

## FPSO의 선행의장률 향상을 위한 생산관리 및 공법개선 사례연구

신성철<sup>†</sup>\*, 조종범<sup>\*\*</sup>, 신기영<sup>\*</sup>, 김수영<sup>\*</sup>

부산대학교 조선해양공학과<sup>\*</sup>  
㈜삼성중공업<sup>\*\*</sup>

Process Improvements for Elevating Pre-outfitting Rate of FPSO

Sung Chul Shin<sup>†</sup>\*, Jong Burm Cho<sup>\*\*</sup>, Ki Young Shin<sup>\*</sup> and Soo Young Kim<sup>\*</sup>

Department of Naval Architecture & Ocean Engineering, Graduate school, Pusan National  
University<sup>\*</sup>

SAMSUNG HEAVY INDUSTRIES CO.,LTD<sup>\*\*</sup>

### Abstract

Generally, functional design of FPSO has been done by the engineering firm designated by ship owner. Main equipment such as topside facility is imported from abroad. But sometimes, OFE (Owner Furnished Equipment) does not satisfy the PND (Product Need Date) of each production stage because the delivery date of OFE is not scheduled to satisfy the PND. And sometimes many loose items and equipment are complex from engineering which does not consider pre-outfitting. Main objective of this study is process improvements by maximizing pre-outfitting rate in the stage of equipping STP (Submerged Turret Production), one of main equipment on FPSO. In this study, we analyzed the factors which obstructed pre-equipping STP using the past records of FPSO projects.

※Keywords: Owner furnished equipment(선주공급품), Pre-outfitting rate(선행의장률), Delay of arrival date(납기지연), Method of construction(공법), Construction schedule(공기)

### 1. 서론

현재 대륙붕에서의 석유자원 개발은 마무리 단계에 있어서, 부유식 생산 시스템을 갖춘 해양생산설비에 대한 선주사들의 관심이 증대되고 있다. 심해 유전개발에 있어서 가장 주목 받고 있는 해

---

접수일: 2008년 7월 18일, 승인일: 2009년 4월 14일

†교신저자: scshin@pusan.ac.kr, 051-510-2525

양생산설비는 FPSO(Floating Production Storage Offloading)이다. FPSO는 부유식 생산시스템 중 가장 일반적인 타입으로 전체 부유식 생산시스템 중 60% 이상을 차지한다. 현재 원유 저장용량이 2백만 배럴을 넘는 대형 FPSO가 서아프리카 주요 산유국을 중심으로 발주되고 있다(Park and Hwang 2007).

그런데, FPSO의 상부구조는 선주사가 주관하여 FEED(Front End Engineering Design)를 통해 설계되고 주요 장비는 선주공급품(OFE: Owner Furnished Equipment)으로 공급이 이루어지고 있어 다음과 같은 문제가 발생할 수 있다.

- ① 조선소 시공 공법이 반영되지 않은 장비 설계
- ② 선주공급품 시공에 대한 이해 부족으로 인해 선행시공 되지 못하는 장비의 발생
- ③ 계약시 장비 입고일과 실제 조선소 소요일이 상이함

상기 ①, ②, ③의 문제로 인해 조선소 현장에서는 장비 설치뿐만 아니라 관련 유압시스템, 전장시스템 시공이 지연되고 도장, 족장 등 의장 이후 공정에 악영향을 끼쳐 경사시험과 같은 주요 일정에 문제가 발생하기도 한다.

기존에 FPSO의 시스템에 대한 구조평가(Bae et al. 2007) 및 피로해석(Sim et al. 2004) 등에 관해서는 많은 연구가 이루어지고 있으나 FPSO의 선행의장을 향상을 위한 공정관리 및 공법개선에 관한 연구는 이루어진 바가 없다. 일반적으로 조선소 공정에 대한 연구는 블록 생산 및 조립에 관한 것이다(Min et al. 2005).

본 연구의 목표는 FPSO의 STP(Submerged Turret Production) 시스템을 시공함에 있어 선행의장률을 극대화하기 위한 공정개선 방안을 모색하는 것이다. 이를 위해 선주공급품의 조립 공정 및 납기 소요일을 PERT/CPM(Program Evaluation and Review Technique/Critical Path Method) 기법을 통하여 분석하고 공정 진행 중 발생하는 문제점을 개선하는 방안을 확립한다.

