

技術報告

造船所 LAYOUT 의 概要

張 哲*

Fundamentals of Shipyard Layout

Suk Chang*

要 約

造船所를 企劃함에 있어 우선 遂行해야 할일은 船舶市場分析이다. 이에 따라서 建造對象船舶을 選定하게 되고 適定作業량을 決定하게 되며 Layout 作業에 들어갈수있다. 造船所 Layout 作業에서는 建造技術과 密接한 關係를 지어 建造過程의 Network 에서 Outlined Layout를 求한다. 各 Work stage別 Detailed Layout는 採擇 하려는 建造技術과 그 Stage 의 物動量에 따라서 決定지어진다. Layout 의 마지막 段階는 이 Layout 된 造船所에서 建造하고자하는 船舶의 推定建造船價와 現在 船舶市場에서의 船價와의 比較에 의한 Layout의 經濟性 評價가 되겠다.

造船所 Layout는 단순히 Layout 作業 만으로는 遂行할수없고 建造하고자 하는 船舶의 開發作業과 並行되어야 한다.

1. 序 言

造船所의 Layout도 一種의 工場配置이다. 그러나 造船工業이 綜合組立工業인 것과 마찬가지로 造船所는 여러가지 工場의 集合인 것으로 말할수 있겠다. 그리하여 造船所 Layout는 다른 工場施設의 Layout 보다는 複雜성이 더욱 두드러진다 하겠다. 이 複雜성은 全體를 概略의으로 把握할수 있는 위치에서 그 內容을 쉽게알수있는데 까지 단계적으로 分割하여 簡單化 한다면, 脫皮할 수 있을 것이다. 그러나 이 細分化된 個體를 逆으로 總合하면 最初에 出發한 全體가 되는가도 問題가 되지만 단계적인 分割過程에서 相互聯關性 때문에 劃一的인 分割은 거의 不可能하므로 造船所의 最適設計에는 많은 難題가 있다. 本稿에서는 船舶建造에서 主軸을 이루고 있는 船體工事を 中心으로하여 이와 關聯된 現代化되어가는 建造技術에 따른 造船所의 Layout 에 對해 考察하고자 한다.

2. 船舶市場分析과 建造船舶

造船所를 企劃함에 앞서서 다른 工場企劃의 경우와 마찬가지로 船舶市場 分析이 遂行되어야하고 市場展望에 따라서 建造하고자 하는 船舶의 船型과 크기가 決定되어야 한다. 船型, 크기, 年間建造隻數에 따라 造船所의 規模가 가름받히지고 이에따라 造船所의 建設費가 推定될수 있고 採擇하고자하는 建造技術에 對한 檢討도 可能케 된다.

市場性向 分析에 對한 重要性이 強調되는 이유는 選定된 建造船舶에 따라 造船所를 設計 하므로 初期에 建造船舶을 잘못 選定하면 설명 適正한 造船所가 完成되었다 하더라도 市場動向에 따라 이 造船所에 맞지 않는 船舶을 建造할수밖에 없게되어 결국은 非能率의이고 非經濟的인 造船所가 될것이고 나아가서는 造船所를 再配置해야 되기 때문이다.

市場分析의 結果에 따라서 建造船舶이 選定된 後에는 造船所 企劃과 아울러 建造船舶의 開發이 平行하게 遂行되어야 한다. 船舶開發의 結果에 따라서 船舶의 基本要目, 鋼材重量, 鑄裝工事量, 主機關의 크기 등이 다음에 다루어질 適正業務量이나 Layout資料를 提供하게 된다. 또한 이 단계에서 市場性分析에 따라 建造할 船舶의 範圍. 즉, 船型, 噸수, 建造隻數의 등을 定하게 되고 이 範圍에 따라서 全體 造船所의 建造能力의 融通性이 決定지어진다. 이 造船所의 建造能力의 融通性으로 船舶市場의 變化에 어느정도 對處할 수 있느냐가 決定되므로 造船所의 融通性은 매우 重要한 意味를 갖는다. 그러나 融通性이크면 反對로 施設 및 裝備의 使用頻度數가 낮아져서 非効率的이므로 나중에 論議할 Layout의 經濟性檢討 단계에서 이에 대한 것이 신중히 다루어지야 한다.

3. 敷地選定

造船所의 위치는 이미 企劃以前에 定해져 있을수도

있지만 選定 함에는 地理的 條件 氣候條件과 要求되는 勞動力의 獲得 難易, 關聯工業의 發達程度 및 關聯工業地와의 거리 등이 檢討되어야 하고 修理 造船所인 경우는 船舶出入이 많은 항구와의 거리등도 重要視된다.

3.1 地理的 條件

가. 편편하고 充分한 面積

나. 외각선이 복잡하지 않은 대체적인 形狀이 四角型인 地型

다. 船臺나 Dock를 築造 할수있는 단단한 地盤

라. 船舶이 停泊 할 수 있는 充分한 接水面積

마. 充分한 水深—대체적으로 新造船인 경우 輕배수량 噸수 보다 깊어야 함

바. 조류 및 간만의 차이가 작은 것

사. 대양 혹은 항구로 부터 引入이용이할 것

아. 건조한 기후

자. 파도의 영향이 적은 것

차. 修理造船所인 경우 修理船舶이 停泊할 수 있는 充分한 해상면적

이상의 條件들이 만족되면 이상적이라 할 수 있다.

3.2 人力評價

造船所에 必要로 하는 人力인 經營者, 技術者, 技能者, 勞働者 등 職能別 要求量을 쉽게 求할수 있는지 여부를 조사해야 한다. 그리고 이들에 대한 質的水準, 賃金水準 處遇정도등도 조사되어야 한다. 熟練工을 쉽게 求할 수 있다면 技能위주의 造船所도 期待할수있고 반면 어려운 경우에는 직업훈련소의 설치 및 기계장비 위주의 造船所를 구상해야 할것이다. 低賃金の 熟練工의 求得여부는 勞働集約의 造船所 生産體制의 채택여부에 영향을 줄 수 있다.

종합적으로 造船工業이 많은 勞動力을 要求하므로 대도시부근이나 人口密集한 곳에 위치하는 것이 이점을 고려할 때 바람직하다.

3.3 關聯工業評價

船舶 資材費가 船價中 차지하는 比率이 약 70%정도 인것을 감안한다면 關聯工業의 造船工業에 있어서의 重要度를 쉽게알수있다. 더구나 船舶에 必要한 原資材및 機資材는 一般的으로 重量物에 속하므로 輸送經費가 특히 많이 들게되어 關聯工業地의 遠近은 船價에 크게 영향을 준다. 뿐만아니라 鋼材와 같이 貯藏面積을 많이 차지하는 경우는 敷地面積의 增加와 施設의 膨脹을 가져오기도 한다. 한편으로 船舶이 少量注文生産이기 때문에 機資材도 少量注文生産에 그치게 되므로 關聯工業의 發達여부는 船質에 크게 영향을 줄뿐만더러 需給의 難易度는 建造工期에 막대한 영향을 준다. 특히 Layout

의 觀點에서는 需給可能한 그리고 經濟的인 鐵鋼材의 規格은 船體 Block의 크기에 영향을 주고 아울러 造船 施設裝備의 容量에 직접적인 영향을 주며 이 鐵鋼材의 製鐵所로 부터 造船所까지의 운반방법은 鋼材野積場의 위치 選定에 직접적인 因子가 된다. 그리하여 절간재를 비롯하여 重要 機資材 供給業體와의 거리, 제품의 규격, 材質, 供給難易度등을 검토해야한다.

4. 適正 業務量 算出

建造할 船舶의 隻當 所要鋼材重量과 各種機裝品(機關類포함)의 種類와 數量을 基準으로 하고 技術 및 勞動力과 關聯工業 및 하청업자에 對한 評價를 고려하여 選定된 船型別 年間生産量을 算出한다.

近聞의 造船工業의 傾向에 따라서 主된 工程은 船體 工事이고 機裝品은 可能한限 外部로부터 購入하던지 또는 하청作業으로 돌리고 造船所에서는 단지 船舶에 設置하는 程度임으로 生産量算出에 있어서 가장 核心이 되는 것은 鋼材重量이다.

例로서 建造하고자 하는 船舶을 A型, B型의 두가지 型을 택했을 경우에 對해서 檢討하여 보자. 各 船舶의 設計圖로 부터 總所要鋼材重量을 算出한결과가 A型이 9,700ton, B型이 15,500ton이라면 結果的으로 一年間 A型船舶만 建造할 경우와 B型 船舶만 建造할 경우의 1年間 鋼材處理量이 거의 同一해야 하므로 年間 A型船舶을 6隻 혹은 B型船舶을 4隻 지을수있는 施設의 設計에 초점을 맞출 수 있다.

5. LAYOUT의 一般的 性格

生産을 위한 施設 Layout을 고찰하기에 앞서서 生産에 대해서 살펴볼 必要가 있다. 生産이란 製品을 만들기 위해 사람이 機械裝備를 가지고 材料(資材)의 型態나 性質을 變化시키거나 혹은 原資材에 다른 資材를 附加시키는 것이라 定義할 수 있다. 그리하여 이 사람(作業者), 機械裝備, 材料(資材)를 生産의 3大要素라 定義한다. Layout의 觀點에서 볼때 製品 生産作業中 이 3要素中 적어도 어느하나를 이동시켜야 하는데 그 이동시키는 組合에 따라서 7가지 型態, 즉 材料의 이동, 作業者의 이동, 機械裝備의 이동, 材料및 作業者의 이동, 材料 및 機械裝備의 이동, 作業者 및 機械裝備의 이동, 材料, 作業者 및 機械裝備의 이동을 생각할 수 있다.

이들 이동형태로 부터 여러가지의 형태의 Layout를 생각할수 있으나 實際로는 固定作業에 의한 配置(Layout by Fixed Position), 工程別配置(Layout by process) 製品別配置(Layout by Product)등 3가지 基本的인 Layout로 壓縮된다. [2]

固定作業에 의한 配置; 材料 혹은 重要部品이 한 장소에 고정되게 이동시키지 않고 作業者가 機械裝備나 道具를 가져오고 때에따라서는 다른 部品들을 가져와서 製品을 生産하며 作業이 끝난 後에는 作業者와 機械裝備를 原位置로 復歸 시키는 型態이다. 이 Layout은 主된 材料의 重量이 무겁고 반대로 機械裝備의 이동이 간편하며 作業者의 機能이 優秀한 경우에 適合하며 이의 長點은 材料의 運搬 費用이 적게 들고 Layout을 하기가 비교적 쉽고 品質保障에 對한 責任追窮이 쉬우며 製品의 變動이나 機械裝備의 고장시에 대해 融通性이 높다는 점이다. 그러나 반대로 優秀한 機能을 갖는 作業者가 要求되고 作業能率이 낮으며 機械使用率이 낮은 短點이 있다.

