

두 개의 Fabry-Perot 광섬유 센서 배열을 이용한 횡방향 음압 감지 특성 연구

이 종 길 *

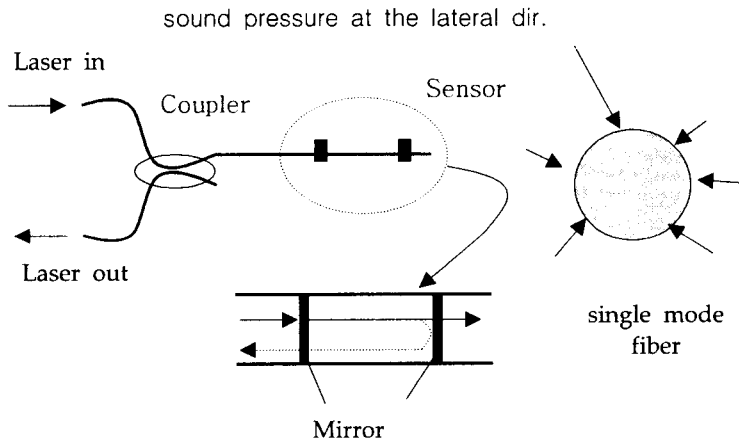
<국문초록>

본 연구에서는 구조물이 횡방향으로 음압을 받을 경우 이를 감지하기 위하여 Fabry-Perot형 광섬유 배열 센서를 제작하고 실험하였다. 이는 한 개의 광원으로 두 개의 센서가 병렬로 연결되고 센서의 출력신호를 보기 위한 별도의 신호처리가 필요 없는 구조이다. 횡방향 음압을 임의의 음원 주파수인 100Hz, 200Hz 및 655Hz의 주파수를 무지향성 스피커에 인가하였으며 60cm×60cm×60cm의 격자 구조물에 부착된 두 개의 배열 센서가 잡은 신호를 분석하였다. 시간 영역에서 두 개의 센서 신호는 진폭에 약간의 차이는 있으나 음원 주파수를 잘 감지함을 확인 하였다. 센서가 실제로 양단이 지지된 구조의 배열 센서를 모델링하고 그 해를 실험결과와 비교하였다. 2kHz의 음원을 배열 센서에 인가하였더니 이론 해석과 비교적 잘 일치하는 측정 결과를 얻었다.

주요어 : 광섬유 센서, 배열센서, 패브리-페롯 간섭계, 횡방향 음압,
주파수 스펙트럼

I. 서론

구조물의 음향이나 진동을 측정하는데 많이 쓰이는 광섬유 센서는 주로 간섭계를 이용하여 이러한 광섬유 간섭계의 형태는 주로 Fabry-Perot, Mach-Zehnder, Sagnac, Speckle 등이 있으나 센서 부를 소형화 할 수 있는 Fabry-Perot 간섭계가 널리 쓰이고 있다¹. Fabry-Perot 간섭계의 원리는 Fig. 1에서와 같이 Pi로 입사되는 광은 첫 번째 반사거울에서 반사되는 광과 첫 번째 반사거울을 통과하여 두 번째 거울에서 반사되는 광 PR 사이의 경로차가 발생하고 광의 간섭현상이 발생하게 된다. 이것은 광간섭 무늬의 가시도(visibility)를 높이는데 중요한 변수가 된다. Fig. 1에서와 같이 종방향(longitudinal direction)은 광이 지나가는 방향과 동일한 방향이며 횡방향(lateral direction)은 광의 진행 방향에 수직인 방향으로 정의한다. 기존의 음향센서로서의 Fabry-Perot 센서에 관한 연구^{2,4}는 주로 압력센서로 개발되고 있으며 광섬유의 길이방향 즉 종방향(longitudinal direction)으로 압력이 가해지는 경우에 음향을 감지하는 구조이다.



[Fig. 1] Fabry-Perot interferometer with two mirrors

이와 같이 Fabry-Perot 간섭계를 이용하여 종방향으로 입력되는 구조물의 음향 및 진동을 측정할 몇 가지 사례를 보면 Park² 등은 Fabry-Perot 압력센서를 제작하여 두께가 $0.6\mu\text{m}$ 인 Si 박막에 접착하여 여러 가지 압력으로 감지특성을 실험하였다. Naono³ 등은 Fabry-Perot 간섭계를 이용하여 두 반사막 사이의 길이가 0.075mm 이고 끝단에 다이어프램(diaphragm)이 설치된 구조의 광섬유 마이크로폰을 제작하여 실험하였다. Matsumoto⁴ 등도 Naono³ 등의 결과와 유사한 연구를 하였다.

