

목공가공에 관한 공정분석 및 설계

- Process Design of the Woodworking in the Kitchen Furniture Industry-

박승헌 *
seung-hun Park

장인성 * *
in seong Chang

Abstract

This research aims at the improvement of the manufacturing productivity of kitchen furniture industry. W company deals with the orders of 2 types - the one is the batch order for mass production, and the other is the order of a customized single set. But, because the company has a single manufacturing system appropriate to mass production despite of the above 2 types-orders, the problems of increasing work-in-process, throughput time and material handling time were resulted in, and the overall productivity was generally low.

We proposed a new material handling method to substitute the traditional one, the rearrangement of facility layout, and the introduction of a proper outsourcing method. This research results in about 80% increase in production quantity in the same period.

1. 서 론

최근 주방가구 업체는 경기불황의 여파로 많은 중소기업들이 도산하고 정리되어 업체의 수가 현저하게 줄어들었다. 그리고 소비자 수요의 형태는 중저가품을 선호하게 되었다. 따라서 중저가품을 위주로 생산하는 생존기업은 오히려 호황의 국면을 맞이하게 되었다. 이 중 하나인 W사는 현재의 생산방식으로 급증하는 수요량과 그 납기를 맞출 수 없게 되어 생산성 향상을 도모할 목

* 인하대학교 산업공학과 교수

* * 숭실대학교 산업·정보시스템공학과 교수

적으로 본 연구를 의뢰하였다.

W사는 주방가구의 수요속성상 주문생산방식을 취하고 있으나 그 생산품은 이원화 되어있다. 즉 신축 아파트의 전 세대에 공급되는 단체납품용(단납용)과 각 영업소를 통해 주문을 받는 개별 주문용을 생산한다. 단납용은 규격이 유사하고 롯트량이 크므로 소품종 다량생산이라 할 수 있으며 그 생산방식은 연속생산을 취하고 있다. 개별주문용은 각 주문마다 규격이 다르고 1가구분의 주문량이므로 다품종 소량생산의 형태이다. 그러나 W사의 현상태의 설비배치는 연속생산 방식으로 일원화되어있다. 개별 주문용은 생산관리의 주안점이 납기에 맞추어 지므로, 납기에 맞추기 위해 연속생산 방식인 단납용의 생산을 일시적으로 중단시키고 임기응변식의 생산을 하는 경우가 많다.

개별주문용은 전형적인 다품종 소량생산이므로 생산방식으로는 개별생산이 적합하다. 그러나 W사가 연속생산과 개별생산방식으로 이원화시키기에는 막대한 설비 투자비와 공간적 제약점 때문에 현실적으로 불가능하다.

위에서 언급한 연속생산 방식의 시스템에서 납기위주의 개별주문용도 생산하는 임기응변식 혼용생산으로 인해 생산관리가 어려울 뿐만 아니라 생산성이 저하되었다. 그리고 혼용 생산에 대응하기에 부적절한 공정설계로 인하여 전반적으로 산출율 (output rate)이 저하되어 있다. 본 연구는 W사의 현상과 문제점을 파악하고 공정분석 등을 통해 생산성을 높이는 방안을 검토한다.

2. 현상 및 문제점

주방가구는 벽장과 밀장으로 대별할 수 있다. 그러나 이 두 품목은 제조과정이 매우 유사하다. 본 연구는 표현상의 번잡함을 피하기 위하여 제조과정을 대표할 수 있는 벽장만을 대상으로 한다. 벽장은 측판, 천판, 지판, 선반, 보조목과 뒷판등의 6가지 부품으로 구성되어 있다.

각 부품들이 완성되면 하나의 상자에 포장하여 출고되며 주방가구 설치시, 현장(소비장소)에서 6가지 부품들은 벽장으로 조립된다. 밀장도 이와 유사하다.

예컨대 표1에서 부품들중 측판의 작업공정은 재단→홈가공→테두리 접합→NC보링 가공→경첩및 보조목조립→검사및 포장의 순서로 완성된다. 즉 작업순서 1, 3, 4, 5, 9, 10의 순서로 완성된다. 그리고 각 부품들의 한 단위 작업에 따른 가공 시간과 운반시간을 초단위로 측정하여 표1에 표시하였다.

