

어선 부가물의 저항성능에 관한 실험적 연구

박동우[†]

(Received August 10, 2018 ; Revised October 1, 2018 ; Accepted October 31, 2018)

An experimental study on the resistance performance of fishing vessel appendages

Dong-Woo Park[†]

요약: 본 논문의 주 목적은 예인수조 모형시험을 통해 어선 부가물의 저항성능을 평가하는 것이다. 모형시험은 예인수조에서 수행되었다. 기존 부가물의 부착상태 시험은 부가물을 단독으로 부착한 경우와 모든 부가물이 부착된 경우에 대하여 수행하였다. 각각의 부가물이 전 저항에 미치는 영향을 조사하였다. 모든 부가물이 부착된 경우에는 11노트에서 알몸 선체(Bare hull) 대비 유효마력이 23% 증가된 결과를 보여 주었다. 안정성과 직접적 연관이 있는 빌지킬 부가물의 길이와 폭 변화에 따른 저항시험을 수행하였다. 빌지킬의 치수 변화에 대하여 네 가지 연구를 수행하였다. 이 결과는 어선의 이동 및 조업 패턴에 따른 부가물 치수를 선정하는데 정보 제공이 가능하다. 두 가지 평가를 통해 부가물의 부착상태와 빌지킬 크기 변화에 따라 유효마력과 연료 사용량을 정량적으로 추정하였다.

주제어: 어선, 모형시험, 부가물, 빌지킬, 유효마력, 연료사용량

Abstract: The primary objective of the current study is to access the resistance performance of a fishing vessel using the towing tank model test. Model tests were performed in a towing tank for the following five cases: a bare hull, three situations where a single appendage was attached, and one case where all three appendages were attached. A comparison of the cases of the bare hull and the hull with all appendages attached demonstrated an effective horsepower (EHP) difference of 23% at 11 kn. Resistance tests related to stability were also performed based on differences in the length and breadth of the bilge keel; four items were studied with regard to changes in the dimensions. These results can be used to select the bilge keel dimensions according to the movement and operation patterns of fishing vessels. Based on the model test results, annual fuel consumption is presented for the situations when all appendages are attached and when only the no. 2 appendage is attached.

Keywords: Fishing vessel, Towing tank model test, Appendage, Bilge keel, Effective horse power, Fuel consumption

1. 서론

어선은 해역별 용도에 따라 다양한 선체 부가물을 부착하여 운항하고 있으나 부가물에 대한 유체동역학적 성능 확인을 거치지 않고 부가물을 부착하고 있는 실정이다. 어선의 부가물은 일반적으로 Figure 1과 같이 선측 부력통(Appendage No.1), 빌지킬(Appendage No.2) 그리고 선저킬(Appendage No.3)을 부착한다[1].

D. W. Park [1]은 CFD에 의한 부가물의 저항성능을 평가하여 다음의 정성적 결과를 도출하였다. 선측 부력통의 경우 압력저항이 마찰저항보다 차지하는 비율이 크을 알 수 있었다. 빌지킬과 선저킬의 경우 압력저항과 마찰저항이 거의 유사함을 알 수 있었다. 복수조합과 세 가지 모두 부착된 경우 부가물 상호간의 저항성능 관점에서의 상관관계는 매우 작음을 알 수 있었다. 운항선속에서 빌지킬과 모든

부가물이 부착된 경우 유효마력 관점에서 약 9% 차이를 보였다. 속도로 환산하면 0.45 노트의 차이를 보였다.

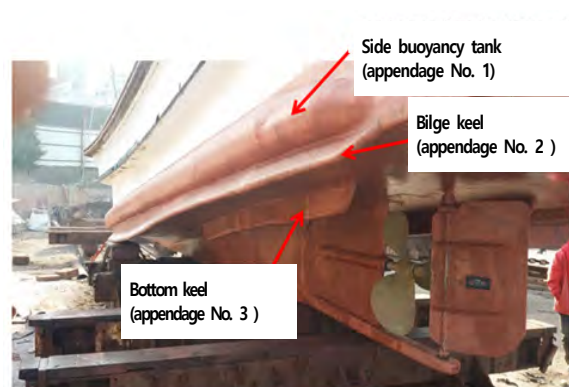


Figure 1: Hull appendages attached to fishing vessels

[†] Corresponding Author (ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3327-1969>): Professor, School of Naval Architecture and Offshore Engineering, Tongmyong University, 428 Sinseon-ro, Nam-gu, Busan, 48520, Korea, E-mail: dwpark@tu.ac.kr, Tel: 051-629-1654

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.

