특집

NGH 수송선의 핵심특허 기술 분석 및 개념설계 방향

강호근, 김기평, 김범일 (한국선급)

1. 서 론

천연가스 하이드레이트 (Natural Gas Hydrate, NGH)는 화석연료를 대체할 21세기의 새로운 환경 친화적 에너지자원으로서 급부상하고 있다. 이와 같은 NGH는 천연가스를 −162℃로 냉각하여 액화(LNG)하여 운송하는 방식에 비하여 선박건조 비용 등이 비교적 저렴하여, 경제성이 떨어지는 중소규모의 가스전에 운용할 수 있는 장점이 있다.

NGH 수송선은 건조된 적이 없는 개발 단계의 선박으로 이와 관련된 국제규정은 아직 제정되지 않고 있다. 하지만 2000년대 후반에 들어 일본이 NGH에 관련된 다양한 연구를 진행시키면서 IMO(국제해사기구)에 NGH 수송선에 관한 안전요건 개발을 제안하였으며, IGC Code를 기본으로 NGH 수송선 지침서 초안을 작성하여 제출한 사례가 있다.

최근 들어 우리나라도 국토해양부지원하에 NGH수송선 기술개발 추진하고 있으며, 일본이 주도하고 있는 NGH 선박 관련 기술의 국산화 개발을 통하여, 향후 국제 기술 표준의 제정은 물론 지식기반경제의 국제적 선도자로서의 역할을 담당하기 위해 노력을 기울이고 있다.

이와 같이, 선박을 이용해 NGH를 수송하기 위해서는 화물탱크, 적재 및 하역시스템 기술개발이 필수적이다. 그러나, 현재까지는 적재/하역시스템의 개념설계 관련 특허는 많이 출원된 상태이나, 상용화된 시스템은 거의 없는것이 현실이다.

본 고에서는 현재까지 보고된 각 특허 기술의 장/단점을 파악하고 분석을 통해, 본 기술개발에서 추진하고자 하는 NGH 수송선의 개념설계 방향을 설명하고 이해를 돕고자 한다.

2. 적하역 시스템 분류

2.1 적재 시스템

적재시스템은 NGH 상태에 따라 고체 방식과 슬러리 방식으로 나눌 수 있다.[표 1] 가스 방식은 NGH가 고체화물이기 때문에 원천적으로 불가능하다. 또한 고체방식은 선박에서의 NGH 이동 형태에 따라 컨베이어 밸트/스크류 방식, 고압가스 방식, 컨테이너 방식, 직접적재 방식으로 나눌 수 있다.

이러한 적재 방식들 중 직접적재 방식을 제외한 나머지 모든 방식들은 NGH 수송선에 많은 추가적인 장치들을 필요로 한다. 그로 인해 선박 가격이 상승하며, 적재 시스템에 대한 신뢰도도 낮아지고, 화물창 형상이 비효율적으로 설계되어 수송효율도 떨어진다. 이러한 단점들로 인해 직접적재 방식이 가장 효율적인 것으로 분석되었다. 직접적재 방식은 기존의 벌크선과 같이 적재설비를 이용해 화물창 상부로 NGH를 직접 적재하는 방식이다. 이 때 NGH에서 가연성 천연가스가 지속적으로 해리되어 나오기 때문에 적재설비는 밀폐형태로 설계되어야 한다.

표 1. NGH 상태에 따른 적하역 시스템 분류

NGH 상태	적재	하역
고체	O	O
슬러리	O	O
가스	X	O

적재 방식은 NGH 이송 방식에 따라 표 2와 같이 다시 세부적으로 분류할 수 있다.

표 2. NGH 이송 방식에 따른 적재시스템 분류

NGH 상태	이송방식	적재
고체	컨베이어 밸트/스크류	O
	고압 가스	O
	컨테이너	O
	직접 적재	O
슬러리	슬러리 모액	O
가스		X

2.2 하역 시스템

하역시스템은 NGH 상태에 따라 고체 방식, 슬러리 방식, 가스 방식으로 나눌 수 있다.[표 3] 고체 방식은 앞에서 설명한 것과 유사하게 컨베이어 밸브/스크류 방식, 고압가스 방식, 컨테이너 방식, 패쇄 후 직접하역 방식으로 세분화하여 나눌 수 있다.

