

# Flow-forming 공법을 이용한 annulus gear 제조 기술 연구

## Study on the manufacturing technology of the annulus gear by using flow-forming method

\*#이성민<sup>1</sup>, 김봉준<sup>1</sup>, 변원용<sup>1</sup>, 김태덕<sup>1</sup>, 박은수<sup>1</sup>, 권용남<sup>2</sup>

\*S. M. Lee, #B. J. Kim(bulkkot@empal.com)<sup>1</sup>, W. Y. Beon<sup>1</sup>, T. D. Kim<sup>1</sup>, E. S. Park<sup>1</sup>, Y. N. Kwon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경창산업 TM 사업부, <sup>2</sup>재료연구소

Key words : Flow forming, Annulus gear, Automatic transmission, SAE1026

### Abstract

Conventional automatic transmission system includes a hydrodynamic torque converter to transfer engine torque from an engine crank shaft to a rotatable input members, which are of complex design permitting them to serve several functions. These are clutches or brakes which couple the rotatable input member to member of a planetary gear set. The annulus gear for an automatic transmission is a monolithic gear having a set of gear teeth formed on an inner surface which is coupling with a set of planetary gear. In this study, the flow forming method is applied to the manufacturing of the annulus gear. This cold forming is proper method in order to manufacture dimensionally precise and round hollow components such as annulus gear. By pre-calculated amount of wall thickness reduction, the seamless tube of SAE1026 is compressed above its yield strength, plastically deformed and made to flow in several roll passes. According to this study, the desired geometry of the annulus gear can be achieved when the outer diameter and the thickness of the tube are properly decreased by compressed roll passes and the available material volume is easily forced to flow longitudinally over the shape of mandrel.

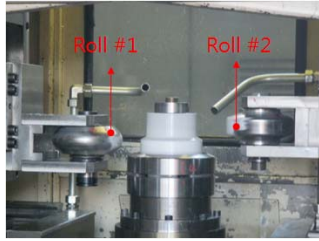
### 1. 서론

차량의 자동 변속기에는 변속비를 결정하는 유성기어 세트의 캐리어의 출력기어로 내측에 치부(齒部)가 형성되어 있는 애놀러스 기어(annulus gear)가 사용되는데 이 애놀러스 기어를 성형하는 방법으로 단조공정 외에 여러 가지 공정이 제안되어 왔다.

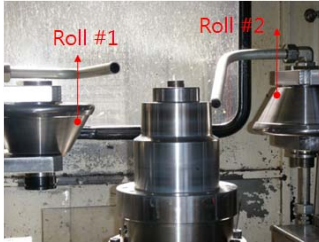
그 중에 튜브 형상의 작업물에 황삭 공정을 거친 후 황삭 공정으로 인한 잔류 응력을 제거하는 응력 제거 공정을 수행하고, 정삭 공정과 브로칭 공정을 거치는 공정이 있다. 그러나 이러한 종래 기술에서는 부품 부위별 두께 편차가 커서 분할 성형한 후에 용접 공정을 수행해야 하는 단점이 있다.

그 외에 플로우 포밍(flow forming) 공정을 통한 애놀러스 기어 제조 방법이 있다.<sup>1)</sup> 이 미국특허에서는 내측 및 외측에 치형 가공이 되어 있는 환형 부재를 맨드릴(mandrel)에 장착시키고, 그 맨드릴에 블랭크(blank)를 장착한 후 블랭크에 대해 롤러로 플로우 포밍 가공을 수행하여 블랭크가 환형 부재 위로 유동하게 하여 가공하는 방법이 있다. 이와 같은 방법에서는 환형 내치 부재와 블랭크 두 개의 부재가 필요하여 공정이 복잡하고 환형 부재와 블랭크간의 결합의 안정성도 문제가 될 수 있으며, 환형 부재를 플로우 포밍에 사용함으로써 초기 성형이 원활하지 않은 문제점이 있다.

본 논문은 앞서 설명한 애놀러스 기어 성형 방법의 문제점을 해결하기 위해 성형시 부품 부위별 두께 편차의 조정이 용이한 플로우 포밍 공정을 도입하여, 용접 공정 없이 빠르고 간단한 공정으로 애놀러스 기어를 성형할 수 있는 공법을 제안하고자 한다.



(a) Tool set #1(Process 1)



(b) Tool set #2(Process 2)

Fig. 1 Tool set for manufacturing the annulus gear using flow-forming machine

2. 본론

본 연구에서 제안하는 플로우 포밍 공정 장치구성은 Fig. 1 과 같다. 강제 회전하는 mandrel 및 고정 치구에 의해 구속된 튜브 소재(SAE1026)가 맨드렐과 함께 고속회전 함과 동시에 2 개의 롤러(roller)가 순차적으로 중심방향으로 접근하여 점진적으로 성형해 나가는 공정으로 맨드렐의 회전속도 및 롤러의 형상 및 롤러 이송경로 등 다양한 공정설계변수에 대한 연구가 필요하다.(Fig. 2) 본 연구에서 제안하는 공정은 다음과 같이 구성된다.

2.1 1 차 성형공정

이형체가 도포된 맨드렐에 가열된 소재를 안착하여 상부 맨드렐을 튜브 반지름 방향으로 가압함과 동시에 Roll #1 을 이용하여 축관부를 3~4 회 반복하여 상하방향으로 이동함으로써 축관부의 대략적인 형상을 생성하였다. 이후 코너반경이 작은 Roll #2 를 이용하여 축관 부의 양 코너부의 형상을 생성하였다. 용도에 따라 Roll #1,#2 는 각기 다른형상으로 제작되었으며. 맨드렐의 회전속도는 500~600rpm 으로 유지하였다.

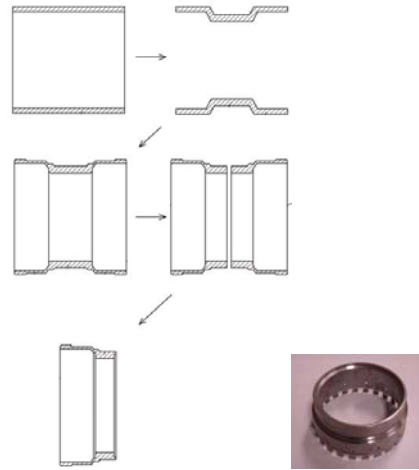


Fig. 2 Process sequence of the flow-forming



Fig. 3 Specimen for annulus gear

2.2 2 차 성형공정

1 차 성형으로 축관부가 형성된 단차를 가진 관재의 양 끝단부의 두께감소 및 형상 구현을 위하여, 1 차 공정에서와 마찬가지로 동일한 형상의 맨드렐에 이형체를 도포하고 Roll #1, #2 를 이용하여 Flow forming 공정을 진행하였다. Roll #1 은 중앙부에서 상부로 이동하면서 1/2 형상을 성형하는 역할을 하였으며, 마찬가지로 동일한 형상의 Roll #2 는 중앙부에서 하부로 이동하면서 나머지 1/2 형상을 성형하는 역할을 하였다.

성형 완료 후 Fig. 3 과 같은 형상의 시험편을 제조하였으며, 앰플러스 기어 제조를 위한 초기 공정 설계 및 금형 및 롤러 설계를 완료하였다.

참고문헌

1. Metal forming & Coining, U.S. Patent : Annulus gear and drive shell, patent number 7,021,171