

# 침몰 감지용 자동방식 공기 부양백 소재 개발

안태광\*, 박창혁\*\*, 고희남\*\*\*  
\*혜전대학 소방안전관리과  
\*\*청운대학교 패션디자인섬유공학과  
\*\*\* (주)군장조선  
e-mail:ahntank@hanmail.net

## Study on the Floating bag Materials for Boats.

Tae-Kwang Ahn\*, Chang-Hyuk Park\*\*, Ho-Nam Ko\*\*\*  
\*Dept. of Fire Safety, Hyejeon College  
\*\*\*Dept. of Passion Design&Textile, Chung Woon Univ.

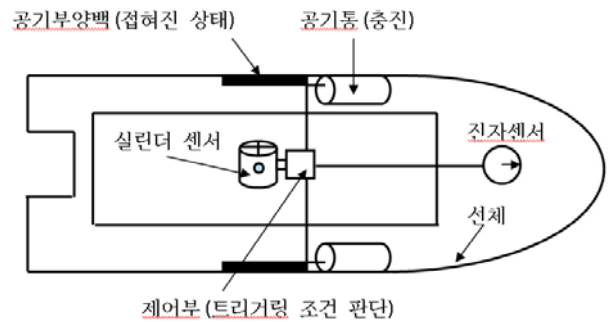
### 요 약

선박용 침몰방지용 부양백의 소재를 개발하는데 있어 부양백 내의 부양기체인 질소가스가 장기 유지특성 보유 소재(gas barrier properties), 코팅 경량 직물형태로서 경량성 보유 소재 기술, 장수명의 부양 백 소재 개발, Silicone/Nylon/Silicone 코팅 다층 구조의 고강도 유지 특성 유지 및 재활용성 특성 유지 부양백 소재를 개발하였다. 이들 소재를 개발하는데 있어 Nylon 직물별 물성 조사로 우리가 개발 목표로 하는 nylon의 denier 별로 구매하여 이들에 대한 기본물성인 인장특성, 내노화성, 기체투과도 및 복원성을 조사하였으며, Nylon 직물에 Silicone의 코팅시험을 실시하였고, 최적 코팅 silicone의 선정을 통해 최적의 균일한 두께 특성, 최적의 강도 유지특성 및 gas barrier 특성을 갖는 silicone 및 코팅두께를 선정하여 최종적으로 부양백용 gas barrier성 수지의 선정하였다.

### 1. 서론

#### 1.1. 연구개발의 개요

선박용 침몰 감지용 실린더 센서방식의 자동 공기 부양백 기술을 당사가 개발함에 있어 선박의 선체에 하나 이상의 공기 백, 그리고 선박내의 침수량을 감지하는 침몰 감지용 실린더 센서를 장착하고, 서로를 하나로 연결하여 운행 중인 선박에 돌발적으로 생기는 물리적 충돌과 기상악화로 선박이 침몰의 위기에 처하였을 때 자동으로 짧은 시간 내에 공기백을 팽창하여 선박을 부양함으로써 침몰을 방지하는 기술로써 공기백의 전개가 필요한 작동 조건을 자동으로 판정하며, 조건을 만족하면 전기적인 신호를 선체 내에 설치된 탱크 내 충전된 가스를 방출시켜 공기백을 팽창하여 선박을 부양하는 기술의 개발에 있어서 부양 백의 소재를 개발하고자한다. 이들 선체내의 부양백의 설치모양은 아래의 그림 1과 같다.



[그림 1] 선체내의 부양백의 설치부분

일반 자동차의 에어백 시스템은 순간적인 충돌에 의하여 inflator에 의한 기체 발생기로부터 에어백의 작동과 함께 일정시간 이후에는 에어백으로부터 기체가 빠져야 하나 이들 부양백은 선체가 불의의 사고로 전복등의 사고나 난 뒤 inflator로부터 기체를 발생시켜 선체를 떠 있게 만들고 그대로 유지되어야 하는 부양백의 소재라야 한다는 점이 크게 에어백의

소재와는 달라야 한다. 일반적으로 에어백의 소재는 나일론 (400-800 denier)에 클로로프렌이나 실리콘을 코팅한 소재를 사용한다. 이들 기술 역시 국내의 보유 기술은 전무한 상태이다.

따라서 자동 공기부양백의 소재를 다양한 방법으로 개발하여 자동 감지용 부양백을 장착한 선박을 제조, 판매하고자 선박용 부품으로써 부양백 제조기술 중 부양백 소재를 개발하고자 한다.

