

멀티 롤 포밍 공정의 품질 안정성에 대한 해석 및 실험적 연구

Analytical and Experimental Study

on the Quality Stability of Multi Roll Forming Process

*김철홍¹, 한창우², 장은실³, #손재환³

*C. H. Kim¹, C. W. Han², E. S. Jang³, #J. H. Son(sjhwan@dmi.re.kr)³

¹(주)한독하이테크, ²영남이공대학교 자동차계열, ³대구기계부품연구원

Key words : Ball Slide Rail, Multi Roll Forming, Structural analysis, Noise and Vibration Test

1. 서론

롤 포밍(Roll forming) 공정은 연속 배치된 다단의 롤 스탠드 사이로 금속박판을 통과시키면서 단면변화를 유도하여 길이방향으로 일정한 형상의 제품을 제조하는 공법으로 단조나 프레스 공정에서 생산할 수 없는 길이가 길고 단면이 복잡한 형상의 제품을 가공하는데 사용된다. 현재 생산성 및 품질 향상을 위해 롤 포밍 공정에 피어싱, 벤딩, 트리밍 등 별도의 가공공정을 통합한 멀티(Multi) 롤 포밍 공정의 필요성이 널리 대두되고 있다. 관련연구로서 스프링백, 버클링과 함께 롤 포밍의 주 결함인 스크래칭을 예방하기 위해 유한요소해석을 통한 롤 설계를 하여 경험에 의존한 단수 늘리기를 방지하였고¹, 발전설비용 고감속기의 유한요소해석과 진동특성해석을 통해 품질 안정성을 판별하였다².

본 연구에서는 고가형 볼 슬라이드 레일의 롤 포밍, 프레스, 커팅 공정들을 통합한 멀티 롤 포밍 공정 개선으로 품질 안정성이 향상됨을 증명하고자 한다. 롤 포밍 유한요소 상용프로그램인 COPRA RF로 Flow 디자인, 롤 설계, 변형률 계산 등을 수행하여 제한변형률 0.36를 만족하였다. 그리고 구조해석 상용프로그램인 NASTRAN으로 기존 대비 멀티 공정의 유압프레스 개선 변형률을 계산하였다. 그리고 마이크로폰과 가속도계를 설치하여 공정의 소음/진동을 측정하여 기존 대비 멀티 공정의 품질 개선을 평가하였다.

2. 롤 포밍 해석 모델

부드러운 슬라이딩, 저소음, 높은 내구성을 가진

본 제품과 롤 포밍 최종단면 프로파일은 Fig.1과 같다. 벤딩 공정에서 볼 수 없는 샤프한 반경을 가지며, 1.35mm로 두꺼워 보통의 롤 포밍 공정으로 내면 Edge를 성형하기 어렵다. 공급 소재는 복합단조공정을 통해 경도 및 정밀도를 향상시킨 CR Skelp Steel를 사용하였으며, 물성치는 Table 1과 같다.

Table 1 Physical Properties of material

Young's modulus [GPa]	210
Poisson's ratio	0.3
Yield stress[N/mm ²]	240

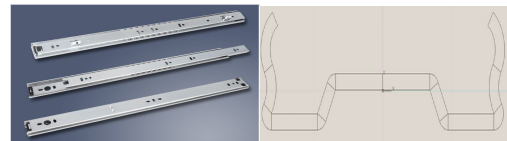


Fig.1 Ball slide rail and its section

3. 롤 포밍 유한요소해석

유한요소 상용프로그램인 COPRA RF를 통해 롤 포밍의 각 단별 변형률을 계산한 결과는 Fig.2와 같다.

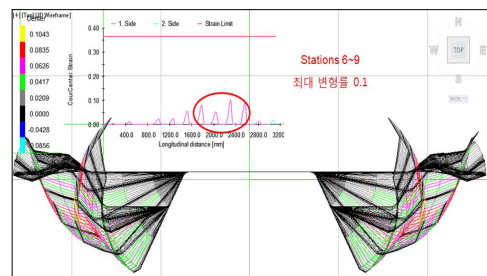


Fig.2 Strain in the roll forming simulation

총 12 단 단계별로 포밍을 수행하였으며, 6-9 단계에서 0.1 최대 변형률을 계산되어 제한 변형률 0.36을 만족했다. 소재 물성, 롤 포밍기 축간거리, 롤 외경, 기어비, 샤프트길이 등은 스프링백과 오버벤딩을 고려한 장비조건을 입력하였다.