D. W. Park [2]은 CFD를 바탕으로 부가물의 치수에 대한 파라미터 연구를 통한 유체동역학적 성능 맵을 작성하였다. 빌지킬의 길이와 폭의 치수에 따라 유효마력 관점에서 약 9%까지 차이를 보이는 것을 확인하였다.

본 논문에서 수행한 항목은 수조모형시험을 통해 기존 부가물의 부착상태와 빌지킬 부가물의 길이와 폭 변화에 따른 저항성능 평가이다. 첫째, 기존 부가물의 부착상태 시험은 부가물을 단독으로 부착한 경우와 3개 모두 부착된 경우에 대하여 수행하였다. 둘째, 안정성과 직접적 연관이 있는 빌지킬 부가물의 길이와 폭 변화에 따른 저항시험을 수행하였다. 부가물 크기는 선박의 길이와 폭을 고려하여 최대, 최소 범위 안에서 네 가지를 선정하였다. 부착상태와 빌지킬 크기 변화에 따른 유효동력과 연료 사용량을 정량적으로 추정하였다.

2. 부가물 및 모형시험

2.1 부가물

대상선박의 부가물 부착상태는 Figure 1의 실물을 바탕으로 Figure 2와 같이 모델링 하였다[1][2].

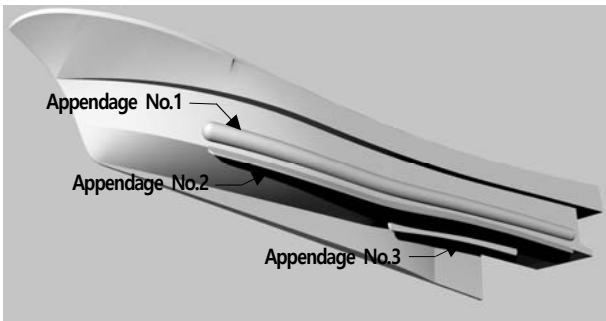


Figure 2: Modeling of three appendages attached to fishing vessels

대상선박에 부착된 부가물의 주요제원은 Table 1에 나타내었다. Table 1의 L_{Append} , B_{Append} , 그리고 T_{Append} 는 각 부가물의 길이, 폭 그리고 높이(부가물 No.2는 두께를 나타냄)를 나타낸다. 그리고 대상선박의 주요제원은 Table 2에 나타내었다. 주 운항흘수는 선수는 0.35m 그리고 선미는 0.53m로 선미트림인 상태이고 주 운항선속은 11.0노트이다.

빌지킬 부가물인 Appendage No.2의 길이와 폭 변화는 기존 부가물을 포함하여 네 가지를 선정하였다. Table 3은 네 가지 부가물의 길이와 폭의 치수를 나타내며 배 길이와 폭으로 무차원하여 정리하였다. 부가물 종류는 A-1, A-2, A-3 그리고 A-4로 나타내었다. A-1은 길이는 가장 짧고 폭은 가장 긴 경우, A-2는 길이와 폭이 가장 긴 경우, A-3은 길이와 폭이 가장 짧은 경우 그리고 A-4는 기존 부가물로서 길이는 가장 길고 폭은 가장 짧은 경우이다. 각 부가물의 형

상은 Figure 3에 나타내었으며 이를 바탕으로 모형의 부가물을 제작하였다. 네 가지에 대하여 예인수조에서 저항시험을 수행하여 유효마력을 추정하였다.

