



중량물 관리 YARD의 CRANE 자동TRACKING SYSTEM

하 정 철[†] 김 성 수^{††}

◆ 목 차 ◆

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| 1. 서 론 | 4. 자동화 SYSTEM ALGORITHM |
| 2. 중량물 관리 YARD 자동화 | 5. 결 론 |
| 3. 시스템 구성 | |

1. 서 론

세계경제의 블록화 현상, WTO 체제의 출현, 상품·지적소유권·서비스·금융 등 국제거래의 자유화를 지향함에 따라 국내 기업들이 국내의 적으로 매우 어려운 환경에 처해 있다. 이러한 기업환경에 능동적으로 대처하고 날로 치열해지고 있는 무한경쟁시대에 살아남기 위해서 최근 기업들은 세계의 어떠한 일류기업과도 당당히 겨루어 이길 수 있는 강력한 경쟁력을 갖추어야 할 것이다.

이에 따라 다양한 수요가의 요구에 부응하면서 물류비용을 절감하는 일환으로 창고나 Yard 그리고 수출입을 담당하는 부두 등지에서는 자동화를 서두르고 있다[1]. 고가의 제품을 질 좋은 상태로 보관

하고 운반하기 위해 많은 Yard와 현대화된 운반장비를 이용하게 되는데, 이러한 장비들은 단순 운반에만 치중하는 장비의 시대는 지나가고 정보시스템과 결합된 On-Line 정보처리 운반장비의 시대로 전환되고 있으며, 미래의 운반기기는 정보의 Real-Time Processing은 물론 무인 운반기기의 시대가 전개될 것이다. 철강을 생산하는 공장이나 중량물을 관리하는 Container 부두의 적재관리를 위한 Yard는 다른 어떤 작업장보다 안전을 최우선 과제로 삼아야 하므로 인력에 의해서 작업재를 색출하고 Crane 운전원에게 신호보내어 작업하게 하는 방법을 탈피함으로써 안전관리의 문제를 해결하고, 인력절감 그리고 Yard의 효율을 높인다[4].

따라서 본 연구에서는 중량물을 관리하는 Yard 중에서 Slab를 중심으로 Location 관리, 입고에서 이적 그리고 출하(장입)하는 모든 작업의 행위를 Crane을 이용하여 자동화시키는 시스템을 서술하고자 한다.

[†] 정 회 원 : 포스데이타(주) 물류사업팀 과장

^{††} 종 신 회 원 : 포스데이타(주) 기술대학원 교수

2. 중량물 관리 YARD 자동화 [4]

중량물 관리 Yard는 Rack Type으로 창고에 저장하는 방법과 바닥에 가상의 Layout 형태로 적치하는 방법이 있는데, 국내에서는 전자의 방법으로 관리하지않고 대부분 후자의 방법으로 Yard에 제품을 상하로 적재한다. 이러한 Yard 자동화 시스템은 Coil Yard나 Container 부두 그리고 제지 업체에서 생산되는 신문용지의 운반 시스템으로도 적용이 가능하나, 본 연구에서는 바닥에 가상의 Layout 형태로 Yard를 적치하는 방법을 중심으로 중량물 관리 Yard 자동화를 살펴보고자 한다.

