

어선 빌지킬의 치수 파라미터 스터디를 통한 저항성능 맵 작성

박동우*†

* 동명대학교 조선해양공학부

Resistance Performance Map through Studies on the Dimension Parameters of the Bilge Keel attached on the Fishing Vessel

Dong-Woo Park*†

* School of Naval Architecture & Ocean Engineering, Tongmyong University, Busan 48520, Korea

요약 : 본 논문의 주 목적은 전산유체역학(CFD)을 바탕으로 어선에 부착된 빌지킬의 치수 파라미터에 대한 저항성능 맵(MAP)을 작성하는 것이다. 치수 파라미터 스터디에는 빌지킬의 길이 3가지와 폭 3가지를 선정하여 9가지로 구성하였다. 현존선에 부착된 빌지킬의 길이는 배 길이 대비 약 90%이고, 폭은 배 폭 대비 약 5%이다. 수행항목은 빌지킬 길이는 배 길이 대비 63%, 77%, 90% 그리고 빌지킬 폭은 5%, 7%, 9%로 구성하였다. CFD를 이용하여 9가지 빌지킬에 대하여 실선의 유효마력을 추정하였다. 현존선을 기준으로 길이가 제일 짧고 폭이 제일 긴 빌지킬의 경우 0.3% 감소된 결과를 보여주었다. 길이와 폭 모두가 가장 긴 빌지킬의 경우 1.7% 증가된 결과를 보여주었다. 길이와 폭 모두가 가장 짧은 빌지킬의 경우 2.3% 감소된 결과를 보여주었다. 이 맵은 저항성능 관점에서 해당 어선의 이동 및 조업 패턴에 따른 최적의 부가물 치수 선정에 활용 가능하다.

핵심용어 : 어선, 빌지킬 부가물, 저항성능 맵, 전산유체역학, 유효마력

Abstract : The objective of this study is to present a resistance performance map developed using the dimension parameters of a bilge keel appendage attached to a fishing vessel using CFD. The dimension parameters consist of three length and breadth measures of a bilge keel appendage from nine selected cases. The size of a bilge keel attached to an existing ship should be 90% of the ship length and 5% of the ship breadth. In this study, bilge keels with a length of 63%, 77% and 90% and a breadth of 5%, 7% and 9% were considered based on ship length and breadth. The effective power in each of the nine cases was predicted using CFD. Based on results from an existing ship, effective power in the case with the shortest length and longest breadth was reduced by 0.3%. The case with the longest length and breadth showed an increase in effective power of 1.7%. The case with the shortest length and breadth showed a decrease in effective power of 2.3%. The proposed map can be utilized to select dimensions according to the sailing and work patterns of fishing vessels from the perspective of resistance performance.

Key Words : Fishing vessel, Bilge keel appendage, Resistance performance map, CFD, Effective horse power

1. 서론

연·근해어선들은 운항 또는 조업시 안정성을 향상시키기 위해 Fig. 1의 빌지킬(Bilge Keel)을 부착한다. 어선의 빌지킬에 대한 유체동역학적 성능 검증은 많은 연구가 이루어지지 못하였다. Seok et al.(2016)은 해양작업 지원선을 대상으로 CFD를 이용하여 빌지킬 유무에 따른 선박의 횡동요 운동성을 파악하였다. 그 결과를 모형시험과의 비교 분석을 통해 횡동요 감쇠계수의 대체가능성을 확인하였다.

본 연구의 주 목적은 Fig. 1에서 정의한 빌지킬의 치수 파라미터 스터디를 통해 저항성능을 평가하고 이를 바탕으로 이동(Sailing) 및 조업(Work) 패턴(양)에 따라 최적의 치수 선정이 가능한 성능 맵(MAP)을 작성하는 것이다. 국내어선의 업종 별로 연간 이동 및 조업 시간은 2015년 4월 국립환경과학원에서 발행된 보고서에 기술되어 있다(NIER Report, 2015). 치수 파라미터는 부가물의 길이와 폭으로 정의하였다. Fig. 1의 L_{Append} 는 부가물의 길이를 나타내고 B_{Append} 는 부가물의 폭을 나타낸다. 연구가 수행될 항목은 2절의 Table 1에 나타내었다.

