

벼 수확량 모니터링을 위한 충격판식 유량센서 개발

이상희, 김태형, 최용, 장성혁*
농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부

Development of Impact-Plate Type Flow Sensor for Rice Yield Monitoring

Sang-Hee Lee, Tae-Hyung Kim, Yong Choi, Sung-Hyuk Jang*
Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science, RDA

요약 정밀농업은 포장 내 변이를 파악하여 투입자원은 절감하면서도 생산성을 높이는 기술로 최근 중요성이 높아지고 있다. 그중에서도 수확량 정보는 변량처방 및 영농계획 수립을 위한 필수적인 정보로 중요성이 높다. 하지만, 벼 수확량 모니터링 기술은 국내에서 아직 실용화에 이르지 못하여 자탈형 콤바인에 맞는 수확량 모니터링 시스템 개발이 필요하다. 본 연구에는 자탈형 콤바인을 대상으로 수확 중 실시간으로 수확량을 측정할 수 있는 충격판식 유량센서를 개발하고자 수행되었다. 충격판과 로드셀로 구성된 충격판식 유량센서를 콤바인 곡물탱크 내부에 곡물이 투입되는 부분에 설치하였으며, 충격판의 가로길이, 세로길이, 두께 및 설치거리에 따른 수확량을 분석하였다. 또한, 측정된 유량센서 출력값의 노이즈 제거를 위한 필터 개발, 측도설정과 성능시험을 실시하였다. 시험결과 충격판의 가로길이, 세로길이, 두께, 설치거리가 100, 90, 1.5, 20 mm일 때 측정된 수확량 오차가 0.17 %로 정확도가 가장 높게 나타났다. 제작된 유량센서의 측도설정을 위해 곡물의 유량과 센서 출력값을 측정한 결과 결정계수(R^2)가 0.9979로 높은 상관관계를 보였으며, 개발된 유량센서를 이용하여 수확량을 측정한 결과 예측값의 오차는 3.4 %로 본 유량센서를 이용하여 수확 중 실시간으로 수확량 측정이 가능할 것으로 판단된다.

Abstract Precision agriculture reduces input materials but increases productivity and is increasing in importance. Yield is basic and necessary information used for variable fertilization and establishment of a farming plan. However, a rice yield monitoring system that is suitable for a head-feed combine in Korea has not been commercialized, so it is required to develop one. This study was conducted to develop an impact-plate flow sensor for yield monitoring. The impact-plate flow sensor is composed of an impact plate and loadcell and installed in a part where grains are put inside a grain tank. In this study, grain weight was measured according to design factors of the width, height, thickness, and distance of the impact plate. A noise-cancelling filter was designed, and a grain-weight prediction model was identified. When the width, height, thickness, and distance were 100, 90, 1.5, and 20 mm, respectively, the error of measured grain weight was 0.17%, which showed the highest accuracy. The grain-weight prediction model shows high correlation with a Coefficient of determination (R^2) of 0.9979. The error of the developed flow sensor was 3.4%, so that it is judged to predict grain weight with high accuracy.

Keywords : Yield Monitoring, Paddy Rice, Head-Feed Combine, Impact-Plate, Flow Sensor

본 논문은 농촌진흥청 농업과학기술 연구개발사업의 연구과제(과제번호 : PJ01619201)로 수행되었음.

*Corresponding Author : Sung-Hyuk Jang(RDA)

email: sung0216@korea.kr

Received July 15, 2022

Accepted September 2, 2022

Revised August 24, 2022

Published September 30, 2022

1. 서론

쌀은 우리나라 주식으로 2020년 재배면적은 615,279 ha로 우리나라 농경지 면적의 55%를 차지하고 있는 중요한 작물이다[1]. 하지만, FTA 등 시장개방이 확대되고 있는 상황에서 경쟁력 확보를 위해 생산비 절감이 필요하다[2]. 정밀농업(Precision Agriculture)은 포장 내 변이를 파악하여 투입자원은 최소화하면서 생산성을 높일 수 있는 기술로[3], 생산성 향상을 위한 대안이 될 수 있다. 또한, 인구감소 및 고령화가 심각한 국내 농촌에서 경험에 의존하던 재배기술을 데이터를 기반으로 체계화함으로써 재배 노하우 손실을 방지할 수 있다.