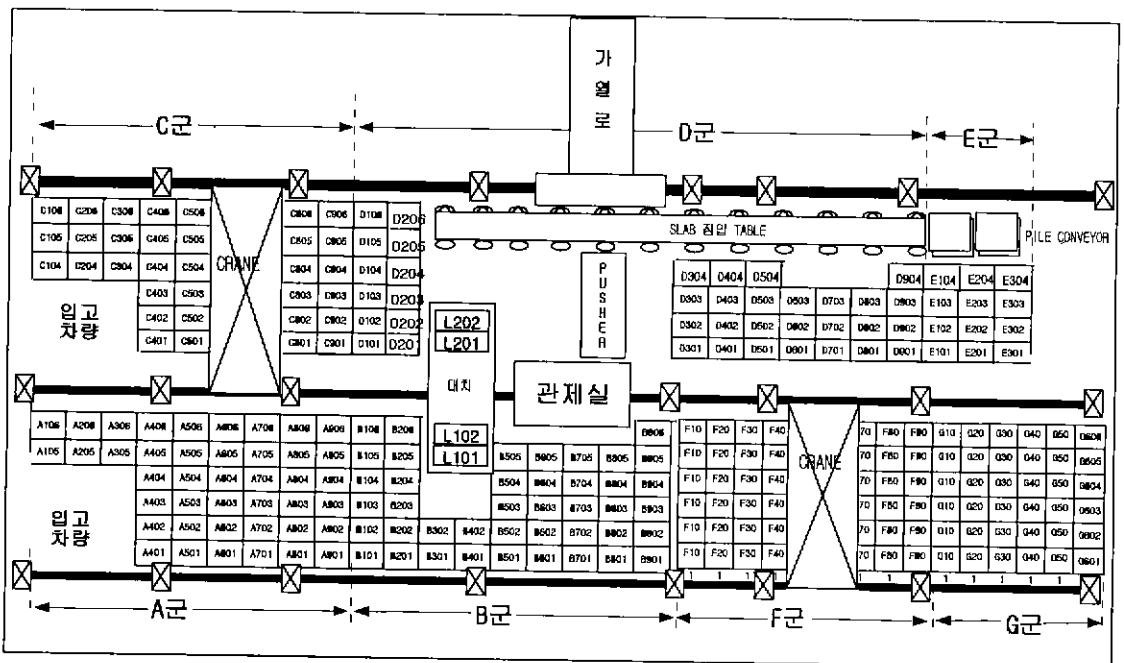
2.1 Yard 자동화의 개요

바닥에 적치하는 Yard 자동화는 입고나 이적시 먼저 작업하는 제품이 하단에 적치되고 차후로 작업하는 제품이 상단에 적치되며, Bed 하단에 적치된 제품의 작업은 자신보다 상단에 적치된

Slab가 있으면 적치된 제품을 반드시 먼저 작업해야만 작업수행이 가능하다. 이러한 Bed관리는 File을 LIFO 형태로 처리하는 방식과 유사한 특징을 가지고 있으므로 작업대상재의 작업시 Dummy 작업지시가 많이 발생된다. 특히 공장과 공장을 연결하여 하나의 일관된 공정을 갖지못한 작업장의 경우는 제품생산용 Slab를 Yard에 적재하여 일정한 재고를 유지하면서 생산하므로 Yard 자동화 시스템의 필요성이 절실하게 요구된다.

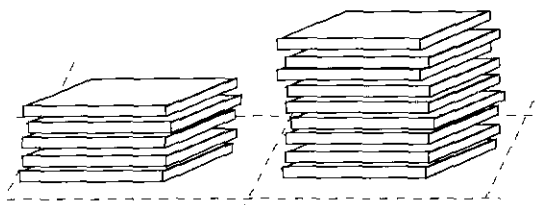
Yard 자동화의 매우 중요한 특징은 작업지시를 Sheet로 발행하여 사용함으로써 소요되는 인력을 줄일 수 있고 정확한 Location관리를 통하여 작업지시를 편성하며 실물과 정보의 일체화를 함으로써 정보처리의 정확성을 기할 수 있다.

제품의 형태에 의해 분류하면 Yard 자동화는 크게 제품의 모양이 Coil 형태인 Layout과 Plate 적치 Bed 형태인 Layout으로 분류되며, 후자 중심의 Layout은 (그림1)과 같이 Yard Layout을 나타낼 수 있다. Plate



(그림 1) 개념적 SLAB/YARD BED LAYOUT

를 생산하기 위한 원자재는 Slab이고, 이것의 무게가 약 3 ~ 20ton 정도로 큰 중량물이다. 이렇게 크고 다양한 형태의 Slab를 운반기기에 의해서 Yard내로 입고되는 과정이 있고, 수요가나 생산계획에 의해 Plate의 압연지시를 받아 Slab를 압연하기 위해서 가열로로 장입하는 과정이 있다. 또 장입하기 위해서 특정 Bed상에 Slab를 압연지시 순서대로 장입순서를 맞추는 장입준비 과정을 들 수 있다. 그리고 입고, 장입, 장입준비와 같은 작업을 수행할 때 발생하는 Dummy재를 임의의 Bed로 이적하는 이적 기능을 들 수 있다. 이와 같은 작업으로 Bed에 Slab를 적치하면 (그림2)와 같은 형태가 된다.



