

기획연재

초고속선 해외기술동향 및 연구개발전략(I)

- 초고속선 기술개발현황(일본의 현황을 중심으로) -

權寧住¹⁾

1. 초고속선의 개발 연혁

조선기술분야에서 고속선의 실용화에 대한 관심은 1930년대 부터로 독일의 Von Schertel 등에 의해 수중익선에 대한 개발이 시도되었다. 1940년대에는 초보적인 고속선의 건조가 시작된 시기로서 1943년에 독일의 Gebr der Sachsenberg 조선소에서 군사용으로 90톤, 41노트급의 수중익선을 건조하여 시운전에 성공하였다. 독일에서는 그 후 개발이 중단되었고, 1945년 소련의 Krasnoye사의 Alexeyev 등에 의해서 천수 및 하천용 수중익선이 개발된 실적이 있다.

1950년대는 최초로 상업용의 수중익 여객선 및 유인 공기부양선이 건조된 시기로서 1953년 스위스 Supramar사에서 V-Foil 시스템으로 수중익 여객선 PT10을 건조하였고, 1957년 소련의 Krasnoye사는 58인승 연안 수중익 여객선 Raketa를 건조하였다. 1959년 영국의 Sunders-Roe사(이후의 BHC)는 3.4톤, 40노트급 유인 공기부양선 SR.N1을 건조하여 카우트 항에서 처녀 항해하였다.

1960년대에는 미국, 소련, 일본 등에서 수중익선 및 공기부양선의 고속화, 대형화를 위한 기술개발에 주력한 시기이다. 1960년 소련의 Krasnoye사에서 116인승, 35노트급 Meteor 수중익 여객선을 건조하여 그리스에 인도하였고, 미국의 Boeing사는 PCH-1 High Point 120톤급 수중익선을 1963년에 건조하여 해군에 인도하였다. 일본의 Hitachi 조선은 스위스 Supramar사로부터 기술도입하여 1961년부터 72인승 수중익 여객선 PT20을 비롯하여 113인승 수중익 여객선 PT50을 생산하였고, Mitsui 조선은 영국의 HDL사와 기술제휴로 RH-4의 공기부양선을 건조하였다. 1968년 스위스 Supramar사는 250인승, 40노트급 수중익선 PT-150을 개발하여 수중익선을 대형화하였다.

1970년대에는 고속선에 장착되는 장비개발에 주력하여 미국의 Boeing사는 1971년 수중익 유도탄초계정 PHM에 운항기체를 자동제어하여 내항성을 향상시키는 ACS(Automatic Control System)을 설비하였고, 이어 1973년에 ACS를 장착한 50노트급 Jetfoil 929-100을 개발하였다. 1975년에 일본의 Hitachi 조선은 수중익 여객선에 Roll Stabilizer System을 설비한 123인승, 38노트급 PTS 50MK II를 개발하였고, 소련에서는 군용 수중익선 중에서 세계에서 가장 큰 50m, 50노트, 400톤급의 Babochka 개발에 성공하였다. 우리나라에서도 1978년 코리아타코마조선공업(주)에서 시험용 유인공기부양선인 3.5톤, 43.5노트급 거북2호를 건조하여 시험운전에 성공하였다.

1980년대는 초고속선을 series로 개발 생산하는 단계로, 독자적인 기술개발로 지금까지 여객수송 및 군용으로 건조하던 것을 다목적용으로 건조하게 되었다. 이탈리아 Rodriquez사는 151인승, 32.5노트급의 수중익선 RHS-150을 series로 개발하였고, 영국에서는 200인승, 36노트급 HM527을 개발하여 공기부양선을 대형화하였다. 영국의 BHC사에서 API-88를 다목적용으로 개발하여 해양탐사선, 쇄빙선, 소방선 등에 사용하고 있다. 또한 소련은 지금까지 디젤 엔진방식에서 벗어나 가스 터보엔진을 사용한 250인승, 42노트급의 Cyclone을 개발하였다. 일본의 Kawasaki 중공업은 미국의 Boeing사와의 기술제휴로 260인승, 43노트급 Jetfoil 929-117을 생산하였다. 각국에서는 초고속선에 대한 독자적인 상품모델을 갖고 있는데 노르웨이의 Cirrus사의 CIRR Series, Westamarin사의 SES Series, 네델란드의 Royal Schelde사의 Seaswift Series, 프랑스의 AGNES Series, 이태리의 Rodriquez사의 RHS Series 및 소련의 Krasnoye사의 Kometa Series 등이 있다.

1990년대에는 초고속선의 선형개발과 추진장치, MDS(Motion Damping System) 장비등 첨단항해장비 개발에 주력할 것으로 보이며, 특히 선속의 한계를 극복하기 위한 복합지지 선형개발에 노력하고 있다.

