

능동형 횡동요 감쇠장치의 효능에 관한 연구

최찬문 · 안장영 · 서두옥
제주대학교

서론

선박은 근본적으로 파랑이 항상 존재하는 해상에서 운항하게 되므로 파랑 중에서의 선체운동 여객, 승무원, 화물 및 선박 자체의 안전과 밀접한 관계를 가지게 된다. 뿐만 아니라 선박의 운동은 해상에서의 각종 활동과 임무수행의 정도를 결정하는 주요한 인자가 되고 있다. 횡동요(Rolling)는 6 자유도 운동 가운데에서 가장 중요한 운동이며, 선박들이 근본적으로 횡동요에 대하여 낮은 감쇠특성을 갖고 있기 때문에 안정성 측면에서 볼 때에 가장 많이 제어되어 왔다. 또한 선박의 안정성능, 운항성능 및 조업 성능과도 밀접한 관계를 가지고 있다.

횡동요는 선형운동방정식에 대해 강제운동을 줄이는 세 가지 방법은 감쇠계수(Damping coefficient)를 증가, 선박의 고유주기 변화, 기진력(Exciting force) 및 모멘트를 감소시키는 방법 등 있다. 그러나 이 중에 가장 효과적인 것이 Frahm의 U-tube 식 수동형 감요수조(Passive A.R.T(Anti-rolling tank))가 가장 널리 사용되고 있다. 특히 이는 구조가 간단하고 운용이 용이하며 수조 내의 유체 운동이 자연적으로 이루어지므로 별도의 동력을 요구하지 않는다는 장점을 가지고 있다. 그 형상 면에서도 선박에 횡동요 고유주기에 근접한 파랑을 만나는 경우 뛰어난 효과를 나타내고 있다. 그러나 선박의 공진 영역에서는 탁월한 감쇠 성능을 보이나 그 밖의 주파수 영역에서는 오히려 횡동요를 증가시키는 역효과를 일으키는 성질을 가지게 된다. 역효과는 선박의 운항성능과 밀접한 관계를 가지고 있어서 운동 성능을 개선시키는 것이 요구된다. 이와 같은 수동형 감요수조의 단점을 보완하기 위해 고안된 것이 능동형 감요수조(Active A.R.T(Anti-rolling tank))로서 감요수조 내의 유체의 유동을 외부로부터 별도의 동력을 사용하여 원하는 형태로 제어가 가능한 시스템을 개발 제작된 설비는 전적으로 외국에서 수입하여 일부 선박에서 장착되어 운항하고 있다. 지금까지의 연구들은 수동형 과 능동형을 시험수조 내에서 Bench Tester를 이용하여 성능을 비교, 검토하여 장·단점들을 논의하여 온 것이 현실이다. 그러나 실험수조 내에서는 해상에서 일어나는 모든 요소를 적용 할 수 없을 것으로 생각된다. 그래서 현재 제주대학교 실습선 아라호에 설치 한 능동형 감쇠장치의 효능을 실험하기 위하여 해상에서 선박을 정지, 항해 상태로 나누어 경사계에 의한 횡요각, 피칭각을 측정하여 이에

대한 평가를 하는데 그 목적을 두었으며, 향후, 소형 어선에서의 적용 방법을 찾고자 한다.

