

機械設計에 있어서의 形狀決定(Ⅱ)

金 鎬 龍

<延世大學校 機械工學科>

2.6. 크기 및 치수에 따른 결정

새로운 설계임무가 주어졌을때, 대부분의 설계자들 특히 설계초보자들은 적용가능한 기존설계들의 탐색부터 시작한다.

그러나 대체로 책에 설명된 모형설계를 본따서 설계하므로 크거나 부하계수를 모르게 되어 상당히 위험한 설계가 된다. 예컨대 베어링 지지대를 설계할 때 그 지지대의 크기가 커짐에 따라 형상은 증공이나 격자형구조 또는 구획식구조 등을 사용 더 가볍도록 설계되어야 한다(그림 30). 따라서 기존설계를 참고로 하여 설계할 때에는 크기와 부하조건외의 명확한 인식과 주의가 필요하다.

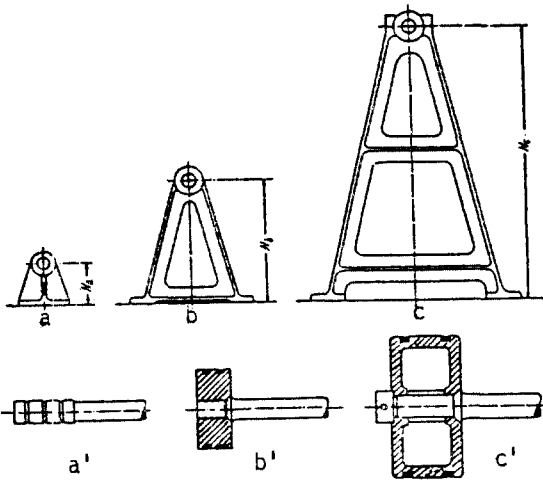


그림 30 크기가 형상결정에 미치는 영향

2.7. 무게에 따른 결정(경량화)

설계자들은 재료를 100%활용하여 재료를 절

약하고 치수의 과대를 피하는데 노력하고 있다. 재료의 절약과 경량화는 그만큼 설계에 있어 중요하기 때문에, 설계의 개발이 재료비의 최소화로 그 방향이 정해져야 한다 해도 과언이 아니다.

중량을 최대한으로 절약하기 위해서는 여러가지 방법이 있겠는데 이들을 10개의 요소로 나누면 다음과 같다.

(1) 형상의 최적화(경량구조) : (그림 31)

최적형상결정을 위한 7가지 요소.

- (가) 정하중과 동하중 조건을 가능한 한 완전히 명시할 것.
- (나) 작용력이 최대한 대칭을 이루게 하고 힘의 작용선을 단순화 시킬 것.
- (다) 적절한 지지 및 부착장치를 사용하고 소형이 가능한 제조방법을 최대한 사용할 것.
- (라) 노치현상이 급증하는 부분을 확인하여 제거 시킬 것.
- (마) 적절한 단면을 사용하고 증공이나 구획식 구조를 택할 것(그림 32, 33, 34).
- (바) 평면을 스웨이징, 리브 또는 적절한 지지대로 보강시킬 것.
- (사) 용접제조에 관한 모든 요소를 고려할 것.

(2) 강도 및 응력의 계산(그림 35).

재료를 효과적으로 사용하기 위해서는 응력을 정확히 계산하여야 하며, 정확히 응력을 계산하기 위해서는 형상이 단순하거나 개선된 첨단 응력계산방법을 적용해야 한다.

따라서,

- (가) 개발된 강도계산 방법에 의해 최적형상을 결정할 것.

