

선박입항 지원안내 시설물의 실제 해역시험과 향후의 전망

久保雅義 / 神戸商船대학 교수
박 상 길 / 부산대학교 교수

이 논문은 일본의 神戸商船대학 久保雅義 교수가 연구하여 일부를 대한토목학회 부산·울산·경남지회에
서 1999년 7월 22일에 강연을 실시한 것이다. 따라서, 이 연구를 참조하여 우리나라 어항개발 정책에
도움이 되기를 바란다. <편집자 주>

악천후시에 선박의 안전한 입항을 가능하게 하는 시설로서 제안되고 있는 '선박입항지원안내'의 연구개발이 兵庫縣 香住어항을 모델로서 지원안내 2호기에 의한 실제해역에서 실험을 실시했다. 실험결과 공기스프링부착 오일댐퍼의 저반력, 큰 에너지 흡수기능과 충돌시의 선체 및 승선자의 안전성을 확인할 수 있었다. 여기서는 지원안내의 에너지 흡수특성, 내구성에 대해서 기술하고, 지원안내의 향후 전망에 대해서 기술하고자 한다.

1. 서 론

대양에 접해있는 어항 및 항만은 고파랑의 영향을 받기 때문에 악천후시에는 선박의 입항이 대단히 어렵다. 이 때문에 선박의 흡항이 잦고,

심해에서 선박의 대기 시간이 길어져서 필요경비가 증가하기도 하고, 방파제에 충돌하거나, 암초에 닳이 걸리는 등의 해난사고가 발생하고 있다.

또, 정기적인 선박의 운행을 확보하기 위해서는 악천후시에도 연안에서 선박의 운항이 가능하게 하는 기술을 개발할 필요가 있다. 또, 국내 화물수송에 있어서 육지에서 선박으로 원만한 선적을 위해서는 선박의 접안, 계류, 하역, 출항 등의 제작업을 효율화하고, 그 소요 시간을 단축해야 한다.

본 연구에서는 선박이 안전하게 입항하여 안벽에 접안 후 작업시간의 단축을 가능하게 하기 위해서는 다음과 같은 연구가 필요하다. 첫째로, 입항후 안벽에 접안 할 때 비교적 고속으로 선박의 접안 방법이 개발되어야 하고, 둘째로, 선박이 안벽에 충돌할 때 발생하는 충돌

에너지가 선체를 손상시키지 않기 위한 저반력과 큰 에너지 흡수장치를 선박입항지원안내 시설물의 연구에서 개발해야 한다.

본 시설의 개발은 실내모형실험에 의해 검토한 후, 1995년에는 西宮市鳴尾浜의 항만 안벽에서 실제크기의 지원안내 1호기를 설치한 후 기능확인시험을 마쳤다. 시험결과 밝혀진 문제점을 검토하고, 신규로 지원안내 2호기를 제작한 후 1996년 4월에 兵庫縣 喬住어항에 설치하고, 실제 선박을 충돌시켜 기능확인시험을 실시함과 동시에, 지원안내의 내구성에 관해서 실험을 했다. 본 연구에서는 지원안내 2호기에 있어 오일댐퍼의 반력, 에너지 흡수 특성, 선박입항지원안내 시설물의 향후의 전개에 대해서 연구결과를 설명하기로 한다.

2. 선박입항지원안내 시설물의 개요와 적용법

선박입항지원안내 시설물은 저반력·큰 에너지 흡수장치인 플로터, 受衝杵(충격을 받는 장치), 공기스프링부착오일댐퍼의 3가지 주요 장치로 구성되어 있다. 선박의 충돌에너지를 플로터의 변형과 受衝杵를 사이에 끼운 오일댐퍼가 변

위하는 것에 의해 흡수된다

선박입항지원안내 시설물은 먼바다에 접한 항만 및 어항의 개구부에 설치하고, 악천후시의 고파랑과 강한 바람에 의해 운항을 할 수 없는 선박의 요동을 완화시켜 선체의 손상을 방지하고, 항로를 바꾸어 안전하게 입항시킬 수 있는 시설이다. 또, 이 시설을 항내의 접안시설에 설치하면 선박의 접안속도를 감속시키지 않아도 접안시킬 수 있다. 이 같은 선박입항지원안내 시설물의 특징으로부터 우리는 <그림-1>에 표시한 사용법을 알 수 있다.

입항지원시설을 ①, ⑤와 같이 항구부의 항외측에 평행하게 설치하면 악천후시에도 선박이 ⑤에 접촉하여 균형을 잃어도 ①을 따라 안전하게 입항하는 것이 가능하다. 또, 입항지원시설을 충돌방지시설로서 ②, ③과 같이 주방파제의 항내측과 부방파제의 항외측에 평행하게 설치하면 입항시에 선박의 조정을 잘못된 경우에도 방파제에 직접 충돌하는 것을 방지하고, 선체의 안전을 확보할 수 있다. 또, 입항지원시설

을 ④, ⑥처럼 암초와 어초등의 전면에 배치하면, 선박의 좌초를 방지할 수 있다. 그리고, ⑦의 경우는 접안시설로서 사용하기 때문에 접안 속도를 그다지 줄이지 않고도 단시간에 안벽에 접안할 수 있다.