## 1.2. 연구개발의 필요성

보트 및 선박이 특정한 상황(기상변화, 충돌에 의한 파손)에 의해 침몰의 위기에 처해있을 선박의 필수적인 안전장치의 필요성은 인식되어 왔으나 과학적인 장치가 개발되지 않아서 해난사고로 인명과 재산의 피해가 급속히 증가하는 상황이다.

침몰 감지용 실린더 센서방식의 자동 공기 부양백 기술은 선박의 선체에 하나 이상의 공기 백, 그리고 선박내의 침수량을 감지하는 침몰 감지용 실린더 센서를 장착하고, 서로를 하나로 연결하여 운행 중인 선박에 돌발적으로 생기는 물리적 충돌과 기상 악화로 선박이 침몰의 위기에 처했을 때 자동으로 순간적으로 공기백을 팽창하여 선박을 부양함으로써 침몰을 방지하는 기술이다. 공기백의 전개가 필요한 작동 조건을 자동으로 판정하며, 조건을 만족하면 전기적인 신호를 선체 내에 설치된 탱크 내 충전된 가스를 방출시켜 공기백을 팽창하여 선박을 부양하는 것이다.

최근에 일어나는 불의의 해양 사고로 인해 침몰된 선박을 인양하는 국가적 경비의 손실과 인명 피해, 재산 손실을 등 발생하는데 본 기술이 개발되어 선박에 장착된다면 불의의 해양 사고시 인명을 지키고 손실을 최소화 할 수 있는 선박의 안전 기술이다.

본 기술의 주요부는 선체의 양 벽의 내부, 선수, 선미 또는 이들 모두에 연결 설치되는 하나 이상의 공기백, 공기백의 작동을 제어하기 위한 신호를 전달하는 전선, 질소와 이산화탄소가 혼합되어 압축 가스탱크, 선박내의 적정 위치에 설치되어 선박의 침수량을 감지하는 중공의 원통형 하우징과 복원력의 한계를 감지하는 원형 볼 등으로 구성되어 있다.

종래 기술은 선박의 건조 시에 별도의 부력 재료를 첨가하여 부력을 증가시키는 방법이다. 예로 공기 또는 헬륨 등의 기체가 충전된 튜브나 우레탄, 스티로폼 등의 부력을 갖는 발포 형태로 만들어 선체에 고정하거나 선체의 양 벽의 내부 공간에 부력

재를 충전하여 선체 바닥의 일부 파손 또는 전복 등의 해난사고 시에 침몰을 방지할 수 있도록 되어 있다. 그러나 선박의 형태에 따라 건조 시에 설치하기 어려운 경우가 있으며, 선박의 건조비용이 크게 상승하고, 선체내부공간을 사용할 수 없다는 문제점이 있다. 또한 이 방법은 사용 중인 선박에 개조하여 침몰 방지 장치를 시설하는 것이 매우 어렵다. 다른 예로, 선체의 좌우에 일정 간격으로 상자 모양의 내부에 도어 개폐 장치와 공기백을 설치하고 공기탱크, 조작밸브, 그리고 호스와 파이프를 연결하여 방식이다. 선박의 조난 시에 승객이 수동으로 조작 버튼을 누르면 압축된 공기에 의해 도어가 개방되고 동시에 공기백이 팽창되어 부력을 발생하는 기술이다. 그러나 수동식이며 특허등록은 되어있으나 실용화 되지 못한 실정이다. 수동식 침몰방지 장치는 급작스런 선박 전복 등의 위험한 상황에서 사용자(승객)가 신속하게 대처하여 수동으로 버튼을 누르는 것이 용이 하지 않고 실제로 위급한 상황으로 인해 침몰방지 장치의 기능을 사용하지 못하고 침몰되는 상황이 발생할 수도 있다. 또한 침몰방지 장치가 복잡하고 설치공간이 많이 소요된다.

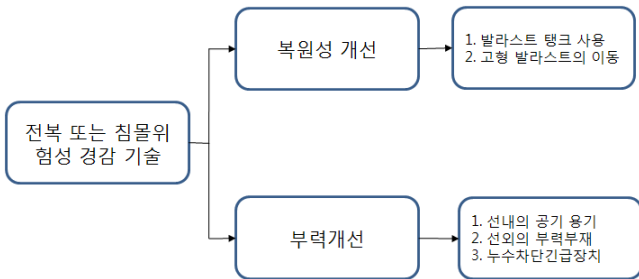
이러한 문제점들을 개선한 침몰 감지용 실린더 센서방식의 자동 공기 부양백 기술은 선체의 내부에 하나 이상의 공기 부양백을 서로 연결하여, 침몰 감지형 실린더 센서와 원형볼을 통하여 침몰을 감지하는 순간 자동으로 모든 공기백을 동시에 팽창하여 위험 사항에서 승객의 안전을 확보하는 독자적이고 새로운 기술<sup>1)</sup> 로써 부양백의 소재 개발 기술을 보유하고 있지 않아 이에 대한 기술개발이 절실히 요구되고 있는 상황이다.

