



차세대 한국형 어선의 저항성능 최적화를 위한 수조모형시험 연구

이민경¹·김수진¹·유진원²·이인원^{1,†}
부산대학교 조선해양공학과¹
부산대학교 조선해양플랜트 글로벌핵심연구센터²

An Experimental Study on the Optimization of Stern Appendix for New Generation Korean Fishing Vessels

Min Kyung Lee¹·Su Jin Kim¹·Jin-Won Yu²·Inwon Lee^{1,†}
Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Pusan National University¹
Global Core Research Center for Ships and Offshore Plants (GCRC-SOP), Pusan National University²

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.

Korean coastal fishery suffers from profitability degradation due to a decrease in fisheries resources, pollution in coastal waters, fuel cost increase, and market opening for aquaculture products. The next generation Korean fishing vessel aims at the improvement of energy efficiency, enhancement of crew welfare, and safety. These purposes can be accomplished by adopting a new standard hull form with improved resistance performance and a modernized residence facility on the deck. In order to improve resistance performance, this study attempts to optimize design variables for stern flaps for three kinds of fishing vessels - coastal multi-purpose, coastal trap, and dredged nets. A series of model tests for these fishing vessels was carried out in the towing tank of Pusan National University. The results indicate that for some cases, the stern flap caused the stern trim of the vessel to decrease, leading to the resistance reduction.

Keywords : New generation Korean fishing vessel(차세대 한국형 어선), Resistance performance(저항성능), Running trim(항주상태 종경사), Stern flap(선미 플랩), Model test(모형시험)

1. 서론

최근 국내 연안 및 근해어업은 어업자원 감소와 연료비 상승에 따른 수익성 악화로 많은 어려움을 겪고 있다. 구시대적인 어선의 설계 및 조업 관행이 어선 어업 발전을 가로막고 있다. 종전의 툰수 기준 어선 등록제도 하에서는 어선 배수량이 어획물 창고에 우선 배분되고 선원 거주성이나 안전성을 보장하는 최소한의 시설조차 누락된 설계가 이루어지고 어선의 불법 증축이 만연하게 되었다. 유럽 식 길이기준 어선 규격을 도입하게 되면 배수량에 여유가 생겨서 선원의 근무 복지환경 및 안전성 향상을 위한 시설 확충이 가능해지기 때문에 관련 법제 개선이 시도되고 있다. 차세대 안전 복지형 어선 개발 사업은 이에 발맞추어 연안 및 근해 10개 어종에 대한 길이기준 표준 선형을 제정하고 연료효율 증대 선형 및 부가

물 최적화, 어로장비 개선과 시제선 건조 및 시험조업 등, 한국형 어선의 새로운 표준을 보급하고자 한다.

어선의 선형 개선에 관한 이전의 연구로는, 우선 1970년대부터 고속 영역에서의 저항 추정을 통하여 우수한 선형을 탐색한 Tsuchiya (1972)가 대표적이다. 국내의 경우에도 소형어선을 현대에 맞게 설계하는 연구 (KIMM, 1984)와 고속 소형 연안 어선의 저항성능 연구 (Yu et al., 2011)가 수행된 바 있다. 또한 Park (2018)은 용도에 따라 부착된 어선의 다양한 선체 부가물에 대한 유체동역학적 성능파악을 위한 연구를 수행하였다.

고속선의 항주시 자세는 저항에 영향을 미치는 주요 인자이다. 고속운행으로 인해 선체 하부에 발생하는 불안정한 압력분포와, 선미트림 (stern trim)이 과도한 경우의 저항을 저감하기 위한 연구가 수행되었다. Seo et al. (2005)는 선미부에서 양력을 발생하는

부가물을 장착할 경우 그 종류와 형태에 따라 선미 트림을 1~3° 감소함으로써 저항을 3~10% 가량 줄일 수 있다고 보고한 바 있다. 선미웨지(stern Wedge)는 트랜섬(Transom) 아래로 부착된 쇠기모양의 선체부가물로서, 압력복원과 양력 발생에 의해 선미트림을 개선한다. Karafiath & Fisher (1987)는 선미웨지의 길이, 그리고 선체와 부가물 사이의 각도에 따라 저항감소 효과가 $0.5 < Fn < 0.9$ 에서 약 4~12%에 이른다고 밝혀내었다.

트랜섬의 뒤쪽에 평판형태로 확장된 형태의 선미플랩의 경우 선체의 길이를 뒤쪽으로 확장하는 효과가 있고, 저항성능 개선에 있어서 선미웨지와 유사한 효과를 보인다. 또한 선미플랩이 설치된 경우 트랜섬 뒷날(trailing edge) 하부의 유속을 증가시킨다. 이렇게 증가된 속도는 유동박리를 지연시키고, 점성저항을 감소시킨다. 또한 Yaakob et al. (2004)에 따르면 선미플랩은 선미웨지 보다 성능이 우수할 뿐만 아니라 슬롯용접도 필요하지 않다.

