

# 가변기구의 기구학적 설계 및 해석 Kinematical Synthesis and Analysis of Variable Mechanism

\*권영현<sup>1</sup>, #심재경<sup>2</sup>, 권진욱<sup>1</sup>, 임득재<sup>1</sup>  
\*Y. H. Kwon<sup>1</sup>, #J. K. Shim(jkshim@korea.ac.kr)<sup>2</sup>, J. W. Kwon<sup>3</sup>, D. J. Lim<sup>3</sup>  
<sup>1</sup> 고려대학교 기계공학부 대학원, <sup>2</sup> 고려대학교 기계공학부

Key words : Variable Mechanism, Variable Stroke Engine, Hybrid Driven Press

## 1. 서론

자유도(DOF, Degree Of Freedom)는 기구의 모든 링크 위치를 지정하는데 필요한 독립 좌표 수이며, 대부분의 기구는 1 자유도 운동을 갖는다. 하지만 1 자유도 기구는 단순한 동작을 반복운동하기 때문에, 이를 사용하는 사용자는 더 많은 운동의 필요성을 느끼며, 하나의 기구로 여러 움직임을 얻고자 한다. 그래서 가변기구를 생각해 볼 수 있다. 가변기구(Variable Mechanism)는 가변링크의 움직임(회전, 병진)으로 인해 출력 값이 일정한 형태로 변하는 기구를 말한다. 가변기구는 가변행정 엔진(Variable Stroke Engine)이나 Hybrid Driven Press 에서 그 예를 찾을 수 있다.

기존의 고정된 행정 엔진(Fixed Stroke Engine)은 자동차의 부하에 따른 엔진의 출력을 알맞게 만들지 못하였다. 그래서 피스톤의 행정을 변화시킴으로써, 부하에 따른 출력을 조절할 수 있었다<sup>(1)</sup>. 또한 금속성형(Metal forming) 과정에서 절단, 절곡, 판재성형, 단조 등 가공 방법에 따른 램(Ram)의 출력을 다르게 하는 Hybrid Driven Press<sup>(2,3)</sup> 에서도 가변기구를 사용하였다.

본 논문은 기존 1 자유도 기구에서 느꼈던 단순한 운동의 제한을 새로운 2 자유도 가변기구를 기구학적 설계, 해석함으로써, 가변링크(Control link)의 입력에 따라 다양한 출력 값을 나타내게 하고 이를 적용할 수 있는 분야를 검토하고자 한다.

## 2. 가변기구의 종류

기존 가변행정 엔진<sup>(4,5,6,7)</sup> 구조의 몇 가지 예시를 Table 1 에 나타냈다. 7 절기구와 9 절기구 두 종류로 나타낼 수 있었고, 전부 2 자유도 운동기구이다. 이들은 가변링크가 일정한 각도로 회전을 할 경우 피스톤의 행정이 변하는 방식이다.

Table 1 Graph and Kinematic Diagrams of Variable Stroke Engine

	Graph	Mechanism	Graph	Mechanism
7 절기구				
9 절기구				

Table 2 는 Hybrid Driven Press 를 나열하였다. Hybrid Driven Press 는 6 절 기구와 9 절 기구가 주를 이루었다.

Table 2 Graph and Kinematic Diagrams of Hybrid Driven Press

	Graph	Mechanism	Graph	Mechanism
6 절기구			9 절기구	

## 3. 가변기구 모델 및 해석

기존 가변 행정 엔진기구<sup>(8)</sup>를 참고하여 2 자유도의 새로운 7 절기구를 설계하였다. 7 절기구는 구조가 간단하여, 시뮬레이션 구현 및 실제 제작에 용이하고, 가변링크의 회전에 대한 출력 값이 직관적으로 나타나므로 선택하였다.

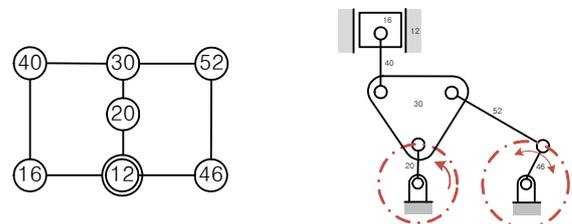


Fig 1. 2-DOF Mechanism (Link-7, Joint-8)

Fig 1 의 20 번 링크는 크랭크이고, 46 번 링크는 가변링크이다. 가변링크의 일정한 각도 변화에 따라 위의 기구는 Crank-Rocker 운동을 하게 된다.

본 연구에서는 행정의 범위를 10~50 mm 로 정하였고, 가변링크의 움직임에 따라 10 mm 씩 행정이 변하게 하였다.

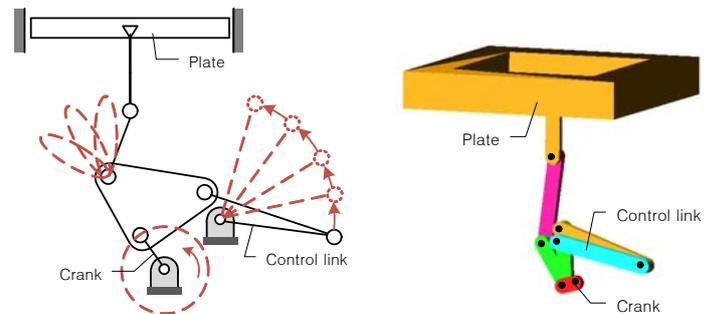


Fig 2. Type1 of Variable Mechanism

Fig 2 는 시뮬레이션 모델(Type1)이다. 크랭크(적색)와 가변링크(하늘색)이고, 가변링크의 회전에 따라 평판의 행정 값이 변하였다.