† dwpark@tu.ac.kr, 051-629-1654

본 연구에서의 대상선박은 총톤수 3톤 급 어선으로 하였다. 총 톤수 5톤 미만은 Table 1에 보여 주듯이 약 55,000척이며, 이 중 2톤 미만을 제외한 운항 척수의 분포를 보면 2톤 이상~3톤 미만은 약 7,700척, 3톤 이상~4톤 미만은 약 4,500척 그리고 4톤 이상~5톤 미만은 약 6,000척이다. 그리고 2.5톤 급부터 3.99톤 급의 어선 척수 분포를 살펴보면 2.99톤 급 어선이 가장 많은 것으로 확인되었다(Kim et al., 2017).

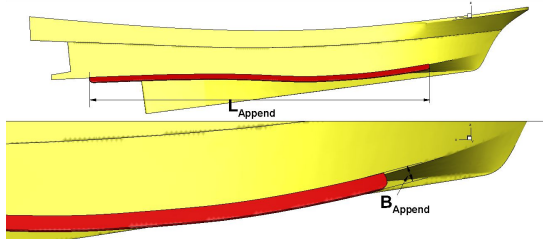


Fig. 1. Definition of dimensions of bilge keel.

유사연구는 다음과 같다. Lee et al.(2006)은 소형레저 어선을 대상으로 모형시험과 수치해석을 통해 7톤급 삼동선형에 대하여 검토하였다. Yu et al.(2011)은 9.77톤 규모의 낚시 어선을 대상으로 12.86m/s(25노트)에서 저항성능을 개선하는 선형 개발에 대한 연구를 수행한 바 있다. Lee et al.(2013)는 국내 연안어선 주요제원 변화에 대한 조사에 따라 소형어선의 성능 평가를 수행한 바 있다. Jeong et al.(2015)은 5톤 급 쌍동형 연안어선을 대상으로 저항성능을 개선하는 선형 개발에 대한 연구를 수행한 바 있다. Kim et al.(2017)은 수치해석과 수조모형시험을 통해 소형어선이 선형설계에 대한 연구를 수행하였다.

2. 대상선박과 빌지킬

대상선박은 3톤급 어선이며 Fig. 2에 나타내었으며 Bare hull과 빌지킬의 주요제원은 Table 1과 Table 2에 나타내었다. 현존선의 빌지킬은 실태조사를 바탕으로 형상과 치수를 결정하여 재현하였다. Table 1의 주 운항흘수를 보면 선수는 0.35 m 그리고 선미는 0.53 m로 선미트림인 상태이고 주 운항 선속은 11.0 노트이다. Table 2에서 L_{Append} 와 B_{Append} 는 각 부가물의 길이와 폭을 나타낸다.



Fig. 2. Bilge keel attached to fishing vessels.

Table 1. Main dimensions of the bare hull

	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

Table 2. Main dimensions of the three appendages

	Bilge Keel
L_{Append} (m)	8.500
B_{Append} (m)	0.150
Displacement (m^3)	0.08125
Wetted surface area, W_{SA} (m^2)	5.470

3. 수행내용

Table 3은 빌지킬에 대한 연구 항목을 보여주고 있다. 빌지킬의 길이(L_{Append})는 5,950 mm, 7,225 mm 그리고 8,500 mm 3가지이고, 빌지킬의 폭(B_{Append})은 150 mm, 200 mm 그리고 250 mm 3가지이다. 빌지킬의 길이인 L_{Append} 는 배 길이인 L_{PP} 로 무차원 하였고, 빌지킬의 폭인 B_{Append} 는 배 폭인 B로 무차원 하였다. 9가지의 경우에 대하여 A부터 I까지 나타내었다. A는 길이는 가장 짧고 폭은 가장 긴 경우이다. C는 길이와 폭이 가장 긴 경우이다. G는 길이와 폭이 가장 짧은 경우이다. I는 현존선에 부착된 경우이며 길이는 가장 길고 폭은 가장 짧은 경우이다. 현존선에 부착된 빌지킬 I에 대한 정보는 Fig. 2와 Table 2에 설명되었다. Table 4, Table 5 그리고 Table 6에서는 Table 3에서 설명한 9가지 빌지킬에 대한 형상을 보여주었다.

9가지 형상에 대하여 모형크기에서의 저항계산을 수행하였다. 저항은 상용 CFD 코드인 STAR-CCM+를 사용하였으며, 자유수면과 동적트림(자세변화)을 모두 고려하였다. CFD로부터 계산된 모형선 크기의 전 저항(R_{TM})을 이용하여 IITC-1978 2차원 해석법에 따라 저항 해석을 수행 하였다. 수치해석 방법은 4절에, 실선 확장은 5.3절에 기술하였다.

