

접촉각에 따른 너클 크레인용 유압로터블록의 만곡부 설계

이정명*(동아대 대학원 기계공학과), 한근조(동아대 기계공학과)
 한동섭, 이성욱(동아대 대학원 기계공학과)

Design of the Hydraulic Rotor Block Curvature for a Knuckle Crane According to the Contact Angle

J. M. Lee(Dept. of Mech. Eng., Graduate school, DAU), G. J. Han(Dept. of Mech. Eng., DAU)
 D. S. Han, S. W. Lee(Dept. of Mech. Eng., Graduate school, DAU)

ABSTRACT

The knuckle crane mainly consists of six parts such as swing, main boom, outer boom, extension boom, hydraulic rotor and knuckle. And the hydraulic rotor is connected at the end of extension boom has rotor block, rotor body, rotor vane. In this study, we carried out kinematics analysis of the hydraulic rotor block curvature for a knuckle crane. Then, we showed the formula to establish the radius of a circumscribed circle to form the rotor block curvature. Third, we analyzed the stress at each point of the rotor block curvature according to the contact angle. From the result of this study, we designed the rotor block curvature with a proper contact angle for a knuckle crane to guarantee the stability of hydraulic rotor.

Key Words : Contact Angle(접촉각), Curvature Design(만곡부 설계), FEA(유한요소해석), Hydraulic Rotor Block(유압로터블록), Knuckle(집게), Knuckle Crane(너클 크레인)

1. 서론

너클 크레인(Knuckle Crane)은 고철 및 종이 또는 각종 스크랩(Scrap)등을 상·하차하거나, 정해진 장소에 모을 때 이를 집는 집게(Knuckle)를 가지고 있는 크레인을 말하는데 그 구조는 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 스윙(Swing), 메인붐(Main Boom), 아우터붐(Outer Boom)과 익스텐션붐(Extension Boom)으로 이루어져 있으며 익스텐션붐 끝부분에 결합된 유압로터(Hydraulic Rotor)에 다수개의 집게가 연결되어 있다. 유압로터는 크게 로터블록(Rotor Block), 로터바디(Rotor Body), 로터베인(Rotor Vane)으로 구성되는데 로터베인에 작용하는 유압에 의해 로터바디가 회전하므로 집게로 고철, 칩 등을 수거할 때 얽혀있는 것을 제거할 수 있다. 그러나 로터바디나 로터베인의 회전 시 로터블록에 스크래치(Scratch)가 발생하는 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 로터블록의 만곡부에 대한 기구학적 분석을 통해 만곡부를 형성하는 두 외접원의 반지름을 설정하는 식을 제시하고 접촉각에 따른 만곡부의 시작점, 변곡점, 끝점에서 발생하는 응력을 분석하여 로터블록의 구조적 안정성을 확보할 수 있는 만곡부를 설계하고자 한다.

2. 로터블록의 만곡부에 대한 기구학적 분석

로터블록의 만곡부는 만곡부를 형성하는 두 원이 외접할 때 가장 부드러운 곡선이 된다. Fig. 2에 나타낸 바와 같이 좌표계의 원점 O를 중심으로 하는 두 원의 반지름을 각각 R_1 , R_2 라 하고 로터블록의 만곡부를 형성하는 두 외접원 O_1 , O_2 의 반지름을 R_s 라 하고 만곡부의 시작점과 끝점 사이의 각도를 접촉각 θ 라 하자. 직교좌표계에서 원 O_1 의 중심의 좌표는 $(0, R_1 + R_s)$ 이고 원 O_2 의 중심의 좌표는 $[(R_2 - R_s)\sin\theta, (90^\circ - \theta)\cos\theta]$ 이다. 두 외접원 O_1 , O_2 의 중심사이의 거리는 피타고라스의 정리에 의해 식(1)과 같이 미지수 R_s 에 관한 방정식으로 나타낼 수 있다.

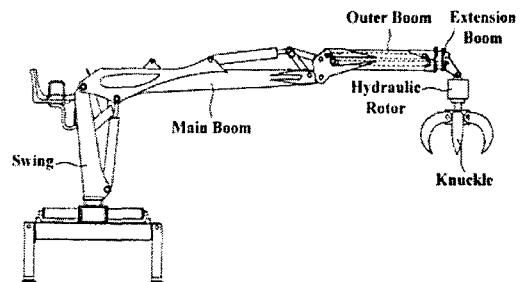


Fig. 1 Schematic diagram of the knuckle crane

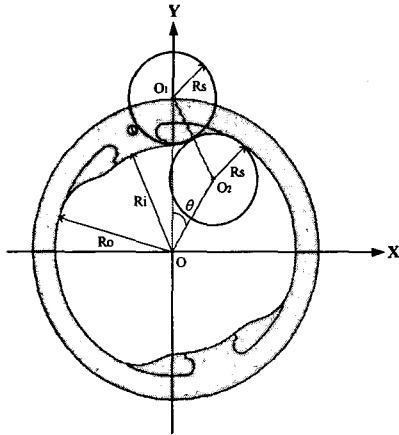


Fig. 2 Kinematics analysis of the hydraulic rotor block for a knuckle crane

$$(2R_s)^2 = [(R_o - R_s)\sin\theta]^2 + [(R_i + R_s) - (R_o - R_s)\cos\theta]^2 \quad (1)$$