정밀농업 구현에 있어 포장 내 수확량 변이정보는 기초적이며 필수적인 정보로 정밀농업의 시작점이며, 다음 연도 포장관리 계획을 위한 기초정보를 제공할 수 있음에 의의가 있다[4]. 미국, 유럽 등에서는 보통형 콤바인에 적용된 수확량 측정시스템이 사용되고 있으나, 이는 버킷 엘리베이터 방식의 콤바인에 적합한 구조로 나선구조인 국내 콤바인에 적용이 어렵다.

우리나라와 같이 쌀을 주식으로하는 일본의 경우 자탈형 콤바인에 적용된 벼 수확량 측정 시스템에 대한 연구가 진행되어 실용화되어 있다[5-8]. Chosa 등(2004)과 Makino 등(2001)은 자탈형 콤바인의 곡물탱크 내부 및 외부 하단에 로드셀을 설치하여 곡물탱크에 유입되는 양을 측정하여 수확량을 측정하고자 하였다[9,10]. 이러한 총량측정 방식은 포장 내 미세한 수확량 변이파악이 어려워 한계가 있다. 따라서, Lee 등(2002)은 곡물탱크로 유입되는 곡물에 양을 직접 측정하기 위해 스트레인게이지를 곡물탱크 곡물 유입부에 부착하여 곡물의 수확량을 측정할 수 있는 유량센서에 대한 연구를 수행하였다[11]. Choi(2016)는 optical array, ultrasonic, microwave 및 laser 등 다양한 센서를 활용하여 이송오거에서 이송되는 곡물유량을 측정하고자 하였으나[12], 실용화에 이르지 못하였다.

본 연구는 곡물탱크로 유입되는 곡물의 충격량을 이용해 수확량을 측정하는 충격판식 유량센서 개발을 위한 연구로 충격판 설계에 영향을 미치는 여러 설계요인을 구명하고, 유량센서를 개발하여 성능을 분석하였다.

2. 충격판식 유량센서 설계 및 제작

2.1 충격판식 유량센서 개요

본 연구에서는 자탈형 콤바인에서 실시간 수확량을 측정하기 위해 충격판식 유량센서를 이용하였다. 충격판식 유량센서는 Fig. 1과 같이 곡물탱크 내부에 설치되어 예취, 탈곡 및 선별을 거친 곡물이 가로이송오거와 세로이송오거를 거쳐 곡물탱크로 투입될 때 충격판에 충돌하는 힘을 측정하여 수확량을 추정하는 시스템이다.

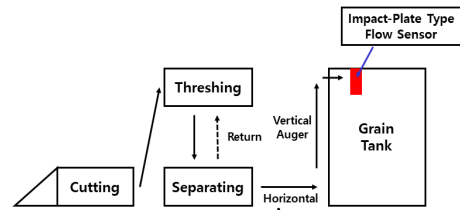


Fig. 1. Outline of flow sensor of rice yield monitoring system for combine harvester

충격판식 유량센서는 Fig. 2와 같이 콤바인의 곡물탱크 내부에 설치되며, 곡물이 충돌하는 충격판과 충격판에 충돌하는 충격력을 측정하기 위한 로드셀로 구성된다.

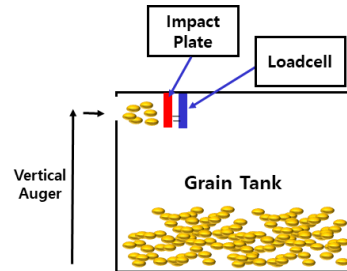


Fig. 2. Concept of impact-plate type flow sensor

2.2 충격판식 유량센서

2.2.1 유량센서 제작

본 연구에서는 Fig. 3과 같이 곡물탱크 내부 수직이송오거의 확산판 전면에 충격판이 위치하도록 유량센서를 설치하였다. 유량센서는 곡물탱크 내부 측면에 부착되도록 하였으며, 진동을 줄이고자 곡물탱크 상부에도 고정되도록 하여 탱크 측면과 천장에 2축으로 고정하였다.

