

조립 용이화를 위한 구조 설계

목 학 수 정 남 수
(부산대학교 산업공학과)

1. 서론

커피 포트는 60여개의 부품으로 조립되어 있는 제품으로써, 다품종 대량 생산되는 제품이다. 이러한 제품을 설계할 때에는 소비자의 기호에 맞게 모델을 다양화 하여야 하며, 제품과 품질, 성능등 제품측면과 서비스, 가격등 판매측면에서도 세심한 전략이 필요하다. 이는 제조 기업 대부분이 해결해야 할 과제이다. 그러므로, 작업자의 임금 상승, 경쟁 회사와의 가격 경쟁 등 기업 내외적 원가 상승 요인에 효과적으로 대처하여야 한다.

그 한 방법으로 제품을 구성하고 있는 부품을 분석, 검토하여 부품수를 줄이고 자동화 정도를 높이며, 조립의 용이성과 유연성을 갖는 제품의 구조적 재설계를 수행하여 조립 경비를 줄이는 것을 들 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 커피포트를 대상으로 조립의 용이화를 위한 구조 설계를 할때 고려되어야 할 여러가지 설계 단계와 영향 요소등을 체계적으로 고려하여 작업자, 공정, 조립 기계, 재료등 조립 수행 측면에서의 비용을 절감 할 수 있는 방향을 제시하고자 한다.

2. 조립 과제의 분석

종래의 제품 구조 설계에서는 구조 설계자에 의해서 설계된 도면에 따라 제조 작업자가 가공, 조립하는 단계에서 그치는 경우가 대부분이다. 그러므로, 실제 제조 작업자의 경험 정보나 조립 방법, 가공 기술, 작업 조건등 구조 설계자가 반드시 알아야 할 정보의 전달이 되지않아 조립경비의 절감을 기할 수 없었다. 따라서, 구조 설계자는 항상 제조 작업자와 정보를 교환하면서 분석, 설계하여야 한다.(그림 1).

조립될 제품의 구조 설계시 작업 진행순서가 그림 2에 제시되어 있다. 설계 수행의 첫번째 단계는 조립과제의 분석과 이를 기초로한 제품의 구조 및 생산에서의 취약점등을 파악하는 분석단계이다. 앞단계에서 파악된 여러 정보 (예를들어, 제품의 구조, 조립순 형상, 조립 방법, 조립 시간)를 사용하여 조립성이 높은 구조 설계에 대한 대안이 설정되고, 이들 대안들을 여러 평가 기준 -기술적, 경제적, 생산적 평가 기준-들에 의해 적절한 구조 설계가 선택 되어지는 단계로 구분된다.

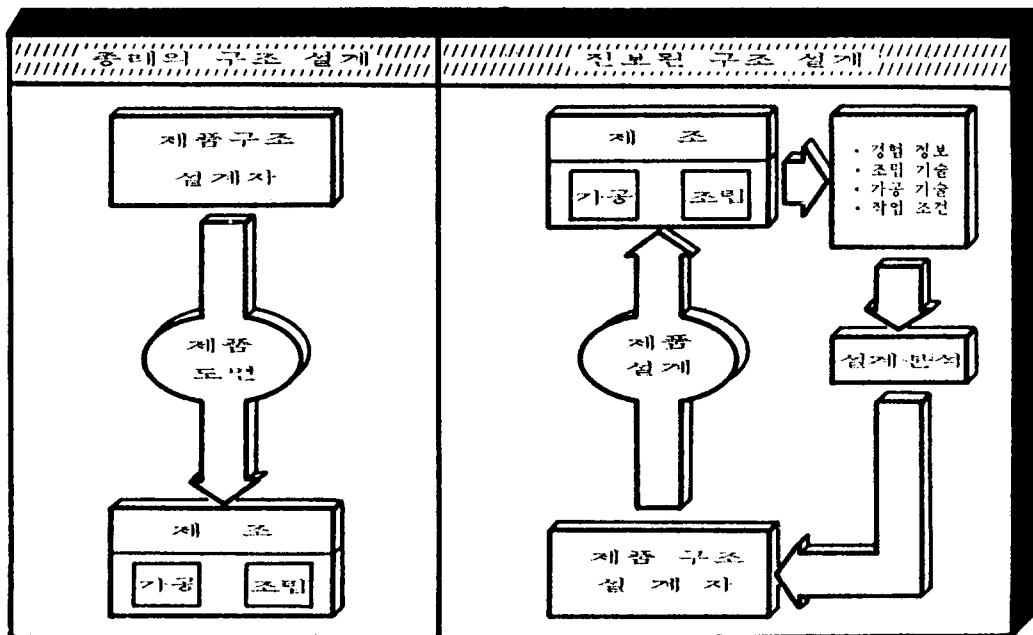


그림 1 : 제품 구조 설계에서의 변화

커피포트를 체계적으로 분석하기 위해서는 먼저

- 조립 공정에 대한 파악
- 조립 공정 수행 시간에 대한 분석
- 조립의 주기능 및 부기능의 작업성

에 대한 세밀한 파악이 있어야 한다.

