

〈解 說〉

# 漁業의 自動化를 위한 油壓技術(1)

李 一 永

釜山水產大學  
(1986년 7월 30일 수리)

## Oil Hydraulic Technology for Automation of Fishing(1)

Ill-Yeong LEE

National Fisheries University of Pusan  
(Received July 30, 1986)

### 1. 緒 言

얼마전까지만 해도 우리나라의 漁業은 漁業종사자들의 人力에 의존하는 바가 매우 컸으나, 근년에 이르러 作業能率의 向上, 人件費의 節減이라는 면에서 그리고 장차 더욱 심해져 갈 農漁村의 人力不足에 대비하기 위해서, 機械力을 이용하는 漁業의 自動化가 널리 인식되게 되었다. 이에 따라서, 트롤船 中・大型船은 물론 10톤 미만의 小型船에 이르기까지 漁業의 自動化가 추진되고 있으며, 여기에는 油壓裝置의 이용이 중추적인 역할을 하고 있다.

油壓裝置를 이용함에 있어서는, 먼저 裝置의 設計, 製作者가 効率が 좋고 動作이 확실한 回路를 設計하고, 적절한 機器類(예: 펌프, 모터, 밸브類 등)를 選擇, 組合함으로써 목적에 부합하는 장치를 만들어야 하며, 다음으로 機械의 使用者가 定期的으로 整備, 點檢을 행하고, 무리없는 運轉方式을 취함으로써 安全하고 확실한 操業이 보장된다.

本 解説에서는 油壓裝置를 이용하는 漁業機械類의 設計, 製作, 運轉 및 管理를 위한 基礎事項과 最近의 이 分野의 技術 進歩에 대하여, 數회에 걸쳐서 述하기로 한다.

### 2. 油壓의 基礎

#### 2.1 油壓裝置의 特徵

油壓裝置가 漁船에 사용되는 것은 다음과 같은 特徵이 있기 때문이다.

① 비교적 小型의 裝置에서 큰 動力을 얻을 수 있고, 機器의 設置에 상당히 容易성이 있다.

② 各 機械마다 速度를 임의로 變換시킬 수 있고, 逆轉이 가능하며, 토오크를 제어할 수 있다.

③ 自動化가 용이하며 電氣, 空氣機器 등과 組合함으로써 遠隔操作, 集中制御 등이 더욱 용이하게 이루어진다.

④ 運動部分에 潤滑을 따로 고려할 필요가 없으며, 海上과 같은 가혹한 環境에도 잘 견딘다.

이상과 같은 油壓裝置의 特徵을 잘 활용함으로써, 漁業機械의 小型, 輕量化 및 대폭적인 人力節減이 기대된다.

#### 2.2 油壓裝置의 作動原理

油壓裝置는 油壓作動油를 매체로 하여, 機械動力을 油壓動力(壓力×流量)으로 변환하고, 이것을 다시 機械動力(힘×速度, 또는 토오크×回轉速度)로 되돌려서 이용하는 裝置이다.

油壓은 液體의 靜壓을 주로 이용하며, 파스칼(Pascal)의 원리가 그 基礎이다.

파스칼의 원리란, 「密閉된 容器內에 静止된 液體의 일부에 가해진 壓力은, 같은 크기로 液體의 각 부분에 전달된다」는 것으로, 그림 1에서는 작은 실린더의 러버를 눌러서 플란저에 힘  $F$ 를 가하면  $P(=F/a)$ 의 壓力이 발생하고 파스칼의 원리에 따라서 큰 실린더  $A$ 에도 같은 壓力이 작용하므로 荷重  $W(=P \times A)$ 를 支持하게 된다. 즉 작은 실린더에서 발생한 壓力은 管路를 통하여 큰 실린더에 동일한 壓力

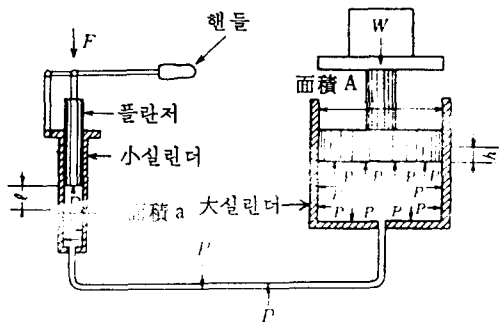


그림 1. 油壓裝置의 作動原理

으로 전달되고 面積에 비례한 힘이 얻어진다. 만약 이 系統에 損失이 전혀 없다고 한다면 各部의 일이 같아져서 다음 식이 성립된다.

$$Fl = Wh$$

실제의 油壓裝置에서는 各部에서의 壓力損失, 기름 漏洩損失 등이 있으며, 이러한 損失들을 줄여서 效率의 向上을 꾀하지 않으면 안된다.