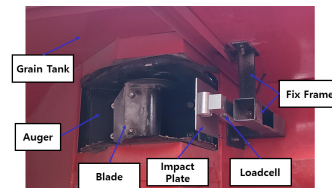


Fig. 3. View of installed impact-plate type flow sensor

2.2.2 로드셀

본 시험에 사용된 로드셀은 6조 콤파인의 유량을 고려하여 용량이 10kg인 PC22(Flintec, UK) 모델로 선정하였으며, 상세제원은 Table 1과 같다.

Table 1. Specifications of loadcell used in flow sensor

Item	Specifications
Model Number	PC22
Company/Nation	Flintec/UK
Maximum Capacity (kg)	10
Combined Error (%)	± 0.02
Rated Output (mV/V)	$2 \pm 1\%$

2.3 유량센서 설계요인 구명

2.3.1 시험요인

충격판식 유량센서의 충격판 설계를 위한 변수로는 충격판의 가로길이, 세로길이, 두께 및 충격판의 설치위치를 선정하였으며 각 설계변수의 요인은 Table 2와 같다. 충격판의 가로, 세로길이는 세로이송오거와 곡물탱크 결합 부위의 크기에 맞게 가로길이 110 mm, 세로길이 90 mm 이내로 요인을 선정하였으며, 두께는 곡물이 부딪히며 발생하는 충격에 의해 충격판의 소성변형이 발생하지 않도록 1.5 mm 이상으로 선정하였다.

Table 2. Design factors of impact-plate type flow sensor

Factor	Dimension(mm)
Width	100, 110
Height	80, 90
Thickness	1.5, 2
Distance	20, 10

설치위치는 Fig. 4와 같이 세로이송오거와 곡물탱크가 결합되는 위치의 곡물탱크 벽면으로부터 거리로 정의하였다.

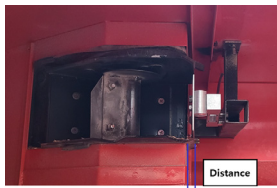


Fig. 4. Definition of distance of impact plate

충격판의 가로, 세로길이 및 두께는 Table 2의 치수대로 총 8개를 Fig. 5와 같이 설계하여 제작하였다.

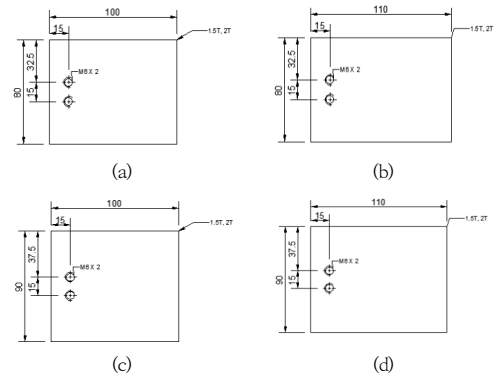


Fig. 5. 2D modeling of impact plate used in experiment
(a) 100×80(width×height, mm) (b) 110×80 (c) 100×90 (d) 110×90

2.3.2 시험방법

본 연구에서는 실내 요인시험을 위하여 Fig. 6과 같이 6조 콤파인 DXM120(Daedong, Korea) 모델의 곡물탱크, 가로이송오거 및 세로이송오거를 이용하여 시험장치를 구성하였다. 시험장치는 가로이송오거 상부에 곡물 투입호퍼를 설치하여 연속적으로 곡물을 투입할 수 있도록 구성하였다.

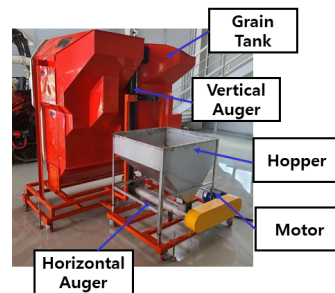


Fig. 6. Combine simulator used in experiment

시험은 시험장치의 곡물투입 호퍼에 40 kg의 벼를 채운 뒤 일정하게 연속적으로 곡물을 투입하였으며, 측정 프로그램은 로드셀 제조회사의 FDC1 version 2.10.0.0(Flintec, UK)을 사용하였다. 이송오거는 콤파인 작업 시 회전속도와 동일하게 890 rpm으로 구동하였다. 각 처리 당 3반복으로 측정을 하였으며, 측정된 데이터는 Eq. (1)과 같이 샘플링 간격에 따라 실시간으로 측정된 수확량을 적산하여 총 수확량을 계산하였다.

$$W_e = \sum_{r=1}^n (W_r) \quad (1)$$

Where, W_e denotes estimated measured grain weight(kg) and W_r denotes realtime measured grain weight(kg).

