

원, 타원 및 인벌루트 조합된 치형형상을 갖는 로터 개발

Development of an Automated Design System for Oil Pumps with Multiple Profiles(Circle, Ellipse and Involute)

정성윤¹, 김문생², 조해용³, 김철^{1,✉}

Sung Yuen Jung¹, Moon Saeng Kim², Hae Yong Cho³ and Chul Kim^{1,✉}

1 부산대학교 기계기술연구원(Research Institute of Mechanical Technology, Pusan National Univ.)

2 부산대학교 기계공학부(School of Mechanical Engineering, Pusan National Univ.)

3 충북대학교 기계공학부(School of Mechanical Engineering, Chungbuk National University)

✉ Corresponding author: chulki@pusan.ac.kr, Tel: 051-510-2489

Manuscript received: 2008.9.24 / Revised: 2008.12.16 / Accepted: 2008.12.22

A internal lobe pump is suitable for oil hydraulics of machine tools, automotive engines, compressors, constructions and other various applications. In particular, the pump is an essential machine element of an automotive engine to feed lubricant oil. The subject of this paper is the theoretical analysis of internal lobe pump whose the main components are the rotors: usually the outer one is characterized by lobe with elliptical and involute shapes, while the inner rotor profile is determined as conjugate to the other. And the integrated system which is composed of three main modules has been developed through AutoLISP under AutoCAD circumstance. It generates new lobe profile and calculates automatically the flow rate and flow rate irregularity according to the lobe profile generated. Results obtained from the analysis enable the designer and manufacturer of oil pump to be more efficient in this field.

Key Words: Elliptical and Involute Lobe (타원-인벌루트 궤적), Flow Rate Irregularity (유량맥동), Internal Lobe Pumps (내부로터 펌프), Specific Flow Rate (비유량), Specific Slipping (비미끄럼률)

기호설명

b=rotor width

C = the curvature center of the outer rotor lobe

C_{inv} = the curvature center of involute gear

d = distance between the curvature center of the outer rotor lobe and its center along polar reference axis

d_{inv} = distance between the curvature center of involute and its center along polar reference axis

e = distance between the centers of the inner rotor and the outer rotor

m = module

O₂ = the curvature center of the outer rotor lobe

r_{l2} = radius of curvature of the outer rotor lobe along polar reference axis

r_b = radius of base circle

r_s = radius of pitch circle

r_t = radius of addendum circle

r_{root} = radius of dedendum circle

z₂ = number of the outer rotor teeth

α = rotate angle of outer rotor

α_s = pressure angle at pitch circle

invα = involute angle

γ = starting angle of involute in outer rotor

δ = rotate angle for ellipse
 η = range angle of involute in outer rotor
 θ = rotate angle for involute

1. 서론

오일 펌프(oil pump)는 다른 펌프에 비하여 소음이 적어 엔진 윤활을 위한 윤활유의 공급원이나 자동 변속기의 유압원으로 널리 사용되고 있다. Colbourne¹ 은 내부 로터와 외부 로터의 접촉을 시뮬레이션 하여 내부 로터 치형의 좌표를 구하고 내부 로터와 외부 로터의 치형곡선으로 폐쇄되는 챔버에서의 면적을 계산하였다. Sae-gusa² 등은 내부 로터를 고정시키고 외부 로터를 회전시켜 외부 로터의 치형인 원호의 중심에 대한 궤적을 구하고, 내부 로터와 외부 로터의 물림 특성으로부터 내부 로터의 치형을 구하는 식을 유도하였다. 최근 Tsay^{3,4} 는 절삭과정을 시뮬레이션 하여 내부 로터의 치형을 구하는 방법을 발표하였다. 이성철⁵ 등은 운전 특성의 해석을 실시하였고 Mimmi⁶ 등은 인벌루트 기어 펌프와 로버 펌프의 유량과 유량맥동 값을 비교 고찰하였다. 김충연⁷ 등은 제로터 설계변수에 따른 접촉응력의 변화를 관찰하였다. 또한 김철⁸⁻¹⁰ 등은 지로터 펌프인 트로코이드의 치형에 관한 외부로터의 치형형상이 원인 경우에 치형방정식을 유도하는 새로운 방법을 제안하고 이를 토대로 내외부로터의 궤적, 접촉점의 궤적, 회전시뮬레이션, 유량 및 유량맥동 등을 자동적으로 구하는 통합적 시스템을 구축했다.

이전 연구에서는 원 또는 타원으로만 이루어진 로버(lobe)형상을 가진 외부로터에서 설계변수를 고려하여 로터가 창출되었으나 본 연구에서는 원과 타원에 인벌루트를 조합한 외부로터 로버(lobe)형상을 토대로 설계변수를 고려한 운동학적인 분석을 수행하여 내부로터가 자동으로 창출되는 로터설계 자동화 시스템을 구축하였다.

