

# Low Point 모니터링 장비의 개발 Development in Equipment of Low Point Marking Machine Control System

최명환<sup>1</sup>, 김원일<sup>2\*</sup>  
Myung-Hwan Choi<sup>1</sup>, Won-Il Kim<sup>2\*</sup>

## <Abstract>

Even the domestically small-and medium-sized companies progressed development in the monitoring equipment of inspecting run out in steel wheel aiming to supply and generalize through developing the monitoring equipment for securing quality technology and enhancing quality-test level. Run-Out value in vehicle wheel was measured with Computer & Servo system by using Low-Point marking machine control system, which is this development product. Low-Point value was operated and calculated. It marked by revolving wheel as much as the demanded measurement value based on 1ST harmony curve. Thus, the shipment of inferior product, which occurs in the measurement by the existing worker, could be blocked in advance. In the existing case, 60 sec. was required for inspecting 1 product. However, it came to bring about a rise in production volume through shortening inspection time to 8 seconds and improving workers' operating environment.

**Keywords :** *Low-Point, Servo system, Run-Out*

## 1. 서 론

국내 자동차시장의 자동차휠 수요가 스틸휠의 수요보다는 알루미늄휠의 수요가 대부분을 구성하고 있으나 소형차 및 대형차, 건설장비, 농기구 등은 스틸휠을 많이 사용하고 있어 스틸휠에 대한 생산기술이 평준화되어 있음에도 생산품에 대한 검사설비를 비롯한 검사기술은 기초적인 수준에 머무르고 있다.

국내시장의 경우 현대모비스, 코리아휠, 오스텔 등을 비롯한 중견기업에서 차량 스틸 휠을 생산하여 공급하고 있으며 기술적인 부분은 국내기업과 국외기업의 기술수준이 평이한 수준

이며, 일부 스포츠 차량의 경우 수입을 통하여 개별 판매가 이루어지고 있는 실정이다.

차량용 스틸 휠의 경우 제품의 생산기술은 평이한 수준으로 생산되고 있으나 국내 중소기업의 경우 제품의 run-out 테스트를 비롯한 휠의 품질평가 수준이 국내 차량생산업체의 요구 사항에 따라 검사가 이루어지고 있으나 중소기업의 품질검사 설비 및 기술이 낮고 품질요건 충족을 위하여 일부 국내사의 경우 tow step system 방식이나 다이얼 게이지를 이용한 직접 측정이 이루어지고 있는 실정으로 고성능 검사 장비를 갖추고 있는 회사는 대기업을 비롯한 일부 기업뿐이며 해당 품질측정기술이 대외비

<sup>1</sup>정희원, 경남대학교, 기계공학과 대학원

<sup>2</sup>교신저자, 경남대학교 기계공학과 교수, 工博,  
E-mail:kimwonil@kyungnam.ac.kr

<sup>1</sup>Graduate School of Mechanical Engineering and  
Automation, Kyungnam University

<sup>2</sup>Corresponding Author, Professor, School of Mechanical  
Engineering and Automation, Kyungnam University, Ph. D.

임에 기술력을 가늠하기가 어려운 실정이다.<sup>1)</sup>

이에 국내 중소기업에서도 해당 품질기술을 확보하고 품질검사 수준의 향상을 위하여 모니터링장비의 개발을 통한 보급과 일반화를 위하여 steel wheel의 run out 검사 모니터링 장비 개발을 진행하였다.

## 2. 개발내용

일반적으로 중소기업에서 활용하고 있는 차량용 steel wheel의 run out 검사의 경우 tow step system으로 first step으로 1turn측정과 그 data를 수집하고 연산 후, second step-low point 값에 의한 위치만큼 회전하여 low point 위치결정 및 marking punch로 진행되는 방식으로 검사에 시간이 많이 소요되며 검사자 오차에 의한 측정값으로 신뢰성이 떨어지는 문제점을 가지고 있어 중소기업의 기술경쟁력 확보와 품질향상을 위하여 low point marking machine control system의 개발이 요구되어 스틸휠 run-out 모니터링 장치의 개발을 통하여 low-point(휠의 무게 중심) 값을 비롯한 offset 값(차축의 길이 조절에 이용되는 값)의 표시 및 run-out test 값(좌우상하 흔들림을 나타내는 값)의 수치상 데이터화가 가능하도록 computer & servo system을 이용하여 휠의 모니터링을 강화함으로써 휠의 제품 성능이 향상하였다.

