

연속압연기에서 OFF GAUGE 저감을 위한 DYNAMIC SET-UP 제어기술

노 호섭*, 최병조*, 조희하*, 이재훈*, 김 익준*, 진철제**박 기영**
광)냉연부, 포항제철(주)*
광)전기제어설비부 냉연제어팀, 포항제철(주)**

DYNAMIC SET-UP CONTROL OF TANDEM COLD MILL

H.S. Noh*, B.J Choi*, N.H. Cho*, J.H. Lee*, I.J. Kim*, C.J. Jin**, G.Y. Park**
* Cold Rolling Dept., Pohang Iron & Steel Co. (POSCO), Ltd., Kwangyang, Korea
**Electrical Control Maintenance Dept, Pohang Iron & Steel Co., Ltd. (POSCO),
Kwangyang, Korea

Abstract

In order to reduce the length of off-gauge at FGC(Flying gauge change) point, We adopted dynamic set up in No.4 cold rolling mill. The conventional set-up of FGC(Flying gauge change) was calculated on the basis of preset values in the process control computer, so the difference between actual strip thickness and preset thickness cause long off-gauge. The dynamic SET-UP control was calculated on the basis of actual strip thicknesses of FGC(Flying gauge change) point from X-ray gauge of mill entry and No.i stand. We applied dynamic SET-UP control in September last year. Compare to the previous result, the length of off-gauge is reduced by about 36%.

Keywords : Dynamic SET-UP, FGC, off gauge

1. 서론

광양 4냉연공장은 주행간 판두께 변경시 coil top부의 off gauge 발생을 감소시키기 위하여 dynamic SET-UP 제어 모델을 개발하여 on-line에 적용하였다. Hot coil 소재의 실측두께는 지시 두께와 일반적으로 50 μ m 정도의 두께편차를 가지며, 특히 hot coil top부의 경우 200 μ m 정도의 두께편차가 발생하기도 한다. 냉간압연에서의 압연 설정은 hot coil 지시두께를 이용하여 압연 스케줄을 계산하고 예측하기 때문에 필연적으로 예측오차가 발생하게 된다. 압연설정 예측오차는 coil top부 off gauge 발생의 주요영향인자로 작용하여 실수율 및 제조원가에 영향을 미치게 된다. Dynamic SET-UP 제어 모델은 압연설정 예측오차를 줄이기 위하여 압연기 각stand 전방에 설치되어 있는 두께계에서 측정된 실측두께를 이용하여 두께오차에 의해서 발생하는 압연설정치의 예측오차를 최소화하여 off gauge 발생길이를 감소시키는 것이다.

본 논문에서는 dynamic SET-UP 제어 모델의 제어기술 및 on-line에 적용한 결과에 대해서 서술하겠다.

2. 4냉연 PL/TCM의 주요사양

Table 1은 광양 4냉연 PL/TCM 공정의 주요사양이다. 냉연제품의 두께는 0.4mm~2.3mm이고, 폭은 720mm~1890mm이다. 제품단중은 maximum 50 ton이고, Line speed는 PL(pickling line) 입측이 maximum 650 mpm, 산세속도가 maximum 260 mpm, 그리고 압연기 최고속도는 1600 mpm으로 구성되어 있다.

Table.1 MAIN SPECIFICATION of PL/TCM

Product	Thickness (mm)	0.4~2.3	Remarks
	Width (mm)	720~1890	
	Weight (ton)	50 Ton	
Capacity(1000Ton/Year)		1840	*UCMW(L) : 6-high WR & IMR shift type HC-MILL with IMR bender(L:WR long shift)
Max. Line Speed(mpm)	Entry	650	
	Center	260	
	Mill	1600	
Mill Type		6Hi SSTD(All UCMW(L))	

4냉연공장 연속압연기는 work roll bender, intermediate roll bender, intermediate roll shift 그리고 work roll long shift 기능을 가진 6Hi-5Stand로 전stand가 UCMW type으로 되어 있다.

3. DYNAMIC SET-UP 제어기술

3.1 적용 배경

Dynamic SET-UP 제어기술은 주행간 판두께변경(FGC)시 냉연강판의 top부 off gauge 감소를 위하여 적용하였다. FGC(flying gauge change)란 연속압연기에 있어서 목표판두께가 다른 경우에 압연기를 정지시키지 않고 압연기의 roll 속도 및 압하위치의 설정치를 변경하는 것을 말한다. Dynamic SET-UP control은 이 때에 설정하는 압연기의 roll 속도 및 압하위치등을 계산하는 기능이다.

