

해양플랜트 프로젝트의 역사와 전망



김 장 진

1955년 4월 1일생
1981년 부산대학교 조선공학과
현 재 : 해양Project Management Team
관심분야 : Project Management
전 화 : 055-680-4511
E-mail : jkim2@dwship.com



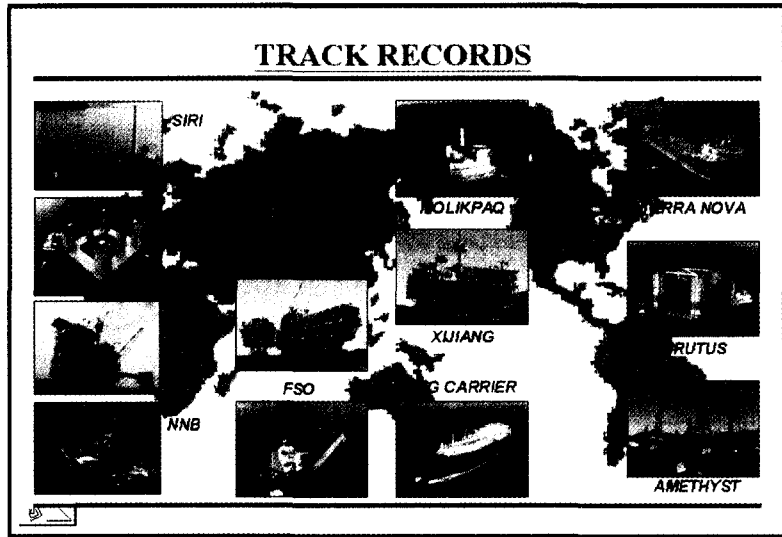
이 진 우

1962년 9월 20일생
1984년 부산대학교 조선공학과
현 재 : 해양Project Management Team
관심분야 : Project Management
전 화 : 055-680-4527
E-mail : jwlee3@dwship.com



이 상 돈

1967년 7월 23일생
1994년 중앙대학교 화학공학과
현 재 : 해양Project Management Team
관심분야 : Project Management
전 화 : 055-680-4558
E-mail : sdy@dwship.com



지난 100여년 동안 생존해온 세계 에너지업계의 대부분인 엑손모빌사 (ExxonMobil, 시가총액 순위 : 1912년 세계2위/2001년 세계3위)가 원유나 천연가스가 고갈된 이후에 US Steel사와 같이 자연도태 할 것인가? 아니면 대체에너지 기술을 개발하여 아메바 같이 생존을 계속 할 것인가? 이와 같은 갈등을 겪는 기업들이 슬 하게 많이 있겠지만 한국을 포함한 세계 해양업계도 유사한 고민을 안고 있는 바, 우리가 경험한 해양플랜트의 역사를 요약하고 향후의 전망을 해 보 고자 한다.

1. 해양플랜트 소개

해상 유전과 가스전을 시추하거나 해상 유전 위에 설치되어 원유나 천연가스를 생산/정제/보관/하역하는 설비로서의 해양플랜트 프로젝트는 크게 다음과 같이 나눌 수 있다.

- 고정식 해상 플랫폼(Fixed Platform) : 주로 수심이 깊지 않은 대륙붕 지역의 유전에 설치되는 시설로서, 보통 해저에 설치되는 대형 철구조물인 자켓(Jacket)과 그 위에 설치되는 플랫폼(Platform)으로 구성되며, 플랫폼에서는 원유 또는 천연가스를 생산/정제할 수 있

는 설비들이 위치하며, 생산품은 해저 배관망을 통해 육상 터미널로 송출된다.

- 부유식 해상 플랫폼(Floating Platform) : Floating Production Unit(FPU)로 불리우기도 하며, 수심이 깊어 자켓이 설치되기 어려운 심해지역에서 원유와 천연가스를 생산/정제하는 설비로서, 상부 플랫폼은 고정식 플랫폼과 동일한 역할을 수행하나 플랫폼의 하부에는 해저에 설치되는 자켓 대신 플랫폼 설비가 해상에 떠 있을 수 있도록 부력이 큰 하부 구조물(Substructure 또는 Hull)이 있다.
- 시추선 (Drilling Rig) : 유전과 유전 사이를 이동하며, 원유를 생산하기 위해 해저 시추작업을 하는 설비로서 전통적인 반잠수식(Semi-submersible Type), 고정식, Jack-up Type과 근래 개발된 Drillship이 있다. 최근에는 시추작업과 생산/정제작업을 동시에 수행하는 초대형 부유식 시추/생산/거주설비(Drilling/Production/Quarter Unit)가 제작되어 유전에 설치되고 있다.

