

# Milling Cutter Selection in Machining Center Using AHP

Kyo-Sun Lee · Soo-Yong Park · Dong-Hyung Lee<sup>†</sup>

Dept. of Industrial & Management Engineering, Hanbat National University

## AHP를 활용한 머시닝센터의 밀링커터 선정

이교선 · 박수용 · 이동형<sup>†</sup>

한밭대학교 산업경영공학과

The CNC machine tool field is showing a growing trend with the recent rapid development of manufacturing industries such as semiconductors, automobiles, medical devices, various inspection and test equipment, mechanical metal processing equipment, aircraft, shipbuilding and electronic equipment.

However, small and medium-sized machining companies that use CNC machine tools are experiencing difficulties in increasingly intense competition. Especially, small companies which are receiving orders from 3rd or 4th vendors are very difficult in business management.

In recent years, company S experienced difficulty to make product quality and delivery time due to the ignorance of the processing method when manufacturing cooling plate jig made of SUS304 material used for cell phone liquid crystal glass processing. In order to solve these problems, we redesigned the process according to the size of our company and tried to manage all processes with quantified data. In the meantime, we have found that there is a need to improve the cutter process, which accounts for most of the machining process. Therefore, we have investigated the correlation between RPM and FEED of three cutters that have been used in the past. As a result, we found that it is the most urgent problem to solve the roughing process during the cutter operation which occupies more than 70% of the total machining.

In order to shorten the machining time and improve the quality in machining of SUS304 cooling plate jig, we select the main factors such as price, tool life, maintenance cost, productivity, quality, RPM, and FEED and use AHP to find the most suitable milling cutter. We also tried to solve the problem of delivery, quality and production capacity which was a big problem of S company through experiment operation with selected cutter tool. As a result, the following conclusions were drawn.

First, the most efficient of the three cutters currently available in the machining center has proven to be an M-cutter. Second, although one additional facility was required, it was possible to produce the existing facilities without additional investment by supplementing the lack of production capacity due to productivity improvement. Third, the Company's difficulties in delivery and capacity shortfalls have been resolved. Fourth, annual sales increased by KRW 109 million and profits increased by KRW 32 million annually. Fifth, it can confirm the usefulness of AHP method in corporate decision making and it can be utilized in various facility investment and process improvement in the future.

**Keywords** : AHP Method, Milling Cutter, SUS304 Cooling Plate Jig, Machining Center

---

Received 19 July 2017; Finally Revised 21 November 2017;

Accepted 22 November 2017

<sup>†</sup> Corresponding Author : leedh@hanbat.ac.kr

## 1. 서 론

최근 CNC 공작기계 분야는 급속히 발전하고 있는 반도체, 자동차, 의료기기, 각종 검사 및 시험장비, 기계금속가공장비, 항공기, 조선업, 전자기기 등과 함께 동반성장 추세를 보이고 있다.

그러나 CNC 공작기계를 이용한 기계가공을 업으로 하는 영세 중소기업체는 갈수록 치열해지는 경쟁 속에서 많은 어려움을 겪고 있다. 특히 소기업일수록 3차, 4차 Vender에게 주문을 받아서 임가공 형식으로 운영하다 보니 기업 경영이 매우 힘든 상황이다. 이는 대형 제조업체가 원가 절감을 목적으로 형상가공에서 레이저 절곡으로 대체하고 안전재고량 최소화를 통한 단납기(긴급대응)형태의 생산방식을 선호함에 따라 기계가공업체들의 경쟁이 치열해졌기 때문이다.

S사는 그동안 전체 가공작업 중 70~80%를 알루미늄 위주로 가공해 오면서 최근 스테인리스(SUS304) 재질의 가공 의뢰를 받았다. 스테인리스는 알루미늄과 달리 소재 자체 강도가 높다보니 커터공구, 톱, RPM, FEED 등 절삭조건 맞추기가 쉽지가 않고 소재 가격이 비싸서 불량률이 발생하면 손실비용이 크다. 또한 알루미늄 가공과 달리 절입량이 많지 않아 가공시간이 많이 걸린다.

S사로서는 회사의 매출 증대를 위한 좋은 기회라고 판단하여 결국 SUS304 제품인 핸드폰 액정유리에 들어가는 COOLING PLATE JIG 가공품을 매월 500개 이상 납품하기로 수주계약을 체결하였다.

