

스테인리스 냉연공정에서 강판의 형상판정

*허윤기¹, 최영규²

¹POSCO 기술연구소, ²부산대학교 전자전기통신공학부
e-mail : tomashur@posco.com, ykichoi@pusan.ac.kr

Shape Decision of the Stainless Steel at the Skin Pass Mill

*Yone-Gi Hur¹, Young-Kiu Choi²

¹POSCO Technical Research Lab., ²School of Electrical Engineering Pusan National University

Abstract

The objective of this paper is to build a decision method of the shape quality for the stainless steel and ensure reducibility of working-load for next rolling process. The criterion of the shape quality is derived from the customer needs, and Automatic Shape Decision System is implemented in SPM (Skin Pass Mill). The methods of shape decision are based on curve fitting and frequency analysis and so on. The Field Test with concerned customers is successful. The performance of right decision is 99% and the claims from the customer have been largely reduced.

I. 서론

본 연구는 스테인리스 냉연공장 조질 압연라인 (Skin Pass Mill)을 대상으로, SPM 공정의 효율성 및 SPM Final 처리재의 확대로, 후 공정부하를 감소시키고 스테인리스 냉연제품의 형상 품질 판정에 관한 연구이다. 본 연구 이전의 상황은 SPM 작업후 제품의 형상판정이 되지 않아서 형상불량 제품이 고객에게 직송되어 Claim이 제기 되고, 형상 양호 제품이 다음 공정의 교정라인으로 이송되어 불필요한 공정부하를 야기하였다. 따라서, SPM 공정의 출측에 형상계측기 (Shape Meter)를 설치하고, 측정된 형상의 신호처리

(Symmetry, Curve Fitting 등)를 통하여 형상을 수식으로 판정하고 고객사와의 지속적인 방문을 통하여 고객이 원하는 형상판정 기준을 정립하였다. 강판의 형상은 압연 중에는 장력이 작용하고 높은 속도로 인하여 숙련된 작업자라도 형상을 판단하기는 어려우며 [1][4], 고객사로 이송된 코일은 장력이 작용하지 않아서 측정된 형상과 고객이 체감하는 형상과는 상당한 차이가 존재한다. 이를 해결하기 위하여 새로운 형상판정 방법 및 스테인리스 냉연공장 SPM공정에 자동형상 판정시스템을 구축하여 현재까지 가동 중이다.

II. 스테인리스 SPM에서 형상판정

스테인리스 제품은 Cr과 Ni의 성분에 따라 400계열과 300계열로 강종을 구분한다. 스테인리스는 광택, 부식, 연신, 형상 등의 품질이 일반 탄소강보다 우수한 제품이다. 열간 압연 공정을 경유한 스테인리스 열연제품을 소둔산세공정 냉간압연기(ZRM: Sendzimir Rolling Mill) 소둔로(BAF, CAF) 등의 공정을 경유한 후, SPM(Skin Pass Mill) TLL (Tension Leveller Line)을 통과하면 스테인리스 냉연제품이 된다. 여기서, SPM은 소둔로를 통과한 강판에 강의 특성을 부여하는 공정이다. SPM을 경유하면 스테인리스 냉연제품이 되고, 형상이 열위 할 경우 후 공정인 TLL을 통과한 후 고객에게 제품이 출하된다. 후 공정인 TLL은 모든 스테인리스 냉연코일의 형상을 교정할 수 없으며, 두께가 두꺼운 코일 및 심한 형상불량의 제품은 교정에 한계가 있다. 따라서 두께가 두꺼운 제품 혹은 형상

이 엄격한 제품은 SPM에서 최대한 형상을 보정해야 하는 문제가 있다 [4]. 고객사의 경우 형상품질의 지표 중, 길이 방향 Edge Wave의 4 ~ 7 mm 이하의 제품을 선호한다.



