

전기저항법에 의한 공업용수 부식억제제의 성능시험

민 원 규*

(1963, 10, 12 受理)

Evaluation of Cooling Water Corrosion Inhibitors by the Electrical Resistance Method

By W. K. Min

Chung-Ju Fertilizer Company

Abstract

Six corrosion inhibitors for cooling water use were evaluated by means of a corrosometer in a laboratory bench scale test.

A steel probe (Alloy 1020) was exposed and checked for the extent of corrosion in a recirculating water system, changing inhibitors and their concentrations at 40°C.

A 95% inhibition was provided at the following concentrations of inhibitors.

50 ppm	sodium hexametaphosphate
50 ppm	commercial inhibitor A
50 ppm	commercial inhibitor B
100 ppm	disodium phosphate
200 ppm	sodium chromate

Sodium silicate was found to be use-less in this test.

It was also observed that some inhibitors worked less effectively on the acid-cleaned steel probe.

서 론

일반적으로 부식억제제의 성능시험은 부식억제제를 가한 부식환경에 금속재료의 시편을 노출시켜 시편의 무게감량에서 계산한 부식속도로서 부식억제능을 결정한다.

A. Dravnieks 및 G. A. Marsh 등은 금속박이 부식되면 단면적이 감소하므로 그 전기저항의 변화로부터 부식속도를 측정하였으며¹⁾²⁾ 이 방법으로는 부식시편을 제거하기위하여 공장의 shut-down 을 기다릴 필요가 없으며 공장가동중에 단시간내에 부식측정이 가능함으로 현장의 부식관리에 이용되고 있다.

본 실험에서는 공업용수로 사용되는 한강수의 부식억제제로서 Na_2HPO_4 , $(\text{NaPO}_3)_x$, 규산소다, Na_2CrO_4 , Commercial Inhibitor A 및 B 에 대해서 전기저항법을 이용하여 각 억제제의 성능을 시험하였다.

실 험

1. 부식억제제

공업용 규산소다(SiO_2 32.56%, Na_2O 9.37%, Fe

0.08%), 공업용 무수 Na_2HPO_4 (98%), 시약용 $(\text{NaPO}_3)_x$, 시약용 Na_2CrO_4 , Commercial Inhibitor A (poly phosphate+organic inhibitor) 및 B (poly phosphate+chromate+organic inhibitor)를 사용하였다.

2. 시험용액

공업용수시료는 충주비료공장 양수펌프에서 채취한 한강수를 사용하였다(Table 1). 공업용수시료에 억제제를 가한 용액을 시험용액으로 사용하였으며 억제제의 농도는 실험진행중 추가공급함으로써 조절 하였다.

Table 1 Han River Water

Turbidity as SiO_2	6.4 ppm
pH	7.5
Conductivity	113 micro mho
Total Hardness as CaCO_3	73 ppm
Ca Hardness as CaCO_3	55 ppm
M-Alkalinity as CaCO_3	55.3 ppm
Chloride as Cl	3.0 ppm
Silica as SiO_2	4.4 ppm

* 忠州肥料工場

3. 측정기구

부식시편으로서 Corrosometer Probe Medel 1036/T8 /8003*(carbon steel 1020 tube 형시편)을 사용하였으 며 Probe의 전기저항변화는 Potentiometer의 일종인 Corrosometer Model CK-2*로서 측정하였다.

4. 실험장치 및 실험조건

Fig. 1과 같이 조립하여 Corrosometer Probe를 장치한 U-tube 내부에 시험용액 (3.5l)을 순환시켰다. 실험온도는 현장의 조건을 고려하여 항온조에서 40°C로 유지하고 공기를 포화시켰으며 증발한 수분은 매일 증류수로 보충하였다. 시험용액의 유속은 15~17 cm/sec 이었다.

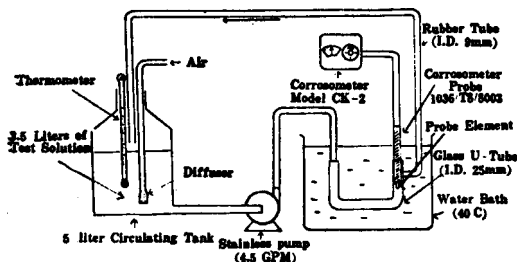


Fig. 1 Line-up of Test Apparatus

억제제의 농도는 실험중 억제제를 추가공급하여 증가시켰다. (즉 10 ppm 용액에 억제제 10 ppm을 더 하여 20 ppm 용액을 만든다는 것과 같이.....)

