

## 선저 아연판의 부식에 관한 연구

김민석<sup>†</sup> · 이종문 · 김종화 · 강일권 · 김동수  
(부경대학교)

### A Study on the Corrosion Loss of Zinc Anodes of the Underwater Shell Plate

Min-Suck KIM<sup>†</sup> · Jong-Mun LEE · Jong-Hwa KIM · Il-Kwon KANG · Dong-Soo KIM  
Pukyong National University

(Received February 21, 2007 / Accepted April 17, 2007)

#### Abstract

The component parts of the shell plate of a ship are steel. but the screw propeller or the bow thruster is a compound of bronze, nickel and aluminum. On account of the these different components between metals of the shell plate, the screw propeller and the bow thruster, which are underwater, the shell plate of a ship is corroded by the action of ionization.

Authors investigated the corrosion loss of the zinc anodes which were attached to the bottom shell of the training ship Kaya for about two years.

The obtained results were as follows:

1. In case of the shell plate the difference of the corrosion loss according to port and starboard was almost nothing. But the corrosion loss of the forward part was more than that of the aftward part.
2. There was little difference in the corrosion loss between the forward and the aftward part on the bilge keel.
3. The corrosion loss of the fore, midship and aft part on the false keel were 24.7%, 22.4% and 23.9% respectively.
4. The corrosion loss of the fore and the aft part on the false keel was more than that of the midship part.
5. The corrosion loss of the bow thruster was greater than any other parts.
6. The nearer the zinc anode to the screw propeller the more the corrosion loss on the stern frame, and the situation was also same as on the rudder.

*Key Words* : shell plate, corrosion loss, compound metal, zinc anode, ionization, forward, midship

#### I. 서론

선박은 용도에 따라 나무, FRP, 알루미늄, 강 등의 재료를 이용하여 건조하고 있다. 연근해에서 이용되는 소형선박의 경우를 제외하고 거의 대부분의 선박은 강을 재료로 하여 건조하기 때문에 선체의 수명도 목선이나 FRP 등 다른 재료를 이용하여 건조한 선박보다 길어졌다. 그러나 풍랑

등의 충격, 선체 동요에 의한 압력, 주기관·발전기·윈드라스·윈치 등 선내 모든 기계의 진동과 같은 물리적 요인, 일반적인 열작용, 해수와 오수 등에 의한 선체의 산화작용, 성질이 다른 금속간의 전식작용에 의해 선령이 지날수록 부식의 정도도 심해져서 그만큼 선박의 수명을 단축시킨다. 이러한 부식을 방지하기 위한 방법으로서 수선상부는 일반 도장을 하여 부식을 방지하고, 해수

<sup>†</sup> Corresponding author : 051-620-6197, minskim@pknu.ac.kr

와 공기가 교대로 접하는 부분과 선저부분에는 특수 도장을 하게 된다.

특히 주성분이 동으로 되어 있는 스크루 프로펠러와 강으로 되어 있는 스크루 프로펠러 부근의 선미재와의 사이에는 서로 다른 금속간의 성분으로 전식작용이 활발하게 일어남으로써 선미재 부근은 선체에서 가장 부식이 심하게 일어날 수 있는 부분이다. 이러한 부식 작용을 방지하기 위하여 선체보다 이온화 경향이 큰 아연판을 선체에 부착하여 아연판에 전식 작용이 일어나도록 함으로써 선체를 보호하는 방법을 사용하고 있다. 또 아연판은 스크루 프로펠러가 있는 곳뿐만 아니라 선수에서 선미에 이르기까지 선저부에 부착하여 해수와 오수, 선체와 이종금속 간에 전식 작용에 의한 부식을 방지함으로써 선박의 수명을 연장시키고 있다. 이렇게 선체의 보호를 위해서 중요한 역할을 하고 있는 아연판은 선박이 매년 상가수리 할 때마다 교체를 하여 주고 있는데 최근에는 경제적인 이유로 상가수리를 2년이나 3년마다 함으로써 아연판의 교체기간도 그만큼 늦어지고 있다. 이에 따라 아연판의 소모량도 다음 상가수리 할 때까지 사용될 수 있는 양이 확보되어야 할 것이며, 이것은 직접 아연판의 소모량을 파악함으로써 가능할 것이다.