2. 국내외 초고속선 실적조사

1) 고속선의 국내 건조실적

국내에서 고속선에 대한 지금까지의 설계건조실적을 선형별로 보면 배수량형 군용선박과 공기부양선 및 수륙양용 호버크라프트, 그리고 수중익선이 전부라고 할 수 있다. 이 중 배수량형 군용선박은 국내 조선소에서 군함 및 경비정으로 건조한 실적이 있다. 공기부양선과 수륙양용 호버크라프트의 경우에는 코리아타코마조선공업(주)에서 1976년 공기부양선 개발 계획을 수립한 후로 4종류의 공기부양선 및 2종류의 수륙양용 호버크라프트를 개발 성공하였으며 공기부양 여객선은 부산~거제도간 운항중이다. 수중익선의 경우 현대중공업에서 1985년에 이탈리아로부터의 기술도입으로 22m급, 32노트 여객선을 개발하여 부산~여수간을 운항 중에 있으며, 해군에서도 70년대초에 수중익선을 건조한 실적이 있다. 또한 해사기술연구소에서 1986년 최소 수선면 쌍동선(SWATH)의 기본 설계를 수행하였다.

지금까지 국내 고속선 실적이 미비한 것은 고속선에 대한 관심부족이 주요 원인의 하나였으나, 그외 자체개발을 시도하여 건조할 경우 발생하는 기술적인 어려움을 극복하기 어려웠고, 또한 선진국의 기술보호주의로 기술이전이 어려웠고, 일부 자료나 정보제공에도 막대한 특허권 사용료가 요구되었기 때문이었다.

(1) 공기부양선 건조

공기부양선(Surface Effect Ship)의 경우에는 1976년 코리아타코마조선공업(주)에서 공기부양선의 개발 계획을 수립하여 1978년 3월 3.5톤급, 43.5노트, 8.2m의 시험선 "거북 2호"를 설계하여 그 해 9월에 개발에 성공하였고, 1978년 10월 연안여객 고속화 정책에 의거하여 18m급, 35노트 여객선 "에어페리", "코스모스"란 선명으로 남해안에 첫선을 보였으며, 그후 1980년에 동형선 "타코마 2호"와 "피닉스호" 및 "골든 스타호"를 설계 건조하여 연안여객의 수송을 담당하게 되었고, 1982년에 12m급, 27노트, SES 관광선 "쾌풍호"가 소양담과 인제사이에 취항하였고, SES 여객선의 대형화를 위하여 1983년 26m급, 35노트, 168인승 "타코마 2호"와 "영광 1호"를 개발 건조하였고, 27.5m급 "영광 2호"도 동년 12월에 건조하여 여객선의 대형화 및 고속화의 일익을 담당하고 있다.

수륙양용 호버크라프트(Amphibious Hovercraft)의 경우에는 1979년 코리아타코마조선공업(주)에서 7.6m급, 2.2톤 50노트의 5인승 시험선 "거북 3호"에 대한 초기설계 및 상세설계후 1981년 2월에 건조하여 시운전 및 성능평가를 완료하였으며, 그동안 축적된 기술과 경험을 토대로 1984년 2월 12.6m급, 9.35톤, 55노트의 10인승 "거북 4호"를 자체 기술로 개발 건조하여 해상 및 육상 시운전에 성공, 국내 조선사상 가장 빠른 초고속선 개발에 개가를 올렸으며 0 시아 최초의 디젤구동 호버크라프트이다. 호버크라프트는 상업용, 군사용, 관광용, 특수목적 등으로 그 수요가 점차로 확대되고 있다.

(3) 수중익선 건조

수중익선(Hydrofoil Craft)의 경우에는 1985년 22m급, 32노트 여객선을 이탈리아의 Rodriguez의 RHS 70을 Under License로 개발하여 "엔젤 9호"란 선명으로 부산~여수간을 운항하고 있으며, 외국에서 수입하여 국내 운항

