



2020 최신판

권소현 항해술

권소현 편저



대한항공 ACL

본 교재는 해양경찰 함정요원 직렬을 준비하는 수험생, 군무원 항해, 그리고 해기사 시험 등을 준비하는 학생들을 위한 교재입니다.

해양경찰 기출문제와 해기사 기출문제를 토대로 한 권의 교재에 내용을 집약하여 만들어 수험생들의 편의를 도모하였습니다.

우선 이 책의 구성은 크게 항해와 운용 부분으로 되어 있습니다. 항해 파트는 출발지에서 목적지까지 배를 이동시키는 데 필요한 해도를 보는 방법, 해도도식의 의미, 각종 항법들과 항법 적용에 필요한 기본 내용들에 대해 다루고 있습니다. 운항 파트는 선박의 안전 운항을 위해 알아야 하는 기본적인 선체 구조, 선박의 기본 특성인 부양성, 적재성, 복원성 및 파도 및 바람의 작용 등 운항에 필요한 내용 외에도 선박 관리의 필요성도 함께 담고 있습니다.

해양경찰 시험은 기본적으로 기출문제가 반복해서 나옵니다. 그만큼 중요하고 필수적으로 알아야 할 내용이므로 처음 공부하는 학생들은 이 부분을 우선적으로 공부하시기 바랍니다. 그리고 최근 출제 경향을 보면 난이도 조절을 위해 기출문제가 아닌, 상대적으로 덜 중요하다고 여겼던 부분에서 많이 출제하고 있으므로 어느 정도 기본이 쌓였으면 교재 전체의 내용을 꼼꼼히 정리해 보아야 할 것입니다.

마지막으로 본 교재 내용 중간 중간 관련 해사영어 지문을 첨부하여 해사영어의 향해 부분도 같이 공부할 수 있도록 하여 학습 효율을 높이도록 했습니다.

처음 향해술을 공부하는 수험생 분들에게는 좋은 기본 지침서가 되었으면 하고, 해기사 시험을 준비 중인 향해사분들에게는 간결한 정리 자료가 되었으면 합니다.

권소연 올림

제1부 항해

제1장 선박의 개요	12
1. 선박의 정의	12
2. 선박의 종류	12
3. 전용선	15
4. 선박의 주요 치수	20
5. 트림	23
6. 건현 및 만재흘수선	24
7. 선명과 선적항	27
8. 선형계수	28
9. 선박의 톤수	31
제2장 항해술의 기초	41
1. 항해학	41
2. 항법의 종류	41
3. 지구상의 위치요소	41
4. 거리와 속력에 관한 용어	45
제3장 해수의 유동	60
1. 조석의 용어	60
2. 조석과 각종 해면의 높이	65
3. 조류의 용어	66
4. 조석표	67
5. 우리나라 연안의 조석·조류	68
6. 해류	69
제4장 수로서지	79
1. 도법에 의한 해도의 분류	79
2. 사용 목적에 따른 분류	83
3. 전자해도(ECDIS)	85
4. 측지계(Geodetic System)	88

5. 해도상의 정보	88
6. 해도 사용시 주의할 점	90
7. 해도의 선택	90
8. 수로서지	91
9. 해도 및 수로서지의 개정	92
10. 주요 해도 도식	94
11. 수심 표시법	95
12. 경계선(Warning line)	95
13. 지도선(Leading line)	95
제5장 항로표지	102
1. 야간표지(광파표지)	102
2. 주간표지	107
3. 음향표지	108
4. 전파표지	108
5. 특수 신호 표지	111
6. 국제해상부표시스템(IALA System)	111
7. VTS(Vessel Traffic Service)	114
8. 선위통보제도(KOSREP, Korea Ship Reporting System)	115
제6장 지문 및 천문항법	125
1. 연안항법	125
2. 대양항법	148
3. 전파항법	152
4. 천문항법	153
제7장 항해 계기	173
1. 마그네틱 컴퍼스	173
2. 자이로컴퍼스	181
3. 선속계	187
4. 측심의	190
5. RADAR(Radio Detection And Ranging)	196

