

# AHC 시뮬레이터에서 선체동요용 액추에이터의 길이변화에 따른 수직변위 분석

## Analysis on the vertical displacement of ship motion by changing the length of actuator in AHC Simulator

\*김현성<sup>1</sup>, #한근조<sup>2</sup>, 한동섭<sup>2</sup>

\*H. S. Kim<sup>1</sup>, #G. J. Han(gjhan@dau.ac.kr)<sup>2</sup>, D. S. Han<sup>2</sup>

<sup>1</sup>동아대학교 기계공학과, <sup>2</sup>동아대학교 기계공학과

Key words : Deck Crane, Actuator, Vertical Displacement, Active Heave Compensator

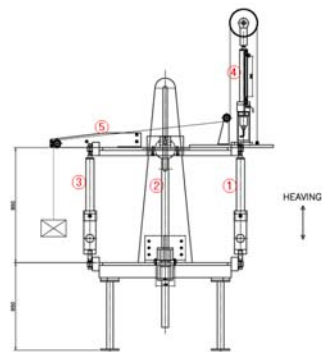
### 1. 서론

AHC(Active Heave Compensator)는 파고로 인한 와이어로프로 전해지는 동요를 감소시켜 해중에서의 작업을 원활하게 해주는 장비를 말한다. 와이어로프의 길이를 조절하여 파도에 의한 동요(motion)를 보정하여 양하역이나 해중에서의 작업에 도움을 주는 역할을 한다. 즉 파고에 따른 선박의 움직임과 관계없이 작업물의 높이를 조절하는 능동형 장치이다. AHC는 드럼을 사용하여 와이어로프의 길이를 직접 제어하는 방식과 유압실린더를 사용하여 제어하는 방식이 있다. 본 연구에 사용된 AHC 시뮬레이터는 유압실린더 제어방식을 사용하였다. AHC 시스템을 구현하기 위해서는 파고의 높이를 계측하기 위한 센싱기술과 이를 이용하여 유압실린더의 위치를 신속히 조절하기 위한 Controller가 필요하다. 이를 위해 MRU 센서를 이용하여 센서의 정보와 Tip의 위치사이의 상관관계를 분석하여 AHC 제어 프로그램에 반영해야 한다. 본 연구는 유압실린더를 이용하여 파고의 움직임을 구현하였을 때 MRU 센서의 위치정보와 시뮬레이터 Tip의 위치와의 상관관계식을 도출하였다.

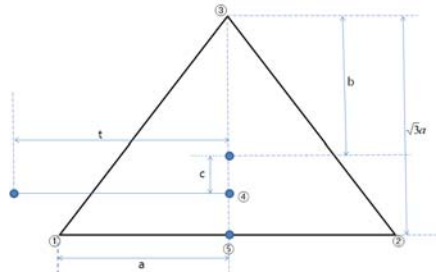
### 2. AHC 시뮬레이터의 기구학적 분석

AHC 시뮬레이터는 Fig. 1 같이 파고의 움직임을 구현하는 유압실린더(①~③)와 와이어로프를 제어하여 선체의 동요를 보정하는 유압실린더(④), 선박용 데크 크레인(Deck Crane)(⑤)을 형상화한 붐(boom)으로 구성되어 있다. 파고구현용 실린더로 인해 발생하는 상판의 움직임은 하중을 지탱하고 있는 붐의 Tip 끝에 수직방향 변위를 발생시킨다. Fig 2는 시뮬레이터 상판구조물의 치수로 파고

구현용 실린더와 붐의 수직변위사이의 관계식을 도출하고자 한다.