어선 필지킬의 치수 파라미터 스터디를 통한 저항성능 맵 작성

Table 3. Study items according to changes in length and breadth with regard to bilge keel

		L _{Append} Increase					
		L _{Append} /L _{PP} =0.6290		L _{Append} /L _{PP} =0.7669		L _{Append} /L _{PP} =0.8985	
B _{Append} Increase ↑	B _{Append} /B = 0.0871	A		B		C	
		L _{Append} = 5,950 mm B _{Append} = 250 mm		L _{Append} = 7,255 mm B _{Append} = 250 mm		L _{Append} = 8,500 mm B _{Append} = 250 mm	
		D		E		F	
	B _{Append} /B = 0.0697	L _{Append} = 5,950 mm B _{Append} = 200 mm		L _{Append} = 7,255 mm B _{Append} = 200 mm		L _{Append} = 8,500 mm B _{Append} = 200 mm	
		G		H		I, Existing Vessel	
	B _{Append} /B = 0.0523	L _{Append} = 5,950 mm B _{Append} = 150 mm		L _{Append} = 7,255 mm B _{Append} = 150 mm		L _{Append} = 8,500 mm B _{Append} = 150 mm	

Table 4. Attachment by condition of breadth of bilge keel (L_{Append}/L_{PP} = 0.6290 is fixed)

Contents.	L _{Append} /L _{PP} = 0.6290
B _{Append} /B = 0.0871 [A]	
B _{Append} /B = 0.0697 [D]	
B _{Append} /B = 0.0523 [G]	

Table 6. Attachment by condition of breadth of bilge keel (L_{Append}/L_{PP} = 0.8985 is fixed)

Contents.	L _{Append} /L _{PP} = 0.8985
B _{Append} /B = 0.0871 [C]	
B _{Append} /B = 0.0697 [F]	
B _{Append} /B = 0.0523 [I]	

Table 5. Attachment by condition of breadth of bilge keel (L_{Append}/L_{PP} = 0.7669 is fixed)

Contents.	L _{Append} /L _{PP} = 0.7669
B _{Append} /B = 0.0871 [B]	
B _{Append} /B = 0.0697 [E]	
B _{Append} /B = 0.0871 [B]	

4. 수치기법

Table 4-6의 9가지에 대한 저항성능 해석을 위해서 상용 점성 CFD 코드인 STAR-CCM+을 사용하였다. 본 내용에 사용된 수치기법의 상세한 내용은 Park et al.(2013), Park(2014), Kim et al.(2016)을 참조하였다.

본 계산을 위하여 적용된 좌표계 및 계산영역은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 유동방향이 양(+)의 x축이고 선박의 우현이 양의 y축이며 중력의 반대방향이 양의 z축으로 하는 직교 우수 좌표계를 사용하였다. 좌표계의 원점은 선체 중심면과 중앙면 그리고 자유 수면(free surface)이 만나는 점에 위치한다. 계산 영역은 원점에서 선수부 방향으로 1.0L_{PP}, 선미부 방향으로 1.5L_{PP}이며 폭 방향으로 1.0L_{PP}이다. 자유 수면에서 수심 깊이는 1.2L_{PP}이며, 공기에 해당하는 영역의 높이는 0.8L_{PP}이다.

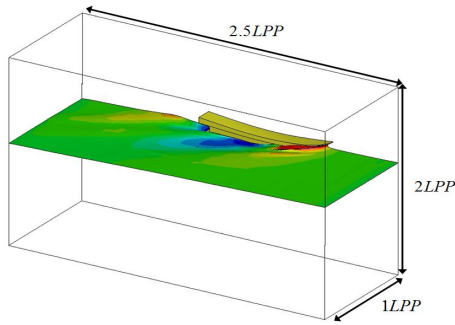


Fig. 3. Numerical area and coordinate system.

유동의 지배방정식인 연속방정식과 운동량 방정식은 다음과 같다.

$$\frac{\partial U_i}{\partial x_i} = 0 \quad (1)$$

여기서 $U_i(i=1, 2, 3)$ 는 각 방향의 속도 성분이다. 비압축성 난류유동에 대한 운동량 방정식인 Reynolds averaged Navier-Stokes 식은 다음과 같이 표현된다.

$$\frac{\partial U_i}{\partial t} + U_i \frac{\partial U_i}{\partial x_i} = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{1}{R_N} \frac{\partial U_i}{\partial x_i} - \overline{u_i u_i} \right) \quad (2)$$

여기서 p 는 정압, R_N 은 레이놀즈 수이며, $-\overline{u_i u_i}$ 은 레이놀즈 응력이다. 레이놀즈 응력에 대한 난류 종결(turbulent closure)을 위해 Reynolds stress model을 사용하였다.