(그림 2) BED에 SALB가 적치되는 형태

2.2 Yard 자동화를 위한 전제조건 및 제반기준

Yard 자동화를 위해서는 여러가지 전제조건들이 필요하다. 즉 작업설비 측면에서 살펴보면 Slab를 들고 이동하는 Crane이 배치되어야 하고, Crane이 장입을 위한 Slab를 적치하는 특수 Bed인 Pile Conveyor와 장입 Table들을 필요로하게 된다. 자동화를 위한 Data를 지원해주는 S/W적인 측면에서 살펴보면 다른 지원시스템은 압연 지시 순서를 압연 작업의 기준에 맞게 작성된 압연 지시를 제공하여야 하며, 이전 공장에서 Slab 불출시 발생하는 Slab Master 정보를 차량의 이동과 함께 Real-Time으로 Gate 통과시 발생하여야 한다.

또한 Yard 자동화를 위해 여러가지 제반기준이 필요하다. 즉 차량상에 Slab를 들어올려서 입고할 때 Bed 적재 기준에 따라 입고 권하를 하고, 권

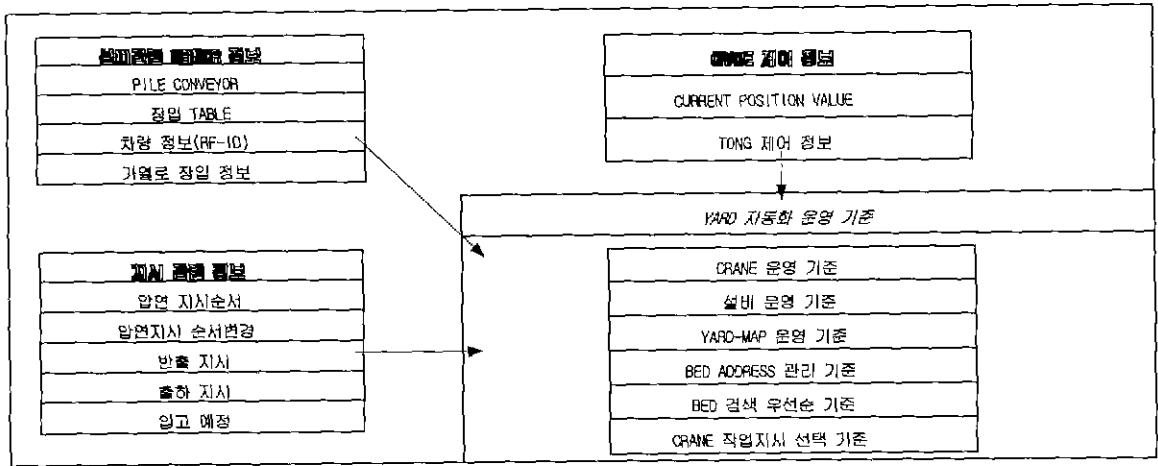
상시는 Crane의 최대 권상중량, Slab의 총중량, 총 두께, 최대폭 등을 기준으로 하여 권상할 매수를 결정할 수 있도록 한다. 그리고 장입할 경우 압연 지시 정보를 참조하고 대상 Slab를 결정하며, 이때 Dummy재가 상단에 존재하면 그 Dummy가 압연지시를 받았을 경우와 받지 않았을 경우로 나누어서 처리하고 권하할 목표 Bed의 결정조건은 입고와 유사한 전제조건을 가진다. 이와 같이 입고나 장입 그리고 기타 작업을 행할 경우 각각의 작업처리기준을 만들고, 전제조건과 제반기준은 다음과 같이 나열할 수 있다.

