



Sensor & Flexibag Container Maker

탱크 컨테이너의 효과적인 로테이션

Makers: 김효준, 노윤지, 조해민
지도교수: 이창호 교수님

주제 및 문제제기

1. 탱크컨테이너 현황
2. 기존까지의 노력

아이디어 제안

1. 아이디어 설명
2. 기술적 타당성
3. 경제적 타당성

오래된 물류 역사에서 컨테이너는 물류에 큰 발전을 가져오게 한 모두가 인정하는 발명품이다.

결론

1. 기대효과
2. 한계점
3. 향후 발전방향

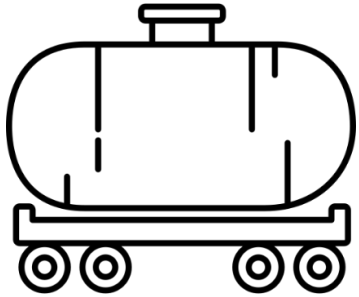
본 팀은 IoT기술이 추가된 플렉시백을 탱크컨테이너에 접목시켜 아이디어를 구체화 시켰다.

참고문헌

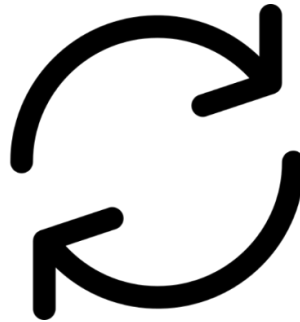
본 연구는 단순히 현재 탱크컨테이너에 대한 수송의 효율성을 제고하는 것에서 더 나아가 환경을 훼손하지 않는 지속가능한 발전이라는 점에서 의의가 있다.



주제 및 문제제기 1) 탱크컨테이너 현황



탱크 컨테이너에 대한
수요는 늘고 있지만
그에 따라가지 못하고
공급부족 현상 발생



여러 종류의 화물을
교차해서 싣지 못하는
한계점 발생



유해물질을 운반한
탱크컨테이너에서 세척
입조작업 중 발생
가능한 사고 및 위험
노출 가능성



주제 및 문제제기 1) 탱크컨테이너 현황

✓ 공급부족 현상

탱크 컨테이너 품귀대란, 왜?

[538호] 2018년 06월 29일 (금) 14:55:12

강미주 newtj83@naver.com



ISO 탱크 컨테이너에 대한 수요는 최근 지속적으로
상승.

하지만 장비부족 때문에 이를 다 수용하지 못함.

<수요 상승 이유>

- ▶ 석유화학제품의 꾸준한 수출 호조세
- ▶ 물류비용이 과거보다 많이 하락

<공급 부족 이유>

- ▶ 과거에 비해 현재 운임이 크게 떨어져 수익성이 떨어졌기 때문
- ▶ 운임이 낮은 지역보단 수익성이 좋은 지역에 장비 공급

집중된 물량 안에서 수익성을 높이기
위해

높은 장비 회전력 필요성 대두



주제 및 문제제기 1) 탱크컨테이너 현황

✓ 로테이션 문제

한정적인 나라별 수출입 품목

특수컨테이너의 특성상 실을 수 있는 item의
한계

고객소유 컨테이너로 규모의 경제 실현 어려움

여러 종류의 item을 교차로 실기 불가능
(화학제품을 실었던 컨테이너에 식품을 실을 수 없다.)



CJ대한통운 김OO 포워딩 부장 :

“가장 비효율적 비용문제가 발생하는 것은
탱크컨테이너”

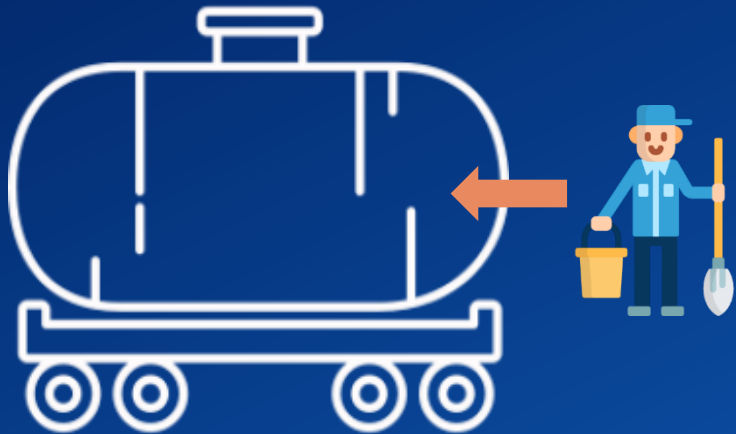


주제 및 문제제기 1) 탱크컨테이너 현황

✓ 세척 시 위험 노출

<기존의 세척 방식>

탱크컨테이너 안에 있는 잔류물에 따라
상온의 물, 증기, 유기용제(톨루엔, 자일렌, 시너 등)등
상황에 따라 다양한 방식 사용



하지만 모두
사람이 들어가는
입조작업은 필수적



느린 작업속도
낙상, 질식 등
수많은 위험 상황에 쉽게 노출

"양산CD 탱크컨테이너 세척장 유해물질 사각지대"

