

# SIMAN을 이용한 조립시스템의 시뮬레이션에 대한 연구†

목학수\*

## Simulation of Assembly System using SIMAN

Hak-Soo Mok\*

### Abstract

In this paper, how to evaluate the assembly system was studied. The traction machine(TR M/C) is a kind of medium sized small quantity product. This work was performed on restriction of satisfying the customer's demand by simulating on the criteria of the queuing quantity in production system, the effectiveness of assembly machine and the average time spent on assembling. The problems about assembling were grasped through the analysis of products and process. The outputs of simulations that used SIMAN on four alternatives were evaluated on the basis of the average queuing quantity, the line effectiveness, the assembly time of a product and the production capacity.

### 1. 서 론

종래 중형제품의 소품종 소량 생산체제 혹은 주문 생산체제에서는 보통 자동화에 대한 고려없이 거의 수작업으로 작업자에 의존하는 조립시스템 구조를 가지고 있었다. 그러나, 최근 조립될 제품들에 대한 요구조건이 더욱 복잡해지고 제품의 다품종화 및 작업자의 안전성 문제, 작업 생산성 문제 등 여러 가지 요인들에 의해서 조립공정의 개선 및 합리화에 대한 고려가 더 한층 중요한 의미로 대두되고 있다.

이러한 중형 조립 생산에서는 기업 내적으로는

중량 부품으로 인한 작업자의 신체적 부담을 덜어 주어야 하며, 제품의 다양성으로 인한 생산성 저하 및 조립공정의 효율성을 높여 조립생산에 따르는 경비를 최소화하여야 한다. 반면에 기업 외적으로는 최근 조립 기술의 발달, 상품시장의 경쟁 심화 및 소비자 요구조건에 따른 품목의 다양화 등으로 납기를 만족시키기 위한 노력이 필요하다.

최근에 제조시스템의 시뮬레이션에 관련된 시간 과 비용을 대폭 감소시키는 진보된 시뮬레이션 언어가 많이 개발되어 있는데, 그 가운데서 범용 시뮬레이션 언어의 특성안에 생산시스템의 전용 시

† 본 연구는 아산사회복지사업재단의 1989년도 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

\* 부산대학교 공과대학 산업공학과

플래이션 특성을 가진 새로운 시뮬레이션 언어의 하나인 SIMAN(SIMulation-ANalysis)이 시뮬레이션에 유용한 언어로 많이 사용되고 있다[1].

본 연구에서는 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 연간 1600대 정도의 수요를 충족시키기 위한 TR M/C의 합리적인 조립라인을 구성하는 데 있다.

현재의 TR M/C 조립라인의 생산량은 연간 1440 대 정도로써 수요에 미치지 못하는 수준이다[2]. 그리고 그림 1에서와 같이 TR M/C의 부품은 중량부품이므로(25.8% 정도가 5 Kg 이상) 작업자가 하루에 수십 번씩 다루어야 할 때 발생할 수 있는 작업자 피로와 이로 인한 원할하지 못한 부품 흐름과 물류의 간섭현상 등으로 인한 생산성 저하 등 비합리적인 요인이 내재하고 있다. 그러므로 앞으로의 수요에 대처하고 작업자를 열악한 작업환경에서 분리하여 보다 인간적인 노동을 할 수 있도록 하기 위하여 제품과 조립공정을 분석하여 새로운 조립라인을 구성하여야 한다.

그리고 구성된 조립라인을 컴퓨터 시뮬레이션을

통하여 분석, 평가하고 애로공정을 제거하여 합리적인 TR M/C 조립라인을 구성하고자 하는 것이다.

그림 2에서 본 연구를 위한 새로운 조립라인에 대한 정보가 나타나 있다.

그림 3에는 시뮬레이션을 이용한 합리적인 조립 시스템을 구성하기 위한 절차가 나타나 있다. 우선적으로 수행되어야 할 과제는 현재의 TR M/C의 부품 및 공정의 분석이다. 조립라인의 합리화 및 자동화에 앞서서 제품의 구조분석이 이루어져야 한다. 즉, 불필요한 조립기능 및 조립요소를 제거하여 부품수를 줄이고 조립 용이화를 저해하는 부

항 목	현 재	구 성 후	비 고
생산량	120/월	225/월	+87.5%
작업시간	7.5h/일	7.5h/일	-
사이클 시간	93.75분	50분	-53%