### 2.3 油壓回路的 構成

油壓回路는 일반적으로 油壓 發生源, 액츄에이터 (actuator), 액츄에이터 制御回路 및 附屬 機器類의 4 부분으로 構成된다. 또 각 부분은 다음의 機器들로 構成된다.

- ① 油壓 發生源
  - 內燃 機關(혹은 電動機)
  - 油壓 펌프
  - 릴리프 밸브(壓力 設定)
- ② 액츄에이터
  - 실린더
  - 油壓 모우터
  - 搖動 모우터
- ③ 액츄에이터 制御 回路
  - 流量 制御 回路(速度 制御)
  - 壓力 制御 回路(힘의 制御)
  - 方向 制御 回路(作動 方向 制御)
- ④ 附屬 機器類
  - 기름 탱크
  - 油溫 調節器
  - 어큐뮬레이터
  - 配管, 조인트類
  - 필터
  - 각종 計器類

### 2.4 油壓 表示 記號의 意味

油壓 表示 記號는 油壓 機器의 機能을 나타내는 것으로 이것을 익혀두지 않으면 油壓 回路를 충분히 理解할 수가 없다. 따라서 이것은 回路 設計者는 물론 取扱者, 保守 管理者에게도 매우 소중한 것이다.

한편, 여러가지의 機能을 갖는 機器가 새로이 開發됨에 따라 記號도 새로운 것이 만들어지게 되

로, 油壓 表示 記號에 대해서는 그 基本을 충분히 理解해 둘 필요가 있다.

油壓 表示 記號의 자세한 것은 KS B 0054 혹은 市中的 油壓 關係 書籍을 참고하기 바란다.

### 2.5 油壓 機器의 種類와 特性

最近의 油壓 機器는 複合機能을 가진 것이 많아졌으나 그것들의 基本이 되는 單機能 機器의 種類는 그다지 많지 않다. 예를 들면, 밸브의 종류는 壓力 制御 밸브, 方向 制御 밸브, 流量 制御 밸브의 3種類에 지나지 않으며, 構造上으로는 스푼울(spool)式과 포핏(poppet)式의 2種類밖에 없다. 따라서 이와 같이 機器의 基本이 되는 것을 익혀 두면, 應用 機器나 새로운 形式의 機器를 理解하는 것은 어렵지 않다.

이하에서는 基本이 되는 油壓 機器의 種類와 特性에 대하여 설명하기로 한다.

#### (1) 油壓 펌프

油壓 펌프는 構造上 다음과 같이 분류된다.

- 齒車 펌프
  - [外接 齒車 펌프
  - [內接 齒車 펌프
- 베인(vane) 펌프
- 피스톤 펌프
  - [액시얼형(axial type) [斜板式
  - [레이더얼형(radial type) [斜軸式
- 나사(screw) 펌프

#### i) 外接 齒車 펌프

그림 2에 外接 齒車 펌프의 原理圖를 나타내었다. 이 펌프는 主動 齒車와 從動 齒車 및 케이싱으로 構成되어 있다. 主動 齒車를 회살표 방향으로 回轉시켜 주면, 流體는 齒홈 속에 갇힌 상태로 케이싱을 따라서 移動하여, 吐出側으로 배출된다. 각 齒車에는

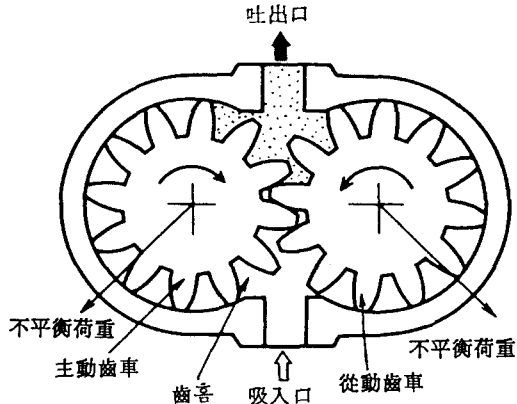


그림 2. 外接 齒車 펌프

漁業의 自動化를 위한 油壓技術(1)

회살표 방향으로, 吐出側 壓力으로 인한 不平衡 荷重이 作用하며, 그림에서는 側板겸용의 저어널 베어링이 이것을 支持하고 있다.

ii) 內接 齒車 펌프

그림 3에 內接 齒車 펌프의 원리를 나타내었다. 이 펌프의 吸入, 吐出 作用은 外接펌프와 거의 동일한 원리에 의하여 이루어지나, 外接 펌프에 비하여 齒車가 맞물려 있는 시간이 길므로 密閉 作用이 좋고, 吐出量의 脈動이 적은 特徵이 있다.

