



# KRISO 170K CBM Class Twin-skeg LNG Carrier (KLNG2) 공개표준선형개발

오석환<sup>1</sup>·김정중<sup>2</sup>·김광수<sup>1</sup>·문일성<sup>1</sup>·권창섭<sup>1</sup>·황승현<sup>1</sup>·안해성<sup>1</sup>·이영연<sup>1,†</sup>  
한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소<sup>1</sup>  
인하대학교 조선해양공학과<sup>2</sup>

## Development of Open Standard Hullform for KRISO 170K CBM Class Twin-skeg LNG Carrier (KLNG2)

Seokhwan Oh<sup>1</sup>·Jungjoong Kim<sup>2</sup>·Kwangsoo Kim<sup>1</sup>·Il-Sung Moon<sup>1</sup>·Changseop Kwon<sup>1</sup>·Seunghyun Hwang<sup>1</sup>·Haeseong Ahn<sup>1</sup>·Youngyeon Lee<sup>1,†</sup>  
Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering (KRISO)<sup>1</sup>  
Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Inha University<sup>2</sup>

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 development of the KLNG2, a new open standard hullform for a 170,000 CBM class Twin-skeg LNG carrier developed by the Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering (KRISO). The main particulars were selected to represent a typical vessel of this class. The bow geometry was derived from the KLNG, which was KRISO's existing 138K single screw standard hull form, while the stern features a Twin-skeg configuration optimized via parametric design and Computational Fluid Dynamics (CFD) analysis. In addition to the hull geometry, specifications for the propeller and rudder are described in this paper. Comprehensive model test results, comprising resistance test, Propeller Open Water (POW), and self-propulsion test, are also reported. As the first Twin-skeg open standard hullform released by KRISO, the KLNG2 is expected to serve as a valuable benchmark for research in both academia and the shipbuilding industry.

**Keywords** : KLNG2(KLNG2), Twin-skeg(트윈스케그), LNGC(액화천연가스운반선), Hullform(선형), Model test(모형시험)

## 1. 서론

전 세계적인 에너지 패러다임 전환과 탈탄소 정책의 강화로 인해 액화천연가스(Liquefied Natural Gas, LNG)는 친환경 연료로서 그 중요성이 더욱 부각되고 있다. 특히, 중동 및 북미 지역을 중심으로 한 LNG 생산 확대는 기존의 화물선 중심 해상 운송시장에 구조적인 변화를 야기하고 있으며, 이에 따라 대형 LNG 운반선에 대한 수요가 지속적으로 증가하고 있다. LNG 운반선은 대표적인 고부가가치 선종으로서 기술적 진보가 빠르게 이루어지고 있으며, 그중 추진 방식의 변화는 중요한 기술적 발전 요소로 꼽힌다. 기존의 LNG 운반선은 주로 단축(single screw) 추진 방식을 채택해 왔으나, 최근에는 에너지 효율 향상과 온실가스 감

축이 국제해사기구(IMO)를 비롯한 글로벌 규제 기관에 의해 강화되고, 동시에 LNG 운반선의 대형화가 진행됨에 따라 쌍축(twin screw) 추진 방식의 선형이 점차 확대되고 있다. Twin-skeg 추진 방식의 선형은 선체 진동 및 소음 저감, 조종 성능 향상, 프로펠러 효율 증대 등의 장점을 가지며, 선미부 유동 개선을 통해 연비 절감 효과를 기대할 수 있다. 이러한 특성은 특히 대형 LNG 운반선에서 더욱 효과적으로 작용하는 것으로 알려져 있다. 이 가운데 170K CBM Class Twin-skeg LNG 운반선은 세계 최대 LNG 수출국인 카타르가 승인한 'North Field West' 프로젝트에서 채택된 주요 선형으로, 현재 상업적·기술적 측면에서 가장 널리 적용되고 있는 대표적인 LNG 운반선 사양으로 평가된다.

