

기구합성을 이용한 차단 메커니즘 설계 Design of Circuit Breaker Mechanism Using Kinematic Synthesis

*김인겸¹, #안길영¹, 양홍익¹, 류봉조²

*I. K. Kim¹, #K. Y. Ahn(kyahn@lisis.biz)¹, H. I. Yang¹, B. J. Ryu²

¹LS 산전 전력제품연구소, ²한밭대학교 기계설계공학과

Key words : Type Synthesis, Dimensional Synthesis, Topological synthesis, Topological analysis

1. 서론

새로운 기구를 설계하기 위해 기구의 형태 합성(Type synthesis)과 치수합성(Dimensional synthesis)의 과정을 거쳐야 한다. 또한 기구의 형태는 링크와 조인트와 그 사이의 연결성에 의해서 결정된다. 이러한 조인트의 수와 링크의 수, 연결성을 결정하는 것을 기구의 형태 합성이라고 하고 각 요소 간의 치수를 결정하는 것을 치수 합성이라고 한다. 그리고 형태 합성의 과정은 기구 설계 시 가장 우선적으로 하는 작업이기 때문에 기구의 성능에 큰 영향을 미친다⁽¹⁾.

본 연구에서는 스프링 구동 메커니즘으로 이루지는 차단기의 메커니즘에 대한 근본적인 설계를 형태합성과 치수 합성을 바탕으로 유도하고자 한다. 이러한 스프링 구동 메커니즘의 장점은 구조가 간단 하면서도 큰 질량을 가진 접점들을 수십 ms 동안에 높은 속도로 이동시킬 수 있으며, 스프링과 링크의 변경으로 간단하게 접점의 운동특성을 제어할 수 있다는 장점이 있다⁽²⁾. 또한 ADAMS 동역학 프로그램을 이용하여 차단 메커니즘에 필요한 치수와 하중 값들을 설계하고자 한다.

2. 기구설계를 위한 형태합성

먼저 첫번째로 형태합성을 실시하기 전에 아래와 같이 설계해야 되는 차단메커니즘의 요구사항과 문제정의의 구조적과 기능적 요건, 제한 조건으로 구분하였다.

- 1)구조적 요건(Topological requirement): 기존 링크 보다 복잡하지 않은 링크로 한정한다.
 - (가)운동의 성격(평면, 공간): 평면기구
 - (나)자유도(입력의 개수): 1 자유도

- (다)링크 수: 가능하면 6 개 이하
- (라)독립루프 수: 1 개
- 2)기능적 요건(Functional requirement)
 - (가)요구기능: 함수발생기(입력링크가 주어진 각도만큼 회전할 때 출력링크가 위치 1 에서 위치 2 로 이동)
 - (나)입력 개수: 1 개, (다)출력 개수: 1 개
 - (라)각 출력에 의해 수행되는 작업: 직선 병진 및 원호 운동
 - (마)Close/Trip/OFF 동작 및 Close 의 상태 유지
- 3)제한 조건(Constraint)
 - (가)치수 제한 조건(Dimensional constraint)
 - 1)링크의 운동공간: 제품에서 메커니즘이 차지하는 공간(사각평면)
 - 2)입력링크의 위치: 사각평면에서 윗쪽
 - 3)출력링크의 위치: 사각평면에서 아래쪽
 - 4)래치와 연결위치: 사각평면의 좌측 위쪽
 - (나)관성 제한 조건(Inertia constraint)
 - 1)가벼울 수록 좋다, 2)적은 힘(핸들, 래치에 걸리는 힘)으로 기능 구현이 가능
- 두번째로 아래 같은 구조 합성을 바탕으로 Fig. 1 과 Stephenson III 기구를 선택하고 차단 메커니즘의 기능을 할 수 있도록 구조 해석을 하였다.
- 4)구조 합성(Topological synthesis)
 - (가)구조적 요건을 만족하는 기본 운동 체인 (Kinematic chain)을 열거한다
 - (나)각각의 기본 운동 체인에서 고정링크를 정하여 기본기구(Basic mechanism)을 열거한다
- 5)구조 해석(Topological analysis)
 - (가)자유도의 형태를 판별하고, 입력을 가하는 방법을 결정한다
 - (나)기능적 요건을 만족하기 위한 출력들을

