

트윈킬과 모노킬 요트의 저항특성에 관한 연구

A Study on the Resistance for Characteristics of a Yacht with Twin and Mono keels

권수연^{†*}Soo-Yeon Kwon^{†*}

요 약 문

최근 몇 년간 국내 해양레저에 대한 관심 증가에 따라, 정부와 지자체의 해양레저산업에 대한 연구 지원 및 마리나 구축 사업 수행 등 해양레저 수요를 수용할 수 있도록 장비 및 시설 확보를 위하여 다양한 방면으로 노력이 한창이다. 그러나 아직까지 국내의 해양레저를 위한 시설 구축은 진행단계이다. 전국적으로 마리나 구축을 위한 작업이 한창이며, 이미 구축된 마리나에서 요트를 계류할 경우 관리하는데 드는 비용이 만만치 않아 사용자에게 부담이 크다. 세일링 요트의 경우 span이 큰 모노킬이 부착되어있으므로 마리나 혹은 육상계류시설을 이용하지 않을시 모노킬이 파손될 위험이 있다. 본 연구에서는 서해안의 해양레저 대중화를 위해 누구나 안전하게 세일링을 즐길 수 있고, 두 개의 킬로 선체를 지지하여 육상 및 갯벌에서도 선체가 기울지 않고 설 수 있는 트윈킬 요트를 개발하여 보급하고자 한다. 기존 세일링 요트중 성능이 좋은 편인 야마하에서 제작한 블루워터21의 선형을 활용하였고 트윈킬은 블루워터21 모노킬의 면적 및 무게중심 등을 분석하여 개발하였다. 트윈킬 요트의 경우 모노킬 요트보다는 저항성능이 불리할 것으로 예상되므로 모형시험을 수행하였으며, 그 결과 모노킬과 트윈킬의 저항성능에 대한 차이가 예상보다 크지 않음을 확인하였다.

※ **Keywords** : 세일요트, 트윈킬, 저항, 모노킬, 마리나

†* 논문 주저자, 선박안전기술공단

1. 서 론

최근 국내 해양레저산업에 대한 다양한 연구 및 지원으로 마리나 및 요트에 대한 관심이 증대하고 있으며, 국내 최고의 관광지인 제주도의 경우 세일요트, 모터보트 등을 활용한 레저사업도 점차적으로 활성화 되고 있는 등 해양레저 수요가 점점 증가되고 있는 추세이다. 따라서 전국적으로 늘어나는 해양레저 수요를 수용할 수 있도록 해양레저를 즐길 수 있는 시설 확보를 위하여 기존어항을 마리나와 겸용하는 피셔리나 시설이 확대되고 있다. 그러나 아직까지는 시설이나 장비가 미흡한 상황이며, 그나마 시설이 구축된 마리나에서 요트관리를 할 경우 고가의 비용이 소요된다.

요트를 관리하는 또 다른 방법으로는 육상에서 트레일러를 사용하거나 육상계류장을 사용하며, 서해안의 경우 조수간만 차이로 인해 보트 계선시 한쪽으로 기울지 않도록 장치를 하거나 아예 갯벌 밖으로 들어내어 놓고 관리하는 경우가 많다.

모터보트인 경우 이러한 관리들이 가능하지만, 세일을 이용해 항해하는 일반적인 세일요트의 경우 선저에 큰 스펠을 갖는 모노킬과 타가 선체에 부착되어 있다. 따라서 세일요트를 마리나에 계선시키지 않을시 전용 트레일러 혹은 킬과 타를 고려한 세일요트 전용 시설 외에는 관리가 어려운 실정이다.

기존에 세일링 요트의 킬이나 세일, 러더 등에 대한 연구는 세일링 요트를 개발하면서 병행되어 다수 수행되어졌으나(Ahn et al., 2005)(Yoo et al., 2006)(Choo et al., 2006) 트윈킬에 대한 연구는 단일킬과 저항특성을 비교한 연구

(Lee et al., 2011) 외에는 찾아볼 수 없었으며, 트윈킬의 부착방법이나 형상 및 요트계류에 대한 것은 고려되어 있지 않았다.

또한 국내 조선소에서 트윈킬 요트가 건조된 실적도 없으며, 국내에 운항하고 있는 트윈킬 요트 역시 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내 해양레저 활성화에 따른 세일 요트 관리 및 대중화를 고려하여 육상에서도 트레일러 없이 바로 설 수 있고 조수간만의 차이가 큰 서해안 갯벌에서도 선체가 한쪽으로 기울지 않고 관리할 수 있도록 킬의 부착방법과 형상을 고려한 트윈킬 요트를 개발하고자 한다.