內接 펌프에는 이외에도 트로코이드(trochoid) 펌프라 불리는 것이 있다.

iii) 베인 펌프

그림 4는 定容量形 베인 펌프의 원리도이다. 이 펌프에서는 베인과 로우터가 回轉 部分을 형성하나 그와 동시에 베인은 로우터의 슬릿(slot)내를 半徑 方向으로 往復 運動한다. 펌프 작용은 2枚의 베인, 로우터 外周, 캠 링 內面으로 둘러싸인 體積을 변화시

킴으로써 행해지며, 그림 4에서는 1회전에 2회의 吸入과 吐出作用을 행한다(이와 같이 橢圓形 캠 링을 갖는 베인 펌프는 平衡形 베인펌프라고도 불린다).

베인 펌프에는 定容量形 외에 可變 容量形의 것도 사용 되고 있다.

iv) 斜板式 액시얼 피스톤 펌프

斜板式 액시얼 피스톤 펌프는 그림 5에서와 같이 驅動軸, 실린더블록, 피스톤(또는 플란저), 슬리퍼(slipper), 리테이너(retainer)로 回轉 部分을 형성한다. 驅動軸을 회전시키면 밸브 板과 斜板의 사이에서 실린더 블록이 回轉함으로써 발생하는 피스톤의 往復 運動에 의하여 流體의 吸入, 吐出이 이루어진다. 吐出量 可變 機構의 制御 方式에는 一般적으로 壓力 補償形, 2壓 制御形, 2吐出量 制御形, 定馬力形, 파워워매치形(power match type=load sensing

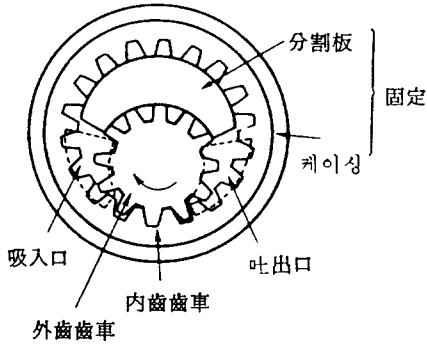
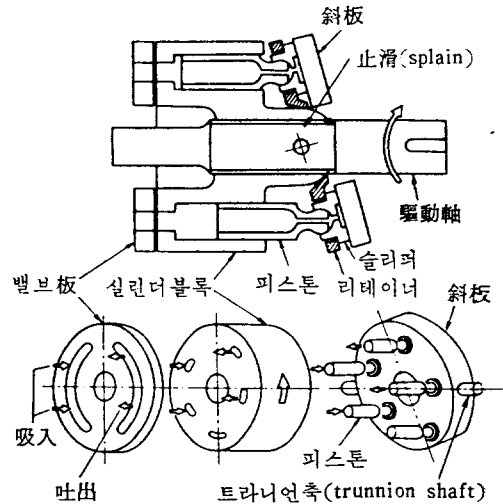


그림 3. 內接 齒車 펌프



트라니언축(trunnion shaft)

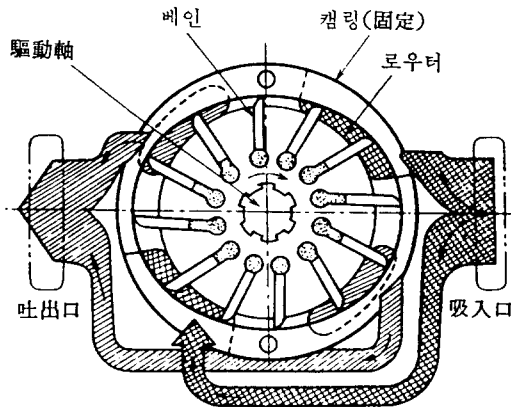


그림 4. 베인 펌프

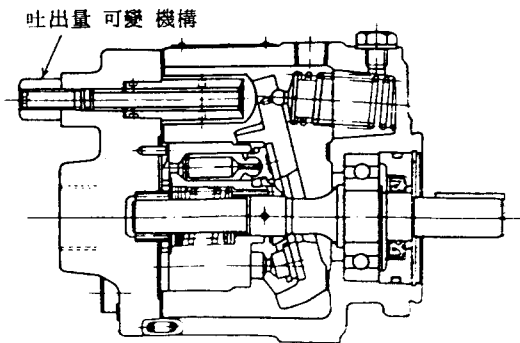


그림 5. 斜板式 액시얼 피스톤 펌프

type) 등이 있다.

