부식을 가속시킨다. 또 Oxygen이 존재할때는 그 포함된 농도에 비해서 부식이 심하게 된다.

Oxygen은 원유 중에 포함되어있거나 desalter water로 raw water를 사용할 경우 혼입된다. 그리고 CO₂의 경우 이의 존재로 인해부식 뿐만 아니라 fouling 문제를 일으킨다. CO₂는 원유중에 포함되어있거나 Hydrocarbon과 물과 반응에 의해 생성될 수 있고 증류에 사용되는 Steam에 약간씩 포함되어 있다.

그외, Naphthenic acid에 의한 부식도 극히 심하다. 이 acid는 원유정제에서 뿐만아니라 MDU, UF-PL Unit 등에서 심한 부식문제를 일으킨다. Naphthenic acid는 chloride 염의 존재하에서 HCl을 발생시킨다.

따라서 이상의 Crude Unit의 Overhead system의 부식에 대한 일반적인 방지방법은 :

- × 효과적인 desalter의 운전으로 원유중에 포함된 Salt content를 0-5 PTB로 한다.
- × Caustic을 주입하여 증류탑에 이르기까지 발생된 acid를 중화시킨다.
- × Overhead system에 형성된 acid를 ammonia로 중화시킨다.
- × Corrosion inhibitor를사용한다.
- × 내식성 재질의 선택 및 Corrosion resistance lining을 응용한다.
- × 설계 변경을 한다.
- × 기타 필요한 조치를 취한다.

기타 Unit에 대해서는 부식환경과 운전상태에 따라 방지조치를 취한다. 다음은 Crude Unit의 Overhead system의 여러가지 요소에 대하여 개별적인 설명과 방지방법에 대하여 요약하고 있으며 이타 Unit에 대해서도 간단히 언급하고 있다.

(가) Desalter(탈염기)

Desalter는 원유중에 포함되어 있는 염을 제거하는 시설로 일반적으로 electric desalter가 널리 사용된다. 원유에 3~5% 물을 섞어 emulsifying시켜 온도 120~150°C에서 고전장을 걸어 emulsion break시킨다. 탈염전후의 탈염율은 일반적으로 desalting ratio (DSR), dehydration ratio (DHR) mixing index (MI)를 Check하며 DSR을 증가시키는 탈염율을 증가시키는 것으로 DHR과 MI 증가가 반드시 따라야 한다. 일반적으로 MI의 증가는 desalter mixing valve의 pressure drop (Δp)를 증가시키든지 주입되는 물의 양을 증가시킨다.

이의 판단은 Bottom sludge & water (BSW) 상태에 따라 결정된다. 또 DHR의 증가는 온도와 Settling time과 밀접한 관계에 있다. 따라서 DHR과 MI의 증

가를 위해서는 이상의 여러가지 Control factor의 적당한 응용에 의해 달성되어야 한다.

그의 emulsion breaker로서 chemical을 사용할 수 있다. Desalting Chemical로서 emulsionbreak sludge에 큰 효과를 주고 있음을 경험하고 있으며 실제로 널리. 때로는 원유저장 탱크에 이를 직접 사용하여 이 물을 원유로 부터 예비 분리시켜 원유가 pump로 부터 정유공정에 charge 될때 갑작스런 sludge나 water의 carryover를 억제할 수도 있다. desalting water로 sour water를 사용할 경우 stripping이 필요할때가 있다. 간혹 four water 중에 ammonia가 많은경우 overhead system에 갑작스런 ammonia excess 상태가 되어 copper나 그 합금의 부식뿐만 아니라 fouling 문제를 일으킬 수 있기 때문이다.

(나) Caustic 주입

탑정(Overhead system)의 acid gas를 줄이기 위해 원유가 증류탑에 이르기까지 발생된 acid gas를 중화시키는 것으로 dil. caustic이 사용된다. 그러나 caustic의 과용에 의해 금속 재질에 caustic embrittlement가 나타나며 heater tube 내에 coking의 발생가능성이 있게된다.

그러므로 원유중의 salt content, acid number와 charge 량 및 receiver water 중의 chloride에 따라 적량조절되어야 한다.

Caustic 주입은 desalter down stream 쪽으로 충분히 mixing 될수 있도록 위치와 적당한 nozzle의 선택이 필요하다.