2. 트윈킬 개발

2.1 세일요트 선정

본 연구는 세일요트에 대한 선형개발보다는 트윈킬 개발에 집중하는 것으로 계획하였기 때문에 기존 세일링 요트 선형에 대하여 트윈킬을 개발하는 것으로 하였다.

따라서 기존의 20ft급 세일요트중 블루워터21을 대상선박으로 선정하고 배수량 계산을 수행하였다. 선정된 세일요트의 주요제원 및 선도는 Table 1 및 Fig. 1과 같다.

Table 1 Dimensions of Mono keel Yacht

LOA	6.50m
LBP	5.47m
B	2.00m
D	1.07m
Draft(B,L)	0.404m
Draft(EXT.)	1.407m

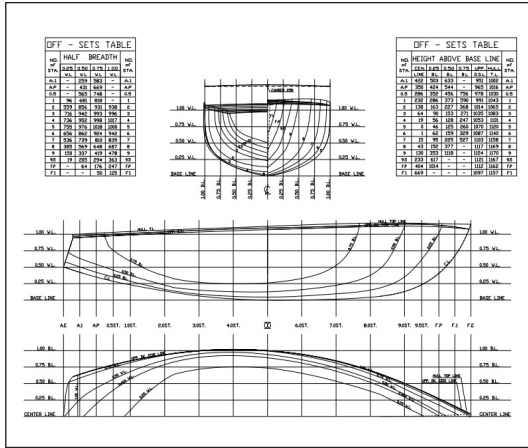


Fig. 1 Lines and Offsets

2.2 킬 개발방향 설정

기존 모노킬의 킬면적은 1.322m², 침수표면적은 2.770m², 러더의 면적은 0.377m², 침수표면적은 0.764m²이며, 모노킬의 경우 길이방향으로 Fig. 2 도면과 같이 위치하고 있었다. 세일요트의 킬은 세일에서 발생하는 횡방향 힘(side force)에 의한 사항(leeway)을 줄여주는 역할과 복원력을 향상시켜 횡경사를 줄여주는 역할을 주로 한다. 따라서 세일링 요트는 모노킬과 같이 무게중심을 가능한 낮게 만들어 주는 킬이 효과가 좋다. 그러나 본 연구에서는 서해안 갯벌에 선체가 기울지 않고 설 수 있으며 모노킬과 성능이 비슷한 킬을 개발하는 것이 목표이므로, 트윈킬에 의한 무게중심 상승 값이 최소가 될 수 있도록 고려하였다. 또한 트윈킬에 따른 저항증가를 고려하여 침수표면적을 모노킬과 동일하게 설계하였으며 갯벌에 안정적으로 설 수 있도록 타의 스펠에 따른 chord length를 고려하였다. 또한 트윈킬의 중량은 모노킬과 동일하도록 계획하여 개발하였다.

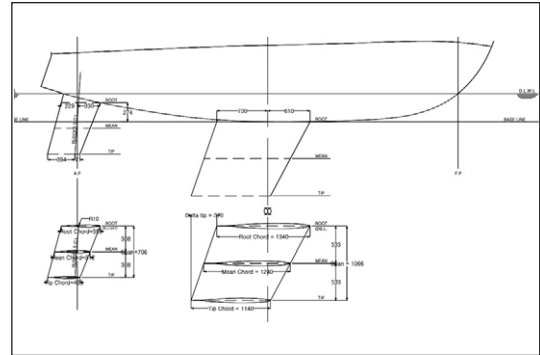


Fig. 2 Drawing of Mono Keel Yacht

2.3 트윈킬 설계

2.3.1 형상에 따른 설계

앞서 말한 킬의 개발방향에 따라, Type 1과 Type 2를 설계하였다. Type 1의 경우 기존 모노킬의 면적을 반으로 나눠 0.625B.L 선저위치에 부착하는 것으로 저항성능 면에서는 기존 모노킬과는 차이가 없을 것으로 예상되어진다. Type 1의 제원 및 형상은 Fig. 3과 같다.

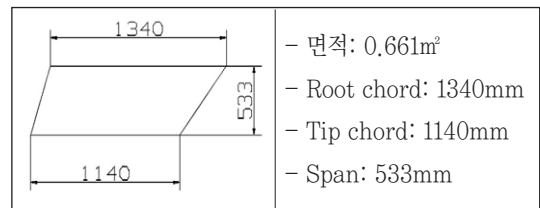


Fig. 3 Dimensions of Type 1

그러나 타의 스펠보다 Type1의 스펠이 더 짧으므로 요트가 갯벌에 안정적으로 서는 것은 어려울 것이며 타에도 손상이 가는 등 바람직하지 않을 것으로 판단된다. 또한 타와 킬의 스펠이 유사하거나 차이가 적을 경우에도 같은 문제점이 발생할 것으로 예상된다.