- 전제조건 :
 - 압연 지시순서 - Slab를 가열로에 장입하는 순서
 - 입고예정정보와 실물의 동기화 - 차량이 Gate 도착시 실물과 정보의 일치화
 - Bed에 적치할 때 기준이 되는 산적구분코드에 의한 불출(Slab종별)
 - 운송장비 관리시스템의 Real-Time화
- 제반기준 :
 - Slab의 압연지시 취소(결번처리)는 Pile Conveyor 적치 이후
 - 기타 지시 - Yard에서 출하되는 지시, Slab의 이상으로 인한 반출 지시 등
 - 설비 Sensor 정보의 정확성 유지
 - Crane 제어를 위한 정보

또한 Yard 자동화를 위한 다른 지원시스템 구성 및 운영기준을 (그림3)과 같이 나타낼 수 있다. 즉 위에서 정의한 내용은 다른 지원시스템의 정보와 연결되어 자동화하기 위한 데이터의 기초를 구성한다.

한편 Yard 자동화와 관련된 용어를 정의하면 다음과 같다.

- Slab - Plate를 생산하기 위한 원재료로서 육면체의 철판



(그림 3) Yard 자동화를 위한 다른 지원 시스템 및 운영기준

- Bed - Slab를 적치하는 최소단위로 일정 매 수까지 적치 가능한 것으로 한다
- 열 - Bed의 세로 집합군을 나타내는 단위
- 군 - Bed의 열의 집합
- Map - Yard를 Bed로 표기하여 나타내는 Layout
- Location 표기

ℓ 1	ℓ 2	ℓ 3	ℓ 4	ℓ 5	ℓ 6
-----	-----	-----	-----	-----	-----

 - ℓ 1: 군, ℓ 2: 열(가로), ℓ 3 ~ ℓ 4: 행(세로), ℓ 5 ~ ℓ 6: 단(높이)
- Bed 검색조건 - Scheduling 작업시 Slab 종별에 맞는 Bed 결정조건
- Bed 우선순 - 작업시 Bed를 Search 하는 순서

3. 시스템 구성 [3]

Yard 자동화 시스템의 구성은 H/W와 S/W로 나누어서 살펴보기로 한다.

3.1 H/W 구성

일반적으로 H/W는 다음과 같이 3가지 형태의

Computer로 구성되어진다.

- 1) Mainframe Computer : 기초 Data를 발생하고 유지관리
- 2) Yard Computer : 설비 제어 및 작업지시 작성용
- 3) Crane Computer : Yard Computer로 부터 받은 지시를 Monitoring 혹은 Crane PLC로 전달하며 Laser System으로 부터 Current Position 값을 계속 취득한다

이 이외에도 무선 Handy Terminal, 설비 Interface 장비, 광통신장치, Laser Unit, Crane 제어 PLC, 차량관제용 RF-ID, I-TV System, Paging System 등이 있다. 전술한 H/W는 자동화를 위한 특수한 장비들로서 S/W와 유기적인 결합을 하여 하나의 자동화 시스템을 완성한다.

여기서 주목할만한 장비는 Laser Unit로서 Crane의 현재 위치를 0.3초 간격으로 추적하여 Crane Computer에게 전송하는 장치이며, Crane이 현재 어느 Bed 위에 위치해있다는 것을 알 수 있게 해준다. 광통신장비도 없어서는 안될 중요한 장비로서 움직이는 Crane내에 위치한 Crane Computer