제8장 전파항법 장치	223
1. 무선 방향 탐지기(RDF)	223
2. Loran C	225
3. 기타 쌍곡선 항법 장치	226
4. GPS(Global Positioning System)	226
5. AIS(Automatic Identification System)	229
제9장 전자항해지원시스템	231
1. VDR(Voyage Data Recorder)	231
2. ECDIS(Electronic Chart Display & Information System)	232
3. 자동조타장치	236
4. 종합항법장치(INS, Integral Navigation System)	237
5. E-Navigation	238
6. Bridge Watch Monitoring System	238
제10장 선박의 통신	243
1. GMDSS(Global Maritime Distress and Safety System)	243
2. GMDSS 무선설비	244

제2부 운용

제1장 선박의 구조	256
1. 선체형상의 명칭	256
2. 선체용 재료	257
3. 구성 부재의 배치	257
4. 구조 양식	258
5. 선저 구조	261
6. 선측 구조	266
7. 갑판 구조	269
8. 격벽 구조	270

9. 창구 폐쇄장치(Hatch Cover)	271
10. 선수·선미 구조	272
11. 기타 구조	274
12. 선체에 작용하는 힘	275
제2장 선박의 설비	281
1. 조타설비	281
2. 동력설비	285
3. 계선설비	286
4. 하역설비	288
5. 구멍설비	289
6. 조난설비	291
7. 소방설비	292
8. 방수설비	295
9. 배수설비	296
10. 해양오염 방지설비	296
11. IGS(Inert Gas System)	297
제3장 당직 근무와 선내 안전 및 위생 관리	302
1. 선내 조직	302
2. 승조원의 업무	302
3. 승조원의 당직	304
4. 위생 관리	306
제4장 선박의 조종	309
1. 타의 작용과 선회 운동	309
2. 선회권(Turning circle)	310
3. 추진기의 작용과 조선	314
4. 추진기의 작용	316
5. 추진기에 작용하는 현상	318
6. 추진기와 타의 종합작용	318
7. 쌍추진기의 작용	322

8. 타력	323
9. 선체 저항과 외력의 영향	324
10. 바람의 영향	325
11. 조류의 영향	325
12. 파도의 영향	325
13. 천수 효과(Shallow Water Effect)	326
14. 안벽과 해저경사의 영향을 받을 때의 조종	326
15. 두 선박 상호간의 작용	327
16. 닻의 운용과 출입항 조선	330
17. 묘박법	335
18. 접·이안과 조선	339
19. 부두 계선 정박	341
20. 부표 계류 정박	346
21. 특수 상황에서의 조선	347
22. 해양사고의 종류와 조치	356
제5장 선박의 적화 및 복원성	369
1. 선박의 적화 능력	369
2. 선박의 복원성	370
제6장 인명구조와 수색	383
1. 항해 중 사람이 물에 빠진 경우	383
2. 물에 빠진 사람을 구조하기 위한 접근 조선법	384
3. 상선 수색 구조 편람(MERSAR, Merchant ship Search And Rescue)	388
4. IAMSAR(International Aeronautical and Maritime Search And Rescue)	393
제7장 해양기상	399
1. 기온	399
2. 습도	399
3. 기압	401
4. 풍력과 시정	401
5. 기단	405

6. 전선	406
7. 구름	407
8. 시정	408
9. 안개	408
10. 고기압과 저기압	410
11. 해수의 운동	412
12. 태풍	414
13. 일기도	417

제8장 선용품 관리 및 선박의 정비 427

1. 로프	427
2. 선박 도료	431
3. 도장용 선용품	432
4. 선체 정비 및 청락용 선용품	432
5. 하역용 선용품	433
6. 선체의 부식과 오손	434

제9장 안전 및 응급처치 445

1. 안전 및 응급처치	445
2. 해상 생존 기술	447

제3부 부록

제1장 해도도식	454
제2장 국제신호서	462

참고도서	467
-------------	-----

A
C
L
권
소
현
항
해
술

제1부 | 항해

- 제1장 선박의 개요
- 제2장 항해술의 기초
- 제3장 해수의 유동
- 제4장 수로서지
- 제5장 항로표지
- 제6장 지문 및 천문항법
- 제7장 항해 계기
- 제8장 전파항법 장치
- 제9장 전자항해지원시스템
- 제10장 선박의 통신