외부로터의 치차의 잇수(z_2), 내·외부로터 중심간의 거리, 즉 편심량(e), 타원 단축거리(r_{t2}), 외부로터의 중심점과 타원 중심간의 거리(d), 타원의 장단축비(k), 그리고 텃 틈새(t_p)의 설계변수 값과 타원의 형상중 일부를 인벌루트 형상으로 바꾸기 위한 인벌루트의 시작각(γ)과 범위각(η)을 개발된 자동화 시스템에 입력하면 개발된 자동화 시스템은 기하학적 설계한계인 첨점(cusp)과 루프(loop)를 발생시키지 않는 영역범위 안에서 내부로터를 자

동으로 창출시키고 창출된 로터에 대해 유량, 유량맥동, 미끄럼율을 자동으로 계산하여 그 결과를 그래프로 출력시킨다.

2. 로터 구성방정식

외부 로터의 로버 개수, 내부 및 외부로터의 피치원 반경은 식 (1)과 같다. 내외부 로터의 피치원이 교차되는 피치점(P)을 고정시키고 외부로터를 피치원의 중심(O_2)에 대하여 회전시켜 치형 방정식을 유도하고자 한다. 외부 로터 피치원의 중심(O_2), 내부 로터 피치원의 중심(O_1), O_2 와 O_1 사이의 편심량(e), 외부 로터가 타원의 형상을 갖는 곡률의 일부분일 때 Fig. 1 로부터 초기 시작점에서 법선과 O_2 의 중심점과 타원의 중심을 잇는 선분의 교점은 $C'_0(x',0)$ 이며 O_2 를 중심으로 회전하여 회전각이 α_a 가 될 때 C'_0 의 회전 후의 점을 C'_a 라고 했을 때 직선 C'_aP 와 외부 로버형상의 교점이 접촉점 $Q_a(x_a, y_a)$ 이 되며 이 접촉점, Q_a 를 구하기 위하여 $\angle O_2C'_aP$ 인 ξ 를 구하고 식 (2)로부터 δ 를 구하여 초기 외부 로버형상 위의 점 $Q_0(x_0, y_0)$ 를

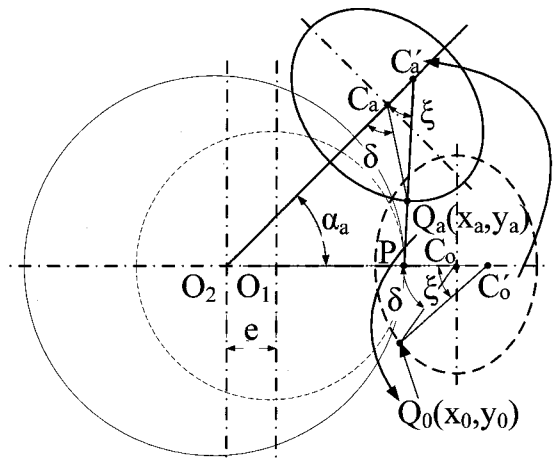


Fig. 1 Conjugated profile tracing

구한다. Q_0 는 원, 타원 및 인벌루트 조합된 외부 로버 형상위의 한 점으로, 인벌루트 구간에 존재할 경우는 2.1 절에서, 타원의 구간에 존재할 경우에는 2.2 절에서 구한다. 회전각, α_a 로 회전시킨 접촉점 $Q_a(x_a, y_a)$ 는 식 (3)으로 구한다.

$$z_2 = z_1 + 1, \quad r_1 = ez_1, \quad r_2 = ez_2 \quad (1)$$

$$\xi = \cos^{-1} \left(\frac{\overrightarrow{C'_a P} \cdot \overrightarrow{C'_a O_2}}{\| \overrightarrow{C'_a P} \| \| \overrightarrow{C'_a O_2} \|} \right), \quad \tan \delta = k \tan \xi \quad (2)$$

$$\begin{pmatrix} x_a \\ y_a \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha_a & -\sin \alpha_a \\ \sin \alpha_a & \cos \alpha_a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e \\ 0 \end{pmatrix} \quad (3)$$

2.1 외부로터가 인벌루트 치형의 일부분인 경우

Fig. 2 로부터 인벌루트 함수는 직선 AB 와 호 DB 가 같아야 한다.

