

4절 기구의 3 위치 합성을 위한 구동 크랭크 고정점 영역상에서의 분기문제 해결

범진환,* 김학렬**

Elimination of Branch Problem in Driving Crank Center Point Plane for 3 Position Synthesis of 4 bar Mechanism

Jin-Hwan Borm,* Hak-Ryul Kim**

ABSTRACT

A method of eliminating the branch problem in driving crank center point plane for 3 position synthesis of 4 bar mechanism is introduced. By studying various transformation characteristics from the circle point plane into the center point plane, the curves in the center point plane transformed from the filemon line in circle point plane are analytically obtained, which will separate the whole center point plane into many sub-areas for the selection of the center point of the driving crank. And a simple method to identify which of the sub-areas will cause the branch problem is also presented. The method will allow the selection of the center point of driving crank without the branch problem.

Key words : branch problem(분기문제), driving crank center point plane(피구동 크랭크 고정점 영역상), 3 position synthesis(3 위치 합성), 4 bar Mechanism(4 절 기구)

1. 서론

커플러가 몇개의 주어진 위치/방향을 정확히 지나도록 4절 기구를 설계하는 문제는 오래전부터의 관심사였으며, 19세기말의 Brumester의 연구가 그 기본이 되고 있다. 하지만 실제로 주어진 위치를 주어진 순서대로 지나가지 않거나(순서문제) 주어진 위치를 지나가기 위해서 기구를 분해해야하는(분기 문제)설계해를 제

거하고 합당한 설계해를 선택할 수 있도록 시도한 것은 Filemon⁽¹⁾에서 부터였다.

무수히 많은 설계해 중에서 상기 두 문제가 없는 설계해를 찾는 방법을 체계화하기 위해 많은 연구가 행해졌었다. Waldron 및 Strong⁽²⁾, Waldron⁽³⁾ 등은 피구동 크랭크의 설계를 함에 있어서 고정점영역(Center Point Plane) 및 이동점(Circle Point Plane) 영역 모두에서 분기 문제(Branch Problem)를 야기시

* 아주대학교 기계공학과

** 아주대학교 기계공학과 대학원

키는 영역을 찾아내어 이의 선택을 예방하였고, 구동축 설계를 위해서는 Filemon이 제시한 이동점 영역에서의 문제 영역을 찾아내어 설계를 하도록 하였다. Waldron⁽⁶⁾과 Prentis⁽⁷⁾는 구동 및 피구동 크랭크 설계시 분기 문제를 개략적으로 쉽게 짐작하기 위한 방안으로 이동점 영역과 고정점 영역의 주요 점들, 즉 Pole, Image Pole들 사이의 상관관계를 연구하였다. Waldron 및 Strong,⁽²⁾ Waldron,^(3,6) Chuang, Strong 및 Wadron⁽⁵⁾ 등의 최근 문헌에서는 구동 크랭크 설계시 고정점 영역의 분기 문제를 해결을 위해서 Filemon 선상을 따라 무수히 많은 점을 고정점 영역의 해당 점으로 각각 수치해석적 방법으로 변환함으로써 그 곡선을 구하였다. 하지만 이 방법은, 이동점 영역인 Filemon 선상의 무한대 위치의 점이 고정점영역상에서는 유한 위치의 점, 즉 Pole circle 선상의 점에 해당되므로, Filemon 선상에 아무리 많은 점을 고정점영역으로 변환시킨다 하더라도, 그 곡선의 일부는 항상 나타내 주지 못한다. 따라서, 이 방법에서는 고정점 영역의 분기영역의 경계중 그 일부만을 구할 수 있을 뿐이다.

본 논문에서는 지금까지 여러문헌에서 제시된 구동 크랭크의 고정점 영역상에서의 분기문제해결 방법이 상기 언급한 문제점을 가지고 있기 때문에 이를 해결하기 위한 새로운 방법을 제시하고자 한다. 먼저, 이동점 영역에서의 Image Pole 및 Filemon 선과의 상관관계들이 고정점영역으로 어떻게 변환되는지를 알아냄으로써, 이동점 영역에서 표현된 Filemon 선의 고정점 영역으로의 변환 곡선을 해석적으로 직접 구하는 방법을 제시하고, 이들 곡선으로 분할되는 고정점 영역들중 분기문제 영역을 찾아내는 방법을 Pole 및 image pole들의 상호 특성을 유도함으로써 구하고자 한다.