工程別配置; 같은 작업 혹은 같은 형태의 모든 작업은 한 장소에서 혹은 한 장비로 遂行되고 作業이 끝나면 다음 工程으로 材料를 이동시키는 形態로 같은 機能을 갖는 裝備는 한 장소에 配置시켜서 一定한 工程은 반드시 一定한 場所에서 이루어 지도록 한 Layout이다. 예를 들면 鎔接機를 鎔接工場에 集結시켜서 모든 鎔接作業은 이 工場內에서만 이루어 지도록 한 다든지 혹은 Painting 作業은 Painting Shop에서 遂行 되도록 한 Layout을 말한다. 이런 形態의 Layout는 材料의 運搬이 容易하고 機械裝備의 이동이 不便하여 고정시켜야 좋을 경우 그리고 한 製品의 生産에 對한 個個의 裝備使用率이 낮을 때 適合하다. 長點으로는 全般的으로 機械裝備의 使用率을 높일 수 있고 機械裝備의 고장시에 즉각 다른 裝備로 代替하여 使用할 수 있는 融通性이 높으며 製品 生産過程의 變動에 對해 適應이 쉬우며 作業者 個個人의 能率向上이 容易하다는 點을 들 수 있고 短點으로는 作業管理가 어려우며 各機械裝備別 혹은 工場別 材料保管場所가 必要하고 比較的 製品完成時間이 길다는 點이다.

製品別配置; 한 製品이나 한 가지 形態의 製品 生産이 한 地域에서 이루어 지는데 Layout by fixed position와 相異한 點은 機械裝備가 固定되어 있고 材料가 이동되게 되어 있는 點이다.

製品의 生産工程順序에 따라서 機械裝備와 作業者가 配置되어 있어 材料는 한 作業이 끝나면 즉시 生産工程順序에 따라서 隣接한 다음 工程으로 이동되어 연속적인 作業으로 處理되므로 一名 Line Production이라고도 한다.

그리하여 한 機械 裝備는 오로지 한 製品의 生産에만 局限되어 使用되므로 特定製品의 生産에 適合한 專門化된 機械裝備의 設置가 이루어진다.

이 Layout는 製品의 生産工程의 變化가 製品의 變化

에 따라 심하지 않고 個個의 機械裝備의 使用率이 比較的 높은 경우 그리고 各工程別 作業時間의 差異가 比較的 적거나 中間製品의 臨時貯藏이 容易할 경우에 適合하고 特히 大量生産에 適合하다.

長點으로는 材料의 運搬量이 줄어들고 中間製品의 貯藏問題가 容易하게 解決되며 生産에 所要되는 總時間을 節減할 수 있으며 높은 수준의 技能을 갖는 作業者가 一般的으로 要求되지 않고 作業 및 工程管理가 容易하다는 點이다. 反面 연속공정으로서 한 기계 장비의 고장은 全體生産工程의 中斷을 야기 시키고 다른 製品 生産으로의 轉換이 힘들다는 融通性이 적은 것이 短點이다.

이제 가지 基本的인 Layout에 對해서 그림 1에 材料의 形態나 性質을 變化시키는 加工生産인 경우와 原資材에 다른 資材를 附加시켜서 製品을 만들어내는 組立 生産인 경우에 對해 圖式的으로 表示하였다.

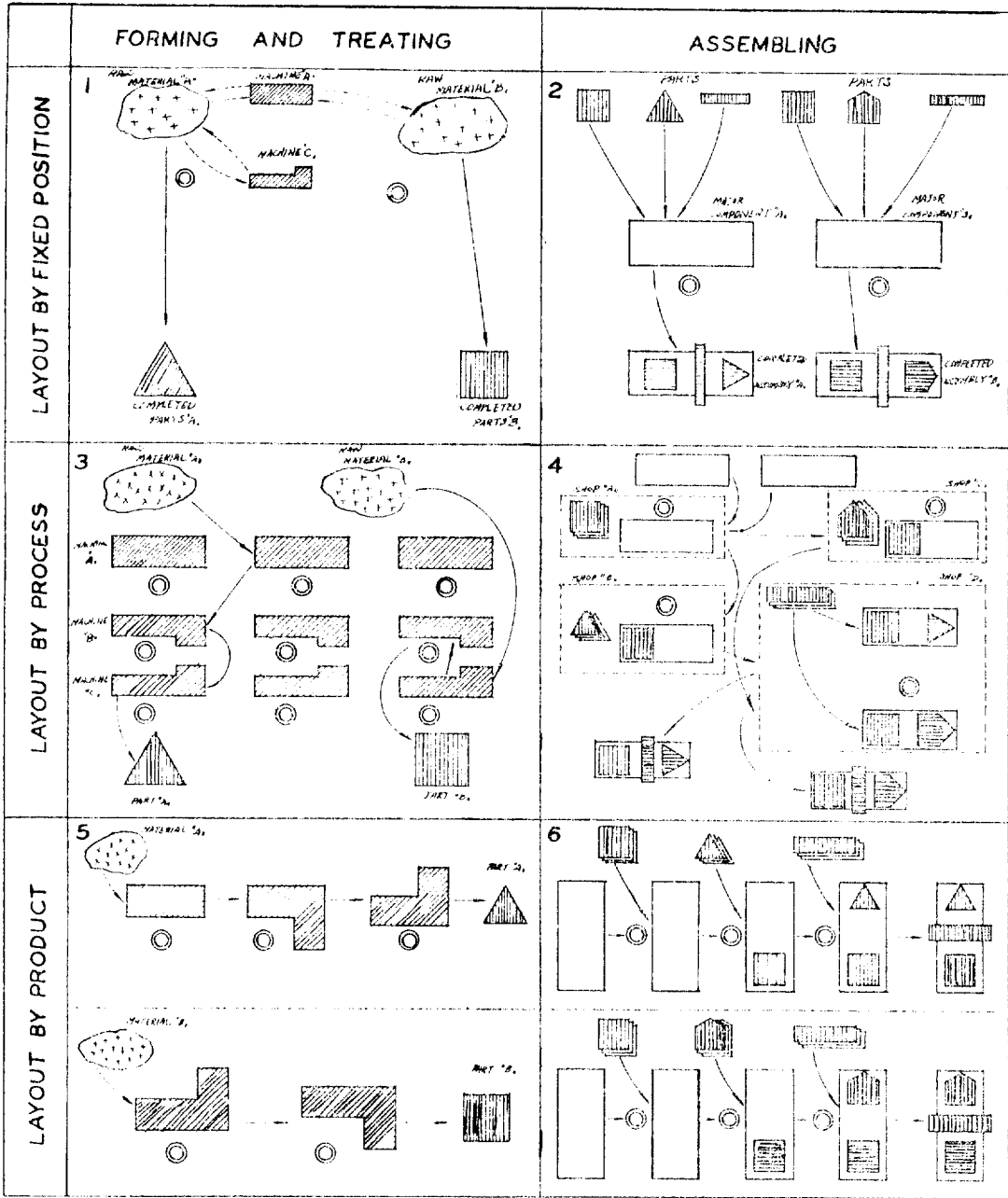
그러나 이와같은 3가지 Layout中의 순수한 어느 한 가지 形態만이 生産工場을 配置하는데 採擇되는 例는 없고 언제나 이제까지 形態가 混合되어 나타나는 것이고 또한 한 工程과 다음 工程과의 區分이 明確한 것이 아니며 가장 좋은 Layout란 이 3가지 基本形態의 綜合인 것이 되던지 한층 補強된 形態의 것이 될 것이며 다만 近來에 와서 大量生産과 作業의 單純化 專門化에 기인하여 Line Production化 하는 傾向이나 造船所와 같이 多樣性과 融通性이 要求되는 分野에서는 이의 補強된 形態인 Process別 Line Production System이 바람직하다 할 수 있다.

6. 概略의 Layout

6.1 工程分割과 資材流通量

造船所의 概略의 인 Layout에 앞서서 建造工事의 工程分割과 各工程別 資材 流通量을 把握하여야 한다. 그림 2의 船殼工事를 中心으로 한 간단화된 Network를 檢討하여 보면 鋼材入庫로부터 進水에 이르기까지의 工程中 切斷 凸凹 組立工程에서 Activity가 複雜하게 展開된다는 것을 쉽게 알 수 있고 또한 材料가 Activity의 方向대로 流通되므로 이 Network의 形狀대로 Layout가 展開되리라는 것도 짐작할 수 있다. 그리하여 우선 船殼工事를 Network의 Activity에 對應한 工程으로 分割하고 各工程別 資材流通量을 算出하게 되는데 工事進行方向과는 反對로 搭載工程에서 부터 算出한다. 資材流通量은 船舶開發로부터 얻어진 船舶基本設計圖로부터 Block 分割·搭載順序圖를 作成하여 이로부터 얻어진 搭載 Block 數로 부터 시작된다.

Block 分割에 따라서 搭載工程부터 逆으로 各工程別



EXAMPLE : : RAW MATERIAL : MACHINERY
 : WORKMAN
 : MOVEMENT OF MATERIAL : PARTS

그림 1. 기본적 Layout

資材流通量을 算出하는데 前處理 및 加工工程에서는 板材와 型材의 數量, 小組立에서는 部品の 數量, 組立에서는 Unit數量, 大組立 및 搭載에서는 Block 數量으로 表示하여 다시 各 工程別로 物動量을 月別 週別 日別로 算出한다. 特히 加工과 組立에서는 工程이 複雜하게 展開되고 다른 機械 裝備와 施設이 要求됨으로 좀더 詳細하게 物動量을 나눌 必要가 있다.

加工工程에서는 板材와 型材의 區分과 아울러 板材에 있어서는 加工된 形態에 따라서 平直四角型, 凹凸된 直四角型, 한변이상 彎曲線을 包含하는 平四角型, 凹凸된 四角型 複雜한 形狀의 平板 등으로 나눈다(그림 3참조)

型鋼材에 對해서도 直線型型鋼材, 彎曲된 Frame材, 작은 Flat Bar, Face Bar등으로 細分한다.

組立工程에서도 Unit 數量을 Flat Unit와 Curved Unit 로 細分하는데 이는 Flat Unit는 Panel Line에서 生産 可能하지만 Curved Unit는 組立用 Jig가 必要하고 作業中 Unit의 이동이 어려우므로 採擇되는 施設 裝備와 技術이 다르기 때문이다.

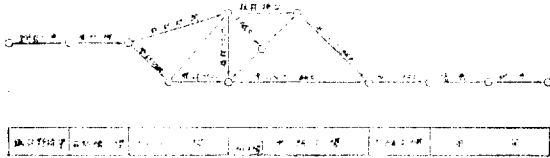


그림 2. 개략적인 船殼工事 Network 및 關聯工場

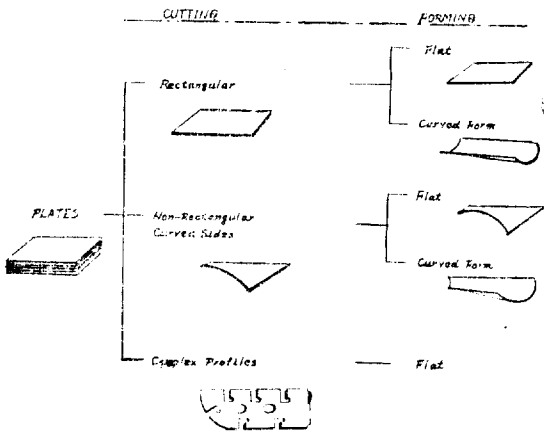


그림 3. 板材의 加工形態

6.2 搭載工程檢討

搭載 順序圖에 따라서 理想的으로 搭載가 進行될 경우의 搭載工程計劃表를 作成하여 年間建造目標로 하는 船舶隻數를 進水 시킬수 있는지에 對해 檢討하여야 한다.

이 경우 물론 初期에는 單一船臺에 對해서 檢討하고 檢討結果 計劃表上에 무리가 있든지 혹은 目標로하는

船舶隻數를 建造할 수 없다면 Tandem 搭載方法으로 解決可能한지 여부 또는 船臺의 數를 增加시키는 方案에 對한 檢討가 必要하다. 그러나 現代造船所 施設傾向은 可能한한 單一船臺로 回轉率을 높여 生産性을 높이는 것이다. 반대로 搭載計劃表에 너무 餘裕가 많다면 Block 크기를 줄이고 Block數를 늘리는것이 기증기등 施設 裝備의 容量을 줄일수 있어서 經濟的인 것인지에 對해 시 檢討해야 한다.

