

日本の造船造機技術の展望

정 운 선
 〈한국선급 부장〉

〈目 次〉

1. 1989年度 建造計劃
2. 조선시설·설비의 정비상황(표 3)
3. 특기할만한 선박
4. 조선설계 및 공작법
5. 선체강도
6. 진동 및 동적응답
7. 용접
8. 재료강도
9. 저항·추진
10. 耐航性
11. 操縱性

1. 1989년도 建造統計

본 원고의 대상선박은 임시 선박 건조 조정법의 대상선박, 즉 총톤수 2,500톤 이상 또는 길이 90미터 이상의 선박(단, 화객선의 화물선 등으로서 근해구역 또는 원양구역을 항해할 수 있는 구조인것)으로 한다.

가. 신조선 수주실적(표 1-표 2 참조)

1989년도의 신조선 수주량은 261척, 8,632,000 총톤으로 전년도에 비하여 72척, 총톤수로 78.0%가 증가하였으며, 이것은 1980년 전후의 조선 mini-boom시에 필적하는 것이다. 이와 같은 수주량의 급격한 회복은 세계적인 동시호황의 영향으로 인하여 신조선을 할당할 필요가 높아지고 있고, 원유 탱카를 시작으로 대체선박의 발주가 최근에 증가하고 있으며, 해운시황의 호전으로 선주들의 신조선 발주의욕이 회복되고 있는것 등이 큰 요인이 되고 있다. 또한 1987년도에 일본내 조선 설비의 삭감으로 선주가 신조선 건조 선대를 조기에 확보하려고 하고 급후의 선가고동향이 강하게 작용하고 있는것 등도 급격한 수주량회복의 요인이 되고 있는것으로 생각된다. 1989년도의 신조선 수주량을 조선의 작업량을 나타내는 표준 화물선 환산 톤수(CGT)로 보면 전년대비로 56.0% 증가하여 4,679,000 CGT이었다. 수주량을 선종별로 보면 화물선은 163척, 4,091,000총톤(전년도 대비 136.7%), 유조선은 94척, 4,491,000 총톤(동 251.7%) 기타선박이 4척, 49,000 총톤(동 67.8%) 이었다.

* 본 원고는 일본조선학회지 제732호(1990. 6)의 기사내용 중에서 造機 및 법규등을 제외하고 우리나라의 조선기술과 관련하여 참고가 되는 중요하다고 판단되는 부분을 발췌하여 일본조선학회의 양해를 얻어 번역한 것입니다.

화물선 중에서 특히 수주량이 많았던 것은 산적화물선과 컨테이너선이었으며, 산적화물선의 수주량은 89척, 3,083,000총톤(전년도 대비 144.5%)이었다. 컨테이너선의 수주량은 32척, 613,000총톤(전년도 대비 121.6%)이고 이중에

서 5,000-23,000총톤으로서 동남아세아나 극동방면에서 운항될 예정으로 발주된 컨테이너선은 18척, 249,000총톤으로서 그 지역에 제품 등의 물동량이 현저히 증가되고 있음에 대응하고 있는것으로 생각된다.

표 1. 1989년도 신조선허가실적

구 분	척 수	총 톤 수		계약 선 가	
		1,000톤	전년동기비(%)	억 엔	전년동기비(%)
국내선	화물선	22	575	179	
	유조선	8	208	91	-
	기 타	3	39	61	-
	소 계	33	821	134	1,012
수출선	화물선	141	3,516	132	
	유조선	86	4,284	275	-
	기 타	1	10	-	-
	소 계	228	7,810	184	8,752
합 계	261	8,632	178	9,764	190

주 1. 건조허가선박(총톤수 2,500톤 또는 길이 90m 이상)을 대상으로 한다.

2. 외화건조계약의 선가는 원칙으로 계약시의 환율로 환산했다.

일반유조선의 수주량은 48척, 3,392,000 총톤(전년도 대비 265.6%)으로서 수주량 전체에서 점하는 비율은 총톤수로 39.3%(전년도 26.3%)였다. LPG운반선의 수주량은 19척, 475,000 총톤(전년도 대비 276.2%)로서 수주량 전체에서 점하는 비율은 총톤수로 5.5%(전년도 3.5%)였고 이중에서 40,000-45,000 총톤의 대형 LPG운반선은 10척, 440,000총톤이었다.

한편 총수주량 중 국내선은 총톤수로 9.5%이며, 이 중 제 45 차 계획조선은 7척, 574,000 총톤으로서 전년도가 2척, 166,000총톤이었던 것에 비하면 대폭적인 증가이나 이는 일본 국적선에 대하여도 외국인 선원의 승선이 인정된 것이 큰 요인이라고 생각된다.

금년도 수주 수출선은 선가지불이 연불방법으로 된 것은 없었으며 수출선중 외화지불 계약은 7척, 395억엔으로 전체의 3-4.5%이었다.

로이드 통계(100총톤 이상 선박을 대상)에 의하면 1989년의 전세계 신조선 수주량은 19,306,000총톤(전년도 대비 163.0%)였으며, 이 중 일본의 수주량은 9,695,000 총톤(동 209.4%)이었다. 또한 세계에 있어서의 점유율은 일본이 50.2%(전년 39.1%), 한국이 16.7%(동 23.3%), AWES국 16.6%(동 16.7%), 기타 16.5%(동 20.9%)이었다.

표 2. 1989년도 선종별 신조선 허가실적

구 분	1988년도			1989년도			
	척	1,000총톤	Share(%)	척	1,000총톤	Share(%)	
화물선	일반 화물선	19	164	3.4	8	49	0.6
	산 적 화물선	65	2,133	44.0	89	3,083	35.7
	화물겸유조선	-	-	-	-	-	-
	자동차전용선	3	14	0.3	4	165	1.9
	컨테이너선	19	504	10.4	32	613	7.1
	RO-RO선	-	-	-	7	43	0.5
	냉동 화물선	27	177	3.7	22	135	1.6
	Barge	-	-	-	1	4	0.1
화물선 합계	133	2,993	61.7	163	4,091	47.4	
유조선	일반 유조선	16	1,277	26.3	48	3,392	39.3
	석유제품운반선	11	254	5.2	10	301	3.5
	화학제품운반선	9	82	1.7	15	112	1.3
	LPG운반선	12	172	3.5	19	475	5.5
	LNG운반선	-	-	-	2	212	2.5
유조선 합계	48	1,784	36.8	94	4,491	52.0	
기 타	8	72	1.5	4	49	0.6	
총 계	189	4,849	100.0	261	8,632	100.0	

나. 신조선 공사실적 및 잔량

1989년도의 신조선 공사량은 기공량, 진수량, 준공량 모두 전년도에 비하여 30% 이상 증가하였다. Lloyd 통계에 의하면 1989년 1년간의 세계 전체 진수량은 13,041,000 총톤(전년 대비 108.7%)이었으며 이 중 일본은 6,023,000 총톤 이었다.

1989년 3월말 현재의 신조선 수주공사 잔량은 224척에 8,083,000 총톤(전년도 동월말 대비 153.2%)이었으며 이 중 일본국내선이 20척, 549,000총톤 이었다. Lloyd통계에 의하면 1989

년 12월말 현재의 세계전체 신조선 수주공사 잔량은 31,055,000 총톤(전년대비 126.5%)이며 이중에서 일본은 10,278,000 총톤(전년대비 176.5%)이었다.

다. 개조공사 수주 실적

1989년도의 개조공사 수주량(개조허가선박 대상)은 4척으로 개조공사 계약금은 15억엔이었다(전년도 7척, 49억엔). 개조공사 내용은 선체연장 2척, 단축 1척, 선체상부구조 확장공사가 1척이었다.

2. 조선 시설·설비의 정비상황(표3)

일본의 조선업은 구조적인 수급 불균형을 해소하기 위하여 1987년도에 총톤수 5,000톤 이상의 건조설비를 대상으로하여 약 24%의 과잉설비를 처리하였다. 그후 scrap and build에 의한 확장등에 의하여 1990년 4월 1일 현재 5,000톤 이상이 46기, 5,000톤 미만인 192기에 이르고 있다.