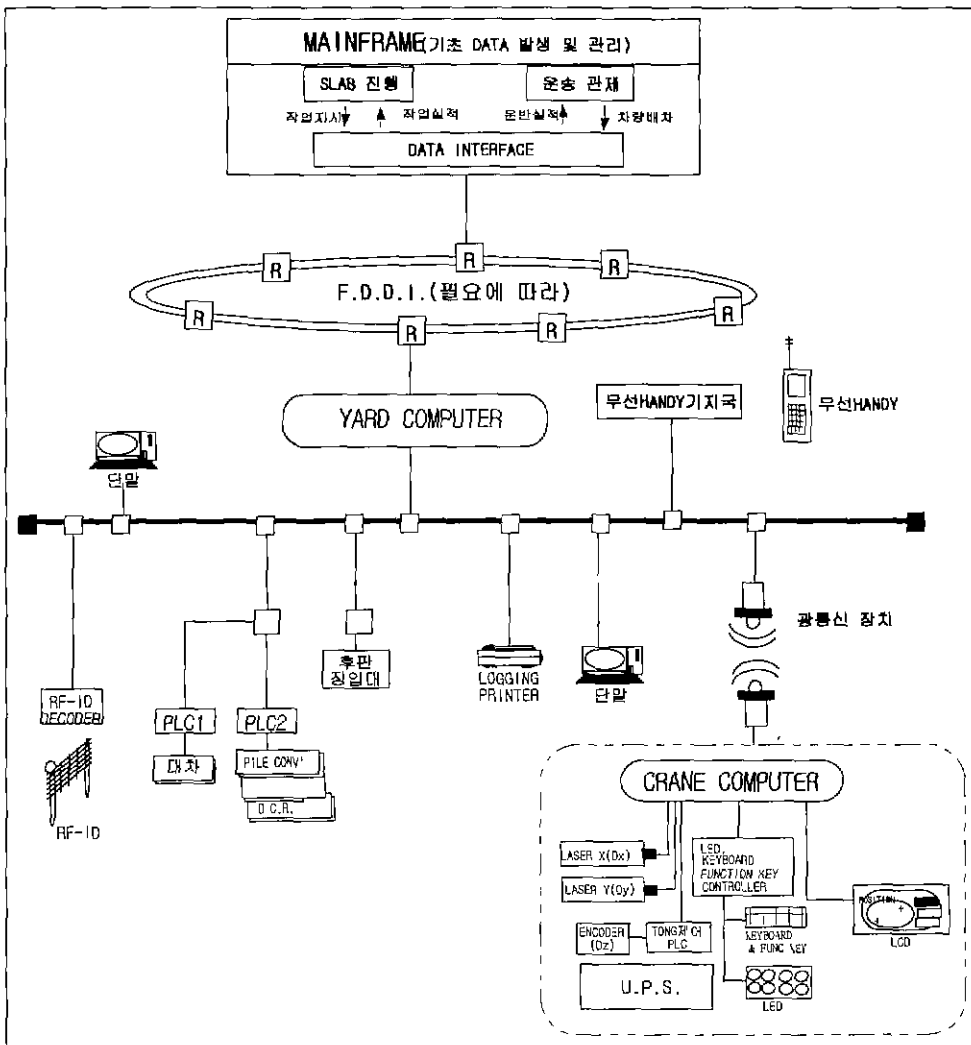
와 통신하기 위해서는 꼭 필요한 광(무선)통신장치를 들 수 있다. 특히 Crane PLC는 무인화를 추구하고자 하는 Provision을 반영한 것으로 Crane의 운전원없이 Yard Computer에서 지시한 작업을 수행하게 하는 시스템이다.

지금까지 언급한 H/W를 이용하여 Yard 자동화를 구축하기 위한 H/W 구성도는 (그림 4)와 같이 나타낼 수 있다.

3.2 S/W 구성

S/W는 Mainframe Computer, Yard Computer, Crane Computer 3종류로 나누어서 구성하는 것이 바람직하다.

Mainframe Computer는 Data를 발생시키고 관리하는 시스템으로 입고예정정보, 지시Data 발생, 실적수집 Data 수신을 처리하고 Interface해주며 최종 실적관리를 한다. 자동화의 근간이 되는



(그림 4) H/W 구성도

기초 Data를 제공해주고 자동화로 부터 처리되는 Real Location을 관리함으로써 압연지시가 Location을 감안하여 제공된다. 그러므로 작업지시 작성시 Dummy 작업지시를 줄여주는 역할을 하는 Data Bank를 운영한다.