## 2. FPSO 와 STP 시스템

### 2.1 FPSO의 구성요소

일반적으로 FPSO를 구성하는 요소는 Fig. 1과 같다. 해저로부터 생산된 원유를 저장하는 선체와 위치제어를 위한 계류식 또는 DP(Dynamic Position) 시스템, 원유의 정제 및 생산을 위한 상부구조, 작업자들의 숙소 그리고 생산된 원유를 뽑아 올리거나 셔틀탱커 등으로 하역하는 하역구조로 이루어진다(Son et al. 2007).

- (1) 터렛 시스템(Turret system): 터렛은 대 구경(16m~32m)이며, 계류 와이어 및 유연성 있는 해저 수직관을 회전하지 못하도록 고정하는 장치
- (2) 계류 시스템(Mooring system): FPSO가 오일을 생산하는 동안 선박을 제자리에 있게 유지시키는 장치
- (3) 상부 처리 시스템(Topside processing system): 유정 혼합물을 오일, 가스 등으로 분리하여 오일을 화물 탱크로 이송하는 장치
- (4) 화물 탱크 시스템(Cargo tank system): 상부구조에서 분리된 오일을 셔틀 탱크로 이송하기 전에 저장하는 탱크
- (5) 하역 시스템(Offloading system): 화물 탱크에 저장된 오일을 셔틀탱커로 이송하는 장치

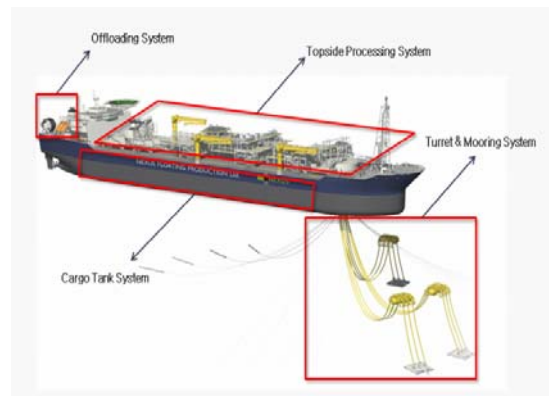


Fig. 1 General FPSO

**2.2 FPSO의 오일 생산 과정**

FPSO의 오일 생산과정은 Fig. 2와 같다. FPSO는 STP 시스템을 통해 유전에서 상부구조로 오일을 이송한다. 상부의 분리기(separator)를 통해 물, 가스 및 분리된 오일은 화물탱크에 저장된 다음 배의 선미부에 설치된 하역 시스템(SDS: Stern Discharge System)을 거쳐 셔틀 탱커로 이송된다. 오일 생산을 할 때 부산물로서 발생하는 가스는 보통 가스터빈 동력 발전기(power generator)용 연료로 사용되기도 하고 대용량이 생산되는 곳에서 생산량이 수요량을 초과하게 될 경우에는 송출 배관 라인으로 바로 보내지 않고 해저 및 지층으로 다시 주입하거나 혹은 플레어타워(flare tower)에서 태워 없애기도 한다.

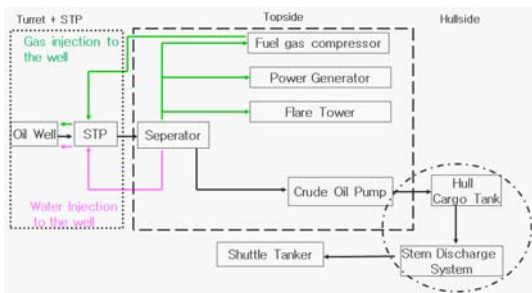


Fig. 2 The schematic process of the oil production

**2.3 STP(Submerged Turret Production) 시스템**

STP 시스템은 FPSO의 터렛 시스템으로서 Fig. 3과 같이 구성되어 있다. 본 시스템의 큰 장점은 부표(buoy) 자체에 계류 장비를 장착하고 있기 때문에 날씨에 대한 영향 없이 오일 생산과 계류를 동시에 수행함으로써 지속적으로 작업을 수행할 수 있다는 점이다.

유전에 별도의 부표 시설이 갖춰진 상태에서 FPSO가 유전으로 이동 후, Fig. 4와 같이 유전과 연결된다. 수두 차를 이용하여 STP 구역 내부로 해수를 선박 흡수만큼 채워 넣고 수면 하부에 잠겨 있는 부표를 갑판 상부에 있는 윈치(winch)로 끌어올린 이후에 잠금장치(locking mechanism)를

작동하여 부표와 선박을 연결·고정 시킨다.

부표를 잠금장치로 고정후 선박의 프로세스 파이프(process pipe) 라인에 연결하여 스윙블 스택(swivel stack)을 이용하여 유전의 오일을 상부 구조로 이송한다. 그리고 분리기를 통해 처리되고 남은 정제수와 가스 또한 스윙블 스택을 이용하여 유전으로 재 투입된다.