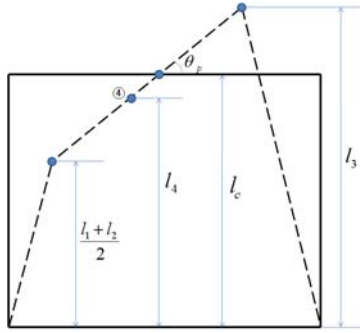


<Fig. 1 Simulator for AHC System>

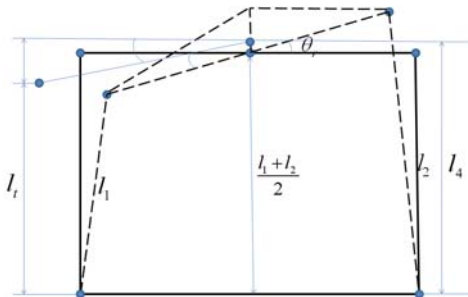


<Fig. 2 Main Plate of AHC Simulator>

시뮬레이터는 크게 Rolling, Pitching, Heaving의 운동으로 작동된다. Fig.3과 Fig.4는 Pitching 및 Rolling 운동을 하였을 때 파고구현용 실린더 길이 변화를 나타내었다.



<Fig. 3 Pitching of AHC Simulator>



<Fig. 4 Rolling of AHC Simulator>

초기 실린더 길이  $l_c$  과 boom의 중심위치까지의 수직거리  $l_4$  는 다음과 같다.

$$l_c = \frac{l_1+l_2}{2} \cdot 2 + l_3 \cdot 1 = \frac{l_1+l_2+l_3}{3}$$

$$l_4 = l_c - \frac{a}{b}(l_3 - l_c)$$

$l_c$  와  $l_4$  를 이용하여 boom의 Tip끝의 수직거리를 계산하면 다음과 같은 식으로 유도된다.

$$l_t = l_4 - \frac{t}{a} \left( \frac{l_2-l_1}{2} \right) = l_4 + \frac{t}{a} \left( \frac{l_1-l_2}{2} \right)$$

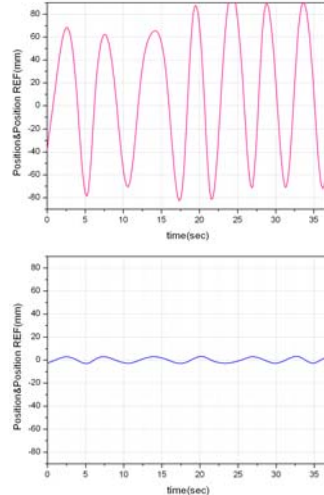
$$l_t = \frac{(2ab+2ac+3bt)l_1 + (2ab+2ac-3bt)l_2 + (2ab-4ac)l_3}{6ab}$$

이때 Tip의 수직변위는 초기위치  $l_0$  에서 나중위치  $l_t$  의 차로 구할 수 있으므로 다음과 같은 최종식으로 유도할 수 있다.

$$\Delta z = l_0 - \frac{(2ab+2ac+3bt)l_1 + (2ab+2ac-3bt)l_2 + (2ab-4ac)l_3}{6ab}$$

### 3. 변위제어 테스트

AHC Simulator의 변위제어를 확인하기 위하여 플레이트 상판과 붐의 Tip 끝의 변위를 비교테스트 하였다. Fig. 5는 변위제어 테스트 결과를 나타내었다.



<Fig. 4 Rolling of AHC Simulator>

### 4. 결론

본 연구는 동적인요소를 배제하고 정적분석만으로 AHC 시뮬레이터의 변위제어를 위한 관계식을 도출하였다. 변위제어테스트 결과 시뮬레이터 상판에 비해 붐의 Tip끝의 변위가 6% 이내로 나타남을 알 수 있다. 본 연구는 50ton 용량의 데크 크레인용 AHC 시스템에 응용이 가능하다.

### 후기

본 연구는 교육과학기술부와 한국연구재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

### 참고문헌

1. Umesh A. korde, "Active Heave Compensation on Drill-Ships in Irregular Waves", Ocean Engineering , Vol. 25, No. 7, pp 541-561 1998
2. K.D. Do and J Pan, "Nonlinear control of an Active Heave Compensator system" ,Ocean Engineering, Vol. 35, pp558~571 2008