

노후 철도역사건물의 구조보강 후 모니터링을 위한 FBG-FRP 보강기술

FBG-FRP Reinforcement Technology for Monitoring of Railway Station Buildings after Structural Strengthening

송세기* 김태완* 서수연**† 윤승조**

Se-Gi Song*, Tae-Wan Kim*, Soo-Yeon Seo**, Seung-Jeo Yoon**

초 록 노후 철도역사건물의 구조 보강 재료로 단면증설, 철판보강, FRP보강 등이 있지만, 그 중 FRP 보강을 할 경우 보강재의 역할수행 유무를 판단하기 어렵다. 이를 확인하기 위해서 본 논문은 FBG(Fiber Bragg Grating)광섬유 센서를 이용하여 FRP의 실시간 모니터링이 가능한 보강기술을 개발하고자 한다. FBG 광섬유 센서는 FRP 내부에 삽입되어 온도 및 변형률 등 물리량을 측정할 수 있다. 본 연구에서는 FBG 광섬유 센서와 FRP에 삽입할 때 접착시키는 Epoxy와 부착길이에 따른 부착강도를 실험을 통해 관찰하고 철판의 인장실험을 통해 전기식 게이지와 FBG 광섬유 게이지의 유사성을 검증하기 위한 시험을 실시하였다.

주요어 : 노후 철도역사건물, 보강재, FBG 광섬유 센서, FRP, 부착강도

1. 서 론

노후 철도역사건물의 구조 보강 재료로 단면증설, 철판보강, FRP보강 등이 있지만, 그 중 FRP 보강을 할 경우 보강재 역할수행 유무를 판단하기 어렵다. 최근 유지보수를 하기 위한 스마트 구조 시스템, 실시간 모니터링을 하기 위한 원거리 계측 및 반영구적이며 전자기 간섭에 영향이 적은 다양한 방법으로 광섬유 센서가 활용되고 있다.[1]

본 연구에서는 FBG 광섬유를 삽입한 FRP 보강기술을 개발하기 전에 접착제인 Epoxy와 광섬유의 부착길이에 따른 부착강도를 알아보고 철판의 인장시험을 통해 전기식 게이지와 FBG 광섬유 게이지의 유사성을 검증하고자 한다.

2. FBG 광섬유 센서 계측원리

아래 Fig.1은 광섬유 센서의 계측원리를 도식화한 것이다. 광섬유 코어로 입사된 빛은 굴절률이 높은 코어층과 굴절률이 낮은 클래딩층의 경계면에서 반사되어 광섬유 코어부분을 따라 전파되는 원리를 활용한다.

광원으로부터 입사된 빛이 FBG Sensor를 통해 빛이 반사되는 파장값을 파장기변을 통해 수광기로 계측하는 방식이다. FBG Sensor를 통해 반사되는 특정 파장영역에 따른 데이터분석이 가능하다.[2]

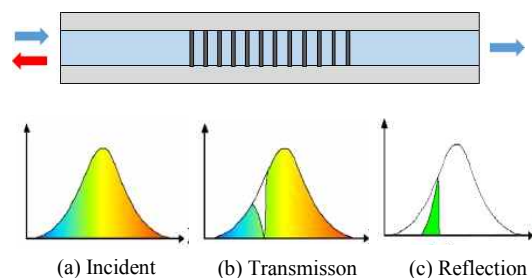


Fig. 1 Fiber Optic Sensor Principles

3. FBG 광섬유 부착강도 및 센서 성능검증시험

Fig.2는 부착길이에 따른 부착강도실험체를 나타내고 부착길이별 시험변수는 Table 1과

† 교신저자: 한국교통대학교 건축공학과
(syseo@ut.ac.kr)

* 한국교통대학교 건축공학과 석사과정

** 한국교통대학교 건축공학과 교수

같다. 폭 16mm, 길이 150, 200mm 두께 1.2mm인 FRP Strip에 Epoxy를 접착제로 광섬유를 부착길이별(10,30, 50, 100mm) 3개의 시편을 측정길이 200mm를 제외한 광섬유 양쪽에 부착하여 제작하였다.

250kN 만능재료시험기(Shimadzu JP/AG - 250kNX)를 이용하여 광섬유의 파단까지 하중 및 변위를 측정하여 광섬유와 Epoxy사이의 부착강도와 부착파괴형태를 관찰하였다.

