

## 제어용 밸브를 이용한 동력전달계 개발

허형석\* · 서용권\* · 이상봉\*\* · 서호진\*\*

\*동아대학교 기계공학과

\*\*KOREA UCD CO. Ltd, Kimhae 621-821, Korea

## Development of driving device by using proportional control valve

HYEUNG-SEOK HEO\*, YONG-KWEON SUH\*, SANG-BONG LEE\*\*, HO-JIN SUH\*

\*Division of Mechanical Engineering, Dong-A University, Busan 604-714, Korea

\*\*KOREA UCD CO. Ltd, Kimhae 621-821, Korea

**KEY WORDS:** Proportional control valve(비례제어밸브), Hydraulic pump(유압펌프), Hydraulic motor(유압모터)

**ABSTRACT:** In this paper, a performance characteristic pump and motor is investigated. The hydraulic pump and motor are axial piston type with swash plate. Proportional control valve which can controll that plate is an important component for its performance characteristics. We will show the control characteristics for them. Experiment results show that behavior can be shown with changing the various parameters.

### 1. 서 론

해양에 사용되는 여러 가지 기계장치들은 일반 육상에서 사용되는 기계장치에 비하여 구조적으로 차이가 있고 특히 장치들이 거대하다는 것이다. 곧 이 거대한 장치들을 작동시키는 것이 문제인데 대개 육상에서 사용되는 디젤엔진을 이용하여 발생한 원 동력을 유체카플링이나 토크 컨버터, 유압실린더를 이용하여 동 력을 전달하여 회전 및 직선 왕복 운동을 한다. 그런데 이 동력 전달장치에는 특별한 사용 영역에서 문제점을 보이고 있다. 고 속용으로 제작된 엔진이므로 저속, 고출력의 동력을 주로 사용 하는 해양 기기에는 사용되는 연료소비가 육상에서 사용될 때보 다 훨씬 높다는 것이다. 이런 에너지 관리의 문제에서 기존의 동력전달계를 대체할 새로운 동력전달계의 개발이 필요하게 된 다.

본 연구에서는 일반적인 자동차용 동력전달장치가 아니고 항 만용으로 사용하는 콘테이너 운반차량의 제작을 위한 기본적인 동력전달계 개발이 주된 목적이다. 항만용 운반차량들은 항만 내에서 기동되는 차량으로 보통 AGV (Auto guided vehicle)라 고 불려진다. 그런데 이 차량의 운행특성이 콘테이너를 싣고 운 반하는 것이 목적이다. 이 차량은 저속 고출력의 동력을 필요로 하고 있는데, 고속을 내기 위한 자동차의 동력전달를 이용하고

있는 것이 국내의 사용실정이다. 그러나 선진국에서는 이미 개 발 상용화 단계에 있다. 하지만 국내 연구는 부분품에 집중되어 있고 전체적인 계통에 대한 해석, 설계, 제작에 대해서는 아직 부족한 상태이다. 다음은 이와 관련된 최근 연구동향이다.

Lin 등(1990)은 서어보 밸브를 이용하여 사축식 유압펌프의 사판을 조절하여 그 제어 특성을 분석하였다. Manring(1998)은 사축식 유압펌프의 입력축에 대한 토오크 특성을 분석하였다. 최영학 등(2000)은 사판식 유압펌프를 관로계에 사용하여 그 관 로중의 맥동류에 대하여 해석하였다. 서용권 등(2002)은 유압펌 프, 유압모터, 적절한 밸브들을 조합하여 AGV 차량의 동력계통 에 대하여 수치해석을 수행하여 사용차량에 대한 적절함 사양을 제시하였다.

기존의 연구들은 대개 한 부품에 대해서만 특성 개선 연구를 하였는데 본 연구는 이런 연구결과를 보완하여 유압계를 이용한 전 시스템을 설계 제작하여 AGV차량용 동력계 개발을 목표로 한다.