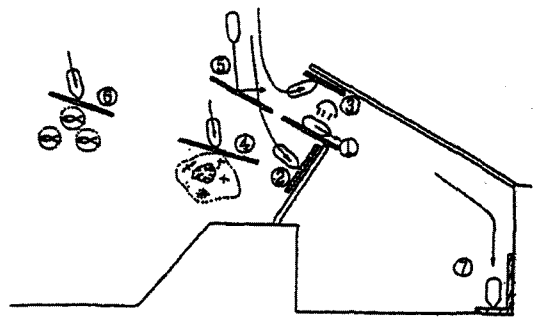
3. 지원안내 시설물 1호기의 제안

선박입항지원안내 시설물은 선박이 입항과 접안시에 자연조건이 열악한 장소에 설치하기 때문에 선박이 장애물과 충돌하는 것을 방지하는 시설의 기능을 갖추어야 하며 아래와 같은 기능을 요구한다.

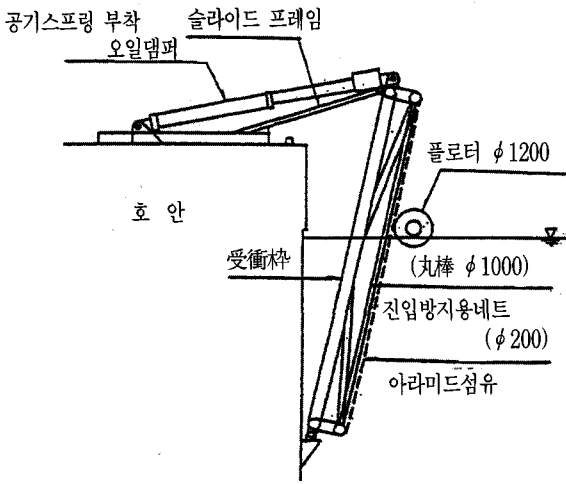
① 열악한 자연조건(고파랑, 강한 바람, 강한 흐름, 고농도 염분)에 충분히 견딜 수 있는 구조이어야 한다.

② 선박이 접근할 수 있도록 파의 반사율이 작아야 한다.

③ 선박의 안전을 위해서 충돌시에도 충분한 충돌에너지



<그림-1> 선박입항 지원안내 시설물 사용법



〈그림-2〉 선박입항 지원안내 시설물 1호기 구조도

흡수기능을 가져야하고 또 선체에 손상(파손)을 주지 않도록 반력이 작아야 한다.

④ 선박이 지원안내 시설물을 따라서 순조롭게 운항할 수 있어야 한다.

충돌시의 선박이 갖는 충돌 에너지를 저반력으로 흡수하기 위해서는, 용수철과 같은 선형 변위-반력특성을 가져야 한다. 이와 같은 에너지 흡수 장치로서는 변위의 초기에서는 에너지 흡수량이 작고, 동시에 소요의 에너지를 흡수하기 위해서는 변위가 크게 되어야 한다.

그러나 지원안내 시설물을 선박이 접촉한 후에는 선박이 순조롭게 운항하기 위해서는 변위를 가능한 적게 할 필요가 있다. 따라서, 변위의 초기단

에서 변위가 크게 되고, 변위속도가 작아지면 용수철에서 에너지를 흡수해서 이 용수철에 의해 수축된 오일댐퍼를 원래대로 복원시키는 것이 가능하다.

이 구조물의 구성은 용수철과 dashpot를 병용시킨 에너지 흡수장치를 도입했다. 또, 선박충돌시의 충돌 완화 시설물로서 플로터를 설치했다. 이 플로터는 플로터 사이에 끼운 강제의 受衝樑로서 충돌에너지를 막아내고, 에너지의 흡수 장치로 충격력을 전달하는 구조로 만들었다. 受衝樑 전면에는 丸鋼으로 길게 종축을 따라서 설치함과 동시에 아라미드 섬유를 망을 설치하여 선수가 갑자기 돌진하여 受衝樑에 충돌하는 경우를 방지했다.

계에서부터 어느 정도의 반력을 얻어서 에너지를 흡수할 수 있는 에너지 흡수장치를 고안할 필요가 있다. 여기서, 지원 시설물의 변위속도가 클 때에는 감쇄 장치(dash-

4. 지원안내 시설물 1호기에서 해결해야 할 기술과제와 대책

1995년 7월에 鳴尾지구 안벽에 지원안내 1호기를 설치하고 측량선(19G.T)을 충돌시켜, 저반력·큰 에너지흡수 기능, 충돌시의 요동, 변침기능(방향 전환), 선체의 안전성 등을 확인했다. 그 결과 〈표-1〉에 나타낸 것과 같은 지원안내 실용화를 향한 기술적 문제점이 명확히 되었고, 이들의 문제점을 검토하기로 한다.