종래의 SET-UP이 상위계산기의 설정치를 기초로 계산한 것을 사용하는 것에 비해서 dynamic SET-UP control은 FGC(flying gauge change)시에 두께측정기에서 실측 두께를 취해서 실제 압연대상 coil에 SET-UP 계산을 행하는 것에 의해서 설정치 오차에 의한 coil top부 off gauge 감소를 목적으로 한다.

또한 종래의 SET-UP이 1 coil내에 1회이기 때문에 압연중 coil의 학습결과는 다음 coil이후 밖에 반영할 수 없었다. 그러나 Dynamic SET-UP control은 FGC(Flying gauge change)점 통과시

에 coil top부의 압연결과를 수집, 학습을 행하고 다음 stand의 FGC(Flying gauge change)점 통과에 맞춰서 학습결과를 반영하는 SET-UP을 행하는 것에 의해서 coil top부 cff gauge를 감소시키는 것이다.

3.2 DYNAMIC SET-UP CONTROL CONFIGURATION

Fig.1은 dynamic SET-UP system의 개요를 도시한 것이다. Dynamic SET-UP를 실현하기 위해서는 무엇보다도 먼저 control system의 고속연산능력 및 data 전송능력과 강력한 실적수집능력을 갖추어야 한다. 광양 4냉연공장은 LEVEL 1에 고속연산능력 및 강력한 data 전송능력을 가진 RS90 computer를 적용하여 dynamic SET-UP 제어모델을 구현하였다. 그리고, FGC(Flying gauge change)점에서 dynamic SET-UP system은 압연실적을 25msec주기로 500msec동안 PLC에서 수집하고 수집된 data를 dynamic SET-UP calculation system인 RS90에서 수신하여 SET-UP을 계산한 후 계산된 SET-UP결과를 PLC로 송신하는데 걸리는 시간이 100msec 이내에서 이루어지게 구성 되어 있다.

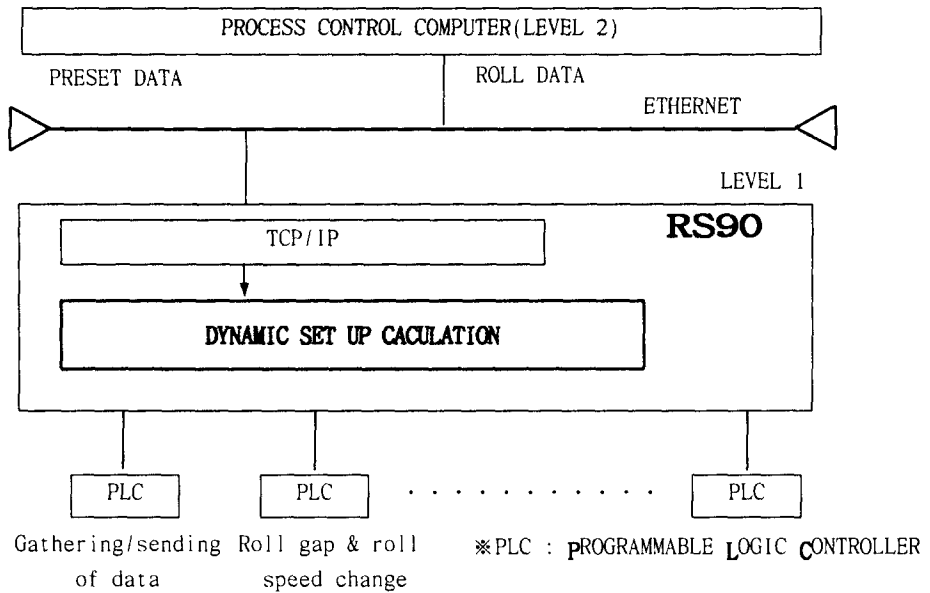


Fig. 1 DYNAMIC SET UP SYSTEM CONFIGURATION

3.3 DYNAMIC SET-UP CONTROL 주요기능

3.3.1 NO.1 STAND 입측 FGC 보정기능

종래의 SET-UP은 모재 판두께를 상위계산기로 부터의 설정판두께를 사용해서 계산을 하기 때문에 실측 판두께와 설정 판두께는 종종 100 μ m~200 μ m정도까지 차이가 발생하는 경우가 있다. 이 모재 판두께차에 의한 설정치와의 오차는 coil top부 off-gauge를 증가시키는 원인으로 되고 있다. NO.1 STAND 입측 FGC 보정기능은 SET-UP 계산에 사용하는 모재판두께에 FGC점 통과시에 NO.1 STAND 입측 두께측정기에서 측정한 모재판두께를 사용하는 것에 의해서 설정치의 정도를 향상시켜 coil top부의 off-gauge를 감소시키는 것이다.

