

Build Block System과 편집설계법

1. 서 론

부품으로부터 제품에 이르기까지 필요 이상으로 그 종류가 많다. 텔레비전이 200종류, 자동차의 핸들이 300종류나 된다고 한다. 이러한 텔레비전이나 자동차의 핸들에 사용하는 수지가 또한 200종류는 된다고 한다. 한편 듀폰에서 사용하는 수지는 2000종류라고 하니까 역시 미국의 10배 정도나 종류가 있는 셈이다. 종류가 많다고 하는 것은 비용이 높아지는 것은 물론이지만, 재고가 증가하여 이들이 스크랩(Scrap)화할 위험도 크다.

어느 업체를 불구하고, 어떻게 해서든지 이러한 종류를 줄이려고 노력하고 있어서, 부품의 공용화 표준화의 추진이라고 하는 점에서 여러 가지 조작을 만들어서 진행하고 있으나, 이미 만들어진 제품에 대하여는 아무리 노력하여도 10%정도의 삭감이 그 한계라고 한다. 왜 이렇게 되어버린 것일까? 이것은 역시 설계관리 체계가 제대로 되어 있지 않기 때문이다.

이것은 서양인과 동양인의 사고의 차이에 기인하는 점이 많다고 생각된다. 즉, 귀납적인 사고방법과 연역적인 사고방법의 차이이다. 서양인의 제품설계 기술은 매우 귀납적이다. 그림 1에 나타낸 것과 같이 우선, 하나의 커다란 목적한 시스템에 표준화 단순화 분업화된 표준품을 가능한한 도입하고, 그렇지 못한 부분만을 추가하여 전체를 하나의 제품(시스템)으로 완성하려고 한다.

이것에 대하여 동양인들의 제품설계기술은 매우 연역적이다. 즉, 제품을 부품의 설계에서부터 시작하여 제품중에 하나의 기능을 완수하는 유닛을 정리하고, 이것을 만드는 장치, 치구를 설계하고, 설비를 구하는 방법이다.

이것이 그림 1에 나타낸 것과 같이 사슬형태로 되면 좋지만, A나 B의 위치에서 사슬이 끊어지는 경우가 있다. 이러한 차이는 기본적으로 동양과 서양의

자라난 환경의 차이에 기인하는 것으로 어느쪽이 절대적으로 우위에 있는 것은 아니고, 또 간단히 고칠 수는 없으나 대량생산을 주체로 하는 제조업에 있어서는 귀납적인 방법이 훨씬 제품의 개발기간을 짧게 하고, 위험부담을 적게하고, 생산성을 높이는 것은 확실하다.

매우 재미있는 예이지만 미국에는 Pinion Lot라고 하는 치차의 냉간인발재가 있다. 치수 모듈 등의 여러 가지 조합으로 다품종의 제품이 준비되어 있다.

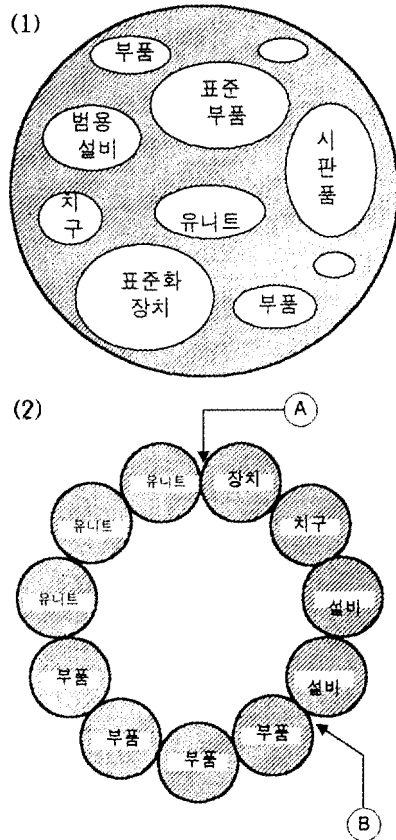


그림 1. 귀납적수법(1)과 연역적수법(2).