가스하역 방식 및 파쇄 후 직접하역 방식을 제외한 나머지 방식들은 앞에서 설명한 적재시스템과 유사한 단점을 가지고 있어서 상용화하기 힘들다. 그래서 선박의 시스템을 가장 단순화시킬 수 있고, 신뢰도가 높은 가스 방식과 파쇄 후 직접 하역 방식이 가장 효율적인 것으로 분석되었다.

표 3. NGH 이송 방식에 따른 하역시스템 분류

NGH 상태	이송방식	하역
고체	컨베이어 밸트/스크류	O
	고압 가스	O
	컨테이너	O
	파쇄 후 직접 하역	O
슬러리	슬러리 모액	O
가스	해리 후 강제이송	O

가스 하역방식은 수송선에서 NGH를 해리시켜 천연가스만 육상의 소요처로 공급하는 형태이다. NGH 해리 및 압축/이송을 위한 펌프, 열교환기, 압축기 등의 설비들은 육상에 설치하여 필요시 수송선과 연결하여 사용할 수 있다. 이 때 NGH 수송선은 적재된 NGH가 모두 해리되어 하역될 때까지 하역부두에 일정 기간을 정박하여야 하는 단점이 있다.

2.3 이송 방식에 따른 적하역 시스템 분류

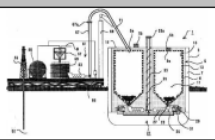
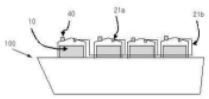
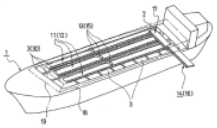
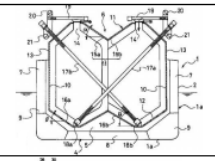
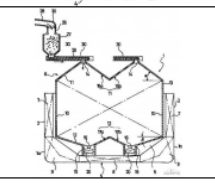
2.3.1 고체 적하역 시스템

화물창 내에 적재된 하이드레이트를 고체 상태 그대로 적하역 하는 방식이다. 하이드레이트와 같은 대부분의 고체화물은 컨베이어 밸트 또는 스크류에 의해서 이송된다. 그러나, 고체 하역 시 고려해야 할 점은 하이드레이트 펠릿의 경우 일정 압력을 가하면 서로 달려 붙어버리기 때문에 강제적으로 분리시켜 캐내지 않으면 안된다.

또한, 수송선에서 하역한 하이드레이트를 저장하기 위한 저장탱크도 육상에 건설할 필요가 있으며, 저장탱크로 이송하기 위해 긴 컨베이어 밸트가 설치되어야 한다. 이 컨베이어 밸트는 해리된 가스가 빠져나가지 않도록 기밀을 유지해야 한다. 이러한 요인으로 인해 육상 이송 및 저장 설비의 건설 비용이 상당히 증가한다.

표 4는 고체 하역방식에 관련된 특허이며, 상당수가 일본에서 출원되었다. 하지만 적하역시스템 관련 특허분석에서 살펴보면 대부분의 특허가 치명적인 단점을 가지고 있기 때문에 현실화 되기에는 많은 제약이 따를 것으로 사료된다.

표 4. 고체 적하역 방식 관련 특허

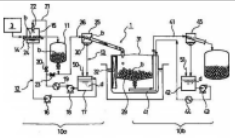
출원국가/출원인	대표도	특허 요약	장단점
일본/SHIN KURUSHIMA DOCKYARD		고압의 가스 적하역.	고압 가스의 위험성, 비효율적.
한국/현대중공업		하이드레이트를 컨테이너에 충전하여, 컨테이너를 적하역.	대량의 하이드레이트를 적하역하기에 비효율적.
한국/MITSUI ENG & SHIPBUILD		컨베이어 밸트/스크류를 이용한 적하역	컨베이어 밸트/스크류 설치비용 증가, 유지보수의 어려움.
일본/MITSUI ENG & SHIPBUILD		컨베이어 스크류를 이용한 적하역.	유지보수의 어려움.
일본/MITSUI ENG & SHIPBUILD		컨베이어 스크류를 이용한 적하역.	유지보수의 어려움.

