

해상탑재 DAM 공법에 따른 선체외판 선저부위의 도막박리 및 밀림방지 대책

김영남*, 임명수*, 예원배†*

㈜한진중공업 선체설계팀*

Rubber Packing Damage Test Report for Procedure of Forebody Erection in the Sea

Young-Nam Kim*, Myung-Soo Im* and Weon-Bae Yea†*

Hull Design Team, Hanjin Heavy Industries & Construction co., LTD*

Abstract

The size of ship is being larger than the past in the shipping industry thanks to the increased quantity of goods transported by ship. Therefore, HHIC (Hanjin Heavy Industries & Construction co., LTD) invented innovative construction method, so called 'DAM', to build a ship which is longer than the length of the HHIC's dry dock. On Erection at the sea by the application of DAM Method, Squeezing & Detachment of A/F film may occur as a result of the wave and the constriction between A/F film pre-applied on the side shell and DAM's Rubber Packing. Thus, the test for finding the minimum curing time of A/F film was performed to protect Squeezing & Detachment of A/F film on the hull. To verify the soundness of paint and to find the optimum condition during the erection period of the DAM, laboratory test was carried out under no immersion condition through the application of various coatings on the Rubber Packing. And two methods were selected from the results of laboratory test for actual MOCK-UP Test. In addition, the test for the film profile per temperature of silicone A/F coat and the film Squeezing was performed.

※Keywords: Anti-Fouling film (A/F 도막), Squeezing (도막 밀림), Detachment (도막 박리)

†주저자, E-mail: wbyea@hanjinsc.com

Tel : 051-410-3531

1. 서론

최근 세계의 해운업은 물동량의 증가로 인해

선박의 대형화가 급속하게 추진되고 있다. 이에 ㈜한진중공업이 보유하고 있는 도크보다 더 큰 선박을 건조 할 수 있는 “ DAM 공법”(한진중공업 독자용어)을 개발하였다. 이는 도크에서는 도크내 탑재가 가능한 길이만큼의 선박을 건조하여 진수하고, 도크를 초과하는 구간은 육상에서 나머지 선체블록을 만든 뒤, 이어 해상(물속)에서 이 두 단위를 용접, 접합 시키는 세계최초로 시도된 수중 건조 공법이다.

해상탑재 DAM 공법적용시 DAM 내부의 수밀성확보를 위하여 시공된 Rubber Packing 부위와 선체 외판면에 시공된 A/F 도막이 협착 및 해상의 파도등의 외력에 의하여 도막의 박리 및 밀림현상의 우려가 발생하였다. 따라서 선체외판의 A/F 도막의 박리 및 밀림을 방지하기 위하여 A/F 도막의 최소건조시간을 찾기위한 Test 를 하였으며 또한 Rubber Packing 부위에 여러가지 도료를 적용하여 최적의 조건을 찾기 위하여 비침수조건에서 실험실 Test 를 하고 여기에서 제일 좋은 결과를 나타낸 두 가지방법(Silicone A/F, Oil (바세린))을 선택하여 침수조건에서 MOCK-UP Test 를 하였다. 그리고 Silicone A/F 도료의 온도별 도막자국 및 도막밀림을 Test 하였다.

2. 실험실 TEST

2.1 실험방법

철재시편(15X30X2t)에 Blasting 으로 표면 처리후 Epoxy 도료 2 회와 TIN FREE SPC A/F 도료 1 회, 총 3 회를 도장하고 상온에서 건조하고 Rubber Packing 에 Table. 1 과 같이 6 가지 도장을 하여 Fig. 1 과 같이 장비를 이용하여 Rubber Packing 의 기존 지름이 8cm 에서 5cm 까지 줄어든도록 압축하여 A/F 도막박리 및 밀림을 육안으로 평가하였다.