Twin-skeg 추진 방식의 선형은 특히 대형 선박에서 유체역학적 이점이 뚜렷하게 나타나지만, 유동 특성이 복잡하고 설계 난

이도가 높다는 한계를 지닌다. 또한 국내에서는 대형 조선사를 제외하면 관련 설계 자료나 참고 문헌에 대한 접근이 용이하지 않은 실정이다. 국내에서 발표된 Twin-skeg 추진 방식 선형 관련 연구를 살펴보면, 쌍축 컨테이너선의 선미 형상 변화에 따른 저항 성능 및 추진 효율을 분석한 연구(Kim et al. 2007), Twin-skeg LNG 운반선의 속도 성능을 향상을 위한 Skeg 간 거리 및 각도 최적화 연구(Park, 2008), 그리고 대형 Ro-Pax선의 성능 개선 및 연료 소모 저감을 위한 Twin-skeg 적용 설계 연구(Lee et al. 2012) 등이 있다. 그러나 이러한 연구 사례에도 불구하고, Twin-skeg 추진 방식의 선형에 대한 연구는 국내 학계에서의 체계적인 연구 성과나 정리된 자료가 제한적인 상황이다. 이와 같은 연구 공백을 해소하기 위해 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소(Korea Research Institute of Ships and Ocean Engineering, KRISO)는 170K CBM Twin-skeg LNG 운반선을 대상으로 한 공개표준선형을 개발하고, 이를 KLNG2로 명명하였다. KRISO는 그동안 국내 조선해양 산업의 기술 자립과 글로벌 경쟁력 강화를 목표로 다양한 공개표준선형을 지속적으로 개발하고 보급해 왔으며, 대표적인 사례로는 KCS(Van et al. 1997, 1998a, Kim et al. 2023)와 KVLCC2(Van et al. 1998b, Kim et al. 2002, Seo et al. 2023), KLNG(Van et al. 2003, 2006, Park et al. 2025) 등이 있다. 이 연구를 통해 공개한 선형과 모형시험 자료들은 Gothenburg 2000, 2010 CFD Workshop (Larsson et al. 2000, 2010), Tokyo 2005, 2015 CFD Workshop(Hino 2005, Larsson et al. 2015) 등 국제워크샵에서 공식적인 검증자료로 채택된 바 있다. 또한, 이 공개표준선형들은 조선 산업 현장에서는 초기 설계 단계 및 성능 예측을 위한 기준 자료로 활용되고 있으며, 학계 및 연구기관에서는 수치해석 기법의 검증, 유체역학적 성능평가, 인공지능 기반 성능 예측 모델 개발 등 다양한 연구를 수행하기 위한 공통 연구 플랫폼으로 기능하고 있다.

공개표준선형으로서 Twin-skeg 선형의 국내 개발은 최초이므로, KLNG2 개발을 위해 별도의 개발방향을 설정하였다. 개발 방향 및 절차는 다음과 같다. 먼저, 170K CBM Class LNG 운반선의 요구 조건을 만족할 수 있도록 주요 제원을 설정하였다. 이를 위해 KRISO에서 그동안 수행한 모형시험 대상선들의 제원 자료를 참고하여, 170K CBM Class Twin-skeg LNG 운반선의 주요 제원 범위를 분석하였다. 이 과정에서 일반적인 경향에서 벗어나는 일부 특이 호선은 분석 대상에서 제외하였으며, 나머지 제원 데이터의 평균값을 산출한 후 이를 기준으로 일부 조정을 거쳐 KLNG2의 주요 제원을 최종 선정하였다. 다음으로 Twin-skeg 설계를 위한 파라미터를 선정하고 충분한 성능 개선 가능성을 가질 수 있도록 설계하였다. 마지막으로, KLNG2는 국내 대형 조선사의 협조를 받아 주기관(Main Engine) 및 화물창 배치 적합성 검토를 수행하였다.

Table 1 Main particulars of KLNG2

Designation	Value
Length overall	296.00m
Length between perpendiculars	286.00m
Breadth	46.20m
Depth	26.50m
Draft (Design)	11.50m
A.P. Extension	4.00m
F.P. Extension	6.00m
Displacement	113,964m <sup>3</sup>
LCB (from Midship)	-0.45%
Wetted Surface Area (Bare hull)	16,506m <sup>2</sup>
Wetted Surface Area (Rudder + Skeg)	128m <sup>2</sup> , 2ea.
Bilge keel area	140.00m <sup>2</sup>
T.Proj area abv W.L.	1410.00m <sup>2</sup>
Fn at Design speed	0.189(19.5 kts)
Block coefficient	0.7500
Midship section coefficient	0.9871
Prismatic coefficient	0.7598
Water plane area coefficient	0.8617
KG	18.50m
KMT	22.05m
ixx/B	0.3318
izz/Lbp	0.2308

## 2. 공개표준선형 KLNG2

### 2.1 주요 제원 선정 및 초기선형 도출

공개표준선형 개발에 있어 주요 제원의 선정은 선형의 특성과 성능을 결정하는 핵심 요소이므로 매우 중요하다. 특히 170K CBM Class Twin-skeg LNG 운반선은 국내 대형 조선사들의 주력 선종 중 하나로, 본 연구에서는 KLNG2의 선형적 특성을 명확히 드러내기 위해 일부 주요 제원을 최신 설계 경향과는 의도적으로 차별화하여 선정하였다. 그 대표적인 예로, KLNG2의 Bulb Length는 F.P. Extension과 동일한 6m로 설정하였다. 이는 동일 선종의 일반적인 설계 값에 비해 상대적으로 긴 수치로, KLNG2 선형의 주요 특징 중 하나에 해당한다. 이러한 주요 제원 설정을 바탕으로 KLNG2 개발을 위한 초기 선형을 도출하였다.

KLNG2의 초기 선형은 서로 다른 두 선형을 기반으로 구성하였다. 선수부 형상은 기존에 공개된 138K Single-Skeg LNG 운반선인 KLNG의 선수부를 적용하였으며, 선미부 형상은 KRISO의 '친환경선박설계기술사업단(2022~2025)'에서 연구용 목적으로 보유하고 있던 Twin-skeg Tanker의 선미부 형상을 활용하였다. 이를 통해 기존에 공개된 KLNG 선수부 형상의 설계 연속성과 기