2. 한국 해양플랜트 프로젝트의 역사와 변천

1930년대 미국 서해안의 대륙붕 지역 유전개발을 시작으로 Brown & Root사와 McDermott 사가 대표주자로 해양플랜트 공사에 사용될 Work Barges(작업선)/Launching

Barge(자켓 운송 및 하역 바지)/Lifting Crane Barge(해상 설치용 기중기 선) 등을 건조하여 각사가 수십 척의 선단을 보유하고 중동/캘리포니아 연안/북해 지역에 수많은 해양 프로젝트-당시는 대부분 고정식 해상 플랫폼이었음-를 수행하는 중 필요에 의하여 자국이 아닌 현지 제작 야드를 건설했고 자연스럽게 세계화/현지화(Globalization 혹은 Localization)를 추진하게 되었다.

1980년대 초 세계 해양플랜트 리더들은 한국 조선소의 값싼 노동력과 시설을 이용할 목적으로 당사(대우조선)에 다수의 대형 고정식 플랫폼(설치지역: 중동 산유국)을 발주하게 되었고, 이를 계기로 대우조선은 세계 해양플랜트 시장에 입문하여 20년이 지난 현재 축적된 경험, 기술과 신용을 바탕으로 세계 일류 Contractor로서 부동의 위치를 확보하게 되었다.

- 1970년대~80년대 중반까지 일본이 해양 프로젝트 본격 수행
일본 중공업체가 Pipe Laying Barge/Derrick Barge 등을 건조하여 인도/태국/말레이시아/인도네시아/중국 등의 해양 프로젝트를 적극 공략한 시기이다. 그러나, 일본은 80년대 후반 경쟁력 상실로 인해 현재는 다수의 동남아 현지 제작 야드만 유지하는 상태이며 재기는 불가능 할 것으로 보인다.
- 1970년대 말 국내 H사가 단순 해양 프로젝트 수행 시작
단순 제작 형태의 하청사로 참여

하여 선진 회사들의 제작기술 및 품질관리 기법을 전수 받은 해양 플랜트 사업의 초기단계였다.

- 1980년대 초 이후 대우조선이 새로운 시장 진입
후발 업체임에도 불구하고 특수 프로젝트인 LLDPE Modular Plant/알래스카의 해수처리 설비 등을 수행함과 동시에 12기의 Semi-submersible Drilling Rig 건조 실적을 축적하였다.
국내의 해양 프로젝트 변천과정은 다음과 같이 요약될 수 있다.
- 국내 도입기 : 1970년대 후반 ~ 1980년대 초반
 - ▶ 국내 해양 프로젝트 도입기
인 1980년대에는 해상유전 현지에서의 해상 크레인의 Lifting Capacity 제한에 따라 소형 Fixed Wellhead Platform이나, 여러 조각의 작은 Module로 나누어 제작하여 설치한 대형 Fixed Platform의 일부 Module, 짧은 거리의 Pipeline 제작 등으로 한정되었으며, 발주자로부터 설계도면을 받아 구조물의 제작 위주로 수행했다.
 - ▶ 천해 및 심해유전 탐사용 Semi-submersible type과 Jack-up type Drilling Rig는 1980년대 초반부터 설계도면을 받아 전체 설비의 제작과 시운전을 수행했으며 대우조선은 이 분야에서 최고의 실적을 보유하게 되었다.
- 성장기 : 1980년대 중반 ~ 1990

년대 초반

- ▶ 1980년대 중반 현대중공업을 필두로 대우조선, 삼성중공업이 뒤이어 인도 시장에 참여하면서 인도의 봄베이 하이 유전(Bombay High Field)에 설치된 대부분의 고정식 플랫폼을 국내 해양 프로젝트 회사들인 3대 조선사에서 제작/공급하였다. 이 시점부터 고정식 플랫폼의 EPCI Contractor(Engineering/Procurement/Construction/Installation & Commissioning 일괄 수행 계약자)의 자격을 획득하게 되었다.
- ▶ 1990년대에 들어서면서 해상 크레인의 Lifting Capacity 증가/설계기술 향상/운송수단 등이 보완됨에 따라 소규모 Module들을 연결해 구성한 플랫폼이 아닌 5,000톤 이상의 대형 Integrated Platform 제작이 본격적으로 이루어졌다.
- 성숙기 : 1990년대 후반
 - ▶ 1990년대 중반 이후부터는 10,000 톤 이상 규모의 Fixed Platform 프로젝트관리, 설계, 구매, 제작, 운송, 설치, 해저 파이프라인 포설, Hook-up과 시운전등 프로젝트를 일괄적으로 운영하는 능력이 요구되는 Turn-key(일괄도급)방식의 해양Project를 수행했다.
 - ▶ 국내 해양 프로젝트 회사들은 나이지리아와 앙골라를 중심으로 미국과 유럽의 Oil