그러나 Lee⁵ 등은 횡방향으로 입사하는 음압을 측정하기 위하여 Fig. 1과 같은 Fabry-Perot 간섭계를 구성하고 외부 음원을 1kHz와 2kHz 등의 신호를 주어 센서 헤드부가 음원을 잘 감지하는지를 실험으로 확인하였다. 이 실험은 길이가 9.5cm인 단일 센

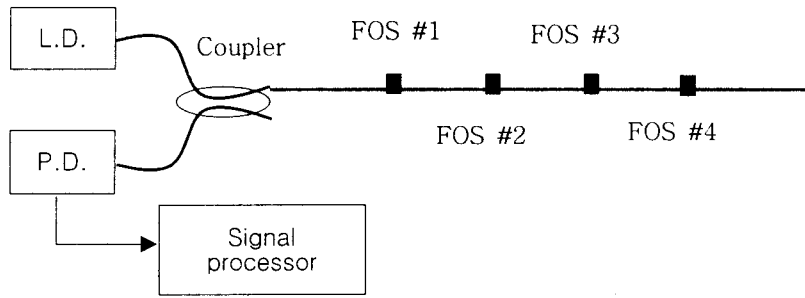
서를 양단을 단순지지 시키고 음원을 입사시킨 것이다. 단일 센서 대신 배열기술은 하나의 광섬유에 다수의 센서를 연결할 수 있으며, 다양한 형태로 구성할 수 있다. 센서들 중 비교적 감도가 높고 특정 배열시스템에의 적용이 용이한 형태가 Fabry-Perot 간섭계형 센서로 알려져 있다. 본 연구에서는 Lee⁵ 선행연구 결과를 통하여 Fabry-Perot 간섭계형 배열센서를 구성하게 되었다.

Lee⁶는 TDM(Time Domain Multiplexing) 방식의 2 채널 광섬유 배열 센서를 제작하고 이를 실험하였다. 배열 센서는 Mach-Zehnder형 사다리 구조로 제작되었고 감지 간섭계와 보상간섭계가 있는 구조이다. 이러한 배열 센서를 효과적으로 구성하기 위해서는 합성 헤테로다인 신호기법을 이용하여야 두 채널의 신호를 분리할 수 있는 단점이 있다. 따라서 배열 센서에 포함된 각각의 신호를 분리하기 위하여 주로 신호처리기에 많이 의존하게 되는데 이것이 배열 센서를 여러 개로 확장할 수 없는 걸림돌이 되고 있다. 본 연구에서도 Fabry-Perot 간섭계형 배열센서를 이용하여 실험을 하였으나 신호처리가 별도로 필요 없는 배열 기법을 이용하였다.

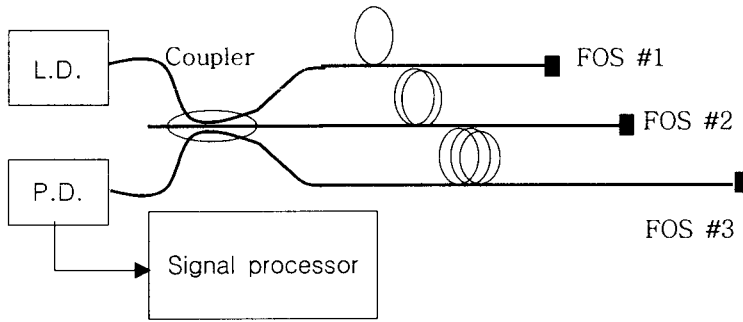
Fig. 1은 길이가 L인 단일 센서를 이용한 간섭계이며 이를 여러 개의 센서를 이용한 Fabry-Perot 간섭계형 배열센서로 구성한 것이 Fig. 2에 나타나 있다. 여기서 (a)의 형태는 센서를 직렬로 배열한 것으로 한 개의 광원이 방향성 결합기를 지나 첫 번째 센서에 도달하고 반사되는 빛과 투과되는 빛으로 갈라지게 된다. 첫 번째 센서를 투과한 빛은 다시 두 번째 센서에 도달하고 다시 반사한 빛과 투과한 빛으로 나누어져 세 번째 센서에 이른다. 이러한 방법으로 각각의 센서에서 반사된 빛은 간섭을 일으키고 신호처리기를 통하여 음향신호를 복원하게 된다. 이러한 방법은 센서를 균일하게 직렬로 연결하는 것이 어려울 뿐 아니라 신호처리기법이 다소 복잡하다는 단점이 있다. (b)의 형태는 센서를 병렬로 배열한 것으로 한 개의 광원이 $n \times n$ 방향성 결합기(D.C.: directional coupler)를 지나 각각의 센서에 도달하고 반사되는 빛과 투과되는 빛으로 갈라지게 된다. 이러한 방법으로 각각의 센서에서 반사된 빛은 간섭을 일으키고 신호처리기를 통하여 음향신호를 복원하게 되는데 이 방법은 센서의 개수가 n 개인 배열형태에서는 $n \times n$ 방향성 결합기가 별도로 필요로 하며, 각각의 센서에 도달하는 광경로의 길이를 다르게 유지 하여야 하는 단점이 있다. (c)의 형태는 Fig. 1의 간섭계를 2×2 방향성 결합기를 이용하여 병렬로 구성한 것이다. 한 개의 광원에서 나온 빛은 방향성 결합기를 거쳐 둘로 나누어지고 각각의 빛은 각각의 센서에 도달하여 음향신호를 받아 광위상차를 일으킨다. 출력 신호의 음원 복원은 (a)와 (b)에서와 같은 신호처리가 별도로 필요치 않으며 오실로스코프를 직접 볼 수 있는 장점이 있다. 센서의 개수는 병렬로 연결하는 간섭계를 같은 방법으로 쉽게 확장할 수 있으며 구성이 용이하다는 장점이 있다.