### 2. 이 론

#### 2.1 구조 및 작동원리

유압을 이용한 동력 전달계의 핵심 기기는 유압펌프와 유압 모터이다. 이 기기는 주요 구성은 Fig. 1과 같다. 유압 펌프의 경 우는 구동축에 의해 회전하는 부분과 구동축과 일체형인 실린더 블록, 피스톤, 피스톤 슈, 경사판이 있다. 사판각의 조정에 의해 서 피스톤의 스트로크가 결정되며 이 스트로크의 높이에 따라서

제1저자 허형석 연락처: 부산광역시 사하구 하단2동 840번지

동아대학교 기계공학과 전산유체실험실

051-200-6982 hsheo@donga.ac.kr

펌핑되는 유량이 결정된다. 그리고 유압모터는 유압펌프를 반대  
로 생각하면 된다. 그리고 특징적인 것은 사판각 조정은 비례제  
어밸브의 제어를 통하여 사판과 연동되는 실린더를 작동하여 가  
능하다.

Fig. 2는 유압펌프와 유압모터의 작동원리에 대하여 간단히  
도식한 것으로 피스톤과 경사판 사이의 힘의 작용 상황을 나타  
내고 있다. 마찰은 썰기와 그 썰기를 받쳐주는 아래 면 사이에  
서만 작용하는 것으로 이해하면 되겠다. Fig. 2(a)는 펌프의 경우  
를 나타내고 썰기를 우측으로 밀면 경사면에 의해 피스톤이 위  
로 밀리고 실린더 내 기름이 송출되는 형태이다. 그러면 썰기를  
움직이는 데 필요한 수평 힘은 썰기의 빗면에 작용하는 피스톤  
힘의 수평 성분과 마찰력의 합으로서 나타낼 수 있다. 그래서  
어떻게 하던 썰기를 움직이게 할 수는 있다. 모터의 경우는 피  
스톤이 내려오면 썰기는 우측으로 이동하게 된다. 그리고 식  
(1),(2)은 펌프의 경우와 모터의 경우에 대하여 힘의 균형식을 나  
타낸다.

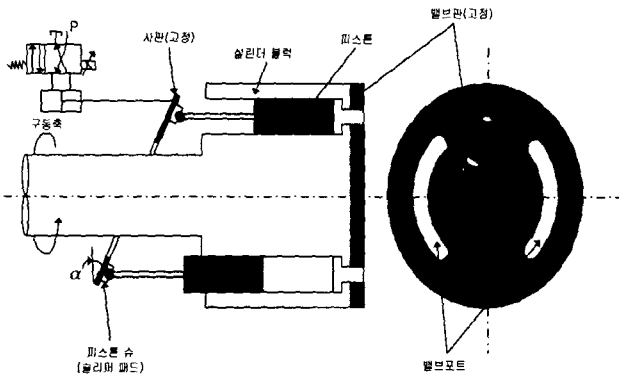


Fig. 1 Schematic of axial piston pump

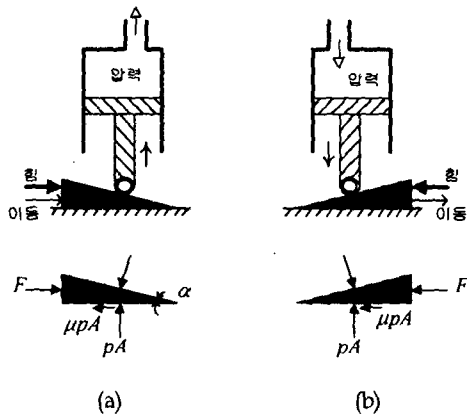


Fig. 2 Axial piston pump

$$F = pA \tan \alpha + \mu pA \quad (1)$$

$$pA \tan \alpha - \mu pA = F \quad (2)$$

## 2.2 실험장치 및 실험방법

본 연구의 실험장치는 Fig. 3에서와 같이 기계구조부분, 유압

회로부분, 제어계측부분으로 크게 나눌 수 있다.