그림 2. TR M/C 조립라인의 구성 목표

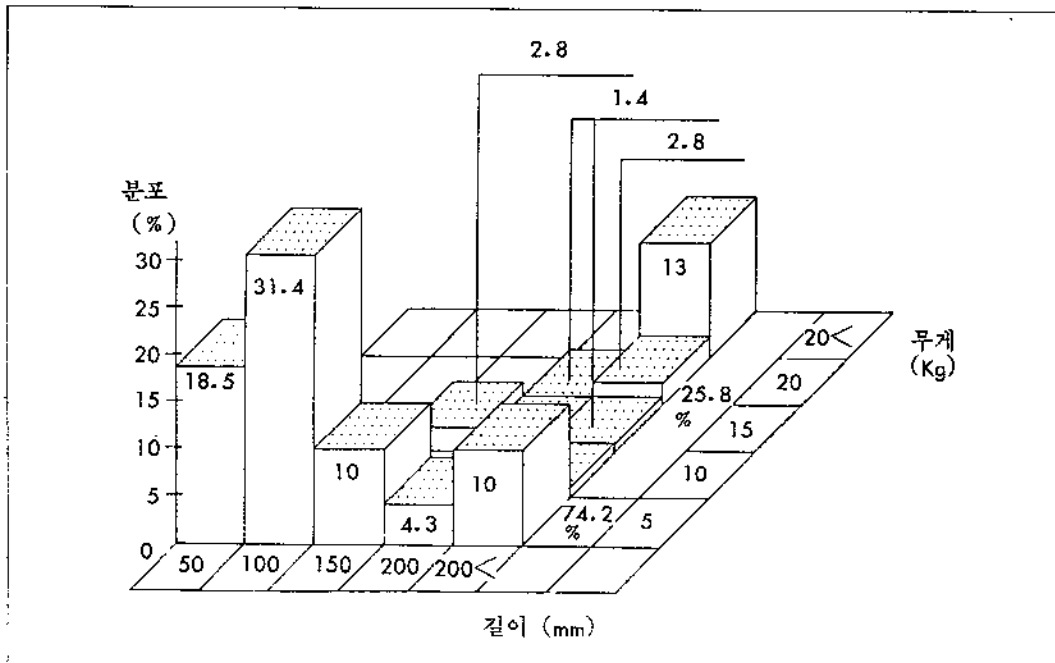


그림 1. TR M/C 부품의 치수 및 무게 분포

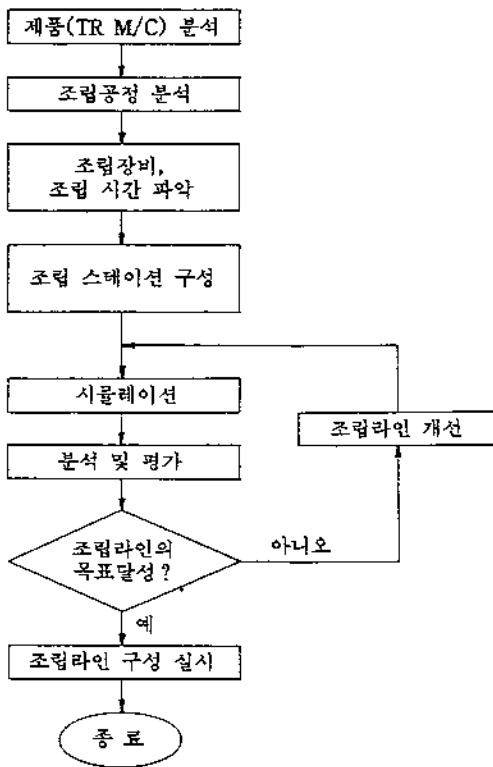


그림 3. 조립라인 구성방법 및 절차

품의 기하학적 형상 등이 개선되어야 한다.

이러한 분석과 개선이 충분히 수행된 후에는 TR M/C의 부품 조립시간을 산정한다. 조립 스테이션을 사이클 시간에 맞추어 구성할 수도 있으나 경우에 따라서는 조립군 별로 구성하는 것이 바람직할 수도 있다. 왜냐하면 조립군을 구성하지 않을 경우 개개의 부품이 조립라인을 따라 흘러가게 되므로 물류간섭 현상과 공정 중 재고 등을 유발하여 오히려 조립라인이 복잡해지기 때문이다.

또 조립군으로 분류할 수 없는 부품, 즉, 개개의 부품이 바로 몸체에 조립되는 경우에는(예: 제품 품질표시 라벨, 플러그 등) 몸체가 정지하여 있을 때, 조립장비가 접근 가능한 방향의 부품은 그 스테이션에서 모두 조립한다.

그리고 공정분석을 통하여 조립시 필요한 조립장비를 파악하고, 조립 스테이션에 대한 조립장비를 분류하며, 조립부품과 조립군의 조립순서에 따라 배치한다. 그렇게 되면 조립라인의 구성과 조립군의 조립시간 및 부품의 조립시간을 산출할 수 있다.

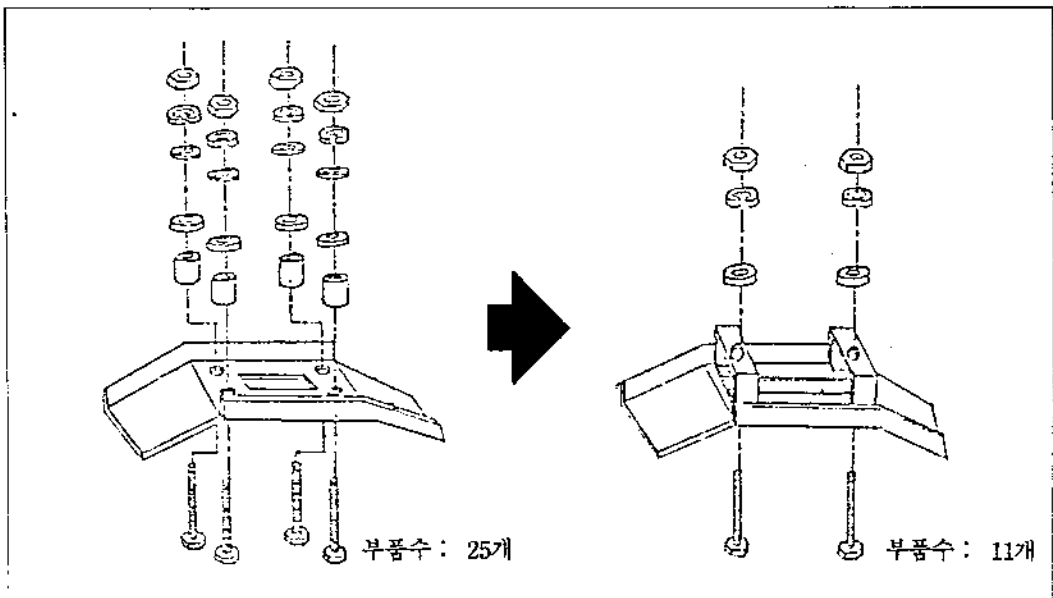


그림 4. 부품 분석 예 1(오일 플레이트)

이렇게 구한 조립장비 및 조립시간을 기초로 하여 시뮬레이션 모델을 작성하여 시뮬레이션을 실시한다. 시뮬레이션의 결과를 평가하여, 평가 결과가 만족스럽다면 그대로 조립라인을 구성하고 그렇지

않다면 시뮬레이션의 결과에 따라 스테이션 효율이 가장 높거나 스테이션에서의 대기량이 가장 많은 스테이션을 개선하여야 한다.

본 연구를 수행하기 위하여는 16비트 386 개인용

부품명	부품명	형상	무게 [kg]	관제점	조립년도
1	Worm Shaft		26	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 격치시 워엄 기어의 손상 주의</li> <li>- 부품 무게로 인해 취급 곤란</li> </ul>	
2	Ball Bearing		0.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 부품보관시 정렬유지</li> <li>- BRG QC 검사 필요</li> </ul>	VI
3	Collar		0.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A 부분 Burr 제거</li> </ul>	I
4	일계형 Ball Bearing		2.2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 두개 BRG의 결합방향 확인</li> <li>- QC 검사 필요</li> <li>- 부품보관시 정렬유지</li> </ul>	VI

그림 5. 부품상태 파악표

컴퓨터와 시뮬레이션 언어 SIMAN Version 3.0이 사용되었다.

## 2. 조립시스템의 분석

조립시스템의 합리화를 위해서는 제품을 구성하고 있는 부품과 조립기능을 수행하는 공정에 대한 분석이 있어야 한다[3].