Crane Computer는 Yard Computer에서 작성한 지시를 수신하여 그 Data를 Monitor에 Display해주고, Tong PLC나 Crane PLC에게도 Data를 Interface하여 각 PLC들이 Tong을 제어하거나 Crane을 제어하는 기초 Data로 사용된다. Laser System은 Crane이 이동하는 물리적 위치를 Real-Time으로 Tracking하고 그 Data를 Crane Computer로 전송한다. Crane Computer는 작업지시한 Bed의 절대위치(3차원: x,y,z) 계산으로 지시 Bed에 대한 현재 위치를 판정하고 그 즉시 Yard Computer로 전송한다. Crane Computer의 Job은 전술한 바와 같이 Real-Time으로 처리되므로 그에 따르는 Operating System 또한 Real-Time O.S.로 구성되어 있다.

Yard Computer는 Crane 작업지시를 편성하는 핵심 프로그램이 집합해 있다. 상위 시스템으로 부터 작업지시순서에 의해 입고예정 Data 등을 수신한다.

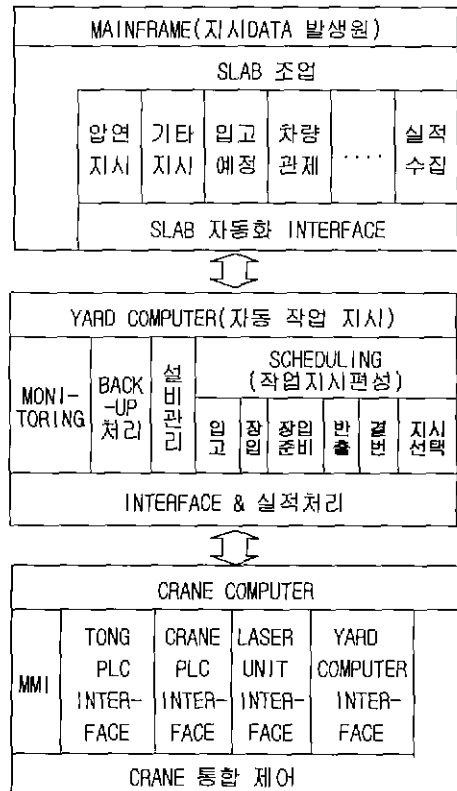
입고 Scheduling - 입고예정정보는 Yard에 있는 기존의 Slab와 장입 등을 고려하여 입고차량관리 시스템으로 차량 이동 Gate의 Simulation을 하여 송신한다. Slab가 적재된 차량은 곧 RF-ID가 설치된 Gate에 도착하게 되면 입고예정 Scheduling이 기동되어 Crane 작업지시를 편성하게 된다. 이때 Slab Bed에서 Yard Bed로의 지시편성은 산적구분코드에 의해 결정되고 장입을 뒷받침할 수 있는 입고지시이다.

장입 Scheduling - 설비중 Pile Conveyor에서 빈 Bed Event가 발생되면 장입 Scheduling이 기동되고 압연지시순서에 의해 Slab에 대한 Bed들을 추출하며, 그 Slab를 Crane의 1 Handling 만큼 작업지시를 편성한다. 이렇게 편성된 작업지시는 여

러 대의 Crane이 작업할 경우 최적의 작업이 되도록 지시선택을 결정하는 지시선택 Scheduling이 기동되어 작업지시가 Crane Computer로 전달된다.

장입준비 Scheduling - 압연지시 Table을 참조하여 장입전에 미리 장입할 Slab를 장입순서에 맞게 적치하는 기능으로 장입 Scheduling 기동시 장입준비 Scheduling을 기동하여 작업하도록 한다. 이렇게 각 Scheduling에서 작성한 작업지시를 우선순 기준에 의해 Crane Computer로 작업지시를 송신하는데, 이와 같은 기능을 지시선택 Scheduling이라 한다. Yard Computer가 Scheduling 기능을 많이 가지고 있지만 여기서는 대표적인 기능을 간략히 소개하였다.