2.2 실험결과 및 고찰

Rubber Packing 에 시편을 압착 시켰을 때 Rubber Packing 에 의해 시편의 도막 박리 및 밀림현상은 Fig. 4 와 Fig. 6 과 같이 Silicone A/F

Table 1 Painting scheme of rubber packing

NO.	Rubber Packing
1	무도장(No Paint)
2	Peelable 도료 도장
3	Silicone A/F 도료 1 회 도장
4	Silicone A/F 도료 2 회 도장
5	Epoxy 도료 1 회 + Silicone A/F 도료 2 회 도장
6	Oil (바세린) 도장

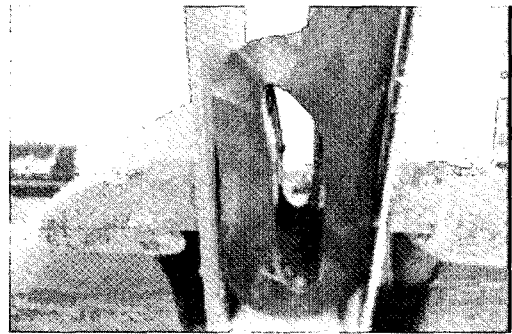


Fig. 1 Method of compressing rubber packing

도료 2 회 도장한 경우와 Oil (바세린)을 도포한 경우가 거의 없었다. 이는 Rubber

Packing 에 도장된 Silicone A/F 도료나 Oil (바세린)이 시편의 A/F 도막에 전달되는 힘을 분산시켜 문제가 없는 것으로 생각 된다.

그리고 Rubber Packing 에 도장을 안하는 경우는 Fig. 2 와 같이 A/F 도막 밀림현상이 나타났고 Peelable 도료를 도장한 경우는 Fig. 3 과 같이 A/F 도막 밀림 및 일부 박리 현상까지 나타났다. Silicone 도료 1 회 도장시는 Fig. 5 와 같이 도막밀림 및 도막 박리현상은 없지만 Silicone A/F 도료가 찢어졌다. Epoxy 도료 1 회 + Silicone A/F 도료 2 회 도장한 경우는 Fig. 5 와 같이 A/F 도막밀림현상이 나타나고 Rubber Packing 위에 깨어진 A/F 도막이 박혔다.

3. MOCK-UP TEST

3.1 실험방법



Fig. 2 Result of compressing the sample without painting

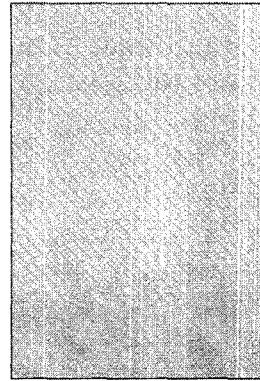


Fig. 5 Result of compressing the sample after applying two coats of Silicone A/F

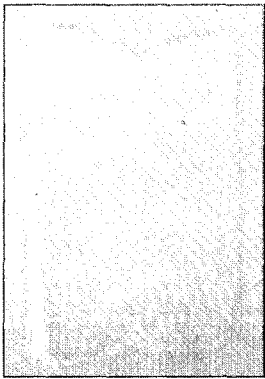


Fig. 3 Result of compressing the sample after applying Peelable coat

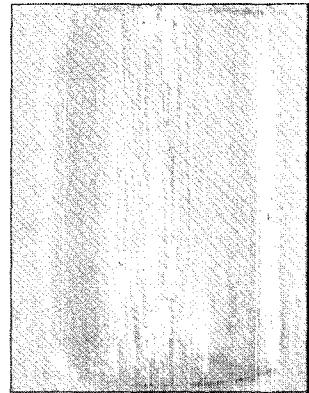


Fig. 6 Result of compressing the sample after applying one coat of Epoxy and two coats of Silicone A/F

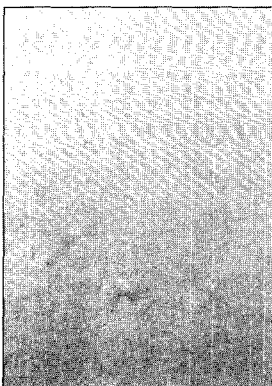


Fig. 4 Result of compressing the sample after applying one coat of Silicone A/F

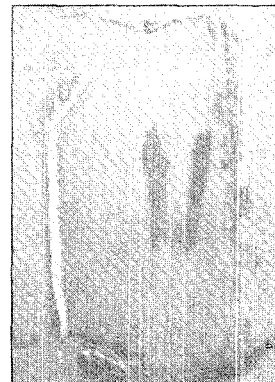


Fig. 7 Result of compressing the sample after applying oil (baseline)