선체표면 및 공간격자 생성은 STAR-CCM+에 제공하는 트리머(trimmed mesh)와 경계층 격자(prism layer)를 사용하였다. 생성된 전체 격자수는 약 160만개로써 격자의 구성은 Fig. 4와 같다. Fig. 4에서 보듯이 트리머는 유동 특성이 복잡한 영역에서 격자를 조밀하게 구성한다. 단순한 영역에서 격자의 크기를 크게 설정하는 방법으로 전체 격자 수를 감소시킬 수 있으며 격자가 다면체(polyhedron)인 특성을 지닌다. 트리머에 따라 만들어진 다면체 격자에서는 물리량의 공간 구배(spatial gradient)를 계산함에 있어 2차 정확도를 위해 최소 사승법(least square method)을 사용해야 하며, 격자 수준이 변하는 영역에서 격자의 면을 통과하는 플럭스(flux)를 내삽할 때 공간 차분 정도가 감소하는 단점이 있다. 따라서 전단력이 중요하게 작용하는 벽면 근처에서 트리머를 적용할 경우 저항 값에서 오차가 크게 발생할 수 있으므로 이를 방지하기 위해 선체 주변에 경계층 격자를 적용하였다. 총 6개의 경계층 격자를 생성하였으며, 첫 번째 경계층 격자는 선체 전체의 $y+$ 평균값이 30~40이 되도록 하고 벽함수(wall function)를 사용하였다. 양질의 경계층 격자를 생성하기 위해 선체

갑판부에는 경계층 격자를 적용하지 않았으나, 갑판에 작용하는 힘은 공기에 의한 전단력으로 전체 저항에서 무시할 수 있는 수준이다. 갑판에 경계층을 생성한 경우와 생성하지 않은 경우의 힘의 차이는 전체 저항 값의 0.1% 미만이다.

Yang et al.(2010) 모형선과 실선 스케일의 저항 추정과 난류분포 등에 대한 차이를 확인하기 위해 난류 유동장에 대한 수치계산을 수행하였다.

자유 수면을 고려하기 위해 VOF(Volume of Fluid)를 사용하여 다상 유동을 모델링 하였다. 유동장 계산은 동적 트림을 고려하기 위해 STAR-CCM+에서 제공하는 DFBI(Dynamic Fluid Body Interaction) 기법을 적용하였다. DFBI 기법은 선체의 자세 변화에 따라 계산 영역 전체가 이동 및 회전하는 방법으로, 선체의 침하량(sinkage)은 계산 영역 전체의 z 방향 수직 이동으로 나타나며 트림은 계산 영역 전체의 y 방향 회전으로 나타난다. 계산 시간 간격(time interval)은 $\Delta t=0.02$ 를 적용하여 총 90초까지 계산을 수행하였다. 매 시간 간격에서 5회의 내부 계산을 반복하였다.

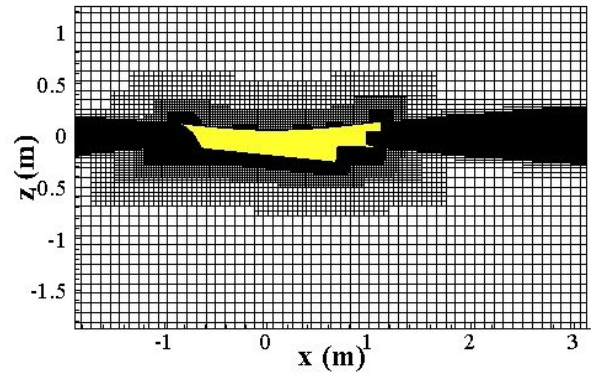


Fig. 4. Mesh system used in fishing vessels.

초기 조건에 따른 자세 오차를 배제하기 위해 계산 1초 후부터 선체에 작용하는 힘과 모멘트를 통해 선체의 동적 자세 변화를 고려하도록 설정하였다. 선체의 동적 자세를 고려함에 따라 60초까지 계산을 수행하였음에도 불구하고 저항 값이 완전히 수렴하지 않은 경우가 있는데, 이 경우 마지막 10초 동안의 평균값을 사용하였다.

