

어린 교실

선박의 손질과 보존(I)

본회 기술개발부 개발과
주임기사 구 자 원

< 목 차 >	
§ 1.	선박의 쇠모(衰耗)
§ 2.	일반적인 보존정비와 도로
§ 3.	선체각부의 손질과 보존
§ 4.	설비속구의 손질과 보존

§ 1. 선박의 쇠모(衰耗)

1. 1 부식(腐蝕)

가. 부식의 정의와 녹

부식이란 금속의 표면이 화학적 또는 전기화학적으로 침해를 받아 그 결과로 금속이 소모되는 현상을 말한다.

강선의 선체는 대부분 강(鋼)으로 구조되어 있기 때문에 이후는 주로 철강의 부식에 대하여 설명하고자 한다.

녹은 강(鋼) 또는 철(鐵)이 대기중의 습기, 산소, 탄산가스 등의 작용을 받아 그 표면에 일어난 철의 산화물, 수산화물을 총칭하는 것으로 철 또는 강이 침해되는 조건에 따라 화학적으로는 여러가지의 조성이 있지만 외견적으로는 명확히 다음 두 종류로 구별할 수 있다.

(1) 압연후피(Millscale)

강판이 제조될 때에는 강재가 열에 의하여 압연(壓延)된다. 그때 강의 표면에 발생하는 청자색(靑紫色)의 녹으로 이 녹은 강의 표면에 얇게 전반적으로 퍼져 있고 부착력도 좋으며 또 아주 단단하다. 그러나 탄력성이 부족하여 부서지기 쉬운 성질을 가지고 있다.

(2) 붉은 녹(Rust, Scale)

일반적으로 보게되는 황색 또는 적갈색의 녹으로 아주 부서지기 쉽고, 적은 구멍을 가지고

있어 습기를 흡수하기 쉬우며, 보통은 습기를 품고 있다. 철강면에서의 부착력은 약하며 부서져 떨어지기 쉽다. 이 녹의 용적은 철의 4~6배에 상당한다고 한다. 따라서 만약 강의 표면에 $\frac{1}{2}$ cm 두께의 녹이 발생되어 있다고 한다면 그 부분에는 강이 $\frac{1}{8}$ cm 정도 소모된 것으로 된다. 선체에 이 녹이 발생하면 녹은 철의 산화물 및 수산화물이기 때문에 철과 화합한 산소, 수소의 무게 및 녹에 함유되어 있는 수분의 무게 등에 의하여 배의 중량이 증가하기 때문에 선박운항에 영향을 미치는 인자가 된다.

나. 부식의 이론

철편을 희유산(稀硫酸) 또는 희염산(稀鹽酸) 속에 담그면 수소를 발생하면서 철편이 녹아 점점 소모되어진다. 즉 부식되어진다. 이러한 부식을 순화학적 부식이라고 한다. 그러나 이 부식현상은 유산분(硫酸分)이나 염산분(鹽酸分)이 아닌 공기 중에서 침해되는 철의 부식현상을 설명하는 것은 아니다. 공기중에서 침해되는 철강에 발생하는 부식은 철의 이온화에 의하여 일어난다고 하는 전기화학설이 현재 부식이론의 통설로 되어있다. 물에 침해되는 철을 생각해 보면 물(H₂O)은 조금이라도 H⁺이온과 OH⁻이온으로 해리(解離)되고 수소(H)는 철(Fe)로부터 이온화 경향이 적기 때문에 H⁺이온의 전하(電荷)가 철에 영향을 미치게 되고 철은 Fe⁺⁺이온으로 되어 수중에 용출(溶出)하여 수소가 철의 표면에 석출(析出)하게 된다. 이러한 작용이 진행되어 수소가 철의 전표면을 덮으면 분극(分極)이라고 불리는 평형상태(平衡狀態)로 되고 Fe⁺⁺이온의 용출이 중지된다. 용출된 Fe⁺⁺이온은 OH⁻이온과 화합하여 수산화제일철 Fe(OH)₂로 된다. 이 분극상태에서 수중 또는 공기중에 포함되어 있