### 2-1. TR M/C 부품 분석

조립시스템의 합리화를 위해서는 먼저 제품분석

이 필요하다. TR M/C를 구성하고 있는 부품은 모두 94종류 257개이다. 이 중에서 25.8% 정도가 무게 5Kg 이상되는 부품이다. 이 가운데에서 규격품은 44종류이고 제작품은 50종류이다.

조립에 이용된 부품들을 조립 용이화된 구조로 변경하고 부품수를 줄임으로써 물류흐름량을 줄이고 조립장비, 인력 등을 절감할 수 있다. 예를 들어 그림 4의 경우는 오일 플레이트에서 조립될 부품의 수를 줄이고, 조립될 체결요소의 형태를 바꾸어 줌으로써 조립시간을 줄인 한 예를 보여 주고 있다.

한편 부품분석을 통한 개선이 이루어지고 나면 각각의 부품에 대한 기하학적 형상, 무게, 취급 및

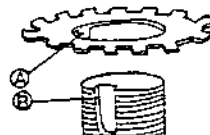
일련번호	조립순번	조립부품	조립공정	조립시간(sec)	공정취약점	비고
1	I	Worm Shaft Ball Bearing	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 워엄 샤프트용 트래스의여 놓음</li> <li>- 붓으로 머신 오일 바름</li> <li>- BRG을 워엄 샤프트에 나사부른여 삽입</li> <li>- 차공구 장착</li> <li>- 프레스의 센터를 고정</li> <li>- 프레스로 압입</li> </ul>	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 워엄 샤프트의 중심시 너트의 사면 가조립 지양</li> <li>- 배어링 삽입시 시간지연</li> <li>- 머신 오일 도포시 붓털의 샤프트 부착 우려</li> </ul>	
2	II	Collar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Collar를 워엄 샤프트에 삽입</li> <li>- 일체형 BRG을 샤프트위에 위치결정</li> </ul>	80	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 일체형 BRG 센터 맞추기 주의</li> </ul>	
4	IV	Bearing Washer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BRG 와셔의 정상요소 ㉠과 워엄 샤프트의 정상요소 ㉡에 위치결정후 삽입</li> </ul> 	16	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정확한 위치결정</li> <li>- 축과 평행하게 삽입하여야 함</li> </ul>	

그림 6. TR M/C 조립공정상의 문제점 분석 및 대책

조립의 문제점 등을 그림 5와 같은 부품 상태 파악표를 이용하여 조사한다.

2-2. 조립공정 분석

부품취급 및 부품조립상의 문제가 상존하는 한, 조립의 자동화는 어려울 뿐만 아니라, 조립설비 측면에서 많은 경비를 요하는 경우가 있다. 따라서 조립 공정에 대한 분석이 조립스테이션의 구성에 앞서서 수행되어야 한다.

예를 들어 그림 6의 경우 뮌축에 베어링을 조립하는 공정에 있어서 뮌축에 너트를 사전에 조립하여 공급이 되는데, 이는 베어링 조립시 다시 풀어야 하며 조립시간의 지연요소가 되고 있다. 그리고 조립 부위에 윤활유를 붓으로 공급하고 있는데 조립시 붓질이 끼일 염려가 있다.

TRM/C의 조립공정을 분석하는 데에는 그림 7과 같이 조립기능 수행체와 조립수행 순서 등에 관한 파악이 있어야 한다. 조립기능 수행체(예: 조립기계, 작업자)에 관해서는 조립기계의 자동화 정도와 유연성, 조립기능 수행방법과 보조공구 등이 고려되어야 한다.

그림 8에는 TRM/C 조립시 발생하는 조립기능별 분포가 나타나 있다. 전체 조립기능 중에는 정렬 끼워맞춤이 48.4%로 가장 많고 나사조립이 26.6%, 강제압입이 11.5% 등의 순서이다.

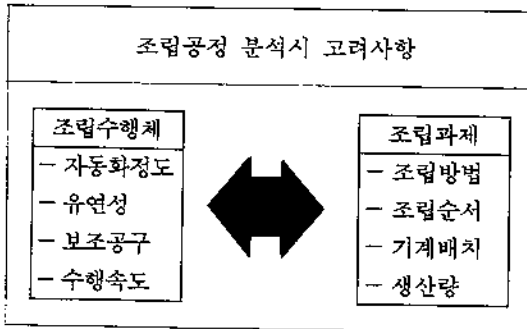


그림 7. 조립공정 분석시 고려사항

정렬끼워맞춤은 와셔가 볼트에 조립되는 것과 같이 부품이 일정한 방향으로 조립될 위치에 도달하여 조립이 되는 것이다. 이것을 수행하는 보조기구 및 조립기계는 Robot, 부품정렬기 등이 있다.

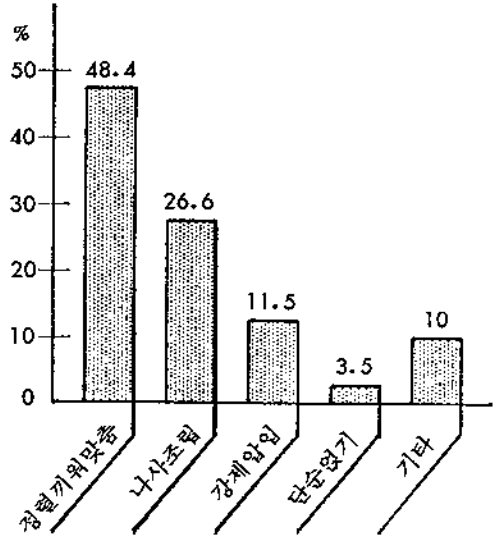


그림 8. 조립기능 분포도

스테이션 번호	조립내용	조립시간 (분)
1	몸체 세척	25
2	뮌축 조립군 조립	20
3	쉬브 축 조립군 조립	27
4	몸체와 뮌축 조립군 조립	22
5	몸체와 쉬브축 조립군 조립	20
6	백 래쉬 작업	40
7	몸체와 브레이크 드럼, 쉬브 조립	22
8	몸체와 마그네트, 브레이크 레버 조립	25
9	몸체와 모터 조립	30
10	소음 및 진동검사	20
11	몸체와 베이스 조립	25

그림 9. 각 조립스테이션에서의 조립시간

나사조립은 볼트와 너트로 체결되는 경우와 부품에 나사가공이 되어 있어서 볼트로 체결하는 경우, 부품에 볼트가 부착되어 너트로 부품을 체결하는 경우 등이 있다. 이를 수행하는 보조기구에는 압축공기 및 전기를 이용한 모터 공구가 있다. 그리고 강제압입에는 축에 베어링을 조립하는 경우를 들 수 있다. 강제압입을 하는 기계로는 압축공기와 유압을 이용한 프레스가 대표적인 기계이다.

