

# 특별기고

## Front – End Development에 대한 이해와 개선 방안 -해양플랜트 프로젝트를 중심으로-

박기흠, 박정호, 이원희, 주한백, 최규석, 양영순  
(서울대학교)

### 1. 서론

육상 자원의 부족으로 해양분야에 대한 수요가 점점 늘어남에 따라 해양플랜트에 대한 관심이 증가하고 있다. 이렇듯 세계 해양플랜트 시장이 성장함에 따라 한국 조선 3사도 근래 해양플랜트 산업에 큰 투자를 하고 있다. 그러나 한국 조선3사가 수주한 EPC 계약의 경우 대부분이 적자를 내고 있는 상황이다. 한국 조선소의 가장 큰 장점이라고 할 수 있는 construction 만으로는 경쟁력 면에서 충분치 못하다. 따라서 해양플랜트 산업의 뼈대라고 할 수 있는 FEED(Front-End Engineering Design)에 대한 이해와 더불어 FEED의 발전이 요구된다. Fig. 1은 국제 해양플랜트 시장의 동향을 보여준다.

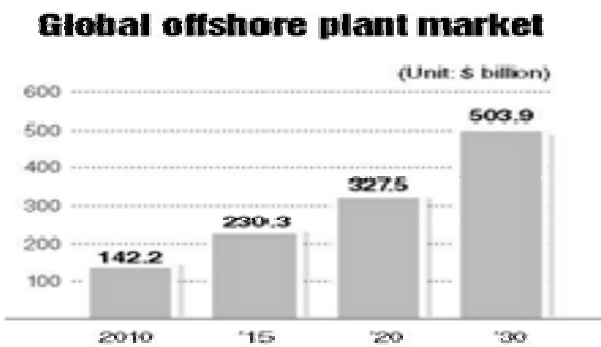


Fig. 1 Global offshore plant market (source:MKE)

이런 FEED의 중요성에 대한 인식의 첫 단계로 2014년도 가을학기 서울대학교 조선해양공학과에서는 해양플랜트 FEED라는 과목이 개설되었다. FEED의 개념과 중요성을 시작으로 FEED 인력부족 해결방안, FEED 효율성 증가 방안과 더불어 FEED, FEL(Front-End Loading), FED(Front-End Development) 평가 및 검증 방법까지 다룸으로써 학생들에게 해양플랜트 FEED에 대한 정확한 인지와 더불어 새로운 시각을 일깨워 주었다. 하여 이번 보고서에서는 해양플랜트 FEED과목에서 숙지한 내용을 바탕으로 FEED, FED에 대한 설명과 함께 더 나은 FEED를 위한 여러 방안을 소개하고자 한다. 나아가 FEED의 최종 목표를 제안해보도록 하겠다. Table 1은 해양 플랜트 프로젝트의 교과과정을 보여준다.

Table 1 Curriculum for 'offshore plant FEED'

해양플랜트 FEED 강의 내용	
주	강의 주제
1주	해양플랜트 프로젝트 과정 (프로젝트 타당성 검토부터 해체까지)
2주	FEED Endorsement (EPC 이전 수행된 FEED에 대한 검토)
3주	PDO & PCO (FEED 인력 육성 사례)
4주	해양 공정 설계 (공정 설계에 대한 이해)
5주	Integrated FEED (동시공학적 관점에서의 FEED의 개선 방향)
6주	중간고사
7주	Best Practice in FEED (효율적인 FEED를 위한 Bentley의 tool)
8주	자율학습
9주	Latent Causes of Rework in FPSO (해양프로젝트 Rework의 발생 원인)
10주	FEL (FEL의 개념에 대한 이해)
11주	FEL (Medco社의 FEL에 대한 노력)
12주	Integrated Subsea Design
13주	FEED Work Process
14주	FEL in Oil & Gas industry (효율적인 FEL을 위한 이론적 방법론)
15주	기말발표