2.3.2 슬러리 적하역 시스템

하이드레이트 펠릿을 슬러리 모액과 함께 배관을 통해 적하역하는 방식이다. 다른 방식은 하이드레이트만 이송시키지만 이 방식은 슬러리 모액도 같이 이송시키기 때문에 이송 효율이 떨어진다.[표 5]

단점은 수송선 화물창 하부에서 뭉쳐진 하이드레이트를 화물창 밑으로 배출시킬 수 없기 때문에 근본적으로 이 방식은 불가능하다. 이 방식을 적용하려면 화물창 하부에 하이드레이트를 빼낼 수 있는 장치가 추가적으로 필요하다.

표 5 . 슬러리 적하역 방식 관련 특허

출원국가/출원인	대표도	특허 요약	장단점
일본/MITSUI ENG & SHIPBUILD		고압의 가스로 적하역.	고압 가스의 위험성, 비효율적.

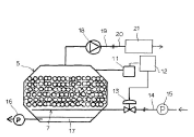
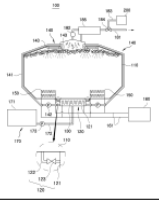
2.3.3 가스 적하역 시스템

하이드레이트는 열을 받으면 물 분자와 천연가스 분자가 분리되어 물과 천연가스가 발생한다. 이러한 원리를 이용하여 화물창 내부로 열을 공급하여 천연가스만 육상으로 공급한다. 하이드레이트 적재의 경우 고체 적재 방식으로 화물창으로 이송해야 한다.[표 6]

이 경우 수송선에 열 공급을 위한 추가적인 장치가 필요하지만, 수송선 자체 컨베이어 벨트/스크류 및 하이드레이트를 육상으로 이송하기 위한 대형 컨베이어 벨트 및 저장탱크가 필요 없고 가스 이송 배관만 설치하면 되기 때문에 건설 비용이 감소하는 이점이 이다.

하지만 수송선이 가스 해리를 위해 하역부두에 짧게는 일주일 이상 길게는 몇주 이상 정박해야 하기 때문에 다량의 하이드레이트를 수송하는 경우라면 비효율적일 수 있다.

표 6. 가스 적하역 방식 관련 특허

출원국가/출원인	대표도	특허 요약	장단점
일본/MITSUI ENG & SHIPBUILD		수송선 화물창에서 하이드레이트를 해리시켜 가스만 하역.	하역설비 비용 감소. 해수에 의한 화물창 수명 감소.
한국/삼성중공업		화물창 히팅코일과 화물창 상부 온수 분사 방식을 조합하여 하이드레이트를 해리시킴.	하역설비 비용 감소.

2.4 적하역 방식에 따른 특허 종류

위에 언급하였던 특허 기술들을 적재 방식 별로 분류하면 표 7과 같다. 언급하였던 분류를 살펴보면 화물창 상부로 외부에서 직접 낙하하는 방식의 특허는 아직까지 출원되지 않은 것으로 조사되었다. 하지만 앞으로 하이드레이트 수송선과 유사한 형식이 될 수 있는 대부분의 벌크선들이 외부 적하역 설비로 직접 적재 또는 하역하기 때문에 비슷한 방법이 존재하거나 준비 중일 것으로 예상된다.

표 8은 고체 하역 방식을 종류별로 분류하였다. 적재와 같이 직접 하역 방식은 관련 특허가 출원되지 않은 것으로 조사되었다.

표 7. 적재 시 이송 방식에 따른 특허

NGH 상태	적재 시 이송방식	출원국 / 출원인 /출원번호
고체	수송선 컨베이어 벨트/스크류 방식	한국 / MITSUI ENG & SHIPBUILD /2003-7016049 일본 / MITSUI ENG & SHIPBUILD /2002-091534 일본 / MITSUI ENG & SHIPBUILD /2002-091116
고체	가스 가압 방식	일본 / SHIN KURUSHIMA DOCKYARD /2001-372495
고체	컨테이너 방식	한국 / 현대중공업 /2004-0070678
고체	직접 적재 방식	현재까지 없음. 조사 중.
슬러리	슬러리 방식	일본 / MITSUI ENG & SHIPBUILD /2001-370202