는 산소가 공급되면 철면에 석출되어 있는 수소는 산소와 화합하여 물로 되고, 분극이 해소되며 다시 Fe^{++} 이온의 용출이 계속되어 진다. 이와같이 하여 철은 이온으로 되어 수중에 용출하여 부식되며 만들어진 수산화제일철은 다시 물 및 산소와 화합하여 수산화제이철 $Fe(OH)_3$ 로 되어 녹이 된다. 이것이 전기화학설이라고 하는 부식이론이며, 철이 부식됨에는 물 및 산소의 존재가 절대 필요한 것이다. 이러한 작용은 두개의 다른 금속, 예를들면 철(鐵)이나 동(銅)이 바닷물 같은 전해질용액(電解質溶液)속에 담겨져 있는 경우에 일어나며 이온화경향이 큰 금속이 양극(陽極), 적은 금속이 음극(陰極)으로 되고 이 두개의 금속 사이에 전류가 통하여 양극으로 된 금속이 이온화되어 용액속에 용출하여 부식되어간다. 이러한 부식작용을 유전작용(流電作用)이라고 한다. 이 유전작용은 선체의 강(鋼)과 추진기의 동(銅)사이와 같은 것에서 부식현상을 잘 설명할 수 있다.

다. 부식을 촉진시키는 제요인

(1) 산소의 영향

전술한 바와 같이 부식의 진행에는 산소의 존재가 필요하고 산소의 공급이 많으면 분극이 일어나지 않기 때문에 부식이 점점 촉진된다. 따라서 배가, 파(波)의 상하(上下)나 적하(積荷)의 상태등에 의하여 물에 젖게 되거나 공기에 바래게 되면(乾濕交互作用을 말함) 산소의 공급이 많게 되고 이러한 건습교호작용을 받는 장소에서는 부식이 심하게 일어난다. 또 물의 표면은 파랑등에 의하여 수심이 깊은 부분에 비해 산소의 함유량이 많고 항상 새로운 산소가 보급되기 때문에 선체의 수선부근은 선저에 비하여 부식의 정도가 심하다.

(2) 온도의 영향

일반적으로 화학반응은 온도가 높아지면 그속도가 증가한다. 부식작용도 예외는 아니어서 섭씨 70도에서 80도정도까지 온도가 높아지게 되면 부식이 심하게 일어난다. 따라서 열대지방을 항상 항해하는 배는 다른 지방을 항해하는 배에 비하여 부식이 심하고 또 배의 내부에서 기관실이나 기계실과 같이 온도가 높은 곳은 다른장소에 비하여 부식의 정도가 높다.

(3) 바닷물의 영향

바닷물은 청수(淸水)에 비하면 전기전도도(電氣傳導度)가 높기 때문에 바닷물 속에서는 전기화학작용이 급격히 일어난다. 또 바닷물에 함유된 염류(鹽類)의 농도도 어느 량(量)에 달할 때까지는 농도의 크기에 따라 부식이 빨리 일어난다. 따라서 청수(淸水)중을 항해하는 하선(河船)이나 호선(湖船)은 바다를 항해하는 일반선박에 비하여 부식의 정도가 적다. 또 건습교호작용(乾濕交互作用)을 일으키는 곳에서만 건조(乾燥)중 수분이 증발하여 염분의 농도가 높게 되므로 부식이 심하게 된다.

(4) 녹의 영향

녹(압연흑피나 붉은녹)은 철과 비교하면 이온화경향이 적기 때문에 철강의 표면에 녹이 부착하면 철과의 사이에 유전작용(流電作用)을 일으켜 이온화경향이 높은 철이 다시 점점 가속도로 부식하게 된다. 이 작용의 크기는 동과 철 사이에 일어나는 유전작용과 같은 정도의 크기라고 한다. 압연흑피는 전술한 바와같이 조적이 치밀하게 구성되어 있어 물이 통과하지 않기 때문에 압연흑피가 강판면 전체를 덮고 있을 때에는 강과 물 또는 산소와의 접촉을 방해하는 고로 그 이상의 부식은 일어나지 않지만, 압연흑피는 탄력성이 없고 또 물러서 배가 만들어질때에 강판이 휘게 되거나 리벳트로 두드리거나 하면 균열이 생기고 떨어져 나가기 쉽다. 일단 균열과 떨어져 나감에 압연흑피의 일부분이라도 생기면 그 부분은 물이나 공기와 접촉하기 때문에 강면(鋼面)과 압연흑피사이에 유전작용을 일으켜 강면을 부식시키게 되며 끝내는 붉은 녹을 형성하게 된다. 붉은 녹은 다공질(多孔質)로 항상 습기를 함유하고 있기 때문에 강면에 물과 산소를 공급하게 되고 차차 녹과 강 사이에 유전작용을 일으켜 부식이 점점 진행되어 간다. 또 붉은 녹은 물러서 떨어져 나가기 쉽기 때문에 부분적으로 벗겨져 순수한 강판면을 노출시켜 점점 부식을 촉진시킨다.