Table 1: Main dimensions of the three appendages

Items	Appendage No.1	Appendage No.2	Appendage No.3
L_{Append} (mm)	8,820	8,500	3,800
B_{Append} (mm)	0.160	0.150	0.060
T_{Append} (mm)	0.250	0.025	0.170
Displacement(m^3)	0.53751	0.08125	0.07674
Wetted Surface Area, WSA(m^2)	7.873	5.470	3.068

Table 2: Main dimensions of the bare hull

Items	operating condition
Length between perpendiculars, L_{PP} (m)	9.46
Breadth, B (m)	2.87
Draft at F.P.&A.P, T_F/T_A (m)	0.35/0.53
Displacement (m^3)	10.7
Wetted surface area, W_{SA} (m^2)	42.0
Position of longitudinal center of buoyance from mid-ship, L_{CB} (m)	-1.306
Center of buoyancy above base line, V_{CB} (m)	0.232
Design speed (knots)	11.0
Froude number (F_N)	0.5875

Table 3: Main dimensions used to parameter studies of the bilge keel

Cases	$L_{Append_NO.2}/L_{PP}$ =0.6290	$L_{Append_NO.2}/L_{PP}$ =0.8985
$B_{Append_NO.2}/B$ =0.0871	A-1	A-2
	$L_{Append_NO.2}$ = 5,950 mm $B_{Append_NO.2}$ = 250 mm	$L_{Append_NO.2}$ = 8,500 mm $B_{Append_NO.2}$ = 250 mm
$B_{Append_NO.2}/B$ =0.0523	A-3	A-4
	$L_{Append_NO.2}$ = 5,950 mm $B_{Append_NO.2}$ = 150 mm	$L_{Append_NO.2}$ = 8,500 mm $B_{Append_NO.2}$ = 150 mm

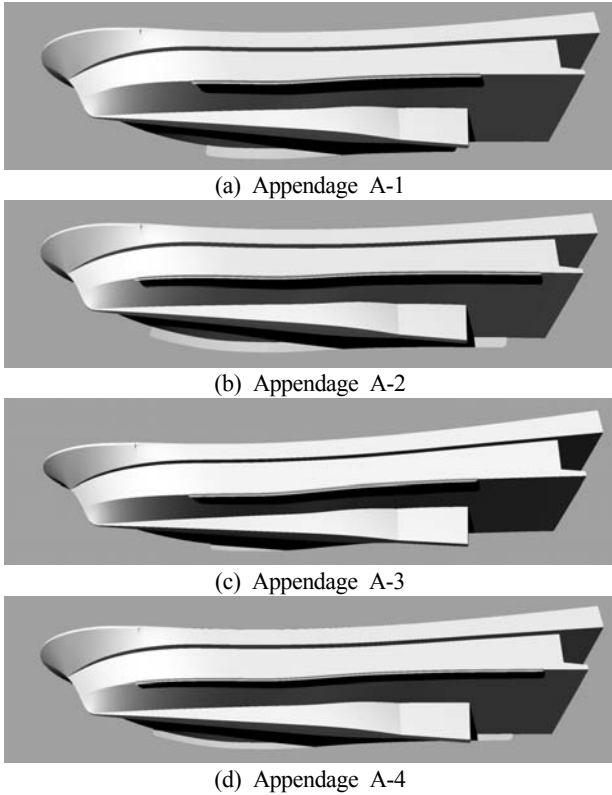


Figure 3: Modeling of the bilge keels used to parameter studies of the bilge keel

2.2 모형시험

모형시험은 국립수산과학원의 예인수조에서 수행되었다. 수행된 항목은 2.1절에서 언급한 대로 크게 두 가지이다. 하나는 **Figure 4**에서 보여준 대로 기존선에 부착되어 있는 3가지 부가물을 각각 독립적으로 부착했을 때와 모두 부착한 경우의 저항성능을 평가하는 것이다. **Figure 4**는 모형시험에 사용된 모형선박이며 3가지 부가물은 탈부착이 가능하도록 제작되었다.



Figure 4: The model ship used to resistance tests of the appendages

또 하나는 **Figure 5**와 같이 네 가지 빌지킬 부가물의 길이와 폭 변화에 따른 저항성능을 평가하는 것이다. **Table 3**과 **Figure 3**에서 모델링한 것을 바탕으로 모형선을 제작하였다.

모형선의 축척비(Scale Ratio)는 5.35로 예인수조 크기, 모형시험 정도 그리고 예인전차의 가능한 선속 등을 고려하여 결정하였다. 계측된 모형선의 저항 값을 이용하여 실선으로 확장(Extrapolate)을 하였다. 실선 확장 방법에는 크게 2가지가 있다. 하나는 형상계수를 이용하는 방법

(3-Dimensional method)이고 다른 하나는 프루드(Froude)가 도입한 전통적인 방법(2-Dimensional method)이 있다. 본 논문에서는 전통적인 방법으로 해석을 수행하였다[3].

