

차기상륙함(LST-II) 65톤 함수크레인 슬립 현상 개선 방안 연구

정현섭
국방기술품질원

A Study on the improvement measures for 65-Ton Forward Deck Crane of LST-II

Hyeon-Seob Jeong
Defence Agency for Technology and Quality

요약 차기상륙함(LST-II)은 함선, 주정 및 항공기에 탑승한 상륙군이 임무를 시행할 수 있도록 상륙군을 바다로부터 육상으로 투사하는 상륙작전을 수행하는 특별한 군용함정을 뜻한다. 이와 같은 고도의 중요 작전 업무인 상륙작전을 수행하기 위하여 상륙정에 탑승하게 되고, 본 함 함수에 설치된 65톤 함수크레인을 이용하여 LCM을 인양하게 된다. 차기상륙함(LST-II) 〇〇〇함은 인도 후 LCM 인양 훈련을 실시하던 중 65톤 함수크레인에서 슬립 현상이 발생하였다. 슬립 현상이란, 유압으로 작동되는 크레인이 비정상 작동하여 브레이크 작동 없이 자유 낙하하는 현상으로 LCM에 탑승하고 있던 승조원과 본 함 작전 요원들까지 안전이 위협되는 상황이 발생하였다. 65톤 함수크레인의 로직밸브의 들림 현상이 발생하여 소실된 유압이 슬립현상의 원인으로 추정된다. 기존에 설치된 간접식 릴리프 밸브를 직접식 릴리프 밸브로 수정하여 이상이 없는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 차기상륙함(LST-II)에 탑재된 65톤 함수크레인 슬립 현상 개선 방안에 대해 서술하였다.

Abstract LST-II refers to a special military vessel that conducts amphibious operations by projecting the landing force from the sea to the land so that the landing force aboard ships, craft, and aircraft can carry out their missions. Amphibious operations, which are critical operational missions, involve boarding a mechanized landing craft and hoisting the LCM using a 65-ton forward deck crane installed on the ship. After delivery, LST-II has a slip shape in a 65-ton forward deck crane when conducting LCM salvage and lift training. The slip phenomenon is when hydraulically operated cranes operate abnormally and fall freely without brake operation, which jeopardizes the safety of the crew members on board the LCM. The slip phenomenon was presumed to be the loss of hydraulic pressure in the logic valve when lifting a 65-ton forward deck crane. No abnormality was noted after modifying the previously installed indirect relief valve to a direct relief valve. This report describes measures to improve the slip phenomenon of the 65-ton crane mounted on the LST-II.

Keywords : Crane, Slip Phenomenon, Landing Craft Mechanized, Hoist, Surface Vessels

1. 서론

차기상륙함(LST-II)은 전차와 장갑차 그리고 군용 차량 등을 수송하여 상륙작전을 수행하는 특별한 군용함정

을 뜻한다[1]. 상륙작전이란 함선, 주정 및 항공기에 탑승한 상륙군이 임무를 수행할 수 있도록 상륙군을 바다로부터 육상으로 투사하는 작전을 의미한다. 여기서 상륙군은 해병부대와 육군부대로 구성되는 지상전투부대와

본 논문은 국방기술품질원 연구 과제로 수행되었음.

*Corresponding Author : Hyeon-Seob Jeong(DTaQ)

email: hsjeong@dtaq.re.kr

Received March 14, 2022

Accepted June 3, 2022

Revised April 7, 2022

Published June 30, 2022

육상작전을 지원하는 항공부대 및 군수지원부대로 편성되어, 육·해·공군의 모든 부대가 합동하여 임무를 수행하는 부대를 뜻한다. 상륙작전은 단일 임무 수행 또는 다른 군사작전과 연계하여 수행될 수 있으며, 크게 아래와 같은 3가지의 목적을 달성하기 위해 실시된다[2].