액시얼 피스톤 펌프는, 현재로서는 다른 어떤 펌프보다도 高壓, 高速度 回轉, 高效率이 얻어지고, 크기에 비하여 大出力이 얻어지는 장점을 가진다.

v) 斜軸式 액시얼 피스톤 펌프

그림 6에 原理圖를 나타내었다. 피스톤, 실린더 블록, 밸브 板의 관계는 斜板式의 경우와 거의 같으며, 실린더 블록이 驅動軸에 대하여 傾斜져 있다는 점이 다르다.

可變 容量形式으로 하려면 실린더 블록의 傾斜角을 可變으로 할 필요가 있으므로 다소 複雜해지지만, 定容量인 경우에는 오히려 コンパクト化할 수가 있다.

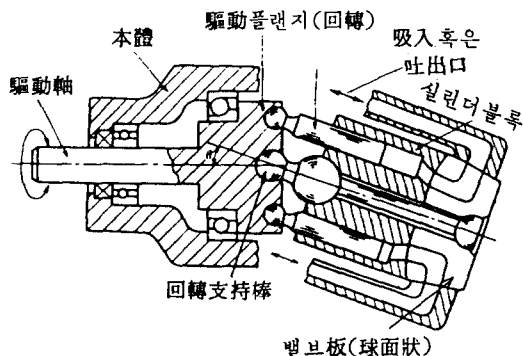


그림 6. 斜軸式 액시얼 피스톤 펌프

vi) 레이디얼 피스톤 펌프

그림 7에 原理圖를 나타내었다. 이 형식의 펌프는 로우터 내에 피스톤이 레이디얼(radial) 방향으로 放射狀으로 배열하고 있다. 드레스트 링(thrust ring) 內를 이것과 偏心인 로우터가 회전하면 피스톤은 로

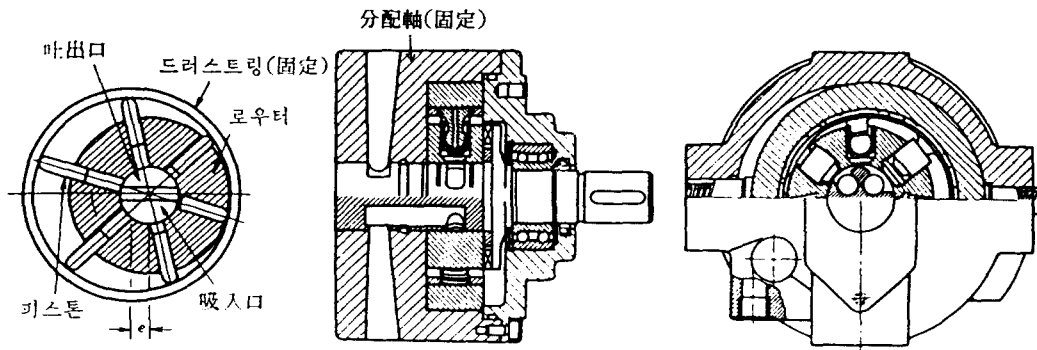


그림 7. 레이디얼 피스톤 펌프

우터 內를 半徑 方向으로 往復 運動하여 流體의 吸入, 吐出 作用을 하게 된다. 吸入, 吐出時의 整流作用은 핀틀(pintle)이라 불리는 分配軸과 로우터 內面으로 행해지며, 이 작용은 액시얼 피스톤 펌프의 밸브 板과 실린더 블록과의 관계를 圓筒面上에 옮겨 놓은 것으로 생각할 수 있다.

vii) 油壓 펌프의 特性和 使用法

㉔ 動力과 效率

油壓 펌프의 軸動力, 效率은 다음 식으로 구해진다.

$$\text{軸動力} : L = \frac{PQ}{612\eta} (\text{kW}) = \frac{PQ}{450\eta} (\text{PS})$$

$$\text{全效率} : \eta = \eta_v \cdot \eta_m$$

$$\text{容積 效率} : \eta_v = Q/Q_{th}$$

여기서  $Q$ 는 어떤 일정한 壓力, 回轉數, 粘度의 조건하에서 측정된 실제의 流量( $l/min$ ),  $Q_{th}$ 는 理論吐出量( $l/min$ ) (이것은 吐出 壓力을 거의 零으로 한 상태에서 측정함으로써 간단히 구할 수 있다),  $P$ 는 吐出 壓力( $kgf/cm^2$ ),  $\eta_m$ 은 機械 效率이다.

