

스프링 윙 토글의 고속 자동화 조립 시스템 개발

강재훈*, 송준엽, 이승우, 윤종호(한국기계연구원 지능형생산시스템그룹)

Development of High Speed type Automatic Alignment System for Spring Wing Toggle

J.H.Kang*, J.Y.Song, S.W.Lee, J.H.Youn (KIMM)

ABSTRACT

Toggle bolt is mechanical device constructed with toggle spring wing toggle and machine screw, and defined as an expansive bolt consisting of a nut with flanged wings which are pressed to the bolt and, after insertion in a thin or hollow wall, spread open through spring pressure, thus anchoring it to the wall. And spring wing toggle is aligned with two wings, spring and nut manually in domestic manufacturing line. Then it is regarded as major problem for exports increasement to make cost down in the view of total manufacturing process.

Accordingly in this study, high speed type automatic alignment mechanism is guided for spring wing bolt, and exclusive alignment dies and some special additional units are designed and manufactured.

Key Words : Spring wing toggle (스프링 윙 토글), Automatic alignment(자동화 조립), High speed(고속)

1. 서론

토글 볼트(Toggle Bolt)는 크게 머신 스크류(Machine Screw)와 스프링 윙 토글(Spring Wing Toggle)로 Fig.1과 같이 구성되며 목재 패널, 석고 보드, 건축 구조물용 벽돌 등의 조립 고정용 부품으로써 사용되고 있다¹⁾.

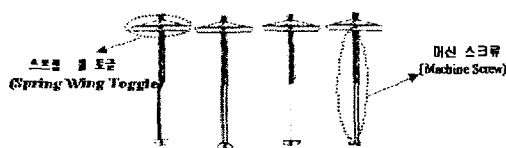


Fig.1 토글 볼트의 구성

국내와 같이 대부분 콘크리트 및 시멘트 건축물을 지양하는 경우에는 부분적으로 목제품을 조립하거나 결합할 때 목재 핀이나 썬기, 나사와 너트 같은 요소 부품들을 주로 사용하지만 미국이나 캐나다, 유럽 등 목재 건축물을 많이 애호하는 국가들은 목재 구조물들에 대하여 토글 볼트라는 부품을 사용하여 대부분 조립 구성하고 있다.

토글 볼트는 일반적으로 조립 대상의 사양에 따라 머신 스크류의 직경과 길이, 스프링 윙 토글의 윙 너비와 길이가 변화된 모델로 설정될 수 있으며, 규격화된 모델의 제품을 대량 생산 방식으로

제조하고 있다.

토글 볼트는 Fig.2와 같이 나사와 한 쌍이 되어 일체형으로 결합할 수 있으므로 목재를 손상시키지 않고 해체도 가능하다는 특성을 지니는 한편, 다른 목재용 결합 요소 부품보다 신속하게 작업할 수 있고 편리하게 설비할 수 있다는 장점도 지니 포장용 박스 등의 용기 조립 부품으로서도 널리 적용되고 있다.

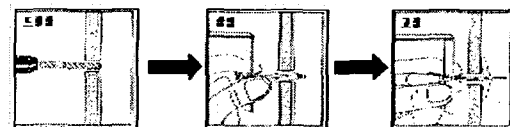


Fig.2 토글 볼트의 사용 방식

최근에 중국을 비롯한 국가들이 상대적으로 품질은 다소 저하되나 가격력에 있어서 경쟁력이 높은 저가형의 제품을 대량 생산하여 미국 시장을 공략함으로써 많은 수출량을 지양하고 있는 국내의 경우도 점차 생산 비용을 절감하여 가격 경쟁력을 재고할 필요가 있게 되었다.

이에 대비하여 생산 제조 전반에 걸친 공정들 중 기타 공정들에 대한 비용 절감화는 꾸준히 추진하여 왔으나, 최종 조립 공정에 있어서는 현재까지 단순 작업 인력을 투입하는 수동식 방식이나 간이

공압 프레스를 사용한 부분 자동 방식을 적용하고 있는 실정이므로 인건비 절감, 생산성 향상, 조립 불량률 감소 등을 위하여 자동화된 조립 생산 전용 시스템의 도입이 필요하다고 할 수 있다.

2. 스프링 워그 토글의 제조 공정과 문제점

토글 볼트를 구성하는 스프링 워그 토글은 다시 Fig.3과 같이 크게 4개의 부품 즉, 워그 2개, 핀, 및 스프링 등으로 나뉘어지며, Fig.3에 조립 작업 인력의 수동식 프레스에 의한 조립 예를 나타내었다.