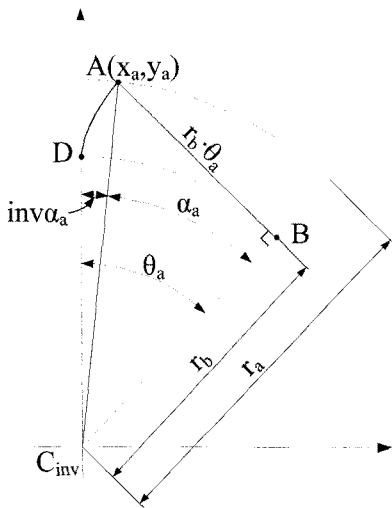


Fig. 2 Profile tracing for involute shape

$$\theta_a = \frac{r_a \sin \alpha_a}{r_b} \quad (4)$$

표준 인벌루트 치차에서 기초원(base circle)의 반경은 식 (5)와 같이 정의된다.¹¹

$$r_s = \frac{mz}{2}, \quad r_b = r_s \cos \alpha_s = r_a \cos \alpha_a \quad (5)$$

여기서

$$\alpha_a = \cos^{-1} \left(\frac{r_a}{r_b} \right) \quad (6)$$

식 (4)과 (5)로부터 인벌루트 치형 궤적 방정식은 아래와 같다.

$$\begin{cases} x_0 = f(\theta) = r_b (\sin \theta_a - \theta_a \cos \theta_a) \\ y_0 = g(\theta) = r_b (\cos \theta_a + \theta_a \sin \theta_a) \end{cases} \quad (7)$$

2.2 외부로터가 타원의 일부분인 경우

외부로터의 모체가 되는 타원에서 타원의 중심 점에서 접촉점까지 거리(ρ)와 각(δ)은 Fig. 3 으로부터 식(8)-(10)에 의해 구한다.

$$\rho = r_{12} \sqrt{\cos^2 \zeta + k^2 \sin^2 \zeta} \quad (8)$$

$$\overline{AB} = \overline{BC} \tan \zeta, \quad \overline{A'B} = \overline{BC} \tan \delta \quad (9)$$

$$\overline{A'B} = k \overline{AB}, \quad \tan \delta = k \tan \zeta \quad (10)$$

상기의 식 (8)-(10)로부터 타원형상 치형 궤적 방정식은 아래와 같이 표현된다.

$$\begin{cases} x_0 = d - \rho \cos \delta \\ y_0 = \rho \sin \delta \end{cases} \quad (11)$$

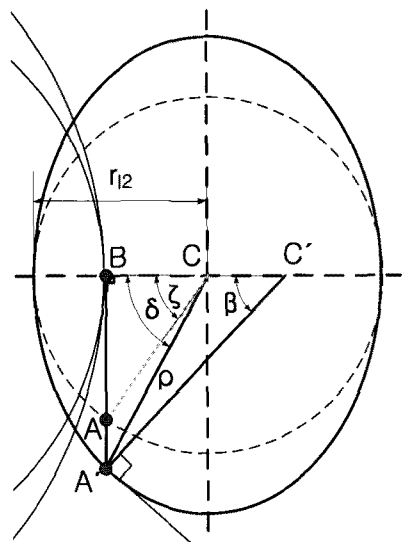


Fig. 3 Profile tracing for ellipse shape

2.3 외부로터가 타원 및 인벌루트 형상의 조합인 경우

grad e_1 과 grad i_1 점에서 순간기울기가 같은 G_{e1} 과 인벌루트의 순간기울기 G_{i1} 점을 찾고, grad e_2 과 grad i_2 점에서도 순간기울기가 같은 G_{e2} 과 G_{i2} 점을 찾는다. 이때 타원과 인벌루트의 순간 기울기는 식 (12)-(13)로 표현된다.

$$f'(x) = \frac{kx}{\sqrt{r_1^2 - x^2}} \quad (12)$$

$$g'(\theta) = \cot\theta, \text{ 여기서 } \theta = \tan^{-1}\left(\frac{\sqrt{r_1^2 - x^2}}{kx}\right) \quad (13)$$

Fig. 4 에서 $\overline{G_{e1}G_{e2}}$ 의 선분기울기와 $\overline{G_{i1}G_{i2}}$ 의 선분기울기가 같아지도록 인벌루트를 회전 시켜가면서 인벌루트상의 두점 G_{i1} 과 G_{i2} 를 다시 찾는다. 그리고 난 후 $\overline{G_{e1}G_{e2}}$ 의 선분길이 l_e 와 $\overline{G_{i1}G_{i2}}$ 의 선분길이 l_i 가 같도록 인벌루트의 기초원 반경(r_b) 의 크기를 증감시킨다.

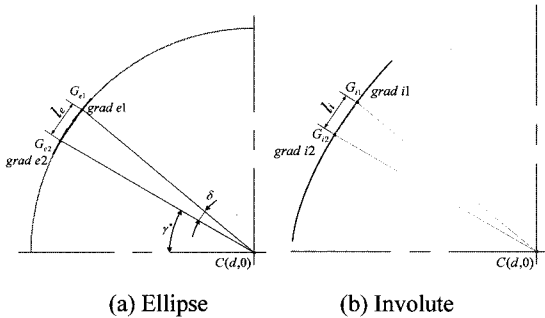


Fig. 4 Profile tracing for ellipse and involute shape

2.4 유량, 유량 맥동 및 미끄럼을 계산식

접촉점 및 내외부 로터의 치형에 관한 정보를 이용하여 순간유량 및 맥동을 계산할 수 있다. 작동유체는 비압축성 유체로써 체적의 변화가 발생하지 않는다고 가정하였다. Fig. 5 에서 해칭된 챔버(chamber)는 내외부 로터가 만나는 두 개의 접촉점을 경계로 닫혀진 폐구간 영역이다.