2. 분기 문제(Branch)와 구동크랭크 이동점 영역에서의 분기영역

본 논문의 내용으로 들어가기 전에, 이미 널리 알려진 구동크랭크 이동점영역에서의 분기문제 영역을 표시하는 Filemon 방법을 언급하려한다. 왜냐하면 논문의 본론인 고정점영역에서의 분기문제해결을 위한 주요 특성들을 유도하는 데 도움이 되기 때문이다.

4절 기구의 구동링크를 고정시켰을 때, Fig. 1에서 보는 바와 같이 2가지의 분기 형태로 나머지 링크들을 배열할 수 있다. 한 분기에서 다른 분기로 가기위해서

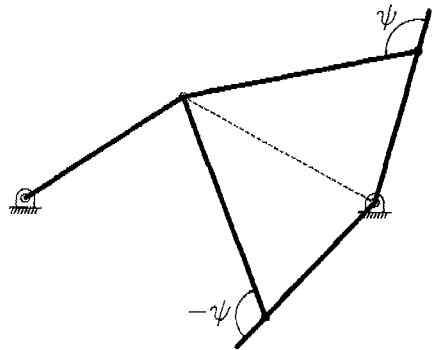


Fig. 1 2 Branches of 4 Bar Mechanism

는 피구동 크랭크와 커플러와의 사이각(ψ)의 부호가 바뀌어야하며, ψ 가 0 또는 π 를 반드시 지나가야 된다. Fig. 2에서와 같이 ψ 가 0 또는 π 가 되는 위치는 구동 크랭크가 더 이상 한 방향으로 회전될 수 없는 극한위치(Limit Position)이며, 커플러가 주어진 설계 위치를 지나는 동안 극한위치를 만나면 크랭크가 한 방향으로 구동되는 한, 결코 다른 설계 위치에 도달할 수 없게 된다. 설사 설계 위치를 지나는 동안 크랭크를 역회전시킬 수 있다 하더라도 커플러가 어느 분기로 가게될지 알 수 없어 그 운동을 제어할 수 없게 된다. 따라서, 최소한 커플러가 주어진 3 설계 위치를 지나는 동안에는 피구동 크랭크와 커플러와의 사이각(ψ)의 부호가 바뀌어서는 아니된다. 3개의 설계위치를 지나가는 4절기구의 설계시 분기문제를 해결하는 문제는 Waldron^(2,3)이 그 기본적인 해결 방법을 제시하고 있다. 즉, 피구동 크랭크를 먼저 설계하고 난 후에 구동축 설계를 하는 것을 전제로하여, 피구동 크랭크의 고정점이나 이동점을 선택하는 데 있어서 분기문제를 야기시키는 영역을 구하여 이를 제거시키고, 구동축 설계를 위해서는 이동점을 위한 분기문제 영역을 구하여 이를 제거시키도록 하였다. 후자는 Filemon⁽¹⁾이 제시한 방법을 따른 것이다. Fig. 3에서는 이 Filemon 분기문제 영역을 보여 주고 있다. 링크 $\overline{C^*C}$ 는 피구동 크랭크이고 첨자 1, 2 및 3은 설계 위치를 나타내 주고 있다. 또한 P, 은 커플

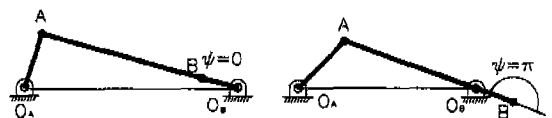


Fig. 2 Limit Positions of 4 Bar Mechanism

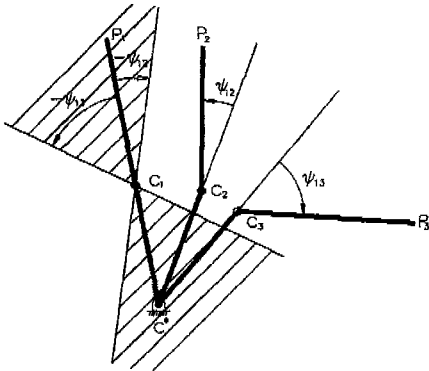


Fig. 3 An Example of Filemon Construction for selection of driving crank Circle Point

러 상의 가상선으로서, 설계위치 1에서 $\overline{C^*C}$ 의 연장선과 일치시킨 것이다. P_2 및 P_3 은 각각 설계 위치 2와 3에서의 해당 위치이다. Fig. 3에서의 밀금친 영역에 구동크랭크의 이동점을 선택하면 설계된 기구는 분기문제를 일으키게 된다⁽⁴⁾ 따라서, 구동 크랭크의 이동점은 이 영역 밖에서 선택하여야 한다. 하지만 이 Filemon 방법은 구동 크랭크 고정점 설계를 위한 방법이 아니므로, 고정점이 중요한 설계 제약일 경우, 이를 사용할 수 없다.