Majors가 광구권을 가진 서부 아프리카 시장에 진입하였고, 이들은 Oil Majors로부터 직접 발주를 받아 대형 고정식 플랫폼을 Turn-key방식으로 수행했다.

- ▶ 시장 참여 범위를 넓혀서 서부 아프리카를 비롯해 중국과 동남 아시아, 북미, 남미, 일부 북해 지역을 아울러 전 세계 유전이 있는 곳에는 어느 곳이든 설비를 제작해서 설치했으며, 산유국과 Oil Majors로부터 자동적으로 입찰초청을 받는 수준에 도달하게 된다.
- ▶ 이와 더불어, 초대형 부유식 원유 생산/저장 설비(FPSO: Floating Production, Storage and Off-loading), TLP (Tension Leg Platform), Drillship, Spar, 초대형 부유식 시추/생산 설비 등의 고성능 특수설비 제작/공급에도 진입하여 다수의 Project를 수행했으며, 현재는 이 분야에서 Turn-key방식 프로젝트 수행으로 발전해 나가는 단계에 있다.
- ▶ 심해 유전 개발 초기 : 2000년대 초
- ▶ 특기할 만한 최근 추세는 과거에는 우수한 선진 엔지니어링 회사들의 전유물이었던 프로젝트 Feasibility Study (기술 타당성 연구)에도 대우조선이 초청받아 Oil Majors

에 기술 용역을 제공하는 경우가 빈번해지고 있다는 것이다.

- ▶ 대륙붕의 유전/가스전 개발이 한계에 도달함에 따라 1,000m 이상의 심해 유전/가스전의 개발이 급속도로 진행 중이며, 이를 지원 할 선진 기술도 속속 실용화되고 있으며 해양플랜트 규모도 ULCC(Ultra-Large Crude Carrier 초대형 원유 운반선) size에 달해서 자중이 100,000 M. Ton 전후에 육박하고 있다. 따라서, 이같은 초대형 심해용 부유식 생산설비를 설계/제작 할 수 있는 야드는 한국조선소, 특히 독특한 Yard Layout과 설비를 보유한 대우조선이 해양산업계의 주목을 받고있다.

3. 국내 업체의 해양플랜트 프로젝트 참여 현황

대우조선은 20년간 전세계 Oil Major 회사들과 Operator들에게 50여 기의 해양 프로젝트를 인도하였고, 최근에는 FPSO, 5세대 Semi-submersible Drilling Rig, 초대형 반잠수식 생산설비, Tension Leg Platform, 해저 저장설비 등 고난도 기술을 요하는 특수프로젝트에 주력하고 있다. (실적 프로젝트 사진 참조)

H사는 지난 20여년 이상 전세계 고객들로부터 많은 해양 프로젝트



• Terra Nova FPSO
• Client : Halliburton Canada
• 세계 최고규모 사량의 FPSO



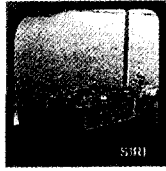
• Petrodrill Amethyst Drilling Rig
• Client : Petrodrill
• 5세대 Semi Drilling Rig



• Tension Leg Platform
• Client : Shell
• 멕시코만의 부유식 생산설비



• Asgard Floating Production Unit
• Client : Statoil
• 세계 최대 부유식 생산설비



• Siri Subsea Storage Tank
• Client : Kvaerner Rosenberg
• 해저 원유 저장시설



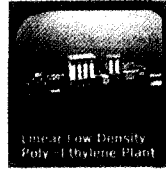
• South Nembra / Lomba Platform
• Client : Chevron
• 앙골라의 고정식 플랫폼



• Molikpaq Drilling Unit
• Client : Sakhalin Energy
• Gravity Type Drilling Unit



• Seawater Treatment Plant
• Client : ARCO Alaska
• 해상 해수 처리 설비



• LLDPE Plant
• Client : Al-Jubail Petrochemical
• Modular Petrochemical Plant

실적 프로젝트

를 수행해 왔으며, 최근에는 대형 FPSO와 초대형 Semi-submersible Drilling Rig 등 고부가가치 프로젝트들을 인도하였고, 시장 점유율 확대에 주력하고 있고, S사도 Drillship 등 고유영역 확보에 노력하고 있는 것으로 알려져 있으며, 향후 심해유 전용 해양플랜트의 참여 기회는 더욱 확대될 전망이다.