각 챔버는 로터가 일정한 간격으로 미소 각도만큼 회전함으로써 측면의 길이가 변화되어 체적

이 증감한다. 이때 흡입이 일어나는 영역과 토출이 일어나는 영역이 나타내는 면적들은 각각 중심으로부터 접촉점 사이의 거리의 제곱에 비례하기 때문에 챔버가 유량의 변화에 기여하는 정도를 나타내는 순간 유량(instantaneous flow rate)은 식(14)로 구할 수 있다.

$$q_i(\alpha) = \frac{1}{2}b \left[\left(\overline{O_1A} \right)^2 - \left(\overline{O_1B} \right)^2 \right] \frac{r_2}{r_1} - \left[\left(\overline{O_2A} \right)^2 - \left(\overline{O_2B} \right)^2 \right] \omega_1 \quad (14)$$

내부 및 외부 로터의 중심점에서 i 번째 챔버의 시작 접촉점 (A), 끝 접촉점 (B)까지 거리는 Fig. 5 로부터 각각 식(15), (16)에 의해 구해진다.

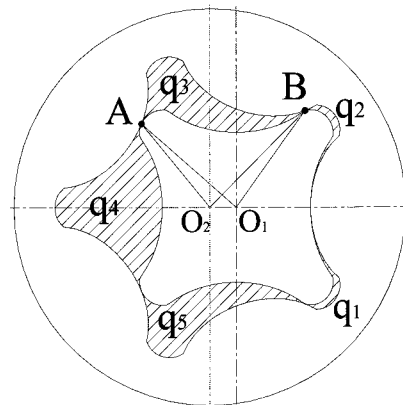


Fig. 5 Evaluation of the contribution to the flow rate given by each flank of rotors

$$\left| \overline{O_1A} \right| = \rho_{11} \quad \left| \overline{O_2A} \right| = \rho_{21} \quad (\alpha = \alpha_i) \quad (15)$$

$$\left| \overline{O_1B} \right| = \rho_{12} \quad \left| \overline{O_2B} \right| = \rho_{22} \quad (\alpha = \alpha_{i+1}) \quad (16)$$

여기서, $\alpha_{i+1} = \alpha_i + \frac{2\pi}{z_2}$ 이다.

회전당 유량은 식 (17)과 같다.

$$Q = z_1 \int_0^{2\pi} q(\alpha) d\alpha = z_1 \sum_{i=1}^{z_2} q_i \quad (17)$$

비유량(specific flow rate)은 식 (18)로 구한다.

$$R = \frac{Q}{\pi \rho_{i,max}^2 b} \quad (18)$$

소음 및 진동에 영향을 미치는 유량맥동(flow rate irregularity)은 식(19)과 같다.

$$i = \frac{q_{max} - q_{min}}{q_{average}} \quad (19)$$

비미끄럼률은 식(20)로 부터 구할 수 있다.

$$S.S. = \frac{|s_2 - s_1|}{s_1} \quad (20)$$

여기서, s_1 과 s_2 는 회전량에 따라서 접촉점이 내외부로부터의 형상으로부터 각각 움직인 거리이다.

3. 자동화 시스템

3.1 시스템의 구성

타원의 치형 및 인벌루트 형상을 갖는 외부로부터 내부로터를 자동으로 창출하기 위하여 AutoCAD 의 AutoLISP 언어를 사용하여 통합적 설계자동화 시스템을 개발했다. 개발된 시스템은 입력, 설계, 출력 모듈로 구성되어 있으며 이를 위한 개략도를 Fig. 6 에 나타내었다.

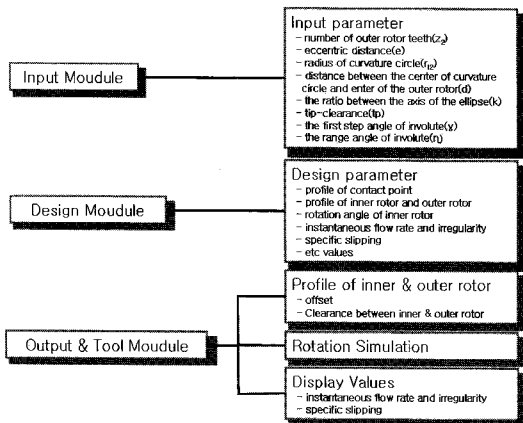


Fig. 6 Configuration of the system

3.1.1 입력모듈

입력모듈은 치형 설계와 유량, 유량맥동 및 미끄럼률 계산의 자동화를 위하여 설계 변수 값들을 입력하는 모듈이다. 입력 변수는 외부로터의 치차의 잇수(z_2), 내외부 로터 중심간의 거리, 즉 편심량(e), 타원단축 거리(r_2), 아웃로터의 중심점과 타원중심간의 거리(d), 타원의 장단축비(k), tip 틈새(t_p)와 인벌루트의 시작각(γ)과 범위각(η)이다. 이러한 설계변수의 값을 입력하기 위한 설계자동화 시스템의 입력 창을 Fig. 7 에 나타내었다.

