

# 선박용 Normalizing강과 TMCP강의 모재 및 용접부 부식특성 연구

## A Study on Corrosion Behavior of Normalizing and TMCP Steel for shipbuilding

한 종 만, 권 택 규, 이 상 혁

대우조선공업(주) 선박해양기술연구소 시험평가연구팀

### 1. 서 론

최근 전세계적으로 유조선의 기름유출 사고로 인한 해양오염으로 선체 안정성에 대한 관심이 높아지고 있으며, ULCC(Ultra Large Crude Oil Carrier) 등 유조선의 대형화로 인한 선체 경량화, 생산성 향상 등을 위해 Cargo Tank에 TMCP(Thermo-Mechanical Controlled Process)강을 적용하려는 시도가 조선업계에서 추진되고 있으나, OCIMF(Oil Companies International Marine Forum, 97년 9월) 및 API Tanker Conference(98년) 등 일부에서 TMCP강이 일반 강재에 비해 부식속도가 크다는 가속부식 문제가 제기되었으며, 현재 유조선 신조 발주시 Owner Spec.에 명문화하여 TMCP강의 적용을 금지하는 선주도 있는 실정이다.

따라서 선체 경량화 및 강도의 안정성, 선박 건조시 생산성 향상 등의 측면에서 조선업계에 유리한 TMCP강의 적용을 위한 기초자료로 부식특성 연구가 필요하다.

본 연구에서는 선박용 TMCP강의 부식특성 평가를 위해 Normalizing강을 비교재로 하여 모재 및 용접부의 Material Properties Test 및 자연해수 분위기에서의 Corrosion Characteristic Test, Corrosion Induced Solution 및 Crude Oil 침지상태에서의 부식특성 비교 Test, Corrosion Product 분위기에서의 TMCP강의 부식특성 Test를 실시하고, 그 Test Data를 활용하여 ULCC 등의 Tank용으로 TMCP강의 적용 가능성을 검토하고자 하였다.

### 2. 본 론

Test용 시편은 TMCP강과 Normalizing강이며 선급용 EH36 Gr., 두께 30mm에 대해 SAW 용접을 실시하였으며, 시편은 모재와 용접부로 구분하였다.

TMCP강의 경우 제어압연과 가속냉각 공정에 의한 조직의 미세화로 Normalizing강에 비해 우수한 재료적 특성을 보였다.

Fig. 1에 나타낸 자연해수 분위기에서의 부식특성 Test 결과에서는 TMCP강과 Normalizing강의 모재와 용접부 시편 모두 전체적으로 유사한 부식특성을 가지는 것으로 나타났다.

자연해수내에 존재하는 미생물이나 부유물에 의한 부식특성의 차이를 확인하기 위해 멸균처리한 해수와 동일한 상온, 정지상태의 조건에서 실시한 경시전위 변화 Test에서도 시간 경과에 따라 두 강재 모두 부식으로 인한 Noble한 방향으로의 전위 증가가 확인되었으나, 부식특성 Test 결과와 마찬가지로 강재나 시편 부위별로의 차이는 나타나지 않았다.

자연해수와 멸균처리 해수분위기에서 3개월간의 연속침지 상태에서 실시한 Corrosion Test에서도 공통적으로 Test-온도 증가에 따른 부식률(MPY)의 증가는 있으나, Fig. 2에 나타낸 것처럼 강재에 따른 부식양상의 차이는 없었다.

Ferric Chloride Solution(6wt% FeCl<sub>3</sub>) 침지 Test의 경우, 상온 상태의 시편이 Pitting Corrosion에 의한 표면손상을 나타내는 반면에, 60°C의 경우에는 이러한 Pitting의 생성, 성장, 결합에 의한 전면 부식 형태를 나타내고 있었다.

또한 Cargo Oil Tank에 적용되는 강재의 내식성 평가를 위해서 Oman産 Crude Oil 침지 Test를 실시하였고, 그 결과 Test 온도 증가에 따른 부식률의 증가는 확인되었지만 전체적으로 부식률은 미미한 수준이었으며, TMCP강과 Normalizing강의 차이는 나타나지 않았다. 이 결과로부터 Crude Oil에 직접 접하게 되는 Tank용 강재는 이로 인한 Pitting Corrosion 등의 국부부식 우려는 없으며, 또

한 TMCP강이나 Normalizing강에 따른 부식특성의 차이도 없음을 확인할 수 있었다.

본 실험에서는 최근 제기되고 있는 Tank용 TMCP강의 가속부식 문제의 원인을 분석하기 위해 Bacteria의 영향을 배제한 상태에서, Steel의 MIC(Microbiologically Influenced Corrosion)에 큰 영향을 미치는 것으로 알려진 4 종류의 Bacteria가 부식 유발시 생성하는 Corrosion Products Solution 침지 분위기의 실험을 통해 TMCP강과 Normalizing강의 부식특성 비교 Test를 실시하였다.

그 결과를 종합해 보면 각각의 경우에 대해 온도 증가에 따른 부식률의 증가는 확인되었으나, 강재에 따른 부식특성의 차이는 나타나지 않았다.

### 3. 결 론

이상과 같이 선박용 Normalizing강과 TMCP강의 모재 및 용접부에 대한 부식특성 연구 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 자연해수 분위기에서의 부식특성 Test 결과, TMCP강과 Normalizing강은 유사한 부식특성을 나타내었다. 또한 자연해수와 멸균처리 해수에서의 Corrosion Test에서도 강재에 따른 부식특성의 차이는 없었으며, 해수 구분에 따른 실험 용액의 차이도 나타나지 않았다.