송고시간 | 2010-11-30 11:25



"양산CD 탱크컨테이너 세척장 유해물질 사각지대"

양산시의회 심경숙 의원 "폐수처리시설 관리감독 강화해야"

(양산=연합뉴스) 최병길 기자 = 부산항 배후인 경남 양산시 물금읍에 조성된 내륙컨테이너기지(ICD)의 탱크형 컨테이너 세척장이 유해물질 사각지대로 방치되고 있다는 지적이 제기됐다.

양산시의회 심경숙 의원은 30일 "양산CD에서 다량의 유독성 물질을 수송하는 탱크형 컨테이너를 세척하는 사업장이 단순한 소독, 청소를 대행하는 세차업으로 분류돼 있는데다 관리감독 및 지도단속조차 허술하다"고 밝혔다.



주제 및 문제제기 2) 기존까지의 노력



BUT



*Container
Bulging*
현상 발생

플렉시탱크(Flexitank) 고안

플렉시탱크란 일반 20' Dry Container에

모든 종류의 비위험물 액체 및 액체 화학 제품을 보관, 운송할 수 있도록 고안된 액체 화물 전용 운송 장비를 뜻한다.

플렉시탱크에 화물을 담을 때 무게 때문에 컨테이너 옆면이 부푸는 현상
보통 컨테이너를 만든 지 5년 이내의 상태에서만 플렉시백 사용이 가능하지만,
실제로 지켜지기 어려운 사안임

아이디어 제안 1) 아이디어 설명



✓ Check point

탱크 컨테이너 안에 플렉시백 넣기

간편한 적용 가능	환경 친화적	화물의 오염을 방지	탱크 컨테이너 로테이션 향상	세척 시 위험노출 감소
기존에 사용하고 있던 제품들을 크게 변형하지 않고 활용하기에 프로세스에 큰 변화 없이 보다 쉽게 활용 가능	일회용으로 그치는 것이 아니라 재활용 가능한 플렉시백을 사용함으로써 보다 친환경적 사용 가능	탱크 컨테이너에 직접적 으로 화물을 싣지 않으므로 마모도를 줄일 수 있음	플렉시백을 사용함으로써 넣고 빼기만 하면 되므로, 컨테이너 내부세척, 화물 적재 소요 시간이 현저히 줄어드므로 로테이션 향상 가능	기존의 경우 사람이 직접 탱크 컨테이너 안에 들어가 세척 하므로 위험노출 빈번함. 반면, 이 경우 탱크 안에 들어가는 입조작업이 필요 없으므로 위험노출 감소

아이디어 제안 1) 아이디어 설명 - 센서

IoT 기술 접목 지능화 센서

: 플렉시백에 지능화 센서를 부착하여 정보 습득

⊖ 화물의 정보

- 온도·습도 측정 → 실시간 모니터링, 지능적 제어
- 위치 추적 → 화주에게 정보 제공

⊖ 플렉시백의 정보

- 플렉시백의 수명
- 플렉시백에 실었던 화물들
- 화물이 플렉시백에 미치는 손상 정도를 파악하여 플렉시백

개선



장비의 회수 · 통관 문제

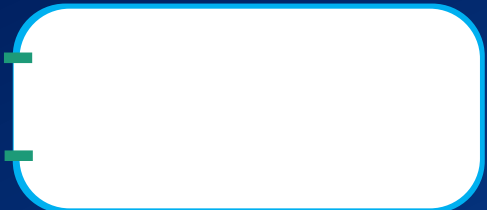
플렉시백을 적용한다면
Item 호환이 가능하기에
SOC > COC 실현 가능