따라서 Type 2의 경우 요트가 깃별에 안정적으로 계류될 수 있도록 우선 계획하였으며, 침수 표면적을 고려하고 Type 1과 같이 0.625B.L 선저위치에 부착하는 것으로 재설계하였다.

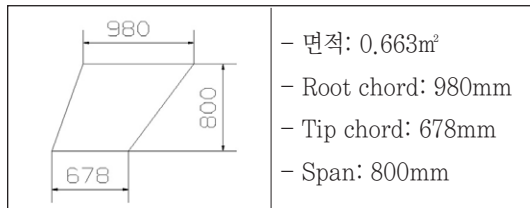


Fig. 4. Dimensions of Type 2

2.3.2 부착방법에 따른 설계

세일요트 선체에 킬을 부착하는 방법은 킬자체를 수직이 되도록 하여 선체에 부착하는 방법(M 1)과 선체와 킬을 수직이 되도록 부착하는 방법(M 2) 두 가지를 고려하였다.

킬자체를 수직이 되도록 하여 선체에 부착하는 경우(M 1)는 선체와 킬을 수직이 되도록 부착하는 방법(M 2)보다 선체와의 접합이나 강도면에서 유리할 것으로 생각되어진다. 그러나 선체가 서는데 있어 안정성이 다소 불리할 것으로 생각되어지므로, 두 가지 방법에 대해 설계를 수행하고 모형 시험을 통해 기본성능을 확인하며 모형선이 안정적으로 설 수 있는지 검토해 보는 것으로 계획하였다.

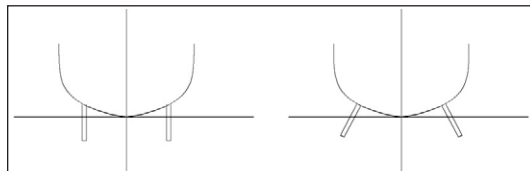


Fig. 5 Drawing of M 1 and M 2

2.3.3 킬 위치에 따른 설계

트윈킬의 종방향 위치를 결정하기 위하여 5가지

위치에 대하여 킬의 LCG를 구하고 요트 경하 중량에 대한 LCG를 계산하여 각 조건에 대한 트림 값을 비교하였다. 킬의 종방향 위치는 킬 위치 1, 2, 3, 4, 5 중 모노킬과 가장 유사한 상태를 갖고 있는 위치 3을 선택하였다.

Table 2 Value of LCG and Trim

킬위치		LCG (keel)	LCG (ship)	Trim
트윈킬	위치1	-1.384m	-0.592m	-0.384m
	위치2	-0.837m	-0.403m	-0.224m
	위치3	-0.290m	-0.214m	-0.065m
	위치4	0.257m	-0.026m	0.093m
	위치5	0.804m	0.163m	0.252m
모노킬		-0.290m	-0.214m	-0.066m

선정된 트윈킬 요트와 기존 모노킬 요트에 대한 최종중량계산 결과는 Table 3과 같다. 계산결과를 보면 종방향 중심은 동일하며, 무게중심은 모노킬 요트보다 트윈킬 요트가 0.081m 정도 높아진 것을 볼 수 있다. 결과적으로 중량 및 종방향 중심은 모노킬과 동일하며 무게중심이 약 14% 상승하였다.

Table 3 Comparison of Mono keel & Twin keel

항 목		W (ton)	LCG (m)	L-MT (ton*m)	VCG (m)	V-MT (ton*m)
트윈킬요트	Light weight	1,380	-0.214	-0.296	0.499	0.689
	Dead weight	0.360	-0.133	-0.048	0.944	0.340
	Total weight	1,740	-0.198	-0.344	0.591	1.029
모노킬요트	Light weight	1,380	-0.214	-0.296	0.396	0.547
	Dead weight	0.360	-0.133	-0.048	0.944	0.340
	Total weight	1,740	-0.198	-0.344	0.510	0.887

