

벨크로를 이용한 FRP판 보강공법의 휨보강성능에 대한 연구

Study on Flexural Strengthening Capacity of FRP-Plate Strengthening System with the Velcro

신 동 윤* 홍 건 호**
Shin, Dong Yoon Hong, Geon Ho

ABSTRACT

This study focuses on the flexural behavior of RC beam with externally bonding FRP reinforcement. FRP-plate strengthening system is mainly installed with an anchor-bolt. But the installation with it has several disadvantage as a complicated work, a high labor costs.

To complement these disadvantage, the test is performed about improved FRP-plate strengthening system.

1. 서론

지난 수십년 간의 급속한 경제성장과 꾸준한 인구의 증가에 의해 철근콘크리트 건축물은 양적으로는 크게 증가되어 왔으나, 짧은 기간동안 건축물을 대량으로 하는데 따른 설계와 시공적인 결함과 유지관리의 소홀에 따른 노후화가 빠르게 진행되었다. 노후화와 결함이 발생한 건축물의 안전성과 사용성을 확보하기 위하여 보수·보강에 대한 관심이 증대되고 있으며, 더욱이 환경파괴 문제에 의하여 재 활용이 거의 불가능한 철근콘크리트 건축물의 재건축보다는 보수·보강에 의한 기존 건축물의 안전성 및 사용성 확보가 우선되어야 한다는 의식이 높아지고 있다.

보수·보강을 위한 많은 종류의 공법과 재료가 있지만, 최근 보수·보강 재료로써 부식이 강하고 시공이 용이한 섬유복합체(FRP)의 적용이 증가되고 있다. FRP 보강재는 지금까지 슈트형으로 에폭시 수지를 함침시켜 보강하거나 판형의 보강재를 앵커볼트를 이용하여 고정하고 에폭시 수지를 주입하는 방법으로 보강되어 왔다.

본 연구에서는 섬유판을 이용하여 보강하는 경우, 일반적으로 사용되어 온 앵커볼트형 섬유판 보강공법의 단점들을 보완하기 위하여 개량한 형식의 섬유판 보강공법을 개발하여 그 휨보강성능을 확인하였다.

* 정희원, 호서대학교 건축공학과 석사과정

** 정희원, 호서대학교 건축공학과 부교수

2. 실험 계획

보강된 철근콘크리트 보의 파괴강도와 변위를 측정하여 각 변수 별 시험체의 휨보강 성능과 파괴양상 등을 파악하기 위하여 실행되었다. 각 시험체는 동일한 철근콘크리트 보를 제작하여 양생시키고 각 변수에 맞는 보강재를 시공하여 실제구조물에서와는 달리 구조적 손상이 없는 상태의 보에 보강을 하여 보강재 자체의 보강성능을 비교하고자 하였다.

보의 중앙부에 집중하중을 가하여 3-point loading 방식으로 파괴 시까지 재하하였다. 실험 결과는 하중과 중앙부 처짐량으로 측정하였으며, 처짐의 측정은 보 길이의 4등분 점, 총 세 곳에서 LVDT를 사용하여 측정하였다. 철근에 철근용 스트레인게이지를 부착하여 하중에 따른 변형률을 측정하였다.

본 실험의 변수는 보강재의 부착방법으로 총 4개의 시험체는 각각 무보강 기준시험체와 섬유쉴트로 보강한 시험체, 앵커볼트로 섬유판을 고정시켜 보강하는 시험체, 개량형 시험체인 벨크로(Velcro)로 섬유판을 고정시켜 보강하는 시험체이다. 섬유판 제작에 사용된 섬유복합재는 섬유쉴트 보강시험체에 사용된 보강재량과 유사하도록 계획하였고, 모든 시험체에 사용된 철근은 D10을 사용하였다. 사용된 콘크리트의 28일 강도는 22.9MPa이며, 철근의 항복강도는 400MPa이다. 기준시험체를 포함한 모든 시험체의 크기와 철근의 배근은 그림 1과 같다.

3. 실험 결과

각 시험체의 파괴하중과 파괴양상은 표 1에 정리하였다. 추정값은 보가 견딜 수 있는 최대 휨강도를 구하여, 이 최대휨강도를 발생시키는 하중값을 통해 찾아내었다. 또한 그림 2의 그래프에서는 각 시험체의 하중-변위 곡선을 나타내었으며, 파괴양상을 사진 1에서 나타내었다.