따라서 이러한 조립기능을 분석하면 조립장비 및 보조기구를 파악하는 자료로 사용할 수 있다.

각 조립 스테이션에서의 조립시간은 다음 그림 9와 같다. 이러한 조립시간은 시뮬레이션의 기초 자료로 이용된다.

### 2-3. 조립 라인에 대한 기술

TR M/C 조립라인은 모두 13개의 조립 스테이션으로 구성되어 있으며, 조립군의 조립 스테이션

과 이를 몸체에 조립하는 스테이션, 조정 스테이션, 검사 스테이션, 도장 스테이션 등으로 분류되었다.

그림 10에는 조립 스테이션의 배치가 나타나 있다. 이 그림에서 보면 몸체가 세척장(스테이션 1)에 도착하여 세척을 마치고 스테이션 4에 대기하고 있으면 스테이션 2에서 워름 축 조립군이 조립되어 흘러 나온다. 워름 축 조립군이 스테이션 4에서 몸체에 조립되고 스테이션 5에 대기하고 있으면, 스테이션 3에서는 쉬브 축 조립군이 조립되어 몸체에 조립된다.

스테이션 6에서는 워름 휠과 워름 축의 백 래쉬작업이 이루어지고, 스테이션 7에서는 브레이크 드럼과 쉬브가 몸체에 열박을 된다. 스테이션 8에서는 쉬브와 브레이크 드럼의 열을 냉각시킨 후 스테이션 9에서 마그네트와 브레이크 레버가 조립된다. 그리고 모터가 스테이션 10에서 조립되고, 스테이션 11에서는 시운전을 하여 소음과 진동시험을 한다. 그런 다음에 합격품에 대해서는 스테이션 12에서