따라서 「치차열」을 설계할 때에 사양인은 시판의 피니언 로트의 카다로그로부터 치차를 선택하고, 이것을 조합하여 사양에 적합한 「치차열」을 설계한다. 따라서 생산에 있어서는 피니언 로트를 구입하여 절단할 뿐이다. 치절삭머신도 컷터도 필요없다. 이것에 대하여 동양인은 설계자가 자신이 「치차열」을 설계하기 때문에 새로운 도면이 생기고, 새로운 부품이 발생한다.

한편, 제품으로부터 부품으로 전개하는 조직은 있어도 부품기준 관리의 조직은 없다. 따라서, 종류가 증가하고, 설계상의 문제도 당연히 많아져서, 설계자의 10~20%가 설계변경처리에 매달리는 일이 종종 발생하게 된다. 즉, 설계란 만들어져 있는 것에서 선택한다고 하는 귀납적인 사고방법이 아주 필요하다.

2. Build Block System(BBS)이란

그림 2를 보자. 이것은 여러 가지의 생산조건을 1회의 로트의 수와 반복 Order의 횟수를 취하여 각각 가장 적합한 시스템의 선정기준을 나타낸 것이다. 이것으로 보면, 1회의 로트수가 크고, 반복 Order의 수가 큰 것, 즉, 대량생산을 장기간에 걸쳐 계속할 수 있는 것은 당연히 전용기가 유효하다. 이 경우에는 이를 위하여 최적의 전용 생산설비를 개발하여도 이것이 불필요하게 되어 스크랩화할 위험이 적으므로 문제는 없다. 예를 들면, 롤러베어링, 범용모터 등의 전용생산설비가 이것에 해당한다. 한편, 2~3개의 1회에 한정된 생산은 범용기와 수작업에 의존하는 수밖에 없다.

이것에 대하여 로트는 작지만 반복 Order가 있는 것, 즉 소량씩 계속 생산하는 것에는 NC기계가 유효

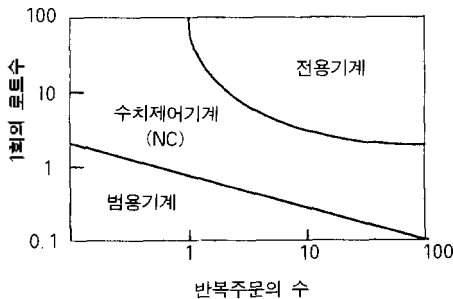


그림 2. 생산시스템과 경제성.

하다. 또한, 로트는 크지만 Order수에 한도가 있는 것, 즉 대량생산은 하지만 그것이 장기간에 걸쳐 계속되지 않고, 어느기간이 지나면 모델체인지(Model change)하여 별개의 제품을 생산하는 경우가 있다. 이러한 생산형태에 대해서는 생산성이 낮은 것을 각오하고 범용기와 수작업으로 일을 하다가 성력효과가 매우 높은 전용기를 도입하여 단기간에 일을 완성하고, 제품의 제조가 끝나면, 기계를 폐기하는 방법이다.

1920년대에 Ford사가 T형 Ford를 양산함에 있어서, 실린더블록(Cylinder Block)을 가공하기 위하여 전용의 트랜스퍼머신(Transfer Machine)을 도입하였는데, 고품질의 엔진을 효율 좋게 생산하는데는 매우 효과적이었지만, 모델체인지에는 대응할 수가 없었다. 즉, GM이 계속하여 새로운 기술을 개발하여 이를 적용한 차를 판매하는 한편, Ford사는 T형 Ford를 고집하지 않을 수 없었고, 결국마켓쉐어(Market Share)를 빼앗기게 되었다.

이것에 대한 반성으로 그후 전용의 Transfer Machine을 도입하는데 있어서는 새로운 기술개발에 대응하여 생산시스템이 변경되도록 하려는 배려에서 Build Block System을 도입하였다. 이 개념은 전용의 Transfer Machine을 구성하는 주요한 구성요소를 미리 표준화한 유니트로써 설계하여 놓고, 새로운 Transfer Machine의 설계에 있어서는 이미 설계하여 놓은 표준화된 유니트로부터 필요한 유니트를 선택하여 이들을 조합하므로써 전용의 Transfer Machine을 만들어가는 방식이다.

