

# 시물레이션을 이용한 Billet Yard의 물류 개선 방안에 관한 연구

김 종한\*, 박 철순\*\*, 박 진우\*\*\*

(\*포항산업과학연구원, \*\*포항공과대학교, \*\*\*서울대학교,)

## A Study on the Material Flow of Billet Yard using Simulation

J. H. Kim\*, C. S. Park\*\*, J. W. Park\*\*\*

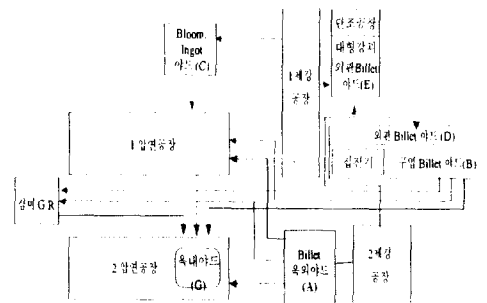
(\*RIST, \*\*POSTECH, \*\*\*SNU)

본 연구는 창원특수강(주)에서 코일 등을 생산하는 압연공장의 소재인 Billet를 적치하는 Billet 야드의 물류 개선방안을 도출하는 것이 주요 연구내용이다. 이러한 연구를 위해 Billet의 작업패턴, 선진 사례, 설비투자 등을 고려하여 다양한 작업기준을 설정하고, 경영환경의 변화에 따른 다양한 경우에 대해 시물레이션 모형을 개발하고 대안을 비교 평가하였다.

시물레이션은 Simplus를 이용하여 수행하였으며, 시물레이션에 필요한 작업기준 및 패턴과 관련된 자료는 작업실적 분석, 현장 전문가와의 협의 및 문헌조사를 통하여 파악하였다. 시물레이션의 결과는 현장 전문가들의 이해를 높이기 위하여 애니메이션을 통하여 가시화하였다.

### 1. 연구배경

창원특수강 2압연공장에서 생산되는 Coil 소재로 투입되는 Billet는 강종, 사이즈 등에 따라 이송경로가 다양하고, 주문단위의 소 Lot로 인해 제강공장 작업단위인 Charge는 분할 사용된다. 또한 Charge 분할 정보 등의 부재와 2압연 옥내야드가 협소하여 야드의



<그림1-1> 개략적인 소재 이송경로

합리적인 운영이 어려운 문제점이 있다. 2압연 투입소재의 개략적인 이송 경로를 살펴보면 <그림1-1>과 같다.

2압연공장의 소재야드인 2압연 옥내야드는 작업기준 등의 미흡으로 Billet를 체계적으로 적치할 수 없을 정도로 복잡하며, 항상 안전사고의 위험이 도사리고 있다. 그리고 적치대의 운영 및 입출고 시스템이 체계적으로 되어있지 않아서 작업에 투입될 Billet를 찾는데 많은 시간이 소요되어 생산성 저하의 원인이 되고 있다.

본 연구의 구성은 제2장에서 Billet 수송 작업 패턴을 설명하고, 3장에서는 시물레이션 모형, 크레인 운영 알고리즘, 실험결과를 설명하고, 4장에서는 결론을 제시하고자 한다.

## 2 Billet 옥내야드의 작업패턴

### 2.1 옥내야드 입고패턴

본 연구의 대상인 2압연 옥내야드로의 Billet 입고 경로는 아래와 같이 구분할 수 있다.

- 경로1 : 삼미P/F, 1압연에서 그라인딩 작업 후 트럭에 실어서 입고한다. 약45%가 이 경로를 통해서 입고된다. 이것은 1압연물량이 28%, 2제강 Billet를 그라인딩을 한 물량 52%, 외부수입물량 20%이다.

- 경로2 : 2압연 옥내야드에 있는 C,D그라인더에서 작업한 후에 입고되어 2~3일 후에 압연되는 것으로 전체물량중 16%가 이 경로를

통해서 입고된다. 이것은 수입Billet 44%, 2제강물량 56%로 구성되며, 옥내야드 적치대 64개중에서 1~24번 적치대에 2~3일 대기 후에 투입된다.

- 경로3 : No 그라인딩 Billet로 옥내야드의 오른쪽 문을 통해서 지게차로 입고되는 물량으로 전체물량중 39%이다. 수입Billet가 91%, 2제강 물량 9%로 구성된다.

### 2.2 크레인 운영패턴

경로1을 통해 트럭으로 입고되는 물량은 2호 크레인(C-Hook Crane)이 줄걸이를 이용해서 나르고 옥내 그라인더를 통해서 들어오는 물량은 1호 크레인(Magnetic Crane)담당하며 경로3을 통해 지게차로 입고되는 물량은 1호 크레인이 담당한다.

### 2.3 대기시간 분석

2압연 입고실적장부를 이용해서 옥내야드에 입고된 후 적치대에서 Charge, 제품별 대기시간은 다음과 같다.