### 2. FED와 FEED 이론

#### 2.1 해양플랜트 프로젝트 과정

FED와 FEED에 대한 내용을 이해하기에 앞서 해양플랜트 프로젝트의 전 과정에 대한 포괄적인 이해가 선행되어야 한다. 해양플랜트 프로젝트의 전 과정은 'Exploration & Appraisal à Evaluate à Development à Execution à Operation & Maintenance à Project Finish' 의 과정으로

이루어 진다. Exploration & Appraisal 단계에서 해당 유정이 경제적 가치가 있는지 판단을 한다. 여기서 경제적 가치가 있다고 판단이 되면 Evaluate 단계를 통해 FEED를 만들어 내고 이 FEED를 바탕으로 각 EPC 업체가 FEED endorsement를 거쳐 입찰에 참가한다. 입찰을 통해 최종 EPC 업체가 선정이 되면 Development 단계에서 상세설계를 수행하고 Execute 단계에서 해양플랜트 생산을 진행한다. 생산 완료 후 시운전, 운반, 설치과정을 거쳐 Operation 단계로 넘어가게 되면 이때 부터 Oil & Gas를 뽑아 올리게 된다. First Oil이 나오는 순간 EPC 업체의 일은 종료된다. 이 후 해양플랜트의 수명은 보통 20~25년 정도이기 때문에 operator는 꾸준한 장비의 교체와 같은 유지 및 보수 과정을 수행한다.

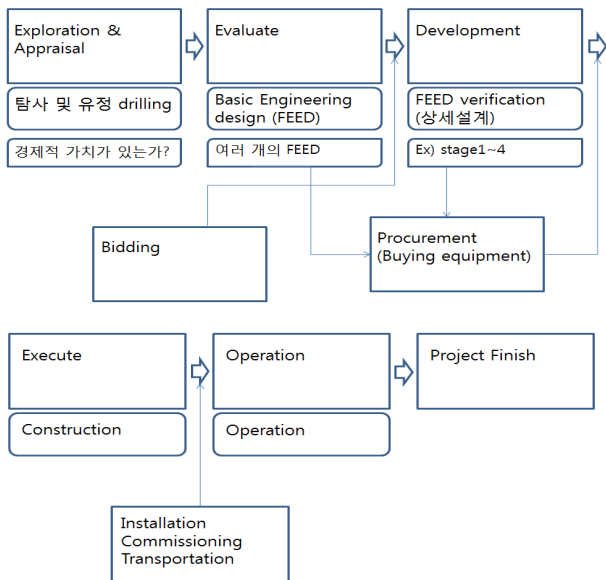


Fig. 2 Procedure for offshore project

Fig. 2는 해양 플랜트 프로젝트 과정을 보여준다. 유정의 압력이 낮아져서 더 이상 Oil & Gas 가 생산되지 못하면 프로젝트가 종료되고 해체작업을 진행한다.

## 2.2 FED와 FEED, FEL의 정의

현재 조선해양 산업에서는 'FEED' 와 'FED' 라는 용어가 빈번하게 사용되면서도 혼용되는 경향이 있다. 해양플랜트 프로젝트에 대한 정확한 이해와 분석을 위해서는 이 두 용어에 대한 명확한 정의가 되어 있어야 한다. 따라서 용어에 대한 정의를 먼저 내리고자 한다. Evaluate 단계까지 프로젝트가 투자할만한 가치가 있는지 가능해보고 최종적으로 FID(final investment decision: 최종 투자 결정)를 하게 되는

데 FED는 프로젝트의 시작부터 FID까지의 모든 과정을 포괄하는 management와 engineering을 통합한 개념이다. FEL(front-end loading)은 FED단계에 투자되는 시간과 노력 등의 투자를 의미하는 용어임과 동시에 FED의 각 단계를 지칭하는 말로도 쓰인다. FEL 단계는 크게 FEL1, FEL2, FEL3 세 단계로 나뉘며 각 단계에서는 각각 다른 일들이 수행된다. Fig. 3은 Project 과정 속에서 FEL의 세 단계를 보여준다.