Caustic injection 후 overhead stream 중의 acid gas를 30~80% 까지 줄일 수 있으며 그만큼 ammonia 소비도 줄일수 있다. 또 정유공정에서 폐기되는 caustic을 방지목적으로 재사용은 경비 절감에 기여할 것이라 생각된다. 그러나 어떤 정유공정에서는 증류탑내 caustic soda deposit 형성때문에 사용을 피하고 있다. 그외 caustic 대신에 soda ash을 사용한다. 일반적으로 sodium carbonate를 neutralizer로 사용한다. 이의 사용은 caustic에 비해 coking이나 hot spot 그리고 embrittlement의 원인이 되지 않으나 sodium carbonate가 제품질에 sedimentation rate가 높고 caustic soda에 비해 다량을 요구하기 때문에 운전중 장치나 배관에 plugging의 위험성이 있어 잘 사용되고 있지 않다.

(다) Ammonia 주입

Overhead stream 중의 acid gas의 중화를 목적으로 하며 주입량은 overhead receiver의 boot leg에 채워진 water의 pH 값에 따라 결정된다. 그러나 ammonia의 주입전에 receiver water의 oxidation reduction potential을 결정하여 적당한 pH을 결정할 필요가 있다. 이는

Corro. inhibitor 가 금속표면에 가장 안정된 film 효과를 주는 pH 값을 결정하는데 유효하며 acid 를 중화하는 ammonia 의 쓸데없는 소모를 방지한다. pH 의 적정 유지는 부식의 대부분을 억제할 수 있으며 외국의 문헌으로부터 50~70%까지 부식을 줄일수 있는 것으로 나타났다. 요구되는 pH 는 6~8 사이에 임의로 택하고 있으나 어떠한 경우라도 close control 이 필요하다. Ammonia 와 sulfide 의 반응에 형성된 ammonium sulfide 는 쉽게 가수분해가 되기 때문에 가능하면 중성 이하에서 pH 가 유지되는 것이 좋다. 외국의 경우 4.0~4.5 사이에 유지하여 효과적인 방식을 달성된 특별한 경우가 있다.

사용되는 암모니아는 가스상이 아니고 암모니아수로서 주입되는 경향이 커지고 있다. 과거의 경험으로부터 암모니아 가스의 주입은 overhead system 의 back pressure 에 극히 민감하여 암모니아 주입이 방해받아 결과적으로 요구되는 pH 의 유지가 어렵다.

암모니아수는 pump 로서 일정한 양이 주입되기 때문에 비교적 용이하게 요구되는 pH 를 유지할 수 있고 편리하다.

그런데 암모니아가 vapor 와 liquid 의 분배율이 좋지않기 때문에 암모니아가 vapor 상태에 있을때 acid gas 는 condensate 에 용해되어 극히 낮은 pH 값을 보일 수 있다.

이로 인해 금속표면은 acid solution 에 의해 심한 부식을 일으킬수 있다. 이런 경우가 부식을 측정 위치에서 발생한다면 적당한 조처가 취하여 지지만 꼭 그렇지 않기 때문에 낮은 부식율에 만족하기 쉽다.

그러므로 방식기사는 이러한 경우를 염두에 두고 shut down 시 장치 및 배관의 corrosion survey 가 행하여져야 할것이다. 운전중에 장치 배관의 의심스러운 부분의 두께 측정은 콘도유이 되며 결코 배놓을 수 없는 방식방법이다.

최근엔 neutralizing amine 이 혼용되고 있다. 이것은 암모니아 사용으로 인한 결함을 보충할 수 있는 것으로 성과가 인정되고 있다. 암모니아로서 receiver water 의 pH 를 4~5 정도가 되도록 주입하고 그 이후는 이런 neutralizer amine 을 사용하여 요구하는 pH 값을 일도록 한다.

암모니아의 과량 투여의 경우 sulfide 와 iron salt 가 증가되어 fouling 문제를 일으킬수 있으며 copper 나 이의 alloy 에 부식을 일으키기 때문에 이런 neutralizer amine 의 사용이 극히 합리적이다.

(라) Corrosion Inhibitor 의 사용

많은 type 의 corrosion inhibitor 가 있으며 이의 선택

은 부식 형태에 따라 임의 선택된다.