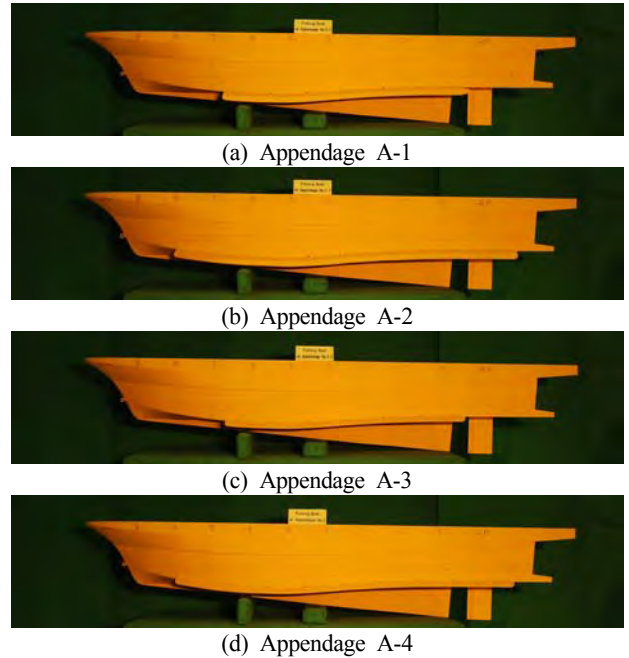


Figure 5: Model ships used to resistance tests of the parameter studies

저항시험으로부터 모형선의 저항(R_{TM})과 예인속도(V_M)가 계측된다. 모형선 크기의 전 저항은 싱키지(Sinkage)와 트림(Trim)에는 자유로운 상태이지만, 선수동요와 좌우동요에는 구속되어 있다. 계측된 모형선의 저항 값은 다음의 식으로 무차원화 된다.

모형선의 전 저항 계수(Total Resistance of Model, C_{TM})는 식 (1)과 같다.

$$C_{TM} = \frac{R_{TM}}{0.5 \rho S_M V_M^2} \tag{1}$$

여기서 ρ 는 밀도, S_M 은 모형선의 침수표면적으로 나타낸다.

마찰저항 계수(Skin Friction, C_F)는 모형선 또는 실선과 길이가 같은 대체 평판(equivalent plate)에 대한 저항 계수로 본 해석에서는 식 (2)의 IITC 1957 모형선-실선 수정 곡선을 사용하였다.

$$C_F = \frac{0.075}{(\log R_N - 2)^2} \tag{2}$$

여기서 R_N 은 레이놀즈 수(Reynolds No.)를 나타낸다.

잉여저항 계수(Residuary Resistance, C_R)는 다음 식과 같이 전 저항 계수와 마찰저항 계수로부터 구해진다. 이 값은 모형선과 실선 사이의 프루드 수(Froude No.) 일치에 의한

동역학적 상사에 의해 실선의 값과 동일하다. 따라서 첨자를 이용하여 모형선 크기의 잉여저항 계수인 C_{RM} 은 실선의 잉여저항 계수인 C_{RS} 와 동일하다.

$$C = C_{TM} - C_{FM} \quad (3)$$

실선의 전 저항 계수인 C_{TS} 는 식 (4)와 같다.

$$C_{TS} = C_{FS} + C_R + C_A + C_{AA} \quad (4)$$

C_{FS} 는 실선의 마찰저항 계수이고 C_A 는 모형선-실선 상관 계수이다.

C_{AA} 는 공기저항 계수로 식 (5)와 같다.

$$C_{AA} = 0.001 \left(\frac{A_{TS}}{S_S} \right) \quad (5)$$

여기서 A_{TS} 는 수면 상부 구조물(선각, 선루 등)의 투영 면적이고 S_S 는 실선의 침수표면적을 나타낸다. 실선의 저항 값(Total Resistance of Ship, C_{TS})과 유효마력(Effective Horse Power, EHP)은 식 (6)과 식 (7)과 같이 계산된다.

$$R_{TS} = C_{TS} \times (0.5 \rho S_S V_S^2) \quad (6)$$

$$P_E = R_{TS} \times V_S \quad (7)$$

3. 결과 및 토의

3.1 기존 부가물의 저항성능 평가

Figure 6은 정지 중 흘수 상태를 보여주고 있다. 정지 중 흘수에서는 선측 부력통인 1번 부가물은 약 50% 정도는 물 밖으로 노출되어 있다. 2와 3번 부가물은 물 속에 잠긴 상태이다.

