

SIMULATION을 이용한 신규설비

최적조업기준 설정

저 자 : 김 영 일 박 찬 형
소 속 : 포항제철(주) IE 실

* 요약 *

철강업의 특성인 일관공정체제에서는 한 공정의 NECK 발생이 전 공정의 UNBALANCE를 초래하여 생산성에 막대한 지장을 초래하게 된다.

본 연구의 목적은 기존의 노후설비를 작업방법이 다른 신설비로 교체함에 따라 신설공정의 복잡성으로 전·후공정에 대기가 예상되므로 SIMULATION을 이용한 공정분석으로 문제점을 사전에 도출하여 최적의 조업기준을 제시코자 한다.

I . 서 론

분석하고자 하는 대상공정은 당사 핵심공정으로 설비신예화와 관련하여 저류재 요구증가에 따른 용선예비처리선 수급 BALANCE상 용선예비처리설비를 증설하여 용선탈류처리 능력을 확보하고 기존의 노후설비인 혼선로 2기를 철거하고 Reladling Station(경동대) 2기를 설치·운영함에 따라 현행 대비 공정의 복잡성으로 인한 후공정의 대기가 우려되고 또한 신설비에 대한 조업기준의 설정 및 확보가 시급한 실정이다.

따라서 각 조업상황에 따른 용선준비동 내에서의 전로장입 Cycle Time, 전로장입 가능량, Crane 가동율, Crane 간섭시간등을 분석하여 용선준비동에서의 최적조업 PATTERN을 설정함으로써 제강 정상조업도 조기달성에 기여코자 한다.

본 연구에서는 Simulation Language 인 SLAMⅡ를 사용하였으며 SLAMⅡ 기능 중 CRANE 작업의 세밀한 분석을 위하여 Material Handling 분야를 적용하였다.

Simulation 초기상태는 기관차 2대가 용선준비동에 차입후 대기하고 있고, 장입 LADLE은 수선위치에서 대기하고 있는 상태로 가정하여 10일간 Simulation을 수행하여 통계분석을 실시하였다.

Ⅱ . 설비계획 및 LAYOUT

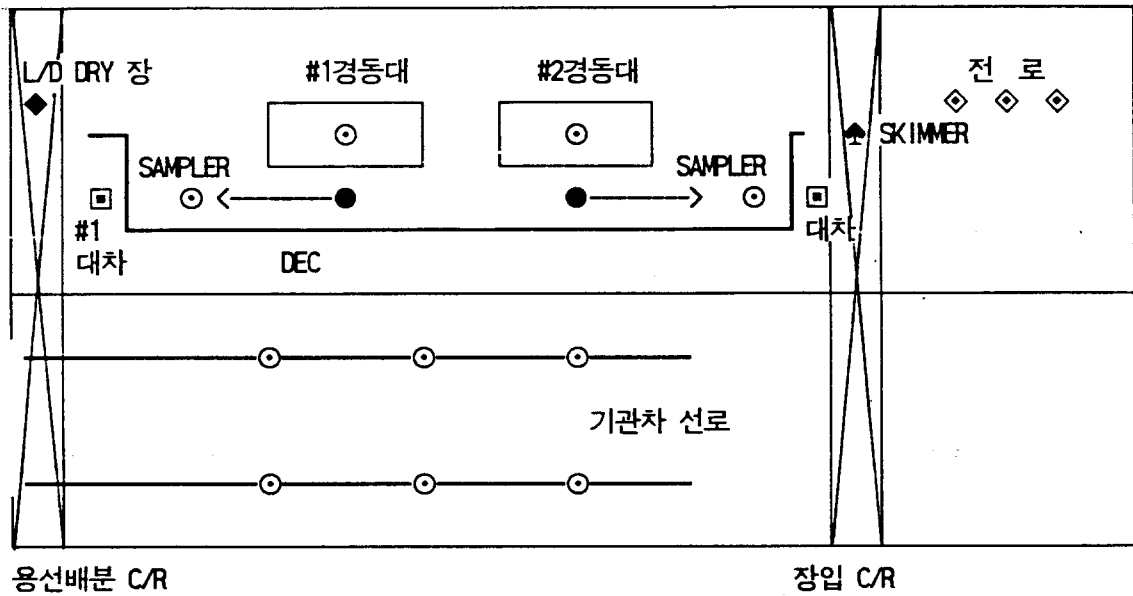
제강 신예화 1단계 사업중 고로에서 이송된 용선을 Open Ladle로 부터 장입 LADLE로 불출, 평량하는 용선준비설비로는 Ladle 경동장치, 용선평량 운반 대차 등으로 구성되어 있으며, 특히 장입 Ladle 건조를 위한 Ladle Drying STATION 과 측온 및 분석, 시료채취를 위한 Sampling 장치가 포함되며 이는 철거되는 혼선로 위치에 건설되는 설비이다.