이는 금속표면에 film 효과를 주어 부식성 환경으로부터 금속을 보호해 주는 것으로 pH 4~10 사이에 이의 효과가 인정되고 있다. 특히 pH 5~8 사이에 가장 뛰어난 것으로 알려져 있다. 이러한 corrosion inhibitor 는 보통 long chain organic molecular 로서 한쪽은 polar group 로 되어 금속표면에 부착된다. 이런 inhibitor film 은 영구적이 아니고 계속해서 파괴되고 금속 표면에 부착한다. pH 의 급격한 하락에 의해 film 대부분이 파괴되고 pH 값의 심한 변동에 film 형성이 잘되지 않기 때문에 pH control 과 inhibitor 의 적정유지가 방지 및 경제성의 견지에서 가장 바람직하다. 일반적으로 corrosion inhibitor 는 운전 조건에 따라 5~20ppm 범위에 서 조정되고 있으나 운전상태가 불량하거나 악화된 경우 정상주입량의 2~3 배를 주입하여 금속표면에 완전한 film 효과를 주어야 한다.

Corrosion inhibitor 는 비교적 고가이므로 이의 적정 유지는 반드시 필요하며 현재의 투여농도도 부식률 측정과 운전상태 및 redox 범위내 유지하여 정상상태에서 5ppm 이하까지 낮춰 부식을 1mpy 이하까지도 달성될 수 있다.

또 corrosion inhibitor 는 detergent 역할을 하여 heat transfer 를 크게 향상시키기 때문에 어떤 정유공정에서는 이런 detergent 한 성질을 더 중요시 하여 corrosion inhibitor 를 주입하고 있다. 경우에 따라서는 ant-fouling 이나 detergent 를 따로 injection 할 수 있다.

(마) 내식성 재질의 선택

정유공정에 사용되는 재질은 보통 carbon steel 이나 부식환경과 요구되는 물성에 따라 여러가지 재질이 다양한 방법으로 응용되고 있다.

High Cr-Ni. 과 같은 고합금강은 특별한 경우에 사용이 국한되고 있으나 low alloy steel, intermediate alloy, stainless steel, copper 나 그 합금, aluminum 이나 그 합금 : 기타 비금속 재료가 적당하게 응용되고 있다.

Crude unit 의 overhead system 에 있어서는 사용 재질은 내식성을 위주로하여 선택되고 있다.

증류탑 상단부의 tray, cap, downcomer 등은 monel 재질로 되어 있고 shell 내부도 monel 로 cladding 되어 있다. 또 경우에 따라서는 exchanger 도 monel tube 를 쓰고 있다.

Monel 은 high Ni-Cu alloy 로서 salt 나 dil. HCl 에 강한 내식성이 있기 때문에 overhead system 에 적당한 재질로 평가되고 있다. 그러나 약한 진동에도 baffle sheet 에서 fretting corrosion 이나 flow impingement 에

약함이 보고되고 있으며 실제 경험하고 있다.

최근엔 titanium tube 가 간혹 사용되고 있다. 내식성 뿐만아니라 내마모성이 뛰어났기 때문에 가장 erosion-corrosion 이 심한 부분에 사용되던가 전 tube 를 titanium tube 로 대체하는 예가 있으며 좋은 성과를 얻고 있다.

이 제질의 또 다른 특성은 scaling 이나 fouling 생성으로 heat transfer 에 영향을 주지 않는다는 것이다.

그러나 high velocity stream 에 있어서의 심한 진동으로 손상될 수 있고 rolling 이 어려운 단점을 갖고 있다. 따라서 이의 사용을 위해서 두께가 두꺼운 16~18 BWG tube 의 사용과 적당한 rolling machine 의 선택이 필요하다.

Air cooler 의 경우 일반적으로 carbon steel tube 를 사용하며 rolling part 에 심한 corrosion 이 발생된다. 특히 inlet 쪽이 심하다. Teflon protector 의 사용으로 이의 방식이 비교적 성공적임을 경험하고 있다.

기타 piping 의 elbow 부위나 flow 가 심하게 꺾이는 부위는 erosion-corrosion 에 의한 심한 Metal loss 가 나타난다. 이 부분은 보통 heavy-scheduled tube 를 사용하던가 flow 를 분산 및 long radius piping 에 의해 해결하고 있다.