이러한 개념에서 보면 제품의 설계가 변경되더라도 유니트 구성을 여러 가지로 변경함으로써 새로운 제품의 가공에 적합한 기계로 바꿀 수가 있다. 이것이 Build Block System의 시작이다. 여기에서 Build Block System을 다음과 같이 정의하여, 놓는다. Build Block System은 기계를 그 주요한 구성요소에 대응하여 표준화된 적당한 유니트로 정리하여, 이들을 서로 조합하여 구조상의 연결을 갖도록 하여 1대의 기계로써 그 기능이 발휘될 수 있는 구조로 정리한 것이다.

이러한 시스템은 다음과 같은 커다란 장점을 가지고 있다.

- ① 미리 표준화시킨 유니트를 조합하는 것만으로, 신규 설계부분이 적으므로 고장도 적고,

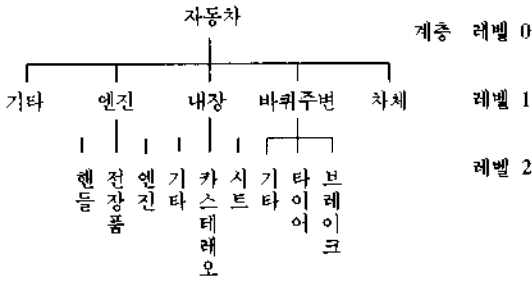


그림 3. 자동차를 구성하는 계층.

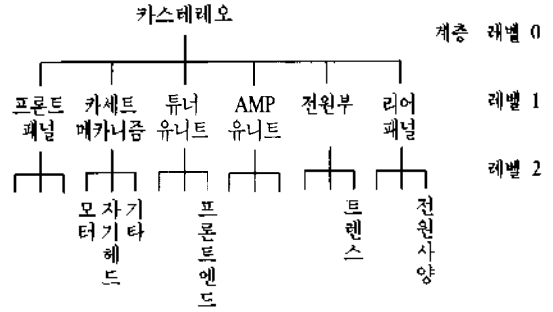


그림 4. 카스테레오를 구성하는 계층.

계획대로의 능력으로 가동할 수 있다.---품질의 개선

- ② 기계가 불필요해졌을 때 그 유닛은 다른곳으로 전용할 수 있으므로 스크랩 가치가 높다.
- ③ 표준화된 유닛을 통합하여 계획생산을 할 수 있으므로 제품의 가격도 저렴해진다.---코스트의 개선
- ④ 신규 설계부분이 아주 적으므로 생산계획에서의 차질도 없어진다.---납기의 개선

최근 Build Block System의 연구는 당초와 같이 단지 기계의 구성요소를 유닛화하여 그것을 조합하는 것만이 아니라, 완전히 범용성이 있는 자동화 기계의 체계를 고려하여 이를 위한 최적의 구성요소의 유닛화 방법을 유도하여, 어느 기간 사용하여 불필요하여진 전용의 생산설비를 100% 다른 것에 재활용할 수 있는 방법의 추구에 적합하다. 이렇게 되면 1회의 루트수가 크고, 반복주문의 수가 한정된 것을 생산성이 높은 전용의 생산설비로 생산할 수가 있다.

주) 용어의 정의

유닛: 제품을 구성하는 구성요소를 「유닛」라고 부른다. 영어로는 Build Block이라고 한다. 그러나 「하나의 체계화된 부분품」이라고 하는 이미지에서 「유닛」이라고 하는 쪽이 정확한 표현이라고 생각된다.

3. 편집설계법

Build Block System과 같은 개념은 전용공작기계에 한정되지 않고, 여러종류의 제품 설계에도 그대로 응용할 수가 있다. 즉, 제품의 주요한 구성요소를

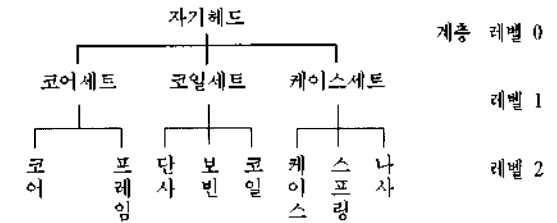


그림 5. 자기헤드를 구성하는 계층.

미리 표준화한 유닛으로써 설계하여 놓고, 이들을 조합하여 제품을 만드는 방법이다. 이러한 방식을 취하면 조합되는 유닛을 여러 가지로 변경함으로써 별개의 제품 설계를 할 수가 있다.