이들 침몰 감지용 자동방식 공기 부양백은 선박의 안전장치, 해난 사고 시에 구조용으로써 보트 및 선박이 특정한 상황(기상변화, 충돌에 의한 파손)에 의해 침몰의 위기에 처해있을 때 선체의 내부에 설치된 공기부양백이 자동으로 작동하여 선박을 부양하여 침몰을 방지하는 효과가 있으며, 이들 부양백은 장기간 동안 해수면 위에서 안정한 부력을 유지하여 선박 및 승선 승객의 보호가 우선시 되어야 한다는 점이다.

## 1.3. 국내외기술현황

한국의 조선 산업은 세계 1위 수주 국으로써 위상을 유지하고 있고, 향후 10년까지도 세계 1위를 점유할 것으로 예상되고 있는 현실에서 항해 중에 발

생하는 선체의 손상으로 인한 전복이나 침몰의 위험성을 경감시키는 기술 중 부력을 개선하는 기술에 대한 특허동향을 살펴보면 아래의 그림 2와 같다.



[그림 2] 선박의 전복경감 특허출원 동향

선박의 침몰 방지에 대한 여러 나라 기술과 방법이 특허로 위와 같은 여러 가지 부력개선용 기술은 알려져 있으나 그 기술이 상용화 되어 실제 선박이 침몰 하였을 때 그 기능을 발휘하여 유사시를 대비하는 제품이 현재까지 없으며(예를 들면 최근에 중국 컨테이너선 진성호와 충돌한 뒤 침몰한 한국어선 골든로즈호는 가라앉은 선체를 인양하는데 80억이던 비용이 들며 중요한 것은 선체가 가라앉을 때 젊은 청년을 비롯한 선원16명이 전원 사망한 사례), 선박이 침몰될 순간에 선체에 물이 차올라 오면 실린더 센서를 작동하여 공기 부양백이 부풀어 선체를 침몰되지 않게 하는 기술은 바로 제품화 될 수 있고 그 파급 효과가 대단히 기대되는 기술이라고 판단된다. 일본 및 미국의 선진국들의 기술현황도 실용화된 기술은 적용사례를 찾아보기 힘들다. <sup>2-3)</sup>

## 2. 실험 방법

### 2.1. 직물의 선정 및 기초물성의 조사

Nylon 직물을 대상으로 섬유상의 denier별 선정 후 nylon 직물의 인장특성을 조사하였다. 400, 600, 800D의 nylon 직물에 대한 silicone 및 urethane 수지와와의 코팅실험을 통해 matrix인 nylon 직물과 코팅 바인더와의 접착성을 조사하고 최적의 코팅 바인더를 선정 및 최적의 코팅두께를 위한 실험을 진행하였다. 직물에 코팅된 상태를 tenter를 이용하여 최적 건조시간을 조사하였다. 또한 물성으로 사용되는 신뢰성으로 코팅직물의 반복회수를 위한 반복사용회수 및 내염수성의 시험을 거쳐 부양백용 소재를 개발하였다.



[그림 3] 부양백 소재기술개발 추진절차

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 직물의 선정 및 물성조사

산업용 직물인 nylon을 denier별로 3가지와 polyester 3종을 샘플로 지정하여 이들에 대한 인장 시험을 통해 이들의 인장강도 및 파단신율을 조사하였다. 이들에 대한 시험결과를 아래의 표 1에 나타내었다.

[표 1] 부양백용 직물의 유형별 인장강도 결과

시 료 명	인장강도 (kgf/cm <sup>2</sup> )	항복신율 (%)
Nylon A	320.5±25.1	3.6±0.3
Nylon B	356.7±11.2	4.5±1.1
Nylon C	435.6±5.9	3.8±1.3
Polyester A	254.6±10.6	5.9±0.8
Polyester B	289.3±14.6	6.9±1.4
Polyester C	311.5±8.9	5.6±0.8

### 3.2. 직물의 코팅실험 결과

각 Nylon 및 polyester 직물에 액상실리콘 rubber와 상용화제인 MA-grafted silicone을 이용하여 바코터를 사용하여 30, 50, 70 $\mu$ m 두께별로 코팅, tenter를 사용하여 경화 건조 후 N<sub>2</sub> gas 유지력을 4 시간동안 시험하였다. 이에 대한 코팅 두께별 N<sub>2</sub> gas 유지력과 접착강도의 시험결과를 아래의 표 2-4에 각각 나타내었다.