그러나 막상 가공작업에 들어가 보니 작업자의 경험이나 기술부족으로 제품품질 및 납기는 물론 생산능력 측면에서 문제가 발생되었다. 즉, 생산능력 부족과 가공 열에 의한 변형(휨 발생)문제로 납기를 맞출 수가 없어 페널티를 물어야하는 상황이 발생되었다.

S사는 이러한 애로사항을 해결하기 위하여 현재의 가공공정을 검토한 결과, 가공공정의 대부분을 차지하는 커터작업의 개선이 필요한 것으로 나타났다. 이에 기존 커터는 물론 다른 종류의 커터와 RPM 및 FEED와의 상관관계를 분석해 보니 전체 가공의 70% 이상을 차지하는 커터 작업 중 황삭 공정이 가장 문제가 크며 이는 판매되고 있는 밀링커터 중 최적 커터를 선정, 활용함으로써 해결할 수 있음을 알았다.

본 연구에서는 AHP 방법을 이용하여 현재 시판되고 있는 커터 중 최적 커터를 선정하는 방법을 제시하고 실제 적용효과를 분석하고자 한다.

또한 선정된 커터공구로 실험가동을 해 보고 검증을 통해 그동안 S사의 큰 고충이었던 납기와 품질 및 생산능력문제를 해결해 보고자 한다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 용어의 설명

#### 2.1.1 머시닝센터(Machining Center; MC)

MC는 자동공구 교환능력이 있고, 공구를 회전시켜 가공하는 여러 가지 기능을 가진 NC기계를 말한다. 즉, 자동공구교환장치(automatic tool changer : ATC)를 가지고 있으며, 필요에 따라 공구를 교환하고 구멍뚫기, 속파기, 나사치기, 면깎기 등 여러 종류의 가공을 기계 한 대로 할 수 있는 일종의 만능 공작기계이다.

#### 2.1.2 밀링커터(Milling Cutter)

밀링커터는 머시닝센터에서 가장 많이 사용되는 커터로서 회전하는 커터공구에 공작물이 이송하면서 소재면을 평면 가공하는 절삭가공 공구를 말한다. 즉, 가공물이 회전하는 커터 측에 수직인 방향으로 X축과 Y축으로 상대적 운동을 하면서 한 번에 많은 양의 칩을 처리할 수 있기 때문에 매우 효율적이다.

밀링커터의 종류에는 체이스밀 커터, 페이스 커터, 볼 커터, 미즈비시 커터, 고이송커터 등 다양하게 구성되어 있으며 본 연구에서는 페이스커터, 볼커터, 미즈비시 커터를 대상으로 한다.

#### 2.1.3 AHP 기법[6, 8, 9]

AHP(analytic hierarchy process) 기법은 합리적인 의사결정을 지원하기 위해 1970년대 초반 Saaty에 의해 개발되었다. AHP의 방법론은 1)체계(hierarchy) 수립의 원칙, 2)순위(priority)의 원칙, 3)논리의 일관성(consistency) 원칙이다. AHP의 장점으로는 다 요인문제 분석능력을 포함하여 복잡한 문제 상황을 계층적으로 구조화시켜주는 데 있다. AHP의 응용분야로는 전략계획의 수립, 성과측정지표의 가중치 산정, 입지선정, 자원할당, 사업/공공정책 수립, 프로그램 선정 등 우선순위 선정과 관련된 모든 활동에 활용된다.

### 2.2 기존연구 고찰

그동안 AHP 방법을 활용한 연구는 다방면에서 많이 이루어지고 있으나 본 연구와 관련된 논문을 소개하면 다음과 같다.

Cimren et al.[2]은 적절한 공작기계 선택을 위해 효과적 인 알고리즘을 이용한 의사결정지원 시스템을 제안하였다. 이 시스템의 특징은 다음과 같다. 첫째, 선정 과정에서 기계 물성과 관련된 질적인 결정기준을 고려한다. 둘째, 상세한 평가 절차에 신뢰성 및 정밀도 분석이 포함될 수 있다. 셋째, 비용분석을 통해 경제적 측면을 고려할 수 있다. 넷째,

민감도 분석을 통해 선택절차의 견고성을 평가할 수 있다.