선사 소유 장비로 등록

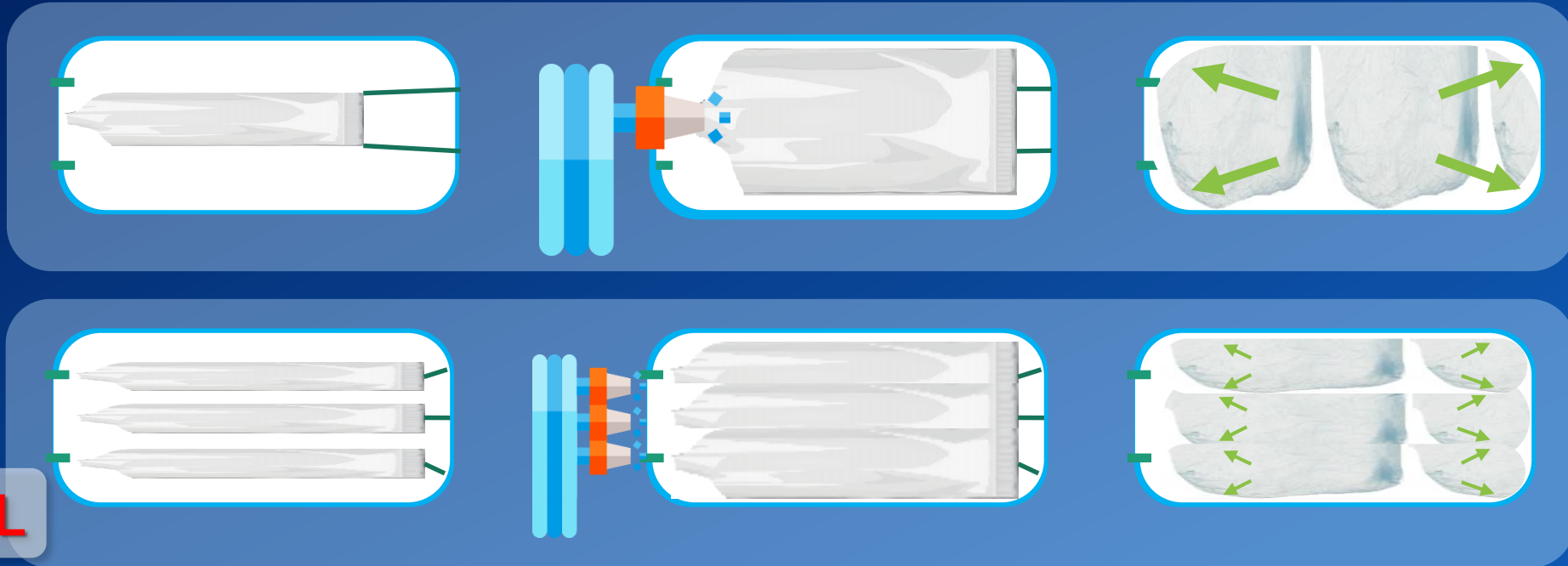
SOC(Shipper's Own Container) : 화주 소유 컨테이너
COC(Carrier's Own Container) : 선사 소유 컨테이너

아이디어 제안 1) 아이디어 설명

✓ 탱크 컨테이너에 플렉시백 설치 과정



For LCL



1. 플렉시백 세팅 및 준비

탱크 컨테이너안에 플렉시백을 넣어 준다. 컨테이너와 플렉시백을 고정 시켜주고 플렉시백의 입구를 바깥으로 향하게 하고 고정 시켜준다.

2. 제품 로딩 작업

컨테이너 밸브와 플렉시 백을 연결한 뒤 제품 로딩(적입)을 시작한다

3. 로딩 완료 및 밸브 잠금

제품 로딩을 완료 한 후 밸브를 3중으로 잠가 봉인합니다. 그 후 싺을 씌워 다른 사람이 함부로 개봉하지 못하게 마무리한다.

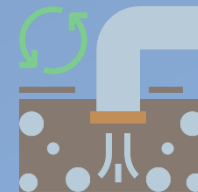


아이디어 제안 1) 아이디어 설명 세척 BEFORE



과거에는 인력을 이용하여 흡착포를 사용하고 스크래핑 으로 긴 공정 프로세스 혹은 에어 제트 시스템 재래 적 방법을 거쳐서 청소하였다.

인력사용으로 인한 안전사고 위험 노출
인력비용, 시간비용, 슬러지, 폐기물이 과다
발생하는 문제점이 있다.