6.3 Buffer(緩衝地帶)

各工程間에 作業期間의 差異이로 因하여 材料(혹은 中間製品)의 貯藏이 必須的으로 要求되며, 機械의 故障 材料의 入庫遲延 등으로 한 工程의 遲延이 全體工程에 미치는 影響을 줄이기 위해 前工程의 完了와 다음工程의 開始 사이에 一定한 時間差를 두게되어 各工程間 Buffer를 둔다. 또한 이와같은 Buffer는 造船所의 工程에 融通性을 증진시키려 장차의 造船所의 擴張時에 要求되는 空間을 미리 確保해 두는 것이 되어 그 重要性은 더욱 強調된다.

특히 組立과 搭載工程 사이에 있어서는 作業進行速度에 差異가 생기므로서 緩衝地帶를 두게 되는데 이는 그림 4를 보면 確實해진다. 그림 4에 組立作業量과 搭載作業量을 處理鋼材重量으로 表示하여 縱座表에, 日程을 橫座表에 나타내면 組立作業量은 日程에 따라 線型으로 增加하고 搭載作業量은 階段型으로 增加하게되어 이 두 Graph사이에 빚금그는 部分 만큼의 Block의 量은 貯藏해야하므로 이를 貯藏하기 위한 場所가 必要하다. 만일 先行鑿裝을 組立과 搭載사이에 실시한다면 이 先行 鑿裝工事期間과 工程間 安全期間동안 生産된 組立工事量을 貯藏한 場所가 더 要求된다.

이와 같은 Buffer는 初期 Layout前에 檢討되어야하고 各工程間에 設置여부 및 그 規模를 確定해야 한다.

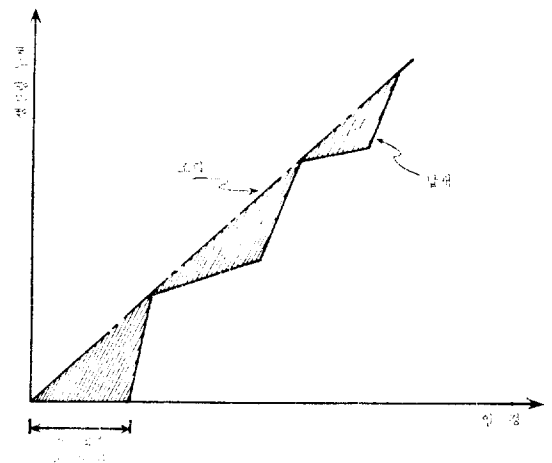


그림 4. 組立對搭載作業量比較

6.4 初期 Layout

工程的分割 및 各 工程의 物動量을 고려하여 概略的인 工場의 面積이 얻어지며 各工場間의 Buffer도 定해진다. 그리고 各工場의 形象은 各工場에서 處理되는 工事의 效率性을 높일 수 있는 理想的인 構造에 따르게 된다.

全體 造船所의 工場配置는 地型에 따라서 그리고 資材의 흐름에 따라서 이루어진다.

工場配置에 있어서 제일 먼저 경하이질 것은 船臺의 位置이다. 이의 決定은 全體造船所의 地型外에 接水面과 地質檢査의 結果에 따라서 左右된다. 그리고 아울러 鋼材野積場의 위치도 鋼材가 陸路 혹은 水路로 運搬되는가에 따라서 于先決定지어진다. 鋼材野積場으로부터 船臺에 이르는 各工場의 위치는 材料의 흐름이 逆流하지 않도록 配置하며 運搬거리가 짧도록 한다.

그외에 設計室, 事務室 等도 造船所 管理가 容易한 위치에 정한다.

船體工事을 위한 工場이외에도 艤裝岸壁等 艤裝工事に 대한것도 고려되어야 한다.

艤裝岸壁은 艤裝工事期間동안 接岸해야할 船舶의 隻數에 해당되는 接岸 길이를 가져야 한다. 아울러 艤裝工場들이 들어선 場所가 船臺와 艤裝岸壁附近에 確保되어야한다. 끝으로 이 段階에서 氣候에 對한 各工場의 保護概念이 決定되어야 한다. 現代的인 造船所는 까다로운 機械裝備를 使用하므로 加工工場은 물론 組立場이나 船臺에도 지붕을 세우던지 이동용지붕을 둔다.

그리고 作業者의 待遇와 能率向上에서도 이點이 強調된다. 그러므로 各 工場의 비, 바람, 햇볕, 추위에 대비한 設備의 輪廓을 決定지어 주어야 하고 아울러 위생시설의 정도도 고려되어야 한다.

이러한 設備의 程度는 作業能率의 向上에도 基因되지만 人力評價에 依한 作業人力의 獲得條件 및 勞動組合의 어진에도 기인된다. 여하튼 이런 氣候에 對備한 施設이나 위생시설이 Layout의 根本的인 概念에 영향을 주고 경우에 따라서는 莫大한 施設投資費를 要求하게되므로 初期 Layout 段階에서 부터 이에 대해 고려하여야 한다.

7. 建造 技術과 Layout

如他 生産工場과 마찬가지로 造船所에 있어서의 Layout는 建造技術의 選擇에 따라서 그 樣相이 매우 달라진다. 따라서 모든 可能的인 建造技術에 對한 檢討가 Layout에 앞서 이루어져야 한다.

船舶 建造工事を 크게 나누면 船體 建造와 艤裝工사로 區分된다. 그러나 船體建造가 造船工程의 主宗을 이

루고있어 初期段階의 Layout에서는 船殼工程에 對한 고려만으로도 充分하다 하겠다. 船體建造에 있어서의 特徵은 다른 組立工業에 比하여 重量物을 다루게되는 關係로 資材의 運搬이 Layout에 미치는 영향은 매우 크다. 그리하여 앞에서 區分한 船體建造工程 즉 鋼材野積, 表面處理, 加工, 組立, 搭載 외에 各工場間 資材 運搬과 貯藏이 重要한 工程의 한 部分으로 간주된다.

특히 搭載가 끝나서 船體가 完成되던 海上 또는 水上으로 運搬하는 作業은 進水라하여 이 進水作業은 搭載와 聯關시켜 가장 重要한 工程이 된다.

그러므로 造船所에서는 어떠한 方法으로 어떠한 場所에 船體가 搭載되어 어떻게 進水되느냐가 建造技術의 核心的인 것이된다. 그리하여 여러 工程中에서 于先 搭載와 進水を 主軸으로하여 適用할 수 있는 모든 技術에 對한 檢討가 必要하고 나아가서 여러 工程에 對해서도 適用될 技術에 대한 檢討가 進行되어야 한다.

7.1 搭載·進水技術

搭載方法에 있어서 搭載工事中 船體의 移動如否에 따라서 移動組立式(Assembly Line Erection)과 固定式(Stationary Erection)으로 區分하고 進水方法에 따라서 Marine Elevator式, Floating Dock式, Graving Dock式, 橫進水式, 縱進水式 等으로 나눌수가 있다. 또 船體 移動組立式을 採擇함에는 Canal, Conveyer, Crane, Pallet car, Sliding way 等 여러가지 移動方法이 있으므로 (그림 5 참조) 搭載方法, 船體移動方法, 進水方法을 綜合하여 可能的인 여러가지 方法에 대하여 技術的 經濟的인 檢討를 遂行 하여야 한다.[3] 그러나 이와같은 個個의 方法은 그 自體에 長短點을 갖고 있고 또 이미 決定된 造船所數地의 地型條件, 建造船舶의 船體과 크기, 年間建造隻數에 따라서 몇개의 適合한 方法으로 壓縮할 수 있으므로 于先 經濟性檢討에 앞서서 技術的인 長短點으로 그 範圍를 縮少 한다.

7.2 鋼材野積場

野積場은 鋼材의 搬入과 搬出 整理 貯藏의 機能을 갖고 있으며 造船所의 Layout에 영향을주는 가장 重要한 因子는 野積場面積이다. 이面積은 造船所의 年間 鋼材處理量과 製鐵所에서의 鋼材供給圓滑度에 따라서 대체적인 面積이 算出된다.

造船所의 年間鋼材處理量은 既算出된 業務量에서 卽 隻當鋼材量에서 計劃된 年間建造隻數를 곱하면 쉽게 얻을 수 있으며 鋼材在庫量은 鋼材의 購買要求에서 부터 入庫까지의 期間變動의 振幅에 의해서 決定된다. 예를 들면 鋼材購買에 所要되는 期間이 3個月 내지 7個月이라면 그 差異인 4個月에 여유기간을 加算한 期間동안의 鋼材處理量이 鋼材在庫量이 된다. 아울러 板材와 型材

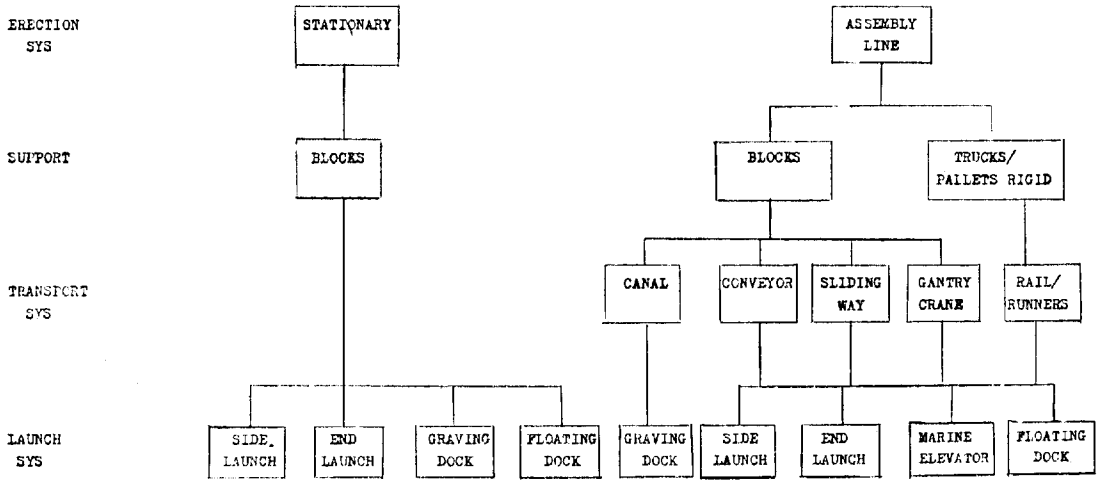


그림 5. Erection sys.과 Launching sys.의 관련도

와의 混合野積 및 區分野積의 選擇, 全體鋼材中 板材와 型材의 構成比率, 鋼材를 整理하는데 必要한 面積, 運搬裝備等이 차지하는 面積도 고려하여야 한다. 이때 野積場에서의 野積方法에 따라서도 영향이 있다고 생각할 수 있으나 경험에 의하면 그 差異는 僅少하다. 板材의 野積方法에는 垂直野積과 水平野積의 두가지 方法이 있으며 水平方法이 垂直方法에 比하여 運搬하기 쉽고 板材를 回轉할 必要가 없으며 運搬時間이 短縮되고 板材가 넘어질 위험성이 낮기 때문에 板材가 變形이 되는 長點이 있으나 위험하고 設置費가 비싼 垂直方法이 차차 없어지고 水平方法을 採擇하는 傾向이다. 野積場地域은 그 機能에 따라서 搬入地域, 整理地域, 貯藏地域, 搬出地域으로 區分한다.