4. 한국 해양플랜트 프로젝트 업계의 위치

- 제작, 현지설치 분야
 - ▶ 고정식 플랫폼은 대용량

Skidding능력을 포함한 대규모의 현대식 생산시설, 뛰어난 품질, 풍부한 Project 수행 경험과 능력을 통해 발주사로부터 Turn-key 방식으로 직접 프로젝트를 수주하는 Prime Contractor로 자리잡고 있다. 10,000톤 이하의 세계의 제작/공급 회사들과 치열한 경쟁 관계에 있으나, 10,000톤 이상의 고정식 플랫폼은 확고한 우위를 점하고 있다.

- ▶ FPSO, Drillship, 초대형 부유식 시추/생산설비, 초대형 Drilling Rig, Spar등의 부유

식 설비는 대형 Dry Dock, Marine Engineering 능력, 풍부한 Project 수행 경험 등을 가진 한국이 절대적 우위를 차지하고 있거나 차지할 것으로 예상되고 있으며, 일부 제한적인 Turn-key방식의 수행 경험이 있으나 주로 제작자로서 참여하고 있는 이 분야에서도 최근 Prime Contractor로의 진입이 급속도로 이루어지고 있다.

- ▶ 유전에서 생산된 원유와 천연가스를 운송하는 해저 Pipeline은 H사가 설치 기술과 장비를 보유하여 현재까지 1,500km 이상을 설치한 것으로 알려져 있다. 그러나, 유전에서의 플랫폼 설치 기술과 장비는 거의 100% 해외 전문회사에 의존하고 있으며, 이 분야는 시장 Leader들과 협조를 통해 계속 수행해 나가야 할 것으로 전망되며 대우조선의 경우 세계 최고/최대 해양 설치업체인 네덜란드의 Heerema사를 협력회사로 거느리고 여러 종류의 대형 프로젝트를 성공적으로 수행해 왔다.

■ Engineering & Design, 자재구매 분야

- ▶ 시장진입 초기와 성장기에는 주로 발주사로부터 상세설계(Detail Design) 도면/자료를 받아 생산설계(Fabrication Design)와 제작을 수행하는 제

작자였다. 국내 해양 Project 성장기인 1990년대 중반부터 상세설계 자립을 위한 국내 회사들의 관심과 투자로 고정식 플랫폼은 상당한 분야에서 자립을 이루었다.

- ▶ 그러나, 일부의 상세설계 자립에도 불구하고 유전의 심해화에 따라 새롭게 등장하고 있는 FPSO, TLP, Spar 등의 특수 해양플랜트들의 엔지니어링과 Design은 자체 원유/가스전 개발 시장과 해외 광구권을 가진 미국이나 일부 유럽의 소수 엔지니어링 회사들이 리드해 나가고 있다.
- ▶ 품질, 가격과 납기 등이 유리한 강재같은 Bulk성 자재는 국산화가 70~80%가량 진행되었다. 일부 압력용기(Pressure Vessel)등 생산중심의 장비는 국내 조달이 가능하지만 Turbine Generator, Compressor, Control System, 밸브 등의 핵심 기계/전기/전자 장비류 등은 주로 미국을 중심으로 한 해외 전문 Maker에 의존하고 있다.

■ 종합 평가

단순설계/제작/현지설치 등 분야에서는 한국 조선소가 세계적인 경쟁상대들 보다 분명 우위에 있다고 평가되나 여전히 엔지니어링/자재구매/프로젝트 매니지먼트 등의 소프트웨어 분야에서는 서방의 일류회사에게 한단계 뒤떨어진 느낌이다. 주

된 이유는 원유/가스 광구를 보유하지 못한 관계로 광구 운영에서 얻을 수 있는 각종 기술데이터를 피드백 받을 수 있는 길이 없고 국가적으로 한국 조선소를 지원해 줄만한 한국계 Oil Major 부재로 미국이나 프랑스 업체들과 같이 지속적인 물량 확보와 기술개발을 병행해 갈 수 없다는 점이다.