Yurdakul[12]은 제조전략에 부합하는 공작기계를 선택하기 위하여 전략적 의사결정 도구를 제안하였다. 즉, 공작기계에 대한 투자평가는 전략적 고려사항을 모델링하고 정량화할 수 있도록 AHP와 ANP(analytic network process)에 의한 제조전략에 대한 공작기계 대안의 기여도 계산을 통해 이루어진다. 특히 ANP 접근법의 적용은 의사결정구조의 구성요소들 간에 상호의존성을 구체화하는 것을 가능하게 했으며 사례 적용결과, 공작기계 선택결정이 만족스럽고 구현 가능한 것으로 나타났다.

Ic et al.[3]은 장기적이고 고가의 투자를 요하는 머시닝센터의 선택을 위한 AHP 모델을 제안하였다. 축 크기, 동력, 스핀들 속도, 공차, 반복성, 절삭공구변경 등과 같은 머시닝센터 제조업체에서 제공하는 기술사항을 세부적인 확인 없이 사용하는 기존 MCDM(multi-criteria decision-making)모델과는 달리 머시닝센터 구성요소기반의 새로운 AHP 모델을 제안하였다.

Ayağ[1]은 도입 가능한 공작기계 세트 중 제조조직의 요구와 기대를 충족시키는 최상의 공작기계를 결정하기 위하여 AHP와 시뮬레이션 기법을 통합한 하이브리드 방법을 제안하였다. 이 방법의 특징을 보면 다음과 같다. 첫째, AHP를 통해 특정 상황에서 얻은 값보다 작은 점수(또는 가중치)를 제거하여 공작기계 대안을 좁힌다. 둘째, 시뮬레이션 생성기를 사용하여 공작기계가 사용될 제조조직을 자동으로 모델링하고 남은 각 대안을 생성된 모델의 시나리오로 활용한다. 셋째, 최종대안은 각 대안의 연간 투자비용을 해당 대안의 시뮬레이션 실행에서 얻어진 추가 생산단위 수로 나눈 값인 단위당 투자 원가율을 사용하여 선택한다.

이처럼 기존 연구들이 최적 공작기계 및 세트선정을 위한 알고리즘 개발에 중점을 두었으나 본 연구에서는 실제 현장의 커터공구 선정문제를 현장 전문가 등의 경험과 판단을 근거로 AHP 방법을 적용하였다는 점에서 차별화될 수 있다고 판단된다.

이외에도 AHP 관련하여 참고할 만한 최근 연구 중 몇 가지를 소개하면 다음과 같다.

김순영[5]은 AHP 방법을 적용하여 국방품질경영요소간 상대적인 중요도를 도출하고 국방전문가들이 중시하는 요소들이 군수품 품질향상과 국가경쟁력 강화에 어떠한 영향을 미치는지에 대해 연구하였다.

류호진[7]은 현재 추진되고 있는 정부와 대전광역시에서 추진하고 있는 다양한 일자리 정책을 파악하고 AHP 기법을 활용하여 일자리 정책의 상대적 중요도와 우선순위를 분석함으로써 향후 일자리 정책의 방향을 제시하였다.

위왕복[11]은 기존문헌의 분석과 러시아 LNG 액화플랜트 설계프로젝트의 리스크 요인을 발굴하고 AHP 기법을 활용하여 리스크 요인의 상대적 중요도를 기준으로 각

요인들의 상호간의 우선순위를 도출하였다.

정유진 등[4]은 국방 R&D 기술 등급평가를 위해 다중회귀분석, 델파이기법, 요인분석 및 AHP를 사용하여 기술수익지수와 기술력평가지수를 산출하고 두 지수의 가중평균의 크기에 따라 적절한 기술등급을 도출할 수 있는 방법론을 처음으로 제시하였다.

### 3. S업체 현황 및 가공공정의 문제점

#### 3.1 S사의 현황

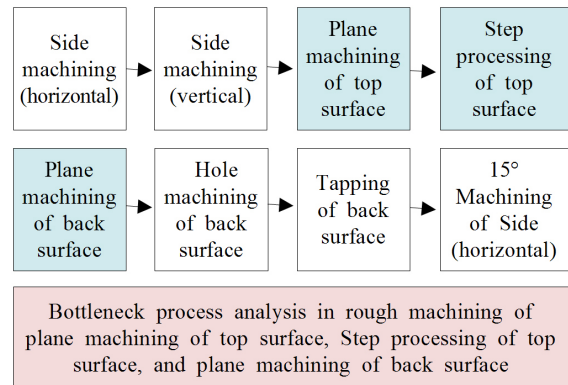
S사는 정밀부품 가공업체로서 수직형 머시닝센터 설비를 갖추고 있으며 주로 삼성, LG, SK하이닉스 등 반도체 관련 설비에 들어가는 부속 부품을 가공하고 있다. 그 밖에도 방산제품, 의료기기제품, 한국타이어검사장비, 알루미늄 프로파일 등 다양한 제품을 가공하고 있다.

