

Double Wheel 을 이용한 선박용 Cable 포설 장비 개발 Development of Cable Pulling Feeder Using Double Wheel.

*지창열¹, #시대엽², 권순도³, 박태욱⁴, 김성엽⁵

*C. Y. Jee¹, #D. Y. Si(sidaeyoub@dsme.co.kr)², S. D. Kwon³, T. O. Kwak⁴, S. Y. Kim⁵
대우조선해양 산업기술연구소

Key words : Cable Pulling Feeder, Winch, Passage Way, Offshore Plant

1. 서론

선박 건조 시 전기 의장 작업은 전로(電路) 설치, Cable 포설, 결선작업으로 나눌 수 있다. 여기서 포설 작업이란 선박 내, 외부 곳곳에 다양한 크기(Ø8~90mm)의 Cable 을 적당 약 80,000~1,200,000m 설치하는 작업으로 그 무게만 해도 수만톤이 넘는다. 따라서 전기 의장 작업 중 포설작업은 선박 건조의 중요한 부분을 차지하고 있다. 또한 대규모의 전장 인력이 광범위한 구역에서 동시에 작업이 이뤄지고 있으며 선종에 따라 포설구간이 협소하거나 간섭이 발생하는 등 작업 환경이 다양하게 변화하기에 대부분의 작업이 수작업으로 진행되고 있다. 이러한 포설 작업은 많은 숙련도를 요구하며 그 숙련도에 따라 작업시간 및 생산성이 달라진다.

Cable 포설 작업의 생산성을 높이기 위한 기술개발 상황으로는 Cable 을 견인하는 Winch, Cable 을 꼬이지 않도록 하는 분배기, 마찰력을 감소시켜주는 롤러, Cable 을 공급해주는 Feeder 등 여러 장비가 개발되어 있다.

이러한 장비들은 아래 그림과 같이 구성되어 포설 작업을 수행하고 있다.

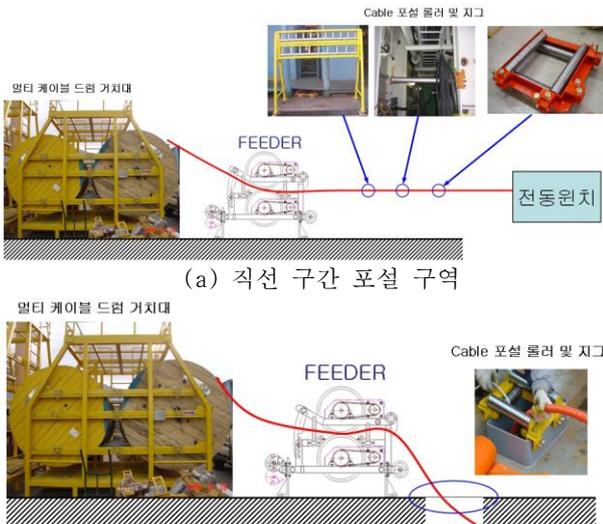


Fig 1. Cable 포설 구간 장비 설치 현황

상기와 같은 구성은 포설 구간이 넓은 곳에서 그 활용도가 높다. 하지만 선종에 따라 Winch 를 설치하기 적합하지 않은 협소한 공간(Passage way, 기관실 등)에서는 Winch 를 대신한 Feeder 등을 사용하여 작업이 이뤄지고 있다.

현재 사용중인 Pulling Feeder 는 Green Lee 사의 Ultra Cable Feeder 로 전체크기가 1,040(L) × 699(W) × 953(H)mm 로 중량이 120kg 이다. 이로 인해 Passage way 등의 협소한 공간에 제한적으로만 설치 및 작업이 가능하며 협소 공간에서의 이동이 어려워 활용도가 상당히 저하되고 있다. 또한 1 가닥의 Cable(Power Cable 기준) 의

Feeding 만 가능하고 최대 견인속도는 350kgf 견인 시 최대 3m/min 로 대형화 하는 선박 작업량에 대응하지 못해 생산성 저하의 요인이 되고 있어, 현업에서 필요로 하는 사양을 만족시키지 못하고 있다. 따라서 견인속도와 견인력을 향상시키며, 협소공간 및 Winch 를 대신하여 포설할 수 있는 새로운 Feeder 개발이 필요하게 되었다.