3. 이동점 영역상의 Filemon Line의 고정점 영역상으로의 변환

고정점 영역상에서의 분기문제영역은, 이동점 영역상에서 표현된 Filemon선을 고정점 영역상으로 변환시킨 곡선을 구하고 그 곡선에 의해 분할된 영역들이 각각 분기문제를 일으키는 영역인지를 알아봄으로써 구할 수 있을 것이다. strong, Waldron⁽⁵⁾ 등은 Filemon 선상을 따라 무수히 많은 점을 고정점 영역의 해당점으로 각각 변환함으로써 그 곡선을 표시하였다. 하지만 이 방법은, 이동점 영역인 Filemon 선상에 아무리 많은 점을 고정점영역으로 변환시킨다 하더라도, 그 곡선의 일부는 항상 나타내주지 못한다. 본 논문에서는 고정점 영역의 분기 곡선의 주요 특성들을 알아냄으로써, 이들을 수학적으로 표현하여 정확하고 생략된 부분이 없는 분기영역을 표현할 수 있도록 새로운 방법을 제시하고자 한다.

주요 특성들을 유도해보기 전에 여기서 사용될 기호를 정의하려한다. Fig. 4에서와 같이 크랭크와 커플러가 있을 때, 설계 위치 [i]에서의 크랭크의 회전각을 ϕ_i , 커

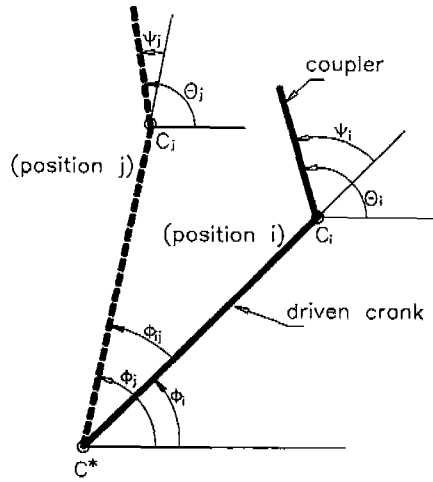


Fig. 4 Notation associated with a dyad(Crank & Coupler) of 4 Bar Mechanism

플러 각을 θ_i , 크랭크의 연장선과 커플러와의 사이각을 ψ_i 라 하면 $\theta_i = \psi_i + \phi_i$ 가 되며, 위치 [i]에서 위치 [j]로 이동할 때의 각각의 변화각을 ϕ_{ij} , θ_{ij} 및 ψ_{ij} 라 하면,

$$\theta_{ij} = \psi_{ij} + \phi_{ij} \quad \text{식 (1)}$$

이 된다. 여기서 $\theta_{ij} = \theta_j - \theta_i$, $\psi_{ij} = \psi_j - \psi_i$ 및 $\phi_{ij} = \phi_j - \phi_i$ 이다.

특성 1. Fig. 5에서와 같이 Filemon선과 Image Pole Circle이 서로 다른 두점(A,B)에서 만날 경우, Filemon선의 고정점 영역으로의 변환 곡선은 쌍곡선이 되며, 이 쌍곡선의 점근선의 기울기는 선분 $\overline{P_{12}^*A}$ 및 $\overline{P_{12}^*B}$ 를 각 $\theta_{12}/2$ 만큼 각각 회전시킨 직선(L) 및 (M)과 같다. 또한, Filemon선과 Image Pole Circle이 서로 만나지 않을 경우, 고정점 영역으로의 변환 곡선