평균값을 계산하는 시간에 따른 오차는 약 0.3% 미만이다. 난류 모델은 Reynolds stress model을 적용하였고, 입구 경계 조건은 고정 속도 조건($V_{in}=V_M$, V_M 은 모형크기에서의 선속(m/s) 및 자유수면 높이 고정 조건($z=0$)을 사용하였다. 동적 자세 변화가 발생할 경우 계산 영역의 위쪽 및 아래쪽 면에서 속도가 유입되도록 입구 경계 조건과 마찬가지로 고정 속도 조건을 적용하였다. 계산 영역의 측면에 대해서는 대칭(symmetry) 경계 조건을 부과하였다.

5. 결과 및 검토

5.1 자유수면에서의 파형

Fig. 5에서 Fig. 8은 Table 3의 A, C, G, I의 경우에 대하여 자유수면에서의 파형을 나타낸 것이다. 부가물의 크기와 관계없이 파형은 유사한 형태를 보여 주었다. 선속은 11노트이고 정상상태 도달 시 선수부, 선수어깨 그리고 선미어깨까지 큰 파형이 발생한 것을 확인 하였다.

5.2 압력분포

Fig. 9는 A, C, G, I의 경우에 대한 압력분포를 나타내었다. 압력분포 역시 부가물의 크기와 관계없이 유사한 형태를 보여 주었다. 파형 해석에서 보여준 대로 선수부에 큰 압력분포가 형성되는 것을 알 수 있다.

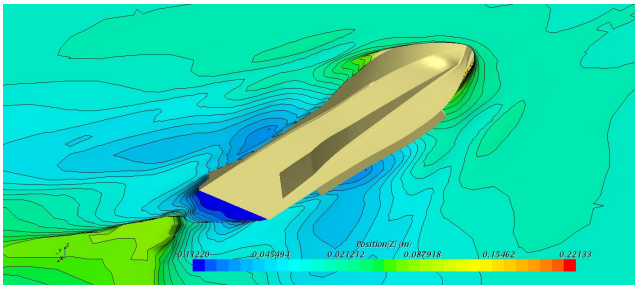


Fig. 5. Wave contour with regard to bilge keel A.

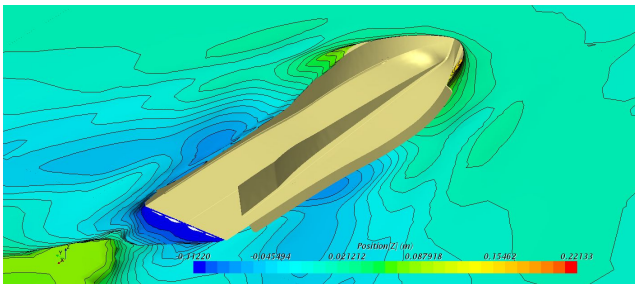


Fig. 6. Wave contour with regard to bilge keel C.

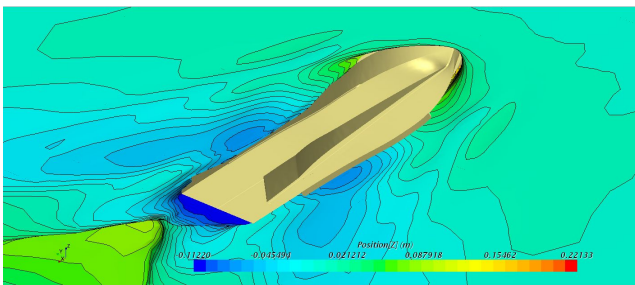


Fig. 7. Wave contour with regard to bilge keel G.

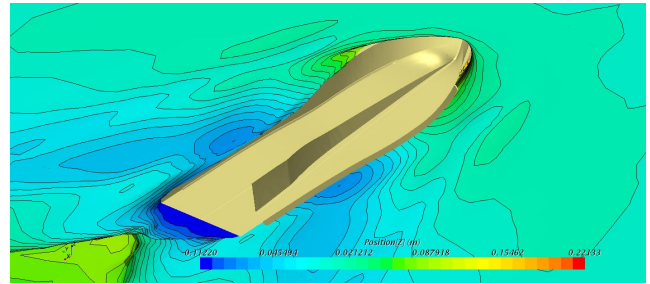


Fig. 8. Wave contour with regard to bilge keel I (Existing Hull).