따라서 본 연구에서는 구성이 비교적 용이한 (c)와 같은 형태의 배열센서를 선정하고 이를 실험하였다. 외부 음원을 횡방향으로 입사 시키고 음원 주파수를 100Hz, 200Hz, 655Hz 등으로 나누어 입력하고 각각의 센서에서 나오는 신호를 주파수 스펙트럼으로 분석하였다. 횡방향으로 입력된 음압은 선의 진동으로 해석하여 해석된 결과와 2kHz의

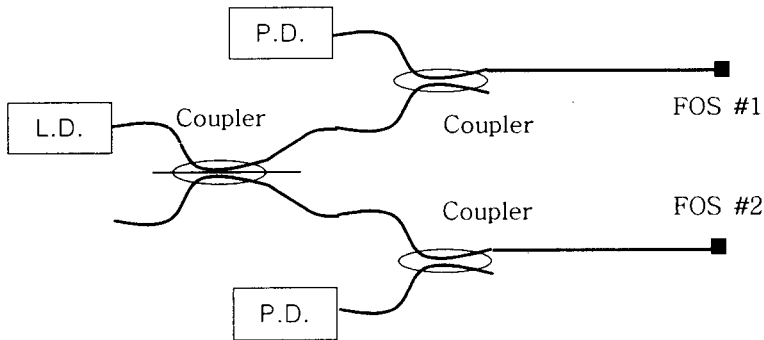
음원에 대한 실험 결과를 비교하였다. 또한 광섬유 센서가 횡방향 음압을 받을 때 광위상차로 표현되는 음압 감도식을 수치해석 하여 광섬유 센서의 물리적 특성이 감도에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하였다.



(a)



(b)



(c)

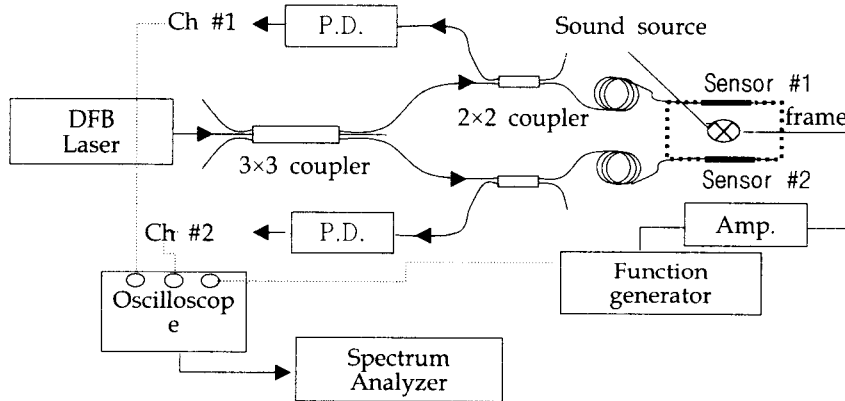
[Fig. 2] Basic sensor array: (a) linear array, (b) reflective star, (c) two sensors array(L.D.: laser diode, P.D.: photo detector, D.C.: directional coupler)

본 실험을 통하여 얻고자 하는 것은 Fig. 2의 (c)와 같은 형태의 배열 센서가 횡음압을

받았을 때 별도의 디지털 신호처리가 없는 상태에서 음원을 잘 감지하는지를 알기 위함이며 이것은 향후 빌딩이나 교량 등에 지진이나 횡풍과 같은 횡음압을 받는 구조물 내에 삽입하여 모니터링 할 수 있는 구조물의 건강 진단 시스템(Structural health monitoring system)에 적용하고자 하는 것이다. 본 논문에서 제시한 배열 센서는 그 음원이나 진동원을 감지하는 시스템에 향후 그 응용이 기대된다.

II. 실험장치의 구성

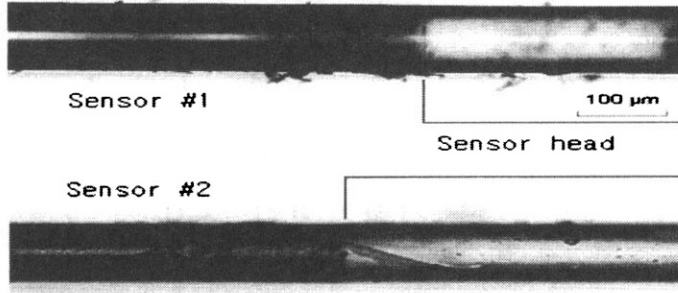
광섬유 배열 센서의 음압 감지 특성을 실험으로 확인하기 위하여 한 개의 광원으로 두 개의 센서를 설치할 수 있는 Fig. 2의 (c)와 같은 형태를 선택하였고 실험장치의 구성도는 Fig. 3에 나타내었다. 광원은 파장이 1550nm인 레이저(DFB Fiber coupled laser source, THORLAB)를 이용하여 3×3 방향성 결합기(Directional coupler, E-TEK)에 입력되도록 하였다. 3×3 방향성 결합기를 통과한 빛은 각각 2×2 방향성 결합기로 나누어져 입사되고 두 개의 센서로 배분된다.