아이디어 제안 1) 아이디어 설명 - 플렉시백 재질 BEFORE

1970년



고무재질 (비쌈, 재사용 가능)
대중화 되지 못함

1990년



PVC재질 (저렴해짐)
but 화주들은 플렉시백을
컨테이너에 화주가 직접 설치하는
것을 좋아하지 않습니다. 그래도
금속탱크컨테이너보다 가벼운
이점을 이용 사용 중

2001년



다층의 폴리에틸렌으로 만들어진
저렴한 일회용 플렉시 백 하지만
여전히 위험물질은 제한

PP, PE 로 이루어짐 - 다층의 폴리에틸렌

뛰어난 수분 보호(WVTR)기능의 식품용 고강도 공압출
LLDPE(Linear low density polyethylene) 필름

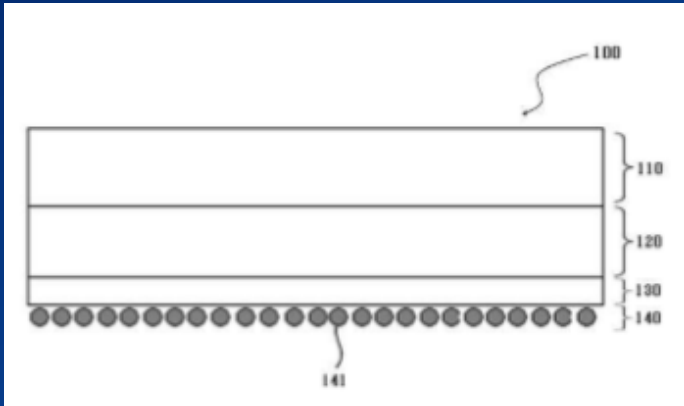
고강도 직조 폴리프로필렌 재질

폴리프로필렌 선적/하역 밸브; 기타 사이즈 적용가능
산소 및 냄새의 영향을 받기 쉬운 화물을 위한 보호용
재질선택 가능

But 아직도 여전히 위험하지 않는 액체 화물 운송에 사용됨

Multi layer PE(4겹) Fabric PP(1겹) 특수Outer

아이디어 제안 1) 아이디어 설명 - 플렉시백 재질 AFTER



발수성 및 발유성 재질 코팅

