

主機驅動 油壓式 定周波數 發電裝置에 관한 小考

- 油壓펌프 制御方式을 중심으로 -

統營水産專門大學
鄭 容 吉

目 次

1. 서 론
 - 가. 연구의 배경
 - 나. 연구의 방향
2. 실험장치
 - 가. 유압회로
 - 나. 제어회로
 - 다. 제어장치의 설계
3. 요 약

1. 서 論

가. 연구의 배경

1973 년과 1979 년의 2 차에 걸친 유류파동 이 후 선박용 유류의 가격인상으로 선박 운항경비중 연료비가 차지하는 비율이 급증하게 되었다. 따라서 선박의 연료비 절감은 관계자들의 최대의 관심사로 되었으며 연료비 절감대책이 주기관을 시작으로 보기 및 각종 시스템에 이르기까지 폭넓게 검토되고 있다. 선박에서 가장 연료소비가 많은 주기관에 대하여서는 여러가지 연료 절감방법 등이 제시되어 실용화되고 있으며 앞으로도 연구가 계속될 것으로 예상된다. 선박에서 주기관 다음으로 연료소비가 많은 것은 발전기 구동용 브조기관이다. 따라서 발전장치에 대해서도 여러가

지 연료절감대책이 강구되고 있다. 그 중에서 대표적인 연료절감대책으로서는 주기관의 폐열을 이용하는 배기가스 터보 발전장치(EGGS)와 주기관의 축에 발전기를 연결하는 축발전장치(SGS)가 있다. 이 두장치 가운데서 배기가스 터보발전장치는 매우 유효하나 주기관의 출력이 15,000PS 이하에서는 경제성이 적다. 따라서 중·소형선에서 유효한 연료비절약형 발전장치로서 주기구동 발전장치가 각광을 받고 있다. 이러한 이유로 주기구동 발전장치에 대한 연구가 다수 발표되어 있으며, 그 방식은 직결방식, 유체클러치방식, 와전류 커플링방식, 전동발전방식, 차동유성치차방식, 사이리스터 인버터(Thirister inverter)방식, 유압펌프방식 등이 있다.¹⁾ 직결방식은 발전기에 증속기를 설치하여 주기관과 직결하기 때문에 전동효율은 대단히 좋으나 고정피치프로펠러선인 경우 주기관 회전수 변동에 의한 발전기의 주파수 변동이 문제로 되며 가변피치 프로펠러선인 경우는 설치가 가능하나 황천항해시 등 주기관 회전수 변동이 격렬할 때는 양질의 전력을 얻기가 곤란하다. 유체클러치방식과 와전류커플링방식은 주기축 입력 회전수의 변동을 기계적 혹은 전기적으로 슬립(Slip) 시킴으로써 발전기 회전수를 제어하게 된다. 따라서 슬립분은 열로서 방출되므로 전동효율이 매우 낮다. 차동유성치차방식은 발전기에 차동유성치차장치를 설치하여 주기관과 직결하기 때문에 전동효율은 매우

좋으며 유압제어에 의해 주기판 회전수의 변동에 관계없이 발전기의 회전수를 일정하게 유지할 수 있기 때문에 양질의 교류전력을 얻을 수 있다. 사이리스터 인버터방식은 주기판의 회전수 변화에 의해 주파수가 변화하는 교류를 일단 정류한 후 인버터로서 일정 주파수의 교류로 변환하는 것이다.

전동효율은 높지만 초기설치비가 고가인 결점이 있으며 정현파가 아닌 矩形波 그대로 사용하는 경우 계기류에 대하여 충분한 잡음대책을 강구할 필요가 있다.

유압펌프방식은 주기판으로 가변용량형 유압펌프를 구동하여 주기판의 회전수 변화에 관계없이 펌프토출량을 일정으로 유지시키므로써 유압모터에 직결된 발전기를 일정회전수로 구동하는 방식이다.

이 방식은 차동유성치차방식 또는 사이리스터 인버터방식에 비하여 전동효율은 다소 낮지만 초기 설치비가 저렴하고 설치상의 자유도가 큰 이점이 있다. 이상에서 살펴본 바와 같이 주기구동 발전장치에는 여러방식이 있으며 각 방식의 장단점을 고려하고 또한 선박의 여러 조건들을 감안하여 그 선박에 맞는 최적의 방식을 선택하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다.

나. 연구의 방향

선박의 운항경비 절감대책으로 채택되고 있는 주기구동 발전장치는 주로 중·대형선을 대상으로 검토되어 왔다. 그러나 우리나라의 경우 연근해 어업에 종사하고 있는 100톤 이하의 중, 소형 어선은 그 척수로 보면 상당한 숫자에 이른다. 따라서 본 연구에서는 연근해 어업에 종사하는 100톤 이하의 중, 소형 어선을 주 대상으로 하여 주기구동 축발전장치에 대하여 검토하였다.

