

알루미늄 라이너 내부결함 길이의 정밀측정에 관한 연구

A study on the accurate measurement for defeat length of pressure vessel Liner

*이재훈¹, #강영준², 김성종¹, 최낙정², 안규생³

*J.H. Lee¹, #Y.J. Kang (yjkang@chonbuk.ac.kr)², S.J. Kim¹, N.J. Choi², K.S. An³

¹전북대학교대학원 기계설계공학과, ²전북대학교 기계설계공학과, ³(주)AMP tech

Key words : Defeat length, Pressure vessel liner, Optic-fiber ESPI

1. 서론

앞선 연구에서는 현재 환경보호를 위해 지자체 보급정책이 활발히 추진되는 CNG버스에 장착되는 알루미늄 라이너에 발생할 수 있는 결함을 광섬유 ESPI를 이용하여 검출하였다. 최근 폭발사고가 발생하기도 하여 안전성 문제로 인하여 지속적인 검사와 정비가 필수적이다.

본 연구에서는 같은 방법인 광섬유 Out of plane ESPI를 이용한 광학계를 구성하였고, 실린더 형 PZT를 이용하여 위상변조를 $\pi/2$ 씩 주기적으로 가하여 CCD카메라에서 이미지 취득신호를 생성하였다. 신호에 따른 스펙클 패턴을 후처리 과정 즉 Unwrapping, Contour line, Line profile등을 거쳐 결함 길이에 대한 정밀 측정을 가능하도록 하였다.

2. 시스템 구성 및 실험방법

Fig.1과 같이 구성된 광섬유 ESPI 시스템을 사용하였고 Fig.2는 실제 실험실에서 구성한 시스템 사진이다. 레이저는 532nm의 Nd-Yag레이저를 사용하였고 빔의 경로는 Thorlab사에서 제작한 총길이 2m의 광섬유를 이용하였고, 그 중심에는 빔을 분리하는 50:50커플러가 연결되어 있다.

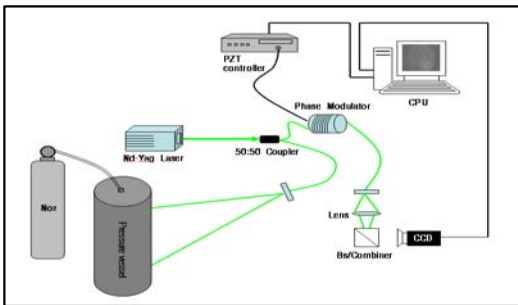


Fig.1 Configuration of optic fiber ESPI



fig.2 Photograph of optic fiber ESPI

Fig.3과 Table.1 은 정확한 결함 길이 측정을 위해 물체와 CCD카메라 사이의 거리에 따른 실제 모니터에서 나타나는 결함 무늬의 길이를 나타낸다. 실제 3cm에 대한 값이다.

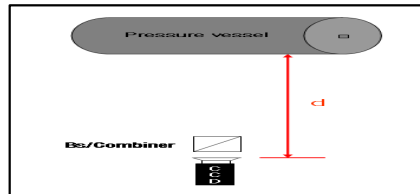


Fig.3 Relations between object and CCD camera

결함-CCD간의 거리	화면상의 길이
40	6
50	5
60	4
70	3.5
80	3
90	2.7
100	2.5
110	2.2
120	2

(단위:cm)

table.1 The fringe length according to the distance

3. 실험 시편

재질은 Al 6061이고 시편의 원통부분의 길이는 584.5mm, 외경은 356mm, 두께는 5.5mm로 되어 있으며, 앞선 그림에서 보듯이 실험을 위해서 양끝부분을 마그네틱자석으로 구속하여 주었다.