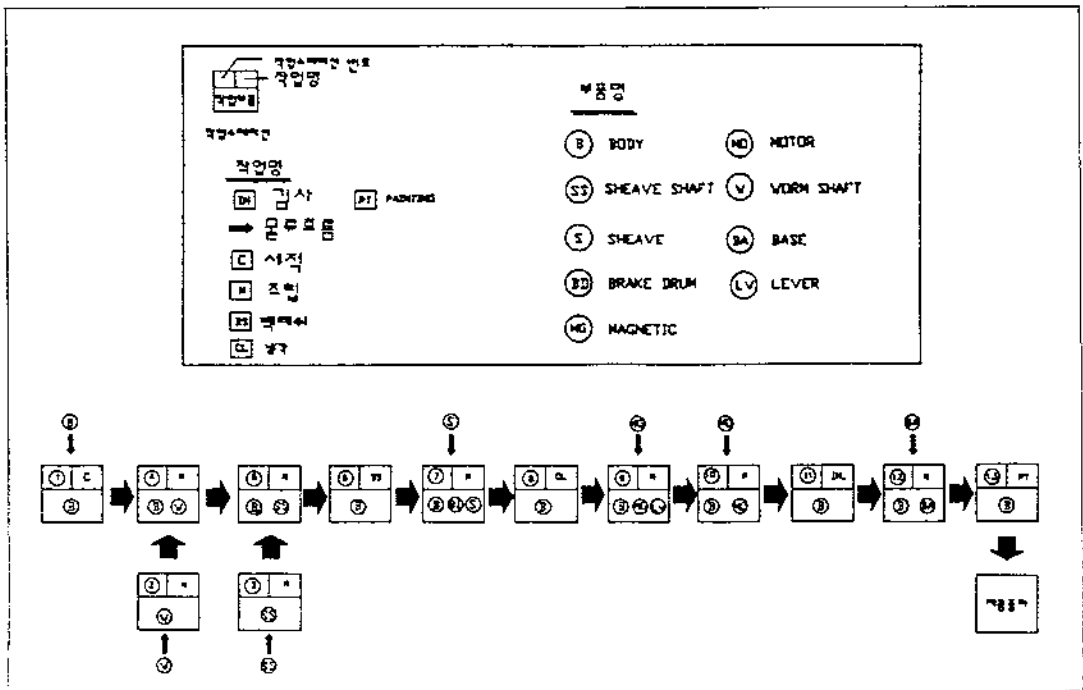


그림 10. 조립 스테이션 배치도

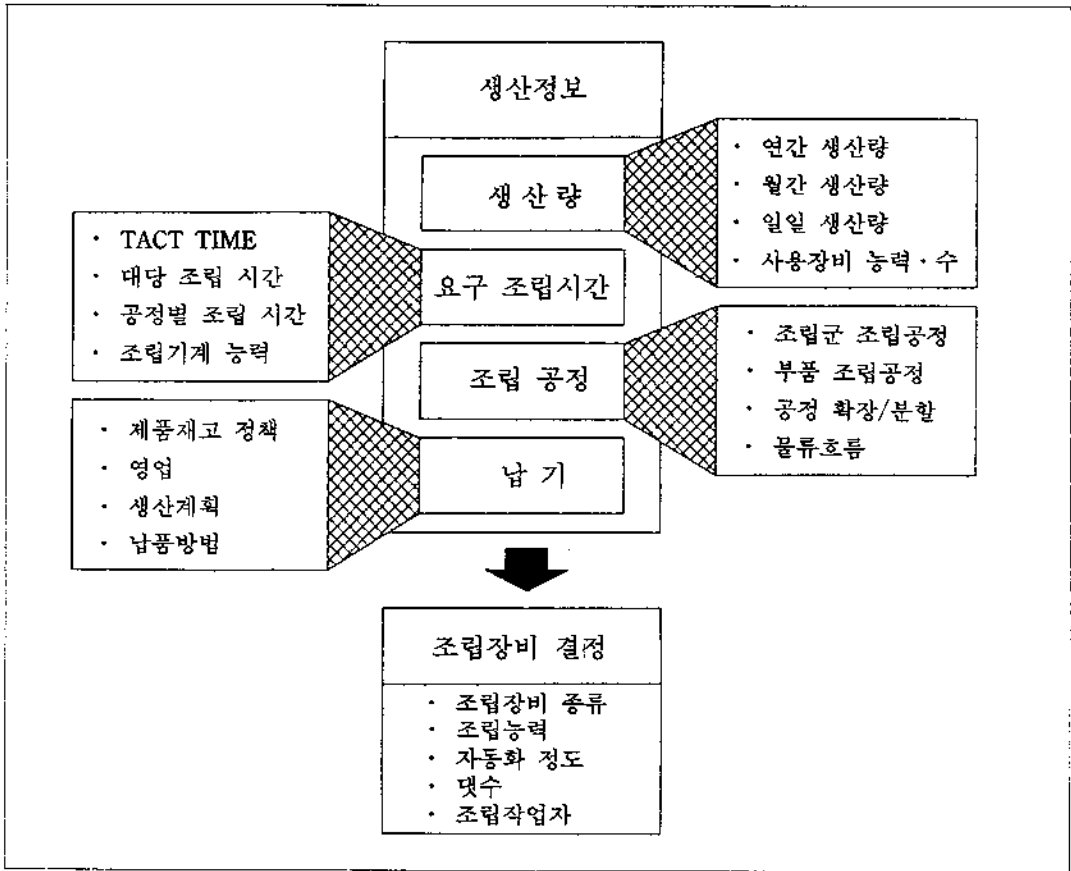


그림 11. 조립장비의 분석 대상 및 정보

베이스를 취부하고 스테이션 13에서 페이트 칠을 하여 출하하게 되어 있다.

### 2-4. 조립을 위한 장비

TR M/C 조립에 필요한 여러 조립장비들을 파악할 때는 그림 11에 제시된 여러가지 요소들에 대한 고려가 있어야 한다. 주된 고려사항을 보면 생산량, 요구되는 조립시간, 조립공정, 납기 등이 있다.

이렇게 하여 결정된 조립장비의 종류, 수량, 조립시간 등이 그림 12에 제시되어 있다.

## 3. 조립시스템 분석을 위한 SIMAN

### 3-1. 시뮬레이션의 개요

시뮬레이션 언어의 특징은 시스템의 물류취급 시스템의 복잡성에는 관계없이 대부분의 조립시스템의 개발에 사용될 수 있다는 것이다. 그리고 복잡한 생산 시스템에 대해서는 프로그램 시간이 길어지며 프로그램 속련이 요구된다. 반면에 제조 전용언어는 컴퓨터 패키지로서 생산 시스템에 대한 프로그램이 전혀 없거나 아예 없이 시뮬레이션을 할 수 있게 해 준다.

또다른 장점으로는 조립 시스템의 구성에 관한 특별한 요소를 가지고 있기 때문에 그림이나 메뉴만을 사용하는 등 사용상의 편리와 초보자도 쉽게 접근할 수 있다. 그러나 이러한 점은 모델링에 한



스테이션 번호	조립 과 제	사 용 장 비	댓 수	장비의 조립 시간(분)	기 타
1	몸체 세척	세척기	1	25	
2	월축 조립군 조립	월 조립장치	1	20	
3	쉬브축 조립군 조립	쉬브축 조립장치	1	27	
4	몸체와 월축 조립군 조립	몸체 회전장치, 크레인	각 1	22	
5	몸체와 쉬브축 조립군 조립	몸체 회전장치, 크레인	각 1	20	
6	백 래쉬 작업	백 래쉬 보정장치	1	40	
7	몸체와 브레이크 드럼, 쉬브조립	몸체 수평회전장치 크레인	각 1	22	
8	몸체와 마크네트, 브레이크 레버조립	몸체 회전장치, 냉각장치, 크레인	각 1	25	
9	몸체와 모터조립	모터 조립장치	1	30	
10	소음 및 진동검사	소음, 진동검사장비	각 1	20	
11	몸체와 베이스조립	크레인	1	25	

그림 12. TR M/C 조립장비 파악표



그림 13. 시뮬레이션 언어의 구비조건

제가 되므로 단점도 될 수 있다. 생산 시스템 분석을 위한 시뮬레이션 언어는 대개 다음과 같은 6가지 정도의 관점을 고려하여 선정하여야 하겠다[4].

그림 13에 시뮬레이션 언어의 구비조건이 제시되어 있다.

### 3-2. 조립시스템의 대안설정

조립 시스템의 시뮬레이션을 위하여 SIMAN이 이용되기 위해서는 여러가지 필요요소, 예를 들어 자재 수급 및 납기일정, 생산라인의 특징, 생산량 변경 등이 파악되어야 한다. 이러한 여러 정보들로써 시뮬레이션이 행해지면 조립 라인의 부하 상태 및 작업자, 기계에 대한 새로운 정보들이 제공된다.

SIMAN 프로그램은 시스템의 동적/정적 정보를 나타내는 MODEL FRAME과 시스템의 정적 정보를 나타내는 EXPERIMENTAL FRAME으로 구성되어 있다. 그리고 그 출력 정보로서 조립 스테이션에서의 제품 대기량, 제품의 시스템 내에서의 체류 시간 및 기계 사용 효율 등이 있다.

TR M/C 조립시스템의 여러 대안들은

- \* 조립 생산성
- \* 조립시스템의 유연성

대안	특성
대안 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조립기계: 각 조립스테이션별 1대(그림 12 참조)</li> <li>- 조립시간: 각 조립스테이션별 조립시간 무변경</li> <li>- 부품도착 분포: 지수분포     물체의 세척 스테이션 도착시간: 평균 60분     임측과 슈브측의 조립군 조립 스테이션 도착시간: 평균 300분</li> </ul>
대안 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조립기계: 조립시간이 30분 초과→동일한 기계 2대 배치</li> <li>- 조립시간: 조립시간이 30분 초과→조립시간이 1/2로 감소</li> <li>- 부품도착 분포: 지수분포     물체의 세척 스테이션 도착시간: 평균 60분     임측과 슈브측의 조립군 조립 스테이션 도착시간: 평균 300분</li> </ul>
대안 3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조립기계: 대안 1과 동일</li> <li>- 조립시간: 대안 1과 동일</li> <li>- 부품도착 분포: 지수분포     물체의 세척 스테이션 도착시간: 대안 1의 1/2     임측과 슈브측의 조립군 조립 스테이션 도착시간:     대안 1의 1/2→가공공정 개선</li> </ul>
대안 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조립기계: 최대 조립시간의 스테이션→동일한 기계 2대 배치</li> <li>- 조립시간: 최대 조립시간의 스테이션→조립시간이 1/2로 감소</li> <li>- 부품도착 분포: 지수분포     물체의 세척 스테이션 도착시간: 대안 1의 1/2     임측과 슈브측의 조립군 조립 스테이션 도착시간:     대안 1의 1/2→가공공정 개선</li> </ul>

그림 14. 조립시스템의 대안 및 특성

- \* 경제성
- \* 작업 수행 용이성
- \* 조립 라인의 효율

등과 같은 사항들이 고려되면서 작성될 수 있다. 그리하여, 설정된 조립시스템의 대안 및 그 특성은 그림 14에 나타나 있다.