선체 MOCK-UP 및 DAM MOCK-UP 을 Fig. 9 와 같이 제작하여 선체 MOCK-UP 에 Blasting 으로 표면처리후 Epoxy 도료 2 회 와 Tin Free SPC A/F 도료 3 회를 도장하고 상온에서 7 일 건조하여 DAM 의 Rubber Packing 선수면은 Silicone A/F 2 회를 도장하고 선미면은 Oil (바세린)을 각각 도포 하여 선체 MOCK-UP 을 도크 바닥에 놓고 해수를 주수한 후 DAM 을 선체 MOCK-UP 위에 올려 놓고 Rubber Packing 을 압착하였다.

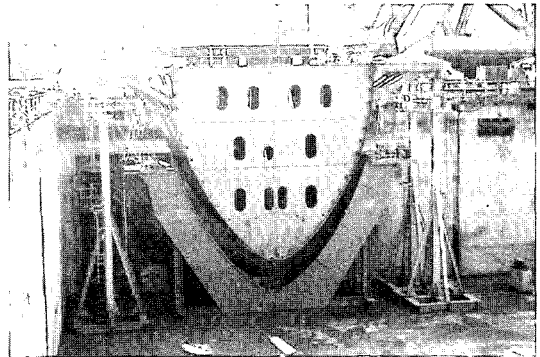


Fig. 9 MOCK-UP and DAM

3.2 실험결과 및 고찰

선체 MOCK-UP 과 DAM 을 압착하였을 때 Rubber Packing 에 Silicone A/F 2 회 도장한 경우와 Oil (바세린)을 도장한 경우는 동일하게 선체 MOCK-UP 에 도장된 A/F 도막이 박리 및 밀림현상이 앞의 실험실 Test 와 동일한 결과를 나타내었다.

그러나 Rubber Packing 에 도장한 Oil (바세린)의 경우는 15 일 이상 경과시 해수에 용해현상이 발생하여 10 일 이상 침적될 경우에는 사용하기 곤란한 것으로 판명되었다.

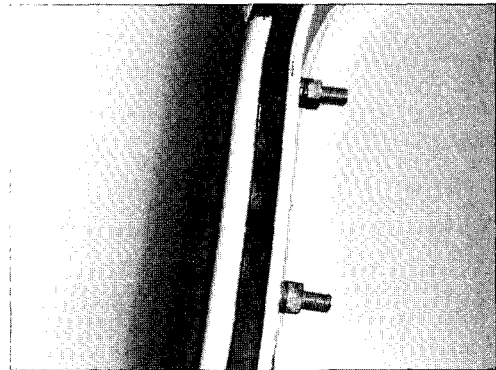


Fig. 10 Condition of compressing between Rubber Packing and Silicone A/F on the hull MOCK-UP

4. Silicone A/F 도료 온도별 도막자국 및 밀림 TEST

4.1 실험방법

철재시편(15X30X2t)에 Blasting 으로 표면처리 후 Epoxy 도료 2 회(300Mic.) + Tin Free SPC A/F 도료 1 회(150Mic.)을 상온에서 도장한 후 Tin