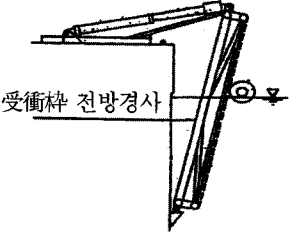
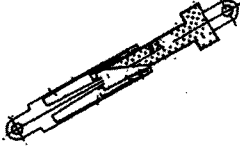
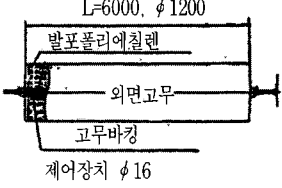
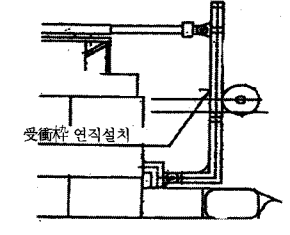

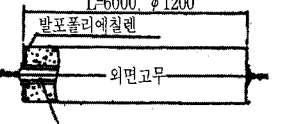
5. 지원안내 시설물 2호기의 개요

지원안내 시설물 1호기를 이용하여 해역에서 시험한 결과로부터 명확히 밝혀진 기술적 문제점에 대하여 대책을 검토해서, 지원안내 시설물 2호기를 신규로 제작하여, 1996년 4월에 兵庫縣 城崎郡 香住町 香住어항에 설치했다.

〈그림-3〉은 지원안내 시설물 2호기의 장치배치를 나타낸 것이다.

방파제 상부에 설치된 가시설물의 위에 오일댐퍼를 설치하고, 이것을 상부 끝에서 1점의 한지로 결합시켰다. 受衝樑는 그 양측 하단을 수면 밑

〈표-1〉 지원안내 시설물에서 해결해야 할 기술적 문제점과 대책

기술적 문제점	① 受衝杵의 보유와 유지	② 공기용수철 부착오일댐퍼의 기구와 구조	③ 선박이 受衝杵로 직접 접촉하는 것의 방지
지원 안내 시설물 1호기			
지원 안내 시설물 2호기 (개량형)		 <p>오일댐퍼수평장치 · 자유피스톤 · 오일락 기구</p>	 <p>강관의 내삽 네트, 종축의 철거</p>
대책 및 개선점	<p>受衝杵가 앞으로 기울어져 있어서 충돌·변침중인 선박이 횡으로 기울어져서 선박의 창문과 受衝杵가 접촉할 가능성이 있다. 또, 접촉시에 승선자에게 압박감을 준다. 그 결과, 受衝杵를 연직으로 설치한다.</p>	<p>오일댐퍼의 수평설치를 위한, 프리 피스톤의 복원시에 엔드스토퍼와의 충돌완화를 위한 오일락 장치의 채용이 필요하다.</p>	<p>선박 충돌시에 플로터가 구부러져서 진입 방지용 네트(아라미드 섬유)에 선수가 접촉된다. 때문에, 네트의 파단, 종라인의 변형, 선수가 네트에 걸리는 일이 생긴다. 따라서, 플로터에 강관을 내삽해서 강성을 높인다. 네트, 종라인의 철거.</p>

에서 2점의 힌지로 고정하고, 그것을 지점으로하여 경사져서 넘어지게 설치되어 있다. 受衝杵의 전면에는 원통형의 접촉용 플로터를 독립계류하고 있다.

(1) 공기용수철부착오일댐퍼 선박의 에너지 흡수장치로서는 보통, 공기식 혹은 고무로 만든 방현재가 사용되고 있지만, 이들은 흡수 가능한 에너지에 비하여 반력이 매우 크다는 것이 결점이다. 그래서, 선

박입향지원안내 시설물에서는 저반력·큰 에너지흡수장치로서 공기용수철부착오일댐퍼를 사용하고 있다. 오일댐퍼는 실린더의 변위량을 크게 하기 때문에, 같은 에너지 흡수시 반력을 작게 하는 것이 가능하다. 또, 실린더내의 기체(질소가스)에 의해 실린더의 복원 기능을 얻을 수 있다. 이와 같은 기능을 발휘하기 위해 아래와 같은 대책이 강구되어야 한다.