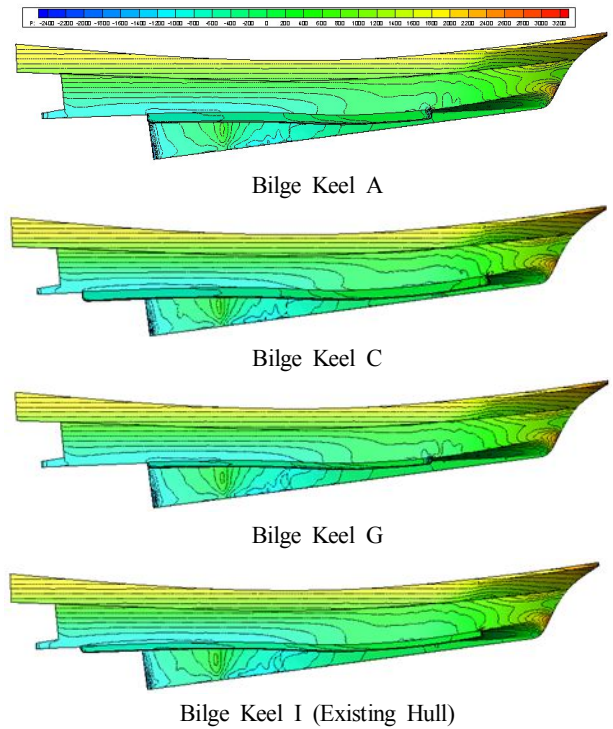


Fig. 9. Pressure distribution applied to the hull surface with regard to bilge keel A, C, G, and I.

5.3 CFD에 의한 유효마력 추정

Table 7은 CFD에 의해 계산된 저항을 이용하여 실선의 유효마력을 추정할 때 사용한 값이다. S (Bilge Keel)는 Bare hull에 부착된 A부터 I까지 부가물의 면적을 나타낸 것이다. 저항해석에 사용된 축척비(Scale Ratio)는 5이다. 즉 Table 8의 $R_{TM}(N)$ by CFD는 실선을 1/5로 축소하여 계산된 값이다. A_T 는 수면 상부 구조물의 투영 면적이다. C_A 는 모형선-실선 상관 계수로 본 대상어선의 수조모형시험과 시운전 결과를 바탕으로 결정되었다(Kim et al., 2017). C_{AA} 는 공기저항 계수로 다음의 식(3)과 같이 표현된다. 여기서 A_{TS} 는 수면 상부 구조물(선각, 선루 등)의 투영 면적이며 S_S 는 실선의 침수표면적이다.

$$C_{AA} = 0.001 \left(\frac{A_{TS}}{S_S} \right) \quad (3)$$

실선의 전체저항 계수인 C_{TS} 는 다음의 식(4)와 같이 표현된다.

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

단, C_{VS} 는 점성저항 계수를 나타낸 것으로 마찰저항 계수인 C_{FS} 와 C_A 의 합으로 식(5)과 같이 나타내었다.

$$C_{VS} = C_{FS} + C_A \quad (5)$$

해석 결과는 Table 8에 나타내었으며 계수들에 대한 상세한 내용은 ITTC-1978에 있다(ITTC-1978).

Table 8은 9가지 경우에 대하여 CFD에 의해 계산된 모형 크기에서의 전 저항(R_{TM})을 이용하여 ITTC-1978 2차원 해석법에 따라 실선에서의 유효마력(P_E)을 추정하였다. V_S 는 선속(노트), V_M (m/s)은 모형크기에서의 속도, F_N 은 프루드 수, R_{NM} 은 모형크기에서의 레이놀즈 수를 나타낸 것이다. C_{TM} 은 모형에서의 전 저항 계수이고 C_{FM} 은 모형에서의 마찰저항 계수, C_R 은 C_{TM} 에서 C_{FM} 을 제외한 잉여저항 계수를 나타낸다. R_{NS} 는 실선크기에서의 레이놀즈 수, C_{FS} 는 실선의 마찰저항 계수, C_{VS} 는 식(3)에서 언급한 점성저항 계수, C_{TS} 는 실선에서의 전 저항 계수 그리고 R_{TS} 는 실선에서의 전 저항을 나타낸 것이다. 9가지 중 A, C, G, I(현존선 부가물)의 유효마력을 비교하면 다음과 같다. I를 기준으로 길이가 제일 짧고 폭이 제일 긴 A의 경우 0.3% 감소된 결과를 보여주었다. 길이와 폭 모두가 가장 긴 C의 경우 I 대비 1.7% 증가된 결과를 보여주었다. 길이와 폭 모두가 가장 짧은 G의 경우 I 대

