韓國精密工學會 2001年度 春季學術大會論文集 pp.363~366 KSPE 01S080

특정 형상 접합부의 전개도를 구하기 위한 소프트웨어 Tool 에 대한 연구

정병수*, 이원규**

A Study on a Software Tool for the Development of Interface Region between Two Specific Machine Parts

B. S. Chung*, W K. Lee**

ABSTRACT

Many joint parts by welding are found in the compression vessels, ship structures. pipings, heat exchangers, etc Before their welding, steel plate cutting in a required form is very important. But because of the present CAD system's capability, unless otherwise expensive general CAD system is equipped, the efficiency or the accuracy of the cutting work can not be achieved easily. In order to get over this sort of problems, application-specific software that is limited on for the development view of the joint parts in those sort of facilities mentioned before was developed in this study

Key Words : Division angle (분할각), Joining part (접합부), Cylinder (실린더), DXF (데이터교환방식), specific machine parts(특정형상접합부)

1. 서론

철판을 사용한 압력용기, 선박구조물, 제관, 열교환기 등의 제작은 일반적으로 중소업체들에 의해 이루어지고 용접작업이 큰 비중을 차지하며 소량주문 생산이므로 자동화된 작업보다는 인력의 단순노동에 의해 이루어지고 있다. 따라서 그 제작의 정밀도나 작업능률 등 개선의 여지가 많은 것이 현 중소업체들의 상황이다.

위에서 언급한 설비들의 제작에서는 구와 실린더, 실린더와 실린더, 콘과 실린더의 접합부 작업이 많이 요구되며, 이런 작업의 효율 및 정밀도를 향상시키기 위해 이들 형상에 국한된 전개도를 구하기 위한 소프트웨어 시스템의 개발이 요구되고 되어지고 있으며 CATIA. Microstaion, Autocad 등의 상용프로그램들이 있지만 이러한 것들은 중요업체에서의 교육이나 위에서 언급한 접합부의 가공에만 사용하기에는 비용이 만만치 않은 것이 현 실정이다[1].

따라서 본 논문에서는 일반적인 형상인 원뿔(cone), 실린더(cylinder), 구(sphere)에 부 실린더(minor cylinder)를 접합시킬 경우 그 절단면의 형상제조 공정을 가공프로그램화 함으로써 일반 PC에서 간단한 작업을 거쳐서 작업자나 설계자들이 쉽게 사용하거나 확인할 수 있는 특정 형상의 접합부 전개도를 구하는 계산부분 위주로 기술할 것이다.

2. 구, 원통, 원뿔 및 접합부의 형상정의와 접합부의 계산

2.1 구, 원통, 원뿔 및 접합부의 형상정의

일반적인 구, 원통, 원뿔을 3차원 형상으로 나타내면 fig. 1과 같으며 이들의 형상정의에 필요한 구, 원통, 원뿔 각각에 대한 파라미터가 표시되어있다.

이와 같이 정의된 파라미터들은 다음에 구할 접합부 형상과의 관계에 중요한 요소들이 되며, 여기서 구, 원통, 원뿔을 편의상 주 부분과 이에 접합되

* 울산대학교 기계 · 자동차공학부 대학원

** 울산대학교 기계 · 자동차공학부

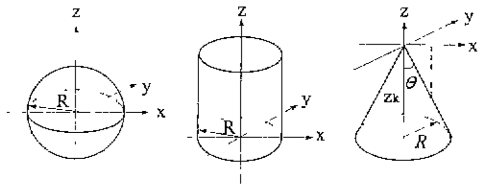

Fig 2 Sphere, cylinder, cone profiles and design parameters

는 원통의 이름을 부 실린더라고 부르기로 한다. 그러면,

주 실린더의 식: $x^2+y^2=R^2$ (1)

부 실린더의 식. $u^2+v^2=r^2$ (2)

구의 식: $x^2+y^2+z^2=R^2$ (3)

원뿔의 식. $x^2+y^2-k^2Z^2=0$ (4)

(단, $k=y_k/z_k$)

로 나타낼 수 있다.

2.2 부 실린더 접합부의 형상계산

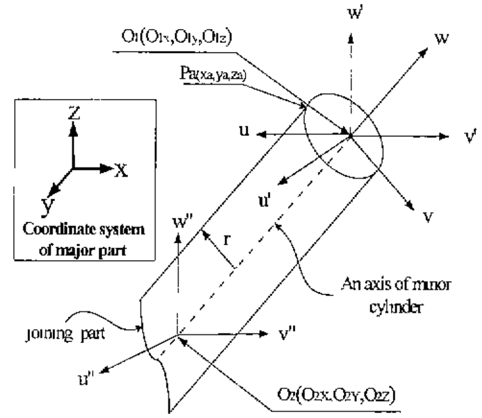

Fig 2 Coordinate geometry of minor cylinder

먼저 fig. 2에서 부 실린더의 축 직선의 식을 구하면 다음과 같다

$$\frac{x-O_{1x}}{O_{1x}-O_{2x}}=\frac{y-O_{1y}}{O_{1y}-O_{2y}}=\frac{z-O_{1z}}{O_{1z}-O_{2z}} \quad (5)$$

