

1200 Stroke 롤링공법에 의한 전기자동차용 피니언 샤프트 개발에 관한 연구

심 영 기^{*1)} · 김 세 종¹⁾ · 김 일 한¹⁾ · 이제욱²⁾ · 김 영 일²⁾

에스앤에스 엠텍¹⁾ 아주자동차대학 자동차학부²⁾

Development of EV(Electric Vehicle) Pinion Shaft by 1200 Stroke Rolling Method

Youngki Shim^{*1)} · Sejong Kim¹⁾ · Ilhan Kim¹⁾ · Jeuk Lee²⁾ · Youngil Kim²⁾

S&S M-Tech¹⁾, Ajou Motor College²⁾

Key words : Electric Vehicle(전기자동차), Pinion Shaft(피니언 샤프트), Rolling(전조가공), Spline(스플라인), Rack Dies(랙 다이스), Capability(공정능력), Rolling Method(롤링공법)

* Corresponding Author, E-mail: ykshim@snsmetal.co.kr

현재까지 자동차의 주 연료는 화학연료인 가솔린과 디젤이 대부분 사용되는 있는 현실이었으나, 화석연료 고갈 및 지구 온난화와 같은 문제가 대두되면서, 완성차 업계에서는 친환경 연료 자동차 개발 및 생산을 하고 상황이다. 그에 따른 자동차 부품 업체에서도 미래 시장 변화에 대응하기 위해 친환경 자동차 부품 개발의 필요성이 대두 되고 있다.

전기 자동차(Electric Vehicle)는 유해가스 배출을 전혀 발생시키지 않으며, 다양한 방법을 통해 얻을 수 있는 전기 에너지를 사용한다는 점에서 큰 장점을 가지고 있다. 전기 자동차 개발은 현재 승용차 시장에서는 양산과 동시에 많은 개발이 이루어지고 있으며 어느 정도의 플랫폼 개발이 완료된 상태라고 볼 수 있다. 전기 승용 자동차 대비 고출력 및 고 사양이 요구되는 픽업 트럭(Pick up Truck) 전기 자동차나, 상용차(Commercial Vehicle) 전기 자동차 개발이 완성 자동차 업계에서의 다음 개발 목표로 이어지고 있다.

본 연구는 현재 양산되고 있는 승용 전기 자동차 부품이 아니, 픽업 트럭 및 상용 전기자동차 동력 전달 부품이며, 승용차 제품 대비 고출력의 토크(Torque)가 요구되고 있는 제품으로 내구성 및 고품질의 치수 정밀도를 요구하고 있다. 픽업 트럭 및 상용 전기 자동차는 신규개발 프로젝트로 초기 개발시 양산성 확보가 가능한 품질을 확보하는 것이 중요하다. 픽업 트럭 및 상용 전기 자동차 동력 전달 부품으로는 샤프트 및 기어 등 여러 가지 부품으로 구성되어 있으나, 본 연구는 동력 전달과 종감속 역할을 하는 피니언 샤프트(Pinion Shaft) 개발에 목적을 두었다.

본 연구에서는 피니언 샤프트 개발 관련 하여, 1200 Stroke 롤링공법에 의한 전기자동차용 피니언 샤프트 개발에 관한 연구로서, 상태 부품과 조립할 수 있도록 스플라인 기어 치형을 롤링공법을 적용하여 개발하는 것에 목적을 두었다. 피니언 샤프트의 제조 공정은 소재 절단, 구상화 열처리, 냉간 단조, 노말라이징 열처리, 선삭 가공, 롤링 공정으로 되어 있으며, 최종 공정인 롤링 공법 개발에 목적이 있다. 롤링 공법에 영향을 주는 주요 인자는 소재 경도, 선삭 제품의 전조 전경 및 전조 전경 형상, 스플라인 치형의 제원(모듈, 대경, 압력각 등)이 주요 인자이다.