그의 pump case, impeller 기타 rotating element 에 심한 부식이나 cavitation 발생을 경험할 수 있다. 그리고 간혹 thermowell 이나 기타 injection-quill 에 심한 pitting corrosion 이나 cracking 이 발생된다.

일반적으로 injection quill 은 내식성 재질인 monel 이 사용되고 있으나 간혹 fatigue cracking 이 발생됨으로 이에 대한 관심을 소홀해서는 안된다. Monel 인 경우에도 영속적인 응력하에 있다던가 Conc. caustic 에 사용될때도 stress-relieving 을 함으로서 stress cracking 을 억제할 수 있다.

또 stainless steel 의 사용에서 경험되는 사실은 condensate 조건하에서 cracking 의 발생이다.

이러한 cracking 은 stream 중에 포함된 chloride 의 농축이거나 shut down 중에 형성된 polythionic acid 에 의한 현상으로 추측되고 있다. (본론6항 참조)

또 Epoxy coating 이나 concrete 가 장치 내부에 응용된다. Receiver reflux drum 또는 separator 의 bottom 부분은 condensate 에 의해 pitting corrosion 을 당한다.

따라서 이 부분은 epoxy 나 concrete 에 의해 coating 되며 실제로 좋은 효과를 나타내고 있다.

Corrosion 이나 erosion 이 동시에 일어나는 부위는 예상수명이 극히 짧기 때문에 주기적인 두께 측정이 중요하다. 그리고 방식 기사는 수명연장의 기초적인 고

찰로서 corrosion 이나 erosion 의 동시적인 방지도 중요하지만 그중 하나만이라도 조정되면 그 수명은 크게 연장될 수 있음을 알아야 한다.

(바) Washing water 의 주입

암모니아의 주입에 의해 ammonium chloride 가 생성되고 이것은 exchanger 의 tube bundle 에 deposit 될 수 있다. 생성된 염은 역시 부식성이 있고 가수분해 되어 acid 를 생성하기 때문에 이의 제거가 극히 중요하다. 다행히 이 염은 물에 쉽게 용해되기 때문에 water 를 주입하며 충분히 분사될 수 있도록 적당한 nozzle 이 선택되어야 한다. 주입구는 exchanger 의 upstream 쪽에 입의 선택된다.

일반적으로 주입량은 overhead Q'ty 의 5~10%로서 과량의 주입으로 erosion 문제를 일으키지 말아야 할것이다.

Receiver water 중의 chloride 량에 따라 적량 주입된다(본론 6항 참조)

(사) 기 타

설계변경등의 제조처가 방식에 크게 기여하고 있다. 설계변경의 목적은 배관이나 장치의 erosion-corrosion 을 줄이자는 것이다. 배관의 경우 stream 의 방향을 완곡하게 또는 적당히 분산시킴으로서 가능하며 exchanger 의 경우 vapor belt 를 설치하여 vapor 와 liquid 를 분리하고 mass velocity 를 줄이는 것으로 족하다. (본론 6항참조)

(아) 부식시험과 부식률측정

원유중의 Salt Content 나 Overhead receiver 에서 채취된 Water 의 pH, Chloride, iron, Sulfide 및 필요한 항목의 분석결과와 운전상태로부터 부식의 다과를 추측할수 있다.

그러나 더 직접적인 방법으로서 Corrosion Probe 와 Coupon test 에 의해 결정된다.

물론 실험실에서 행하는 원유의 부식도, Overhead Stream 의 부식도 또는 Receiver Water 의 Redox 측정 은 방식관리에 큰 도움을 준다. 부식률은 일반적으로 Mdd 나 Mpy 가 사용되며 부식률 측정결과로부터 방식 업무가 결정된다. 기타 Coupon test rack 나 수소취성 추정을 위한 Hydrogen Probe 가 사용된다.

이에 대해서 본론 6항에 제론될 것입니다.