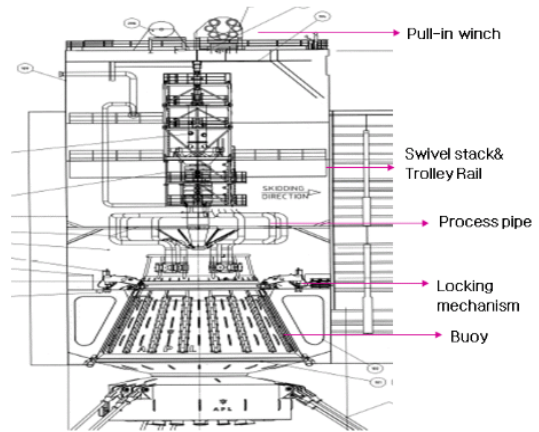


Fig. 3 STP structure

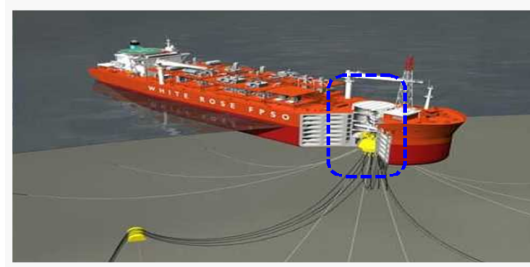


Fig. 4 Sub-sea arrangement

**3. STP 시스템 공정 분석**

**3.1 실적선 기준 공정 분석**

실적선을 기준으로 블록 탑재 이후 공정을 분석해 봤을 때 Fig. 5와 같다. STP 시스템을 시공함에 있어 탑재 후 일반의장 공사기간이 180일로 경사 시험 전에 시운전 일정을 준수하기 어렵다. 또한 도크내, 안벽작업 사항으로 생산성 저하와 공정

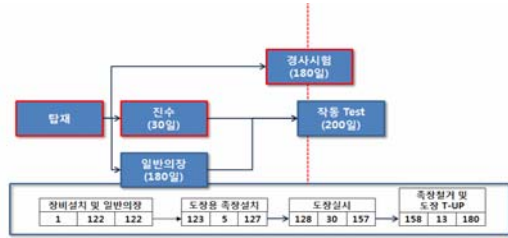


Fig. 5 Work process by inclining experiment in the old vessel

간섭이 다수 발생한다. 그러므로 경사시험 일정을 준수하고 의장작업의 효율성을 제고하기 위해서는 STP 장비의 선행의장률을 높여 블록 탑재 후 일반의장 기간을 줄이는 것이 필수적이다.

**3.2 STP 시스템 선행의장의 필요성**

선행의장이란 블록이 대조립 공장에서 제작되고 도장 후, 선행탑재(Pre-Erection)되는 과정 중에 수행되는 의장작업을 말한다. STP 시스템의 생산성 향상 요건으로 선행의장은 계속해서 강조되고 있으며 조선소 작업 공간 문제, 장비 효율성 문제, 생산 효율화 측면에서 필수적인 요건이 되고 있다 (Lee and Kim 1995).

실적선을 기준으로 FPSO의 선행의장률은 Table 1에서 볼 수 있듯이 31.6%로 조선 프로젝트의 선행의장률 70~80%에 비해 1/2 이하의 수치이다. 이로 인해 블록 탑재후 일반의장 설치 작업을 하는데 있어 작업 효율이 떨어지고, 경사시험 일정을 준수하는데 어려움이 있다. 그러므로 STP 장비의 선행의장률을 높여 일반의장 기간을 최대한 줄여야 주요일정 중 하나인 경사시험 일정을 준수할 수 있고 FPSO의 생산성을 향상시킬 수 있다.

**3.3 실적선 기준 선행의장 저해 요인**

실적선 기준으로 STP 시스템의 장비가 선행의장률이 낮은 이유는 공법문제, 납기 지연, 공기 부족의 세 가지로 나누어진다.