①오일댐퍼를 수평설치하기

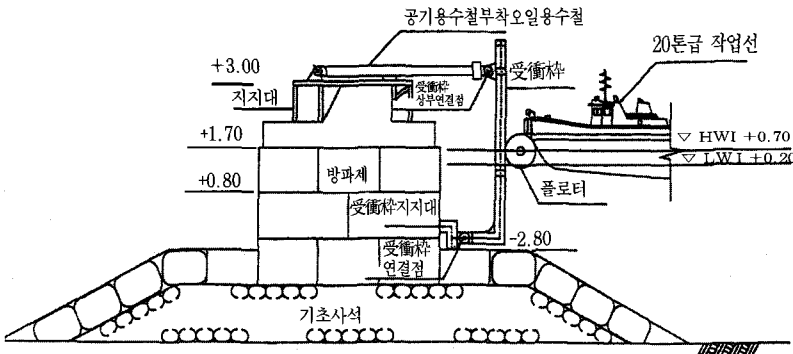
때문에 프리 피스톤(작동유와 공기의 분리)의 도입

②실린더를 원위치 시킬때까지의 되돌아오는 속도를 제어하는 기구

③실린더 복원시의 충격완화를 위한 오일락 기구

(2) 受衝杵

受衝杵는 충돌 혹은 접안에너지를 오일댐퍼에 전달하는 강제杵체로 호안, 방파제의 전면에 연직으로 설치한다. 受衝杵 전면에는 플로터를 배치해

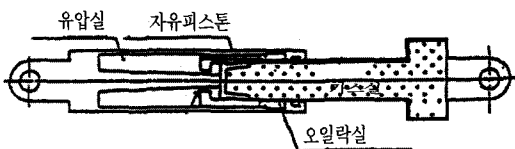


〈그림-3〉 선박입항 지원안내 시설물 2호기의 구조

두어, 선박 충돌시에는 플로터를 끼워 넣은 상태가 된다.

(3) 플로터

선박이 受衝樁에 직접 접촉하면 선체와 受衝樁에 국부적인 손상이 생긴다고 생각된다. 이 때문에 受衝樁 전면에 충돌시의 충격력 완화를 위한 플로터를 조석과 파랑에 의한 수위변동에 대응하도록 독립 계류시켜 둔다. 플로터는 발포 폴리에틸렌으로 만들었고, 표면을 고무로 피복하고, 선체와 受衝樁가 직접 접촉하지 않도록 플로터의 강성을 높이기 위한 재료로서 강관(φ 300)을 내삽하고 있다.



〈그림-4〉 공기용수철 부착 오일댐퍼

6. 지원안내 시설물 2호기의 제원

지원안내 시설물 2호기는 20G.T형 어선을 대상으로 하고, 최대충돌속도는 5노트이다. 구성장치의 제원은 아래와 같다.

(1) 공기용수철 부착 오일댐퍼

형식 : 질소 가압식 유압댐퍼
 최대흡수에너지 : 20tf·m
 최대반력 : 10tf
 최대변위 : 2.0m
 최대유압 : 18kgf/cm²
 용기내 질소압력 : 1.2kg/cm²
 용량 : 130l
 실린더 : 크롬맥기 시공
 전장 : 6,700mm

외경 : 585mm
 실린더경 : 356mm
 중량 :

2,400kg

(2) 受衝樁

형식 : 강제프레임구조
 전 높이 : 7,200mm
 상하지지거리 : 6,000mm
 전 폭 : 5,200mm

(3) 플로터

형식 : 內插강관식 발포 폴리에틸렌재

외면천연고무피복

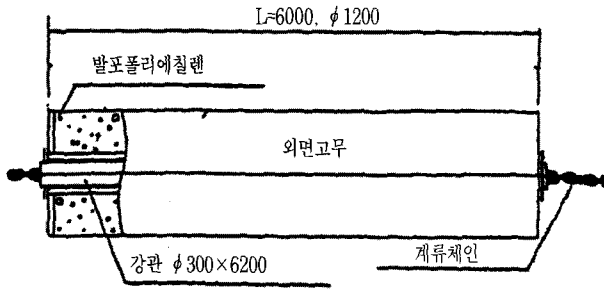
계류방식 : 체인계류
 외경 : 1,200mm
 길이 : 6,000mm
 홀수 : 400mm
 강관 : STPG300A
 계류체인 : 28mmφ

7. 지원안내 시설물 2호기에 의한 실제 해역실험

선박입항지원안내 시설물의 기능, 내구성을 확인하기 위해서 작업선(20G.T)을 이용하여 충돌속도, 충돌각도를 변화시켜가면서 실험을 실시했다. 〈표-2〉는 시험에 사용된 작업선의 제원을 정리한 것이다.

〈표-2〉 시험선의 제원

〈표-2〉 시험선의 제원 (단위 : m)	
全長	13.5
型幅	3.7
型深	1.8



〈그림-5〉 플로터의 구조도

7.1 기능확인시험

(1) 저반력·큰 에너지의 흡수기능

선박입항지원안내 시설물의 저반력·큰 에너지흡수기능을 확인하기 위해서 20G.T.형 작업선을 충돌속도 $v=2\sim5$ 노트, 진입각도 $\theta=30^\circ\sim90^\circ$ 로 지원안내 시설물에 충돌시켜, 오일댐퍼의 반력과 변위량의 시간변화를 측정하고 에너지의 흡수량을 구했다.