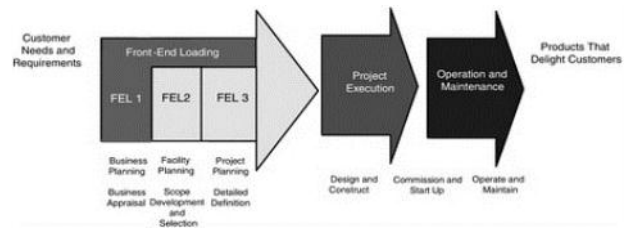


Fig. 3 Project 과정 속에서의 FEL

Table 2 Contents for each stage of FEL & corresponding FEED results

FED		
FEL-1	FEL-2	FEL-3
<ul style="list-style-type: none"> <li>Material balance</li> <li>Energy balance</li> <li>Project charter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Preliminary equipment design</li> <li>Preliminary layout</li> <li>Preliminary schedule</li> <li>Preliminary estimate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definitive estimate</li> <li>Project execution plan</li> <li>Preliminary 3-D model</li> <li>Purchase ready major equipment specifications</li> <li>Electric equipment list</li> </ul>
FEED		
<ul style="list-style-type: none"> <li>P/F type, HSE, 3D model</li> <li>사용 장비, 장비 개수</li> <li>장비 배치, Deck 구조, MH</li> <li>process 설정</li> <li>Schedule</li> <li>Economic efficiency</li> </ul>		

FEL 1은 팀이 무엇을 해야 하는지 결정하는 단계로 프로젝트의 목적을 결정하고 프로젝트의 리스크를 평가한다. FEL 2는 FEL1에서 결정한 프로젝트의 목적을 가장 효율적으로 만족시킬 수 있는 방법을 결정한다. FEL 3에서는 프로젝트의 대안을 정하는데 초점을 두는데, 이 때 FID를 할 수 있을 정도로 상세하게 해야 한다. FEL의 각 단계는 순차적으로 진행되며 단계마다 FEED에 포함되는 결과물들을 생산해낸다. FED는 프로젝트의 경제성에 대한 평가뿐만 아니라 해양플랜트에 대한 basic design 등이 수반되는 과정이며 FED단계를 거쳐 생

산되는 결과물을 FEED(front-end engineering design)라고 칭한다. FEED에는 Basic Engineering Design뿐만 아니라 프로젝트 스케줄, 예상비용, HSE(health and safety executive: 안전성 평가), Layout(장비 배치), MH(material handling), 3D modeling, 주요 장비에 대한 vendor 리스트 등이 포함된다. Table 2는 FEL과 그에 일치하는 FEED 결과들의 각 단계의 상세 내용을 말한다.

### 2.3 FEED 이론

FEED는 프로젝트의 뼈대가 되는 결과이고 이 자료를 토대로 이후의 EPC 과정이 진행되기 때문에 굉장히 중요하다. 특히 Fig. 4에서 볼 수 있듯 FEED에 포함된 basic engineering design과 layout등이 정확하지 못해 Construction 단계에서 수정을 하게 되면 연쇄적으로 다른 요소들까지 수정을 해야 하는 global impact를 일으킬 수 있다. 이는 프로젝트의 시간과 비용을 크게 증가시킬 수 있기 때문에 완성도 높은 FEED를 생산해 내는 것이 매우 중요하다고 할 수 있다.

국내의 조선 3사는 EPC회사라서 현재 FEED를 직접 만들어내는 상황은 아니다. 하지만 EPC회사가 operator 측으로부터 해양플랜트 프로젝트를 수주해 오는 상황에서 프로젝트가 투자할 만한 것인지 판단하는 기준이 되는 것은 FEED 뿐이다. 즉, 직접 FEED를 만들어내지 않더라도 FEED endorsement를 통해 2~3달 내의 짧은 시간 동안 FEED를 검토해보고 프로젝트의 경제성과 수행가능성을 판단해야 하기 때문에 EPC회사의 입장에서 FEED에 대한 정확한 이해는 반드시 이루어져야 한다.