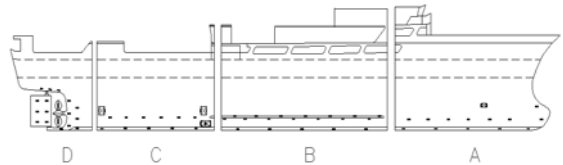
이에 필자들은 선저에 부착된 아연판마다 마모도를 조사하여 부식이 심한 부분과 그렇지 않는 부분을 조사함으로써 다음 상가할 때까지 적정량의 아연판의 소요량을 파악하고자 2001년 6월 16일에 조선소에서 하가하여 2003년 6월 13일 다시 상가할 때 까지 거의 2년 만에 상가했던 가야호의 선저 아연판에 대한 마모도를 분석 검토하였다.

## II. 재료 및 방법

2001년 6월 24일 상가하여 선저 아연판을 신제품으로 교환한 후 2년 만인 2003년 6월 17일 다시 상가하기까지 약 2년간 선저에 부착했던 아연판

의 크기는 300(가로) x 150(세로) x 30(두께) mm로 bolt 타입이며 개당 무게는 8.3kg이었다. 아연판의 일반배치도는 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서 부착 위치는 shell plate, false keel, bilge keel, sea chest, stern frame, rudder, bow thruster tube로 7개소로 대별되며, 여기에 부착된 아연판의 개수를 Table 1에 나타내었다. Table 1에서 아연판은 모두 136개였고, shell plate는 2.9-3.0m 간격으로, false keel은 4.7m, bilge keel은 3.5m, stern frame은 2.5-3.5m, rudder는 2.8m의 간격으로 좌·우현이 서로 같은 간격을 두고 부착을 하였다. sea chest는 좌·우현에 각각 2개소가 있으며, 1개소에 3개씩 부착했고, bow thruster의 터널에도 좌·우현에 각각 3개씩의 아연판을 부착했다.

아연판의 소모량을 조사하기 위하여 총 136개에 이르는 아연판의 중량을 부착된 개소별로 번호 순서대로 전부 계량했다. 또 bilge keel을 B, shell plate를 S, false keel을 F, sea chest를 SC, stern frame을 S, rudder를 R, bow thruster를 BT로 하여 상세도에 표시하였다.



[Fig. 1] General arrangement of zinc plate.

<Table 1> Number of the zinc plate by location

| No. | Location     | Quantity |
|-----|--------------|----------|
| 1   | shell plate  | 28       |
| 2   | bilge keel   | 28       |
| 3   | false keel   | 28       |
| 4   | sea chest    | 14       |
| 5   | bow thruster | 6        |
| 6   | stern frame  | 20       |
| 7   | rudder       | 12       |
|     | total        | 136      |

### III. 결과 및 고찰

#### 1. Shell Plate

##### 1) 선수부

shell plate의 선수부의 상세도와 마모도를 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2에서 마모도는 좌현의 경우 1번 31.9%, 2번 31.5%, 3번 25.2%, 4번 38.4%, 5번 20.1%, 6번 25.3%, 7번 24.5%, 8번 25.7%로 평균치는 27.8%였다. 1, 2번의 경우는 평균치보다도 4.1% 높게 나타났는데, 이것은 1, 2번의 경우 황천항해시 선박의 동요로 인하여 공기와 해수에 노출되는 경우가 다른 부위 보다 많기 때문이라 사료된다. 그런데 4번의 경우는 1, 2번의 경우보다 6.7%나 더 마모가 된 것으로 나타났는데, 그 부위에만 마모도가 높게 나타난 이유는 규명이 어려웠다. 한편 우현의 경우 마모도는 1번 28.3%, 2번 30.3%, 3번 26.7%, 4번 26.8%, 5번 26.2%, 6번 24.6%, 7번 23.5%, 8번 22.4%로 평균치는 26.1%였고, 좌현 평균치와는 1% 차이로 좌·우현에 따르는 마모도의 차이는 거의 없음을 나타내고 있다. 또 선수에서 선미 쪽으로 갈수록 마모도가 낮아지는 현상도 좌현의 경우와 일치하였다.