4. 실험 결과

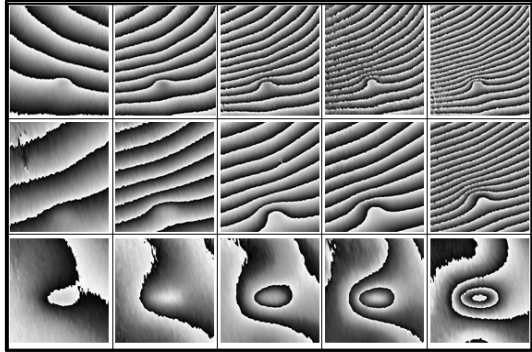


Fig.5 Filtering phase map results

Fig.5는 광섬유 ESPI를 이용하여 축 방향 내부 결함에 대하여 각각의 압력을 가압하여 얻은 이미지를 필터링 되어진 후 보여주고 있다. 맨 윗줄부터 아래로 결함 길이가 10mm, 20mm, 30mm순서이며, 왼쪽에서 오른쪽으로 2psi, 4psi, 6psi, 8psi, 10psi 순서로 가압한 결과이다. 가압 조건은 10psi 이상 가압할 경우 필터링 과정에서 옆 무늬와 겹쳐지면서 값을 정량화 할 수 없기 때문에 최대 10psi를 가압하였다.

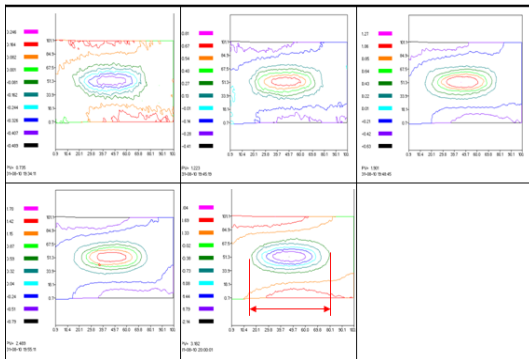


Fig.6 After contour line processing

Fig.6은 phase map을 바탕으로 한 이미지 후처리 과정 중 하나인 contour line과정 후 그림이다. 가장 바깥쪽 원의 길이가 결함의 길이가 되며 이 값을 알기 위해 Fig.7의 Line profile과정이 필요하다.

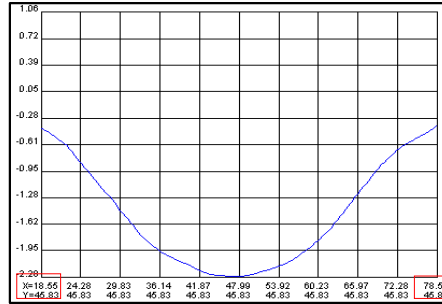


Fig.7 After line profile processing at defect length 30mm

Fig.7은 대표적으로 결함 길이 30mm, 가압조건 10psi일 때의 그림이다. x축 값의 길이를 구하면 60.04mm가 나오고 2:1비율이므로 30.02mm가 되고 모든 값을 나열해 보면 Table.2 와 같은 실제 결함 길이에 대한 오차의 결과가 나온다.

(단위:mm)

table.2 Error of results

	2psi	4psi	6psi	8psi	10psi
10mm	0.105	0.075	0.075	0.055	0.055
20mm	0.055	0.055	0.045	0.025	0.015
30mm	0.045	0.025	0.025	0.015	0.015

5. 결론

본 연구는 광섬유 ESPI의 Out of plane ESPI를 이용하여 내부 결함의 길이를 측정하여 보다 정밀하게 정량화 하였다. 가하는 압력이 높을수록 결함의 길이가 길수록 실제 결함과 같은 길이 값에 가까워진다는 것을 알 수 있었다. 또한 10psi 이하의 가압 조건에서 결함 길이를 정량화 할 수 있다는 것을 알 수 있었다.

참고문헌

1. R. Jones and C. Wykes, "Holographic and Speckle Interferometry" , Cambrige University press, pp.146~148, 1989
2. R. W. Nichols, "In-service inspection as an aid to steel pressure vessel reliability?" ,Reactor Inspection Technology, Proceeding of a BNES symposium, pp.24~ 37, 1975
3. 이정식, 강영준, 백성훈, "ESPI를 이용한 압력용기 내부 결함 측정 결과와 유한 요소법을 이용한 결과 비교에 관한 연구" 한국정밀공학회, 2005