- 적의 작전적 또는 전술적 중심들을 파괴하기 위한 적 취약점 및 결정적 지점 타격
- 해군과 공군의 전진기지 확보 또는 지상 작전 수행을 위한 군사적 거점 설치
- 적의 측·후방을 타격하여 적 부대를 고착 또는 적의 주의를 전환

상륙작전은 모든 형태의 육·해·공군들이 통합하여 바다로부터 육상에 협조된 군사력을 집중하는 작전으로, 적 지역에 고도로 협조된 전투력을 투사해야 하는 매우 중요한 작전 업무이다. 이와 같은 고도의 중요 작전 업무인 상륙작전을 수행하기 위하여 상륙정(Landing Craft Mechanized, 이하 LCM)에 탑승하게 되고, 본 함 함수에 설치된 65톤 함수크레인을 이용하여 LCM을 인양하게 된다. 이에 따라, 정확한 LCM 인양은 상륙 작전 임무 수행 중 작전 임무 수행의 성공 여부를 결정짓는 주요한 요소이며, 나아가 전쟁의 승패를 결정짓는 매우 중요한 사항으로 가장 우선으로 고려되어야한다[4].

차기상륙함(LST-II) 000함은 인도 후 LCM 인양훈련을 실시하던 중 65톤 함수크레인에서 슬립 현상이 발생하였다. 슬립 현상이란, 유압으로 작동되는 크레인이 비정상 작동하여 브레이크 작동 없이 자유 낙하하는 현상으로 LCM에 탑승하고 있던 승조원과 본 함 작전 요원들까지 안전이 위협되는 상황이 발생하였다. 추후에도 2회 추가 슬립현상이 발생하여, 함 승조원 안전뿐만 아니라 작전 운용성에 큰 영향을 미쳤다.

본 논문에서는 차기상륙함(LST-II) 000함 65톤 함수크레인 슬립현상에 대한 원인분석 및 개선방안을 서술하였다.

2. 본론

2.1 장비의 특성

주로 함정에 설치되는 65톤 함수크레인은 컨테이너, 화물 등 각종 화물을 부두에서 적하역 기능토록 하는 장치로 설치된다. 차기상륙함 (LST-II)에 설치된 65톤 함수크레인은 위와 같은 역할뿐 아니라, 서론에서 언급한 바와 같이 LCM을 상륙작전에 인양하는 역할로도 사용되

며 탑재된 함수크레인의 사양은 Table 1과 같다.

Table 1. Specification of 65Ton Forward Deck Crane

Categorize		65-Ton Forward Deck Crane
Hoisting Load(SWL)		65,000 kg / 5,000 kg
Hoisting Speed		0 ~ 15.3 / 18.3 m/min Heave Compensation
Hoisting Height		30 m
Working Radius		Max. 18 m ~ Min. 5.5 m / Max. 20 m ~ Min. 5.5 m (Telescopic)
Slewing	Speed	0.5 rpm / 1 rpm
	Angle	180° Limited
Operation	Load	1 By 1 Motion
	No-Load	2 Motion
Hoisting Wire Rope		Anti-Twist Type, G.S.W.R
Motor		More than or equal to IP-56, F Class
Operating Condition		Sea State : 3 Roll or Roll, Heel : 9° Pitch or , Pitch Trim : 3°

2.1.1 받침대

받침대는 선체와 연결되는 크레인 최하단의 구조부분으로써 벤딩모멘트 및 버티칼 포스를 충분히 견딜 수 있도록 제작되었다. 받침대는 맨홀이 설치되어 있으며, 받침대 내부의 청소 및 검사 등의 목적으로 사람이 출입하기 위해 만든 출입구이다.

2.1.2 업퍼포스트 및 호이스트 장치

업퍼포스트는 Slewing Bearing 상부에 설치되어 지며 Slewing Device로 회전동작을 하는 부분이다. Jib, Control Platform 등의 구조물을 지탱하며 내부는 크레인 작동을 위한 유압배관이 설치되어 있으며, 호이스트 장치는 호이스팅 윈치, 유압모터, 감속기, 와이어로프 및 후크로 구성되어 있으며, 유압 모터를 정, 역으로 회전시켜 권상 및 권하를 원활히 하고 정지 때에는 슬립 없이 정지될 수 있게 충분한 브레이크 용량을 가지고 있다. 권하 동작 중에는 가속도를 방지 할 수 있고, 사용 중 비상시에 대비 하여 안전하게 하강 시킬 수 있다.

2.1.3 슬로잉 장치

슬로잉 장치는 데크 크레인의 지브를 좌, 우 방향으로 회전시키기 위해 유압모터, 피니언, 슬로잉 링 기어로 구성되어 있다.

