

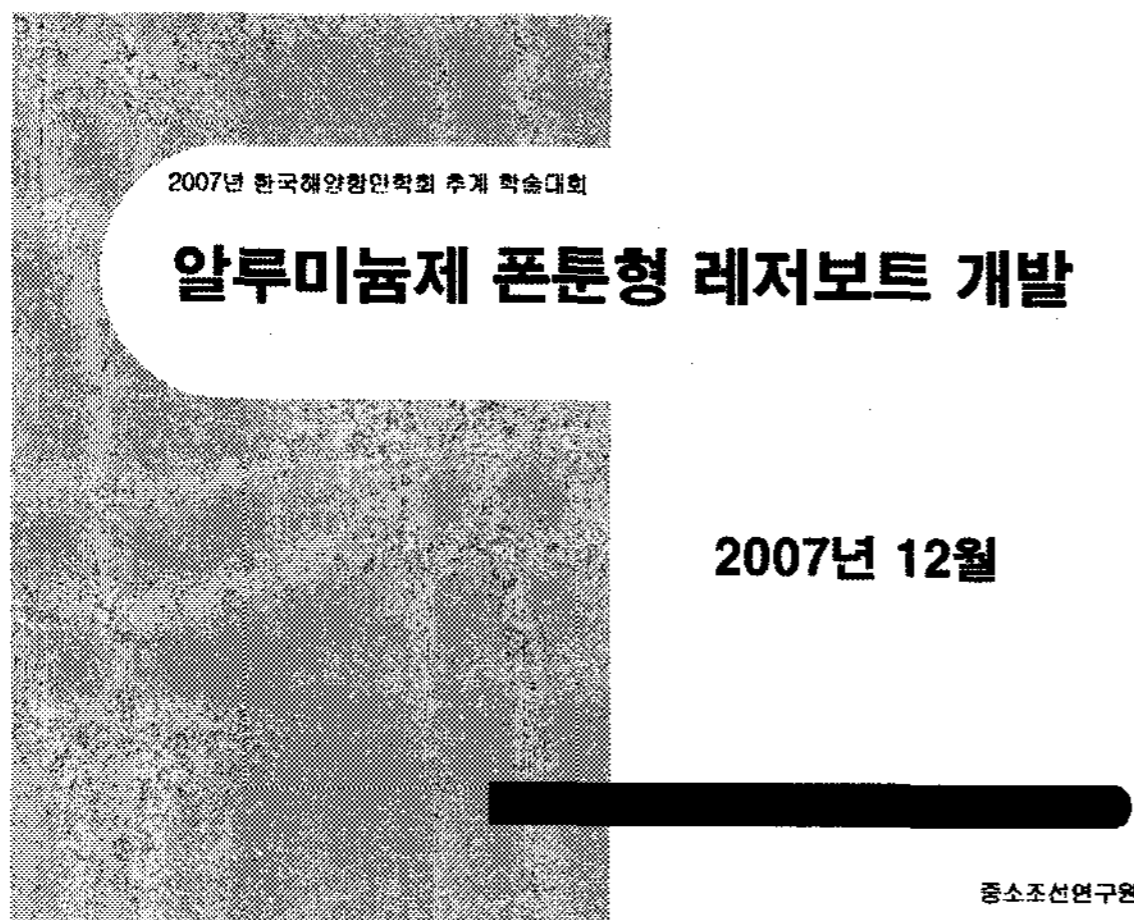
알루미늄제 폰툰형 레저보트 개발

† 김현우 * · 심상목 * · 백영수 * · 조제형 * · 신일식*

*중소조선연구원

요 약 : 폰툰형 레저보트는 쌍동식 또는 삼동선식의 안전성이 확보된 선체와, 다양한 기능을 만족할 수 있는 상부구조로 구성, 건조비 뿐만 아니라 레저 접근성이 용이한 보트로서, 해양레저 선진국에서는 내수면뿐만 아니라 해수면에서도 함께 즐길 수 있는 가족형 레저보트로 인식되어 최근 보급이 확대되고 있는 추세이다. 그러나 폰툰형 레저보트는 최적의 공간활용을 위해 사각모양의 갑판형태로 인해 유체의 저항에 취약한 단점이 있다. 이로 인해 선저형상, 추진시스템 및 조향운전장치 뿐만아니라 선수선저부의 슬래밍 충격에 대비한 구조강도 등 체계적인 연구를 통한 개발이 필요하다. 이에 본 연구에서는 2가구 4인 가족단위로 함께 즐길 수 있는 안전성이 높고, 낚시, 스쿠버 등을 위한 편의시설이 확보한 선형 최적형상 연구 및 구조강조 해석을 통한 9인승 규모의 폰툰형 레저보트를 개발하고자 한다.