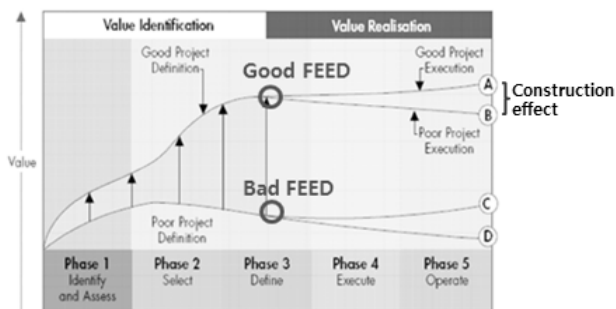


Fig. 4 Effect of FEED on project (source : Gerbert van der Weijde)

### 2.4 FED 이론

FEED는 프로젝트 전체를 총괄하는 PM(Project Manage-

ment)이나 공학적 원칙을 프로젝트에 적용하는 EM(Engineering Management)과 달리, 프로젝트의 성공에 필요한 전략적인 정보를 만들어낸다. FED단계는 뒷부분에서 design 등에서의 수정이 발생하지 않도록 엄밀하고 정확하게 진행되어야 한다. 뿐만 아니라 여러 문헌에 따르면 FED에서의 투자는 비용 예측 가능성과 비용의 효율, 스케줄의 예측 가능성을 높이고 프로젝트 수행기간을 줄여주며 안전성까지도 커지게 한다. 그러나 FED에 들어가는 비용이 만만치 않고 들어가는 시간 역시 프로젝트 스케줄에 부담이 될 수 있기 때문에 FED에 대한 투자를 무한정 늘리는 것은 불가능하다. 따라서 FED에 투자되는 비용과 시간의 할당량을 최적화하는 것이 중요하며 이를 위해서는 FED단계와 전체 프로젝트 간의 상관관계에 대한 정확한 파악이 선행되어야 할 것이다. FED에 투자되는 input을 평가하는 요소는 FEL-index, 팀 개발 지수, 늦은 주요설계 수정, 적용한 VIP (value improving practices: 더 효율적으로 원하는 결과를 얻을 수 있는 것이 증명된 방법들)의 비율 등이 있으며, 그에 따른 Project outcome은 비용 예측가능성, 비용 효율성, 일정 예측가능성, 일정 효율성, 프로젝트 성공 지수이다. Table 3은 각각의 FED input 평가 요소들과 project outcome간의 관계를 정리한 것이다. 이 때 표의 'P'는 positive correlation의 약자로, 두 개의 요소가 양의 상관관계에 있음을 나타내며 반대로 'N'은 negative correlation의 약자로, 두 개의 요소가 서로 음의 상관관계에 있음을 말해준다.

Table 3 Correlations between FED inputs and project outcomes (source : Gerbert van der Weijde)

	비용 예측가능성	비용 효율성	일정 예측가능성	일정 효율성	프로젝트 성공 지수
FEL index	P	-	-	-	P
팀 개발지수	P	P	-	N	-
늦은 주요설계 수정	P	P	P	-	P
적용한 VIP 비율	-	-	-	P	-

Table 3에서 '-'는 통계적으로 가치가 있는 데이터가 아직 부족하여 관계가 충분히 규명되지 않은 부분이다. 향후 충분한 프로젝트 데이터를 기반으로 input과 project outcome 사이의 관계를 더 명확히 해야 한다. 프로젝트 성공 지수 (General project success indicator)는 앞의 네 개의 요소를 종합적으로 평가한 index로 (cost predictability x 0.5) +

(general effectiveness indicator x 0.5) + (schedule predictability x 0.5) + (schedule effectiveness indicator x 0.5) + (safety indicator x 0.5)의 공식으로 얻어진다.