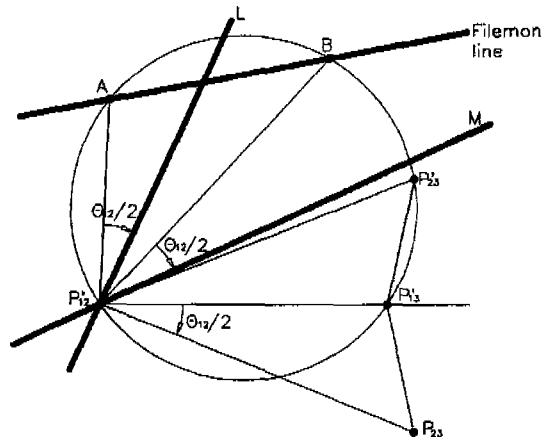


Fig. 5 Image Pole Circle and Filemon Line

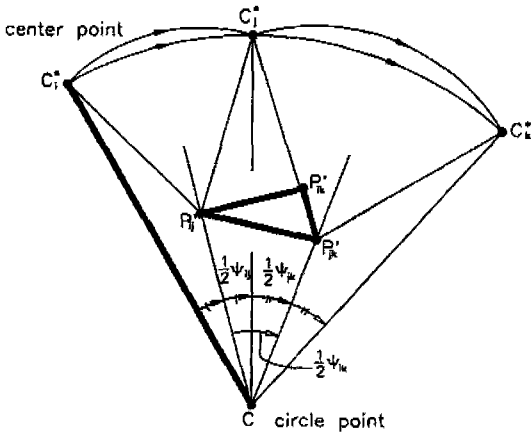


Fig. 6 Angle subtended by a Image Pole Pair (P_i, P_k) at a Circle Point c

은 타원이 된다. 이때, $P'_{12}, P'_{13}, P'_{23}$ 는 Image Pole이며, θ_{12} 는 설계위치 [1]에서 설계위치 [2]로 이동시 크랭크의 각변위이다.

증명) 이동점 상의 임의의 직선이 고정점상의 Conic 곡선으로 변환됨은 오래전 부터 알려진 사실이다.⁽⁶⁾ Fig. 6에서와 같이 임의의 이동점(C)에서 두 Image Pole, P'_i, P'_k 로 연결한 선의 사잇각은 설계 위치 [2]에서 [3]로 이동시 크랭크와 커플러 사잇각의 변위각의 반($\psi_{23}/2$)과 같다. 또한 Fig. 7에서와 같이 각 \angle

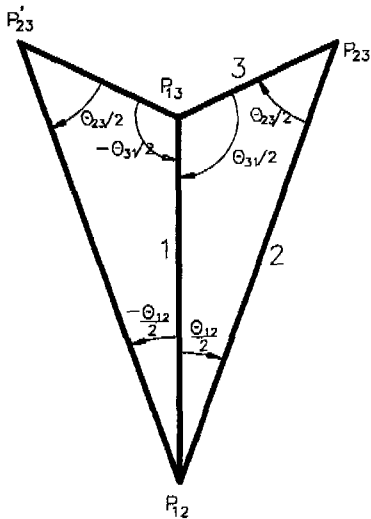


Fig. 7 Image Pole Triangle and Angle displacement of Coupler

$P'_{12}, P'_{13}, P'_{23}$ 는 커플러 변위각의 반($\theta_{23}/2$)이므로, Image Pole Circle상에 이동점이 놓일 경우, $\psi_{23}=\theta_{23}$ 가 된다. 같은 방법으로 두 Image Pole P'_{12}, P'_{23} 및 P'_{13}, P'_{23} 의 경우에도 Image Pole Circle상에 이동점이 놓일 경우 각각 $\psi_{13}=\theta_{13}, \psi_{12}=\theta_{12}$ 가 된다. 설계 위치 [i]에서 [j]로 이동시 크랭크 각 변위를 ϕ_{ij} 라하면, $\theta_{ij}=\phi_{ij}+\phi_{ij}$ 이므로, Image Pole Circle상에 이동점이 놓일 경우 $\phi_{ij}=0$ 즉, $\phi_{12}=\phi_{23}=\phi_{13}=0$ 이 된다. 이는 크랭크가 병진 운동을 함을 의미하며, 고정점이 무한대에 위치함을 의미한다. Filemon선은 무한 반경을 가지는 원이라 볼 수 있으므로 Fig. 5에서의 점 A와 B는 Filemon선을 원호 \overline{AB} 와 \overline{BA} 로 나누며, 고정점상의 해당곡선을 둘로 나누는 점이다. 따라서 Filemon선의 고정점 상으로의 변환 곡선은 쌍곡선이 된다. 또한 이동점 A에 해당되는 고정점의 위치는 $\overline{P'_{12}A}$ 를 $\theta_{12}/2$ 만큼 회전시킨 선과 $\overline{P'_{13}A}$ 를 $\theta_{13}/2$ 만큼 회전시킨 선과의 교점이다.⁽⁶⁾ 하지만 이 경우 두 회전시킨 선들이 서로 평행하므로 그 방향으로 무한대에 해당고정점이 위치하는 것이며, 이 선의 기울기가 변환 곡선의 점근선 기울기가 될 것이다. 점 B의 경우도 마찬가지로 $\overline{P'_{12}B}$ 를 각 $\theta_{12}/2$ 만큼 회전시킨 선의 기울기는 고정점으로의 변환 곡선의 점근선 기울기와 같다.