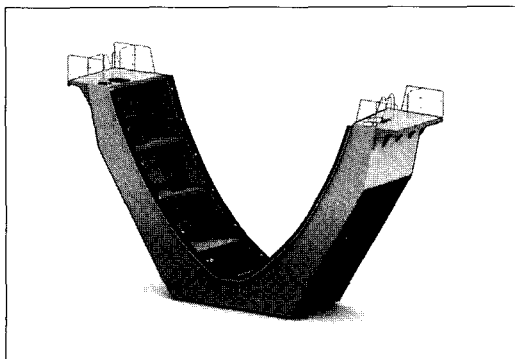


Fig. 8 Shape of DAM

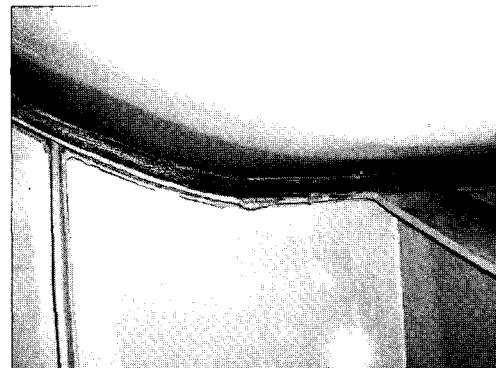


Fig. 11 Condition of compressing between Rubber Packing and oil (baseline) on the hull MOCK-UP

Free SPC A/F 도료 1 회(150Mic.) 온도별로 달리 건조하여 도장된 시편에 Fig. 15 와 같이 전자 저울위에 올려 놓고 3kg/cm² 으로 10 분 동안 힘을 가하면서 좌우로 움직여 A/F 도막이 묻는 정도 및 도막밀림 현상을 Test 하였다.

4.2 실험결과 및 고찰

각 조건 (35,25,15,5℃)에서 시편을 건조하여 도막의 묻어남 정도와 밀림정도를 Test 한 결과는 Table. 2 와 같다.

그러나 3 회까지는 상온에서 도장하고 Finial Coating 는 각각 상이한 온도에서 도장하여 건조 하였기 때문에 실제와는 다소간 차이가 있을 수 있다.

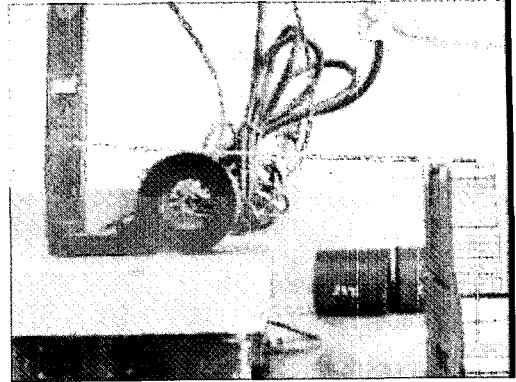


Fig. 14 Condition of placing Rubber Packing on the electron scale

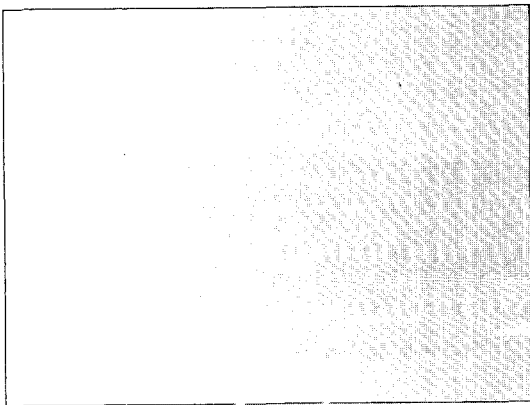


Fig. 12 Result of compressing between Rubber Packing and Silicone A/F on the hull MOCK-UP

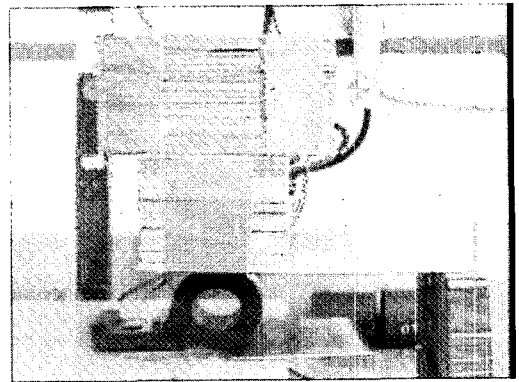


Fig. 15 Condition of giving the power after placing the sample on the Rubber Packing