2.1.4 파워 유닉

4개의 전기모터 및 유압펌프, 1개의 오일뱅크, 냉각장치 및 기타 악세서리로 구성되어지며 전기모터를 구동시켜 갑판크레인을 작동 가능하게 한다.

2.2 장비 연동 특성

65톤 갑판 크레인은 유압 시스템으로 작동되며, HPU를 통해 호이스팅, LUFFING, SLEWING 등이 연동되는 장비로서, 대표적으로 연동되는 프로세스는 다음과 같다.

2.2.1 호이스팅 동작 시

화물을 인양하기 위한 호이스팅 동작 시에는, HPU에 의해 공급된 유압은 2개의 컨트롤밸브에 의해 제어되며 공급된 유압은 각각의 브레이크를 해제시키고 2개의 유압모터를 구동시킨다. 이때 유압모터에 연결된 실린더로 속도제어가 가능 하며, 유압모터를 구동시킨 유압은 반대쪽 유압로를 통해 배출된다. 유압회로내의 안전장치로는 카운터 밸런스 밸브와 릴리프 밸브가 있으며 카운터 밸런스 밸브는 자중에 의한 낙하를 방지시켜주고, 릴리프 밸브는 유압모터에 부하가 발생하여 250bar이상의 유압이 공급되었을 경우 작동하여 반대쪽 유압로로 드레인된다.

2.2.2 LUFFING 동작 시

HPU에 의해 공급된 유압은 컨트롤밸브에 의해 제어되며 2개의 실린더로 공급되고, 실린더의 구동으로 크레인의 각도가 조절된다. 그리고 실린더를 구동시킨 유압은 반대쪽 유압로를 통해 배출된다. 유압회로내의 안전장치로는 카운터 밸런스 밸브와 릴리프 밸브가 있으며 카운터 밸런스 밸브는 자중에 의한 낙하를 방지시켜주고, 릴리프 밸브는 실린더에 부하가 발생하여 일정 이상의 유압이 공급되었을 경우 작동하여 반대쪽 유압로로 드레인된다.

2.2.3 TELESCOPIC 동작 시

HPU에 의해 공급된 유압은 컨트롤밸브에 의해 제어되며 실린더로 공급되고, 실린더의 구동으로 크레인의 JIB의 길이를 조절한다. 그리고 실린더를 구동시킨 유압은 반대쪽 유압로를 통해 배출된다. 유압회로내의 안전장치로는 카운터 밸런스 밸브와 릴리프 밸브가 있으며 카운터 밸런스 밸브는 유압차가 발생하면 상호 밸브를 개폐해줌으로써 자중에 의한 낙하를 방지 시켜주고, 릴

리프 밸브는 실린더에 부하가 발생하여 일정이상의 유압이 공급되었을 경우 작동하여 반대쪽 유압로로 드레인된다.

2.2.4 SLEWING동작 시

HPU에 의해 공급된 유압은 컨트롤밸브에 의해 제어되며 공급된 유압은 각각의 브레이크를 해제시키고 2개의 유압모터를 구동시켜 크레인의 좌/우 회전을 시킨다. 그리고 유압모터를 구동 시킨 유압은 반대쪽 유압로를 통해 배출된다. 유압 회로내의 안전장치로는 카운터 밸런스 밸브가 있으며, 카운터 밸런스 밸브는 유압차가 발생하면 상호 밸브를 개폐해줌으로써 자중에 의한 낙하를 방지시켜준다.

2.3 현실태 및 문제점

위와 같은 형태로 설치되어 함 운용에 사용되었던 65Ton 함수 크레인에서 함 인도 후 2019년에 유압으로 작동되는 크레인이 비정상 작동하여 브레이크 작동 없이 자유 낙하하는 슬립 현상이 발생되어 LCM에 탑승하고 있던 승조원과 본 함 작전 요원들까지 안전이 위협되는 상황이 발생하였다. 추후 동일한 현상이 3회 이상 발생하였으며 슬립 현상 원인으로는 대부분 형성된 유압이