또한, Filemon선과 Image Pole Circle이 서로 만나지 않을 경우, 점근선이 존재하지 않으므로 고정점 영역으로의 변환 곡선은 타원이 된다.

특성 2. 이동점 영역상에서의 Filemon선을 고정점 영역상으론 변환된 곡선은 항상 세개의 Pole 즉, P_{12}, P_{13}, P_{23} 를 지닌다.

증명) Fig. 6에서와 같이 임의의 이동점 c에서 두 Image Pole, P'_i, P'_k 로 연결한 선의 사잇각은 설계 위치 [i]에서 [k]로 이동시 크랭크와 커플러 사잇각의 변위각의 반($\psi_{jk}/2$)과 같다. 따라서, Fig. 8에서와 같이 두 Image Pole, P'_i, P'_k 를 잇는 선분위에 이동점이 놓

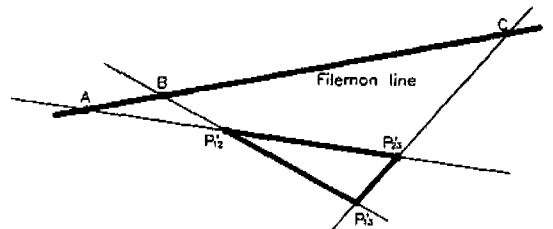


Fig. 8 Mapping Characteristics of Intersection point between Filemon line and $\overline{P'_i P'_k}$

이게 되면, $\psi_{jk}=0$ 이 된다. 이는 설계 위치 [i]에서 [k]로 이동시 크랭크와 커플러의 상대적 변위각이 없음을 의미하므로, 이동점상의 직선 $\overline{P'_i}, \overline{P'_k}$ 을 고정점상으로 변환하면 해당위치는 Pole P_{jk} 이 된다. 따라서, Fig. 8의 이동점 상의 점 A, B 및 C는 고정점상의 Pole P_{13}, P_{23} 및 P_{12} 로 각각 변환된다. Filemon선과 Image Pole 삼각형의 세변의 연장선과의 교점은 그 위치가 유한이든 무한대(두 직선이 평행할 경우)에든 반드시 세계가 존재하게 된다. 따라서, 이동점 영역상에서의 Filemon선을 고정점 영역상으로 변환하면, 그 곡선은 항상 세계의 Pole(P_{12}, P_{13} 및 P_{23})를 지난다.

특성 3. 이동점 영역상에서의 Filemon선을 고정점 영역상으로 변환된 쌍곡선 및 타원의 주축 기울기는 일정한 기울기를 갖는 Filemon 선에 대하여 일정하며, 이는 Fig. 9에서와 같이 선분 $\overline{P'_{12}C}$ 를 $\theta_{12}/2$ 만큼 회전시킨 직선의 기울기와 같다.

증명) 특성 1.의 증명시 보여주었던듯이, Fig. 9에서의 직선 L과 M은 변환된 곡선의 접근선이며, 주축의 기울기는 두 직선 L과 M의 이동분 각이다. 선분 $\overline{P'_{12}C}$ 는 현 $\overline{AP'_{12}B}$ 의 이동분 선이므로 각 $\angle AP'_{12}C$ 과 $\angle CP'_{12}B$ 는 같으며, 직선 L과 M은 선분 $\overline{P'_{12}A}$ 및 $\overline{P'_{12}B}$ 를 각각 $\theta_{12}/2$ 만큼 회전시킨 직선이므로 각 $\angle AP'_{12}B = \angle LP'_{12}M$ 이 된다. 따라서 직선 L과 M의 이동분선인 직선 N의 기울기는 $\overline{P'_{12}C}$ 를 $\theta_{12}/2$ 만큼 회전시킨 직선의 기울기와 같다. 그리고, Filemon Line

이 평행이동 된다하더라도 원주각 $\overline{AP'_{12}B}$ 를 이동분하는 선분인 $\overline{P'_{12}C}$ 가 일정하므로, 주축(N)의 기울기는 같은 기울기를 가지는 모든 Filemon Line에 대하여 일정하다.

지금까지 살펴보았던 특성 1, 2 및 3으로부터, 이동점 영역상에서의 Filemon선이 고정점 영역상으로 변환된 곡선의 주요 특성을 정리해 보면 아래와 같다.