기술 분야	국 내 수 준	확보해야 할 핵심기술
<ul style="list-style-type: none"> 초고속 선형 설계기술 	<ul style="list-style-type: none"> 35노트 공기부양 선형 및 수중익 선형 여객선 개발실적 차세대 여객선(40노트 이상, 400인승 이상) 선형개발 기술미흡 연구시설(고속 수조)의 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 복합지형형(공기압력 부력 양력) 초고속 선형기술 개발
<ul style="list-style-type: none"> 추진전달계 설계기술 	<ul style="list-style-type: none"> 고속 추진장치인 Water Jet이용 실적 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 고속 추진기 성능파악 및 성능 향상기술
<ul style="list-style-type: none"> 선박 자세제어 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 고속선의 선체운동 추정기술미흡 자세제어 실적선 미흡 선박자세 제어기술 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 고속선의 선체운동 추정 및 자세제어기술
<ul style="list-style-type: none"> 선체구조 설계기술 	<ul style="list-style-type: none"> 고속선용 설계하중 예측기술미흡 과대한 설계하중 적용으로 선체중량증가 	<ul style="list-style-type: none"> 초고속선의 적용 설계하중 예측기술
<ul style="list-style-type: none"> 신재료 응용기술 	<ul style="list-style-type: none"> 강, 알루미늄을 제외한 재료의 이용실적미흡 Seal 제조 등 관련 산업기술 미흡 	<ul style="list-style-type: none"> 고강도 경량재료의 특성파악과 이를 이용한 선박설계기술과 가공기술

중인 "엔젤 1호"와 "엔젤 7호"는 이탈리아의 Rodriguez에서 건조되었고 "엔젤 3호"는 일본의 Hitachi에서 건조되어 국내 항로에 운항되고 있다. 그의 국내 운항중인 수중익선의 대형선으로 승선인원 130명을 수용할 수 있는 목포~울도간을 운항중인 32노트급 "남해 1호"와 "남해 2호"를 들 수 있다.

2) 고속선 국내 기술현황

국내 고속선의 건조실적은 함정, 공기부양선, 수륙양용 호버크라프트 그리고 수중익선이 전부로서 고속선 관련 요소 기술은 어느정도 확보되어 있다.

그러나 고속선에 비하여 선속이 더 빠르고, 크기가 크고, 첨단기술이 필요한 초고속선 관련 요소기술은 초보적인 단계로서 현재의 기술수준에 비교하여 개발 확보해야 할 핵심기술을 정리하면 다음과 같다.

3) 고속선의 국외 건조실적

세계의 고속선 시장은 '70년대까지는 수중익선과 공기부양선이, '80년대에는 배수형 쌍동선이 두각을 나타내기 시작하였고, '90년대에 와서는 35~40노트 영역의 고속선은 배수형 쌍동선이, 그리고 45노트 이상의 고속선은 SES가 주종을 이루는 추세로 변하고 있다.

특히 '80년대말을 기점으로 세계 고속선 시장은 일본과 노르웨이를 비롯한 서구의 조선기술 선진국에서 초고속선 관련 대형연구과제가 활발히 진행되고 있는 등 불과 4~5년 사이에 큰 변화를 보이고 있다. 따라서 여기서는 최근의 세계 고속선 시장동향을 파악하기 위하여 1987년부터 1990년 사이에 건조 및 수주된 고속선을 중심으로 연도별 세계 고속선 시장의 변화추이를 조사하였다.

(1) '87년도 고속선 시장의 동향

생산능력이 '87년 이전보다 증설되었음에도 불구하고 수요량을 따라가지 못할만큼 높은 신장세를 보이고 있다. 선종별로는 배수형 쌍동선이 전체 수주량의 50%, 활주형 단동선이 20%, 전통적 고속선인 수중익선이 15%를 각각 차지하고 있으며, 파랑관통형 고속쌍동선과 표면효과선도 새롭게 등장하고 있다. 배의 크기별로는 150~450인승이 전체계약의 70%를 차지하고 있다.

(2) '88년도 고속선 시장의 동향

건조완료후 인도된 고속선이 70척으로 '87년도에 비해 50%의 신장세를 보인 반면에 수주량은 75척으로 동일하다. 선종별로는 배수형 쌍동선이 여전히 주종을 이루고 있고, 파랑관통형 쌍동선 및 표면효과선이 뚜렷한 신장세를 보였다.

(3) '89년도 고속선 시장의 동향

선종별로는 배수형 쌍동선의 계속된 강세와 수중익선의 일시적인 증가속에 크기별로는 59~99인승의 수요가 격감하였다. 전체적으로 전년도와 대비하여 고속화 및 대형화되고 있다.

(4) '90년도 고속선 시장의 동향

인도량과 수주량 뿐만 아니라 선종별, 크기등의 면에서 전체적으로 전년도와 거의 유사하며 고속선의 고속화 및 대형화는 계속 유지 중에 있다. 또 특기할만한 사항으로서 '90년도 이전에는 실적이 없던 수중익 쌍동선이 출현하여 고속선의 고속화 및 대형화 경향을 단적으로 보여주고 있다.

3. 일본의 Techno-Superliner 개발사례 분석

1) 개발 계획

최근에 이르러 연안 여객선의 초고속화가 세계적인 추세이다. 이들의 의의는 연안 여객선의 초고속화 달성에만 있는 것이 아니라 새로운 추진방식의 도입, 선체운동자세제어 시스템의 개발 등을 통해서 보다 대형의 초고속 화물선 개발의 가능성을 여는데 있다.