계산된 총 수확량은 Eq. (2)와 같이 투입곡물량과 측정량과 투입량의 차이의 비율로 오차를 계산하였다.

$$Error(\%) = \left| \frac{W_e - W_i}{W_i} \right| \times 100 \quad (2)$$

Where, W_e denotes estimated measured grain weight(kg) and W_i denotes input grain weight(kg).

처리구간의 유의차는 통계분석 소프트웨어인 SAS9.4를 이용하여 유의수준 5%에서 ANOVA 분석을 실시하였으며, 사후검정은 최소유의차검정(LSD)을 실시하였다.

2.3.3 시험결과

충격판 두께가 1.5 mm, 설치거리가 20 mm일 때 측정된 곡물의 수확량은 Fig. 7(a)와 같이 39.3~58.5 kg으로 나타났으며 충격판의 가로 길이가 100 mm일 때 39.3~39.9 kg으로 오차가 0.17~1.78 %로 나타났다. 분산분석 결과 충격판의 세로 길이는 측정된 수확량에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으며($p=0.1539$), 가로 길이에 따른 수확량은 통계적으로 차이가 있는 것으로 나타났다($p<0.001$).

충격판 두께가 2 mm, 설치거리가 20 mm일 때는 충격판의 가로, 세로 길이 모두 영향을 미치는 것으로 분석되었으며($p<0.0001$, $p=0.0019$), Fig. 7(b)와 같이 두께가 1.5 mm일 때와 마찬가지로 가로길이 100 mm에서 수확량이 38.3~41.9 kg, 오차가 4.3~4.72 %로 정확도가 높게 나타났다.

설치 거리가 10 mm일 때 측정된 수확량과 오차는 Fig. 7(c), (d)와 같다. 가로, 세로길이 모두 수확량에 영향을 미치는 것으로 분석되었으나($p<0.0001$), 설치위치가 확산 블레이드와 가까워짐에 따라 두께가 1.5 mm, 2 mm일 때 모두 수확량이 설치거리 20 mm에서 보다 높게 나타났으며, 오차는 7.9~35.3 %로 높게 나타났다.

따라서, 시험결과 충격판의 세로길이 보다는 가로길이 가 측정된 수확량에 영향이 큰 것으로 나타났으며, 가로 길이 100 mm에서 정확한 수확량 측정이 가능하였다.

세로길이 90 mm일 때는 80 mm에서 보다 수확량이 높게 측정되었으나, 정확도는 더욱 높은 것으로 나타나 충격판의 가로길이 100 mm, 세로길이 90 mm, 두께 1.5 mm, 설치거리 20 mm가 가장 적합한 충격판의 제원으로 판단된다.

