

유압실린더 무게 최소화



기계공학부

2002007654 전하늘

2003007679 정태진

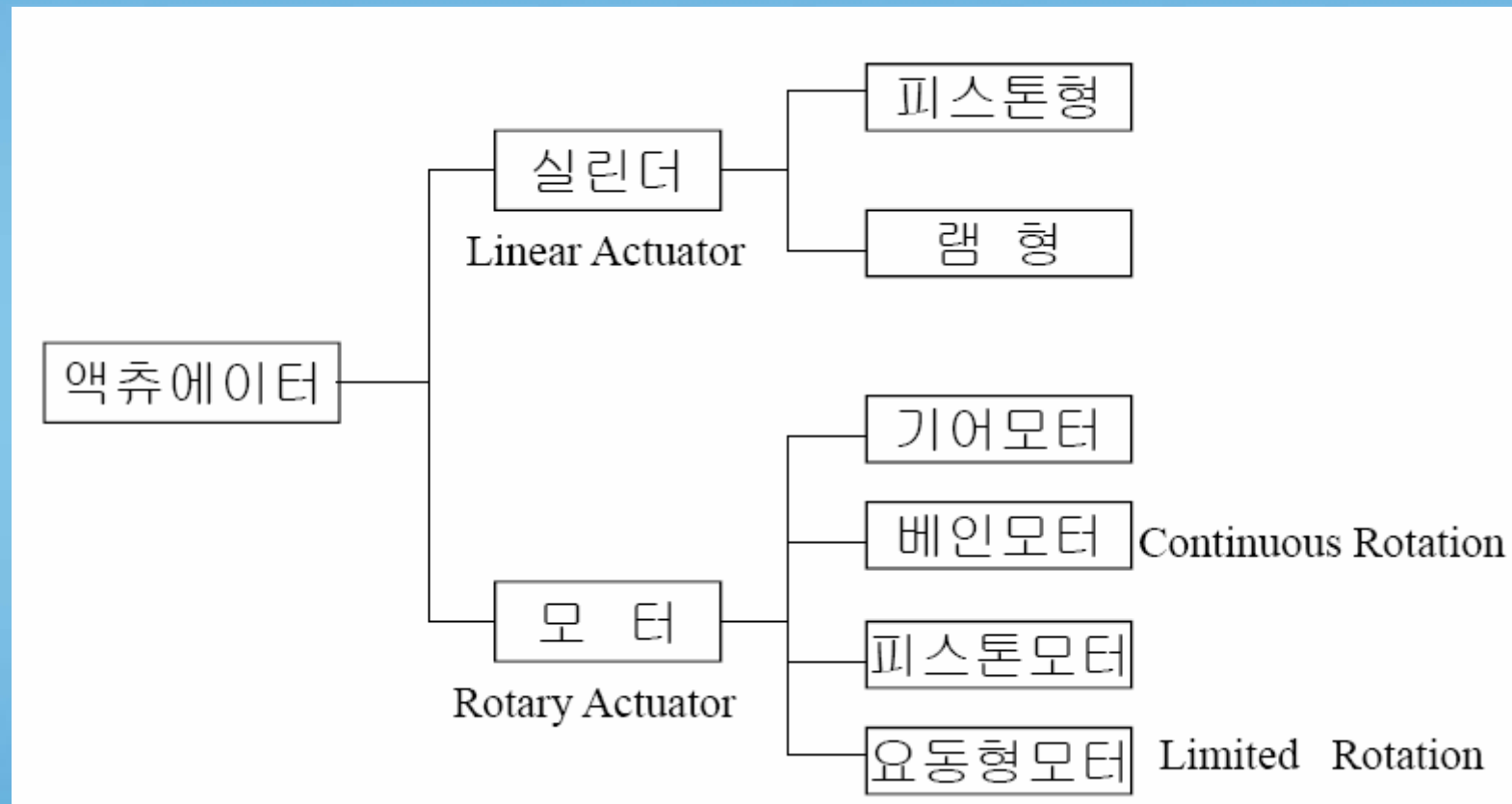
2004006152 남대곤

:::: Contents

- *1. Project/Problem Statement.*
- *2. Data & Information*
- *3. Design Variables*
- 4. Identification of Object function
- 5. Constraints
- 6. Solution

Project/Problem Statement.