S사는 현재 대전광역시 유성구 테크노벨리에 소재하며 전 직원 수는 6명이다. 보유설비로는 메인 설비인 머시닝센터가 9호기 1대, 5호기 2대, 4호기 1대로 총 4대가 있으며 그밖에 탭핑 머시인 2대, 드릴 머신 2대, 업라이트 1대 등이 있다.

#### 3.2 S사 가공공정의 현황 및 문제점

##### 3.2.1 현황

S사에서 작업하는 가공공정을 살펴보면 재질이 SUS304인 가공제품을 미리 받아 <Figure 1>과 같이 가로 측면의 양쪽 가공 후 세로 측면의 양쪽 가공으로 외곽 치수를 마무리한 뒤 바이스 취부상태에서 먼저 윗면을 평면 황삭/정삭 가공한 후 윗면 단차 황삭/정삭 가공을 한다. 그 다음엔 뒤집어서 뒷면을 평면 황삭/정삭 가공한 후 뒷면 홀 가공 및 탭 가공을 하고, 마지막으로 가로 측면을 15° 경사 가공하여 마무리한다.



<Figure 1> Product Processing Process of S co.

3.2.2 문제점

첫째, 월 납기 요구수량(500개)을 맞출 수 있는 생산능력이 부족하였다. 설비 1대당 1일 6개 가공, 월 22일 작업하면 대당 월 132개 생산이 가능하여 3대의 설비를 가지고 있는 S사는 월 396개를 생산할 수 있다. 이는 월 납기 요구수량 500개의 약 80% 수준에 불과하다. 둘째, 기존 사용 중인  $\phi 63$  페이스커터로는 황삭 가공시간 단축이 어려워며 가공 시 열 발생으로 휨 현상이 발생하였다.

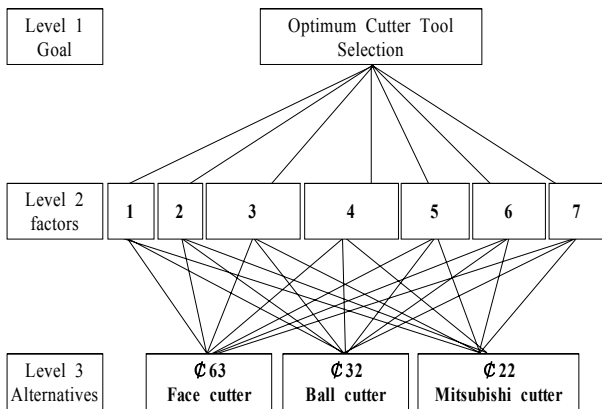
4. 연구 결과

4.1 연구 설계

4.1.1 AHP 계층 구성

AHP 계층은 크게 요인과 대안으로 나뉜다. 먼저 요인은 <Table 1>과 같이 가격, 수명, 보전비용(팁 비용), 팁 교체시간, 단위당 생산성, 표면조도, 가공 Power 등 7가지로 선정하였다.

한편 대안으로는 업체에서 현재 많이 사용하는 페이스커터, 볼 커터, 미즈비시 커터 등 3가지 커터를 선정하였다. 이를 AHP 계층으로 나타내면 <Figure 2>와 같다.



<Figure 2> AHP Hierarchy

4.1.2 설문조사 개요

먼저 설문지는 요인요소인 가격, 수명, 보전비용(팁), 팁 교체시간, 단위당 생산성, 표면 조도, 가공 Power 7가지를 먼저 쌍대 비교한 후 각 요인 요소에 대하여 P커터, B커터, M커터를 쌍대비교 하도록 설계되었다.

설문조사는 CNC 공작기계 가공 경력이 많은 21명의 전문가를 대상으로 하였다. 수집된 자료는 Excel을 통해 요인의 가중치와 대안의 가중치 계산과 함께 일관성 검사를 하는데 활용되었다.

4.2 AHP 기법에 의한 최적 커터공구 선정

4.2.1 일관성 분석

AHP 분석은 일관성지수 통하여 설문자의 응답타당성을 검사한다. 일관성지수는 0.1 이하일 때 본 설문이 타당하며 신뢰할 수 있다고 판단한다.