공법문제는 주로 선행의장 추진시 공법문제로 인해 선행의장이 불가능한 경우이고 납기 지연문

Table 1 Installation stage in the old vessel

NO	OFE	Pre-Outfitting	Outfitting
1	SWIVEL STACK		○
2	TORQUE ARM		○
3	SWIVEL BARRIER HPU	○	
4	ESD PANNEL	○	
5	STL CUBICLE	○	
6	PROCESS PIPE		○
7	SWIVEL TROLLEY		○
8	TROLLEY RAIL		○
9	JUNCTION BOX		○
10	PULL IN WINCH		○
11	GUIDE ROLLER		○
12	LOCKING MECHANISM	○	
13	CONE HATCH		○
14	SEA WATER SEAL		○
15	UPP' & LOW' MATING RING	○	
16	BUOY GUIDE BRACKET		○
17	CLOSED DRAIN TANK	○	
18	ESD PANEL		○
19	BLAST PANEL		○
	계	6(31.6%)	13(68.4%)

제는 약서에 지정된 장비 납기일과 실제 장비 요구일이 달라서 발생하는 문제이다. 그리고 시공일정 문제는 선주공급품이 조선소에 입고된 후 별도



Fig. 6 Pre-outfitting fault tree

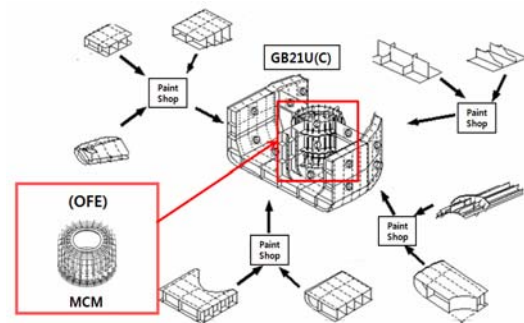


Fig. 7 STP block

의 조립공정이 필요하나 선주공급품의 조립일정이 조선소 공정에 반영되어 있지 않아 발생하는 문제이다. 이상 세 가지 문제점을 해당 장비에 따라 트리 구조로 나타내면 Fig. 6 과 같다.

### 3.4 STP 시스템 선행 의장 공정 개선안

#### 3.4.1 공법개선

1. MCM(Mating Cone Module) 선행탑재 블록 조립 공법 개선

선주공급품으로 입고되는 MCM은 Fig. 7과 같이 GB21UC 블록을 조립하는데 있어 기준이 되는 장비이다. 블록 선행탑재를 위해서는 선주공급품으로 입고되는 MCM이 1차적으로 놓아지고 MCM을 기준으로 하여 조선소 공급 블록이 순차적으로 탑재되어 선행탑재가 이루어 진다. 하지만 설계 당시 연결 부가 Fig. 8과 같이 조선소 블록을 MCM에 끼워 넣는 방식으로 디자인 되어 크레인을 통해 작업이 불가능 하게 되어있다.

만약 조선소에 MCM을 입고한 후 블록을 재조정할 경우 일주일 이상을 소요하게 되고 블록 조립 공정 전체가 지연 된다.

MCM 설계를 Fig. 9와 같이 변경하여 선저부 판재를 돌출시키면 블록을 탑재시 크레인 작업을 통해 조선소 블록을 MCM위에 올려놓는 공법으로 개선이 가능하다. 그렇다면 MCM이 조선소에 입고된 후 블록의 재조정 없이 즉시 블록 조립에 들어갈 수 있어 일주일의 블록 재조정 기간을 줄일 수 있다.

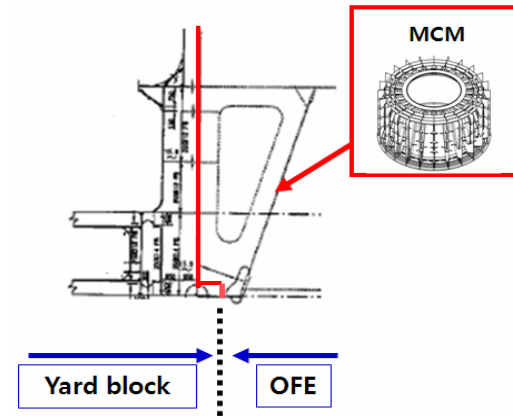


Fig. 8 The joint part between MCM and yard block (before improvement)

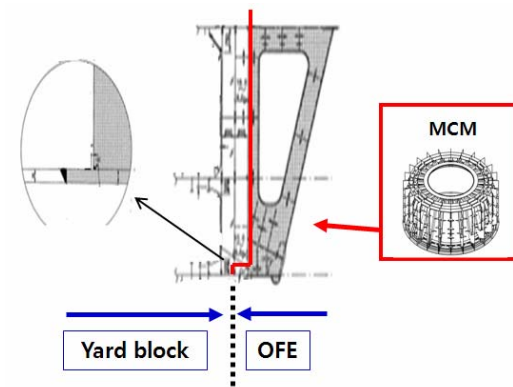


Fig. 9 The joint part between MCM and yard block (after improvement)

2. 트롤리 빔(Trolley beam) 설치 공법 개선

스위블 스택은 Fig. 10과 같이 트롤리 빔이 선행설치 되어야 그 위에 탑재 시킬 수 있다. 하지만 실제로는 Fig. 11과 같이 트롤리 빔의 시공 위치가 블록 탑재 연결 부에 위치하여 선행시공이 불가능하였다. 그로 인해 트롤리 빔 상부에 설치되는 스위블 스택 또한 선행 설치가 불가능했다.