(5) 철강(鐵鋼)의 표면상태

철강의 표면이 잘 다듬어져 미끄러울 정도이면 부식을 일으키기 어려우나 오목볼록한 면이 있으면 오목한 부분이 양극(陽極), 볼록한 부분

이 음극(陰極)이 되어서 국부적으로 유전작용을 일으키고 오목한 부분이 더욱 오목하게 되어 점점 부식이 진행되어 간다. 또, 망치로 두드렸거나 수압기로 힘을 가하여 굽혀진 부분은 다른 부분과 조직이 달리 되므로 이 사이에 유전작용이 일어나 조직이 다른 부분이 부식된다고 한다. 또한 철과 강을 비교하면 철의 쪽이 부식이 적다. 따라서 고온고습(高溫高濕)하고 특히 부식이 심한 기관대(汽罐臺 : Briler stool)에는 철이 이용되고 있다.

(6) 진동(振動)에 의한 영향

추진기에 의한 진동, 배의 종횡요(縱橫搖) 또는 팬팅((Panting : 선수미를 파도가 때리는 작용)등에 의한 충격은 페인트, 세멘트 등의 방수용보호피막(防水用保護被膜)에 균열이나 박락(剝落 : 벗겨져 떨어져 나가는것)의 원인이 되고 또 녹이 생겨 있는 곳은 녹을 벗겨지게 하기 때문에 부식을 촉진시키는 원인을 만드는 것이 된다.

(7) 통풍불량(通風不良)의 영향

통풍불량으로 공기가 통하지 않는 장소는 일반적으로 습기가 많고, 온도가 높으며 탄산가스 등이 발생하는 경우도 있는 등의 이유로 통풍이 양호하고 잘 건조하는 장소에 비하여 부식이 심하다.

(8) 강판의 두께에 대한 영향

강판의 두께가 얇을 때에는 같은 정도의 부식의 경우에도 상대적으로는 부식이 심하게 일어나는 것이 된다. 예를들면 10mm두께의 판과 5mm두께의 판에 똑같이 1mm의 부식이 일어났다고 하면 10mm의 판에는 부식량이 1/10이지만 5mm의 판에는 1/5이 되어 배(倍)의 부식이 일어났다고 보아지는 것이다. 제(5)항에서 이야기 한 철의 부식이 강의 부식보다 적다고 한 것은 이러한 이유도 포함되어 있다.

라. 부식을 방지하는 방법

전술한 여러가지 사항을 고려하여 부식을 방지하고자 함에는 다음과 같은 방법을 취할 수 있다.

(1) 철강면에 물 또는 산소를 접촉시키지 말 것.

부식이 일어날려면 물 또는 산소가 필요하기 때문에 어떠한 방법으로도든지 철강면에 물 또는 산소를 접촉시키지 않으면 부식을 일으키는 원인을 제거하는 것이 된다.

(2) 부식을 촉진시키는 원인을 제거할 것

녹을 완전히 제거하거나, 다른 종류의 금속과의 접촉을 가능한 한 피하거나 철강면을 가능한 한 매끄럽게 하거나, 통풍환기를 잘시켜 공기를 가능한 한 건조하게 하는 등의 방법을 취하면 부식의 진행속도가 느리게 되고, 부식으로 인하여 강판이나 리벳트가 닳아서 일어나는 강도(強度)의 감소등을 방지할 수 있다. 현존선에서 행하여지고 있는 부식을 방지하는 방법으로 다음과 같은 것이 있다.