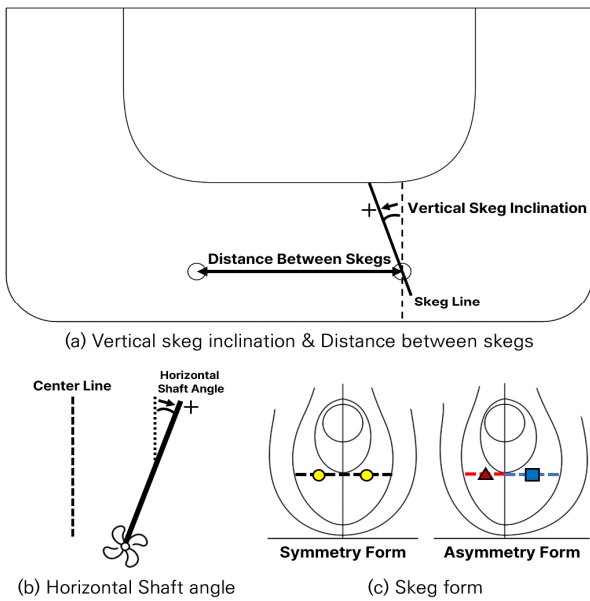


Fig. 1 Twin-skeg design parameters

술적 계승성을 유지하면서, Twin-skeg 선형의 선미부 특성을 동시에 반영한 초기 선형을 확보하고자 하였다. 선정된 KLNG2의 주요 제원을 Table 1에 정리하여 제시한다. KLNG2의 Design draft는 11.5m이며, Scantling draft는 12.5m, Ballast draft는 9.5m이다.

## 2.2 선미부 설계

Twin-skeg 선형 설계의 핵심은 선미부 형상 설계에 있으므로, KLNG2의 선형 개발은 선미부 형상 설계를 우선적으로 수행하였다. 선미부 형상 설계를 위해, Kim et al. (2014)이 제시한 Twin-Skeg 설계 파라미터를 참고하여 Twin-skeg 선형의 주요 유체역학적 특성을 효과적으로 반영할 수 있는 네 가지 설계 파라미터를 선정하였다.

선정된 설계 파라미터는 Skeg 간 거리(Distance between skegs), Skeg의 수직 경사각(Vertical skeg inclination), 축의 수평각도(Horizontal shaft angle), 그리고 Skeg 형상(Skeg form)이며, 이들 파라미터의 정의와 개념은 Fig. 1에 개략적으로 나타내었다.

각 설계 파라미터에 대해 복수의 설계 Case를 구성하여 서로 다른 선미부 형상을 생성하였으며, CFD 해석을 통해 설계 파라미터 변화에 따른 성능 변화의 경향성을 분석하였다. 설계 파라

Table 2 Design parameters of KLNG2 for skeg design

Designation	Value
Distance between skegs	35% of Breadth
Vertical skeg inclination	10.0 deg
Horizontal shaft angle	2.0 deg
Skeg form	Asymmetry

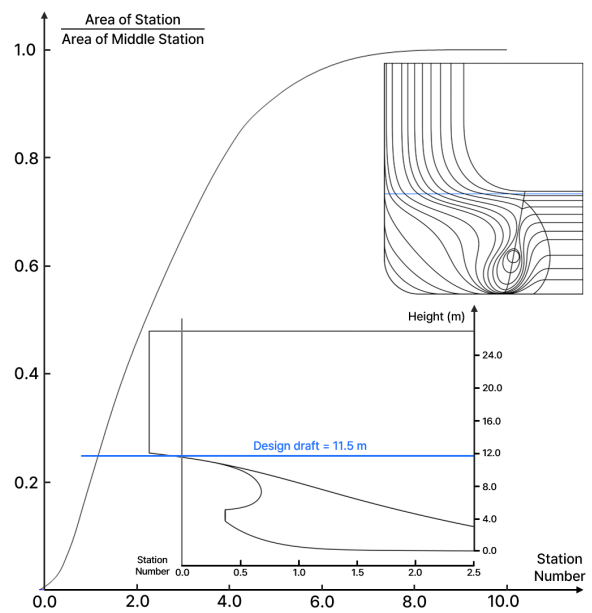


Fig. 2 KLNG2 stern lines, Profile & Cp curve

미터 값의 최종 선정은 개별 Case 간의 성능 우열을 기준으로 하지 않고, 전체 Case에서 나타나는 성능 분포와 변화 경향을 종합적으로 고려하여 선정하였다. 이는 공개표준선형의 특성을 고려하여, 향후 선형 변환 및 최적화 과정에서 충분한 성능 개선을 확보하기 위한 의도적인 설계 선택이다. Case study를 통해 최종 선정된 KLNG2 선미부 설계 파라미터 값은 Table 2에 정리하여 제시한다.

설계 파라미터 선정 이후, Skeg 내부 영역의 일부를 Space curve로 정의하여 향후 선형 변환 및 순정(Fairing) 작업의 용이성을 확보하였다. 또한, 선미부 형상의 단순화를 위해 z=20m 수선(Water line)부터 Depth인 26.5m까지의 구간에 대해 각 단면(Section)의 형상 값을 동일하게 설계하였다.

이와 같은 설계 과정을 통해 완성된 KLNG2의 선미부 형상을 Fig. 2에 나타내었다.

## 2.3 선수부 설계

KLNG2의 선수부 형상은 프로파일 수정과 선미부 설계 이후 남은 선체 용적(Volume)을 선수부에 재배치하는 방향으로 설계하였다. Bulb length는 선정된 주요 제원에 맞추어 조정하였으며, Bulb height는 증가시켜 초기 선형 대비 보다 뚜렷한 High-bulb 형상을 형성하도록 하였다. 또한 Bulb 상단에서 갑판(Deck)까지의 형상이 단절 없이 부드럽게 이어지도록 설계하였다.

