

탄소섬유 보강재로 표면매립공법에 의해 보강된 콘크리트 보의 보강성능 연구

A Study for strengthening Capacity of concrete Beam Strengthened with Near-Surface Mounted Carbon Fiber Reinforced Polymer

오홍섭*
Hongseob Oh

심종성**
Jongsung Sim

주민관***
Minkwan Ju

권영락****
Youngrak Kwon

ABSTRACT

Near surface mounted (NSM) is a recent strengthening technique based on bonding fiber reinforced polymer (CFRP) bars (rods and laminate strips), the use of NSM FRP bars is Emerging as a promising technology for increasing flexural strength of deficient concrete. In order for this technique to perform effectively, the structural behaviour of RC element strengthened with NSM FRP bars to be fully characterized. Totally, 10 beams were tested using symmetrical two-point loads test. The parameters examined under the beam test were a different type of strengthening length.

1. 서론

최근 철근 콘크리트 구조물의 노후화에 따른 보수·보강공법의 개발에 대한 필요성에 의하여 기존 공법 및 새로운 공법에 대한 실험이 활발하게 진행되고 있다. 그러나 기존의 FRP Sheet 또는 FRP Plate를 사용한 표면접착공법의 경우 파괴 메카니즘 측면에서 최대 기대하중에 이르기 전에 보강판 또는 보강 Sheet와 모재 콘크리트 사이에 계면에서 박리, 단부에서 탈락 등의 문제점을 안고 있다. 따라서 본 연구에서는 Rod 형태의 FRP 보강재를 사용함으로써 그 우수성을 극대화 할 수 있는 효율적인 보강에 초점을 맞춰 표면 매립공법(Near Surface Mounted)을 제안하였다.

표면매립공법은 철근 콘크리트 구조물의 보강면에 홈 컷팅기로 일정한 너비와 깊이로 홈을 형성한 후 비부착 튜브를 이용하여 FRP Rod를 일정구간 비부착 시킨 후 홈에 삽입하고 고강도 에폭시나 그라우트를 사용하여 부착시키는 공법이다. 이 공법의 사용은 FRP 보강재의 시공후 차량의 충돌, 화재등 으로부터 손상을 최소화 할 수 있다. 본 연구에서는 표면매립공법을 사용하여 보 실험체를 제작 실험을 수행하였으며, 실험을 통하여 휨거동의 특성 및 내하력 보강을 규명하고자 그 성능 평가를 하였다.

* 정회원, 진주산업대학교 토목공학과 교수

** 정회원, 한양대학교 토목공학과 교수

*** 정회원, 한양대학교 토목공학과 박사수료

**** 정회원, 한양대학교 토목공학과 석사과정

2. 역사다리꼴 탄소섬유 보강재를 적용한 표면매립 보강공법의 성능 실험

2.1 역사다리꼴 표면매립 보강재 개요

다음 그림 2.1은 본 연구에서 사용된 역사다리꼴 탄소섬유 보강재의 재원 및 적용형식별 개요도를 나타내고 있는 그림이다. 역사다리꼴 단면을 보유함으로써 휨 거동시 모재와 매트릭스간의 소정의 썩기작용을 통한 부착성능 향상을 도모하였다. 재료특성의 경우, KS M 3006-03 시험법에 의해 인장시험을 수행한 결과, 약 2,370MPa의 높은 인장성능을 발휘한 것으로 분석되었다.