신설되는 설비와 설치일정은 [표 1]과 같으며, 용선준비동 Layout은 [그림 1]과 같다.

[표 1] 설비계획

구 분	설 비 명	설 치 일 정	비 고
철거 설비	# 1 혼 선 로	'92.11 - '92.12	용 량 : 1,200 T
	# 2 혼 선 로	'92.4 - '92.5	용 량 : 1,500 T
신설 설비	RELADLING STATION (경동대) 2기	'92.6 - '92.11	◦ 평량기 2 SET 운영
	DESLAGGING STATION (1 기)	'92.6 - '92.11	◦ '92.11 ~ : 장입 LADLE 이송용 대차 1 대 운용
	대차 (2 대)	'92.6 - '93.3	◦ '93.3 ~ : 장입 LADLE 이송용 대차 2 대 운용

[그림 1] 용선준비동 LAYOUT



III . Simulation 방법

1. 검토범위

본 연구는 용선준비동의 전로장입 Ladle 운영대수 및 Ladle 대기장 위치, 선로간 용선혼합 여부등에 대해 전로대기를 최소화 할 수 있는 최적 조업 PATTERN을 설정하기 위하여 하기사항을 분석대상으로 하였다.

- | | |
|--------------------|-------------|
| 1) 전로장입 CYCLE TIME | 2) 전로장입 가능량 |
| 3) C/R 가동율 | 4) C/R 간섭시간 |

2. 전제사항

Simulation 수행에 필요한 전제사항은 다음과 같다.

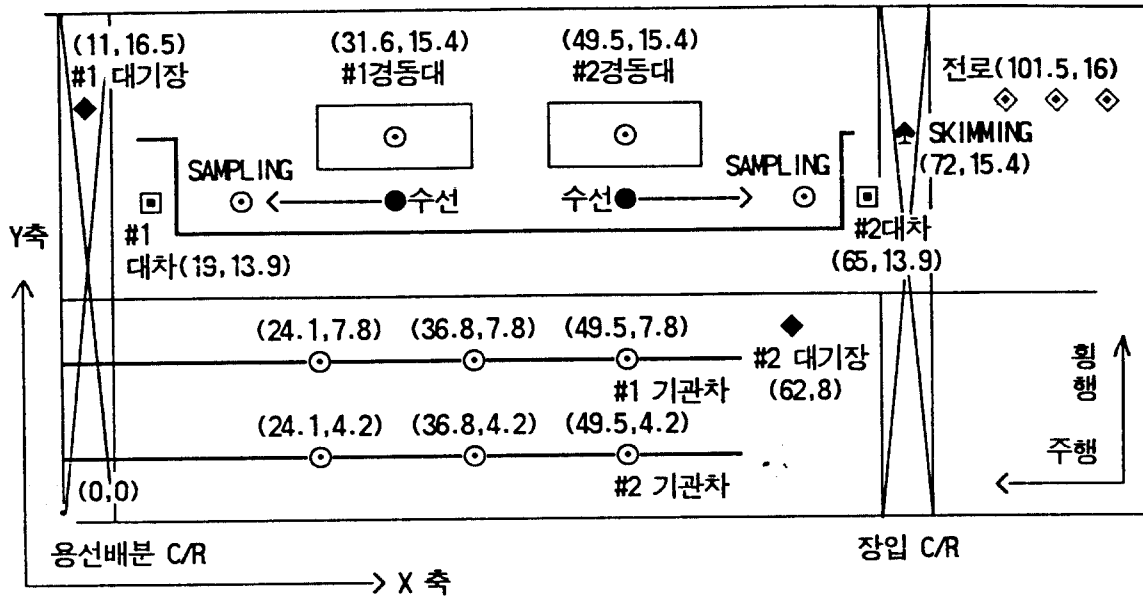
- 1) 용선준비동 입측 및 전로에서의 용선대기는 없는 것으로 한다.
- 2) OLC 저선량은 85톤으로 하고, 전로장입 LADLE의 저선량은 95톤으로 한다.
- 3) 기관차 차입, 차출시의 기관차 1대별 OLC 이송은 3량씩으로 한다.

