

Out of plane ESPI와 In plane of ESPI 를 이용한 압력용기 내부 결함 측정에 관한 연구

A study on the Measurement of Internal Defects of Pressure Vessel by using Out of plane ESPI and In plane of ESPI

이정식*, 강영준*, 백성훈**

*전북대학교 기계설계공학과, **한국원자력연구소

nuri1978@nate.com

원자력 발전소나 일반 공장 시설 등에 많이 사용되는 부재인 일반 배관이나 압력 배관 등은 장기간 사용 및 부식 작용에 의하여 내부에 결함이 발생하는데, 파괴가 일어나기 전에 이러한 결함들을 발견하는 것에는 많은 어려움이 있다. 이러한 내부 결함을 쉽게 검출, 검사할 수 있는 방법에 대한 필요성이 날로 커지고 있다. 내부 결함에 대한 주기적인 검사에 사용되고 있는 방법 중 비파괴 검사 방법으로 초음파(Ultrasonic Wave)를 이용하거나, X선(X-ray), 또는 와전류(Eddy current) 등을 이용한 방법들이 있다. 이러한 방법들은 여러 단점들을 가지고 있는 기존의 방법을 대신하여 ESPI(Electronic Speckle Pattern Interferometry) 방법은 사용하였다. ESPI 방법은 측정 대상 물체에 레이저광을 조사하기 때문에 넓은 영역 전체를 한번에 측정할 수 있으며, 결함의 방향에 영향을 받지 않고, 비접촉 실시간 결함을 측정할 수 있는 장점을 가지고 있다.

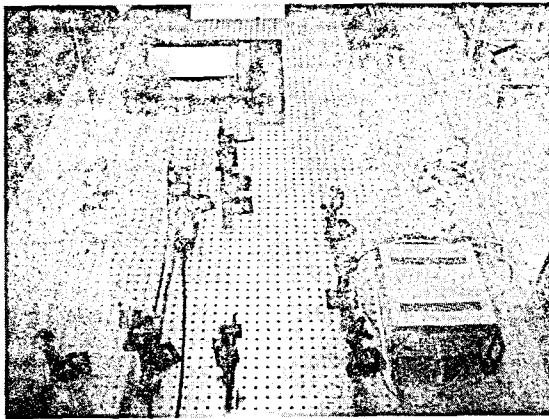


Fig 1 Out of plane ESPI setting

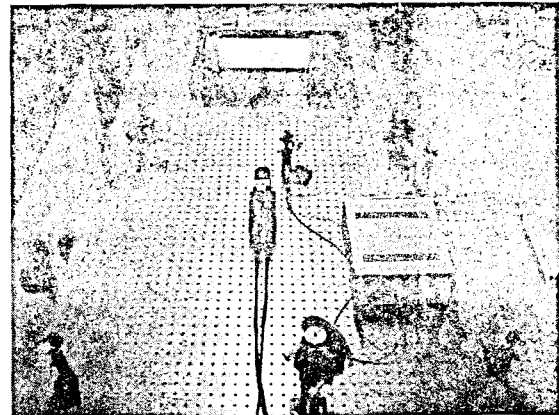


Fig 2 In plane of ESPI setting

이러한 장점을 가지고 있는 ESPI 방법에는 여러 가지 방법이 있는데, 그 중에서 압력 용기의 내부 결함 측정에는 Out of plane ESPI, In plane of ESPI 등의 방법들이 사용되고 있다. 하지만 각각의 방법들에 대한 시스템 안정성 및 결과 DATA의 오차에 대한 분석이 안되고 있다. 본 논문은 이들 방법 중 Out of plane ESPI와 In plane of ESPI 방법으로부터 압력 용기 내부 결함 측정의 결과 DATA 값을 비교, 분석함으로써 어떠한 측정 방법이 압력 용기의 내부 결함 측정에 더 효율적인 지를 비교하는데 목적을 두고 있다.

홀로그래피간섭법은 물체에 하중이 가해지면 물체 표면의 변위를 간섭무늬(fringe) 형태로 나타내고 이러한 간섭무늬 형상은 물체의 변형과 관계가 있다 그러나 이 방법은 우수한 장점을 가지고 있음에도 불구하고

하고 폭넓게 사용되지는 못하고 있는데, 그 주된 이유는 화상처리과정(image processing)과 후처리과정(post processing)을 만족시켜야 하고 간섭무늬를 만들어내기가 쉽지 않기 때문이며, 화상처리과정과 후처리과정에 많은 시간이 소요된다. 이러한 제한을 극복하기 위하여 CCD카메라를 이용하여 기록된 영상을 컴퓨터를 통해 이미지 처리과정을 거쳐 간섭무늬를 생성하여 표면 변위 분석과 형상의 측정을 실시간으로 측정할 수 있는 ESPI 기법이 개발되었다. 변형전의 빛의 강도의 식(1) 과 변형후의 빛의 강도에 대한 식(2)를 통하여 Out of plane ESPI와 In plane of ESPI를 이용한 각각의 변위 d를 계산할 수 있다. 식(3)과 식(4)는 각각의 ESPI 방법에 대한 변위 d에 대한 식이다.

