

항공기 기체 조립 작업자 숙련도 평가 연구

Study on the Evaluation of Skill Level for Aircraft Body Assembly Workers

권형근¹, 송지훈^{2*}

Hyoung Geun Kwon¹, Chie Hoon Song^{2*}

〈Abstract〉

This research aims to develop a model to objectively and quantitatively measure the skill level of aircraft body assembly workers. Because aircraft body assembly is predominantly a manual process, skills management is a key factor of manufacturing competitiveness. Currently, skills management relies on the subjective judgment of supervisors, which lacks objectivity and reliability. As a remedy, this study proposed a systematic skill management model based on objective and quantitative evaluation criteria. By considering prior research, we developed an evaluation model that takes into account both expertise and versatility of a worker. The model selected five major tasks required for aircraft body assembly and established evaluation criteria considering the difficulty and maturity of each task. We then conducted a pilot evaluation with over 200 workers in four SMEs to validate the practicality and effectiveness of the model. Consequently, we identified and addressed the limitations of the existing evaluation method, subdivided the skill levels based on the performance capabilities of each task, and proposed a career growth path. The developed evaluation model offers critical data for executives and managers to determine work assignments, education, training, performance incentives, and wages. It is expected to enhance the attraction of new talent and systematize skills management in aviation manufacturing in the future.

Keywords : *Aircraft Body Assembly, Skills Assessment, Skills Management, Skills Improvement*

1 제1저자, 석사과정, 경상국립대학교 대학원 기술경영학과
E-mail: khg1009@gnu.ac.kr

2* 교신저자, 조교수, 경상국립대학교 대학원 기술경영학과
E-mail: chsong01@gnu.ac.kr

1 First author, Graduate Student (Master's. program), Gyeongsang National University, Department of Management of Technology

2* Corresponding author, Assistant Professor, Gyeongsang National University, Department of Management of Technology

1. 서론

항공산업은 COVID-19 팬데믹 이후 점진적으로 회복세를 보이고 있으며, 글로벌 여행 수요 증가에 따라 항공기 수요 또한 확대되고 있다. 2021년 세계 항공산업 규모는 약 5,243억 달러로 2019년에 비해 28% 감소하였으나, 2030년에는 약 9,281억 달러 규모로 성장할 것으로 전망된다[1]. 국내에서도 방위산업 수출의 증가와 우주항공청의 신설 등으로 인한 항공 관련 산업의 기대감이 커지고 있다. 그러나 항공산업을 포함한 제조업 전반은 생산인력 부족이라는 중대한 도전에 직면해 있다. COVID-19 이후 다른 분야로의 인력 이동과 제조업 기피 현상으로 인력 부족 문제가 심화되었다. 『2023년 하반기 직종별 사업체 노동력 조사』에 의하면 전 산업의 미충원 인원은 약 139,000명이며, 이 중 제조업 미충원 인원은 약 43,000명으로 가장 높은 비율을 차지한다[2]. 이러한 인력 부족 사태는 항공기 제조업체에서도 예외가 아니다. 국내 400여 개 항공 제조업체를 대상으로 실태조사를 한 결과 항공 제조업체의 부족 인원이 총 1,188명에 달했으며, 그중 생산직 부족 인원이 506명으로 가장 많았다[3].

특히 항공 중소 제조기업에서의 생산인력 부족 문제는 더욱 심각하다. 대기업 대비 상대적으로 낮은 임금 수준과 복지 혜택은 인력 확보에 어려움을 유발하며, 이는 중소기업의 부품 납품 지연으로 이어지고 대기업의 생산 중단 또는 축소와 같은 리스크를 초래할 수 있다. 이에 정부, 지자체 및 관련 업체들은 다각적인 대책 마련을 통해 단기적 인력난 해소에 나서고 있지만, 장기적으로는 인력의 유지와 숙련도 향상을 위한 체계적인 노력이 필요한 상황이다[4]. 조선업계에서는 이미 숙련 인력 육성을 위해 장기근속 유도, 기술 전수 체계 구축 등의 정책을 시행 중으로[5], 이는 항공 제조

업에도 시사하는 바가 크다. 항공기 제조산업은 다품종 소량 생산 방식의 고정밀 작업이 특징으로 숙련된 인력의 확보가 매우 중요하다. 항공기 기체 조립 공정 대부분이 수작업으로 이루어지고 정밀성과 안전성이 필수적으로 요구되기 때문에 조립 및 검사 과정에서의 작은 오류가 치명적인 결과로 이어질 수 있다. 그러므로 항공 제조산업에서 생산인력의 숙련도는 생산성, 품질, 안전, 비용 관리 등 제조과정 전반의 경쟁력에 결정적인 영향을 미친다. 그러나 현재 숙련 관리와 평가는 대체로 주관적이고 정성적인 방식으로 이루어져 객관성과 신뢰성이 부족하다. 더욱이 숙련도 평가 결과가 정량적으로 측정되지 않아 데이터로서의 활용이 제한적이다.