### 3. FED와 FEED의 현실

FEED와 FED가 프로젝트상 중요함은 모두 인정하더라도 현실은 아직까지 해결해야 할 문제가 많다. 첫 번째, EPC 회사 내 FEED에 대한 이해가 부족하다. 현재 EPC 회사에서 FEED 관련 전문가와 정보가 부족한 상태이기 때문에 FEED의 승인 절차인 FEED Endorsement 단계조차 제대로 이루어지지 않고 있다. 이로 인해 Construction 단계에서 예상치 못한 변수가 발생하는 경우가 생겨 EPC 회사에 상당한 부담으로 작용하고 있다. 두 번째, FED의 효율성을 높여야 할 필요가 있다. 해양플랜트 시장이 커지는데 비해 engineer의 수는 한정되어 있다. 또한 프로젝트의 타임라인이 짧아지면서 Time-to-market이 점점 빨라지고 있다. 이에 따라 FED를 짧은 기간 내에 효율적으로 진행해야 한다. 세 번째, Management의 중요성이 커지고 있다. 다양한 분야의 전문가들이 일하기 때문에 이들을 하나로 통합해야 할 필요가 있다. 하지만 이를 위해서 너무 많은 시간과 비용을 쓰는 것도 앞서 언급한 것처럼 전체적인 프로젝트의 성공과는 거리가 있다. 따라서 비용과 Management의 효율을 최대화하는 것이 중요하다. 실제로 이 Management가 제대로 이루어지지 않아서 대형 프로젝트의 약 54% (출처: IPA(Independent Project Analysis: 자문회사) 통계)가 예상한 정도의 효율을 내지 못하고 있다. 이처럼 FEED와 FED에서 해결해야 할 문제가 많다.

이러한 FEED문제를 해결하기 위해 국내 EPC회사들은 크게 두 가지 방면으로 노력하고 있다. 첫 번째로 EPC회사들은 프로젝트의 FEED부터 EPC까지의 과정을 모두 참여하는 계약을 한 후에 FEED과정은 해외의 engineering 업체에게 맡기는 방식으로 프로젝트를 진행하는 경우가 많다. 그렇게 함으로써 FEED역량이 부족한 단점을 보완하고 업무를 진행하면서 FEED관련 역량을 키울 수 있을 것으로 보이지만 당장 눈앞에 보이는 결과는 만족스럽지 못하다. EPC업체들이 operator로부터 받게 되는 계약금의 상당부분을 협업중인 FEED업체에게 고스란히 넘겨주어야 하기 때문에 실제로 EPC업체가 얻게 되는 이익은 크지 않으며 delay라도 발생하여 operator측에 배상을 해주게 되면 오히려 적자를 보게 되는 상황도 발생할 수 있다. 두 번째로는 회사 차원에서 FEED관련 인력을 육성하기 위해 해외로 교육 파견을 보내고 해외의 FEED 전문 engineer를 초빙하여 강연을 진행하는 등의 노력

을 기울이고 있다. 하지만 단기간에 FEED관련 역량을 키우는 것이 쉽지는 않아 보인다. 역량 증대를 위해서는 이론적인 것을 흡수하는 것뿐만 아니라 직접 진행한 설계가 실제 제품을 통해 검증되고 그것이 다음 프로젝트에 조금씩 개선되어 적용되는 방식을 거쳐야 하기 때문에 한 프로젝트에 몇 년씩 걸리는 해양 플랜트 프로젝트 FEED가 단기적인 발전을 보이는 것이 쉽지 않다. 이를 극복하기 위해서는 우리 조선업이 어떻게 기본 설계를 제대로 하게 되었는지 살펴보고 그것을 해양 플랜트 산업에도 적용해야 할 것이며 국가 주도의 지속적인 투자 개발, 해외 기술 습득, 국내 해운 업계 동반 성장 등이 뒷받침되어야 할 것이다. 다음 FEED 개선 방안에서 이러한 문제를 해결하기 위한 방법과 우수하게 해결한 해외의 사례를 살펴보겠다.