표 8. 하역 시 이송 방식에 따른 특허

NGH 상태	하역 시 이송방식	출원국 / 출원인 /출원번호
고체	수송선 컨베이어 벨트/스크류 방식	한국 / MITSUI ENG & SHIPBUILD /2003-7016049 일본 / MITSUI ENG & SHIPBUILD /2002-091534 일본 / MITSUI ENG & SHIPBUILD /2002-091116
고체	가스 가압 방식	일본 / SHIN KURUSHIMA DOCKYARD /2001-372495
고체	컨테이너 방식	한국 / 현대중공업 /2004-0070678
고체	직접 하역 방식	현재까지 없음. 조사 중.
슬러리	슬러리 방식	일본 / MITSUI ENG & SHIPBUILD /2001-370202
기체	가스 하역 방식	한국 / 삼성중공업 /10-2009-0060953 일본 / MITSUI ENG & SHIPBUILD /2004-072090

위의 표에서 볼 수 있듯이 고체 적하역 방식의 종류와 그

특허에 대해서 분석하면서 하이드레이트를 직접 적하역하는 방식은 조사되지 않았다. 하지만, LNG선과 비교하여 적은 제약조건과 기존 벌크선들이 적하역 시 사용하는 이 방식은 하이드레이트 수송선의 측면에서는 가장 간단하고 효율적인 시스템이 될 수 있다. 이와 같은 이유로 본 기술개발에서는 직접 적하역 방식에 대해서 개념설계 방향을 진행하였다.

3. 적재시스템 개념설계 방향

3.1 적재시스템의 선택

표 9는 모든 타입의 시스템을 안정성, 설치비용, 운전비용, 유지보수 비용 등을 고려하여 비교하였다. 가능한 모든 적재 방식을 분석한 결과 직접적재 방식이 가장 효과적인 것으로 식별 되었다.

서 아래로 떨어뜨리며 적재 시킨다. 외부에 설치된 적하역 장치로 직접 수송선 화물창 안으로 하이드레이트를 적재하기 때문에 추가적인 장비를 선박에 설치할 필요가 없고, 따라서 설치비 및 유지보수비가 감소한다.[그림 1]

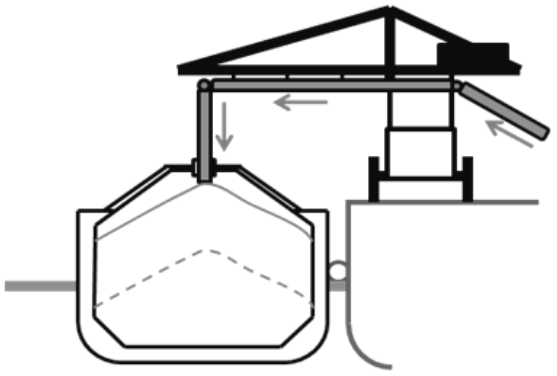


그림 1. 직접 적재시스템 개념

표 9. 적재시스템 장단점 분석

Type	안정성	설치비용	운전비용 (효율)	유비보수비용
컨베이어 밸트/ 스크류	컨베이어 밸트/스크류 장치에서 천연가스 누출.	비싼 컨베이어 밸트/스크류 장치 설치 비용이 비쌈.	NGH 고착 문제 해결 힘듦. Redundancy 설치 힘듦. 화물창 하부 구조로 인해 적재량 감소.	컨베이어 밸트/스크류 고장 시 사실상 수리가 힘듦.
고압 가스	고압 가스 누출 시 위험.	고압 가스 배출관 및 컨베이어 스크류 장치 설치비용 비쌈.	NGH 고착 문제 해결 힘듦. 공압으로 이송 시 효율 낮음. Redundancy 설치 힘듦. 화물창 하부 구조로 인해 적재량 감소.	컨베이어 스크류 고장 시 사실상 수리가 힘듦.
컨테이너		많은 컨테이너 필요. 비용 증가 요소.	컨테이너 하역 후 다시 NHG 컨테이너에서 빼내야 함.	컨테이너 관리 및 보관이 어려움.
직접적재		대형 적재장치 필요. 하지만 2~4기만 필요.	수송선이 무게 감소. 화물창 공간 효율 높음.	적재장치 문제 시 유지보수 편리.
슬러리 모액	배관 내에서 NGH가 이송되어 안전함.	배관 및 펌프류만 설치. 컨베이어 방식에 비해 상대적으로 저렴.	NGH 고착 문제 해결 힘듦. 슬러리 모액과 NGH를 동시 이송으로 효율이 낮음. Redundancy 설치 가능.	슬러리 모액 관리 비용 고려. 펌프 및 배관류는 관리하기 용이함.