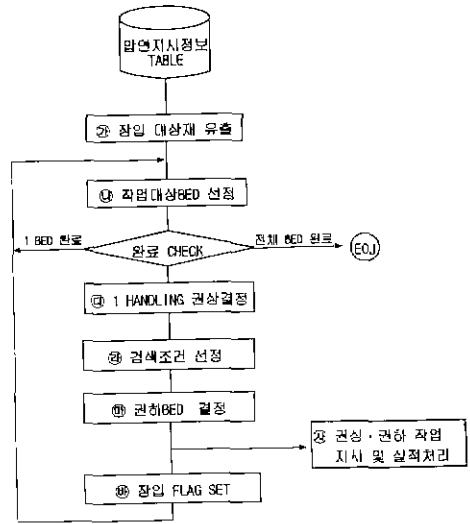
따라서 Yard 자동화를 구축하기 위한 S/W 구성도는 (그림 5)와 같이 나타낼 수 있다.



(그림 5) S/W 구성도

4. 자동화 시스템 Algorithm [5]

Yard Computer에서 가지고 있는 기능은 Monitoring, Scheduling 그리고 interface 및 실적처리로 크게 3가지로 나누어볼 수 있으며, 압연 지시순서 정보는 <표 1> 과 같이 순서를 가진 Slab가 압연지시 Table로서 존재하고 이미 이들 Slab는 Yard내에 있어야 한다. 그 중에서 Scheduling 기능은 자동화 시스템을 좌우하는 핵심기능이고, 본고에서는 자동 작업지시를 편성하는 대표적인 Algorithm을 살펴보면 (그림 6)과 같이 나타낼 수 있다. 이것은 Slab 가열로에 장입하기 위한 압연 지시를 기준으로 장입 대상재의 장입 지시를 편성하는 장입 Schedule을 기준으로한 것이다.



(그림6) 장입 지시 ALGORITHM

(그림 6) 장입 지시 ALGORITHM

<표 1> 압연지시 대상재 TABLE(장입)

SLAB.	중량	폭	두께	압연지시	BED
Y1	7,000	2,150	200	1	C501
Y2	8,000	2,000	200	2	C601
Y3	7,000	2,000	200	3	D203
Y4	6,000	2,150	200	4	D101
Y5	8,000	2,150	200	5	C903
TOT 5	36,000	-	1,000	-	

※ 참고 : CRANE 작업 대상 결정조건

폭허용치 : ±100mm

두께허용치 : 1,100mm

권상중량 : 40,000kg

가. 장입대상재 유출

- ① 압연 지시 Pile Conveyor 적치 순번 이후 1회 권상시의 최대만큼 장입대상재 Slab를 유출한다.
- ② 대상재 Slab를 장입대상재 Table에 등록한다.

나. 작업 대상 Bed 선정 : 효과적인 이적을 위해 참고한다

- ① 장입 지시 실순번이 빠른 Slab가 존재하는 Bed
 - ② 대상재 상단에 Dummy재가 존재하는 Bed
 - ③ 대상재 선순 상단에 후순이 존재하는 Bed
 - ④ 작업 대상의 모든 Bed가 연번일 때 폭이 좁은 Slab가 존재하는 Bed 등
- 다. 권상 1 Handling 조건 Check
- ① 일반 Dummy재일 때 : 두께, 중량, 권상 허용폭 만족시 까지
 - ② 장입 대상재일 때
 - a. 대상재 후순을 찾는다 - 최상단에 후순 존재하고 후순이후 하단까지 작업 가능 여부(직접 지시 편성)
 - b. 대상재 선순을 찾는다. 최상단 보다 선순 존재하고 다른 Bed 상단 혹은 이후 연번으로 적치되어 있고 자신 Bed로 이적가능 여부(작업 대상 Bed 변경 및 재선정 또는 직접 지시 편성)
 - c. 전체 대상재가 동일 Bed 내에 연번으로 쌓여 있는지 여부

(Pile Conveyor 명령편성 여부 및 Bed별 완료시 작업대상변경)

라. 검색조건 선정

- ① Pile Conveyor로 이적명령작성
- ② 일반 Bed로 이적 - 권상 Slab의 최하단 정보를 참조하여 From Bed의 열(일반베드)을 기준하여 검색대상 Bed 우선순을 구하고 Bed 우선순에 정의된 Bed 순서로 검색조건코드를 적용하여 조건 만족시 까지 검색한다.

- ③ 검색조건 만족 Bed에 대한 지시편성.