제1장

선박의 개요

1. 선박의 정의

- ① 일반적 정의 : 사람이나 물건을 싣고 물에서 항해하는 데 사용되는 구조물
- ② 해상법상 정의 : 상행위를 비롯한 영리를 목적으로 항행에 사용되는 배
- ③ 선박법상 정의 : 수상 또는 수중에서 항행용으로 사용될 수 있는 배
- ④ 해상 교통 안전법상 정의 : 수상 운송 수단으로 사용될 수 있는 크고 작은 배

2. 선박의 종류

(1) 조선 재료에 의한 분류

- ① 목선 : 선체의 주요 부분을 목재로 구성하고, 선체의 각 부를 접합하기 위하여 극히 일부분에만 금속을 사용한 선박
- ② 철선 : 철재만으로 건조된 선박으로, 목선에 비하여 강도가 크고 내구성이 좋으며, 대형화가 가능하고 성능이 우수하다.
- ③ 강선 : 강재로 건조된 선박으로, 오늘날 대부분의 선박이 강선이다. 건조와 수리가 용이하며, 강도가 커서 오랜 기간 사용할 수 있다.
- ④ 강화 유리 섬유선(FRP : Fiberglass Reinforced Plastics) : 유리 섬유를 폴리에스테르 수지에 결합시킨 강화 유리 섬유를 주재료로 하여 건조된 선박이다. 무게가 가볍고 강도가 크며, 부식에도 강하지만 충격에는 약하다. 구명정, 소형선 등에서 볼 수 있다.
- ⑤ 경금속선 : 알루미늄과 같은 경금속을 주재료로 하여 건조된 선박으로, 무게가 가볍고 부식에 강하며, 가공이 쉬워 소형선에 채용된다.

(2) 추진력에 의한 분류

- ① 인력에 의해 추진되는 선박
- ② 풍력에 의해 추진되는 선박
- ③ 기계력에 의해 추진되는 선박

(3) 추진기에 의한 분류

- ① 외륜선(paddle wheel steamer) : 외륜을 선체의 양측이나 선미에 설치하여 기계력으로 추진하는 선박으로, 초기 증기선에 이용되었다.
- ② 스크루 프로펠러선(screw propeller ship) : 2~5개의 날개를 가진 프로펠러를 선미에 설치하여,

이것을 기계력으로 회전시켜 추진력을 얻는 선박이다. 오늘날 대부분의 선박이 이에 속한다. 프로펠러는 고정 피치 프로펠러(FPP : Fixed Pitch Propeller)와 가변 피치 프로펠러(CPP : Controllable Pitch Propeller)가 있다.

- ③ 수중익선(hydrofoiler) : 선저 양쪽에 특수 날개판을 붙여서 고속으로 항주할 때에 선체를 수면으로 떠오르게 함으로써, 저항을 감소시켜 고속으로 항진할 수 있게 한 것이다. 고속 여객선으로 이용된다.
- ④ 공기 부양선(air cushion vehicle) : 수면상에서 압축 공기를 선저에 분사시켜 선체를 부상시키고, 선미 상부에 붙은 프로펠러를 돌려서 선박을 추진시킨다. 이것을 호버 크라프트(hover craft)라 부르기도 하며, 여객선, 유람선, 순시선 등에 이용된다.
- ⑤ 위그선(Wig : Wing In Ground) : 해수면 가까이에서 떠다니는 비행체