개발하고자하는 one step system의 검사방식은 하나의 servo motor로 360도 회전하면서 스틸 휠의 하모닉곡선을 측정과 동시에 low의 위치를 산출, 편차각 만큼 회전 시켜 마킹 위치를 결정함으로써 기존 작업에 비하여 공정의 감소와 불량률 감소 등 생산 및 보전에서 있어서 고효율적 시스템으로 기업의 경쟁력 강화와 검사 data에 대한 신뢰성의 확보로 고품질을 통한 고객 만족도 향상에 긍정적인 영향과 동시에 기업이미지 향상에 기여하고자 한다.

### 2.1. 기술자료의 분석

Low point marking machine 장비의 개발을 위하여 다음과 같은 사항의 사전 기술자료의 분석<sup>2-4)</sup>을 실시하였으며 현재의 검사인력에 의

한 방식과 검사제품의 품질특성 등을 고려하여 최적의 검사장비 요건을 결정하였다.

#### (가) 사용제품 WHEEL 기본사항

표준 SIZE : 5.5J × 14  
RIM 경 : 12인치 ~ 17인치  
RIM 폭 : 3인치 ~ 8인치  
OFFSET : -20 ~ 115mm  
HUB DIA : 50mm ~ 110mm  
중량 : 20kg

#### (나) 처리능력

6초 / 1개 at 5.5J × 14 표준

#### (다) 동력원

AC 삼상 220V 조작 AC 100V  
공기압 5KG/CM2 이상

#### (라) 측정부문 & 범위

- 1) Radial-1 Radial-2 측정
- 2) Radial Average
- 3) Lateral-1 Lateral-2 측정
- 4) Lateral Average
- 5) offset deviation
- 6) circumference (A1, A2)
- 7) First harmonic
- 8) Low point 각도
- 9) Marking point 각인

### 2.2. 가동제품의 특성

검사제품은 표준품으로 설정한 16 × 5.5J, 16 × 6.5J로 기본 특성은 아래와 같다.

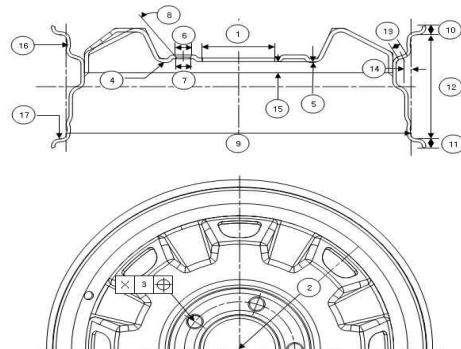


Fig. 1. Cross section of 16 × 5.5J(A-105).

**Table 1. Characteristics of 16 × 5.5J(A-105)**

치 수	재 질		
HUBHOLE 경	∅84.0 +0.5/0	RIM	SAPH 310-PO, T4.0
P.C.D	∅130	DISK	SAPH 370-PO, T5.0
위치도	0.25MAX	표 면 처 리	
평면도	0.20MAX	내식성	480HR 후 무적청
STEP	0 ~ 1.0MAX	성 능	
NUT좌경	∅20 MIN	LEAK TEST	5.6kg/cm <sup>2</sup>
BOLT HOLE 경	∅17 ± 0.3	UNBALANC E 양	700g-cm MAX
NUT 좌 각도	60° ± 1°	물 성	
BEAD SEAT	∅405.6 ± 0.4	인장강도	R: MIN 310N/mm <sup>2</sup> D: MIN 370N/mm <sup>2</sup>
FLANG 폭(IN)	13 ± 1.5	연신율	R: 40% MIN D: 37% MIN
FLANG 폭(OUT)	13 ± 1.5	CO2용접	용입깊이 : MIN0.48mm
RIM폭	139.7 ± 1.0	용접강도	MIN 30TON
VALVE HOLE 경	∅11.5 ± 0.2	NUT자리면 TEST	수직방향 MAX0.3mm
VALVE HOLE 위치	9.5 ± 1.0	내 구 성	
OFF SET	33 ± 1.0	반경 방향 내구시험	FR: 1275kgf 500,000cycle
RUN OUT(중)	1.2MAX	굽힘모멘트	FR: 250kgf 100,000 cycle
RUN OUT(회)	1.2MAX		