이러한 점을 착안하여 일본은 재화중량 1,000톤, 항해속력 50노트로 대양 항해에 투입할 수 있는 초고속화물선(Techno-Superliner)의 개발에 착수하였다. 일본의 7대조선기업이 기술연구조합을 설립하여 5년간(1989~1993) 공동연구 체제하에서 수행된 계획이다. 1차년도에서는 수중익 양력식(TSL-F형)과 공기부양식(TSL-A형)의 2가지 복합지지선형을 개발하였고, 시설계를 완성하고 시작선을 제작하여 실험역에서 평가시험을 실시하였다. 이상에서 언급된 일본의 대형 초고속 화물선의 개발현황을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 개발 계획

(가)테크노 슈퍼라이너의 개발경쟁

21세기를 향해서 세계 경제사회가 활력있는 발전을 하기 위해서는 물류체계의 비약적인 발전이 전망되어, 고속화 즉 수송시간의 단축화가 강력하게 요구되고 있다.

지금까지의 배는 유조선, 산적화물선, 컨테이너선 등이 시속 20Km 정도의 느린 속도로 대량 운송하는 것을 특징으로

해왔다. 그러나 최근 일본에서는 제품의 다품종 소량 생산화 또는 생산거점의 해외전개등 경제사회의 구조가 변화하여 해상수송에서도 초고속화가 요구되기 시작하였다.

항공수송은 세계적인 경제발전예 힘입어 제품수송, 식품수송 등을 중심으로 급격하게 발전되기 시작하였고, 육상수송에 있어서도 트럭은 door-to-door 서비스로 급격한 발전을 이룩하고 있다. 반면에 선박은 이들의 수송수단을 비교해 볼 때 수송시간, 운임, 수송량의 3가지면에서 그 차이가 크며, 따라서 이들의 중간적인 수송기관의 출현이 기대되고 있다. 또 항공기나 트럭에 의한 운송은 공항이나, 고속도로 등의 설비투자면에서도 한계에 도달한 것으로 생각된다.

이상과 같은 면에서 볼 때 물류의 고속화가 기대되며 초고속 수송선이 요구되고 있는 것이다. 그러므로 이를 개발하기 위하여 일본의 조선업계는 연구조합을 조직하여 운수성의 강력한 뒷받침하에서 1989년부터 5개년 계획으로, 종라선박의 2배 이상의 속력으로 항공기나 트럭보다도 대량의 화물을 합리적인 운임으로 수송할 수 있는 Techno-Superliner '93의 개발을 착수하게 되었다.

(나) 개발목표

Techno-Superliner '93의 개발목표는 다음과 같다(아래의 설계기술은 1989년부터 1993년까지 5년간 수행한 연구목표임).

- 속력: 50Knots(시속 93Km), 화물 적재 중량: 약 1,000톤, 항속거리: 500해리 이상(약 930Km), 항해해역: 일본을도의 연근해 및 동남아 해역, 내항성능: 파랑계급 6정도의 거치른 해상에서도 안전하게 항해할 수 있을 만큼 내항성이 우수한 것.

(다) 중요 연구개발과제와 연구수행계획

지금까지의 기술로서는 해결이 불가능한 초고속선을 개발하는 것이 목표이므로 상술한 목표성능을 충족하는 대양항행 상선을 실제로 설계하기 위한 기반기술, 요소기술 확립을 목표로 하고 있다.

기술개발에 있어서 극복하여야 할 중요한 연구개발과제를 크게 분류하면

- 획기적인 추진성능, 내항성능을 갖는 복합지지 선형개발
- 경량화에 적합한 재료의 개발과 선택 및 그것에 대응한 선체구조 연구
- 대출력, 고효율, 경량의 물 제트 추진시스템 개발
- 고속 항행하는 선체의 자세를 정확하게 제어하는 시스템 개발

로서 이를 7개의 연구항목으로 재분류하여 연구를 수행하였다.

① 전체 시스템의 종합연구

선형개념을 포함한 선박으로서의 전체시스템을 검토 연구하고 개략설계를 수행함.

- 기본계획, 기본모델의 성능연구

② 선형성능 연구

부력, 양력 및 공기압력 등 선체중량의 지지방식을 적절하게 복합화시켜, 개발목표 성능에 합치한 선형을 개발하고

정수중 및 파랑중에서의 성능의 파악 및 성능향상을 검토함.

○ 정수중 성능연구, 파랑중 성능연구, 조종성능 연구

③ 선체구조 연구

예상되는 고파해역에 있어서의 파랑외력과 충격외력을 추정하고 설계하중, 구조응답, 강도 특성, 진동특성 등을 검토하고, 선체의 경량화 수법을 확립함.