본 연구에서는 저항성능 개선을 위한 선미부가물로서 선미플랩을 채택, 모형시험을 통하여 설계변수 최적화를 시도하였다.

2. 대상 선박

본 연구의 대상 선박은 연안복합어선(coastal multi-purpose), 연안통발어선(coastal trap) 및 이동성구획어선(dredged nets)으로 각 어선의 주요 제원을 Table 1~3 에 정리하였고, 해당되는 모형선 사진을 Fig. 1~3에 도시하였다.

Table 1 Principal particulars of coastal multi-purpose fishing vessel

Items	Loading condition		Sea trial	
	Ship	Model	Ship	Model
Scale ratio, λ	7.00			
Design speed	16 knots	3.11 m/s	16 knots	3.11 m/s
Length between perpendiculars L_{PP} (m)	15.7	2.243	15.7	2.243
Breadth, B (m)	4.788	0.684	4.755	0.679
Draft, Fore T_F (m)	0.950	0.136	0.470	0.067
Draft, Aft T_A (m)	0.950	0.136	0.990	0.141
Displacement ∇ (m ³)	42.0	0.122	31.0	0.090
Wetted surface area S (m ²)	92.710	1.892	87.570	1.787
Transverse area above waterline A_T (m ²)	4.025	0.082	3.222	0.066
Block coefficient C_B	0.5769		0.5535	



Fig. 1 Model of coastal multi-purpose fishing vessel

Table 2 Principal particulars of coastal trap fishing vessel

Items	Loading condition		Sea trial	
	Ship	Model	Ship	Model
Scale ratio, λ	8.00			
Design speed	16 knots	2.91m/s	16 knots	2.91 m/s
Length between perpendiculars L_{PP} (m)	16.2	2.025	16.2	2.025
Breadth, B (m)	4.976	0.622	4.949	0.619
Draft, Fore T_F (m)	0.760	0.095	0.300	0.038
Draft, Aft T_A (m)	0.760	0.095	0.900	0.113
Displacement ∇ (m ³)	39.0	0.076	31.0	0.061
Wetted surface area S (m ²)	95.080	1.486	92.930	1.452
Transverse area above waterline A_T (m ²)	3.422	0.053	3.111	0.049
Block coefficient C_B	0.6281		0.6177	



Fig. 2 Model of coastal trap fishing vessel

Table 3 Principal particulars of dredged nets fishing vessel

Items	Loading condition		Sea trial	
	Ship	Model	Ship	Model
Scale ratio, λ	8.00			
Design speed (knots)	16 knots	1.82 m/s	16 knots	1.82 m/s
Length between perpendiculars L_{PP} (m)	12.3	1.538	12.3	1.538
Breadth, B (m)	4.0	0.500	4.0	0.500
Draft, Fore T_F (m)	0.800	0.100	0.364	0.046
Draft, Aft T_A (m)	0.800	0.100	0.946	0.118
Displacement ∇ (m ³)	27.0	0.053	23.0	0.045
Wetted surface area S (m ²)	66.700	1.042	63.040	0.985
Transverse area above waterline A_T (m ²)	3.169	0.050	2.910	0.045
Block coefficient C_B	0.6965		0.7264	



Fig. 3 Model of dredged nets fishing vessel

Cusanelli & Karafiath (2001)는 Fig. 4에 도시한 것과 같은 선미플랩의 설계변수에 대해 다음과 같은 기준을 제시하였다.

- 코드길이 c : L_{pp} 의 $0.25\% L_{pp} \leq c \leq 2.50\% L_{pp}$
- 플랩각도 α : $-10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$ (선미 프로파일과 선미 플랩 사이의 각도, 선미 프로파일 위쪽으로 꺾일 때 양수)
- 스패ん길이: 발지 반경 주위에 상당한 곡률을 요구하지 않는 범위 내에서 트랜섬 전체에 걸쳐 합리적인 폭으로 결정

본 연구에서는 위의 설계 기준 및 유사 실적선의 설계 사례를 참고하여 Table 4와 같이 각 선종에 대하여 4종의 선미플랩을 설계하였다. 스패ん 길이는 트랜섬 전체에 걸쳐도록 고정하였다.