2.3.4 초기 복원성 계산

앞에서 서술한 바와 같이, 트윈킬의 무게중심이 상승하였기 때문에 복원력에 문제가 없는지 확인하기 위하여 KST_SHIP system을 이용하여 초기 복원성을 계산해 보았다. 국내에는 “범선의 구조 및 설비 등에 관한 기준”에 의해 세일링 요트의 복원성을 검토하게 되어 있으며, 경사 우력정 산정시 돛은 포함하지 않는다. 본 개발선은 연해구역 이하를 항해구역으로 하는 선박길이 24m미만으로 선박복원성 기준 중 여객선에 적용하는 내용을 만족할 필요가 없으나, 계산기준을 강화하여 검토를 수행하였다. 풍압은 504.2N/m^2 으로, 여객의 횡이동 모멘트도 고려하여 계산하였다. 계산결과, 모노킬 요트의 경우 여객선 기준을 만족하지 못하였으며, 예상과는 다르게 트윈킬 요트가 모노킬 요트에 비해 복원성이 좋게 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 트윈킬과 모노킬 요트의 복원성 판정결과 및 GZ-curve에 대해 Table 4 및 Fig. 6 및 Fig. 7에 나타내었다.

Table 4 Comparison of Stability

항 목	모노킬 요트	트윈킬 요트	기준 요구치
GoM(m)	0.550	0.523	0.150
GZ CURVE AREA 0-30 deg (m-rad)	0.068	0.093	0.055
GZ CURVE AREA 30-40/SWI deg (m-rad)	0.047	0.080	0.030
GZ CURVE AREA 0-40/SWI deg(m-rad)	0.115	0.173	0.090
AREA A (m-rad)	0.053	0.058	A ≤ B
AREA B (m-rad)	0.050	0.142	
편중시 횡경사각	5.8	6.4	≤ 10
선회시 횡경사각	1.1	1.6	≤ 10
판정	부족	양호	

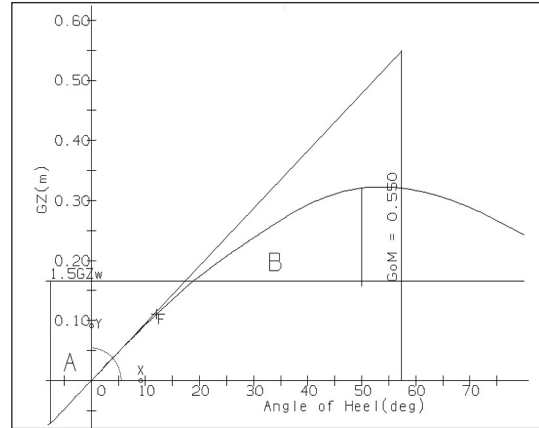


Fig. 6 GZ-curve of Mono Keel Yacht

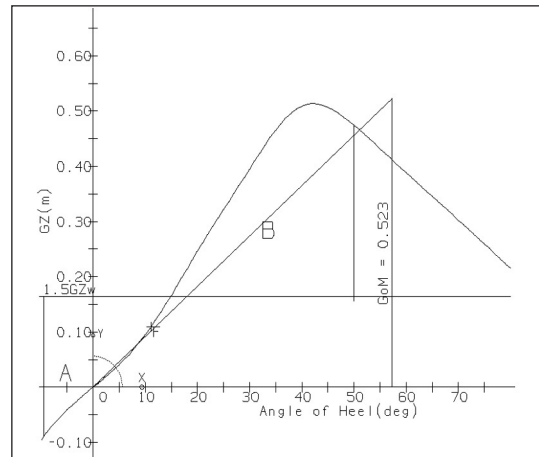


Fig. 7 GZ-curve of Twin keel yacht

3. 모형시험

3.1 모형선

모형선은 주)대원마린텍에서 FRP로 제작하고 유동가시화 및 항주자세 관측이 유리한 회류수조에서 모형시험을 수행하였다. 모형선의 주요 제원은 Table 5와 같다.

Table 5 Dimensions of Model Ship

항 목	실 선	모 형 선
LWL	5.66m	1.00m
B	2.00m	0.353m
D	1.07m	0.189m
draft(B.L)	0.404m	0.071m
draft(EXT.)	1.407m	0.248m
W.S.A	7.20m ²	0.2247m ²
Disp.	1.74ton	0.0096ton

3.2 시험조건

세일요트의 속력은 길이에 따른 임계속도를 산정하여 결정하며 임계속도를 설계속도로 간주한다. 본 선형의 임계속도는 $Fn=0.4$ 에 해당하므로 설계속도는 5kts에서 6kts 사이가 적정하나, 전문적인 세일링이 아닌 해양레저 대중화가 목적이므로 설계속도를 3kts로 산정하였다. 모형 시험은 2kts에서 7kts까지 1kts단위로 6가지 speed에서 수행하는 것으로 시험속도를 결정하였다.