정한다

- (다)정해진 입력과 기능적 요건들에 근거하여 조인트 형태를 정한다(모두 회전 조인트)
- (라)각 기구를 기능적 요건에 근거하여 평가(Evaluation)한다

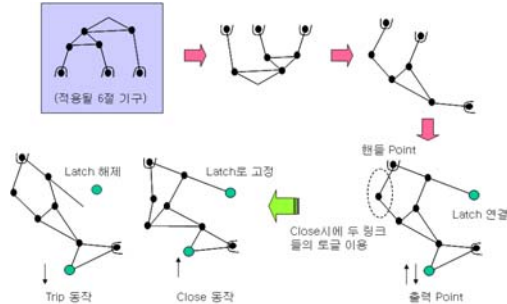


Fig. 1 Topological synthesis and analysis using Stephenson III chain

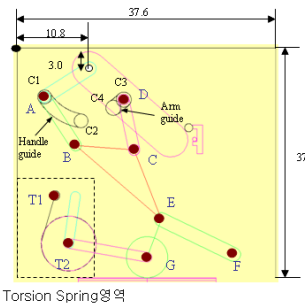


Fig. 2 Structure for dimensional synthesis

3. 기구의 치수합성

아래와 같은 치수(Fig. 2), 관성 및 동적 제한 조건을 바탕으로 치수합성(Dimensional Synthesis)을 ADAMS 동역학 해석 프로그램을 이용하여 수행하였다⁽³⁾.

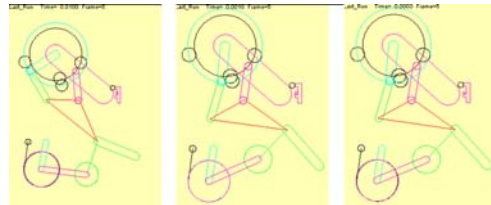
(1)치수 제한 조건

- (가)외곽치수: 37.6×37mm
- (나)Torsion Spring 의 영역
- (다)Latch 부의 절점 D의 위치(핸들 중심에서 X 축으로 +5.0mm 이하, 축으로 -4.4mm 이상)
- (라)메커니즘 출력부의 변위: 6.6mm
- (마)Close 시 핸들 회전각도: $51^\circ \pm 2^\circ$
- (바)Trip 시 핸들 회전각도: 23°

(2)관성 및 동적 제한 조건

- (가)Trip Latch 와 Holder 사이의 하중: 0.3kgf
- (나)Trip 시 가동접점의 속도: 2.3m/s 이상

Fig. 2 와 같은 기구에 대하여 위와 같은 제한 조건들을 만족하는 설계 결과는 Fig. 4 와 같으며, 또한 ADAMS 를 이용하여 차단 메커니즘의 각 동작별 애니메이션(Animation)을 검증하였다.



(a) Closing (b) Closed state (c) Tripping
Fig. 3 Animation check according to operating sequence

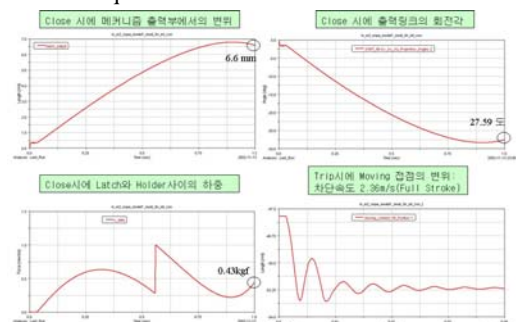


Fig. 4 Design results by dimensional and dynamic synthesis

4. 결론

본 연구에서는 먼저 형태합성과 치수 합성을 바탕으로 차단기에 필요한 메커니즘의 기본 구조를 도출하였다. 다음 관성과 동적 제한 조건을 추가하고, 다물체 동역학 프로그램을 이용하여 메커니즘에 필요한 모든 치수와 하중 조건을 구하였다.

참고문헌

1. A. G. Erdman and G. N. Sandor, *Mechanism Design, Analysis and Synthesis Vol. 1*, Prentice-Hall International Editions
2. Van Sickle, R. C. and Goodman, T. P., 1953, "Spring Actuated Linkage Analysis to Increase Speed," *Product Engineering*, Vol. 24, pp. 152-157, July.
3. ADAMS Reference Manual, MSC, U.S.A.