재료 및 방법

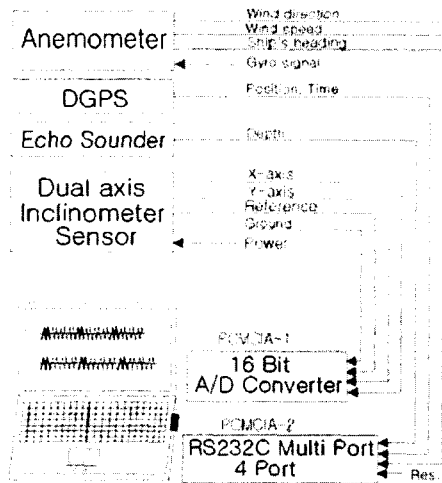


Fig. 1. Schematic diagram of experiment using the equipments

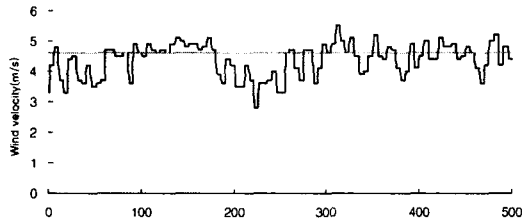
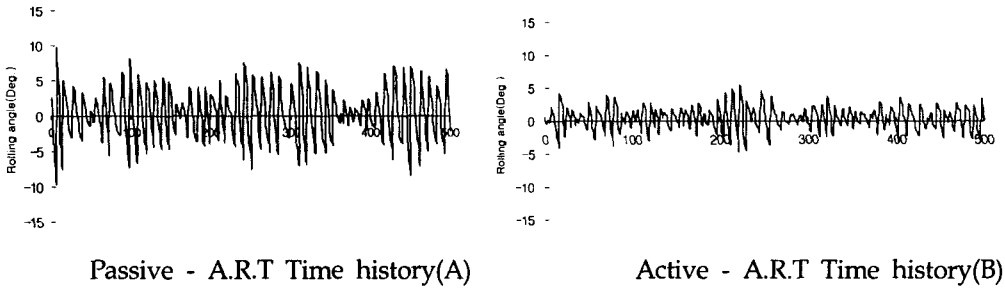
군탐지기에 의한 수심을 일정한 간격 즉, 횡요 및 피칭각에 대해서는 0.4 sec. 그 외에는 2.0 sec. 간격으로 자동 수신하였다. 특히 해상의 상태는 수시로 변하기 때문에 본 실험에서는 가능한 동일한 해상 조건을 반영하기 위하여 측정 시간을 10 - 20분 간격으로 감쇠장치를 작동(ON : Active - A.R.T), 작동 중지(OFF : Passive - A.R.T) 시켜서 선박을 정지 상태에서는 4회, 운항 중에는 5회에 걸쳐 그 효능 정도를 분석하였다.

결과 및 요약

Fig. 2. 3은 2003년 8월22일 33°00'.44"N, 125°59'.88"E 위치에서 평균수심 108.1m, 평균 풍속 4.6 m/s, 평균 풍향(상대방위) 111.8°의 해상 상태에서 선박을 정지 한 후, 감쇠장치의 작동을 정지(Passive - A.R.T), 작동 중지(Active - A.R.T)를 했을 때 경사계에 의한 횡요각 및 피칭각, 풍속계에 의한 풍속의 변화를 나타냈다.

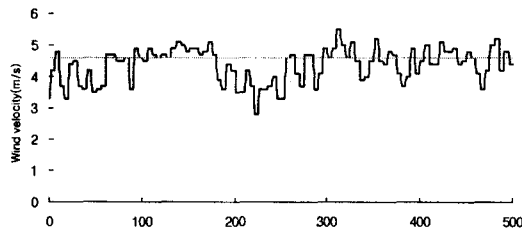
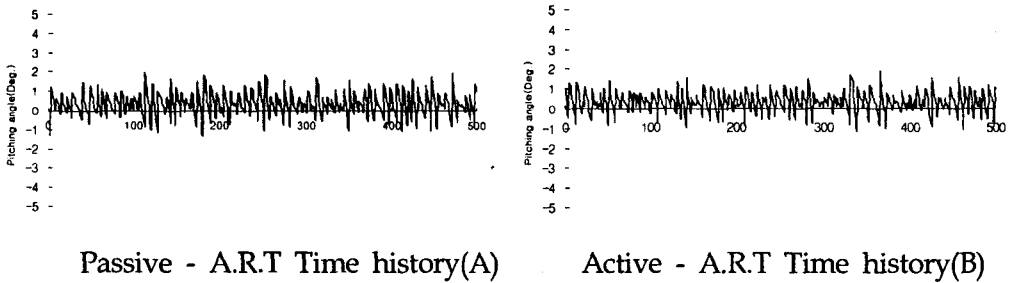
제주대학교 실습선 아라호에 설치된 횡요 감쇠장치는 Interling Stabilizer 제인 U-tube를 이용한 Active -A.R.T(Anti-rolling tank)형이다. 감쇠 효능을 검토하기 위하여 그 방법으로는 Fig. 1에서 나타났다.

경사계는 SSY0090P(SSY0194) : USA) 제품으로서 이를 선체 중심선에 설치하여 해상에서 선박을 정지 한 상태, 운항 중일 때에 횡요 감쇠장치를 작동 시켰을 때와 작동을 중지하였을 때를 A - D변환기를 통해 횡요각(Rolling Angles), 피칭각(Pitching Angles), 풍향풍속계에 의한 풍향(상대 및 절대방위), 풍속, GPS에 의한 위치, 선속, 선수방위, 어



Wind velocity Time history(C)

Fig. 2. Time Histories of Rolling Angles, Wind velocity in Irregular Waves at the conditions of stop engine



Wind velocity Time history(C)

Fig. 3. Time Histories of Pitching Angles, Wind velocity in Irregular Waves at the conditions of stop engine

Fig. 4는 운항 중에 $31^{\circ}00'.37''N$, $126^{\circ}05'.83''E$ - $33^{\circ}38'.31''N$, $128^{\circ}04'.00''E$ 사이의 해역에서 감쇠장치의 작동을 정지(Passive - A.R.T), 그리고 $31^{\circ}00'.39''N$, $126^{\circ}14'.51''E$ ~ $33^{\circ}38'.17''N$, $128^{\circ}00'.91''E$ 위치에서는 작동(Active - A.R.T) 했을 때 경사계에 의해 각각의 횡요각, 풍속 변화를 나타고 있으며, 이 때의 해상 상태는 평균 풍속은 7.1m/s., 평균 풍향은 117.0° , 평균 선속은 13.6 k/t였다.