그외 Crude heater 의 경우 tube 내부에서는 그렇게 심한부식이 나타나지 않으나 high velocity 와 turbulence 에 의한 erosion-corrosion 이 발생되며 Coking 이나 flame impingement 에 의한 tube 상에 hot spot 가 나타나 bulging 이나 금속조직변태가 발생되어 인장력 및 ductility 가 저하되어 파열되는 경우가 있다. heater 설

치시 burner 의 안배와 tube 의 재질결합에 관심을 가져야 하며 운전중에 Pyrometer 나 thermo analysis 에 의해 hot spot 을 수시로 점검해야하며 shutdown 중에 coking 유무를 검사해야한다.

Coking 은 hammering 이나 Radiographic examination 에 의해 어느정도 알수 있다. Coking 이 심하다고 판정될때는 air-steam 에 의한 decoking 이 실시된다.

이때 주의해야 할것은 재질변태가 일어나지 않는 온도 범위내에서 행하여져야한다. (본론 6 항 참조),

중류탑 하단은 고온이기 때문에 Sulfur corrosion 과 Naphthenic acid 에 의해서도 부식이 일어난다. Low Cr alloy 는 이러한 부식에 큰 효과가 없을뿐만 아니라 경계성이 없다. 따라서 405 type stainless steel 이 cladding 되며 중단부는 carbon steel 이 사용된다. 그러나 충분한 corrosion allowance 를 주어야한다. 그러나 flashing 이나 bubbling 이 일어나는 곳은 부식이 심하게 됨으로 low Cr alloy 가 사용된다. 이 재질은 표면에 형성되는 sulfide scale 이 비교적 치밀하고 부착력이 크기 때문이다.

전공중류탑의 하단부 역시 고온에서 H₂S 나 Naphthenic acid 에 의해 부식당 하므로 하단부는 405 type stainless steel 이 사용되며 온도가 450°F 이상은 316 type stainless steel 이 사용된다. 상단부와 Overhead system 은 H₂S 와 다른 acid 에 의해 부식당한다. 특히 ejector 설치부분은 심하다.

따라서 부식률측정이 필요하며 부식률이 높을 때는 corrosion inhibitor 나 neutralizer 의 사용이 필요하다.

MDU Unit 와 UF-PL 에 있어서는 H₂-H₂S 계의 부식을 발생되며 charge 중에 chloride 가 이의 부식을 복잡하게 하고 있다. 또 stream 중에는 ammonia 가 약간씩 존재하고 있다.

따라서 Reactor effluent 쪽에 심한 부식이 일어난다.

특히 Separator water 중에 NH₄HS 의 Wt. %가 증가될때 부식이 심해지고 있음을 iron content 를 분석함으로써 확인된다. 고온에 있어서 H₂S 의 부식은 H₂ 가 촉매적인 역할을 함으로서 가속되며 동시에 Reactor 나 exchanger 등에 fouling 문제를 일으킨다. 또 수소취성이 분해가되며 원자수소가 금속표면에 확산되어 blistering 이나 fissuring 또는 일시적인 embrittlement 를 일으킨다. 특히 용접부는 Cr-Mo 함량이 불충분할 수 있으므로 운전중 Cracking 이 발생된다. 따라서 사용되는 재질은 Cr 과 Mo 를 함유한 Cr-Mo, Cr-Mo steel 이며 일반적으로 Nelson Chart (그림 2 참조)에 따른다.

Reactor 의 경우 1 $\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo Steel 에 충분한 corrosion allowance 을 주고 있으며 anstenite stainless steel 은 잘 사용되지 않는다. 이 재질은 transgranular stress cracking 이 일어나기 쉽다. 따라서 11~13 Cr stainless steel 이 cladding 재질로 사용되고 있다.

그러나 이 재질도 temper brittleness 를 일으킬수 있기 때문에 shutdown 중에 정밀한 검사를 실시해야 한다.

Heater 의 tube 재질도 1 $\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo, 2 $\frac{1}{4}$ Cr-1Mo, 5 Cr-1Mo steel 등이 사용온도 압력에 따라 적당히 선택 된다.

Hydrogen Attack 는 1 $\frac{1}{4}$ Cr- $\frac{1}{2}$ Mo 인 경우 약 950°F 까지 효과적으로 사용될수 있는 것으로 알려져 있다. heater tube 도 비교적 고온에서 운전되며 열전도가 극히 중요하기 때문에 간혹 descaling 을 한다. 후론되었지만 descaling 은 spalling, acidizing 및 neutralizing 의 수준으로 진행되며 사용되는 acid 는 HCl 로 10~20% 농도에 acid inhibitor 를 충분히 주입한다.

