

# 소형어선의 기관 사용실태에 대한 개선방안 조사연구

The Study for Improving Main Engine Utilization by  
Analysis of Actual Condition for Small Fishing Boat

김원래<sup>†\*</sup>, 정광교<sup>\*</sup>, 이석희<sup>\*</sup>

Won-Rae Kim<sup>†\*</sup>, Kwang-Gyo Choung<sup>\*</sup>, Seok-Hee Lee<sup>\*</sup>

## 요 약

최근 해양사고의 통계를 분석해 보면 어선사고의 경우 2004년부터 감소하는 추세이나, 기관 사고의 경우 2004년부터 급격히 증가하는 추세로 2004년 136건에서 2006년 187건으로 50건 (37.5%) 증가하였다. 2006년의 경우 전체 기관사고 중 어선이 약 96%를 차지하여 기관사고를 예방하기 위한 대책마련이 시급하다. 특히 소형어선 해양사고의 경우 약 1/3 이상이 기관사고로 안전관리 여건이 취약한 소형어선의 기관사고 예방대책 마련이 필요하며, 본 연구에서는 어선 기관의 특성, 어업기계의 사용실태, 기관손상사고 분석, 중고기관의 유통과정 등 어선 기관사용에 대한 상황을 분석하여 문제점에 대한 개선방안을 제시하고자 한다.

※ 핵심용어 : 소형어선, 어선 해양사고, 어선 기관사고, 기관 사용실태

## 1. 서 론

국내 선박용 고속기관은 1980년대부터 생산하였으나 대부분이 130마력 미만으로, 두산인프라코어(주)[구, 대우중합기계(주)]에서 생산된 134마

력(구, 128마력)기관이 최고출력 제품이였다. 현재에 사용하고 있는 고출력·고속기관의 사용은 1987년도부터 급증하기 시작하였고, 1990년 이후 육상용으로 개발된 고속기관을 제조업체에서 선박용으로 개조하여 생산한 신제품과 차량 등의 육상

\* 선박안전기술공단 기술연구팀

† 논문 주저자

용 고속 기관을 선박용으로 개조한 재사용 중고기관이 사용되었다.

이 시기부터 육상의 재사용 중고자동차기관이 어선에 사용 되었고, 현재 사용하고 있는 대부분의 어선용 기관은 회전수가 보통 1,800rpm 이상인 고속 디젤기관이 보편화 되어 있다.

어선이 주기관으로 고속기관을 선호하는 주된 이유는 먼저 중·저속기관보다 부피가 작고, 고출력을 생성함으로 기관실의 여유공간 확보가 용이하며, 주된 조업장소인 연안해역의 황폐화로 원거리 일일조업이 불가피 하게 됨에 따라 보다 나은 신선도 유지를 통한 어가의 경쟁력 확보를 위하여 고속운항이 요구되었다.

고속 선박용기관은 기술의 발전과 생산규모의 증대로 중속기관에 필적하는 내구성을 지니게 되었고 또한 부품의 구입이 용이하고 중속기관보다 가격이 저렴하여 현재까지 대부분의 어선에는 고속기관의 탑재가 보편화 되어 있다.

그러나 최근 수산업계의 현실은 어장의 축소, 연근해 어자원의 고갈, 유가인상 등 외부여건의 악화로 고가인 선박용 기관을 구입하기가 곤란한 실정이다. 따라서 고가인 선박용 기관은 구매능력이 취약한 어업종사자들로부터 멀어졌으며 어업종사자들은 좀 더 싼 저가의 재사용 중고기관을 구입할 수밖에 없어 일부 신조선을 포함한 현존선의 대부분이 신품의 선박용 기관보다 재사용 중고기관을 탑재하고 있으며, 2000년대 이후 주요 기관제조사에서 판매되는 기관 및 부품판매는 급격하게 감소하고 있는데 반해 재사용 중고기관의 사용은 증가하고 있다.

또한 정부에서는 지난 1994년부터 연·근해 어선폐업사업을 통해 2005년 까지 근해어선 위주로

총 2천 555척을 폐업했으며 오는 2008년까지 전체 연안어선 6만 3,000척의 15%인 약 9천 140척을 단계적으로 폐업해 나갈 계획이다.

이러한 여건은 최근 크게 증가하고 있는 폐업어선으로부터 철거된 기관 및 부품이 체계적인 관리 없이 시장에 유통되어 기존의 어선에 재활용되는 등 안전운항에 위해요소가 될 소지가 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 주요어업형태에 대한 어업방법과 주기 전도식 어업기계 유형을 조사한 후, 선박용 신품기관과 재사용 중고기관과의 해양사고율 등을 비교분석 하고 기관수리 또는 일반적인 정비에 있어서 수리용 부품의 유통과정과 부품의 교환 또는 정비와 관련하여 실태를 조사하고 문제점을 분석하여 소형어선에서 기관사용과 관련하여 해양사고 저감을 위한 개선방안을 제시하고자 한다.

## 2. 어선현황

### 가. 어업종류별 어선세력

국내 어선의 보유척수는 어획량감소, 유가인상, 정부의 연근해어업 구조조정 등으로 2000년을 정점으로 감소하고 있으며, 이에 따라 어선의 척당 평균톤수도 감소하고 있는 것을 알 수 있다. 2006년 기준 우리나라 어선의 톤급별 등록현황을 살펴보면 총 86,113척으로 이 중 동력어선의 척당 평균톤수는 8.05톤, 무동력선을 포함한 전체어선의 척당 평균 총톤수는 7.82톤으로 대부분 총톤수 10톤 미만인 어선으로 당일 조업 범위를 갖는 소형 연안어선의 형태를 취하고 있다.

Table 1. 10년간 어선등록 추이

(단위 : 척, 톤)

구 분	'97년	'00년	'02년	'04년	'06년
척 수	81,000	95,890	94,388	91,608	86,113
톤 수	964,471	923,099	816,563	724,980	673,719
척당 평균톤수	11.91	9.63	8.65	7.91	7.82

출처 : 해양수산부, 해양수산통계연보 (각 연도별)

### 나. 어선의 동력화율

우리나라의 연안어업을 포함한 전체어선의 동력화 추이를 살펴보면, Table. 2와 같이 동력화율이 지속적으로 상승하는 것을 볼 수 있다.

Table 2. 어선의 동력화율

(단위 : 척, %)

구 분	'96년	'04년	'05년	'06년
동력선(a)	69,206	87,203	87,554	83,358
무동력선	6,083	4,405	3,181	2,755
합 계(b)	75,289	91,608	90,735	86,113
동력화율(a/b)	91.9	95.2	96.5	96.8

출처 : 해양수산부, 해양수산통계연보 (각 연도별)

따라서 기상악화시 무동력상태의 피항불가로 발생하는 사고의 개연성이 상당히 낮아진 대신 동력화에 따른 기관설비고장율은 증가할 소지가 많다는 것을 추정할 수가 있다.

