

세미워터제트형 연안어선 개발에 관한 연구

고재용* · 심상목** · 박충환** · 서성부** · 배동균***

*목포해양대학교, **한국중소조선기술연구소, ***한국종합설계

A Study on the Development for the Coastal Fishing Boat attached Protected-Tunnel for Propeller

Jae-Yong Ko* · Sang-Mok Shim** · Choong-Hwan Park** · Sung-Bu Suh** · Dong-Gyun Bae***

* Faculty of ocean system engineering, Mokpo Maritime University

** Korean research institute of medium & small shipbuilding

*** Korea consolidation design

요약 : 최근 어선어업 주변환경의 급속한 변화는 기존 어선어업의 구조조정과 새로운 사회, 경제적 환경에 부응하는 선형개발의 요구로 이어지고 있다. 한편, 서·남해 연안에서 작업 및 항해하는 연안어선들은 노출된 프로펠러에 어망, 로프 등이 감기는 사고가 매년 증가하고 있는 실정이다. 본 연구는 이상과 같은 관점에서 연안어선의 해난사고 방지를 위해 기존 선미형상을 수정한 프로펠러 보호터널 부착 연안어선을 대상으로 모형시험을 통하여 세미워터제트형 연안어선의 주요성능을 분석, 검토한 것이다.

핵심용어 : 세미워터제트, 모형시험, 조파저항, 프로펠러, 보호터널

ABSTRACT : Recently, The fast change of fishing boat fishery surrounding environment is connected by request of fan shape development that meet in restructuring of existing fishing boat fishery and new community, economical surrounding . In southern sea district along the coast work and district along the coast fishing boats that sail to exposed propeller fishing net, rope etc.. cold real condition that accident is increasing every year.

This study is thing which analyze main performance of minuteness water jet type district along the coast fishing boat through model examination to propeller protection tunnel sticking district along the coast fishing boat that correct existing stern shape for marine accident prevention of district along the coast fishing boat in viewpoint such as ideal and examines.

KEY WORDS : semi-water jet, model test , wavemaking resistance, propeller, protection tunnel

1. 서 언

최근 세계 연안국들의 배타적경제수역(EEZ)선포와 총허용어획량(TAC)제도의 실시 등으로 기존 어선어업의 구조조정과 새로운 사회, 경제적 환경에 부응하는 선형개발이 요구되고 있다. 한편, 그물, 부유물 및 갯벌이 많은 국내의 서·남해 연안에서 작업 및 항해하는 연안어선들은 노출된 프로펠러에 부유폐어망, 로프 등이 감기는 해난사고가 매년 증가하고 있는 실정이다[1].

이에, 전체 해난사고 중 70%를 차지하는 어선의 해난사고 방지를 위하여 기존 연안어선의 선미형상을 수정하여 저경사

추진기를 선체 안쪽으로 배치한 프로펠러 보호터널 부착 연안어선을 대상으로 선미형상 변화에 따른 저항시험과 보호터널 형상별 추진장치 단독특성시험 등의 모형시험을 통하여 프로펠러 보호터널 부착 연안어선의 주요성능 특성을 비교, 검토한 것으로서 연안어선의 안전도 향상과 세미워터제트형 추진장치 개발 및 실용화 관련 연구에 유효한 핵심 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 대상선형

대상선형은 추진기를 선체 안쪽으로 배치하여 그물이나 부유물이 돌출부분에 걸리지 않는 장점을 가지고 있는 프로펠러 보호터널 부착 삼동형G/T 4톤급 연안어선이다.

* 정회원, kojy@mmu.ac.kr 016)655-7129

** shim77@hanmail.net 051)831-0123

** bulk2431@rims.re.kr 051)831-0123

** youkoe@hanmail.net 051)831-0123

*** kcdbcbae@hanmail.net 011)634-3317

선미형상은 기존 연안어선 박스 킵 형상의 선미부분 수정하여 프로펠러 보호터널을 부착한 형상으로 하였으며, 선수형상은 고속에서 조파저항 감소를 고려하여 삼동형 선형으로 설계하였다[2]. Fig. 1에 G/T 4톤급 프로펠러 보호터널 연안어선의 정면선도를 나타내었다.