**3. 개발목표 및 세부내용**

**(가) 개발목표**

- 1) Computer & Servo system의 개발
- 2) Wheel low point software의 개발

**(나) 개발내용**

- 1) PLC제어부의 개발 : 기계본체의 리미트 스위치 및 실린더에 부착된 근접 센서, 위치검출용 포토센서 OP P무디의 조작 스위치에 의한 시그널과 interface unit를 통한 컴퓨터와의 통신기능의 개발.
- 2) Servo motor의 개발 : 회전부의 개발 및 엔코더부의 개발
- 3) LVDT의 개발 : 차동변압방식 형식 : 1532-99H형, 직선범위±5mm, 0.264v/mm 5.0v5khz
- 4) LVDT conditioner의 개발 : disp 6073-49 4CH IN/OUT

**(다) 세부내용**

- 1) 제품설계 및 분석
- 2) wheel Low point unit ass'y 제작

- 3) wheel hub standby unit ass'y 제작
- 4) wheel lateral/radial unit ass'y 제작
- 5) exit position & Low point marking ass'y 제작
- 6) 기타 unit 제작
- 7) 제어시스템 설계 및 구축
- 8) 시제품제작 및 작동 시험
- 9) 휠 검사시험, 데이터비교 분석 및 시작품의 평가,휠 검사시험
- 10) 휠 검사시험, 데이터비교 분석 및 시작품의 평가

**4. 개발 과정**

**(가) Wheel low point Unit ASS'Y 제작**

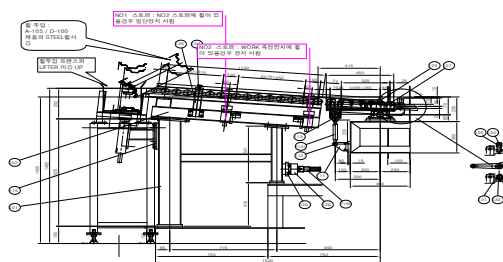


Fig 2. Floor plan of the wheel low point unit.

**(나) Wheel hub stand Unit ASS'Y 제작**

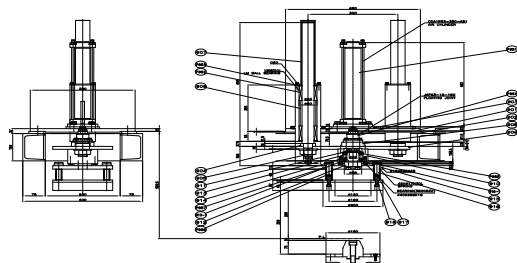


Fig 3. Floor plan of the wheel hub stand unit.

**(다) Wheel lateral / radial Unit ASS'Y 제작**

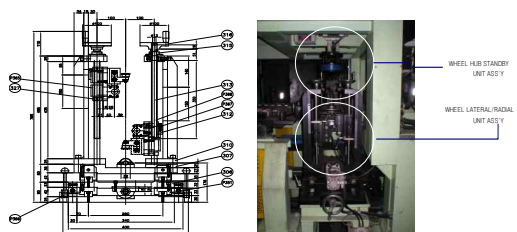


Fig 4. Floor plan of the wheel lateral / radial unit.