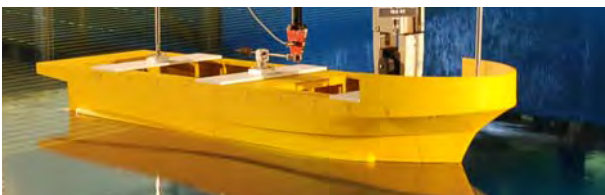
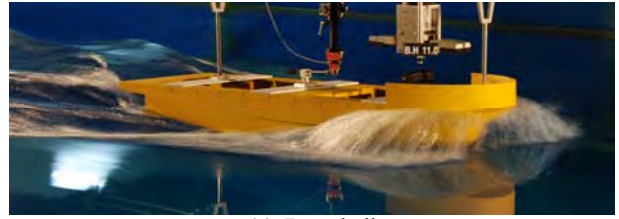
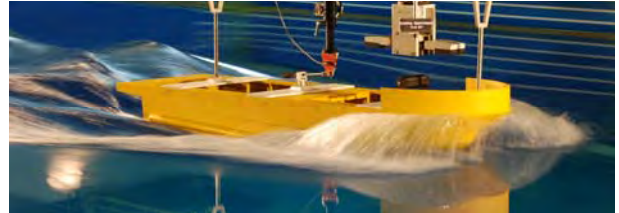


Figure 6: Model tests at the towing tank

Figure 7은 11노트에서 알몸선체와 모든 부가물이 부착된 상태에서 시험 모습을 보여주고 있다. 부가물 부착 유무와 관계없이 전체적인 정성적 파형 모습은 유사한 것을 알 수 있다. Table 4는 11노트에서 모형시험에 의해 측정한 모형선의 전 저항과 이 값을 이용하여 실선에서의 유효마력을 추정한 것이다.



(a) Bare hull



(b) Hull with all appendages

Figure 7: Model tests (11.0 knot)

모형선의 전 저항 값은 알몸선체(Bare Hull) 저항을 기준으로 1번 부가물만 부착된 경우 8.7%, 2번 부가물만 부착된 경우 7.6%, 3번 부가물만 부착된 경우 4.9% 그리고 전체 부가물을 부착한 경우 22% 정도 증가된 결과를 보여주었다. 1번과 2번 부가물이 독립적으로 부착된 경우 8~9%로 큰 저항이 발생되었다. 각각의 부가물이 독립적으로 부착된 경우의 저항 값의 합은 전체 부가물을 부착했을 때의 저항 값과 거의 같다. 이는 부가물 상호 간의 저항은 상관관계가 매우 적음을 알 수 있다. 유효마력 관점에서는 알몸선체를 100%로 간주 시 1번 부가물은 9.6%, 2번 부가물은 8%, 3번 부가물은 5.1% 그리고 모든 부가물을 부착한 경우에는 23.1% 증가된 결과를 보여주었다. 부가물로 인한 저항은 작지 않음을 확인하였다. Figure 8은 10, 10.5 그리고 11노트인 세 가지 선속에서 부가물 부착에 따른 유효마력을 비교한 것이다. 10과 10.5노트의 경우, 11노트에서 보여준 경향과 거의 동일한 결과를 보여 주었다.

부가물의 저항이 작지 않음을 알 수 있었고 안정성 관점에서 필요한 부가물 만의 부착이 필요한 것으로 사료된다. 이러한 맥락에서 3.2절에서는 빌지킬 부가물의 파라미터 연구를 보여주었다. 3.3절에서는 빌지킬만 부착된 경우와 모든 부가물이 부착된 경우의 유효마력 차이 그리고 이로 인한 연간 절감할 수 있는 연료사용량은 얼마나 되는지를 평가해 보았다.