3. 적용 DATA

- 1) Material Handling 기법을 이용하기 위하여 용선준비동의 각 설비위치에 대한 좌표를 설정하였다. [그림 2]

[그림 2] 용선준비동 좌표

(단위 : m)



* 기준점(0,0) : 용선 준비동 입구 하단

2) Crane 및 대차, 기관차 이동시간과 용선수선시간은 [표 2]와 같다.

[표 2] 물류이송장비 및 용선수선시간

내 용		시 간
C/R	주행 속도 (m/분)	80
	횡행 속도 (m/분)	40
	권 상 (분)	1.5
	권 하 (분)	1.5
장입 LADLE (분)	수 선	$2 + (OLC잔량/85) * 3$
	수선위치 -> SAMPLING장	1
	SAMPLING	2
	SAMPLING장 -> 대차위치	1
	SKIMMING	5
	전로장입	2
기 관 차 (분)	차 입	5
	차 출	5

4. 조업 PATTERN 설정

용선준비등에서의 신설비 가동에 따라 아래의 3가지 CASE에 대하여 전로대기 최소화, C/R의 효율적인 이용 측면에서 최적조업 PATTERN 을 검토하였다.

☞ 정상 조업시 ('93. 3월 이후, 대차 2대 운영)

구 분	선로간 용선혼합 여부	장입 L/D 운영대수
CASE I	불 가 능	2 대
CASE II	불 가 능	3 대
CASE III	가 능	· 2,3대 중 최적 선택

※ 전로장입 LADLE 3대운영시 운영방법

- 방법 1 : # 1 장입 LADLE 대기장만 이용
- 방법 2 : # 2 장입 LADLE 대기장만 이용
- 방법 3 : # 1 경동대에서 수선 --> # 2 장입 LADLE 대기장으로 이동
2 경동대에서 수선 --> # 1 장입 LADLE 대기장으로 이동
- 방법 4 : # 1 경동대에서 수선 --> # 1 장입 LADLE 대기장으로 이동
2 경동대에서 수선 --> # 2 장입 LADLE 대기장으로 이동

☞ 비정상 조업시 ('92. 11 ~ '93. 2, 대차 1대 운영)