표 3. 건조/수선 설비(선대, 톤크)

기간	1987. 4	1988. 4	1989. 4	1990. 4
총톤				
500- 5,000미만	196/199	197/196	194/193	192/192
5,000- 30,000미만	37/62	18/59	17/57	18/55
30,000-100,000미만	26/24	20/25	20/24	19/24
100,000이상	10/12	9/12	9/12	9/12
합 계	269/297	244/292	240/286	238/283

3. 특기할만한 선박

가. 화물선

1989년 2월 인도된 『Sunshine La Plata』호(23,000 DWT, 953 TEU)는 General-cargo, Bulk-cargo, Grain, Container 등을 적재하는 다목적 Semi-container선이다. 주로 일본-중남미간을 갈때는 container를, 올때는 pulp를 운반할 것을 목적으로 하고 6개의 화물창중 3개는 pulp적재를 고려해서 완전 square로 艙内に 突起物이 없는 구조로 되어 있다.

Container적재시의 고정장치에는 수평 격납식 chocking-system을 채용했다. 여러종류의 화물을 적재 가능하게 하기 위하여 No.2, 6艙에는 중앙종통격벽을, No.1, 2, 4, 6창에는 second-deck hatch cover를 장비하고 있으며, 하역장치로서는 40tf gantry-crane(2기), 25.5tf deck-crane(1기)을 장비하고 있다.

Trailer積 자동차渡船 『Hokkaido Maru』(trailer 약 109대積)호는 주로 Trailer를 Rollon/Roll-off로 적재하는 화물 Ferry로서, 선수부에는 straight형의 Bow-lamp, 선미부 좌현에 quarter형의 stern-lamp를 설치하고 있으며 tank top에의 cargo access용으로 cargo lift를 사용하고 있다. 선형에 있어서는 필요 deck area에 비해서 화물중량이 작기 때문에 대단히 Fine한 형으로 되어있으며 항해속력은 약 20.5kt로서 고속이다. 신뢰성·저연비의 관점에 의하여 2-cycle 주기관(9L50MC)과 Niigata-Converter 회사의 Omega-clutch를 채용하고 있다. 또한, 항만내에서의 조종성 향상을 위하여 Bow Thruster 1기를 갖고 있고 항해중의 동요감소를 위하여 Fin-stabilizer 1기를 장비하고 있다.

나. 산적선, 광석운반선

광석운반선 『尾上丸』(233,016DWT)은 propeller 위치를 선체중심부터 우현측에 편위시켜 추진효율을 향상시키고 있으며 NK의 C급 자동화 설비를 적용하였다.

목재 chip 운반선 『Iiden Maru』(57,378 DWT)는 省 energy, 省人化를 추진함과 동시에 모든 화물창을 이중선각구조로 하여 chip의 창내 駐溜방지와 하역효율의 향상을 기하고 있으며, 화물창의 조명에 고정식수은투광기를 비치하여 창내작업의 안전성을 높이고 있다. 耐氷形 산적선 『Northern Progress』(36,790 DWT)는 선수부를 氷海向의 형상으로 하였다.

다. 유조선

1989년은 최근의 탱커붐을 반영해서인지 탱커의 준공량이 증가하고 있다. 첫째 VLCC를 보면 1988년에는 화제가 많은 超省 energy船

이 등장하였으나 1989년에도 계속해서 제 2 세대부터 제 3 세대로의 변환기라고도 생각되는 고속화 超省에너지형 VLCC가 많이 준공되었다. 『Navix Seibu』(238,500 DWT)는 만재속력 15.5Kt에 대응하도록 종래의 VLCC에 비하여 가늘게 설계하여 정수중이거나 파랑중 공히 추진성능이 양호하고 Dolphin 계류관계에 있어서도 높은 신뢰성을 확보한 획기적인 선형을 채용하였다. 또한 지름 11.2M의 Propeller의 채용등으로 추진성능의 향상을 꾀하고 있으며, 화물관 장치로서는 종래 3대인 cargo pump를 4대로 하는 등 하역의 flexibility를 높이고 있다. 또한 항해선교감판에 항해, 기관, 하역의 제어 기능을 집중하고 갑판기기의 원격조작의 채용등으로 선원 13명으로 운항이 가능한 실험선 大사양을 만족하고 있다.

한편, VLCC의 대략 반정도의 적재능력을 갖고 있으면서 Suez운하를 만재상태로 운항가능한 말하자면 Suez-Max형 탱커 (1,000,000 Barrel형)도 많아졌다. 『Wilomi Tana』는 省에너지 대책은 물론 하역감시·제어에 있어서도 Micro-computer, CRT 채용등으로 대폭적인 하역작업 자동화를 기획하고 있다.

라. 액화가스 운반선

『Northwest Sanderling/Swift/Swallow』 등 3척은 서호주 향 프로젝트로 건조된 Moss방식 125,000M³형 LNG선으로 종래와 비교하여 경제적인 4tank방식, Boil-off율(0.15%/day), 강제증발장치, 고도자동화 System 등을 채용한 신세대의 LNG선이며, 동 프로젝트로서는 금후 다시 4척이 취항할 예정이다. 『Ekaputra』 호는 Indonesia와 臺灣間에 취항한 세계최대급(137,000M³)의 Moss방식 5tank LNG선으로 Boil-off율 0.1%/day를 달성하고 있다. 『日雄丸』은 대체시기가 된 대형 LPG선의 제 1 선으로 여러가지 省에너지, 省人化사양이 채용되고 있다.

마. 여객선

1989년은 일본에 있어서는 객선元年이라고도 이름 지어진 해로서 cruise에 대한 높아진 관심에 대응하여 cruise시장의 규모확대를 목

적으로 한 호화객선이 차례로 준공되었다.

『Oceanic Grace』(5,218GT)는 승객은 120명으로 적은편이기는 하지만 선내거주성의 쾌적함을 추구한 결과 公室면적은 승객 1인당 약 7.5M²나 되고 Restaurant, Lounge, Bar, Pool등 대형여객선에도 지지않는 호화로운 설비를 한 개인 요트 감각의 Cruiser이다. 추진 System으로서의 중속 Diesel 기관을 사용한 2기 2축 2타 방식과 가변 propeller, Flap타, Bow-thruster 및 joy-stick콘트롤 등 조선이 용이하도록 계획되고 있다. 또한 주기, 발전기 등에 防振거치, 저소음형 기기를 탑재하고 있다.

『Fuji Maru』(23,349 G/T)는 일본최대의 크기를 자랑하고 있으며 승객 600명으로 동남아세아, 일본근해의 cruising을 목적으로 한 호화여객선이지만, 각종 행사, Symposium 등으로의 사용도 가능하다. 추진 plant는 저속 2기 2축 2타로 가변 pitch-propeller의 채용, 또한 Bow-thruster, fin-stabilizer, joy-stick 장치를 갖고 있다. 항해속력은 20Kt이나 12~13Kt의 저속시에도 경제적인운항이 가능하도록 되어 있고, Dining room, Lounge, Salon, 극장등이 있으며 600명용의 다목적 hall을 갖고 있는것이 특징이라고 할 수 있다.

동경만Cruising겸 restaurant선 『Vantean』(1,717GT)은 2층의 식당과 후부의 여객실이 바닥부터 천정까지 전면 유리로 되어 있으며 최상층의 restaurant은 반원형으로 현외에 튀어나온 구조로 되어있다. 동요가 적어 승선감이 좋으며 선회시에는 대경사가 일어나지 않도록 주요 칫수와 선형이 선택되어 양호한 조종성이 얻어지는 2축, 2타, CPP, Flap-rudder, Bow-thruster가 장비되어 있다.

소형여객선으로서 일본산 Jet-foil 제 1 호 『Tsubasa』(164GT)는 약 45Kt라고 하는 고속성과 쾌적성을 추구한 자동자세제어장치를 설비하고 항공기기술을 구사하여 개발된 전물수중 익선이다. 최대탑재인원은 270명, 추진장치는 Water-Jet 추진기이며 Gas터빈 3,800PS × 13,120rpm 2기를 갖고 있다.

『平成1』(245G/T)은 '89세계 Design 전람회에 종사를 주목적으로 건조된 Catamaran, 고

속형 여객선이다. 선체구조에는 내식성 Al-합금이 사용되고 여객설비로서는 Event-hall, Convention-hall 등이 설비되어 있다.

