

복합재 프레스성형을 고려한 자동차 현가 스프링 설계

신정규¹⁾ · 구영권²⁾ · 김민혁³⁾

영흥철강 기술연구소¹⁾ · 영흥철강 기술연구소²⁾ · 영흥철강 기술연구소³⁾

Design of coil spring in automobile suspension considering composite press-forming process

Jungkyu Shin¹⁾ · Youngkwon Goo²⁾ · Minhyuk Kim³⁾

Youngheung Iron and Steel¹⁾, Youngheung Iron and Steel²⁾, Youngheung Iron and Steel³⁾

Key words : Suspension Coil Spring(현가용 코일 스프링), Glass-Fiber Reinforced Composite(유리섬유복합재), Press-Forming(프레스성형), Piercing Point(하중점), Spring Stiffness(스프링 강성)

* Corresponding Author, E-mail: comshin@youngwire.com

자동차의 경량화를 위해 복합재는 기존 철강재를 대체하고 있다. 외장품 뿐만 아니라 외력을 지지하는 구조품 뿐만 아니라 특정 역할이 있는 기능품에도 확대되고 있다. 기능품 중에 현가용 스프링은 곁판 타입과 코일 타입의 2종류가 있으며, 이미 복합재를 적용한 연구결과를 바탕으로 곁판의 경우 상용화가 되었다.

곁판 스프링은 형상이 일자형으로 단순한 편으로 SUV 또는 소형 버스에 상용화가 되었다. 그러나 코일 스프링은 형상이 복잡하고 특히 단순 하중 지지의 강성 뿐만 아니라 하중점(Piercing Point)과 같은 설계 사양을 만족해야 하므로 많은 연구가 이뤄졌음에도 불구하고 상용화에 한계가 있어, 코일 스프링의 제작 방법 중 프레스 성형방법을 고려한 스프링의 설계와 제작 및 시험 결과를 다루고자 한다.

자동차 현가용 코일 스프링은 단면이 원형인 중실축의 소재를 코일링 기계로 성형하여 제작한다. 역학적으로 코일 스프링은 비틀림 하중이 작용하는 Torsion bar로 등가시킬 수 있으며, 단면이 원형인 경우 응력분포가 균일하여 가장 효과적이다. 따라서 복합재 코일 스프링 개발 초기에는 원형 단면으로 코일 스프링을 제작하였다. 그러나 시험 중 파단이 발생하여 단면을 분석한 결과, 파이버 사이에 수지가 모여있는 수지구간과 수지가 없는 기공구간이 발견되었다. 기공구간은 파손의 원인인 균열을 제공할 수 있고 수지구간은 스프링 하중이 증가함에 따라 파손이 먼저 발생할 수 있는 구간이라 판단된다. (Photo 1)

따라서 이를 제거할 수 있는 제작 방법을 검토한 결과, 수지구간과 기공구간을 모두 제거할 수 있는 방법으로 물리적인 하중을 작용하는 프레스 성형을 적용하였다. 프레스 성형은 관형 복합재에 적용되는 방법이나 코일 스프링과 같은 입체 난형상에는 적용이 어려우나 시제품 개발의 단계에서 적용하였다. 스프링 제작 시 외력의 작용으로 단면의 변화가 필연적으로 발생하게 되며, 단면의 변화는 스프링 강성 또는 응력 특성에 영향을 줄 수 있다. 이를 검토하기 위해 원형과 D-형 단면의 코일 스프링을 구조해석으로 검토한 결과, 강성 및 최대응력은 변화가 없는 것으로 나타났다. 강성은 단면적의 함수로 단면적으로 동일하게 하면 변화가 없게 되고 최대응력은 스프링 내측에 발생하므로 외측의 형상과는 무관한 것에 기인한다. (Photo 2) 프레스 성형을 적용한 코일 스프링 제작 결과, 시험중 파단은 발생하지 않았다. 또한 코일 스프링의 요구도인 강성과 하중점을 만족할 수 있었다. (Photo 3)



Photo. 1 1st Coil Spring(Left), fracture during compression test (Middle) and cross-section (Right/Rightmost)

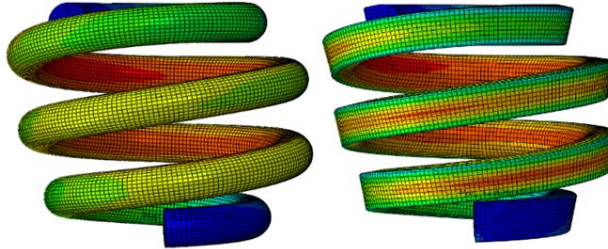


Photo. 2 Structural Analysis of Coil Spring with Circle-type (Left) and D-shape (Right) Section

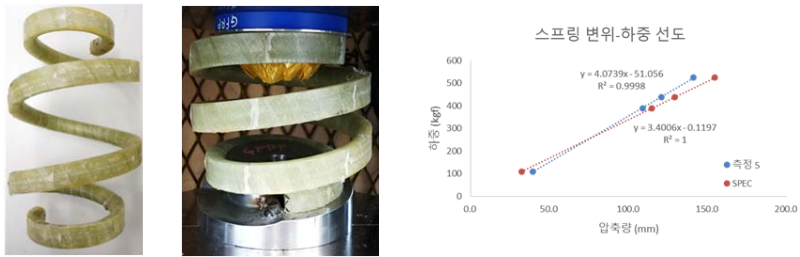


Photo. 3 Improved Coil Spring (Left), Compression Test (Middle) and Stiffness Result (Right)