
천연가스 저장용기의 압력증가에 따른 초음파에너지 영향력 분석

김 권 세¹⁾ · 서 원 준²⁾ · 팜 반 티엠²⁾ · 한 재 영³⁾ · 임 석 연^{*2)}

미시시피 주립대학교 기계공학과¹⁾ · 동명대학교 자동차공학과²⁾ · 영산대학교 자동차공학부³⁾

Effect Analysis of Ultrasonic Energy as Pressure Increases in Natural Gas Storage

Kwonse Kim¹⁾ · Wonjun Seo²⁾ · Pham Van Thiem²⁾ · Seokyeon Im^{*2)} · Jaeyoung Han³⁾

Mississippi State University¹⁾, Tongmyong University^{*2)}, Youngsan University³⁾

Key words : Natural gas(천연가스), Gas storage(가스 저장소), Ultrasonic sensor(초음파센서), Gas density(가스밀도), Longitudinal wave energy(종파에너지)

* Corresponding Author, E-mail: imsy@tu.ac.kr

다양한 매질을 측정할 수 있는 초음파 센서는 가스 공간을 측정 할 때 센서 구조를 세부적으로 배열하고 매질과 매질사이에 적절한 매칭레이어 재료를 사용하는 것이 상당히 중요한 요소로 작용하기 때문에, 본 연구에서는 천연가스 차량에 사용되는 일정한 체적 챔버에서 초음파 에너지를 기반으로 메탄가스 밀도를 측정 할 수 있는 실험 장치를 구성하여 천연가스 저장소 내부에서 초음파의 전파 과정과 포락선에 대해 분석하였다. 초음파 센서의 기본 정합 층은 아세트산, 합성수지, 알코올, 인조 나무, 아세톤 및 탄화를 포함한 화학 목재와 혼합 된 에폭시를 사용하고, 전기 진동에서 음향 음파로의 전송 강도를 증폭할 수 있도록 EVA 재료를 사용하였다. 또한, 초음파 센서 내부에 PZT와 매칭층을 구성하여 천연가스 공간 내에서 지향성, 빔 각도, 최대 거리, 링킹 범위 및 감도와 같은 초음파 성능을 분석하고, 챔버 내부 압력은 1, 2 및 3 bar, 온도는 296 K를 유지하도록 설정되었다.

실험 결과, 수신 센서에 의해 측정 된 천연가스밀도는 챔버 길이 0.2m에서 최대 피크 전압을 나타내고, 이 때 EVA 초음파 센서의 전압 높이는 1.55V, CW 센서는 1.33V를 나타내었다. 저장소 길이가 0.2m에서 2.0m로 증가함에 따라, 평균 EVA 센서의 전압은 1.06V, CW 센서는 0.80V의 수신전압이 확인되었다. 즉, 천연가스 저장소 내부에서 EVA 센서는 CW 센서감도 보다 10% 더 높다는 결과를 확인할 수 있다.

실험을 통하여, EVA 초음파 센서는 CW 초음파 센서와 비교하여, 초음파 에너지가 크게 향상되었고, EVA 재료로 설계된 초음파 센서는 천연가스 저장소 내부에서 압력이 증가하고 거리가 변함에 따라 가스 밀도를 보다 쉽게 계측할 수 있다는 점을 알 수 있다.

Acknowledgement

This research was supported by the Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (NRF-2017R1D1A1B03031156) and by the BB21+ Project in 2018.