

인산공장의 장치재질과 부식

崔 聖 瑤*

1. 서 론

인광석중에 함유되어 있는 P_2O_5 의 추출(extraction)은 전기를 사용하는 건식법과 다른 종류의 산(acid)을 사용하는 습식법의 두 가지가 있는데 여기서는 황산을 사용하여 인산을 만드는 습식법에 대해서 논하기로 한다.

인광석과 황산을 반응시켜 석고(gypsum)와 인산으로 제조한후 석고와 인산을 분리하는 습식법 인산공장의 부식문제에 있어서 고려해야할 요소는

- 산의 농도 및 온도에 따라, 또 여러 불순물의 함유량에 따라 다른 인산용액
- 인산 slurry(석고와 인산용액)
- 황산
- 불소(fluorine)를 포함하고 있는 인산질의 배기
- 인산, 황산, 불화규소산 및 석고가 함유되어 있는 폐수.
- 인광석 등으로 들 수 있고 그 이외에도 부식문제 뿐만 아니라 마모(erosion) 문제도 인산공장의 장치재질의 선택에 있어서 큰 문제가 되고 있다.

2. 본 론

인산용액에 완전히 견딜 수 있는 재질은 아직 발견되지 아니하였고 현재 사용하고 있는 재질들은 다른 재질과 비교하여 그 수명이 오래가기 때문에 일정시간 사용후에 새것으로 교환한다는 조건하에서 사용하고 있을 뿐이다.

편리상 인산공장 장치재질을 다음의 다섯가지로 구분한다.

1. 철계 및 그 합금
2. 비철계의 금속
3. Elastomer(고무류)

4. Plastic

5. 기타

a) 철계 및 그 합금

일반적으로 인산공장의 장치재질에 사용되는 금속계통의 재질의 부식율은 최고 0.02 IPY가 보통이다.

i) Carbon Steel

내산 painting 하여 건물의 골격, 또 적당한 lining (예를 들어서 고무나 plastic lining)하여 인산용액을 취급하는데 사용되며 공장의 utility line 등에도 사용된다. 또 농황산 경우에 따라서는 폐수의 취급에도 사용되는 경우도 있다.

ii) Cast Iron

저압의 물, 공기, 증기등의 utility line의 flange 등에 사용하고 고온의 농황산의 취급에 사용하나 인산용액에는 적합치 아니하다.

iii) Stainless Steel

S.S. 301, 302는 사용불가능, S.S. 304는 최적인 산(약 5% P_2O_5)에는 사용가능하다. S.S. 316은 일반적으로 많이 사용된다. 용접부분의 결점을 보강하기 위하여 S.S. 316 L을 많이 사용하는데 특히 mixer, reactor, splitter box, launder 등에 사용한다. S.S. 317은 염소분이 함유될 가능성이 있는 곳에 사용하고 S.S. 319은 값은 S.S. 316보다 약간 높으나 내식성은 좋다. S.S. 446은 인산증발기의 tube에 사용되고 있으나 충격에 약한 것이 결점이다.

iv) High Alloy Stainless Material

소위 20 Alloy 계통으로 단단하고 기계적조각이 가능하고 casting이 가능한 것으로

- ③ Durimet 20 (Duriron Co.)
- ④ Carpenter 20 (Carpenter Steel Co.)
- ⑤ Alloyco 20 (Alloy Steel Product Co.)
- ⑥ Cooper FA 20 (Cooper Alloy Foundry Co.)
- ⑦ Worthite (Worthington Corp.)

등이 있는데 이들은 S.S. 316이 부식이 심하여 목 쓰

*영남화학주식회사

는 곳에 효과적으로 사용된다.

v. Nickel Base Alloy

Nickel의 함유량이 높은 이부류의 금속은 인산에 대한 내식성이 좋은 대신 가격이 엄청나게 비싼 것이 흠이고 이 부류에는

④ Hastelloys. (Haynes Stellite Co.)

Hastelloy B, C, D, F가 있고

⑤ Chlorimet (Duriron Co.)

Chlorimet 2, 3.

⑥ R-55 (Labour Co)

④ Illium G (Burgess-Parr Co)

등이 있다. 미국의 International Nickel사 제품으로는 Monel, Inconel 및 Ni. Resist, Nionel 등은 인산의 crude 용액에 잘 견딘다.

vi) High Silicon Iron

널리 알려져 있는 것으로는 Duriron Co.의 Duriron으로 내식성에는 아주 좋은 결과를 가져오나 충격에 약한 것이 큰 결점이다. 불소에 약하여 crude acid에는 사용불가능하다.

b. 비철계의 금속

i) 납(Lead)

납은 인산용액에 대한 내식성이 좋아서 환영을 받고 있는데 더욱 scrap하여 어떤 형태로든지 제조가능하므로 더욱 그러하나 마모 및 강도면에서 약하여 실제 응용면에서는 퇴보하고 있는 재질중의 하나이다. Tank 및 vessel의 lining, pipe의 lining에 사용되거나 support를 해야하고 옆에도 약하여 maintenance cost가 높다.

ii) Copper 및 그 합금

순수 copper는 불소에 대한 내식성이 좋아서 scrubber의 baffle이나 fume duct에 사용되고 Everdur 1010(95.8% Cu, 3.5% Si, 1.1 Mn)는 scrubber의 spray nozzle에, 또 Red Brass(85%Cu, 15% Zn)도 가끔 사용되나 Everdur보다 못하다.