3.2 빌지킬 파라미터 변화에 따른 저항성능 평가

Table 5와 Figure 9는 빌지킬 부가물의 길이와 폭 변화에 따른 저항성능을 보여주고 있다. A-1는 길이는 가장 짧고 폭은 가장 긴 경우이고 A-2는 길이와 폭이 가장 긴 경우, A-3은 길이와 폭이 가장 짧은 경우 그리고 A-4는 길이는 가장 길고 폭은 가장 짧은 경우이다. Table 5의 모형선 크기에서의 전 저항을 보면 A-1을 100%로 보았을 때 A-2는 약

Table 4: Comparison of resistance performance by attachment condition of the appendage (model test)

Items	Vs(kts)	V _M (m/s)	F _N	R _{NM} *E-06	R _{TM} (N)	C _{TM} *E+3	C _{FM} *E+3	C _R *E+3
					(Percentage)	(Percentage)		(Percentage)
		R _{NS} *E-09	C _{FS} *E+3	C _{VS} *E+3	C _{TS} *E+3	R _{TS} (kN)	PE(kW)	PE(PS)
							(Percentage)	
Bare hull	11.0	2.4463	0.545	5.252	80.97	18.4824	3.366	15.1164
					(100%)	(100%)		(100%)
		0.0523	2.2933	4.7933	19.9804	13.782	77.984	106.058
							(100%)	
Bare hull+ Appendage No.1	11.0	2.4463	0.545	5.252	87.97	16.9102	3.366	13.5442
					(108.65%)	(91.49%)		(89.60%)
		0.0523	2.2933	4.7933	18.397	15.069	85.265	115.96
							(109.34%)	
Bare hull+ Appendage No.2	11.0	2.4463	0.545	5.252	87.15	17.6009	3.366	14.2349
					(107.63%)	(95.23%)		(94.17%)
		0.0523	2.2933	4.7933	19.0907	14.883	84.215	114.533
							(107.99%)	
Bare hull+ Appendage No.3	11.0	2.4463	0.545	5.252	84.94	18.0687	3.366	14.7027
					(104.90%)	(97.76%)		(97.26%)
		0.0523	2.2933	4.7933	19.5619	14.479	81.928	111.422
							(105.06%)	
Bare hull+ All Appendages	11.0	2.4463	0.545	5.252	98.76	16.2095	3.366	12.8435
					(121.97%)	(87.70%)		(84.96%)
		0.0523	2.2933	4.7933	17.6876	16.968	96.01	130.573
							(123.11%)	

Table 5: Comparison of resistance performance about bilge parameter studies (model test)

Items	Vs(kts)	V _M (m/s)	F _N	R _{NM} *E-06	R _{TM} (N)	C _{TM} *E+3	C _{FM} *E+3	C _R *E+3
					(Percentage)	(Percentage)		(Percentage)
		R _{NS} *E-09	C _{FS} *E+3	C _{VS} *E+3	C _{TS} *E+3	R _{TS} (kN)	PE(kW)	PE(PS)
							(Percentage)	
Bare hull+ Appendage No.2 (A-1)	11.0	2.4463	0.5450	5.2520	86.63	17.2233	3.3660	13.8573
					(100%)	(100%)		(100%)
		0.0523	2.2933	4.7933	18.7122	14.819	83.852	114.038
							(100%)	
Bare hull+ Appendage No.2 (A-2)	11.0	2.4463	0.5450	5.2520	91.80	17.2980	3.3660	13.9320
					(105.97%)	(100.43%)		(100.54%)
		0.0523	2.2933	4.7933	18.7836	15.695	88.810	120.782
							(105.91%)	
Bare hull+ Appendage No.2 (A-3)	11.0	2.4463	0.5450	5.2520	85.30	17.8426	3.3660	14.4766
					(98.46%)	(103.60%)		(104.47%)
		0.0523	2.2933	4.7933	19.3347	14.554	82.350	111.996
							(98.21%)	
Bare hull+ Appendage No.2 (A-4)	11.0	2.4463	0.5450	5.2520	87.15	17.6009	3.3660	14.2349
					(100.60%)	(102.19%)		(102.72%)
		0.0523	2.2933	4.7933	19.0907	14.883	84.215	114.533
							(100.43%)	

Table 6: Comparison of annual fuel consumption according to appendage attachment condition (model test, prices at agents, based on 30 days annual travel)