첫째로, 그 주축 기울기는 특성 3으로부터 Fig. 9에서의 선분 $\overline{P'_{12}C}$ 를 $\theta_{12}/2$ 만큼 회전시킨 직선의 기울기와 같으며 이를 다시 정리하면, 벡터 $\overline{P'_{12}P'_{13}}$ 로부터 $90 - (\frac{\theta_{12}}{2} + \frac{\theta_{23}}{4} + \frac{\beta}{2})$ (이때, β 는 직선 $\overline{P'_{12}P'_{13}}$ 와 Filemon선과의 사잇각)의 각을 이루고 있음을 알 수 있다. 둘째로 변환곡선은 Pole P_{12}, P_{13}, P_{23} 및 피 구동 크랭크의 고정점(C'_1)의 4점을 지난다. 따라서 설계위치 [1], [2] 및 [3]이 주어지고, 피 구동 크랭크 설계가 완료되면, 구동 크랭크의 고정점 영역상의 분기 곡선은 완전히 정의되어질 수 있다. Fig. 10은 상기와 같은 방법으로 두 Filemon Line을 고정점 영역상으로 변환시킨 두개의 분기곡선을 구한 예를 보여주고 있다.

4. 고정점 영역상에서의 분기 문제 영역

Fig. 10에서의 분기곡선은 고정점영역상에서 분기문제를 일으키는 영역과 문제가 없는 영역을 구분지어 주는 예를 보여주고 있다. Fig. 3에서와 같이 이동점 영역에서는 두개의 Filemon line이 전 이동점 영역을

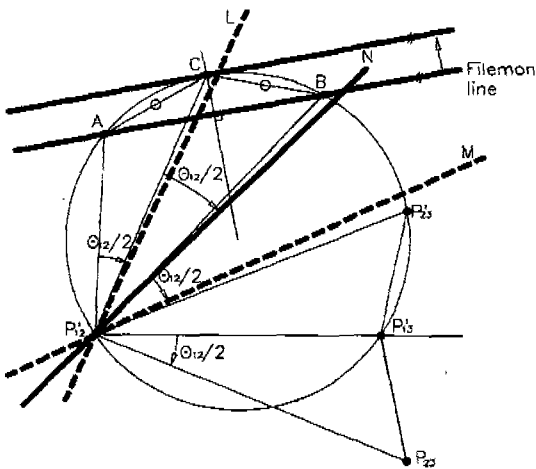


Fig. 9 Principal Axis of Center Point Curve corresponding to Filemon line in circle point plane

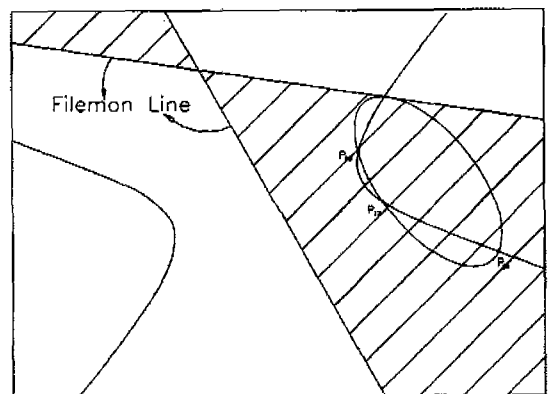


Fig. 10 Center Point Curve corresponding to Filemon Line in circle point plane

항상 4개의 영역으로 나누고 있으며, 분기 문제 영역과 문제가 없는 영역이 Filemon선을 경계로 번갈아가면서 존재한다. 따라서 고정점 영역에서도 분기 문제 영역과 문제가 없는 영역이 분기 곡선을 경계로하여 번갈아 나타나게 된다. 따라서, 분기곡선으로 나누어진 여러 구역중 하나라도 분기문제 영역을 찾아 낼 수 있으면, 나머지 모든 구역이 분기문제 영역인지 아닌 지를 구별할 수 있다. 아래의 몇몇 특성을 알아냄으로써 분기문제 구역을 찾아보려한다.

특성 4. 이동점 영역상에서 세개의 Image Pole P'_{12} , P'_{23} 및 P'_{13} 는 항상 Filemon분기 문제 영역내에 위치한다. 따라서 이동점 영역상에서의 Image Pole에 해당되는 고정점 영역상의 위치도 역시 분기문제를 일으킨다.

