

GFRP를 이용한 의장 구조디자인

Structural design of GFRP column



황 경 주***
Hwang, Kyung-Ju

1. 서론

가벼운 자중에 비해 높은 재료적인 강도로 인해 유리섬유강화플라스틱(Glass Fiber Reinforced Plastic)의 사용이 증가하고 있다. 더욱이 생산 기술의 발전으로 인해 사용 빈도가 높은 부재의 생산은 펄트루 전(Pultrusion) 방식을 통해서 대량생산이 가능해졌다. 하지만 특수목적으로 사용되는 건축물에 경우 펄트루 전 방식을 통해 생산되는 부재의 사용은 상당히 제한적이기 때문에 수공적층을 통해서 부재를 생산할 수밖에 없다. 이럴 경우 일반적인 부재의 접합 방식으로는 수공적층으로 이루어진 유리강화 플라스틱 부재의 접합이 상당히 어려워지기 때문에 상황에 맞게 특수하게 접합부의 설계가 이루어져야 한다. 수공적층으로 생산된 유리강화플라스틱 부재를 이용해서 독일 Mainz 지역에 의장적 기둥 3개가 설계가 되었다. 수공적층의 특성으로 인해 기둥의 천장과 지붕을 연결하는 접합부와 기둥 전 체의 강성을 확보하기 위해

보강한 부재 모두 유리 강화플라스틱과 철 부재가 합성된 접합부가 사용되어야만 했다. 또한 강화플라스틱 간의 연결 접합부 또한 사용되었다. 본 기사에서는 이러한 접합부들의 강도를 측정하는 방법에 대해 소개하고자 한다.



〈Fig. 1〉 View of GFRP Columns

〈Fig. 1〉에서 보는 바와 같이 기둥의 구성은 기둥의 전체 골격을 형성하는 수공적층으로 만들어진 GFRP에 천장에 연결하기 위한 철골부재가 GFRP 안에 접합이 되어 있다. 이 철골부재 간에 수평적으로

* 서울시립대학교 건축학부 교수
University of Seoul, Professor

볼트 접합으로 연결이 되어 있으며 전체 20m를 한 부 재료 생산할 수 없기 때문에 GFRP간에 수직적으로 접착제를 이용하여 접합이 되어 있다.

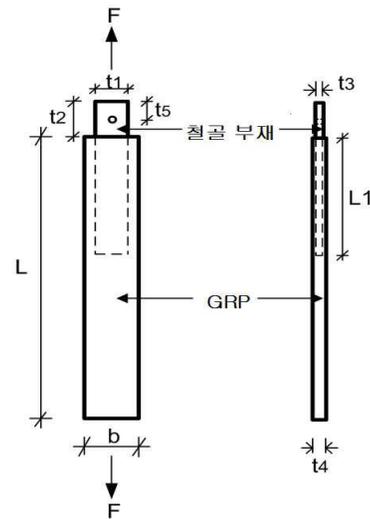


〈Fig. 2〉 Connection of Column

210,000MPa이다. GFRP의 재료 실험을 통해 얻은 물성치는 섬유 각도에 상관없이 항복강도는 최소 약 165MPa이며 최대인장과괴강도는 약 40kN이며 탄성계수는 약 7000MPa이다. GFRP간의 접합을 위해 사용된 접착제는 SikaDur 330이며 접착제에 대한 물성치는 참고문헌에 인용된 논문에서 자료를 바탕으로 하였다. 이를 바탕으로 해서 3가지의 접합부 형태, 즉 철골과 GFRP의 천장연결 부분, GFRP 안에 위치한 보강 철골 링의 연결 부분, 그리고 GFRP의 자체적인 접착제를 이용한 접합부의 실험이 수행되었다.

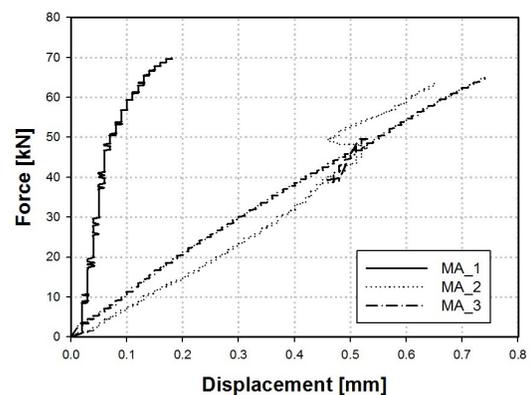
2. 실험 개요

〈Fig. 2〉에서 보여지는 바와 같이, 기둥이 천장과 연결되는 부분과 분절된 부분들은 철재 접합부가 GFRP의 내부에 수공적층이 되어 있으며 노출된 부분은 볼트로 천장의 유리 골조에 매달려 있게 된다. 실험을 통해 GFRP에 삽입이 되어 수공적층이 되어 있는 철골부 재를 볼트로 연결하여서 인장실험을 수행하였다.