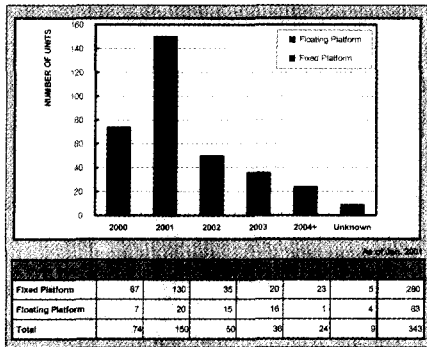
그러나, 해양플랜트 전문업체들조차도 놀라워 할 정도로 대륙붕 천해에서 심해로 자원개발 장소가 급속도로 이동됨에 따라, 축적된 조선 기술을 이용하여 초대형 부유체(Floater)의 설계/제작 능력과 부유체의 상부에 설치되는 전통적인 Topsides(상부 생산설비)의 설계/제작 능력을 동시에 보유한 한국조선소가 향후 해양플랜트 업계에서 독보적인 위치를 점유할 수 있다고 판단되며, 이러한 강점을 이용하여 요소 전문기술을 보유한 협력사들을 적절히 규합한다면 해양플랜트 산업계를 충분히 리드할 수 있다고 판단된다.

5. 해양플랜트 프로젝트의 향후 시장 전망

■ 고갈되어 가는 내륙과 대륙붕 유전의 대체 소스를 찾는 노력의 일환으로 심해 탐사기술과 시추 기술의 발전에 힘입어 1990년대 말부터 수심9,000 ft 이상인 유전의 시추가 가능해지면서 새로운 유형의 심해유전 개발용 프로젝트들이 속속 등장하고 있다.

현재 극소수의 프로젝트가 제작되어 운전 중인 설비들이 있고 개발 단계에 있는 설비들도 있다. 한국의 해양 플랜트 회사들은 이런 해양플랜트 시장의 변화에 적극적으로 대응, 이미 심해유전 개발용 설비 제작에 참여해 시장 진입에 성공하였으며, 다양한 프로젝트를 수행하기 위한 노력을 경주하고 있다.

- 최근에는 심해유전 개발의 주력 제품인 FPSO를 비롯해 심해유전 개발용으로 아래의 설비들이 자주 도입되는 추세이며, 국내 회사들은 이미 아래 설비들의 프로젝트 수행 경험이 있거나 현재 수행 중에 있으며, 향후 수년간 유사한 프로젝트 발주가 급속도로 증가 할 것으로 예측된다.
 - ▶ FPSO, FSO(Floating Storage & Offloading)
 - ▶ 초대형 반잠수 부유식 생산설비 (Semi-submersible Floating Production Unit)
 - ▶ Tension Leg Platform (TLP)
 - ▶ Compliant Tower Platform (CTP)
 - ▶ Spar Platform
 - ▶ Multi-Functional Barge
 - ▶ Drillship 등 초대형 Drilling 설비
- OFDI(Offshore Field Development International)에서 Survey를 통해 파악한 향후 계획 중이거나 건조 중인 전세계 고정식 플랫폼과 부유식 플랫폼의 수량은



Worldwide Offshore Field Development Outlook-Fixed and Floating Platform Projects Planned and Under Construction : 2000~2004+
 자료출처 : Offshore Development International (January/February 2001)

아래 표와 같다. 현재까지는 Marginal Field를 포함한 천해 지역의 고정식 플랫폼이 월등하게 많으나, 점차적으로 심해 지역용 부유식 플랫폼이 증가하는 것을 볼 수 있다.

위의 현황에서 고정식 플랫폼은 전체 280기 중 216기가 수심 0~300 ft 지역에서, 부유식 플랫폼은 전체 63기 중 28기가 1,500 ft 이상의 심해에서 계획 중이거나 건조 중에 있다.

6. 해양플랜트 발전을 위한 산학협력 과제

해양 프로젝트 수행에 있어 가장 취약한 분야가 설계 분야의 기반기술 부족과 유전에서의 현지 설비 설치기술이라고 판단된다. 이들은 전체 해양 프로젝트에서 가장 큰 부가가치를 가지고 있는 분야이기도 해서 시급히 학계와 산업계의 관심

을 제고할 필요성이 크다.