Fig.2에서 처럼, NO.1 STAND 입측 FGC 보정기능은 FGC점이 NO.1 STAND 입측 두께측정기 통과시의 실측 판두께를 수집해서 transient 압연하중 및 압하위치를 구한다. 또한 NO.1STAND 입측 두께계에서 측정한 실측 두께를 이용하여 next coil의 set up 즉 schedule II의 압연하중 및 압하위치를 구하는데 사용된다.

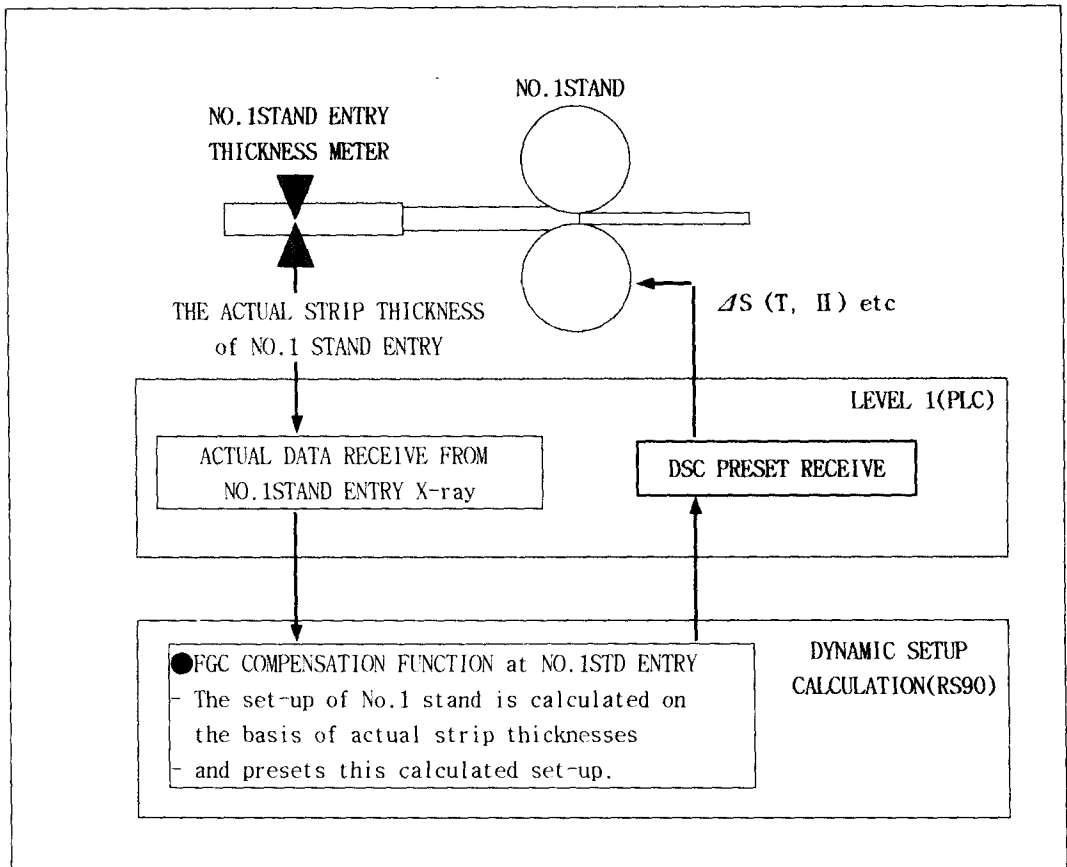


Fig. 2 FGC COMPENSATION FUNCTION at NO.1STAND ENTRY

3.3.2 NO.i STAND 출측 FGC 보정기능

종래 set up은 FGC 개시전에 DDC에 대한 설정치가 설정되어 있기 때문에 압연대상 coil의 압연실적에서 학습한 결과는 다음 압연 coil이후의 설정치에만 반영할 수 있다.

No.i STAND 출측 FGC 보정기능은 FGC점이 No.i STAND 통과시의 압연실적을 기초로 학습한 결과를 FGC점이 STAND i+1를 통과하기전에 STAND i+1이후의 설정치에 반영하는 것으로 보다 정도가 높은 설정을 행하여 coil top부 off gauge의 감소가 가능하게 된다.

