

압전사기를 리용한 와류류량계의 신호대 잡음비개선방법

전봉필, 원주연

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《현시기 기계공업부문앞에 나서는 가장 중요한 과업의 하나는 제품의 질을 결정적으로 높이는것입니다.》(《김일성전집》 제63권 505페이지)

압전사기를 수감요소로 리용한 와류류량계는 관로의 진동잡음, 주위환경잡음 등 각종 잡음의 영향을 받는다.[1, 2]

우리는 양수기와 류체의 흐름에 의한 관의 진동가속도가 $1.5 \times g$ 이상이며 주위소음준위가 90dB이상으로 높을 때 와류류량계의 잡음제거능력에 대하여 고찰하였다.

1. 이론적고찰

액체가 흐르는 관에 압전형와류류량수감부를 설치하면 수감부는 삼각주형와류발생체의 뒤부분에서 발생하는 와류신호와 함께 각방향으로 들어오는 잡음의 영향을 받는다. 이러한 잡음속에서 류속에 비례하는 와류신호만을 검출하기 위하여 압전사기의 전극을 2개로 분할하고 극성이 서로 반대되게 분극한 후 수감부에 설치한다.(그림 1) 이렇게 하면 류체흐름, 관의 진동, 주위소음에 의한 잡음은 두 전극의 극성이 반대이므로 서로 상쇄되어 없어지고 검출하려는 와류신호는 극성이 같으므로 2배 증폭되어 나타난다.

그러나 실지 수감부제작에서는 압전사기의 전극을 똑같이 분할하기 어렵고 류체흐름방향과 완전히 일치하게 수감부를 설치하기 어려우므로 잡음신호를 완전히 제거하기 어렵다. 따라서 2개의 압전사기를 와류발생체의 윗부분에 합리적으로 설치하여 이 잡음을 없앤다.

2개의 압전사기에서 발생하는 전하량을 각각 q_1, q_2 로 표시하고 와류흐름에 의하여 발생하는 신호를 S_1, S_2 그리고 잡음신호를 N_1, N_2 , 각주파수를 ω 로 하면 두 압전사기의 전하량은 다음과 같다.

$$q_1 = S_1(\omega) \sin \omega t + N_1(\omega) \sin \omega t \quad (1)$$

$$q_2 = S_2(\omega) \sin \omega t + N_2(\omega) \sin \omega t \quad (2)$$

식 (2)에 결수 λ 를 곱하고 식 (1)에서 식 (2)를 뺄면 다음과 같다.

$$q_1 - \lambda q_2 = S_1(\omega) \sin \omega t - \lambda S_2(\omega) \sin \omega t + N_1(\omega) \sin \omega t - \lambda N_2(\omega) \sin \omega t \quad (3)$$

$$q_1 - \lambda q_2 = S_1(\omega) \left[1 - \lambda \frac{S_2(\omega)}{S_1(\omega)} \right] \sin \omega t + N_1(\omega) \left[1 - \lambda \frac{N_2(\omega)}{N_1(\omega)} \right] \sin \omega t \quad (4)$$

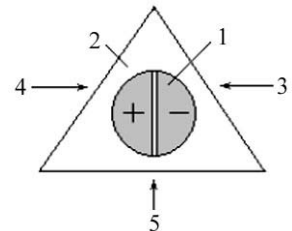


그림 1. 압전사기설치구성도

1-압전사기, 2-와류발생체,
3, 4-와류흐름방향, 5-류체흐름방향

이제 $1 - \lambda \frac{N_2(\omega)}{N_1(\omega)} = 0$ 이 성립되도록 결수 λ 를 설정하면 식 (4)는 다음과 같다.

$$q_1 - \lambda q_2 = [S_1(\omega) - \lambda S_2(\omega)] \sin \omega t \quad (5)$$

따라서 $N_1 = \lambda N_2$ 가 만족되도록 결수 λ 를 결정하면 잡음성분을 제거하고 신호대 잡음비를 높일수 있다.

2. 실험 및 결과분석

류량측정 및 잡음제거를 위한 실험은 지열설비의 직경이 160mm인 순환수관로에서 진행하였다.

지열설비의 순환수를 보장하기 위한 양수기들은 설비로부터 10m안에 병렬로 설치되어 있으므로 양수기들이 동작할 때 순환수관로는 그 영향을 받아 세게 진동한다.

관의 진동은 진동가속도수감부 《B&K81636》와 측정증폭기 《B&K2636》을 리용하여 측정하였다.