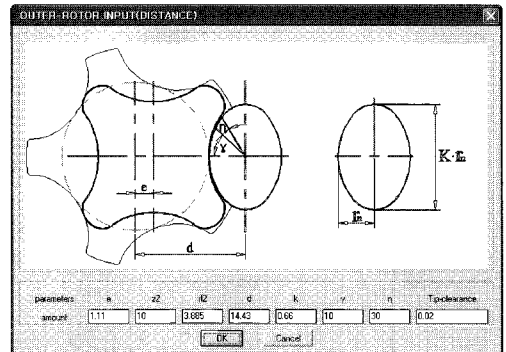
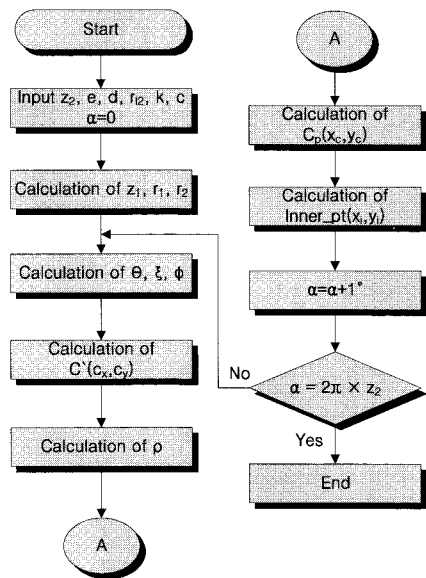
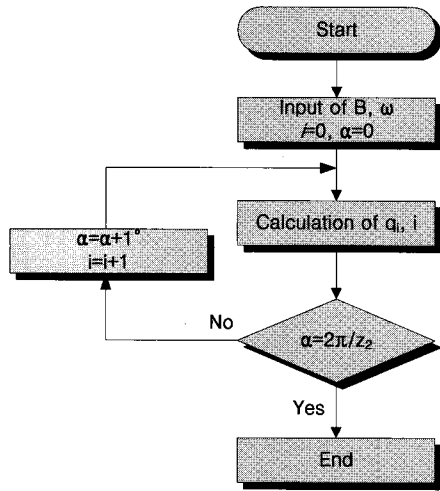


Fig. 7 Window for inputting design values

3.1.2 설계 모듈



(a) Algorithm for internal lobe profile



(b) Algorithm for flow rate and irregularity

Fig. 8 Flowchart for carrying out the automated System

설계 모듈에서는 입력된 설계 변수 값으로부터 치형 방정식에 의하여 외부로터로부터 내부 로터의 궤적을 창출하고, 내부 및 외부 로터 사이의 오프셋 량을 보정한 후, 창출된 치형의 유량 및 맥동과 미끄럼률을 계산한다. 내부 로터의 궤적을 창출하는 알고리즘은 Fig. 8 의 (a)에 그리고 순간 유량 및 맥동 계산을 위한 알고리즘은 (b)에 나타내었다.

3.1.3 출력 모듈

출력모듈에서는 모델링, 회전시물레이션, 순간 유량 곡선 및 데이터 파일의 저장을 수행한다.

출력모듈의 치형 모델링 부모물에서는 설계물에서 구한 내외부 로터의 궤적을 이용하여, 외부 로터 끝단부의 곡률, 내외부 로터간의 거리, 내부 로터의 읍셋량, 내부로터의 회전 각도를 입력 받아 회전 각도에 따른 치형을 창출시킨다. 회전 시물레이션 부모물에서는 실제 내외부 로터가 회전하는 모습을 시물레이션하여 챔버의 모양 및 크기, 회전시 간섭등을 체크함으로써 사용자로 하여금 오류를 미리 방지할 수 있다.