##### 2) 선미부

shell plate 선미부의 상세도와 마모도를 Fig. 3에 나타내었다. Fig. 3에서 마모도는 좌현의 경우 1번 22.4%, 2번 24.5%, 3번 23.6%, 4번 24.3%, 5번 19.1%, 6번 23.1%로 평균치는 22.8%였다. 5번의 경우는 19.1%로 평균치보다 1.5% 마모도가 낮게 나타났는데, 원인 분석이 어려웠다. 6번의 경우는 2.8%나 높게 나타났는데, 이것은 선미에 있는 스크루 프로펠러와 가깝기 때문이라 사료된다. 또 우현의 경우 마모도는 1번 25.7%, 2번 22.4%, 3번 24.5%, 4번 23.6%, 5번 24.3%, 6번 19.1%로 평균치는 23.2%였고, 좌현 평균치와의 차이는 0.6%로 좌·우현에 따르는 마모도의 차이는 거의 없음을 나타내고 있다. 또 5번의 경우는 좌·우현 모두 19.1%로 평균치보다도 3.8% 낮은 것으로 나타났

고, 6번의 경우는 평균치와 거의 일치하여 좌현의 경우와 다르게 나타났다.

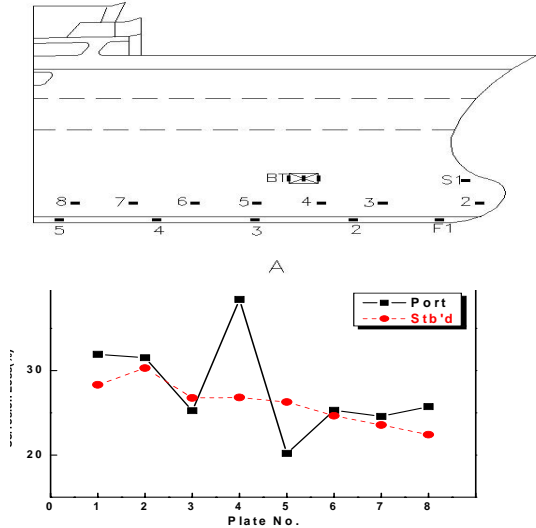


Fig 2. Corrosion loss for the fore part of the shell plate

[Fig. 2] Detailed drawing of zinc plate on a part and Corrosion loss for the fore part of the shell plate.

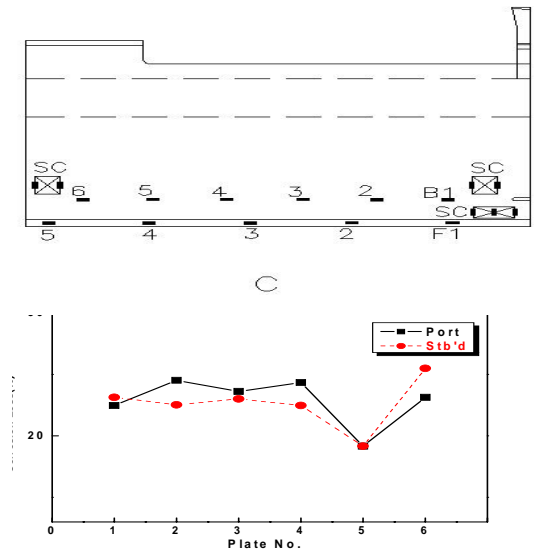
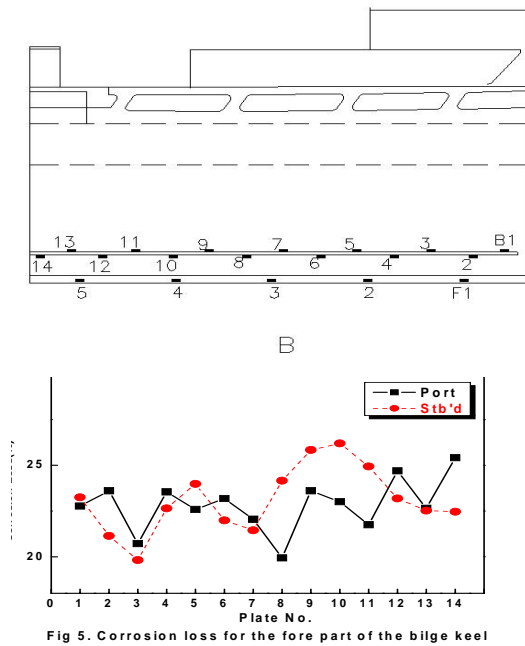