그림 3에서는 대상으로 선정된 커피포트에 대해서 조립을 위한 구조 설계의 과제 수행을 위해 여러가지 요소들에 대해 분석된 자료가 제시되어 있다.

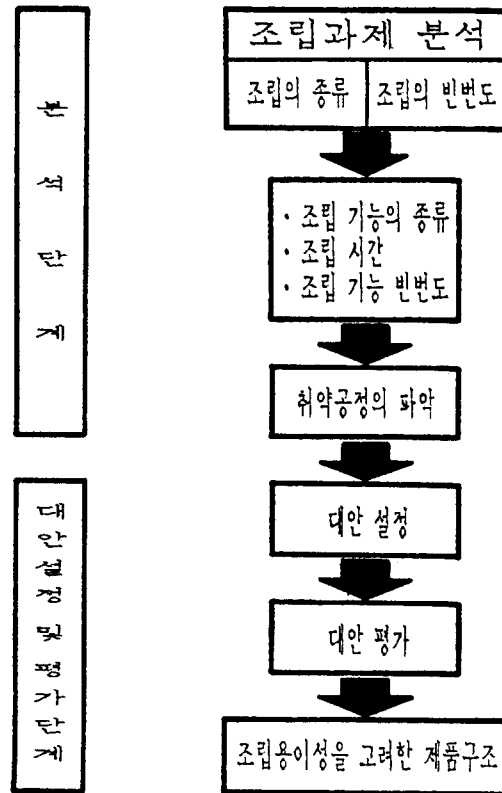


그림 2 : 조립 용이성을 고려한 제품 설계

3. 취약 공정의 파악

수행될 조립의 과제는 생산할 제품의 수, 종류, 납기등에 의해서 결정된다. 이런 여러가지 사항들과 실제 조립될 제품의 구조 분석을 통해 생산적 취약점이 파악되어야 한다./1/.

