

# MULTI- REGRESSION을 이용한 PLATE DESIGN LOGIC 개발

신 일철, 은 화섭

포항제철소 공정부

## Abstract

PLATE(후판) DESIGN은 수요가 주문시 지정Size(두께, 폭)로 부터 당사 압연 PROCESS를 거치면서 발생하는 지시대비 실적간의 차이를 보정하여 최종적으로 산출하게 되며, 이러한 과정은 제품생산시 Size 부족으로 인한 불량 발생을 방지 방지하는데 그 목적이 있다. PROCESS진행중 Size실적은  $\gamma$ -ray등 각종 측정기기 로 부터 자동 측정되며 이는 Process Computer로 부터 Main Computer로 일별 전송 되어 3개월 동안 조업관리 DATA BASE에 누적관리되고 있다.

본 연구는 이러한 조업실적을 근거로 제조과정에서 발생하는 Size오차를 Probability Theory 과 MULTI- REGRESSION 기법을 적용하여 DESIGN LOGIC을 개발, 제품 실수율을 향상하는데 그 목적이 있다.

## I. 서론

철강산업은 거대한 장.설비를 기초로 하는 장치 산업이며, 선후공정간 PROCESS가 효율적으로 연계되어 운영될때 경영이익을 극대화 할수있는 특성을 지니고 있다. 철광석및 COKE등 연.원료를 사용하여 용선을 생산하는 제선공정과 생산된 용선의 불순물을 제거하여 정제된 쇳물(용강)로 반제품 ( Slab, Bloom)을 생산하는 제강공정, 그리고 반제품을 가공하여 제품을 생산하는 압연 공정 으로 구성되어 있는 제조공정은 제품의 설계에서, 공정 진행 관리, 평가, Feedback 에 이르기 까지 체계적이고 과학적인 관리를 필요로 한다.

본 연구의 대상은 당사의 다양한 압연공정중 선박.철 구조물의 소재를 생산하는 후판공정의 제품 DESIGN LOGIC에 관한 것이다. 날판 (단위 제품의 조합으로 구성되는 원판) 설계 LOGIC은 후판압연시 발생하는 Size오차를 반제품 설계시 보정해주는 여유치 계산식으로 수율과 직접적으로 연관되는 중요한 수식이다. 따라서 조업 DATA의 통계적 해석을 통한 적정여유치 산정이 필수적이다.

## II. 본론

본 연구에 사용된 DATA는 신뢰정도와 분석효율

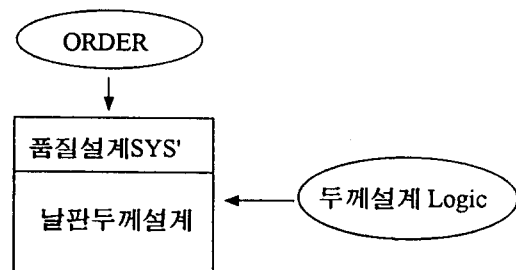
향상시키기 위해 당사 HOST COMPUTER의 조업 관리용 Data Base로 부터 최근 2개월간의 실적을 활용하였다.

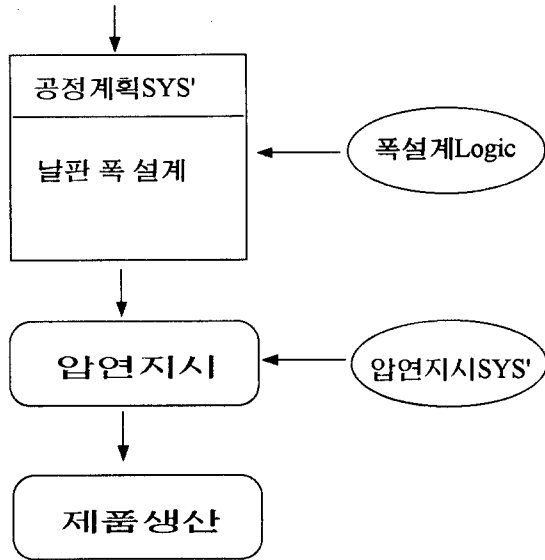
### 1. 일반현황

후판공장의 평균수율은 92~93 % 이며, 압연과 절단방법은 다소 차이가 있으나 일본 미즈시마 제철소의 후판공장과 비교해 볼때, 2~3 % 낮은 수준에 있다.

#### 1.1 날판 설계FLOW

수요가 주문으로 부터 날판이 설계되어 압연 지시에 이르기 까지의 과정은 다음과 같다.





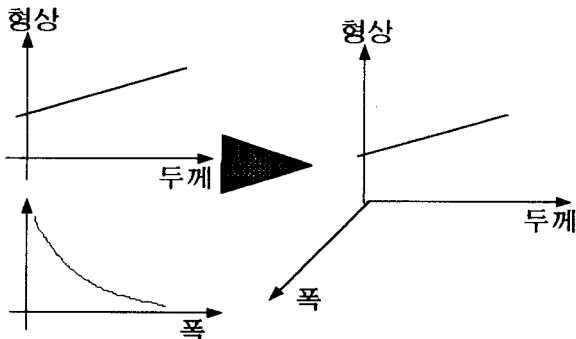
### 1.2 날판설계Logic

현재의 설계Logic은 두께, 폭, 길이 부분으로 구성되어 있으며, 날판내에서 발생하는 각종 오차를 성격별로 분류하여 산정기준을 정립하였다. 그내용을 살펴보면 두께부분에서는 수요가가 주문한 두께에서 그 주문Size의 하한인수 공차를 뺀 다음 압연조업시 발생하는 오차를 고려하여 설계하고 있으며, 폭 부분에서는 수요가의 주문 폭에 기계절단 여유치를 더한 다음 압연조업시 발생하는 오차 및 형상에 의해서 발생하는 오차 고려하여 최종설계를 하고 있다.