억제제의 작용은 probe 표면의 산화물의 유무에 영향을 받음으로 (1) probe의 산화물을 제거치 않고 억제제 농도를 증가시키면서 부식을 측정하는 실험과 (2) 억제제의 농도를 변화시킬 때마다 probe를 acid clean 하여 산화물을 제거하고 부식측정을 하는 실험을 하였다. Fig. 2의 x표와 Fig. 3의 점선은 probe를 acid clean한 것을 표시한다. 본 실험에서는 probe 1개를 6종의 억제제시험에 계속 사용하였으며 control test는 Na₂HPO₄, inhibitor A, inhibitor B, (NaPO₃)_x, Sodium silicate, Na₂CrO₄의 순서로 실험을 진행하였다.

시험용액중의 probe의 부식속도는 Corrosometer의 corrosion dial reading을 시간에 대해서 plot한 probe data (Fig. 2)와 다음 계산식에 의해서 산출하였다.

$$\text{부식속도, MPY} = \frac{\Delta \text{Dial Reading} \times 365}{250 \times \Delta T}$$

ΔDial Reading: Dial Reading의 변화

ΔT: 시험기간

$\frac{365}{\Delta T}$: 부식속도를 365일로 환산하는 Factor

250: Probe에 주어진 항수

* Magna Products Inc. (U.S.A.)의 제품임.

각 억제제의 부식억제능은 다음 식에 의해서 계산하여 억제능과 농도의 관계를 Fig. 3에 나타냈다.

$$\text{Inhibition, \%} = \frac{A-B}{A} \times 100$$

A는 공업용수시료 (한강수)중의 probe의 부식속도 MPY**이며 B는 억제제를 가한 시험용액중의 probe의 부식속도 MPY이다.

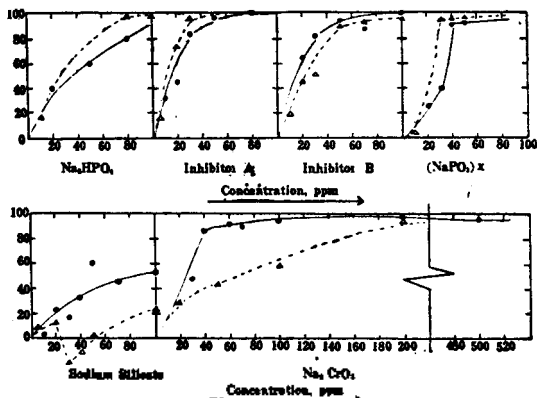


Fig. 3 Inhibitor Concentration vs. Inhibition

고 찰

규산소다를 제외하고는 일반적으로 억제제농도를 증가할 수록 부식억제능은 향상하고 있다.

규산소다는 공업용수의 부식억제에 성공적으로 사용되는 예도 있으나 본 실험에서는 효과를 거둘 수 없었고 꽤 산만적인 결과를 나타냈으며 특히 probe 표면의 산화물을 제거하면 오히려 부식을 증가하는 경향이 있었다. 규산소다에 의한 silica 피막 형성에는 산화철의 존재가 필요하다는 J.W. Wood의 보고³⁾와 일치함을 관찰하였다.

Na₂CrO₄는 산화물이 부착된 probe에 대해서 50ppm 이상을 공급함으로써 95% 이상의 억제능을 발휘하나 acid clean한 probe에 대해서는 200ppm에서 95%의 억제능을 나타냈다. 이 사실은 산화물이 없는 깨끗한 표면은 억제제의 보호피막형성이 효과적이라는 대다수의 보고와는 상반되는 결과이었다.

Inhibitor A 및 B는 약 50ppm에서 95% 이상의 억제능을 나타내며 다른 억제제처럼 probe의 산화물의 유무에 크게 영향을 받지 않았다.

Na₂HPO₄와 (NaPO₃)_x는 acid clean한 probe에 대해서 특히 효과적이었으며 (NaPO₃)_x는 30ppm에서 95%의 억제능을 나타냈다.

Na₂HPO₄, (NaPO₃)_x, Inhibitor A (polyphosphate + organic inhibitor) 등은 acid clean한 probe에 대해서 효과적이었고 이와 반대로 Na₂CrO₄ 및 Inhibitor B