세일요트는 세일에 작용하는 바람에 따라 직진상태와 사항상태에서 운항하므로, 본 시험에서는 기존 시험 자료(Lee et al., 2009)를 참고하여 직진상태($\phi=0^\circ$)와 받음각이 5도인 사항상태($\phi=5^\circ$) 두가지에 대해 시험하기로 하였다. 또한 킬의 형상은 모노킬 및 트윈킬 두가지(Type 1, Type 2) 조건으로 계획되었으나, Type1의 경우 앞에서 말한 바와 같이 깃별에 서는데 있어 타에 영향을 줄 것으로 생각되어 Type2에 대해 부착 방법 M1을 CASE1으로 M2는 CASE2로 나누어 시험속도에 대해 각각의 저항시험을 수행하였다.

3.3 시험결과

3.3.1 모노킬

Fig. 8은 모노킬에 대한 직진 및 사항상태에 대해 시험한 모형선이며, Table 6 및 7은 직진 및 사항상태에서 측정한 전저항값을 나타내고 있다. 전저항값은 각 속도별로 3회씩 시험하여 얻은 값의 평균으로 나타내었다.

모노킬에서 직진상태와 사항상태의 시험결과를 비교하여 보면 2knots에서는 거의 비슷하다가 3knots에서는 38%, 4knots부터는 40%이상의 차이를 보이며 사항상태가 직진상태보다 저항이 커지는 것을 알 수 있다.



Fig. 8 Model Ship

Table 6 Total resistance of center keel($\phi=0^\circ$)

Ship speed (knot)	Fn	Model speed (m/s)	Total resistance(gram)			
			1차	2차	3차	평균
2	0.14	0.40	14	14	13	14
3	0.21	0.60	23	24	23	23
4	0.28	0.80	40	41	42	41
5	0.35	1.01	70	70	71	70
6	0.42	1.21	112	113	113	113
7	0.49	1.41	173	174	173	173

Table 7 Total resistance of center keel ($\phi=5^\circ$)

Ship speed (knot)	Fn	Model speed (m/s)	Total resistance(gram)			
			1차	2차	3차	평균
2	0.14	0.40	16	17	17	17
3	0.21	0.60	37	36	37	37
4	0.28	0.80	73	73	73	73
5	0.35	1.01	134	133	132	133
6	0.42	1.21	194	195	194	194
7	0.49	1.41	-	-	-	-

Fig. 9부터 Fig. 14까지는 모노킬에서의 직진 및 사향상태에 대한 속도별 wave pattern을 나타내고 있다. 사향상태에서는 고속으로 갈수록 선체가 한쪽현으로 많이 기울었기 때문에 시험은 7knots까지 수행하였으나 데이터의 정확도를

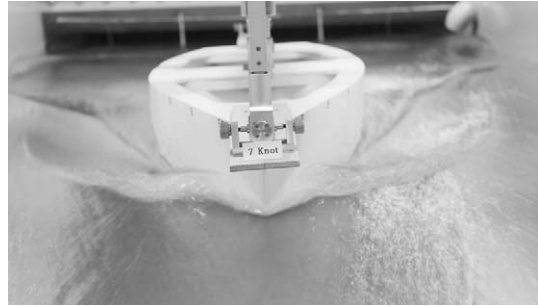


Fig. 11 Wave pattern($\phi=0^\circ$, 6knots)

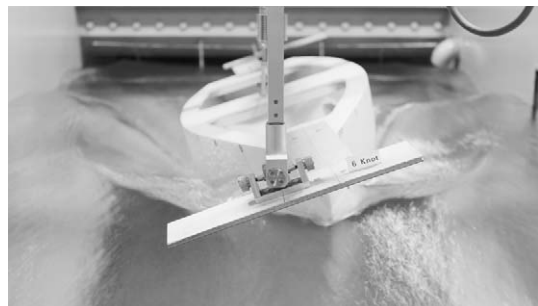


Fig. 12 Wave pattern($\phi=5^\circ$, 6knots)

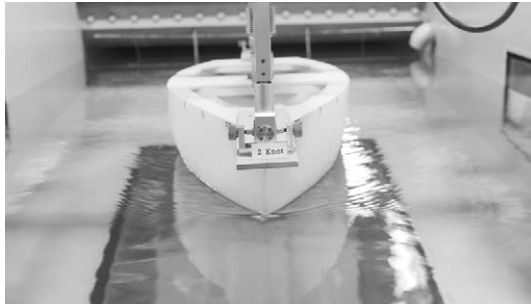


Fig. 9 Wave pattern($\phi=0^\circ$, 2knots)



Fig. 13 Wave pattern($\phi=0^\circ$, 6knots)



Fig. 10 Wave pattern($\phi=5^\circ$, 2knots)



Fig. 14 Wave pattern($\phi=5^\circ$, 6knots)

위하여 데이터는 6knots에 대한 것으로 비교하였다. 그림에서 보는 바와 같이 사향상태에서 고속으로 갈수록 저항이 커지는 이유도 이런 현상에 기인한 것으로 생각되어진다.