이에 본 연구에서는 국내 항공 제조산업에서 중요한 역할을 하는 기체 조립 작업자의 숙련도를 객관적이고 정량적으로 평가할 수 있는 모델을 개발하고자 한다. 이 모델을 통해 교육, 훈련, 작업 배치, 성과 보상, 임금 관리 등 다양한 의사결정 과정에서 숙련도 평가 결과를 효과적으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 작업자의 숙련 수준을 명확히 등급화함으로써 각 직원에게 성장할 수 있는 분명한 경로를 제공하고 이를 통해 고용의 안정성을 높이며 숙련도를 개선할 것이다. 이와 같은 접근은 품질과 생산성을 개선함으로써 항공 제조산업의 경쟁력 강화에 기여할 것으로 기대된다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 숙련의 개념과 숙련 형성에 관한 선행연구를 살펴보고, 타 산업 사례분석을 통해 항공기 기체 조립업종에 필요한 숙련 평가 모델의 방향을 설정한다. 3장에서는 항공기 기체 조립 작업자의 숙련도 평가 모델 설계를 위한 구체적인 방법과 과정을 제시한다. 4장에서는 개발된 평가 모델의 적절성을 파악하기 위한 시범 평가 계획을 수립하고, 시범 평가 결과를 기술통계 기반으로 분석 및 해석한

다. 마지막 5장에서는 연구 결과를 요약하고 학술적, 실무적 가치를 제시하며, 향후 연구 발전 방향에 대해 논의한다.

2. 이론적 배경

2.1 숙련과 숙련 형성의 개념

숙련은 '연습을 통해 얻은 능숙함'을 의미하며, 근로자가 특정 작업 기술을 지속적으로 사용해 숙달되는 과정을 가리킨다[6]. 전통적으로 숙련은 신체적 노동이나 기능적 수행 능력에 초점을 맞추었지만, 최근에는 지식의 습득 및 활용, 문제 해결 능력, 팀워크와 커뮤니케이션 능력을 포함하는 포괄적인 개념으로 확장되었다[7]. 특히 제조 현장에서 숙련은 고품질의 제품을 안전하고 효율적으로 생산할 수 있는 종합적인 능력으로 인식되며, 숙련된 작업자는 생산성 향상과 품질 개선에 결정적인 역할을 한다. 항공기 제조산업과 같이 정밀한 수작업이 중요한 역할을 하는 분야에서는 숙련의 중요성이 더욱 강조되지만, 숙련의 암묵지 특성으로 인해 이를 체계적으로 관리하는 것은 어려운 과제로 여겨진다[8].

제조 현장에서의 숙련 형성(skill formation)은 특정 작업의 전문화(깊이)와 다양한 작업 수행 능력(넓이)의 두 가지 차원으로 이루어진다. 이 두 역량은 서로 보완적이므로, 작업자의 숙련도를 평가할 때는 두 가지 모두를 고려해야 한다[9]. 다품종 소량 생산 방식을 채택하는 항공기 제조산업에서는 특정 작업의 전문성과 다기능 역량이 모두 중요하다. 이에 따라 항공기 기체 조립 작업자의 숙련도 평가 모델은 이 두 역량을 통합해 종합적인 역량을 평가하고, 이를 정량화 및 등급화하는 것이 필요하다.

2.2 조선산업 숙련 사례 연구

조선산업과 항공기 제조산업은 두 가지 측면에서 유사성을 보인다. 첫째, 두 산업 모두 주문 생산 방식을 취하고 있으며, 제품이 소량으로 생산됨으로써 자동화 적용에 있어 한계를 가진다. 둘째, 두 산업 모두 노동 집약적이며 작업 과정이 주로 수작업에 의존한다는 특징을 지닌다. 이는 작업자의 숙련도가 생산성과 제품의 품질에 중대한 영향을 미칠 수 있음을 의미한다. 그 결과 조선산업에서의 숙련 개발 사례는 항공기 제조산업의 숙련도 향상 방안을 모색하는 데 유용한 참고 자료가 될 수 있다.