㉕ 一般 性能 曲線과 펌프 種類의 選擇法

壓力 또는 回轉數와 펌프의 諸效率 등과의 관계를 나타낸 것을 一般 性能 曲線이라 부른다. 그림 8에 斜板式 액시얼 피스톤 펌프( $69.8cm^3/rev$ )의 實測例를 나타내었다. 이 그림은 壓力이 주어졌을 때 펌프의 諸效率을 알고자 하는 경우 편리하다. 回轉數가 주어졌을 때 諸效率을 알고자 하는 경우에는 橫軸에 回轉數를 취하여 표시하면 된다.

<표 1>에 각종 油壓 펌프의 性能을 나타내는 代表 數值例를 나타내었다.

이 표에서도, 피스톤 펌프는 高壓用으로 效率도 높으며, 齒車 펌프와 베인 펌프는 內接 齒車 펌프의

漁業의 自動化을 위한 油壓技術(1)

理論吐出量:

69.8 cc/rev

斜板角度: 18°

回轉數: 1800 rpm

油溫: 50° C

作動油: ISO VG 32

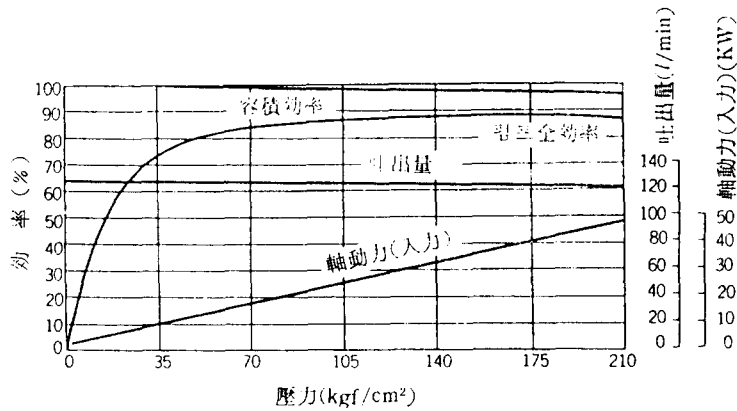


그림 8. 油壓펌프의 一般 性能 曲線

〈표 1〉 各種 油壓 펌프의 性能 比較

油壓 펌프의 種類		定格壓力 (kgf/cm²)	吐出量 (cm³/rev)	回轉數 (rpm)	全 効 率 (%)	
피스톤 펌프	액시얼형	斜板式	140~350	~500	300~3,600	80~93
		斜軸式	140~350	~1,800	300~3,600	80~93
	레이디얼형	~315	~500	300~1,800	80~93	
齒車 펌프	外接齒車	175	~350	100~3,000	70~85	
	內接齒車	30~70	~250	100~5,000	70~85	
	高壓內接齒車	250	~125	300~2,500	85~90	
베인 펌프	平衡形單段	70~90	~170	300~2,000	70~85	
	高性能形	140~175	~350	300~2,700	70~85	
나사 펌프		~70	~20,000	100~10,000	~80	

일부를 제외하고는 中·低壓用이며 最高 效率도 70~80% 정도임을 알 수 있다.

㉔ 기름의 汚染이 펌프에 미치는 영향

平衡形 베인 펌프 또는 일반의 齒車 펌프는 기름의 汚染에 덜 敏感하나, 피스톤 펌프나 高壓用 內接齒車 펌프에는 汚染의 영향을 받기 쉬운 부분이 많으므로 특히 注意를 요한다. 한편 油壓 펌프의 壽命에 영향을 미치는 因子를 열거해 보면, 기름의 汚染度, 吐出 壓力, 回轉數, 運轉 溫度, 기름의 粘度 및 潤滑性, 可變 機構의 作動頻度 등이 있다.

㉕ 脈動, 騒音

脈動이나 騒音에 대해서는, 그것이 심한 順으로 나열하면 일반적으로, 피스톤 펌프, 外接齒車 펌프, 輕負荷用 斜板式 액시얼 피스톤 펌프 및 可變 容量形 베인 펌프, 定容量形 베인 펌프, 高壓 內接齒車 펌프, 나사 펌프의 順으로 된다.

(2) 油壓 액츄에이터

i) 油壓 모우터의 分類

여기에는 2.5(1) 油壓 펌프의 分類를 그대로 적용할 수가 있으나, 현재로서는 分割板이 붙은 內接齒車 펌프와 나사 펌프에 상당하는 油壓 모우터는 없다. 이 分類는 低速 高 토크 油壓 모우터에도 적용이 가능하다.