4. 멀티 롤 포밍공정의 유압프레스 구조해석

멀티 롤 포밍 공정에서 롤 포밍과 연결된 프레스 공정을 안정적이며 논스톱으로 수행하기 위해선 유압프레스 이송속도를 포밍 피딩속도와 동기시켜야 할 뿐 아니라 이로 인해 프레스장치 부하를 최소화하여 구조 안정성을 구축해야 한다. 따라서 기존의 단기 유압실린더를 좌우 2기로 변경 배치하였으며, 장치 물성치는 Table 2와 같다. 프레스 하판을 3차원 구속하였고 동일 하중조건을 적용하였다. Fig.3과 같이 기존 상판 너트 연결부의 최대 변형량 0.204 mm, 최대 응력값 64.1 MPa이 개발 시스템에선 0.082 mm, 61.2 MPa로 향상되었다.

Table 2 Physical Properties of Press Device

Parts	Mat'l	Young's Modulus [GPa]	Poisson ratio	Density [g/cm ³]	Yield stress [MPa]
Upper, Lower plate	SS41	200	0.3	7.85	235
Brink, Nut, Collar, Mold	SM45C	210	0.3	7.85	490

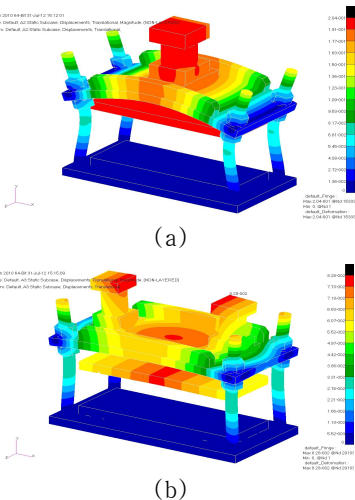


Fig.3 Displacement of existing & studied systems

5. 소음진동시험

기존 공정들에 대비하여 멀티 롤 포밍 공정의

안정성을 판별하기 위해 공정 진행 시 소음진동 시험을 수행하였다. Fig.4와 같이 마이크로프로로 1 m 거리에서 최고 소음값을, 가속도계를 프레스 하판 좌우 측에 설치하여 상하진동을 측정하였다. 소음은 98.8 dBA에서 81.7 dBA로, 진동은 좌우 375, 458 m/s²에서 139, 190 m/s²로 크게 향상되었다.

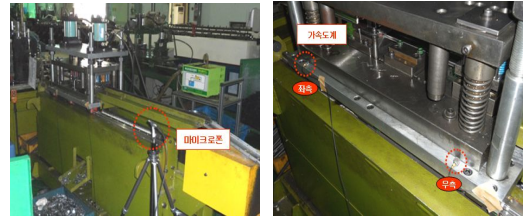


Fig.4 Set-up for noise and vibration test

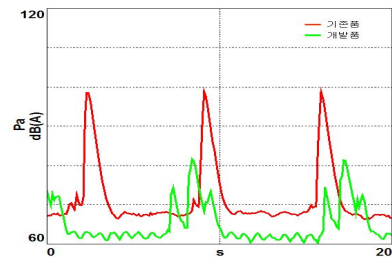


Fig.5 Noise of existing & studied systems

6. 결론

본 연구에서는 해석 및 실험적 방법들을 통해 롤 포밍, 프레스, 커팅 공정으로 구성된 멀티 롤 포밍 공정의 품질 안정성이 향상됨을 증명하였다. 롤 포밍과 프레스 공정의 유한요소해석을 통하여 최대 변형률, 변형량, 응력 값 등이 기존 공정에 비해 개선됨을 검증하였다. 그리고 소음진동시험으로 연구된 공정이 안정적임을 판별할 수 있었다.

참고 문헌

- Hong S. M. and Kim N. S., "Study on Scratch Defect of Roll Forming Process," J. of KSME, Vol. 25, No. 8, pp.1213-1219, 2001.
- Lee H. W. and Park C. W., "Development of Reducer for Generating Facility of Electric Power for Low Noise/Vibration," J. of KSPE, Vol. 25, No. 11, pp.73-82, 2008.