: 발수성 및 발유성이 지속적으로 발휘될 수 있는 재질 사용

▶ 잔여물 감소로 낭비를 줄이고 세척에 유리, 재활용 가능

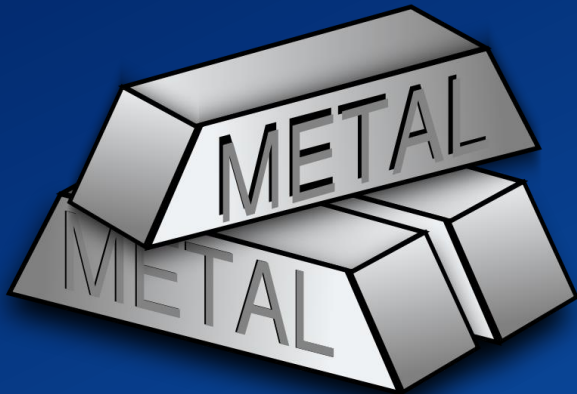
발명의 명칭

: 발수성 및 발유성을 가지는 포장재료, 이를 포함하는 포장체

특허권자 : 한화폴리드리머 주식회사

발명자 : 김신연

아이디어 제안 1) 아이디어 설명 - 플렉시백 재질 AFTER



금속 재질 코팅

: 유연한 금속 재질을 내부에 코팅

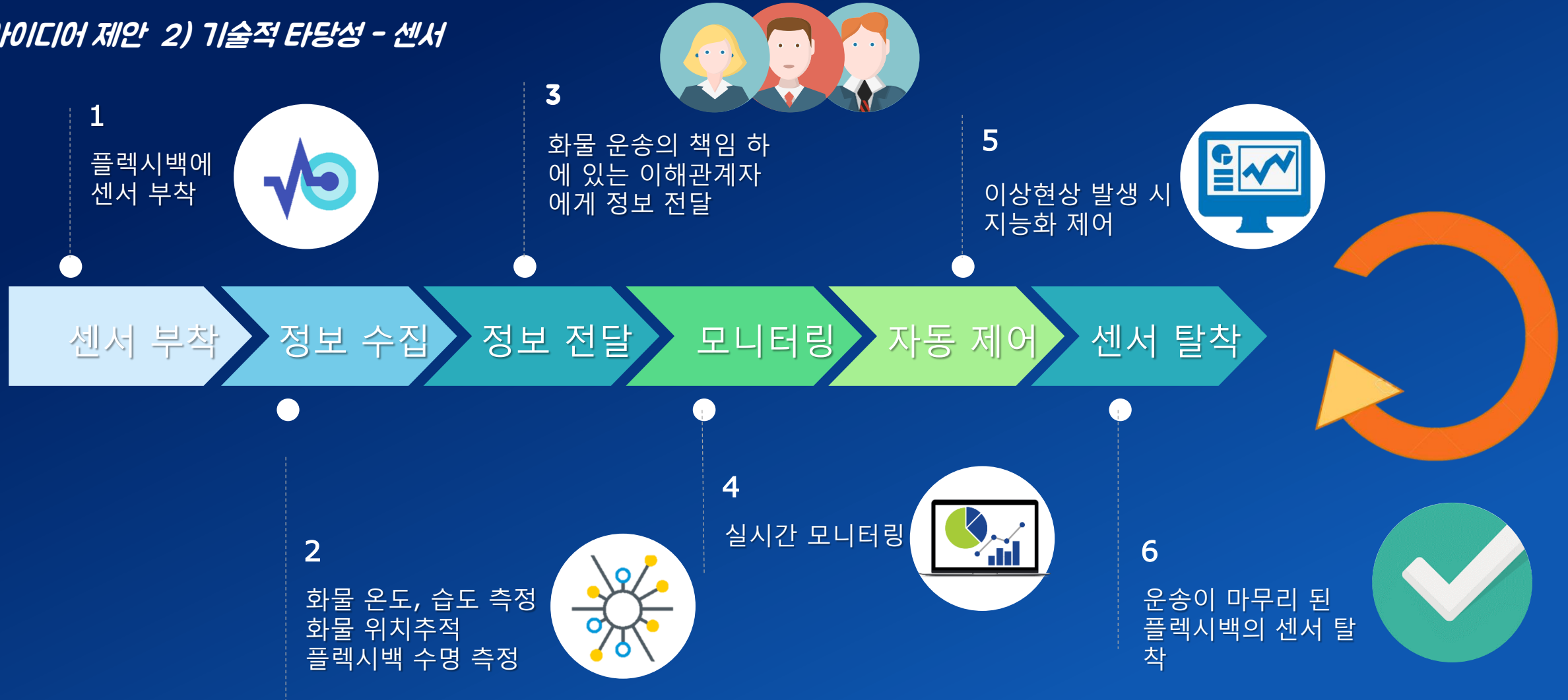
- ▶ 위험물 수송 가능 (석유 등)
- ▶ 평소에는 접어서 보관

플렉시백을 두 종류로 나누어 화물에 맞는 플렉시백 사용

→ 비용절감

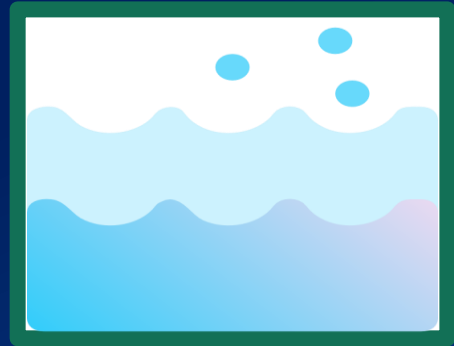


아이디어 제안 2) 기술적 타당성 - 센서



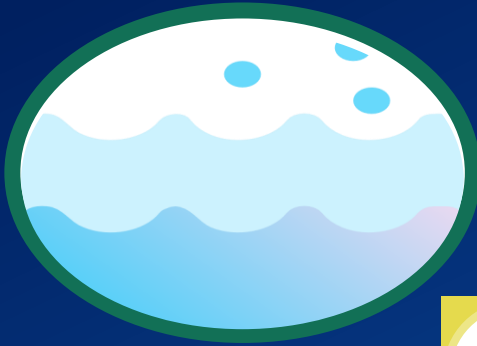


아이디어 제안 2) 기술적 타당성



01

일반
컨테이너



02

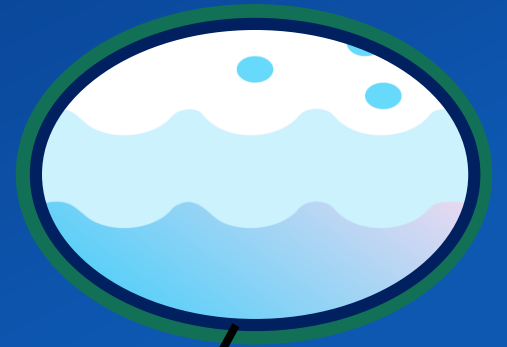
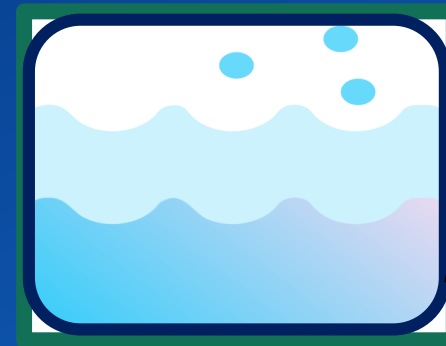
탱크
컨테이너