현상태(개선전)의 공장의 설비배치는 그림 1과 같다. 목공 가공업체는 공정간의 부품들의 운반방법으로서 공장 바닥면에 고정 롤러 (dead roller)를 설치하는 것이 오래전 부터의 관습이다. 바닥면에서 50cm이상 높이의 고정롤러 에

부품들을 쌓은 후 인력을 이용하여 밀고 다닌다. 그리고 고정롤러 사이의 공간 이동이 필요한 경우에는 보조롤러를 설치하여 연결시킴으로써 운반이 가능하다.

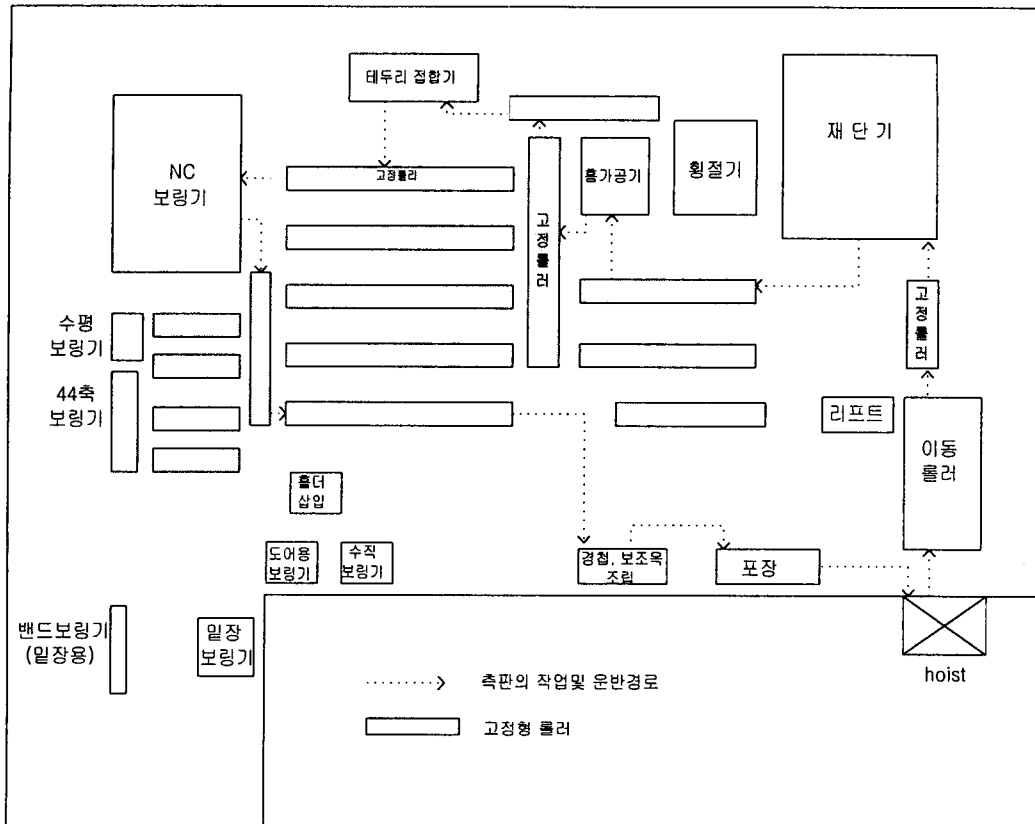
<표1> 벽장의 부품 작업공정 (개선전)

(단위: 초)

작업순서	작업내용	측 판		천 판		지 판		선 반		보조목		뒹 판		합 계	
		가공시간	운반시간	가공시간	운반시간	가공시간	운반시간	가공시간	운반시간	가공시간	운반시간	가공시간	운반시간	가공시간	운반시간
1	재단	45	15	25	10	25	10	50	20			25	10	170	65
2	횡절 가공									8	10			8	10
3	홈 가공	5	30											5	30
4	테두리 접합	78	20	24	25	24	25	44	50					170	125
5	NC보링 가공	25	40											25	40
6	수평보링 가공			15	40	15	40			15	15			45	95
7	수직보링 가공			15	25									15	25
8	나사용 홀더삽입			25	8	25	15							50	23
9	경첩및 보조목조립	8	60	8	8									16	68
10	검사및 포장	5	5	5	5	5	18	5	30	5	15	5	15	30	88
합 계		166	170	117	121	94	108	99	100	28	40	30	25	534	569