본 연구에 있어서의 시뮬레이션 시간은 1일 7.5 시간 작업을 기준으로 1개월 25일 작업하여 6개월간 총  $7.5 \times 60 \times 25 \times 6 = 67,500$ 분으로 하였다.

이러한 대안설정은 하나의 모델 파일에 여러개의 실험 파일을 한번에 하나씩 링크하여 프로그램 파일을 만들고, 이것을 실행하여 그 결과를 비교,

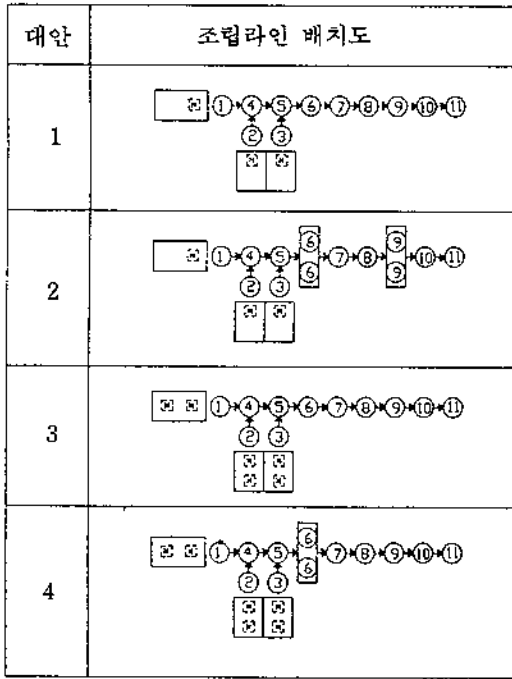
분석하여 평가한 후에 TR M/C 조립라인의 구성 목표에 가장 적당한 하나의 대안을 선정한다.

이 대안들에 대한 조립시스템의 구조는 다음과 같다(그림 15).

각 대안들의 각 조립 스테이션에서의 조립시간 분포가 그림 16에 제시되어 있다.

이 그림을 보면 스테이션 6의 작업시간이 가장 많이 걸리므로 스테이션 6을 개선하여야 함을 알 수 있다.

그리고 이러한 대안들이 작성될 때에는 그림 17에 나타난 바와 같이 조직적인 측면과 기술적인 측면을 고려해야 한다. 조직적인 측면으로서는 공장내의



① : 스테이션  
 ⊞ : 가공기계

그림 15. 대안에 따른 조립시스템의 구조

점유면적과 작업자, 생산량, 유연성 등이 고려되어야 하고, 기술적인 측면에서는 공동 사용기계, 공정내용, 공정 수행성, 부품 취급성 등이 고려되어야 한다[5].

### 5. 조립 시스템의 평가

#### 5-1. 평가기준 및 평가방법

일반적으로 대안에 대한 평가기준은 그림 18에서와 같이 기술적 측면과 경제적 측면, 생산적 측면, 작업자 측면 등이 고려되어야 한다.

TR M/C 조립 시스템을 시뮬레이션하여 얻을 수 있는 정보는 각 스테이션에서 조립대상의 대기수량과 스테이션의 효율, 조립라인에서의 소비시간, 개당 조립시간, 생산량 등을 알 수 있다. 본 연구에서의 조립라인의 평가를 위해 사용한 이 정보들을 각 조립 대안 별로 조사하여 비교하였다. 그림 19를 보면 평가기준으로써 평균대기량, 라인효율, 개당 조립시간, 생산량 등이 제시되어 있다. 평균대기