바. 특수선

Aft-skeg붙이 Air-cushion정 『Sumidagawa』는 Hover-craft와 SES와의 중간쯤에 위치한 신형식선이라고 말할 수 있다. 즉, Hover-craft와 같이 Air-cushion압에 의하여 부상하나 선미부 양현에 추진기관과 Water-jet를 수납하는 Skeg를 설치, 수중추진장치에 의하여 추진된다.

방위청의 SES실험정 『Meguro』는 일본에서 건조된 최초의 SES이며 Gas-turbine기관 2기 설치, 속력은 약 40Kt에 달한다. 반잠수 쌍동선으로서 고속여객선 『Seagal 2』는 세계 최초의 반잠수 쌍동선 『Seagal』의 대체선으로 2,680PS의 Diesel기관을 4기 장비하여 30.6Kt의 최고속력을 낸다.

동경대학 해양연구소의 다목적 대형해양 연구선 『白鳳丸』은 초대 白鳳丸보다 선체의 대형화와 함께 최신예의 연구관측설비를 다수 탑재하고 있다. 추진장비로서 4기 Diesel기관과 2기의 전기추진 Motor를 장비하고 있으며, 수중음향기나 정밀기기에 유해한 진동이나 수중방사잡음을 포함한 소음을 방지하기 위하여 주기관이나 주발전기관을 이중방진지대로 하는 외에 주요한 보기나 배관에 방진대책을 시행하고 있다.

6,500m 잠수조사선 지원모선 『Yokosuka』는 2,000m 잠수조사선 System에 있어서의 지원모선(Natsushima)의 건조실적을 경험으로 잠수선용착수양수 장치의 능력향상과 수중방사잡음의 저감화를 꾀하고 있다. 또한 잠수조사선의 잠항지원장치로서 양상선위측정을 위한 고정도 항법장치, 음향항법장치, 해저지형을 조사하는 Low-beam음향측심장치 및 수중통화기등을 장비하고 있다.

습지대에서의 준설작업을 효율 좋게 실시할수 있는 수륙양용의 Suction준설선 『Sand Duck』호는 선체를 Center-pontoon, Side-pontoon 및 Rudder 등의 부분으로 분할하여 육상수송

이 가능하며 수륙양용의 기능과 함께 매우 기동성 있는 운용을 할 수 있다.

사. 개조선

일본에서 처음으로 부체주차장(계류선)이 건조되었으며, 약 1400대의 자동차 전용 운반선을 개조후 안벽에 계류하여 주차장으로 이용된다. 차의 출입은 감아올릴 수 있는 Hinge식 Ramp-way로 행하여지고 각층(갑판)으로의 출입은 현외에 돌출시킨 고정 Ramp-way상을 이동하여 행한다.

4. 조선설계 및 공작법

가. 특색있는 기본설계

Tanker의 기본설계에 관하여는 원유 유출사고 대책을 위한 미국의 二重船殼구조 Tanker 법제화에 호응하여 건조계획중으로 하려는 선주가 증가하고 있으며, 조선소에서는 그 효율적인 건조법을 포함하여 최적의 기본설계를 개발중에 있다.

Container수송 수요의 증대에 의하여 주요정기 항로에 3,200~3,600 TEU급의 대형선조 Container선이 차례로 투입되고 있다. 三井商船에서는 Panamax로서의 폭, 길이의 제한을 지키면서 화물창내의 Container 列數를 종래의 10열로부터 11열로 증가시킨 Container선의 기본설계를 끝마쳤으며, 三菱重工業, 石川島播磨重工業에서는 역시 창내 11열로서 상갑판의 Hatch-Cover가 없는 새로운 타입의 Container선의 기본설계를 진행중에 있다.

또한, 컨테이너 적재개수 증대의 요구는 Panama 운하의 항행을 전제하지 않는 Over Panamax선형의 출현을 재촉하고 있다. 해상 컨테이너 자체의 Size도 다양화되는 요즈음, 이에 적절히 대응하면서도 더욱 상기와 같은 새로운 Concept를 갖는 Container선의 출현은 Container선이 새로운 세대에 들어가고 있음을 느끼게 한다.

三菱重工業에서는 최대승객수 960명의 대형 Cruise객선 “Crystal Harmony”호를 1990년에 준공 예정으로 있으며, 최고급 Grade를 제공함

을 목표로, 종래선보다 넓은 객실(17㎡이상), 높은 Out-door율(96%), 베란다율(54%), 섬세한 Needs에 대응하는 다종다양한 公室등을 특징으로 하고 있다. 동사는 極地나 아마존의 秘境을 방문하는 탐험 Cruise선(승객 184명)을 수주하여, 기본설계를 전개중이며, 빙해를 항행하기 위하여 높은 선각강도를 갖고 操船을 위한 기기도 충분한 여유를 갖는 구조로 하고 있다. 또한, 하천을 遡航하기 위한 얇은 흘수, 상륙설비가 없는 곳을 위한 대형고무 Boat 12척, Helli-Port등 탐험 Cruise선으로서의 설계, 설비가 특징이다.

三井造船에서는 화물창을 구조물로 완전히 폐쇄한 산적화물선 TEBC(Totally Enclosed Bulk Carrier)의 개념설계를 완료했다. 이것은 주로 습기를 싫어하는 Paper-roll등을 효율적으로 운송하는 것을 그 특징으로 하고 있으며, 선체 내부에 설치된 Gantry-Crane을 이용하여 우천시에도 화물의 하역이 가능하도록 되어 있다.

日本鋼管에서는, 1기 1축선으로서 Propeller 축을 선체 중심으로부터 Off-Set시켜 추진효율을 개선하는 NOPS(New Off-Center Propeller Ship) 선형을 개발하여 233,000 DWT의 광석운반선에 적용하였는데 특히, 船尾와류가 큰 선박의 渦抵抗低減에 효과가 있다고 한다.

일본조선전흥재단에서는 초전도를 이용한 전자추진선의 개발을 진행시켜왔는데 1990년도 중에 실험선 "Yamato-1"을 완성시킬 예정으로 있다. 길이 26.4m, 폭 10.39m, 깊이 2.50m로서 액체 Helium으로 냉각한 초전도자석을 이용, 전자력을 발생시켜 그 힘에 의하여 해수를 후방에 밀므로써 약 8Kt의 속력을 얻는다는 것이다. 현단계에서는 아직 필요전력에 대한 추진 효율은 낮으나 금후 실험의 성과를 보가면서 導電率이 좋은 추진매체의 개발, 高磁場을 발생시키는 초전도자석의 개발등의 벽을 넘게되면 Screw Propeller에 대신하는 추진기로서 실용화 할 수 있는 가능성이 있을 것으로 생각되어 앞으로의 추진성과가 주목된다.

日立造船은 Product Carrier의 표준설계로서

Epoch MK II의 설계를 완료하였는바, 완전 이중선각, 이중격벽구조를 채용하고 탱크내의 들기물을 전부없애므로써 잔액처리, 탱크세정을 용이하게 함과 동시에 탱크내 도장면적의 저감에도 성공하고 있다.

나. 특색있는 의장 장치

Kayaba Mac Gregor에서는 냉동선 중갑판의 4장의 Panel Folding Cover의 구동장치로서 外裝式 유압 Cylinder 채용에 성공하였다. 종래, 냉동선의 중갑판에서는 Space상의 제약에 의하여 Panel 하부에 유압 구동장치를 설치하는 경우가 많아서 배관등으로 부터 기름이 누설되었을때 직접 적하에 손상을 줄 위험이 있었으나, 이번의 외장식에서는 기름받이 구조를 조립할 수 있으므로 기름누설로 인한 적하손상의 가능성을 현저하게 경감하였다.

다. 설계법의 진보

川崎重工業에서는 "선박통합 CAD/CAM System"의 일관작업으로서 전기의장설계업무의 각 공정에 적용가능한 System의 실용화에 들어갔다. CADAM을 이용하여 계통도, 배치도 등의 작성지원, 이들 정보를 생산정보로 Break Down하여 갈 경우의 정보부여, 전로해석, 전선의 길이계산, 전선관리 등 광범한 기능을 갖도록 하고 있는 바, 이미 5척의 설계에 적용하였다고 보고되고 있다.