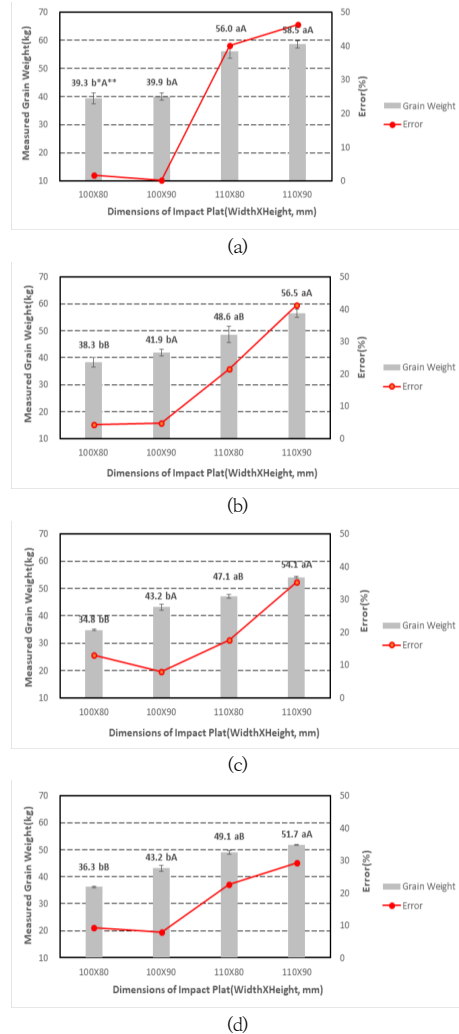


Fig. 7. Measured grain weight and error of impact-plate sensor according to width and height of impact plate. *Among 2 different width of plate, means with same small letters were not significantly different at $p<0.05$ by the Least Significant Difference(LSD). **Among 2 different height of plate, means with same capital letters were not significantly different at $p<0.05$ by the Least Significant Difference(LSD). (a) thickness of 1.5 mm and distance of 20 mm (b) 2 mm and 20 mm (c) 1.5 mm and 10 mm (d) 2 mm and 10 mm

3. 유량센서 출력 신호처리

3.1 신호처리 개요

이 시스템의 신호처리 개략도는 Fig. 8과 같다. 유량 센서 로드셀 출력값은 콤바인의 진동에 의한 노이즈 제거를 위해 필터를 통과한 후 예측 모델을 통해 유량으로 환산된다. 이 측정된 유량 값은 콤바인 수직이송오거의 회전수 주기에 맞춰 실시간 수확량 값으로 환산되며, 이를 적산하여 총 수확량을 측정하도록 하였다.

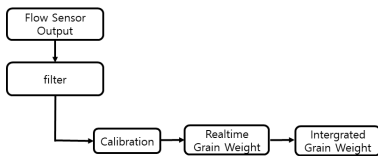


Fig. 8. Schematic diagram of signal processing

3.2 노이즈 제거 필터

유량센서 노이즈 제거를 위한 필터 개발을 위해 콤바인에 설치된 유량센서의 충격판 후면에 Fig. 9와 같이 진동센서(S4-E200D40, ENDAQ, USA)를 부착하여 곡물이 투입되지 않을 때와 곡물이 투입될 때 진동을 측정하였다.

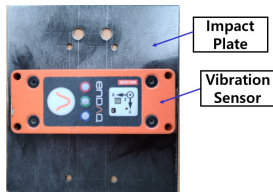
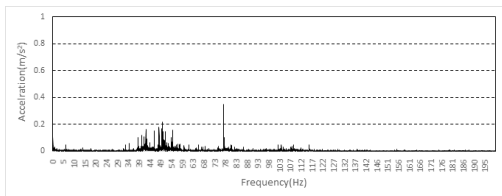
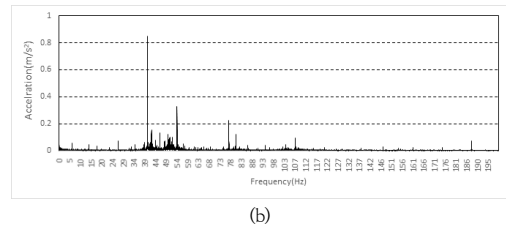


Fig. 9. Vibration sensor attached to impact plate

측정된 데이터의 FFT(Fast Fourier Transform) 분석 결과는 Fig. 10과 같다. 분석 결과 곡물 투입 여부에 따라 40 Hz 부근 영역에서 피크가 발생하는 것을 확인할 수 있다.



(a)



(b)

Fig. 10. Results of FFT analysis of vibration of flow sensor (a) non grain input (b) grain input

따라서, 콤바인의 고유 진동에 의한 노이즈 제거 필터는 40 Hz 부근의 수확량 정보를 획득하기 위하여 저지역이 50 Hz인 Lowpass Filter를 이용하였으며, 필터 전후 실시간 수확량 측정 결과는 Fig. 11과 같다.