野積場의 Layout는 搬入地域, 整理地域, 貯藏地域 搬出地域 순위로 前處理工場 쪽으로 配置하는것이 理想의이며 바닥은 배수가 잘되도록 자갈을깔는것이 鋼材의 腐蝕을 防止할 수 있어 좋으며 運搬裝備는 위 4地域에 모두 設置하여야 한다. 可能한한 한 裝備가 3개 혹은 4개 地域에서 作業할 수 있도록 並行設置 하는것이 原則이다.

7.3 鋼材 表面處理

鋼材野積場과 加工工場사이에 鋼材의 變形을 矯正하고 녹과 Mill Scale을 除去하고 塗裝을 하기 위해서 表面處理 工程을 둔다. 과거의 造船所에서는 이 工程을 無視해 왔으나 作業者의 衛生, 精密한 工作機械의 使用 熔接性能을 고려하여 요즘의 造船所에서는 重要時되고 있다. 또한 工程의 性格으로 보아 Line production 化가 손쉬워서 近來에 設立되는 造船所에는 Continuous Flow Process 化되어 있고 또한 各 Work Station 間을

Conveyer를 두어 이에 의해 資材를 運搬시키고 Station 別 作業도 機械化 되어있는 趨勢이다. 이 工程의 가장 核心의인 鋼材表皮除去作業에는 物理的, 化學的, 方法이 있으나 物理的인 方法이 많이 採擇되고있고 化學的 方法에 대해서는 좀더 研究가 계속되어야 實現化 될것이다.

物理的 方法으로는 Sand Blasting, Shot Blasting, Brushing, Grinding方法이 있고 이中 Shot blasting 이 과거에 많이 採擇되던 Sand blasting 에 比해 衛生的이므로 Shot blasting을 거의 大部分 採擇하고 있다.

鋼板이 變形除去를 위해서는 Roller 을 쓰는데 이의 Blaster와의 相對的 위치에 대해 今昔 論議가 되고있다. Blaster를 Roller보다 먼저두는 方法이 酸化鐵 被膜이나 雜物에 의해서 Rolling中 鋼材表面이 손상을 입을수 있는 可能性을 除去하는 點에서는 Roller를 먼저 두는 方法에 比해서 좋으나 實在的으로는 이손상을 無視할만하고 또 變形된 鐵板材는 Blasting이나 塗裝作業에 저항을 주고 塗裝後 Rolling하므로서 Paint의 손상이 우려됨으로 後者의 方法을 採擇하고 있는 傾向이다.

7.4 現圖·加工

設計에 따른 線圖의 作成, 線圖의 純整, 外板과 肋材의 展開, 다음 工程에 必要한 正確한 船體寸法의 提供, 建造中 船體의 值數管理(Dimensional Control)의 機能을 갖고있는 現圖의 工程과 現圖에서 나온 資料에 의한 部材의 Marking, Marking된 部材의 切斷, 部材의 Bending 作業이 과거에는 別個의 工程이었던것이 이제는 數値制御(Numerical Control)技術과 電算應用技術의 발달로 一連의 工程으로 간주하게 되었다.

그림 6에 船體設計로 부터 現圖, 鋼材切斷에 이르는

採擇 可能한 技術의 흐름을 表示하였다. 이그림에서 ③-④-⑦-⑨-⑫-⑬의 體系는 과거로부터 採擇해왔던 전통적인 方法이고, 電算化機械化 自動化되어 있는 現代造船所에서는 ③-⑥-⑧-⑩-⑭-⑮의 體系를 採擇하고 있다. 그러니까 前者에서부터 後者로, 그림에서 보던 左側에서 右側으로 發展해 가는것으로 造船所의 技術人力의 程度, 生産量, 要求되는 製品의 正確度 合理化의 段階의 方案에 따라서 適合한 技術을 採擇하게 된다. 合理化의 段階의 方案이란 初期에는 低賃金 技術人力, 低價裝備의 使用體系로부터漸次的으로 發展시켜 高賃金高級技術人力과 高級裝備를 使用하는 體系로 轉換시킴으로서 賃金增加에 對比한 高裝備投資額의 經濟性을 갖는 方案을 말한다.

굽힘 加工에 있어서는 熱間 굽힘 加工과 冷間굽힘 加工의 두가지 方法이 있으며 熱間加工은 과거에 많이 使用하였으나 爐의 設置 作業性의 低下 등으로 因하여 요즘은 거의 使用하지 않고 冷間加工을 한다.

그러나 板材의 경우에는 Line Heating의 方法이 간단하고 經濟的이어서 아직도 混合하여 쓰고 있다. 그러나 高度로 熟練된 技能者가 要求되므로 이에 대한 配慮가

必要하며 冷間加工인 경우 Press 나 Rolls 등 값비싼 裝備를 購入하게되어 初期投資費가 增加하게되므로 人件費의 上昇과 初期投資裝備에 對한 現在價值(Present Value)를 견주어보아야 할 것이다.

船體技術中 가장 自動化 程度가 낮은 分野가 바로 이 굽힘 加工分野로 Press等 機械裝備를 쓰는 경우에는 매우 높은 容量의 Press가 要求되어 莫大한 初期投資가 要求되며 反面 使用頻度도 投資金額에 비해 매우 낮으므로 效率性이 낮고 힘에 의한 Spring Back 現象으로 因하여 正確한 工作性도 保障되지 못한다.

그러하여 이 分野에 있어서는 평면굽힘에 대해서는 기계화의 方向으로 입체굽힘에 대해서는 기능위주의 작업으로 처리하고 가능한 입체 굽힘 작업량이 적도록 新 막신계를 하는 方向으로 노력하는 경향이다.

7.5 組立

鉗接技術이 造船工業에 採擇됨에 따라 Block 組立이라는 새로운 造船工作法을 가지오게 되었고 그 以後 組立法의 根本的 變化는 없었으나 細分化 및 專門化 되었다. 먼저 組立을 小組立, 中組立, 大組立 등으로 細分化하여 생각할수있고, 여기서 小組立은 部材의 組立,

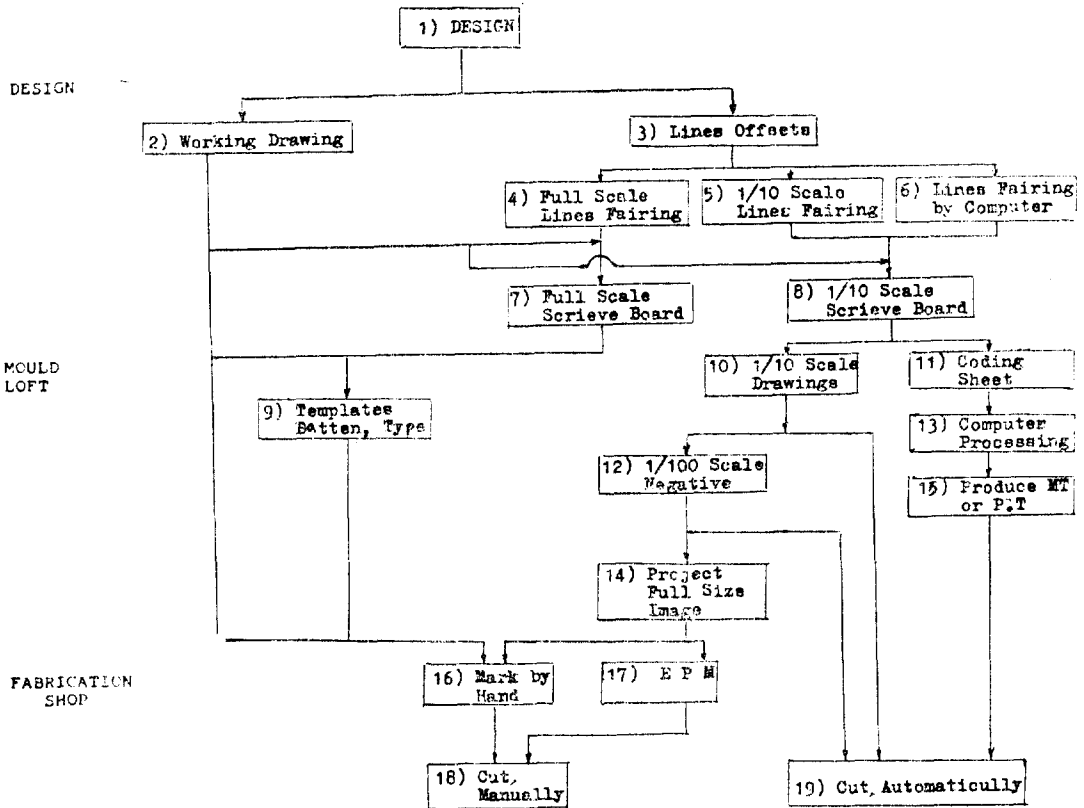


그림 6. Design-Lofting Cutting System

中組立은 板材와 Frame을 結合하는 Unit組立, 大組立은 中組立에서 만들어진 Unit를 船臺에 搭載하기 前에 大型化 내지는 立體化하는 Block 作業을 뜻하게 된다.

中組立過程에서는 Flat Unit 組立과 Curved Unit 組立에 있어서 各各 組立方法이 다르다. Flat Unit 組立에서도 Plac, Longitudinal, Transverse 의 組立順序에 따라서 Line Production과 Egg Box Production 方法이 있다. 이 두 方法은 아래와 같은 長點이 있는데 이는 勞動力의 技能水準, 作業취향, 機械化의 程度에 따라서 決定해야 할 것이다.

그림 7에서 알 수 있듯이 Line Production 은 板材를 接合하고 그위에 Longitudinal을 取付한後 그 다음으로 Transverse 를 組立하는 方法으로 Longitudinal 取付가 機械化내지 自動化하기 쉽기 때문에 구라파에서는 이 作業을 機械化 하고 있다. 反面 Egg Box System 은 板材接合과 Trans-Longitudinal 組立을 別個作業으로 하여 Trans-Longitudinal 組立作業은 Transverse를 定해진 間隔으로 配置하고 Notch를 찍고 Longitudinal을 取付完了한 後 既接合된 板材와 組立하는 方法으로 Collar Plate를 別度 取付하지않는 長點이 있다. Curved Unit組立은 船體의 曲面에 맞추어 Unit를 組立해야 하므로 Jig를 써서 그위에 組立하게 된다. 그리하여 Flat Unit 組立과는 달리 Unit를 作業中 移動시킬 수 없어서 이 組立工程의 連續生産化는 현재로서는 어려운 문제이므

로 Line Production 대신 이의 變形된 형태인 Tact Flow Production System을 고안하여 채택하고 있는 곳도 있다.[4]

8. 裝備選定과 工場別設計

概略的 Layout가 定해지고 採擇할 建造技術이 定하여 지면 다음 段階로 工場別 算出된 作業量을 處理할 수 있는 重要한 裝備의 選擇이 뒤따르게 되고 工場別 設計가 遂行된다.

8.1 鋼材 野積場

鋼材 野積場에서 重要視되는 裝備는 運搬裝備가 되겠다. 考慮할 수 있는 運搬裝備로서는 Crane, Conveyor, Captivator, Heavy Truck 등이 있으며 主裝備는 Crane 이라 할 수 있다.