기준시험체는 철근이 항복하고 시험체의 중립축 위로 균열이 진행되면서 일반적인 보와 같은 휨파괴 양상을 보였다. 철근이 항복한 후 시험체는 소성경화에 의한 내력의 증가를 보일 뿐 더 이상의 내력이 증가되지 않으며, 처짐만 지속적으로 증가하였다. 섬유쉴트 보강시험체는 철근의 항복 후 약간의 떨어진 하중증가율을 보이거나 보강에 의한 휨내력이 증가하였고, 부착이 파괴되면서 쉴트의 박락에 의한 파괴가 발생하여 파괴 시 급격한 내력의 감소를 보였다. 균열은 전 길이에 걸쳐 고르게 분포되어 시험체 전체적으로 하중 전달이 뛰어난 것을 알 수 있었다.

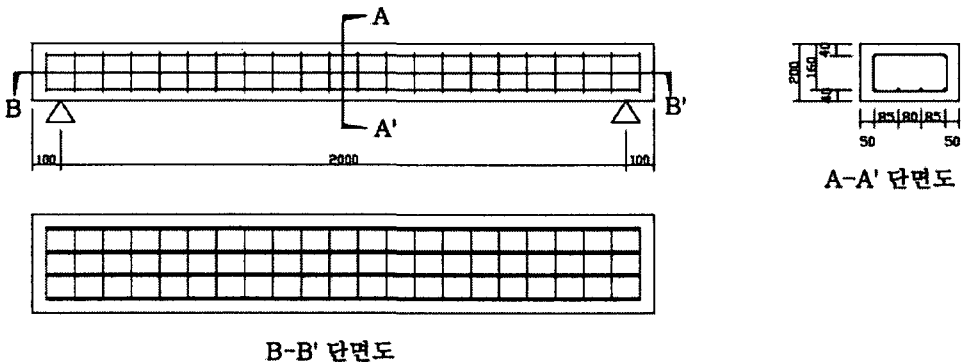


그림 1. 철근배근도

표 1. 실험결과 일람표

| 시험체명 | 파괴하중(kN) | | 파괴양상 |
|---------------|----------|-------|-------|
| | 추정값 | 실험값 | |
| 기준시험체 | 30.2 | 46.5 | 휨파괴 |
| 섬유쉬트 보강시험체 | 78.4 | 91.8 | 쉬트박리 |
| 앵커형 섬유판 보강시험체 | 78.4 | 107.4 | 섬유판박리 |
| 개량형 섬유판 보강시험체 | 78.4 | 113.7 | 섬유판파단 |

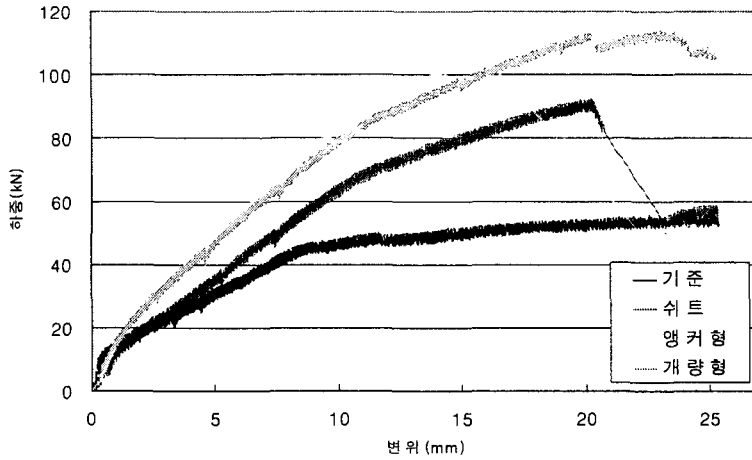
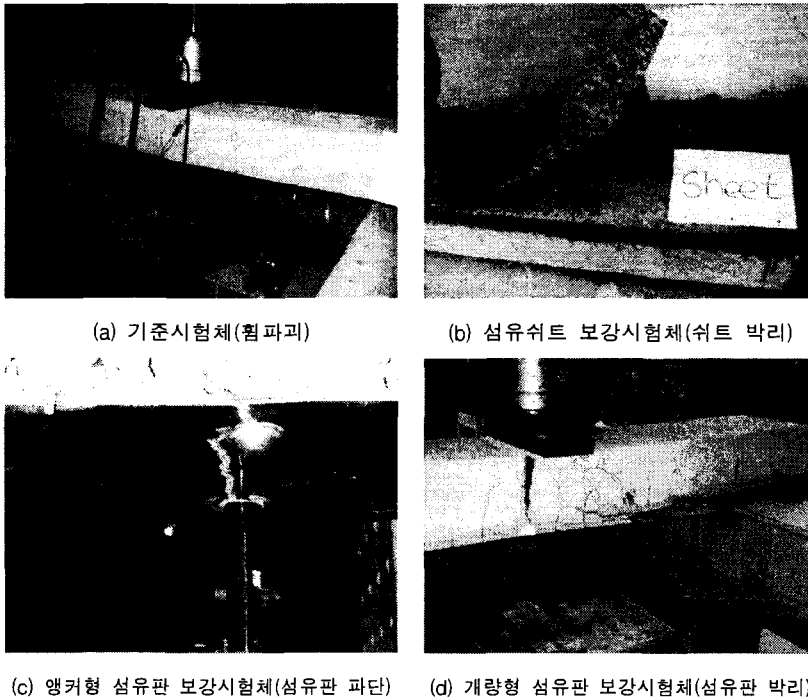