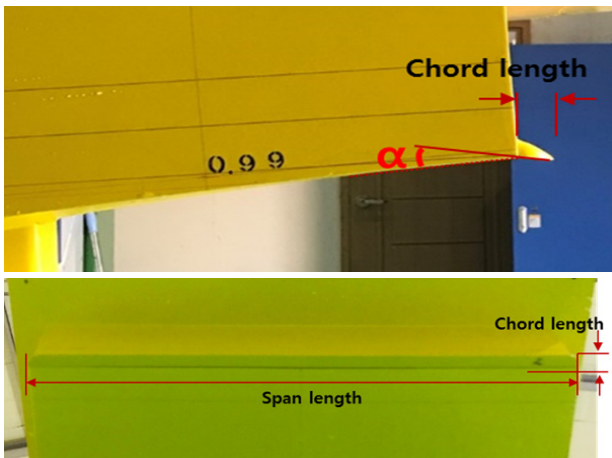


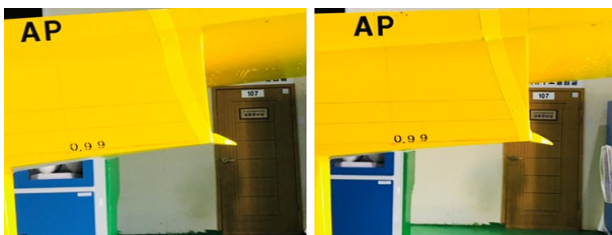
Fig. 4 Design variables of stern flap

Table 4 Principal particulars of stern flap

Stern flap	Chord length (% of LWL)	Flap angle α (deg)
#1	0.8	10
#2	0.8	10
#3	1.2	12
#4	1.2	12



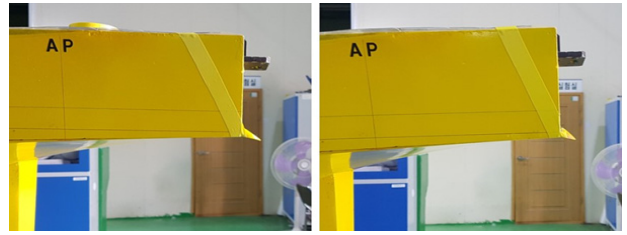
(a) Stern flap #1 (b) Stern flap #2



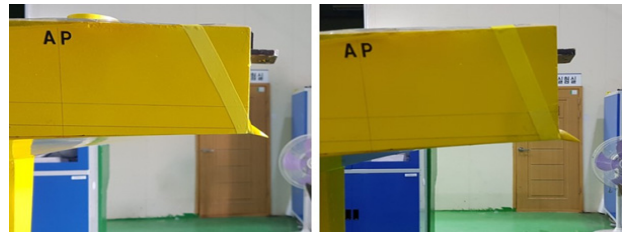
(c) Stern flap #3 (d) Stern flap #4

Fig. 5 Photos of stern flaps for coastal multi-purpose fishing vessel

본 연구에서 사용된 각 선종 모형선에 선미플랩이 부착된 경우를 Fig. 5~7에 나타내었다.

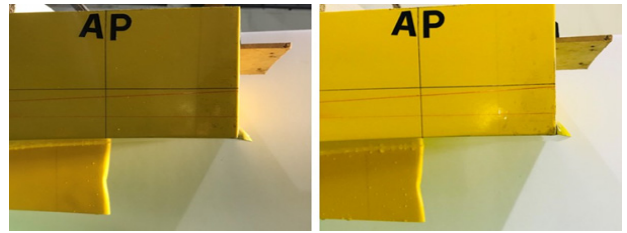


(a) Stern flap #1 (b) Stern flap #2

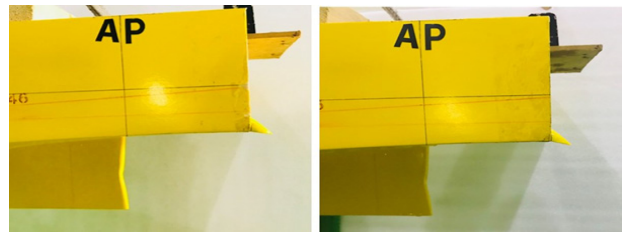


(c) Stern flap #3 (d) Stern flap #4

Fig. 6 Photos of stern flaps for coastal trap fishing vessel



(a) Stern flap #1 (b) Stern flap #2



(c) Stern flap #3 (d) Stern flap #4

Fig. 7 Photos of stern flaps for dredged nets fishing vessel

3. 수조모형시험 결과

3종의 대상 선박 모형선의 저항 측정을 부산대학교 예인수조에서 수행하였다. 부산대학교 예인수조의 규격은 100 m(길이) × 8 m(폭) × 3.5 m(깊이) 이고, 예인전차의 최대 속력은 6 m/s 이다.

3.1 연안복합어선

Table 5는 연안복합어선에 4가지의 선미플랩을 부착한 경우의 설계선속 16 knots 에서의 저항성능을 비교하고 있는데,

Stern Flap #2 일 때 잉여저항계수 C_R 및 EHP 가 최소화되며 나선(bare hull) 대비 각각 2.08%, 1.61% 감소하는 것을 알 수 있다. Fig. 7은 저항성능과 선속과의 관계를 도시하고 있다.