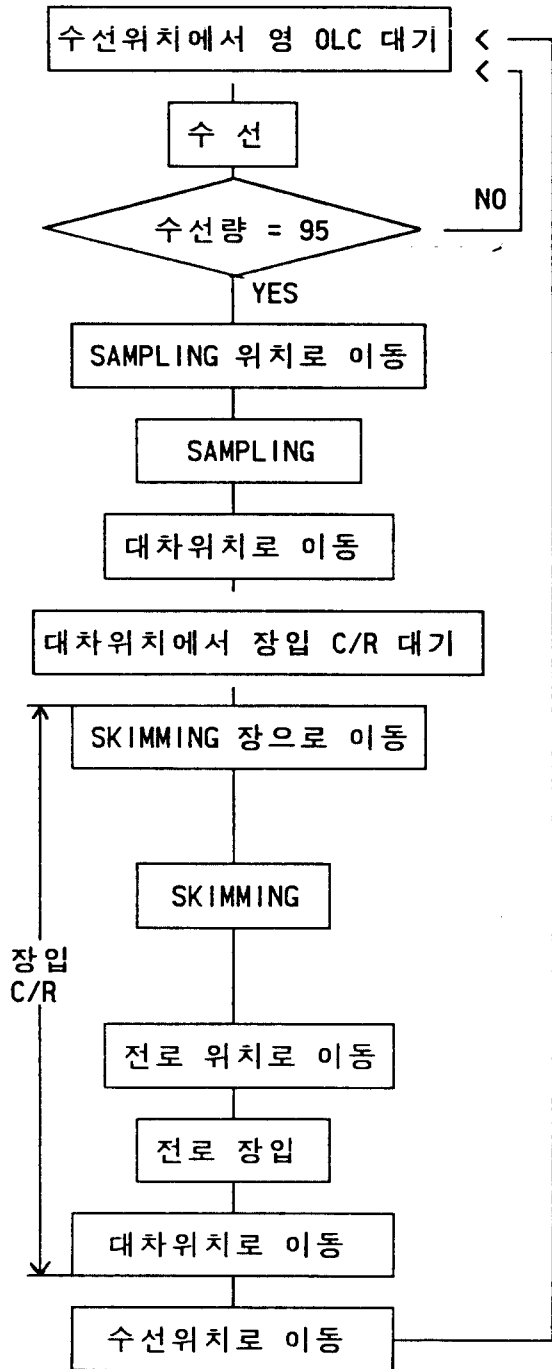
구 분	선로간 용선혼합 여부	수 선 방 법
CASE I	불 가 능	경 동 대
CASE II	가 능	경 동 대
CASE III (A)	불 가 능	경 동 대 : 69 % 대차이용 직장입 : 31 %
CASE III (B)	불 가 능	경 동 대 : 31 % 대차이용 직장입 : 69 %

※ CASE III : 현재의 탈류율 31%를 적용

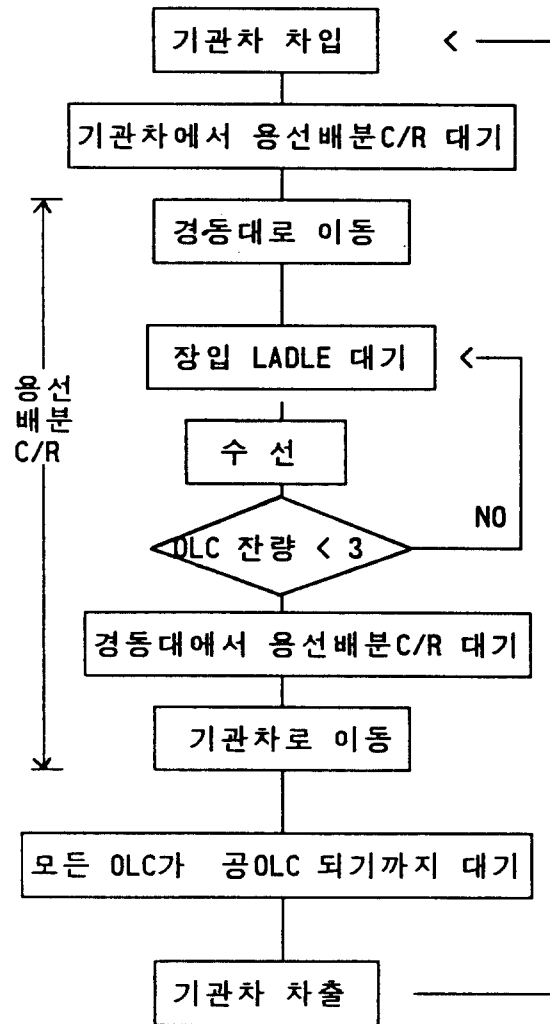
5. Simulation Flow (장입 Ladle 2대 운영시)

Crane 에 의해 장입 Ladle 및 OLC 의 이동이 각각 독립적으로 수행되므로 Simulation Flow는 아래와 같다.