요즈음에는 이러한 시스템을 설계에 주안점을 두어, 「편집설계법」이라고 부르고, 여러 가지의 제품 설계에 폭넓게 이용되고 있다. 편집설계를 효과있게 진행하기 위해서는 몇 가지 중요한 포인트가 있는데, 그 중에서 하나는 편집설계를 적용한 제품의 설계체계가 범용성이 있어야 하는 것이다. 즉, 예외를 가능한 한 생기지 않게 하는 시스템으로 하여야 한다.

그러기 위해서는 제품-유닛-부품과 같은 제품을 구성하는 각각의 계층을 명확하게 하는 것이 필요하다. 예를 들면, 자동차, 카스테레오, 자기헤드에 대하여 이것을 나타내 보면, 그림 3, 그림 4, 그림 5와 같이 된다.

그러나 유닛의 분류를 잘못하면, 예외가 증가하여 적용범위가 좁아져서 잘 이용하지 않게 된다. 따라서 유닛의 분류방법과 계층을 명확하게 하기 위해서는 개인의 독단에 맡기지 말고, 설계관계자가 모여서, Brain Storming을 통하여 결정하면 예외가 적은 객관적인 것을 만들 수 있다.

자동차라는 제품을 고려하여 보면 내장부분은 그 유니트의 하나이고, 카스테레오는 그 내장부분을 구성하는 부품의 하나이다. 이것을 계층으로 나타내면 다음과 같다. 그러나 카스테레오도 하나의 제품이다.

| | | |
|--------------------|----------------------|----------------------|
| 제품 자동차 계층레벨0 | 유니트 내장부품 계층레벨1 | 부품 카스테레오 계층레벨2 |
|--------------------|----------------------|----------------------|

카스테레오라는 제품을 고려하여보면 카셋트 메카니즘은 그 유니트의 하나이고, 자기헤드는 그 카셋트 메카니즘을 구성하는 부품의 하나이다. 이것을 계층으로 나타내면 다음과 같다.

| | | |
|----------------------|-------------------------|---------------------|
| 제품 카스테레오 계층레벨0 | 유니트 카셋트메카니즘 계층레벨1 | 부품 자기헤드 계층레벨2 |
|----------------------|-------------------------|---------------------|

그러나 자기헤드도 여러 가지 구성요소로 그것을 구성하는 부품으로 이루어져 있다. 따라서 자기헤드라고 하는 제품을 고려하여 보면 코어 세트는 그 유니트의 하나이고, 코어라든가 코어프레임 등은 이것을 구성하는 부품이 된다. 이것을 계층으로 나타내면 다음과 같다.

| | | |
|---------------------|----------------------|-------------------|
| 제품 자기헤드 계층레벨0 | 유니트 코어세트 계층레벨1 | 부품 코어 계층레벨2 |
|---------------------|----------------------|-------------------|

편집설계법을 이와같이 제품, 유니트, 부품과 같은 레벨에 각각 적용하여 가면 각각의 계층에 있어서 표준화된 유니트가 만들어지게 되어 표준화의 체계가 완성되게 된다. 그러나 이러한 편집설계를 추진하는데 있어서는 한가지 주의하여야 할 점이 있다. 그것은 「기술진보에 항상 관심을 가지고 이들의 진보에 맞추어서 시스템의 유지보수를 항상 실행할 것」이다. 즉, 정기적인 데이터베이스의 갱신을 하여야 하며, 이것을 잘못하면 제품의 경쟁력을 잃어버리게 된다.

4. 제품크기의 시리즈화

편집설계법을 적용하는 경우에 또 하나의 중요한 포인트는 제품을 구성하는 구성요소에 대하여 「크

기의 시리즈화」를 하는 것이다. 이것에 의하여 예를 들면, 전용공작기계의 경우에는 요구되는 가공능력에 가장 적합한 크기의 가공 유니트를 미리 설계된 가공 유니트로부터 선택할 수가 있다. 이 시리즈화에 있어서 규격에 규정되어 있는 표준수를 사용하여 치수를 결정하면 유니트 상호간에 치수의 관련성이 있으므로 아주 적은 종류의 유니트 체계를 구축할 수 있다.