관이 진동할 때 측정한 진동잡음분포도는 그림 2와 같다.

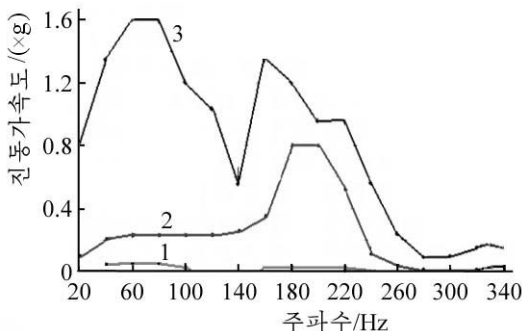


그림 2. 진동잡음분포도

1-양수기정지, 2-양수기 1대 동작,
3-양수기 2대 동작

그림 2에서 보는바와 같이 양수기 2대가 동작할 때 관의 진동세기는 40~100Hz의 주파수 대역에서 크게 나타나며 이 대역은 와류신호의 주파수대역과 일치한다는것을 알수 있다.

순환수관로에 병렬로 연결된 8대의 양수기들과 6대의 지열설비들에서 발생하는 주위음성 잡음은 준위가 90dB이상이고 주파수는 1kHz이상으로 높다. 따라서 이러한 진동잡음을 제거하지 못하면 측정정확도에 영향을 주거나 때로는 측정 그자체가 불가능하다.

실험에 리용한 측정회로구성도는 그림 3과 같다.

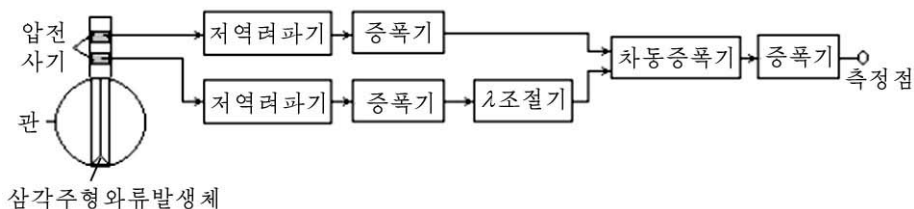


그림 3. 측정회로구성도

그림 3에서 보는바와 같이 2개의 압전사기는 삼각주형와류발생체우에 설치하였으며 그 것들사이의 간격은 유한요소법을 리용한 모의설계에 기초하여 8mm로 하였다.

류량수감부는 그림 1에서와 같이 설치하여 수감부자체에서 잡음을 제거하고 와류힘방향으로 들어오는 잡음과 수감부설치오차로 인하여 완전히 제거하지 못한 잡음은 λ 값을 0.6~1.3사이에서 조절하고 차동증폭하는 방법으로 제거하도록 하였다.

음성잡음은 차단주파수가 80Hz인 려파기로 제거하였다.

관로로 흐르는 물의 흐름속도는 1~2.7m/s로 변화시키면서 류량을 측정하였다.

실험결과 물이 흐르지 않을 때 측정회로의 측정점에서 측정한 관의 진동잡음과 주위 소음의 준위는 0.3V이하로 낮으며 물이 흐를 때 와류에 의하여 발생하는 신호준위는 4.5V이상으로 대단히 높다. 따라서 신호대 잡음비는 약 23dB로서 각종 잡음의 영향을 받지 않고 신호를 정확히 측정할수 있다.

맺 는 말

관의 진동가속도가 $1.5 \times g$ 이상이고 주위소음의 준위가 90dB이상일 때 반대칭분극한 압전사기 2개를 와류류량수감부에 합리적으로 설치하고 결수 λ 를 조절하여 신호대 잡음비를 23dB이상으로 높였다.

참 고 문 헌

- [1] 李雯 等; 工业计量, 17, 1, 27, 2008.
- [2] 翟智民; 计量与测试技术, 35, 10, 58, 2008.

주체103(2014)년 2월 5일 원고접수

A Method for Improving SNR in Vortex Flowmeter using Piezoelectric Ceramics

Jon Pong Phil, Won Ju Yon

When the vibration acceleration of water pipe is $1.5 \times g$ and surrounding acoustic noise-level is 90dB, we achieved through an adjusted distance between two piezoelectric sensors and coefficient λ , so that we improved the SNR and measurement accuracy of the vortex flow-meter.

Key words: piezoelectric ceramics, vortex flow-meter