

축내면 부분 홈 가공기의 요동 링크 스피들 Swinging Link Spindle of Grooving Machine for Shaft Inner Part

,*김창현¹, 남형철¹, #권순만², 이은택³, 이우송³

*C. H. Kim¹, H.C.Nam¹, #S. M. Kwon(smkwon@changwon.ac.kr)², E.T.Lee³, W.S.Lee³,
¹창원대학교 대학원 기계설계공학과, ²창원대학교 기계설계공학과, ³(주)성산압테코

Key words : Swinging link spindle, Pinion valve, Slotting machine

1. 서론

최근 자동차 산업의 호황과 더불어 가공설비 제조 분야 또한 부가가치 높은 산업으로 각광 받고 있다. 우수한 품질, 생산성 향상 및 원가 절감을 모토로 기술개발이 활발히 진행되고 있고, 그동안 가공이 어렵거나 불가능하다고 여겨졌던 제품군들도 특수가공기와 전용기 제작 등으로 가능해지고 있다.

자동차 유압식 조향장치의 핵심 부품인 피니언 밸브의 경우 Fig. 1과 같이 기존 슬리브 내면을 브로치 가공하고, 양 끝단에 O-Ring 및 슬리브 링을 압입하여 기밀을 유지하는 방식을 채택하고 있다. 하지만 이는 가공이 어렵고, 부품수도 많아 과도한 유압에 의한 누유 또는 부품의 이탈이 발생할 우려가 상존하고 있다. 이에 최근 슬리브 내면과 같이 축의 내측면에 홈을 가공할 수 있는 특수가공기의 필요성이 대두되고 있다. 현재 축의 내측면을 가공할 수 있는 공작기계의 경우 국내에서는 아직 설비를 생산하지 않고 있고, 호주의 비숍사와 브론즈사가 세계시장의 95%를 선점하고 있다.

축의 내측면에 홈을 가공하기 위해서는 단단계 링크 구조로 구성되어 적절한 요동각(swinging an-

gle)을 기반으로 고속 절삭에 충분한 강성을 가진 요동 링크 스피들(swinging link spindle) 설계, 정밀 밸런싱 및 고강성을 구비한 툴 홀더(tool holder), 백래쉬가 없는 인덱스 테이블(index table) 및 가속도 1G 상당이 가능하며 위치 정밀도가 높은 리니어 모터(linear motor) 제어 기술이 필수적이다.

이에 본 논문에서는 요동 링크 스피들에 대해 기구학적 접근법⁽¹⁾을 통한 요동각 분석과 FE 해석을 수행하여 링크 기구의 설계 적합성을 검증하고자 한다.

2. 요동 링크 스피들

툴 홀더의 경우 Fig. 2에서와 같이 요동운동을 통해 공작물의 내측면을 가공하게 되는데, 이러한 Tool의 궤도가 결정되면 이 궤도를 생성하는 요동 링크 스피들의 링크 설계가 이뤄지게 된다. 요동 궤도를 생성하기 위해 통상 캠(cam)이나 복합링크를 사용하는 데, 제작원가, 신속 대응성 등을 고려해 복합링크 기구가 많이 사용된다.

복합링크 기구는 Fig. 3에서와 같이 4절 기구의 Crank-Rocker기구로 볼 수 있고, 링크1(Link 1)에 해당하는 하우징(Housing), 주축(Main shaft)에 직접 연결되어 모터로부터 동력을 전달받는 링크 2(Link 2), 툴 홀더가 결합되는 스피들(Spindle)에