3.2 직접 적재 시스템의 개념

하이드레이트 이송을 위한 이송장치를 수송선 화물창 상부의 주입구로 집어 넣어서 하이드레이트를 직접 화물창 상부에

하이드레이트가 화물창에 적재될 때, 원뿔 모양으로 적재되기 때문에 화물창 단면 형상을 그림 1과 같이 원뿔모양으로 하여 적재량이 극대화될 수 있도록 한다.

NGH 생산기지로부터 하이드레이트가 컨베이어 밸트로 이

송되어 적재장치로 이송되기 위하여 수송선 화물창 상부로 하이드레이트가 직접 적재된다. 이 때 적재장치와 화물창은 완전히 밀폐되어 외부 공기가 화물창 또는 적재장치 내부로 들어와서는 안된다.

적재기지에는 적재장치가 2~3기가 설치되어 빠른 적재가 가능해야 하며, 적재 장치가 고장 시 예비 적재장치가 즉시 적재를 재개 할 수 있어야 한다.

4. 하역시스템 개념설계 방향

4.1 하역시스템의 선택

표 10은 이송방식에 따른 하역 방식을 분석하여 가장 효과적일 수 있는 파쇄 및 직접하역 방식과 해리 후 강제 이송 방식에 대한 안정성, 설치비용, 운전비용 및 유지보수비용 등을 비교하였다.

두 가지 방식은 상호 보완이 되는 장점이 있어 어느 방식이 월등히 좋다고 말하기 힘들다. 그래서 두 가지 방식 모두에 대한 개념설계 방향을 살펴보았다. 여기에서는 기본설계 단계에서 현재 기술수준에서 가장 실현 가능성이 높고 적재 방식과 호완되는 직접 하역방식에 대해서만 소개하도록 하겠다.

표 10. 하역시스템 장단점 분석

Type	안정성	설치비용	운전비용 (효율)	유비보수비용
파쇄 및 직접하역	하역장치의 컨베이어 밸트에서 가스 누출 가능.	대형 적재장치 2~4기 필요.	수송선이 무게 감소. 화물창 공간 효율 높음.	적재장치 문제 시 유지보수 편리.
해리 후 강제이송	화물창 내 국부적인 가스 압력 상승.	수송선에 해리시스템 설치. 하지만 육상 하역시스템 단순, 해리시스템 불필요. 수송선의 수가 많아질 경우 비용 증가.	수송선에서 해리하기 때문에 육상플랜트 불필요. 운전비용 없음. 수송선 무게가 다소 증가.	현재 상용 장비를 사용하기 때문에 편리. Redundancy 추가 가능.

4.2 하역 시스템의 개념

4.2.1 Pellet 방식 하역 시스템

적재된 하이드레이트를 화물창 밖으로 빼내기 위해서는 하이드레이트 덩어리를 부셔서 버킷으로 퍼내야 한다. 하지만 하이드레이트의 경우 서로 교착되어 있기 때문에 파쇄기가 추가로 필요할 수 있다. 버킷이 고착된 하이드레이트를 파쇄하여 하역할 수 있는 충분한 강도와 힘을 가지고 있다면, 버킷만으로 하역이 가능할 수 있다. 그림 2는 파쇄기와 버킷을 이용한 하역장치다. 이송관 내부에 버킷이 이동할 수 있는 통로가 있고, 파쇄기는 하이드레이트를 파쇄하여 버킷 쪽으로 밀어 넣는다.