iii) Aluminum

인산용액에 대한 내식성은 아주 약하나 가볍고 취급하기 편리해서 건물의 창, conduit, 사다리, 계기의 tubing에 사용하고 요즈음은 rubber lining하여 piping에도 사용한다.

iv) 기타

그밖에 Tantalum, Titanium, Zirconium, 은 몇 백금 등은 그 사용 가부에 있어 문제점이 아직 해결되지 못하고 있으나 특수분야에서는 일부 실용되고 있다.

c) Elastomer

Natural rubber와 synthetic rubber로 구분하는데

특히 인산공장에 사용되는 것은 synthetic rubber로 그 종류에는

i. Buna S Rubber

ii. Nitrile Rubber

iii. Butyl Rubber

iv. Neoprene Rubber

등이 있으나 수없이 많은 polymer에 따라 이외에도 다른 종류가 얼마든지 있다. 사용하는 곳에는 가장 일반적인 곳에 pipe나 tank의 lining으로 인산의 slurry를 취급할 경우에는 soft rubber를 유체와 접촉하는 부분에 hard rubber를 pipe와 접촉하는 부분에 사용하므로써 rubber의 층이 soft hard나 hard soft hard 등으로 불리운다. 그밖에도 석고분리 filter의 filter cloth mat에도 사용되며 인광석의 운반 conveyor, 석고처리 pnmp의 lining에, 증발기의 flashing chamber 및 body 등의 lining에도 사용되거나 사용시 rubber의 적성을 연구 검토한 연후에 선택해야 한다는 것은 원칙으로 되어 있다.

d. Plastic

Thermo plastic와 thermo setting의 두가지로 구분한다.

Thermo set.에는 Amino, Poly ester, Alkyds, Epoxy, Phenolic, Furane과 Silicone 등이 있고 thermo plastic에는 Poly styrene, Acrylic, Cellulosic, Poly ethylene, Poly Propylene, Poly ether, Vinyl, Nylon 및 Fluoro carbone 등이 있다. 대부분의 plastic은 인산용액에 대한 내식성이 좋아서 많이 사용되고 있는데 그 종류를 살펴보면

i) Thermoset

Poly ether는 fibre glass를 제조하는데 사용하여 fume duct 등에 널리 사용되고 Epoxy는 단단하여 인산용액을 취급하는 거의 모든 pipe에 사용된다. Phenolic와 Furane Resin는 Carbon과 Graphite와 섞어서 내산 cement 제조에 사용하고 있다.

ii) Thermo Plastic

Vinyl이 이 계통의 대표적 물질이다. P.V.C.는 pipe, fitting에 많이 사용하고 있고 때로는 coating하여 사용하는 경우도 있다. 현재 P.V.C. pipe로는 schedule 40, 80 등이 있으나 120짜리도 일부에서는 제조하고 있다.

Poly ethylene pipe는 가끔 석고 slurry의 처리에 사용되기도 하고 Nylon은 마모에 약하나 filter에 있어서 Nylon bushing에 사용도 한다. Acrylic는 불소가 함유된 fume duct에 사용하고 Fluoro Carbon 중의 Teflon은 아주 널리 사용되는 plastic으로 pump

의 packing, 간단한 fitting, gasket, sleeve, valve, flexible connection 등에 사용되고 있고 경우에 따라서는 Teflon을 spray 하여 coating 시켜서 사용한다. Teflon cement도 개발하여 내산용으로 사용하고 있다.

e. 기 타

Carbon과 graphite는 불소에 대한 내식성이 아주 강해서 널리 사용하고 있고 carbon brick는 특히 reactor, flash cooler 등에 phenolic와 혼합한 graphite는 Karbate로서 evaporator의 tube에 사용하여 아주 좋은 결과를 얻었으나 충격에 약하고 scale 문제에 있어서 해결 못한 점이 있다. Concrete와 cement는 일반적으로 공장의 foundation, floor, 건물에 널리 사용되고 복재 유리 등도 건축 자재로 또 fiber는 filter cloth에 사용된다.

결 론

인산용액의 부식성은 복잡하고 또 부식뿐만 아니라 마모에 대한 문제도 동시에 고려하여 재질을 선택하여야 되기 때문에 아직도 완전한 재질을 제조하지는 못하고 있으나 수시로 변하고 있는 제조기술에 의해 개발도상에 있는 재질이 많이 있는 것으로 안다. 그러나

인산공장의 장치재질은 세계적인 추세로 보아 금속류의 재질보다 plastic계통의 재질이 더욱 각광을 받고 있는 것이 사실이고 앞으로는 장치 전반에 걸쳐서 plastic제품으로 일변하는 날이 멀지 아니하였다고 본다.

참 고 서 적

- TVA Chemical Eng. Report No. 9. Corrosion Test.
- E. Pelitti, Material Construction for H_3PO_4 plant.
- Lead Hand Book; American Smelting & Refining Co.
- Corrosion Resistance of Nickil-Containing Alloys in HF and Fluorine.
- Properties of Metals & Alloys ; International Nickil Co.
- Corrosion Resistant of HAYNES Alloy.
- Monel; Huntington Alloy.
- Technical Data & Specification; Fiber Cast Co.
- Chemical Plant Control Data Hand Book; Chemico.
- Corrosion Hand Book; UHLIG.