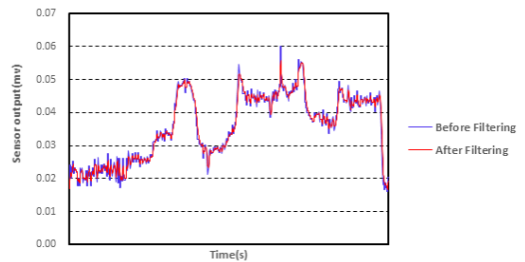


Fig. 11. Flow sensor output according to lowpass filter

3.3 유량센서 측도설정

3.3.1 시험방법

충격판식 유량센서의 측도 설정을 위해 콤바인(DX120, Daedong, Korea)에 곡물을 0.5~2.5 kg/s까지 0.5 kg/s 간격으로 투입하였다. 곡물을 일정한 유량으로 콤바인에 투입하기 위하여 Fig. 12와 같은 곡물 투입장치를 이용하였으며, 곡물 투입장치를 통해 곡물은 콤바인의 가로이송오거에 투입되도록 하였다.

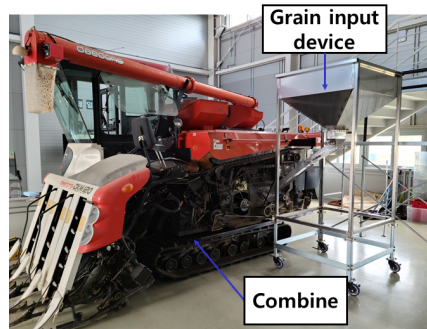


Fig. 12. View of experiment

곡물의 유량은 호퍼의 열림양에 따라 조절하였다. 각 설정 유량별로 곡물을 1분간 투입하였으며 3반복 측정하였다. 각 반복별 중간 30 s 동안의 센서 출력값을 평균하여 곡물 유량에 해당하는 센서 출력값을 계산하였다.

3.3.2 시험결과

시험결과는 Fig. 13과 같으며, 곡물의 유량이 순차적으로 증가함에 따라 유량센서의 출력값이 증가함을 나타내고 있다. 곡물 유량에 따른 센서 출력값을 회귀분석한 결과 예측 모델은 Eq. (3)과 같으며, 결정계수(R^2)가 0.9979로 높은 직선적인 관계를 나타내 얻어진 예측 모델을 통해 유량을 추정할 수 있을 것으로 판단되었다.

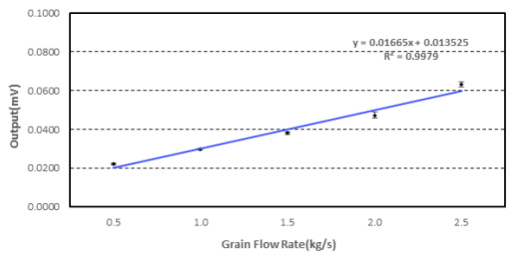


Fig. 13. Relationship between flow sensor output and grain flowrate

$$S_o = 0.01665 \times G_f + 0.013525 \quad (3)$$

Where, S_o denotes Sensor Output(mV) and G_f denotes grain flowrate(kg/s).

4. 유량센서 성능분석

4.1 시험방법

개발된 유량센서의 정확도를 분석하기 위하여 Fig. 12의 곡물 투입장치를 통해 콤바인에 곡물을 투입하며 수확량을 측정하였다. 곡물의 유량은 1~2.5 kg/s 범위 내에서 계속적으로 임의로 변경하며 곡물을 투입하였으며, 콤바인의 곡물탱크가 가득 채워질 때까지 총 800 kg의 곡물을 투입하였다.

콤바인의 작동 상태는 엔진 rpm을 2,000으로 작동하였으며, 실제 작업 시와 마찬가지로 예취부와 탈곡부를 구동하며 수확량을 측정하였다.

4.2 시험결과

수확량을 측정한 결과는 Fig. 14와 같이 곡물이 계속적으로 투입됨에 따라 수확량 또한 증가하는 것을 볼 수 있다. 800 kg의 곡물을 투입하였을 때 측정된 수확량은 773 kg으로 3.4 %의 오차를 보여 개발된 자탈형 콤바인용 벼 수확량 측정 유량센서를 사용한다면 수확과 동시에 수확된 벼의 무게를 실시간으로 측정할 수 있을 것으로 판단되었다.