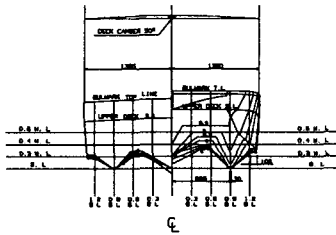


Fig. 1 Body plan of propeller protective tunnel(4GT)

3. 실험설비 및 대상모형

3.1 회류수조 사양 및 성능

실험에 이용된 회류수조는 일본의 서일분유체기술연구소 회류수조에서 검증된 대상선박을 선정하여 동일한 조건에서 시험을 실시하여 그 실험결과를 상호 비교함으로써 성능의 신뢰성을 검증한바 있다. 당 연구소 회류수조의 주요특성 및 개략적인 형상은 Fig. 2와 같다.

Type : 2 Impeller, Vertical type
 L×B×D(whole body) : 17.6m×3.1m×6.4m
 L×B×D(measuring body) : 6.0m×2.0m×1.55m
 Water Capacity : abt. 90 ton
 Velocity range : 0.1~3.0 m/sec

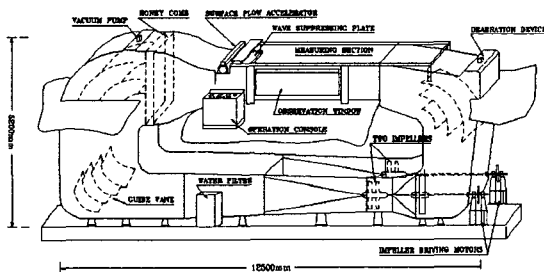


Fig. 2 Arrangement circular tank

회류수조 정도향상에 있어 가장 중요한 것은 관측부에서 균일한 유속을 얻는 것이다[5]. 이에 본 실험에서는 제파판으로부터 1.2m(보통 모형선의 F.P가 되는 위치)의 단면에서 JIS 형 피토판을 이용하여 계측한 유속분포를 Fig. 3에 표시하였다. 벽면 부근을 제외하면 유속의 편차는 ±1.5%정도 이내가 됨을 확인하였다.

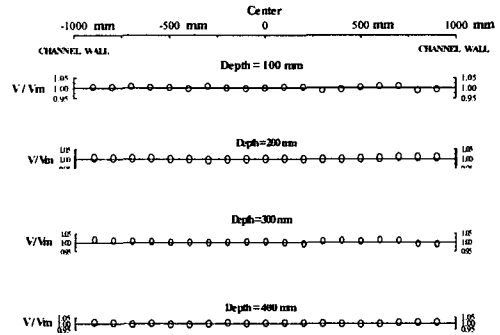


Fig. 3 Distribution of fluid speed on the view point(V_m :Average speed)

3.2 대상모형

실험에 사용된 G/T 4톤급 기존 연안어선과 프로펠러 보호터널 연안어선의 모형선은 배수량과 선수미 흘수를 고려하여 모두 가벼운 FRP 재료를 이용하여 제작하였으며, 모형선의 축척비는 1/10.0으로 하였다. 한편, 선형시험은 부가물을 모두 취부한 시운전 상태에서 수행하였으며, 기존 연안어선의 선미선형과 프로펠러 보호터널 부착 선미선형을 Fig. 4와 Fig. 5에 나타냈으며, 두 선형의 주요제원들을 Table. 1에 정리하였다.