본 설문문의 경우, 요인에 대한 평균 일관성 지수는 0.033, 대안의 평균 일관성 지수는 0.004로 본 설문조사가 일관성이 있는 것으로 나타났다.

4.2.2 요인분석

커터공구 선정요인의 가중치는 <Table 2>와 같이 단위당 생산성 20.7%, 가격 17.8%, 수명 16.8%, 표면조도 15.4%, 보전비용(팁) 11.3%, 가공 Power 10.0%, 팁 교체시간 7.9%의 순으로 분석되었다.

<Table 2> Weight of Factor

Factors	Relative importance	Ranking
1. Price	0.178	2
2. Age	0.168	3
3. Maintenance cost (Cost of the tip)	0.113	5
4. Tip Replacement Time	0.079	7
5. Productivity per unit	0.207	1
6. Surface roughness	0.154	4
7. Processing power	0.100	6

<Table 1> Factors for Selecting the Optimum Cutter

Factors	Contents
1. Price	Cutters vary in price and performance depending on the type
2. Age	Cutter is a sensitive tool and life is also important
3. Maintenance cost (Cost of the tip)	The maintenance cost of the tip is calculated according to the number of corners and blades of the cutter. Secondly, it is possible to calculate the maintenance cost of each corner with respect to the unit production amount.
4. Tip Replacement Time	It directly affects productivity and workers prefer shorter tip replacement times
5. Productivity per unit	Productivity per unit means production efficiency and is directly related to the profit of the company
6. Surface roughness	Surface roughness refers to the roughness of the surface after machining and is usually indicated by a triangle. In the case of roughing with one triangle, the roughness of the surface is not important.
7. Processing power	The machining power is reflected in the calculation of RPM and FEED because it affects the cutting speed and the amount of FEED.

즉, 전문가들은 커터의 선정요인 중에서 단위당 생산성을 가장 중시하는 것으로 분석되었다. 이는 단위당 생산성이 회사의 이익과 직결되고 생산능력 분석 및 설비투자 시 중요한 자료로 활용되기 때문이라 판단된다. 다음으로 가격과 수명이 중요요인으로 선정되었다. 가격과 수명은 상호 보완적이며 초기투자 시 가격측면을 고려하지 않을 수 없기 때문이다.

4.2.3 대안에 대한 결과분석

요인별 3가지 대안의 가중치는 <Table 3>과 같다. 가격에서는 B커터가 41.6%로 높게 나타났다. 이때 가격은 단순히 싸거나 비싼 정도를 말하는 것이 아니라 가격대비 성능측면을 고려한 것이다. 실질적인 가격은 P커터가 가장 비싸며 B커터가 가장 싸지만 전문가들은 B커터가 가격이 적정하다고 여기는 것으로 분석되었다.

수명에서는 M커터가 40%로 가장 높게 나타났다. 동일한 작업을 수행한다면 M커터가 가장 오래 사용한다고 전문가들은 여기고 있었다. B커터가 32.5%, P커터가 27.5%로 나타났다.

보전비용(팁)은 B커터가 36.7%로 나타났으며 M커터가 33.6%, P커터가 29.6%로 분석되었다. 실제 보전비용은 커터 날 수와 코너 수와 상관관계가 있으며 한 코너당 몇 개를 가공하고 교체하느냐에 따라 보전비용(팁 교체비용)이 다르게 나타날 수가 있다. 예를 들면 <Table 4>에서 보는 바와 같이 B커터가 단위당 팁 보전비용 875원으로 가장 적게 나타났다.

팁 교체시간에 대한 중요도는 M커터가 40.4%, P커터가 22.6%로 낮게 나타나 M커터가 팁 교체시간에서 매우 유용한 것으로 분석되었다. M커터의 경우 P커터보다 날 수가 적고 코너를 돌리는 방식인 B커터보다 빨리 교체할 수가 있기 때문이다.

단위당 생산성은 M커터는 38.4%로 가장 높게 나타났다. 커터별 팁의 구성 및 내구성에 따라 RPM, FEED

가 조금씩 다르게 가공을 한다. M커터 가공 시 RPM(회전)은 B > M > P순으로 높게 주지만 FEED(속도)는 M > B > P순으로 P보다는 10배, B보다는 5배의 속도로 가공을 할 수가 있어서 가장 많은 양을 가공할 수 있다.