$$I_1 = I_O^2 + I_R^2 + I_O I_R \cos[\Psi_O - \Psi_R] \quad (1)$$

$$I_1 = I_O^2 + I_R^2 + I_O I_R \cos[\Psi_O - \Psi_R + \Delta\Psi] \quad (2)$$

$$d_1 = \frac{n\lambda}{(1 + \cos\theta)} \quad (3)$$

$$d = \frac{\lambda N}{2\sin\theta} \quad (4)$$

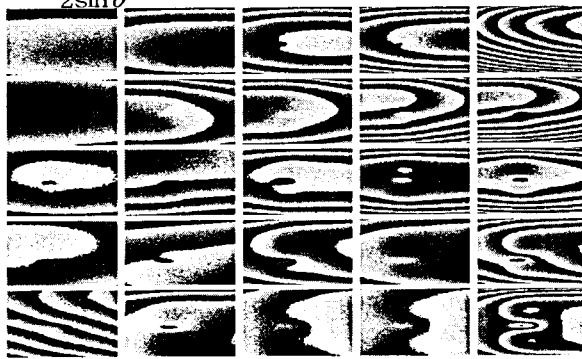


Fig 3 Out of plane ESPI results of axial defect

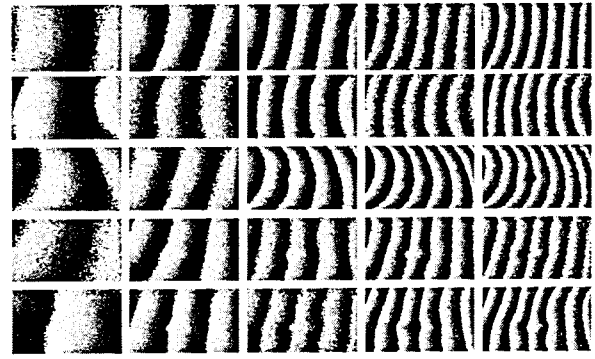


Fig 4 In plane of ESPI results of axial defect

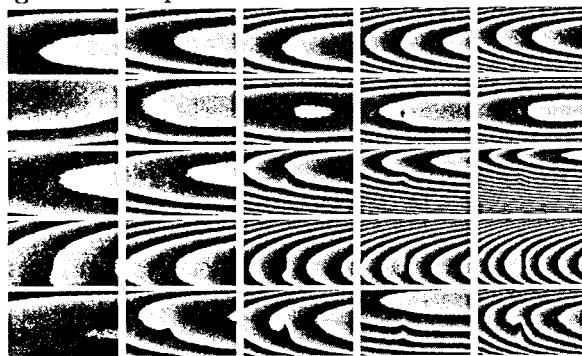


Fig 5 Out of plane ESPI results of circumferential defect

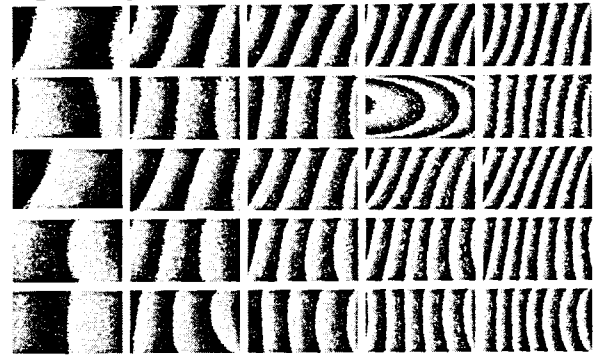


Fig 6 In plane of ESPI results of Circumferential defect

참고문헌

- [1] Lekberg, O. j. and Maimo, J. T. "Detection of Defects in Composite Material by TV Holography", NDT International, Vol. 21, No. 4, pp. 223-228, 1988.
- [2] Wykes, C. "Use of Electronic Speckle Pattern Interferometry in the Measurement of Static and Dynamic Surface Displacement", Optical Engineering, Vol. 21(3), pp. 400-406, 1982.
- [3] Moore, A. J. and Tyrer, R. "An Electronic Speckle Pattern Interferometer for complete In-plane Displacement Measurement", Measurement Science and Technology, Vol. 1, pp. 1024-1030, 1990.
- [4] P. K. Rastogi, "Holographic Interferometry", Springer Series in Optical Science, pp. 27-31, 1994.
- [5] 강영준, 강형수, 채희창, "전자 전단 간섭법과 유한요소법을 이용한 압력용기의 내부결함 측정에 관한 연구", 한국공작기계학회논문집, Vol. 10 No.2, 2001.