

광섬유센서를 이용한 선박 및 해양기자재의 안전진단 기술

이세창*·김중호*·김중열**·김유성**

Health Monitoring Technology using Optic Fibre Sensors for Ships and Marine Equipment

Sei Chang Lee*, Jong Ho Kim⁺, Jung Yul Kim⁺⁺ and Yoo Sung Kim⁺⁺

Abstract : 선박 및 해양기자재의 안전 진단을 위한 기존의 기술은 점 센서(point sensor)를 이용한 변형률 측정 기술이 대부분이라 할 수 있다. 본 논문은 기존의 기술보다 효율적으로 응용될 수 있는 광섬유 센서를 이용한 분포 개념의 온도 및 변형률 측정(DTSS: Distributed Temperature & Strain Sensing) 기술에 대해 소개하고 있다. 이 기술은 선체 응력 모니터링, 해양 구조물 안전진단, subsea flowline 모니터링, platform의 riser 안정성, umbilical 모니터링 등에 활용될 수 있다.

Key words : Fiber optic sensor(광섬유 센서), Distributed temperature & strain sensing(분포개념의 온도 및 변형률 모니터링), Hull monitoring(선체 응력 모니터링), Umbilical and riser fatigue monitoring(엄비리컬 및 라이저 수명예측 모니터링)



1. 분포형 광섬유 센서의 기본 원리

1. 광 섬유센서 이용기술의 구분 원리

광 섬유에 대단히 폭이 좁은 레이저(Pulsed laser) 파형 요소를 보내면 극히 일부분이 흡수되고 대부분은 산란(Scattering)된다. 그 중 일부분은 반사되며 광 다이오드(수전기능)에 의해 수신되는 전폭은 입사광의 것보다 대단히 작다.

2. 주요 산란현상과 그 특징

2. 주요 산란 현상과 그 특징

- Rayleigh Scattering : 큰 진폭을 갖는 Rayleigh 산란은 대체로 케이블 주위 밀도와 연관되며 그의 파장 범위는 없다
- Raman Scattering : Stokes범위에 속한 Raman 산란은 온도변화에 무관하지만, anti-Stokes 범위에 것은 온도 변화에 따라 그의 진폭 면에서 예민한 반응을 보인다.
- Brillouin Scattering : Brillouin 산란의 Stokes 및 anti-Stokes 신호는 주파수에 대해 Raman의 것보다 훨씬 인접해 있다. 또한, 산란신호는 다시 변형률 변화에 따라 그 주파수 위치를 달라하고 있다.

3. 기술수준(영국 SensorNet사 기준)

3. 기술 수준(영국 SensorNet사 기준자료)

1) DTSS (Distributed Temperature & Strain System, 분포형 온도변형률 측정시스템)

"The fibre is the sensor"
10km fibre = 10,000 strain gauges
This is "Distributed Sensing" Not "Point Sensing"

Resolution = 20 microstrain
1m : 0.02mm
maximum strain measurement = 28,000 microstrain
1m : 28mm

* 이세창, (사)한국선급, E-mail: sclee@krs.co.kr, Tel: 042)869-9011
+ 김중호, 한국해양대학교 기관시스템공학부
++ 김중열, 김유성, (주)소암컨설팅

3. 기술수준(영국 Sensornet사 기준)

2) DTSS 3 Types of strain measurement

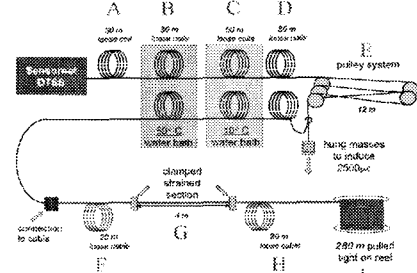
Measurement Type	Strain Resolution	Estimated Measurement Time	Measurement Range
Distributed strain (non-compensated)	10 $\mu\epsilon$	20 minutes	10 km
Temperature compensated Distributed strain	20 $\mu\epsilon$	20 minutes	10 km
Dynamic Distributed strain	30 $\mu\epsilon$	10 Hz	5 km