핵심용어 : 충돌위험도, 최근접거리, 접근시간, 문턱값, 피항구역, 위험구역



국외 폰툰보트 해양레저산업 현황

- 국외 레저보트 현황
 - 해양레저산업의 선진국인 북미지역 및 서유럽은 해양레저활동이 일찍부터 생활의 일부로 정착
 - 해양 선진국의 폰툰형 레저보트는 낚시나 유람 등과 레저스포츠를 동시에 즐길 수 있기 때문에 수요가 계속 증가하고 있음
 - 또한 내수면뿐만 아니라 해수면에서 고속으로 운행되기 때문에 가볍고 친환경 소재인 알루미늄으로 건조하는 추세이며 대기폭보다는 1-2 가족 단위의 주문형 폰툰 개발이 활발

	국 외	국 내
기술 및 시장 현황	기술수준은 성장기 - 보급형, 표준형에서 주문형	기술수준은 도입기 - 시장수요가 확대 예상

중소조선연구원

연구 목표

- 알루미늄제 폰툰형 레저보트 요소기술 연구를 통한 9인승 폰툰형 레저보트 개발

중소조선연구원

국내 폰툰형 레저보트 현황

- 1990년대 중반에 최초로 국내에 수입, 현재 5 ~ 6척 보유
- 청평호 근처 편선업체에서 칠공소와 함께 40피트급 폰툰 제작, 운동성능이나 저항성능을 고려하지 않은 바지 개념의 폰툰으로 해수면에는 부적합, 내수면은 주위 환경을 고려하여 운항

청평호 편선운영

마린랜드 수입 보트

중소조선연구원

† 교신저자 : 김현우 hwkim@rims.re.kr

폰톤형 레저보트 및 개념 정립

■ 폰톤형 레저보트 개념 정립

- ☞ 해양레저장비 : 폰톤형 레저보트
- ☞ 선 질 : 알루미늄합금(AL)
- ☞ 최대속력 : 약 20Knots(시운전 상태)
- ☞ 승선인원 : 9명(운전자 1명, 승객 8명)
- ☞ 주기관 : 약 250 PS
- ☞ 편의시설 : 소파 및 테이블, 음로대, 화장실, 차량 장치, 수영 및 스킨스쿠버용 사다리 등
- ☞ 적용법규 : 수상레저안전법, 알루미늄선의 선체구조 기준, 기타 관련법규 및 규정

중소조선연구원

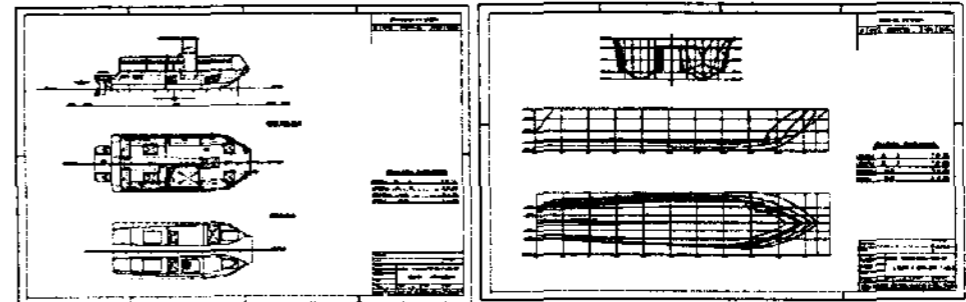
선형 개발 및 주요시스템 설계

■ 일반배치도

- ☞ 일반배치는 수영, 수상스키, 스킨스쿠버 등의 레저활동과 유함을 위하여 갑판 상부를 넓게 설계하여 공간 확보와 복원성능을 향상

■ 선형 선도

- ☞ 동역학적 효과에 의한 양력의 작용으로 고속화할 수 있는 반활주형 각형을 설계, 또한 운항시 슬래밍 발생에 따른 충격하중을 최소화를 위하여 선수단면을 V형 단면으로 설계(선체 간격비(s/L)은 모형시험에 의해 0.14)



