

## 입체 PE 개발을 통한 생산성 향상

이종섭<sup>†\*</sup>, 김영환\*, 조종래\*

STX 조선주식회사\*

Enhanced Productivity By Development Of Isometric Pre-Erection

Jongseob Lee<sup>†\*</sup>, Younghwan Kim\* and Jongrae Joe\*

### Abstract

Korean naval architecture company today is making researches in expansion of productivity of their own accord. In result, they have accomplished many technical developments like a ground shipbuilding system.

For our company's productivity expansion in our yard's limited condition (the facility, P.E area, stock area), we develop isometric pre-erection method that turn into a possibility to maximize our facility use, minimize our dock period.

### 1. 서론

조선 각사별 건조척수 증가를 위한 많은 노력이 경주 되어지고 있으며 육상 건조 공법 등 많은 공법 개발이 이루어지고 있다.

당사 또한 한정된 시설, 부족한 PE 장 및 STOCK AREA 에서 더 많은 생산성 향상으로 DOCK 12 BATCH 달성을 위한 입체 PE 공법 개발을 하였으며 본 공법으로 DOCK 공기 단축 및 각종 장비, 시설물의 활용도를 극대화 하였다.

### 2. 입체 PE 공법의 개요

입체 PE 란 일반적인 선박건조 중에서 일어나는 가공, 조립, 의장, 도장, PRE-ERECTION(이하

“PE” 라 함),

탐재 등 이러한 공정진행 과정중의 도장, PE 공정의 상류화를 통한 생산성 향상을 실현하기 위하여 공정혁신 및 시설장비 활용 극대화 및 후행 작업의 최소화를 기하기 위하여 당 조선소에서 시행 중인 PE 공법을 입체 PE 공법이라 한다.

타 선발 조선소에서 시행중인 MEGA PE 공법이나 기타 이와 유사한 RING PE 공법 등은 각 조선소의 장비, 시설의 의해 공법 결정이 되고 있다.

당 조선소 또한 대규모 PE 를 통한 공기단축 및 지상공사 상류화를 통한 후행공정 안정화를 기하고 싶으나 주어진 조건이 선발 대형 조선소의 CAPA' 에는 비교 할 수 없는 조건이므로 주어진 시설, 장비의 활용극대화를 통한 생산성 향상만이 경쟁력을 높일 수 있는 차별화된 생존전략이라 할 수 있다.

이러한 공법 적용에 가장 영향을 주는 여러 가

†주저자, E-mail: ljswww1w@stxship.co.kr

Tel : 055-548-1187

지 설계 요인 중 생산에 가장 밀접한 영향을 주는 BLOCK DIVISION 을 빼 놓고 얘기할 수가 없다.

BLOCK DIVISION 은 생산 최소단위를 결정하는 BLOCK 분할을 비롯하여 강재, 도장, PE 규모, 탑재 방법 등 모든 생산 활동에 영향을 끼치므로 BLOCK 분할을

어떠한 방식으로 하느냐에 따라서 조선소 전체의 생산 공정에 지대한 영향을 주므로 이를 최적화하여 조선소의 공법을 이끌어야 하므로 입체 PE 공법을 개발하게 되었다.

### 3. 입체 PE 의 주요 점

#### 3.1 기존의 중앙부 탑재 방법

기존의 중앙부 탑재 순서는 Fig 1.1 과 같다. 전체적으로 7 개의 탑재 육음으로 나뉘어 탑재한다.

#### 3.2 중앙부 탑재 방법

Fig. 1 은 현재 시행하고 있는 입체 PE 공법의 중앙부의 탑재 순서이다.

기존의 중앙부 탑재 순서를 보면 일반적인 형태를 벗어난 평면적인 탑재 순서가 아닌 수직방향 및 길이 방향이 결합 된 형태로 진행됨을 알 수 있다.