이하에서는 低速 高 토크 油壓 모우터를 中心으로 그 構造와 作動에 대하여 설명한다.

ii) 外接齒車 모우터

이 油壓 모우터는 油壓 펌프와 동일한 構造의 것이 많으며, 따라서 대부분의 것이 高速 回轉用이다. 低速, 高 토크의 것도 원리적으로는 가능하나 실용화되어 있지는 않다.

iii) 內接齒車 모우터

그림 9는 트로코이드形 內接齒車 모우터로서, 低速 高 토크形의 예이다. 이 모우터는 오비트(orbit)形이라고도 불리며, 다음의 重要 部分들로 構成되어

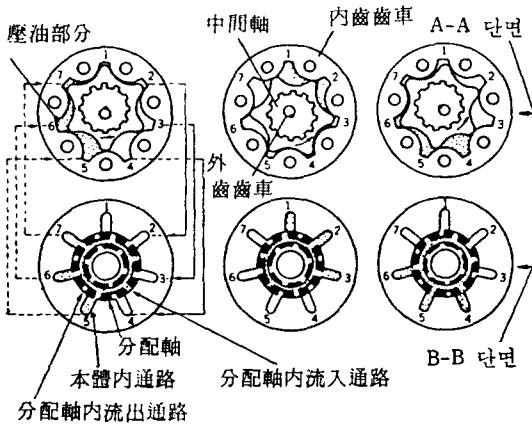
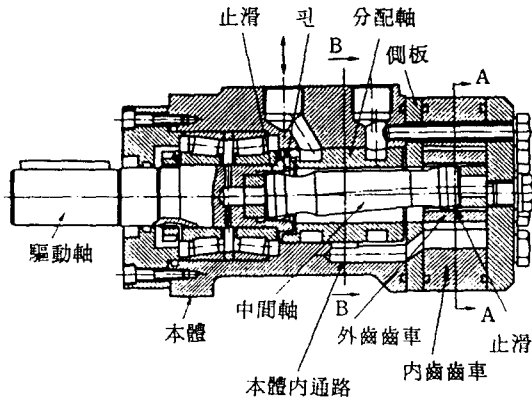


그림 9. 內接 齒車形 低速 高토크 油壓 모우터

있다.

- ① 內齒 齒車 및 外齒 齒車
- ② 出力軸
- ③ 中間軸

內齒 齒車는 7개의 內齒를 갖는 하우징이고, 外齒 齒車는 6개의 外齒를 갖는 로우터이다.

로우터와 하우징에 의하여 형성된 空間의 半은 高 壓側, 半은 低壓側에 접속되어 있어, 高壓側의 空間에 壓油가 流入하면 로우터는 화살표 방향(高壓側의 空間이 확대되는 方向)으로 회전한다. 이 회전 운동은 公轉(로우터 中心의 軌道)과 自轉(外齒 齒車의 內齒 齒車에 대한 회전)으로 이루어지며 이중 自轉은 中間軸을 통하여 出力軸으로 전달된다. 이 회전은 동시에 出力軸으로부터 핀을 거쳐서 分配軸(핀틀)으로 전달되고, B-B 斷面に 나타낸 바와 같이 分配軸內의 通路와 本體內의 通路를 5→6→7→1의 順으로 順次的으로 連結시켜준다. 여기서 外齒 齒車

는 연속하여 時計方向으로 公轉함과 동시에 1/6로 減速되어 反時計方向으로 自轉하므로, 6대1의 減速機를 사용하는 것과 같은 효과가 얻어진다.

iv) 베인 모우터

베인 모우터는 高速 回轉用, 低速 回轉用의 어느 쪽으로도 가능하나, 高速 回轉用으로는 현재 그다지 사용되지 않고 있다. 오비트形에 비하여 大容量化할 수 있고, 壓油의 공급을 變換해 줌으로써 多段變速이 가능한 利點이 있다. 그림 10의 例에서는 變換 밸브의 위치에 따라서 3段으로 變速이 가능하다, 이러한 모우터는 平衡形, 定容量, 3速, 低速, 高토크 모우터라 할 수 있다.