트롤리 빔을 블록 탑재 후 일반의장 작업으로 수행할 경우 공정은 Fig. 12와 같다. 고소작업으로 인해 트롤리 빔을 설치하는데 15일의 공기가 소요되므로 전체 공정의 지연이 불가피 하다. 트롤리 빔을 선행시공하기 위해서는 블록 분할의 변경이 필수적이다. 시공시 블록 탑재 연결 부를 Fig. 13과 같이 상부로 조정함으로써 트롤리 빔을 선행 시공이 가능하도록 한다. 개선안을 적용시킨 후 공정은 Fig. 14와 같이 진행된다.

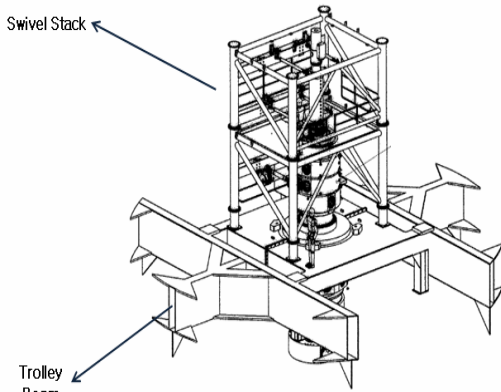


Fig. 10 Trolley beam & swivel stack structure

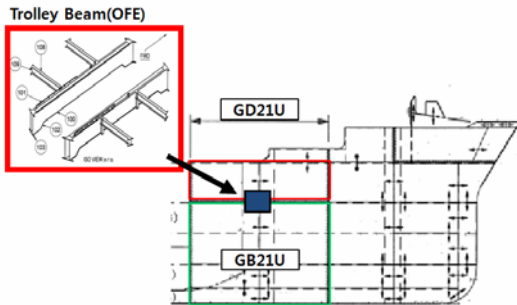


Fig. 11 Block division (before improvement)

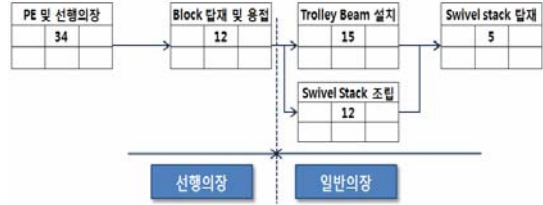


Fig. 12 Work process (before improvement)

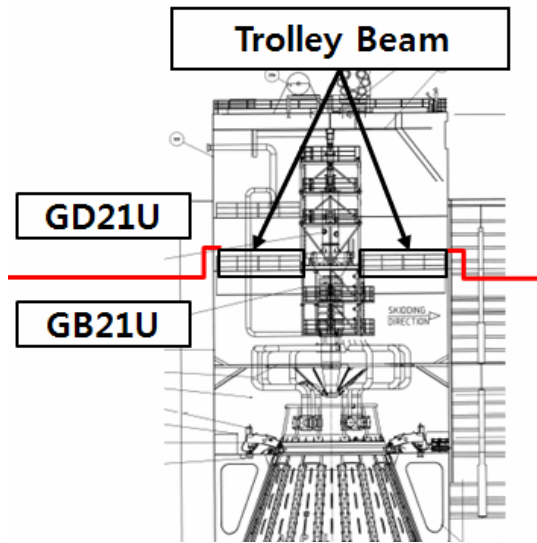


Fig. 13 Block division (after improvement)

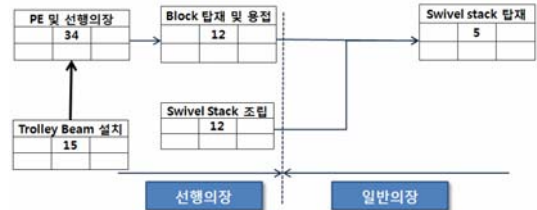


Fig. 14 Work process (after improvement)

트롤리 빔의 선행시공이 가능함으로 인해서 블록 탑재 후 스위블 스택을 탑재하는 공정에서 15일을 단축시킬 수 있다.