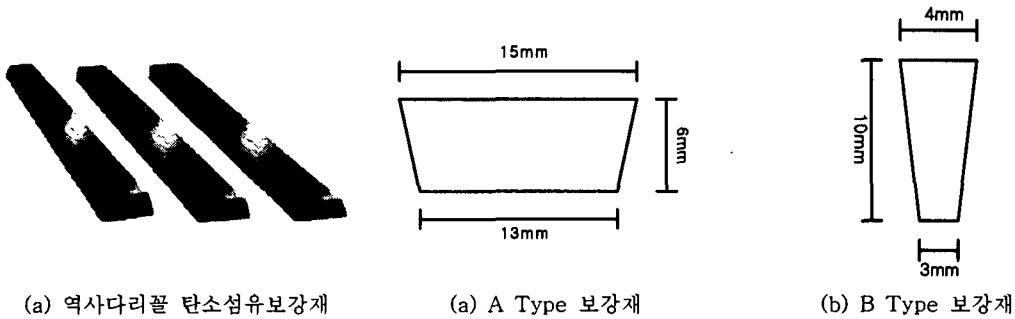


그림 2.1 역사다리꼴 탄소섬유 보강재 재원

2.2 실험개요

시험체 단면과 변수는 표 2.1에 나타나있다. 시험변수는 총 6개 시험체에 대해 2가지의 보강재형식 (A Type - HBCFRP(中), B Type - HBCFRP(小))을 적용하여 구성하였으며 보강길이는 2.5m로서 정착단의 영향을 고려하여 시험체 길이의 약 90% 구간을 보강하였다.

실험체는 총길이 2.7m, 순지간 2.3m의 단순보 형식으로 거치되었으며, 하중재하는 4점 재하 방법을 채택하였고, 1mm/min 의 변위제어를 통해 실험을 실시하였다. 하중에 따른 처짐을 확인하기 위해 시험체 중앙부에 100mm 변위계(LVDT)를 설치하여 측정하였다. 가력기의 위치와 가력방향, 지지점과 가력점의 위치와 방향은 그림에 나타난 바와 같다.

2.3 실험결과 분석

Control 시험체의 휨 실험결과는 초기균열 하중은 24.7kN으로 나타났으며 93.2kN에서 철근의 항복변형률을 보이면서 소성거동을 나타낸 후, 99.8kN에서 최종 휨 파괴되었다. 지점단부에서의 국부파괴는

시험체명	보강재	휨보강량 개수	보강길이	채움재
CON	-	-	-	
1A2.5	HBCFRP(中)	1EA	2.5m	epoxy mortar
2A2.5		2EA		
3A2.5		3EA		
1B2.5	HBCFRP(小)	1EA		
2B2.5		2EA		
3B2.5		3EA		

표 2.1 전단 보강시험체 종류 및 제작 변수

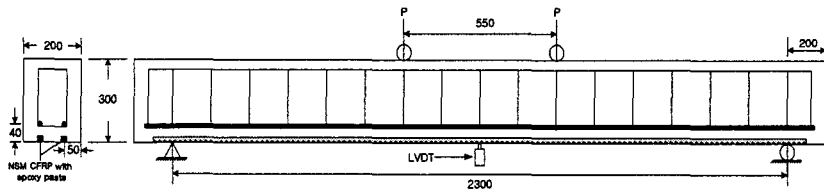
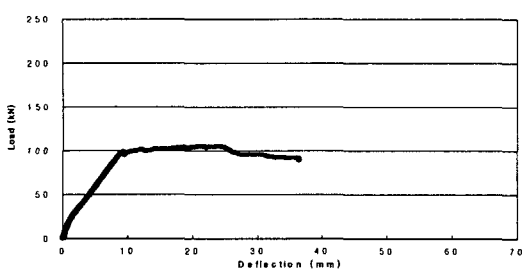
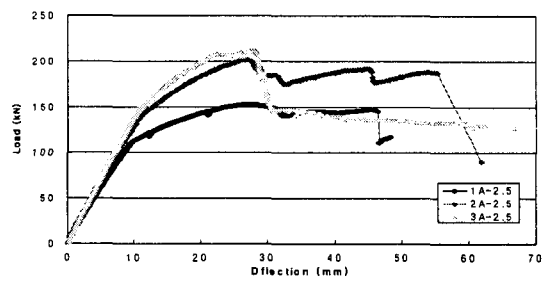


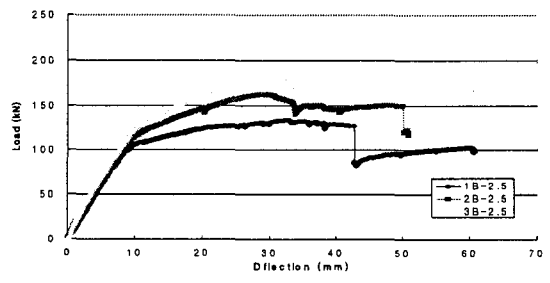
그림 22 실험체 측면도 및 단면도



(a) Control Specimen (with same strengthened length-2.5m)