4. DTSS를 이용한 변형률 측정

4. DTSS를 이용한 변형률 측정

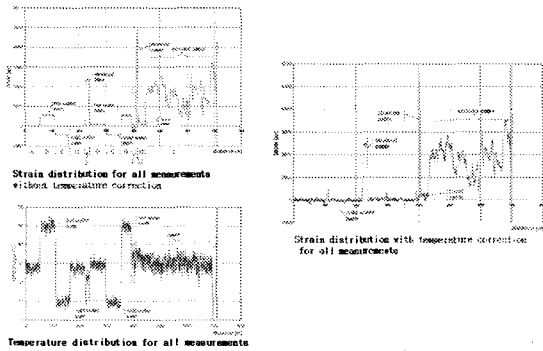
1) 온도 변화에 대한 변형률 교정 (Jobansson et al., Stockholm 2003)

(1) Test arrangement (Black: calibrated test fibre, Red: DTSS cable)



4. DTSS를 이용한 변형률 측정

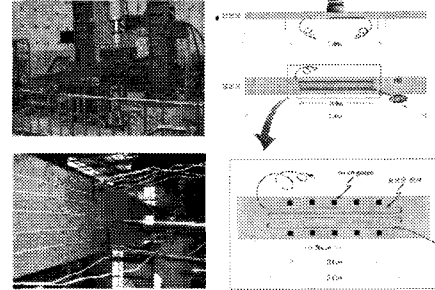
Results



4. DTSS를 이용한 변형률 측정

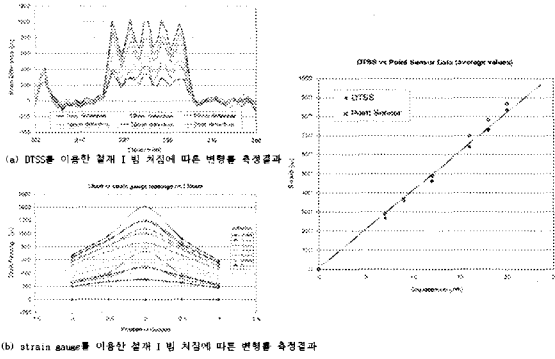
2) 철재 1번 굽힘 변형률 측정시험 (전력연구원, 2005)

(1) 실험장면 및 모식도



4. DTSS를 이용한 변형률 측정

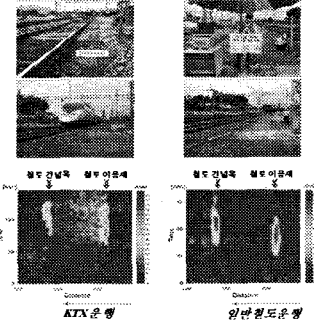
Results



4. DTSS를 이용한 변형률 측정

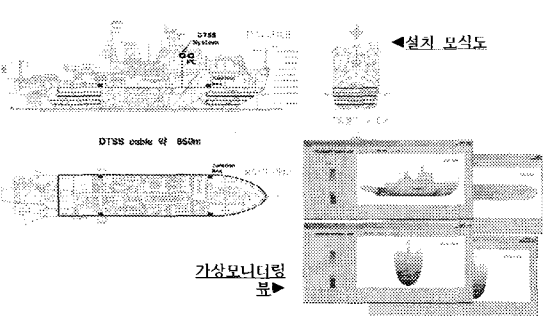
3) DTSS를 이용한 철도레일 변형률 측정 (KT/대전역사, 2005)

(Dynamic Strain Monitoring of Rail Track)



4. DTSS를 이용한 변형률 측정

4) DTSS를 이용한 선박 모니터링



4. DTSS를 이용한 변형률 측정

5) 기타 안전진단 기술