선체 용적은 선수부의 특정 구간에 집중적으로 배분하기보다는, 선수부 전반에 걸쳐 비교적 균일하게 분포되도록 조정하여 단면별 용적 변화가 자연스럽게 나타나도록 의도하였다. 이러한 설계 결과는 Fig. 3에 제시된 선수부 단면 형상과 Cp 곡선을 통해 확인할 수 있다.

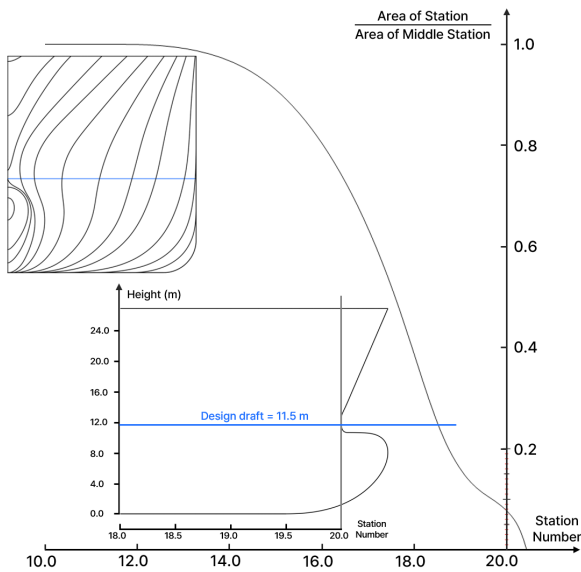


Fig. 3 KLNG2 bow lines, profile & Cp curve

### 2.4 최종 선형 도출

이상의 선미부와 선수부 설계 과정을 통해, 유체역학적 성능 경향성 분석과 형상 단순화, 그리고 공개표준선형으로서의 활용성을 종합적으로 고려한 KLNG2의 최종 선형을 도출하였다.

KLNG2 최종 선형의 특징은 다음과 같다. KLNG2의 Side tangent line은 3 S.T.부터 15.4 S.T.까지 총 177.32m이며, 중앙 평행부(Paraller Middle Body)는 8 S.T.에서 12 S.T.까지 57.2m이다. 3 S.T.을 선미부의 주요 설계점으로 선정하여 Skeg line을 0.25 S.T.부터 3 S.T.까지 설계함과 동시에, 3 S.T.을 Bottom tangent line의 최후방이 되도록 설계하였다. 또한, Skeg 내부영역(Inner part)을 4 S.T.부터 완만하게 설계하여 선미부 아래로 흘러들어온 유동이 급변하지 않도록 하였다.

최종적으로 도출된 선도(Lines)를 정면도(Body plan), 측면도(Sheer plan), 반폭도(Half-breadth plan)의 형태로 Design draft

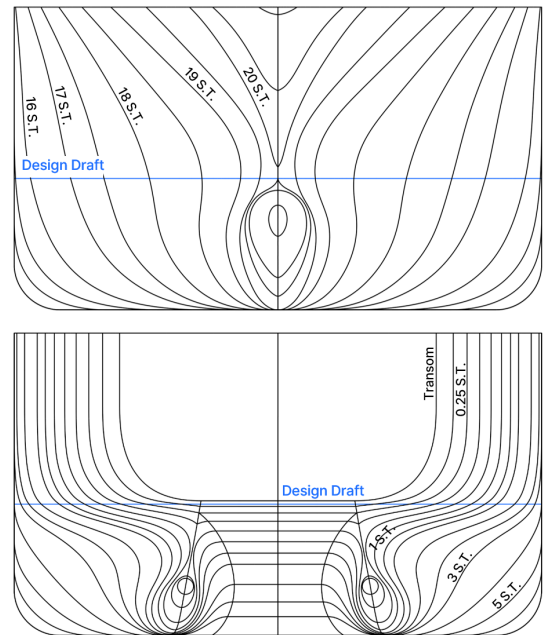


Fig. 4 KLNG2 Body plan (Top: bow / Bottom: stern)

와 함께 도시하였다. 이들 선도는 각각 Fig. 4, Fig. 5, 그리고 Fig. 6에 제시되어 있다.

## 3. KLNG2의 프로펠러 및 러더

### 3.1 KLNG2 프로펠러 설계

프로펠러는 선박의 요구 성능에 맞추어 설계하는 것이지만, 본 연구의 프로펠러 설계는 LNG 선박에 관한 연구 목적인 관계로 프로펠러 설계조건을 임의로 설정하여 설계를 수행하였다. 다만, 기존의 LNG 선박의 성능에서 크게 벗어나지 않게 하도록 국내에서 건조하는 LNG 선박의 설계조건을 참고하여 Table 3에 나타낸