Table.1 Principal dimension of ship(4GT)

Particulars	프로펠러 보호터널 선형				기존선형		
	Sea Trial I		Sea Trial II		Sea Trial II		
	Ship	Model	Ship	Model	Ship	Model	
LBP(m)	10.07	1.000	10.07	1.00	10.07	1.00	
LWL(m)	9.44	0.944	9.58	0.96	9.54	0.95	
B(m)	2.70	0.270	2.70	0.27	2.70	0.27	
D(m)	0.78	0.078	0.78	0.078	0.78	0.08	
d(m)	df	0.38	0.038	0.41	0.041	0.38	0.04
	da	0.45	0.045	0.48	0.048	0.45	0.045
S (m ²)	29.86	0.299	30.82	0.308	32.96	0.33	
∇ (m ³)	5.19	0.005	5.85	0.006	5.85	0.006	

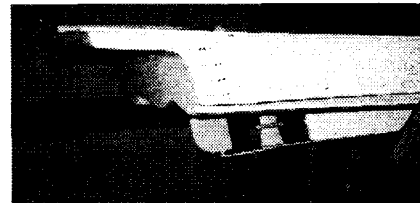


Fig. 4 Normal stern shape with box keel

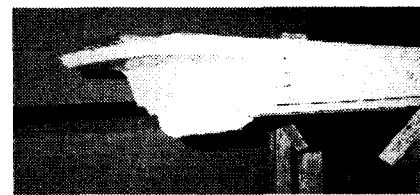


Fig. 5 Stern shape with propeller protective tunnel

또한, 프로펠러 보호터널 형상별 가장 양호한 프로펠러의 단독효율을 추정하기 위하여 추진장치 단독특성시험에 사용된 모형 프로펠러의 주요제원을 Table. 2에 나타내었다.

Table. 2 Principal dimension of model propeller

Particulars (Scale:1/30)	Ship	Model
Diameter (mm)	550	55
Propeller pitch ratio, mean	0.95	
Expanded blade area ratio	0.85	
Number blades of a propeller	3	
Propeller type	FPP-MAU	

한편, 프로펠러 보호터널 형상은 모두 3가 종류로 하였는데, 프로펠러 보호터널 형상 I은 물 유입부와 유출부의 직경이 같은 경우, 프로펠러 보호터널 형상 II는 물 유입부의 직경이 유출부 보다 작은 경우이고, 프로펠러 보호터널 형상 III은 물 유입부의 직경이 유출부 보다 큰 경우이다. Fig. 6에 추진장치 단독시험에 사용된 3가지 종류의 프로펠러 보호터널 형상을 보인다.

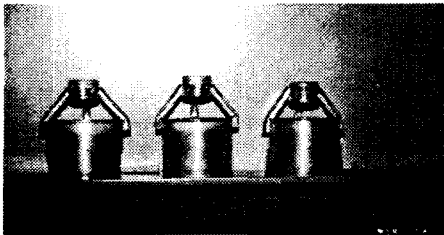


Fig. 6 Three types of propeller in used experimentation

4. 실험방법 및 고찰

이상과 같은 모형을 사용하여 아래와 같이 실험을 행하였다.

4.1 저항시험

저항시험은 박스 킴(Box Keel)을 가진 기존선형과 프로펠러 보호터널 부착 선형을 대상으로 동일한 배수량에서 저항성능을 비교 검토하였으며, 기존선형과 프로펠러 보호터널 부착 선형의 저항시험 범위는 당 연구소 회류수조의 적정유속과 모형선의 축척비를 기준으로 실선속력 V=3.0~13.0knot의 시운전상태에서 수행하였다[3].

예인점은 두 조건 모두 전후방향의 중심위치에서 시험을 수행하였으며, 상하위치는 프로펠러의 축계(Shaft)와 수평이 되게 취하였다[4].

저항시험 해석은 1978 ITTC 해석법을 근간으로 한 Froude 방법에 의해 수행되었다. 실선의 전저항계수는 다음과 같이 구해진다.

$$C_{TS} = C_{FS} + C_R + C_A + C_{AA}$$

여기서, 잉여저항계수 C_R 은 모형선과 실선에서의 값이 같다고 보았으며, 마찰 저항계수 C_{FS} 는 1957-ITTC 상관곡선을

을 사용하였다. C_A 는 모형선-실선 상관수정계수이며, C_{AA} 는 공기저항계수이다. 박스 킴(Box Keel)형의 기존선형과 프로펠러 보호터널 부착형 선형의 저항시험 비교 결과, Fig. 7에서 보는 바와 같이 잉여저항계수(C_R)값이 7knot 이상에서부터 점점 커져 13knot 이상에서부터 기존 박스 킴(Box Keel) 선형이 동일한 배수량을 가진 프로펠러 보호터널 부착