진입각도를 90° 로 고정시키고 충돌속도를 2~5노트로 변화시켰을 때, 오일댐퍼의 변위와 반력의 관계를 〈그림-6〉에 나타내었다.

오일댐퍼의 변위와 반력은 충돌속도의 크기에 비례해서 증가하고, 충돌속도 5노트에서 최대변위량 1.5m, 최대반력 5.0tf가 발생했다. 또, 같은 그림으로부터 오일댐퍼는 충돌속도 즉, 충돌에너지의 크기에 따라 다른 반력이력곡선을 나타내고 있고, 그 외의 방

현재와는 다른 특성을 가지고 있다. 흡수에너지는 오일댐퍼의 변위량과 반력으로부터 다음 식으로 산출된다.

$$E = \int_0^{T_{\delta_{max}}} R(t) \cdot \frac{d}{dt} \delta(t) dt \quad (1)$$

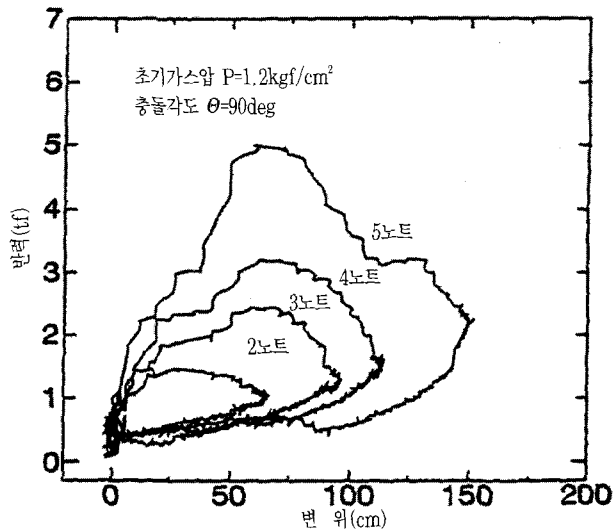
여기서, $R(t)$ 는 오일댐퍼의 반력, $\delta(t)$ 는 오일댐퍼의 변위량, $T_{\delta_{max}}$ 는 충돌로부터 최대 오일댐퍼 변위량발생까지의 시간이다.

또, 선박의 충돌에너지를 다음 식에서 산출한다.

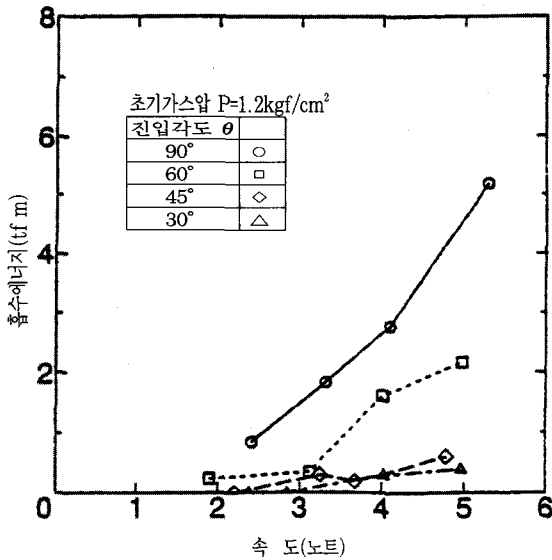
$$E_s = (1/2)g \cdot \alpha \cdot M \cdot V^2 \quad (2)$$

여기서, g 는 중력가속도, α 는 가상질량계수, M 은 선박의 만재배수중량, V 는 충돌속도이다. 〈그림-7〉은 충돌속도와 식 (1)로부터 산출한 흡수에너지의 관계를 나타내었다. 흡수에너지는 충돌속도에 비례해서 증가하고, 선박의 진입각도는 90° , 선박의 충돌속도는 5노트에서 5.18tf·m의 에너지를 흡수하고 있다.

선박의 진입각도가 45° 이던 경우는 흡수에너지가 작은 값을 갖고있다. 이것은 선박이 충돌 후, 부드럽게 접촉하여 방향 전환되기 때문에 오일댐퍼는 거의 변화하지 않는다.



〈그림-6〉 오일댐퍼의 변위와 반력



〈그림-7〉 충돌속도와 흡수에너지

선박의 충돌에너지는 플로터가 변형이 생겨서 그 속에 흡수된다고 생각된다.