중소조선연구원

개발대상선 주요요목 도출(1)

- 우리나라는 폰톤형 레저보트의 건조 실적이 거의 전무한 상태이며 외국 실적선(96척)을 대상으로 폰톤의 형상, 주요치수, 용량, 승선인원, 주기관의 마력 등을 비교, 검토

선종	선종	선종	선종	선종	선종	선종	선종	선종	선종
5-9	4.5-7.12	0.56-0.64	2.35-2.62	4.6-7.4	80-100	550-952	20		
10-14	5.39-8.55	0.58-0.74	2.35-2.6	5.2-8.2	100-250	825-1,850	25		
15-20	7.51-9.1	0.58-0.64	2.4-2.8	7.2-8.8	120-250	985-1,782	15		
5-9	-	-	-	-	-	-	-		
10-14	6.0-8.2	0.61-0.74	2.5-2.8	5.8-7.8	150-250	971-1,850	15		
15-20	7.5-8.88	0.61-0.68	2.5-2.8	7.3-8.8	225-250	1,160-1,912	15		

- 삼동선은 9인승을 조사할 수 없었다. 이는 쌍동선에 비하여 삼동선이 전반적으로 갑판 폭이 넓고 길이가 크기 때문에 10인승이상이 적합한 것으로 파악된다. 따라서 9인승 폰톤형 레저보트의 선형이 쌍동형 선형이 더 유리한 것으로 사료됨

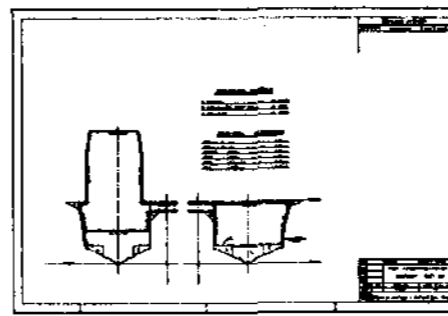
선종	선종	선종	선종	선종	선종	선종	선종	선종	선종
5-9	4.5-7.12	0.56-0.64	2.35-2.62	4.6-7.4	80-100	550-952	20		
10-14	5.39-8.55	0.58-0.74	2.35-2.6	5.2-8.2	100-250	825-1,850	25		
15-20	7.51-9.1	0.58-0.64	2.4-2.8	7.2-8.8	120-250	985-1,782	15		
5-9	-	-	-	-	-	-	-		
10-14	6.0-8.2	0.61-0.74	2.5-2.8	5.8-7.8	150-250	971-1,850	15		
15-20	7.5-8.88	0.61-0.68	2.5-2.8	7.3-8.8	225-250	1,160-1,912	15		

중소조선연구원

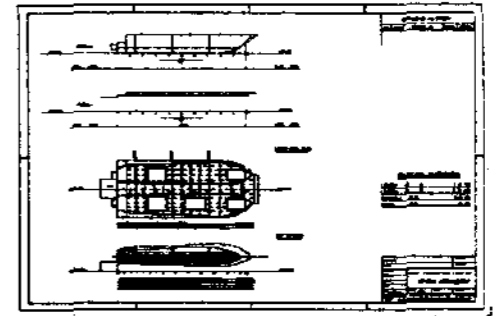
■ 선체구조 설계

- ☞ 선체구조설계는 알루미늄선의 선체구조기준에 따라 설계
- ☞ 국부 구조부재의 설계는 항해 구역의 해상상태, 구획간격 등을 고려하였으며, 특히 종부재와 횡부재는 가능한 끊어짐이 없이 연속되고 선저 및 갑판 종부재와 동일한 연속성을 가지게 설계

↓ 중앙단면도



↓ 재료배치도

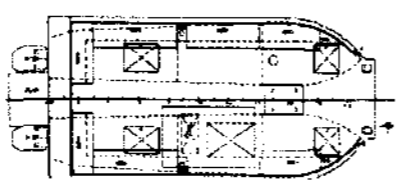


개발대상선 주요요목 도출(II)