(라) Exit positison & low point marking ASS'Y 제작

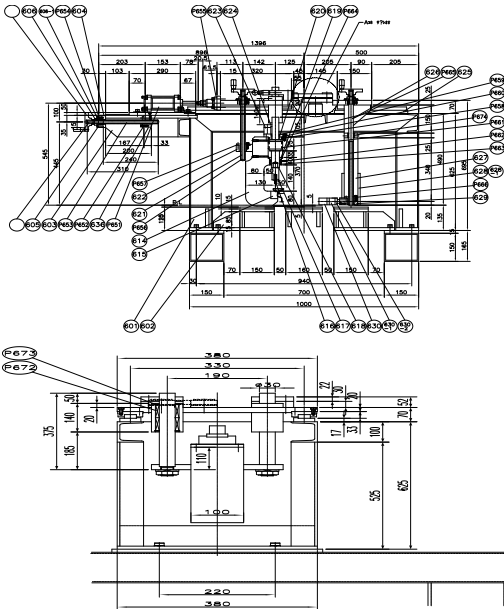


Fig. 5. Floor plan of the exit positison & low point marking.

(마) Conveyor system Unit 제작

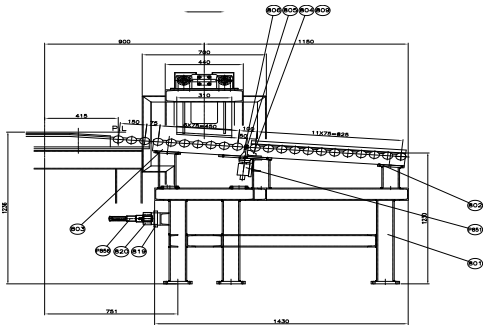


Fig. 6. Floor plan of the conveyor system unit.

5. 설비 주요사항

(가) PLC 제어부

컴퓨터 연산장치와 링크되어 있어서 Wheel의 이송, 클램핑, marking의 최종적인 제어를 하는 부분이다. 기계본체의 Limit, PS-SW 실린더에 부착된 오토센서, 위치 검출용 포토센서, OP P 무디의 모니터링에 의한 Signal과 제품품질상태 등을 Unit를 통한 컴퓨터와의 통신을 한다. 운

도와 습도, 충격에 민감한 반도체 소자가 들어 있으므로 사용환경에 주의를 요한다.

(나) O/P P무디

유압 Unit, power moller, servo motor 구동 및 정지 컴퓨터에 의한 Wheel의 측정 지령, feed의 전진 후진, 콜렛의 열림단힘, 측정 클램프의 상승과 하강, marking부 실린더의 상승과 하강 등의 명령을 수동과 자동으로 지시할 수 있고 각종 제어 장치의 이상유무를 표시램프로 확인한다.

(다) I/O Transmitter

Low point M/C의 제어를 위한 PLC와 기계 본체와의 입출력 신호를 생성하고 변환 송달시켜주는 부분으로 각종센서, 리미트 스위치, 압력스위치, 포토센서 유량개폐를 위한 솔레노이드밸브 등을 말한다.

(라) Low pointing M/C

PLC나 servo controller의 지령을 받아 실제적인 측정이나, 이송 회전등의 동작을 하는 부분으로 크게 기계부와 전기기기부로 구성되어 있다. 기계부는 유압 실린더, 피더, 클램프, marking frame 및 철재 구조물 등이고 전기기구는 서보모터, 컨트롤러 LVDT 센서 등으로 기계적 위치변위 전기신호로 변환시킨다.

(마) LVDT

차동변압방식 형식 직선범위 ±25mm

(바) Data set-up Unit

O/P P무디, PLC, LVDT Condisioner, Encorder에서 발생한 data를 컴퓨터에서 data값을 변경할수 있는 변환 장치

(사) Computer

Data set-up Unit에서 컴퓨터에서 수용할수 있게 화면에서 Data를 수정변경 seting 제어를 하는 부분으로 측정부에서 검출한 Wheel의 하모닉곡선 Data를 받아서 low position을 위한 회전각을 검출하고 편차각을 연산하여 회전에 필요한 데이터를 servo controller에 보여준다.