마. 권하 Bed 결정

- ① 행선결정 Bed에 대한 권하 작업지시를 편성한다.
- ② 권하 실적처리를 한다.
- ③ Pile Conveyor 이적 Slab에 대하여 압연지시 File에 실적 Flag를 Set한다.

바. 장입 Flag set

- ① 장입편성된 Slab에 대하여 장입 Flag를 Set 한다.
- ② 작업 종료처리를 한다

사. 편성된 작업지시를 Crane Computer로 송신하여 작업지시를 한다.

5. 결 론

국내외적으로 어려운 경영환경에 처해 있는 국내 기업들은 문호개방에 따라 경쟁력을 향상시키기 위해 물류비용을 절감하는 일환으로 창고나 Yard 등을 자동화시키고 있다.

본 연구에서는 중량물을 관리하는 Slab/Yard 자동화 System에 대해 다음과 같은 결론을 제시할 수 있다.

첫째, Yard 자동화의 개념적 설계를 3-Level로 구성한 분산처리시스템으로 제시하였다.

둘째, 3-Level로 구성하여 분산처리하는 경우 Network이 완벽하게 지원되는 것은 대전제 조건이다.

셋째, Data의 정합성이 이루어질 수 있도록 Back-Up 시스템이 완벽하게 고려되어야 한다.

넷째, Yard Computer가 가지고 있는 대표적인 Scheduling 기능중 장입지시 Algorithm도 제시해보았다.

다섯째, 시스템 구성시 무인화와 관련된 S/W 개발에 많은 비용이 투자되어야 하므로 재정적 뒷받침이 따라야할 것이다

한편 본 연구에서는 Slab 중심으로 설명하였지만 Crane을 이동수단으로 하는 Plate, Coil, Container 등 다른 분야에도 적용될 수 있다. 또한 중량물을 관리하는 Yard Computer가 작업지시 편성한 것을 받아서 Crane Computer가 직접 Crane을 제어할 수 있도록 무인화되어야 하고[6], Crane이 Slab를 집어들고 빠른 속도로 작업할 때 Swing이 발생하는 경우의 안전관리를 고려한 Anti-Swing Algorithm도 연구되어야할 것이다.

참고문헌

- [1] 김효근(울김), 21세기 물류혁명, 김영사, 1994.3.
- [2] 포항종합제철(주), 포항제철소 2후관 SLAB/YARD 자동화 SYSTEM 상세설계서, 1993.2.
- [3] 포항종합제철(주), 포항제철소 3후관 계약기술 사양서, 1994.10.
- [4] 포항종합제철(주), 포항제철소 3후관 기본설계서, 1994.12.
- [5] 포항종합제철(주), 포항제철소 3후관 상세설계서, 1995.6.
- [6] 황영룡(역), CIM 시대의 물류시스템, 성안당, 1993.9.



하 정 철

1987년 경상대학교 전산통계학과 졸업 (이학사)
1989년-1994년 삼미전산(주) SYS-TEM개발팀 근무
1994년-현재 포스데이타(주) 물류사업팀 과장

관심분야 : 물류자동화, GIS, GPS 등



김 성 수

1982년 인하대학교 전자계산학과 졸업 (이학사)
1984년 숭실대학교 대학원 경영학과 MIS 전공 졸업 (경영학 석사)
1991년 중앙대학교 대학원 경영학과 MIS 전공 졸업 (경영학 박사)

1989년-1993년 경희대학교, 중앙대학교, 숭실대학교 강사
1993년-1994년 포스데이타(주) 컨설팅사업부 책임컨설턴트
1995년-현재 포스데이타(주) 기술대학원 교수
관심분야 : MIS, 소프트웨어공학, 전산감리 및 보안

바로잡습니다.

정보처리논문지 제3권 7호 pp.1803에 게재된 논문 「분산 멀티에이전트 시스템의 상호협력 제어」의 저자를 백순철[†] · 최중민^{††} · 임영환^{†††} · 장명욱[†] · 박상규[†] · 이광로[†]에서 장명욱[†] · 최중민^{††} · 박상규[†] · 백순철[†] · 이광로[†] · 임영환^{†††} 순으로 바로잡습니다.