중, 소형어선에서는 어창용적의 확장 및 거주, 위생실 확보 등으로 기관실 용적이 제한된다. 또한 어선에서는 어획물의 냉동을 위하여 냉동장치가 필요한 경우도 있으므로 용량이 큰 발전기의 설치가 요구된다. 따라서 제한된 용적의 기관실에 발전기 구동용 엔진을 설치함으로써 기관실이 매우

협소하게 되며 소음문제, 보수, 관리문제 등이 발생된다. 이러한 제반 문제점을 고려하여 본 연구에서는 주기구동 축발전장치를 채택함에 있어 신조선 또는 기존선에서도 쉽게 설치할수 있고 설치비가 저렴하며 또한 기존장치를 손쉽게 이용할 수 있는 방식을 고려하였다. 또한 어선에서는 조업용으로 유압장치가 설치된 선박이 많으며 이러한 선박에서의 유압펌프는 대부분 주기구동인 점도 고려하였다. 이러한 관점에서 중, 소형어선에 적합한 주기구동 발전장치로서 유압펌프방식을 제안한다. 유압펌프방식은 차동유성치차방식 또는 사이리스터 인버터방식에 비하여 전달효율이 약간 떨어지나 초기설치비의 저렴 및 기존 유압장치와 연동시킬 수 있다는 점에서 경제적이다 판단된다. 주기구동 발전장치로서 유압펌프방식을 채택할 경우 발전기 구동용 보조기관 1대를 생략할 수 있기 때문에 보조기관 설치에 따른 초기 설치비의 절감, 보수, 유지비의 절감, 주기판의 효율적 운용에 따른 연료비 절감 및 기관실 공간의 유효활용 등을 기대할 수 있다. 따라서 본 연구의 목적은 주기구동 발전장치로서 주기구동 가변용량형 유압펌프를 제어하여 유압모터구동 발전기로부터 정주파수의 교류전력을 발생시키는 장치를 제작하여 최적제어시스템의 개발 및 장치의 효율성 등을 실험적으로 연구하는데 있다.

2. 실험장치

가. 유압회로

Fig. 1은 실험장치의 개략도이다. 실험장치에서는 주기판의 회전을 모의할 목적으로 가변속도 전동기(①)를 사용하였다.

이 전동기로 주유압원인 가변용량형 사측식 피스톤펌프(②)를 구동시킨다. 주유압원으로부터의 압력유는 고정용량형 사판식 피스톤모터(④)로 공급되어 유압모터를 구동시키고 유압모터에 연결된 교류발전기(⑤)로부터 교류전력이 발생된다.

또 제어용 유압원으로서 배인펌프(③)를 사용하며 제어용 유압원으로부터의 압력유는 라인 필터, 어큐뮬레이터를 거쳐 전기유압서보밸브(⑥)

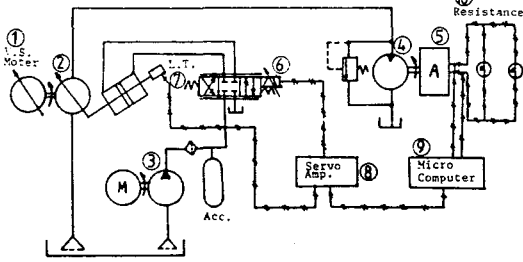


Fig 1. Schematic diagram of the experimental apparatus.

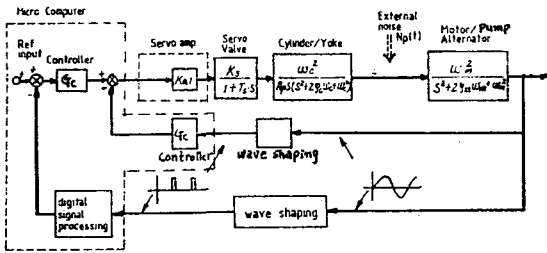


Fig 2. Block diagram of the experimental system.

로 공급되고, 서보밸브 증폭기로부터 공급되는 전류신호에 비례한 유량이 유압펌프(2)의 토출량 제어용 유압실린더(7)로 공급되어 주유압펌프(2)의 토출량을 제어하게 된다. 주유압펌프(2)의 토출량이 제어되면 유압모터(4)의 회전수가 제어되어 유압모터(4)와 연결된 교류발전기(5)의 회전수를 쉽게 제어할 수 있다.

나. 제어회로

교류발전기(5)의 부하로는 저항부하(백열전등)를 사용하였다. 제어장치의 개략은 주기판의 회전을 모의한 가변속도 전동기(1)의 속도변동 또는 전원측의 저항부하의 변동 등에 따라 발전기(5)로부터 발생하는 전원의 주파수가 변동된다. 이 주파수 변동을 디지털 신호처리에 의하여 검출하여 제어시스템의 피드-백 신호로서 제어용 컴퓨터(9)에 인가시킨다. 제어용 컴퓨터(9)에서는 피드-백 신호를 받아 이미 설정된 프로그램에 따라 오차신호에 비례한 전압을 출력시킨다. 이 전압출력이 조작량으로서 서보증폭기

(8)에 인가된다. 서보증폭기(8)는 제어용 컴퓨터(9)로부터의 전압신호에 비례한 전류출력을 발생시키며 이 전류신호에 의하여 서보밸브(6)가 작동된다. 서보밸브(6)는 서보증폭기(8)로부터의 전류신호에 비례한 유량을 토출시켜 가변용량형 주유압펌프(2)의 토출량 제어용 유압실린더(7)를 제어하게 된다. 결과적으로 목표치로서 기준주파수를 제어용 컴퓨터의 프로그램에 입력시키면 상기의 제어회로에 의하여 주유압펌프 구동원의 회전수변화 또는 발전기의 부하변동에 관계 없이 발전기에서 발생하는 교류전원의 주파수는 기준주파수로 유지할 수 있다. 실험에 사용된 주요장치들의 사양을 Table 1에 나타내었다.

