

## 예인원치 케이블 권선정렬 시스템의 제어에 관한 연구

### A Study on the Control of a Cable Spooling System for Towed Array Handling Winch

양승윤\*, 조상훈\*, 최준호\*, 박래석\*

\* 국방과학연구소 2체계-수중탐지부 (Tel : 81-055-540-6224; Fax : 81-055-542-3737)

**Abstract** : The purpose of this paper is to study on the control of a self-activated cable spooling system for towed array handling winch using a hydraulic servo driving unit and a cable position measurement mechanism. To design a controller of the cable spooling system, it is carried out the analysis of the hydraulic servo system and derived the relationship of a parameters through the control theory. Also, it is derived from the control specifications using settling rotation angle and spooling safety ratio proposed to the analysis for the behavior of the system. The cable spooling system is tested and evaluated to validate the performance of the controller.

**Keywords** : Cable Spooling System, Settling Rotation Angle, Spooling Safety Ratio

#### 1. 서론

예인원치는 센서의 심도조절 및 신호전송용 예인케이블을 수중으로 투하하여 예인하거나, 반대로 수중의 케이블을 인양하여 윈치 드럼에 저장하는 역할을 한다. 이러한 예인원치의 운용성 증대와 드럼크기의 최소화를 위하여 케이블을 드럼에 가지런히 정렬하는 기능을 갖는 케이블 권선정렬 시스템이 필요하다.

특히, 케이블이 드럼상에 비정렬로 감기게 되면 적층체적이 증가할 뿐만 아니라 드럼에 감겨져 있는 케이블은 드럼회전으로 인해 느슨하게 아래로 처져 함상바닥과 접촉하게 된다. 또한, 무하시 비정렬로 된 케이블은 적층간섭에 의해 순간적으로 발생하는 큰 장력을 받게 된다. 그러므로, 예인원치에는 케이블의 손상을 방지하기 위하여 드럼상에 케이블을 중첩 또는 건너뛴없이 가지런히 정렬해주는 것은 매우 중요하다.

케이블 권선정렬 시스템은 드럼중동 구동형<sup>(1)</sup>과 자체구동형<sup>(2)</sup>으로 구분되며, 근래 외국에서는 초기 위치설정 변경과 같은 보정작업이 어려운 드럼중동 구동형보다는 드럼상의 케이블 위치에 따라 좌우로 연동하여 융통성있게 케이블을 정렬해주는 자체구동형을 사용하는 추세이다. 따라서 본 논문에서는 전기적인 구동장치에 비해 자중당 출력비가 높고 응답속도가 빠른 유압-서보 구동방식으로 드럼과 케이블 권선정렬 시스템 사이의 케이블의 상대위치를 추종하는 방법을 사용하여 자체구동형 케이블 권선정렬 시스템을 설계하였다<sup>(3)</sup>.

본 논문에서는 드럼상의 케이블 위치와 동일한 선상에 놓이도록 이송대의 위치를 이동해주는 제어기를 설계하기 위하여 유압-서보 플랜트를 분석하고 제어이론을 사용하여 제어변수들간의 관계를 파악하였으며, 시스템의 동특성 분석으로부터 고안한 '정정회전각'과 '정렬안전율'을 이용하여 제어사양을 도출하는 방법을 제시하였다. 이렇게 설계된 자체구동형 케이블 권선정렬 시스템의 제어기는 전산모의실험을 통하여 그 성능을 분석하였고, 실제 실험을 통하여 우수한 성능을 입증하였다.

#### 2. 시스템 모델링

##### 1. 케이블 권선정렬 시스템 모델링

본 연구 대상인 케이블 권선정렬 시스템은 그림 1에서 보는 바와 같이 제어기와 V-I 변환기인 전자제어부, 유압 요소인 서보밸브-유압모터-부하(볼 스크류 및 이송대)의 결합형태로 된 플랜트, 그리고 LVDT(Linear Variable Differential Transformer)를 이용하여 드럼과 이송대 간에 케이블의 상대위치오차를 측정하는 케이블 위치 측정 기구로 구성된다.

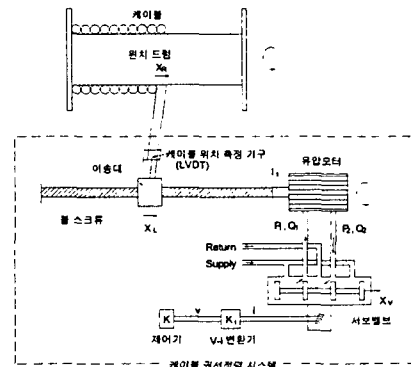


그림 1. 케이블 권선정렬 시스템의 구성도

상대 위치오차를 측정하는 LVDT의 출력전압  $V_C$ (volts)는

$$V_C = K_L (X_R - X_L) \quad (1)$$

으로 표현된다. 여기에서  $K_L$ 은 LVDT의 이득(volts/cm)이며,  $X_R$ 과  $X_L$ 은 각각 드럼상과 케이블 권선정렬 시스템상의 케이블 위치(cm)이다. 또한, 서보밸브를 작동시키는 입력전류  $I_C$ (mA)는

$$I_C = K_i K V_C \quad (2)$$

으로 표현된다. 여기에서  $K_i$ 와  $K$ 는 각각 V-I 변환기와 제어기의 이득이다. 서보밸브의 특성식은 간소화되어진 1차 함수를 사용