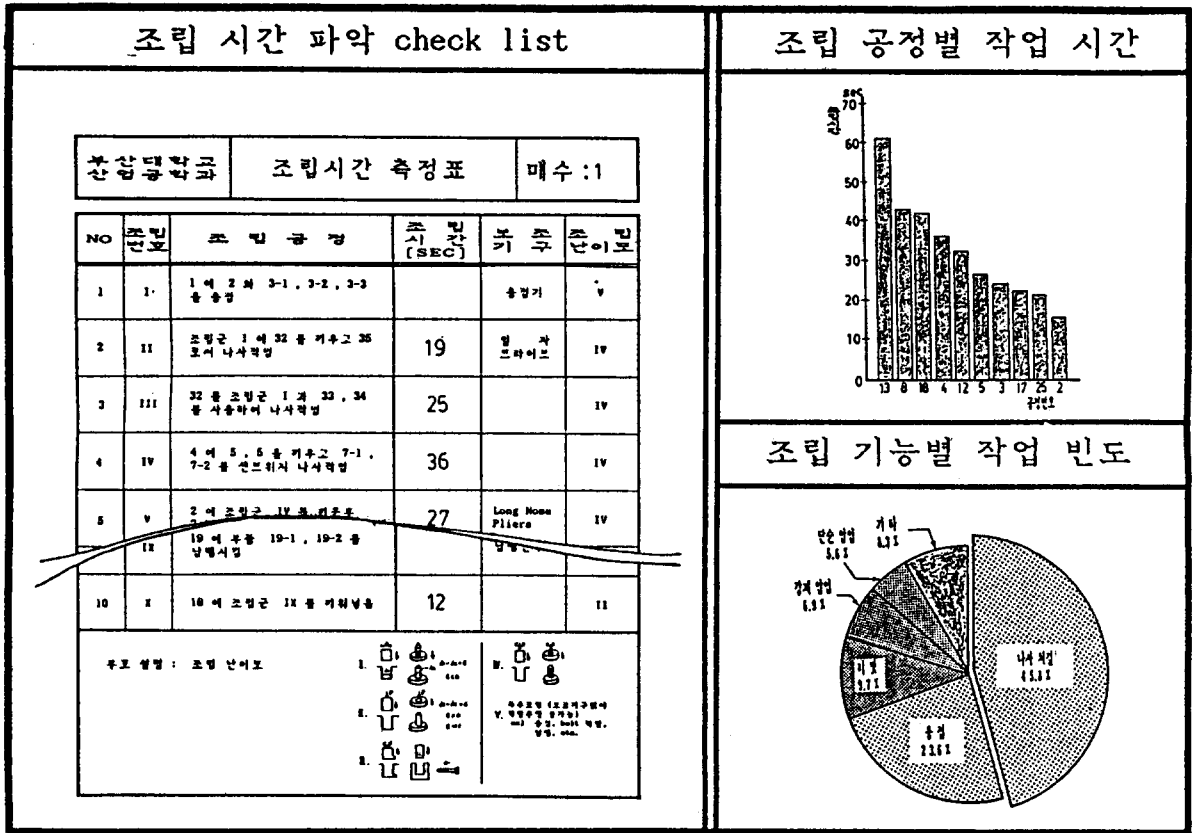


그림 3 : 조립 시간 파악표 및 공정별 기능별 시간 분포표

이러한 취약점은 궁극적으로 조립될 대상과 조립 기능에 대한 요소들에 의해 결정된다. 즉, 조립 대상 혹은 조립 기능에 대한 취약점은 조립 공정의 주기능 및 부기능에 대한 수행의 어려운 정도, 그리고 실제 조립이 수행되는 조립 시간 및 실제 작업을 수행하는 기능 수행체의 분석을 통해 파악되어 진다. (그림 4).

4. 대안 설정

앞 단계 등에서 파악된 여러 자료들을 가지고 조립 용이성이 높은 제품 구조 설계를 행할수 있게 된다./2/.

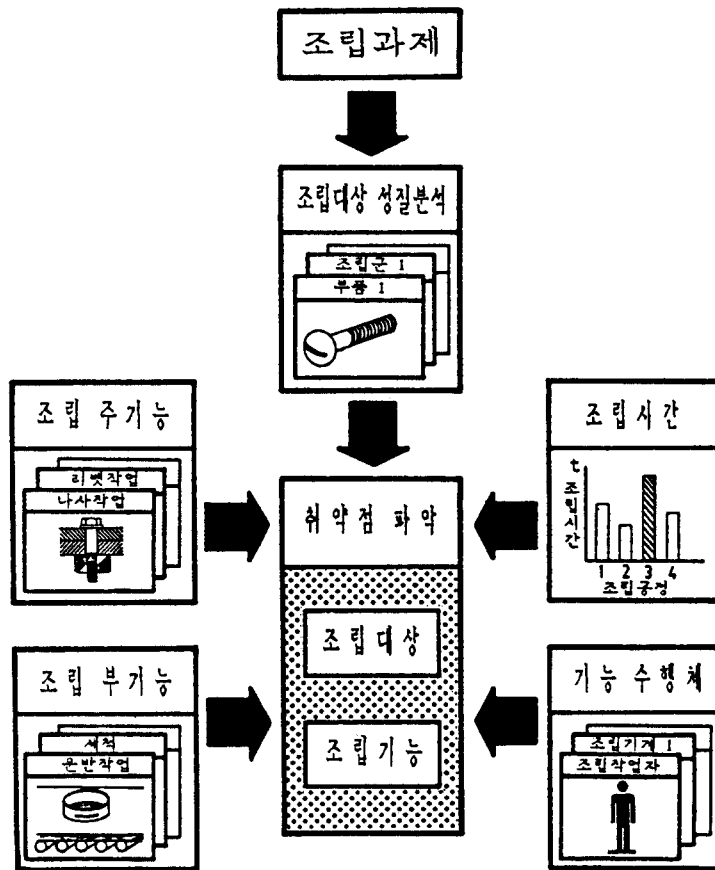


그림 4 : 조립 과제의 취약점 파악

조립 구조의 설계 대안을 세울때

- 기술적 수행 용이성
- 경제적 수행 용이성
- 제품의 조립 시스템의 유연성
- 기타 (예, 부품의 가공 용이성)

등과 같은 성질들을 고려하여 행해져야 한다.(그림 5).