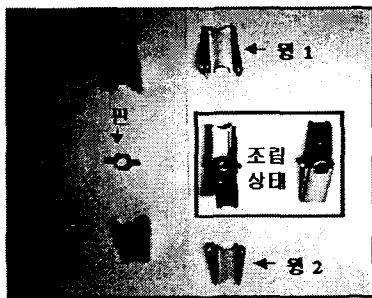


Fig.3 스프링 워그 토글의 구성

기존의 수작업에 의한 조립 공정을 고려하는 경우에는 워그와 핀의 프레스에 의한 스탬핑, 펀칭, 벤딩 공정에 적용되는 금형은 토글 볼트의 제품 특성상 정밀한 금형 부품에 의하여 구성될 필요가 없다. 즉, 소성 전단 가공인 스탬핑 공정에 있어서 부수적으로 발생하는 버어의 생성 정도가 순차적인 수동식 조립 공정에 있어서는 문제점으로 제기될 가능성이 거의 없기 때문이다.

기존의 일반 프레스 금형에 의하여 성형한 워그는 비교적 심한 버어가 형성되며 스프링 워그 토글의 자동화된 조립 전용 시스템을 구성하기 위해서는 가능한 한 이와 같은 버어의 발생이 극소화되는 한편, 일정한 범위의 크기 내로 관리될 필요가 있다.

또한, 워그의 벤딩 성형시 형상 정도를 정밀하게 부여하는 한편, 핀의 삽입을 위한 워그의 피어싱 성형시에도 버어의 발생을 억제하여 자동화 조립 공정에 공급되는 부위에서의 공급 불량률을 최대한 극소화할 필요가 있다.

결국 무엇보다도 기존의 경우보다 각 구성 부품의 성형 정밀도를 향상시키는 것이 자동화 조립 공정의 효율을 극대화하는데 있어서 기초적인 전제 조건이 된다는 것을 예측되므로 금형 부품의 설계, 제작 관리를 적절히 적용하는 것이 필수적이다.

3. 고속 자동화 조립 기구의 설정

스프링 워그 토글을 형성하는 부품은 2개의 워그, 핀 및 스프링으로 모두 4개이며 양 워그가 접해지고 성형된 구멍 사이에 스프링이 끼워진 핀을 삽입하기 위해서는 조립 능력과 전용 조립 시스템의 제작

단가를 고려할 경우 몇 개의 조립 동작에 대한 동기성을 부여한 금형상의 조립 공정이 제시될 수 있다.

자동화 조립 공정을 위한 설정 방안은 다음과 같다.

- 4개의 부품이 조립 금형에 자동으로 이송 공급되는 방식
- 4개의 부품의 이송 공급시 순차적으로 도열되고 대기되는 방식
- 2개의 워그들 중 작은 워그의 구멍에 스프링이 장착된 핀이 삽입되고 큰 워그가 접해진 후 조립되는 기구
- 스프링의 자동 이송 공급을 위하여 "와인딩 → 커팅 → 이송"형의 준동기성 부여 방식
- 스프링은 핀의 이송과 동기성이 부여되어 핀에 삽입되고 작은 워그의 구멍에 위치할 수 있는 기구

이와 같은 설정 방안들을 고려하여 다음과 같은 스프링 워그 토글의 자동화 조립 시스템의 설계안을 정립하였으며, 기본 개념의 개략도는 Fig.4와 같다.

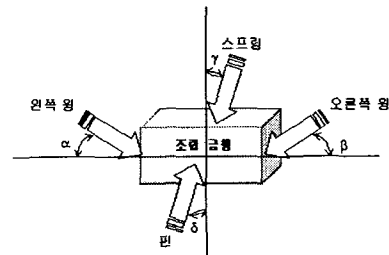


Fig.4 조립 부위의 개념 개략도

- 2개의 워그들과 핀은 조립 금형의 중앙부에 자동으로 이송 공급되어 안착될 수 있도록 진동식 호퍼와 적절한 경사각도를 부여한 가이드레일의 채택
- 스프링은 권선 상태의 선재를 와인딩 및 절단하여 조립 금형의 중앙부에 자동으로 이송되어 안착할 수 있는 적절한 경사 각도 부여 방식의 봉재 가이드 레일 채택
- 워그, 핀 및 스프링의 이송, 도열, 순차적인 공급을 위한 치구의 채택
- 공압 실린더를 이용한 각 부품들의 이송 공급 방식과 리미트 센서를 이용한 행정 거리의 설정
- 유압, 기계식 복합 프레스를 이용한 조립 금형부에 대한 가압 방식 채택

스프링 워그 토글의 자동화 조립 시스템의 구성은 크게 다음과 같은 3가지의 장치로 이뤄진다.

① 프레스기

본 시스템의 주장치로서 4개의 부품을 공급받아 벤딩 성형하여 조립하는 금형이 설치되어 있고, 조

링 작동 기구, 이송 공급용 치구 및 제어부 등이 구성된다.

