

Laser를 이용한 후물 판재류 및 Slab 폭 측정 적용

Application of Slab and Plate Width Measurement Using Laser Distance Meter

최철호

포항제철 포항제철소 설비기술부 제어기술팀 (Tel: 220-4773; Fax: 220-6838; E-mail: pc500634@smail.posco.co.kr)

Abstracts According to ascending needs for quality assurance of plate by customer and automated measurement of dimension for slab, in plate mill, project is on preceding to install measuring system to measure width, length and camber of slab and plate using laser distance meter. In this document, I will describe not technical point of view but idea of design for installation system.

Keywords Width, Length, Laser, Distance Meter, Steel works, Plate Mill, Plate, Slab

1. 서론

최근 수요가의 후판제품 품질보증 요구 및 칫수측정 자동화에 대한 필요성이 증대됨에 따라 후판공정에도 폭, 길이, Camber 등의 칫수를 검사하기 위한 목적으로 계측설비들이 도입되고 있다. 그런데 후판공정은 환경적인 측면과 측정대상이 가지는 특성에 의해 기존의 박판에서 사용되던 계측기로는 정확한 측정이 어렵다. 그래서 기존의 CCD Camera를 이용한 폭측정기를 대신하여 소형화가 가능하고 오차요인이 적어 안정적인 측정이 가능한 Laser 거리계를 이용한 폭측정기가 후물판재류 및 Slab 폭측정에 개발 적용되고 있다.

여기에 포함 2후판 공장에 설치예정인 Slab 폭, 길이계와 후판 제품 폭, Camber계를 Laser 거리계를 이용하여 구성한 설계 사상에 대하여 설명하고자 한다.

2. Sensor 사양

계측기 선정에 있어서 가장 먼저 고려되어야 할 것은 측정대상과 목적에 적합한 Sensor를 선정하는 것이다. 그 다음으로 Sensor의 사양, 배치, 구성에 대한 검토가 이루어져야 한다.

2.1. Sensor의 선정

최근까지 폭측정은 주로 CCD Camera를 이용하여 박판재류 중심으로 이루어졌으나 공정간의 대기시간 축소, 검사자동화, 불량 Slab에 의한 작업지연 방지, 불량 Slab의 장입방지 등을 목적으로 후판재와 Slab에 대한 정확한 폭측정이 요구되고 있다. 그러나 기존의 CCD Camera 방식으로는 여러가지 오차요인에 의해 안정적인 측정이 불가하므로 정도면에서는 다소 떨어지지만 오차요인이 적어서 안정적인 측정이 가능한 Laser 거리계를 이용한 폭계가 개발 적용되고 있다.

표 1.에 CCD Camera 방식 과 Laser 거리계 방식의 폭계 비교표를 나타내었다.

2.2. Laser 거리계 사양 결정

Laser를 이용한 변위측정 방식중 폭측정에 이용된 다음의 두 방식 중 오차요인을 최소화할수 있는 수직주사식 Laser 거리계를 2후판에 설치할 폭측정기의 Sensor로 선정하였다. 표 2.에 수직주사식 Laser 거리계와 1점 측정식 Laser 거리계의 비교표를 나타내었다.

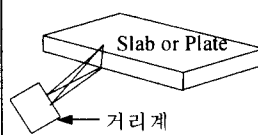
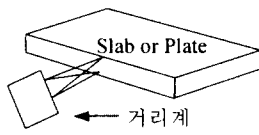
표 1. CCD Camera 방식과 Laser 거리계 방식의 폭계 비교

Table 1. CCD camera type and laser distance meter type width gauge

구 분	Laser 거리계 방식	CCD Camera 방식
측정 방식	- Edge부 Scan 측정 - 이동중 연속측정	2대의 CCD Camera를 이용 이동중 폭 측정
변위 측정 사양	- Sensor : 2 대 - 분해능 : 4mm/120mpm - 정도 : ±1mm	- Sensor : 2 대 - 응답속도 : 4mm/120mpm - 정도 : ±0.5mm
적용성	- Sensor 설치 간단 - 최간 후물재 폭측정에 개발 적용중 - 안정적인 측정이 가능함.	- 하부광원, 상부 구조물 거대 - Scale에 의한 오차발생 - Non-Trimming재 오차발생 - 정도는 높지만 불안정 - 하부광원 설치를 위해 Roller Table 개조필요. - 박판재에 적절함