1. 액추에이터(Actuator) 분류



Project/Problem Statement.

2. 광범위한 범위에서 사용되는 actuator 중에서 선형인 유압을 이용한 실린더형 actuator를 다룰 예정

선형 액추에이터(Linear Actuators)의 응용

지게차



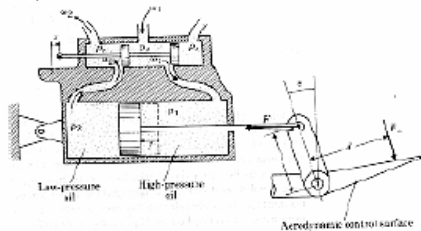
Motion Simulator



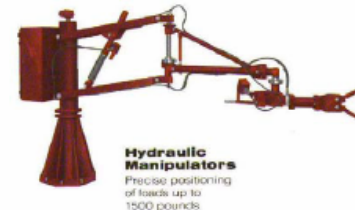
Press



비행기 조종익



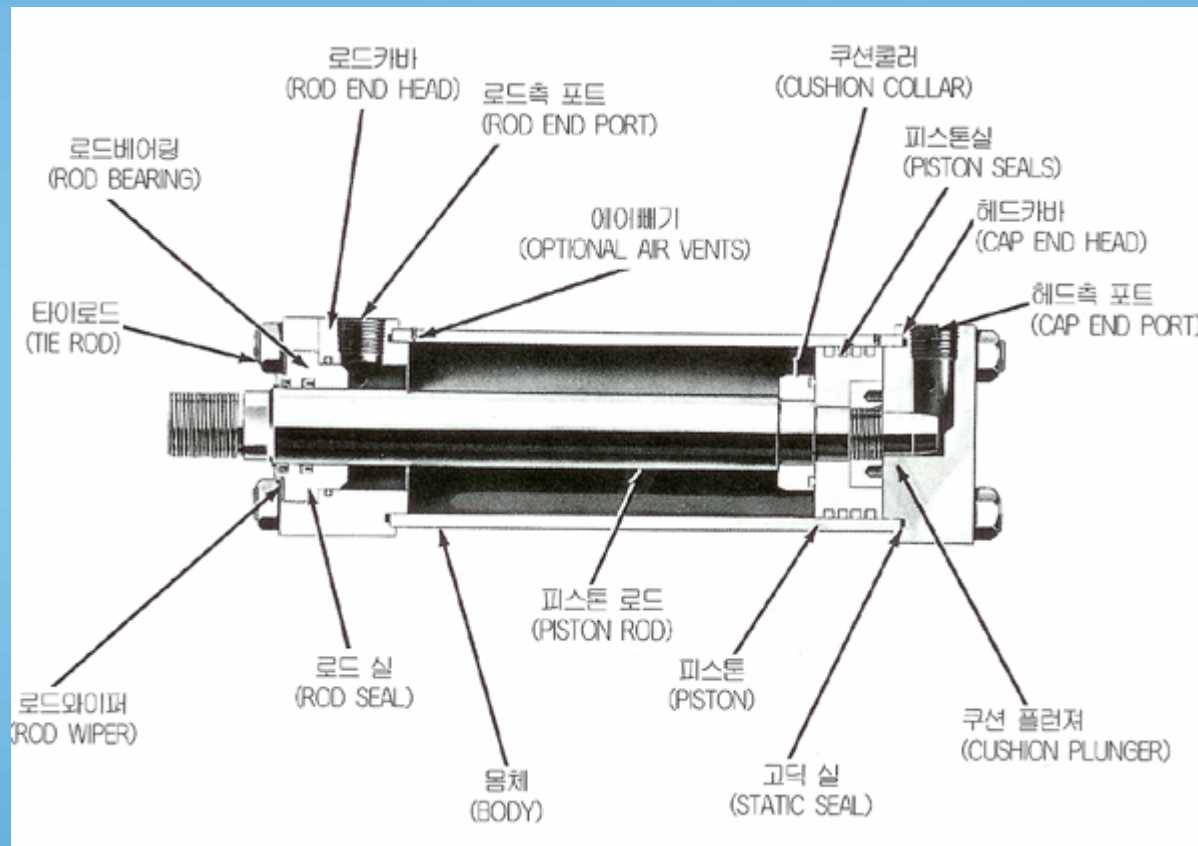
Robot



Hydraulic Manipulators
Precise positioning
of loads up to
1500 pounds

Project/Problem Statement.

3. 유압실린더의 구조



Assumption

1. 유압 실린더는 복동형 단로드
2. 피스톤은 적절하게 설계되어 있다.
3. 실린더 내벽의 압력과 로드에서 걸리는 하중을 고려
