

인발성형된 터널구조용 FRP 곡면패널

Curved FRP Panels for Tunnel Lining by Pultrusion Method

정우태* 박종섭**

Jung, Woo Tai Park, Jong Sup

ABSTRACT

This study considered applications of FRP panels as curved structural members. Also, curved GFRP panel with open cell type for tunnel lining was manufactured by pultrusion method through improving equipments.

요약

본 연구는 곡면부재로서의 FRP 패널의 활용 가능성을 검토하고 제작장치의 개선을 통해 인발성형된 곡면패널 시작품을 제작하였다.

1. 서론

섬유강화 복합재료(Fiber Reinforced Polymer; 이하 FRP)는 고분자 수지를 기지(matrix)로 사용하고 이것에 유리섬유(Glass fiber) 등을 섬유형태로 보강하여 제작된 복합재료로서 부식에 대한 뛰어난 저항력과 자중에 비해 높은 강도를 갖는다는 장점으로 인해 기존의 건설재료인 강재와 콘크리트를 대체할 재료로 최근 각광받고 있다. 또한 구조물의 장수명화에 대한 관심이 증가하면서 건설구조물에 FRP를 활용하려는 연구가 시도되고 있다. 그러나 타 재료에 비해 초기비용이 상대적으로 고가인 FRP가 건설분야에서 대중화되기 위해서는 인발성형법에 의한 방법이 필요하다. 그러나 인발성형법(Pultrusion Method)은 직선형 FRP 제작에 주로 사용되고 있으며, 곡면형 FRP의 제작은 현재까지 수작업(Hand-Lay-Up) 또는 필라멘트 와인딩(Filament winding)에 의해서만 생산이 가능한 실정이다. 또한 이러한 방식에 의해 제작된 곡면형 FRP는 재료물성이 낮아질 수 있다. 이러한 문제점으로 FRP는 보수보강재료 및 교량 바닥판에 한정되어 적용되고 있으며, 터널이나 아치형 교량 등에 활용가능한 곡면형 FRP에 대한 연구는 거의 이루어지지 못하고 있다. 본 연구는 곡면부재로서의 FRP 패널의 활용 가능성을 검토하고 제작장치의 개선을 통해 인발성형된 곡면패널 시작품을 제작하고자 한다.

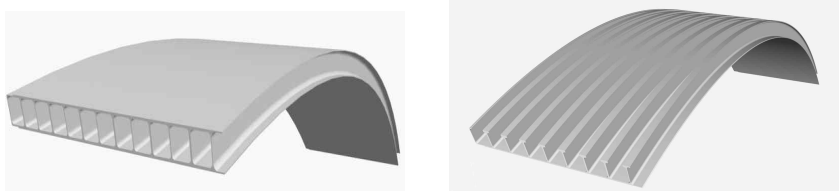


그림 1 FRP 곡면패널 예시도(중공셀형 및 개구셀형)

* 정희원, 한국건설기술연구원, 구조교량연구실, 연구원

** 정희원, 한국건설기술연구원, 구조교량연구실, 선임연구원

2. FRP 곡면패널 필요성

암반 상태가 양호한 산악터널의 경우, 대부분 굴착된 터널공동이 자립하여 슛크리트나 2차 콘크리트 라이닝에는 지보능력을 크게 요구하지 않음에도 불구하고 슛크리트의 품질확보, 콘크리트의 큰 자중, 용수처리 등의 문제로 과도한 보강을 하게 되어 굴착량의 증가와 전체 공기를 1/3이상 증가시키는 요인이 되고 있으며, 기존 콘크리트 터널구조물의 철근 부식 및 파형강관 등의 부식문제로 내구성이 저하되어 수명이 감소하므로 유지관리비용이 상승하므로 부식재료를 최소화하여 내구성을 극대화할 필요가 있다. 대부분의 건설용 FRP 부재는 인발성형에 의해 직선부재로 제작되고 있으며, 곡면 가공이 필요한 부분에서는 불필요한 연결부 및 시공절차를 따로 두고 있는 실정이어서 FRP 곡면패널의 연속 생산에 대한 연구는 국내외에서 거의 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 따라서 생산공정이 단순하고 대형·연속 생산이 가능한 FRP 곡면부재의 생산 기반이 갖추어지고 요구성능에 적합한 FRP 곡면패널이 제작된다면 향후 곡면부재의 활용분야에 대해서도 많은 추가 연구가 이루어질 것으로 기대된다.

3. FRP 곡면패널 시제품 제작 및 예비해석

FRP 곡면패널의 기본 모듈은 크게 중공셀형과 개구셀형으로 나눌 수 있다. 본 연구의 FRP 곡면패널은 초기 기본 모듈을 개구셀형으로 설정하였다. 곡면패널은 인발성형법을 이용하여 반경은 6.5m로 제작하였고 기본 길이는 5m로 하였다. 인발성형은 기존 직선형 장치를 개선하여 적용하여 시제품을 제작하였다.

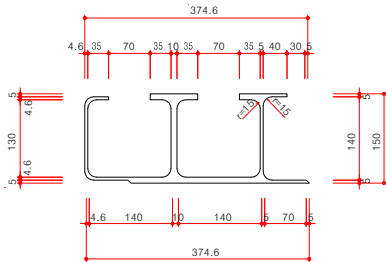


그림 3 기본 모듈 제원(mm)



그림 4 FRP 곡면패널 제작

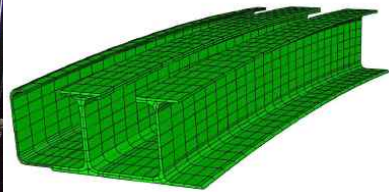


그림 5 기본 모듈 예비해석

예비해석은 FRP 곡면패널의 거동을 파악하기 위해 1m 시편에 대해 수행하였다. 해석결과 폐합단면이 아닌 개구셀형이므로 국부변형 및 국부좌굴이 취약한 것으로 나타났다. 그러나 FRP 곡면패널은 터널구조에 적용시 공동부분은 콘크리트로 채워지므로, 콘크리트와 FRP 합성 거동에 대한 추가검토가 필요하며, 향후 실험을 통해 검증할 예정이다.

감사의 글

이 논문은 2009년 건설기술혁신사업(09기술혁신C01)의 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 한국건설기술연구원, "장수명합리화 바닥판 개발(II)", 2002
2. Shen, Y., Xu, M., Chandrashekhara, K., and Nanni, "A Finite Element Analysis of FRP Tube Assemblies for Bridge Decks", 2001