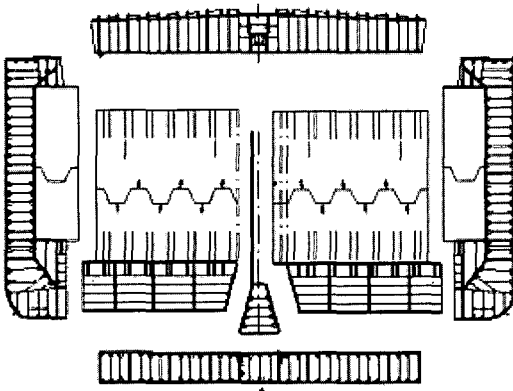


Fig 1.1 Original erection sequence of mid body

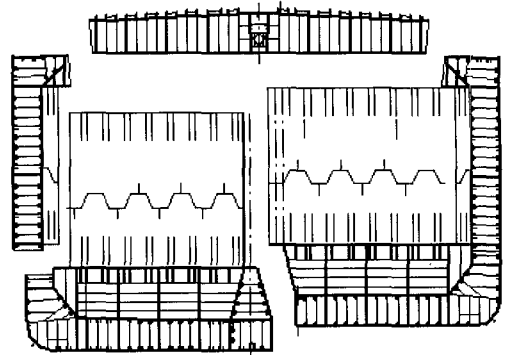


Fig. 1.2 New erection sequence

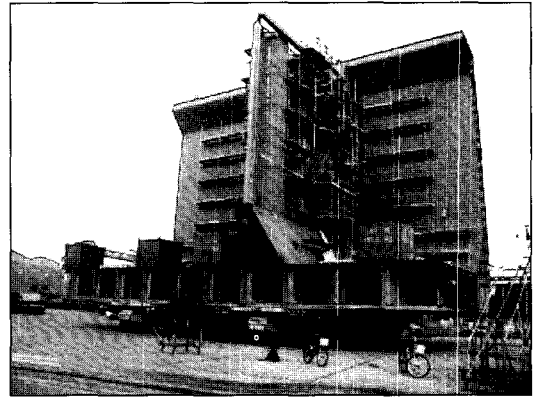


Fig. 2 Isometric pre-erection of mid body

보다 적은 수량의 탑재물량을 DOCK STAGE 로 가져감으로써 전체적인 DOCK 공기단축을 지향할 수 있으며 이를 통한 매출 극대화를 통한 이익 창출이 가능해진다.

Fig. 2 는 입체 PE 완료된 사진이다

위 그림에서 나타난 바와 같이 입체 PE 공법 적용 후 일반적인 평면 PE 후 탑재공법에서 볼 수 없는 공간발판 선행 설치 개념이 도입됨을 알 수 있다. 이는 기존 탑재 공법적용 시 문제되는 선각 연결 작업부의 공정병목 현상인 족장의 지원이 보다 신속해지는 이점이 생긴다

다만 이동 시 무게 중심 편심 에 의한 불안정한

이동 조건은 인위적인 COUNTER WEIGHT 설치를 통하여 해결 할 수 있다

3.3 1차 평면 PE

입체 PE 공법의 적용 시 가장 큰 부분을 차지하는 요소로서 일반적인 건조과정에서의 작업순서를 변경하여 후행작업의 작업공기 단축에 도움을 줄 수 있어야 한다 는 것이다

당 조선소는 선발 대형 조선소와는 다른 단위 BLOCK SIZE 를 가지고 있다.

강재 운송 시 육상운송이 주를 이루는 관계로 길이 14 M 이상을 초과하지 못하는 핸디캡을 가지고 있다.

그러므로 모든 장비나 시설이 14 M 맞추어져 있다

이러한 상황에서 BLOCK 대형화를 실현하기에는 한계가 있을 수 밖에 없고 이를 해결하기 위해서는 공정순서를 기존과는 다르게 가져가야 할 필요성이 대두되었으며 이를 입체 PE 와 연계하여 1차 평면 PE 를 적용하게 되었다

Fig.3 은 기존 일반적인 건조 공정 순서이다 이러한 공정을 진행 시 항상 PE 후 보수 도장이 전체 공정에 악영향을 미치게 된다 일례로 보수도장이 완료되더라도 도막건조를 위하여 일정한 시간의 건조 시간과 장소를 필요하게 됨으로 조선소 전체의 운용 효율 면 에서도 많은 손실을 가져오게 되는 것이다.