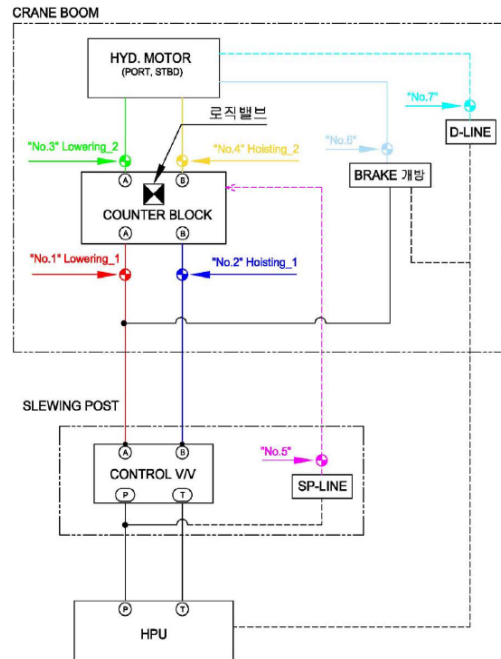


Fig. 1. Installation location of Pressure Gauge

정상적으로 발생하지 못하거나 흘러가지 못할 때 발생하므로, 압력 점검 장비를 Fig. 1과 같이 7개소에 설치하여 원인을 파악하기 위해 부하테스트를 실시하였다.

2.3.1 슬립 현상 발생 원인 분석

실시된 부하테스트 결과를 분석하면 슬립이 발생할 때와 정상작동 할 때에 압력 그래프가 상이하게 나타나는 것을 Fig. 2에서 확인할 수 있었다.

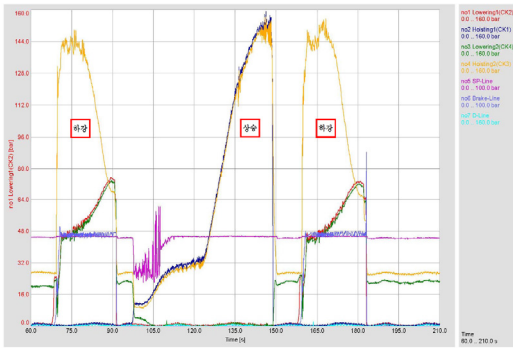


Fig. 2. Test Result(Normal)

슬립현상이 발생할 때는 하강 시 낙하구간으로 No.1 Lowering1(CK2) 0.0~160.0 bar와 No.3 Lowering2(CK4) 0.0~160.0 bar가 상승 그래프를 형성하지 못함을 Fig. 3에서 알 수 있다.

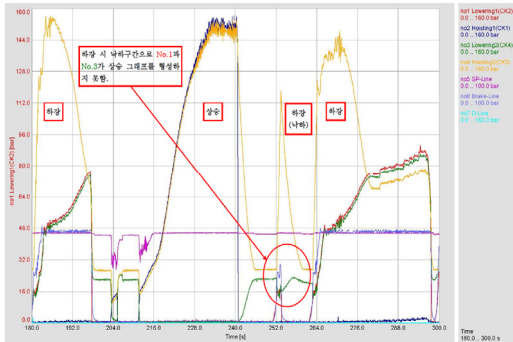


Fig. 3. Test Result(Slip Phenomenon)

압력계측을 통한 원인분석 결과, 로직 밸브의 들림 현상이 발생하여 유압이 순간적으로 소실되면서 슬립 현상이 발생하는 것으로 추정되었다. 따라서 로직 밸브를 밀폐하고, 추가적인 테스트를 실시하였으며, 이상이 없는 것을 Fig. 4에서 확인할 수 있었다.

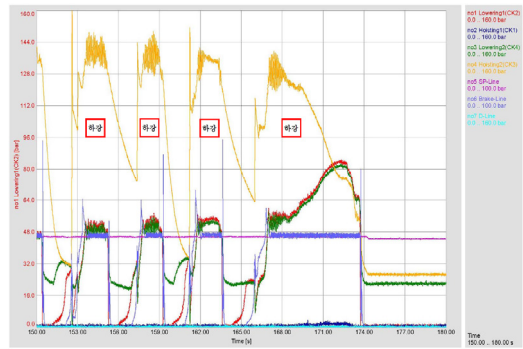


Fig. 4. Test Result(Closing the Logic Valve)