○ 설계하중, 응답, 강도의 연구, 선체진동 연구, 강도평가법 연구

④ 신재료 연구

구조안정성과 선체중량의 관점에서, 경량화를 지향한 고강도 내구재료의 연구에 중점을 둠. 고강도 내구재의 적용호 또는 구조형식 등을 검토함과 동시에 이종재료의 복합적 조합 또는 각종 신소재의 검토도 수행할 예정임. 또한 양력식 복합지지 선형의 수중익 및 스트러트 구조, 공기압력 방식 복합지지형의 seal 등의 특수재료에 대해서 조사하고 검토할 계획임.

○ 고강도 구조재료 연구, 수중익 스트러트 구조 등 특수구조 재료연구, seal 재료 및 형상 연구

⑤ 추진전달계 연구

원동기로서 경량형 가스터빈 엔진을 사용하는 것을 전제로 하고, 감속장치 및 물 제트펌프 등의 출력 추진계를 소형 경량화, 고효율화, 고신뢰화 면에서 연구함.

○ 전체시스템의 구성 연구, 동력전달기구 연구, 추진계 연구, 물 제트 펌프 연구

⑥ 선박 자세제어 시스템 연구

해양에서 파랑중 안정항주, 파랑중 동요나 속력저하를 적게하는 것을 지향하여, flap 또는 수중 fin 혹은 공기압력을 동적으로 제어함으로써 선체자세를 확실하게 제어하는 시스템을 구축하는 것을 목표로 함.

○ 제어시스템 연구, 제어장치 개발, 시뮬레이션 연구

⑦ 실해역 시작선 시험연구

실해역 모델을 제작하고, 실해역에서 항주시켜, 연구성과의 타당성을 확인하고 평가.

○ 설계, 실해역 시험용 모형선 건조, 평가시험

(라) 연구개발 예산 일정

① 연구개발 예산

○ 총예산: 약 ¥100억(직접 기술개발비는 그중 ¥60억 예정)

○ 1989년도(제1차년도): 약 ¥7.46억(정부일반회계 보조금)

-신형식 초고속선 연구개발: 약 ¥5.46억

시행연구제목	예정년도				
	1989년도	1990년도	1991년도	1992년도	1993년도
1. 전체 System 종합연구		기본 계획			
		기본 Model 성능시험연구			
2. 선형성능 연구		평수중성능 연구			
		파랑중성능 연구			
		조종성능 연구			
3. 선체구조 연구		설계하중 응답 강도 연구			
		선체진동 연구			
		강도평가법 연구			
4. 신재료 연구		고강도구조재료 연구			
		수중익 Strut 구조등 특수구조재료 연구			
		Seal 재료 및 형상 연구			
5. 추진전달계 연구		전체 System 구성연구			
		동력전달기구 연구			
		추진계 연구			
		Water jet pump연구			
6. 선체자세제어 System연구		제어 System 연구			
		제어장치 연구			
		Simulation 기술 연구			
7. 실제역 모형선 시험연구		실		계	
				건	조
					평가시험

- 고신뢰도 선박추진 프랜트 연구개발: 약 ₩2억
- 1990년도(제2차년도): 약 ₩25억
- 선형개발 및 신재료를 사용한 경량화 선체구조 개발: ₩18억
- 대출력 추진전달계, 선체 자세제어 시스템등 관련기기개발: ₩7억

○ 연구비 재원

- 정부 일반회계 보조금: 80%
- 재단법인 일본 선박진흥회 보조금
- 조합원 부과금: 20%

② 연구개발일정(앞 장 <도표>참조)

2) 1차년도 연구현황

5개년 계획의 초년도인 1989년도에는 부력, 양력 및 공기압력을 조합한 복합지지형의 개념중에서 최적인 선형을 선택하는 시발적인 단계에서 2개의 기본선형으로서 ①양력식 복합지지형과 ②공기압력식 복합지지형을 선정하여 전차 시스템에 관한 초기개념설계를 전개함과 동시에, 축적모형에 의한 저항시험등 기본적인 수조시험을 수행하였다.

또한 선형성능, 선체구조 및 신재료, 추진전달계 및 선체자세제어시스템 등 각 기술에 대해서도 각각 문헌을 중심으로 조사연구가 수행되었다. 또 필요에 따라서 data base를 구축함과 동시에 시스템 설계를 위한 각종 요소기술연구로 초기적인 연구가 수행되었으며, 2차년도 이후의 연구계획입안에 필요한 자료가 제시되었다.

(1) 전체시스템의 종합연구

1차년도인 1989년도에는 선형성능연구에서 검토한 2개의 기본성형인 양력식 복합지지 선형(TSL-F)과 공기압력식 복합지지 선형(TSL-A)에 대해서 다음 사항과 같이 1차연구가 수행되었다.