■ Engineering 기반 기술 개발

▶ 구조와 의장설계 분야에서 세계 일류의 선박 기본설계 수준의 해양 프로젝트 설계기술 보유가 절실함

▶ Turbine Generator, Compressor, Control Valve 등 해양 Project용 주요 장비류 국산화를 위해 기계공학 측면으로 해양 Project에 적합한 기반기술과 생산기술 확보 필요

▶ Transportation Analysis/Fatigue Analysis/Sea-mating Study 등 시간과 전문 인력이 소요되는 요소기술 분야에 산학협동이 필요

■ 세계화에 적합한 인력 양성
 기업체가 Needs를 제시한다는 전제하에 대학은 다음의 기본 소양이 갖추어진 인력을 양성/공급할 필요가 있다.

▶ 대형 해양 프로젝트가 요구하는 “부가가치 높은 기술/관리의 종합능력(Integration)”을 키우기 위하여, 모든 교육과제는 학생 혼자로는 해결이 불가능한, 즉 동료간의 유기적 연구/협조를 요하는 분야를 개발해 나간다.

▶ 일상대화는 물론 기술적인 회의(Technical Meeting)를 주관할 수 있는 수준의 영어 구

사 능력을 기본소양으로 갖춘 인력을 대학이 배출한다.

생산설비를 기초로 한 선박건조가 일본에서 한국으로 주도권이 이전되어 왔고 현재 급부상하고 있는 중국이 이 분야에서 한국을 뒤 쫓고있다. 해양플랜트 산업 역시 예외가 아니라고 생각되며, 그 증거로 최근 중국에서는 자국에서 발주한 대형 FPSO를 건조 중에 있다.

이런 관점에서 볼 때, 해양플랜트의 엔지니어링 기반기술 확보는 향후 Hardware적인 건조물량이 후발국으로 이관 되더라도, Software산업인 엔지니어링, 프로젝트 매니지먼트, 주요 장비 산업을 위주로 업계를 주도할 수 있는 기반이 되며, 해양 공학도들이 보다 부가가치가 높은 산업분야에 기여할 기회를 넓혀 줄 것으로 판단된다.

7. 원유/천연가스 주요 구매자로서의 정부기관 역할 기대

한국은 부존자원이 전무하여 에너지자원의 대부분을 수입에 의존해야 하는 구조적인 단점이 있으나, 한편으로는 산유국이나 Operator(광구 운영권을 가진 석유회사)에게 주요 바이어로서 국산 기자재의 사용 확대나 국내 해양플랜트 전문업체의 참여 등을 요구하고 명문화 시킬 수 있는 좋은 위치에 있음에도 불구하고(필자의 오해인지도 모르겠으나 다른 나라의 정부기관과 비교시 이러한 역할이 현저히 떨어진다고 생각됨) 국내 업체에 도움이

되는 재량권 행사가 미미한 것으로 등 강제조항을 계약서에 삽입하여 이나 공사들이 국내 해양플랜트 업
판단된다. Local Contents(일정 비 자국의 이익을 극대화하는 산유국 체의 참여 확대를 더욱 강력하게 요
율의 현지 국내 발주물량 요구조건) 들의 주요 고객인 우리의 정부기관 구해주었으면 하는 바람이다.

□ 대한조선학회 국문논문집 참고문헌 작성안내 □

대한조선학회 논문집의 인지도 향상과 국내 연구동향의 정확한 파악을 위하여 심사논문의 참고문헌중 30%이상을 본 학회 논문집에 게재된 논문으로 인용토록 강력히 권유합니다.

참고문헌 작성은 국내 논문 30 % 인용 준수, 국내 문헌 먼저 표기, 저자, 연도, 제목, 권호수, 페이지 순으로 표기하며 저자 이름이 명시적으로 문장중에 보이는 경우 홍길동(1999), 특히 2인의 저자의 경우는 슬래시로 두 명의 이름을 김동준/최항순(1990)과 같이 표기하고, 세 명 이상의 공저자의 경우는 제1저자의 이름을 사용하여 이순신 등(1999)으로 표기합니다. 이름이 본문에 나타나지 않는 경우는 (Aranha 1994)와 같이 괄호 속에 이름과 연도를 함께 표기합니다. 참고문헌은 한글의 가나다 순, 영문 참고문헌은 한글문헌 뒤에 알파벳 순으로 적습니다.

참고문헌의 예시

- 김동준, 최항순 1990 “해상에 계류된 부유체의 표류력해석,” 대한조선학회지, 제27권 제4호, pp. 24-35
- Aranha, J.A.P. 1994 “A formula for wave rift damping in the drift of a floating body,” J. of Fluid Mechanics, Vol. 272, pp. 110-123.