Table 7. Main dimensions used in study on bilge keel

Contents	S (Bare hull) (m ²)	S (Bilge Keel) (m ²)	Scale Ratio	L _{pp} (m)	T _F / T _A (m)	B (m)	A _T (m)	C _A * E+3	C _{AA} * E+3
Bare hull+A	42.0	6.221	5.0	9.46	0.35/ 0.53	2.9	2.97	2.5	61.6
Bare hull+B		7.549							
Bare hull+C		8.878							
Bare hull+D		5.027							
Bare hull+E		6.100							
Bare hull+F		7.174							
Bare hull+G		3.833							
Bare hull+H		4.651							
Bare hull+I		5.470							

Table 8. Estimation of the EHP by study of bilge keel parameters (CFD)

Bilge Keel	V _S (kts)	V _M (m/s)	F _N	R _{NM} *E-06	R _{TM} (N) by CFD	C _{TM} *E+3	C _{FM} *E+3	C _R *E+3
		R _{NS} *E-09	C _{FS} *E+3	C _{VS} *E+3	C _{TS} *E+3	R _{TS} (kN)	P _E (kW)	P _E (PS)
A	11.0	2.5305	0.5450	4.3185	110.99	17.9800	3.4906	14.4894
		0.0523	2.2933	4.7933	19.3443	15.320	86.684	117.891
B	11.0	2.5305	0.5450	4.3185	111.57	17.5896	3.4906	14.0990
		0.0523	2.2933	4.7933	18.9522	15.422	87.266	118.682
C	11.0	2.5305	0.5450	4.3185	112.94	17.3405	3.4906	13.8499
		0.0523	2.2933	4.7933	18.7016	15.627	88.422	120.254
D	11.0	2.5305	0.5450	4.3185	110.68	18.3847	3.4906	14.8942
		0.0523	2.2933	4.7933	19.7506	15.254	86.314	117.386
E	11.0	2.5305	0.5450	4.3185	111.17	18.0545	3.4906	14.5639
		0.0523	2.2933	4.7933	19.4189	15.340	86.800	118.049
F	11.0	2.5305	0.5450	4.3185	112.13	17.8117	3.4906	14.3211
		0.0523	2.2933	4.7933	19.1747	15.485	87.623	119.167
G	11.0	2.5305	0.5450	4.3185	108.95	18.5686	3.4906	15.0780
		0.0523	2.2933	4.7933	19.9361	15.006	84.912	115.481
H	11.0	2.5305	0.5450	4.3185	109.37	18.3139	3.4906	14.8233
		0.0523	2.2933	4.7933	19.6802	15.078	85.318	116.033
I	11.0	2.5305	0.5450	4.3185	111.44	18.3378	3.4906	14.8472
		0.0523	2.2933	4.7933	19.7031	15.361	86.916	118.206

어선 빌지킬의 치수 파라미터 스터디를 통한 저항성능 맵 작성

비 2.3 % 감소된 결과를 보여주었다. A와 I는 저항성능은 거의 동일한 것으로 나타났다.

5.4 CFD에 의한 저항성능 평가 맵(MAP)

Fig. 10은 Table 8의 결과를 바탕으로 저항성능 맵을 작성한 것이다. 가로축은 빌지킬의 길이인 L_{Append} 를 배 길이인 L_{PP} 로 나눈 값이며 세로축은 빌지킬의 폭인 B_{Append} 를 배 폭인 B 로 나눈 값이다. 등고선(Contour)은 유효마력을 나타낸 것이다. L_{Append}/L_{PP} 와 B_{Append}/B 가 클수록 저항이 커지고 작을수록 저항이 작아지는 형태를 보였다. 상대적으로 연간 이동(Sailing)은 거의 없고 조업(Work)이 많은 경우 그 양에 따라 A, B, C, F, I 영역의 치수선정이 가능하다. 반대로 조업보다 이동이 많은 경우에는 A, D, G, H, I 영역의 치수선정이 가능하다.