5. 선체강도

선체구조의 강도평가를 위한 파랑하중 및 선체응답에 관한 연구로서 渡邊 등은 컨테이너선의 선수부 Flare 형상이 선체응답이나 파랑중첩힘 Moment에 주는 영향을 정면파 및 사면파 중의 수조실험을 행하여 조사하였다(船論 166, 船研講 54). 梶 등은 Lift-fin불이 쌍동선에 대하여 파랑외력의 추정방법, 파랑외력과 구조응답의 상관관계 등을 해석 및 실험에 의하여 검토하였다(關船誌 211). 岡 등은 전장 43m의 대형고속정에 대한 선체운동, 응력, 선

체에 걸리는 수압 등의 실선계측을 하여 대형 外洋고속선의 설계기준을 위한 Data를 수집코저하였다(船研講 53).

파랑충격하중에 관해서는 荒井 등이 큰 Flare를 갖는 선수단면에 대하여 수면충격수치 Simulation 및 목재 모형을 사용한 수면낙하시험을 행하여 Slamming충격하중의 추정법을 검토하였다(船論 166). 前中 등은 방요판의 충격시험을 행하여 충격하중, Bending, Strain을 계측하고 정적시험 및 유한요소법에 의한 계산결과와 비교하여 충격응답, 붕괴 Mode에 대하여 고찰하였다(船研講 53).

선체구조강도에 관한 연구로서는 安田 등이 선체구조부재 중 중요한 상갑판 및 외판에 생긴 전열손상에 대한 조사를 시행하여 피로에 의한 균열손상과 급속불안정파괴에 의한 균열손상으로 분류하여 검토하였다(NK誌 206).

氷井 등은 FRP제 소형고속선의 Bottom-Longitudinal 구조부에 발생한 손상에 대하여 그 원인을 검토하고 손상이 발생하지 않는 안전기준을 실례에 기초하여 제안하였다(西船報 78). 福地 등은 판각구조의 탄소성 大변형 해석에 있어서 탄소성 상태의 판두께방향의 응력분포를 가정하여 소용량의 계산으로 거동해석이 가능한 방법을 검토하였다(西船報 78). 大坪 등은 2차원 탄성문제에 있어서 4節点 요소로부터 얻어진 유한요소解의 離散化 誤差에 대한 오차해석법을 검토하고 그 타당성을 확인하였다(船論 165). 失尾 등은 유한요소법을 사용하여 탄소성 평면응력 문제의 감도해석을 위한 定式化 및 Tailor급수전개에 기초한 再解析手法를 검토하였다(船論 166).

岡田 등은 2차원 탄성문제의 유한요소해석에 있어서 Mesh분할의 최적화에 대하여 요소경계에서의 응력불연속에 의한 오차에너지 평가를 기초로 검토하였다(關船誌 211). 見上 등은 구조해석 Software의 User's interface개선의 일환으로서 유한요소 Mesh분할에 대하여 Expert System의 적용하였다(住重技 111).

中長 등은 석유굴착용 해양구조물의 Leg의 V형 格点部에 대하여 여러가지의 하중상태에 있어서 강성 및 항복강도를 이론해석에 의하여

해명하고 보강방법에 대해서도 검토를 가하였다(船論 165).

吉田 등은 수심 30~70m의 수중 깊은곳의 해상공간을 이용하기 위하여 해저에 매설된 8개소의 기초구조로 지지된 반지름 1km의 반잠수식 Ring모양 구조체에 대해서 강도, 거주성 등의 검토를 행하여 구조공학적 가능성을 검증하였다(船論 165). 또한 다수의 대형 부력체와 이들에 의하여 지지된 대규모 상부구조로된 반잠수식 구조체에 대하여 상호간섭효과를 고려한 波 강제력, 운동 및 구조응답을 精度가 좋게 해석하는 방법을 개발하여 계산과 실험과를 비교하므로써 그 타당성을 확인하였다(船論 165, 166).

失尾 등은 판두께 관통시에 원주방향으로 균열이 있는 원통부재에 있어서 순수하게 Bending하중을 받을 경우의 탄소성 거동을 균열전전의 영향을 고려하면서 파괴시험 및 유한요소법에 의한 해석을 행하여 조사하였다(船論 166). 吉田 등은 대형 Concrete제 해양구조물의 해상접합에 관하여 예인시에 받는 파랑 및 어름하중에 대한 접합부의 최종강도를 FEM해석으로 검토하였다(關船誌 211).

都井 등은 공간골조 구조물의 비선형붕괴 거동의 수치 Simulation을 위하여 개발한 효율화된 유한요소 Program에 의하여 수치해석을 행하여 그 유용성을 검증하였다(船論 166).

米家は 2-Lower Hull형 반잠수식 해양구조물에 가하여지는 파랑하중의 간이추정법을 표시하여 波力 및 구조부재 内力의 특성을 조사하였다(NK誌 206).

구조 신뢰성의 연구로서는 岡田 등이 입체골조구조의 최종강도 해석에 기초하여 확률적으로 주요한 붕괴 Mode를 생성, 선정하므로써 구조전체의 신뢰성을 평가하는 System을 개발하여 실제로 Tanker에 적용, 수치계산을 행하고 유효성을 확인하였다(船論 166).

安藤 등은 하중전달형 十字 이음구조의 피로강도 및 상갑판의 좌굴강도에 대하여 안전성 지표에 의한 신뢰성 해석수법의 적용을 검토하였다(船論 166).

6. 진동 및 동적응답

岩本 등은 Diesel 기관축계를 분포정수계로 생각하여 전달 Matrix법에 의하여 Tortion과 중, 횡 및 그 연성에 의한 진동을 해석하여 실선계측과 비교하였다(船機誌 24-12). 穂森 등은 Diesel engine의 Crank 축계강도에 관해서 FEM을 사용한 Crank축 Pin fillet부의 응력계산법을 표시하여 Crank 單體 및 實機의 계측에 의한 정도를 확인하였다(船論 165). 中村 등은 중고속 Diesel engine의 소음에 관하여 FEM에 의한 Crank case의 진동응답해석 및 경계요소법에 의한 음향방사예측을 행하여 실험치와 비교하고 있다(船機誌 24-12). 木原 등은 Diesel engine의 진동, 소음의 파형해석에 의하여 폭발연소과정과의 관련성을 조사하였다(船研講 53). 青柳 등은 추진축의 진동저감법으로서 선미관베어링에 靜壓베어링을 사용할 것을 제안하고 계산 및 실험에 의한 효과를 확인하였다(船機誌 24-11).

山野 등은 Propeller surface force에 의한 선미진동의 저감법으로서 외판개구와 선미탱크를 사용하는 방법을 제안하고 모형 및 실선실험에 의하여 효과를 확인하였다(關船誌 211). 原野는 선박 거주구의 방음대책에 관하여 진동의 절연, 감쇄방법 등을 해설하여 실선에의 적용예를 소개하고 있다(船誌 718).

松本 등은 선체진동에 관한 실선실험 Data를 수집한 Data base 및 Data의 통계해석 System을 개발하였다(關船誌 211).

眞能 등은 선체 Panel의 음의 투과특성에 관하여 경계요소법에 의하여 Panel진동과 媒質의 連成 진동을 해석과 동시 실험에 의하여 검증하고 있다(關船誌 211).

岩崎 등은 2차원 全沒 원통殼의 방사음향 문제에 관해서 3차원 영향이 적은 실험법을 제안하여 이론계산치와 비교하였다(船論 165). 肥後 등은 자유표면에 있는 물체의 수중음 반사 문제에 관해서 半沒球의 散亂音場의 이론계산 및 실험에 의한 검토를 행하였다(船論 166).

有馬 등은 底置型 해양구조물 등을 대상으로 하여 창내 유체운동을 이용한 動吸振器에 의한

방진법을 제안하여 그 진동특성을 모형실험 및 多質點 계산 Model에 의한 응답계산으로부터 구하였다(船論 166).

前中 등은 round bar의 낙하에 의한 방요판의 충격시험을 행하고 정적시험 및 유한요소법과의 비교에 의하여 방요판의 응답물성과 붕괴 Mode를 검토하였다(船研講 53).

7. 용 접

1989년 6월에는 강선공작법 Symposium이 개최되었다. 강선공작법 연구위원회 제 1 분과 회의의 연구보고에서는 박판 및 초박판 용접시의 변형 Strain 대책, 용접 Robot의 외업작업에의 적용 등에 대하여 보고되었다.