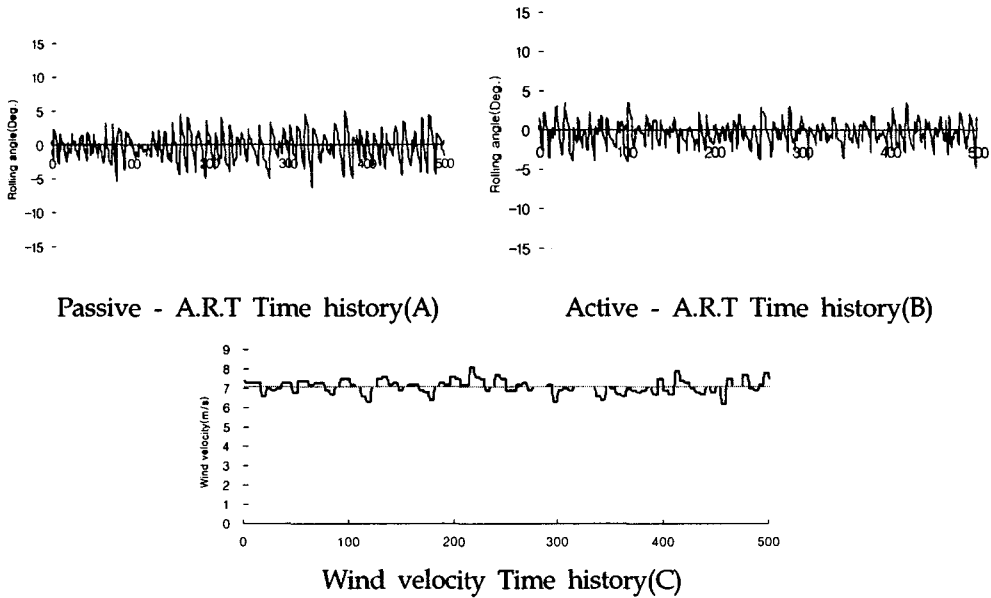


Fig. 4. Time Histories of Rolling Angles, Wind velocity in Irregular Waves at the conditions of Underway

경사계를 통해서 그 효능을 분석한 결과 선박이 정지 한 상태에서 그 장치를 작동 했을 때는 좌·우현 횡요각의 최대값은 10.5° , 10.1° , 평균 횡요각의 범위는 $2.74\sim 2.79^\circ$ 이였고, 또한, 작동을 중지 했을 때 좌·우현 횡요각의 최대값은 5.2° , 5.5° , 평균 횡요각의 범위는 $1.37\sim 1.45^\circ$ 로 나타났다. 그리고 선박이 항해 중 일 때의 그 효능을 살펴보면 감쇠장치를 작동 할 때의 좌·우현 횡요각의 최대값은 5.8° , 4.6° , 평균 횡요각의 범위는 $1.57\sim 1.15^\circ$ 이였고, 또한, 작동을 중지 했을 때 좌·우현 횡요각의 최대값은 6.5° , 5.0° , 평균 횡요각의 범위는 $1.37\sim 1.45^\circ$ 로 각각 나타내었다. 이상의 결과에서 감쇠장치의 효과가 있음을 알 수 있었으며, 그리고 운항 시 보다는 선박이 정지 했을 경우에 감쇠장치의 효능이 크게 나타났다. 이러한 결과는 선박이 정지 중에 Bilge Keel의 역할이 운항 중 보다 적게 효과를 보이고 있다고 생각되며, 횡요감쇠 장치는 피칭각에 대해서는 거의 영향을 미치지 않았다.

참고문헌

- 권석암 . 1985. Active A.R.T(air controll)의 자동 제어에 의한 성능에 관한 연구. 인하대학교 대학원 석사학위논문.
- 방일남. 1999. 능동형 감요수조 시스템의 실용화를 위한 실험적 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- Jae-Moon Lew, Bong-Joon and Hyo-Chul Kim. 2003. On the Passive type Anti-Rolling Tank and its Active by Air Blower. SOTTECH Vol. 7, No. 1, pp.19~28
- 유재문, 백창섭, 장진호, 유희석, 김재성, 김효철. 1997. 감요수조를 설계를 위한 Bench Tester의 개발. 대한조선학회 추계학술대회논문집. pp. 313~316