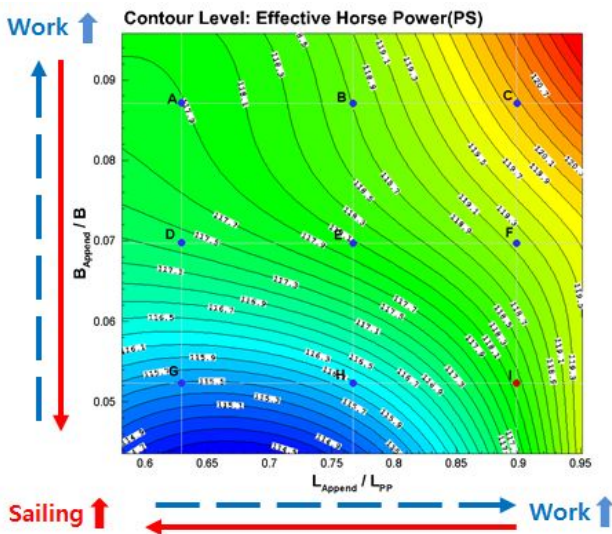


Fig. 10. Resistance performance map according to changes in bilge keel parameters.

이 맵은 해당 어선의 연간 이동과 조업 성격에 따라 저항성능 관점에서 최적 치수 선정이 가능하다는 측면에서 활용성이 있다.

6. 결론

빌지킬의 치수 파라미터 스터디를 통해 저항성능을 평가하고 이를 바탕으로 이동 및 조업 패턴(양)에 따라 최적의 치수 선정이 가능한 성능 맵을 작성하는 것이다. 몇 가지 결론은 다음과 같다.

1) 치수 파라미터는 부가물의 길이와 폭으로 정의하였고

길이 3가지와 폭 3가지로 구성하였다. 총 9가지 형상에 대하여 스터디를 수행하였다.

- 2) 부가물의 치수와 관계없이 파형 및 압력분포는 유사한 형태를 보여 주었다.
- 3) 9가지 중 A, C, G, I(현존선 부가물)의 유효마력 결과를 살펴보면 I를 기준으로 길이가 제일 짧고 폭이 제일 긴 A의 경우 0.3 % 감소된 결과를 보여주었다. 길이와 폭 모두가 가장 긴 C의 경우 1.7 % 증가된 결과를 보여주었다. 길이와 폭 모두가 가장 짧은 G의 경우 2.3 % 감소된 결과를 보여주었다.
- 4) 부가물 치수 변화에 따른 저항성능 맵을 작성하였다 (Fig. 10 참조). 이 맵은 어선의 이동 및 조업 패턴에 따라 치수 선정 활용이 가능하다.

사 사

이 논문은 2018학년도 동명대학교 교내학술연구비(II형) 지원에 의하여 연구되었습니다.

References

- [1] ITTC(1978), Report of Performance Committee, 15th ITTC, Hague.
- [2] Jeong, U. C., H. S. Kim, S. Y. Kwon and J. H. Choi(2015), Study of Hull Form Development of 5-Ton-Class Catamaran-Type Coastal Fishing Boat for Welfare Accommodation of Fishing Crew, Journal of Ocean Engineering and Technology, Vol. 29, No. 6, pp. 405-410.
- [3] Kim, I. S., D. G. Go and D. W. Park(2017), A Study on the Hull Form Design for Small Fishing Vessels, Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 41, No. 4, pp. 316-322.
- [4] Lee, H. J., K. W. Kim, K. H. Lee, S. Y. Kim, S. H. Kim, C. J. Kim, K. I. Choi and H. J. Jeon(2013), A Study on the Advanced Schemes on the Welfare Accommodation of Fishing Crew, Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries.
- [5] Lee, S. H., Y. G. Lee and D. S. Kang(2006), A Study of Multi Hull Form Design for Small Leisure Fishing Vessels, Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering, Vol. 9, No. 2, pp. 98-108.
- [6] NIER Report(2015), A Study on the Development of Air pollutants and Greenhouse gases Emission Factor and Emission Estimation from the Domestic Coastal Shipping (II).

- [7] Seok, J., S. Y. Kim, Y. J. Yang, S. H. Jin and J. C. Yang(2016), A study for roll damping performance of a platform supply vessel with or without bilge keel using CFD, Journal of the Korean Society of Marine Engineering, Vol. 40, No. 9, pp. 791-798.
- [8] Yu, J. W., Y. G. Lee, A. S. Park, Y. J. Ha, C. K. Park and Y. C. Choi(2011), A Study on the Resistance Performance of Korean High-Speed Small Coastal Fishing Boat, Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 48, No. 2, pp. 158-164.

Received : 2018. 02. 26.

Revised : 2018. 06. 01. (1st)

: 2018. 06. 25. (2nd)

Accepted : 2018. 08. 28.