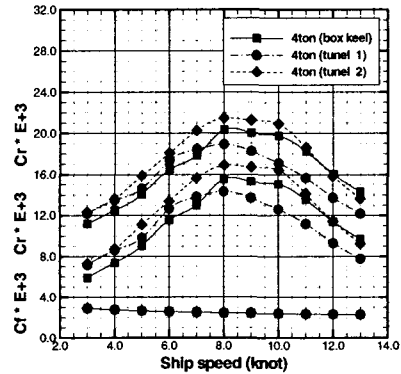


Fig. 7 A comparison normal ship and ship with propeller protective tunnel with resistance coefficient on the sea trial

선형보다도 높은 저항이 나타나는 것으로 확인되었다.

한편, 유효마력(EHP)도 실선 속력 10knot 이상에서부터 기존 박스 킴(Box Keel)형 선형이 동일한 배수량을 가진 프로펠러 보호터널 부착 선형보다도 높게 나타남을 알 수 있었다.

Fig. 7은 기존 선형과 프로펠러 보호터널 선형의 상대별 저항계수곡선을 비교한 것이며, Fig. 8은 두 선형의 유효마력(EHP)곡선이다.

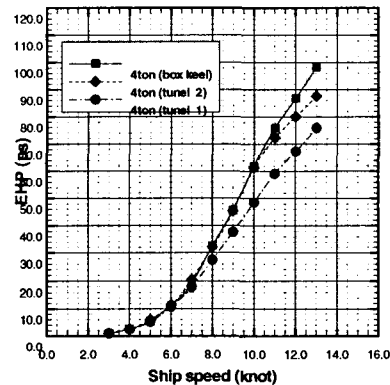


Fig. 8 A comparison normal ship and ship with propeller protective tunnel with E · H · P on the sea trial

4.2 추진장치 단독특성시험

추진장치 단독특성시험은 제작한 3가지의 보호터널 형상을 대상으로 연안어선의 추진효율에 영향을 미치는 추진장치 단독효율이 가장 양호한 프로펠러 보호터널 형상을 도출하기 위하여 수행되었다[6].

추진장치단독시험의 범위는 전진계수 $J(=V/nD)$ 가 0.1~1.0까지로 하여, 프로펠러 축의 중심 깊이(h)와 직경(D)의 비는 관측부 자유표면의 영향을 고려하여 2.0배로 하였으며, 프로펠러 회전수를 25(rps)로 하여 수행하였다[7].

Fig. 9에 G/T 4톤급 프로펠러 보호터널 연안어선에 부착될 프로펠러의 단독특성 곡선을 보인다. 여기서 J 는 전진계수, K_T 는 추력계수, K_Q 는 토크계수, η_0 는 프로펠러단독 효율을 의미한다. Fig. 10, 11, 12은 G/T 4톤급 연안어선에 부착될 프로펠러 보호터널 형상 I, II, III를 장착한 상태에서의 추진장치 단독특성곡선을 나타내고 있다.

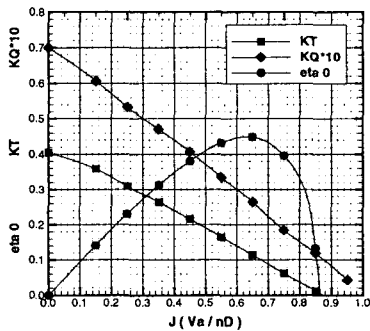


Fig. 9 Curves of propeller character(4GT)

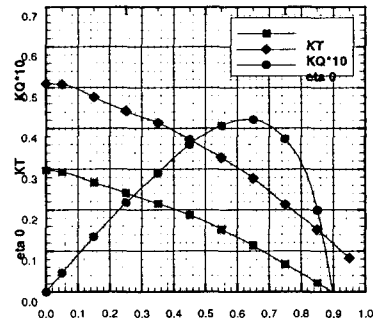


Fig. 10 Curves of propulsion character with propeller protective tunnel pattern I