### 다. 선령별 주기관 등록현황

선체의 일반적인 내구연한은 선질, 운항조건 등에 차이가 있겠으나 Table. 3에서 같이 우리나라의 어선은 최대 21년 이상을 사용하고 있는 것으로 파악되었으며, 어선에 탑재된 기관의 내구연한

은 선체의 내구연한보다 그 사용기간이 짧아 신품 기관을 기준으로 일반적인 고속기관의 내구연한이 5~10년 사이인 것을 감안하면 폐선 할때까지 통상 2~4회 정도의 완전정비 또는 기관교체를 하여 사용하고 있으며 또한 건조한지 6~10년 사이의 어선이 32.6% (27,157척)으로 가장 많은 비율을 차지하고 있어 최소 1~2회 정도의 기관정비를 하여 사용을 한 것으로 추정이 되며, 만일 재사용 중고기관을 사용할 시 정비나 교체주기는 신품보다 좀 더 짧아 질 것으로 추정된다.

Table 3. 동력어선의 선령별 등록현황

(단위 : 척, %)

구 분	5년이하	6~10년	11~15년	16~20년	21년이상
척 수	19,714	27,157	19,272	8,848	8,367
비율	23.6	32.6	23.1	10.6	10.0

출처 : 해양수산부, 해양수산통계연보 (2006년)

### 라. 탑재된 주기관의 형태

어선의 선질에 따라 탑재된 주기관의 형태는 다소 차이가 있으나 Table. 4와 같다.

Table 4. 어선/선질/톤급별 어선척수

(단위 : 척)

선 질	디젤기관	가솔린기관	기타기관	총 계
강 선	2,201 (2.64%)	44 (0.05%)	63 (0.08%)	2,308 (2.77%)
목 선	5,229 (6.27%)	1,259 (1.51%)	10,592 (12.71%)	17,080 (20.49%)
F.R.P선	17,142 (20.56%)	27,012 (32.40%)	9,719 (23.66%)	63,873 (76.62%)
기 타	30 (0.04%)	46 (0.06%)	21 (0.03%)	97 (0.12%)
총 계	24,602 (29.51%)	28,361 (34.02%)	30,395 (36.46%)	83,358 (100%)

출처 : 해양수산부, 해양수산통계연보 (2006년)

선복량이 가장 많은 FRP 어선의 경우 총톤수 5톤미만의 비중이 높은 관계로 선외기인 가솔린 기관의 비율이 42.3%로 디젤기관의 비율 26.8%보다 많이 차지하였으며 강선의 경우 디젤기관의 비율이 95.4%로 대부분을 차지하였다.

탐재된 주기관의 형태를 좀 더 세밀하게 조사하기 위하여 2006년 기준 선박안전기술공단에 등록된 어선을 대상으로 주기관의 탐재현황을 조사하였다.

Table 5. 어선의 주기관 탐재현황

(단위 : 척, %)

구 분	선박용 디젤기관	육상용 디젤기관	기타기관	계
계	19,700	25,508	32,070	77,278
비 율	25.5	33.0	41.5	100

출처 : 선박안전기술공단

조사를 한 결과 역시 Table. 5와 같이 총톤수 2톤미만 어선의 비중이 높은 관계로 디젤기관을 제외한 기타기관(선외기 등) 가장 많이 탐재되어 있었고, 그 다음 육상용 디젤기관, 선박용 디젤기관 순으로 탐재가 되어 있는 것으로 파악되었다.

### 3. 어선기관의 특성

#### 가. 동력학적 특징

기관의 운전조건의 측면에서 볼 때 육상 및 해상 경우는 상당히 다르다. 자동차의 경우는 운전이 비교적 단속이나 어선용 기관의 경우 장시간 거의 연속적인 정속운전을 하게 된다.

따라서 이와 함께 프로펠러에 걸리는 부하로 말

미암아 육상의 경우보다 훨씬 큰 부하의 영향을 받게 된다. 특히 어망 등을 예인할 때는 과부하와 함께 심한 부하변동을 받게 되거나, 어로작업 등을 할 때는 속도변화, 전·후진의 동작으로 프로펠러에 불규칙한 부하가 기관에 전달되는 경우가 빈번하다.

#### 나. 사용상 특징

어선용 기관이 육상의 다른 용도로 제작된 기관과 설계·제작시 고려되는 차이점은 다음과 같다.

가. 좁은 기관실에 설치되어 장기간 운전되며, 인명과 화물의 안전을 위하여 특히 신뢰성이 요구된다.

나. 기관 운전 중 어선이 파랑 때문에 롤링(Rolling), 피칭(Pitching)을 하므로 기관자체도 이에 대한 대비가 필요하다.

다. 여러가지 속도와 부하로 움직일 수 있어야 하므로 이에 대응하는 기관도 여러 가지 속도와 역량으로 운전되며, 특히 어선용기관은 장시간 과부하 운전을 행하거나 또 반대로 저속으로 운전되는 경우가 많다.

라. 선내에는 수리·정비가 어려우며, 기관은 때때로 과부하로 혹사당하고 있는 것이 보통임을 고려하여 높은 안전도와 신뢰성이 요구된다.

마. 자유자재로 전진 및 후진의 되풀이가 많은 일을 하게 된다.

바. 소형 목선 또는 FRP선의 경우 기관베드와 프로펠러축 등에 변형을 일으키기 쉽고 기관의 축심이 어긋난 상태에서 운전되는 경우가 많다.

## 다. 소형어선의 기관 특징

현재 사용하고 있는 소형어선용 기관의 대부분은 회전수가 1,800rpm 이상인 고속 디젤 기관이다.

어선이 주기관으로 고속기관을 선호하는 주된 이유는 먼저 중·저속기관보다 부피가 작고, 고출력을 생성함으로 기관실의 여유공간 확보가 용이하며, 주된 조업장소인 연안해역의 황폐화로 원거리 일일조업이 불가피 하게 됨에 따라 보다 나은 신선도 유지를 통한 어가의 경쟁력 확보를 위하여 고속운항이 요구되었으며, 또한 기관의 판매가격이 중·저속보다 저렴하기 때문에 어선의 고속화가 빠르게 추진되었다. 그리고 선박용 기관의 가격이 중고기관의 가격에 비하여 훨씬 고가인 관계로 신제품보다 점차 육상기관을 포함한 재사용 중고기관의 사용이 늘어나게 되었다.

1985년 이후 이러한 중고기관을 사용하는 선박이 늘어남으로써 해양사고의 위험성이 증대됨을 인식하고 한때는 중고 자동차디젤기관의 사용을 규제한 바 있었으나, 1994년도 국정감사결과 시정 및 처리요구사항 중에 “연근해 소형어선들이 선박용 기관이 아닌 중고자동차 기관을 사용함으로써 각종 사고가 우려되니 동 어선의 안전성 확보 및 해난사고 예방을 위한 대책을 마련할 것”이라는 지적이 있어 중고 자동차기관 설치에 따른 기술적인 사항과 안전성 확보에 필요한 예비검사의 필요성과 거치 후 사용기간에 대하여 홍보하고 어선에 대한 육상용 기관 설치 및 검사기준을 엄격히 적용하도록 조치된 바 있다.

육상용 기관을 어선에 탑재할 경우 현재는 탑재하기전 정비공장에서 제 규정에 의해 검사가 집행

된 후 탑재되고 있다.