기계구조부분은 전동기와 연결되어 있는 유압펌프, 펌프로부  
터 발생한 압력에너지를 이용하여 회전하게 되는 유압모터, 모  
터와 연결된 플라이 휠, 스티어링 역할을 담당하는 복동 실린더  
로 구성되어 있다. 플라이 휠은 85kg의 중량효과를 얻을 수 있  
도록 설계하였다.

유압회로부분은 유압펌프와 일체형인 비례제어밸브와 유압모  
터와 일체형인 비례제어밸브, 복동실린더 제어용 비례제어용 밸  
브가 있다.

제어부분은 유압펌프, 유압모터, 복동실린더에 각각 1, 2, 2개  
의 비례제어 밸브가 장착되어 있다. 이 밸브는 AMP에 의해 조  
정되는 전압(0~24V)에 의해서 작동을 한다. 계측부분은 각 요소  
의 특성을 확인하기 위하여 유압펌프와 유압모터 사이에 흐르는  
유량과 압력을 검출하기 위하여 장착하였고 동력 전달 특성을  
알아보기 위해 유압모터와 플라이 휠 사이에 RPM계기와 토오크  
미터를 설치하였다.

Fig. 4(a),(b)는 본 실험 장치의 실제 사진을 나타낸 것으로 동  
력원은 전동기를 사용하였고 1200rpm으로 회전하는 것으로 사  
용하였다. 유압펌프와 유압모터는 정격 유량이 55cc/rev인 것을  
사용하였으며 사판각의 변화에 따라 유량도 변하는 가변형을 사  
용하였다. 사진 상단에 유압펌프쪽은 1개, 유압모터쪽에는 2개  
의 전원 연결부를 볼 수 있다. Fig. 4(b)의 축압기는 스티어링조  
절용 복동실린더의 압력보상용으로 사용할려고 하고 있으며 차  
기 연구에서 결과를 검토하고자 한다.

실험방법은 유압펌프의 경전판을 AMP에 의하여 조정 전압을  
인가하고 인가된 조정전압에 따라 유압펌프와 유압모터사이  
에 있는 유량계와 압력계를 보고 유압모터와 플라이 휠 사이에  
있는 RPM계기와 토오크미터를 보고 이 시스템이 가지는 동적인 특  
성을 알아보는 것이다.

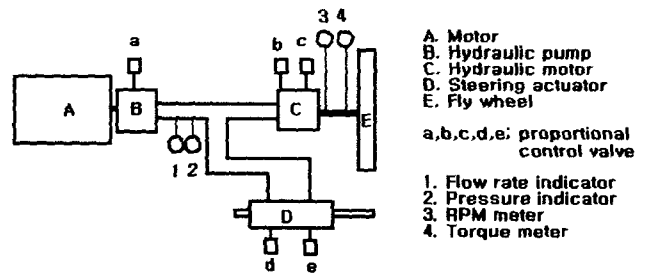
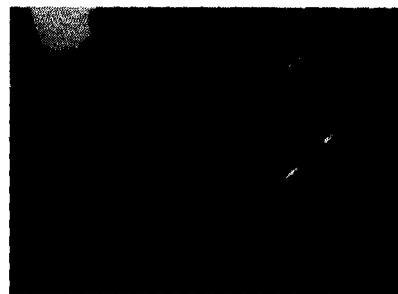
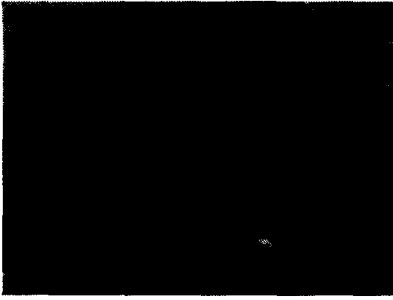