그림 2. 시험체 별 하중-변위 곡선



(a) 기준시험체(휨파괴) (b) 섬유쉬트 보강시험체(쉬트 박리)
(c) 앵커형 섬유판 보강시험체(섬유판 파단) (d) 개량형 섬유판 보강시험체(섬유판 박리)

사진 1. 각 시험체 별 최종파괴양상

앵커형 섬유판 보강시험체는 보강내력 상으로는 기준시험체에 비하여 1.3배(60.9kN)의 증가하였지만, 앵커볼트를 설치하기 위해 뚫어놓은 볼트구멍에 의해 섬유판의 보강재 유효단면적에 손실이 발생하여 볼트구멍 간의 섬유판 파단 파괴가 발생하였다. 이 시험체는 부분적인 보강재의 손실부에 의해 파괴가 발생하여 보강재의 성능을 모두 발현하지 못 하였다고 판단된다.

마지막으로 개량형 섬유판 보강시험체는 앵커형 섬유판 보강시험체와 유사한 거동을 보이지만, 파괴양상은 쉬트 보강시험체와 유사하게 섬유판의 박락에 의해 파괴가 발생하였다. 파괴 시 최대하중은 113.7kN으로 기준시험체의 파괴하중과 비교하여 1.4배의 보강효과를 보였다. 파괴 직전의 균열은 전 구간에 걸쳐 고른 분포를 보였으며, 파괴가 발생하면서 섬유판과 함께 중앙부의 콘크리트가 함께 박락되었다.

4. 결론

벨크로 부착 섬유판 보강시험체의 휨보강성능을 확인하기 위한 본 연구의 실험결과에 따른 결론은 다음과 같다.

1. 벨크로 부착 섬유판 보강시험체는 기준시험체의 휨파괴하중과 비교하여 보강성능이 67.2kN으로 약 1.4배의 휨보강효과를 보였으며, 파괴 전의 앵커형 섬유판 보강시험체와 거동이 유사하였다. 따라서 벨크로 부착 섬유판 보강공법은 충분한 보강성능을 갖은 것으로 판단된다.
2. 앵커형 섬유판 보강시험체와 비교하여 벨크로 부착 섬유판 보강시험체는 보강재의 고정을 위한 보강재의 유효단면적 손실이 발생하지 않아 전 보강구간에 걸쳐 동일하게 보강재의 모든 성능을 발휘할 수 있는 것으로 나타났다.
3. 앵커형 섬유판 보강시험체는 보강재를 고정하기 위한 앵커볼트 설치작업이 까다롭고, 설치작업에 따르는 많은 인건비가 발생하나, 벨크로 부착 시험체는 앵커형 시험체에 비하여 간편하게 설치할 수 있었다.

참고 문헌

1. 콘크리트 구조설계기준 해설, 한국콘크리트학회, 2003
2. 김공환 외 29명, 구조물 보수보강공법의 성능평가에 관한 연구, 한국건설기술연구원, 2001.11, pp.174-270
3. J.G.Teng, J.F.Chen, S.T.Smith and L.Lam:FRP-Strengthened RC Structures, John Wiley & Sons, Ltd, pp.31-46