Cable Pulling Feeder 장비 개발은 크기 및 중량을 줄이고 높은 견인력과 견인속도를 위해 DC motor 를 연동시키는 방법과 다수의 Cable 견인을 위해 Double Wheel 을 사용하는 방안을 제안하였다.

2. Cable Pulling Feeder Mechanism Design

2.1 Cable Pulling Feeder 목표 사양 선정

Cable Pulling Feeder 의 기본 역할은 협소공간에서의 단독 작업 수행 및 Winch 의 부하를 줄여주기 위한 기능을 수행한다. 최대 15m/min 는 Cable 을 견인하며 보조역할을 하는 작업자의 안전을 위한 Cable 포설작업을 위한 규정속도이다. 따라서 Winch 의 견인 속도인 최대 15m/min 를 맞추어 줄 수 있어야 한다. 견인력은 단위 블록등에서 단독 작업할 Cutting Cable 의 무게(약 400kg) 의해 개발 사양을 선정하였다.

Table 1 Cable Pulling Feeder 개발 목표 사양

구분	현재수준	개발목표	주요특징
견인하중	Max. 350kgf	Max. 400kgf	최대 15% 향상
견인속도	3m/min	15m/min	최대 견인하중 시 4~5 배 향상
크기 (mm)	L1,040 × W699 × H953	L810 × W650 × H531	이동성능 우수
중량	130kg	90kg	약 30% 감소
기타	-	-분배기 설치 - Remote Control - Auto Reel - 안전브레이크설치	추가 기능 향상

2.2 동력 선정

Cable Pulling Feeder 작동 원리는 상하부의 Wheel 사이의 Cable 을 압착하여 Wheel 과 Cable 마찰로 Cable 을 견인한다. 현재 사용중인 Ultra Cable Feeder 의 구성은 하부 Wheel 에만 동력을 주었으며, 상부 Wheel 은 Idle Wheel 이다. 이로 인해 Cable 의 견인시 Slip 현상이 자주 발생하여 효율이 절감된다. 이러한 현상을 제거하며 동력의 효율을 높이기 위해 Wheel(280mm) 상하부에 동력을 설치하여 설계 한다.

$$P = F \times V \times \eta \dots\dots\dots(1)$$

P: 소요동력(kW), F: 견인력(kgf), V: 견인속도(m/min), η: 기계효율

(1)식을 이용하여 가선편한 모터는 900W, 5,000rpm 으로 선정하였으며, 체인감속 2:3 과 1:200 감속기를 적용하여.

$$V_{max} = \frac{\pi DN_M}{R} \dots\dots\dots(2)$$

V_{max} : 최대견인속도(m/min), D : Wheel 직경 (m)
 N_M : 모터회전속도, R : 감속비

(2)식을 통해 Wheel의 최대 속도 15m/min을 얻었다.

체인 선정은 체인에 걸리는 하중을 (3)식에서 얻어 충격계수 및 속도계수를 고려한 (4)식을 통해 최대허용하중 900kgf인 60호를 선정하였다.

$$F_C = \frac{6120 \times P(kW)}{V_{max}} \dots\dots\dots(3)$$

$$F_A = F_C \times K_{IMP} \times K_V \dots\dots\dots(4)$$

F_A : 체인의 최대허용하중 (kgf), K_{IMP} : 충격계수,
 F_C : 체인에 걸리는 하중 (kgf), K_V : 속도계수

3. 실험 결과

개발한 Cable Pulling Feeder의 최대하중, 최대속도를 테스트하기 위해 로드셀과 속도 측정기를 이용하여, 최대값 견인력 및 속도를 측정 하였으며, 기존 Green Lee사의 Ultra Cable Feeder와의 비교하여 보았다.



(a) Green Lee Textron Inc. (Ultra Cable Feeder)



(b) DSME Co., Ltd. (Cable Pulling Feeder)

Fig 2. Cable Pulling Feeder 비교

테스트 결과 Ultra Feeder 보다 견인하중 30%, 견인속도 약 4~5 배의 높은 결과를 얻었다.