2) Crude Oil 침지상태의 Corrosion Test 결과, 강재별 부식률의 차이는 없고, 전체적으로 낮은 수준의 부식률과 Pitting과 같은 국부적인 부식은 발생하지 않았으며, 따라서 Crude Oil은 직접적인 강재의 부식에는 영향이 없을 것으로 판단된다.

3) Ferric Chloride Solution과 Corrosion Products 분위기의 침지 Test 결과, 전체적으로 온도 증가에 따른 부식률의 증가는 있으나, 강재별 차이는 없이 유사한 수준의 부식률을 나타내었다.

4) 결과를 종합하면, 강재에 따른 재료의 기계적 특성은 차이가 있으나, 부식특성의 차이는 없으며, 따라서 일부에서 제기하고 있는 바와 같이 Normalizing강에 비해 열악한 내식성 문제때문에 TMCP강의 사용을 제한하는 것은 타당하지 못한 것으로 판단된다.

### 참고문헌

1. T.S. Rao, T.N. Sairam, B. Viswanathan and K.V.K. Nair : Carbon steel corrosion by iron oxidising and sulphate reducing bacteria in a freshwater cooling system, Corrosion Science, 42(2000), pp1417~1431
2. Y. Kikuchi, K. Tomoto, C. Okayama, F. Matsuda, M. Nishimura, T. Sakane and Y. Kaneko : Microbially influenced corrosion of stainless steel welds, J. Japan Inst. Metals, Vol.61, No. 6(1997), pp486~493
3. I.T.E. Fonceca, M.J. Feio, M.A. Reis and V.L. Rainha : The influence of the media on the corrosion of mild steel by desulfovibrio desulfuricans bacteria : an electrochemical study, Electrochimica Acta, 43(1998), pp213~222

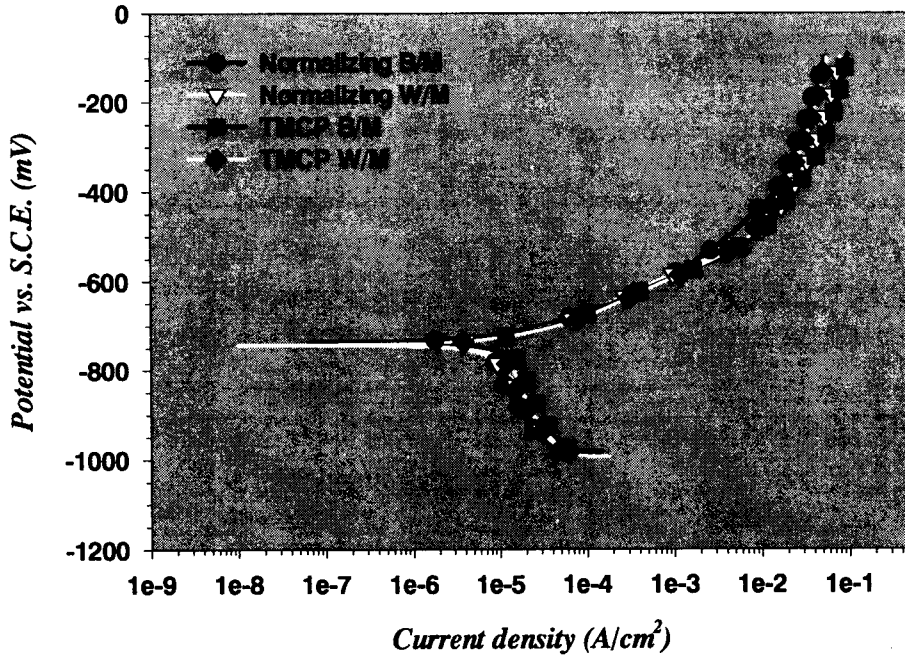


Fig. 1 Comparison of measured polarization curve in natural seawater

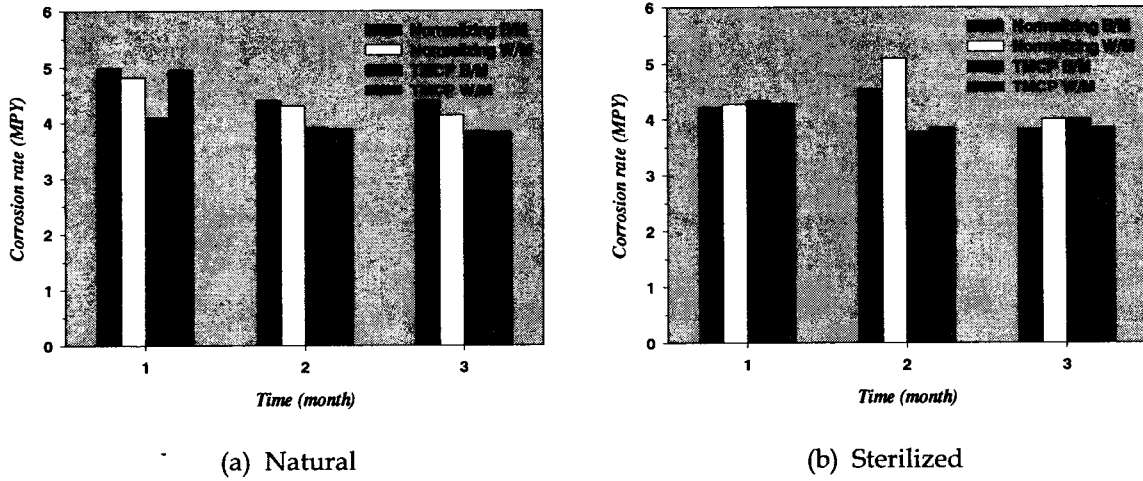


Fig. 2 Comparison of corrosion rate in natural and sterilized seawater at 60°C