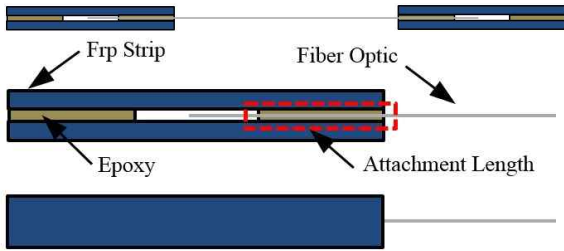


Fig. 2 Bond Strength Experiment

Table 1 List of Experiments

Name	Attachment Length(mm)	Measuring Length(mm)	Fiber Optic Sensor
2-10	10	200	-
2-30	30	200	-
2-50	50	200	-
2-100	100	200	1

부착실험 결과는 3개의 시편을 평균값을 구하여 그래프를 Fig.3로 나타내었다.

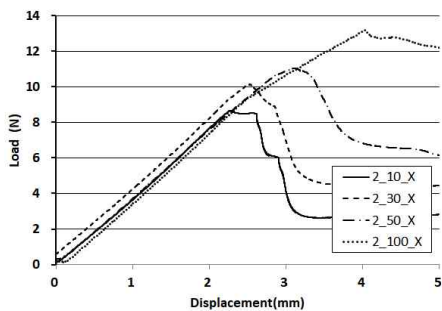


Fig. 3 Graph of Bond Strength Experiment

FBG Sensor의 성능검증을 위하여 Fig.4과 같이 금속 인장시편에 전기식 게이지와 광섬유를 함께 부착하여 인장시험을 실시하였다. 폭 16mm, 길이 300mm, 두께 3mm 철판에 광섬유센서 측정길이 20mm를 제외한 양쪽에 Epoxy로 부착하고 또한 전기식 게이지를 함께 부착하였다. 시편은 3개로 제작하였다.

250kN 만능재료시험기를 이용하여 전기식 게이지와 FBG Sensor가 측정기능을 상실할 때까지 인장시험을 실시하였다.

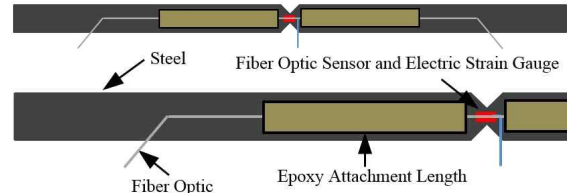


Fig. 4 Tensile Strength Experiment

시험결과는 아래 Fig.5와 같다.

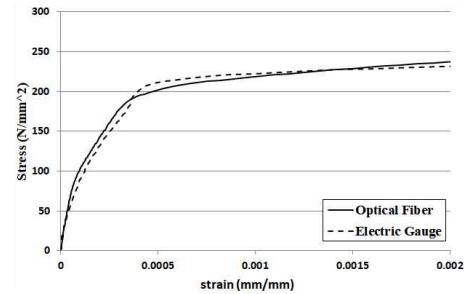


Fig. 5 Graph of Tensile Strength Experiment

4. 결론

FBG Sensor를 FRP에 삽입시켜 Epoxy와의 부착길이에 따른 부착강도 실험결과 길이가 증가할수록 강도가 다소 증가되는 것을 확인하였다. 그리고 FBG Sensor를 전기식 게이지와 같은 면에서 인장시험 결과 유사한 응력-변형률곡선을 확인하였다.

본 연구를 통해 FBG Sensor는 FRP에 삽입하여 실시간 모니터링이 가능한 보강부재개발 적용가능성을 확인하였다.

5. 감사의 글

이 논문은 2018년도 정부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 2018R1A4A1025953)

참고문헌

[1] Bon-yong Koo (2018) *Evaluation of Mechanical Properties of Optical Fibers Using Vibration Test*, Journal of The Korean Society for Nondestructive Testing 38(1), 2018.2, 24-29.
 [2] Myong-Se Kim (2007) *FBG Optical Fiber Sensors Embedded in Fiber Reinforced Polymer Composite Reinforcing Bars*, Journal of The Korean Society for Nondestructive Testing 27(2), 2007.4, 124-133.