그리고 Effluent exchanger 도 acid cleaning 되지만 cleaning 후는 반드시 재방검사가되어야하고 gasket 는 교체되어야한다.

기타 고온부의 연결부의 gasket 접촉면은 고상태를 주의깊게 검사하며 때로는 표면을 finishing 해야하며 사용되는 gasket 는 13 Cr stainless steel asbestos filled gasket 를 사용한다.

저온에 있어서는 주로 H₂S, HCl 기타 acidic ammonium salt 에 의해 부식이 발생된다. 이는 feed 중의 Oxygen compound, Sulfur 질소 기타 Chloride 에 의해 형성된다. 가장 심각한 문제는 Admiralty 의 파괴이다. Ammonium Salt 의 존재하에 Stress Cracking 이 발생된다. 이러한 Cracking 은 Shutdown 중이나 운전중에 발생되기 때문에 운전중에 Water 을 주입하여 제거해야 하는 것이 좋으며, Separator Water 중의 iron content, copper content 기타 Cyanide 를 분석하여 적절한 조치를 취함이 좋다.

특히 수소취성이 예상될때는 hydrogen probe 를 설치하여 이를 사전에 예방하여야 한다. Compressor 의 부식은 주로 H₂S 와 Naphthenic acid 및 HCl 에 의하며 동시에 심한 fouling 이 형성된다. 따라서 Ammonium Chloride 나 Ammonium bisulfide 의 filtering 이 필요하다.

그의 간과되기 쉬운 dead end 부분은 많은 관심을 기울여야 한다. 이부분은 주기적인 검사가 행하여 지지 않고 Water 나 부식성물질이 축적되기 때문에 예기치

않는 사고를 유발한다.

따라서 Shutdown 중에 육안검사나 Radiographic examination에 의해 두께 감소를 측정해야 한다. 또 Safety Valve의 Spring이나 exchanger bolt 등이 갑작스럽게 파열되는 경우가 있다.

이는 Fatigue cracking이나 sulfide cracking의 결과로서 이러한 파열은 비교적 높은 Tensile Strength (90000 psi 이상)의 재질일수록 용이하게 발생됨으로 장기간 사용된것은 교체하고 Sulfide 부식환경과의 접촉을 피하던가 적당한 재질 선택이 요구된다.

PC Unit에 있어서 가장 문제되는것은 furnace tube이다. 높은온도에서 운전되기 때문에 사용되는 재질은 HK-40이나 incoloy, inconel이 사용된다.

주로 발생하는 부식은 carburizing 현상으로 재질의 인장력 및 ductility가 저하된다. 따라서 carburizing 정도의 주기적인 확인이 필요하며 때에 따라서 creep damage을 측정한다. (자세한 사항은 후론될것임), 이 Unit에서 고온고압장치나 배관이 많기 때문에 고탍금강이 많이 사용된다.

일반적으로 405 type, 410 type, 304 type, 316 type,

316 Ltype 등의 stainless steel이 사용되고 있다.

Anstenite stainless steel인 경우 intergranular corrosion cracking이나 stress cracking이 간혹발생된다. 그러므로 특히 관심을 갖고 운전되며 shutdown 중에 이에 대한 검사등이 요구된다.

이상은 Crude unit의 부식 및 방식을 중심으로 여타 unit의 부식문제를 간단히 기술하였다.

부식발생기구와 현상 및 여러가지 영향을 주는 인자를 이해함으로써 부식의 원인이 추측되고 이로부터 방지방법이 강구될수 있다. 또, 과거의 부식이력이나 실험분석 결과는 크게 방식업무에 참고가 된다. 따라서 각 unit의 방식기준설정이 요구되며 이러한 기준에 따라 Control factor를 적당히 조절하여 부식을 최소화할수 있다. (본문6항) 방식의 실제에 후론되겠지만 원재까지의 부식이력, 실험분석자료, shutdown시와 운전중에 실시된 검사결과, 운전조건, 첨가물의양 기타 stream의 부식도등에 대한 자료를 종합하여 부식의 영향을 추측하여 적당한 방식기준을 설정할수 있다.