표면조도는 P커터가 39.8%, M커터가 38.1%로 비슷한 수준이었으나 B커터는 22.1%로 매우 낮게 나타났다. 표면조도는 황삭의 경우 크게 중요하지 않지만 정삭 가공의 경우에는 품질측면에서 매우 중요하다. 특히 표면조도의 좋고 나쁨에 중요한 역할을 하는 커터의 날 수가 가장 많은 P커터(6날), M커터(4날), B커터(3날) 순으로 나타났다.

가공 Power는 B커터 37.8%, 커터 34.4%로 비슷한 수준이나 P커터는 27.8%로 낮게 나타났다.

4.2.4 최종결과 도출

최적 커터공구는 <Table 5>와 같이 M커터로 선정되었다. 총가중치는 M커터가 36.9%, B커터가 34.1%, P커터가 29%로 분석되었다.

<Table 5> Optimum Cutter Tool Selection

Cutter	Relative importance	Ranking
P	0.290	3
B	0.341	2
M	0.369	1

최적 커터로 선정된 M커터의 경우 타 제품과 특이한 사항을 가지고 있다. 보통의 경우 팁이 커터 외곽에 부착이 되면서 외곽 모서리 쪽으로 가공을 하게 되어있는데 M커터의 경우에는 외곽에 부착하는 것은 같지만 가공 접촉면이 팁 안쪽에 있어 강절삭(RPM1000, FEED3000 속도)을 해도 커터에 무리가 가지 않아 많은 수량을 가공할 수 있는 장점이 있다. 그런 점에서 M커터가 선정된 것으로 판단된다.

<Table 3> Weight of Alternatives by Factor

Cutter	Price	Age	Tip cost	Tip Replacement Time	Productivity per unit	Surface roughness	Processing power
P	0.277	0.275	0.296	0.226	0.328	0.398	0.278
B	0.416	0.325	0.367	0.370	0.288	0.221	0.378
M	0.307	0.400	0.336	0.404	0.384	0.381	0.344

<Table 4> Tip Maintenance Cost per cutter

Cutter	Blades ①	Corners ②	Price/1 tip ③	Quantity processed per corner ④	Cost/unit production quantity ((①×③)/②)/④
P	6	2	4,500	3	4,500
B	3	12	3,500	1	875
M	4	4	6,500	5	1,300

### 4.3 현장적용 및 기대효과 분석

#### 4.3.1 현장적용

현장적용을 위해 각 설비에 각기 다른 커터를 사용하여 다음과 같이 실험가공을 해 보았다.

1. 머시닝센터 3대를 커터만 바꾸고 똑같이 작업했을 때 생산수량 확인
2. 각기 다른 커터를 똑같은 조건으로 생산했을 때 생산수량 확인
3. 각기 다른 커터를 각기 다른 조건으로 생산했을 때 생산수량 확인
4. 각각의 커터에 사용되는 팁 사용시간을 확인하여 단위생산량 대비 팁 비용 산출

그 결과는 <Table 6>과 같다. 이를 설명하면 다음과 같다.

1. 생산성측면에서는 M커터가 P커터, B커터보다 생산성에서 두 배 가까운 차이를 보였다.
2. 팁 유지보수 비용에서도 기존 P커터가 4,500원/개인데 반해 M커터는 1,300원/개로 약 70% 정도의 절감효과가 있는 것으로 나타났다.
3. 기존 가공방식으로는 머시닝센터 설비가 4대가 필요했지만 AHP 분석결과, M커터를 사용해 생산할 경우 가공시간 절감으로 2대의 머시닝센터 설비로도 충분한 것으로 나타났다.
4. 문제점으로 제기됐던 배송 및 생산능력문제는 M커터로 바꾸어 작업하면 모두 해결할 수 있다.

따라서 AHP 분석에 의한 M커터 선정이 합리적이었음이 검증되었다.

#### 4.3.2 기대효과 분석

M커터를 사용하여 얻어지는 연간 기대효과를 계산해

보면 <Table 7>과 같다. 이때 단위당 가공단가 40,000원, 1일 추가생산 가능수량 5개(6개 → 11개), 월 평균 작업일수 20일, 설비 대수 및 가동률 3대/75%, 이익률은 30%로 한다.

본 연구결과를 보면서 현재 국산 절삭공구들이 공급되고 있으나 실제 품질 면에서 상당히 뒤떨어져 있다는 것을 알 수 있었다. 이처럼 국산 절삭공구는 수입공구에 비해 공구수명이 짧고 정밀도가 낮아 빠른 공구교체주기로 인한 리드타임이 증가되어 비효율적임이 입증되었다.