## 4. FED 개선 방안

### 4.1 PDO 사례

PDO(Petroleum Development Oman)는 원유 생산과 가스 공급을 수행하는 오만 왕국의 석유 탐사 및 생산 회사이다. PDO도 현재 국내 EPC업체와 마찬가지로 프로젝트를 시행하는데 필요한 FEED인력이 많이 부족한 상황이었다. 이를 해결하기 위해 PDO는 FEED 수행에 필요한 여러 가지 조건을 만족시키는 인력을 자체적으로 키워내는 파일럿 FEED 프로젝트를 진행했다. 이는 성공적으로 진행되어 지금은 자체적인 FEED를 진행하고 있다. 이러한 PDO의 사례는 FEED관련 인력난을 겪고 있는 현재 국내 EPC업체들에게 좋은 본보기가 될 수 있을 것이다.

### 4.2 Integrated engineering

Integrated engineering은 각 engineering 단계의 장벽을 허물고 함께 일을 가능하게 함을 의미한다. 이는 해양플랜트의 Multi-Discipline 때문에 발생하는 interface risk를 줄일 수 있고 FED의 효율을 향상시킬 수 있다. Integrated Engineering의 핵심은 데이터의 정확성, 일관성, 접근의 용이성이다. FED 각 단계에서 수행되는 수 많은 데이터를 한 곳에서 저장 관리함으로써 부서간 데이터의 공유와 데이터의 재사용 양을 늘리고 work flow을 간소화 시킴으로써 효율적인 FED의 수행을 가능하게 한다. Integrated 환경을 제공하기 위해서는 데이터의 자유로운 이동과 관리를 지원하는 탄탄한 IT 인프라를 필수적으로 갖추어야 한다. 이와 관련된 Tool은 AVEVA & ETAP 社, Bentley 社 등에서 제공하고 있다.

### 4.3 Management team (Medco)

Medco는 인도네시아 내의 oil & gas 회사로 최근 대형 프로젝트를 많이 수행하면서 전문적인 management 팀이 필요해졌다. 이에 따라 회사 내의 많은 분야에서 MPEP(Medco Project Excellence Process)를 시행하였는데 이 방법은 프로젝트 커뮤니티를 강화하고, 필요한 프로세스와 능력을 구축하며, 회사의 정보관리시스템에 프로세스 계획을 추가하는 것을 목표로 하였다. 이 중 FEL에 적용한 전략은 정책 및 표준 참조의 문서화와 FEL의 체계화 등이었다. 이로 인해 FEL 1단계에서는 FEED를 명확하게 작성하고 기존 데이터를 문서화하여 해결책을 제시하였다. FEL 2단계에서는 자원을 계획하고 관리하며, FEED의 검증에 초점을 맞출 수 있었다. FEL 3단계에서는 상세 설계 및 조달을 쉽게 하였으며, 최종 결정을 위한 프로젝트의 시행 계획을 제시할 수 있게 되었다. 이로 인해 생긴 이점은 FEL이 work flow에서 체계화된 형식으로 인식될 수 있게 되었으며, 한 단계씩 효율적으로 일이 진행되었다는 점이다. 또한 각 단계에서 다양한 기능을 하나의 인터페이스를 통해 이해할 수 있어 FEL을 수행하는데 많은 이점을 가져왔다.

### 4.4 Stage-gated-process

Shell, Chevron, Medco 사 등 대부분이 해양플랜트 프로젝트의 engineering process (FED, 상세설계, 생산설계에서 stage-gated-process를 적용하고 있다. Stage-gated-process란 프로젝트의 진행에 있어서 각 단계마다 그 단계에서 수행되어야 할 일이 충분히 완료되었는지를 평가하고 확실한 승인을 하는 과정이다. 이를 승인하는 역할은 Interface engineer가 담당한다. Engineering process는 크게 AFD(approved for design: Engineering 회사에서 상세설계를 수행할 경우, Yard 승인용으로 제출되는 도면 제작 과정), IFA(Issue for approval: Final Vendor 정보 반영 후 선주/선급 승인 제출되는 도면 제작 과정), AFC(Approved for construction: operator 승인 완료된 생산설계를 위한 Final 상세도면 제작 과정), 생산설계로 나눌 수 있다. 선박의 경우 각 단계마다 설계기능별로 나선형 루프를 돌면서 목표점에 도달하는 방식이 사용되고 있다. 하지만 해양은 선박과 다르게 각 단계가 순차적이지 않고 동시 다발적으로 수행되는 특징을 가지고 있다. 따라서 선박과는 다른 process를 구축해야 한다.