② 스프링 성형기

주모터의 회전 구동을 축에 연결된 기어에 감속 전달하여 적절하게 권선 와이어를 소성 가공하여 스프링 형상으로 성형한 후, 절단하여 조립 금형부의 스프링 공급용 치구로 이송해 주는 역할을 한다.

③ 조립 금형

4개의 부품들을 공급받아 조립하는 금형으로써 각 부품들이 안착되어진 후 밴딩 성형되고 낙하되어 배출되는 구조를 지닌다.

스프링 링 토글의 자동화 조립 시스템용 금형을 구성하는 각 부품들을 Auto CAD와 Solid Works 프로그램을 이용하여 설계하고 조립 과정을 시뮬레이션함으로써 적정성 여부를 고찰하였으며 각 구성 부품들의 역할은 다음과 같다.

① Die-shoe (하부)

구동 없이 단순히 금형 구성 부품들을 지지 설치 할 수 있는 구조물 베이스의 역할만 한다.

② Die-shoe (상부)

하부 Die-shoe에 부착하진 못한 나머지 금형 구성 부품들을 설치하여 프레스에 의하여 금형 자체가 상하로 작동함으로써 금형의 기능을 할 수 있게 하는 상부 쪽의 구조물 베이스이다.

③ 금형 블럭 (좌, 우)

각 부품들을 최종적으로 조립 성형하기 위한 주요 금형 부품으로써 프레스상에 설치된 공압 실린더의 작동에 의하여 링 공급용 펀치가 내려오면 이 금형 부품에서 구속되어 소정의 형상으로 밴딩 성형된다.

④ 가이드 핀 (좌, 우)

하부 Die shoe에 고정하여 상부 Die-shoe를 연결해 주는 핀으로서 프레스에 의하여 상부 Die-shoe를 상하로 작동하여 상부 Die-shoe에 부착된 부품들의 동작 역할을 할 수 있도록 가이드하는 핀이다.

⑤ 가이드 레일 (-1, -2, -3, -4)

금형 블럭 뒤쪽에 부착하여 소재를 이송시키는 링의 치구를 받치는 보조대의 역할로써 공압 실린더가 레일에 부착되어 링의 치구 보조대가 좌우 왕복 운동을 하게 한다.

⑥ 레일 정지 블럭 (좌, 우)

가이드 레일의 양 끝단에 고정되어 링의 치구 보조대가 레일로 부터 이탈하는 것을 방지해 주는 역할을 한다.

⑦ 레일 이송 블럭 (좌)

레일에서 공압 실린더의 작동으로 미끄럼 운동을 하여 좌우로 이송을 하는 역할을 하며 좌측 치구 보조대를 지지해 주는 기능과 더불어 편용 치구를 이송하게 할 수 있는 편 보조대도 부착 할 수 있다.

⑧ 레일 이송 블럭 (우)

좌측 이송 블럭과 마찬가지로 동일한 레일에서 공압 실린더의 작동으로 좌우 미끄럼 운동을 하며 치구 보조대를 지지해 주는 역할을 한다.

⑨ 링 치구 보조대 (좌)

레일 이송 블럭의 왕복 운동을 링의 치구에 전달해 주며 아울러 핀의 이송장치와도 연결되어 있어 핀의 이송 장치를 여닫는 역할도 해 준다.

⑩ 링 치구 보조대 (우)

우측 치구와 마찬가지로 링의 치구에만 힘을 전달해 주는 역할을 한다.

⑪ 실린더 고정판 (좌, 우)

가이드 레일에 부착하여 실린더를 고정해 주는 역할을 한다.

⑫ 링 치구 (좌, 우)

서로의 형상은 틀리나 동일한 역할은 하며 금형 블럭에 불확실하게 위치한 링을 프레스에 의해 정확히 성형될 위치로 이송시키는 역할을 한다.

⑬ 링 펀치

상부 Die-show에 부착하여 금형 블럭에 위치한 링을 프레스에 의하여 원하는 형상으로 제품을 성형하며 펀치의 V자 모양의 홈에 스프링이 삽입되어 스프링 링 토글이 단일 공정에 의하여 완성되도록 하는 역할을 한다.

⑭ 링 펀치 보조 블럭 (좌, 우)

펀치가 하강되어 성형되는 순간에 링의 이탈을 방지해 주고 우측 보조 블럭에 의하여 핀이 삽입될 때 스프링이 핀의 앞쪽 부위에 고정시키는 역할도 한다.

⑮ 스프링 펀치

스프링이 링 펀치에 끼워져 있을 때 하강되어 링 펀치의 끝단에 위치하게 해 주는 역할을 한다.