Speed	EHP (PS)			BP(kW) w/ 15 S.M.				DFOC (Ton/day)				Diff. (Won)
	BH+ Append. No.2	BH+ All Append.	Diff. (%)	BH+ Append. No.2	BH+ All Append.	Diff.		BH+ Append. No.2	BH+ All Append.	Diff. DFOC	Diff. %	
						BP	knot					
10.0	89.484	101.426	13.3	164.493	186.445	21.952	0.53	0.870	0.986	0.116	13.3	5,092,383
10.5	102.268	116.160	13.6	185.971	211.233	25.262	0.60	0.983	1.117	0.134	13.6	5,860,216
11.0	114.533	130.573	14.0	206.059	234.917	28.858	0.69	1.089	1.242	0.153	14.0	6,694,348

※ BH : Bare Hull, EHP : Effective Horse Power, BP : Break Power, DFOC : Daily Fuel Oil Consumption

6% 증가량을 보여 주었고 A-3은 약 1.5% 감소된 결과를 그리고 A-4는 0.6% 증가된 결과를 보여주었다. 유효마력에서도 모형선의 전 저항 결과와 거의 동일한 경향을 보여주었다.

빌지킬의 크기를 어떻게 설계하느냐에 따라 유효마력에서 약 6%까지 차이가 날 수 있는 것을 확인하였다. Figure 9는 11노트를 포함하여 세 가지 선속에서 유효마력을 보여 주고 있다. A-1과 A-4는 폭과 길이가 각각 극단적인 경우로 거의 대동소이한 결과를 보여주었다.

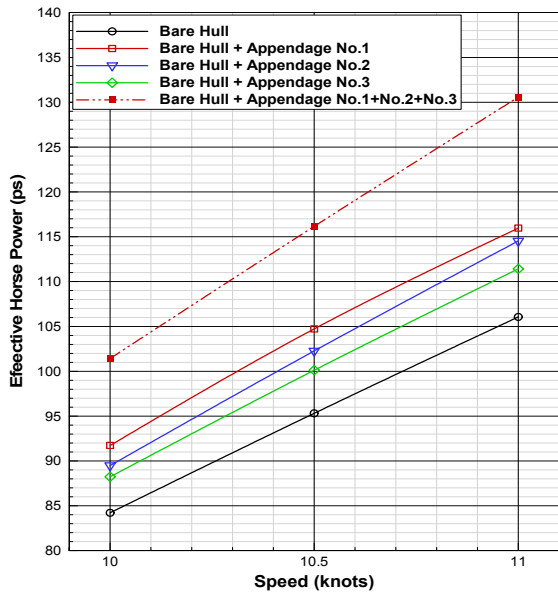


Figure 8: Comparison of EHP according to attachment of appendage (model test)

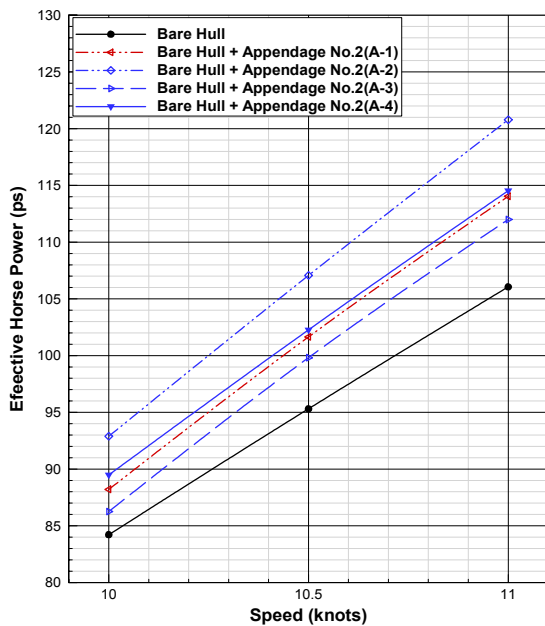


Figure 9: Comparison of EHP according to bilge keel parameter studies (model test)

3.3 연료사용량 평가

Table 5와 Figure 9는 어선의 이동 및 조업 패턴에 따라 부가물의 치수를 선정하는데 정보 제공이 가능할 것으로 판단된다. 국내어선의 업종별 연간 이동 및 조업 시간은 2015년 4월 국립환경과학원에서 발행된 보고서를 참조하였다.