○ 기본계획 및 초기 개념설계 수행

○ 선형, 구조, 재료, 추진시스템 및 선체자세제어시스템에 대해 전체적인 검토

○ 개발목표인 속력 50노트, 화물적재중량 1,000톤, 항속거리 500해리 이상을 충족하고, 우수한 내항성을 갖는 선박으로서 구비하여야 할 요건의 조사검토를 통해, 요구시방을 설정하고, 도출된 요구시방에 따라서 선형개념을 구체화하고

- 선형, 구조, 기기시스템, 종합배치의 개념 설계 수행

- 각 요소기술의 연구실시에 필요한 기초적 조건조사

- 현행 법규 적용상의 문제점 도출

(2) 선형성능연구

내항성능에 중점을 둔 선형으로서, 선체를 파도와 인연을 끊어 버린다는 관점에서 익양력을 주체로 한 TSL-F형을 선택하고, 소요마력절감의 관점에서 공기압력에 의해서 선체를 부양시켜 몰수 선체부분의 체적 및 표면적을 가능한한 작게할 수 있는 TSL-A형을 택하여 그 2개의 기본선형에 대해서 연구를 수행하였다.

TSL-F형에 대해서는 주로 운수성 선박기술연구소에서 정수중 모형시험이 수행되었고, Techno-Superliner 기술연구조합이 공동으로 연구에 참여하였으며 TSL-A형에 대해서는 三井造船(株)과 TSL 기술연구조합이 공동으로 연구를 진행하고 있다.

1989년도에는 상기의 2가지 기본선형에 대해서 다음과 같은 특성 조사연구가 주로 수조에서 정수중 모형시험을 통해서 수행되었다.

○ 정수중 유체력 특성, 정수중 저항추진 특성, 파랑중 선체운동 응답특성, 조종성능에 관한 기초적 요소 기술연구

(가) 양력식 복합지지 선형(TSL-F)

① 정수중 성능연구

○ 선형을 구성하는 수중익 및 스트러트의 구성요소와 저항, 양력 및 트림 모우먼트 등의 유체력 특성 파악을 위하여 모형선을 설계 제작하고 정수중 항주시의 유체력을 계측하기 위한 수조시험을 실시함.

○ 유체력을 수치적으로 해석하는 유체력 해석시스템 개발 착수

○ 선형요소의 하부선체, 스트러트 및 수중익 등의 항주시의 유체력 특성을 검토하는 연구 착수

○ 수중익의 캐비테이션과 공기흡입을 검토하기 위하여 모형 및 계측장치를 설계하고, 다음연도에 계획되고 있는 수조시험에 대비함.

② 파랑중 성능연구

○ 파랑중에 있어서의 파랑 강제력 및 부가질량 등의 유체력 특성을 추정하는 해석시스템의 개발 착수

○ 2차년도에 계획되고 있는 구속모형에 의한 수조시험에 대비한 시험계획의 검토

○ 파랑중 수중익, 스트러트 및 선체에 작용하는 유체력 특성연구조사착수

③ 조종성능 연구

신형식 초고속선에서는 보침성능 및 선회성능 등의 조정성능을 파악하는 것이 중요하며, 조종운동중에 선체에 작용하는 유체력의 특성을 조사해 두는 것이 필요함.

○ 1차년도에는 2차년도에 실시할 예정인 수조시험의 계획 검토, 계측 해석장치의 제작 수행

(나) 공기압력식 복합지지 선형(TSL-A)

① 정수중 성능연구

○ 선체, seal, 수중 fin 및 공기 쿠션실 등의 선형요소의 저항성능을 파악하기 위한 수조시험을 실시함.

○ 모형으로서는 개개의 요소모형, 복수의 요소를 조합한 모형, 종합체 모형을 제작해서 각기 시험을 수행함. 상기의 수조시험 결과를 해석하고, 복수요소의 지지분담 특성을 검토함.

② 파랑중 성능연구

○ 선형전체 모형의 저항시험을 실시하여 규칙파중의 주파수 선체운동 성능의 파악에 착수함.

○ 선형의 개개 요소에 대한 운동 유체력을 파악하기 위한 수조시험을 시행함.

○ 수조시험의 연구성과 선체운동 특성을 해석 평가하는 시스템의 개발 착수

③ 조종성능 연구

다음과 같은 수조시험을 실시하고, 조종성능에 대한 검토를 하였음.