그림1에서 측판의 작업순서 및 운반경로는 점선으로 표시된 화살표 방향과 같다. 이 경우는 측판의 작업 완성시까지 7번가량 고정형 롤러에 옮겨 실으면서 많은 운반시간을 소비하는 것을 알 수 있다. 번잡함을 피하기 위하여 그림1에서는 생략하였으나 나머지 5가지 부품들도 유사하게 시계 반대방향으로 이동하면서 고정형 롤러에 옮겨실기 위해 운반에 많은 시간을 소비(표1 참조)하는 것을 알 수 있다. 표1의 각 부품의 가공, 운반시간은 그림1과 같이 현 상태의 설비배치와 운반경로를 근거로 측정된 것이다. 특히 천판의 경우 부품을 테두리접합에서 수평보링기로 운반하기 위해서는 고정형 롤러를 가로질러야 한다. 이러한 경우에는 고정형 롤러사이에 임시로 보조롤러를 설치하여 이동시킨다.

<그림1> 개선전의 설비배치



한편 고정형 롤러의 설치로 인해 바닥면적을 차지하기 때문에 재공품을 보관할 수 있는 장소가 협소하며 이로 인해 가공작업의 생산성을 저하시킨다. 다른 한편으로는 재공품의 저장장소가 부족한 경우에는 재공품을 고정롤러위에 보관한다. 이것은 때로는 다른 부품의 공정간 소통장애를 일으키고 결과적으로 작업의 유휴시간을 증가시킬 뿐만 아니라 무거운 목재품을 들어 올리고 내리는 재취급 횟수의 증가로 인해 물자취급시간을 대폭 증가시킨다.

3. 공정분석 및 개선

목공가공 공장에서 운반방법으로 고정형 롤러를 사용하는 것은 오래된 관습이다. 중량물을 취급하는 목공가공 공장은 효율성 여부에 관계없이 획일적으로 이러한 운반방법을 채택하고 있다. 그러나 본 연구의 조사 결과 고정형 롤러에 의한 운반방법은 다음과 같은 문제점을 발생시킨다.

- (1) 고정된 경로를 이용하므로 불가피한 우회 운반이 늘고 이로 인해 총 운반 거리가 증가한다.
- (2) 고정형롤러가 설치되지 않은 롤러와 롤러사이의 빈 공간을 이동 할 경우 임시로 보조롤러를 설치하나 이로 인해 운반시간이 증가한다.
- (3) 보관장소 부족시 각 작업후의 재공품을 50cm높이의 고정 롤러위에 보관 하나 그 재공품은 가공순서가 다른 부품들의 공정간의 진행(운반)에 장애 물이 되어 정체를 야기하며 유희시간의 원인이 된다.
- (4) (3)의 문제를 해결하기 위해 고정 롤러에 적재된 재공품을 일시적으로 바닥에 옮기는 등 물자 재취급의 회수가 증가한다.
- (5) 고정롤러위에 부품들을 쌓아놓고 인력에 의해 밀기 때문에 상대적으로 많은 시간과 노동력을 필요로 한다.
- (6) 수요가 증가하거나, 생산흐름이 정체되는 경우는 재공품을 바닥에 보관하기 때문에 협소한 공간으로 인하여 가공 작업이 지장을 받는다. 이는 고정롤러의 설치로 인해 재공품을 보관할 바닥 면적이 부족하기 때문이다.

이와 같은 운반지연과 정체 현상은 운반시간의 증가와 가공의 유희시간을 증가시켜 결과적으로는 생산시스템 전체의 산출률을 저하시킨다.

본 연구는 위와같은 문제들을 야기시키는 고정형 롤러를 과감하게 제거하고 대체수단을 다음과 같은 운반개선 원칙에 입각하여 강구하였다.

- (1) 활성화물의 원칙 : 화물을 운반하기 쉽게 산 상태로 둔다.
- (2) 단위화물의 원칙 : 한번 취급하는 운반단위나 중량을 크게 한다.
- (3) 재취급의 원칙 : 불필요하게 재운반을 하지 말아야 한다.
- (4) 팻릿화 방식 : 화물을 팻릿채로 운반함으로써 화물의 활성화수를 높인다.

이와같은 원칙을 충족시키면서 경제성이 있는 운반수단으로는 팻릿 단위로 취급 가능한 핸드 리프트 트럭(일명 핸들카)을 선정하였다.