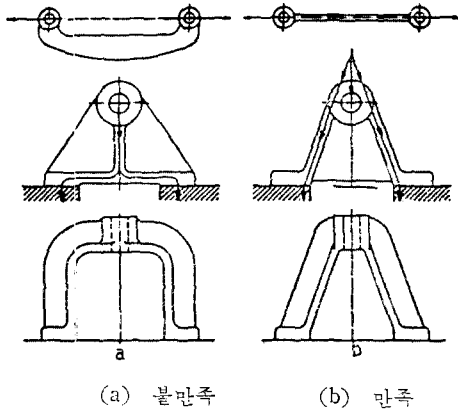


그림 31 경량화 형상설계

단면형상	무게
	100 %
	117 %
	57 %
	27 %

그림 34 같은 단면계수일때 단면들의 무게 비교

보의형상	재료의량	
	kg	%
	5.9	100
	4.4	74.6
	1.0	17.0
	2.5	42.4
	1.7	28.8

그림 32 같은 하중을 받는 여러형상의 보

단면형상	무게	최대굽힘 모멘트	최대토크
	22	33 C _{max}	116 T _{max}
	22	67 C _{max}	113 T _{max}
	22	92 C _{max}	10 T _{max}

그림 35 같은량의 재료일때 여러 단면들의 굽힘 및 비틀림 강도

단면형상	관성 모멘트	차 집	장 성	재료량	
				kg	%
	24	0.66	0.15	13.6	100
	19.3	0.82	0.12	12.0	88
	38.4	0.41	0.24	5.9	43
	53	0.30	0.33	6.8	50
	68	0.23	0.43	4.7	35
	78	0.20	0.50	4.4	32

그림 33 여러 단면형상의 성질과 그 재료량

(나) 노치효과를 증대시키는 부분을 확인하여 최대응력을 감소시킬 것(그림 36).

(다) 형상의 함수로서 피로 및 크리이프 강도를 고려하여 최종 계산한 후 치수를 결정할 것.

(3) 리벳대신 용접의 사용

용접의 응력분포가 리벳보다 좋기 때문에 리벳 체결부분의 용접사용은 중량감소에 절대적 요소로 대두되고 있다. (그림 37)

리벳의 용접에 대한 장점

(가) 경량

(나) 저생산가

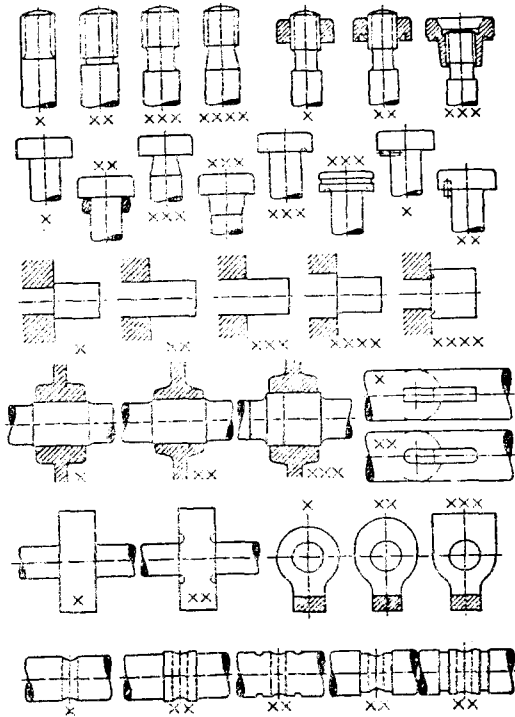


그림 36 여러형상의 노치효과

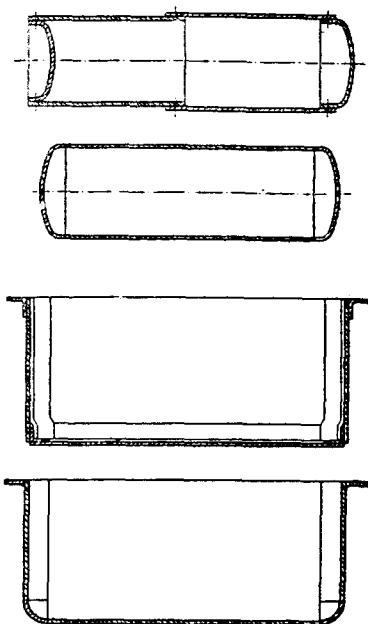


그림 37 리벳에 의한 제작과 용접에 의한 제작의 비교

(다) 깨끗한 표면

(라) 고감도

(마) 고강성

(4) 주철대신 용접의 사용(강철에 의한 경량화)

경량화 및 재료절약면에서 주철보다는 강을 사용하는 것이 일반적으로 경제적인데 그 판별은 다음 계수로 결정된다.