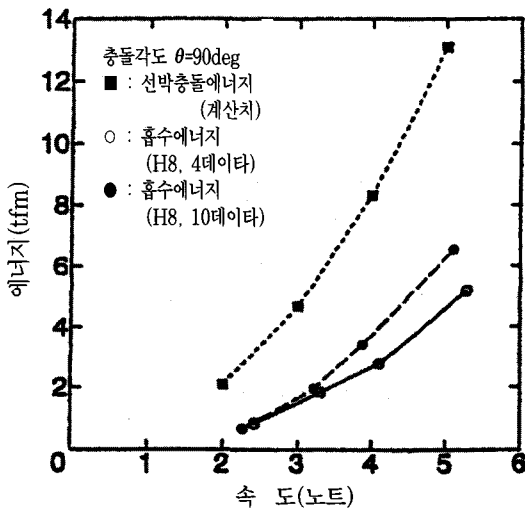
〈그림-8〉은 선박의 충돌에너지(계산치)와 오일댐퍼의 흡수

受衝棒의 탄성변형, 受衝棒가 압입시에 충돌에너지가 어느 정도 흡수되고 있기 때문이라고 생각된다. 이것으로부터 지원안내 시설물은 오일댐퍼 뿐

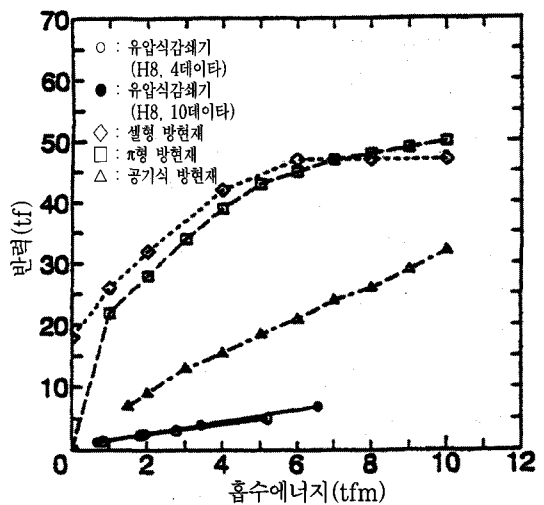
에너지(실험치)를 비교한 것이다. 이것에 의하면 오일댐퍼가 최대가 되어도 선박의 흡수에너지의 약 1/2 정도밖에 흡수하지 않는다는 것을 알 수 있다. 이것은 플로터의 변형과

만 아니라 플로터, 受衝棒를 포함한 구조전체에서 에너지를 흡수하고 있다고 말할 수 있다.

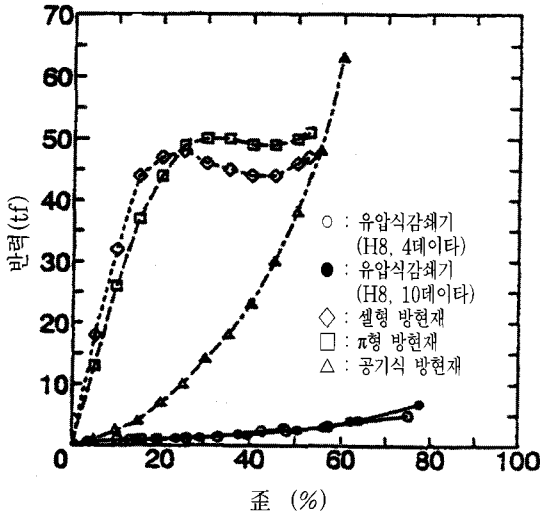
〈그림-9〉는 오일댐퍼와 방현재의 에너지 흡수특성을 비교한 것이기 때문에, 오일댐퍼와 같은 정도(tf·m)의 에너지를 흡수하는 방현재의 흡수에너지와 반력과의 관계를 나타낸 것이다. 여기서, 방현재의 재질은 가장 저반력의 성질을 갖는 것이다. 오일댐퍼와 공기식 방현재의 반력은 흡수에너지에 비례해서 증가하지만, 그 증가의 비율은 오일댐퍼보다 공기식 방현재가 더 크다. 이것에 대해서도 cell형, π 형 방현재에서는 에너지 흡수량은 작지만 큰 반력이 발생하고,



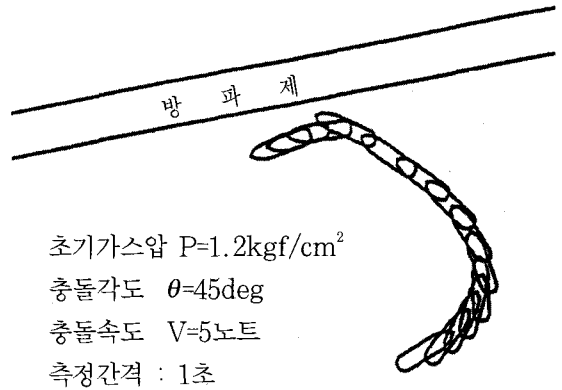
〈그림-8〉 충돌에너지와 흡수에너지



〈그림-9〉 흡수에너지와 반력



〈그림-10〉 변형과 반력



〈그림-11〉 선박의 접촉과 방향전환 과정(變針선)

그 후는 거의 일정한 값을 갖는다. 이 특성의 차이로부터 $5tf \cdot m$ 의 에너지를 흡수하는 경우, 방현재는 오일댐퍼에 비해 약 3배에서 8배의 반력이 발생하는 것을 알았다. 이상에서 선박입항지원안내 시설물의 저반력·큰 에너지 흡수기능을 확인할 수 있었다.