위 식(1)에 좌표계의 원점 O를 중심으로 하는 두 원의 반지름 R_i , R_o 와 접촉각 θ 를 대입하면 로터블록의 만곡부를 형성하는 두 외접원 O_1 , O_2 의 반지름 R_s 을 구할 수 있다.

3. 접촉각에 따른 로터블록의 유한요소해석

본 연구에서는 범용유한요소해석 프로그램인 ANSYS Workbench 9.0을 이용하여 접촉각 θ 가 30° , 35° , 40° 로 변할 때 만곡부의 시작점과 변곡점과 끝점에서 발생하는 응력을 분석하였다. 경계 조건으로 하우징에 의해 고정되는 로터바디의 위·아래 부분과 로터블록의 실린더면을 고정하였으며 하중조건으로 로터베인에 작용하는 유압에 의해 로

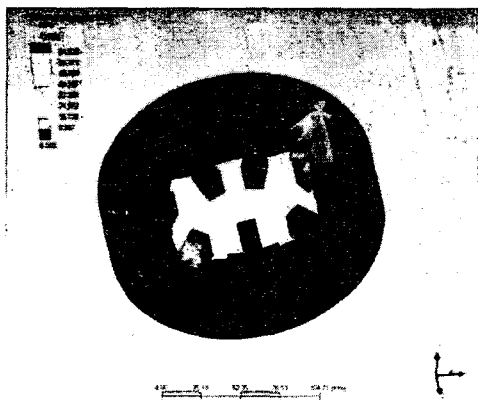


Fig. 3 Stress distribution of the rotor block and rotor vane($\theta=30^\circ$)

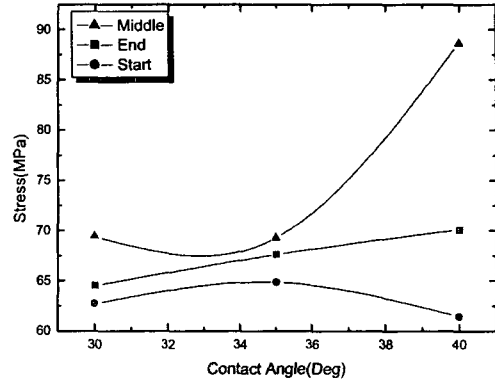


Fig. 4 Stress at each point of the rotor block curvature according to the contact angle

터바디가 회전하므로 최대압력 19.61 MPa을 로터베인에 거의 대칭적으로 작용하였다. Fig. 3은 접촉각이 30° 일 때 만곡부의 끝점에서 발생하는 응력분포를 나타낸 것이며 Fig. 4는 접촉각에 따라 만곡부의 각 점에서 발생하는 응력을 그래프로 나타낸 것이다.

4. 결론

너클 크레인용 유압로터블록의 구조적 안정성을 확보할 수 있는 만곡부를 설계하기 위하여 본 연구를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 로터블록의 만곡부에 대한 기구학적 분석을 수행한 후 만곡부가 가장 부드러운 곡선을 이루기 위한 외접원의 반지름을 설정하는 식을 제시하였다.
2. 동일한 접촉각에서는 만곡부의 변곡점에서 응력이 가장 크게 나타났으며 접촉각에 따라 변곡점의 응력이 가장 낮은 33° 를 적정한 접촉각으로 설정할 수 있다.
3. 본 연구를 바탕으로 접촉각과 로터베인의 스프링상수와의 관계를 규명하는 연구를 수행할 수 있다.

후기

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

참고문헌

1. 최학범, "소형 크레인용 그래플 바디구조," 대한민국특허청, 제0264999호, 2002
2. 정금근, "크레인 그래플의 안전제어시스템," 대한민국특허청, 제2003-0035384호, 2003
3. 최학범, "크레인 로테이터의 유압유 회전 공급장치," 대한민국특허청, 제2000-0005591호, 2000
4. 최학범, "크레인 그래브의 어니언 그래플 바디구조," 대한민국특허청, 제0239774호, 2000