운반의 비능률과 작업공간, 재공품 보관장소 등의 공간부족을 야기시킨 고정형 롤러를 제거함에 따라 설비의 재배치가 비로서 가능하게 되었다. 그리고 설비 재배치시 NC보링기는 벽과 연결되어 있는 부대시설이 고정되어 있으므로 옮길 수 없어 배치의 제약조건이 되었다.

벽장의 경우 작업(공정)간의 운반회수는 표2와 같다.

표2는 벽장 1단위 생산시 6가지 부품들의 작업(공정)간의 운반회수를 의미한다. 측판과 선반은 2개의 부품이 한 개의 제품을 구성하므로 운반회수를 배가하여 계산하였다.

<표2> 벽장의 운반회수 총괄표

to from	재단	HING	홈가 공	테두 리	NC 보링	수평 보링	수직 보링	홀더 삽입	조립	포장
재단			2	6						1
HING						1				
홈가공				2						
테두리					2	2				2
NC보링									2	
수평보링							1	1		1
수직보링								1		
홀더삽입									1	1
조립										4
포장										

본 연구가 대상으로 하는 설비배치 문제는 재공품의 보관장소의 확보, 작업의 용이성, 운반의 경로의 자유도 등 많은 정성적 요인을 포함하므로 단순히 운반비용(거리) 최소의 목표를 달성하는 수리적 기법을 지양하였다. 배치방법으로는 표2의 운반회수를 이용하되 정성적 요인도 감안하여 수회의 시행착오를 거치는 도시해법(graphical approach)을 적용하여 그림2와 같이 재배치를 구하였다.

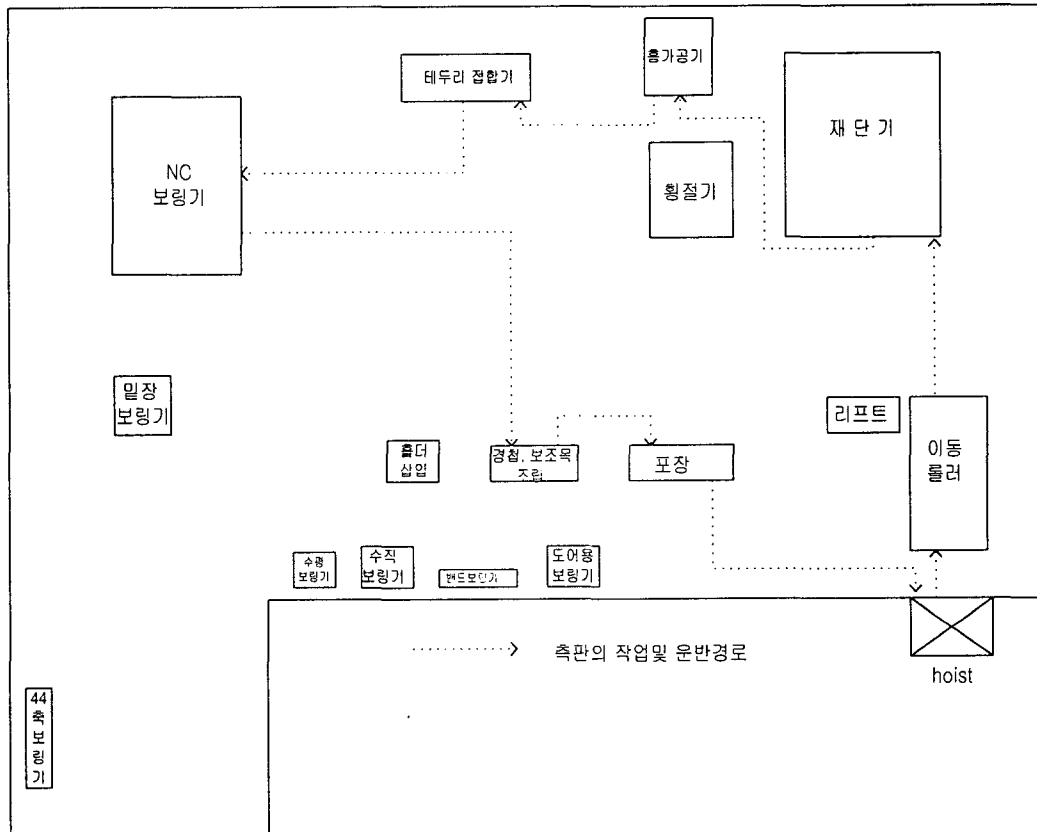
재배치의 결과 몇몇 근접의 요구를 제외 (예로써 재단기와 테두리 접합기) 하고는 대체로 근접의 요구는 만족시킬 수 있었다. 그러나 배치결과는 근접의 요구만을 반영하기 보다는 위에서 언급한 정성적 요인들도 동시에 고려하였다.