외국에서는 오래 전부터 육상용 발전기, 건설장비 등의 용도로 개발된 고속기관을 선박용으로 개조하여 생산하고 있기도 하며, 국내 제조기관의 경우도 선박용 기관본체가 육상용기관과 동일하여 안전성과 성능이 선박용 신제품과 재사용 육상용 기관 간에 차이가 없는 것으로 인식되고 있다.

육상의 디젤기관을 선박에 사용하기 위해서는 당해 기관의 구조를 Table. 6과 같이 변경하고, 내부부품 중 소손 마모된 것은 교체하는 등 일련의 개조 수리가 반드시 이루어져야 하며, 이러한 정비 과정 중에 안전성 확보를 위한 점검과 검사는 필수적인 것이다.

Table 6. 육상용 기관을 선박용 기관으로 개조

구분	변경 및 교체내용
동력전달장치	다단역전감속기를 일정감속비의 감속기어와 역전기어가 결합된 클러치로 전환
냉각방식	공기간접청수냉각을 해수간접냉각방식의 청수냉각기 설치
조속기	최대속도제어형을 전속도제어형으로 변경
내부부품	실린더라이너, 피스톤, 피스톤링, 흡기밸브, 배기밸브, 각종 베어링 등 마모, 소손부품의 교환·수리·정비

## 4. 어업기계의 사용실태 조사

주기관은 추진기를 회전시켜 수면에 떠있는 선박을 움직이는 원동력을 만들기 위한 목적으로 설치된다. 주기관은 고유저항을 제외하고 총톤수와 선형에 따른 조파저항 등을 고려하여 출력이 결정된다.

상선의 경우 설계시에 선박의 만재톤수와 평균

항해속력을 감안하여 기관출력을 결정하고 적절한 기관이 선정이 된다. 그리고 진수 후에 기관은 항해목적으로만 사용되며 닻을 올리는 양묘장치나 선박을 계류시키는 계류장비는 별도의 동력을 이용하여 구동된다. 그러나 어선의 경우 선박의 동력원으로 주기관을 거치하고 있지만 양묘장치나 계류장치를 구동하기 위한 별도의 동력원을 가지고 있지 않다. 아울러 어로작업시에 주기관의 동력으로 어구를 선박위로 끌러 올리거나 어망을 끄는 작업을 수행한다.

대부분의 어선은 주기관의 동력을 양묘, 양망, 인망 등에 사용하기 위하여 사이드 드럼을 설치하고 있으며 사이드 드럼에 걸리는 부하는 그대로 기관에 전해진다. 따라서 투망과 양망시에 발생하는 급격한 과부하는 기관손상을 일으키는 원인이 되기도 하며, 직접적인 손상을 일으키지는 않아도 기관의 피로를 누적시켜 장기적으로 기관손상에 영향을 미칠 수 있다.

결론적으로 어선에 필요한 적절한 방식의 어구 인양장비의 부족과 기관손상의 개연성은 상당히 높아 기관사고 발생을 줄이기 위한 한 방안이 될 수 있어 대표적인 주요 어업형태에 대한 어업방법과 주기 전도식 어업기계 유형을 조사하였다.

### 가. 트롤어업(Trawl fishery)

트롤어업은 기선저인망어업이 개량되어 그물의 양 날개에 전개판을 설치하여 인망시 전개판에서 발생하는 양력을 이용하여 그물을 쉽게 전개할 수 있게 하는 어법이다.

어선의 형태는 대개 선미식(Stern Trawl) 트롤어업, 현측식(Side Trawl) 트롤어업이 주류를 이

루고 있으며 선령은 평균 20년 이상으로 노후하여 있다. 대부분의 주기관은 일본산 중속기관을 사용하며 마력은 어법상 그물에 전개판을 사용하여 망구의 입구를 크게 하여 끄는 형태로, 어선규모에 비하여 마력수가 크며 500마력에서 1,200마력 상당의 고마력을 사용한다. 또한 해저의 지형 및 고기가 그물에 드는 양의 정도에 따라 기관의 회전수가 다르고 주기관의 사용시간이 비교적 길어 장시간의 과부하 운전을 하는 특징이 있다.

어로장비는 주로 저인망 어선과 같이 주기관의 회전력을 어업기계의 동력원으로 이용하는 방식으로, 트롤어선에서 사용되는 갑판기계는 보통 유압으로 구동이 되며, 대개의 경우 유압펌프를 주기관의 회전력을 이용하는 경우가 많다.

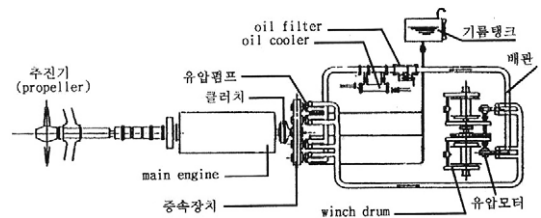


Fig. 1. 트롤어선의 동력전달장치 구조

이들 갑판기계는 부하 토크가 크기 때문에 그만큼 고용량의 유압펌프와 유압모터가 필요하므로 일반적으로 주기관의 동력으로 유압펌프를 구동하는 PTO(power take off)시스템을 주로 채택하고 있다.

이러한 시스템에서는 선박 전체의 에너지를 줄일 수 있으므로 경제적인 면에서 효과적이지만, 동력전달장치가 PTO펌프, GEAR BOX, CLUTCH, 주기관, 탄성커플링, 감속장치, 중간축, 추진축, 프로펠러 등의 복잡한 요소로 구성되어 있어 자체수리가 어렵고 수리·정비수가가 높

은 단점도 있다.

이들 업종은 대부분 기관장이 당직을 서며 중속 기관으로 어법에 의하여 주기관이 부하에 따른 피로가 크므로 매 1년 또는 매 2년 마다 선내에서 연소실내의 주요 소모품을 교체하거나 자체적으로 수리를 하고 있어 다른 어로형태의 어선보다는 기관손상사고가 적은 편에 속한다.

### 나. 채낚기 어업(Anglings fishery)

채낚기 어선은 주로 오징어를 대상으로 어획을 하는 동해안의 대표적인 업종이다.

오징어의 습성은 하루 동안 수직 운동이 심하여 낮에는 수심이 깊은 곳에 있다가 밤이 되면 수면으로 올라와 소형어류를 포식하며, 이러한 습성을 이용하여 야간에 집어등을 밝혀 수면 가까이 유인하여 어획을 하는 특성을 가지고 있어, 보통의 채낚기 어선은 일몰전에 어장에 도착해서 일몰과 더불어 집어등을 켜서 어로작업을 한다.