Fig. 3 Schematic diagram of experimental apparatus



(a) hydraulic pump



(b) hydraulic motor and system

Fig. 4 Experimental apparatus

### 3. 결과 및 검토

Fig. 5, 6, 7, 8은 동일 시간경과에 따른 조정전압, 유량, 토오크, RPM 변동 결과를 나타내었고 정지, 전진 가속, 등속, 감속의 경우를 나타내고 있다. 이것은 플라이 휠을 회전하는 경우에 대해서만 결과를 나타내었고 유압모터의 사판각을 최대로 하여 플라이 휠에 토오크가 전달될 때 과부하의 전달로 인한 유압모터의 파손을 막고자 하였다. 조정전압은 포텐션미터를 조정전압을 조정하였다.

초기 조정전압 5초까지는 조정전압의 증가에 대하여 유량은 점점 증가하는 것을 볼 수 있으나 토오크 및 RPM은 변화가 거의 없는 것으로 나타나고 있으며 이것은 플라이 휠을 회전하기 위한 충분한 토오크가 유압모터에서 아직 발생되지 않은 결과이다. 5초에서 40초까지는 가속구간이며 조정 전압을 점점 증가한 경우이다. 이 전압조정에 따라 사판을 조정하는 유압 실린더를 기동하게 되면 사판은 적정각을 이루며 이 각에 따라 피스톤의 스트로크가 조정되어 증가된 스트로크에 따라 유량이 점점 증가하게 되고 증가된 이 유량은 유압모터에 작용하여 5~6초 구간에서 유압모터를 기동, 플라이 휠을 작동하고 순간적으로 높은 토오크를 발생하게되며 이에 따라 플라이 휠이 점점 회전하게 되는 것을 볼 수 있다. 40초에서 50초는 등속구간이며 조정전압은 일정하게 유지한 상태이다. 이에 따라 유량, 토오크, RPM이 일정하게 유지하고 있는 것을 볼 수 있다. 50초 이후에는 감속구간이며 조정 전압을 점점 줄이는 상황이다. 이에 따라 유량은 감소하고 토오크, RPM 역시 감속하고 있으며 52초 이후에는 토오크 값이 ZERO이며 이것은 거의 무부하 상태에서 회전하고 있는 것을 보여주고 있다.

특히, Fig. 7의 경우 (a), (b), (c), (d)시점에서 토오크가 순간 되었다가 감소되는 지점을 볼 수 있는데 이것은 조정전압을 포텐션미터를 수동으로 조정한 결과이며 이 조정으로 인하여 전압 구배가 급할 때 발생하는 토오크 순간 증대치이다. 이것은 자동차의 경우 가속페달을 밟는 경우라고 생각하면 된다.

이것으로 동력전달계 기본적인 시스템 개발은 완료하였으며 차기 연구에서는 무전조정 및 동작 시뮬레이션을 적용하여 정지, 가속, 등속, 가감속, 후진, 스티어링 조정등 종합적인 운동메카니즘을 적용하여 위의 결과들을 도출하여 조정특성 및 운동특

성을 고찰하고자 한다.