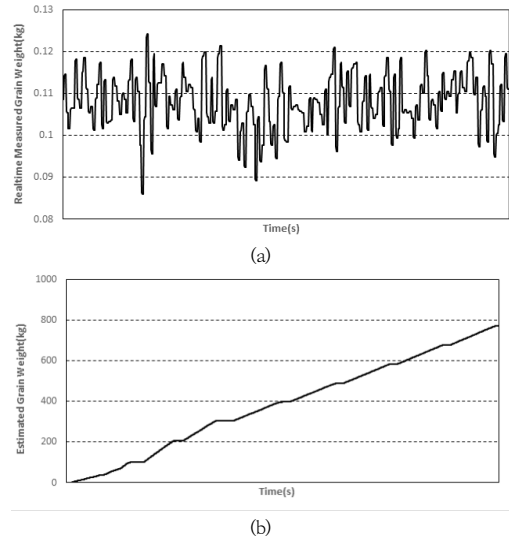


Fig. 14. Measured grain weight measured by flow sensor (a) realtime (b) estimated

5. 결론

본 연구에서는 실시간 벼 수확량 측정을 위한 유량센서를 개발하였다. 충격판식 유량센서 개발을 위해 자탈형 콤바인 DX120(Daedong, Korea) 모델을 대상으로 충격판의 가로길이, 세로길이, 충격판 두께 및 설치위치에 따른 수확량을 분석하였으며, 유량센서의 노이즈 제거를 위한 필터 개발, 측도설정과 성능시험을 실시한 결과는 다음과 같다.

- 1) 충격판의 가로길이 100 mm, 세로길이 90 mm, 충격판의 두께 1.5 mm, 설치거리 20 mm의 조건에서 측정된 수확량은 39.9 kg, 오차가 0.17 %로 가장 낮게 나타나 본 시험에 사용된 콤바인 모델에 가장 적합한 충격판 설계요인으로 판단된다.
- 2) 자탈형 콤바인 DX120(Daedong, Korea) 모델에 충격판식 유량센서를 설치하여 곡물 투입 시와 미

투입 시 진동을 측정된 결과 곡물 투입 시 주파수 40 Hz 영역에서 피크가 발생하였으며, 노이즈 제거를 위해 저지역이 50 Hz인 Lowpass filter를 이용하였다.

- 3) 충격판식 유량센서 측도설정을 위해 곡물 유량에 따른 센서 출력을 측정된 결과 곡물 유량과 센서 출력값은 결정계수가 0.9979로 높은 직선적 관계를 나타내었다. 따라서, 센서 출력값에 따라 곡물의 유량을 측정할 수 있을 것으로 판단되었다.
- 4) 개발된 유량센서를 이용하여 콤바인에 투입되는 벼의 수확량을 측정된 결과 800 kg의 벼를 투입하였을 때 측정된 수확량은 773 kg으로 약 3.4 %의 오차를 보여 본 유량센서를 이용하여 실시간으로 벼의 무게를 측정할 수 있을 것으로 판단된다.
- 5) 본 연구는 실내의 제한된 조건에서 수행된 결과로 실제 벼 재배 포장에서 수확 중 측정된 수확량의 정확도를 분석할 필요가 있다. 또한, 유량센서를 단독으로 운용할 경우 수확하는 벼의 품종, 수확 시 함수율 및 콤바인 탈곡부하에 따른 수직이송오거의 회전수 변화에 따라 유량센서의 측정값의 오차가 커질 수 있다. 앞서 서술한 바와 같이 Chosa 등(2004)과 Makino 등(2001)은 자탈형 콤바인의 곡물탱크 하단에 로드셀을 설치하여 곡물탱크의 총 중량을 측정하는 연구를 수행하였다. 하지만, 이 방식의 경우 포장내 수확량의 미세한 변이를 파악하기 어려웠기 때문에 유량센서와 곡물탱크의 총 중량을 측정하는 총량센서를 동시에 운용할 경우 총량센서를 통해 유량센서의 오차를 현장에서 보정할 수 있을 것으로 판단되며, 이에 대한 추가 연구가 필요하다고 판단된다.