ㄱ. 철강의 표면에 페인트, 시멘트 등을 발라서 보호피막(保護被膜)을 만드는 방법 : 이 방법이 배에서는 가장 광범위하게 보편적으로 행해지고 있는 방법으로 철강면에서 일어나고 있는 녹을 제거한 후에 페인트, 시멘트 등을 발라서 철강의 표면을 완전히 덮어 철강면과 물 또는 산소와의 접촉을 끊으므로써 부식을 방지하는 방법이다. (자세한 것은 후술하고자 한다)

ㄴ. 금속피막(金屬被膜)을 밀착시키는 방법 : 아연도금, 석(錫)도금 등을 행하는 방법으로, 이러한 금속을 철강면에 밀착시켜 물 또는 공기와 절연(絶緣)시켜 부식을 방지하는 것이다. 이러한 금속은 철강면에 잘 밀착하고 또 공기중에서는 부식하기 어렵기 때문에 방식의 효과는 페인트등 보다는 크지만 배 전체를 아연도금하는 것은 불가능한 것으로 특히 부식이 심한 관(管) 종류나 난간(손잡이)등의 소부품에 이용되고 있다. 이러한 금속은 철보다 이온화경향이 크기 때문에 만약 적은 부분이라도 이 피막에 균열이나 벗겨짐이 생겼을 때에는 철과의 사이에 유전작용이 일어나게 되고 이러한 금속이 심하게 부식하여 단시일 사이에 피막이 없어져 철강면이 노출, 부식이 가증된다. 이 외에 포신(砲身)이나 총신(銃身)에 이용되는 것과 같이 철강면에 흑색의 염기성인산염(일종의 녹)을 전면부에 부착시켜 부식을 방지하는 방법 등이 있지만 선박에는 거의 이용되지 않는다.

ㄷ. 아연판을 부착하는 방법 : 배의 추진기는

보통 황동제(黃銅製)로 되어있기 때문에 추진기와 그 부근의 선제 사이에 유전작용이 일어나 선미골재(船尾骨材)나 타(舵)가 심하게 부식된다. 이러한 부식을 방지하기 위하여 그 부근에 철보다 이온화경향이 큰 아연판을 여러군데 부착하여 철(鐵) 대신에 아연판과 추진기의 동(銅) 사이에 유전작용을 일으키게 하여 아연판이 부식되게 하며, 아연판의 부식이 심하게 되면 대체하는 방법이 사용되고 있다. 즉, 아연판에 대하여는 철도 음극이 되는 것이다. 또 아연판 대신에 아연말(亞鉛末)을 안료(顏料)로 하는 금속분도료(金屬粉塗料)를 발라 부식을 방지하는 방법도 있다.

ㄷ. 공기중의 산소량을 감소하거나 또는 공기를 건조시켜 수분(水分)을 적게 하는 방법: 유조선의 방화(防火)에 사용되는 플루가스(Flue Gas)는 함유하는 산소량이 적은 것으로, 이 가스를 공기 대신에 기름탱크의 빈 공간에 채워두면 부식을 감소할 수가 있다고 한다. 또 대형화물선에서는 선창(船艙)내의 습도를 조절하여 화물의 변질이나 부식을 방지하는 장치로서 사용되는 카고캐어(Cargo Caire)도 공기중의 습기를 조절하여 감소시키는 것으로 방식의 효과가 있다고 한다. 또 이중저탱크, 창고, 그 외 이러한 통풍불완전한 구획은 강제통풍장치 등으로 환기시켜 내부의 공기를 건조시키면 부식을 감소하게 할 수 있다고 한다.

마. 경금속(輕金屬)의 부식 및 방식(防蝕)

배의 구조중량을 적게하여 재화량(載貨量)을 증가하거나 또 중심(重心)의 위치를 낮게 하여 배의 안정성(安定性)을 좋게 하기 위하여 비교적 강력(強力)을 필요로 하지 않는 상부구조물에는 최근 알루미늄이 많이 이용되고 있다. 그러나 알루미늄은 철보다 이온화경향이 높기 때문에 철과의 접촉부(接觸部)가 심하게 부식을 일으킨다. 또 알루미늄은 공기 중에서 산화물피막(酸化物被膜)이 생기어 부식하기 어렵지만 해수에 적셔지면 부식을 심하게 일으키기 때문에 충분히 부식을 방지할 필요가 있다. 방식법(防食法)으로서의 다음과 같은 방법이 사용되고 있다.

