

Heterodyne type의 레이저 속도계 제작 및 특성연구

Fabrication of Heterodyne type Laser Doppler Velocimeter and Studies of its Characteristics

박형국, 임충수, 전형하, 김달우, 오기장
 포항산업과학연구원 센서계측연구팀
 phkuk@rist.re.kr

레이저를 이용한 속도측정은 비접촉식 정밀측정이라는 장점 때문에 산업현장의 생산라인에서 온-라인 계측장비로 이용되고 있다. 특히, 철강업에서는 각종 설비의 제어를 위한 속도측정이나 연신률 측정 및 길이측정에 활용되고 있으며 제지분야나 고무생산 현장에서도 계측장비로 활용성이 점점 높아지고 있다.

본 연구는 레이저를 이용하여 비접촉식 속도계(Laser Doppler Velocimeter; LDV)를 제작하고 특성을 연구하였다. 기본 원리는 두 개의 레이저 빔을 측정대상의 한 지점에 입사시키고 이 지점에서 산란된 빛의 세기를 광검지기로 측정한 후 광검지기 출력의 주파수를 분석하여 측정대상의 속도를 산출하는 방법으로 두 개의 레이저 빔의 주파수가 같은 homodyne type과 주파수가 다른 heterodyne type으로 나누어지고 있다. Heterodyne type의 LDV 시스템은 속도값과 함께 측정대상의 이동방향을 알 수 있고, 측정신호가 고주파 대역에 있으므로 레이저의 불안정성이나 전원잡음 등에 의한 저주파 잡음을 용이하게 제거할 수 있는 장점을 가지고 있다.

레이저 관속계는 heterodyne 형태의 센서헤드, 강판이송 simulator, 도플러 주파수 분석기로 구성되어 있다. 센서헤드는 광원인 레이저, 주파수 편이용 Bragg셀, 수광부인 광검출기로 구성되어 있다. 그림 1은 실험실용 레이저 속도계를 나타낸 것이다. 센서헤드는 44 mW의 반도체 레이저에서 발생된 수직 편광된 빔을 Bragg 셀을 통과하게 된다. 음향 모듈레이터에서 40 MHz 발진파를 Bragg 셀에 가하면 입사된 레이저빔은 편향(1st order diffracted)된 빔과 무편향(0st order undiffracted)된 빔으로 나누어진다.