[Fig. 3] Schematic diagram of Fabry-Perot interferometer sensor array and its experimental set-up

두 개의 센서 #1과 #2는 양단이 고정된 형태로 프레임에 부착되어 횡방향 음향신호를 받게 된다. 두 개의 센서에 입사된 빛은 음향 신호가 입력되는 센서헤드(Sensor head)를 거쳐 거울에 반사하여 다시 방향성 결합기에서 센서헤드를 거치지 않은 빛과 각각 간섭을 일으켜 2×2 방향성 결합기를 통과하여 광검출기(InGaAs Fiber optic photo detector, THORLAB)에서 전기신호로 변환되며 오실로스코프(Oscilloscope, Tektronix TDS3012)와 주파수 스펙트럼 분석기(Frequency spectrum analyzer, RION SA-76)를 이

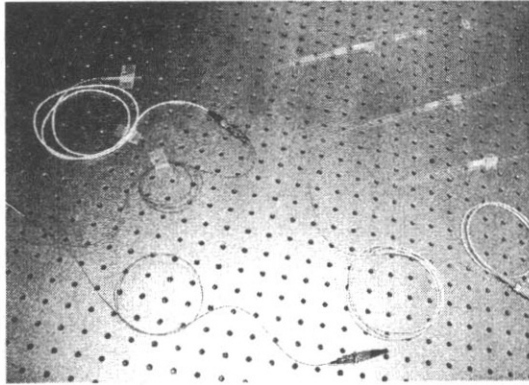
용하여 감지된 음향신호를 분석하였다.



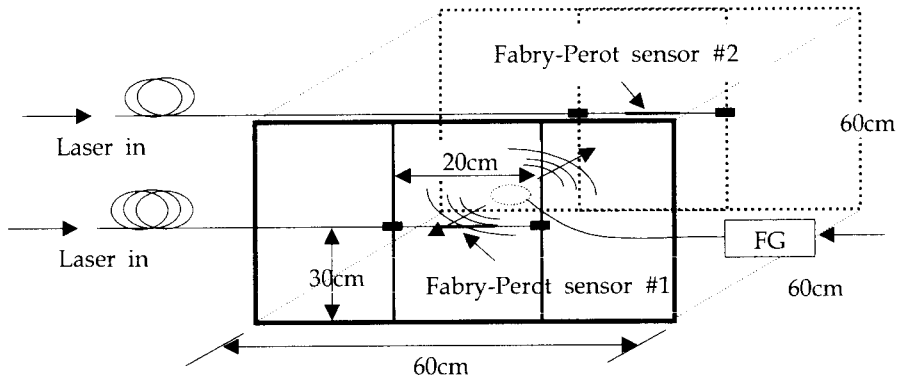
[Fig. 4] 100 times magnification of the Fabry-Perot sensor

배열 센서헤드 #1과 #2는 음향을 감지하는 부분이며 단일모드광섬유(Single mode fiber optic)로 Fig. 4와 같이 제작하였다. 제작된 센서 헤드부의 길이는 약 1cm 내외이며 Fig. 1에서와 같이 2개의 미러(Mirror)를 설치하였고 가운데 부분을 접합(splicing)하였다. TiO_2 반사막(mirror)은 가시광이나 적외선 영역에서 높은 굴절률과 적은 광손실, 그리고 광섬유 위에 증착시 부착성이 좋기 때문에 Fabry-Perot 간섭계의 반사막으로 주로 이용된다^{10,11}. 본 실험에 사용된 센서헤드부의 반사막은 TiO_2 를 광섬유 표면에 증착하여 제작하였다. 센서헤드부는 표면의 피복(Jacket)을 벗겨내고 클래딩(Cladding)직경이 $125\mu m$ 이고 코어(Core) 직경이 $10\mu m$ 인 광섬유로 제작하였다. 따라서, 센서 헤드부는 직경이 작고 표면에 피복이 입혀진 광섬유 보다 강도가 약하기 때문에 실험에 주의하여야 한다. Fig. 4와 같이 센서 헤드부를 100배 확대하여 살펴보면 두 센서의 표면에 이물질이 집착하여 있는 것을 볼 수 있으며 이는 센서를 증착하여 제작할 때 생긴 것이다. Fabry-Perot 간섭계는 Fig. 5와 같이 외부의 음향 및 진동에 견딜 수 있도록 광학 테이블 위에 설치하였다.