3.3.2 트윈킬 (CASE1)

Fig. 15는 트윈킬(CASE1)에 대한 직진 및 사향상태에 대해 시험한 모형선이며 킬 자체를 수직으로 하여 선체에 부착한 것을 볼 수 있다.

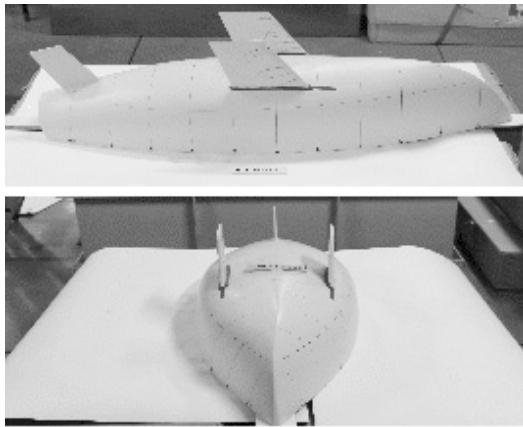


Fig. 15 Model Ship(CASE1)

Table 8 및 Table 9는 직진 및 사향상태에서

Table 8 Total resistance of twin keel (CASE1, $\phi=0^\circ$)

Ship speed (knot)	Fn	Model speed (m/s)	Total resistance (gram)			
			1차	2차	3차	평균
2	0.14	0.40	12	14	14	14
3	0.21	0.60	23	22	21	22
4	0.28	0.80	43	38	40	41
5	0.35	1.01	65	68	67	67
6	0.42	1.21	108	110	108	108
7	0.49	1.41	158	162	161	160

계측한 전저항 값을 나타내고 있다. 마찬가지로 전저항 값은 각 속도별로 3회씩 시험하여 읽은 값의 평균으로 나타내었다.

트윈킬(CASE1)의 직진 및 사향상태에 대해 시험한 결과를 비교해 보면 전반적으로 모노킬의 시험 결과와 같은 경향을 보이고 있는 것을 알 수 있다.

Table 9 Total resistance of twin keel (CASE1, $\phi=5^\circ$)

Ship speed (knot)	Fn	Model speed (m/s)	Total resistance (gram)			
			1차	2차	3차	평균
2	0.14	0.40	16	16	15	16
3	0.21	0.60	36	35	35	35
4	0.28	0.80	67	67	67	67
5	0.35	1.01	111	115	112	113
6	0.42	1.21	164	166	164	165
7	0.49	1.41	-	-	-	-

Fig. 16부터 Fig. 19까지는 트윈킬(CASE1)에 대한 직진 및 사향상태에 대해 2knots와 7knots에서의 wave pattern을 나타내었다. 모노킬과 마찬가지로 사향상태에서 한쪽 현으로 기우는 현상이 나타났으나, 6knots에서 비교해 봤을 때 모노킬 보다는 기울기가 조금 완화되어 있어 트윈킬(CASE1)에 대한 직진 및 사향상태 비교시 저항치의 차이가 모노킬보다 줄어든 것을 알 수 있었다.



Fig. 16 Wave pattern($\phi=0^\circ$, 7knots)

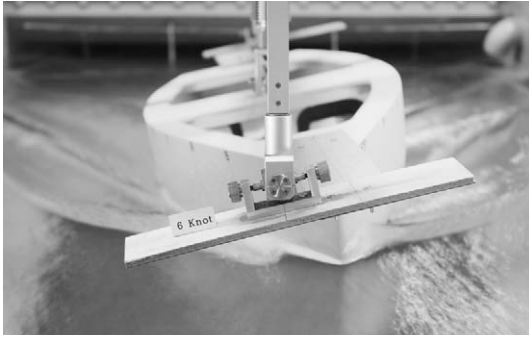


Fig. 17 Wave pattern($\phi=5^\circ$, 6knots)



Fig. 18 Wave pattern($\phi=0^\circ$, 6knots)

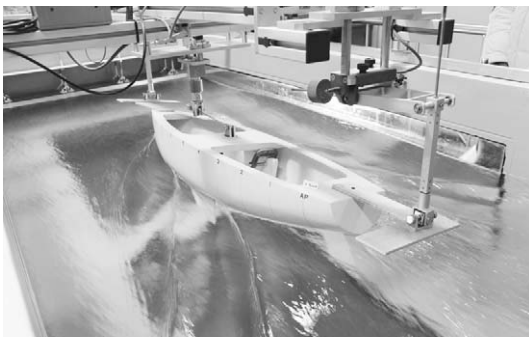


Fig. 19 Wave pattern($\phi=5^\circ$, 6knots)

3.3.3. 트윈킬 (CASE2)

Fig. 20은 트윈킬(CASE2)에 대해 시험한 모형 선을 나타내고 있으며 선체와 수직으로 킬이 붙어 있는 것을 볼 수 있다.