용접 Robot에 대하여는 여러곳에서 연구가 진행되고 있으며 吉富 등은 선각 소조립공정에서 사용하는 Arc용접 Robot의 개발을 보고하고 있다. 작업記述 Level의 Robot언어의 개발에 의하여 용접을 지시하는 Program량을 대폭으로 축소함과 동시에 부재 始從端의 검지수법을 개발하였다(船論 166), (西船報 78).

宮崎 등은 PC를 사용하여 여러가지 3차원 구조물과 다양한 Robot에 대응할 수 있는 Robot용 NC Data를 자동생성하는 범용 CAD/CAM System을 개발하였으며 (日立技 50-2), 杉谷 등은 Stainless 원통용기의 용접을 전자동으로 행하는 지능용접 Robot를 개발하였다. CCD카메라를 사용한 畫像처리 Sensor에 의하여 開先의 Root-gap폭을 검출하므로써 용입 깊이와 Bead높이가 동시에 제어된다. 고정도의 개선제어와 Torch높이 제어가 가능하며 고속 Arc 용접법에 의하여 평활한 Bead형상과 안정된 용입이 얻어졌다(NKK技 128).

고속 Arc 용접법에 대하여는 中大형 구조물 생산 Line의 자동화용접장치 및 용접 Robot의 투자효율을 높이기 위한 요소기술로서도 연구가 진행되고 있다. 藤村 등은 한개의 Nozzle로부터 복수의 소모 전극을 送給하여 복수의 Arc를 발생시켜 한개의 용융池로 용접을 하는 Multi arc 고속용접을 실현하므로써 實機에의 적용가능성을 얻었다(三菱技 26-3).

용접이음부의 연구도 각종의 강관에 대하여 검토되고 있다. 上田 등은 TMCP강의 기둥, 평판, Pipe등 구조부재의 압축강도를 유한요소법에 의하여 상세히 해석하여 연결부가 강도에 미치는 영향을 검토하였으며(溶論 7-2), 富田 등은 Weibull 分布 Random 荷重下에서의 피로강도선도를 신속히 구하는 방법을 제안하였다.(造論 166). 또한, 多田 등은 HT 50강관 및 9% Ni강관을 대상으로 용접이음부의 파괴인성치를 측정하는 방법을 제안하였다(西船報 78). 吉村은 이동하는 용접열원 주위의 3次元적 온도분포를 유한요소법에 의하여 간이추정하는 열전도해석 프로그램을 개발하였으며(NKK技 125), 態倉 등은 북극해에서의 이동식 강제인공섬의 사용강재와 용접재료에 관한 연구예를 소개하였다(溶誌 58-2).

8. 재료강도

일본 조선헌회지 1989년 7월호로부터 『재료연구·최근의 동향』에 관한 강좌가 연재되어 다음 분야가 취급되었다. 富田은 변동하중에서의 피로강도, 통계적 규칙성 및 추정방법(船誌 721)을, 藤井은 동적파괴인성의 시험방법 및 영향인자에 대하여, 川口는 불안정 연성 파괴에 대하여 천연가스 pipe line을 예로하여 해설하였다(船誌 722). 또한 粟飯原등은 해양구조물용 강재의 용접열 영향부에 있어서의 국소취화 영역에 대하여, 豊貞 등은 구조모형실험에 근거를 둔 COD설계곡선을 예로하여 결함 평가수준을 해설하였다(船誌 723).

豊田은 다른 종류의 재료접합부의 강도평가에 대하여(船誌 724), 金原등은 복합재료의 강도평가에 대하여, 北田은 TMCP강의 이용과 문제점에 대하여(船誌 726) 해설하고 있다.

피로균열진전에 관한 해석적인 연구에는 非直狀 균열의 진전 및 피로균열 전과(船論 165), 취성균열의 해석방법(船論 166)등에 관한 연구가 있었으며 실험결과 보고도 많았다.(溶論 7-2, 7-3) 또한 탄소성 파괴인성에 미치는 판두께 효과에 대한 조사(船論 165)와 HT50 및 9% Ni鋼에 대한 용접이음부의 충격

시험 결과에 의한 파괴인성 추정방법(西船報 78)이 제시되었다.

한편 해양구조물용 강재의 강도에 대해서는 極地用 강재와 용접이음 성능에 대한 해설(溶誌 58-2)과 반잠수형 해양구조물의 모형실험과 파괴역학을 이용한 용접초기결함에 대한 안전성 평가(三井技 136), 변동하중하에서의 용접 crack에 대한 검토(溶論 7-3)등이 보고되었으며 日本造船研究協會의 『해양구조물의 피로설계법 및 용접부의 품질에 관한 연구』(제 202 연구부회)가 진행되고 있다.

9. 저항·추진

가. 저항

松村등의 저속 항행 선박 주위의 流場에 대한 근사해(船論 166), 宋의 細長體이론에 근거한 조파유체역학의 수치계산 예시(關船誌 211, 船論 166), 저속이론에 의한 극소 조파저항계산(關船誌 211)등이 있었으며 고속연안어선에 적용가능한 조파저항이론도 논술되었다(水工技 9).

수치유체역학의 수법을 사용한 연구가 다수 발표 되었으나 자유표면파에 대해서는 경계요소법, NS방정식, Euler방정식에 의한 차분법이 사용되어 경계조건·파도의 붕괴·고속정造波 등의 연구가 있었다. 徐등은 삼각형 1차근사 panel을 사용한 경계요소법으로 물수체의 자유표면 흐름을 계산하였다(船論 165). 申등은 물수 2차원 Blade상의 자유표면근방 흐름에서의 난류특성을 실험적으로 조사하여 파도의 붕괴는 초기단계에서는 난류와 닮은 특성을 갖는다는 것을 발견하였다(船論 165).

郭등은 Wigley 모형선 둘레의 자유표면 흐름을 NS방정식의 차분해법으로 계산하였다(船論 166). 日野등은 Euler방정식의 차분해법을 사용하여 柱狀선수의 半滑走정에 대한 조파현상을 계산하여 선수부에서는 좋지않으나 선미에서의 파면현상은 잘 표현될 수 있음을 설명하였다(船研講 54).

또한 수치계산법의 정식화에 관한 연구로서 山崎는 propeller등 회전익이 붙은 물체 둘레의

유장계산을 위한 기초방정식을 유도하였는데 일레로 propeller를 갖는 배의 저항성능의 계산법을 표시하였으며, 유체의 수치계산을 위한 기초방정식을 압축, 비압축 유체의 쌍방에 대해서 여러가지 난류 Model도 포함하여 詳述하였다(西船報 78). 수치계산방법의 검증에 관한 연구로서 徐 등은 차분법의 효율을 높이기 위하여 방정식의 물리적인 특성에 대응하는 격자를 사용할 것을 제안하였다. MAC법에서 Poisson 방정식의 해법은 비교적 굵은 격자로 충분하며, 자유표면상에서는 공간보다는 적은 격자를 사용하므로서 효율있고 타당한 결과가 얻어진다는 것을 나타내었다(船論 166). 물리현상으로서의 점성유장에 대한 이해를 깊게하기 위하여 난류, 박리현상의 해명에 관한 연구가 있었다. 馬場 등은 기동물체로 부터의 박리류의 발달을 수소기포법과 熱膜 유속계로 조사하였다(船論 165). 西尾 등은 양각이 작은 회전 타원체 둘레의 흐름을 가시화시켜 3차원 박리 흐름의 구조를 추정하였다(關船報 211).

마찰저항저감법에 관한 연구로서는 氷松(哲) 등의 LEBU(Large Eddy Break-up)와 Riblet에 대한 수밀시험결과(西船報 77), 白勢의 유한체적법과 $\kappa \sim \epsilon$ 난류 model을 사용한 수치simulation 등이 있었다(西船報 78). 또한 斜航流場에 관한 연구로서는 長谷川 등의 전자 log의 배치결정을 위한 직진 및 斜航시의 流場 조사(關船誌 211), 集野 등의 회류수조에서의 流場계획 조사가 있었다(館船誌 212). Hagino 등은 1축비대선의 추진성능을 향상시키기 위하여 propeller boss 둘레의 선미단을 편심시킨 비대칭선형을 개발하여 Panamax BC에 적용, 실선성능을 추정한 결과 약 7%의 省에서지가 달성되었음을 보였다(關船誌 211). 菅井 등은 699 GT형 내항 Tanker의 대폭적인 마력절감을 달성하였다(船研報 26).