### 3.3. 부양백 코팅 직물의 내염수성 및 반복사용 특성 조사결과

선체의 침몰방지용 부양백용 코팅에 따른 신뢰

성 시험으로 내염수성조사를 위해 염도 1%, 3%, 5%, 7%에서의 침적 후 코팅직물의 코팅부분의 들뜸 현상의 발생여부와 N<sub>2</sub> gas 유지율을 시험하였다. 이에 대한 결과를 아래의 표 5에 나타내었으며, 반복 사용회수에 따른 gas 유지력을 함께 시험하여 표 5에 같이 나타내었다.

[표 2] 30 $\mu$ m 코팅에 따른 접착강도 및 N<sub>2</sub> gas 유지력

시 료 명	접착강도 kgf	N <sub>2</sub> 유지율 <sup>1)</sup> (%)
Nylon A	2.3±0.2	56
Nylon B	2.2±0.3	58
Nylon C	2.4±0.1	61
Polyester A	2.2±0.4	55
Polyester B	1.8±0.2	57
Polyester C	1.9±0.1	59

<sup>1)</sup> N<sub>2</sub> 충전 후 4시간 후의 gas 유지율

[표 3] 50 $\mu$ m 코팅에 따른 접착강도 및 N<sub>2</sub> gas 유지력

시 료 명	접착강도 kgf	N <sub>2</sub> 유지율 <sup>1)</sup> (%)
Nylon A	3.6±0.5	69
Nylon B	4.1±0.6	77
Nylon C	4.4±0.1	81
Polyester A	3.9±0.4	63
Polyester B	2.9±0.5	73
Polyester C	3.2±0.6	78

<sup>1)</sup> N<sub>2</sub> 충전 후 4시간 후의 gas 유지율

[표 4] 70 $\mu$ m 코팅에 따른 접착강도 및 N<sub>2</sub> gas 유지력

시 료 명	접착강도 kgf	N <sub>2</sub> 유지율 <sup>1)</sup> (%)
Nylon A	5.9±0.8	85
Nylon B	6.9±0.9	89
Nylon C	7.8±0.6	87
Polyester A	5.9±0.7	77
Polyester B	6.8±1.1	84
Polyester C	7.6±0.5	69

<sup>1)</sup> N<sub>2</sub> 충전 후 4시간 후의 gas 유지율

[표 5] 70 $\mu$ m 코팅에 따른 신뢰성시험결과

시 료 명	염도(%)	코팅이상여부	N <sub>2</sub> 유지율 <sup>1)</sup> (%)
Nylon C	1	○	82
	3	○	80
	5	○	82
	7	○	78
Polyester C	1	○	69
	3	○	70
	5	○	68
	7	○	63

<sup>1)</sup> N<sub>2</sub> 충전 후 12시간 후의 gas 유지율

#### 4. 결론

선체의 침몰방지용 부양백소재의 개발을 위해 1차로 선체의 지지를 위한 부양가스의 지지력과 gas barrier 특성을 부여할 수 있는 소재, 코팅소재와 직물과의 상용성등이 고려되었으며, 이들부양백 소재의 코팅에 따른 부양백으로서의 신뢰성시험을 거쳐 개발목표로 하는 바를 완료하였다. 이들 개발결과를 아래에 요약하였다.

1. 직물은 polyester에 비해 nylon이 gas 유지력, 강도 측면에서 모두 유리한 것으로 나타났다.
2. Nylon 직물과 Liquid silicone rubber(LSR)의 상용화제인 Ma-grafted SR의 최적함량은 0.3-0.7% 사이에서 접착력이 유지됨을 알 수 있었다.
3. Gas 유지력을 위한 최적 코팅 두께는 70 $\mu$ m에서 가장 양호함을 알 수 있었으며, 염수내력은 5%까지는 큰 변화가 없음을 확인할 수 있었다.

#### 감사의 글

본 연구는 2008년도 중소기업청에서 지원하는 산학연 공동연구개발과제로 수행한 연구임을 밝히며, 이에 감사드립니다.

#### 참고문헌

- [1] 한국 발명 등록특허, 제0791547호, 2008.
- [2] 일본 발명특허 등록번호, 평 7-117791
- [3] 미국 발명특허 등록번호 US 5,787,832