본 연구의 전기자동차의 피니언 샤프트는 픽업 트럭 용으로써, 스플라인 치형의 모듈, 대경(Ø50mm), 압력각이 상대적으로 크게 설계 되어 집에 따라, 일반적인 롤링 공법으로 사용되어 지는 랙 다이스의 Stroke인 900mm로서는 개발이 불가하며, 최소 1200mm의 Stroke을 가진 랙 다이스 개발이 필요하다. 또한 일반적인 롤링 설비의 공법은 수직형(Vertical Type)을 사용하나, 본 과제의 피니언 샤프트는 수직형 랙 다이스가 아

닌, 수평형(Horizontal) 랙 다이스 설비가 필요하며, 롤링 공법에 영향을 주는 주요 인자의 사양별 테스트가 필요하다. 수평형 롤링 설비는 수직형 롤링 설비보다, 상대적으로 많은 부하량을 감당 할 수 있으나, 설비 사이즈가 대형화 됨에 따라 고가의 장비 사양이 필요하다.

피니언 샤프트의 재질은 자동차용 샤프트 재질인 AISI 5120H(Modified)를 사용하여 냉간 단조 이후 노말라이징 열처리를 실시하여 최적의 경도 범위를 찾기 위해 경도 범위를 케이스 바이 케이스(case by case)로 시제품을 제작하여, 피니언 샤프트 롤링 공법 적용을 위한 최적의 경도를 확보 했다. 경도가 낮은 제품의 경우 롤링 후 대경 및 스플라인 치수 변화가 많이 발생함에 따라, 제품의 산포가 너무 많이 발생하여 양산성 확보에 어려움이 있었다. 소재 경도가 높은 제품의 경우는 롤링시 설비 및 랙 다이스에 부하량이 많아 랙 다이스 파손 위험이 있어 양산성 확보에 문제가 있었다.

선삭 제품의 롤링 전조 전경의 경우도 케이스 바이 케이스(case by case)로 롤링 테스트를 실시하여 최적의 전조 전경 및 형상을 확보하였다. 전조 전경이 작으면 롤링시 스플라인 부하량은 감소하여 스플라인 작업성은 향상되나, 스플라인의 대경 치수가 스펙 대비 하한치에 형성되며, 양쪽 끝단부에 발생하는 폴 오프(Fall Off)구간이 상대적으로 많이 발생하여 스플라인의 치형 스펙을 만족하기 어려웠으며, 전조 전경이 상대적으로 큰 경우에는 스플라인 부하량이 증대 되나, 스플라인의 대경 치수가 스펙 대비 상한치에 형성되며, 양쪽 끝단면으로 치형이 밀리면서 도면 스펙을 만족하지 못하는 현상이 발생하였다. 몇 차례의 테스트를 실시하여 최적의 전조 전경을 찾았으며, 폴 오프(Fall Off) 구간을 최소화 하기 위해 전조 전경 형상을 변경하면서 테스트한 결과 전조 전경 중앙부를 기준으로 테이퍼로 가공하여 양쪽 끝단부의 폴 오프(Fall Off) 발생 구간을 최소화 하였다.

본 과제인 피니언 샤프트(Pinion Shaft) 스플라인 제원으로 1200 Stroke 랙 다이스 개발시 다이스의 1산당 가해지는 압하량이 일반적인 압하량에 비해 매우 큰 편으로 시뮬레이션 결과 확인 되어, 제품 테스트시 랙 다이스 돌발 파손 롤링 작업성이 좋지 않을 거라 예상 하였으나, 스플라인 제원 이외의 주요 인자인 소재 경도, 선삭 전조 전경 및 전조 전경 형상의 여러가지 사양의 테스트를 통해 공정능력을 만족할 수 있는 제품 사양을 얻을 수가 있었다.

1200 Stroke 롤링 공법 개발 관련하여 case by case로 실험 계획법에 의한 테스트를 실시하여 최소한의 테스트 사양으로 양산 조건의 제품 사양을 찾아가는 연구를 진행함으로써 상기의 목표를 달성했다고 볼 수 있다.

본 연구는 산업자원부 자동차부품기업 공급생태계 고도화 기술개발사업의 지원에 의해 수행된 연구임.