Crane: 主로 荷役. 整理作業에 쓰이며 이에 適合한 型으로는 Gantry Crane이나 Overhead Crane을 들 수 있다. Gantry Crane은 Overhead Crane에 비해 값이싼 反面 Crane Rail에 依한 制限이 있다. 特히 Conveyor와 縱橫으로 配置할 수 없는 弊端이 있다. 그러나 Overhead Crane은 Gantry Crane에 비해서 Rail을 空중에 設置하고 이를 支持해야 하는等 初期設置費가 높으나 Conveyor와 縱橫으로 配置할 수 있는 融通性이 있다.

鋼材를 Crane으로 吊揚하는데는 Sling이나 Hook를 使用하여 왔지만 近來에는 Magnetic Gear나 Vacuum Gear

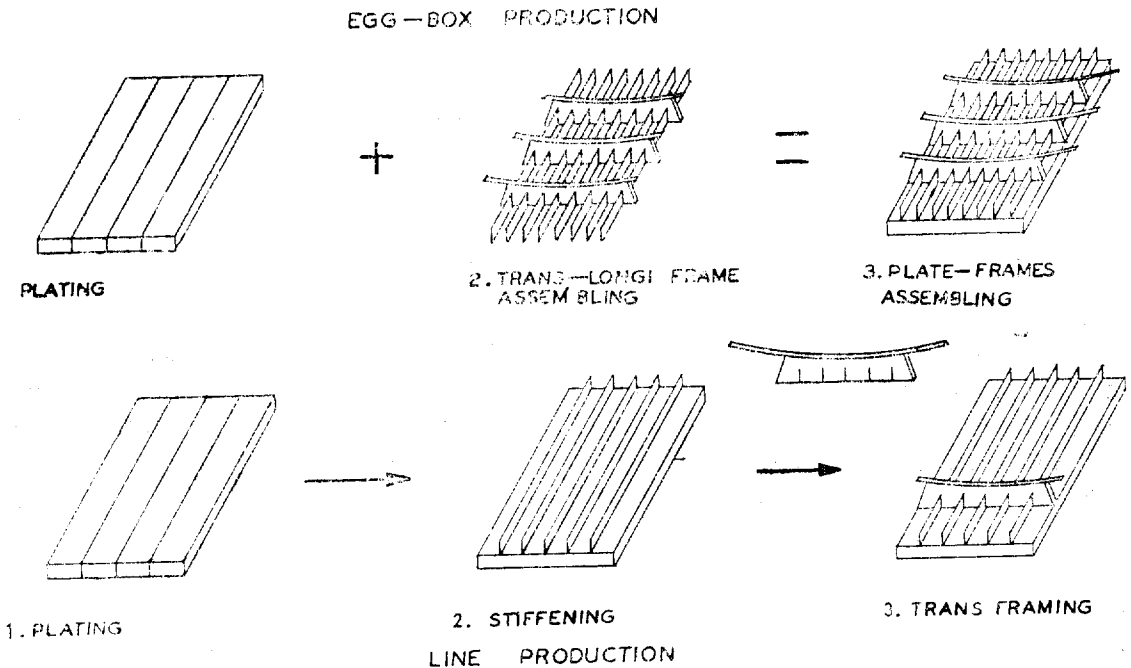


그림 7. Egg-Box Production Sys와 Line Production Sys의 비교

를 쓰며 板材인 경우 Pot型, 型材인 경우 Beam型을 쓴다. 이와같이 吊揚器具를 쓰므로서 作業能率을 올리고 作業者配置를 省略할 수도 있다.

Conveyor: Crane의 補助 및 前處理工場으로서 鋼材의 運搬手段으로 使用한다. Conveyor에는 Roll, Disc, Chain, Belt型이 있으나 Roll과 Disc型을 많이 쓴다. 또한 Conveyor는 臨時的인 鋼材貯藏을 위해 利用할 수 있는 附加的인 長點이 있다.

Captivator: 一種의 Rail 위를 움직이는 Conveyor로서 自體 Magnetic Clamp로서 板材를 들어올리고 내릴 때에는 위에 裝置되어 있는 Conveyor를 作動시켜 다른 Conveyor Line(主로 前處理工場의)으로 板材를 移動시킨다. Conveyor Line을 길게 延長할 수 없을 때 便利하며 起重機의 補助用으로도 設置한다.

Heavy Truck; 네개의 바퀴가 달린 一種의 Truck으로서 바퀴 안쪽에 4개의 Lifting Hook를 갖고 있는 것이 特色이다. Hook의 吊揚容量에 따라서 몇장의 板材를 同時에 들어서 원하는 場所에 運搬한다. 특히 融通性이 좋고 長距離 運搬에 便利하다.

鋼材의 搬入量, 搬出量 그리고 船別, Block別, 選別 作業量에 따라 이들 裝備의 選擇과 容量이 決定된다.

그리고 搬入地域, 整理地域, 貯藏地域 등에 充分히 到達할 수 있는 裝備이어야하며 한 地域에서 다른 地域으로 鋼材를 運搬할 때 連續的인 運搬作業이 이루어지도록 하여야 한다. 대체로 搬出, 選別 作業에서는 鋼材一枚씩 取扱할 수 있는 範圍內에서 裝備의 容量은 決定되나 搬入地域에서는 鋼材를 한 묶음으로 取扱하므로 이 地域의 裝備의 容量決定에는 이點을 勘案하여야 한다.

8.2 前處理工場

이 工場에 設置하는 重要裝備은 Plate Leveller, Frame Straightener, Burner, Painting Machine, Drying Tunnel, Blasting Machine 등이 될 것이다.

그리고 運搬裝備로서는 Conveyor가 普遍的으로 쓰이고 있다. Blasting Machine의 作業速度가 1~4m/min 정도로 여러 裝備中 가장 느리므로 이 工程의 Bottle Neck를 이루고 있다. 그리하여 要求되는 鋼材處理量에 따라서 Blasting Machine의 作業速度를 決定하게 되고 最大鋼材幅에 따라서 그 크기가 決定된다. 他裝備의 容量은 이 장비를 기준으로 하여 決定하게 되는데 Blasting Machine을 2臺이상 設置할 必要가 생길 경우에는 板材와 型材의 個別的인 前處理 Line를 設置하는 것이 바람직하다. Blasting Machine에는 Vertical Type과 Horizontal Type의 두가지가 있으나 요즈음은 Horizontal Type을 쓰고 있는데 이는 Horizontal Type의 性能이

많이 改良되었고 Vertical Type이 作業性은 좋으나 Tilting Table을 使用하여 板材를 回轉시켜야 하는 등 不便한 點이 많기 때문이다. Plate Leveller에는 厚板用과 薄板用의 두 種類가 一般的으로 要求되나 入荷되는 鋼材의 狀態가 良好하면 稼動率이 매우 낮아지므로 可能한 限 共用의 Leveller를 1臺 設置하는 것이 좋다.

Frame Straightener는 鋼材의 入荷狀態가 良好한 경우에는 거의 使用하지 않으므로 設置 않는 경우가 많다. 그 외에 다른 裝備들은 Blasting Machine를 中心으로 하여 前後에 設置되는 것으로 Blasting Machine의 決定에 따라 이의 性能이 保障될 수 있는 範圍內에서 決定되어 진다.

8.3 加工工場

板材와 型材의 切斷과 凹凸作業이 그 主된 作業인 加工工場은 그 取扱方法이 다르므로 可能한 限 板材加工場所와 型材加工場所를 分離하여 두는 것이 效率의 이다.

그리고 加工裝備에 對해서는 現圖, Marking에 있어서 어떠한 技術(그림 6 참조)을 採擇하느냐에 따라서 裝備 自體가 달라지게 될 것이고 機械化 내지 自動化的 程度가 달라질뿐더러 配置 또한 影響을 받게 된다. 採擇된 技術에 따라서 Marking 裝備, 切斷裝備, 더 나아가서는 凹凸裝備의 種類가 決定되고 加工處理量에 따라서 裝備의 容量 및 臺數가 決定된다. 切斷裝備로는 機械的 切斷과 Gas 切斷의 두가지 型態이 있으나 機械的 切斷이 切斷速度가 빠른 反面 作業準備期間이 길고 直線切斷만 可能하며 厚板에 대한 制限이 있어 切斷速度는 느리지만 機械的 切斷의 이러한 短點을 解消할 수 있는 Gas 切斷에 依하여 차차 代替되어지고 있다.

그러나 型材인 경우에는 板材에 比하여 取扱이 容易이하고 거의 直線切斷이므로 小規格 型材에 對해서는 機械的 切斷을 많이 쓰고 있다. 凹凸裝備로는 熱間加工을 위한 爐는 요즈음 거의 使用치 않고 代身 Gas Torch를 쓰고 있으며 作業定盤으로는 蜂巢定盤을 쓴다.

熱間加工에 比해 冷間加工이 作業速度가 빠르므로 많이 使用되고 있으며 板材의 凹凸裝備로는 Roll Press, Portal Press, Gap Press 등을 쓰고 있으며 型材을 위해서는 Cold Frame Bender를 使用한다.

Roll Press는 2次曲面의 加工에 適合하며 作業速度 또한 빠르나 값이 高價이므로 作業量이 많은 경우에 妥當性을 갖을 수 있으며 Portal Press는 2次曲面, 3次曲面 加工이 可能하고 作業速度가 느리나 Roll Press에 比해 低價이므로 比較的 많이 採擇된다. 또한 Line Heating은 全面的인 凹凸作業에 採擇하지 않더라도 Press 作業後의 補完作業, 3次曲面作業 및 銲接變形의 修正作業에

매우 能率의이므로 이 裝備의 小規模設置는 必須의이다 加工工場內의 運搬裝備로서는 天井起重機가 가장 普遍的이며 Conveyor 또한 能率向上面에선 優秀하며 起重機와 같이 使用되면 더 効果의이다. 이와같은 運搬裝備는 加工工場內에선 1枚의 板材를 運搬하는 것이되므로 容量決定에 있어서 最大板材 1枚를 吊揚할수 있는 能力으로 定해 진다. 이 外의 Press等 高價裝備 專用的 小型起重機도 能率의이며 材料를 搬出 할때에 뭉음으로 運搬하는것이 効果的이므로 Pallet도 고려하여야 한다.

8.4 組立工場

小組立을 위한 裝備로는 同一型의 部材를 多量生産하지 않는다면 普遍的으로 組立場所의 定盤과 材料運搬用 起重機이나 其他 Pallet等 補助運搬裝備가 要求된다. 中組立을 위해서는 Flat Unit를 위한 Panel Line과 Curved Unit를 위해서 Jig가 準備되어 있는 定盤이 要求되며 Unit 運搬을 위해서 Conveyor 나 Crane이 많이 使用된다.

Flat Panel Line; Line Production과 Egg Box Production 方法에 따라서 選擇할 裝備가 달라진다. Line Production의 Panel Line는 Plating, Welding, Turning Over, Trimming, Turning, Panel Stiffening, Panel Build-up의 Work Station으로 區分하며 많은 部分이 機械化 되어 있다.

특히 Panel Stiffening Station이 이 工程의 Bottle Neck로 알려져 있으므로 Stiffening Machine의 作業速度가 이 工程의 作業量을 處理할 수 있도록 해야한다. 이 Machine의 規格은 板材 1枚가 橫으로 處理할 수 있어야 되므로 대체로 板材 1枚의 길이에 해당되며 나머지 裝備들은 이에 基準하여 그 容量이 決定된다. 各 Station間 運搬手段인 Conveyor는 最大 Unit의 重量을 支撐하여야 한다. 그리고 資材의 搬入엔 Crane, Unit搬出엔 Crane 혹은 Hydraulic Lifter를 使用하며 搬入用은 鋼材 1枚의 吊揚容量이 그리고 Unit 搬出에는 最大 Unit 吊揚能力이 要求된다.