◎ 가공유니트 크기의 시리즈화

그림 6은 가공유니트의 치수 및 구동부의 출력에 표준수를 채용하여 크기의 시리즈화를 한 예이다. 지금 하나의 크기의 전용공작기계에 I형으로부터 N형까지의 N종의 크기의 가공유니트가 조합될 수 있다고 하자. 그러면 그림 7에 나타난 것과 같이 전용공작기계의 크기를 1에서부터 J까지 J종류 설계하였다 고 하면 일반의 설계법으로는 확실히 N×J 수 만큼의 가공유니트 종류(크기에 관해서만)가 만들어진다.

이것에 대하여 크기의 시리즈화를 하여두면 크기 1의 전용공작기계에 조합되는 I형에서부터 N형까지의 가공유니트는 크기 2의 전용공작기계에 대해서는 II형에서부터 N형까지는 공용되어 N+1형만 설계하면 된다. 이렇게 하여 크기 1에서 J까지의 전용공작기계에 조합되는 가공유니트의 종류를 고려하면 N+J-1의 종류로 끝낼 수 있다.

| 시리즈 | 치수 | H | W mm | L | 동 력 |
|-------|----|-----|---------|-----|--------------|
| No. 1 | | 63 | 100 | 180 | 200 W(1/4HP) |
| 2 | | 80 | 125 | 224 | 400 W(1/2HP) |
| 3 | | 100 | 160 | 280 | 750 W(1HP) |
| 4 | | 125 | 200 | 355 | 1.5 kW(2HP) |
| 5 | | 160 | 250 | 450 | 2.2 kW(3HP) |

그림 6. 가공유니트 크기의 시리즈화.

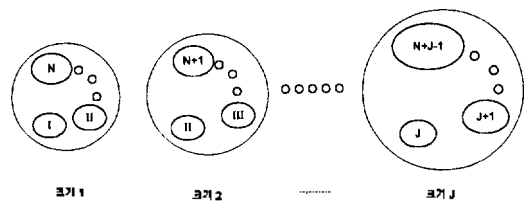


그림 7. 표준수에 의한 크기의 시리즈화와 품종의 수.

표 1. 표준수(JIS Z 8601 단 R80은 생략)