예컨대, 재단기 → 테두리접합기 → 홈가공기 순으로 배치하면, 근접의 요구를 만족시킬 수 있으나 특히 측판 부품의 가공시에는 운반의 역류현상(back tracking)이 일어난다. 그리고 재단기 옆에 홈가공기와 테두리 접합기를 평행 배치하는 경우에는 재공품의 보관장소가 확보되지 않으며 그 이유는 테두리 접합기의 가공시간이 다른 작업시간에 비해서 길기 때문이다.

그림2에서는 번잡함을 피하기 위해 측판의 부품 작업경로만을 표시하였으나 개선전의 배치와 비교하였을 때 운반경로가 상당히 간결해졌음을 알 수 있다.

한편, 운반의 흐름을 방해하고 현재는 사용치 않는 44축 보링기를 구석으로 옮겼으며 밀장용으로 쓰이는 밀장보링기, 밴드보링기, 도어용보링기 등을 밀장의 작업 운반경로를 감안하여 그림2와 같이 재배치하였다.

<그림2> 개선후의 설비배치



개선후의 설비배치에 의해 가공시간과 운반시간을 각각 측정한 결과는 표3과 같다. 개선전의 표1과 비교하면 가공시간 30%, 운반시간 45%가 각각 감소하였다.

운반 시간이 대폭 감소한 이유는 첫째, 고정롤러를 제거하고 핸들카로 운반 방법을 전환함으로써 앞에서 나열한 문제점들을 해결하였기 때문이다. 둘째로는 근접의 요구에 근거한 재배치로서 총 운반거리를 단축하였기 때문이다.

<표3>벽장의 부품작업 공정(개선후) (단위:초)

작업 순서	작업 내용	측 판		천 판		지 판		선 반		보조목		뒷 판		합 계	
		가 공 시 간	운 반 시 간	가 공 시 간	운 반 시 간	가 공 시 간	운 반 시 간	가 공 시 간	운 반 시 간	가 공 시 간	운 반 시 간	가 공 시 간	운 반 시 간	가 공 시 간	운 반 시 간
1	재단	32	15	18	10	18	10	35	20			18	10	121	65
2	횡절 가공									6	10			6	10
3	홈 가공	4	13											4	13
4	테두리 접합	43	12	13	21	13	21	25	21					94	75
5	NC보링 가공	23	14											23	14
6	수평보링 가공			11	13	11	13			11	18			33	44
7	수직보링 가공			14	5									14	5
8	나사용 홀더삽입			17	6	17	6							34	12
9	경첩및 보조목조립	8	17	8	5									16	22
10	검사및 포장	5	5	5	5	5	10	5	15	5	12	5	7	30	54
합 계		115	76	86	65	64	60	65	56	22	40	23	17	375	314

생산 시간이 대폭감소한 이유는 첫째, 재공품 보관장소가 충분히 확보되어 기계 가공작업이 용이해졌다. 둘째, 핸들카의 사용으로 팻릿 단위로 부품을 적재하여 가공기계 옆까지 접근하여 대기하므로 기계가공전의 부품의 재취급에 의한 준비시간이 대폭 단축되었다. 셋째, 부품과 재공품이 팻릿단위로 이동되고 보관되므로 생산 진행상황의 파악이 용이하여 유희시간이 감소하였다.

위에서 언급한 기계 가공전의 부품의 재취급이란 개선전에는 고정롤러위에 단납용과 개별 주문용이 혼재되어 보관되는 경우가 많았다. 특히 납기가 다른 개별 주문용의 납기확보를 위해 우선 가공하려면 혼재된 재공품중에서 부품을 끄집어 내는 경우, 단납용 재공품을 밀쳐내거나 고정롤러로부터 바닥에 내려놓아야하는 등의 많은 준비시간을 필요로 한다.