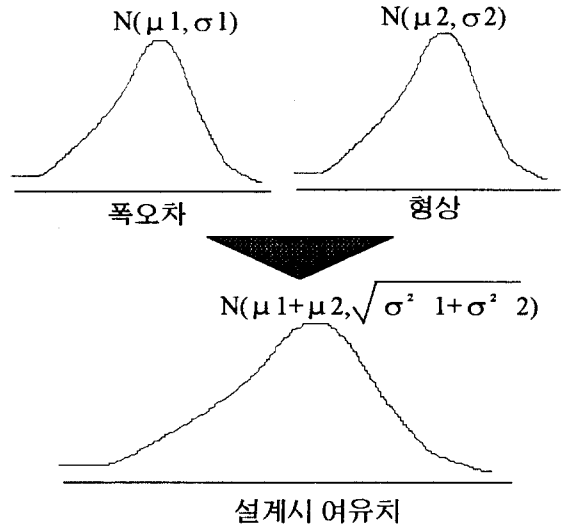
이중에서 두께 및 폭 부분 공통적으로 압연시 발생하고 있는 오차항목은 주문Size와 소재특성을 고려한 통계적 Approach가 필요한 분야이다. 또한 개별적인 단순회귀분석으로 구성되어 있는 형상예측Model도 복수개의 Factor를 동시에 고려한 다중회귀분석으로 접근해야 할 사항이다.

### 2. 통계모형 및 자료구성

형상예측Model은 다음과 같은 중회귀모형을 사용하였다.



폭부분 설계Logic은 형상예측Model과 폭오차 예측Model 그리고 수요가 주문폭과 절단여유량을 더해서 종합적으로 구성된다. 여기에서 폭오차와 형상부분은 설계시 여유치로 가산되며 그 접근모형은 다음과 같다.



### 2.1 분석자료의 구성

후판 제품은 다양한 Size로 구성되어 있으며 따라서 분석결과의 Size별 신뢰도를 향상시키기 위해서는 두께별, 폭별 다양한 자료가 필요하며 이를 위해 약 2개월간의 DATA를 조업 관리 DATA BASE로 부터 수합했다.

구분	내용
기간	'95.7.1 ~ 8.E 【2개월간】
SOURCE D/B	후판조업 D/B 【HOST #1】
추출항목	주문Size, 소재Size, 실적Size
N 수	17,000 Observation

### 2.2 이상DATA의 제거

통계분석 결과의 신뢰도를 향상시키기 위해 측정기기에 의해서 발생하는 실적DATA 기준으로 현실적으로 발생하기 어려운 성질의 DATA와 통계적기준(표준화 제외 잔차가 3보다 클 경우 제외)으로 최종 분석용 자료를 추출하여 분석에 적용하였다.

### 3. 주영향인자의 도출

소재Size와 제품Size 그리고 압연 전후의 Size 변화정도(두께변화, 폭변화) 중 오차에 영향을 주는 인자를 Stepwise Regression (단계적 회귀분석법)과 All Possible Regression 을 통해 도출하였다. 분석결과는 다음과 같다.

구분	소재			제품		제품 총길이	두께 변화	폭 변화
	T	W	L	T	W			
두께 오차				●				
폭 오차		●				●	●	●
폭 형상				●		●		

### 4. 설계Logic의 개발

상기에서 선택된 주요영향인자를 토대로 중회귀 모형을 설정, 회귀계수를 도출하였으며 그 인자중 제품 총길이는 오차와 이차 함수의 관계가 성립되어 다항회귀분석을 실시하였다. 최종적으로 도출된 설계Logic은 다음과 같다.

구분	설계 Logic	
두 께	산출식	인수도를 고려한 주문두께 + 오차 + 신뢰도보장값 + CON1
	오차	$k1 * \text{제품두께} + k2$ ※ CON1 --- 1.65 $\sigma$ of residual
폭	산출식	제품폭 + 절단여유량 + 압연오차 + 형상오차 + 신뢰도보장값+CON2
	압연 오차	$h1 * (\text{두께변화율}) + h2 * (\text{폭변화율})$ $+ h3 * (\text{소재폭}) + h4 * (\text{제품총길이}) + h5$
	형상 오차	$g1 * (\text{제품두께}^2) + g2 * (\text{제품두께})$ $+ g3 * (\text{제품총길이}) + g4$ ※ CON2 --- 1.65 $\sigma$ of residual

### 5. 설계Logic의 활용및 효과

본 설계Logic은 개발후 현업적용Test를 거친뒤 공정 계획 System 에 Install ('96.3월)되어 활용되고 있으며 그 효과로는 수율이 기존대비 0.6% 향상되어 연간 약 10억원의 COST가 절감되었다.

### III. 결론

어떤 기업이든지 합리적인 방법을 적용하여 Input 대비 Output의 효과를 극대화하는 것이 경영 성과를 개선하는 것이라 하겠다. 제품의 설계 단계에서 고려되는 여유치 또한 현장에서 발생하는 오차로 이는 압연기술의 정밀도와 설비의 상태를 대변하는 평가지수로 볼 수 있다.

압연오차의 감소는 실수율의 향상과 불가분의 관계에 있으며 회사의 경영성과와도 직결되는 사항인 만큼 현장에서는 압연기술의 Level-Up 과 제어기술의향상, 그리고 공정관리분야에서는 지속적인 계량적 분석이 중요하다 할 것이다.