선체, propeller, 舵를 포함한 총체적 추진성능에 관한 연구로서, 本田 등은 Series 60선형 정면규칙과중에서 추진성능을 계산하였다(西船報 77). 中武 등은 두개의 propeller와 두개의 舵사이의 상호간섭의 계산법을 예시 하였으며, 田村은 淺水에서의 blockage영향에 대하여 검

토하였다(西船報 78).

나. 추진

菅原 등은 초전도 전자추진선의 추진성능 향상을 위하여 추진장치의 전후에 사용하는 6分岐, 6함류관을 설계하고 모형실험에 의하여 손실계수를 명시하였다(關船誌 211). 새로운 계측방법도 많은 연구가 있었으며(關船誌 211, 船研講 54), 고속정 또는 SES에 관한 연구도 많았다. 특히 日本造船學會 推進性能 研究委員會는 高速정 研究特別委員會 Symposium 『高速정과 性能』을 개최하고 추진성능, 파랑중성능, 조종성능등과 AVC 또는 leisure用 고속정 등의 구체적 선형에 대해서 다각적인 발표가 있었다.

丸尾는 고속정의 유체역학적 성질이 일반적인 배수형 선박과 다르다는 점에 대한 특징을 논하였으며 鈴木(勝)은 滑走정에 관한 유체역학에 관하여 소개하였다. 小松 등은 활주정 및 반활주정의 유체역학적 특징을 해설하고 고속정의 수조시험 및 실선시험에 있어서의 문제점을 논하였다. 藤野는 單胴型 고속정의 파랑중성능, 파랑하중, 선저충격수압에 대하여 논하였다.

仲渡 등은 고속정의 조종성능에 관한 기술의 현황과 연구의 방향에 대해서 개설하였으며 村尾 등은 air-cushion선의 저항, 추진, 부상, 운동과 자세제어, 조종등의 기본성능 및 소요동력에 관한 기초적인 추정법과 평가법에 대해서 정리하였다. 増山은 sailing yacht의 범주성능을 기술하였으며, 福島는 중·소형 pleasure boat에 대하여 소개하였다.

또한, 推進性能研究委員會의 『船體주위의 흐름과 流體力』에 관한 symposium이 개최되어 선체 주위 유체기초현상의 이해를 돕는 연구, 혹은 흐름을 적극적으로 억제하려는 연구가 소개되었다. 자유표면의 흐름에 대하여 茂里는 선수 근방의 파도의 붕괴 현상을 Review하였으며 鈴木(勝)은 쇄파현상에 관하여 線形造波 저항이론에 적용되는 간단한 수학 Model을 제안하였다.

그리고 松村은 자유표면 흐름에 관한 정식화

의 기초에 대하여 해설함과 동시 저속류에서는 波線 이론을 중심으로한 해석방법과 물리적 의미를 명백히 하고 고속류에서는 자기 상사류의 유용성을 표시하였다. 점성류에 대하여 姫野 등은 난류 Model의 공학적 기초, 層流부터 난류에의 천이 과정의 실험결과 및 계산유체 역학에 의한 해석에 대해서 종합적인 토의를 하였다. 또한 奥野는 선체주위의 박리 흐름에 대해서 대략적인 관찰을 하였으나 연구에 대한 진전이 별로 없었으며 해양구조물의 요소부재인 원주나 평판등의 흐름에 대해서는 흐름의 3차원 구조 등이 상세히 밝혀지고 있다는 것을 해설하였다. 小山은 Rudder나 Propeller blade 등 揚力體 주위의 흐름에 대해서 potential 이론에 근거한 해석법에 관해서 해설하고 土井은 파도와 점성류가 상호작용하는 선체주위의 유체현상과 파도와 점성류를 고려한 유장의 계산법을 개략적으로 설명하였다.

中武는 선체, Propeller, Rudder 사이의 상호 간섭 작용을 현상적으로 설명하여 중, 고속선이 수면에 파도를 만들면서 항행할 때의 추진 성능 계산법에 대하여 기술하였으며 岡村는 선체부가물 둘레의 흐름과 유체력에 관해서 설명하였다. 永松(哲)은 호트러짐이나 천이를 제어하므로써 압력 저항을 감소시키거나 흐름을 整流할 장치에 관한 최근의 연구를 Review하였다. 伊藤은 Propeller 주위의 흐름 제어에 대해서 설명하고 Hagino 등은 비대칭 선미의 채용에 의하여 선미흐름을 제어하고 bilge渦의 회전에너지 회수에 의하여 추진성능의 향상을 도모한 예를 들고 새로운 自航시험해석, 실선마력 환산방법을 제시하였다.

다. 프로펠러

佐久木은 肥大船에 장비한 이중 반전 propeller의 성능을 모형실험하고(船論 165) Propeller Cavitation에 미치는 타의 영향에 대해서도 조사하였으며(西船報 77), 이중 반전 Propeller의 마력 측정법을 제안하였다(西船報 78). 山崎는 伴流 Propeller를 설계하고, 반류중 blade root부의 하중을 적당히 감소되도록 설계하면 Propeller의 효율이 개선된다는 것을

예시하였다(西船報 78). 佐藤은 純 Titanium을 정밀주조하여 소형경주정용 薄翼 Super cavitation propeller를 시험 제작하였다(關船誌 211). 山崎는 실제 Blade수의 propeller 특성을 실현하기 위하여 4-blade에 인접한 blade의 직경을 다르게한 비대칭 propeller를 설계하여 모형실험 결과 3翼, 5翼 대칭 propeller와 비교하여 propeller 효율이 1~2% 좋아진다는 결과를 얻었다(西船報 77).

大内등은 propeller 省에너지 장치 PBCF에 대해서 流場계측 등을 하여 실선쪽이 효율향상율이 높다는 것을 확인하였다(船論 165). 星野는 均一流중에서 작동하는 propeller의 특성을 panel법을 사용하여 해석하였으며(船論 165), 3차원 laser유속계를 사용하여 propeller주위의 流場을 상세히 계측하고 이 계측결과를 기본으로 縮流나 pitch변화를 고려한 새로운 propeller後流渦 model을 제안하였다(船論 166). 内田등은 실선에서 가변 pitch propeller의 blade하중 측정에 성공하여 blade하중의 평균치는 thrust에 비례하고 blade angle에 관계없이 동일 blade angle에서는 회전수의 2승에 비례한다는 것을 예시하였다(關船誌 211). 西川등은 CPP를 장비한 실선에서 선미 선저의 변동압력과 cavitation을 동시 관측하였다(關船誌 212). 黒部등은 고속정의 Propeller에 발생하는 Root-cavitation에 미칠 斜流의 영향을 조사하였으며, laser유속계로 Propeller주위의 流場을 계측하였다(船研講 54). 荒井등은 cavitation propeller의 소음 data를 音紋圖를 사용하여 해석하는 방법을 예시하였다(船研報 26-2). 工藤등은 화상처리기술과 laser광 散亂法을 조합하여 비정상 cavity의 3차원 형상을 0.5mm이내의 정밀도로서 자동측정할 수 있는 LASER-CCD법을 개발하였다(船論 166).

라. 氷海, 기타

北川등은 船研 자체연구 및 日本造船研究協會와의 공동연구로 실시한 1983부터 6년간의 남극 氷海域 실선계측 결과를 보고하였다(船研講 54). 奥野는 laser와 화상처리를 사용하는 流場계측법을 해설하였다(船誌 716). 岩崎등은

구조진동에 의한 수중방사음의 모형 실험을 하여 이론계산과 비교하였다(船論 165). 肥後등은 밀도가 다른층의 경계에 존재하는 물체에 의한 음의 반사, 散亂場을 구하는 이론계산과 실험을 하였다(船論 166). 宮田등은 신형식 쌍동수중익선의 개발에 대한 제3차 보고를 하였으며(船論 166), 前田등은 海中 기술론에 대하여 서술하였다(船誌 724)

坂田등은 해저자원으로서 석유개발 및 각종 광물자원에 대하여 소개하였다(船誌 725). 심해조사를 목적으로하는 有人잠수조사선 『Shinkai 6500』(최대잠항 深度 6,500m : 세계最深, 3人乘, 해양과학기술센터 소유)과 해저 Cable건설 및 보수작업용의 무인잠수기인 『Marcus 2500(최대잠항심도 2,500m, KDD소유)』에 대해서 소개되었다(船機誌 24-2), (船誌 726). 浦는 有索 및 無索의 무인잠수정에 관해서 세계 각국의 연구동향과 개발동향을 조사, 분석하였다(船誌 725).