이러한 관점에서 볼 때 1차 평면 PE 를 실시함으로써 도장작업의 관리단위를 확대하여 도장 작업의 효율성을 높이고 또한 PE 후 보수 도장 부위를 최소화 함으로 입체 PE 완료 후 DOCK 로 이동 탑재하는 공백을 최소화 할 수 있다.

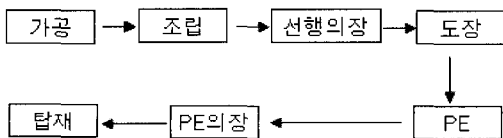


Fig. 3 Original procedure of product

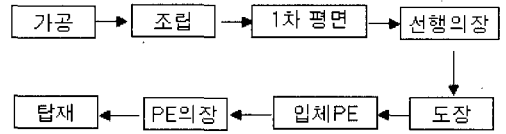


Fig. 4 procedure of isometric pre-erection

Fig.4 는 1차 평면 PE 를 적용한 후의 공정진행 표이다 기존과 다른 점은 의장작업 전에 1차 평면 PE 공정이 추가되고 2차 입체 PE 공정이 추가 적용되어 전체적인 PE 장에서의 작업 공기를 단축함으로 PE 장 회전을 향상을 실현 할 수 있다.

위와 같이 입체 PE 공법을 적용하기 위해서는 전문화된 작업장이 필요하고 필요한 조건이 충족 되어야만 보다 효율적인 작업장 사용이 가능해진다.

1차 평면 PE 가 적용되는 부분은 건조 호선의 DOUBLE BOTTOM BLOCK, SIDE SHELL BLOCK 등 평 BLOCK 들이 주를 이룬다.

Fig.5 는 NO 2 PE 장에서 이루지는 BLOCK 의 대표적인 형상이며 여기에서 나타났듯이 NO 2 PE 장을 1차 평면 PE 장으로 특화 하여 1차 완료 후 도장 공장 이동 도장완료 후 NO 3 PE 장에서 입체 PE 완료 후 DOCK 로 이동 후 탑재 하게 된다.

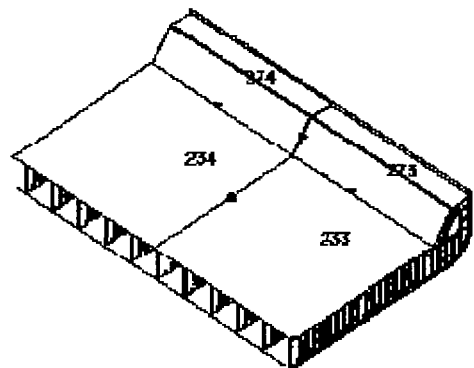


Fig. 5 3d view of double bottom

### 3.4 입체 PE 후 이동 방법

Fig.2 의 사진에서와 같이 이동 시 기존 평면 PE 공법하고는 많은 차이가 나타난다,

2 차원적인 기존 평면 PE 공법에서는 이동 시 무게 중심이 낮은 관계로 별다른 작업이 없어도 원활한 이동이 가능하나 3 차원 적인 입체 PE 시에는 기타 이동용 대차 혹은 그에 준하는 장치들이 필요해진다.

Fig.6 은 TRANS BHD 제작 완료 후 이동시의 전용 TRESTLE 이다. 조립 및 선행의장 완료 후 이동하기 위한 별도의 장치가 필요하며 당 조선소 작업환경에 따른 경사면을 주행하여야 하는 특별한 경우가 생기는 것에 대하여도 대응을 할 수 있어야 하며 선종에 따른 다양한 작업도구의 혼재로 인한 표준화가 시급한 문제로 대두 되고 있다.