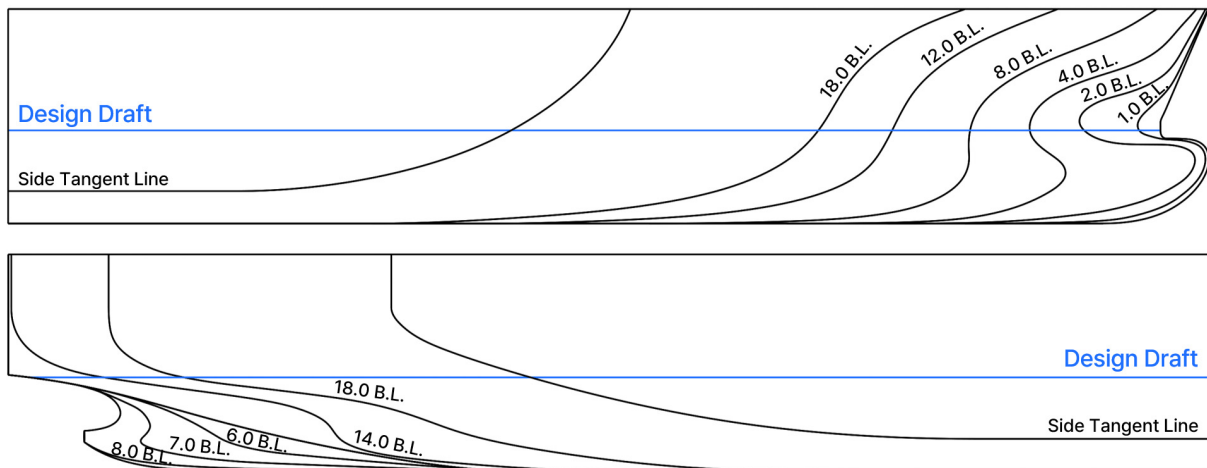


Fig. 5 KLNG2 Sheer plan (Top: bow / Bottom: stern)

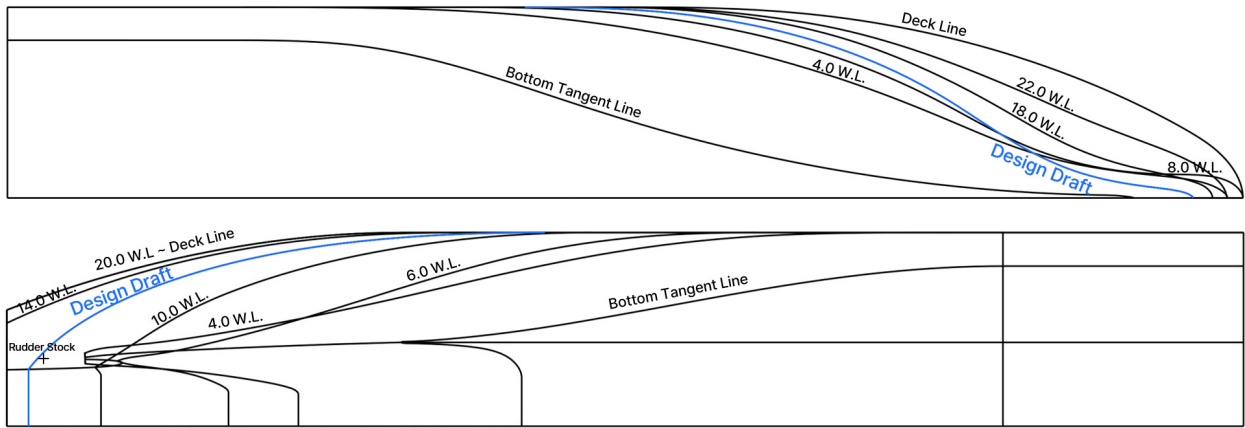


Fig. 6 KLNG2 Half-breadth plan (Top: bow / Bottom: stern)

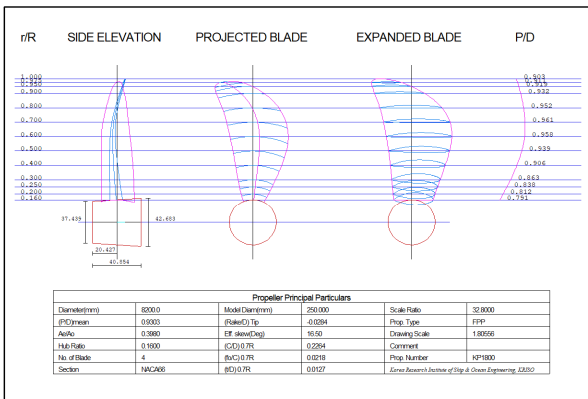


Fig. 7 Drawing of the propeller(KP1800, KP1801)

Table 3 Propeller design conditions

Main engine	10,600kW x 71.0rpm, 2 ea.
RPM margin	5.0 %
Sea margin	15.0 %
Transmission Efficiency( $\eta_t$ )	0.99
Target speed	18.5 knots ( w/ S.M.)

Table 4 Propeller Principal Particulars

Diameter(mm)	8200.0	(P/D)mean	0.9303
(P/D) <sub>0.7R</sub>	0.9612	(Rate/D) Tip	-0.0284
Ae/Ao	0.3980	Eff. skew(Deg)	16.50
Hub Ratio	0.1600	(C/D) 0.7R	0.2264
No. of Blade	4	(fo/C) 0.7R	0.0218
Section	NACA66	Turning direction	Inward

바와 같이 설정하였다.