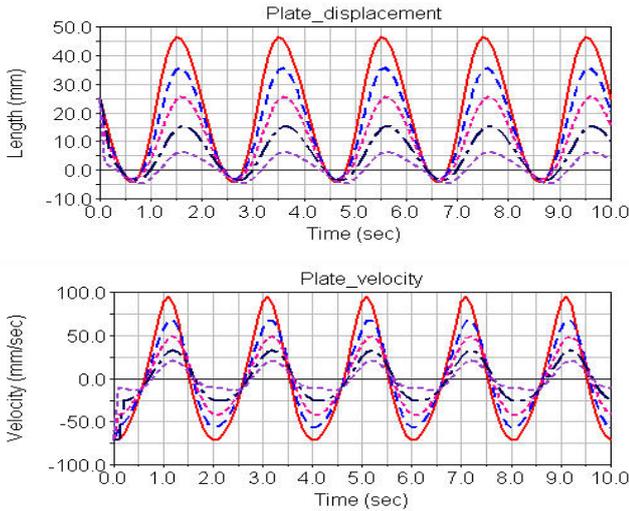


Fig 3. Plate displacement, velocity (Type1)

위 기구의 경우 가변링크를 회전시켜 가변 하였지만, 가변링크를 회전이 아닌 슬라이드 형식으로 만들면 기구를 실제 제작하는데 수월할 것이라 생각하였다. 그래서 기존기구에 선형 액츄에이터(Linear actuator)를 추가하여 링크 9 개, 조인트 11 개의 시뮬레이션 모델(Type2)을 만들었다

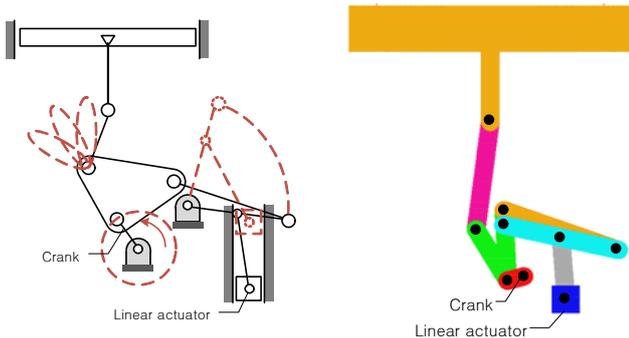


Fig 4. Type2 of Variable Mechanism

그 결과 평판의 변위와 속도는 Type1 과 같은 값이 나왔으며, 선형 액츄에이터의 변위는 다음과 같았다.

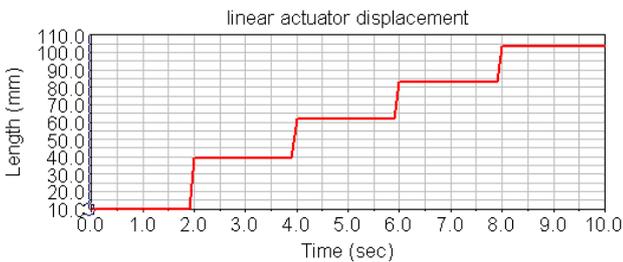


Fig 5. Linear actuator displacement (Type2)

선형 액츄에이터의 전체 움직인 변위는 95mm 로써, 각 행정 마다 22~29mm 의 간격을 두고 있었다. 아래의 그래프(Fig 6)는 평판의 하중을 60kg 으로 주고 크랭크를 0.5Hz (30rpm) 으로 구동 시켰을 때, 각 행정의 구동토크 값(+13371N-mm ~ -18119N-mm)을 나타낸다.

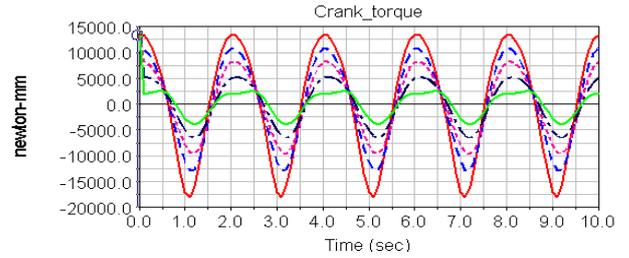


Fig 6. Crank torque (Type2)

#### 4. 결론

본 연구는 1 자유도 기구의 단순한 움직임을 벗어나고자, 기존 가변기구의 분석을 통하여 2 자유도를 갖는 새로운 가변기구를 설계 하였고, 기구의 평판 변위, 속도, 크랭크의 토크 값을 해석하였다. 앞으로 상하 움직임이 일정한 형태를 갖는 산업용 건설기계나 재봉기계, 가정용 운동기구 등 여러 곳에 적용해 볼 수 있을 것이다.

#### 후기

“ 이 논문은 2010 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2010-0001641).”

#### 참고문헌

1. F. Freudenstein, E. R. Mari, “Development of an Optimum Variable-Stroke Internal-Combustion Engine Mechanism From the Viewpoint of Kinematic Structure”, Journal of Mechanisms, Transmissions, and Automation in Design, Vol.105, 259-266, June 1983,
2. Hong-Sen Yan, Wei-Ren Chen, “Optimized Kinematic Properties for Stevenson-Type Presses With Variable Input Speed Approach”, Transaction of the ASME, Vol.124, 350-354, June 2002.
3. Hui Li1, Yuping Zhang and Haiqi Zheng, “Dynamics modeling and simulation of a new nine-bar press with hybrid-driven mechanism”, Journal of Mechanical Science and Technology 22, 2436-2444, 2008.
4. W. P. Valentine, US Patent #1,912,604 (1933)
5. Schechter, US Patent #5,163,386 (1992)
6. J. H. K. McCollum, US Patent #1,909,372 (1933)
7. Schechter et al, US Patent #5,136,987 (1992)
8. Nelson, US Patent #4,517,931 (1985)