즉 $u-v-w$는 부 실린더의 좌표계이며, $u'-v'-w'$의 원점은 $u-v-w$ 좌표계와 동일하나 주 부분의 $x-y-z$ 좌표계와 평행한 좌표계이고, 좌표계 변환을 통하여 $u-v-w$ 좌표계(즉 부 실린더의 좌표계)에서 부 실린더 단면의 임의 점 Pa을 통과하는 직선이 주 실린더와 교차하는 점의 $u-v-w$좌표를 구하여 부 실린더의 전개도를 작성한다.

식(5)에서 $O_{1x}-O_{2x}$, $O_{1y}-O_{2y}$, $O_{1z}-O_{2z}$를 각각 c_x, c_y, c_z라고 하고 주 실린더에 대한 상대 좌표계로 표현하면 식(5)는 부 실린더의 중심 축(w)과 나란하며 그 부 실린더의 수직단면 원주상의 임의의 점이고 3차원 상에 존재하는 임의의 점 Pa(x_a, y_a, z_a)를 지나는 임의의 두 점이 같은 축 직선 상에 있으려면 그 직선의 식은

$$(x-x_a)/c_x=(y-y_a)/c_y=(z-z_a)/c_z \quad (6)$$

와 같을 것이다.

또 (u_a, v_a)를 알고 있을 때 x_a, y_a, z_a를 구할 수 있으므로 주 실린더의 축 x, y, z 축과 부 실린더의 축 u, v, w축이 이루는 각을 각각 λ, μ, ν ($i=1,2,3$) 라고 할 때 각 직선들을 3차원 공간상의 직선들로 나타내고, 그 Pa(u_1, v_1, 0) = Pa(x_1, y_1, z_1)이고 최종의 u', v', w'식을 x_1, y_1, z_1에 대한 식에 대입하면

$$\begin{aligned} x_1 &= \lambda_1 u_1+\mu_1 v_1+O_{1x} \\ y_1 &= \lambda_2 u_1+\mu_2 v_1+O_{1y} \\ z_1 &= \lambda_3 u_1+\mu_3 v_1+O_{1z} \end{aligned} \quad (7)$$

이다. 즉, Pa의 좌표 x_1, y_1, z_1는 식(7)과 같이 정의된다.

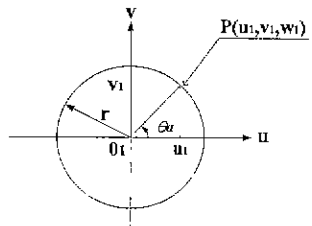

Fig. 3 Cross section of minor cylinder

그리고, Fig. 3에서 $u_a=r\cdot\cos\theta_a$, $v_a=r\cdot\sin\theta_a$ 이므로 식(6)에서 구하는 축선의 식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} x &= (C_x/C_z)(z-z_a)+x_a \\ y &= (C_y/C_z)(z-z_a)+y_a \end{aligned} \quad (8)$$

$$z=(C_z/C_x)(x-x_a)+z_a$$

식(8)의 직선과 식(1)의 교차점은 식(8)을 식(1)에 대입하여 나타나는 2차 방정식을 z에 관한 식으로 나타낸 식의 해의 한가지 해만 이용한다 그 이유는 주 부분(major cylinder)의 윗면에서만 데이터를 요하기 때문이다

2차 방정식에서 구한 해(solution)를 z_1이라고 하고 이 값과 x_1, y_1, z_1값을 다시 식(1)에 대입하면 x, y 좌표를 구할 수 있으며, x, y, z식을 사용하여 u_1, v_1, w_1'을 구하면 x_1-O_{1x}, y_1-O_{1y}, z_1-O_{1z}이다. 식 u_1', v_1', w_1'을 Pa(x_a, y_a, z_a)를 지나는 직선의 식 $(x-x_1)/c_x=(y-y_1)/c_y=(z-z_1)/c_z$에 대입하면 다음과 같다.

$$w_a=\nu_1(x_1-O_{1x})+\nu_2(y_1-O_{1y})+\nu_3(z_1-O_{1z}) \quad (9)$$

여기서 w_a값만 구한 것은 Fig. 3에서 알 수 있듯이 w_a라는 값은 부 실리더의 표면상의 한 직선이 실린더와 교차한 점의 $u-v-w$좌표계상에서 좌표이다. 따라서 부 실린더 단면의 각을 무한으로 잘라 가는 방식으로 구한 모든 w_a값들의 끝점들을 연결하면 하나의 곡선 즉, 접합부의 단면이 된다.