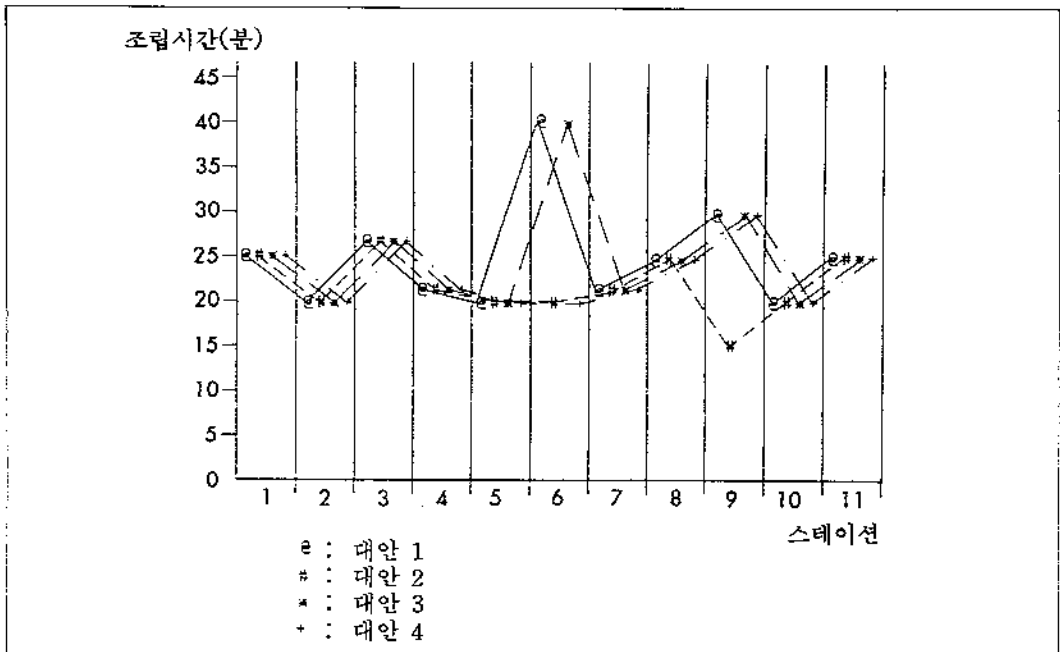


그림 16. 대안들의 각 조립스테이션에서의 조립시간

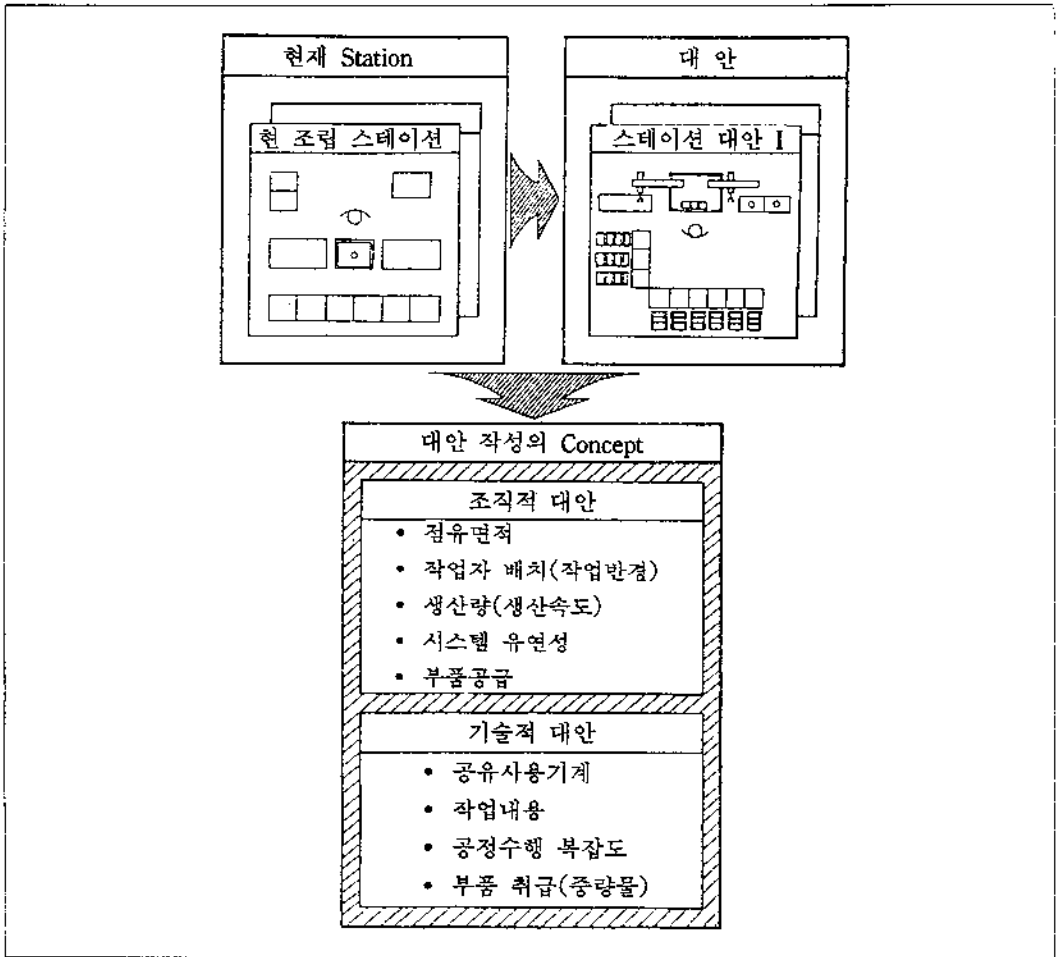


그림 17. 스테이션 대안작성시 접근방법

량은 각 대안의 대기행렬에 있는 조립대상을 모두 합하여 대기행렬 수로 나눈 것이다. 라인효율도 마찬가지로 방법으로 계산하였으며, 개당 생산시간은 시물레이션 시간을 생산량으로 나누어서 구하였다.

평균대기량은 대안 1이 14.5대로서 가장 적고, 라인효율은 대안 4가 76.8%로 가장 높으며, 대당 조립시간도 35.7분으로서 대안 4가 가장 짧다. 그런데 생산량 측면에서는 대안 1과 2는 990대로서 요구수량에 못미치고 대안 3은 생산량은 만족하지만 평균 대기량과 라인 효율측면에서 대안 4에 뒤진다. 따라서 최적대안으로 대안 4를 선택하였

다.

### 6. 결 론

본 연구를 통하여 TR M/C 조립을 조립군 단위로 스테이션을 형성하고, 이의 조립기계와 조립시간 분포를 기초로 조립 시스템 시물레이션을 실시하였다.

먼저 부품분석과 공정분석을 통하여 조립에서의 문제점이 파악되었다. 그리고 조립에 소요되는 조립시간이 측정되었다.