Fig 3. Corrosion loss for the aft part of the shell plate

[Fig. 3] Detailed drawing of zinc plate on C part and Corrosion loss for the aft part of the shell plate.

2. Bilge Keel

bilge keel 선수부의 상세도와 마모도를 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4에서 마모도는 좌현의 경우 1번 19.9%, 2번 23.6%, 3번 23.0%, 4번 21.7%, 5번 24.7%, 6번 22.6%, 7번 25.4%, 8번 22.7%, 9번 23.6%, 10번 20.7%, 11번 23.5%, 12번 22.9%, 13번 23.1%, 14번 22.0%로 평균치는 22.8%이었다. 마모도가 가장 낮은 부위는 1번으로 19.9%였고, 가장 높은 부위는 7번의 25.4%로 차이가 5.5%였다. 1번에서 14번까지 부위에 따른 마모도의 변화가 일정치 않아서 국부적인 원인에 의해 마모도가 다르게 나타나는 현상을 보여주고 있다. 한편 우현의 경우 1번 24.1%, 2번 25.8%, 3번 26.2%, 4번 24.9%, 5번 23.1%, 6번 22.5%, 7번 22.4%, 8번 23.2%, 9번 21.1%, 10번 19.8%, 11번 22.6%, 12번 23.9%, 13번 21.9%, 14번 21.4%로 평균치는 23.1%로 좌·우현의 차이는 0.3%에 불과해서 좌·우현의 마모도가 거의 같음을 나타내었다.



[Fig. 4] Detailed drawing of zinc plate on B part and corrosion loss for the bilge keel.

3. False Keel

1) 선수부

false keel 선수부의 상세도와 마모도를 Fig. 5 나타내었다. Fig. 5에서 좌현의 경우 마모도는 1번 27.1%, 2번 24.9%, 3번 25.9%, 4번 22.8%, 5번 21.5%로 평균치는 24.4%였는데, 마모도가 가장 높은 부위는 1번 27.1%, 가장 낮은 부위는 5번 21.3%였다. 한편 우현의 경우 마모도는 1번 24.2%, 2번 27.5%, 3번 26.1%, 4번 22.5%, 5번 25.1%로 평균치는 25.1%였다. 좌우현의 차이는 0.7%에 불과하여 좌·우현 모두 위치에 따른 마모도의 변화는 일정치 않았다.

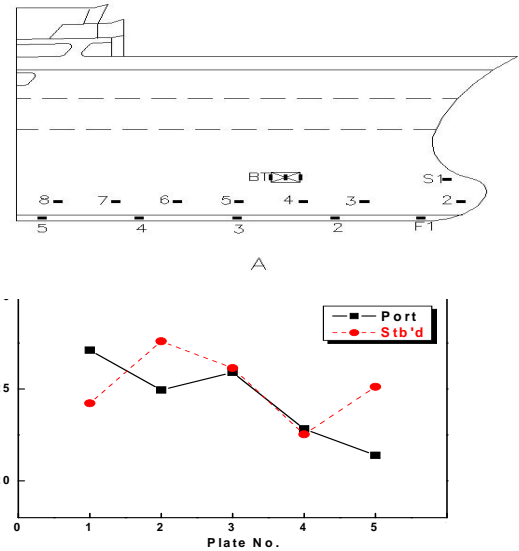


Fig 6. Corrosion loss for the fore part of the false keel

[Fig. 5] Detailed drawing of zinc plate on A part and corrosion loss for the fore part of the false keel.