〈Fig. 3〉 Test setup (MA)

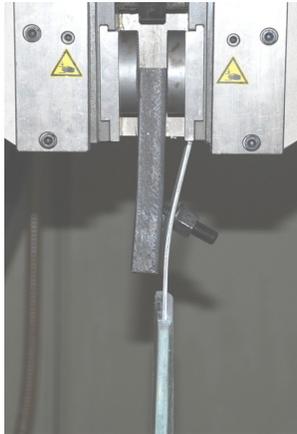
〈Fig. 3〉에서는 실험체에 가력 하는 과정과 실험체 각각의 크기를 나타내고 있다. 수공 적층 된 GFRP 전체 길이(L)는 795mm이며 폭(b)는 225mm이다. 철골 부재의 길이(L1)는 510mm이며 폭 (t1)은 125mm이다. 부재를 연결하기 위해 사용된 볼트는 M10으로써 극한강도는 1000MPa이다.



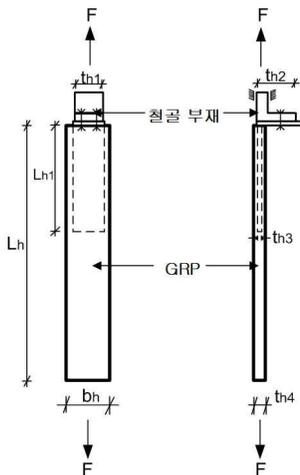
〈Fig. 4〉 Force-displacement curves(MA)

MA_2와 MA_3의 경우 매우 비슷한 하중-변위 양상을 나타내고 있다. 그 원인은 〈Fig. 6〉에서 살펴볼 수 있다. 먼저 기울기가 탄성범위 내에서 MA_1에 비해 약 8배가량 차이가 나는 원인은 외부로 노출되어 있는 철골부재가 비교적 일찍 국부좌굴을 나타내고 있는 것으로 보이며 하중레벨이 약 45kN 지점에서 철골부재가 완전히 국부좌굴이 일어난 후 볼트가 약

62kN까지 힘을 받고 전단파단이 일어나고 있는 것으로 파악이 된다. 철골부재와 볼트에서 내력을 보이고 있는 동안 GFRP와 철골부재의 접 된 부분에서는 파괴가 전혀 일어나지 않았다.



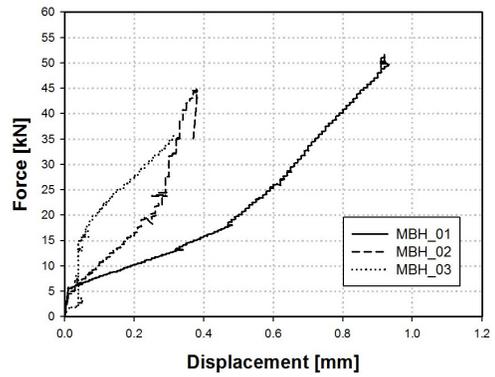
〈Fig. 5〉 Failure Mode (MA)



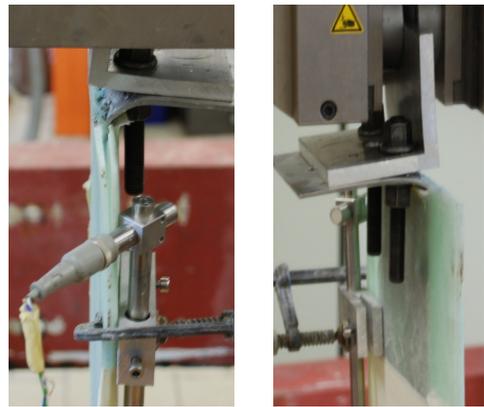
〈Fig. 6〉 Test setup (MBH)

〈Fig. 6〉에서는 수평 연결부분의 인장 시험에 대한 가력 및 부재의 크기에 대한 상세가 소개되고 있다. 앞선 MA의 경우와 다른 점으로 예상되는 것은 볼트에 걸리는 힘이 인장 혹은 인장과 힘의 합성이 지배적이라는 것이다.

〈Fig. 7〉에서 MBH의 인장강도 시험에 대한 하중-변위 곡선을 나타내고 있다. MBH-01의 경우 파괴강도가 약 50kN으로 가장 큰 값을 보여주고 있으며 나머지 두 시험체는 각각 45kN, 35kN의 값을 갖고 있다.



〈Fig. 7〉 Force-displacement curves (MBH)



〈Fig. 8〉 Failure mode (MBH)



〈Fig. 9〉 View of GFRP column

3. 결론

GFRP를 이용하여 의장적 구조디자인을 수행하였으며 몇 가지 실험을 통하여 구조 성능을 확인하였다. 천장 연결부분은 철골부재에서 국부좌굴이 일어났으므로 내력이 더욱 필요할 경우 철골의 두께 혹은 강도를 높여서 확보할 수 있을 것이다.

수평 연결부분의 접합에 있어서는 GFRP와 철골부재의 접착에 주요 균열이 일어났으므로 균일한 거동 및 강도를 확보하기 위해서는 보다 정밀한 접착제 시공이 필요하다고 볼 수 있다. 본 연구에서는 수공적층 GFRP와 접착제를 이용한 접합부, 즉 GFRP와 철골부재 그리고 GFRP의 접합에 대해서 인장강도 실험을 수행했으며 보편적으로 볼 때 수공적층의 부재 적용 시 접착제의 균일한 강도가 전체 구조물의 강도 및 강성에 큰 영향을 줄 수 있다.