표 2. 수직주사식 Laser 거리계와 1점 측정식 Laser 거리계 비교

Table. 1 Scan type laser distance meter and one point type laser distance meter

구 분	수직주사식	1점 측정식
측정 방식	회전 Mirror를 이용 Edge부를 수직조사하여 변위 측정 	Edge부에 2점정도의 Laser를 조사하여 산란광 측정 
사 양	- 분해능 : 4mm/120mpm - Sampling 간격 : 2 mm - 정도 : ± 1 mm - Sensor 능력 : 3,500 mm	- 분해능 : 0.4mm/120mpm - 정도 : ± 2.5 mm - Sensor 능력 : 1,000 mm
측정 능력	- 6 mm 판에서도 2점측정 - Edge Wave, 상하변동에 의한 측정불가 구간 없음. - Scarfing에 의한 판 Edge부 불균일에도 오차가 적음.	- 6 mm판에서 1점측정 혹은 측정불가(spot 위치 고정) - Edge Wave, 상하변동에 의한 측정불가 구간 발생. - Scarfing에 의한 판 Edge부 불균일에 의한 오차가 큼

3. 측정원리

3.1. Gauge Head 구조

일반적인 주사형 Laser 거리계의 구조는 다음과 같다.

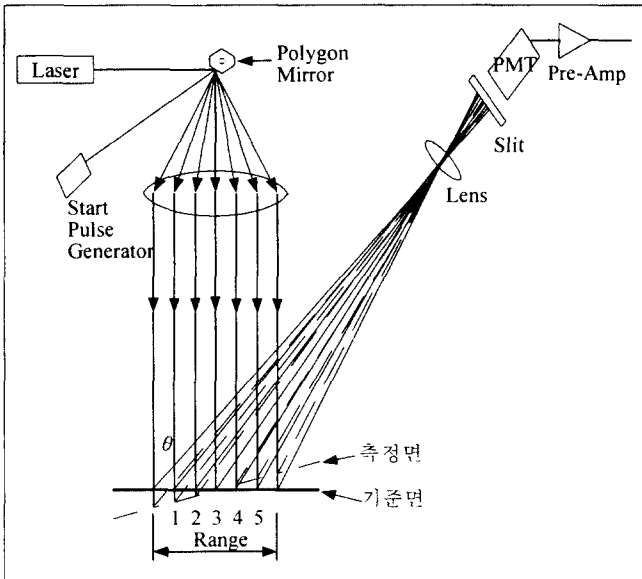


그림 1. 주사형 Laser 거리계의 내부구조

Fig 1. Internal structure of scan type laser distance meter

3.2. 측정원리

Laser Pulse(고주파 Sine Wave)를 회전 Mirror로 측정대상의 Edge에 수직으로 주사하고 반사되는 Laser를 수신하여 그 신호와 기준면에 대한 신호간의 시간차(위상차)가 그 변위와 비례한다는 것을 이용하여 거리를 측정하게 된다.

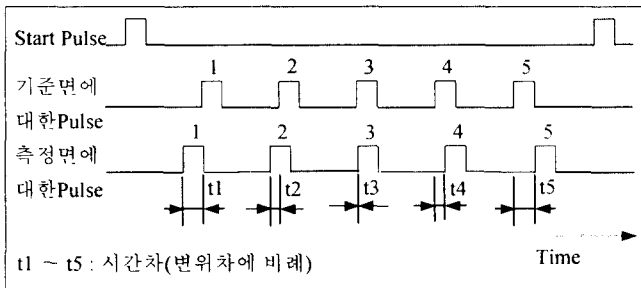


그림 2. 주사형 Laser 거리계의 측정원리

Fig 2. Measurement theory of scan type laser distance meter

4. System 구성

4.1 Sensor의 배치

실제로 Slab나 후판이 Roller Table 상에 평행하게 위치해 있거나 진행되는 경우는 거의 없으므로 2개의 Sensor Head로는 정확한 측정이 어렵다. Slab나 후판이 평행하게 지나간다면 Roller Table 양측에 각 1대씩 2대만으로 정확한 측정이 가능하지만 그렇지 않은 경우가 대부분이므로 W/S나 D/S중 한쪽에 Sensor 1 대를 추가로 설치하여 그 기울어진 각도만큼 보상해 주어야 실제 폭이 계산된다. 그래서 1대의 폭계에는 총 3대의 Sensor가 필요하다.

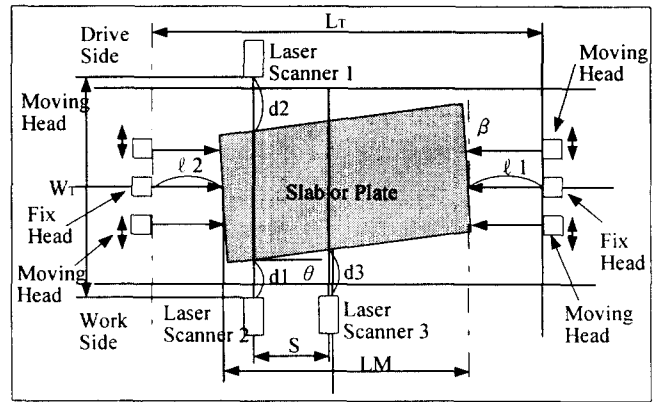


그림 3. Slab 폭,길이계 Sensor Head 배치도

Fig 3. Install layout for slab width and length measurement gauge

그 각도의 보상은 아래의 식에 의해 실제 Slab나 후판의 폭으로 계산되어진다.