Table 5 Comparison of resistance performance and trim angle with varying stern flaps for coastal multi-purpose fishing vessel at sea trial draft and design speed

Coastal multi-purpose at 16 knots	$C_R \times 10^3$	Increase in C_R relative to bare hull (%)	EHP (ps)	Increase in EHP relative to bare hull (%)
Bare hull	9.133	0.00%	402.5	0.00%
Stern flap #1	8.989	-1.58%	397.6	-1.22%
Stern flap #2	8.850	-3.10%	392.9	-2.39%
Stern flap #3	9.323	2.08%	409.0	1.61%
Stern flap #4	9.696	6.16%	421.7	4.77%

Coastal multi-purpose at 16 knots	Trim angle (°)	Increase in trim angle relative to bare hull (°)	Increase in trim angle relative to bare hull (%)
Bare hull	-3.55	0.00	0.00%
Stern flap #1	-2.45	1.10	31.0%
Stern flap #2	-2.27	1.28	36.1%
Stern flap #3	-1.85	1.70	47.9%
Stern flap #4	-1.58	1.97	55.5%

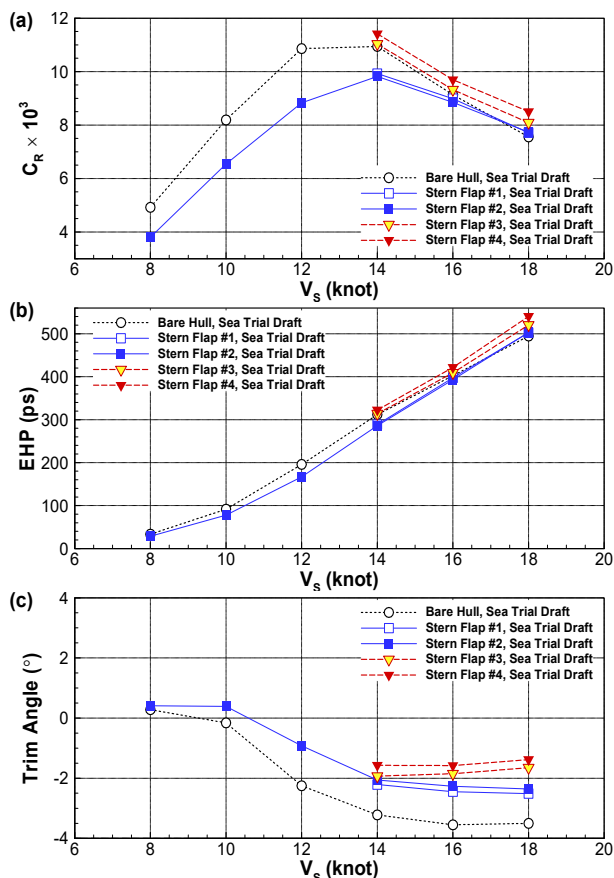
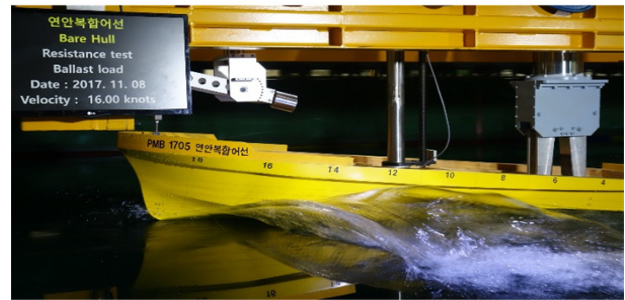
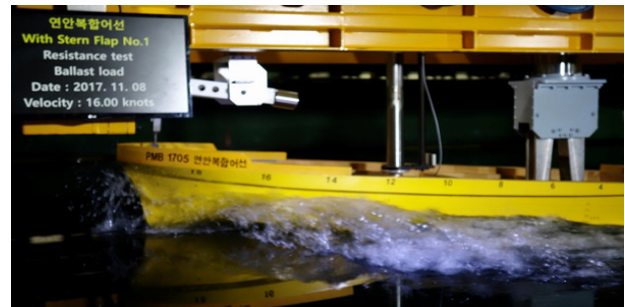


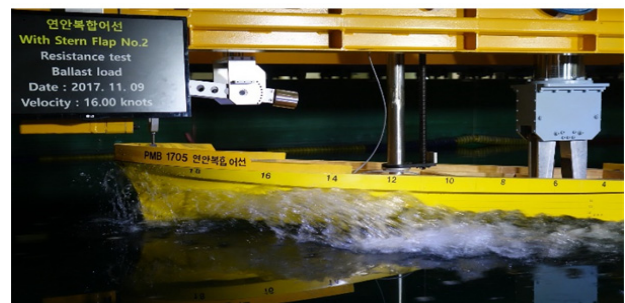
Fig. 7 Comparison of resistance performance and trim angle with varying stern flaps for coastal multi-purpose fishing vessel with respect to speed