기술적 성질은 제품의 조립 공정 수행성과 조립의 자동화 가능성, 그리고 조립의 수행 방법등을 들수 있다. 경제적인 성질은 제품을 구성하고 있는 부품의 수, 조립군의 수, 조립 기계 및 재료등에 의해서 결정된다.

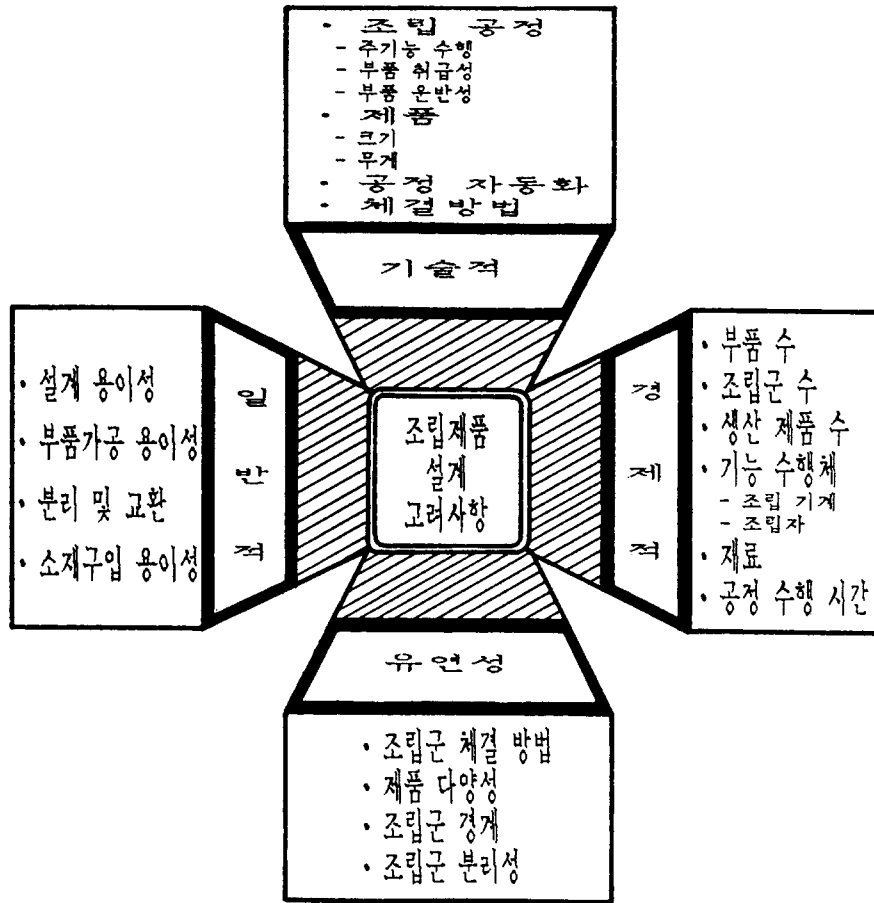


그림 5 : 조립 제품의 구조 설계시 고려 사항

그리고, 조립의 체결 방법 및 새로운 설계에 대한 제품의 유연성과 조립 시스템의 유연성은 함께 고려될 성질이다. 이에 덧붙여 조립될 부품의 가공성등도 함께 고려되어야 할 성질이다.

따라서, 조립 용이성을 향상시킬 수 있는 설계 원칙들은 다음과 같다.

I. 조립될 부품 측면을 고려한 설계 원칙

- 1) 간단한 구조
- 2) 상자속 채움 방식
- 3) 전체부품 지지 및 운반을 위한 기본 부품의 설정
- 4) 조립군들로 구성될 수 있는 제품의 설계
- 5) 높은 표면 정밀도의 요구 부위 감소
- 6) 일체화 설계
- 7) 비대칭의 확실한 구별
- 8) 자동 조립을 위한 체결요소 설계

II. 조립 공정 측면을 고려한 설계 원칙

- 1) 조립 공정의 감소
- 2) 반드시 체결된 부품들의 본리가 필요한지 ?
- 3) 부품의 대칭화 설계
- 4) 여러가지 다른 끼워 맞춤 방향 지향
- 5) 가능하면 나사 체결 생략
- 6) 품질 검사 용이화를 위한 특징 요소 설정
- 7) 짧은 끼워 맞춤 길이 설정
- 8) 체결 요소의 단일화
- 9) 회전 방향의 파막을 위한 형상 요소 설정
- 10) 부품 놓임 안정성
- 11) 분리된 체결 요소의 감소
- 12) 납계의 조립될 부품 수 최소화
- 13) 체결 요소들의 정렬 및 일체화
- 14) 돌출형 고리 모양의 요소 지양
- 15) 저품질의 부품 사용 감시
- 16) 부품의 운반 용이성 고려
- 17) 끼워 맞춤을 위한 보조요소 이용
- 18) 끼워 맞춤 방향의 작업 용이성 검토
- 19) 안내면의 이용
- 20) 스냅 체결 원칙
- 21) 보조 조립 기구 이용을 위한 영역 고려
- 22) 샌드위치 조립 방법