기존 LNG 선박의 자료조사 및 KLNG2 선형의 반류 특성을 고려하여 날개수는 4익으로, 추진 효율을 고려하여 직경은 8.2m를 선정하였다. 프로펠러의 기하학적 제원은 캐비테이션과 효율 관점에서 설계하였으나, 실적선과 같이 엄격하게 설계조건을 만족

Table 5 Offset of the Propeller

r/R	Pitch	Rake	Skew(°)	Chord	Camber	Thickness
0.160	648.41	1.656	-2.373	109.69	3.028	35.508
0.200	665.82	3.148	-2.948	117.25	3.330	33.090
0.250	687.04	4.880	-3.576	126.16	3.660	30.250
0.300	707.79	6.430	-4.177	135.21	3.941	27.522
0.400	743.33	9.002	-4.884	152.98	4.314	22.622
0.500	770.03	11.183	-5.000	170.10	4.383	18.056
0.600	785.78	11.700	-4.320	183.09	4.298	13.880
0.700	788.16	8.715	-2.608	185.64	4.040	10.427
0.800	780.53	0.930	0.340	172.86	3.357	7.660
0.900	764.31	-10.340	5.000	139.10	2.104	5.067
0.950	753.34	-16.595	7.948	107.39	1.188	3.746
0.975	747.22	-19.867	9.628	83.86	0.660	3.077
1.000	740.59	-23.310	11.499	26.20	0.000	2.298



Fig. 8 Model propellers (Left : KP1800 / Right : KP1801), inward rotation viewed from downstream

시키기 위한 설계는 수행하지 않았다. 그러나 본 논문의 취지에 적합하게 프로펠러의 형상정보는 가급적 표준적인 데이터를 이용하여 많은 연구에 활용되도록 하였다.

프로펠러 날개 단면은 'NACA66(TMB mod.) thickness with

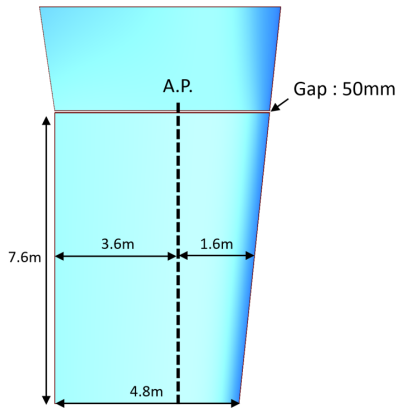


Fig. 9 Rudder Geometry

Table 6 Main particulars of KLNG2 Rudder

Designation	Value
Rudder type	Full Spade Rudder
Section	NACA0020
Rudder area	39.52m <sup>2</sup> (LBP x Ts의 1.11%)
Aspect ratio	1.46 (at Mean chord length)
Balance ratio	30%
Rudder position	x : 0 m / y : ±8.090 m
Maximum rudder angle	35.0 deg
Rudder rotation speed	2.32 deg/s

a=0.8 camberline'을 사용하였으며, 프로펠러의 형상정보는 Fig. 7과 Table 4, Table 5, Fig. 8에 도시하였다.

### 3.2 KLNG2 러더 설계

KLNG2의 러더는 Conventional type Full spade 러더로 설계하였다. KLNG2의 축 경사각(Shaft angle)이 2.0°로 설정됨에 따라, 프로펠러와 러더는 모두 x축 기준으로 동일한 각도로 경사 장착된다.

KLNG2 러더의 형상(Geometry) 및 주요 제원(Main particulars)은 Fig. 9와 Table 6에 각각 제시한다.

## 4. 성능평가 결과

본 연구를 통해 개발된 KLNG2의 선형과 프로펠러는 모형시험을 수행하고, 설계흡수에서의 저항시험 결과, 설계프로펠러를 사용한 추진기단독성능(POW)과 저항시험 결과를 공개하여 본 선형이 CFD(전산유체역학) 해석, 모형 비교연구 및 Twin skeg 형상에 대한 최적화 연구 등에 기초연구 자료로 사용되도록 하고자 한다.

모형선은 모형프로펠러의 직경을 KRISO 표준 프로펠러 직경 0.25m를 고려하여 축척비를 1/32.8로 선정하였다. 프로펠러는 설계자료를 3차원 모델링하여 알루미늄으로 축척에 맞게 각각 좌

Table 7 POW test results of design propeller

$J$	$K_T$	$10K_Q$	$\eta_o$
0.000	0.4152	0.5448	0.0000
0.050	0.4016	0.5251	0.0609
0.100	0.3871	0.5062	0.1217
0.150	0.3719	0.4877	0.1820
0.200	0.3559	0.4695	0.2413
0.250	0.3392	0.4513	0.2991
0.300	0.3218	0.4327	0.3551
0.350	0.3039	0.4137	0.4092
0.400	0.2853	0.3940	0.4610
0.450	0.2662	0.3734	0.5106
0.500	0.2464	0.3517	0.5575
0.550	0.2261	0.3288	0.6019
0.600	0.2052	0.3046	0.6433
0.650	0.1837	0.2790	0.6811
0.700	0.1616	0.2518	0.7150
0.750	0.1387	0.2231	0.7421
0.800	0.1152	0.1927	0.7612
0.850	0.0910	0.1605	0.7670
0.900	0.0659	0.1267	0.7450
0.950	0.0399	0.0912	0.6615
1.000	0.0130	0.0539	0.3839