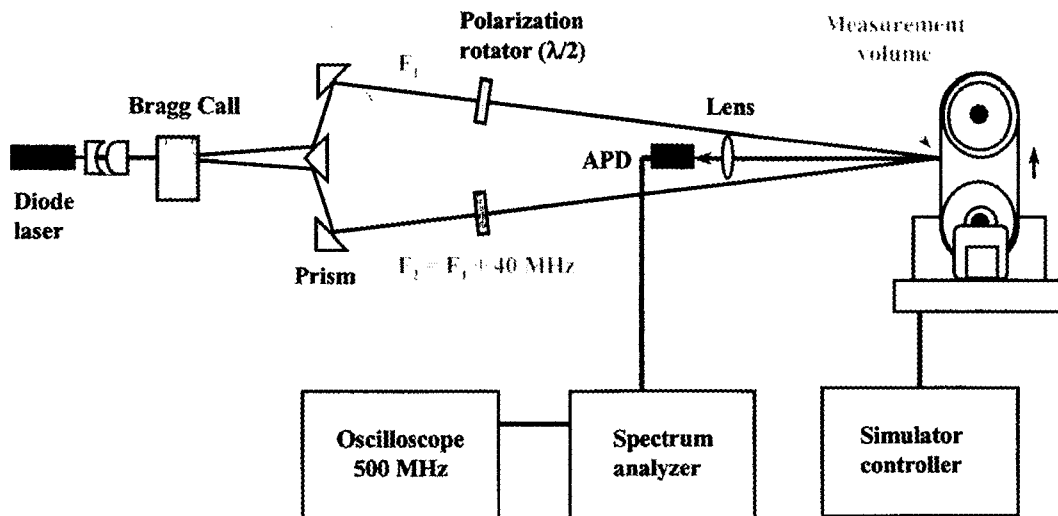


그림 1. 실험실용 레이저 속도계

두빔은 직각 프리즘을 통하여 움직이는 시편에 집광되고 시편에서 산란된 빔은 도플러 주파수 편향에 대한 정보를 가지고 렌즈를 통하여 400 MHz 특성을 가지는 광검출기에 집광된다. 강판이송 simulator 는 총회전수, 강판 속도 및 이동길이의 측정이 가능하며 회전수의 임의 설정도 가능하다.

강판이송 simulator로 최대속도 800 m/min이며 풀리는 통판형 강판(SKD61)로 구성되어 있으며 광센서를 이용하여 강판의 회전치를 측정하여 강판의 이동속도를 측정하게 되어있다. 도플러 주파수 분석기는 40 MHz 도플러 신호를 측정하기 위하여 500 MHz 오실로스코프를 사용했으며 도플러 편이를 측정하기 위하여 주파수 분석기를 사용하였다.

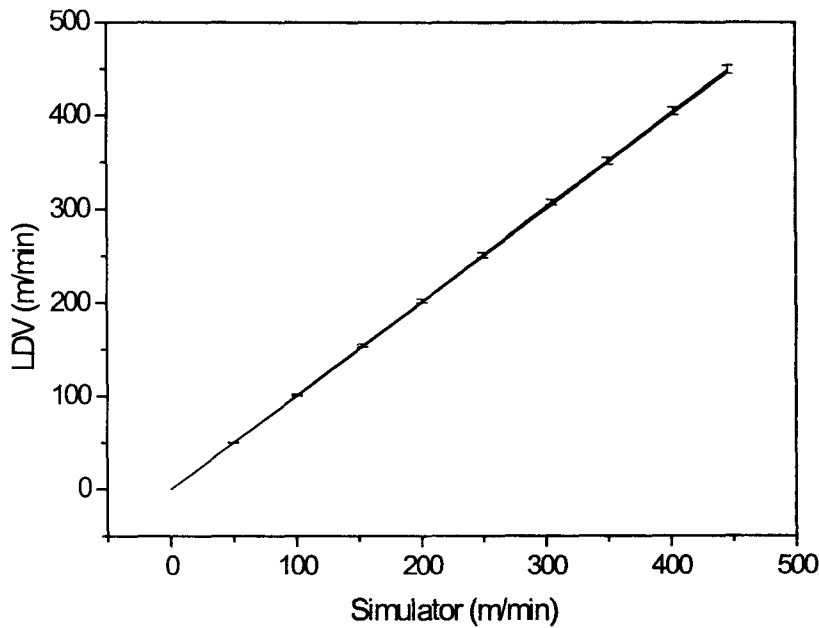


그림 2. 레이저 속도계를 이용하여 측정한 강판의 이동속도

그림 2는 강판 속도측정용 simulator 로 이송 센서헤드와 강판 이송장치의 거리는 1 m 로 고정시키고 강판이송 simulator의 속도를 0-450 m/min까지 변화 시켜 가면서 강판의 이동 속도를 측정한 결과이다. 본 연구결과 heterodyne type 레이저 속도계를 자체 제작하였으며 강판의 이동속도는 0-450 m/min 까지 측정한 결과 $\pm 1\%$ 이내의 측정오차를 나타내었다.

1. K. Matsubara, W. Stork, A. Wagner, J. Drescher, and K. D. Muller-Glaser, Appl.Opt. 36, (1997) 4516.
2. M. Reynolds and V. Toal, Opt. Technol. 24, (1992) 56.
3. J. B. Cole and M. D. Swords, Appl. Opt. 18, (1979) 363.