## 5. 결론

본 연구에서는 AHP 방법을 이용하여 현재 시판되고 있는 머시닝센터의 커터 중 최적 커터를 선정하는 방법을 제시하고 실제 적용효과를 분석하였다.

이를 요약하면 첫째, 현재 머시닝센터에서 사용할 수 있는 3개의 커터공구 중 가장 효율적인 것은 M커터공구로 판명되었다. 둘째, 1대의 추가 설비가 요구되는 상황이었지만 생산성 향상으로 부족한 생산능력을 보충함으로써 추가 설비투자 없이 기존 설비로 생산이 가능하게 되었다. 셋째, S사의 애로사항인 배송 및 생산능력부족 문제가 해소되었다. 넷째, 연간 108백만 원 매출증대 와 연 32백만 원의 수익증대 효과를 거두었다. 다섯째, 기업의 의사결정시 AHP 기법의 유용성을 확인할 수 있었고 향후 다양한 설비투자나 공정개선에 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

## References

- [1] Ayag, Z., A Hybrid Approach to Machine-tool Selection through AHP and Simulation, *International Journal of Production Research*, 2007, Vol. 45, No. 9, pp. 2029-

<Table 6> Experimental results on site

Cutter	Blades	Quantity processed per corner(Each)	Tip Replacement cost (Won)	Tip Replacement Time (Min.)	Productivity per unit (Each)
B	3	1	875	2	6
P	6	3	4,500	3	6
M	4	5	1,300	2	11

<Table 7> Expected Annual Effect

Items	Amount or quantity
Monthly additional production	$5Ea \times 3Machines \times 20Days = 300Ea$
Annual revenue growth	$(40,000won \times 5Ea \times 20Days \times 12Months \times 3Machines) \times 75\% = 108,000,000won$
Annual expected additional gain	$108,000,000 \times 0.3 = 32,000,000won$

- 2050.
- [2] Cimren, E., Catay, B., and Budak, E., Development of a machine tool selection system using AHP, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2007, Vol. 35, No. 3-4, pp. 363-376.
- [3] Ic, Y.T., Yurdakul, M., and Eraslan, E., Development of a Component-based Machining Centre Selection Model using AHP, *International Journal of Production Research*, 2012, Vol. 50, No. 22, pp. 6489-6498.
- [4] Jung, Y.J., Kim, J.Y., and Joung, T.Y., The Study on Development of R&D Technology Rating Methodology in the Defense Area, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 2017, Vol. 18, pp. 158-167.
- [5] Kim, S.Y., A Study on the Strategic Priority for Defence Quality Management Factors by using Analytic Hierarchy Process, *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2012, Vol. 35, No. 3, pp. 217-224.
- [6] Lee, D.H., Plant Engineering, Ewha Publishing Co., 2011.
- [7] Ryu, H.J., A Study on Prioritizing in Job Creation Policies : Focusing on AHP Analysis on the Policies of Daejeon Metropolitan City, Paichai University, [PhD's Thesis], 2016.
- [8] Saaty, T.L., How to Make a Decision : The Analytic Hierarchy Process, *European Journal of Operations Research*, 1990, Vol. 48, No. 1, pp. 9-26.
- [9] Saaty, T.L., The Analytic Hierarchy Process, New York, McGraw-Hill, 1980.
- [10] Samvedi, A., Jain, V., and Felix, T.S., An Integrated Approach for Machine Tool Selection using Fuzzy Analytical Hierarchy Process and Grey Relational Analysis, *International Journal of Production Research*, 2012, Vol. 50, No. 12, pp. 3211-3221.
- [11] Wee, W.B., Analysis of Risk Factors for Engineering Work of the Russian LNG Plant by AHP Method, Hanyang University, [Master's Thesis], 2016.
- [12] Yurdakul, M., AHP as a Strategic Decision-making Tool to Justify Machine Tool Selection, *Journal of Materials Processing Technology*, 2004, Vol. 146, Issue 3, pp. 365-376.

#### ORCID

Kyo-Sun Lee | <http://orcid.org/0000-0003-2875-6953>

Soo-Yong Park | <http://orcid.org/0000-0001-8656-551X>

Dong-Hyung Lee | <http://orcid.org/0000-0001-8743-858X>