** Mils Penetration Per Year

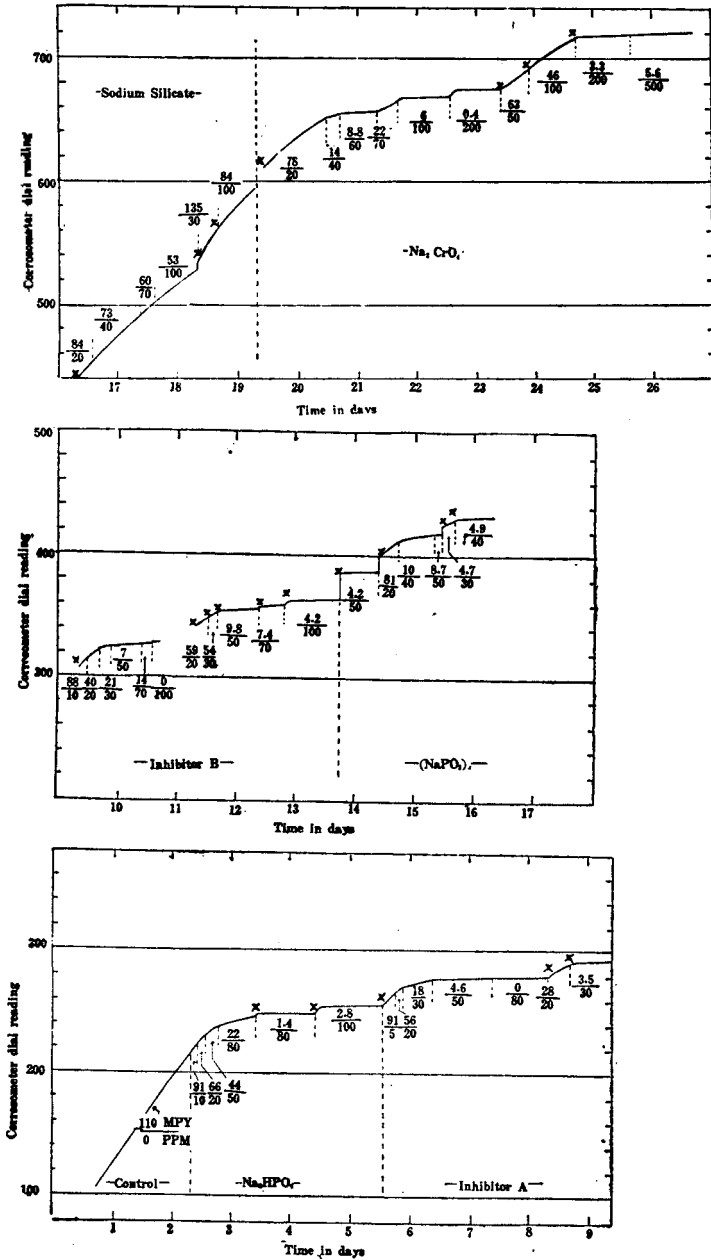


Fig. 2 Corrosometer Probe Data
 Specimen: Probe model 1036/TS/8003 (Alloy 1020);
 Temperature: 40°C;
 Corrodant: Han River Water;
 Flow: 15-17 cm/sec.;
 X: Acid-cleaned probe;
 Fraction: Numerator represents corrosion rate, MPY, at the concentration of inhibitors, ppm, given by denominator. For example, 110/0 in control test means "corrosion of probe is 110 MPY in the test solution containing 0 ppm of inhibitor."

(polyphosphate + chromate + organic inhibitor)는 산화물이 부착된 probe에 대해서 효과적인 것은 부식억제제 사용상 주목할만한 점이라 생각된다.

이 실험에 사용한 probe의 element는 외경이 약 1mm의 steel U tube임으로 tube 표면의 pitting corrosion은 관찰하지 않았으며 실험기간중 부식되어 표면이 거칠게 되어 부식 속도에 영향을 줄 것이나 이 점은 고려하지 않았다.

결론

Carbon steel probe에 대한 한강수의 부식작용을 억제하기 위하여 부식억제제를 시험하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Steel 부식의 95% 이상을 억제할 수 있는 억제농도는 아래와 같다.

Na ₂ HPO ₄	100ppm 이상
Inhibitor A	50 "
Inhibitor B	50 "
(NaPO ₃) ₂	50 "
Na ₂ CrO ₄	200 "

2. 규산소다는 효과가 없다.

3. Steel 표면의 산화물유무에 따라 억제능은 변동한다. Na₂HPO₄ 및 (NaPO₃)₂ 등은 산화물이 없는 probe에 대해서 효과적이었으나 Na₂CrO₄ 등은 산화물의 존재하에서 효과적이었다. 복합억제제인 Inhibitor A 및 B는 표면의 산화물 유무에 크게 영향을 받지 않는다.

참고 문헌

- 1) A. Dravnieks and A. J. Freedman, *Petr. Refiner*, 37, No. 7, 107(1958)
- 2) D. Roller and W. R. Scott, "Corrosion Technology", March, 1961.
- 3) J. W. Wood, *Corrosion*, 13, No. 11, 711 t (1957)
- 4) Instruction Manual for Model CK-2 Corrosometer

備考: 參考文獻 2)는 reprint copy를 參考로 하였으며 "March, 1961" 이라고만 써어 있어서 卷數, 頁數等은 알 수 없음.