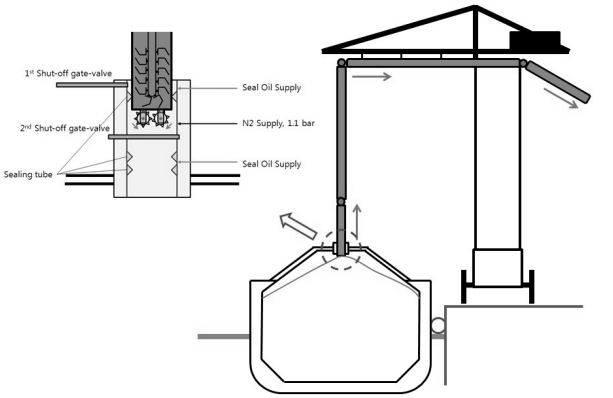


그림 2. 직접 하역시스템의 개념

파쇄기 및 버킷을 포함한 하역장치가 화물창 안으로 들어가기 위해서는 화물창 게이트를 지나가야 한다. 화물창 게이트는 하역장치가 화물창 안으로 들어오거나 나갈 때 그리고 하역 중 천연가스가 밖으로 누출되지 않도록 하는 기능을 한다. 1st Shut-off gate-valve가 열려 하역 장치가 1st Seal Chamber로 이동하면, 질소가 일정 시간 공급되어 1st Seal Chamber는 질소가 가득 채워져 공기에 의한 화재/폭발 가능성을 원천적으로 차단시킨다. 2st Shut-off gate-valve가 열리면 아래 그림과 같이 하역장치가 화물창 안으로 들어가게 된다. 다수의 Sealing tube는 화물창 내부의 천연가스가 밖으로 누출되지 않도록 하는 기능을 한다. Seal Oil은 하역장치와 Sealing tube가 잘 밀착되어 천연가스가 누출되지 않도록 하고, 하역장치가 계속 밑으로 내려가면 하역작업을 할 때 잘 미끄러질 수 있도록 하는 기능을 수행한다.

하역장치는 계속 밑으로 내려가면서 NGH를 파쇄하여 화물창 외부로 이송시킨다. 하역장치는 하나 또는 그 이상의 관절

이 있고, 자체 회전이 가능하여 화물창 모든 구역의 NGH를 하역할 수 있다.

하역 마지막 단계에서는 화물창 내의 모든 NGH가 하역된다. 하역이 완료되면, 하역 장치는 화물창 게이트를 들어올 때의 역순으로 화물창을 빠져나가게 된다. 이 때 공기가 화물창 안으로 들어와서는 안된다.

4.2.2 해리 후 강제이송 하역시스템

해리 후 강제이송 방식에는 화물창으로 열전달 방법에 따라 Water Injection 방식, Heat Coil 방식 및 Water Circulation 방법으로 분류할 수가 있다. 본 기술개발 방향은 위의 3가지 방법을 검토된 후, Water Circulation 방식의 하역시스템을 선정하였다. Water Circulation 방식은 청수를 계속 순환시켜서 화물창으로 열을 공급하는 개념이다. Water Storage Tank는 화물창에 청수를 초기에 공급하기 위한 탱크이며, 엔진룸에 위치할 필요는 없다. 화물창으로 주입된 청수는 화물창 하부에 공급되어 NGH와 직접 접촉하여 NGH를 해리시킨다. 그로 인해 발생한 천연가스는 화물창 상부로 배출된다. 화물창의 청수는 얼지 않도록 항상 순환되고, 가열되어야 한다.

화물창의 청수의 순환은 Hot Water Circulation Pump에 의해서 이뤄지며, 이 때 Buffer Tank를 지나게 된다. Buffer Tank는 펌프가 원활히 작동하도록 하는 기능도 하지만, 청수 속에 혹시 있을지도 모르는 가스를 제거하는 기능을 한다.

해리 후 발생한 가스를 소비자(예를 들면, 발전소)로 공급하기 위해서는 육상에 Blower 또는 Compressor가 필요하다. 그림 3은 관련 구성을 나타내고 있다. 화물창에서 발생한 천연가스를 주기 또는 보기의 동력원으로 사용하기 위해서 Fuel Gas Compressor를 추가할 수 있다.

하역시스템을 구성하는 장치들은 크게 나누어 아래와 같다.