증명) Fig. 11은 커플러 좌표계에서 바라본 피 구동 크랭크의 운동을 설계위치 [1]상에서 표현한 것이다. 여기서, C_1 은 설계위치 [1]에서의 피구동크랭크의 이동점이며, C'_1 , C'_2 및 C'_3 는 각각 설계 위치 [1], [2] 및 [3]에서의 커플러 좌표계에 대한 피구동 크랭크의 고정점 위치이다. 피구동 크랭크에 연장선을 그으면, 각 설계 위치에서의 연장선은 각각 $\overline{C_1B_1}$, $\overline{C_1B_2}$ 및 $\overline{C_1B_3}$ 이며, 설계위치 [1], [2] 및 [3]를 지나갈 때, 이 연장선 및 피구동 크랭크가 지나가는 영역이 바로 Filemon 분기문제영역이다. 정의에 의해 Image Pole P'_{12} 는 $\overline{C'_1B_1}$ 과 $\overline{C'_2B_2}$ 의 이등분 선상에 위치해야하며, P'_{13} 는 $\overline{C'_1B_1}$ 과 $\overline{C'_3B_3}$, P'_{23} 는 $\overline{C'_2B_2}$ 과 $\overline{C'_3B_3}$ 의 이등분 선상에 각각 위치해야한다.

따라서, 세개의 Image pole P'_{12} , P'_{23} 및 P'_{13} 는 항상 Filemon분기 문제 영역 내에 위치한다.

특성 5, 이동점 영역상에서의 Image Pole P'_{12} , P'_{23} 및 P'_{13} 에 해당되는 고정점영역상의 위치는 3개 Pole

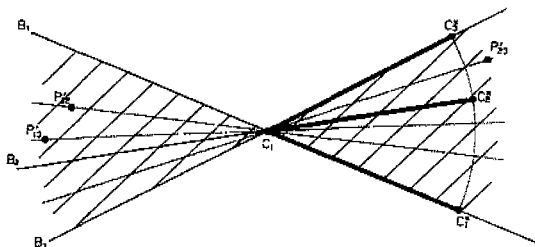


Fig. 11 Location of Image Poles and Branch Area in Circle Point Plane

P_{12} , P_{23} , P_{13} 를 서로 잇는 직선이다. 따라서, 고정점 영역 상에서 이 직선이 지나가는 구역은 모두 분기 문제를 야기시킨다.

증명) Fig. 4에서와 같이 커플러 각을 θ 라 하면 $\theta = \phi + \psi$ 이며, 임의의 설계 위치 (J)에서 (k)로 이동했을 때의 변위각은 $\theta_{jk} = \phi_{jk} + \psi_{jk}$ 이다. 또한 임의의 고정점 C'에서 두 Pole P_{ij} 및 P_{ik} 로 각각 연결한 선의 사잇각은 설계 위치 (j)에서 (k)로 이동시 크랭크의 변위각의 반 ($\phi_{jk}/2$)과 같으므로, Pole P_{ij} 과 P_{ik} 를 연결한 선분상에 고정점을 위치하면, $\phi_{jk}=0$ 이 되고, $\phi_{jk}=\psi_{jk}$ 이 된다. 이는 설계위치 (j)에서 (k)로 이동시 크랭크 변위각이 없음을 의미한다. 즉, 이 고정점에 해당되는 이동점은 image pole P'_{jk} 가 된다. 따라서 이동점상에서의 Image pole P'_{12} , P'_{23} 및 P'_{13} 에 해당되는 고정점영역상의 위치는 3개 Pole P_{12} , P_{23} , P_{13} 를 서로 잇는 직선이다. 즉, 고정점 영역 상에서 이 직선이 지나가는 구역은 모두 분기 문제를 야기시킨다.

Fig. 12에서 보는 바와 같이 전절에서 구한 고정점 영역상의 분기곡선은 전 구역을 I, II, III, IV, V, VI 및 VII로 나누고 있으며, 각 Pole를 연결한 직선이 통과하는 구역은 구역 (II)와 (III)이다. 즉, 두 Filemon Line에 의해 구분된 이동점 영역상에서의 분기문제 영역 (Fig. 10에서의 빗금친 영역)은 고정점 영역상에서는 Fig. 12의 빗금친 영역으로 변환되며, 이 구역이 고정점 영역에서의 분기문제 영역이다. 만일 구동 크랭크의 고정점을 이 구역에 선택하여 설계된 4절 기구는 분기 문제를 일으키게 되는 것이다.