이러한 이동작업을 위하여서는 현장 작업자의 경험에만 의지하는 것은 자칫 대형사고로 이어 질 수 있는 안전상의 문제점을 내포 하고 있으므로 이동용 TRESTLE 배치도를 도면화 하여 현장 배포 하여 안전사고를 미연에 방지 하여야만 한다.

Fig.7 은 위에서 언급한 현장 작업용 TRESTLE 배치도 이며 각 BLOCK 의 무게 중심 및 의장 품 위치를 고려한 최적의 TRESTLE 위치를 지정하여 줌으로서 현장 안전 작업 및 이동시의 안전 확보를 기 할 수 있다.

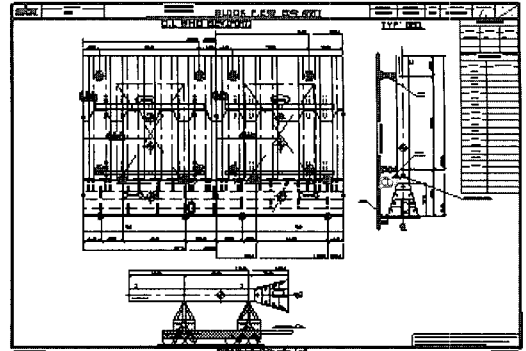


Fig. 7 Trestle arrangement

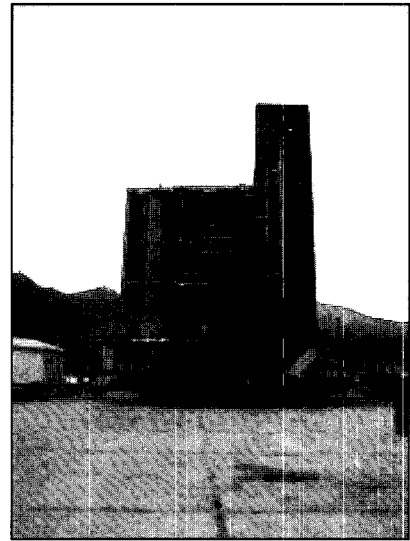


Fig. 8 Transportation of isometric block

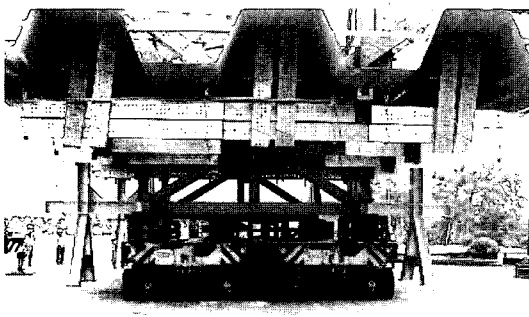


Fig. 6 Exclusive trestle for trans bulkhead

각각의 1 차 평면 PE 완성 후 도장 작업완료 후 2 차 PE 작업 후 이동 시 무게중심을 고려한 COUNTER WEIGHT 위치 및 TRANSPORTER 의 정확한 위치를 설계 단계 에서부터 도면화 하여 이동 시 안전 사고를 미연에 방지 하여야 할 것이다.

Fig.8 는 이동 시 단면 형상을 나타내며 도면에서 주어진 정보를 토대로 COUNTER WEIGHT 및 TRANSPORTER 을 배치하여 이동하는 모습이다.

### 4. 입체 PE 공법 적용을 통한 효과

공법 개선을 통하여 실질적인 효과가 가시화될 때 만이 조선소의 생산성이 확보되는 것은 부인할 수 없는 사실이다.

당 조선소 또한 건조 척수 증가를 위한 다각도의 노력을 기울이고 있으며 DOCK 탑재 물량의 감소를 통한 DOCK 공기 단축이 가능하도록 BLOCK DIVISION 최적화를 통하여 생산성 향상의 실질적인 효과가 나타나야 한다.