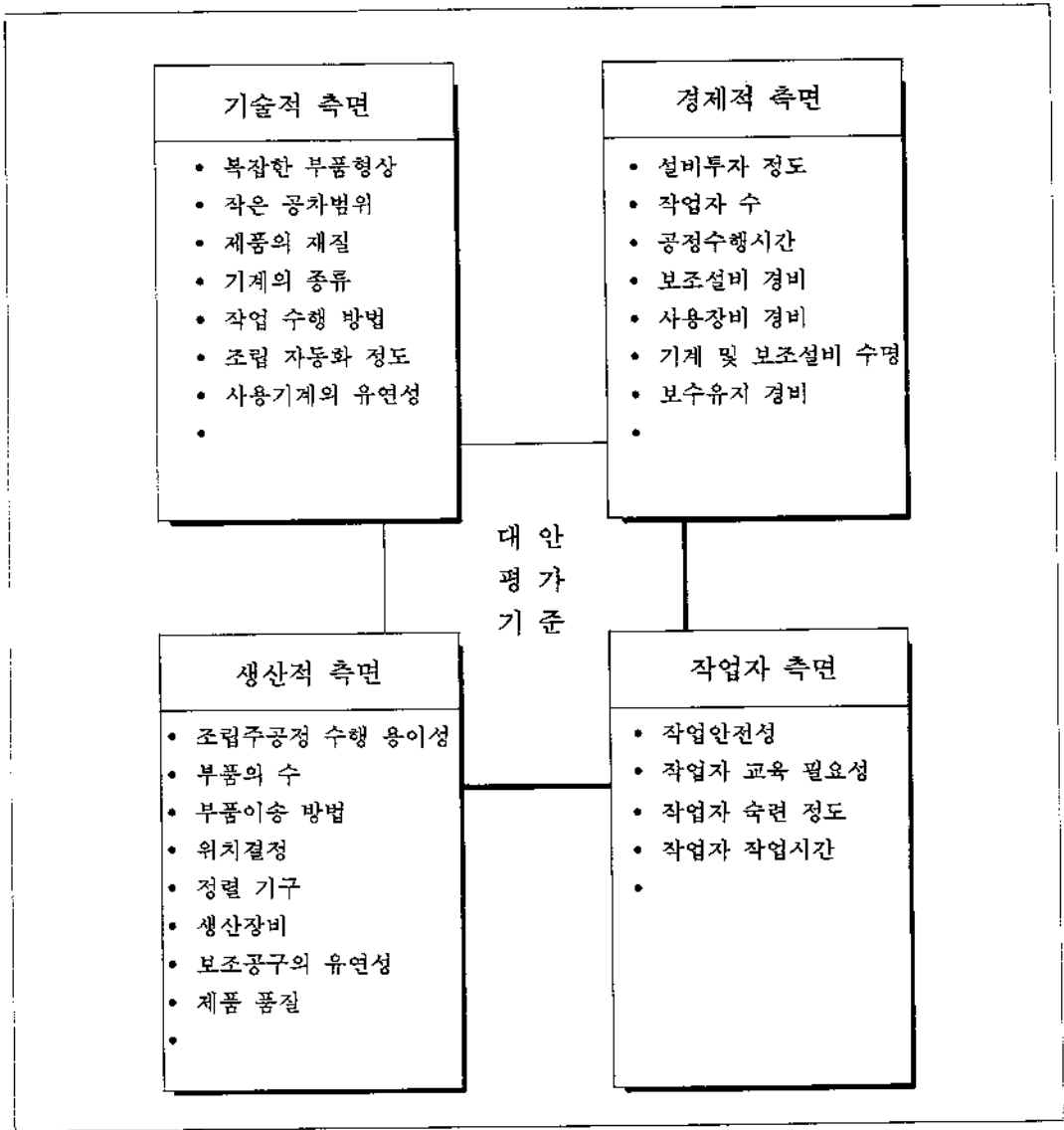


그림 18. 대안에 대한 평가기준

조립 스테이션에서의 조립시간과 조립 부품 도착시간과의 조합으로 4개의 대안을 설정하였다. 즉, 대안 1에서는 조사된 조립 스테이션의 정보를 기초로 하여 각 조립 스테이션에 사용된 기계를 1대로 하여 시뮬레이션에 사용되었다. 대안 2에서는 일정한 조립 시간 이상일 때 그 조립 스테이션에 사용되는 기계를 복수로 취하는 접근 방법이 택해

졌으며, 대안 3에서는 가공 공정의 개선으로 조립에 이용되는 여러 부품들의 도착 분포 시간만을, 대안 4는 조립 스테이션 중에서 가장 작업시간이 많이 걸리는 공정과 부품도착시간 분포를 개선하여 대안으로 작성되었다.

이러한 여러 대안들에 대하여 SIMAN을 이용하여 시뮬레이션하여 그 결과를 평균 대기량, 라인 효율,

평가기준 대안	대기량(대) (평균, 편차)	라인효율 (평균, 편차)	개당 조립 시간 (분)	생산량 (대)	비 고
1	(14.5, 41.0)*	(39.6, 8.7)	68.2	990	생산미달
2	(15.2, 41.1)	(34.6, 5.6)	68.2	990	생산미달
3	(25.1, 69.8)	(73.1, 14)	40.9	1652*	
4	(17.5, 40.7)	(76.8, 11)*	35.7*	1893*	
최적 대안	1	4	4	3, 4	

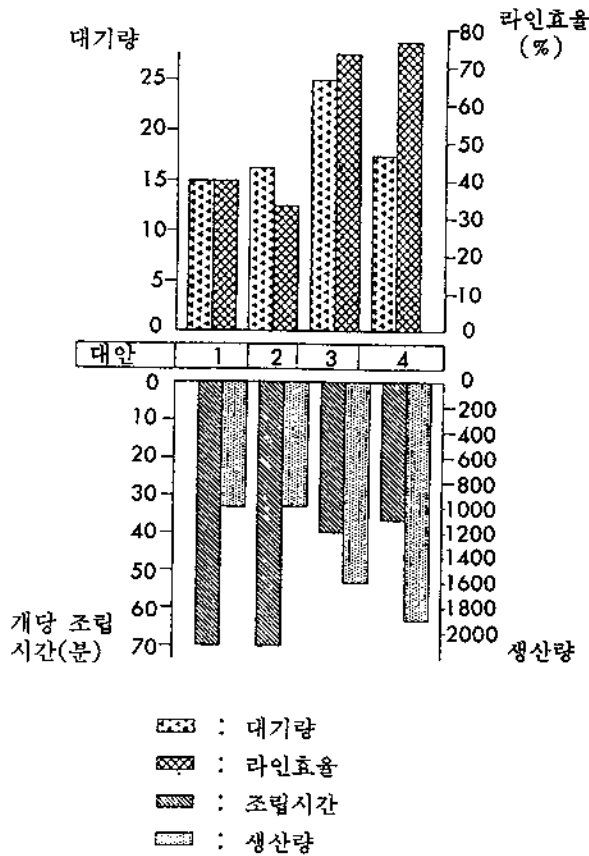


그림 19. 대안에 대한 비교분석표

개당 조립시간 및 생산량 등의 측면에서 평가하여 본 결과, 대안 4가 조립시스템의 구성 목표에 가장 적합한 것으로 나타났다.

이상과 같은 조립시스템 평가를 위한 체계적인 분석방법과 수행절차는 이와 유사한 조립시스템의 분석시 기초자료가 될 것으로 사료된다.

### 참고문헌

[1] Pegden, C.D. and Ham, I., "Simulation of manufacturing systems using SIMAN," Annals of CIRP, Vol. 31/1, 1982.

[2] 목학수, "TR M/C 조립 합리화에 관한 연구," 부산대학교 기계기술연구소, 1989.

[3] Andreasen, M.M., "Design for assembly expanded to CIM," Developments in Assembly

Automation, 9th International conference, Mar. 1988.

[4] Averill M. Law and S. Wali Haider, "Selecting Simulation Software for Manufacturing Applications: Practical Guidelines & Software Survey." Journal of Industrial Engineering, May 1989.

[5] 김광석, "중형 소량생산 제품의 조립 시스템 합리화에 관한 연구," 공학석사 학위논문, 1990.2.