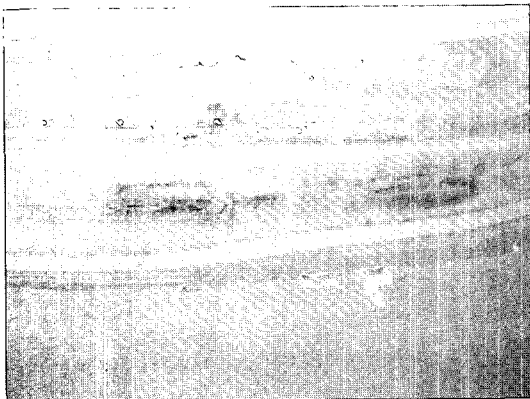


Fig. 13 Result of compressing between Rubber Packing and oil (baseline) on the hull MOCK-UP

Table 2 Minimum curing time of A/F film

온도	A/F 도막이 묻어남이 없는 최소건조시간	A/F 도막이 밀림현상 없는 최소건조시간
35℃	2 일	7 일
25℃	3 일	7 일
15℃	4 일	10 일
5℃	5 일	14 일

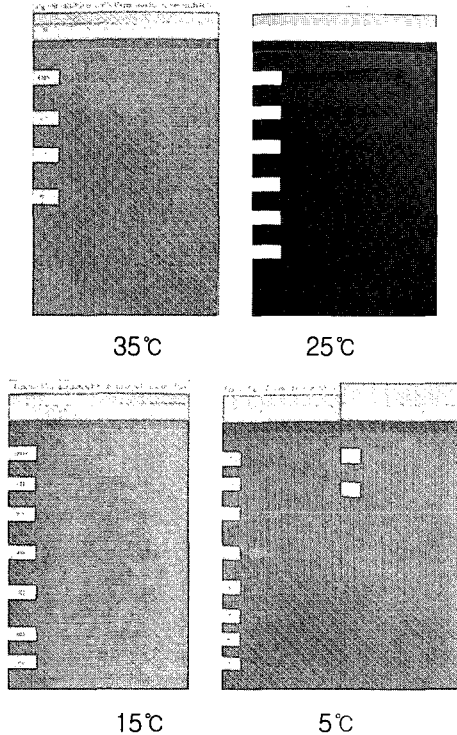


Fig. 16 Minimum curing time per temperature of silicone A/F coat on the sample

5. 실선적용 결과

2004 년 말경 DAM 의 Rubber Packing 부위에 Silicone A/F 2 회 총 200mic. 도장 및 배를 도크에서 진수후 선수 Block 을 해상에서 DAM 공법으로 탑재하고, DAM 내부작업 및 도장 완료 후 DAM 을 철거하고 DAM Joint 부위를 수중 Diver 검사 실시 결과 실제적으로 Rubber Packing 이 접촉하였던 흔적외에는 도막손상이나 도막의 늘림은 거의 없는 것으로 입증 되었다.

수중건조를 위하여 DAM 을 선체에 밀착 시킬 때 한진중공업(주)의 입지적인 조건으로 인하여 부산항을 오가는 수 많은 선박에서 발생하는 파도의 영향을 줄이기 위하여 Barge 로 파도의 유입을 가능한한 차단하였다. 그럼에도 불구하고, 밀착작업은 약 1 시간 정도 소요되었으며 Rolling 이 심하여 Rubber Packing 과 선체사이에 심한 충격이 발생하여, 이에 대한 주의 및 지속적인 관찰이 필

요하였다.