1) 장입 LADLE FLOW



2) OLC FLOW



IV . Simulation 결과

1. 정상조업시

앞에서 설정한 3가지 CASE에 대해 각각 장입 Cycle Time, Crane 가동율 및 간섭시간을 분석한 결과는 [표 3]과 같다.

[표 3] Case 별 Simulation 결과

분 석 항 목		구 분		
		CASE I	CASE II	CASE III
전로장입	CYCLE TIME(분)	40.7	39.1	39.0
	장입량 (CH/일)	70.3	73.3	76.7
가동율	장입 C/R (%)	73	75	81
	용선배분C/R(%)	42	72	45
간섭시간 (분/일)	장입 C/R	(1%미만)	(1%미만)	57.6(4%)
	용선배분 C/R	43.2(3%)	187(13%)	72 (5%)

CASE I의 경우, 전로 T-T TIME(평균 45분)과 비교할때 전로장입 Cycle Time은 평균 41분으로 4 ~ 5 분 정도 여유가 있으나, 45분을 상회하는 경우가 다수 발생함에 따라 실조업에 있어서 부분적으로 전로대기발생 우려가 있다.

장입 Ladle을 3대 운영할 경우 Ladle 대기장을 이용하는 방법에 따라 Crane 간섭에 따른 장입 Cycle Time 및 장입가능량등이 다르며 각각에 따른 SIMULATION 결과는 [표 4]와 같다.

[표 4] 장입 LADLE 3대 운영시 Simulation 결과

분 석 항 목		운 영 방 법			
		방법 1	방법 2	방법 3	방법 4
전로장입	CYCLE TIME (분)	39.8	39.1	38.8	39.3
	장입량 (CH/일)	71.9	73.3	73.6	72.9
가동율	장입 C/R(%)	80	75	79	78
	용선배분 C/R(%)	74	72	73	75
간섭시간 (분/일)	장입 C/R	72 (5%)	(1% 미만)	57.6 (4%)	28.8 (2%)
	용선배분 C/R	216 (15%)	187.2(13%)	201.6(14%)	216 (15%)

Ladle 대기장 운영방법에 관계없이 전로장입량이 제강 설비능력(63 CH/일)을 상회하여 전로와 인접한 Ladle 대기장만 이용할 경우 타 운영방법과 비교시 Crane 간섭이 적게 발생한다.

경우에 따라서는 Ladle 대기장 한곳만을 지정 운영하는 것이 두곳을 번갈아 이용하는 것 보다 작업상 편리하나, Ladle Dry 장의 공간활용도 향상 측면에서 전로와 인접한 Ladle 대기장만 운영하는 것이 타당하다.

따라서 Case II의 경우, 공 Ladle의 운용은 전로와 인접한 대기장을 이용하는 것이 유리하다고 판단됨으로 방법 2를 선택하였다.

CASE I 과 CASE II 비교시 전로장입 Cycle Time 측면에서는 장입 Ladle을 3대로 운영하는 것이 유리하나, 용선배분 Crane의 빈번한 간섭발생 및 가동율 증가로 용선배분 Crane의 부하가 심하므로 전로장입 Ladle을 2대 운영하는 것이 효율적이다.