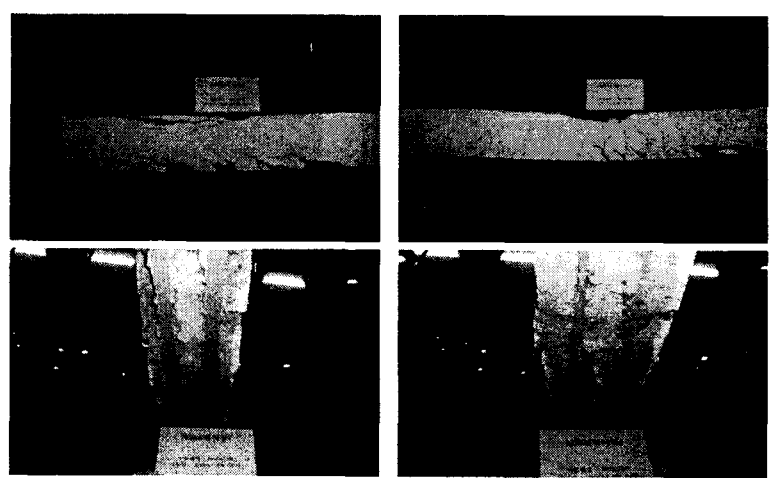


(b) A Type Specimen



(c) B Type Specimen

그림 2.3 하중에 따른 변위량



A Type Specimen

B Type Specimen

그림 2.4 실험체 파괴 양상

발생하지 않았으며 파괴시까지 연성적인 거동을 나타내었다. A Type의 보강재를 사용한 휨 실험결과는 최종 극한변위는 약 50mm이상까지 유지하였으며, 파괴형태는 휨·압축으로 나타났다.

파괴시의 경우 보강면의 급격한 탈락현상은 발생하지 않았으며 보강충진재는 거의 손상을 입지 않았다. 특히 3A-2.5의 실험체의 경우 1차 소성거동을 나타냈으며, 이후 208.0kN에서 보강부 계면이 박리파괴가 발생하였으며 극한하중은 212.0kN으로 나타났다. 이는 극한하중 이후 급격한 하중저하를 보이는 이유는 3가닥의 탄소막대 보강재로 보강된 시험체가 파보강 파괴를 보이면서 콘크리트의 급격한 파괴에 기인한 것으로 분석된다. B Type의 보강재를 사용한 실험 결과는 A Type의 실험결과 유사한 파괴형태를 보인 것으로 나타났다.

3. 결론

- (1) 역사다리꼴 탄소막대 보강재를 사용하여 표면매립공법(NSM) 실험결과, 약 20%~100%의 극한 강도의 향상을 보였으며 이는 충분한 성능향상을 보유한 것으로 분석되었다.
- (2) 각 실험체의 보강 개수는 3가닥 이상의 보강 개수는 파보강 상태로 파악되며 적절한 보강 형태와 보강량에 대한 보강설계 기준의 정립이 필요할 것으로 판단된다.
- (3) 모든 표면매립시험체는 역사다리꼴 탄소섬유 보강재에 대한 기본적인 구조성능을 확인할 수 있었으며 정착단 및 보강길이에 대한 추가적인 연구를 통해 현장적용성을 분석할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 2005년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 신진교수연구사업과(D00385(101024), 건설교통부 보수 보강된 콘크리트 교량의 성능평가/개선 기술개발 및 원격관리시스템 구축사업(C105B1030001-05B0303-000)의 지원으로 수행되었으며, 본 연구수행에 협조 및 지원을 해주신 (주)한보엔지니어링의 연구지원에 감사드리는 바입니다.

참고문헌

1. Laura De Lorenzis, Andrea Rizzo, and Antonio La Tegola, "A modified pull-out test or bond of near-surface mojnsted FRP rods in concrete," Composites Part B : Engineering, Vol. 33, 2002, pp.589-603.
2. W.C. Tang, R.V. Balendran, A. Nadeem, and H.Y. Leung, "Flexural strengthening of reinforced lightweight polystyrene aggregate concrete beams with near-surface mounted GFRP bars," Building and Environment, in press, 2005.