(4) 사용 목적에 의한 분류

- 1) 상선(Merchant ship) : 여객 또는 화물을 운반하여 운임 수입을 얻는 것을 목적으로 하는 선박
 - ① 여객선(Passenger ship, Cruiser) : 주로 여객만을 운송하는 상선으로 여객 이외에 부수적으로 우편물과 신속한 운송을 요하는 소량의 화물을 적재할 수 있음. 선체의 안전과 인명 구조를 위하여 타 선종에 비하여 높은 기준의 선체구조와 설비를 요구하고 있다.
 - ② 화객선(semi-cargo ship) : 여객과 화물을 함께 운반하는 선박으로 법규상으로는 여객 정원이 13인 이상이면 여객선으로 간주한다.
 - ③ 화물선(Cargo ship or Frighter) : 화물의 운송을 목적으로 하는 선박. 여러 종류의 화물을 함께 운반하는 잡화선(General cargo ship)과 한 종류의 특수화물을 주로 운송하는 전용선(special cargo ship)이 있다.
- 2) 군함(War-ship) : 선박안전과 관련된 각종 법의 규제를 받지 않음.
- 3) 어선(Fishing boat) : 법규상 어선은 직접 어로에 종사하는 선박 이외에 어로에 관계하는 일체의 선박을 포함
- 4) 특수업무선(Special service ship) : 특수한 용도에 사용하는 선박으로 그 종류가 많으며, 특수한 구조와 장비를 가지고 있다.

(5) 선형에 의한 분류

- 1) 선루 및 갑판의 배치방법에 의한 분류
 - ① 평갑판선(Flush deck vessel) : 상갑판이 건현갑판(Freeboard deck)인 선박
 - ② 삼도형선(Three islander, Three island vessel) : 상갑판에 선수루(forecastle), 선교루(Bridge) 및 선미루(Poop)의 3개의 선루를 갖는 선박이고, 지금은 잘 사용되지 않음
 - ③ 변형삼도형선(Modified three island vessel) : 선박이 대형화됨에 따라 1~2개의 선루만을 갖는 형태의 선박
 - ④ 장선수루선(Long forecastle vessel) : 선수루와 선교루가 합쳐진 형식으로 해난구조선에서 주로 볼 수 있음

- ⑤ 저선수루선(Sunken forecastle vessel) : 선수루를 상갑판상에 1m정도 높이고, 상갑판은 그 부분에서 약 1m 낮게 하여 총 높이 2m 정도의 선수루를 만든 것이며 소형선에 한정
- ⑥ 저선미루선(Raised quarter deck vessel) : 후부의 상갑판을 1m 정도 높여 후부의 선창용적을 늘려 만든 형식으로, 선미루를 낮춘 것과 같이 보임. 주로 소형선에 사용

2) 갑판의 배치 방법에 의한 분류

- ① 평갑판선(flush deck vessel) : 상갑판상에 선루가 없는 선박으로 견현 갑판을 상갑판으로 한다. 평수 구역과 같이 파랑이 적은 해면을 항행하는 소형선에서 볼 수 있다.
 - ② 웰갑판선(well deck vessel) : 삼도형선의 선교루와 선미수를 연결한 것과 같은 선형으로, 선미가 길어 보여서 장선미루선이라고도 부른다.
 - ③ 차양 갑판선(shade deck vessel) : 선루와 선루 사이를 가반만으로 연결한 선형으로, 차양 갑판과 제2갑판 사이의 선측 외판에 큰 통풍용 개구가 있다.
 - ④ 복갑판선(awning deck vessel) : 보통의 선루보다 가벼운 구조의 선루가 선수에서 선미까지 전통한 성형이다.
 - ⑤ 차랑 갑판선(shelter deck vessel) : 외판은 복가반선과 같으나, 최상층의 전통 갑판에 상설 폐쇄 장치가 없는 개구가 있다. 이 형은 고속 화물선에 많고, 고가 잡화 운송에 적합하다.
- 3) 기타 : 기관실 위치에 따라 중앙 기관실선, 선미 기관실선 및 반선미 기관실선으로 나눈다. 또, 선교 위치에 따라 중앙 선교선, 선미 선교선 및 선수 선교선으로 구분한다.