10. 耐航性

가. 耐航性

肥大船이나 특수한 선형을 갖는 고속선의 내항성능추정에는 종래의 실용 계산법이 반드시 精度좋은 바른 방법이라고 할 수는 없으며, 보다 정확한 계산법의 하나로서 선체 표면에 特異點을 분포시키는 방법이 최근 연구되고 있다. 岩下등은 전진속도를 갖는 非正常造波문제에서 Green함수를 고정도이며 고속으로 구하는 수치계산법을 개발하여 이것을 沒水體의 境界值 문제에 적용하고, 실험결과와 비교하였다(船論 166). 井上등은 전진속도를 고려한 3차원 特異點 分布法에 의하여 流體力 및 波強制力을 계산하고 다른 계산결과 및 실험치와 비교하였으며, 伊東등은 短波長域에서 肥大船의 파랑변동압에 대하여 계산치 및 실험치를 비교 검토하였다(船論 166). 齊藤등은 浮體모형의 단시간 강제동요 시험 및 자유동요시험으로 부터 얻은 data를 사용, system同定法의 유효성을 검토하고 있다(關船誌 211).

배의 전복과 관련하여 菅등은 모형실험에서

관측된 배의 과도타기 현상을 해석적으로 조사하여 大振幅의 비대칭 전후 동요나 과도타기의 발생, 안정, 불안정 등의 거동을 명백히 하고(船論 165), 이 현상을 명백히 하기 위하여서는 비선형 전후 동요 방정식의 位相面 해석이 필요하다는 것을 설명하였다(船論 166). 田口등은 container선 모형에 의한 전복시험을 행하여 斜追波중을 항주할때의 위험 조건을 조사하고 조타에 의한 전복과 선형의 영향등에 대해서도 검토하였다(船研講 54). 濱本등은 큰 following sea에서는 과도와 배의 encounter frequency가 작다는 점에 착안하여 전복할때까지 배의 운동을 simulation하였으며(船論 165), 山越은 Cement tanker의 橫轉事故 원인을 구명하였다(西船報 78).

荒井등은 큰 flare를 갖는 선수단면의 충격수치 simulation과 목재 모형을 사용한 수면낙하시험을 실시하여 충격압력의 특징을 명백히 하였으며(船論 166), 新開등은 sloshing에 미치는 阻止板과 lighting hole의 영향을 조사하였다(西船報 78).

제한수역내에서의 배의 감항성에 대한 연구로서 수로의 側壁 영향에 대한 새로운 이론의 전개나 안벽 계류선에 관한 문제에 대해서 柏木은 긴 수조내에서 임의의 물체에 작용하는 유체력, 운동에 미치는 측벽영향을 계산하는 방법으로서 3차원 적분방정식을 개발하였으며(關船誌 212, 應研報 68), 제한수로내에서 동요하는 細長船에 작용하는 유체력에 미치는 측벽영향을 Unified Theory을 응용하여 계산하였다(船論 165). 한편, 선박의 대형화에 따라 수심이 얇은 안벽부근에서의 선박의 거동에 대한 검토가 점점 중요하게 여겨지고 있다. 久保등은 선박을 계류시킬 안벽의 길이가 부족할 경우 계류삭의 절단사고가 있다는 보고에 주목하여 이런 경우 파랑중의 선체운동에 대하여 실험적으로 검토하였으며(航海論 80), 바람에 의한 계류선박의 離岸 방지대책을 제안하고 실험을 하였다(航海論 81).

勸航성능의 관점으로 본 선형개량의 필요성은 증대하고 있으며 특히 고속선의 선형설계에 있어서는 불가피하므로 선형과 감항성능과의

관련성을 깊이 구명할 필요가 있다.

高木은 container선형의 감항성능에 미치는 선형요소의 영향을 명백히 하였고(船論 166), 渡邊등(船論 166) 및 澤田등(船研講 54)은 선수부 flare형상과 선체응답관계를 조사하였다.

최근 선박이 초고속화되고 수면하에 Blade를 장비한 선형이 있게됨에 따라 이의 감항성능이 검토되고 있다. 梶등은 초고속 lift-fin볼이 쌍동선에 대한 파랑외력, 구조응답, Blade가 전체 강도에 미치는 영향등을 계산하고 실험하였다(關船誌 211). 渡邊등은 2次元 水中翼에 대하여 연구하였다(船研講 54).

實船計測 Data 및 實船實驗에 관해서는 大津등의 실선 Data로 부터의 橫搖등 係數추정 방법 제시(船論 165)와 橋爪등의 선체운동과 Encounter frequency 추정방법(西選報 77) 등이 있다.

勸航性的 수조실험은 실지의 해면에 좀 더 가까운 상태의 파랑중에서 행하는 것이 이상적이나 그러기 위하여서는 수조내에 短波項 불규칙파를 만들어야 하는데 최근 긴수조에서 이를 발생시키는 방법이 개발되었다. 竹澤등은 긴수조의 전길이에 걸쳐서 균질의 방향 spectrum 파가 표준적인 Cosine 2승 분포로 까지 조파가능함을 예시하고 항주시험을 행하여 단기에측을 포함한 직접검토결과를 보고하였다.(船論 165, 166)

나. 해양구조물

해양구조물에 관한 유체역학적 기초연구로서 許등은 자유표면조건에서는 線形으로 하나 물체경계조건외 비선형성을 고려하여 큰 진폭으로 상하 동요하는 추대칭물체에 가해지는 유체력을 시간영역으로 계산하고 실험결과와 비교하였다(西船報 77). 大塚등은 불규칙파 중에서 沒水體에 가해지는 유체력을 계측하고 순환류의 영향을 고려하므로써 波力을 추정할 수 있음을 예시하였다(船論 165).

米家는 2 lower-hull형 반잠수선에 가하여지는 파랑하중에 대해서 실용적 개략산정법을 예시하였다(NK誌 206). 山下등은 2 lower-hull형 반잠수 구조물의 파랑중 상하동요 진폭

의 간이계산식을 얻었다(西船報 78). 木下등은 파랑중의 장주기 운동에 대한 부가질량의 특성을 조사하였고(船論 166), 竹澤등은 Semi-sub식 해양구조물의 모형실험을 하였으며(船論 165), 비선형응답의 개략추정법을 예시하였다(船論 166). 吉田등은 다수의 3차원 임의형상 부체간의 유체역학적 상호간섭과 상부구조의 탄성강성을 고려한 계산법을 개발하였고(船論 166), 原口등은 曳航浮體의 파랑중 운동을 계측하였으며 原등은 두종류의 해양구조물의 파랑중 예항 실험을 실시하고 다가오는 파도가 曳航索에 작용하는 張力 변동특성을 구명하였다(船研講 54).

藤野등은 2 관절식 Articulated Column에 貯油탱카가 一點계류된 System의 규칙파중의 운동 및 수조실험결과와 비교하여 계산법의 타당성을 제시하였고, 中村등은 係留 變動張力의 시간영역 간이 계산법을 제안하였다(船論 166). 宇木등은 수중 線狀구조물의 초기설계에 유용한 방법을 개발하기 위하여 여러가지 경계조건에 대응할 수 있는 해석법을 검토하고 그 응용예를 명시하였다(船論 166).

工藤등은 水深이 깊은 해양에서의 長期 해양 관측연구의 基地가 되는 긴장계류방식의 海洋 실험 기지에 대하여 긴장계류방식의 변동 張力을 최소로 하는 浮體形狀의 設計방법을 제시하였으며(船論 165), 內藤등은 多浮體가 string으로 연결된 경우의 浮體의 상대운동과 응력변동 등을 검토하였다(關船誌 212). 大川등과 大松등은 각각 조음파를 이용한 거리측정 장치에 의한 實海域 실험중의 “Poseidon號”의 장주기 운동과 동요의 응답함수에 대하여 보고하였다(船研講 54).

제 9 회 해양공학 Symposium이 개최되어 해양공간 이용, 해양 Leisure Access, 증·양식어업, 해양자원개발, 해양조사, 실해역실험, 海中 기술, 구조신뢰성, 해역제어, 線狀구조, 운동응답 등 많은 논문의 보고가 있었다.