횡방향 외부 음원은 Fig. 6 및 Fig. 7에서와 같이 함수발생기(Sweep/Function generator, FG-7002C LG)를 이용하여 증폭기(Amplifier, VASCOM KFA-400)를 거쳐 직경이 45cm인 12각형 무지향성 스피커(Non-directional speaker, AVM D012)에서 음이 발생토록 하였다. Fig. 6 및 Fig. 7에 보인 격자는 크기가 $60cm \times 60cm \times 60cm$ 이며 테이블에서 30cm의 높이에 음원을 설치하고 프레임 양쪽에 대칭으로 배열 센서 #1과 센서 #2를 설치하였다.

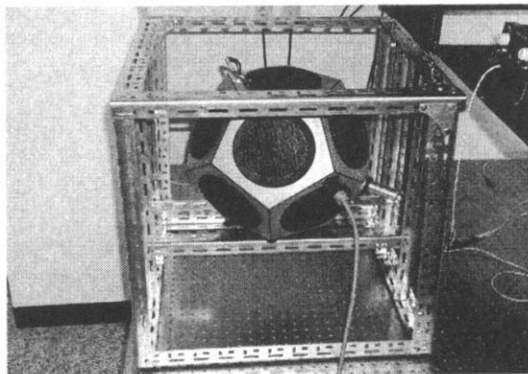


[Fig. 5] Fabry-Perot interferometric array sensor on the optic table



[Fig. 6] Fabry-Perot interferometric array sensor on latticed structure

기존의 연구¹는 음향이 광섬유 헤드의 길이방향으로 입사되는 것이나, 본 실험에서는 Fig. 7에서와 같이 광섬유 센서 헤드 #1 및 #2의 횡방향(lateral direction)으로 음향이 입사되도록 하였다.



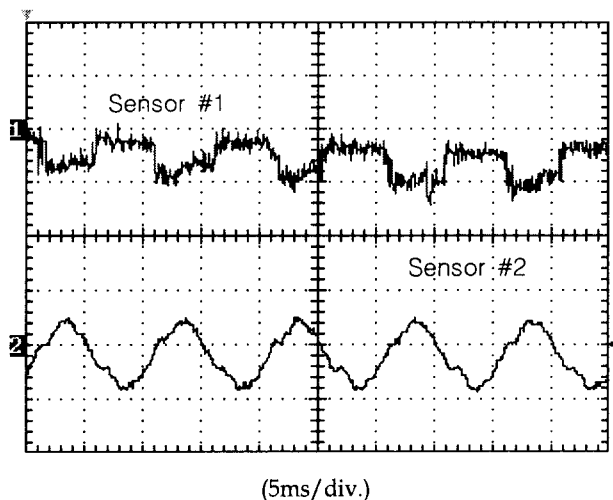
[Fig. 7] Photograph of the sound source and experimental set up

음향이 입사되면 광섬유 헤드 #1 및 #2는 횡방향으로 압력을 받아 진동을 하게 되고 이 때문에 광섬유에 길이변화에 따른 위상차가 발생한다. 이를 Fabry-Perot 간섭계가 감지하는 원리이다. Fig. 6의 센서 #1과 #2는 길이가 20cm인 광섬유의 양단을 단순지지 (simply supported)하는 구조이다.

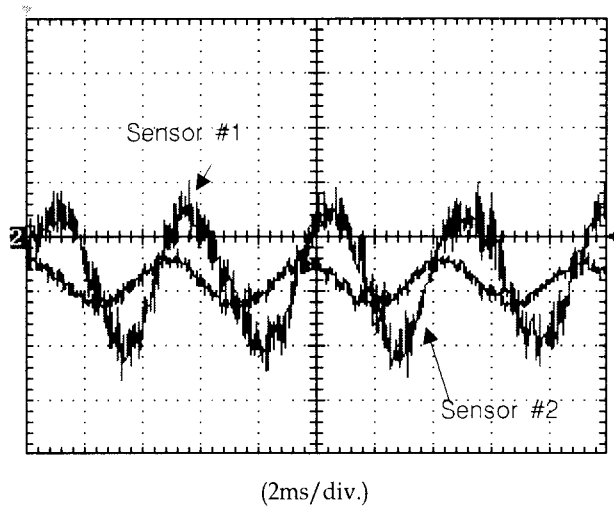
Ⅲ. 실험 결과 및 고찰

Fig. 3 및 Fig. 6에 보인바와 같이 실험장치를 구성하고 음원을 함수발생기로 100Hz, 200Hz 및 655Hz의 세 가지 주파수로 구동하였다. 먼저 Fig. 8에는 100Hz의 음원에 대하여 광섬유 센서 #1 및 #2가 감지한 신호를 시간 영역에서 보인 것이다. Fig. 8에서 센서 #1은 센서 #2보다 상대적으로 잡음의 영향을 많이 받고 있음을 볼 수 있다. 또한 Vp-p(peak to peak) 값은 센서 #1은 1mV이나 센서 #2는 1.2mV 정도로 센서 #2가 신호를 더 잘 감지함을 알 수 있다. 이것은 한 개의 동일한 광원을 사용하는 같은 배열의 센서라 할지라도 센서 제작 과정, 설치 위치, 실험 조건 등에 따라 서로 다른 영향에 기인한 것으로 해석 된다.