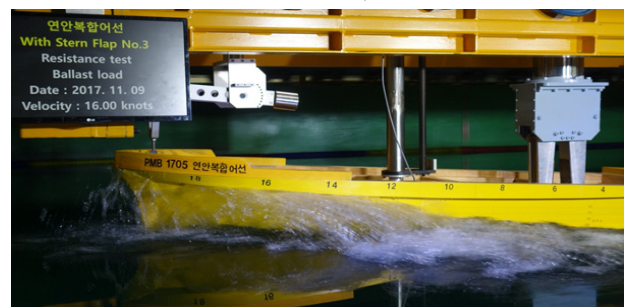
(a) Bare hull



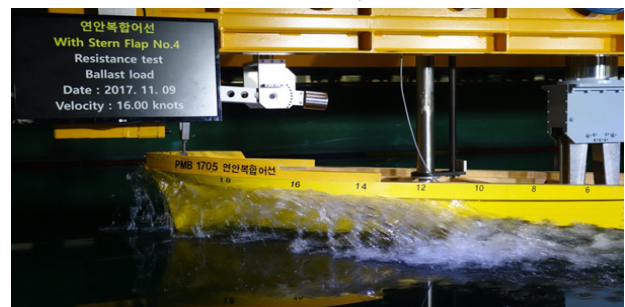
(b) Stern flap #1



(c) Stern flap #2



(d) Stern flap #3



(e) Stern flap #4

Fig. 8 Comparison of resistance performance and trim angle with varying stern flaps for coastal multi-purpose fishing vessel at design speed (16 knots)

저항성능이 최적화되는 stern flap #2 의 경우는 항주시 트림 각이 나선(bare hull)의 경우의 -3.55° (음의 부호는 선미트림) 대비 1.28° 증가한 -2.27° 가 되는 것을 볼 수 있다. 본 수조시험에서의 항주시 트림각은 모형선 선수 선미에 장착된 레이저 침하량 센서 측정값으로부터 계산되며, 트림각의 불확도는 0.005° 미만인 것으로 분석되었다. 선미플랩이 장착되면 선미에 작용하는 양력이 증대되어 선미트림이 감소한다. 양력의 크기는 선미플랩 #1이 가장 작고 #4이 가장 크기 때문에 선미플랩의 번호가 커질수록 트림각이 점진적으로 증가하고 선미트림이 줄어드는 것을 알 수 있다. Fig. 8(a)~(e)은 설계선속(16 knots)에서 나선(bare hull)과 선미플랩 장착시의 선수 파를 비교한 사진으로, 나선(bare hull)보다 선미플랩의 경우가 선수쇄파(breaking wave)가 더 많이 발생한 것을 볼 수 있다. 이는 선미부 양력이 증가하여 선수 침하량이 커진 때문으로 이해된다.

선미플랩으로 인하여 양력이 작용하면 선미부 트랜섬이 덜 잠기게 되어 점성압력저항이 감소하지만, 선수부 침하량이 증대되면서 조파저항과 침수표면적이 증가하는 상반된 작용을 한다. 그러므로 총 저항이 최소화되는 적절한 트림각이 존재할 수 있음을 추측할 수 있는데, 연안복합 어선의 경우 본 연구에서 시험된 조건에서 최적 트림각은 -2.27° 인 것으로 나타난다.

3.2 연안통발어선

선미플랩 부착에 따른 설계선속 16 knots 에서의 연안통발어선의 저항성능과 트림각 변화를 Table 6에 정리하였고, 선속별 저항성능과 트림각의 변화를 Fig. 9 에 도시하였다. 연안통발어선의 경우는 Stern Flap #4 일 때 잉여저항계수 C_R 및 EHP 가 최소화되며 나선(bare hull) 대비 각각 9.29%, 7.05% 감소하는 것을 알 수 있다. 연안통발어선의 경우는 선미부 양력의 크기가 최대가 되는 stern flap #4의 경우가 되어야 트림 각이 -2.22° 에 도달하고, Fig. 10을 보면 선수쇄파의 크기가 연안복합어선보다 상대적으로 작은 것을 알 수 있다.

3.1절의 연안복합어선과 3.2절의 연안통발어선의 저항성능이 -2.2° 전후에서 최적화되는 공통점을 보이는 반면, 선미플랩의 저항저감효과는 연안통발어선의 경우가 더욱 두드러지는 것으로 나타난다. Fig. 8(a)의 연안복합어선과 Fig. 10(a)의 연안통발어선의 나선(bare hull)을 서로 비교해 보면 Fig. 8(a)의 연안복합어선 쪽의 선수쇄파가 훨씬 큰 것을 알 수 있다. 또한 설계선속에서의 연안복합어선의 잉여저항계수 $C_R = 9.133 \times 10^{-3}$ 도 연안통발어선의 잉여저항계수인 $C_R = 8.503 \times 10^{-3}$ 보다 큰 것으로 나타난다. 이를 통해, 연안통발어선의 경우는 상대적으로 주어진 선형이나 하중 조건에서 조파저항의 비중이 상대적으로 작기 때문에 선미플랩으로 인한 점성압력저항의 감소 효과가 상대적으로 크게 작용하는 것으로 추측된다.

연안복합어선과 연안통발어선의 저항성능이 최소화되는 최적트림각이 -2.2° 내외로 나타나는데, 이 값은 Sakako et

al. (2019)가 트림 탭 및 인터셉터를 부착한 활주선형에 대하여 제시한 최적 트림각 -1.92° 및 -1.98° 와 유사하다는 점에서 향후 유사선형의 설계 지침으로 고려할 필요가 있다고 판단된다.