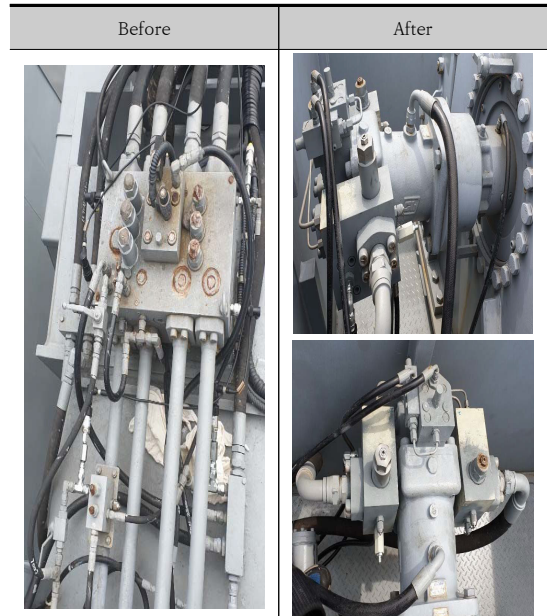
2.4 개선방안

일정 압력 유지변에 의해 작동될 경우 설정 압력보다 높을 시 원치 풀림이 되고 설정 압력보다 낮을 시 원치 감김 현상이 일어나게 된다. 로직 밸브를 밀폐후 이상이 없는 것을 확인하였으므로 슬립문제 발생 원인이 릴리프 밸브 작동 불량에 의한 것으로 추정된다.

이에 따라 기존 설치된 간접식 릴리프 밸브 (로직 밸브 780리터)를 직접식 릴리프 밸브 (100리터 2개)로 수정하는 개선 방안을 선정하였다.

기존 1개의 간접식 로직밸브 블록을 2개의 직접식 로직 밸브로 수정함에 따라, 형상은 Table 2와 같이 변경되었다.

Table 2. Specification of 65Ton Forward Deck Crane



로직 밸브 변경 후, 실제 65톤 웨이트를 이용하여 함수크레인 작동을 통하여 실제 압력에 문제가 없이 정상 작동하는지 확인을 추가로 2차례 실시하였으며, 좌/우현 블록 모두 압력 형성에는 문제가 없음을 Fig. 4와 Fig. 5를 통해 확인하였다.

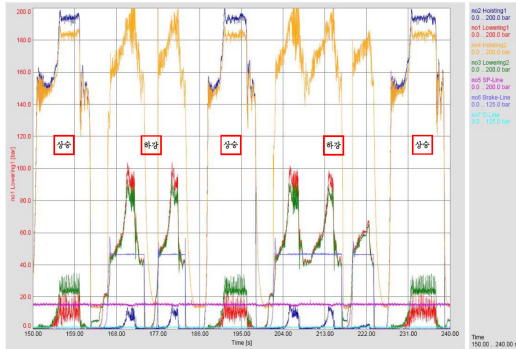


Fig. 4. Test Result after changing the Logic Valve (Port)

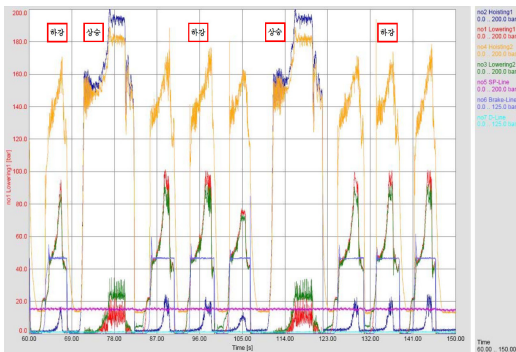


Fig. 5. Test Result after changing the Logic Valve (starboard)

3. 결론

차기상륙함(LST-II) 인도 후 65톤 함수크레인을 이용하여 LCM 인양 전력화 과정 중에서 슬립 현상이 발생하였다. 차기상륙함 운용 목적을 고려하였을 때, 상륙작전은 모든 형태의 육·해·공군들이 통합하여 바다로부터 육상으로 고도의 전투력을 투사해야 하는 매우 중요한 작전 업무이다.