Fig. 9에는 주파수를 바꾸어 임의의 음원 주파수인 200Hz 대하여 광섬유 센서 #1 및 #2가 감지한 신호를 시간 영역에서 보인 것이다. Fig. 9에서 센서 #1은 센서 #2보다 상대적으로 잡음의 영향을 많이 받고 있음을 볼 수 있다. 또한 Vp-p(peak to peak) 값은 센서 #1은 약 1mV이나 센서 #2는 약 3.2mV 정도로 센서 #2가 신호를 더 잘 감지함을 알 수 있다.

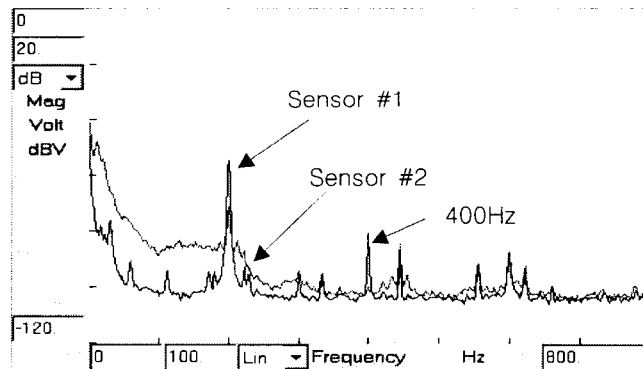


[Fig. 8] Time domain detected signal of the sensor #1 and sensor #2 under 100Hz sound frequency(1mV/div. in vertical)

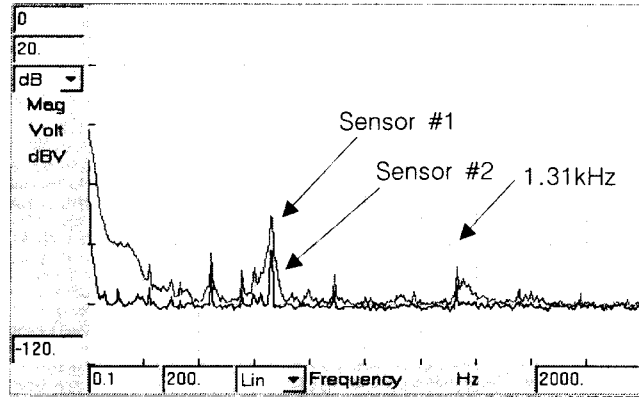


[Fig. 9] Time domain detected signal of the sensor #1 and sensor #2 under 200Hz sound frequency(1mV/div. in vertical)

Fig. 10은 Fig. 9의 시간영역에서의 신호를 주파수 스펙트럼으로 나타낸 것이다. 센서 #1은 200Hz 및 400Hz에서 하모닉 성분이 검출됨을 알 수 있다. 그러나 센서 #2는 400Hz에서의 하모닉 성분은 검출되지 않아 비교적 안정된 음원 신호를 복원하고 있음을 알 수 있다.



[Fig. 10] Frequency spectrum of the detected signal of the sensor #1 and sensor #2 under 200Hz sound frequency

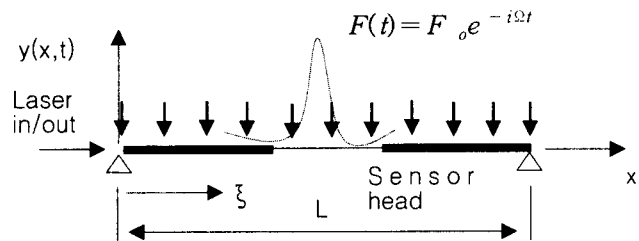


[Fig. 11] Frequency spectrum of the detected signal of the sensor #1 and sensor #2 under 655Hz sound frequency

Fig. 11에는 655Hz의 음원에 대하여 광섬유 센서 #1 및 #2가 감지한 신호를 스펙트럼 분석한 것이다. 두 개의 센서 모두 655Hz의 음원 주파수를 잘 감지하고 있음을 확인할 수 있다. Fig. 11의 스펙트럼에서 센서 #1은 655Hz 주파수 성분에 대하여 센서 #2보다 감도가 약간 높음을 알 수 있으나 1.31kHz에서 655Hz의 하모닉 성분이 검출되었다.

Fig. 8~Fig. 11의 실험 결과를 통하여 Fig. 2의 (c)에 제시된 Fabry-Perot 간섭계 배열은 한 개의 동일한 광원을 사용하는 같은 배열의 센서라 할지라도 두 센서의 물리적 특성 즉, 센서 제작 과정, 상대적 설치 위치, 실험 조건 등의 영향에 따라 음원의 검출 형상 및 감도는 다르게 나타남을 알 수 있다. Fig. 4의 100배 확대한 그림에서 알 수 있듯이 제작 공정의 불균일에 따라 센서의 표면 형상은 약간 다를 수 있어 이것이 감도에 미치는 영향의 한 원인이라고 파악된다.