Table 6 Comparison of resistance performance and trim angle with varying stern flaps for coastal trap fishing vessel at sea trial draft and design speed

Coastal trap at 16 knots	$C_R \times 10^3$	Increase in C_R relative to bare hull (%)	EHP (ps)	Increase in EHP relative to bare hull (%)
Bare hull	8.503	0.00%	405.6	0.00%
Stern flap #1	7.809	-8.16%	380.5	-6.19%
Stern flap #2	7.895	-7.15%	383.6	-5.42%
Stern flap #3	7.818	-8.06%	380.8	-6.11%
Stern flap #4	7.713	-9.29%	377.0	-7.05%

Coastal trap at 16 knots	Trim angle ($^\circ$)	Increase in trim angle relative to bare hull ($^\circ$)	Increase in trim angle relative to bare hull (%)
Bare hull	-3.46	0.00	0.00%
Stern flap #1	-2.57	0.89	25.7%
Stern flap #2	-2.44	1.02	29.5%
Stern flap #3	-2.24	1.22	35.3%
Stern flap #4	-2.22	1.24	35.8%

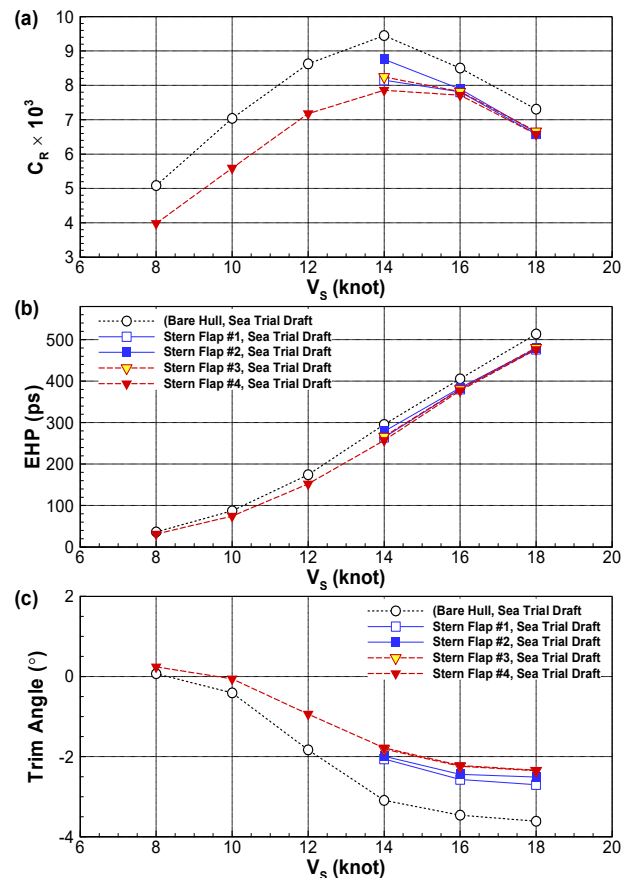
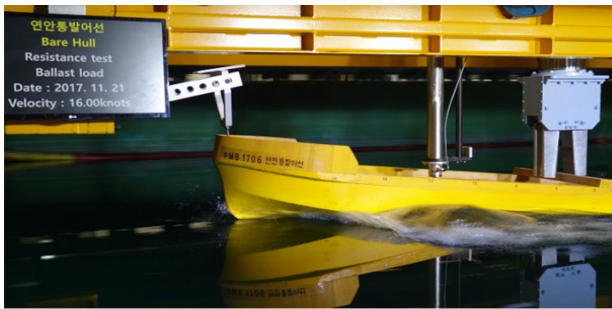


Fig. 9 Comparison of resistance performance and trim angle with varying stern flaps for coastal trap fishing vessel with respect to speed



(a) Bare hull



(b) Stern flap #1



(c) Stern flap #2



(d) Stern flap #3



(e) Stern flap #4

Fig. 10 Comparison of resistance performance and trim angle with varying stern flaps for coastal trap fishing vessel at design speed (16 knots)

3.3 이동성구획어선

선미플랩 부착에 따른 설계선속 10 knots 에서의 이동성구획 어선의 저항성능과 트림각 변화를 Table 7에 정리하였고, 선속 별 저항성능과 트림각의 변화를 Fig. 11 에 도시하였다.

Table 7 Comparison of resistance performance and trim angle with varying stern flaps for dredged nets fishing vessel at sea trial draft and design speed

Dredged nets at 10 knots	$C_R \times 10^3$	Increase in C_R relative to bare hull (%)	EHP (ps)	Increase in EHP relative to bare hull (%)
Bare hull	13.563	0.00%	98.6	0.00%
Stern flap #1	15.417	13.67%	109.6	11.16%
Stern flap #2	15.818	16.63%	112.0	13.59%
Stern flap #3	17.076	25.90%	119.6	21.30%
Stern flap #4	14.389	6.09%	103.5	4.97%