3.4.2 선주공급품 공기 관리

기존의 조선소 공정표는 블록 제작 및 탑재 위주로 작성되어 있어, 선주공급품의 시공일정을 정확하게 파악하기 어렵다. 그로 인해 의장품 시공



일정이 공정에 반영되지 않아 장비가 시공되지 못하는 상황이 발생하기도 한다.

예를 들어 Fig. 15와 같이 MCM 제작시 조선소에 단품으로 입고되어 현장에서 조립할 경우 공정표와 같이 23일이 소요된다. MCM은 GB21UC 블록을 조립하는데 있어서 기준이 되는 제품으로 MCM 조립 작업이 선행되지 않으면 GB21UC 블록을 조립할 수 없다. 따라서 MCM 조립 일정이 공정에 반영되지 않을 경우 전체 공정에 차질을 빚게 된다.

선주공급품의 공기를 관리하기 위해 Fig. 16과 같이 공정표상에 선주공급품 입고 일정 및 시공일정을 표시하여 공정에 반영시킨다. 공정표 상에 선주공급품 내역을 포함시켜 일정을 반영시킴으로써 선행 시공이 이루어 질 수 있도록 한다.

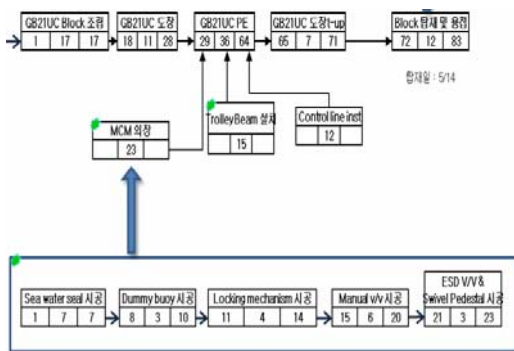


Fig. 15 MCM assembly process

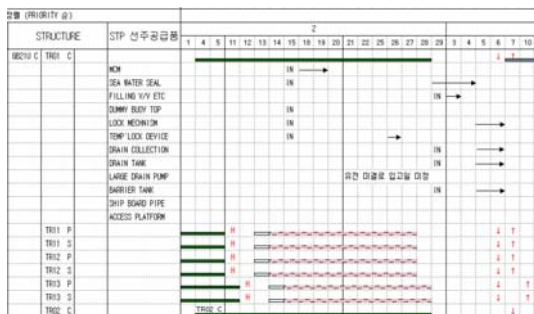


Fig. 16 Working schedule (after improvement)

### 3.4.3 납기일 관리

신규 프로젝트 계약시 Table 2와 같이 정한 납기일과 조선소 납기 소요일이 다르므로 인해 선주 공급품이 조기에 입고되어 추가 보관비가 발생하거나 입고지연으로 인해 항공운송비와 같은 추가 운송비가 발생하기도 하고, 장비 소요일까지 입고가 되지 않아 공정이 지연되거나 선행의장을 못하는 경우가 발생한다.

Table 2 Delivery date based on the contract and request date in detail

EQUIPMENT	HULL BLOCK	REQUEST DATE	SPECIFICATION	
			TARGET	LIMIT
Pull-in winch	GD21U	4/10	5/15	6/1
Guide roller	GD21U	4/10	5/15	6/1
Locking device	GB21U	3/25	5/15	6/1
Dummy buoy top	GB21U	3/25	5/15	6/1
Mating cone seal	GB21U	3/1	5/15	6/1
Drain Pump	GB21U	3/25	5/15	6/1
CCTV			5/15	6/1
HPU&CONTROL SYS	GB21U	4/10	5/15	6/1
HEAT TRACTING	GB21U	3/25	5/15	6/1
CABLE			5/15	6/1
HOSE REEL	GA31U	4/20	6/1	6/15
CONTROL CONSOLE	GM12U	2/14	6/1	6/15
POWER UNIT	GM12U	2/14	6/1	6/15
SERVICE CRANE	GA31U	4/20	6/1	6/15
PICK UP GEAR & FILLING V/V	GB21U	3/25	5/15	6/1

3.4.2에서 제시한 것과 같이 선주공급품의 설치 공정표를 작성한다면 계약서상 입고일과 실제 소요일을 상호 비교할 수 있다. 따라서 Table 3과 같은 요청서를 작성하여 선주사에 선주공급품의 입고일에 대해 반영토록 관리 요구한다. 그리고 근본적으로 프로젝트 계약시에 장비 입고일에 대한 명확한 생산 일정이 반영되도록 해야 한다.