(6) 법규에 의한 분류

1) 항해구역에 따른 분류

- ① 평수구역선(Smooth water service vessel) : 해양수산부령이 정하는 호수, 하천 및 항내의 수역과 지정된 제18구의 아주 평온한 수역을 항행하는 선박
- ② 연안구역선(Coasting vessel, Coaster) : 영해 기점으로부터 200해리 이내의 수역과 해양수산부령으로 지정된 5개의 수역인 연해구역을 항해하는 선박
- ③ 근해구역선(Greater coasting vessel) : 동경 175°, 동경 94°, 남위 11° 및 북위 63°의 선으로 둘러싸인 수역을 항행하는 선박
- ④ 원양구역선(Ocean going, or Sea-going vessel) : 5대양을 포함한 지구상의 모든 수면을 포함한 수역

2) 국제해상충돌방지규칙 상의 분류

- ① 동력선(Power driven vessel) : 기계를 사용하여 추진하는 모든 선박을 말하며, 동력을 사용하고 있으면 돛의 사용 여부에 관계없이 동력선으로 간주
- ② 범선(Sailing vessel) : 추진기계를 장비하였다 할지라도 이를 사용하지 않고 돛을 사용하고 있는 일체의 선박
- ③ 어로에 종사하고 있는 선박(Fishing vessel) : 어망, 밧줄, 트롤망 또는 기타 조종성능을 제한하는 어구를 사용하여 어로하고 있는 선박
- ④ 수상항공기 : 수상에서 조종할 수 있도록 설계된 비행기

- ⑤ 운전부자유선 : 어떤 예외적인 사정으로 인하여 이 규칙이 요구하는 대로 조종될 수 없고, 따라서 타선의 진로를 피할 수 없는 선박
- ⑥ 조종성능 제한 선박 : 종사하고 있는 작업의 성질상 이 규칙이 요구하는 대로 조종될 수 없고, 따라서 타선의 진로를 피할 수 없는 선박.
 - i) 항로표지, 수저전선, 또는 도관의 부설보수, 또는 인양에 종사하고 있는 선박
 - ii) 준설, 측량, 또는 수중작업에 종사하고 있는 선박
 - iii) 항해하면서 해상보급 또는 인원, 식량 또는 화물의 이송에 종사중인 선박
 - iv) 비행기의 발착에 종사하고 있는 선박
 - v) 기뢰제거 작업에 종사하고 있는 선박
 - vi) 예선이나 피예선이 자기의 침로에서 벗어날 수 없도록 심히 행동을 제약하는 성질의 예인 작업에 종사하고 있는 선박
- ⑦ 흘수 제한 선박 : 흘수로 인하여 가항수역의 수심과 폭에 여유가 적어서 현재 취하고 있는 침로를 이탈할 능력이 극히 제한된 동력선

3. 전용선

(1) 유조선

선박의 내부를 여러 개의 큰 구획으로 나누어 액체 화물을 적재할 수 있는 탱크를 갖춘 선박을 총칭하여 탱커(Tanker)라고 부르며, 그 중 원유 및 석유 제품을 운반하는 목적으로 하는 선박을 유조선(Oil tanker)이라 한다. 유조선은 좌초나 충돌 등으로 선박이 손상되었을 때 기름 유출로 인해 해양을 오염시킬 수 있다. 국제해사기구(IMO)에서는 1994년 이후 건조되는 유조선에 대해서는 선측 구조 및 선저 구조를 이중 구조로 하는 이중 선체 구조(Double hull structure)를 갖도록 규제하고 있다.

1) 유조선의 종류 : 크기, 항해 지역, 수송 화물의 종류 및 운항 형태에 따라 구분

- ① 일반 유조선(C.O.T. : Crude oil tanker) : 원유만을 전문으로 수송하는 선박으로 적재할 수 있는 원유의 양에 따라 크기를 표기한다.
- ② 빙해 유조선(Ice strengthened tanker) : 빙해 지역을 운항하는 유조선. 최근 극지방에서의 원유 운송 효율을 극대화하기 위해서 쇄빙선과 유조선의 기능을 결합하여 원유를 싣고 얼음을 깨면서 운항하는 쇄빙 유조선이 개발되었다.
- ③ 석유 제품 운반선(P,C : product carrier) : 석유 정제품이나 석유 화학제품을 운송하는 선박을 말한다. 화물 탱크를 몇 개의 구획으로 나누어 석유 화학제품이나 일반 액체 화학제품을 동시에 운송하기도 한다.
- ④ 왕복 운성 전담 유조선(shuttle tanker) : 북해 등의 해양 유전에 생산된 석유나 원유를 육사에 있는 기지로 운송하는 유조선이다. 비교적 정해진 거리를 빈번하게 운항해야 하기 때문에 일반 유조선보다 기동력이 우수해야 한다. 이 선박은 해상 시추선이나 부유식 석유 생산 저장 설비(FPSO)에 연결된 상태에서 석유나 원유를 공급받아 선적하는 동안 충돌을 일으키지 않고, 일정한 위치를 유지하기 위해 동적 위치 유지 장치(DPS, Dynamic positioning system)를 갖추고 있다.