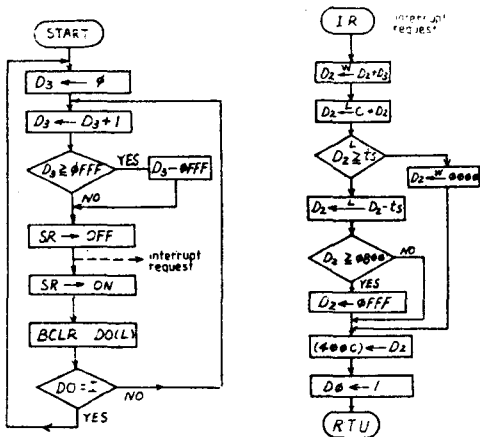
다. 제어장치의 설계

Fig.1에 나타낸 본 실험시스템을 해석적으로 모델링하여 Fig.2의 블록선도로 나타내었다. Fig.2에서는 유압펌프 요소에서 펌프회전수(Np)를 정수로 나타내고 있지만 실제로는 Np는 변화량이며 용이하게 선형근사할 수 있는 요소는 아니다.

본 연구에서는 제어방식으로서 I-PD제어를 채택하였으며 제어기의 파라미터들은 해석적으로 구

Table 1. Specification of principal experimental system components

Items	Specifications
hydraulic pump	axis clined type, variable displacement, 0~48 cm ³ /rev, 350 kgf/cm ² Kawasaki Heavy Industry Co., Ltd.
V. S. motor	driving motor: 3φ 4P, 220 V, 3.7 KW speed: 150~1,500 rpm output torque: 2 kgf·m Dong Yang Electric Co., Ltd.
servo valve	input: 0~30 mA, 0~30 l/min at 140 kgf/cm ² Tokyo Precision Co., Ltd.
servo amp.	input : 0~±10 V, output: 0~120 mA dither: 200 or 500 Hz Tokyo Precision Co., Ltd.
hydraulic motor	swash plate & piston type, 10.5 cm ² /rev, 105 kgf/cm ² , 1,800 rpm, Vickers Co., Ltd.
generator	100 V-50 Hz, 110V-60 Hz, 2kVA, 4P, 1φ, 1,800 rpm, Westing House Co., Ltd.
micro computer	CPU MC 68,000, clk 12 MHz, ROM 4K words, RAM 4K words, Manufactured by Authors



(a) frequency sensing (b) error signal generating
 Fig 3. Programs for digital signal processing.

하였으며, 시뮬레이션결과 오버슈우트는 10% 이내이다. Fig.3에 제어용 컴퓨터에서의 신호처리과정을 나타내었다. Fig.3 (a)는 주파수 검출용 프로그램루프이며 Fig.3 (b)는 검출된 주파수와 기준주파수를 비교하여 얻어지는 오차신호에 비례한 제어신호를 출력시키는 프로그램루프이다.

3. 요약

본 연구에서는 중, 소형 어선용 축발전시스템

으로 유압펌프 제어방식에 의한 발전시스템을 제안하였다. 제안한 시스템에서 주기관으로 구동되는 가변용량형 유압펌프의 토출량을 제어함으로써 주기관 회전수 변화에 무관하게 일정한 주파수의 류전력 발생이 가능함을 확인하였다. 본 시스템에서는 목표치(기준주파수)의 설정, 피드-백 신호와의 비교, 제어기의 구성이 제어용 컴퓨터의 프로그램에 의하여 실행 가능하므로 제어대상의 물리적 상황변화에 대한 제어장치의 설계변경 등 적응이 매우 용이한 특징을 가지고 있다. 또한 제어용 컴퓨터를 마이크로 프로세스화 할 수 있으므로 매우 저렴하게 제어기를 구성할 수 있다.

본 연구에서는 주로 제안한 축발전시스템의 제어성능에 대하여 추론하였으며 따라서 장치의 효율, 실제선박에 설치하였을 때의 경제성에 대한 고려는 금후 계속해야 할 연구과제이다.

참고문헌

1. 橋西眞治 外(1981): 主軸驅動發電システム 日本船用機關學會誌(16)9, 133-156.
2. 北森(1978): 制御對象の部分的知識に基づく サンプル値 制御系の設計法. 日本計測自動制御學會論文集, (15)5, 695-700

사 회 혼 란 있 는 곳 에
 북 괴 야 옥 증 대 된 다