Fig. 8~Fig. 11의 실험 결과를 이론해석과 비교하기 위하여 Fig. 6에서와 같이 부착된 센서 #1과 #2를 다음 그림 12와 같이 모델링 하였다. Fig. 6 및 Fig. 12에서 센서는 양단이 단순지지(simply supported)된 구조이며 길이가 L인 선의 파동으로 볼 수 있다.



[Fig. 12] Behavior of the sensor under lateral acoustic wave⁵

Lee⁵가 해석한 모델에 따르면 외부의 횡음향이 원점에서부터 ξ 만큼 떨어진 위치에

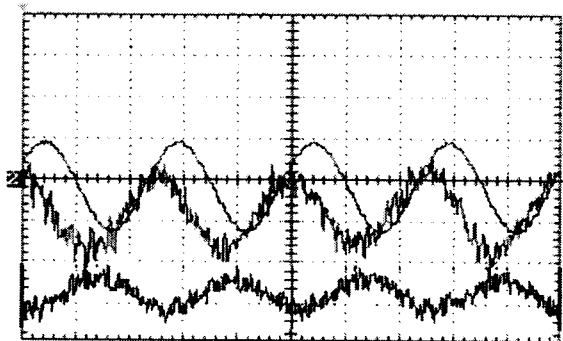
서 음원 주파수가 Ω 이고 크기가 F_0 인 $F(t) = F_0 e^{-i\Omega t}$ 으로 입력되고 있을 때 광섬유
의 파동 방정식은

$$\frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 y(x, t)}{\partial x^2} = \frac{F_0}{T} e^{-i\Omega t} \delta(x - \xi) \quad (1)$$

이며 c 는 파속(wave speed), T 는 광섬유의 장력의 크기이다. 편미분방정식 (1)의 해,
 $y(x, t)$ 는 다음의 식으로 표현된다⁵.

$$y(x, t) = e^{-i\Omega t} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2c^2}{L} \frac{F_0}{T} \frac{\sin\left(\frac{n\pi\xi}{L}\right)}{\left(\frac{n\pi c}{L}\right)^2} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right) \quad (2)$$

식 (2)에서와 같이 외부 주파수가 Ω 인 음원이 광섬유 센서에 작용할 때 센서는 외부음
원 주파수를 복원함을 알 수 있다. 배열 센서의 이러한 특성을 실험과 비교하기 위하여
음원을 2kHz의 주파수로 발생시켰을 때 센서 #1 및 센서 #2의 감지 특성을 Fig. 13에
보였다. Fig. 13은 센서 #1 과 #2가 감지한 특성을 이론 해석과 비교한 것이다. 그림에서
이론해석과 배열 센서 두 개의 출력은 위상차는 있으나 두 센서 모두 2kHz의 외부 음원
주파수를 잘 감지함을 확인할 수 있다.



(200µs/div.)

[Fig. 13] Comparison of theoretical and experimental results of sensor #1 and #2
under 2kHz sound frequency(1mV/div. in vertical)

실험에서 보인바와 같이 페브리-페롯 간섭계형 배열센서를 한 개의 광원으로 두 개의
센서를 구동하는 방법은 횡방향 음원을 비교적 효과적으로 감지함을 알 수 있다. 특히
다른 간섭계와 다르게 출력단에서 센서 각각에서 나오는 혼합 신호를 분리해 내는 신호
처리기(signal processor)를 별도로 설치하지 않아도 된다는 장점이 있다. 신호처리기를
설치하게 되면 별도의 처리 회로가 필요하고 처리 시간의 제약이 따르게 된다. 본 실험
을 통하여 이와 같은 형태의 배열 센서는 구조물의 건강 진단을 신호처리가 없는 상

태에서 모니터링 할 수 있으며 간섭계를 쉽게 구성하여 설치할 수 있는 장점이 있는 것으로 확인되었다. 빌딩이나 교량 등에 지진이나 횡풍과 같은 횡압을 받는 구조물 내에 본 논문에서 제시한 배열 센서를 설치하고 그 음원이나 진동원을 감지하는 시스템에 향후 그 응용이 기대된다.

본 연구에서와 같이 Fabry-Perot 간섭계용 센서는 소형화와 경량화를 할 수 있으며, 좁은 공간에서의 활용도가 높을 것으로 판단된다. 특히, 구조물의 건강진단 모니터링 분야에도 적용가능성이 높다. 이는 Fabry-Perot 센서헤드의 설치조건, 즉 경계조건에 따라 달라 질 수 있다.

IV. 결론

본 연구에서는 구조물이 횡방향으로 음압을 받을 경우 이를 효과적으로 측정하는 Fabry-Perot형 광섬유 배열 센서를 제작하여 실험하였다. 실험 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 제시된 배열 센서는 한 개의 광원으로 두 개의 센서가 병렬로 연결되고 센서의 출력신호를 보기 위한 별도의 신호처리가 필요 없는 구조이다.