2) 중앙부

중앙부의 상세도와 마모도를 Fig. 6에 나타내었다. Fig. 6에서 좌현의 경우 마모도는 1번 25.4%, 2번 23.2%, 3번 22.2%, 4번 21.5%, 5번 21.2%로 평균치는 22.7%였는데, 마모도가 가장 높은 부위는 1번 25.4%, 가장 낮은 부위는 5번 21.2%였다. 한

편 우현의 경우 마모도는 1번 21.4%, 2번 22.8%, 3번 22.9%, 4번 21.0%, 5번 22.8%로 평균치는 22.2%였다. 좌우의 차이는 0.5%에 불과하여 좌·우현에 따른 마모도의 차이는 거의 없었다. 또 좌·우현 모두 부위에 따른 마모도의 변화는 일정치 않았다.

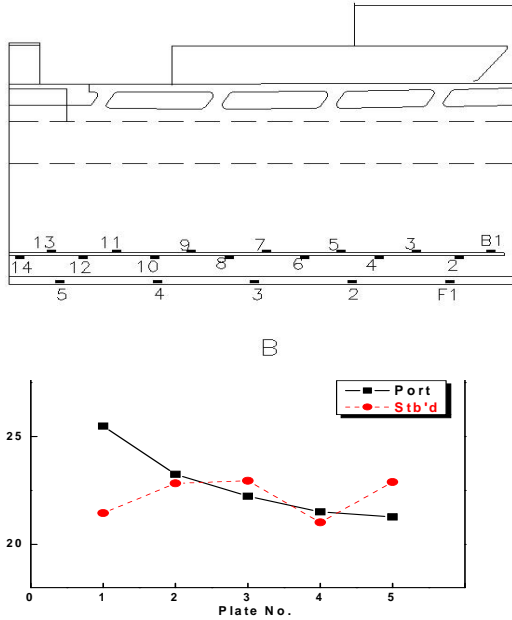


Fig 7. Corrosion loss for the mid part of the false keel

[Fig. 6] Detailed drawing of zinc plate on B part and corrosion loss for the mid part of the false keel.

### 3) 선미부

선미부의 상세도와 마모도를 Fig. 7에 나타내었다. Fig. 7에서 좌현의 경우 마모도는 1번 23.3%, 2번 26.2%, 3번 25.5%, 4번 24.7%, 5번 22.8%로 평균치는 24.5%였다. 마모도가 가장 높은 부위는 2번 26.2%, 가장 낮은 부위는 5번 22.8%였다. 한편 우현의 경우 마모도는 1번 22.4%, 2번 23.6%, 3번 22.6%, 4번 24.5%로 평균치는 23.3%였다. 마모도는 좌현이 우현보다 1.2% 더 높은 것으로 나타났는데, 좌·우현 모두 부위에 따른 마모도의 변화는 일정치 않았다.

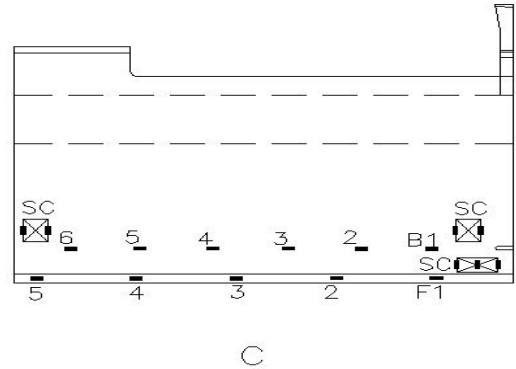


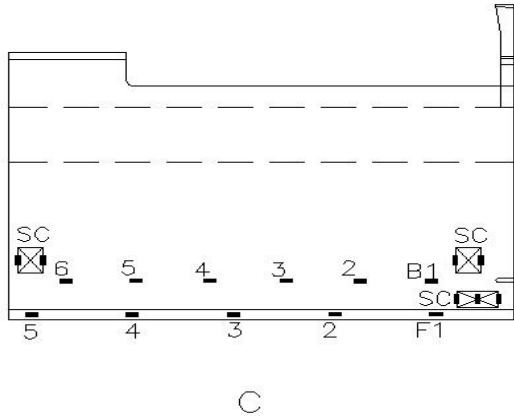
Fig 8. Corrosion loss for the aft part of the false keel

[Fig. 7] Detailed drawing of zinc plate on C part and corrosion loss for the aft part of the false keel.