**Table 3** Request date considering production schedule

BLOCK	Installation equipment	Required Arrival date	Replied date from APL
MCM	Sea water seal	Before D/L	Before D/L
	Mating cone module	15th.Feb.~1st.Mar.'08	15th.Feb.~1st.Mar.'08
	Lock mechanism Sea filling Valve Dummy buoy top Drain pump	15th.Feb.~1st.Mar.'08	

**4. 적용 사례**

적용 대상호선은 2007년 11월 7일에 강재절단을 착수한 호선으로 노르웨이 북해에서 운항될 FPSO이다. 길이 258.7m, 폭 46m, 흘수 18.2m인 재화중량 135K MT의 호선으로 2호선까지 계약되어 2010년 인도할 예정이다.

**4.1 대상호선 공법 개선**

대상호선에 STP가 설치되는 구간의 메가 블록은 GB21UC, GD21UC, GB23UC 블록으로 공법 개선안을 적용시킨 결과 Table 4와 같이 선주공급품 선행 의장률을 75%로 개선하였다.

GB21UC 블록의 경우 선주공급품인 MCM의 설계변경을 통해 조선소에 입고 후 별도의 재조정

없이 바로 조선소 블록과 조립할 수 있게 개선했다. 그리고 GB21UC 블록 조립시 트롤리 받음 선행 시공하고 GB21UC 블록이 조립되는 동안 스위블 스택을 조립함으로써 블록 탑재 후 즉시 스위블 스택을 탑재할 수 있도록 개선했다.

**Table 4** Pre-outfitting improvement

NO	OFE	Pre-Outfitting	Outfitting
1	SWIVEL STACK	○	
2	TORQUE ARM	○	
3	SWIVEL BARRIER HPU	○	
4	ESD PANNEL	○	
5	STL CUBICLE	○	
6	PROCESS PIPE		○
7	SWIVEL TROLLEY	○	
8	TROLLEY RAIL	○	
9	INSTRUMENT CABLE		○
10	JUNCTION BOX		○
11	CONTROL PANNEL	○	
12	PULL IN WINCH	○	
13	GUIDE ROLLER	○	
14	LOCKING MECHANISM	○	
15	BILGE PUMP	○	
16	FILLING V/V	○	
17	VENTILATION SYS	○	
18	DELUGE SYS		○
19	FORM FIRE PROTECTION		○
20	CONE HATCH	○	
21	DECK HATCH	○	
22	UPP' & LOW' MATING RING	○	
23	CLOSED DRAIN TANK	○	
24	ESD PANEL	○	
25	STL HPU	○	
26	STL STARTER CABINET	○	
27	BLAST PANEL		○
28	CCTV		○
계		21 (75%)	7 (25%)



### 4.2 대상호선 선주공급품 공기 관리

실적선에서 문제점을 개선하여 선주 공급품의 입고일 및 조립 공기를 반영한 공정표를 작성했다. 기존의 블록 공정표에 선주공급품의 입고 및 설치 기간을 표시하여 선주공급품 시공의 시공사항을 공정표에 반영시킴으로써 조선소 블록 제작 일정과 선주공급품 반입 및 조립 일정을 맞출 수 있었다.

### 4.3 선주공급품 납기일 관리

선행의장률이 75%로 증가됨에 따라 선주공급품의 조선소 납기일도 점검하여 반영 할 필요가 있다. 계약서의 납기일과 개선된 공정표 기준으로 실제 납기 소요일을 비교해보면 Table 5와 같은 차이가 있다. 계약서 기준으로 선주공급품을 입고 할 경우 MCM을 제외한 모든 장비가 일반의장 작업이 된다. 따라서 개선된 공정을 수행하기 위해 선주사에 협조를 요청하여 납기일을 조정하였다.

Table 5 The difference between contract and actual date

OFE	SPECIFICATION	REQUEST DATE
MCM	2008. 02. 15. ~ 03. 01.	2008. 02. 15.
Other equipment	2008. 05. 15. ~ 06. 01.	2008. 02. 15. ~ 05. 15.

### 4.4 결과분석

대상호선에 공법개선, 공기관리 그리고 납기일 관리의 개선안을 적용시켜 보았다.

MCM의 연결 공법변경과 트롤리 빔 설치 공법을 개선한 결과 Fig. 17과 같이 선행의장률이 31.6%에서 75%로 제고되었다.

선행의장률이 증가함으로써 STP 시스템의 블록 탑재 후 일정은 Fig. 18과 같이 개선되었다. 일반의장 공사기간을 180일에서 102일로 78일 감소시킬 수 있었고, 그로 인해 탑재후 180일 뒤로 정해져 있는 경사시험 일정을 준수할 수 있게 되었다.