1번 부가물은 선측 부력통이라고 하며 어선의 부력을 증가시켜 주는 역할을 한다. 복원성능과 횡동요 저감성능 측면에서 1번과 3번 부가물은 효과가 없는 것으로 판단된다. 모형시험 결과를 바탕으로 모든 부가물이 부착된 경우와 안정성 측면에서 중요한 역할을 하는 2번 부가물만 부착된 경우에 대하여 연간 연료사용량을 Table 6에 나타내었다. 연간 어선의 이동량은 700 hr/yr인 약 30일을 기준으로 하였다[4]. 경유의 가격은 한국석유공사에서 공시된 것을 사용하였다. 준 추진효율계수는 기 수행된 동일 선형의 모형시험 자료를 바탕으로 0.47을 사용하였다[4].

11노트 기준으로 모든 부가물이 부착된 경우의 제동동력과 빌지킬 부가물만 부착된 경우의 제동동력 차이는 약 28.858 kW이다. 동일한 제동동력에서의 속도 차이는 0.69 노트, 1일 연료소모량(Daily Fuel Oil Consumption, DFOC) 차이는 0.153톤, 연간 연료 사용 비용 차이는 약 6백 7십만 원을 보여주었다.

10노트 기준으로 모든 부가물이 부착된 경우의 제동동력과 빌지킬 부가물만 부착된 경우의 제동동력 차이는 약 21.952 kW이다. 동일한 제동동력에서의 속도 차이는 0.53 노트, DFOC 차이는 0.116톤, 연간 연료 사용 비용 차이는 약 5백 만원을 보여주었다.

10.5노트 기준으로 모든 부가물이 부착된 경우의 제동동력과 빌지킬 부가물만 부착된 경우의 제동동력 차이는 약 25.262 kW이다. 동일한 제동동력에서의 속도 차이는 0.60 노트, DFOC 차이는 0.134톤, 연간 연료 사용 비용 차이는 약 5백 8십만원을 보여주었다.

4. 결 론

본 논문은 예인수조 모형시험을 통해 어선에 부착된 부가물의 저항성능을 평가해 본 것이다. 첫째, 각 부가물이 독립적으로 부착된 경우의 저항성능을 평가해 보았다. 둘째, 모든 부가물이 부착된 경우 대비 안정성 관점 등에서 필요한 부가물만 부착된 경우에 대한 연료 사용량을 평가해 보았다.

- 1) 알몸선체의 유효마력을 기준으로 1번 부가물만 부착된 경우 9.6%, 2번 부가물만 부착된 경우 8%, 3번 부가물만 부착된 경우 5.1% 그리고 전체 부가물을 부착한 경우 23.1% 증가된 결과를 보여주었다. 부가물의 저항이 작지 않음을 알 수 있었고 안정성 관점 등에서 필요한 부가물 만의 부착이 필요한 것으로 사료된다.

- 2) 빌지킬 파라미터 변화에 따른 저항성능을 평가하였다. 빌지킬의 크기를 어떻게 설계하느냐에 따라 유효마력에서 약 6%까지 차이가 날 수 있는 것을 확인하였다.
- 3) 모형시험 결과를 바탕으로 모든 부가물이 부착된 경우와 안정성 측면에서 중요한 역할을 하는 빌지킬 부가물만 부착된 경우에 대하여 연간 연료사용량을 평가하였다(Table 6).
- 4) 본 결과는 추후 어선의 부가물 부착 및 선정 자료로 활용 가능하다고 판단된다.

References

- [1] D. W. Park, "Assessment of the resistance performance of hull appendages attached to fishing vessels using CFD," Journal of the Korean Society of Marine Environmental & Safety, vol. 24, no. 2, pp. 267-274, 2018 (in Korean).
- [2] D. W. Park, "Resistance performance map through studies on the dimension parameters of the bilge keel attached on the fishing vessel," Journal of the Korean Society of Marine Environmental & Safety, vol. 24, no. 5, pp. 583-590, 2018 (in Korean).
- [3] 15th International Towing Tank Conference, Report of Performance Committee, p. 359, Hague, Netherlands, 1978.
- [4] I. S. Kim, D. G. Go, and D. W. Park, "A study of hull form design for small fishing vessels," Journal of the Korean Society of the Korean Society of Marine Engineering, vol. 41, no. 4, pp. 316-322, 2017 (in Korean).