Turning과 Trimming 段階는 생략 할수도 있으며 一面 鎔接이 끝난후 裏面鎔接을 위해서 Plates의 뒤집기 위한 裝備는 Crane과 Tilting Table의 두가지 種類가 있으나 역시 一面鎔接技術을 採擇할경우 이段階는 省略 된다.

Tilting Table은 作業時 安全性이 좋고 Panel Size에 制限을 받게되어 融通性이 낮으므로 이 反對의 長點을 갖고 있는 Crane과의 比較檢討가 行하여 져야한다.

한편, Egg-Box Production 方法에서는 Line Production의 Panel Stiffening과 Panel Build-up Station 代身 Egg-Box Build-up과 Panel Assembly 段階로 바뀌게 된다.

(그림 7참조)

이 生産 Line에서는 前者의 方法에 비해 Crane의 重要性이 強調되고 最大 Unit 重量을 吊揚할수 있도록 考慮되어야 한다.

Curved Unit Line; Curved Unit 組立過程은 Line Production 보다는 Fixed Position Production 方法이 効率의인 것으로 알려져 있다. 이는 Curved Unit는 Flat Unit와 달리 船體의 曲面에 따른 Jig가 必要한데 Jig의 移動에 依한 Flow Production化는 어려우므로 作業者와 裝備를 移動시키는 Flow Production의 變形인 스위 Tact Flow System을 登場시키고 있다. 이 過程에서는 Jig가 가장 重要한 裝備이며 Telescope式과 같은 높이를 調整할 수 있는 Jig이어야 한다. 運搬裝備로는 資材搬入과 Unit 搬出에 모두 起重機가 適合하며 그 容量은 Unit 重量에 該當한다.

組立場의 起重機設置를 決定할때에는 要求되는 最大 吊揚容量의 1/2에 該當하는 起重機 2臺를 並行하여, 設置하는 것이 最大容量의 起重機 1臺를 設置하는 것보다 効果的의이다.

물론 Crane의 最大吊揚容量을 使用하는 頻度에 따라서 다르지만 一般的으로 最大吊揚을 하는 頻度は 낮다. 그리하여 最大容量을 使用하는 時間外에는 起重機를 2臺同時에 使用할 수 있으므로 起重機使用率을 높일 수 있다.

Unit와 Unit를 合하여 Block를 形成하는 大組立場은 船臺 近處 혹은 別度の 工場을 考慮할 수 있겠다. 이 大組立場의 重要裝備는 起重機로서 船臺근처인 경우는 船臺起重機과 兼하여 쓸수있는 長點이 있다. 또한 Block 鎔接의 효율을 높이기 위해 Block를 轉倒할 경우에 對 備하여 2臺以上의 起重機를 설치할 수 있어야하며 起重機容量은 Block의 最大容量에 따른다.

Block 運搬用起重機外에 組立場에서 Block에 先行 鑱裝을 實施할 경우에는 鑱裝品用 小容量의 起重機의 設置도 必要하게 된다. 組立場이 工場內일 경우에는 Overhead Type이 普遍的이며 船臺近處인 경우에는 船臺 起重機에 準한다.

8.5 船 臺

船臺에서 가장 重要時되는 裝備는 역시 起重機가 될 것이다. 船臺 起重機의 크기와 Type는 船臺의 Type, 進水方法, 建造될 船舶의 크기와 種類에 따라서 決定되어진다. 船臺 起重機로서 要求事項은 Block 搭載等 重量物吊揚과 鑱裝品, 作業裝備, 발판등, 輕量物吊揚으로서 船臺 起重機은 이두가지 機能을 具備하여야 한다. 이 두 機能을 갖기 위해서 한대의 起重機에 重量物을 위한 主 Hook와 輕量物用 補助 Hook를 두기로하나 効

率의인 運營을 위해서는 重量物用과 輕量物用の 두 種類의 起重機를 設置하는것이 現代 造船所의 傾向이다.

船臺用 起重機로서는 Hammer Head Crane, Jib Crane과 Goliath Crane으로 壓縮할 수 있으며 Level-Luffing 과 正確한 Positioning, 낮은 起重機 自體重量에 비한 높은 吊揚能力 등이 要求된다.

近來에 와서는 Level-Luffing Jib Crane과 Goliath Crane이 많이 쓰이며 Jib Crane은 船臺(Slip Way)에 適合하고 吊揚能力 100톤 미만의 낮은 容量에 適合하다.

Goliath Cranc은 높은 容量에 適合하고 특히 높은 吊揚能力에 비해 起重機自體重量이 낮아서 經濟的이라 할 수 있다. 그리고 2臺以上の 合同作業時에 起重機當 吊揚能力的 減少率이 Jib Crane에 비해 낮은 利點이었다.

船臺起重機의 總使用時間을 늘리기 위해서는 높은 吊揚能力을 갖는 1臺의 起重機 代身 낮은 吊揚能力을 갖는 2臺의 起重機를 設置한다. 이는 組立場起重機의 경우와 같다. 此外에는 船臺作業은 高架作業인 關係로 발판, 그물등이 必要하며 이 발판 作業의 效率性이 船臺作業에 至大한 影響의 끼진다. 船臺의 발판은 設置와 除去가 손쉽고 短時間에 할수 있어야 하며 船體에 움집을 남기지 않아야하며 直線部分 曲線部分 等に 適合해야하는 融通性이 要求되며 발판위에서의 作業의 安全性을 保障할수 있도록 堅固해야 한다.

9. 組織 및 運營體制

造船所의 組織과 運營體制에 대한것도 Layout가 決定되는 段階에서 Layout에 準해서 決定되어야 한다. 물론 Layout의 初期에 이에 對한 概略的인 輪廓이 주어질 것이지만 이 段階에서는 組織의 構造와 生産計劃 生産管理 原價管理 資材管理 施設管理 및 人力管理에 對한 具體的인것이 立案되어야한다. 本稿에서는 造船所의 組織과 運營體制에 對한 것을 論하기 보다는 Layout와의 關聯性에 局限 시키려한다. 組織과 運營體制에서 直接人力과 間接人力의 人件費, 必要한 施設裝備, 其他經費는, 造船所의 運營에 必要한 經費가 算出 될수있으므로 즉 設計된 造船所에 對한 運營費가 算出되므로 다음에서 論하고자 하는 經濟性 檢討에 對한 入力資料가 되므로 重要하다. 特히 여기서 組織을 決定하는 段階에 強調해 두고 싶은것은 Layout는 施設設置 當時만 必要한것이 아니고 造船所의 運營에 따라서 계속 檢討되어 次期의 기획에 再配置하여야 하므로 이를 持續的으로 말아서 處理하는 部署를 組織表上에 두어야 한다는 것이다.

10. 經濟性 檢討

造船所를 設計하는 目的은 設計에 依해 造船所를 建

設하고 이 造船所에서 船舶을 建造하여 販賣하므로써 利益을 가지와야 하므로 과연 이와 같은 造船所Layout로 造船所가 利益을 낼 수 있는지 經濟的인面에서 檢討가 必要하다.

이를 위해 Layout 및 工場設計로 부니 인어진 初期投資額(敷地購入費, 機械裝備 및 資材費, 建設經費 包含), 要求되는 人力에 對한 人件費, Overhead, 造船所 維持經費, 減價償却費, 船舶資材費, 利子, 税金, 純利益등은 考慮하여 建造된 船舶의 船價를 算出한다. 그리하여 建造된 船舶의 船價가 現在의 船舶市場에서의 船價와 견주어 보아 競爭性이 있어야 할 것이다.

만약 豫想建造船價가 現 船舶時勢보다 높다면 이 造船所의 Layout는 再檢討되어야 한다.

于先 施設投資費가 船價上昇의 主要原因이라면 Layout를 再檢討하여 施設投資費를 낮추도록 하여야하고, 施設投資費를 낮춤에 비해서 人件費가 增加하게 될것이므

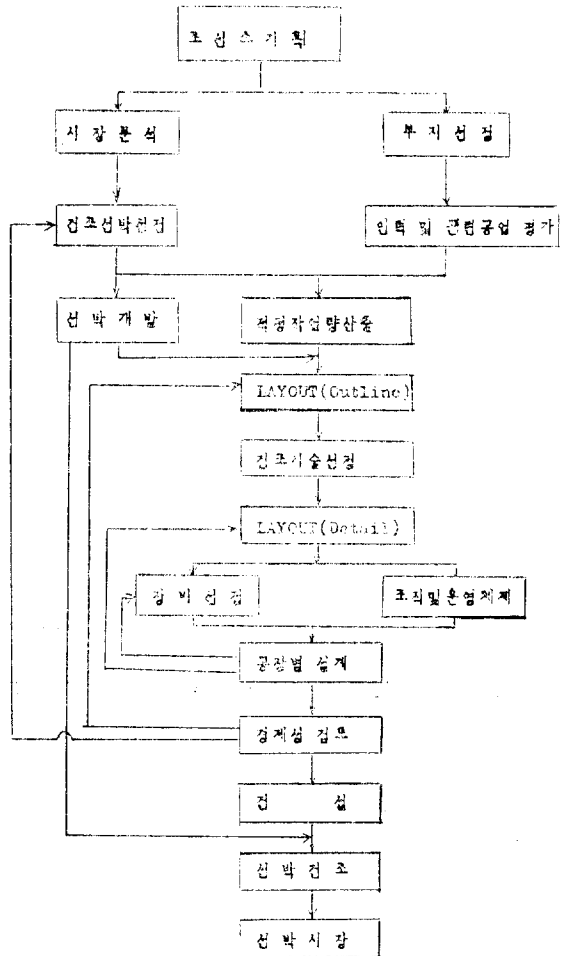


그림 8. 조인소 Layout Flow Chart

로이에 대한 經濟性을 再次檢討해야 한다. 만약 Layout 變動과 施設投資費의 激減으로도 現今의 船舶市場價格을 따를수 없다면 建造船舶의 選定부터 再考되어야 할 것이다. 그러나 대개의 경우는 Layout의 變動과 裝備의 自動化的 程度 및 選別 등으로 建造船舶의 經濟性을 確認할 수 있다.

11. 循環作業

지금까지 個別的으로 論한 造船所 Layout 過程의 여러가지 作業要素들은 그림 8의 Flow Chart에 表示되어 있는것과 같은 順序로 遂行될 수 있다. 그러나 이와같은 過程을 한번 거침으로서 目的한마 Layout를 인는 경우는 매우드물고 대개는 여러번의 循環作業을 기치시 理想的이며 간차 發展性이 있는 經濟的인 造船所는 인 수 있다. 뿐만 아니라 造船所 Layout의 循環作業과는 別個로 Layout 과정의 단계의 作業要素로 되어있는 船舶開發에 對한 循環作業도 별도로 이루어지야 한다. 이 두개의 循環作業이 相互 간섭하면서 船舶市場確保를 共同目標로 綜合的으로 推進되므로서 所期의 造船所를 만 들 수 있다.