### 4. Sea Chest

sea chest는 선박에 필요한 해수의 안정적인 공급을 위해 선체 외판에 일정한 크기의 구멍을 내어 해수를 항상 자유롭게 공급 받을 수 있도록 hole 모양을 한 곳인데, 해수의 유입과 함께 이물질이 흡수되어 배관을 막는 일이 없도록 하기 위해 구멍을 낸 곳에 작은 크기의 격자 모양을 한 철망을 만들어서 구멍 위에 씌어 놓았다. 좌현에는 선체 중앙부와 선미부에 2개소가 있고, 우현에는 선수부와 중앙부에 상하로 3개소가 있다. 그런데 중량을 조사하는 과정에서 우현 중앙부 위쪽에 있는 아연판의 조사가 누락되어서 이 부분은 제외하였다. sea chest의 배치도를 Fig. 8에 나타내었다.

또 sea chest에 부착된 아연판의 마모도를 Table 2에 나타내었다.



[Fig. 8] Detailed drawing of zinc plate on C part and corrosion loss for the sea chest.

<Table 2> Comparison of the corrosion loss of the sea chest

| No.       | Location   |         | Corrosion Loss |      |
|-----------|------------|---------|----------------|------|
|           |            |         | in g           | in % |
| Port      | Midship    | 1       | 1,610          | 19.4 |
|           |            | 2       | 1,900          | 22.8 |
|           |            | 3       | 1,730          | 20.8 |
|           |            | Average | 5,240          | 21.0 |
|           | After Part | 1       | 1,835          | 22.1 |
|           |            | 2       | 2,020          | 24.3 |
|           |            | Average | 1,927          | 23.2 |
| Starboard | Fore Part  | 1       | 2,145          | 25.8 |
|           |            | 2       | 1,835          | 22.1 |
|           |            | 3       | 1,835          | 22.1 |
|           |            | Average | 1,938          | 23.3 |
|           | Midship    | 1       | 1,760          | 21.2 |
|           |            | 2       | 1,875          | 22.5 |
|           |            | 3       | 1,800          | 21.6 |
| Average   | 1,811      | 21.7    |                |      |

Table 2에서 좌현 중앙의 경우 마모도는 1번 19.4%, 2번 22.9%, 3번 20.8%로 평균치는 21.0%였고, 선미부의 경우 1번 22.1%, 2번 24.3%였다. 평균치는 23.2%로 선미부가 중앙부보다 2.2% 더 높았다. 또 우현의 경우 선수부는 1번 25.8%, 2번 22.1%, 3번 22.1%로 평균치는 23.3%였고, 중앙부의 경우 1번 21.2%, 2번 22.5%, 3번 21.6%였고, 평균치는 21.8%로 선수부가 중앙부보다 1.5% 더 높

았다. 따라서 sea chest의 경우 좌·우현 모두 선수부와 선미부가 중앙부보다 마모도가 높았으며, 좌·우현의 차이는 0.7%에 불과했다.

### 5. Bow Thruster

접안 및 이안 시에 선수 방향의 회두를 용이하도록 하기 위하여 선수부에 세로 방향으로 원통형의 터널을 만들고 여기에 추진 장치를 설치한 것이 bow thruster이다. 이 터널 내부 좌·우현에 각각 3개씩의 아연판에 대한 마모도를 나타낸 것이 Table 3이다.