한편, 제품의 구조는 그림 6 에서 보는 바와 같이 크게 기하학적 특징 요소와 조립 생산적 특징 요소로 나눌 수 있다.

기하학적 특징 요소로는 부품의 무게, 치수, 형상등이 있다. 그리고 조립 생산적 특징 요소로는 제품 구조, 부품 수, 체결 방법, 체결 요소의 수 등 여러 가지가 있는데, 커피포트의 기능을 고려하여 꼽힐 수 있는 물의 양이나 취급성, 안전성, 조립 용이성 등을 감안하여야 한다.

또, 대안 설정시에 조립 측면에서의 고려 사항으로 현재 조립 기술의 수준과 조립 수행체 -조립 작업자, 조립기계 등- 와 조립 과제, 즉 조립 제품의 구성 요소등도 고려되어야 한다.

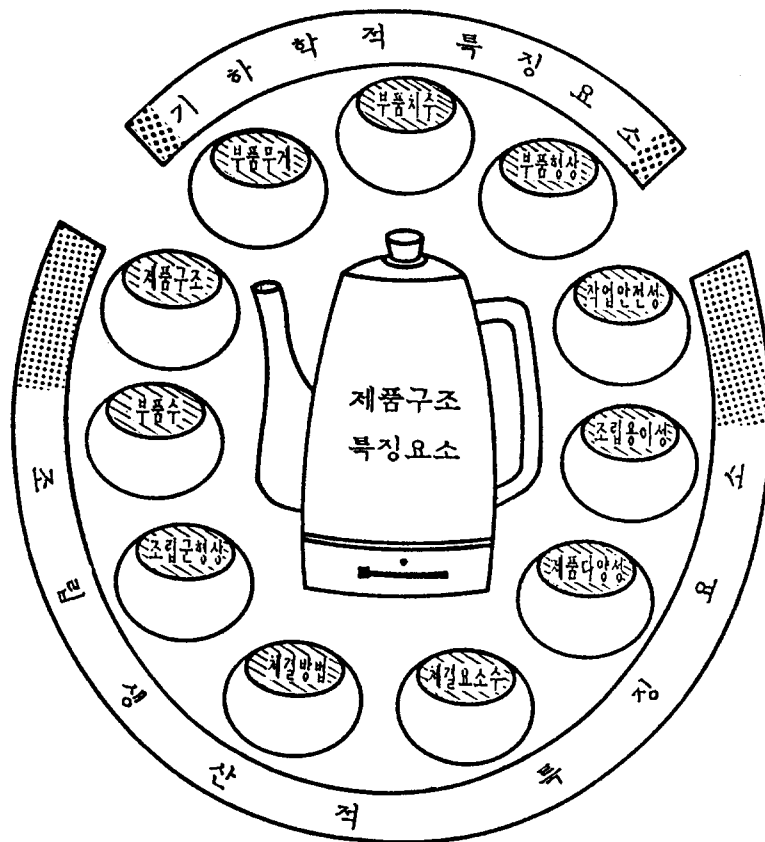


그림 6 : 제품 구조의 특징 요소

대안의 간단한 예로서, 조립 수행체 측면에서 조립 용이성을 고려한 부품의 재설계를 그림 7에서 볼 수 있다.

이 그림에서 부품 ⑨는 열판을 커피포트의 밑바닥에 고정하고 전류공급 이자를 부착시키는 것이다. 이 예에서 위치 결정이 어려운 부품 ⑩을 제거하고 부품 ⑨를 설계 변경한 예이다.