생산 능력 극대화를 위한 BLOCK DIVISION 최적화로 얻을 수 있는 효과는 다음과 같다.

여기서 나타나는 개선 효과들은 당 조선소의 여건을 고려한 부분들이기에 당 조선소를 기준으로 효과를 산출 하였다.

4.1 탑재 수량 감소 효과

입체 PE 적용을 통한 가장 큰 효과로서 45,000 TON CLASS CHEMICAL TANKER 선종의 개발 후 효과는 다음과 같다.

	탑재수량	BATCH 일수
개발 전	43 개	33 일
개발 후	37 개	30 일
	6 개 감소	약 3 일 감소

3일 X 11 BATCH = 33 일이며 기타 다른 공정 단축을 통한 12 BATCH 달성을 이루는데 기여 할 수 있다.

또한 탑재 수량 감소로 인하여 탑재 JOINT 부 물량 감소로 이어지며 동일 선종 대비 15% 정도의 물량이 감소되는 것으로 효과 산출 된다.

4.2 SHELL BLOCK 지지용 PIPE 삭제

기존 평면 PE 에서 SIDE SHELL BLOCK 탑재 시 전도방지를 위한 지주 PIPE 를 설치하고 탑재 작업 완료 후 이를 제거하는 과정에서 생기는 선체 내부의 화기 손상부의 재 도장 작업등을 없앨 수 있다.

Fig.9 에서 보여지듯이 기존 탑재 방법에서는 BLOCK 전도방지 및 LEVELING 작업을 위하여 필히

설치 하여야 하는데 반해 입체 PE 공법은 Fig.1,9 에서 보이는 바와 같이 전도방지용 지주 PIPE 가 필요하지 않음으로 PIPE 설치로 인한 후행에서의 추가 작업을 삭제 할 수 있다.

45K CHEMICAL TANKER 기준 척당 16 개의 지주 PIPE 용 CAP 을 삭제하여 총 179 만원의 원가 절감 (제작비, 재료비,취부 제거 비 함) 효과가 나타나는 것으로 파악됨.

지주 CAP 를 선행 설치 함으로 생기는 이동시의 문제점은 여기서는 고려하지 않았다.

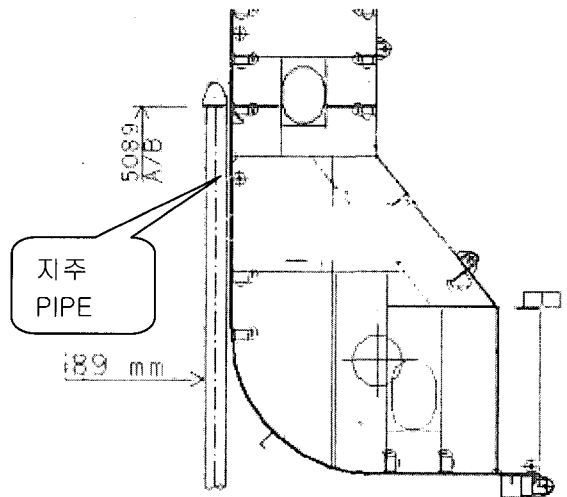


Fig. 9 Block support pipe

4.3 1 차 평면 PE 로 인한 도장 관리 물량 감소

기존의 각각의 단위 BLOCK 도장 적용 시에는 45,000 TON CLASS CHEMICAL TANKER 선의 경우 160 개의 BLOCK 을 개별 관리하여야 하나, 입체 공법 적용 후 16 개의 관리 BLOCK 이 감소된다.