서론에서 언급하였듯이 W사는 현재의 생산 방식으로는 급증하는 수요량을 감당 할 수 없다. 산출율을 향상시킴으로써 어느 정도의 수요를 소화해 낼 수 있으나 근본적인 해결책은 아니다. 본 연구는 여기에서 별도의 설비 투자 없이 급증하는 수요를 감당하기 위해서는 외주 (Outsourcing)를 고려하였다.

단납용 제품은 주문에서 납품까지의 생산계획 기간이 길고 소품종 대량생산이기 때문에 미리 생산하여 재고로 보관하다가 일시에 납품하는 형태이다. 따라서 개별주문용과 단납용의 두가지 유형의 제품중 단납용 제품이 외주에 적합하다.

외주의 범위를 정하기 위해서는 표3의 작업공정표를 근거로 하여 애로공정을 파악하였다. 10개의 작업들중 재단과 테두리 접합의 작업시간이 가장 많이 소요되어 애로공정이 되었다. 한편 부품 중에서는 이 2개 공정에서 측판과 선반이 많은 시간을 필요로 하였다. 따라서 측판은 재단 → 홈가공 → 테두리 접합 까지를 외주로 하고, 선반은 재단 → 테두리접합까지를 외주를 주었다. 외주를 줌으로써 재단 공정은 선반과 측판의 35초와 32초가 제거되어 최장 공정이 18초로 되었다 (표3참조). 테두리접합 공정은 측판과 선반의 43와 25초가 제거되어 최장공정이 13초로 되었다.

이렇게 외주를 주어 애로공정을 완화시킴으로써 결과적으로 생산시스템의 전체적 생산능력을 2배 가량 향상 시킬 수 있었다. 따라서 별도의 설비투자없이 서론에서 언급한 급증하는 수요를 충족할 수 있게 되었다.

4. 결 론

W사는 최근 급증하는 수요로 인해 수요량과 그 납기를 맞출 수 없는 문제점 안고 있다. 그러나 공간의 제약과 그밖의 사정으로 새로운 설비투자는 고려하지 않기 때문에 현재의 규모와 설비로 생산성 향상을 통한 방법을 모색하여야 한다.

본 연구는 다음과 같은 생산방법의 개선과 생산정책을 제시하여 위에서 언급한 문제를 해결하였다. 첫째, 많은 문제들을 야기시키는 고정롤러를 제거하고 핸들카를 도입하는 운반방법의 개선으로 종래의 운반시간을 45% 단축하였다. 둘째, 공정분석을 통해 그림2와 같이 설비를 재 배치하고 준비시간을 단축함으로써 종래의 가공시간을 30% 단축하였다. 셋째, 개선후의 작업공정표(표3)를 이용하여 외주 대상 품목과 그 범위를 결정하여 부분적인 외주(outsourcing 개념도입)를 생산정책으로 제시함으로써 W사의 전체적 생산능력이 2배정도 향상되어 급증하는 수요에 대응 할 수 있었다.

그 밖에 부품과 재공품이 팰릿 단위로 이동되고 보관되므로 납기관리가 용이하고 오출의 원인이 제거되었다. 특히 개별주문형 제품의 경우, 핸들카에 의해 1가구분의 주문품이 팰릿단위로 이동하므로 가시적이 되어 납기관리는 물론 모든 생산관리가 용이하여졌다.

참 고 문 헌

- [1] 이명호, 유지수, 생산관리, 박영사, 1999.
- [2] 이순룡, 생산관리론, 법문사, 1998.
- [3] Apple, James M., "Plant Layout and Material Handling", 3rd ed., NewYork Roland Press, 1977.
- [4] Harmon, Roy L., "Reinventing the Factory II: Manageing the World Class Factory", NewYok : The Free Press, 1992.
- [5] Schonberger, R. J. and Edward, M. K., "Operations Management", IRWIN, 1997.
- [6] Shingo, Shigeo, "Non - Stock Production" : The Shingo System for Continuous Improvement", Productivity Press, 1988.

저 자 소 개

박승현 : 976.02 인하대학교(학사) / 금속공학
 1980.03 케이오(경응의숙)대(석사) / 산업공학
 1980.03 ~1 982.02 한국과학기술원 연구원
 1986.03 케이오(경응의숙)대(박사) / 산업공학
 현 인하대학교 산업공학과 교수

장인성 : 현 숭실대학교 산업·정보시스템공학과 교수