즉

$$\text{판별계수} = \frac{\text{(제품에 투입된 자원)}}{\text{(성능)}}$$

주철보다 강의 사용이 유리한 점

(가) 경량

(나) 수축 및 주조응력이 없음

(다) 고강도 및 고강성

(라) 수정 및 변환가능

(마) 소형화 가능

(바) 기계가공 여유가 작거나 없음

(사) 생산가 절감; ○형, 저장, 보수, 운송등에서의 비용절감

○경량에 의한 화물 운송상 절약

○배달시간의 단축

○불합격품의 감소

○기계가공에서의 절약

(5) 고강도강철의 사용

재료의 허용강도가 증가하면 치수가 더 작아짐은 이미 알고있다. 따라서 고강도재료의 사용은 경량화를 실현시키기 위한 간단한 방법이 될 수 있다.

그러나 고강도 강철은 노치효과에 민감하고 신율이 낮으며, 용접이 불량한 취약점이 있으므로 이에 대한 보완이 필요하다.

(6) 경량재질의 사용

일반적으로 경량구조물을 만들때 경량재질의 사용을 우선적으로 드는데 경량형상설계에 의해 더 많은 재료의 경비를 줄일 수 있다.(그림 38)

초보자로서 가장 바람직한 일은 여러가지 구조용 재질과의 비교 계산하여 재료를 선택하는 것이다.

무게의 감소에 대한 판별식은,

무게에 의한 강도율 = 허용응력 / 비중.

따라서 강철대신에 경금속의 사용이 인장강도를 고려한 무게의 절감성에 있어서 훨씬 유리하며, 또 인장강도면에서 볼 때 고강도강의 경우 제품이 얇아져 필요한 강성을 유지못하는 경우도 있다.

또 경금속의 인장강도가 강보다 적을 경우 치수가 강보다 커져 좌굴이나 벌짐(bulging)을 막을 수도 있다.

경금속사용시 주의할 점은, 강에서는 변형문제가 고려되지 않았던 점에서의 변형을 검토해야 하며, 또 열팽창도 강보다 2배정도 크기때문에 신중을 기해야한다. 또 탄성적으로 불안정하므로 Euler 값이나 세장비도 점검 되어야 한다.

(7) 특수단면의 사용

경금속의 사용시 표준단면의 사용은 거의 효과적이지 아니며, 또 예리한 모서리를 갖게되면

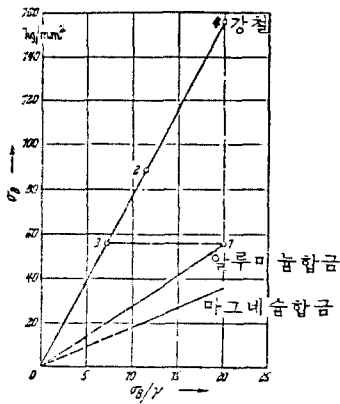
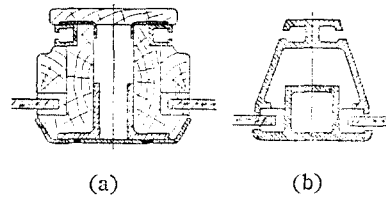


그림 38 강철과 경합금의 강도/무게의 비교

응력형성의 관점에서 불만족하다. 따라서 개별품목이 많이 필요한 복잡한 구조는 생산비가 비싸고, 조립비용이 비쌀 뿐만 아니라 조립작업이 어렵기 때문에 특수단면을 사용함으로써 경량화시키고, 또 단순화 시킬 수 있다(그림 39). 특히 자동차 산업분야에서 특수단면의 사용이 몸체 또는 구조면에서 상당한 성공을 거둘수 있다.