2.3 θ_a값의 보정

주 부분의 접합부 단면이 굴곡이 없고 매끄럽게 나오게 하기 위해서는 부 실린더의 단면 전개도를 등간격으로 조밀하게 나누어야 하며 그 관건이 되는 것이 θ_a의 값을 얼만큼 등간격으로 나누어야 하는가 하는 것이다. 그러기 위해서는 여러 가지 고찰이 필요하다.

L = $2\pi r$, l = (θ_a / 360) $2\pi r$ 이므로 l 과 w_a을 양 축으로 하여 plotting하면 전개도는 Fig. 4와 같을 것이다.

분할각 $\Delta\theta$ = 360° / (L/l) 이고 시작각은 높이가 가장 작은 위치부터 시작한다. 그러므로, $\theta=-90°$ 를 첫 번째 좌표의 계산을 위해 값을 식 $u_a=r\cdot\cos\theta_a$, $v_a=r\cdot\sin\theta_a$에 대입하자. 그러면 $u=0$, $v=-r$이고 x, y, z의 값이 각각 $u, v+d_1, w+h+h_1$ 일 때. 다시 x, y, z에 대입하면 각각 $x=0$, $y=-r+d_1$ 이다.

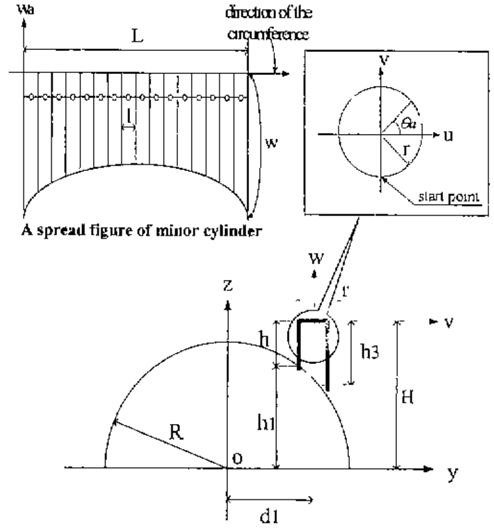

Fig. 4 Parameters for calculation of division angle

z 의 값은 식(1)에 x, y을 대입하고 z에 대한 식으로 풀고 그 값이 $w+h+h_1$ 와 같다고 하면, $w=-(h+h_1)+\sqrt{R^2-(-r+d_1)^2}$ 이다.

따라서 좌표 $P_1(C_1, w_1)=[0,-(h+h_1)+\sqrt{R^2-(-r+d_1)^2}]$이다.

두 번째 좌표의 계산에서는 식(11)의 θ_a에 -90 + $\Delta\theta$를 대입하면 $x=r\sin(\Delta\theta)$이고, $y=d_1-r\cos(\Delta\theta)$가 될 것이다. 첫 번째와 같은 방식으로 하면 P_2의 좌표는[c_2, $-(h+h_1)+$ B]이다 (B= $\sqrt{R^2-(r\sin(\Delta\theta))^2-(-r\cos(\Delta\theta)+d_1)^2}$)

여기서 좌표 $P_1 P_2$를 계산해 볼 필요가 있다. 만일 이 거리가 사용자가 설정한 등간격보다 크다면 P_2점을 조정해야만 하기 때문이다. 이 조정을 하기 위해서는 $\Delta\theta$ 값을 바꾸어야 한다. 즉 요구길이보다 $P_1 P_2$사이의 거리가 크다면 그 차이를 Δl 로 나타내고 이에 해당하는 부 실린더 중심각의 변화량은 식 $\Delta\theta\cdot(\Delta l$/요구등간격)로 나타낼 수 있다.

그러므로 $\Delta\theta$에 중심각의 변화량을 빼 주어 이것을 중심각 증분량으로 간주하고 이 중심각 증분량은 $\Delta\theta-\Delta\theta(\Delta l$/요구등간격), 이것을 $\Delta\theta'$라고 하자. 만일 P_1, P_2가 요구등간격 보다 작다면, $\Delta\theta'$을 $\Delta\theta$로 대입하여 그대로 세 번째 좌표 계산으로 진행된다. 그렇지 않을 경우는 계속 반복해서 위의 수정과정을 다시 거치게 된다.