Dredged nets at 10 knots	Trim angle (°)	Increase in trim angle relative to bare hull (°)	Increase in trim angle relative to bare hull (%)
Bare hull	-0.97	0.00	0.00%
Stern flap #1	-0.31	0.66	91.3%
Stern flap #2	-0.37	0.60	89.6%
Stern flap #3	-0.45	0.52	87.3%
Stern flap #4	-0.12	0.85	96.6%

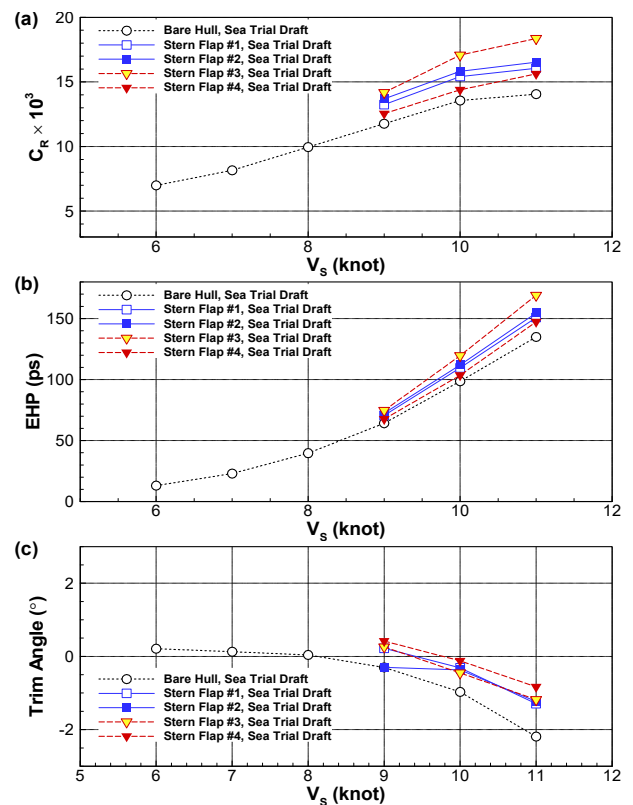
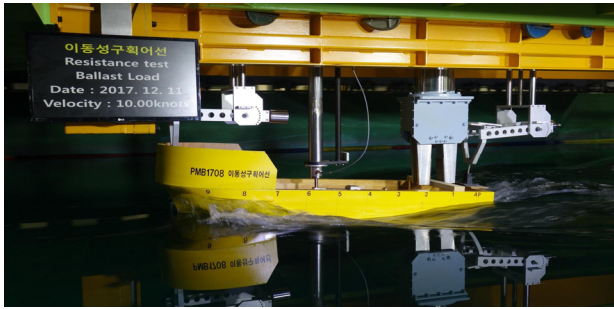


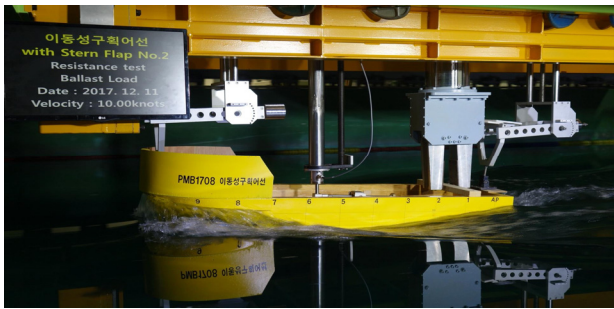
Fig. 11 Comparison of resistance performance and trim angle with varying stern flaps for dredged nets fishing vessel with respect to speed



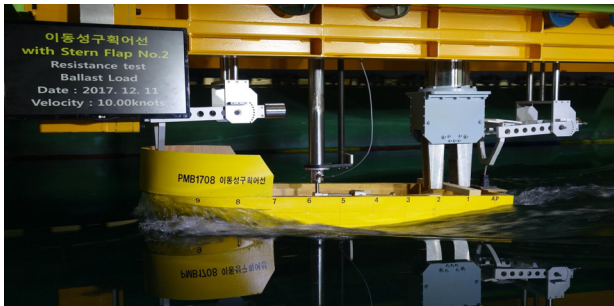
(a) Bare hull



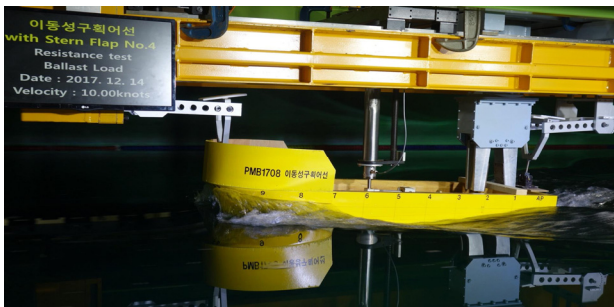
(b) Stern flap #1



(c) Stern flap #2



(d) Stern flap #3



(e) Stern flap #4

Fig. 12 Comparison of resistance performance and trim angle with varying stern flaps for dredged nets fishing vessel at design speed (10 knots)