(a) 강철 12 부품 무게 : 11kg/m
(b) 경합금 3부품 무게 : 3.6kg/m

그림 39 특수단면제작에 의한 경량화

(8) 특수부품의 사용

공간과 재료를 절약할 수 있게 만든 부품들이 있다. 이 부품들을 사용하면 재료비를 낮출 수 있을 뿐만 아니라, 조립시 작업시간을 감소시킬 수 있다. (그림 40, 41)

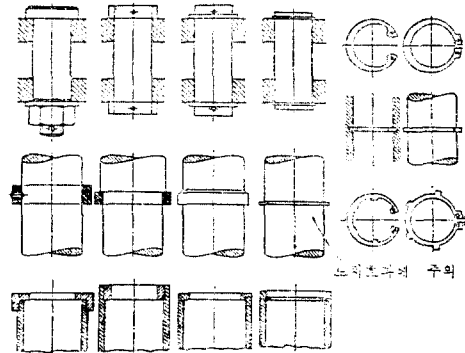


그림 40 무게의 경량화를 위한 스냅링의 사용과 그 종류

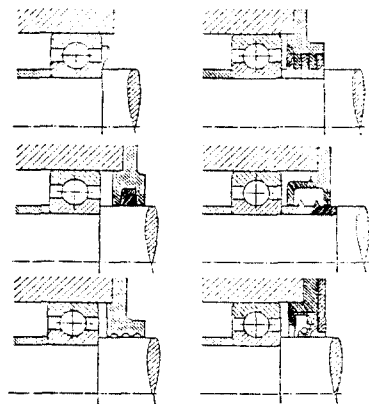
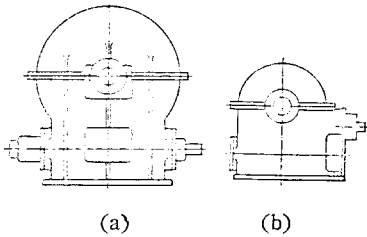


그림 41 5가지 밀폐장치와 Nilos 링에 의한 경량화의 비교

(9) 구조변경에 의한 경량화

경량화 형상을 어떻게 결정하느냐가 경량화에 있어서의 설계과정의 비결이다. 그러나 어느 정도까지는 중량이 기본구조의 선택에 좌우하므로 다른 구조로의 변경이 때때로 중량을 현저히 감소시킬 수 있으며 또 공간 및 면적도 함께 줄일 수 있다. (그림 42, 43)



(a) 잇수 50의 1단 워엄 감속장치 총중량 : 843kg
효율 : 65%
(b) 구형치를 사용한 2차 감속장치 총중량 : 370kg
효율 : 92%

그림 42 구조변경에 의한 경량화의 예

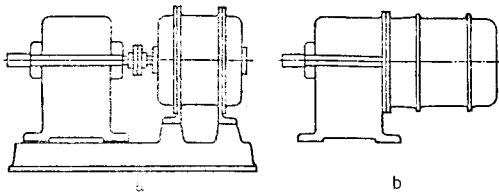


그림 43 구조변경에 의한 경량화의 예 (모우터를 감속장치에 부착시킴)

2.8. 표준부품 사용에 따른 결정

모든 설계자들 중에 계속하여 반복되는 동일한 문제를 매번 풀기를 좋아하는 사람은 없다. 이것이 왜 표준품이 만들어졌는가에 대한 이유이다. 표준품의 사용이 대두될 때마다 설계자들은 원래 설계에 대한 자기들의 자유성이 제한되는 것을 두려워한다. 그러나 이것은 근거없는 두려움이며 반대로, 설계작업에 탄력성을 주는 것이 표준품임을 알아야 한다. 표준화를 5가지로 대별하면 다음과 같다.

(가) 추상적 개념, 명칭, 수열, 나사 및 끼워맞

춤등과 관련된 기술표준

- (나) 공업제도에 관련된 표준
- (다) 재료표준
- (라) 표준부품 ; 보울트, 너트, 핀, 작동요소 등
- (마) 동력전달부품, 베어링 및 치차의 치형 시스템에 관한 표준

2.9. 현존하는 제품에 따른 결정

종래에는 부품이 필요한 회사가 직접 그 제품을 만들어 사용했지만 생산의 합리화에 따라 여러가지 부품과 장치가 그 제품의 전문회사에 의해 제조되고 있다. 모든 설계자는 따라서 이들 공산품(工產品)의 형상을 포함한 모든 상세한 지식을 가지고 있어야 한다. 이러한 지식은 경제성의 관점에서 볼때 대단히 유익한데, 이는 주형, 공구 및 고정구등이 절약되기 때문이다.