그림 1. Shape Meter of SPM

형상계측기로 측정된 형상과 Curve Fitting으로 형상을 분석하여 형상편차와 대칭성(Symmetry)을 고려하여 스테인리스 강판 181코일을 대상으로 1차 Test한 결과 판정의 정확도가 70%정도이었다. (적중율= 바른 판정수/총 대상 코일수) 바른 판정이란 자동판정시스템에서 Bad이면 고객도 Bad로 판별하고, 시스템에서 Good이면 고객도 Good으로 판별하는 것을 의미하며, 그 외는 오분류에 해당한다. (그림 2)

		고객사평가 결과	
		양호재 (Good)	불량재 (Bad)
자동 판정 결과	AAA-BB Good	① 정분류; 126 (실제 G, 예측 G)	② 오분류; 7 (실제 B, 예측 G)
	B-F Bad	③ 오분류; 47 (실제 C, 예측 B)	④ 정분류; 1 (실제 B, 예측 B)

그림 2. 1차 자동 형상판정 결과

70%의 적중률을 가지고는 자동판정시스템을 현업에서 상시 구동할 수 없었다. 따라서 새로운 판정방법이 필요하였고, 형상 Wave의 신호를 분석하던 중, 주파수 패턴을 활용하여 형상판정을 획기적으로 향상 시킬 수 있었다. 이 방법은 강판의 폭 방향 형상 중, 일부 신호를 길이방향으로 측정하는 다음, 신호의 일부를 전처리하고 교류 신호만 분류하여 주파수 분석을 실시한 후, 그의 패턴비교 작업을 통하여 장력의 유무에 관계없이 적용 가능한 방법을 개발하였다.

III. 적용 결과

형상계측기로 측정된 형상과 Curve Fitting으로 형상을 분석하여 형상편차와 대칭성(Symmetry)을 고려하는 방법과 주파수 분석을 추가한 새로운 방법으로 스테인리스 강판 200코일을 대상으로 2차 Test한 결과, 판정의 정확도가 그림3과 같이 90%정도 향상하였다. 또한 지속적인 시스템 개선작업을 통하여 99%까지 향

상되었다.

코일 번호	대표 형상	주파수 패턴		기준 오열	분석결과 고객평가
M054 81				BB	주파수 패턴 상미 Bad
S2750 1A				AAA	주파수 패턴 동일 Good
M050 48				BB	주파수 패턴 동일 Good
S2631 7B				AAA	주파수 패턴 상미 Bad

그림 3. 자동형상 판정 결과

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구는 스테인리스 냉연공장 조질 압연라인(Skin Pass Mill)을 대상으로, SPM 공정의 효율성 및 SPM Final 처리재의 확대로, 후 공정부하를 감소시키고 스테인리스 냉연제품의 형상 품질의 판정에 관한 연구이다. 고객사로부터 스테인리스 냉연제품의 형상불량의 문제점을 방문 조사하고, 품질 개선 지표를 Final Pass의 형상판정 적중률로 선정하여 자동 형상판정시스템을 구축하였다. 6Sigma 방법론을 통하여 형상판정에 영향을 미치는 핵심 인자(Vital Few)를 형상편차, 형상 대칭성, 연신율, Edge Wave의 주파수 패턴으로 도출하였다. 그리고, Curve Fitting 및 주파수 패턴 분석을 통하여 형상을 종합적으로 분석하여 형상판정하는 방법을 개발하였으며 포항제철소 스테인리스 냉연공장에 설치하여 가동 중이다. 본 자동형상 판정시스템은 99%의 적중률을 보이며, 후 공정 생략 및 압연생산성 향상 등으로 11억원의 재무성과를 보였다. 추후 연구로서는 SPM 공정에서 형상판정 이후, 형상이 불량할 시에 형상 편차를 자동제어하는 방법이 필요하다 [1],[4].

참고문헌

- [1] Y.G. Hur, "Application of Fuzzy Control for Stainless Strip Shape," ICCAS, Oct, 2002.
- [2] Y.G. Hur and D.K Lee, "Application of fuzzy logic for automatic shape control in the stainless steel rolling process," 9th IFSA, July, 2001.
- [3] Y.G. Hur and D.K Lee, "Automation for shape control in the stainless cold rolling mill," IFAC(16th International Federation of Automatic Control), Nov, 2000.
- [4] 허윤기, "스테인리스 압연공정에서 강판의 자동형상제어", CASS, 제1권, pp. 366-370, 2007.