- 상부 구조물의 주요구획 배치 및 규모 검토
수영, 낚시, 스킨스쿠버 등의 레저활동과 휴식공간을 고려하여 선수로부터 소파, 수납장, 운전석, 화장실, 탈의실, 낚시 의자, 엔진 거치대 순으로 배치하였으며, 규모는 20.85㎡ 임

- 폰톤형 레저보트의 주요요목
외국 유사실적선의 주요요목과 구획배치 및 규모 연구를 토대로 우선 갑판의 길이(L)와 폭을 결정하고, 그에 따른 갑판 하부의 수선간격(Lbp)과 형폭(B), 형깊이(D)를 결정하였다.

주요요목	계획선	주요요목	계획선
하부 길이	7.0 M	갑판 길이	6.93 M
하부 폭	3.2 M	갑판 폭	3.34 M
하부 깊이	1.05 M		



중소조선연구원

선형 시험

■ 선형시험 및 검증

- ☞ 폰톤형 레저보트 모형선을 제작하여 단동선체 사이 간격(s)와 수선길이(LWL)의 비인 선체간격비(s/L)에 따른 선형 저항성능 등을 비교, 검토

■ 파형 모습

- ☞ Fn = 0.37 에서 활주를 시작하는 모습



선체간격비(s/L) = 0.14

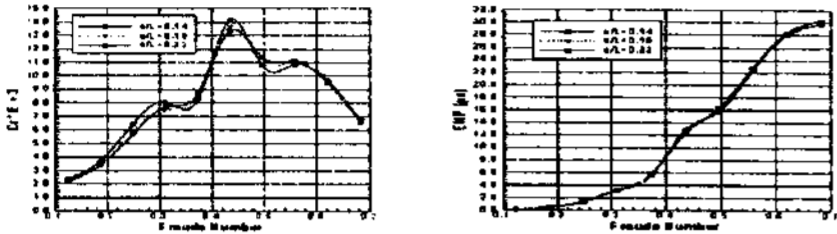
선체간격비(s/L) = 0.18

선체간격비(s/L) = 0.22

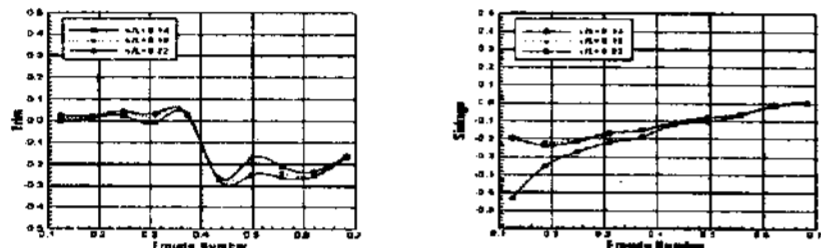
중소조선연구원

선형 시험 결과

■ 선체간격비에 따른 잉여저항 및 유효마력 비교 곡선



■ 트림 및 침하 곡선의 경향



중소조선연구원

시제선 주요 성능 검증

■ 속력시험

- 기술 개발 목표로 계획한 속력 20Knots 이상은 호수나 강에서 유압 등의 관장을 줄일 수 있는 속력으로 정량적 목표는 100%이상 만족
- 기관출력 90% 이상에서는 수상스키 등을 줄일 수 있는 속력으로 강, 해수욕장등에서 줄일 수 있는 모터보트와 비교하여 추진성능면에서 뛰어난 결과

부하	회전수	속력	평균속력
50 %	4360 RPM	20.2 KNOT	20.7 KNOT
		21.1 KNOT	
75 %	5000 RPM	25.8 KNOT	26.2 KNOT
		26.6 KNOT	
90 %	5310 RPM	31.5 KNOT	31.6 KNOT
		31.8 KNOT	
100 %	5500 RPM	32.3 KNOT	32.4 KNOT
		32.5 KNOT	

중소조선연구원

조선공학적 제계산

■ 유체정역학적 계산 (Hydrostatic)