03

플렉시백
+ 일반
컨테이너

04

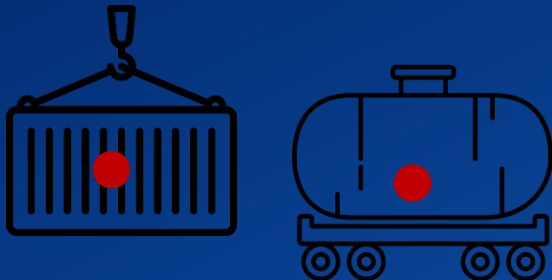
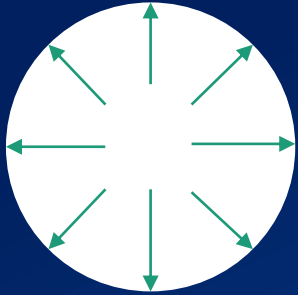
플렉시백
+ 탱크 컨테이너



플렉시백



아이디어 제안 2) 기술적 타당성 플렉시백 안전성



플렉시백을 펼쳤을 때 둥근 모양일 때 모서리가 있을 때 보다 압력이 분산 되어 충격에 강하다.

플렉시백을 통하여 저장할 경우,
수송량이 Bottle 보단 50% 이상을 더 적재 가능하고 Drum 보다는 약 40% 이상 수송 가능하며
(개당 용량이 200 리터) IBCs 보다는 약 15% 이상 수송 가능하다. (개당 용량이 1,000 리터)

사각형인 일반 컨테이너 보다 탱크 컨테이너를 통한 플렉시백일 경우 수화 중인 액체의 무게중심이 지면으로부터 가까이 있어서 더 안정적이다.

아이디어 제안 2) 기술적 타당성 플렉시백 안전성

압축성이 슬로싱 현상에 미치는 영향에 관한 실험적 연구

박준수*, 김현이**, 이기환*, 권순홍**, 전수성***, 정병홍****

*부산대학교 방탄조선공학연구소
**부산대학교 조선해양공학과
***부산대학교 조선해양공학과
****연세대학교(구)

기체-액체 밀도차에 대한 슬로싱 충격압력의
실험적 고찰

양건우¹⁾, 김상범²⁾, 김진환³⁾, 이상무⁴⁾, 김동현⁵⁾
1) 서울대학교 조선해양공학과 (구) 연, 2) 대우조선해양(주), 3) 연, 4) 한국해양과학기술원, 5) 선박해양플랜트연구소

Study on the Effect of Density Ratio of Gas and Liquid in Sloshing Experiment

Yanggun Ahn¹⁾, Sang-mob Kim²⁾, Sang-jin Kim³⁾, Sang-moo Lee⁴⁾, Donghwan Kim⁵⁾
1) Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Seoul National University (formerly in Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering Co., formerly in MOERI/NOST)

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

This paper presents the results of sloshing experiments having different fluids in model tanks with various density ratios. The experimental model consisting water and air at ambient, which has been commonly used, is not consistent in density ratio with that of an actual LNG cargo tank. Therefore, an advanced experimental scheme is developed to consider the same density ratio of LNG and HG by using a mixed gas of sulfur hexafluoride (SF₆) and nitrogen (N₂). For experimental observation, a two-dimensional model tank of 1/40 scale and a three-dimensional model tank of 1/50 scale have been manufactured and tested at various conditions. Two different fillings with various excitation frequencies under regular motions have been considered for the two-dimensional model tank, and three different filling levels under irregular motions have been imposed for the three-dimensional model tank. The density ratio between gas and liquid varies from the ratio of the ambient air and water to that of the actual LNG cargo container, and the different composition of gas is used for this variation. Based on the present experimental results, it is found that the decrease of sloshing pressure is predicted when the density ratio increases.