4. 시스템에의 적용 및 고찰

4.1 시스템에의 적용

외부로터의 치선경과 치저경을 계산하는 식 (21)-(22)에 의해 계산된 외부로터의 외경을 일정하

게 하고 설계변수를 변화 시키면서 목적함수인 유량과 유량맥동에 대하여 조사하였다.

$$\rho_{1,max} = d - r_{l2} + e, \rho_{1,min} = d - r_{l2} - e \quad (21)$$

$$\rho_{2,max} = d - r_{l2} + 2e + t_p, \rho_{2,min} = d - r_{l2} \quad (22)$$

입력모듈에 로터의 내외부 로터 잇수(9/10 개), 외부로터 폭(w=7.2 mm), 외경(Φ29 mm), 편심량(e=1.15 mm) 곡률반경(r_{l2} = 2.25 mm), 곡률반경과 외부로터의 중심까지 거리(d=11.93 mm), 타원의 장단축비(k=1.21), 외부로터 팁 틈새(t_p=0.02 mm)와 인벌루트 시작각(γ=0°)와 범위각(η=30°)를 입력시키면 타원과 인벌루트의 조합된 외부로터 형상이 창출되는데 이를 Fig. 9 에 나타내었다.

설계 모듈에서는 타원과 인벌루트의 조합된 외부로터 형상에 대하여 구성방정식에 의하여 계산한 후 자동으로 접촉점과 내부 로터 형상을 창출시키고 이를 토대로 내외부로터 형상을 완성하는데 이를 Fig. 10 에 나타내었다.

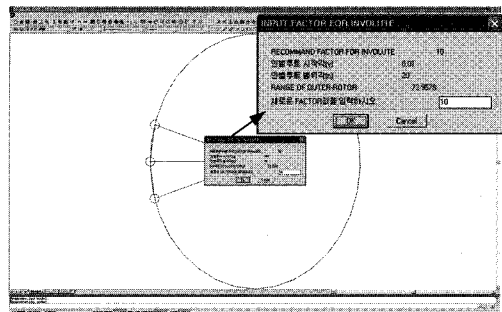
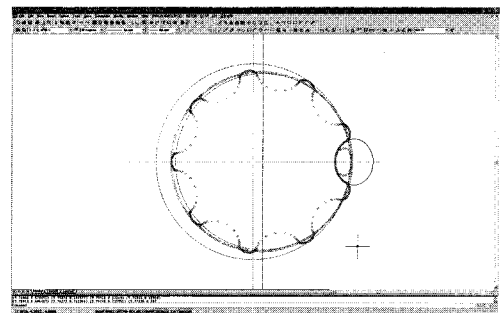
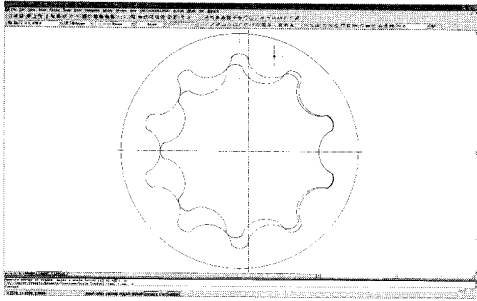


Fig. 9 The results carried out in the input module



(a) The inner rotor generated



(b) The generated the inner and outer rotors

Fig. 10 The results carried out in the design module

출력 모듈에서는 창출된 치형에 대해 치폭 ($b=7.2\text{ mm}$)를 입력하면 유량과 유량맥동이 자동으로 계산되어 Fig. 11 과 같이 출력되며 또한 Fig. 12 와 같이 실제 내외부 로터가 회전하는 모습을 시뮬레이션하여 챔버의 모양 및 크기, 회전시 간섭 등을 체크함으로써 사용자로 하여금 오류를 미리 방지할 수 있다.

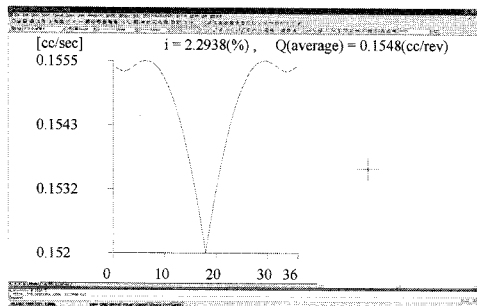


Fig. 11 The results carried out at output module

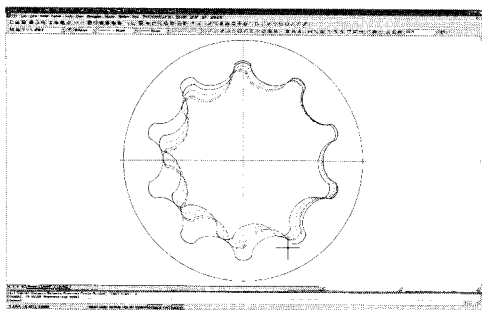
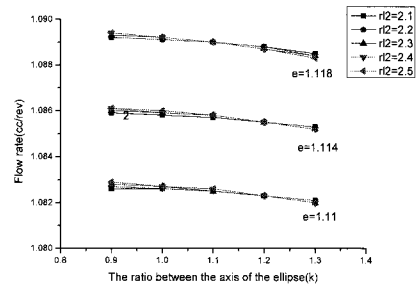


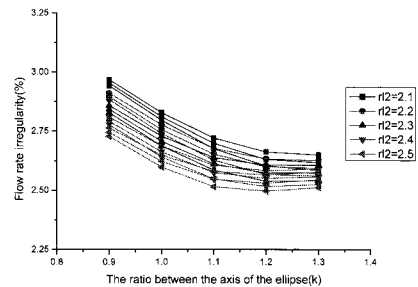
Fig. 12 The results carried out at the rotation simulation submodule of the design module

4.2 고찰

허용압력각 이내이면서 침점 혹은 루프가 발생 되지 않은 범위 내에서 목적함수는 유량과 유량맥동을 우선 고려하고 그 후에 수명에 영향을 주는 미끄럼율을 고려했다.