(1) 알루미늄은 순수도(純碎度)가 높아지면 부

식이 어렵기 때문에 재질(材質)을 충분히 고령하여 순도(純度)가 높은 것을 사용하여 부식을 방지한다.

(2) 알루미늄이 공기와 접촉했을 때 일으키는 산화피막(일종의 녹)은 조직이 치밀하고 단단하여 공기 중에서는 알루미늄의 부식이 이 산화피막에 의하여 방지되기 때문에 우선 알루미늄면에 이 산화피막을 만든다. 이 피막 위에 알루미늄의 방식에 적당한 페인트(보통樹脂系의 페인트)를 발라 보호피막을 만들어 방식한다.

바. 목재의 부식과 방식(防蝕)

목재의 부식은 주로 세균(細菌)에 의하여 일어난다고 한다. 세균의 발생번식에는 충분한 습기와 적당한 온도가 필요하다. 그러나 평상시 수중에 잠겨 있을 때는 도리어 부식이 적다. 또, 해수(海水)는 우수(雨水)나 청수(淸水)보다도 부식을 일으키는 것이 적다. 그리고 또 하나의 부식은 풍화(風化)에 의한 것이지만 풍화작용은 습기가 적당히 유지될 때 맹렬히 일어난다. 따라서 목재부식의 근본(根本)은 습기를 적게하는 것이다. 이 때문에 다음과 같은 방식법이 취해지고 있다.

(1) 우선 목재를 충분히 건조시키고 습기가 침입하기 쉬운 목재의 갈라진 틈, 마디, 접속부(接續部)에는 빠테(Putty)등을 매입하여 방수한다. 충분히 건조시킨 목재를 이용하는 것은 제품의 변형을 방지하기 위하여서도 꼭 필요한 것이다.

(2) 목재의 표면에 유성(油性)페인트 등의 도료를 칠하여 보호피막을 만들어 습기를 흡입하지 못하도록 하고 또 공기와 절연(絶緣)시킨다.

(3) 또는 페인트 대신에 세균의 번식을 방지하는 방부제(防腐劑)를 칠하던가 아니면 내부에 방부제를 주사(注射)한다.

목재는 건조하게 되면 수축(收縮), 변형(變形)·균열 등을 일으키고, 보호피막이 파괴되거나 또는 접속부의 빠테(Putty)나 코밍(Coaming)이 느슨해지거나 비가 새거나, 물이 새는 등의 원인이 될 뿐아니라 습기가 침입하는 원인을 만든다. 따라서 목감판이 대기(大氣)에 폭로(暴露)되어 있는 단정(端艇)등은 때때로 해수를 받게 하여 과도의 건조를 피할 필요가 있다.

1·2 마모(磨耗), 이완(弛緩) 및 균열(龜裂)

가. 마모(磨耗)

물체가 마찰할 때는 반드시 마모가 일어나는 것으로 이것을 피할 수는 없겠지만 주의하여 마모를 방지하는 적당한 수단을 강구하면 그 양을 적게 할 수가 있다. 배에는 선체의현(船體外舷) 타의 회전부(舵의 回轉部), 하역설비(荷役設備) 계선설비(繫船設備) 등에 심한 마모가 일어난다. 마모에 의하여 일어나는 쇠퇴(衰耗)나 사고(事故)는 다음과 같은 것이 있다.

(1) 마모에 의하여 부재(部材)의 두께나 크기가 감소하게 되면 그것의 강도(強度)를 감소시켜 절단(切斷)등의 사고를 일으키는 원인이 된다

(2) 회전활동부(回轉滑動部)에 필요이상의 간격이 생기어 가아다(Girder)로 부터 진동(振動)을 일으킨다. 그것에 의하여 작동이 원활히 행해지지 않고 불평균(不平均)한 극부적인 마모가 더욱 심하게 일어나게 되며 점점 작동이 원활하지 못하여 능률이 나쁘게 될 것이다. 작동에 있어서도 예상(豫想) 이상의 힘이 필요하게 되어 기구(機構)를 파손(破損)하게 하는 사고를 일으킨다.