### 4.5 FEL standardization

현재 진행되는 프로젝트의 FEL은 동일한 기준으로 진행되

는 것이 아니라 프로젝트의 환경이나 engineer의 역량에 따라 각기 다른 방식으로 진행되고 있다. 이러한 방식은 FED단계의 효율을 감소시킬뿐더러 그 결과인 FEED의 신뢰성까지 떨어뜨릴 수 있다. 때문에 FED를 이렇게 제각기 다르게 진행하는 것이 아니라 몇 가지 고정된 기준을 만들어서 그에 맞추어 FED를 진행하는 standardization형식을 갖춘다면 그 효율을 급격히 상승시킬 수 있을 것이다.

현재 조선산업에서 오랜 경험과 데이터가 축적된 결과 기본설계와 생산단계가 선급의 요구조건에 맞추어 기존의 것과 유사하게 진행되는 것도 언급한 standardization과 일맥 상통한다고 볼 수 있다. Fig. 5은 해양 플랜트의 standardization에 대한 상세 내용을 보여준다.

Standardization은 FED과정에서 반드시 필요한 VIP, Stage-gated system과 같은 설계 과정의 요소들을 리스트로 정리하여 실제로 수행함으로써 실현될 수 있다. 실제로 몇몇 EPC회사들과 Engineering회사들은 자체적인 체크 리스트를 마련하여 부분적으로나마 standardization을 이루어 나가고 있다. 하지만 국내 EPC업체들과 학계에서는 아직 경험과 데이터가 부족하기 때문에 이러한 요소들이 무엇인지를 알고 있지 못한 상황이며 앞으로 지속적인 경험 및 데이터 축적을 통해 이러한 요소들을 찾아낼 수 있을 것이다. 더 나아가 정량적인 기준까지 마련하게 된다면 현재의 조선업에서와 같이 FED단계를 수월하게 진행할 수 있을 것이다. 현재 조선업에서는 DNV, ABS 등의 선급에서 선박을 만들 때의 요구조건을 규정하고 있다. 이와 마찬가지로 해양플랜트의 FED에 대한 standardization도 현재 각 engineering /oile회사들이 가지고 있는 체크리스트를 조합하여 최적화시킨다면 해양플랜트의 설계와 생산의 효율을 극대화시킬 수 있을 것이다.

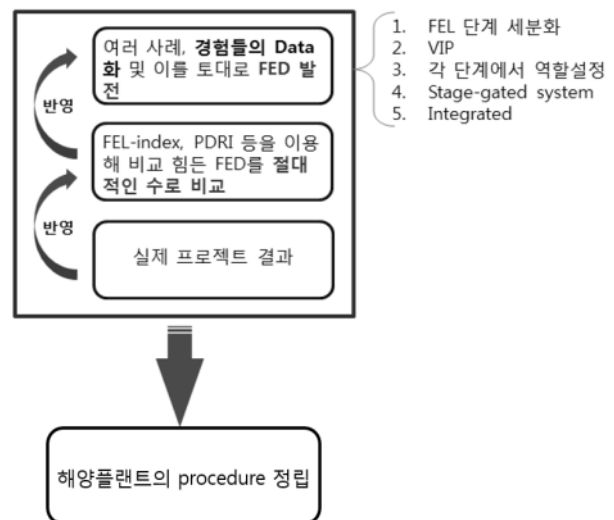


Fig. 5 Standardization of offshore plant

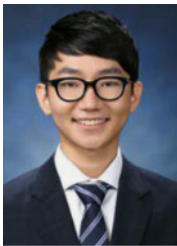
## 5. 결론

기존 조선해양공학과의 수업에서는 구조역학, 유체역학, 설계 등 주로 detail engineering 에 관련된 내용들만을 다루었고 세분화된 전문성을 강조하였다. 그러나 이번 해양플랜트 FEED 수업에서는 해양플랜트에서 전체적인 틀을 잡는데 필요한 basic engineering에 관련된 내용을 학습하였다.