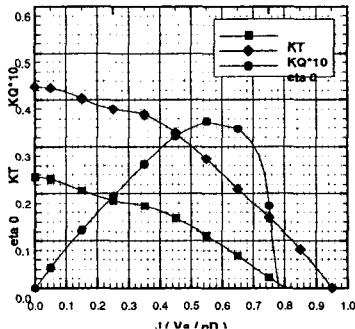


Fig. 11 Curves of propulsion character with propeller protective tunnel pattern II

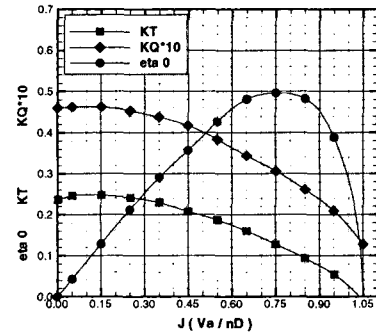


Fig. 12 Curves of propulsion character with propeller protective tunnel pattern III

G/T 4톤급 연안어선에 부착될 프로펠러 보호터널 형상별 프로펠러단독시험 결과, 단독효율(η_0)이 가장 좋은 타입은 물 유입부의 직경이 유출부 보다 큰 프로펠러 보호터널 형상 III이며, 다음으로 프로펠러 보호터널 형상 I, 프로펠러 보호터널 형상 II순으로 나타났다.

5. 결 론

본 연구를 통하여 얻어진 결과를 정리하면 다음과 같다.

- 1) 기존 연안어선과 선미형상을 수정하여 선체 안 쪽으로 배치한 프로펠러 보호터널 부착 연안어선을 대상으로 각종 모형시험을 통하여 주요성능 특성을 비교, 검증함으로써 연안어선의 안전도 향상과 프로펠러 보호터널 부착 추진장치 개발 관련 연구에 유용하게 활용될 핵심 기초자료를 마련하였다.
- 2) 저항시험 결과, 프로펠러 보호터널 부착 선형이 동일한 배수량을 가진 기존 박스 키(Keel)형상의 선형에 비해 실선속력 11knot을 이상에서는 저항이 작게 받는 것으로 나타났다. 이에, 유효마력(EHP)은 실선 속력 10knot 이상에서부터 기존 선형이 프로펠러 보호터널 선형보다 높게 나타남을 알 수 있었다.
- 3) 또한, G/T 4톤급 연안어선에 부착될 프로펠러 보호터널 형상별 단독특성시험 결과, 단독효율이 가장 우수한 보호터널 형상으로는 물 유입부의 직경이 유출부 보다 큰 경우의 프로펠러 보호터널 형상으로 확인되었다.

후 기

본 연구는 2000년 산업자원부 산업기반기술개발과제와 관련하여 수행된 연구결과의 일부입니다.

참고문헌

[1] 강병윤, 박충환 “워터제트 탑재가능 소형어선조사 및 워터제트 본체 구조안전성 평가” 해양수산부 수산특성과제 1999. 12.

- [2] 이귀주, “어선의 선형설계(I)”, 漁船, 第53号, 1993.1
- [3] 小倉理一, 西本仁, et. al, “新型回流水槽の 諸特性と抵抗試験について”, 西部造船會報, 第64會, 1982. 5.
- [4] Nishimoto, “Hull form development of coast fishing boat by effective use of CWC”, West Japan Fluid Engineering Laboratory Co. report, 2002.
- [5] 小倉理一, 西本仁 et. al, “計測用回流水曹の設計 と流體力學的性能に關する研究“, 1995. 12.
- [6] Manen, J.D. van “Open Water Test Series with Propeller in Nozzles,” International Shipbuilding Progress, Vol. 1. 1957.
- [7] Moore, D.H. and Peck, J.G. “Inclined Shaft Propeller Performance Characteristics,” SNAME Spring Meeting. 1973.