2) 유조선의 특징

- ① 원유는 비중이 0.78~0.95인 액체로 그 산지에 따라 성분이 다소 다르다. 유조선의 구조 설계 시 원유의 비중은 일반적으로 유조선이 투입될 노선이나 선주의 요구를 반영한다.
- ② 원유는 온도가 내려가면 응고되고, 화기에 노출되면 인화 및 폭발의 위험성이 있으므로 가열 장치(Heating coil)와 인화, 폭발을 방지하기 위한 장치가 필요하다.
- ③ 유조선의 화물은 쉽게 출렁이는 유체이므로 선박이 움직일 때 발생하는 액체 유동에 의한 자유 표면 효과와 슬로싱(Sloshing) 현상을 반드시 고려해야 한다.

참고 슬로싱 현상

선박의 횡동요 및 종동요에 따라 화물유가 출렁거리면서 격벽을 때려 격벽에 매우 강한 충격을 주는 현상이다. 유조선의 탱크에 화물유를 가득 채우지 않고 운항하는 경우 발생하게 된다.
 → 자유 표면이 생기는 경우에 이 화물유의 관성으로 인해 선박의 기울어짐이 더욱 심해져 복원성을 상실하게 되는 현상

명칭	특징	재화중량(DWT)
핸디 사이즈 (Handy size)	자체 화물 적재, 하역이 가능한 데릭, 크레인 설비 탑재 산적 화물선	18,000 ~ 5만톤
레이커 (Laker)	핸디 사이즈 산적 화물선의 특수한 형태로 미국 오대호를 통하는 세인트 로렌스 강을 통과할 수 있는 최대 크기 선박	2만 ~ 27,000톤
파나마스 (Panamax)	① Panama canal maximum ② 파나마 운하를 통과할 수 있는 최대 크기로 설계한 선박 ③ 선박의 폭은 파나마 운하에서 허용되는 최대 치수인 32.2m보다 커서는 안 됨. ④ 2007년부터 확장 공사를 시작하여, 2016년 6월부터 확장 개통됨. 폭 49m, 길이 366m의 선박이 통과할 수 있게 되어 기존 파나마스의 기준이 변경됨(뉴파나마스)	5만 ~ 8만톤
케이프 사이즈 (Cape size)	북미 동해안의 수심이 부족하여 이곳에서 화물을 만재할 수 없고, 도중에 남아프리카에서 부분적으로 추가 적재하여 희망봉을 돌아 항해하는 선박	8만 ~ 12만톤
아프라막스 (Aframax)	① Average freight rate Assessment of the MAXIMUM ② 미국 항을 입출항하고자 하는 유조선의 가장 경제적인 크기	약 9만톤
수에즈막스 (Suezmax)	① Suez canal maximum ② 수에즈 운하를 통항할 수 있는 최대 크기로 설계한 선박	12만 ~ 20만톤
대형 유조선 (VLCC)	① Very large crude oil carrier ② 수에즈 운하가 봉쇄되어 있던 기간 중에 운하 통행 조건을 고려하지 않고 운항 경제성을 고려하여 출현한 선박	20만 ~ 40만톤
초대형 유조선 (ULCC)	① Ultra large crude oil carrier ② 재화 중량이 40만톤 이상으로서 VLCC와 구별하여 부르는 명칭임	40만톤 이상
대형산적화물선 (VLBC)	Very Large Bulk Carrier	18만 ~ 20만톤