또한 수업을 통해 FEED, FED에 대한 전반적인 이해와 더불어 FEED, FED 수행과정에서 발생하는 한계점 및 이에 대한 개선책까지 살펴봄에 따라 해양플랜트 프로젝트에 대해 더 큰 시각을 갖게 되었다. 즉 기존에는 프로젝트 전반부의 큰 틀을 보지 못하고 후반부의 세분화된 내용만을 향해 달려가고 있었다면, 이제는 앞의 큰 틀을 이해하게 되었고 이를 통해 뒤의 세분화된 내용까지도 보다 정확하게 파악할 수 있게 된 것이다.

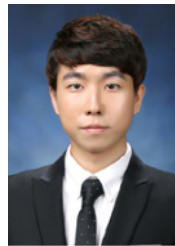
'조선 해양'이라는 말을 들으면 우리를 포함한 대부분의 조선해양공학을 공부하는 학생들은 선형설계 및 해석, 구조설계 및 해석, 운동성 해석, 추진기 등을 가장 먼저 떠올릴 것이다. 물론 이 부분도 중요하다고 생각한다. 그러나 왜 그런 모양을 갖추게 되었는지, 어떻게 그런 컨셉을 갖추게 되었는지에 대한 이해가 선행되어야만 상세 설계 부분에서도 효율적인 발전이 있을 것이라 생각된다. 하여 해양플랜트 FEED와 같은 교과목은 우리가 조선해양공학을 배우면서 조선해양공학에 대한 시각을 넓히는 계기가 될 것이다.

끝으로 해양플랜트 FEED 수업을 위해 힘써주신 서울대학교 조선해양공학과 교수님, 카이스트 교수님께 감사 드리며 또한 현업에서의 풍부한 경험을 토대로 인터뷰에 응해주신 선배님께 감사 드립니다.



박 기 흠

- 1993년생
- 2011 서울대학교 조선해양공학과 입학
- 서울대학교 조선해양공학과 4학년
- 관심분야 : 유체, 공정
- 연 락 처 : \*\*\*-\*\*\*\*\*
- E - mail : rigma16@snu.ac.kr



주 한 백

- 1993년생
- 2011 서울대학교 조선해양공학과 입학
- 서울대학교 조선해양공학과 4학년
- 관심분야 : 선체 및 해양플랜트 구조설계
- 연 락 처 : \*\*\*-\*\*\*\*\*
- E - mail : hance05@snu.ac.kr



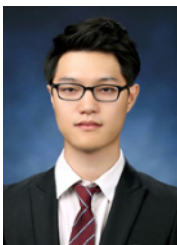
박 정 호

- 1992년생
- 2011 서울대학교 조선해양공학과 입학
- 서울대학교 조선해양공학과 4학년
- 관심분야 : 구조, 유체
- 연 락 처 : \*\*\*-\*\*\*\*\*
- E - mail : jh0023a@snu.ac.kr



최 규 석

- 1990년생
- 2011 서울대학교 조선해양공학과 입학
- 서울대학교 조선해양공학과 4학년
- 관심분야 : 해양플랜트 Engineering Management
- 연 락 처 : \*\*\*-\*\*\*\*\*
- E - mail : haroo1752@snu.ac.kr



이 원 희

- 1993년생
- 2015 서울대학교 조선해양공학과 졸업
- 서울대학교 정보기술연구실 석사 1년
- 관심분야 : CAD
- 연 락 처 : \*\*\*-\*\*\*\*\*
- E - mail : weelon@snu.ac.kr



양 영 순

- 서울대학교 조선해양공학과 교수
- 관심분야 : 구조신뢰성공학, 구조안전설계
- 연 락 처 : 02-880-7330
- E - mail : ysyang@snu.ac.kr