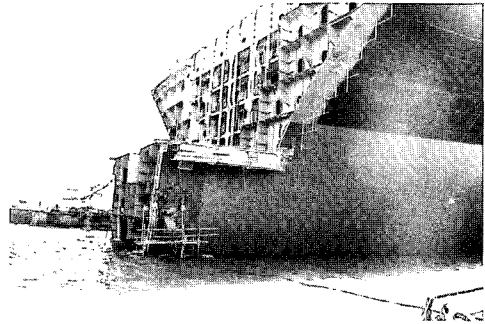


Fig. 17 After launching from the dry-dock

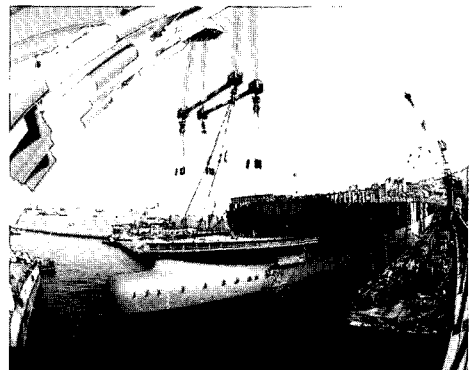


Fig. 18 View of the erection in the sea by the DAM Method

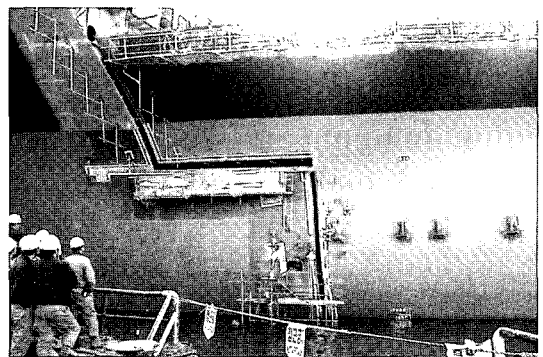


Fig. 19 View of the erection in the sea by the DAM Method

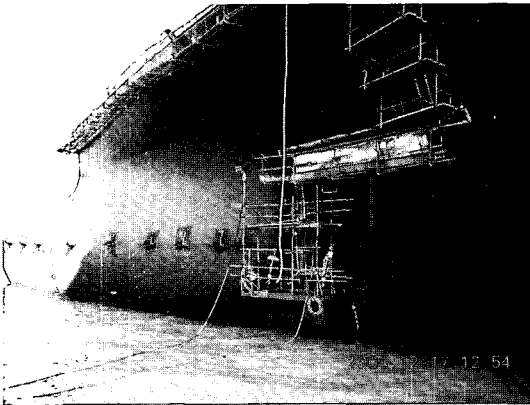


Fig. 20 View of the erection in the sea by the DAM Method

6. 결론

상기의 2 항, 3 항 및 4 항의 Test 결과가 보여 주 듯이, 해상탑재 DAM 공법에 따른 선체외판 선저부위의 도막박리 및 밀림을 방지하기 위해서는 DAM 을 선체와 밀착시키기 이전에 밀착 접촉부위에 대해서는 선체외판의 도장작업을 조기에 착수하여 도막의 충분한 건조가 중요하다는 사실을 알게 되었다. 동절기에는 적어도 마감도장후 14 일, 하절기에는 7 일, 춘추절기에는 10 일간의 건조기간이 필요한 것으로 사료된다.

Rubber Packing 부는 Silicone A/F 2 회 총 200mic. 을 도장하였을 때 선체의 A/F 도막이 별 손상 없이 가장 잘 보호되는 것으로 나타났다.

2004 년 말경 한진중공업(주)에서 세계최초로 수중해상 탑재로 건조한 1 차선의 경우, DAM 을 철거한 후에 본 부위를 수중 DIRVER 검사를 실시한 결과 실제로 Rubber Packing 이 접촉하였던 흔적외에는 도막손상이나 도막의 놀림은 거의 없는 것으로 입증 되었다.

이와 같은 성공적인 결과로 인하여 ‘ Dock 길 이보다 긴 선박의 건조 ’ 라는 세계선박 건조 역사상 새로운 지평을 열게 되었으며 본 DAM 공법을 적용한 1 차선은 2005 년 3 월초에 선주사 측의 호평을 받으며 인도되었다. 2 차선도 같은 공법으로 2005 년 3 월말경 무사히 도장작업을 마쳤으며, 4 월말 시운전 후 2005 년 5 월 중순 선주사에 인도 되었다.

후 기

본 Test 를 협조하여 주신 인터내셔널 페인트의 거제연구소에 감사드립니다.



< 김 영 남 >



< 임 명 수 >



< 예 원 배 >