- 실제 길이 측정값의 계산식
$$LM = Lr - (\ell_1 + \ell_2)$$

$$L = Lr / \cos \beta$$
- 실제 폭 측정값의 계산식
$$W = [W_r - (d_1 + d_2)] / \cos \theta$$

$$\theta = \tan^{-1} |d_3 - d_2| / s$$

4.2. 시스템 구성

앞에서 설명된 사양으로 실제로 포항제철소 2후판 공장의 가열로 입측에 Slab 폭,길이계를 전단 Line에 제품 폭, Camber계를 구성 설치할 예정이다. 다음에 두 설비의 사양을 요약하여 나타내었다.

표 3. 설비사양 요약

Table 3. Outline of gauge specification

구분	Slab 폭,길이계	제품 폭, Camber계
Sensor 배치	<p>D/S <input type="checkbox"/></p> <p>W/S <input type="checkbox"/></p> <p>Slab</p> <p>W/S <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> : 폭측정 Sensor Head</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> : 길이측정 Sensor Head</p>	<p>1.25 2.25 4.0 7.0 m</p> <p>W/S <input type="checkbox"/></p> <p>Plate</p> <p>D/S <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> : 폭측정 Sensor Head</p>
Sensor	<p>- 길이 : 주사형 Laser 거리계</p> <p>- 폭 : 주사형 Laser 거리계</p> <p>- Sensor 수량 : 길이 : 6대, 폭 : 3대</p> <p>- Sensor 능력 : 1,000mm</p> <p>- Pyrometer : 온도보상</p>	<p>- 폭계 : 주사형 Laser 거리계</p> <p>- Sensor 수량 : W/S 1대, D/S 5대 : 6대</p> <p>- Sensor 능력 : 3,500 mm</p> <p>- Pyrometer : 온도보상</p>
측정 정도	<p>- 폭 : ± 2 mm</p> <p>- 길이 : ± 2 mm</p>	<p>- 폭 : ± 1 mm</p> <p>- Camber</p> <p>12m 이하 Plate : ± 1 mm</p> <p>12m < Plate ≤ 20m : ± 2 mm</p>
Maker	- PSYSTEME(독일)	- SELTEK(일본)

5. 결론

기존의 CCD Camera를 대신하여 주사형 Laser 거리계를 이용한 폭계가 Slab와 후관 폭측정에 많이 도입될 예정이다. 그것은 기존의 CCD Camera 방식에 비하여 후물재 폭측정에 다음과 같은 장점이 있기 때문이라고 보여진다.

- 비교적 Compact한 Size로 구성이 가능하다.
- 설치가 간단하다.
- 피측정물 표면에 의한 영향이 비교적 적다.
- 하부광원이 없어서 분진에 의한 오차발생이 적다.
- Roller Table 측면에 설치되므로 기존설비의 개조가 필요없다.
- 비교적 안정적인 측정이 가능하다.

그러나 광학설비여서 여러가지 설치조건에 제약이 따른다.

- 분진, 물, 증기 등이 많은 곳에는 적용이 어렵다.
 - Laser Beam Path가 항상 청결한 상태로 유지되어야함.
- Roller Table 가까이 설치되므로 Window가 기름등에 오염되기 쉽다.
- Laser를 사용하므로 특별히 안전에 유의하여야 한다.
 - Class III A 등급의 경우 순간적으로 눈으로 직접보더라도 손상이 없지만 집광시 손상을 입을 가능성이 있다.
 - Class III B 등급의 경우 고출력을 제외하고는 난반사시는 해가 없지만 눈으로 간접적(거울반사 포함)으로 보더라도 손상이 생기므로 특별히 주의하여야 한다.
- 외부 조명 등이 Noise로 작용하므로 이에대한 대비가 필요함.

계측기 도입에 관한 사양설계에 있어서 가장 중요한 것은 요구되는 성능을 만족하고 안정적인 측정이 가능하도록 설비를 선정하고 구성하는 것이다. 그러기 위해서는 측정대상과 설치장소에 대한 충분한 검토가 이루어져야하고 여기에 맞는 시스템을 구성하여 장점을 최대한 반영하고 제약조건에 대한 대책을 수립하여야만 성능면과 안정성면에서 만족한 설비를 도입할 수 있을 것이다.