Table 2의 결과값을 바탕으로 최대견인력과, 속도를 설정하고 기존의 Ultra Cable Feeder 작업 시 높은 속도에서 나타났던 Slip 현상을 테스트 하였다. 개발한 Feeder는 상하부 Wheel의 구동과, Cable의 충분한 압착으로 인해 Slip 현상은 발생하지 않았다. 하지만, 다양한 Cable 종류가 설치 되는 선박에서 Cable 외피의 재질은 중요한 고려 사항이다. 테스트 결과 Wheel의 표면과 Cable은 400kgf 이상에서 표면이 갈리는 현상이 나타났다. 또한 과도한 Wheel과 Cable의 압착은 외피손상뿐만 아니라, 곡선부 포설 시

Wheel tire의 Air가 빠지는 현상이 발생하였다. 이는 Cable 포설 작업 시 작업 특성을 파악하여, Feeder의 견인하중, 및 견인속도를 설정하여 작업을 해야 할 것이다.

Table 2 Cable Pulling Feeder 성능비교

구분	Green Lee Ultra Cable Feeder	DSME Cable Pulling Feeder
견인하중	Max. 350kgf	Max. 450kgf
견인속도	2m/min	15m/min
크기	L1,040 × W699 × H953	L810 × W650 × H531
중량	130kg	90kg
최대 Cable 수	1 가닥 (High Voltage Cable 기준)	2 가닥 (High Voltage Cable 기준)
Slip 현상	견인속도 높아지면 발생	Slip 현상 없음
기타기능	속도, 부하 조정 불가 속도, 부하 표시 불가 - 과부하 차단 기능 불가 -	속도, 부하 조정가능 속도, 부하 표시 분배기능 과부하 차단 기능 안전 브레이크 기능

4. 결론

Cable Pulling Feeder 연구 개발은 기존 Green Lee사의 Ultra Cable Feeder를 보완하고, 급변하는 포설 공정과, 선박 건조 기간 단축을 위해 보다 높은 속도와 견인력 개발에 중점을 두었으며, 작업특성을 파악하여 견인속도 15m/min, 견인하중 450kgf를 고려하여, Double Wheel을 적용한 Feeder를 제안하였다.

이렇게 제안된 Cable Pulling Feeder는 해양플랜트 (Offshore Plant)에 적용되었으며, 목표사양보다 높은 견인하중 450kgf의 성능을 보였다. 이는 Green Lee사의 Ultra Cable Feeder보다 견인속도 약 4~5 배, 견인하중 약 30%에 달하는 수치이다. 반면에 Cable 표면 재질을 고려하지 않고 과도하게 높은 견인력과 압착력은 Cable 표면에 손상을 나타내는 현상을 확인 할 수 있었다. 또한 Cable 포설 구간의 각종 롤러 및 지그류를 설치하여, 견인 부하를 줄여주면, Feeder 및 Winch에 부하를 줄여 작업효율을 향상시킬 수 있었다. 이는 앞으로 현장 적용을 통해 얻어지는 결과를 Data화 하여, 종류별 Cable의 규정 견인속도와 견인하중을 선정하여, 작업을 해야 할 것이다.

앞으로 제안된 Cable Pulling Feeder에 소형/경량화 및 90도 cable 포설 구간(상부→하부)에 적용할 수 있는 Feeder를 개발 할 수 있도록 지속적인 연구를 수행 할 것이며, 특히 Cable Drum 거치대를 이용하여 Cable 포설 시 Cable Drum의 관성력을 Cable Pulling Feeder가 제어 할 수 있는 방법을 개발하여 전선 포설 기계화에 따른 안전 작업을 도모 할 수 있도록 할 것이다.

후기

본 연구는 대우조선해양(주) 산업기술연구소 연구비를 지원 받아 수행하였음.

참고문헌

1. 홍장표 “기계설계 이론과 실제 5판” 교보문고 2008. 3
2. 한국 NSK, 구름베어링, 2000
3. 오구리 후지오, 오구리 타쯔오 “기계설계도표편람 개선 증보 5판” 대광서림. 2007. 12
4. http://www.greenlee.com/cat_docs/Cable_Pulling09.pdf