12. 結 論

지금까지 船體工事を 中心으로한 造船所 Layout에 對해 考察해 본바에 依하면 造船所 Layout는 重點的으로 採擇한 基本的 Layout의 形態, 採擇된 建造技術, 機械化·自動化的 程度, 勞動條件, 氣候에 對한 防備程度에 따라서 그 樣相이 매우달라지며, 建造된 船舶과 그 融通範圍, 將次施設의 發展 方向에 따라서 그 規模 또한 달라진다 하겠다. 그리하여 造船所를 企劃함에 있어서는 처음부터 將次的 發展範圍까지 考慮한 綜合的인 計劃과 融通性의 程度, 將次的 技術 開發의 豫測 등이 包含되어야 하고 實質的인 方法보다는 理想的으로 問題를 解決하는 方向에서부터 始作하여야 한다. 그러나 어디까지나 가장 重要한 것은 市場性이 있는 船舶의 開發과 더불어 이 船舶을 經濟的으로 生産할 수 있는 施設에 焦點이 맞추어지시 目標로한 船舶市場을 確保하는 것이다 그리고 幅넓은 專門分野가 論議되어야 하므로 하나하나의 分野에 對해 個別的으로 좀더 깊은 研究가 뒤따라야 한다.

참 고 문 헌

1. *Lecture Notes on Shipbuilding Science*, Univ. of Newcastle upon Tyne, 1973
2. R. Muther, "Practical Plant Layout" McGraw-Hill, 1955
3. E.G. Frankel, "Ship Production Facility Design and Analysis" Ship Technology in Transitions, Held in Newcastle, 1970
4. H. Kihara and N. Yamamoto, "Recent Developments in Management and Production Methods in Japanese Shipyards" Advanced Copy No. 3, SNAME 1968
5. A.M. D'Arcangelo, "Ship Design and Construction" SNAME, 1969

附 錄

造船所 LAYOUT를 爲한 計算 및 檢討例

對 象 : 中型造船所

最大建造船舶 : 150,000~170,000 DWT

建 造 量 : 年間 70,000 DWT Bulk Carrier 6隻 혹은

120,000 DWT Tanker 4隻

I. 搭載工程檢討

1次 탑재 公積건도건과 최대선박(150,000~170,000 DWT급)을 건조할 수 있는 Dock(54m×350m) 1基로서는 4~6隻의 연간 계획 건조량을 달성할 수 없이 2차로 Semi-Tandem 건조방식을 채택한다.

Dock의 길이를 440m로 연장하여 120,000 DWT 유조선 1.5隻 동시에 건조할 수 있도록하고 2가지 대상 선박 즉 75,000 DWT 산적화물선과 120,000 DWT 유조선에 대한 탑재 공정을 그림 I-1 그림 I-2 그림 I-3과 같이 검토한결과 목표로한 年間建造량을 달성할 수 있다는 결론을 얻을 수 있다.

그리하여 Dock 크기를 폭 54m, 길이 440m로 하고 건조방식은 Semi-Tandem 방식을 채택한다. 기중기의 용량의 탑재공정과 밀접한 관계가 있으므로 아울러 표 I-1, 표 I-2의 Block Data로부터 기중기의 용량을 결정할 수 있다.

표 I-1 Block Data (70,000DWT Bulk Carrier)

Block Discription	No. of BLK	No. of Units/BLK	Total No. of Units	Block Size (M)	Block Weight (T)
Cargo Hold					
Double Bottom	12	4	48	2×12×29	170
Hopper Tank	12	6	72	6×2×29	120
Saddle Tank	14	6	84	5×9×29	150

Side Shell	14	2	28	0.5×9×29	70
BHD (Center)+D*	8	3	24	10×9×29	
Side BHD	14	2	28	2×10×15	
Deck	2	1	2		
Sub Total			286		
<i>Aft and Fore Body</i>					
Eng. R'm Bottom	1	4	4	20×14	180
Eng. R'm Bottom	1	2	2	10×14	120
Eng. R'm Side & Deck	8	4	32	10×12×14	100
Aft Body	1	5	5		
Aft Body	1	7	7	8×22×14	80
Fore Body	1	5	5	10×15×15	200
Fore Body	1	6	6	10×15×15	210
Fore Body	1	7	7	4×25×25	
Super Structure	2				
Sub Total			68		
TOTAL	93		354		9,700

Ⅱ I-2 Block Data (120,000 DWT Tanker)

Block Discription	No. of BLK	No. of Units/BLK	Total No. of Units	Block Size(M)	Block Weight (T)
<i>Cargo Hold</i>					
Center Tank Bottom	8	2	16	14×24	190
Wing Tank Bottom	16	2	32	13×24	180
Longi BHD	16	4	64	20×24	170
Side Shell	16	4	64	20×24	140
Trans BHD	12	2	24	14×20	
Deck(Center)	8	2	16	14×24	
Deck(Wing)	16	2	32	13×24	
Sub Total			248		
<i>Aft and Fore Body</i>					
Eng. Rm Bottom	1	4	4	14×22	210
Eng. Rm Bottom	1	2	2	14×15	110
Eng. Rm Side & Deck	8	4	32	10×12×14	
Eng. Rm Deck	1	2	2	14×27	
Aft Body	1	5	5		
Aft Body	2	7	14	5×15×30	
Pump Rm Bottom	3	3	9	8×10×15	
Pump Rm BHD & Deck	1	2	2	10×15×15	
Pump Rm BHD & Side & Deck	2	4	8	10×13×15	190
Fore Body	1	5	5	10×15×17	250
Fore Body	1	6	6	13×15×20	280
Fore Body	1	7	7	4×25×30	
Deep Tank Bottom	1	6	6	4×6×25	90
Deep Tank Side	2	3	6	3×6×20	60
Deep Tank Deck	2	1	2	3×6×15	
Super Structure	2				
Sub Total			110		
TOTAL	122		358		15,500

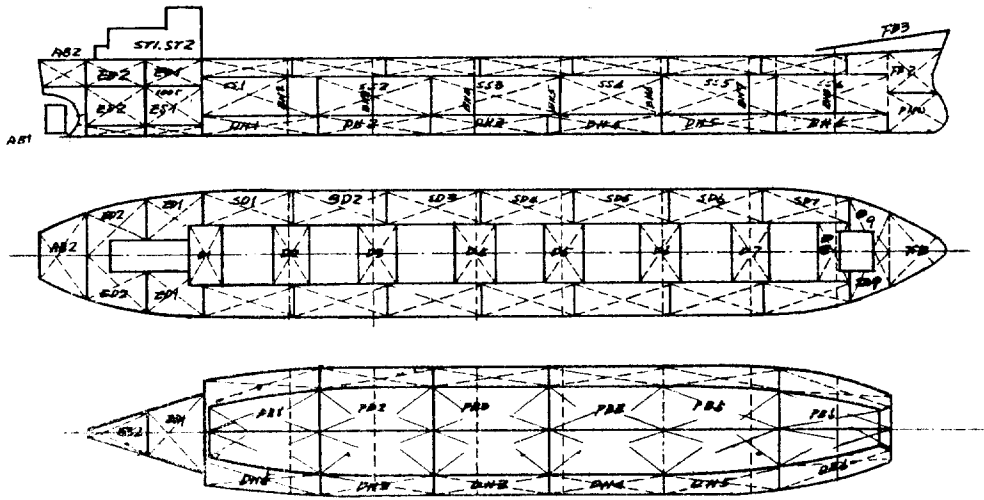


그림 I-1 (a) 70,000 DWT Bulk Carrier Block Breakdown

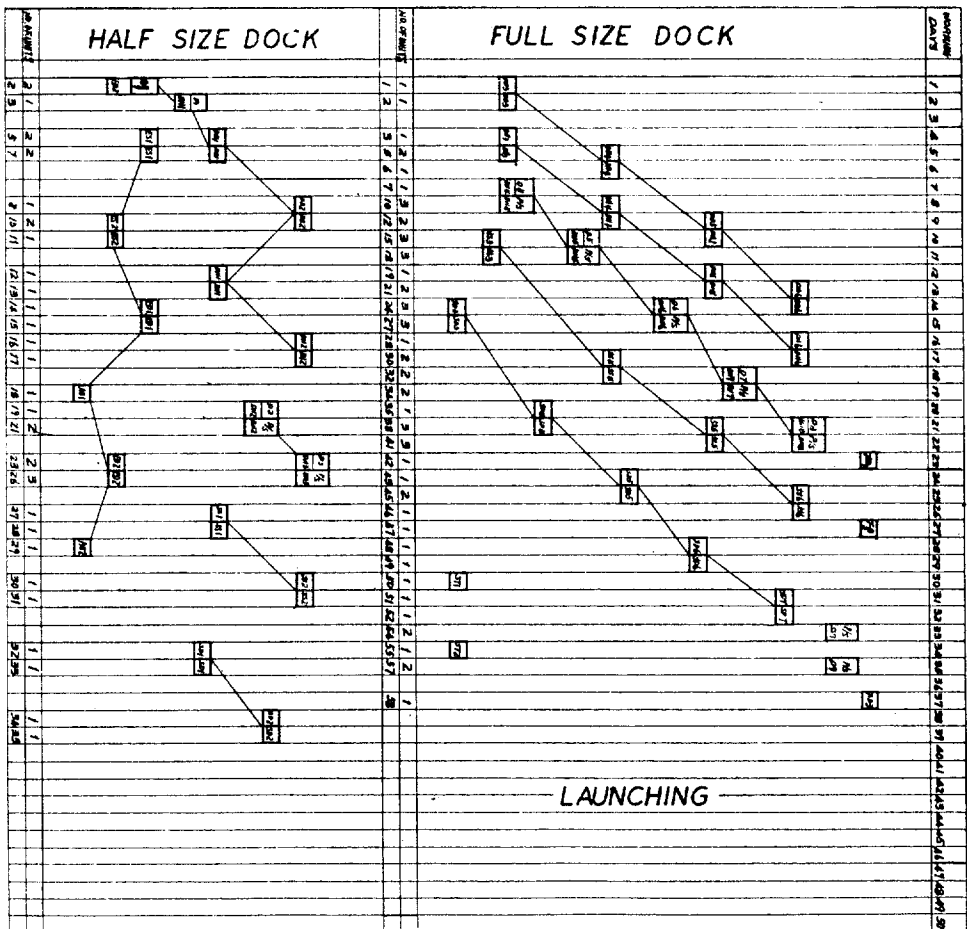


그림 I-1 (b) Erection Schedule (70,000DWT Bulk Carrier)