v) 액시얼 피스톤 모우터

액시얼 피스톤 모우터에는 油壓 펌프에서와 마찬가지로 斜板式, 斜軸式, 또 定容量形, 可變 容量形의

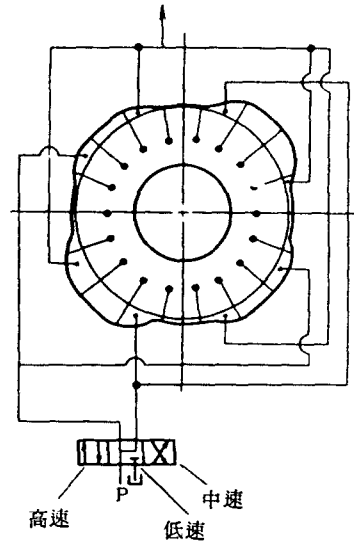


그림 10. 베인形 低速 高토크 모우터

制御 밸브部 油壓 모우터部 減速機部

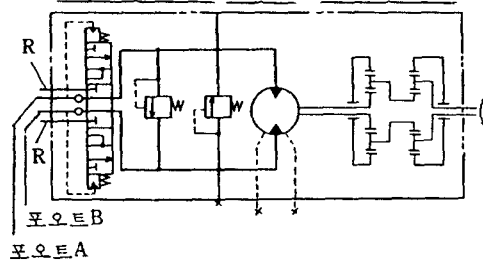


그림 11. 齒車 減速機를 갖는 액시얼 피스톤 모우터

漁業의 自動化을 위한 油壓技術(1)

어느쪽으로도 할 수가 있으나, 이 形式의 것은 機構上 低速 高토크로 하는 것이 어렵기 때문에 高速用의 것을 齒車 減速機와 一體로 하여 사용하는 경우가 많다(그림11). 또한 最近에는 이것을 改良하여, 減速機를 쓰지 않고 中速用으로 한 것도 있다.

vi) 래디얼 피스톤 모터

이 形式의 것은 低速 高토크化가 용이하기 때문에 현재로서는 低速 모터의 대표적인 機構로 되어 있다. 그림 12에 別名으로 星形이라 불리는 것을 나타내었다. 이것은 中形, 大形, 그리고 高壓의 것에 적합하다. 作動을 설명하면, 本體의 流入口로부터

分配軸(핀들) 내에 들어간 壓油는 整流作用을 받아서 順次로 피스톤의 頂部로 공급된다. 피스톤 頂部에서는 큰 힘을 발생시켜서 偏心 캠軸을 회전시킨다. 이 때 偏心 캠軸은 分配軸을 회전시키기 때문에, 出力軸의 연속적인 회전이 얻어지게 된다.

vii) 油壓 모터의 特性과 使用法

油壓 모터의 토크, 出力, 効率は 다음 식으로부터 구해진다.

$$\text{토크} : T = \frac{P \cdot D \cdot \eta_m}{2\pi} \times 10^{-2} \text{ (kgf} \cdot \text{m)}$$

$$\text{出力} : L = \frac{2\pi n T}{6120} \text{ (kW)} = \frac{PQ}{612} \eta \text{ (kW)}$$