Fig.3에서 처럼, No.i STAND 출측 FGC 보정기능은 FGC점이 No.i STAND 통과시의 압연실적을 수집해서 FGC점이 No.i+1 STAND을 통과하기전에 No.i+1~5 STAND의 transient 압연하중 및 압하 위치를 계산해서 설정한다. 또한 No.i+1 STAND 입측두께 실측치를 기초로 next coil의 set up 즉 schedule II의 압연하중 및 압하 위치를 구하는데 사용된다.

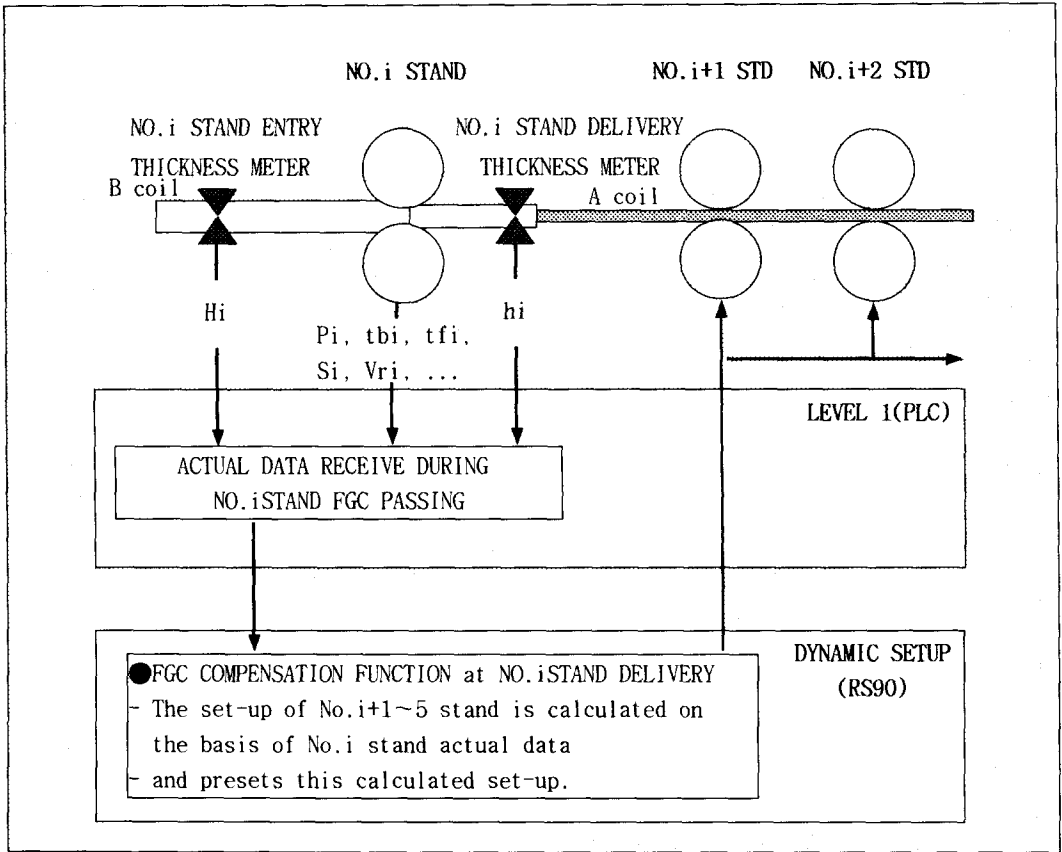


Fig. 3 FGC COMPENSATION FUNCTION at NO.i STAND DELIVERY

4. DYNAMIC SET UP 제어모델 적용결과

Dyanmic set up 제어모델 적용결과를 Fig.4에 FGC point에서의 두께편차로 표시하였다. Dyanmic set up 제어모델을 적용하기전(Fig.4 (b)dynamic set up control off)의 두께제어에서는 모재 판두께편차에 의한 설정치와의 오차에서 발생한 두께편차는 NO.1STAND 및 후단 STAND에서 완전히 수정되어지지 않고 최종 STAND(제품)출측까지 두께편차가 잔존하는 것을 볼 수 있다.

반면에 Dyanmic set up 제어모델을 적용(Fig.4 (a)dynamic off gauge control on)한 경우에는 각STAND 전방에 설치되어 있는 두께계 실측치 및 NO.1STAND 압연실적을 기초로 NO.1 STAND의 압하변경량 및 후단 STAND의 압하변경량을 수정하여 1차적으로 NO.1STAND에서 두께편차를 수정하고, NO.1STAND에서 제거하지 못한 두께편차를 2차적으로 중간 STAND에서 수정하여 최종STAND에서 목표두께를 얻게 된다.