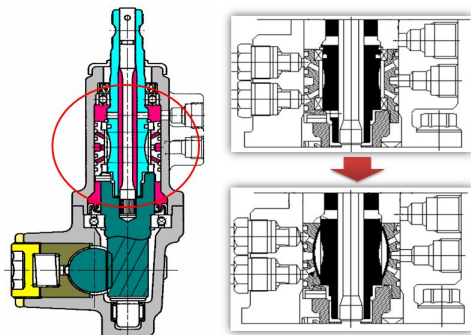


Fig. 1 Pinion valve assembly

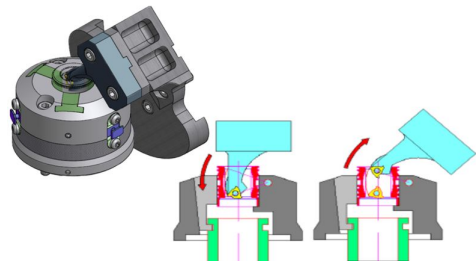


Fig. 2 Tool holder

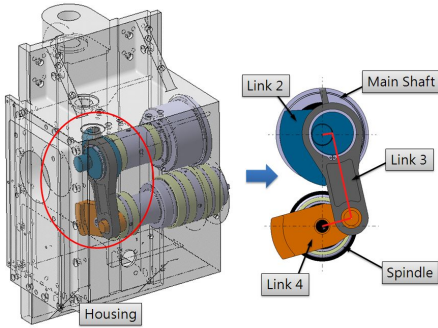


Fig. 3 Swinging link spindle assembly

Table 1 Analysis oscillating angle

Link 1 (mm)	Link 2 (mm)	Link 3 (mm)	Link 4 (mm)	Analysis swinging angle (deg)
			40	50.2458
150	16.917	142.45	50	39.5515
			60	32.8307

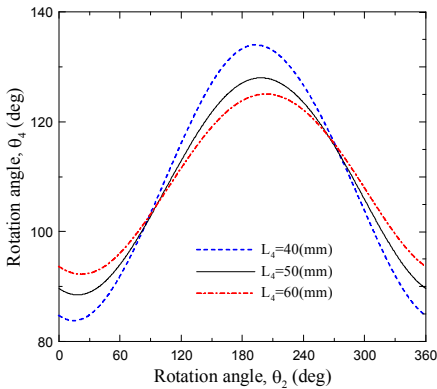


Fig. 4 Rotation angle of θ_4

해당하는 링크4(Link 4) 그리고 커넥팅 로드 (Connecting-rod)에 해당하는 링크3(Link 3)으로 구성된다. 링크4의 회전각 θ_4 가 요동각이 되고, 현 시스템에서 요구되는 목표 요동각은 링크4의 길이를 달리하여 31, 40, 49(deg)이다. 각 링크의 길이와 그에 따른 해석 요동각을 Table 1에 정리하였고, 링크2의 회전각에 따른 링크4의 회전각 변화를 Fig. 4에 나타내고 있다.

결과에서와 같이 링크4의 길이가 짧아질수록 요동각은 커지고, 설계요구 요동각과 실제 요동각은 대부분 오차 요동각 2(deg) 범위에서 만족스러운 결과를 보였다.

3. 링크 기구의 FE 해석

Table 2 Analysis parameters

Analysis parameters	values
Elasticity modulus	210 GPa
Poisson's ratio	0.29
Input torque_max	215 Nm
Input torque_stall	75 Nm

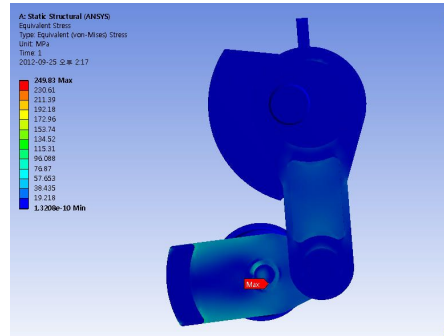


Fig. 5 Result of FE analysis

설계된 링크기구를 상용 유한요소 해석 프로그램인 ANSYS를 이용하여 FE해석을 수행하였으며 재료의 물성치 및 입력 조건을 Table 2에 정리하였다. 복합 구동링크에 대하여 정적해석을 수행한 결과 링크4의 회전축 접촉영역에서 최대응력 약 250MPa이 발생하였다. 이는 최대 입력토크에 대한 결과로서 시스템의 허용구동토크가 75Nm임을 감안하면 구동 링크부의 내구성에는 문제가 없을 것으로 판단된다.

4. 결론

본 논문에서는 축내면 부분 홈 가공기에서 중요 부품에 해당하는 요동 링크 스피들에 대해 기구학적 접근법을 통한 요동각을 분석하여 설계적합성을 검증했고, FE 해석을 수행하여 최대 입력토크에 대한 링크 기구의 내구성을 검증하였다.

후기

이 논문은 지식경제부 지역산업기술개발사업의 지원을 받아 이루어 졌으며, 이에 관계자 여러분께 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Cleghorn, W. L., "Mechanics of Machines," Oxford University Press, 2005.