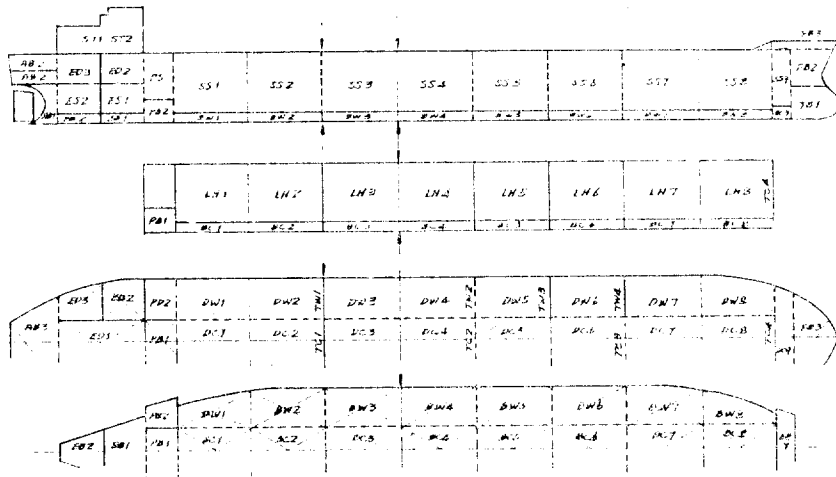


그림 I-2 (a) 120,000 DWT Tanker Block Break Down

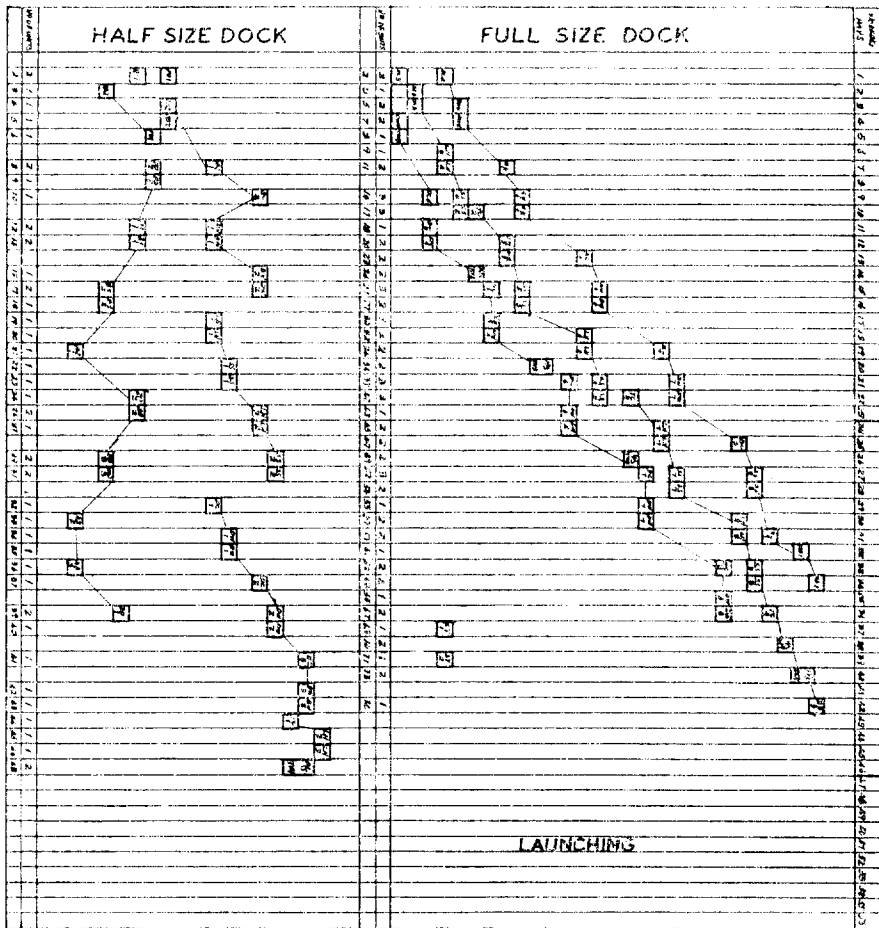


그림 I-2 (b) Erection Schedule (120,000DWT Tanker)

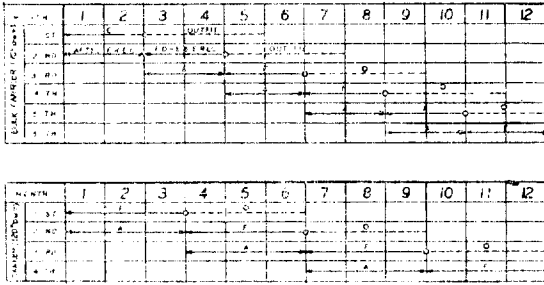


그림 I-3 Building Schedule

II. Flat Panel Line Analysis

1. 1일 생산하여야 할 Flat Panel數

$$= \frac{1 \text{隻當 Flat Panel數}}{\text{작업일수}} \quad \text{①}$$

2. 120,000 DWT Tanker의 경우

Block Data와 작업공정표에서 panel數와 작업일수를 아래와같이 알 수 있다.

Flat panel數 : 278개

작업일수 : 3개월(69작업일수)

이 경우 1일 생산하여야 할 panel數는 ①式에서 약 4.0 panel이 된다.

3. 75,000 DWT Bulk Carrier의 경우

Block Data와 작업공정표에서

Flat panel數 : 286개

작업일수 : 2개월(46작업일수)

이 경우 1일 생산하여야 할 panel數는 ①式에서 약 6.2 panel이 되며

이 경우의 panel size는 최대 15m×15m(4 plates), 평균 10m×15m(3~4plates)로 간주하고 Stiffener의數로 평균 10개로 간주한다.

4. 1일 生産하여야 할 panel數는 75,000 DWT Bulk Carrier의 경우가 120,000 DWT Tanker의 경우보다 많으므로 Panel Line의 작업시간 분석에서는 75,000DWT의 경우만 고려한다. Panel Line에 있어서의 Work Station을 그림 II-1과 같이 분류하고 Web용접 등의 Work Station은 작업장소의 면적확장으로 쉽게 해결할 수 있는 것으로 간주하면 <표 II-1>의 Butt Welding Station 작업시간 135분과 <표 II-2>의 Panel Stiffening Station의 작업시간 147분을 비교하여 이 Work Stage의 Bottle Neck는 Panel Stiffening Station이라는 것을 알 수 있다. 이것에 기초를 두고 행한 <그림 II-2>의 Panel Line시간분석에 의하면 1일 8시간 작업으로 3.2 Panel을 생산할수있다. 그러나 이 Stage에서 요구되는 생산량은 1일 6.2 Panel이므로 이와같은 Panel Line 2개소가 소요되나 장비의 高價를 고려하여 8시간작업 2개조의 연속투입(2 shifts)으로 해결할 수 있다는 결론에 도달된다.

<표 II-1> Butt Welding Station 작업시간 산출

용접장비 : 한개의 Carriage를 갖는 Gantry 1臺
 용접속도 : 1.4m/min, 두께 20mm 강판인 경우
 1.1m/min, 두께 25mm 강판인 경우

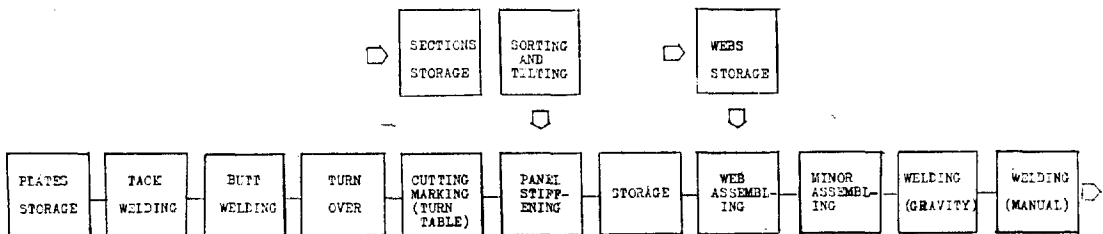
	작업내용	소요시간(분)
①	Panel을 한 작업 장소만큼 이동(16mm 진진), 이동속도 7.3m/min	3.0
②	컷민 Seam 용접을 위한 용접 Gantry 조정	2.5
③	컷민 Seam 15m 용접(용접속도 1.1m/min)	13.6
④	용접 Carriage 원위치복귀(이동속도 20m/min)	1.5
⑤	제 2, 제 3 Seam 용접	35.2
⑥	용접후 Panel 전복	15.0
⑦	이런 3개의 Seam 용접	51.3
소 계		122.1
여유(소계의 10%)		12.2
총 계		134.3분

〈표 II-2〉 Panel Stiffening Station 작업시간 산출

용접장비 : 2개의 용접 Gun을 각각 좌우에 갖는 2대의 Carriage
 용접속도 : 1.2m/min, 4mm 용접각장의 경우
 1.0m/min, 5mm 용접각장의 경우
 Stiffener의 용접장 : 14m×10個 Stiffener

	작업내용	소요시간(분)
①	Panel을 한 작업장소만큼 이동(16m전진), 이동속도 7.3m/min	3.0
②	Stiffener 1개의 용접	13.0
	• Panel을 한 Frame Space 이동	20초
	• Guide Beam을 내리고 Support Beam을 올림	10초
	• Stiffener를 옆에서 집어넣음(17m), 50m/min의 속도	35초
	• Stiffener의 조정	35초
	• Press Cylinder 내림	20초
	• Stiffener Carriage 원위치로 이동	35초
	• Guide Beam을 올림	10초
	• 용접 Carriage 2개를 용접 위치로 조정(Stiffener의 중앙 부근)	60초
	• Stiffener Fillet용접 7m(용접속도 (1.0m/min, 여유 30초)	450초
	• Press Cylinder 올림, 용접 Carriage 원위치로 이동	25초
	• 작업여유(10%)	70초
	소 계	770초
③	나머지 9개의 Stiffener의 용접	117
	계	133
	작업여유(10%)	13.3
	총 계	146.3분 2시간27분

그림 II-1 Work Stations Layout in Flat Panel Line



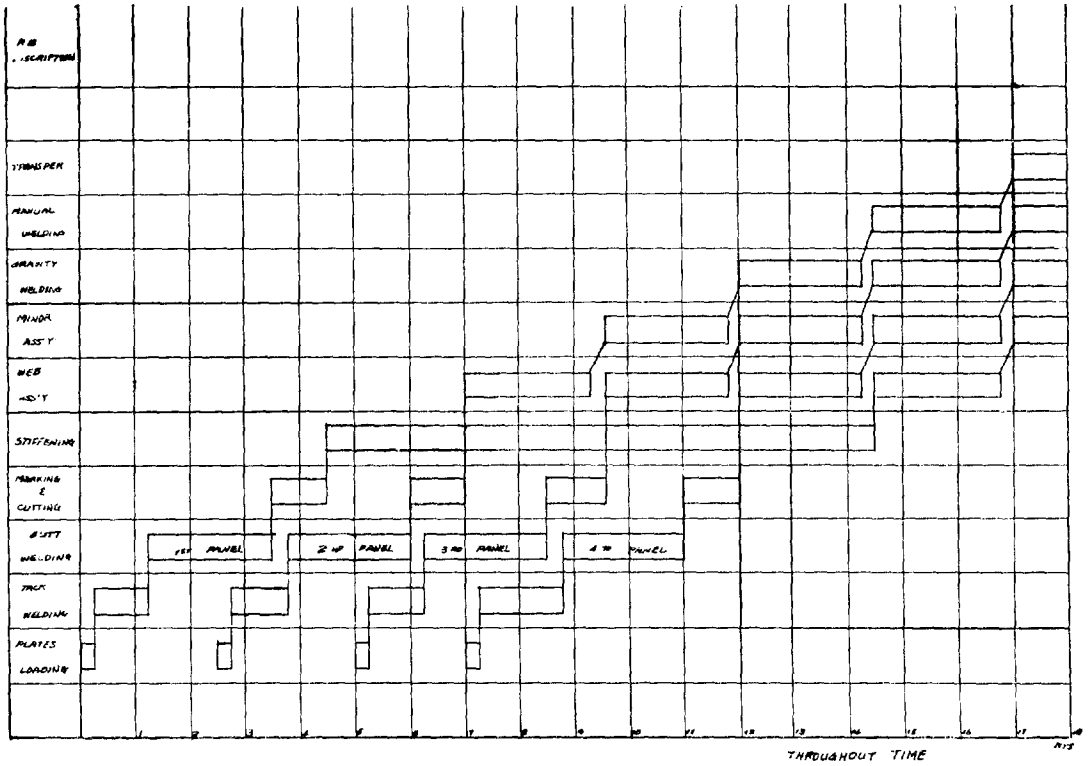


그림 II-2 Time Analysis For Flat Panel Line