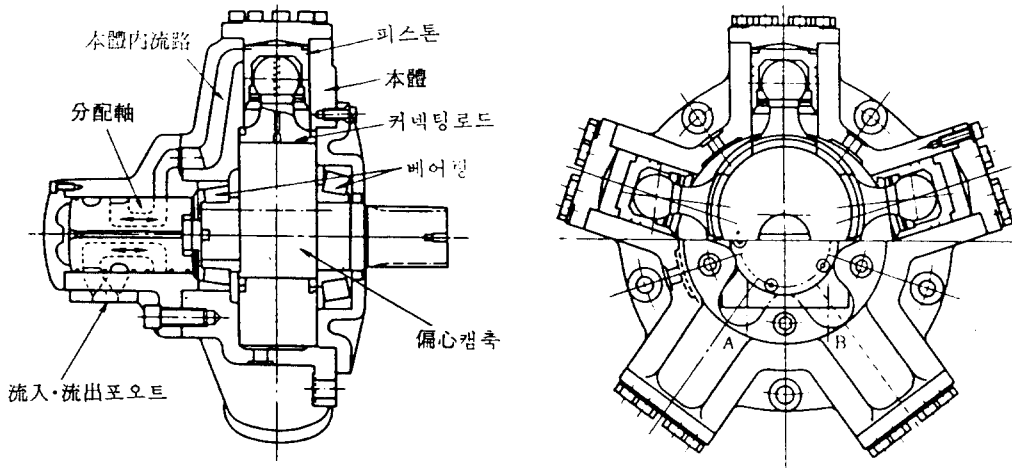


그림 12. 래디얼 피스톤形 低速 高토크 油壓 모터

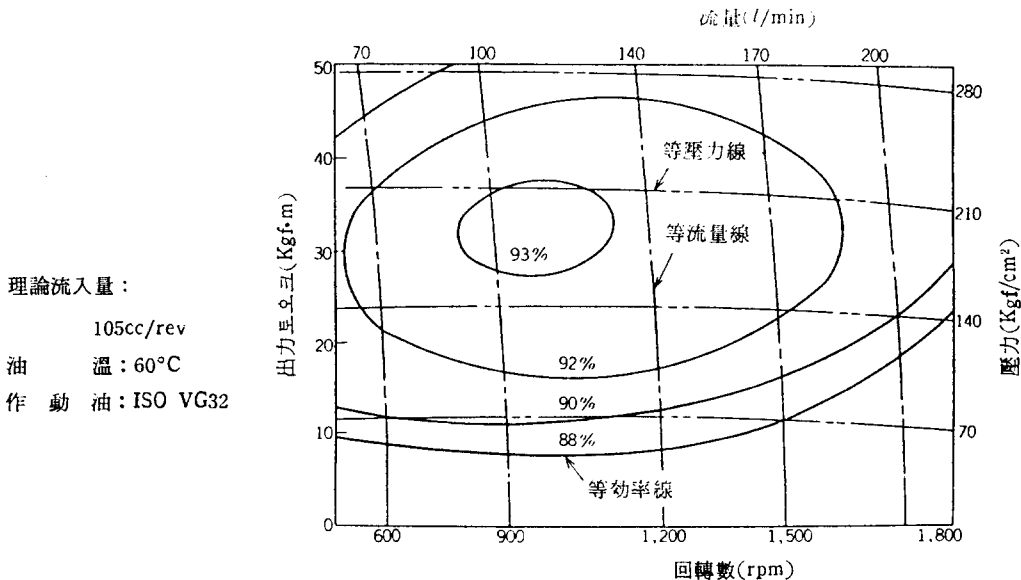


그림 13. 油壓 모터의 一般 性能 曲線의 例

$$= \frac{2\pi nT}{4500} (PS) = \frac{PQ}{450} \eta (PS)$$

全効率:  $\eta = \eta_v \cdot \eta_m$

여기서  $Q$ 는 어떤 일정한 回轉數, 壓力, 粘度의 조건하에서 측정된 실제의 流入量( $l/min$ ),  $Q_{th}(=Dn \times 10^{-3})$ 는 理論 流入量( $l/min$ ),  $\eta_v(=Q_{th}/Q)$ 는 容積効率,  $\eta_m$ 은 機械効率(=토크 効率),  $P$ 는 流入壓力( $kgf/cm^2$ ),  $D$ 는 1회전당의 理論流入量( $cm^3/rev$ ),  $n$ 은 回轉數이다.

그림 13은 油壓 모우터의 一般 性能 曲線의 例로서, 斜板式 액시얼 피스톤 모우터의 實測例를 나타낸 것이다. 이 그림으로부터, 回轉數와 出力 토크가 주어졌을 때 全効率을 알 수 있다.

油壓 모우터의 取扱上의 一般적인 注意 事項은 油壓 펌프의 경우와 거의 동일하나, 油壓 모우터에 대해서는 거기에 추가하여 다음의 몇가지 事項에도 注意하지 않으면 안된다.

㉔ 可變 容量形의 油壓 모우터에서는 可變 機構部의 調整比를 1:1/3~1/4이상으로 할 것. 너무 작게

하면 回轉數가 너무 높아지고, 모우터 効率이 극단적으로 저하하기 때문이다.

㉕ 起動時의 토크 効率は 定常 回轉時보다 낮으므로 注意해야 한다.

㉖ 定常回轉數의 下限値는 慣性力이 적은 負荷인 경우, 高速 모우터에서는 50~100 rpm, 中速 모우터에서는 35~50 rpm, 低速 高토크形에서는 2~5 rpm이 基準이 된다. 어느 限度 이하의 低速에서는 스무드한 回轉이 얻어지지 않기 때문이다.

㉗ 油壓 모우터는 内部漏洩이 있으므로, 荷重이 걸린 상태에서는 油壓管路를 폐쇄하여도 조금씩 회전하게 된다. 따라서 容積効率が 높은 油壓 모우터를 선정하거나 機械的인 브레이크를 갖추는 등의 對策이 필요하다.

㉘ 油壓 모우터는, 重力荷重 등 自走荷重을 받으면 펌프 작용을 하여 流出側에 壓力을 발생시키게 된다. 이 때 流入側을 眞空狀態로 하거나 연속해서 空氣를 흡입하게 되면 空轉하게 되어 事故가 발생할 수 있으므로 注意해야 한다.