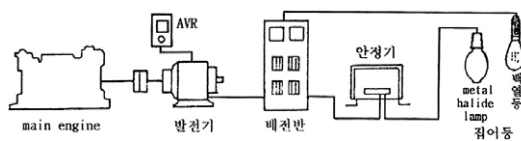


Fig. 2. 채낚기어선의 전력공급 배치

따라서 채낚기어선의 집어등이 어획에 미치는 영향은 대단히 커서, 근해어선의 대부분은 기관실에 별도의 발전기를 시설하여 집어등 용량을 크게 하고 있거나 소형어선의 경우 기관실의 규모가 협소한 관계로 집어등의 전원을 주기관으로 구동되는 발전기를 이용하고 있으며 주기관은 항해 중에는 추진기관, 조업 중에는 집어등 전원으로 이용

하여 장시간 운전을 하는 특성을 가지고 있다.

원거리 조업을 하는 근해 채낚기어선은 어획물을 보관하는 냉동창고 및 설비가 별도로 있어 30일 이상 해상조업을 할 정도로 규모가 큰데 반해 연안 채낚기어선은 기관실 설비 이외에 강력한 집어등을 설비하기 위해 집어등 안정기와 전기설비를 설치하여 기관실은 타 업종에 비해 협소하며 어로설비의 자동화(자동조상기)로 선장을 제외한 평균 10명 미만의 작은 선원을 구성하여 당직 선원이 기관실에서 각종 기기에 대한 점검·정비를 철저히 함에는 한계가 있고 기관실의 이상 유무만을 가끔 확인하는 등 선원이 고정적으로 근무하기는 어려움이 있다.

연안 채낚기어선에서 주기관은 선박이 추진력을 얻는데 뿐만 아니라 집어등을 켤 때도 사용되므로 출항에서 입항할 때까지 거의 휴식 없이 운전되고 있으며 또한 주기관의 동력추출장치를 이용하여 발전기, 펌프, 어로설비 등의 보조기기 동력을 추출함에 따라 주기관의 정격출력을 상회하여 과부하가 발생, 이는 직접 손상을 일으키지는 않아도 기관의 피로를 누적시켜 장기적으로 기관을 손상시키는 주요한 원인이 되고 있다.

### 다. 안강망 어업(Stow net fishery)

안강망 어업은 군산, 목포, 여수, 인천 등 우리나라 서해에 본거지를 두며 주로 태안반도 주변해

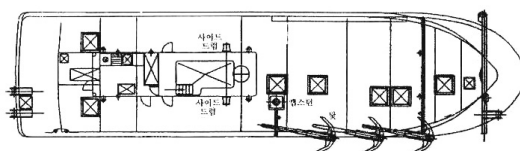


Fig. 3. 안강망어선의 어업기계 배치

역과 흑산도 연안해역 및 동중국해까지 출어하여 조업을 하고 있는 서해안의 대표적인 업종이다.

안강망어업은 날개그물이 없는 자루그물을 한 개의 닻으로 고정 설치한 후, 조류를 이용하여 잡는 어업으로 조류가 아주 빠른 해역에서 커다란 닻과 어구를 취급하고, 닻을 놓고 어구와 함께 어선도 빠른 조류에 대항하여 머물러야 하므로 기본적으로 선체는 복원성이 주기관은 추진력이 좋아야 한다.

근해안강망의 경우 주기관은 고속 디젤기관이 대부분이며 주기관구동 유압펌프를 이용하여 SIDE ROLLER, CAPSTAN, 양망기등 유압기기를 구성함으로써 어로작업이 부분적으로 기계화되어 있다.

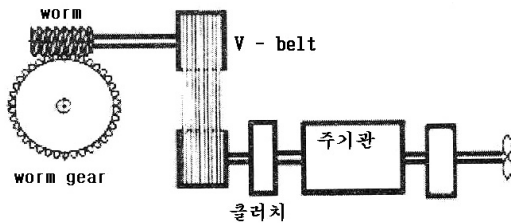


Fig. 4. 웬기어 방식 사이드드럼

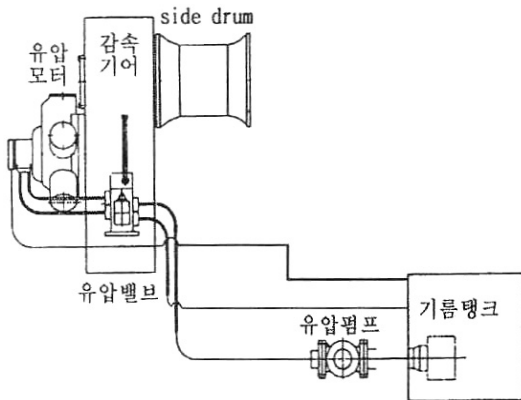


Fig. 5. 안강망어선 웬기어 방식

대부분의 안강망어선에서 어로기계의 동력전달 방식은 주기관의 회전력을 어업기계의 동력원으로 이용하는 웬기어 구동방식이며 동력전달순서는 주기관 회전축 => 벨트 => 웬기어 감속장치 => 사이드 드럼으로, 투망과 양망시에 무리하게 사이드 드럼을 이용하면 주기관은 쉽게 고장을 일으킬 수 있다.

최근들어 일부의 어선에서는 인력절감을 위한 어업기계의 생력화가 이루어져 Fig 5와 같은 구조의 유압 시스템을 비롯하여 H형 양망기 및 원통형 마찰차를 도입하여 조업시스템을 개선하고 있는 실정이다.

#### 라. 유자망 어업(Gill net fishery)

유자망어업은 연·근해업종 중 가장 일반적이고 흔하게 조업되는 업종 중의 하나이며, 연안어선 중에서는 척당규모가 가장작고, 어선세력의 비중이 가장 높은 관계로 연안어선 중 사고가 가장 많이 일어나는 업종으로 조업특성은 투망작업이 오후 늦게 되고 양망작업이 새벽에 이루어지는 관계로 기관 정비가 소홀할 수 있다.

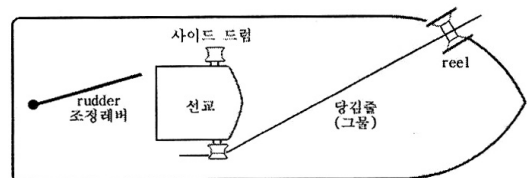


Fig. 6. 연안어선의 유자망 조업도

연안 소형 유자망 어선의 경우 선수에 무동력이거나 동력 reel을 설치하고 고기가 꽂혀있는 그물을 reel을 통해 Fig. 6과 같이 사이드 드럼을 사용하



여 직접 감아올리거나 또는 그물에 당김줄을 매어 사이드 드럼을 감아 들이는 방법이 주로 이용되고 있다.

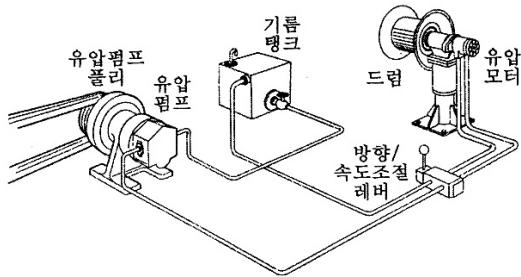


Fig. 7. 연안어선용 양망 reel 드럼

이 때 선수의 reel 드럼을 동력에 의해 구동하는 경우에는 Fig. 7과 같이 주기관의 연장축에 풀리를 장치하고, 이 풀리와 유압펌프 풀리를 고무벨트로서 연결하여 유압펌프를 구동한다. 대개의 경우 reel 드럼은 Fig. 7과 같이 직립된 상태로 설치된다.