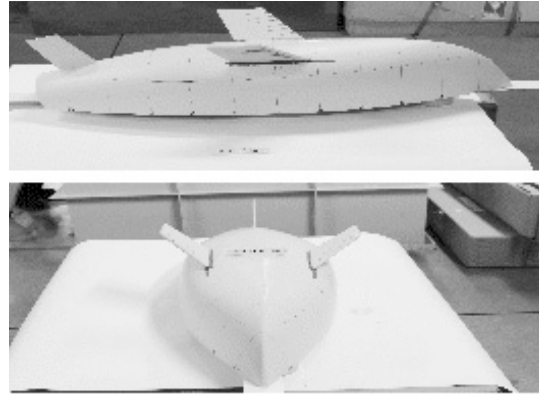


Fig. 20 Model Ship(CASE2)

Table 10과 Table 11은 트윈킬(CASE2)에 대해 시험한 저항치의 평균값을 나타내고 있다. 평균

Table 10 Total resistance of twin keel (CASE2, $\phi=0^\circ$)

Ship speed (knot)	Fn	Model speed (m/s)	Total resistance (gram)			
			1차	2차	3차	평균
2	0.14	0.40	13	13	14	13
3	0.21	0.60	21	21	23	22
4	0.28	0.80	42	40	40	41
5	0.35	1.01	68	68	65	67
6	0.42	1.21	110	112	108	110
7	0.49	1.41	165	161	163	163

Table 11 Total resistance of twin keel (CASE2, $\phi=5^\circ$)

Ship speed (knot)	Fn	Model speed (m/s)	Total resistance (gram)			
			1차	2차	3차	평균
2	0.14	0.40	16	16	16	16
3	0.21	0.60	35	35	34	35
4	0.28	0.80	68	66	68	68
5	0.35	1.01	133	130	131	131
6	0.42	1.21	200	195	197	198
7	0.49	1.41	-	-	-	-

저항치만 보더라도 6knots에서의 직진 및 사향 상태 차이가 45% 이상인 것을 알 수 있으며 CASE1보다 큰 값을 갖고 있었다.

Fig. 21부터 Fig. 24까지는 트윈킬(CASE2)의

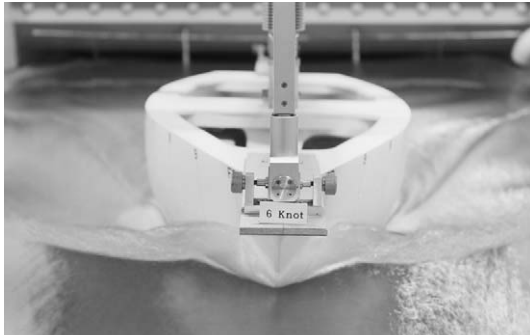


Fig. 21 Wave pattern($\phi=0^\circ$, 7knots)

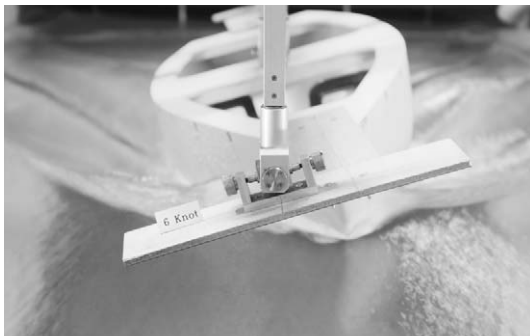


Fig. 22 Wave pattern($\phi=5^\circ$, 6knots)



Fig. 23 Wave pattern($\phi=0^\circ$, 7knots)

직진 및 사향상태에 대한 wave pattern을 나타내고 있다. 앞에서와 같이 사향상태에서는 한쪽 현으로 기우는 현상이 역시 보이며, Fig. 24를 보면 반대편 킬에 의한 파도가 생성된 모습을 볼 수 있다.