선행화에 따른 작업조건에 대한 비용절감 효과

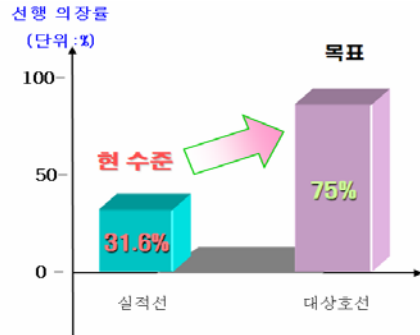


Fig. 17 Improvement rate in the pre-outfitting

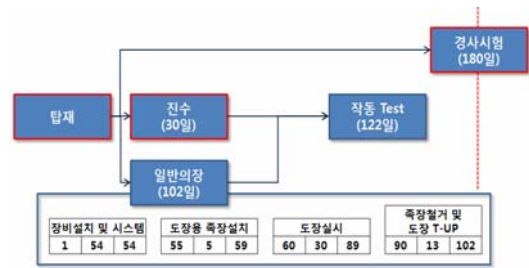


Fig. 18 Improved process in the vessel

Table 6 Reduced Man-Hour (MH)

Department	실적선 (A) (MH)	선행 향상 MH (B) (0.75-0.314) *MH	선행/일반 Factor 차 (C)	절감 MH (B*C)
Outfitting	5998	2603	0.4	1041
Electric	432	188	0.4	75
Machinery	250	109	0.4	44
Total	6680	2900	0.4	1160

- 절감 비용 :  
1,160MH X ₩24,600/MH X 2 척 (FPSO 연속건조)  
= 0.57 억

는 Table 6과 같다. 여기서 선주공급품 공수절감의 비용효과는 일시와 이윤을 고려하지 않은 순비용 절감액으로서 실제로 이보다 더 큰 경제적 절감 효과를 가져 오게 된다.

## 5. 결론

이상의 연구 내용을 정리하여 다음의 결론을 얻었다.

- ① 공법 개선의 2 가지 주요 항목으로 (a) MCM 블록 조립 공정 개선, (b) 트롤리 빔 설치 공법 개선이 추출되었다.
- (a) MCM 연결 부의 결합방식을 개선하는 설계변경을 통해 조선소 블록과 조립 공정을 개선했다.
- (b) 블록 분할을 조정함으로써 트롤리 빔을 선행시공 할 수 있도록 공정을 개선했다.
- ② 선주 공급품의 반입시기 및 조립 공정을 블록 공정표에 표기하여 장비 시공이 누락되거나, 장비 조립 일정이 지연되지 않도록 개선할 수 있었다.
- ③ 선주공급품 선행시공으로 인해 계약시와 변경된 장비 납기일을 선주와의 협의를 통해 실제 조선소 납기 소요일로 조정하였다.
- ④ 상기 ①, ②, ③의 개선을 통해 STP 장비를 시공함에 있어서 선행의장률을 31.6%에서 75%로 높일 수 있었고 블록 탑재 후 일반의장 기간을 78 일 단축시켜 경사시험 일정을 준수할 수 있게 되었다. 그리고 이는 곧바로 FPSO의 건조 효율 향상과 수주 경쟁력 강화로 연결될 수 있다.

후 기

이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

- Bae, M.H., Kim, S.J. and Moon, J.Y., 2007, "The Optimum Design of Green Water Protector for FPSO," Special Issue of the Society of Naval Architect of Korea, pp. 94-98.
- Lee, J.W. and Kim, H.J., 1995, "Erection Process Planning & Scheduling using Genetic Algorithm," Transactions of the Society of Naval Architecture of Korea, Vol. 32, No. 1, pp. 9-16.

- Min, S.G., Lee, S.H., Kim, J.O., Ha, S.J. and Choi, T.H., 2005, "A Case Study for Development of the Block Arrangement on Fixed Area and Scheduling System," Special Issue of the Society of Naval Architect of Korea, pp. 159-164.
- Park, J.H. and Hwang, O.J., 2007, "The Current Situation and Development Direction about FPSO," Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 44, No. 2, pp. 43-50.
- Sim, W.S., Moon, J.S. and Shin, H.S., 2004, "Fatigue design practice in shortened project schedule," Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Proceedings of the Annual Autumn Meeting The Society of Naval Architects of Korea, pp. 902-907.
- Son, H.J., Kim, T.H. and Park, C.S., 2007 Offshore Engineering, Sunhack publishing company, Incheon.



< 신 성 철 > < 조 종 범 >



< 신 기 영 > < 김 수 영 >