5. 결 론

본 논문에서는 주어진 3개의 위치 및 방향을 정확히 지나가도록 4-절 기구를 설계함에 있어서, 각 크랭크의 고정점을 설계할때 분기문제를 야기시키지 않도록 하는 설계해 영역을 완전히 정의내리는 방법을 제시하였다. 즉, 구동크랭크의 고정점 영역상에서의 분기문제영역을 해결하기 위해, 이동점 영역상에서 표현된 Filemon Line를 고정점 영역상으로 변환될 때, 이의 변환 특성들을 새로이 알아냄으로써 그 변환곡선 및 분기문제영역을 구하는 방법을 제시하였다. 3절에서의 특성 1.2.3.을 이용하면, 고정점 영역에서의 분기곡선을 해석적으로 정의 내릴 수 있다. 이 분기곡선은 Fig. 10에서와 같이 고정점 평면을 여러 영역으로 나누고 있다. 또한 4

참고문헌

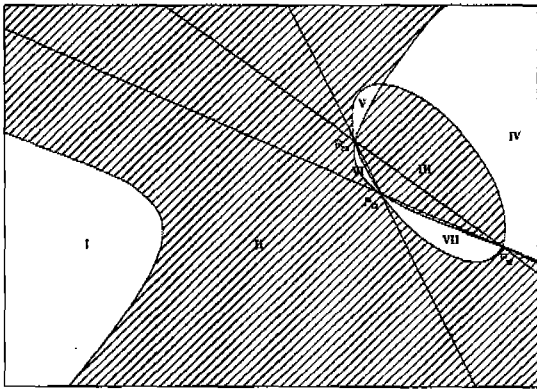


Fig. 12 Identification of Branch Problem Area in Center Point Plane of Driving Crank

절에서의 특성 4,5를 이용하면, 이들 여러 영역중 분기 문제를 유발하는 영역이 어떤 영역인지를 구별할 수 있으며, Fig. 12는 이를 보여 주고 있다.

3개의 주어진 설계 위치및방향을 정확히 지나가는 평면 4절 기구의 합성에 있어서 일반적인 설계제약은 분기 문제와 Grashof Type 문제이다. Grashof Type를 제어할 수 있는 기구 합성의 체계적 방법은 아직 없으나, 한개의 크랭크를 설계한 후 다른 하나를 설계 할 때, 이동점역역이나 구동점 영역에서의 Grashof Type를 만족하는 영역을 컴퓨터를 이용하여 구할 수 있을 것이다. 또한 이를 만족하지 못하는 4 절기구는 2 절(Dyad) 추가 함으로써 한 크랭크가 완전회전 가능하도록 할 수 있다. 분기문제는 피구동 크랭크 설계의 경우에는 Waldron^(2,3) 및 Strong, Waldron⁽⁶⁾ 등이 제시한 방법을 사용하고, 구동크랭크의 이동점설계는 Filemon⁽¹⁾ 방법을 따르며, 구동 크랭크 고정점설계는 본 논문을 방법을 따를 수 있을 것이다.

본 논문에서의 여러그림들은 상기방법을 현재 개발중인 "컴퓨터를 이용한 4절 기구 합성 소프트웨어"에 실시 적용시켜나온 결과이다. 추후 연구는 4위치합성시의 분기문제와 순서문제에 대한 내용이 될 것이며, 이를 이용하여 4/6절 합성용 전용 소프트웨어를 완성하려한다.

1. E. Filemon, "In Addition to the Burmester Theory", Proceedings of Third World Congress for Theory of Machines and Mechanisms, Kupari, Yugoslavia, Vol.D, pp.63-78, 1971.
2. K.J. Waldron, R.T. Strong, "Improved Solutions of the Branch and Order Problems Burmester Linkage Synthesis", Mechanism and Machine Theory, Vol.13, No.2, pp.199-207, 1978.
3. K.J. Waldron, "Elimination of the Branch Problem in Graphical Burmester Mechanism Synthesis for Four Finitely Separated Positions", ASME Journal of Engineering for Industry, pp.176-182, 1976.
4. J.C. Chuang, R.T. Strong, K.J. Waldron, "Implementation of Solution Rectification Techniques in an Interactive Linkage Synthesis Program". ASME Journal of Mechanical Design, Vol.103, pp.657-664, 1981.
5. R.T. Strong, K.J. Waldron, "Joint Displacements in Linkage Synthesis solutions", ASME Journal of Mechanical Design, Vol.101, pp.477-487, 1979.
6. K.J. Waldron, "Solution Rectification in Three Position Motion Generation Synthesis" Transaction of ASME Journal of Mechanical Design, Vol.116, pp.88-91, 1994.
7. J.M. Prentis, "The Pole Triangle, Burmester theory and Order and Branch Problem-II (The Branch Problem)", Mechanism and Machine Theory, Vol.26, No.1, pp.31-39, 1991.
8. A.S. Hall "Kinematics and Linkage Design", Waveland Press in Purdue University, 1986.