(a) Flow rate



(b) Flow rate irregularity

Fig. 13 Comparison of irregularity and flow rate according to the factor, k: (a) Flow rate, (b) Flow rate irregularity

동일한 크기의 로터들 가운데 최적의 로터를로 찾기 위하여 로터의 내외부 로터 잇수(9/10 개), 외부로터 폭($w=7.2\text{ mm}$), 외경($\Phi 29\text{ mm}$), 외부로터의 최외경과 치저정 사이의 거리($d=2.5\text{ mm}$)를 일정하게 유지하였다. 이에 편심량(e)을 1.11, 1.114, 1.18 로 타원의 곡률반경(r_{12})을 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 로 타원의 장단축비(k)를 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 1.3 으로 변화시켜가면서 타원형상을 갖는 외부로터로부터 내부로터를 창출하여 이에 따른 유량과 유량맥동을 구하여 Fig. 13 에 나타내었다. 편심량이 커질수록 유량과 유량맥동이 좋아짐을 알 수 있다. 그러나 편심량이 어느 한계값 이상으로 커지면 침점과 루프가 발생하기 때문에 침점과 루프가 발생하지 않는 영역에서 최적의 편심량은 1.15 임을 알 수 있다. 타원의 장단축비(k)는 작을수록 유량이 좋았으나 유

량맥동은 $k=1.21$ 까지는 커질수록 우수하였다. 타원과 인벌루트의 조합된 치형에서는 유량이 우수하고 최적의 유량맥동은 $k=1.21$ 때 임을 알 수 있다. 곡률반경은 유량에 크게 관여하지는 않지만 유량맥동은 곡률반경이 클수록 우수함을 또한 알 수 있었다.

회전시뮬레이션 부모물에서 창출된 Fig. 14 의 외부로버 형상에서 인벌루트 시작각(γ)과 인벌루트 영역의 범위각(η)을 변화시키면서 유량과 유량 맥동에 대한 영향도를 조사하여 Table 1 에 나타내었다. 시작각이 중심($\gamma=0^\circ$) 일 때, η 의 범위가 클수록 유량 맥동이 낮음을 알 수 있다.

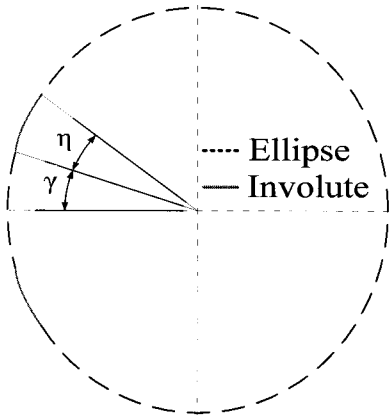


Fig. 14 The results carried out at the rotation simulation submodule of the design module

현재 디젤 자동차에서 사용되는 외부로터 형상이 원일 때(Table 2(a))와 연료펌프용 로터에 사용되는 타원 일 때(Table 2(b))와 타원과 인벌루트의

조합된 새로운 치형 최적화된 형상인(Table 2(c))에 대한 설계변수 값들과 이들로부터 자동계산된 유량 및 유량 맥동의 결과와 개발된 시스템에 창출된 로터형상의 결과를 Table 2 와 Fig. 15 에 각각 나타내었다.

Table 1 The result of flow rate and irregularity according to the factor, γ and η

γ	η	Flow rate (cc/rev)	Irregularity (%)
0°	10°	0.1547	2.2365
	20°	0.1548	2.2238
	30°	0.1548	2.2071
10°	10°	0.1546	2.3831
	20°	0.1546	2.3799
	30°	0.1547	2.3417
20°	10°	0.1547	2.3417
	20°	0.1547	2.3417
	30°	0.1547	2.3417
30°	10°	0.1547	2.3417
	20°	0.1547	2.3417
	30°	0.1547	2.3418

Table 2 The values of design parameters and results regarding each rotor

Product	z_2	e	d	r_{12}	k	γ	ζ	Flow rate (cc/rev)	Irregularity (%)
(a) Circle	10	1.114	11.9	2.29	1.0	·	·	0.1486	2.7346
(b) Ellipse					1.13	·	·	0.1486	2.5787
(c) Ellipse-involute		1.15	11.93	2.25	1.21	0°	20°	0.1548	2.2938