<표 2-1> Charge, 제품별 대기시간 분포

제품	Charge	A	L	S	T
합금강		5.61	-	3.85	-
탄소강		2.55	-	4.41	-
STS		8.38	5.52	-	8.01
공구강		13.6	-	-	-
전체평균		6.66	5.52	4.21	8.2

위에서 모든 Charge, 제품별 대기시간은 지수분포를 따르고 있고 값들은 평균 대기일수를 나타낸다.

### 2.4 POC 분할 횟수

옥내야드에 제강공장 작업단위인 Charge 로 입고된 후 압연공장 작업단위인 POC 단위로 분할되어 투입되며 Charge별, 제품별 POC 분할횟수의 분포는 다음과 같다.

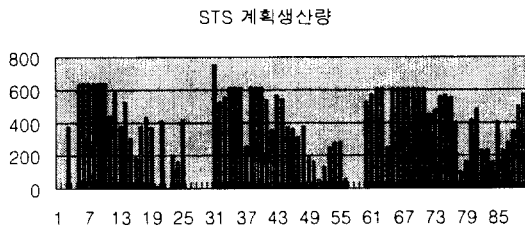
<표 2-2> POC 분할횟수 분포

제품	Charge	A	L	S	T
합금강		3.13	-	2.56	-
탄소강		1.35	-	2.44	-
STS		4.15	3.97	-	3.5
공구강		6.59	-	-	-
전체평균		3.52	3.97	2.53	3.5

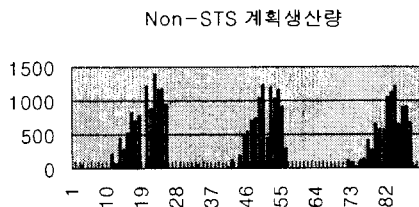
위의 표에서 분할횟수의 분포는 모두 지수분포를 따르고 있다.

### 2.4 생산패턴

스테인레스와 비스테인레스의 생산패턴을 그림으로 표시하면 다음과 같다.



<그림 2-1> 스테인레스 제품의 생산패턴



<그림 2-2> 비스테인레스 제품의 생산패턴

### 3 시물레이션의 모형 개발

#### 3.1 가정

본 시물레이션의 가정은 다음과 같다.

- 입, 출고를 포함한 모든 작업은 Billet의 Charge 및 POC단위로 진행한다.
- 적치대에는 Billet를 7개씩 10단까지 적치할 수 있다. 단, 받침목 사용시 적치대의 적치 Billet 수는 55개이다.
- 동일한 POC는 동일 적치대에 적치한다.
- STS, Non-STS 계획량만큼 출고한다.
- 경로2, 경로3 입고물량은 1호 크레인(M/T)이 처리한다.
- 2호 크레인(C-Hook)을 통한 투입물량은 20%만 Unscrambler를 거쳐서 투입한다.
- 크레인 줄걸이 이송시는 Billet 3개, 그 외는 6개 이하로 한다.

#### 3.2 평가대안

평가할 대안을 경영환경, 설비변경, 작업기준 측면에서 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 시황의 변화를 고려하여 한달 처리량 25000톤과 30000톤, 강종의 변화는 STS 와 Non-STS의 비율을 5대5 및 7대3을 고려하였다.

둘째, 작업생산성 향상과 안전성의 향상을 위해 설비변경의 측면에서는 2압연공장의 옥내야드 왼쪽출입문 확장을 고려하였다.

셋째, 작업기준측면에서 살펴보면 받침목 사용을 통한 적치방법의 변경을 생각해 볼 수

있다. 이때는 크레인의 줄걸이 작업을 위해 Billet를 3개 묶어서 적치할 수 있지만 한 적치대의 적치용량은 55개로 줄어든다.

넷째, 입고기준에 대해서는 7일 내에 투입될 물량만 옥내에 입고시키는 방법을 고려하며, 적치대 선정기준에 대해서는 우선 적치대를 3개의 섹터로 구분하여 1~24번 적치대에는 C,D호기 그라인더를 통한 입고물량을 우선 적치하고, 39~64번 적치대에는 트럭을 통해 입고되는 물량을 우선 적치한다. 25~38번 적치대는 가변적인 적치대로 남겨둔다. 이때 기존 적치대에 Billet이 쌓여있는 경우는 출고시간을 비교한 후 적치대를 선정하고 나중에 빈적치대에 적치를 시킨다. 이상과 같은 평가사항을 조합해 보면 평가대안은 <표 3-1>과 같다. 그리고 비교분석은 크레인의 일별 부하 및 평균이동거리, 1호크레인의 줄걸이 작업에 따라 부과된 Penalty값, 일별, 소재별 최대, 최소, 평균 재고량을 가지고 비교하였다.