〈그림-10〉은 변형과 반력의 관계를 도시한 것이다. cell형과 π 형 방현재는 변위 20%까지 최대반력이 발생하고 공기식 방현재는 변위에 비례해서 반력도 증가하지만 변위가 20%를 넘어서면 급격한 반력 증가가 발생한다.

이것에 대해서 오일댐퍼는 변위에 비례해서 완만하게 반력 증가가 일어나고 변형이

100%일 때는 최대 반력이 발생한다고 생각된다. 이상에서 오일댐퍼는 종래의 방충시설과는 다른 특성을 가진 에너지 흡수장치라고 말할 수 있다.

(2) 충돌시 선박의 요동과 방향 전환 기능

작업선을 지원안내 시설물에 충돌각도 $30^\circ \sim 60^\circ$ 에서 충돌속도 2~5노트로 접촉시키는 경우, 선박이 접촉과 동시에 부드럽게 방향전환을 하고 시설물에 따라서 항해하는 것을 〈그림-11〉의 접촉과 선박의 방향 전환과정을 통하여 알 수 있다.

(3) 선체의 안정성 및 操船性(사람이 조정할 수 있는 기능)

선체의 충돌·접촉전후의 선체의 운동과 가속도를 3D-GPS

와 가속도계로서 측정했다.

지원안내 시설물에 선박이 접촉했을 경우 선체의 횡경사각은 5° 이하이고 또, 선수미 방향의 가속도도 0.59G 이하이다. 선복방향으로는 0.35G 이하의 값이고 승선자가 충격을 의식하여 주의하면 자세를 잃을 정도의 충격은 아니다. 또, 승선 경험자(실험선에 탑승한 사람)에 의하면 ‘충돌시의 충격이 생각보다 크지 않고, 선체의 충격을 부드럽게 막아내고 있다’고 한다. 이와 같이 선체의 손상이나 전복에 대한 안전성에는 특히 문제가 없고, 선박을 조정하는 조선의 영향이나 승선자에게 충돌에 의한 사고가 발생할 가능성은 적다고 판단된다.

7. 2내구성시험

(1) 시간 변화에 따른 기능 변화

시설물을 설치해서 3개월 내지 6개월 후에, 앞과 같이 기능확인시험을 실시하고 에너지 흡수기능의 감쇄 유무를 판단하기 위한 실험을 실시했다. <그림-12>는 충돌속도 5노트, 충돌각도 90°인 경우의 오일댐퍼의 변위와 반력곡선을 나타내고 있다. 지원안내 시설물을 설치해서 3개월이 경과한 자료에서는 설치직후에 비해서 변위량이 1.0m로서 약 2/3배에 달하고, 최대반력은 6.7tf로서 1.35배로 되었다. 또, 반력이력곡선이 세워진 상태에서 에너지 흡수량도 4.24tf·m로서 15%정도 감소하고 있다.

또, 시설물을 설치한지 6개월 후의 자료에서는 최대 변위량은 거의 같지만, 최대 반력이 1.38배 정도로 되고, 에너지 흡수량도 1.26배로 되었다. 어느 경우나 최대 반력이 설치직후와 비교해서 크게 되었기 때문에 반력이력곡선이 뽕족한 형으로 되어 있다. 이런 원인에 대해서는 현재 조사 연구중이다.

(2) 주요장치의 내구성

지원안내 시설물을 장기간 사용했을 때 문제가 되는 시설의 유지관리 방안을 검토하기

위해 기능확인시험 전후에 주요 부재, 기구의 내구성에 관해서 조사를 실시했다. <표-3>은 조사결과를 정리한 것이다.

8. 선박입항지원안내 시설물의 향후 기술상의 과제와 대책

지원안내 시설물 1호기에서 2호기로의 개량을 통해 지원안내 시설물의 기능에 있어서 문제의 해결은 가능하지만, 향후의 실제 해역 실험의 결과로부터 실용화를 위한 해결해야 할 몇 가지 기술상의 과제가 남아있다는 것을 알았다. 아래에는 중요한 과제와 그 대책을 열거하면 다음과 같다.

① 다양한 선박에 대한 폭넓은 대응(선형, 크기, 재질) 다양한 선형, 재질의 선박에

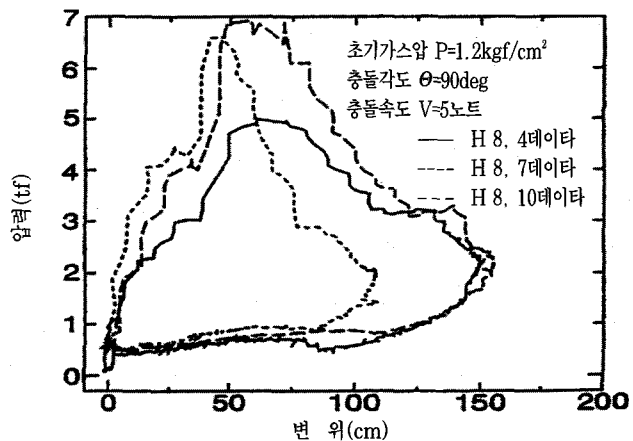
대한 대응 가능한 구조를 검토, 대형선의 저속충돌에 대한 지원안내 시설물의 거동해석