	(a) Circle	(b) Ellipse	(c) Ellipse-involute
Teeth profile of rotor			
Contact point			
Flow rate	<p>[cc/rev]</p> <p>0.1496</p> <p>0.1483</p> <p>0.1469</p> <p>0.1455</p> <p>0 10 20 30 36</p>	<p>[cc/rev]</p> <p>0.1495</p> <p>0.1482</p> <p>0.1469</p> <p>0.1457</p> <p>0 10 20 30 36</p>	<p>[cc/rev]</p> <p>0.1555</p> <p>0.1543</p> <p>0.1532</p> <p>0.152</p> <p>0 10 20 30 36</p>
Product			

Fig. 15 Comparison of the results regarding each rotor described in Table 2

이로부터 본 연구에서 제안한 Table 2 (c)가 유량과 유량맥동 면에서 우수함을 알 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 원, 타원 및 인벌루트의 조합된 로터 형상을 가진 외부로터의 기하학적인 분석

과 운동학적인 분석을 통하여 로터에 관한 구성 방정식을 제안하였고 이를 토대로 내부로터 치형을 자동으로 창출하고 창출된 내외부로터의 유량과 유량맥동 계산시에 수반되는 복잡한 계산과정을 전산화한 오일 및 연료펌프용 통합적 로터 설계자동화 시스템을 개발했다. 개발된 자동화 시스템의 특징은 다음과 같다.

1) 기존의 원 및 타원의 로버형상을 가진 외부 로터 형상에 인벌루트 형상을 조합시켜 유량과 유량맥동을 더욱 향상시켰다.

2) 내부로터 형상의 자동 창출과 창출된 로터 형상에 대하여 유량과 유량맥동을 자동으로 계산할 수 있는 통합적 설계자동화 시스템을 개발하여 현재 디젤 승용차에 사용중인 로터 보다 성능이 더 우수한 로터를 개발하였다.

3) 출력모듈에서는 입력변수 값에 의하여 치형을 창출시키고 외부로터의 회전각도에 따른 순간 유동 및 맥동을 자동으로 계산하여 그 결과를 그래프로 출력시킬 수 있다.

4) 로터가 회전하는 모습을 시뮬레이션 함으로써 설계 오류를 사전에 방지할 수 있고, 완성차 업체의 사양에 따른 제조업체들에게 적절한 치형 형태의 결정법을 제시할 수 있다.

후 기

이 논문은 2008 년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2008-331-D00063).

참고문헌

- Colbourne, J. R., "Gear Shape and Theoretical Flow Rate in Internal Gear Pumps," Transactions of the CSME, Vol. 3, No. 4, pp. 215-223, 1975.
- Saegusa, Y., Urashima, K., Sugimoto, M., Onoda, M. and Koiso, T., "Development of Oil-Pump Rotors with a Trochoidal Tooth Shape," SAE Paper, No. 840454, 1984.
- Tsay, C. B. and Yu, C. Y., "Mathematical Model for the Profile of Gerotor Pumps," J. CSME, Vol. 10, No. 1, pp. 41-47, 1989.
- Yu, C. Y. and Tsay, C. B., "The Mathematical Model of Gerotor Pump Applicable to Its Characteristic Study," J. CSME, Vol. 11, No. 4, pp. 385-391, 1990.
- Lee, S. C. and Lee, S. N., "Design and Analysis of Gerotor for Hydraulic Motors," Journal of KSTLE, Vol. 11, No. 2, pp. 63-70, 1995.
- Mimmi, G. C. and Pennacchi, P. E., "Involute Gear Pumps Versus Lobe Pumps: A Comparison," J. of Mechanical Design, Vol. 119, No. 4, pp. 458-465, 1997.
- Kim, C. H., Kim, D. I., Ahn, H. S. and Chong, T. H., "Analysis of Tooth Contact Stress of Gerotor Hydraulic Motors," J. of KSTLE, Vol. 15, No. 2, pp. 164-170, 1999.
- Kim, J. H. and Kim, C., "Development of an Integrated System of Automated Design of Gerotor Oil Pump," J. of KSPE Vol. 23, No. 2, pp. 88-96, 2006.
- Kim, J. H., Kim, C. and Chang, Y. J., "Optimum Design on Lobe Shapes of Gerotor Oil Pump," J. of Mechanical Science and Technology, Vol. 20, Issue 9, pp. 1390-1398, 2006.
- Chang, Y. J., Kim, J. H., Jeon, C. H., Kim, C. and Jung, S. Y., "Development of an Integrated System for the Automated Design of a Gerotor Oil Pump," J. of Mechanical Design, Vol. 129, Issue 10, pp. 1099-1105, 2007.
- Colbourne, J. R., "The Geometry of Involute Gears," Springer, pp. 24-44, 1987.