이는, 1 차 평면 PE 를 적용 함으로서 후행 보

수 도장적용 BLOCK 이 16 개 감소함 으로서 작업자의 이동 LOSS 가 줄어들고 도로 사용량 감소 및 보수 도장 후의 건조 기간을 위한 대기 시간이 필요치 않게 된다

**4.4 BHD BLOCK 의 입체 PE 적용으로 BOTTOM INSIDE 보수 도장 감소**

기존의 PE 후 탑재 시 생기는 문제점중의 하나 인 BHD BLOCK 의 탑재로 인한 BOTTOM INSIDE 화기 작업에 의한 도장 손상이 발생되며 이를 보수하기 위한 BALLAST TANK 도장 작업으로 진수 시 BALLAST 구역의 미 작업 으로 인한 진수 공정에 악영향을 끼치는 주 요인 으로 존재 하였다.

Fig.10 에서 보인 바와 같이 기존의 PE 방법으로는 이러한 손상을 막을 수 없으나 입체 PE 를 적용 함으로서 하부 손상을 방지 할 수 있음으로 추가 작업에 소요되는 비용을 절감 할 수 있다.

**4.5 PE 장 사용면적 및 물류 이동량 축소**

특화된 전문 작업장을 사용함 으로서 PE 정반 사용면적 감소 및 회전율 즉, PE 정반 에서의 BLOCK 작업공기 단축으로 인한 작업 정반 사용 횟수 증가를 들 수 있다.

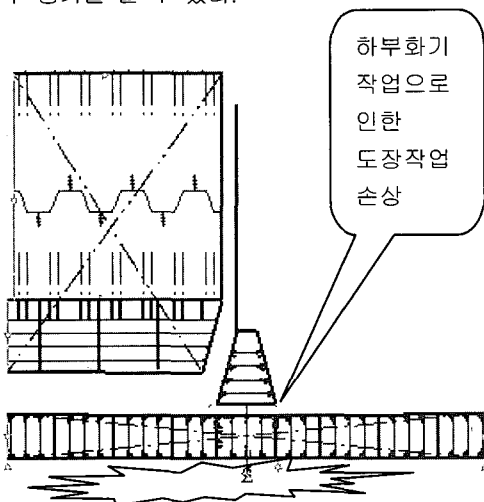


Fig. 10 Burn damage of inner bottom

**4.6 CARGO TANK 형성 시점 상류화**

입체 PE 공법 적용에 있어서 CARGO TANKER 족장 선행화를 실현 할 수 있음으로 조선소의 주력 선종인 CHEMICAL TANKER 선의 CARGO TANK 특수 도장 및 탑재 작업에 영향을 미치며 이를 통한 DOCK 공기 단축을 기대 할 수 있다.

이는 기존에 TANK 를 형성하는 전후 좌우 공간이 형성되는 시기로부터 3 일 후 족장 설치 완료 된다 이에 반해서 입체 PE 를 적용함 으로서 탑재 후 후 공정 작업 착수 대기 시간을 1 일로 단축 할 수 있다.

이 이외에도 여러 가지 생산성 향상 요인이 파악 되었으며 이것으로 효과 소개는 마친다.

**5. 결론**

생산성 향상에는 여러 가지 방안이 있을 것 이다.

시설 투자를 통한 대규모 무인 자동화 시스템의 도입으로 할 수 도 있고 첨단 기술을 이용한 신 공법 개발을 통한 생산성 향상이 있을 수 있다.

그러나 본 연구에서는 기존의 시설 장비의 사용 기준 및 작업 순서의 변화를 모색하여 STAGE 각각의 장소 특성에 맞는 최적의 PE 공법을 개발함과 동시에 기존 시설의 작업 능률 극대화를 통한 조선소 전반적인 생산성 향상을 위한 부문별 최적화를 위하여 공법 개발을 연구 하게 되었으며 상기와 같은 결과치가 나오게 되었다.

이를 토대로 조선소의 최적의 BLOCK DIVISION 작성을 위한 참고가 되었으면 하며 각 조선소의 개별적인 상황을 고려한 고유의 신 공법 개발을 통하여 조선소의 경쟁력을 확보 해 나가야 함과 동시에 비능률 요소 제거를 위한 연구 또한 지속적으로 추진해 나가야 할 것이다.



< 이 종 섭 >



< 김 영 환 >



< 조 종 래 >