2.10. 외형에 따른 결정

공업제품은 시간에 따라 그 외형이 때때로 상당히 변화되는데 이러한 변화는 기술개발에 의한 것, 제품의 진보적 개량, 또는 제조방법의 단순화에 의한 것 외에 당대의 창조활동에 의한 미적인식(美的認識)에 부응한 것도 있다.

설계자들은 당연히 그들 제품의 외모를 가능한 아름답게 만들려고 노력한다. 공산품의 설계에서 형상의 아름다움은 그 공산품의 목적에 부합되도록 결정되었을때 나타나며 설계자가 그의 제품에 기능, 재료, 제조방법에 따라 가장 적합한 형상을 부여하는 것을 의미한다.

일반사람들의 미적 감각으로부터 추출된 형상 결정에 고려할 요소 :

- (가) 단면에서의 강도는 되도록이면 동일하게 할 것.
- (나) 작업자의 신체조건에 맞게 할 것(그림 44)



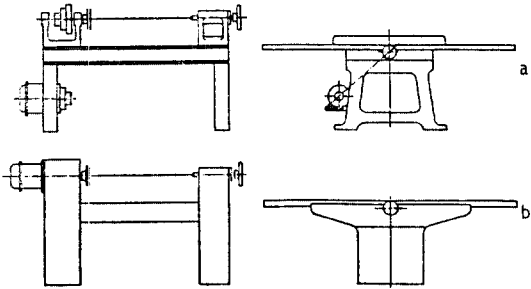
a : 불만족 b : 만족(손에 꼭맞음)

그림 44 손잡이의 외형 형상결정

(다) 정밀하게 가공하고 산뜻한 느낌을 주도록

할 것.

(라) 형상을 평범하고 직선적으로 할 것(그림 45)



(a) 종래형상 (b) 현대형상

그림 45 단순하며 산뜻한 감각의 현대형상설계

(마) 적절한 색깔로 도장 할 것(초록과 푸른빛의 회색이 심리적 측면에 유효)

(바) 순전한 미적감각에서의 유행형은 특성의 균일성을 항상 추구하므로 이 원칙에 따라 결정 할 것(리벳과 용접은 혼합 또는 주조와 용접의 혼합을 피할 것)

2.11. 취급 및 운전용이성에 따른 결정

기계, 기구 및 장치를 운전시키기 위한 작동 요소들을 레버형 손잡이, 원형 손잡이, 십자형 손잡이 또는 크랭크 손잡이등으로서 이들 요소들의 형상은 그들의 사용목적 및 작용력이나 토오크 크기에 부합되도록 결정되어야 한다.

2.12. 관리 및 유지문제에 따른 결정

설계주문자들은 때때로 기계나 장비들의 유지 및 관리에 대한 특별한 요구를 하고 있다.

관리 및 유지란, 공장이나 기계 및 장비들이 운전될 수 있도록 수행하는 작업 및 세척, 윤활 및 보울트의 재조임, 마모품이나 불량품의 교체 등을 말하며, 이러한 작업이 신속히 수행될 수 있도록 설계자는 해당부품에의 접근이 용이하고 또 사용되는 공구의 수도 최소가 되도록 형상결정을 해야한다.

2.13. 보수 및 정비문제에 따른 결정

보수 및 정비에 따른 형상결정시 고려 되어야 할 3가지 경우.

(가) 단순제품을 보수하는 것이 그 전체 제품을 대체시키는 것보다 비쌀때 : 부품들로 분리제작하지 말 것.

(나) 어느 한 부품이 마모를 많이 받게될 때 : 사용자에게 교체부품을 공급하여 사용자가 직접 교체 가능토록 설계할 것.