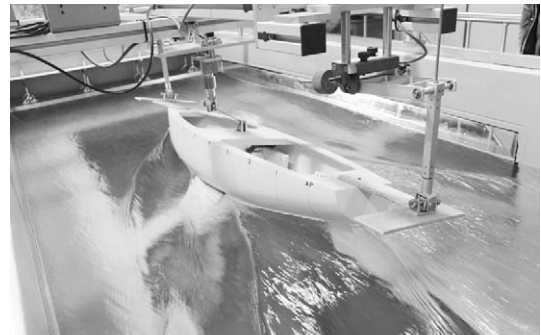


Fig. 24 Wave pattern($\phi=5^\circ$, 6knots)

3.3.5 결과

시험결과에 대한 자세한 분석을 위하여 모노킬과 트윈킬의 직진 및 사향상태에 대한 저항값을 한눈에 볼 수 있도록 Fig. 25와 같이 그래프로 나타내었다. 그림에서와 같이 모노킬 및 트윈킬 모두 사향상태가 직진상태보다 저항이 높으며 특히 속도가 증가할수록 사향상태에서의 저항은 급격히 증가하는 경향을 보이고 있다.

직진상태의 경우 트윈킬(CASE1)이 트윈킬(CASE2)와 저항값 및 경향이 비슷하지만 근소한 차이로 성능이 가장 좋게 나타났다. 모노킬은 4knots이전까지는 트윈킬(CASE1, CASE2)과 유사한 값을 보이고 있으며 4knots에서는 동일한 성능을 보여주고 있으나 이후부터는 계속 차이가 증가하는 것을 볼 수 있다.

사향상태의 경우 킬의 형상 변화에 따라 킬에 작용하는 유체력의 차이에 의한 Heeling이 서로

다르게 발생했으며, 트윈킬(CASE1)의 저항값이 모노킬과 트윈킬(CASE2)와 약 17% 이상의 차이로 양호하게 나타나는 것을 볼 수 있다. 트윈킬(CASE2)의 경우 4knots이하에서는 트윈킬(CASE1)과 유사한 저항성능을 나타내고 있으나 5knots이상에서는 저항성능이 급격히 나빠지며 7knots에서는 모노킬보다 저항성능이 더 나빠지는 경향을 보인다. 이는 킬이 선체에 거의 수직으로 부착된 관계로 고속에서 Heeling시 반대편에 부착된 킬의 일부가 수면에 돌출되면서 여기에 파도가 생성되기 때문인 것으로 판단된다.

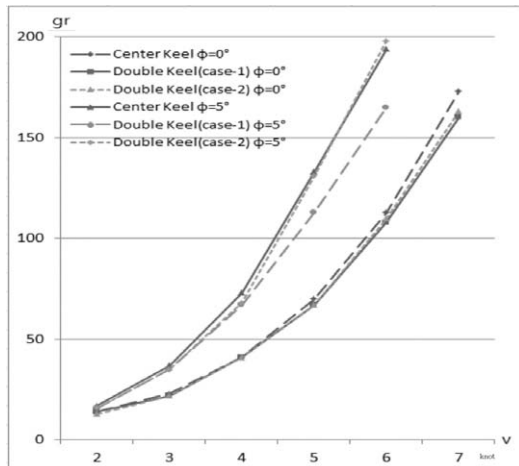


Fig. 25 Comparison of total resistance ($\phi=0^\circ$, $\phi=5^\circ$)

4. 결 론

개발된 트윈킬 요트의 저항성능은 직진뿐 아니라 사항상태에서 모노킬 요트에 비해 다소

양호한 저항성능을 갖는 것으로 나타났다. 다만 킬이 선체에 수직으로 부착되거나 수면 근처에 부착될 경우, 사항상태에서 자세변화에 따른 킬의 압력 차이에 의해 한쪽 현으로 기우는 현상이 발생하여 저항성능이 나빠질 가능성이 존재한다. 따라서 트윈킬 목적을 고려하여 선체가 직립할 수 있고 외관상 디자인이 우수한 범위 내에서 킬의 부착위치 및 부착방법을 결정하는 것이 중요하다고 생각된다.

후 기

본 연구는 2013~2014년 중소기업진흥공단 사전거·해양레저장비기술개발지원사업(과제명: 수도권 해양레저 활성화를 위한 서해안형 20FT급 이중킬 요트 개발)의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- (1) 안해성의 1명(2006), “세일링 요트의 선형 및 부가물 개발에 관한 연구”, 한국마린엔지니어링학회지 제30권, 제1호, pp. 109-115
- (2) 이유신의 4명(2011), “이중킬 요트의 저항 특성에 관한 연구”, 한국해양공학회 논문집 제25권, 제1호, pp. 22-26
- (3) 유재훈의 4명(2006), “고성능 세일링요트의 최근 연구 동향에 관한 고찰”, 대한조선학회지 제43권, 제2호, pp. 23-34