### 3.4 모델 프로세스

시물레이션 프로세스는 크게 시스템으로 들어오는 도착프로세스, 시스템내에서 처리 공정과 작업대기 등을 거치는 대기 및 작업 프로세스, 모든 공정을 마치고 시스템을 빠져나가는 종료 프로세스로 다음과 같은 프로세스로 구성되어 있다.

-도착프로세스 : Charge, 제품, 그라인딩 여부기준 및 입고경로별로 도착분포에 따라 시

스템에 도착한다.

<표 3-1> 비교대안

대안	출입문확장		받치목사용		적치대선정기준		7일내출고분		크레인작업기준	
	적용	현행	적용	현행	적용	현행	적용	현행	실시	안함
1	o		o		o		o		o	
2	o		o		o		o		o	
3	o		o		o		o		o	
4	o		o		o		o		o	
5	o		o		o	o	o	o	o	o
6	o		o		o	o	o	o	o	o
7	o		o		o	o	o	o	o	o
8	o		o		o	o	o	o	o	o
9	o		o	o	o	o	o	o	o	o
10	o		o	o	o	o	o	o	o	o
11	o		o	o	o	o	o	o	o	o
12	o		o	o	o	o	o	o	o	o
13	o		o	o	o	o	o	o	o	o
14	o		o	o	o	o	o	o	o	o
15	o		o	o	o	o	o	o	o	o
16	o		o	o	o	o	o	o	o	o
17	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
18	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
19	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
20	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
21	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
22	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
23	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
24	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
25	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
26	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
27	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
28	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
29	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
30	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
31	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
32	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

-대기프로세스 : 각 경로별 Charge, 제품별로 대기분포에 따라 대기한다.

-작업프로세스 : STS, Non-ST스로 구분한 후에 월별, 일별 작업패턴에 따라 작업한다.

그리고 옥내야드 두 대의 크레인 운영 작업시 Deadlock 방지를 위해 다음과 같은 알고리즘을 사용하였다.

-기호

1.MyX:1호기 목표 적치대의 X좌표값

1.MyX:1호기 목표 적치대의 X좌표값

2.CurX:2호기 현재위치의 X좌표값

2.CurX:2호기 현재위치의 X좌표값

-2호기(C-Hook) 크레인의 운영 규칙

2.MyX<1.CurX 경우 2호기 작업진행

2.MyX>=1.CurX 경우 2호 안전한 장소로

이동 후 대기

2.MyX<1.MyX 경우 2호기 작업진행  
2.MyX>=1.MyX 경우 2호기는 2.MyX-6  
미터만큼 이동.

-1호기(Magnetic) 크레인 운영 규칙

1.MyX>2.CurX 경우 1호기 작업진행  
1.MyX<=2.CurX 경우 1호기 안전한 장소  
로 이동  
1.MyX>2.MyX 경우 1호기 작업진행  
1.MyX>=2.MyX 경우 1호기 1.MyX+6  
미터만큼 이동.

### 3.5 시물레이션 결과

시물레이션의 주요결과는 다음과 같다.

- 받침목을 사용하는 것은 적치대 능력 및 크레인 부하로 인해 작업불가
- 출고시점을 고려한 혼적우선 적치방안이 빈적치대우선 적치방안보다 이적량 측면에서 50~70%, 크레인 부하기준에서 7~17% 유리.
- 출입문 확장시 크레인 작업부하는 6~8%, M/T 크레인 줄걸이 회수는 84% 감소함.
- STS 비율이 증가시 출입문확장과 관계없이 물량 Balancing 필요.
- Unscrambler는 사용하지 않는 것이 크레인 부하기준 15~18% 유리.
- 입고시점을 통제하는 것이 크레인 부하 기준 22~27%, 적치대내 재공량 기준 50~60% 유리함.

### 5. 결론

본 연구에서는 창원특수강 2압연공장의 옥내야드 Billet 이송 및 적치작업의 분석을 위하여 시물레이션을 수행하였다.

본 연구에서는 (1) 시황의 변화 (2) 설비의 변화 (3) 작업기준의 변화 등의 변화 조건에 따라 대안을 설정하여 시물레이션을 수행하였다. 그리고 시물레이션의 결과로 산출된 통계치들은 향후 작업기준설정 및 설비의 변경시 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

### 5. 참고문헌

- [1] 심테크, SimPlus 사용자설명서, 1998
- [2] A. Alan B. Pritsker and Claude Dennis Pegden, Introduction to Modeling and Simulation, John Wiley & Sons, 1986
- [3] Jeffrey Esakov and Tom Weiss, Data Structures : An Advanced Approach Using C, Prentice-Hall International Editions, 1989
- [4] Ronald W. Wolff, Stochastic Modeling and the Theory of Queues, Prentice-Hall International Editions, 1989
- [5] Rohatgi, An Introduction to Probability Theory and Mathematical Statistics, John Wiley & Sons, 1976