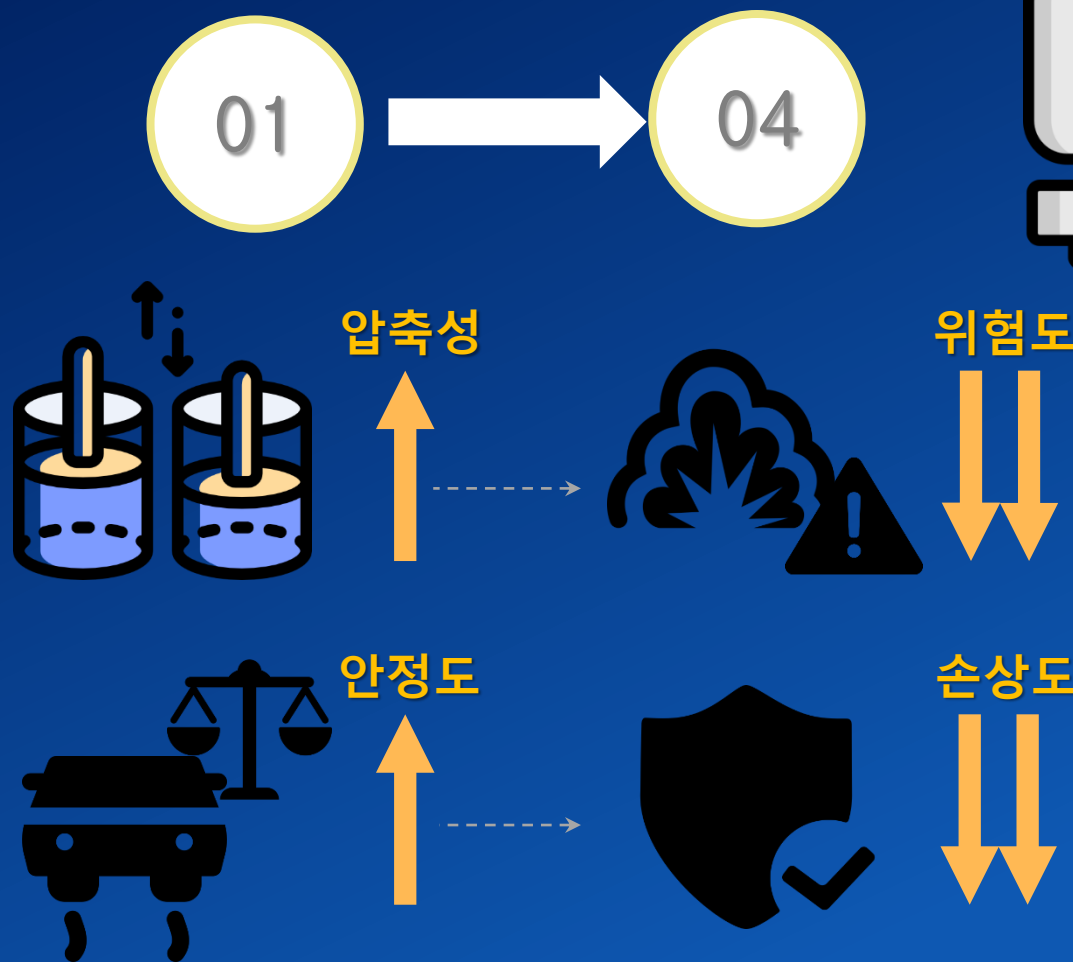
Keywords : Sloshing(슬로싱), LNG(액화천연가스) 화물탱크, Mixed Gas(혼합 기체), Scaling(스케일링) 법칙

1. 서론

멤브레인(membrane) 형식의 화물탱크를 가진 액화천연가스(LNG) 컨테이너는 해상에서 운송되는 슬로싱(sloshing) 현상 때문에 큰 손실을 발생시킬 수 있는데 운송에 필요한 기체(가스)의 양이 적어지게 되고, 이로 인해 슬로싱 현상이 증가하는 손실(손실)에 직면한 액화천연가스 운반선(LNG)과 액화천연가스 화물탱크를 갖고 있는 LNG-Floating production storage and offloading (LNG-FPSO), floating storage and regasification unit (FSRU) 등과 같은 해상 운송용의 화물탱크 설계가 있어 화물(물)을 운반하는 데 있어 슬로싱 현상의 해서는 물리현상, 복잡한 비선형성으로 인해 충격 압력의 예측이 어려워 해석적 또는 수치적인 접근 방법보다 실험을 이용한 접근 방법이 선호되어 왔다. 또한 여러 연구에서

실험을 통한 슬로싱 연구의 경우 실선과 동일한 조건에서 슬로싱 실험을 진행하는 것이 어렵기 때문에 적절한 유사(유사) 법칙(similarity law)을 사용하여 한다. 이를 위하여 실험에 필요한 조건과 변수들을 무차원화하여 슬로싱 현상에 적합한 상사 법칙을 구하기 위한 노력이 있었다. 아직까지 정확한 결과가 나오지 않은 상태이지만 모형 탱크 내부에 진동하는 유동은 Froude 상사 법칙을 따르기 때문에, 실험 결과 중 충격 압력의 크기는 이를 적용하는 것이 적절하다고 알려져 있다 (Bass, et al., 1960).

슬로싱 현상의 현상인 유동은 물리 법칙에 따라 결정된 유동 관례에 따라 유동 가능한 상사 법칙을 찾기 위한 다양한 연구들이 있었다. 이러한 유동 현상 법칙, 수치적 방법 (Browning, et al., 2000), 그리고 실험적 방법들을 사용하였으며, 연구 결과에 따르면 기체-액체 밀도차의 영향을 포함하는 유동 상사 법칙이 슬로싱으로 인한 손



탱크 컨테이너에 플렉시백을
설치하여 운송할 경우

적절한 압력유지로 인하여
운송품은 물론 컨테이너의
손상도 줄일 수 있다.