3. 프로그램

위에서 설명한 여러 가지 계산 방법을 사용하여 PC용 프로그램을 개발하였으며, fig. 5에는 부 실린더가 접합될 주 부분의 형상에 따라 세 가지형태의 작업 모듈로 나누었으며 fig. 6에서는 그 다음단계로 선택한 모듈의 파라미터를 입력하게 되어있으며

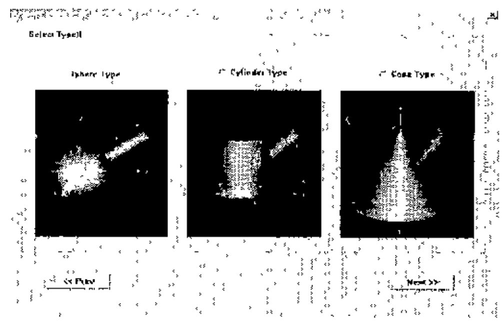

Fig 5 Developed CAM SYSTEM(2nd step)

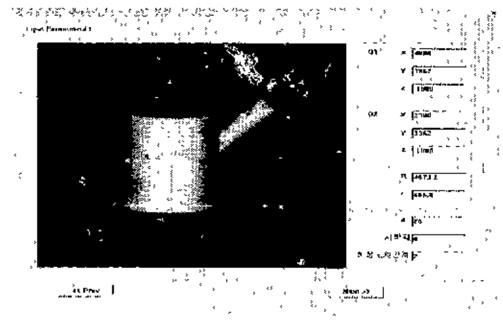

Fig. 6 Developed CAM SYSTEM(3rd step)

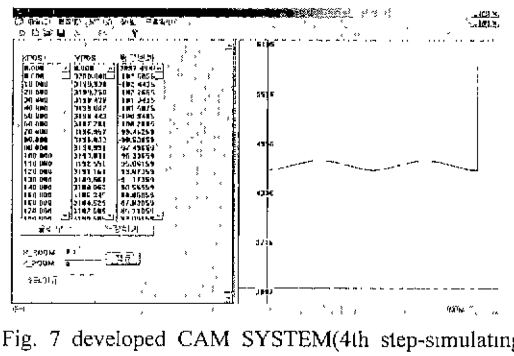

Fig. 7 developed CAM SYSTEM(4th step-simulating step)

이 시스템에서의 필요한 파라미터로는 O_1, O_2 그리고 주 부분의 반경 R과 부 실린더의 반경 r 과 요구등간격, 시작각, 오차 간격 Δd 를 입력하게 되어있다. Fig 7은 절단면을 시뮬레이팅 할 수 있게 디스플레이 되어있다.

4. 실험

본 연구를 통해서 개발된 프로그램을 바탕으로 실제값과 프로그램에서 산출된 데이터를 비교하여 보았다. 주 실린더와 부 실린더의 두 축 직선이 만날 때 부 실린더의 축직선위의 임의의 두 점을 각각 $O_1(4000,3962,0)$, $O_2(2000,3962,0)$이고, 주 부분의 반지름 R은 4673.2mm, 부 실린더의 반지름 r은 685 8mm. 등 길이 간격 l 은 20mm, 초기각을 0 °, 허용오차길이 Δl 의 길이를 2mm 라고 하면 실제 값은 최대,최소 값이 각각 3513.4mm, 667.5mm 였으며, 프로그램에 의해서 산출된 데이터의 최대,최소 값은 각각 3513.423mm, 667.570mm란 값이 산출되었다. 최대,최소 값의 차이에 의한 비교에서는 거의 차이가 없는 것을 확인 할 수 있었다.

5. 결론

본 연구를 통하여 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 도면상의 여러 파라미터 값들을 대표적인 몇 개로 줄여 정의함으로써 특정형상의 단면의 가공 데이터 생성이 용이하게 되었다 개발된 프로그램의 시뮬레이팅 과정으로 인해서 실제로 제작하지 않고도 확인 할 수 있는 것이 가능하게 되었다. 또한 오차 값을 확인함으로써 이것이 정확한 값을 가지는지에 대한 확인도 가능하게 되었다

본 논문에서는 주 실린더와 부 실린더의 모듈에 대해서만 설명하였으며 구와 부 실린더, 원뿔과 부 실린더의 접합부에 대한 형상계산도 완성하였다.

본 연구의 프로그램은 일반 공정에서 적용해 본 결과 CAD프로그램에서 직접 나타낼 수 있는 DXF format이나 이에 상응하는 데이터로의 생성이 필요하다는 것을 절실히 느끼게 되었다[4]

참고문헌

1. 울산대학교 기계자동차공학부 BK21 사업단, "CATIA V5 교본," pp 3-8, 2001
2. Microsoft Press, "Inside Visual C++," pp 273-551,1997.
3. Erwin Kreyszig, "ADVANCED ENGINEERING MATHEMATICS," 8th edition. WILEY pp. A65-A84, 2000.
4 윤은일, 김진한, "GEUS 데이터베이스 구축을 위한 DXF 포맷 변환기의 구현," "99봄 학술발표논문집(B) 1999, 04 v, n.1 pp. 173-175, 1999.