이러한 상륙작전 업무 수행을 위해서는 상륙군은 LCM을 탑승하게 되며, LCM의 안전성과 효율적인 기동은 상륙군의 안전성에 직결될 뿐만 아니라, 상륙작전 업

무 수행의 성공과 실패를 결정짓는 아주 중요한 요소이다.

이러한 중요 요소 중 하나인 65톤 함수크레인이 비정상 작동하여 브레이크 작동 없이 자유 낙하하는 슬립 현상으로 승조원과 본 함 요원들의 안전뿐만 아니라 작전 운용성에 치명적인 영향을 미치는 현상이 발생하였다. 추후에도 2회 추가 슬립현상이 발생하여 관계기관(군수사, 조선소, 제작사, 승조원 등)과 협조하여 함수크레인 슬립 현상 발생 원인과 개선방안에 대한 품질보증활동을 수행하였다. 슬립 현상의 원인 분석을 위하여 로직 밸브에 따라 압력 변동을 체크하였고, 로직 밸브에서 압력 손실로 인하여 슬립 현상이 발생하였음을 추정하였다. 따라서 기존에 설치 되어있던 간접식 릴리프 밸브 방식에서 직접식 릴리프 밸브로 수정하는 개선 방안을 선정하였으며, 로직 밸브 변경 후, 실제 65톤 웨이트를 이용하여 함수크레인 작동을 통하여 실제 압력에 문제가 없이 정상 작동하는지 확인을 추가로 2차례 실시를 하였으며 좌/우현 블록 모두 압력 형성에는 문제가 없음을 확인하였다.

본 논문에서는 차기상륙함(LST-II) 65톤 함수크레인 개선을 통하여 해군의 함 운용성 및 안전성 강화뿐만 아니라, 육·해·공군 모두가 합동하는 상륙군의 안전 위해요소를 감소시킬 수 있는 기대효과를 나타내었다. 또한, 65톤 함수크레인의 안전성을 확보함에 따라 전쟁의 승패를 결정지을 수 있는 상륙작전 업무 수행능력을 크게 향상 시켰다.

References

- [1] S. M. Choi, Y. K. Beak, Y. I. Jung, I. H. Hwang, J. S. Beak, "A Study on Improvement Plan for LST-II LCM Cradle Damage, Journal of Korean Society for Quality Management Vol. 47, No.1, pp.139- 150, March 2019, DOI: <https://doi.org/10.7469/KSQM.2019.47.1.139>
- [2] R.O.K. Navy, Criteria for Compartment Name & Numbering Designation, Criteria for Naval Ship Design & Construction, R.O.K. Navy, Korea, 1p.
- [3] D. H. Lee, T. W. Kim, H. C. Park, Y. B. Kim, "A study on the modeling and dynamic analysis of the offshore crane and payload", J Korean Soc Fish Ocean Technol, 56(1), pp.061-070,2020, DOI: <https://doi.org/10.3796/KSFOT.2020.56.1.061>
- [4] R.O.K. Navy, Guideline for Total Ship Survivability Management, Criteria for Naval Ship Design & Construction, R.O.K. Navy, Korea, 2-35p.
- [5] R.O.K. Navy, Criteria for Stability, Criteria for Naval

Ship Design & Construction, R.O.K. Navy, Korea, 1-15p.

- [6] H. H. Na, D. J. Kim, J. S. Choi, W. J. Oh, J. W. Park, C. H. Lee, "Product Design and Manufacture on Safety Hook and X-jog for application in Hoist and Crane", Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 21, No. 1, pp. 091-096, February 28, 2015, DOI: <http://dx.doi.org/10.7837/kosomes.2015.21.1.091>
- [7] N. K. Ku, J. H. Cha, J. H. Kwon, K. Y. Lee, "Suppression of Loa Pendulation Using Tagline Control System for Floating Crane", Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 46, No. 5, pp. 527-535, October 2009, DOI: <https://doi.org/10.3744/SNAK.2009.46.5.527>
-

정 현 섭(Hyeon-Seob Jeong)

[정회원]



- 2017년 2월 : 한국해양대학교
전파공학과 (공학사)
- 2017년 2월 ~ 현재 : 국방기술품
질원 연구원

<관심분야>

수중음향, 도료