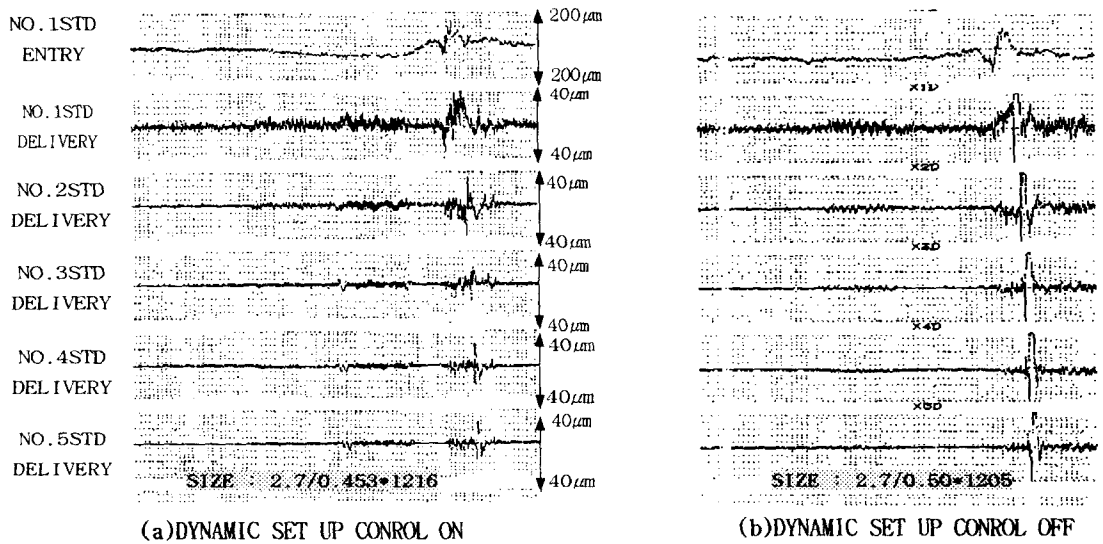


Fig.4 COMPARISION of THICKNESS DEVIATION at FGC POINT

Fig. 5에서 보는 것 처럼 dyanmic set up 제어모형을 적용한 결과 광양 4냉연공장은 dyanmic set up 제어모텔 적용전과 비교하여 off gauge 길이가 약 36%(전size)정도 감소하는 효과를 얻을 수 있었다.

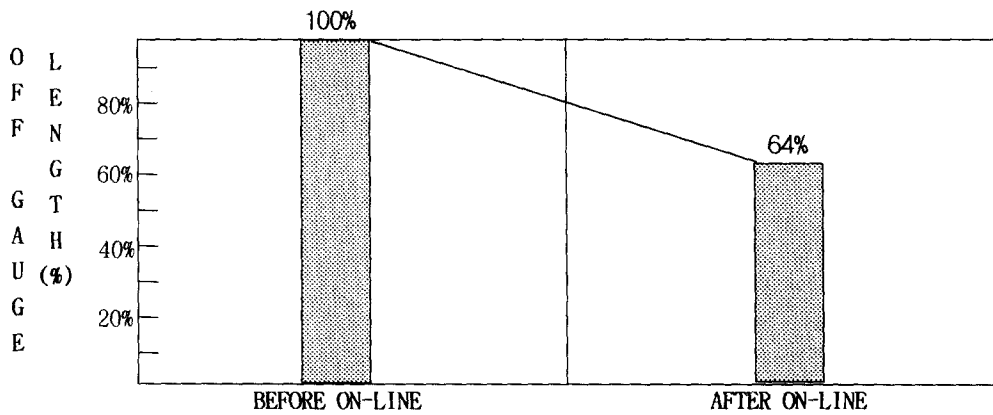


Fig.5 COMPARISION of OFF GAUGE LENGTH at FGC POINT

5. 결론

광양 4냉연공장은 주행간 판두께 변경구간에서의 off gauge 길이를 감소시키시기 위하여 dynamic set up 제어모형을 개발하여 on-line에 적용시켰다. Dynamic set up 제어모텔의 주요 기능은 #1 STAND 입측 FGC 보정기능, #i STAND 출측 FGC 보정기능 등으로 구성되어 있으며, dynamic set up 제어모텔을 현장 on-line에 적용한 결과 off gauge 길이가 약 36%(전size)정도 감소하는 큰 효과를 얻을 수 있었다.