선로간 용선혼합이 가능할 경우(CASE III), 선로별 경동대를 지정하여 운영할 경우보다 Crane 간섭으로 인한 장입 Crane의 부하는 심하나, 기관차 차입, 차출시의 용선부족으로 인한 장입 Ladle 수선대기를 최소화하고, 전로장입 CYCLE Time이 비교적 일정한 분포를 하기 때문에 CASE III가 유리할 것으로 판단된다.

2. 비정상조업시

2대의 경동대에서 1대의 대차로 용선을 수선하고 이동할때 Simulation 결과는 [표 5]와 같다.

[표 5] 대차 1대운영시 Simulation 결과

분 석 항 목		CASE I	CASE II	CASE III (A)	CASE III (B)
전로장입	Cycle Time (분)	62.5	43.2	48.5	44.8
	장입량 (CH/일)	45.7	66.3	59.7	63.7
가동율(%)	장입 C/R	48	70	63	56
	용선배분 C/R	38	56	54	64
간섭시간 (分/日)	장입 C/R	-	-	-	-
	용선배분 C/R	-	-	-	-

선로간 용선혼합이 불가능할 경우, 대차를 이용한 직장입울을 증가시킬수록 장입 CYCLE TIME 단축이 가능하나 제강 설비능력(63 CH/일) 대비 처리량의 부족이 예상됨으로 다소의 감산이 우려된다.

용선혼합이 가능할 경우 평균적으로는 제강 설비능력을 충당할 수 있으나 부분적인 전로대기의 우려가 있다.

V. 결 론

제강 혼선로 철거후 경동대 설치 운영시 용선준비동에서의 최적조업 PATTERN 을 검토한 결과 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

첫째, 장입 Ladle을 3대 운영시 전로와 인접한 Ladle 대기장을 이용하는 것이 Crane 부하경감 및 작업의 용이성, Ladle Dry 장의 공간활용도 측면에서 유리하며, 2 대 운영할 경우와 비교시 용선배분 Crane의 빈번한 간섭발생으로 인한 가동율 증가로 용선배분 Crane의 부하가 심하므로 LADLE은 2대로 운영하는 것이 효율적이다.

둘째, 전로장입 Ladle을 2대 운영하고, 선로간 용선혼합이 불가능할 경우 전로 T-T TIME(평균 45분)과 비교할때 전로장입 Cycle Time은 평균

41분으로 4~5분 정도 여유가 있으나, 45분을 상회하는 경우가 다수 발생함에 따라 실조업에 있어서 부분적으로 전로대기 발생이 우려됨으로 대기를 최소화하고 안정적인 조업을 위해서는 전공정인 HMPs, KR에서 충분한 배제로 용선준비등에서 Skimming을 실시하지 않는 것이 필요하다.

세째, 선로간 용선 혼합이 가능할 경우(CASE Ⅲ), 선로별 경동대를 지정하여 운영(CASE I, CASE Ⅱ)할 경우보다 Crane간 간섭발생으로 인한 장입 부하는 심하나 기관차 차입·차출시의 용선부족으로 인한 장입 Ladle 수선대기를 최소화 할 수 있으므로 용선혼합이 불가능할 경우보다 안정적인 전로조업이 가능할 것으로 판단된다.

결과적으로 정상조업시는 대체적으로 제강 설비능력을 충당할 수 있으나 부분적으로 전로대기의 우려가 있으므로 전공정인 HMPs, KR에서의 충분한 배재실시로 SKIMMING 공정 부하조정이 필요하며, 대차 1대를 이용하는 비정상조업시는 전로 T-T를 초과하는 경우가 빈번(40 %정도)하게 발생함으로 직장입울을 증가시키고 용선수선시간 및 C/R 작업시간, 기관차 차입 차출시간의 단축과 SKIMMING 공정 부하조정등이 필요하다.

* 참고 문헌 *

1. A. ALAN. B. Pritsker, "Introduction To Simulation And SLAM Ⅱ", JOHN WILEY & SONS, 1986
2. LAW. A. M AND W. D. KELTON, "Simulation Modeling And Analysis", MCGRAW-HILL, 1982