둘째, 횡방향 음압 감지특성을 관찰하기 위하여 임의의 음원 주파수인 100Hz, 200Hz 및 655Hz의 음향신호를 무지향성 스피커에 인가하였으며 $60\text{cm}\times 60\text{cm}\times 60\text{cm}$ 의 격자 구조물에 부착된 두 개의 배열 센서가 잡은 신호를 분석하였다. 시간 영역에서 두 개의 센서 신호는 진폭에 약간의 차이는 있으나 음원 주파수를 잘 감지함을 확인 하였다.

셋째, 센서가 실제로 양단이 지지된 구조로 설치되어 있으므로 이를 선의 진동으로 모델링하고 음압에 의한 진동 해를 구하였다. 이를 실험결과와 비교하기 위하여 2kHz의 입력 신호를 배열 센서에 인가하였더니 이론 해석과 비교적 잘 일치하는 측정 결과를 얻었다.

본 연구에서와 같이 병렬형으로 구성된 Fabry-Perot 간섭계형 배열 센서는 소형화와 경량화를 할 수 있으며 구조물의 건강진단 모니터링(Structural health monitoring) 분야에도 적용가능성이 높다고 본다. 배열의 개수를 늘리고 소형화 하면 구조물의 삼입센서로도 가능하며, 횡방향 음압이나 진동을 받는 복합구조물의 내부감시에도 효과적으로 활용할 수 있다고 판단된다.

특히 본 실험의 응용 분야로 실험실 수준의 교육용 프로그램 개발을 들 수 있다. 특별한 신호처리가 필요 없는 구조에서 다양한 입력신호에 의한 광섬유 배열 센서의 출력신호를 분석하면 배열 센서의 기본 원리와 응용을 익히는데 그 교육적 효과가 매우 크

리라 판단된다. 이러한 프로그램을 개발하기 위하여 향후 이 분야의 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 사료된다.

후기

"이 논문은 2004년도 안동대학교 특별연구지원비에 의하여 연구되었음"

참 고 문 헌

- Jackson, D. A. and Jones, J. (1986) Fiber Optic Sensors, *OPTICA ACTA*, 33(12), 1469-1503
- Park, J. and Kim, M. (1999) High performance fiber-optic Fabry-Perot Pressure sensor with Si₃N₄/SiO₂/Si₃N₄ diaphragm, *Jpn. J. Appl. Phys.*, 38, L1562-L1564
- Naono, H., Matsumoto, M., Fujimura, M., Hattori, K. (1993) Fiber-optic microphone using a Fabry-Perot interferometer, *9th Optical Fiber Sensors Conference*, 155-158
- Matsumoto, M., Fujimura, K., Hattori, K., Naono, H. (1986) Fiber-optic acoustic sensor based on Fabry-Perot interferometer, *Proc. of OFS '86*, 43-46
- Lee, J., Yi, C., Lee, J-H (2003) Sound detection characteristics using Fabry-Perot fiber optic sensor which simply supported in structure, *Journal of Acoustical Society of Korea*, 22(7), 585-591
- Lee, J. (1998) Characteristics of 2-channel TDM fiber-optic sensor array, *Journal of the Korean Sensors Society*, 7(5), 306-312
- Lee, H. (1998) Fabrication and characteristics of the multiplexed fiber-optic Fabry-Perot interferometric deformation sensor for the smart structure," Thesis, Kyungpook Nat'l Univ.
- Lee, J., Yoon, H., Seo, I. (1996) Sensitivity analysis of fiber optic sensor with end-capped cylinder, *Journal of KSNVE*, 6(4), 475-479

<Abstract>

Investigation of the Lateral Acoustic Signal Detection Using by Two Fabry-Perot Fiber Optic Sensor Array

Jong kil Lee *

In this paper, to detect lateral direction sound pressure fiber optic sensor using Fabry-Perot interferometric sensor array was fabricated and experimented. This parallel sensor array composed of one light source and the light split into each sensor using directional coupler and to see the output signal the array system do not need any digital signal processor. As a lateral direction sound source arbitrary sound frequency of 100Hz, 200Hz, and 655Hz using by nondirectional speaker were applied to the array sensor which installed on 60cm×60cm×60cm latticed structure. The detected signals from the two sensors were analyzed in the time and frequency domains. It was confirmed that the suggested sensor array detected applied sound source well but there were a little amplitude differences in between the sensors. Because the sensor supported simply at both ends theoretical analysis was performed and its solution was suggested. To compare the theoretical and experimental results arbitrary sound frequency of 2kHz was applied to the sensor array. It shows that experimental results was good agreement with theoretical results.

Key words : Fiber optic acoustic sensor, Sensor array, Fabry-Perot interferometer, Lateral direction sound pressure, Frequency spectrum

* Correspondence : Jong kil Lee(jlee@andong.ac.kr), Andong National University