4. 고속자동화 조립 시스템의 설계와 검증

Fig.5에는 각 구성 부품들을 설계한 후, 조립 공정의 적정성 검토를 위하여 조립된 상태를 3차원으로 구성한 모델링 도면을 나타내었다.

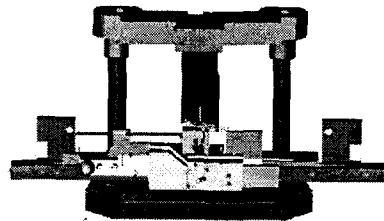


Fig.5 자동화 조립 금형의 3차원 조립 상태

Fig.6은 3차원 상태의 조립 금형을 이용하여 조립 과정에 있어서 발생될 수 있는 스프링 링 토글 구성용 부품들과 금형 부품들간의 간섭 여부를 시뮬레이션하여 확인한 결과를 나타낸 것이다.

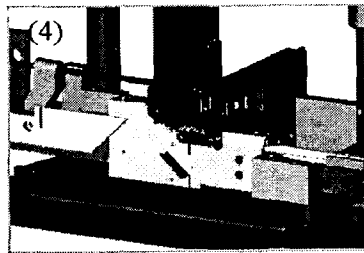
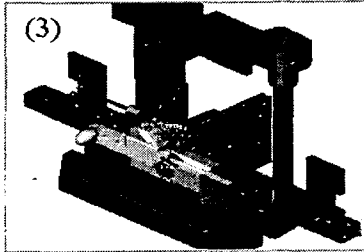


Fig.6 조립 과정시 간섭 여부의 검증

Fig.6의 (3)은 양 윙이 조립 직전의 위치까지 순조롭게 공급되고 동시에 핀이 양 윙에 성형된 구멍의 동일 수직 중심점에 공급되며 스프링이 핀의 한 측 부위에 동기성을 부여받아 가이드 치구에 의하여 하강되고 있는 상태를 나타낸 것이며, (4)는 그 상태를 확대하여 나타낸 것이다. 이와 같은 조립 공정 이후에는 완전 자동화 조립된 스프링 윙 토글이 조립 금형의 하단에 성형된 배출부를 통하여 최종 낙하되어진다.

Fig.6의 조립 공정의 과정에 대한 시뮬레이션을 통하여 간섭 현상의 발생없이 자동화 조립이 원활하게 이뤄짐을 확인할 수 있다.

5. 고속자동화 조립 시스템의 제작

스프링 윙 토글의 자동화 조립 공정을 위한 전용 시스템의 개념 설계와 Auto CAD, Solid Works P/G를 이용한 상세 형상, 치수 설정에 따른 세부 도면을 작성한 후, Solid Works P/G를 이용한 3차원 조립 상태의 검증을 거치며 수정 보완하여 최종적으로 시작품을 제작하였다.

선삭, 밀링 공정에 의하여 황삭 가공을 수행하는 한편, 방전, 와이어컷 방전 공정에 의한 성형 가공을 수행하고 정밀 연삭 및 폴리싱 등의 정삭 가공을 수행하여 각 구성 요소 부품들을 제작하였다.

일반 부위에 대한 소재는 일반강 및 금형강을, 벤딩 성형 조립 부위 등에 대해서는 고속도강을 각각 사용하였으며 조직 처리 등의 표면 처리를 통하여 내마모성을 고려한 경도 향상을 추구하는 한편, 내구성을 위하여 부분적으로 열처리를 수행하였다. Fig.7에는 주요 구성 부품 및 부위에 대한 가공 제

작 예를 나타내었다.



Fig.7 자동화 조립 금형 시스템의 시제작품

Fig.8에는 금형 시제작품을 조립 프레스 상에 셋팅하여 스프링 윙 토글의 자동화 조립 시스템을 총합적으로 구축한 사진을 나타내었다.



Fig.8 스프링 윙 토글의 자동화 조립 시스템을 총합적으로 구축한 사진

6. 결론

본 연구는 2개의 윙과 핀 및 스프링으로 구성되는 스프링 윙 토글을 자동화 조립 금형과 고속화 이송/구속/작동 원리에 의하여 조립하는 한편, 조립 불량률을 극소화할 수 있는 전용 시스템의 설계 및 제작 기술 개발을 최종 목표로 수행하였다.

현재까지 시스템 사양 설정 및 운동 메카니즘 분석, 주요 핵심 구성 장치의 설정 및 사양 정립, 고속화 운동 기구의 설정, 조립 금형의 설계 및 정밀 제작 등을 수행하였으며 추후 시스템 제작 조립 및 성능 테스트, 불량률 극소화 보완 대책 연구 등을 통하여 소정의 최종 목표를 달성함으로써 양산화 현장 적용을 추진할 예정이다.

참고문헌

1. Mechanical Plastics Corp., "Toggler Anchor System", Guide to Successful Anchoring, 1998.