| 기본수열의 표준수 | | | | 배열번호 | | | 계산값 | |
|-----------|------|------|------|--------------|-------------|---------------|--------|--------|
| R5 | R10 | R20 | R40 | 0.1이상 1미만 | 1이상 10미만 | 10이상 100미만 | | |
| 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | -40 | 0 | 40 | 1.0000 | |
| | | | 1.06 | -39 | 1 | 41 | 1.0593 | |
| | 1.25 | 1.12 | 1.12 | -38 | 2 | 42 | 1.1220 | |
| | | | 1.18 | -37 | 3 | 43 | 1.1885 | |
| | 1.60 | 1.25 | 1.25 | -36 | 4 | 44 | 1.2589 | |
| | | | 1.32 | -35 | 5 | 45 | 1.3335 | |
| | 1.60 | 1.60 | 1.40 | 1.40 | -34 | 6 | 46 | 1.4125 |
| | | | | 1.50 | -33 | 7 | 47 | 1.4962 |
| | | 2.00 | 1.60 | 1.60 | -32 | 8 | 48 | 1.5849 |
| | | | | 1.70 | -31 | 9 | 49 | 1.6788 |
| 2.50 | | 1.80 | 1.80 | -30 | 10 | 50 | 1.7783 | |
| | | | 1.90 | -29 | 11 | 51 | 1.8836 | |
| 2.50 | | 2.00 | 2.00 | 2.00 | -28 | 12 | 52 | 1.9953 |
| | | | | 2.12 | -27 | 13 | 53 | 2.1135 |
| | | 2.50 | 2.24 | 2.24 | -26 | 14 | 54 | 2.2387 |
| | | | | 2.36 | -25 | 15 | 55 | 2.3714 |
| | 3.15 | 2.50 | 2.50 | -24 | 16 | 56 | 2.5119 | |
| | | | 2.65 | -23 | 17 | 57 | 2.6607 | |
| | 3.15 | 2.80 | 2.80 | -22 | 18 | 58 | 2.8184 | |
| | | | 3.00 | -21 | 19 | 59 | 2.9854 | |
| | 4.00 | 3.15 | 3.15 | 3.15 | -20 | 20 | 60 | 3.1623 |
| | | | | 3.35 | -19 | 21 | 61 | 3.3497 |
| 4.00 | | 3.55 | 3.55 | -18 | 22 | 62 | 3.5481 | |
| | | | 3.75 | -17 | 23 | 63 | 3.7584 | |
| 5.00 | | 4.00 | 4.00 | -16 | 24 | 64 | 3.9811 | |
| | | | 4.25 | -15 | 25 | 65 | 4.2170 | |
| 5.00 | | 4.50 | 4.50 | -14 | 26 | 66 | 4.4668 | |
| | | | 4.75 | -13 | 27 | 67 | 4.7315 | |
| 6.30 | | 5.00 | 5.00 | 5.00 | -12 | 28 | 68 | 5.0119 |
| | | | | 5.30 | -11 | 29 | 69 | 5.3088 |
| | 6.30 | 5.60 | 5.60 | -10 | 30 | 70 | 5.6234 | |
| | | | 6.00 | -9 | 31 | 71 | 5.9566 | |
| | 7.10 | 6.30 | 6.30 | -8 | 32 | 72 | 6.3096 | |
| | | | 6.70 | -7 | 33 | 73 | 6.6834 | |
| | 8.00 | 7.10 | 7.10 | -6 | 34 | 74 | 7.0795 | |
| | | | 7.50 | -5 | 35 | 75 | 7.4989 | |
| | 8.00 | 8.00 | 8.00 | -4 | 36 | 76 | 7.9433 | |
| | | | 8.50 | -3 | 37 | 77 | 8.4140 | |
| 9.50 | 9.50 | 9.00 | -2 | 38 | 78 | 8.9125 | | |
| | | 9.50 | -1 | 39 | 79 | 9.4406 | | |

㉔ 표준수에 대하여

표준수(標準數)에 대하여는 여기에서 간단히 다룬

다. 표준수라고 하는 것은 하나의 수를 일정의 공비(公比)로 분할한 수열이다. 표 1에 R-5(공비 1.6), R-

10(공비 1.25) 및 R-20(공비 1.12)의 표준수열을 나타낸다. 표준수에 의한 설계란 이 표의 수치 이외에는 사용하지 않는 것이다. 그림 6의 가공유니트의 설계예에서는 모든 공비 1.25의 R-10의 수치를 사용하여 설계하고 있다. 단 길이방향의 L치수에 대해서는 기능상 R-10의 수치만으로는 설계할 수 없으므로 R-20의 수치를 사용하고 있으나, 크기의 시리즈화에 있어서 공비는 R-10과 마찬가지로 1.25를 사용하고 있다. 표준수를 이와같이 이용하면 설계상의 제약이 적어져 사용하기 쉽다.

5. 제품생산에의 응용

편집설계법에 의한 제품 유니트 부품과 같은 구성요소의 계층레벨이 명확하게 결정된 제품설계의 체계가 만들어지면, 제품의 생산에 있어서는 이미 만들어진 체계중에서 제품을 구성하기 위하여 필요한 계층레벨 1의 유니트를 선택하는 것만으로 제품을 만들 수 있다.

계층레벨 1의 유니트와 이것을 구성하는 계층레벨 2의 부품과의 관계는 이미 편집설계법에 의하여 설계를 거치고 있으므로, 제품을 구성하는 계층레벨 0과 2와의 관계는 이미 결정되어 버린다. 이것에 대하여 전용공작기계를 예로 들어 설명하기로 한다.

◎ 전용공작기계에 있어서 생산에의 응용

전용공작기계에 있어서 편집설계의 구성은 그림 8의 계층레벨 0~2에 나타난 기계와 유니트와 부품사이에서 전개된다. 구체적으로는 우선, 대상이되는 부

| STEP | 구성요소 | 표준화체계 |
|------|---------------|--------------------------|
| 레벨 0 | 기계 (작업분류) | 이송장치의 체계 |
| 레벨 1 | 유니트 (기능분류) | 유니트 체계 편집설계표 (유니트분류표) |
| 레벨 2 | 부품 (형상분류) | GT(Group Technology)체계 |

편집설계에 의한 기계

그림 8. 전용공작기계에 있어서의 제품·유니트·부품의 관계.