- Cargo Tank Control System
- Dissociation Gas Unloading System
- Circulation Water Heating System
- Water Discharge System
- N2 Purge System
- Fuel Gas System for DF Engine and Boiler
- Gas Detection System
- Propulsion

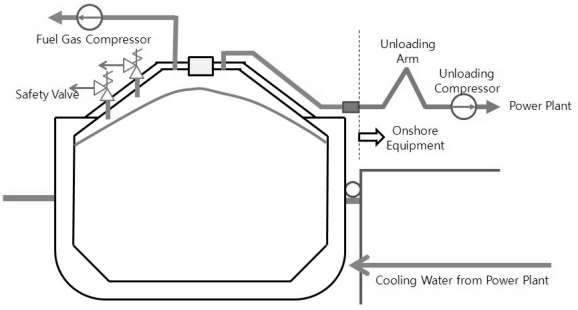


그림 3. 수송선 및 하역시스템 개념

5. 결 론

본 고에서 보고하는 내용은 NGH수송선의 개념설계 요소기술 개발을 통한 조선기술의 고도화로 국내 조선산업의 글로벌 리더쉽을 강화하고, NGH수송선의 국제기준 제정에 대한 선도적인 전략수립을 목표로 하고 있다. 이를 위해, 특성화된 NGH 수송선 설계를 통하여 일본 주도의 NGH 수송선 개발과는 차별화된 기술확보 및 IMO에서의 국제기준 제정에 대처하고자 한다.

따라서 기존 특허 기술분석을 통하여 각각의 적하역 시스템의 장단점을 분석하여 특허를 회피할 수 있는 방안을 강구하였고, 현재 기술로 설계가 가능한 개념 및 기본설계 방향을 수립하였다.

위의 결과로 15K급 한국형 NGH 수송선의 적하역 시스템은 다음과 같은 방식을 채용하여 개념설계 및 기본설계를 추진할 예정이다.

1. 선적시스템: 직접적재 시스템 적용
2. 하역시스템: 해리후 강제이송 하역시스템 적용

추가적으로, NGH 수송선의 개념설계에 대한 구체화 방안은 STX 조선해양에서 보고하는 기사를 참고하길 바란다.

후 기

본 연구는 국토해양부에서 지원하는 '해양안전 및 해양교통시설기술개발' 사업 과제번호 PJT200389의 연구과제로 진행되었으며, 국토해양부 및 한국해양과학기술진흥원 등의 지원과 협조에 감사드립니다.

참 고 문 헌

이주동 외 3명 [NGH에 의한 천연가스 저장/운송 및 NGH 이용 기술 개발] (2007).

서유택 외 3명 [가스하이드레이트 : 차세대 자원으로의 가치, 현황, 그리고 전망] (2008).

산업자원부 [산업기술혁신 5개년 계획 산업별보고서 (2003).

KMI 해양수선 현안분석 [일본 해양기본 계획은 우리에게 무엇인가?] (2008).

강호근 외 3명 [NGH 수송선 기술개발 및 IMO 동향] (2012).

(주)웹스 [고효율 NGH 제조 및 이용기술 개발, 특허청 중점분야 특허맵 작성사업 완료 보고서] (2008).

KISTI, [가스하이드레이트 기술동향 보고서] (2005).

Nogami, T. et al [Development of natural gas ocean transportation chain by means of natural gas hydrate (NGH)] (2008).

Kanda, H [Economic study on natural gas transportation with natural gas hydrate(NGH) pellets] (2006).

Gudmundsson, J.S. [Natural gas hydrate problem solver and resource for production and transport] (2008).

강 호 근

■ 1969년생
■ 2001년 Kobe대학교 기계공학과 박사
■ 현 재 : 한국선급 책임연구원
■ 관심분야 : 녹색선박기술, 극지운항기술
■ 연 락 처 : 070-8799-8522
■ E - mail : hkkang@krs.co.kr

김 기 평

■ 1977년생
■ 2005년 한국해양대학교 기계공학과 석사
■ 현 재 : 한국선급 선임연구원
■ 관심분야 : 미래 신기술
■ 연 락 처 : ***-****-****
■ E - mail : kpkim@krs.co.kr

김 범 일

■ 1980년생
■ 2006년 인하대학교 조선해양공학과 졸업
■ 현 재 : 한국선급 선임연구원
■ 관심분야 : 미래 신기술, Offshore
■ 연 락 처 : ***-****-****
■ E - mail : bikim@krs.co.kr

PRADS 2013

(The 12th International Symposium on Practical Design of Ships and Other Floating Structures)

Date : 2013. 10. 20 ~ 25

Place : Changwon KOREA

http://www.prads2013.org