아이디어 제안 3) 경제적 타당성 - 프로세스





결론 1) 기대효과



친환경적

▶ 기존의 플렉시백 일회용 사용에서
재활용 사용으로 전환

▶ '친환경 고압세척수 재생시스템' 도입을
통해

화학물질 사용의 최소화와
세척수의 재사용 가능



결론 1) 기대효과



안전성 ▶ 센서 부착을 통해 위험상황에 **유연하게 대처** 가능
ex1. 플렉시백의 수명 예측을 통해 안전한 사용 가능
ex2. 여러 위험 상황을 미리 감지하여 예방 가능

▶ 세척 시 탱크컨테이너와 달리,
플렉시백은 **입조작업이 불필요**
-> 그에 따른 여러 위험 노출 가능성 감소

▶ 기존 플렉시 탱크 와 다르게 **슬로싱 효과***가 감소하여 사고 위험이
줄어든다.

* 슬로싱 효과란?

구조물의 동요에 의해 기름이나 **밸러스트수** 등의 유체 액면이 **탱크** 내에서 동요하는 현상을 말한다.
액체화물 운반선의 경우 슬로싱 현상에 의해 **화물** 창 의 구조적 손상 사례가 증가하고 있다.



결론 1) 기대효과



저비용 고효율

- ▶ 기존에 사용되고 있는 탱크 컨테이너를 **변형하지 않고**
일련의 사례가 있으므로 상대적으로 저비용
- ▶ 탱크 컨테이너의 세척의 필요성이 감소 되어
회전율이 증가한다.
- ▶ 탱크컨테이너에 다수의 플렉시백을 적용하여
LCL 화물의 혼재가 가능하다.



결론 2) 한계점

환경적 문제



폐기 시에 환경적 문제
발생 가능

비용 문제



초기 시스템 구축을
위해
비용이 발생 가능



극복 가능성

기존과 같은 일회용 사용이 아닌
재활용 플렉시백을 이용함으로써
이전보다 더욱 발전된 형태!

센서를 통한 화물의 상태 자동제어,
실시간 위치 추적, 노후도 예측 등
다양한 정보 수집이 가능하기에
장기적 관점으로 더욱 효율적



결론 3) 향후 발전 방향

아이디어가 실현된다면 ?



국가 간에 정보 교류가
이루어진다면
화물의 데이터가 모아지고
컨테이너의 위치를 파악해
공컨테이너와 가까운 화주 연결

기존의 SOC 형태의 탱크컨테이너가
아이템 호환으로 COC 형태를 가능하게
하여
규모의 경제 실현



참고문헌

- 최병길, “양산ICD 탱크컨테이너 세척장 유해물질 사각지대”, 연합뉴스, 2010.11.30., <https://www.yna.co.kr/view/AKR20101130097600052>
- 강미주, 탱크 컨테이너 품귀대란, 왜?, 해양한국, 2018.06.29., <http://www.monthlymaritimekorea.com/news/articleView.html?idxno=22439>
- KUKDONG MARITIME EQUIPMENT SERVICE
- 카룻, 원통형 트럭의 정체는 무엇?, Brunch, 2018.05.09.
- 박준수 외 5명, 압축성이 슬로싱 현상에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 2009.08., 한국해양공학회지 제23권 제4호.
- 안양준 외 4명, 기체-액체 밀도차에 대한 슬로싱 충격압력의 실험적 고찰, 2012.05., 2012년도 한국해양과학기술협의회 공동학술대회.
- FLEXI TANK, RPM KOREA
- FLEXI TANK, PHILTON
- 손창현, EMB(Electro-Mechanical Brake) 시스템을 위한 모델기반 센서 고장진단, 2011.02., 한양대학교 대학원
- 민경원 외 1명, 차량용 레이더 센서의 현황 및 연구개발 동향, 2013, 전자공학회지
- FLEXITANK, BORNIT s.r.o., 747 07 Opava, Czech Republic
- 신원이앤씨 OIL TANK CLEANING
- 친환경 고압세척수 재생시스템, 김무근.박우열, 인제대학교 산학협력단
- 선박/탱크 크리닝 사업설명 자료, 엔티큐㈜
- 플렉시탱크 작업 및 설치과정, 에픽스로지스틱
- PPC Philton, 액체 화물용 플렉시탱크
- UPK, LIQUID PRODUCT