(3) 마모에 의하여 방식용(防蝕用)의 보호피막(保護被膜)이 벗겨지므로써 부식을 유발(誘發)한다.

마모에 의하여 일어나는 이상과 같은 고장(故障)을 방지(防止)하기 위하여 다음과 같은 방법이 취해지고 있다.

(1) 마찰부(摩擦部)에 기름을 칠하여 작동을 원활히 하게 하므로써 마모를 방지한다.

(2) 마찰부에서의 마모를 예상하여 갈아 끼우기 용이한 부쉬같은 것을 취부(取付)하여 마모가 크게 되면 이것을 갈아 끼워 본체(本體)의 마모를 방지하게 한다. 예를들면 타의 타침(舵針)과 호금(壺金 : Gudgeon)의 마찰부에는 리그남바이트(Lignumvitae)나 백합금(白合金 : White Metal)를 넣고, 색구(索具)의 마찰부에 목재를 집어 넣거나, 떨어진 돛포(帆布)를 사용하는 등의 방법이 취해지고 있다. 선체의 외현(外舷)에 방천물(防舷物)를 붙이거나, 안벽(岸壁)과 선체가 접촉(接觸)하는 곳에 목재를 붙이는 것 등은

충격완화(衝擊緩和)의 목적 외에 마모를 방지할 목적을 가지고 있는 것이다.

나. 이완(弛緩) 및 균열(龜裂)

선체는 횡요(橫搖), 종요(縱搖), 파(波)의 충격, 적하(積荷)의 상태나 배와 파랑(波浪)의 위치관계에 따라 생기는 호깅(Hogging), 새강(Sagging), 기관이나 타(舵)에 의한 진동(振動)입거(入渠) 등에 의하여 항해 중이거나 정박(停泊)중인 것에 관계없이 굽어지고, 비틀어지고, 늘어지고, 줄어들고 하기 때문에 이러한 외력으로 인하여 강판에 균열을 일으키게 되고 격렬할 때에는 선체가 구부러지게 되며, 또한 누수(漏水)를 일으켜 침몰(沈沒), 화물의 오손(汚損)등의 큰 사고를 일으키게 된다. 이러한 이완이나 균열은 선체구조 설계상 불완전한 설계를 하여 근본적으로 그 부분의 강도(強度)가 부족하기때문에 일어나는 경우도 있고 또 이상한 황천(荒天)을 만나 예측할 수 없는 큰 힘을 받아 일어나는 경우도 있다. 그 밖에 오랜 세월 동안 계속해서 외력을 받으므로 해서 강판이 부식되거나 마모를 일으켜 강도가 떨어지기 때문에 일어나는 것도 있다.

구조설계의 잘못으로 인한 강력부족은 배를 운항하는 자로서는 어떻게 할 수 없지만, 일반적으로는 적하(積荷)의 배치나 적부(積付)의 상태가 크게 선체의 비틀림에 영향을 주기 때문에 배를 운항하는 자로서는 적부를 적당히 하여 이상한 비틀림이 생기지 않도록 함과 동시에 황천시 배를 잘 운항함으로써 이완이나 균열을 방지하도록 하여야 할 것이다. 또, 선체의 부식이나 마모의 상태를 잘 점검하여 나쁜 곳은 빠른 시일 내에 바꾸거나 또는 보강하여 선체의 보존에 주의할 함과 동시에 배의 쇠퇴상태를 잘 파악하여 선체에 무리를 미치지 않는 운항을 행함으로써 상당히 이완이나 균열을 방지할 수 있다고 생각되어진다. 갑작스런 황천(荒天)에 의하여 이완이나 균열이 발생되었을 때는 강판을 갈아 끼우거나 혹은 이중장(二重張)을 행하여 수리하지만 평상의 항해중에 이러한 사고가 일어났을 때는 분명히 강력이 부족하기 때문에 상태에 따라서 이중장을 하거나 보강재(補強材)를 넣어 보강(補強)하지 않으면 안된다. (다음호에 계속)