② 오일댐퍼의 유지관리법 실린더를 기밀성이 높은 시트로 덮어서, 질소가스등을 봉입해서 발청이나 실린더의 부분 마모의 원인이 되는 산소, 염분, 불순물의 유입 등을 공기와 차단하여 유지·관리가 필요 없도록 한다.

③ 원활한 에너지 흡수기능 충돌후의 반력의 피크 치를 없게 하기 위하여 에너지 흡수기능을 원활하게 할 수 있는 수치해석에 의한 오일댐퍼의 체계를 검토한다.

④ 플로터 조인트 부의 구조 검토, 기능확인

지원안내 시설물을 연결해서 설치한 경우의 플로터 조인트 부의 구조검토 및 기능확인



<그림-12> 오일댐퍼의 변위와 반력 (충돌속도 5note, 충돌각도 90°)

〈표-3〉 주요기구장치 내구성 시험결과

조사일 주요 기구	3개월 후	6개월 후
플로터	<ul style="list-style-type: none"> ·선박 충돌에 의한 플로터의 단열은 없다. ·플로터 단부의 접착면에 균열이 발생됨을 확인 ·내삽강판, 플로터 충전재의 소성변형은 확인되지 않음. ·앵커체인외의 마모와 부식은 없음 	좌동
受衝棒	<ul style="list-style-type: none"> ·강재의 부식없음. ·하부지지부의 bolt등의 느슨함은 없음. 	좌동
오일 샘퍼	<ul style="list-style-type: none"> ·질소가스압력 변화없음(12kgf/cm²) ·실린더 내의 광물유의 누출, 변성없음 수분분석결과 141ppm(500ppm(허용한계치)) NAS등급 : 12등급 ·실린더 표면의 찰과상을 확인 녹은 슬지 않음(발창은 없음) ·기타 강재의 부식은 없음 	<ul style="list-style-type: none"> ·질소가스압력저하(12→0.8kgf/cm²) ·실린더 내의 광물유의 누출, 변성없음 수분분석결과 219ppm(500ppm(허용한계치)) NAS등급 : 11등급 ·실린더 표면의 찰과상, 발창을 확인(근상, 반점상의 金屑) ·기타 강재의 부식은 없음

⑤ 고파랑이 발생하는 곳에서의 기능확인시험

고파랑이 발생하는 곳에서의 안내 시설물의 기능, 선체의 거동확인

⑥ 승선자의 안전확인(거동, 가속도와의 관계)

9. 선박입항지원안내 시설물의 향후 연구 방향

연구개발 결과 지원안내 시설물의 기능이 실증되었다. 실용화를 향해서 큰 진전이 있다고 생각된다. 그러나 실용화에

있어서는 몇 가지 기술상의 문제 이외에도 여러 가지 문제점이 남아 있다.

예를 들면, 선박 운항자의 의식으로서 선박이 시설물에 부딪치게 하는 것에 대한 거부감이 있고 발생하기 매우 어려운 사태를 감안하여 이 시설물이 필요한가에 대한 의문이 있고 설치장소에 있어서 경관을 해치지 않는가, 현재는 필요해도 방과제를 연장시키면 이 시설물이 불필요하기 때문에 장래에는 이 시설물이 필요가 없어질 가능성이

있지 않는가 하는 우려 등을 들 수 있다.

따라서, 지원안내 시설물에 충돌해도 안전하다고 하는 안도감을 주는 구조물을 검토해야 하며, 선박을 조정하는 사람의 이해를 받아내는 노력도 필요하다.

한편, 잔교와 들핀 등의 구조물, 특히 직항 구조의 계선 안에서는 설계하중으로서 선박의 접안력이 큰 요소로 작용하고 있다. 그래서 이들의 구조물에 지원안내 시설물을 설치하고 종래의 방충공의 반력보다 작은 반력으로 감소시켜 접안하는 것이 가능하다.

이것으로부터 신설 구조물에 있어서는 말뚝 구조의 슬림화에 의한 공사비의 삭감, 또는 기존 구조물에서의 보강, 개수 등을 실시하지 않는 반면에 기설 방충공의 반력에서는 접안할 수 없었던 대형 선박의 접안을 가능하게 할 수 있게 했다. 또 각지에서 선박의 접안시에 돌풍이나 선박의 운항 실수 등에 의한 안벽과 선체의 손상 등이 발생하고 있다는 것을 생각하면 이 지원안내 시설물을 접안용 시설물로서 이용하는 것을 제안하고자 한다. ㉠