품의 가공·조립·내용을 검토하고, 이를 위하여 필요한 계층레벨 1의 유니트를 선정하여 이것을 구성하는 계층레벨2의 부품을 생산하고, 이들을 조립하여 계층레벨 0의 전용공작기계를 제작하게 된다. 이 관계를 알기 쉽게 나타낸 것이 그림 8이다. 이 결과, 그림 8의 아랫부분에 나타난 것과 같은 전용공작기계를 간단히 구할 수 있다.

현재와 같은 개발기간 제품수명이 짧을때는 이러한 생산방식이 아주 유효하다고 할 수 있다. 실시예에 대하여 그 구체적인 효과를 그림 9에 나타낸다. 종래의 설계법과 비교하여 편집설계법을 도입한 전용공작기계에서의 실시예에서는 설계·가공에서의 트러블 수가 각각 90%·70%나 감소하였다. 또, 설계·가공·조립의 시간이 각각 70%·40%·50%나 감소하고 있다. 이것은 신규 설계가 적어짐에 따라 미경험의 부품이 적어지고, 또한 반복생산하는 비율이 증가함으로써 가공·조립의 경험이 축적되었기 때문이다.

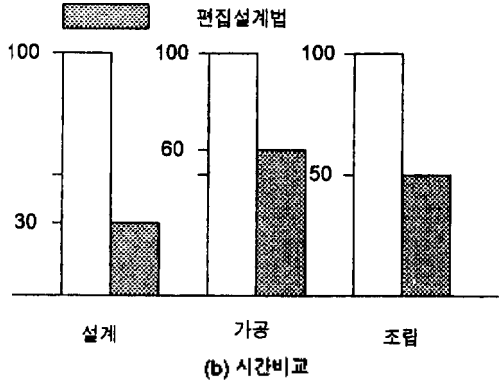
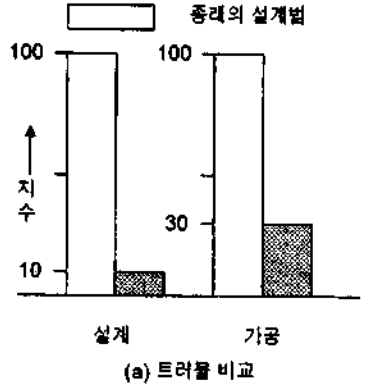


그림 9. 편집설계법에 의한 구체적 효과.

부 록

편집설계법은 이렇게 하여 생겨났다.

편집설계법은 오늘날, 그 중요성이 한층 높아지고 있다. 그것은 제조업이 상품의 다양화와 그 변화의 빠름에 대한 적응과 동시에 심각한 원가절감이 요구되고 있기 때문이다. 그리고, 이 편집설계법(Build Block System)이라고 하는 것이 만들어진 역사적 배경도 또한 본질적으로는 거의 비슷한 필요성에서이다.

그것은 명백하게 기계화와 대량생산의 토양에서 싹이트고 자란 것으로 「하나의 자동화 라인 중에서 다른 사양의 부품 제품을 어떻게 하여 효율적으로 만들 것인가」하는 필요성에서부터 고려된 것이다.

한편, 헨리 포드 1세는 이렇게 말하고 있다. 「자동차를 제조하는 방법은 1대의 자동차를 또 한 대와 마찬가지로 만드는 것이다」라고. 이것이야말로 초기의 대량생산의 眞髓이었다. 그러나 이것으로 인하여 마침내 포드의 쇠퇴를 초래하였고, 역으로 시대의 니즈(Needs)에 잘 적응하여 GM이 발전하게 된 것은 유명한 이야기이다. 이것이야말로 제품사양의 유연성과 표준화를 양립시키는 일의 어려움을 상징하는 극적인 일로, Build Block System이나 편집설계를 이끌어 냈다고 할 수 있다.

.....

본 기사는 전국대학교 이성수 편집위원이 日經 Mechanical에 掲載된 내용을 발췌하여 번역하였습니다.