항목	공화상태	공정상태	반제상태
수선간격 (M)	6.824	6.872	7.000
수선폭 (M)	3.110	3.114	3.126
흘수 (M)	0.250	0.280	0.350
배수량 (Ton)	1.834	2.308	3.411
배수중력 (MP)	1.787	2.250	3.325
KB (M)	0.183	0.184	0.226
LCB (M)	-0.539	-0.521	-0.481
원수포면적 (M ²)	18.318	18.308	20.507
발현계수 (Cb)	0.337	0.375	0.434
TPC	0.130	0.158	0.159
LCB/LWL	0.455	0.434	0.431

■ 쌍동선형 선박의 복원성능 검토 결과

항목	요구치	계산 결과	공정상태	비고
0도에서 15도까지	0.070 미터?라디안이상	0.127	0.142	만족
30도에서 40도까지	0.030 미터?라디안이상	0.153	0.148	만족
30도	GZ : 0.20 미터 이상	0.92	0.90	만족

항목	요구치	계산 결과	비고
15도초과 30도미만	0.055+0.001(30° - 20°) = 0.065 미터?라디안이상	0.221	만족
30도에서 40도까지	0.030 미터?라디안이상	0.144	만족
30도	GZ : 0.20 미터 이상	0.87	만족

중소조선연구원

연구 결과

1. 국내외 혼련형 레저보트 실적선의 주요요목을 조사, 분석 하고 레저보트 관련법규 및 규정을 토대로 갑판 상부의 편의시설 즉, 선수, 선미소파, 화장실, 수납장, 조타석, 낚시공간 등의 구획배치와 규모 연구를 검토하여 길이 7.0M, 폭 3.2M, 깊이 1.05M인 혼련형 레저보트 주요요목을 도출함.
2. 혼련형 레저보트의 선형은 기존 실적선과 달리 해/내수면에서 20 knots 이상의 고속으로 파를 관통할 수 있고, 선박의 안전성과 승선감 향상을 위하여 쌍동선형 선형을 채택함. 쌍동선체간 간격비(s/L) 0.14, 0.18, 0.22에 따른 3가지 타입에 대하여 1/7 비율로 모형선을 제작하여 회류수조에서 파랑관측시험, 저항시험 등의 선형시험을 비교, 수행하여 트림 및 저항성능이 우수한 s/L=0.14를 쌍동선의 선체간격으로 선정함. 또한 유체정역학적 제계산 및 운항상태별 복원력 계산 등 조선공학적 제계산을 수행하여 개발대상선의 안정성 및 우수성을 검증함.
3. 도출된 주요요목을 바탕으로 일반배치와 선형선도를 작성하였으며, 알루미늄 선체구조 기준 및 강도 연구 등을 통하여 재료배치도와 중앙단면도 등 총 4종의 주요설계도서를 작성함.

중소조선연구원

알루미늄제 혼련형 레저보트 선체구조

■ 선체 제작

- ☞ 알루미늄합금제의 가공, 절단, 용접변형방지, 변형제어기법 등의 건조 공법 개선방안을 토대로 시제선의 선체제작에 적용하고 모형시험을 통한 선형도서 등 주요설계도서에 따라 알루미늄제 혼련형 레저보트의 선체를 제작
- ☞ 혼련형 레저보트 건조방식은 본 조선소의 건조설비, 공장면적 건조경험 등을 고려하여 정치법과 역치법을 병행하여 건조
- ☞ 건조 순서는 선저 하부를 기준으로 선저 및 선속 골재, 외판 등의 순서로 제작

중소조선연구원

4. 주요건조 공법 및 시제선 건조

- 알루미늄합금제의 가공, 절단, 용접변형방지, 변형제어 및 제거기법 등의 건조공법을 연구하여 시제선에 적용
 - 작성된 주요 설계도서와 조선소의 시설장비와 규모를 고려하여 정치법과 역치법을 병행하여 혼련형 레저보트의 선체를 제작하여 쌍동형 갑판 연결을 통해 혼련형 레저보트를 건조함.
5. 가족형 레저보트의 활용을 위하여 쌍동식 혼련 상부에 소파, 사각테이블, 화장실, 사다리를 제작, 승하선 공간확보 및 안전가이드 등을 설치.
 6. 시제선의 초기계획대비 성능 확인을 목적으로 속력시험, 선회시험, 조타 시험 및 진동계속 시험 등의 성능검증시험을 수행하였으며, 목표 20노트 속도를 만족함.

중소조선연구원