○ 조종 유체력 계측을 위한 수조시험, 조종제어의 저항 수조시험

(3) 선체구조 연구

초고속선은 선형요소를 복합적으로 조합한 새로운 개념의 선체형상이라는 점과 높은 파랑해역을 초고속으로 항주하는 점을 고려한다면 선체구조는 충분한 강도를 가지고 경량화를 모색할 구조재료가 선택되어야 하고, 그것에 기초한 새로운 양식의 구조 방식이 개발되어야 함.

따라서 본 연구에서는 구조설계 기법을 확립하기 위하여 설계하중, 구조응답 및 강도성능 및 선체진동 특성 등의 추정법을 확립하는 동시에 강도평가법 등을 포함한 넓은 범위의 요소기술을 확립하는 것을 목표로 함. 그러므로 1차년도에는 먼저 수조시험 등의 시험을 실시하고 또 문헌조사 등의 조사연구를 실시하였음.

(가) 설계하중, 응답 및 강도연구

구조설계의 기반이 되는 요소기술을 종합적으로 연구하고, 이를 종합하여야 하며, 다음과 같은 연구를 수행할 것을 목표로 함.

○ 운항시의 파랑외력이나 충격외력 등의 설계하중 예측기법 검토, 구조의 기본형식 검토

○ 주요한 부분의 구조에 대한 붕괴강도 예측

1차년도에 수행할 연구는 다음과 같다.

○ 초기 개념설계

○ 설계하중, 구조응답, 구조강도의 조사

-파랑중의 충격특성을 포함한 파랑 외력특성을 파악하기 위해서 파랑외력 추정기법의 조사수행

-파랑 외력시험용의 선체 상부모형을 제작하고 수조시험 실시

-대상 선형을 위한 구조양식의 조사연구수행

-응력계산법의 적합화를 도모하기 위해 구조응답해석을 수행하고 구조응답의 해석시스템의 조사연구

-피로강도 및 최종강도 등의 구조내력을 파악하기 위하여, 문헌에 의한 조사연구를 수행하고 2차년도에 실시할 시험 계획을 검토함.

(나) 강도평가법 연구

○ 강도평가의 기준설정

○ 구조안정성에 관한 평가방법 확립

등이 본 연구의 목표이며 1차년도에는 신뢰성 기법을 포함한 각종 기법 및 관련기술에 관해서 문헌조사 연구를 수행함.

(4) 신재료 연구

선체 경량화 방향으로서는 구조형식의 개량, 고강도 경량재료의 선체구조에 적용, 이종재료의 복합적 조합에 주안점을 둠. TSL-F 선형에서는 특히 경량이며 고강도, 고내구성 재료의 이용이 필수임. TSL-A 선형에서는 지금까지 개발된 seal에 비해 크기, 공기압, 연속 운항시간이 월등하게 증대되어야 하므로, seal의 재료 및 형상의 연구개발이 필수임.

1차년도의 연구는 다음과 같다.

(가) 고강도 구조재료의 연구

○ 선체구조의 특수 data 및 적용규칙의 조사, 2차년도에 실시할 재료시험의 계획 입안

(나) 수중익, 스트러트 구조재료 연구

○ 각종 재료의 특수 data 및 적용규칙의 조사, 전항의 재료중 채용될 것으로 생각되는 재료에 대한 특성시험 실시

(다) seal 재료 및 형상의 연구

○ 고강도 seal 구조양식으로 적합한 복합재료 등의 제반 특성을 파악하기 위한 문헌조사

○ 시험용 재료의 일부 제작 및 재료 기초시험의 실시

○ seal 모형을 제작하고 수조에서 파도를 발생시켜 형상변화를 검토하고 진동시험도 실시함.

(5) 추진전달계 연구

추진전달계의 연구계획은 다음과 같다.

○ 대상선형의 선형형상에 적합하며 소형 경량으로서 고신뢰성 및 안정성이 우수한 추진전달계의 설계기초의 구축

○ 원동기로서는 경량형 가스터빈을 이용하는 것을 전제로 하고

○ 감속장치를 포함한 동력전달기구 및 추진기구로서 물 제트 펌프를 주체로 한 추진시스템에 관해서 기초연구 및 응용연구를 수행할 계획임.

1차년도의 연구는 다음과 같다.

(가) 전체시스템 구성 연구

○ 추진장치의 기본구성을 조사 검토하고, 이에 따라 배치계획을 검토후 추진장치 전체의 개념설계를 실시함.

○ 추진장치 프랜트 전체 및 공기 팬 시스템의 기기구성의 합리적인 파악을 위하여 시스템 설계를 수행하고, 대표적인 시스템 구성에 대하여 추진시스템에 대한 기관부 모형을 설계 제작하고, 의장상의 검토를 수행함.