다. 해양파

光易등은 높은 물결과 파도의 현상을 실험적으로 상세히 조하였으며(應研報 68), 草場등은

풍파의 표준 spectrum형을 제안하였다(應研報 67). 加藤등은 실제 선상에서 측정한 바람의 data를 해석하여 해상이 있어서의 變動風 spectrum을 나타내는 새로운 식을 제안하였고, 吉元등은 파도의 겹침과 파고, 周期의 결합분포에 대하여 검토하여 실측 Data를 해석하였다(船研講 54). 眞鍋는 지진에 의하여 발생하는 해일의 높이를 추정하는 방법을 강구하고, 해일지진 발생 전후의 자연현상주기를 해석하였다(西船報 77, 78).

방향 spectrum파에 관한 연구로서 竹澤등은 새로운 snake형 조타장치를 개발하였고(關船誌 211), 수중 발사된 laser광선군을 파고 및 波경사의 측정에 사용하는 비접촉식 파랑계측장치를 개발하였다(船論 166). 조파기가 발생하는 파도에 관한 연구로서 經塚은 얇은 수조에서 piston형 조파기에 의한 조타문제를 수치 계산 하였고(應研報 68), 山下등은 큰 파고 발생용 조타장치로서 썰기형 plunger식 조파장치의 조파특성, 특히 조파력의 2차성분에 대한 간이식을 구하였다(石播技 29-1). 田中등은 큰 파고의 고립파를 간단히 발생하는 수두압을 이용한 Leisure시설용의 조파장치를 개발하였다(關船誌 211).

11. 操縱性

선박이 특수한 해역이나 유한수심, 유한수로 폭의 해역을 조속 항행하는 경우의 조종성능의 연구가 근래 중시되어 왔다. 藤野등은 얇은 수역중에서나 저속항해시의 조종성능을 1985년 이후 4회에 걸쳐서 수학모델 검토위원회의 연구 성과를 취합하였다(船誌 717-721). 芳村등은 2축 2타선의 조종성에 관하여(關船誌 211), 正司등은 Propeller하중변화에 따른 항만내에서의 조종운동을 표현하는 수학모델과 실험결과에 대하여(關船誌 212) 논하였다. 梅田등은 전후 비대칭성이 강한 어선선형에 대해서 橫流와 施回를 수반한 저속시의 구속모형시험을 행하였다(關船誌 211).

烏野등은 유체력의 성분 요소의 합성으로 부터 斜行하는 선체의 유체력 수학모델을 제안하

였고, 湯室은 조종유체력에 대한 두 선박사이의 간섭의 실용계산법을 설명하고, 山崎등은 stern-bulb형 선미와 逆G형 선미가 조종성능이 다르다는 것을 자유항주시험, 실선시험 및 Simulation계산결과에서 조사하여 stern-bulb형 선미는 침로 안정성이 열등하다는 것을 명시하였다(關船誌 212). 小瀬등은 조종성 기준과 관련하여 감속시의 保針에 대하여 검토하고(航海論 81), 역 G형, Mariner형, 선미 bulb붙이 mariner형등의 肥大선형에 대한 구속시험을 시행하고, 그 순서대로 침로 안정성이 저하된다고 지적하였다(西船報 78). 濱本등은 선박의 긴급정지에 관한 실선시험을 실시하여 정지거리와 좌우로의 밀림은 긴급정지 발령직전의 外亂에 의한 橫流속도의 영향을 받기 쉽다는 것을 명백히 하였다(關船誌 212).

花崎등은 대용량 해저통신 cable을 어로작업등으로 부터 보호하기 위하여 cable船으로 埋設機를 예방해서 溝掘削하고 그속에 cable을 포설하는 루트 保持에 대하여 고찰한 결과 bow-thruster나 stern-thruster등에 의한 제어방법이 필요하게 된다는 것을 명백히 하였다(西船報 77, 78). 不破등은 실제적인 操船특성을 파악하는데 평행이동시험의 활용을 제안함으로써 선박의 특성과 外亂영향의 평가방법을 고찰하였고(航海論 81), 野中등은 해양구조물등을 예방할때의 동요운동에 대해서 직진시의 침로 안정판별만으로는 충분히 파악할 수 없는 非線形진동현상으로서의 동요운동의 특징을 조사하였다(船研講 54).

小寺山등은 해양관측용의 曳航體의 구조와 實海域시험에 대해서 계산한 결과와 일치함을 예시하였고(船論 166), 또한 해양관측용 고속예항체 Drake의 실해역 실험결과도 보고하였다(應研報 68). 石谷등은 무인잠수정의 연속 畫像으로 부터 camera자체의 운동을 Karman Filter를 응용하여 추정하는 방법을 예시하였으며, 藤井등은 무인잠수정의 운동제어, 자율항해가 가능한 새로운 제어계의 개념을 제안하였다. 운동성능연구위원회 제 6 회 심포지움에서는 선박공학 분야에서의 제어기술의 응용에 관한 최근의 과제들이 많이 토론되었다. 大和등

은 제어 이론의 기초부터 급후의 이용 가능성을 예시하였고 大律 등은 선박조종계의 同定과 최적제어, 적응제어 이론등을 해설하였으며, 岡 등은 全沒型 Hydrofoil정의 자세제어시스템에 대하여 기술하였다.

竹澤 등은 연료 소비의 저감을 고려한 자동조타 계통을 비선형 simulation으로 조사하였으며(船論 166), 桑田은 adaptive auto pilot에 관해서 소개하였다(船誌 724). 大島 등은 1983년부터 1988년에 걸쳐 陵海일체화와 지능화에 의한 高度자동운행 system개발에 관하여 얻어진 성과를 10회 나누어 취합하였고, 不破는 고신뢰도 지능화선에 대하여 자동항행 system의 안전성 평가방법을 연구한 바 있다(船論 166). 松村 등은 Expert system의 개발과정에서의 평가항목과 평가방법의 제안 및 sub-system의 개발에 대하여 추정하였고(航海論 81), 今律 등은 선박의 운행 업무중에서 경험적인 지식을 필요로 하는 일을 대상으로 3종류의 expert system을 구축하였다(航海 101).

피항문제에 대해서는 田中 등이 computer simulation에 의한 고속선의 피항실험을 하여 충돌확률과 遭遇빈도의 관계로부터 안전하게 고속 항행할 수 있는 한계교통량을 구하여 안전성을 평가하는 방법을 검토하였으며(船研講 54), 金湖는 neutral network를 사용하여 피항법 모델을 작성하여 Simulation으로 조사하였다(船研講 54). 해상교통의 흐름에 관한 연구로서 桐谷은 화상데이터에 의한 항행선박의 폭주상황 관측방법을 설명하고(船研講 54), 原 등은 선박이 폭주하는 해역에 설치된 작업구역의 넓이가 해상교통의 흐름에 주는 영향을 밀도분포의 변화와 航跡의 다양성을 나타낼 지표로 평가할 것을 제안하고 있다(航海論 80). 佐藤은 해상교통 해석에 필요한 Radar영상의 기록으로부터 선박 航跡의 좌표값과 data bank의 작성, 해석하는 soft를 개발하였으며(航海 99), 律田은 동경만 해상교통 센터의 개황을 보고하였다(船誌 722).

略 號 一 覽 表

石 播 技	石川島播磨技報
NK 誌	日本海事協會會誌
川 重 技	川崎重工技報
關 船 誌	關西造船協會誌
機 械 誌	日本機械學會誌
機 械 論	日本機械學會論文集
NKK 技	NKK技報
神 鋼 技	神戶製鋼技報
水 工 報	水產工學研究所報告
水 工 技	水產工學研究所技報
住 重 技	住友重機械技報
西 船 報	西部造船會會報
船 研 講	船舶技術研究所講演概要
船 機 誌	日本船用機關學會誌
航 海 論	日本航海學會論文集
船 研 報	船舶技術研究所報告
船 誌	日本造船學會誌
船 論	日本造船學會論文集
造 研 資	日本造船研究協會研究資料
造 研 報	日本造船研究協會報告
日 立 技	日立造船技報
防 技 報	防衛廳技術研究本部技報
三 井 技	三井造船技報
三 菱 技	三菱重工技報
溶 誌	溶接學會誌
溶 論	溶接學會論文集
溶 技	溶接技報
漁 研 技	水產廳漁船研究技報