4. 재료비 절감을 위해 체적 $\frac{\text{중량}}{\text{밀도}} = \text{체적}$ (최소화)
5. 실린더 재료는 S45C 사용

Data and Information Collection

1. 필요 하중 5톤
2. 유압실린더 2개로 구성
3. Stroke 길이는 1000mm
4. 유압유는 ZIC 천하장사 46 사용

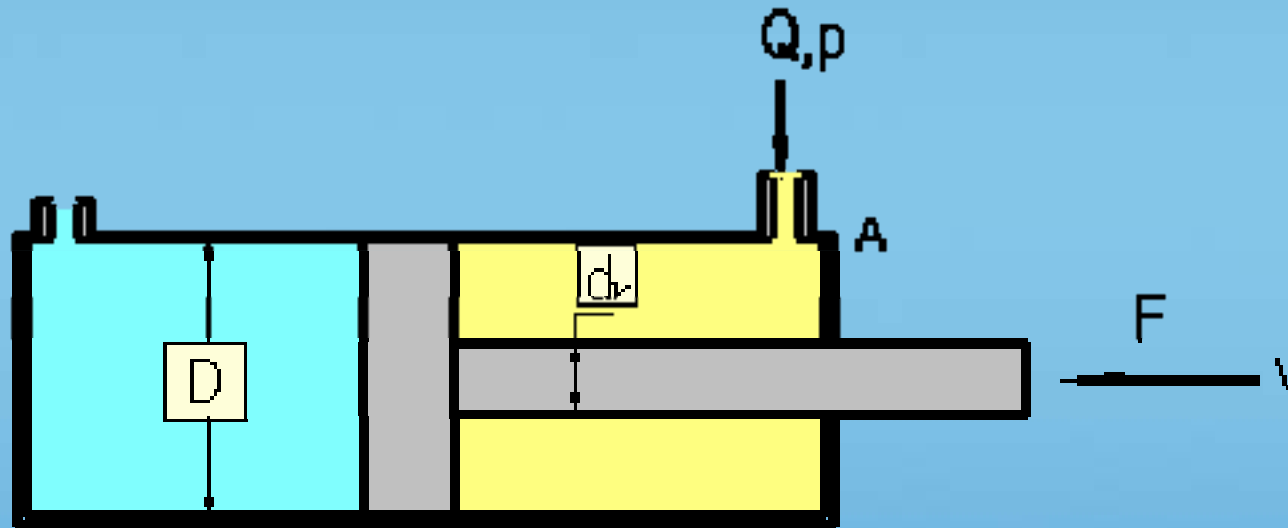
점성계수 : 4.6cst

5. 유압모터 사양

구 분		R14E-F(단동)	HPE-1AK(단동)
설정 압력	고압	68MPa(700kgf/cm ²)	68MPa(700kgf/cm ²)
	저압	2MPa(20kgf/cm ²)	2MPa(20kgf/cm ²)
토출량	고압	320cc	1.2ℓ/min
	저압	2600cc	7.5ℓ/min
유 량		2ℓ	10ℓ
무 게		15kg	55kg
크 기		244 * 160 * 350	470 * 370 * 500
호 스		표준 : 2m 최장 : 10m	별매 최장 : 15m
동 력		모터 220V 340W	1.4HP엔진 (로빈 EY15D)
비 고		코드길이 : 3m	코드길이 : 18m