Table 8 Main dimensions of KLNG2

	Ship	model
Length between perpendiculars (m)	286.0	8.720
Breadth (m)	46.2	1.409
Draft (m)	11.5	0.351

Table 9 Results of resistance test

Vs (kts)	Fn	Rnm (e-6)	Ctm (e+3)	Cfm (e+3)	CR (e+3)	Trim (deg.)	Sinkage (mm)
12.0	0.116	8.187	3.660	3.107	0.553	0.035	3.6
14.0	0.136	9.551	3.695	3.024	0.671	0.051	5.1
16.0	0.155	10.916	3.699	2.955	0.744	0.070	6.8
17.0	0.165	11.598	3.683	2.924	0.759	0.082	7.8
18.0	0.174	12.280	3.656	2.896	0.760	0.096	8.9
19.0	0.184	12.962	3.630	2.869	0.761	0.112	10.2
19.5	0.189	13.303	3.625	2.857	0.769	0.119	10.8
20.0	0.194	13.644	3.632	2.844	0.788	0.127	11.5
21.0	0.203	14.327	3.692	2.821	0.871	0.144	13.0
22.0	0.213	15.009	3.776	2.799	0.977	0.165	14.5

우 회전방향으로 1조를 제작하였고, 단독성능은 H29 프로펠러 동력계를 사용하여 각각 수행하였다. 예인수조 수온은 14.4 °C 였고, 프로펠러 회전수는 동력계의 최대용량 내에서 15 rps로 수행하였다. Table 7은 설계 프로펠러의 단독성능이다.

Table 10 Results of Self-propulsion test

Vs (kts)	nM (rps)	T <sub>M</sub> (N)	Q <sub>M</sub> (Nm)	t	w <sub>M</sub>	η <sub>R</sub>
12.0	4.14	9.88	0.395	0.203	0.298	0.993
14.0	4.89	14.14	0.557	0.203	0.298	1.002
16.0	5.63	18.98	0.741	0.203	0.297	1.009
17.0	5.99	21.46	0.836	0.202	0.296	1.011
18.0	6.34	23.95	0.932	0.202	0.295	1.013
19.0	6.69	26.56	1.033	0.202	0.293	1.014
19.5	6.88	28.04	1.090	0.202	0.292	1.015
20.0	7.07	29.73	1.155	0.202	0.291	1.015
21.0	7.51	34.06	1.319	0.201	0.289	1.015
22.0	7.97	39.25	1.514	0.201	0.286	1.015

설계 도면으로부터 모형선은 목재로, 방향타는 엔지니어링 플라스틱을 사용하여 축척비 1/32.8로 제작하였다. 제작된 모형선의 제원은 Table 8과 같다.

모형선은 heave와 pitch가 자유로운 상태에서 저항시험을 수행하였다. 선속 범위는 12~22노트 범위를 선정하였고 저항 계측과 함께 선수와 선미에 2대의 광학식 자세 계측장치로 모형선의 항주 중 자세 변화를 계측하고 선수트림 각도와 모형선 침하량으로 변환하였다. 모형시험 수행 시 예인수조 수온은 14.5 °C이다. 마찰저항은 ITTC1957 모형선-실선 상관곡선을 사용하였고, 선속

별 저항시험결과는 Table 9에 모형선에서의 값을 저항계수로 무차원화하여 표기하고, 자세 변화량도 함께 나타내었다.

자항시험은 ITTC1978 표준해석법에 따라서 수행하였다. 동일한 Froude 수에서 시험이 수행되기 때문에 실선 선속에 대응하는 모형시험속도는 Reynolds 수 차이로 마찰저항의 차이가 발생한다. 프로펠러의 실선부하조건과 동일하게 작동하는 프로펠러 저항점을 계측하기 위하여 마찰수정량에 해당하는 자항점에서 자항시험이 수행되었다. 2차원 해석법을 적용하였으며, 모형선-실선 상관계수는 기관의 표준값을 사용하였다. Twin-skeg 선형 특성상 프로펠러 면에서 Outward 방향의 유동이 증가되기 때문에, 프로펠러 회전방향은 추진성능이 우수한 Inward 방향을 선정하였다. 자항조건에서 프로펠러의 회전수, 추력, 토오크는 속도별 부하변화 방법으로 계측하였다. Table 10에 모형선에서의 자항점 결과 및 해석된 자항요소를 수록하였으며, Fig. 10은 제작한 모형선의 모습이다.

### 5. 결론

본 논문에서는 선박해양플랜트연구소(KRISO)에서 개발한 새로운 공개표준선형인 170K CBM Class Twin-skeg LNG 운반선을 소개하였다. 본 선형은 KLNG2로 명명되었으며, Twin-skeg형 선미부 형상 설계를 중심으로 주요 설계 파라미터를 선정하고 이



Fig. 10 Model ship of KLNG2

를 기반으로 최종 선형을 도출하였다. 본 논문을 통해 KLNG2의 최종 선형에 대한 주요 제원과 선도(Lines)를 제시하였다.

또한, KLNG2에 맞춘 설계 프로펠러(Design propeller)의 주요 제원 및 형상적 특징을 설명하고, 러더(Rudder)의 형상과 주요 설계 정보를 함께 기술하였다. 아울러 KLNG2의 성능 특성을 검증하기 위해 KRISO 선형시험수조에서 수행된 저항 시험, POW 시험, 그리고 자항 시험 결과를 제시하였다.