References

- [1] KOSIS, "Agricultural land area", Korea Statistical Information Service, 2022.
Available From: <https://kosis.kr/>
- [2] I. S. Choi, *Design of the seed metering device for seeder of foxtail millet & sorghum*. Master's thesis, Chungnam National University, 2014.
- [3] R. Bongiovanni, J. Lowenberg-DeBoer. "Precision Agriculture and Sustainability", *Precision Agriculture*, Vol 5, pp.359-387, Aug. 2004.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/B:PRAG.0000040806.39604.a>
- [4] C. K. Lee, Y. Choi, H. J. Jun, H. J. Kim, S. B. Lee, C.

S. Ryu, "Development of a Rice Weighing System for Head-Feed Combine", *Journal of Biosystems Engineering*, Vol. 32, Issue 5, pp.332-338, Oct. 2007.
DOI: <https://doi.org/10.5307/JBE.2007.32.5.332>

- [5] BRAIN. Investigation reporter for precision agricultural mechanization technology in USA, 2000.
- [6] T. Chosa. K. Kobayashi, M. Daikoku. "Investigation of the deviation of the yield in a direct sowing paddy field", *Japanese Journal of Farm works research*, Vol. 33, Extra Issue 1, pp.27-28, 1998.
- [7] K. Kobayashi, Y. Kanetani, Y. Ogura, Y. Sasaki, K. Tasaka, "Prototype yeild monitoring comnines(head-feed type)", *Japanese Journal of Farm works research*, Vol. 33, Extra Issue 1, pp.29-30, 1998.
- [8] P. Reyns, B. Missotten H. Ramon, J. De Baerdemaeker, "A review of combine sensors for precision farming", *Precision Agriculture*, Vol. 3, pp.169-182, June 1998.
DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1013823603735>
- [9] T. Chosa, Y. Shibata, M. Omine, K. Toriyama, K. Araki, "A study on yield monitoring system for head-feed combine(part 3) Systemmization of data acquisition, analysis and mapping", *Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery*, Vol. 66, Issue 2, pp137-144, 2004.
DOI: https://doi.org/10.11357/isam1937.66.2_137
- [10] E. Makino, T. Sugiyama, T. Ichikawa, I. Kitagishi, M. Kawanaka, K. Hamada, H. Kato, "Development of the yield information monitoring unit", *Proceedings of 60th annual meeting of JSAM*, pp391-392, 2001.
- [11] C. K. Lee, I. G. Jung, J. H. Seung, S. C. Kim, W. P. Park, S. J. Hwang, "The basic study for grain flow sensor development of head-feeding combine(part1)", *Proceedings of Korean Society for Agricultural Machinery*, pp67-72, 2002.
- [12] M. C. Choi. *Development of a Grain Yield Monitoring System for 55kW Full-Feed Type Multi-Purpose Combine*. Master's thesis, Chungnam National University, 2016.

이 상 희(Sang-Hee Lee)

[준회원]



- 2018년 2월 : 전북대학교 대학원 농업기계공학과 (공학석사)
- 2015년 10월 ~ 현재 : 국립농업과학원 농업연구사

〈관심분야〉

농업기계, 정밀농업

김 태 형(Tae-Hyung Kim)

[준회원]



- 2019년 2월 : 전북대학교 대학원 농업기계학과 (공학석사)
- 2019년 5월 ~ 현재 : 국립농업과학원 석사후연구원

〈관심분야〉

농업기계, 정밀농업

최 용(Yong Choi)

[정회원]



- 2001년 8월 : 전남대학교 대학원 농공학과 (공학석사)
- 2006년 2월 : 전남대학교 대학원 농공학과 (공학박사)
- 2007년 7월 ~ 현재 : 국립농업과학원 농업연구관

〈관심분야〉

농업기계, 자동제어

장 성 혁(Sung-Hyuk Jang)

[정회원]



- 2018년 2월 : 전북대학교 대학원 농업기계공학과 (공학석사)
- 2021년 9월 ~ 현재 : 국립농업과학원 석사후연구원

〈관심분야〉

농업기계, 정밀농업