한편 사이드 드럼은 Fig. 8에서와 같은 구조의 것이 많이 사용되고 있는데, 현재 연안어선에 설치되어 있는 대부분의 사이드 드럼은 Fig. 8의 (A)와 같이 주기관에 연장축을 내어 풀리를 설치하고, 자동차의 transmission과 유사한 구조의 베벨기어(bevel gear)감속장치를 갑판상 또는 갑판하부의 기관실 상부에 설치한 후에 감속장치의 회전축에 설치한 풀리와 주기관 연장축 풀리를 고무재의 V형 벨트로서 연결하여 주기관의 동력을 사이드 드럼에 전동시켜 어구를 감아 들이는 조업 형태를 취하고 있다.

그러나 이들 어선에 있어서는 드럼의 회전속도의 조절은 불가능 하고, 다만 Fig. 8의 (B)에서와 같이 벨트의 중간에 벨트장력 조절기어(idle

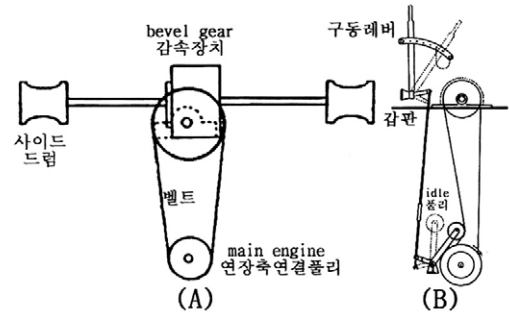


Fig. 8. 주기 전도식 사이드 드럼

gear)를 설치하여 드럼을 사용할 때에는 갑판상에 설치한 레버를 조작하여 기어를 벨트에 밀착시킴으로써 풀리와 벨트의 마찰력을 증대시켜 주기관의 회전력을 드럼에 전동하고, 드럼을 사용하지 않을 때에는 레버를 반대로 조작하여 기어를 풀리와 분리시켜 동력의 전달을 차단하는 방법이 사용되고 있다.

유자망어선의 경우 양망시에는 선수부 현측에서 양망되어야 하므로 바람이나 해류의 흐름상태가 적으면 기관의 회전수가 일정하게 유지되지만, 해류의 흐름이 일정치 않거나 바람, 파도에 의해 침로가 자주 변경되는 상태에서는 어망과 어선사이에 일정한 간격을 유지 시켜야 하므로, 주기관의 회전수가 일정하게 사용되지 못하고 전·후진 사용이 빈번하게 되어 동력전달장치의 고장이 쉽게 발생 될 수 있다.

## 5. 해양사고 분석

### 가. 해양사고 통계

지난 10년간 중앙해양안전심판원의 해양사고를 분석하여 보면 1997년 840건에서 2006년 657건

으로 연평균 2.2%의 감소율을 보이고 있다. 해양 사고를 인명피해 경중에 따라 중대<sup>1)</sup>, 일반<sup>2)</sup>, 경미 사고<sup>3)</sup>로 구분하여 분석한 결과, 중대사고는 지난 10년간 연평균 3.4% 감소 추세이나, 기관손상사고 등을 포함한 경미사고는 2003년까지 7년간 연평균 7.2%씩 감소하다가 2004년부터 급격히 증가하는 추세로 경미사고의 대부분을 차지하고 있는 기관손상사고의 지속적인 저감대책 추진이 필요한 실정이다. 또한 기관손상사고는 해상에서 선박의 이동능력을 상실시킴으로써 전복, 침몰, 인명사상 등 2차적인 사고를 일으키는 중요한 요인이 될 수 있어 소홀하게 다루어서는 안 될 중요한 해양사고 중의 하나이다.

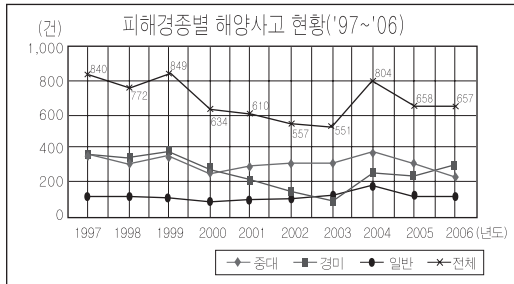


Fig. 9. 피해경중별 해양사고 현황

## 나. 기관손상사고 조사

어선의 주기관 손상사고에 대한 상세한 분석을 위하여 2003년부터 2006년까지 최근 4개년간 선박안전기술공단에 해양사고가 통보된 약 400척의 사고어선 자료를 이용하여 총톤수, 어업의 종류, 사고당시 주기관형태, 출력별, 계통별 사고원

인등 주요변수를 이용하여 상호 상관관계를 조사하였다.

### 1) 주기관 형태 비교

사고당시 선박용 신폼기관과 재사용 중고기관 의 사고통계를 조사·분석하였다.

Table 7. 총톤수와 주기관 형태비교

(단위 : %)

구 분	신폼 기관	중고기관			전체	
		육상용	해상용	계		
총 톤 수	1~5톤	0.8	0.8	-	0.8	1.6
	5~10톤	11.9	2.9	6.9	9.7	21.6
	10~20톤	3.4	1.1	3.4	4.5	7.9
	20~50톤	24.0	0.3	16.9	17.2	41.2
	50~100톤	9.5	-	17.2	17.1	26.6
	100~200톤	-	-	1.1	1.1	1.1
전 체		49.6	5.0	45.4	50.4	100

조사·분석결과 선박용 신폼기관과 재사용 중고기관의 사고발생비율은 거의 비슷하였으나 재사용 중고기관이 0.8% 정도 미세하게 높은 것으로 분석되었다. 이는 주기관의 상태보다 선박소유자의 정비·점검 등 관리상태와 주기관의 운전상태에 따라 기관사고 발생 가능성이 매우 높은 관계를 가지고 있다는 것을 알 수가 있었다.

또한 재사용 육상 중고기관에 대한 해양사고 비율은 급격하게 줄어 들었으며 이는 재사용 육상 중고기관의 사용이 많이 줄어들고 있으며, 재사용 중고기관의 사용형태 또한 육상용 기관에서 해상용 기관으로 사용형태가 변경된 것으로 추정된다.

1) 중대사고 : 인명피해와 선체손상을 수반하는 충돌, 침몰, 전복, 화재, 폭발 등 사고  
 2) 일반사고 : 인명피해는 없으나 선체손상을 수반하는 좌초, 추진기손상, 접촉 등 사고  
 3) 경미사고 : 인명피해 및 선체손상이 없는 기관손상, 운항저해 등 사고

2) 기관의 출력비교

기관출력이 500~600마력 사이의 재사용 해상 중고 주기관을 사용한 어선에서 기관사고가 가장 많이 발생하였으며, 선박용 신품기관과 재사용 중고기관과의 사고발생율의 차이는 크지 않았다.