<Table 3> Comparison of the corrosion loss of the sea chest

| No.       | Location | Corrosion Loss |       |
|-----------|----------|----------------|-------|
|           |          | in g           | in %  |
| Port      | 1        | 2,495          | 30.06 |
|           | 2        | 2,665          | 32.11 |
|           | 3        | 2,305          | 27.77 |
| Starboard | 1        | 2,460          | 29.64 |
|           | 2        | 2,955          | 35.60 |
|           | 3        | 2,285          | 27.53 |

Table 3에서 좌현의 경우 마모도는 1번 30.0%, 2번 32.1%, 3번 27.7%로 평균치는 29.9%였고, 우현의 경우 1번 29.6%, 2번 35.6%, 3번 27.5%로 평균치는 30.9%였다. 이것은 shell plate 평균치 25%, bilge keel 평균치 22.9%, false keel 평균치 23.6%, sea chest 평균치 22.1%보다 5.4-8.3% 정도 마모가 더 높은 것을 나타낸다. thruster의 재질이 스크루 프로펠러와 같은 종류의 것이어서 다른 부위보다도 전식작용이 더 심하게 나타났기 때문이라 사료된다.

### 6. Stern Frame

stern frame의 상세도와 마모도를 Fig. 9에 나타내었다. Fig. 9에서 마모도는 좌현의 경우 1번 29.2%, 2번 28.8%, 3번 29.4%, 4번 30.4%, 5번 28.9%, 6번 28.0%, 7번 29.6%로 평균치는 29.1%였

고, 우현의 경우 1번 30.4%, 2번 29.1%, 3번 29.6%, 4번 26.5%, 5번 26.8%, 6번 28.4%, 7번 26.2%로 평균치는 28.1%였는데, 좌현이 우현보다 1% 높게 나타났다. 한편 스크루 프로펠러와 더 멀리 떨어진 8-10번까지 좌현의 경우 8번 26.9%, 9번 24.2%, 10번 23.1%로 평균치는 24.7%였고, 우현의 경우 8번 24.8%, 9번 23.6%, 10번 20.6%로 평균치는 23%였다. 좌·우현 모두 마모도가 스크루 프로펠러와 가까운 쪽보다 좌현의 경우 4.4%, 우현의 경우 4.8% 낮은 것으로 나타났는데 이로써 스크루 프로펠러에 가까운 쪽이 전식 작용이 더 활발하게 일어났음을 알 수 있었다.

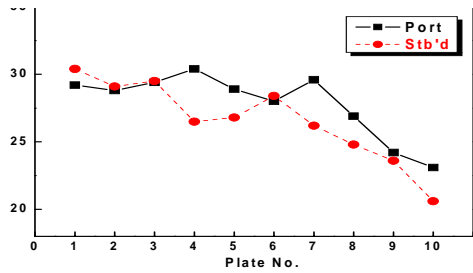
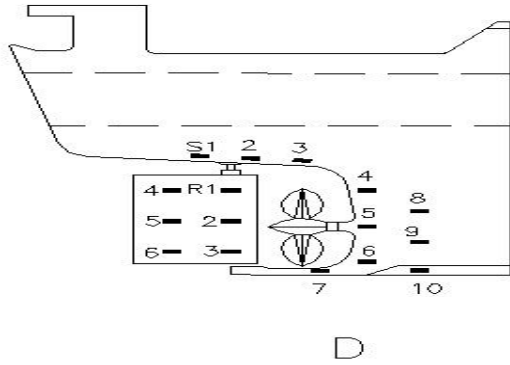


Fig 10. Corrosion loss for the stern frame.

[Fig. 9] Detailed drawing of zinc plate on D part and corrosion loss for the stern frame.

7. Rudder

rudder의 상세도와 마모도를 Fig. 10에 나타내

었다. Fig. 10에서 좌현의 경우 rudder 앞부분은 1번 25.5%, 2번 30%, 3번 31%로 평균치는 28.8%였고, rudder 뒷부분은 4번 23.8%, 5번 28.8%, 6번 25.3%로 평균치는 25.9%였다. 또 우현의 경우 rudder 앞부분은 1번 31.5%, 2번 26.5%, 3번 33.9%로 평균치는 30.7%였고, rudder 뒷부분은 4번 29.8%, 5번 24.7%, 6번 30.3%로 평균치는 28.3%였다. 좌·우현 모두 rudder의 앞부분이 뒷부분보다 마모도가 각각 2.9%, 2.4% 더 높은 것으로 나타났는데, stern frame의 경우와 비슷한 경향을 나타내었다.