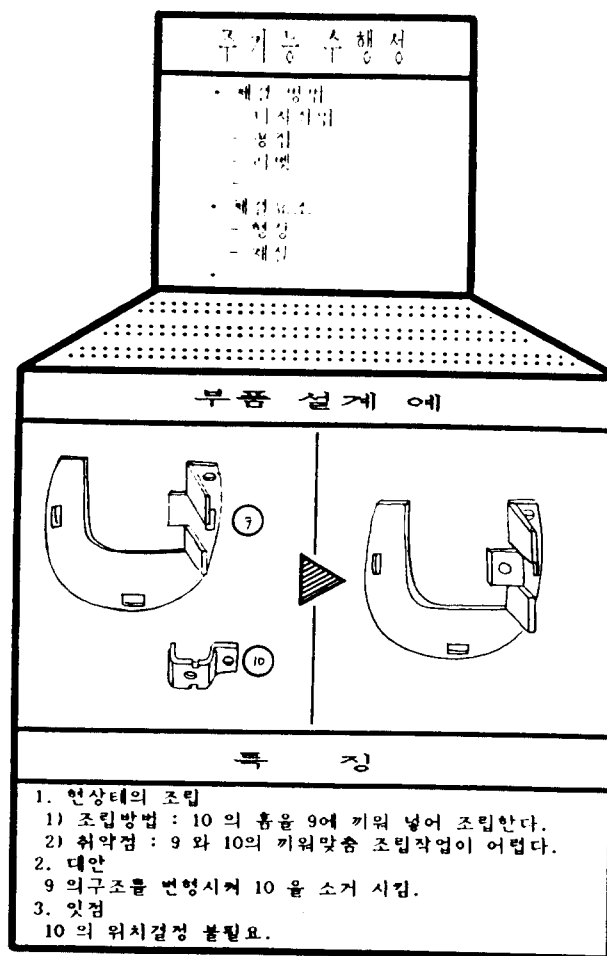


그림 7 : 조립 공정 수행 용이화를 위한 설계 예

5. 대안의 평가

이렇게 하여 제시된 대안들에 대해서 여러 사항이 고려되어 검토, 평가되어야 한다./3/. 왜냐하면, 부품의 설계를 변경한다는 것은 곧 조립 방법과 조립 기계, 조립 공정등의 변경을 요하기 때문에 잘못된 대안의 실행시에는 많은 경비 손실을 초래하기 때문이다.

따라서, 제시된 대안들의 평가를 위해서는 네가지 측면에서 평가기준이 제시될 수 있다.

첫째로는, 기술적인 측면으로 부품 형상의 복잡한 정도와 공차범위, 제품의 재질, 대안의 기능이 종전의 부품 기능과 동등하거나 그 이상의 조립 기능 수행능력이 있는지 등에 대해 평가 한다.

둘째, 경제적인 측면으로 설비의 투자정도, 공정 수행 시간, 보조 설비 경비, 장비의 종류 및 수 등에 대한 평가이다.

셋째, 생산적인 측면으로 조립 공정 수행 용이성, 부품 수, 부품 이송 용이성, 부품 정렬 용이성, 조립 기능 수행체, 조립 시간, 제품 품질등을 평가하여야 한다.

넷째, 작업자 측면으로써, 작업 안전성, 작업자 교육의 필요성, 작업자 숙련 정도등에 대한 평가이다.

이렇게 하여 선정된 대안들의 집합으로 이루어진 조립 과제는 조립 시간과 작업자, 조립 기계, 부품 수 등을 줄여서 조립경비를 최소화 할 수 있는 제품의 구조를 결정 할 수 있다.

6. 결론

본 연구를 통하여 조립을 용이화하는 구조 설계를 수행함으로써 조립경비를 절감 할수 있는 접근 방법을 제시하였다. 즉, 조립 과제를 분석하여 취약점을 파악하고, 대안을 설정한다. 그리고, 그 대안을 평가기준에 따라 평가하고 선택하는 과정이다.

조립 과제를 체계적으로 분석함으로써, 현재 수행중인 조립 공정중의 낭비 요소를 파악한 후, 이를 제거할 수 있는 방법을 모색하고, 기능에 치중한 과다 설계를 방지하여 무리한 설비 투자를 방지할 수 있다.

7. 참고 문헌

- /1/ Eversheim, W. Planning a Highly Mechanized Assembly System for
Kettner, P. Product Variants
Merz, K.-P. Annals of the CIRP Vol. 34/1/1985 pp.9-12
- /2/ Ungeheuer, U. Montagegerechte Produktgestaltung
Kalde, M. Ind. -Anz. 105 (1983) Nr. 92
- /3/ Dilling, H.-J. Methodisches Rationalisieren von Fertigungsprozessen
am Beispiel montagegerechter Produktgestaltung
Diss. TH Darmstadt, 1978