(나) 동력전달 기구연구

○ 감속장치에 관한 계획조건의 조사연구, 요구성능 및 시방의 파악, 소형 경량화를 위한 조사연구 수행

(다) 추진계 연구

○ 물 제트 추진의 성능특성을 파악하기 위하여, 1차년도에는 성능추정법에 관한 조사연구 수행

○ 물 제트 추진시스템의 취수관로의 조사연구수행

○ 관로의 성능특성 파악을 위하여 2차원 관로모형을 설계 제작하고 수조시험 및 풍동시험 실시

○ 2차년도 이후에 실시할 시험계획 입안

(라) 물 제트 펌프 연구

○ 대상선형에 적합한 소형 경량 고효율의 물 제트 펌프에 요구되는 기본성능과 계획조건의 조사와 기본 시방의 검토 진행

○ 전항의 연구결과에 의해서 높은 흡입성능을 중시한 요소연구와 효율을 중시한 요소연구의 진행에 요구가 생겨 각각의 조사연구에 착수함.

○ 펌프의 수력성능을 파악하기 위한 수력모형을 일부 제작하여 시험 실시

(6) 선체자세 제어시스템 연구

신형식 초고속선은 파랑중 동요를 경감하고 선속저하를 가능한한 억제하며, 안전하고 경제성이 높은 운항을 유지하는 파랑중 안정항주를 지향하여 선체자세를 제어함.

선체자세 제어시스템에 대한 연구과제는 다음과 같다.

○ 정수중은 물론 익주시의 수중익 및 타에 의한 자세제어시스템의 개발연구

○ 공기 팬 및 루우바의 공기계의 제어와 수중핀의 제어에 관한 연구

○ 이상의 제어시스템을 개발하기 위하여, 제어 algorithm과 제어시스템의 연구

○ 시스템을 구성하는 하드웨어에 관한 제어장치의 연구

○ 시뮬레이터에 의한 선체자세 제어특성을 검토 평가하는 시뮬레이션 기술의 연구

1차년도 연구는 다음과 같다.

(가) 제어시스템 연구

○ 제어 알고리즘의 시험설계 수행

○ 제어시스템 개발용 시뮬레이터를 사용한 해석 및 제어 알고리즘의 최적화를 지향한 연구착수

○ 제어시스템의 주요기기 구성을 파악하기 위한 기본구상의 검토종합

(나) 제어장치 연구

- flap 및 타등을 구동하는 대용량, 소형경량인 구동장치, 연결기구, 액츄에이터의 제어방식 및 시스템 구성에 대한 조사
- 공기계통의 기본구성에 대한 검토
- 공기 fan의 제어특성을 파악하기 위한 공기팬 기초모형을 설계 제작하고 공기특성 시험 실시
- 제어장치의 기기 데이터에 관해서 조사하고 종합함.

(다) 시뮬레이터 기술 연구

- 수치해석처리, 표시장치를 사용하는 시스템개발용 시뮬레이터 설계제작
- 일부의 선체운동 모델 및 제어모델에 대한 기초적 검토 수행
- 선체 운동특성 모델의 검토와 선체운동의 기본특성 파악을 목적으로 한 비구속 모형에 의한 수조시험의 준비작업

(7) 종합

다음 세기의 혁신적인 초고속 화물선의 설계기술개발을 목표로 하는 5개년 계획의 1차년도 연구는 양력식 복합지지선형(TSL-F)과 공기압력식 복합지지 선형(TSL-A)의 2선형을 후보선형으로 선택하여 저항시험을 포함한 정수중 유체력 계측 수조시험이 실시되었다. 이를 바탕으로 초기 개념설계, 선형성능, 선체구조, 신재료, 추진전달계, 선체지세 제어시스템등 각 요소기술에 대하여 조사 검토가 수행되고 축적 모형에 의한 기본적 시험이 수행되었다.

이상과 같이 1차년도의 연구전체를 통해서 TSL-F와 TSL-A의 2가지 복합지지 선형식의 초고속선에 대한 기본개념이 명백해졌으며, 2차년도 이후에 수행될 과제들도 도출되었다. 1차년도의 연구결과 소요마력의 절감, 내항성능의 향상 및 선형성능의 향상을 도모하기 위해서는 금후에도 계속해서 각각의 특성을 살려 선형 개량 등의 연구를 수행할 필요가 있다는 것을 인식하게 되었다.

그러므로 2차년도 이후에도 이어서 성능개선을 위한 연구가 시행되고, 1차년도의 연구성과를 감안하여 보다 심도깊은 각 요소기술을 계획함과 동시에 그들을 종합하여 선형개량을 수행하고 전체시스템에서의 복합지지 선형식 초고속선의 연구를 계속 수행하여 개발목표를 달성할 것을 계획하고 있다.

주석 1) 홍익대학교 기계설계학과 교수(Tel: 0415-60-2484)