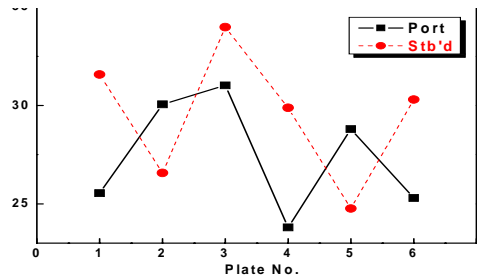
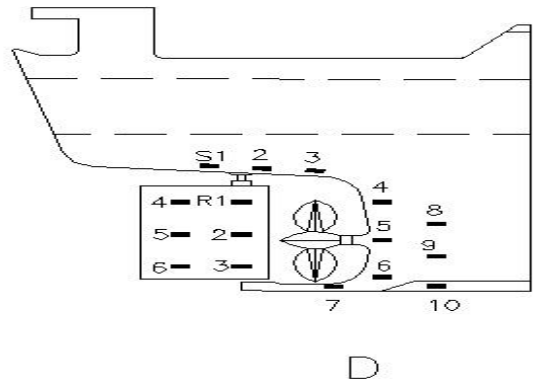


Fig 11. Corrosion loss for rudder

[Fig. 10] Detailed drawing of zinc plate on D part and corrosion loss for the rudder.

IV. 결론

이종금속간의 전식작용에 의해 선체가 부식되는 것을 방지하기 위하여 선저에 2년 동안 부착되

있던 아연판을 수거하여 마모도를 분석한 결과는 다음과 같았다.

1. shell plate에 부착된 아연판의 경우 좌·우현에 따르는 마모도의 차이는 거의 없었고, 좌·우현 선수부의 아연판이 선미부의 아연판보다 각각 5%, 3.4% 더 높았다.

2. bilge keel의 경우도 좌·우현에 따르는 마모도의 차이는 거의 없었고, 좌·우현 선수부와 선미부의 차이는 각각 0.4%, 2.1%로 shell plate의 경우보다 차이가 적었다.

3. false keel에서 좌현의 경우 선수부, 중앙부, 선미부의 마모도는 각각 25.1%, 22.7%, 24.5%였고, 우현의 경우 각각 24.4%, 22.2%, 23.3%로 선수부, 선미부, 중앙부의 순으로 마모도가 높게 나타났다.

4. sea chest는 좌현의 경우 중앙부는 21%, 선미부는 23.2%로 선미부 sea chest의 아연판이 마모도가 높게 나타났고, 우현의 경우 선수부는 23.3%, 중앙부는 21.8%로 선수부 sea chest의 아연판이 마모도가 높게 나타났다.

5. bow thruster의 경우 좌·우현에 따른 마모도는 각각 29.9%, 30.9%로 우현 쪽 마모도가 1% 더 높았고, 선저 아연판 중에서 마모도가 가장 높았다.

6. stern frame의 경우 스크루 프로펠러와 가까운 쪽의 마모도는 좌·우현 각각 29.1%, 28.1%였고, 조금 떨어진 곳의 마모도는 좌·우현 각각 24.7%, 23%로 스크루 프로펠러에 가까울수록 마모도가 높았다.

7. rudder에서의 마모도도 stern frame의 경우 처럼 스크루 프로펠러와 가까운 쪽의 마모도가 먼 쪽의 마모도보다도 좌·우현 모두 2.9%, 2.3% 높게 나타나서 stern frame의 경우와 같은 결과를 나타내었다.

## 참고 문헌

- 김진건, 선박운용학 -기초편-, 유일문화사, pp.173~190, 1999.  
本田啓之輔, 기본운용술, 해문당, pp.85~92, 1982.