Table 8. 주기관형태와 기관의 출력비교

(단위 : %)

구 분	주기관 출력				
	300PS 미만	300PS ~400PS	400PS ~500PS	500PS ~600PS	600PS 이상
신품기관	1.1	10.6	10.6	13.2	14.3
중고기관	육상용	3.2	1.6	0.3	-
	해상용	0.5	9.0	9.5	16.6
	계	3.7	10.6	9.8	16.6
전 체	4.8	21.1	20.3	29.8	24.0

3) 어업의 종류비교

채낚기업종으로 재사용 중고기관을 탑재한 어선에서 주기관 손상사고율이 높은 것으로 파악 되었으며, 유자망어업, 연승어업, 연안복합어업 순으로 기관사고발생율이 높았다.

Table 9. 주기관형태와 어업의 종류 비교

(단위 : %)

구 분	어업의 종류				
	채낚기	유자망	연승	연안 복합	기타 어업
신품기관	11.3	7.9	14.8	7.1	8.5
중고기관	육상용	0.8	1.3	0.5	2.4
	해상용	15.3	11.9	4.5	2.1
	계	16.1	13.2	5.0	4.5
전 체	27.4	21.1	19.8	11.6	20.1

4) 주기관의 계통별 사고원인 비교

주기관 손상사고의 원인 중 냉각수계통 관련 하자가 가장 많이 발생하여 냉각수관리가 중요한 것

을 알 수가 있었으며, 주기관 이외의 부분에서는 동력전달장치 부위에서 사고가 많이 발생하였다.

Table 10. 주기관형태와 계통별 사고원인 비교

(단위 : %)

구 분	계통별 사고원인				
	연료유	냉각수	윤활유	동력전달 장치	기타
신품기관	7.4	8.2	3.2	8.2	22.7
중고기관	육상용	1.3	1.6	-	0.5
	해상용	4.7	6.1	3.2	7.7
	계	6.1	7.7	3.2	8.2
전 체	13.5	15.8	6.3	16.4	48.0

다. 기관손상사고 조사의 결과

사고당시 선박용 신품기관과 재사용 중고기관의 사고통계를 바탕으로 조사·분석하여 본 결과 재사용 중고기관의 사고발생비율이 선박용 신품기관보다 0.8% 정도 미세하게 높은 것으로 분석되었다.

이는 주기관의 상태보다 선박소유자의 정비 점검 등 관리상태와 주기관의 운전상태에 따라 기관사고 발생 가능성이 매우 높은 관계를 가지고 있다는 것을 알 수가 있었으며 주기관의 정비·점검이 매우 중요하다는 것을 단적으로 보여주는 사례이다.

- 사고당시 주기관의 형태  
중고기관(50.4%) > 신품기관(49.6%)
- 사고당시 주기관의 출력  
500~600 마력(29.8%) > 300~400 마력(21.1%) > 400~500 마력(20.3%)
- 사고당시 주기관의 계통별  
동력전달장치(16.4%) > 냉각수계통(15.8%) > 연료유계통(13.5%)

## 6. 기관의 유통과정 조사

### 가. 부품사용의 중요성

기관은 수많은 부품으로 구성되어 있다. 순정부품은 단순히 기관의 한 부품이라기 보다는 기관 전체를 구성하는 중심요소라고 할 수 있다. 모든 부품이 본연의 임무를 충실히 이행할 때만이 원하는 기관의 출력을 얻을 수 있기 때문이다. 따라서 기관과 유의 성능을 충분히 발휘할 수 있도록 정밀하게 설계하여 사전검증을 하고 만들어져 품질 걱정 없이 안심하고 사용할 수 있는 제품이다. 즉 기관을 제작할 때 장착되는 부품과 동일한 부품으로 엄격한 품질검사를 통해 제작사가 직접 품질을 보증하는 제품으로 소비자의 안전, 사고예방, 피해보상의 차원의 측면에서 순정품의 사용은 매우 중요하다.

유사품의 경우 기관개발을 위한 연구 및 개발 프로그램을 시행치 않고 그로 인해 어떻게 동력 생성 시스템이 완벽하게 작동하는지에 대한 충분한 이해 부족과 함께 제작한 기관의 품질 또는 기술사양과 전혀 다른 부품 공급으로 인해 다른 주요 구성품마저 파괴시키는 중대한 결함을 일으키기도 한다.

따라서 기관에 설치되는 수리용 부품의 유통과정을 비교분석하고 순정부품 및 비순정 부품의 식별방법, 중고기관 및 부품의 유통구조 등을 조사하였다.

### 나. 폐업어선의 기관 및 부품

정부는 지난 1994년부터 연근해 어선폐업사업을 통해 2005년 까지 근해어선 위주로 총 3천745척을 폐업했으며 오는 2008년까지 전체 연안어선 6만3000척의 약 15%인 약 9천140여척을 단계적

으로 폐업해 나갈 계획이며, 또한 지난 2004년말 제정된 ‘소형기선저인망어선 정리에 관한 특별법’에 따라 전국 3천800여척의 어선 가운데 2천482척의 폐업이 2007년에 끝날 예정으로 최근 크게 증가하고 있는 폐업어선 으로부터 철거된 기관 및 부품이 체계적인 관리가 없어 기존의 어선에 재활용되는 등 여러가지 위해요소가 될 소지가 있었다.

Table 11. 연근해 어선 폐업실적 및 향후계획

(단위: 척)

구분	년도별 폐업실적				계획	총계
	'94~'98	'99	~'05	소계	'06~'08	
계	601	730	2,534	3,865	5,275	9,140

출처: 해양수산부

### 다. 기관의 해체 및 사용과정

해상의 경우 현재까지 폐업어선에서 나온 의장품이(기관 및 부품) 폐업시점에서부터 의장품 매각 후 의장품(기관 및 부품)이 선박에 탑재 될 때까지 품질에 대한 객관적인 관리가 없이 유통되고 있는 실정이다.

다음의 순서는 폐업어선의 해체처리 절차로 의장품의 매각시점까지 제품보관 및 관리방법은 없는 실정으로, 해체된 어선이나 선박으로부터 매각된 의장품(기관 또는 장비)은 취외하여 그대로 사용하거나 Fig. 10과 같이 3차례의 해체절차를 거친 후 분해된다.

취외된 기관을 그대로 사용하는 과정은 분리, 회수된 중고기관이나 부품을 변화 없이 세척 등의 변화를 통해 같은 용도로 다시 사용하는 것이고, 일부분의 부품을 교체할 때는 주로 기능성 중고부품의 수명연장과 성능을 보장하기 위해 손상된 부

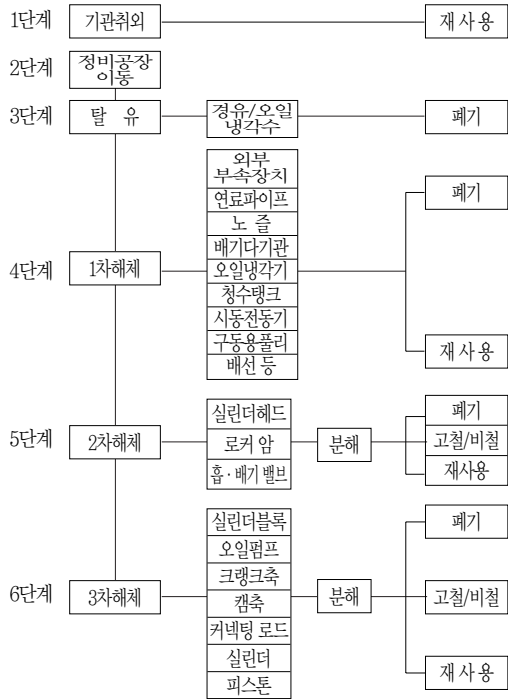


Fig. 10. 어선기관해체 및 부품 재사용과정

분을 교체하고 마모된 부분을 수리하거나 중고부품을 완전히 분해해 부품의 허용오차범위 내에서 새롭게 제작하여 재생 기관부품으로 사용한다.