본 연구는 KLNG2 공개표준선형을 활용하여 연구자 및 학생들이 CFD 해석을 포함한 다양한 기초 연구를 수행할 수 있도록 하는 데 목적이 있다. KLNG2 선형과 프로펠러 및 러더의 형상(Geometry) 정보는 KRISO 공식 홈페이지(<http://www.kriso.re.kr>)를 통해 공개 및 배포되며, 추가 흡수에 대한 시험결과는 추후 공개 예정이다.

## 후 기

본 연구는 선박해양플랜트연구소 주요사업 “극한환경 중 선박 성능, 추진기성능, 빙상능 평가기술 및 기계학습기반 성능예측기술 개발(PES5461)”, 산업통상부 “친환경중소형선박기술역량강화사업(PNS5340)”, 산업통상부 및 산업기술기획평가원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구(풍력 보조추진시스템 적용 선박 성능평가 및 제어 기술개발, RS-2024-00424392, PNS5690)로 수행된 결과입니다.

## References

- Hino, T. (ed), 2005, CFD Workshop Tokyo 2005, NMRI, Tokyo, Japan.
- Kim, H.T., Kim, H.T. and Van, S.H., 2007. Numerical analysis of flow characteristics of a twin-skeg container ship with variation of stern hull shape. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 44(6), pp.551–563.
- Kim, K.J., Tillig, Fabian., Bathfield, N. and Liljenberg, H., 2014. Hydrodynamic optimization of Twin-skeg LNG ships by CFD and model testing. *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*, 6(2), pp.392–405.
- Kim, M.S., Kim, M.C., Seo, J.H. and Seok W.C., 2023, Review of newman-sharma wave pattern resistance analysis using experimental and computational model tests of KCS. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 60(2), pp.76–85.
- Kim, W.J., Kim, D.H. and Van, S.H., 2002, Computational study on turbulent flows around modern tanker hull forms, *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, 38(4), pp.377–406.
- Lee, H.J., Jang, H.S., Hong, C.B., Ahn, S.M. and Chun, H.H., 2012, Hull-form development of a twin-skeg large Ro-Pax ferry. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 49(6), pp.491–497.
- Larsson, L., Stern, F. and Bertram, V.(ed), 2000, *A workshop on numerical ship hydrodynamics*, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.
- Larsson, L., Stern, F. and Bertram, V.(ed), 2010, *A workshop on numerical ship hydrodynamics*. Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden.
- Larsson, L., Stern, F. Visonneau, M., Hino, T., Hirata, N. and Kim, J.(ed), 2015, *Workshop on CFD in Ship Hydrodynamics*, NMRI, Tokyo, Japan.
- Park, D.M., Hwang, S.H. and Kwon, Y.J., 2025, Experimental study on hull surface pressure, motion response, and added resistance measurements of a KLNG in regular waves. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 62(3), pp.169–178.
- Park, D.W., 2008., The stern hull form design using the flow analysis around stern skeg. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 45(4), pp.361–369.
- Seo, M.G., Park, I.B., Park D.M. and Hwang, S.H., 2023, A study on soft-mooring model test techniques for the evaluation of added resistance on ships. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 60(5), pp. 320–331.
- Van, S.H., Yim, G.T., Kim, W.J., Kim, D.H., Yoon, H.S. and Eom, J.Y. 1997. Measurement of flows around a 3600TEU container ship model. *Proc. of the Annual Autumn Meeting*, SNAK, Seoul, Korea, pp.300–304 (in Korean)
- Van, S.H., Kim, W.J., Yim, G.T., Kim, D.H. and Lee, C.J., 1998a, Experimental Investigation of the Flow Characteristics Around Practical Hull Forms, *Proceedings 3rd Osaka Colloquium on Advanced CFD Applications to Ship Flow and Hull Form Design*, Osaka, Japan
- Van, S.H., Kim, W.J., Kim, D.H., Yim, G.T., Lee, C.J. and Eom, J.Y. 1998b. Flow measurement around a 300K VLCC model. *Proc. of the Annual Spring Meeting*, SNAK, Ulsan, Korea, 1998a, pp.185–188 (in Korean).
- Van, S.H., Yoon, H.S., Lee, Y.Y., Park, I.R., Lee, C.J. and Kim, W.J. 2003. Measurement of flow around KRISO 138K LNG Carrier Model. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 40(2), pp.1–10.
- Van, S.H., Kim, W.J., Yoon, H.S., Lee, Y.Y., and Park, I.R., 2006, Flow measurement around a model ship with propeller and rudder, *Experiments in Fluids*, 40, pp. 533–545.

## Authorship Contribution Statement

**Seokhwan Oh:** Investigation, Writing – original draft;  
**Jungjoong Kim:** Conceptualization, Methodology; **Kwangsoo Kim:** Conceptualization, Project administration; **Il-Sung Moon:** Investigation, Resources; **Changseop Kwon:** Investigation, Resources; **Seunghyun Hwang:** Investigation; **Haeseong Ahn:** Conceptualization; **Youngyeon Lee:** Validation, Writing – review & editing.