(다) 교체나 보수가 전문지식을 필요로 할 때 : 사용자가 직접 보수하지 못하게 하고 제품회사나 전문보수회사에 의뢰토록 할 것.

2.14. 표면특성에 따른 결정

공업제품의 표면특성은 그 쓰이는 용도에 따라 변한다. 예컨대, 설계자가 부식을 방지하기 위해 금속도금을 하려할 때, 비록 사용될 재질에 파우된지만, 형상을 고려해야만 될 여러과정을 알아야 한다.

즉 설계자가 어떤 형태의 금속처리 과정을 밟을 것인가를 결정하여 설계해야 됨을 의미한다.

2.15. 선적에 따른 결정

공산품의 형상결정에 있어서 선적의 적합성도 고려되어야 하는데 초보자들은 이 점을 소홀히 하기 쉽다.

예컨대, 대형이거나 부피가 큰 항목들은 분해 가능토록 설계되어야 하고, 측정 기구같은 것은 부피는 작지만 충격이나 진동에 취약하므로 고정시키거나 또는 분해 가능토록 형상을 결정해야 한다.

2.16. 동력요구에 따른 결정

순수한 재정적 이유로 인해 이용자들은 에너지를 적게 소비하는 제품들을 원하고 있다. 따라서 설계자들은 에너지소비를 줄이는 방향으로 설계를 해야 한다. 에너지소비에 따른 제품의 경제성이 그 제품의 믿을 만한 품질의 기준이 되며 또 종래 제품과의 경쟁력을 결정하는 중요 요소임을 잊어서는 안된다.

3. 결 론

機械設計의 초보자들은 가장 단순한 설계문제에 부딪치더라도 해답을 제시할 수 있는 형이나 모델의 부족 때문에, 만일 확고한 방안이나 방침이 주어지지 않는다면 끝없는 시행착오로 인해 설계방법을 잃어버리게 됨을, 설계를 처음 시작한 사람들은 잘 알고 있다. 따라서 본 해설은 이러한 점을 지양시키기 위해, 특히 기계설계에 있어 해석적인 방법이 없이 오직 경험에 의해 결정되며 계산의 최종단계인 형상설정을, 숙련된 기계설계자는 물론 초보자도 신속하고 용이하게 처리할 수 있는 방안 및 지침서를 제공하고자 기술되었다.

또, 체계적이고 일반적인 형상결정 지침서를 기초로 하여 경험 및 불확정에 의존한 형상결정을 지양시킴은 물론, 기계설계의 형상결정 단계에서 절대 필요한 창조능력 및 개발능력을 배양시키는 데에 본 형상결정 지침서를 활용할 수 있겠다.

참 고 문 헌

- (1) Mabie, H.H. and Ocvirk, F.W., "Mechanisms and Dynamics of Machinery," John Wiley and Sons, 1978.
- (2) Suh, C.H. and Radcliffe, C.W., "Kinematics and Mechanisms Design," John Wiley and Sons, 1978.
- (3) Gasson, P., "Theory of Design," B.T. Batsford Ltd., 1974.
- (4) 金天旭, "最新機械設備", 文運堂, 1977.
- (5) Shigley, J.E., "Machine Design," McGraw-Hill Book Co., 1956.
- (6) Shigley, J.E., "Mechanical Engineering Design," McGraw-Hill Book Co., 1977.
- (7) Greenwood, D.C., "Product Engineering Design Manual," McGraw-Hill Book Co., 1959.
- (8) Greenwood, D.C., "Mechanical Details for Product Design," McGraw-Hill Book Co., 1964.
- (9) Trucks, H.E., "Designing for Economical Production," Society of Manufacturing Engineers, 1974.
- (10) Niebel, B.W. and Baldwin, E.N., "Designing for Production," Richard D. Irwin, Inc., 1963.
- (11) DeGarmo, E.P., "Materials and Process in Manufacturing," Collier-Macmillan Ltd., 1969.
- (12) Doyle, L.E., "Manufacturing Processes and Materials for Engineers," Prentice-Hall Inc., 1969.