따라서 이들 중고기관이나 부품이 체계적인 관리 없이 유통이 될 시 탑재된 어선의 기관은 고장발생빈도와 고장 재발 확률이 높을 수밖에 없다.

## 7. 어선용 부품의 유통실태

육상의 경우와 같이 유통경로가 대체로 유사하며 제조사에서 공급되는 순정부품, 일반 부품생산업체나 수입상에 의해 유통되는 유사부품 등의 비순정부품, 폐선 등에서 나오는 중고부품으로 나뉘어 지고 있다.

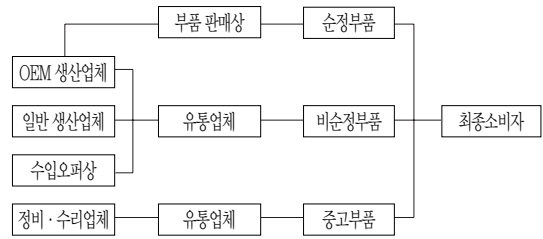


Fig. 11. 부품의 유통경로

### 가. 순정부품 및 중고·재활용부품

선박용 순정부품의 유통경로는 제조사로부터 부품을 수입한 후 제작사의 부품물류창고로부터 부품대리점 또는 A/S센터를 거쳐 최종 소비자에게 유통되고 있다.

부품물류창고 =>부품 또는 A/S센터 =>철공수리업체 =>최종소비자

### 나. 비순정부품

비순정부품은 수입상이나 부품제조업체로부터 철공수리업체를 거쳐 최종소비자에게 유통이 되며 대부분 현금으로 직거래가 형성되는 관계로 정확한 출처를 파악하기 힘든 실정이며, 선박에 사용하는 비순정부품 역시 차량에 사용하는 비순정부품과 마찬가지로 특별한 규제 법규는 없다.

수입상 또는 부품생산업체(협력업체) => 철공수리업체 =>최종소비자

### 다. 중고부품

중고부품은 폐선이나 폐기된 기관 으로부터 수집된 재활용 가능한 부품이 재생업체나 중고부품판매상을 거쳐 최종 소비자에게 유통되고 있으며,

유통경로가 투명하지 않고 음성적인 부분이 많으며 일부는 불법적인 사항도 있다.

폐선 또는 폐기된 기관 => 철공수리업체 또는 부품 판매상 => 최종소비자

## 라. 부품의 식별

비순정품의 경우 순정품의 외형뿐만 아니라 포박스나 검사필증까지 위조하여 순정부품으로 불법 유통되는 경우가 발생하고 있으며 외견상 순정부품과 유사하여 전문가 이외에는 다소 구별이 힘든 실정이다. 따라서 최근에는 제조사마다 부품을 구입할 때 보증서 및 거래명세서를 첨부하고 있으나, 철공수리업체의 겨우 영세하며 지역별 편차가 큰 관계로 정비시 “점검·정비견적서” 등의 제반서류의 제출은 육상의 자동차업계 보다 매우 열악하다.

## 8. 결 론

이상과 같이 어선기관의 특성, 어업기계의 사용실태, 기관손상사고 분석, 중고기관의 유통과정을 비교분석하여 문제점을 분석한 결과 다음과 같은 정부의 정책지원과 업계의 공동노력 확충이 필요한 것으로 나타났다.

### 가. 어업종사자의 자율관리 향상

기관의 정비·점검 등 어선의 유지·관리는 어선원이 주도적으로 할 수 밖에 없는 것을 고려하여 볼때 스스로 관리할 수 있는 능력과 정신자세의 확립이 우선적으로 필요하며, 선박용 기관의

고도화의 진전에 따라 기관 정비기술에 대해 보다 고도의 기술 및 전문지식이 요구되고 있고, 기관 정비기술의 육성 및 기량 향상을 꾀할 필요가 있지만, 소규모 사업자가 어선원에 대하여 정비에 대한 체계적인 지식을 습득시키는 것은 곤란하다.

특히 우리나라 어업의 특성상 어선의 경우 1인 또는 가족 중심으로 운영되고 있어 선장 1인이 운항 및 기관관리를 동시에 맡아야 하고 또한 선원의 노령화, 영세성 등으로 사전 정비·점검 기능이 절대적으로 부족한 것을 고려하여 이들에게 직무와 관련 있는 전문 교육 강사의 선정, 체계화된 교육프로그램 및 다양한 교육교재의 개발이 필요하다.

이와 같은 관점에서 정부에서는 선박용 기관 정비 기술에 대해 기관 제조자와 더불어 신규 강습회를 실시하고, 전국의 어업조합 단위로 어선의 소유자 및 운영자 등을 대상으로 기관사고 방지에 관한 연수회를 개최하며, 교육이수자에 대하여 교육 증명서를 교부함과 동시에 교육자에 대한 인센티브 제공을 검토하여 수산업계 전체의 기술 레벨의 향상을 꾀하여야 한다.

### 나. 정기적인 기관 유지보수 사업 지원

연안의 소형어선 등 기관의 정기 유지보수 추진 사업을 전국의 어항을 대상으로 정부, 지자체, 수산업협동조합, 각 기관제조사, 검사단체 등 유관단체가 합동으로 어항이나 휴어기에 기관의 정기적인 보수점검을 실시하여, 기관의 보수 점검에 의해 사고를 미연에 방지하여 안전하고 효율적인 어로 조업을 할 수 있게 하여야 한다.

기관 성능의 유지, 수명의 연장은 나아가서는 어업 경영의 안정화에 기여하는 것이다. 따라서 정책적으로 이들 사업을 실시하는데 필요한 점검 신청서·점검 결과 기록 등 서식의 표준화와 점검 기준의 작성, 포스터·팜플렛 등의 준비작업도 필요하며, 어항별 간단한 기관수리를 할 수 있는 자율정비소를 설치하여 운영 등을 통한 어선정비기술 향상도 고려할 수 있는 사안이다.

#### 다. 적절한 어구 인양장비의 개량 및 개발

주기관은 추진기를 회전시켜 수면에 떠있는 선박을 움직이는 원동력을 만들기 위한 목적으로 설치된다. 주기관은 고유저항을 제외하고 총톤수와 선형에 따른 조파저항 등을 고려하여 출력이 결정된다. 그러나 어선의 경우 선박의 동력원으로 주기관을 거치하고 있지만 대부분 양묘장치나 계류장치를 구동하기 위한 별도의 동력원을 가지고 있지 않고 있으며 어로작업시 주기관의 동력으로 어구를 선박위로 끌러 올리거나 어망을 끄는 작업을 수행한다.