Design Variables

- D : 실린더의 내경
- d_r : 로드의 직경



Objective function

$$g_0 = \frac{5PD}{2\sigma_Y} - t \leq 0$$

안전계수 5 KSB6370(용접등을 고려)

$$\text{Minimize } f = \frac{\pi}{4} \left[(D+t)^2 - D^2 + d_r^2 \right] \times L$$


$$\text{Minimize } f = \frac{\pi}{4} \left[\left(D + \frac{5PD}{2\sigma_Y} \right)^2 - D^2 + d_r^2 \right] \times L$$

- **중량과 관계있는 부분을 최소화 & 2변수화**

Constraints

$$g_1 = \frac{F}{2} - \pi(D^2 - d_r^2)P \leq 0$$

$$\text{where } F = 5000\text{kg} \times 9.806\text{m/s}^2 = 49.03\text{kN}$$

$$g_2 = \frac{2F}{\pi d_r^2} - \sigma_Y \leq 0$$

$$g_3 = \gamma h_L - 0.6 \leq 0$$

$$= 7844.8 \times \left[K_L + \frac{\nu}{VD} \times 64 \left[\frac{(1-\beta)^2}{1+\beta^2+(1-\beta^2)/\ln \beta} \right] \times \frac{L}{D} \right] \times \frac{V^2}{2g} - 0.6 \leq 0$$

$$\text{where } \beta = \frac{d_r}{D}$$

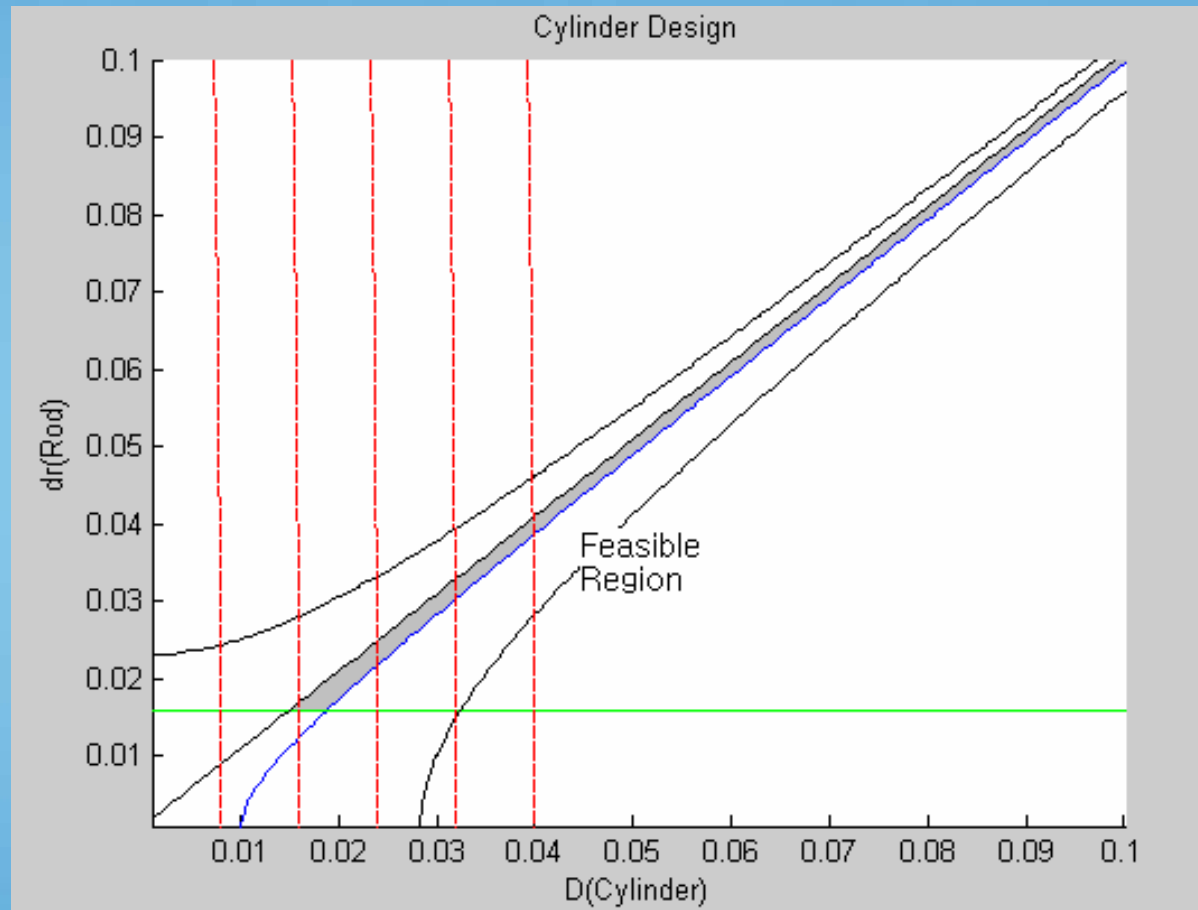
$$g_4 = 0.2 - \frac{4Q}{\pi(D^2 - d_r^2)} \leq 0 (\text{로드 속도})$$