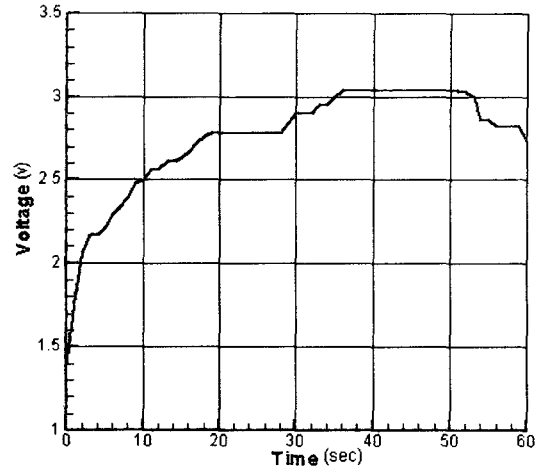


Fig. 5 Voltage signal

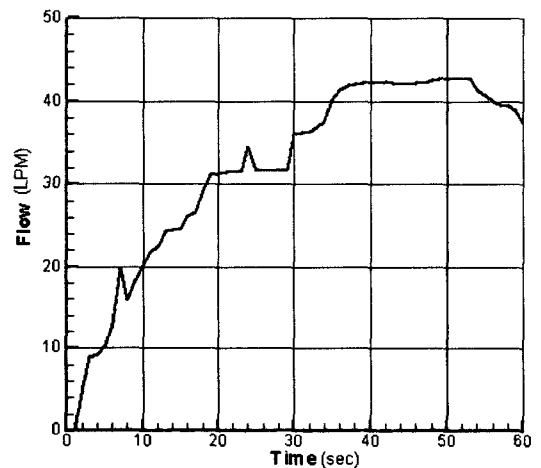


Fig. 6 Flowrate response by voltage signal

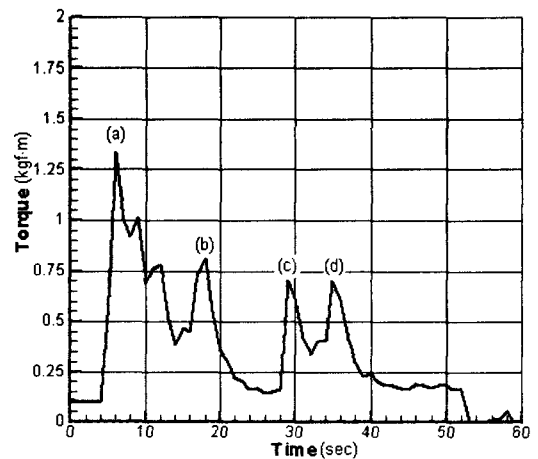


Fig. 7 Torque response

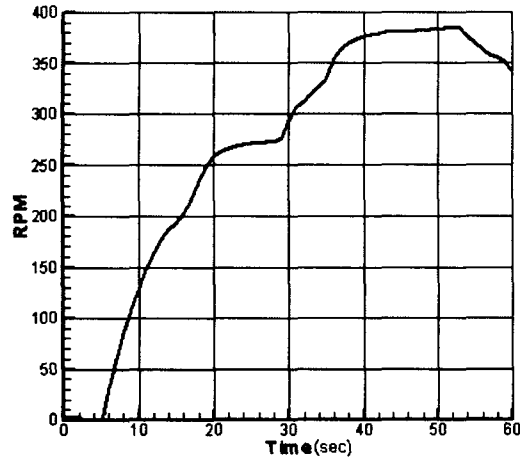


Fig. 8 RPM response

#### 4. 결 론

제어용 밸브를 이용한 동력전달계 개발에 대한 실험을 수행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

(1) 사판식 유압펌프를 비례제어 밸브를 통하여 제어를 할 수 있었다.

(4) 유압 펌프, 유압 모터를 이용, 새로운 동력전달계를 개발하였다.

#### 후 기

본 연구는 산업자원부의 지역혁신 인력양성사업의 연구결과로 수행되었음.

#### 참 고 문 헌

- Lin, S. J. and Akers, A. (1990). "Optical Control Theory Applied to Pressure-Controlled Axial Piston Pump Design", *Int. J. of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, Vol 112, pp 475-481.
- Manning, N. D. (1998). "The Torque on the Input shaft of an Axial-Piston Swash-Plate Type Hydrostatic Pump", *Int. J. of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, Vol 128, pp 57-62.
- 최영학, 이일영 (2000). "사판식 피스톤 펌프-관로계에서의 맥동류 해석", 2000 유체기계 연구개발 발표회 논문집, pp 45-49.
- 서용권, 허형석 (2002). "AGV 구동부의 동특성 해석", 한국해양항만학회 제1권, 제1호, pp 235~239.