이동성구획어선의 경우도 선미플랩의 번호가 뒤로 갈수록 트림 각이 증가하는 경향을 보이지만, 나선(bare hull) 상태 트림 각이 -0.97° 로서 앞서 두 선박보다는 선미 트림의 정도가 훨씬 작다는 점이 다르다고 볼 수 있다. 이는 기본적으로 본선의 Froude 수가 0.46으로 앞 절 두 선박의 0.64 ~ 0.65보다 훨씬 작아서 활주 효과가 작게 나타나기 때문으로 판단된다. 기본적으로 선미트림의 정도가 작은 선박이기 때문에 선미플랩을 부착할 경우는 Table 7에 나타난 것처럼, 트림각의 범위가 $-0.31^\circ \sim -0.12^\circ$ 로 앞서 다른 어선에서 나타난 -2.2° 내외의 최적 트림각 범위를 벗어나기 때문에 저항이 증가하는 부작용이 나타나는 것으로 추측된다.

4. 결론

어선의 저항성능 개선을 위해 선미플랩을 부착하였고, 연안어선의 선형최적화를 통해 저항과 저항성능을 향상시켰다. 선미플랩이 부착된 각 어선의 저항성능을 비교한 결과는 다음과 같다.

연안복합어선: stern flap #2 가 설치된 경우가 저항성능이 가장 많이 향상되었다. 나선(bare hull)에 비해 C_R 이 약 3.10%, 유효마력이 약 2.39%가 감소하였다. 이때 선미트림이 약 1.28° 증가하면서 -2.27° 가 되었다.

연안통발어선: stern flap #4 가 설치된 연안 통발어선이 저항성능이 가장 많이 향상되었다. 나선(bare hull)에 비해 C_R 이 약 9.29%, 유효마력이 약 7.05% 감소하였다. 선미트림이 약 1.24° 증가하면서 -2.22° 가 되었다.

이동성구획어선: 선미플랩 장착시 이동성구획어선의 트림각 또한 나선(bare hull)에 비해 최대 0.85° 증가했지만, 그 결과로 트림각이 $-0.31^\circ \sim -0.12^\circ$ 로서 위의 두 선박에서 보이는 최적 트림각 -2.2° 를 크게 상회하기 때문에 저항성능은 악화된다.

선미플랩으로 인하여 양력이 작음하면 선미부 트랜섬이 덜 잠기게 되어 트랜섬 뒤쪽의 바리유동 구역이 줄어들어 점성압력저항이 감소한다. 하지만, 선수부 침하량이 증대되면서 조파저항과 침수표면적이 증가하므로 저항 증가의 요인이 된다. 따라서 최적의 트림각에서 저항 성능이 최적화될 것으로 예상되는데, 본 연구에서 수행한 조건에서는 최적 트림각이 $-2.2^\circ \sim -2.3^\circ$ 범위로 나타나고 있다. 이 범위는 Sakako et al. (2019) 가 제시한 최적 트림각 $-1.92^\circ \sim -1.98^\circ$ 와 유사하다. 또한 이동성구획어선과 같이 트림 각이 너무 큰 경우는 선미부기물 부착이 저항성능에 악영향을 미치므로 본 연구에서 제시한 최적트림각이 저항성능 개선을 위한 선미부기물 부착의 효율성 여부를 판단하는데 도움이 될 것으로 사료된다.

후기

이 논문은 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었음.

References

- Cusanelli, D. & Karafiath, G., 2001. Stern flaps, *Professional Boatbuilder*, April-May.
- Karafiath, G. & Fisher, S.C., 1987. The effect of stern wedges on ship powering performance. *Naval Engineers Journal*, 99(3), pp.27-38.
- Korea Institute of Machinery and Materials (KIMM), 1984. *Research on the modernization of small fishing boats*, KIMM.
- Park, D.W., 2018. An experimental study on the resistance performance of fishing vessel appendages. *Journal of the Korean Society of Marine Engineering*, 42(9), pp.668-674.
- Sakako, A., Ghassemi, H. & Keyvani, S., 2019. Evaluation of the hydrodynamic performance of planing boat with trim tab and interceptor and its optimization using genetic algorithm. *Journal of Marine Science and Applications*, 18, pp.131-141.
- Seo, K.H., et al., 2005. A review on hull designs and appendages performances for development of a 60m class semi-planing craft. *Proceedings of Fall Annual Meeting of SNAK*, Yongin, Republic of Korea, 3-4 November 2005, pp.869-875.
- Tsuchiya, T., 1972. New statistical regression analysis for fishing boat hull resistance. *Journal of the Society of Naval Architects of Japan*, 132, pp.63-80.
- Yaakob, O., Shamsuddin, S. & King, K., 2004. Stern flap for resistance reduction of planing hull craft: A case study with a fast crew boat model. *Journal Teknologi*, 41, pp.43-52.

Yu, J.W., Lee, Y.G., Park, A.S., Ha, Y.J., Park, C.k. & Chio, Y.C., 2011. A Study on the Resistance Performance of Korean High-Speed Small Coastal Fishing Boat. *Journal of the Society of Naval Architects of Korea*, 48(2), pp.158-164.