(아) Encoder

Wheel의 하모닉곡선을 얻고 서보 모터의 정밀한 회전을 제어하기 위해서는 얼마만큼 회전했는지에 대한 신호나 data값을 인식한다.

(자) Servo controller

컴퓨터에 의해 얼마만큼 회전해야 하는지의 지령을 받아서 PLC연산 및 서보모터 회전에 관한 파라메타 설정을 하는 부분이다.

(차) Servo driver

Servo controller에서 연산 완료된 data를 받아서 서보모터의 회전에 필요한 전압 및 전류의 analog값을 생성해서 Servo motor에 공급해준다.

(카) Servo motor

Servo driver로부터 출력되는 전압, 전류 주파수 값에 의해 기계적으로 회전동작을 한다. 구성부는 회전부와 엔코더부로 되어있다. 엔코더의 회전데이터는 서보 드라이버로 보내어진다.

불량품의 출하를 사전에 차단할 수 있었으며 기존의 경우 1개 제품 검사에 60초의 시간이 소요되던 것이 8초로 검사시간의 단축 및 작업자의 작업환경개선을 통한 생산량의 증대를 가져오게 되었다.

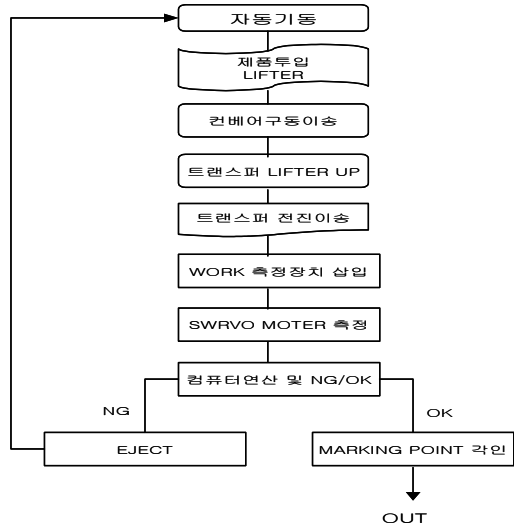


Fig. 7. Low point marking machine control system of process.

6. 결론

이번 연구는 중소기업의 기술경쟁력 확보와 품질향상을 위하여 low point marking machine control system의 개발로 Computer & Servo system의 개발 및 Wheel low point software의 개발을 최종목표로 진행되었으며 이번 연구개발을 통하여 기존에 이루어지지 않았던 Run-Out체크 및 Low-Point와 offset의 검사가능하였으며, 정반위에서 검사치구에 휠을 고정하고 모터를 이용하여 휠을 회전하면서 다이얼게이지를 이용한 Run-Out 체크함으로 1mm 이상의 흔들림이 발생시 고무망치로 타격을 통한 수정후 재검사를 실시하던 것을 Low-Point marking machine control system을 이용하여 차량 휠의 Run-Out값을 Computer & Servo system에 의해 측정하여 Low-Point 값을 연산하여 산출하고 IST 하모닉곡선에 의거 하여 요구 측정치만큼 Wheel을 회전시켜 Marking함으로 기존의 작업자에 의해 측정에서 발생하는

참 고 문 헌

- 1) Ko, K. J., Kim, M. S, Song, H. W., "The Finite Element Analysis on Automotive Wheels for Fracture Prediction of 13degree Impact Test", KSAE Annual Fall Conference, Vol 2, pp.710~716, (2004)
- 2) Disk wheel for automobiles(KS R 4055), KSA, (1996)
- 3) Kevin Sweeney and Ulrich Grunewald, 10 January The application of roll forming for automotive structural parts, *Journal of Materials Processing Technology*, 132, 1-3, 9, (2003)
- 4) S.Kalpakkjian, Manufacturing Process for Engineering Materials, Addison-Wesley, pp.151~155. (2001)

(접수:2010.09.28, 수정:2010.10.22, 게재확정:2010.11.24)