현재 대부분의 어선은 주기관의 동력을 양묘, 양망, 인망 등에 사용하기 위하여 사이드 드럼을 설치하고 있으며 사이드 드럼에 걸리는 부하는 그대로 기관에 전해지며 투망과 양망시에 발생하는 급격한 과부하는 기관손상을 일으키는 원인이 되기도 하며, 직접적인 손상을 일으키지는 않아도 기관의 피로를 누적시켜 장기적으로 기관손상에 영향을 미칠 수 있다. 예를 들어 주기관의 부하를 경감할 수 있는 집어등의 개량이라든지, 집어등이 주기관 이외의 동력을 사용할 수 있도록 독립화 추진이 필요하다.

따라서 해당어업에 대한 어로작업의 성격과 일의 특성 등을 정확하게 파악하여 적절한 어구 인양장비의 개량 및 개발이 필요하며, 아울러 어구의 최대 적재량 및 최대인망부하를 고려한 주기관의 출력을 선택과, 정격출력 미만의 부하가 발생될 수 있도록 적정 어구 및 어획물이 탑재될 수 있도록 어업종사자에 대한 지도도 필요한 실정이다.

#### 라. 기관수리·정비업체 개선방안 강구

정비업체의 난립과 정비인력이 점차 고령화되고, 심각한 경영난으로 인해 폐업을 하고 있는 업체들이 늘고 있으며 수산업 경기침체로 선주의 사전 정비·점검이 적기에 이루어지지 않고 정비업체의 난립, 영세한 업체들로 인해 정비능력에 상당한 편차가 발생하고 있다. 또한 정비에 관한 적절한 표준정비수수료가 정해지지 않으므로 인해 업체간의 과당경쟁으로 부실정비, 비순정품 사용이 증가해서 기관사고 발생할 수 있는 여건이 많아졌다.

따라서 정비업체의 관리를 위한 기관정비사의 자격 기준 설정과 우수정비사업장제도의 인정기준을 완화 또는 등급화를 장려하여 하는 등의 적절한 제도적 장치가 필요하다.

#### 마. 순정품 사용의 정착화

수리·정비시 순정품과 비품을 확인하기 곤란하여 질소산화물 배출규제 관련법이 국내 모든 선박에 적용되기 전까지 순정품의 일점품목에 대하여 정품인증서 발행을 검토해 보고, 수산업협동조합의 경우 기관정비업체에서 공제보험 청구시 부

품교체에 대한 순정품 사용여부를 조사하는 등의 대책방안을 강구하여 순정품 사용을 정착화 할 수 있는 방안을 마련하고, 기관제조사의 경우 기관주요부품 이외의 액세서리 품목에 대해서도 순정품이 현재보다 더욱 더 쉽게 식별될 수 있도록 조치를 취해야 한다.

또한 기관제조사 및 유관단체에서는 순정품이 기관에 사용될 수 있도록 전국에 유통판매망을 구축하고 수리·정비시 확인될 수 있도록 하는 연계 시스템도 검토해 보아야 하며, 장기적으로 기관 판매 => 기관 수리·정비 => 기관 폐기까지의 일련의 과정에 대한 윈스톱 서비스 관리체제가 필요하다.

## 바. 정비가격의 표준화

수리·정비 요금의 구성은 정비가격 = 재료비(부품 가격) + 노무비(정비공임), 노무비(정비공임) = 표준작업시간 × 공임율(1시간당 공임)로 되어있다.

이에 의한 표준작업시간 산출을 위한 다섯 가지 조건은 ①표준 공장은 작업시간 실측을 위해 필요한 시설, 장비, 공구 등 보유 ②표준 작업자는 5년 정도의 수리경력 및 기능사 자격 보유 ③수리·정비 기관은 출고된 지 3년 이상 된 경미한 손상기관 ④표준 부품은 기관 제작사에서 제공되는 순정부품 ⑤표준 작업 속도는 표준작업자가 기관을 수리·정비하는데 있어서 외부의 자극 없이 평상시 빠르기로 작업을 완료하는 속도다.

이와 같은 작업조건을 기초로 해 작업범위와 작업방법에 따라 표준 작업시간이 설정되고 작업범위와 방법에 따라 별도로 구분하여 정비요금 산출

을 하여야 하나 현장에서는 일률적인 작업시간으로 적용되고 있는 현실이다.

따라서 현장의 제반여건을 감안하고 보험사, 정비업 관련 업체, 용역 등을 통한 지속적인 보완대책이 필요하다.

## 사. 유기적인 안전관리 Network 구축

기관사고 저감을 위해서는 어느 한 부분의 노력이 아닌 정부, 단체, 기관제조사, 정비업체, 선박소유자의 공동의 노력으로 이루어야 할 성과라고 생각한다.

어선의 안전관리 행정기관은 해양수산부, 해양경찰청, 해양안전심판원이며 또한 각 부처도 여러 부서에서 분할 담당을 하며, 해양사고의 경우 사고 원인조사에 관련하여 해양경찰청 및 해양안전심판원에서 주로 이루어지고 있고, 조사된 원인에 관한 정보들이 서로 공유되지 않고 있다.

따라서 안전관리의 업무는 각 기관이 상호협조가 잘 되어야 시너지 효과를 얻을 수 있으며, 이러한 조직들이 유기적인 Network를 구축하여 기관사고에 조사 분석이 일원화되고, 조사 분석된 사고 관련 정보는 상호 공유할 수 있어야 한다. 따라서 기관사고 저감을 위해서는 상호간 정보를 공유할 수 있는 창구를 마련하여 정례화하고 기술적인 자료 및 동향들을 서로 논의하여 기관사고의 유형을 이해하여 기관사고 방지를 위한 현실적인 대책을 이끌어낼 수 있을 것이다.



## 참고문헌

- (1) “수산업법”
- (2) “자동차관리법, 자동차관리법시행령, 자동차관리법시행규칙”
- (3) 해양수산부, “해양수산통계연보”, 각 년도
- (4) 중앙해양안전심판원, “해양사고통계”, 각 년도
- (5) 어선협회, “어선지”, 각 년도
- (6) 선박검사기술협회, “기관사고저감을 위한 기획연구”, 2005. 12
- (7) 선박검사기술협회, “기관 수리·정비업체 관리 개선방안 연구”, 2006. 12
- (8) 이대재(부경대학교) “어업기계공학”, 태화출판사, 1999
- (9) 박태인 “자동차 엔진의 어선에의 이용”, 조선기자재, 제4호
- (10) 남병태 “우리나라 소형어선용기관 사용실태 분석과 대응방안”, 어선지, 제60호
- (11) 커민스, “Cummins Diesel Information Package”, 2005
- (12) 두원중공업(주), “엔진 취급설명서”

이 논문은 선박안전기술공단 자체연구개발 사업으로 이루어진 것임을 밝힙니다.