Solutions

동점계수	v	4.600E-05
부차손실	K _L	5.000E-02
항복응력	sig	2.500E+08
유량	Q	2.000E-05
필요하중	F	4.903E+04
압력	P	6.800E+07
유입구면적	A	0.0012566

		Ini.Val	Opt.Val
큰지름	D	0.05	0.02057049
작은지름	d	0.001	0.017561027
목적함수	f	0.003579059	0.00084786
구속조건	g1	-5.093E+05	1.239E-05
	g2	3.096E+10	-1.488E+08
	g3	8.943E+00	-6.983E-10
	g4	1.898E-01	-0.022

Solutions



LP를 이용한 최적화

f=	$\pi/4 * ((D+5 * P * D/2 / \text{sig})^2 - D^2 + d^2) * L$	
g1=	$F/2 - \pi * (D^2 - d^2) * P$	
g2=	$2 * F / \pi / d^2 - \text{sig}$	
g3=	$7844.8 * (K_L + v * L / V / D^2 * 64 * ((1 - \beta)^2 / (1 + (\beta)^2 + (1 - (\beta)^2) / \text{LN}(\beta)))) * V^2 / 2 / g$	
g4=	$0.2 - 4 * Q / \pi / (D^2 - d^2)$	
$\nabla f =$	$\pi/4 * ((D+5 * P * D/2 / \text{sig})^2 * (1+5 * P * 1/2 / \text{sig}) - 2 * D) * L$	$\pi/4 * (d^2) * L$
$\nabla g1 =$	$-\pi (d^2) * P$	$\pi (d^2) * P$
$\nabla g2 =$	0	$-2 * 2 * F / \pi / d^3$
$\nabla g3 =$	$2 * 7844.8 * (-v * L / V / D^3 * 64 * ((1 - \beta)^2 / (1 + (\beta)^2 + (1 - (\beta)^2) / \text{LN}(\beta)))) * V^2 / 2 / g$	0
$\nabla g4 =$	$4 * Q / \pi / (D^2 - d^2)^2 * 2 * D$	$-4 * Q / \pi / (D^2 - d^2)$
시작점	D	d
	0.05	1.000E-03

13

결론

실재 설계시 보통 로드직경보다 실린더 내경이
약 2배정도 크게 설계를 하는데 최적화 결과
실린더 내경과 로드 직경이 큰 차이가 나지 않
았음

이는 오차를 감수하더라도 제작비용이 줄어들
수 있다는 것이 됨

최적설계

Thank You !

열정

유압실린더의 최적화

전하늘 정태진 남대곤