조선산업의 핵심 공정 중 하나인 용접 공정에서의 숙련 평가 방법은 두 가지로 나뉜다. 하나는 자격증에 기초한 숙련 평가이다. 용접 자격은 용접 종류와 용접 자세에 따라 난이도를 다르게 평가한다. 자격시험은 선급협회, 산업인력공단, 기업 기술교육원에서 부여하는 공인 기준이다. 현장에서 용접 자격은 숙련도 판단의 기초로 활용된다. 그러나 자격증을 취득한 신규 용접공이 즉각적으로 선박이나 해양플랜트의 용접업무를 담당하지 않는다. 대부분의 신규 용접공은 1~2년 정도 현장경험 취득 후 단독적인 작업의 수행이 허가된다. 따라서, 용접 자격증은 개인의 이력 관리를 위한 기본적인 증빙자료(Table 1)이며 용접 실무는 현장에서 습득하게 된다[10].

두 번째로, 현장에서는 용접 속도와 품질을 포함한 전반적인 기량을 기준으로 숙련도를 평가한다. 해당 평가는 자격증 보유 여부와 별개로 이루어지며, 숙련도에 따라 다양한 등급이 설정된다. 예를 들어, 대형 조선소 중 하나에서는 Table 2와 같이 용접공을 A, B, C, D, E등급으로 분류하여 관리하고 있다.

하지만 위와 같은 숙련도 등급에 대한 명확한

Table 1. Welding certification types

| 용접 자격증 | 발행 기관 | 비고 |
|---------|------------------|---------------------------------|
| 국제선급자격 | 영국 로이드 미국 ABC | |
| 특수용접기능사 | 한국산업 인력공단 | 비철 용접, CO ₂ , TIG 용접 |
| 6G | | 정규 직영 기능직 취업 조건 |
| 5G | | 파이프 용접 |
| 4G | | 위로 보기 용접 |
| 3G | | 수직 용접 |
| 2G | | 수평 용접 |
| 1G | | 아래 보기 용접 |

Table 2. Skill classification of welders at company A

| 등급 | 숙련 수준 | 숙련 기간 |
|----|----------------------|--------|
| A급 | 초보자들의 업무 지도가 가능 | 4~5년 |
| B급 | 고기량 발휘 | 2~3년 |
| C급 | 보통 수준의 기량, 독자로 업무 수행 | 1~2년 |
| D급 | 타인의 지도를 받으며 업무수행 | 6~12개월 |
| E급 | 초급자로서 혼자 업무 수행이 불가능 | 3~6개월 |

기준은 부재하며, 업계에서는 비공식적인 암묵지 형태로만 통용되고 있다. 이에 따라 조선산업 경쟁력 강화를 위해서는 비공식적 관행을 공식화하여 체계적인 숙련인력 양성과 처우 개선이 필요하다는 의견이 제기되고 있다[11]. 그럼에도 불구하고, 조선산업에서 용접 자격제도를 통한 기본 숙련도 확인과 현장 도제식 학습을 병행하는 숙련 관리 방식은 항공 제조업의 숙련 관리와 발전을 위한 유의미한 시사점을 제공한다.

2.3 건설산업 숙련 사례 연구

정부는 건설산업의 품질 향상 및 고용 안정성 증진을 위해 기능 인력의 처우 개선을 필수적으로 보고 '건설기능인등급제'를 법제화하여 시행하고



Fig. 1 Scheme for grading construction workers's skills [12]

있다. 해당 제도는 기능 인력의 현장 경력을 바탕으로 등급을 설정하고, 이에 따라 임금을 차등화하여 건설 기능 인력의 장기 고용을 촉진하고 신규 인력 유입을 확대하는 것을 목표로 한다. '건설기능인등급제'는 개인의 현장 경력, 교육 및 훈련 이수 여부, 자격증 소지 상태, 포상 이력 등 다양한 요소를 종합적으로 고려해 직종별로 기능 등급을 초급, 중급, 고급, 특급으로 4개 등급으로 설정해 관리한다(Fig. 1).

위와 같은 과정을 통해 기능 인력의 전문성을 공식적으로 인정하고, 이에 상응하는 보상 체계를 마련함으로써, 건설산업 내에서 고품질의 인력풀을 육성할 수 있다. 즉, '건설기능인등급제'는 시공 경험의 축적, 숙련 및 역량의 형성, 객관적 지표의 수집을 거쳐 기능 등급의 산정 및 확인증 발급, 등급에 기반한 숙련 관리 및 처우 개선으로 이어지는 선순환 구조를 추구한다. 그러나 이러한 경력 중심 등급 산정 방식이 실제 기능 인력의 업무 수행 능력을 충분히 반영하지 못한다는 지적이 있다. 이를 해결하기 위해서는 각 등급에 요구되는 업무 수행 능력, 즉 숙련도를 평가해야 한다는 주장이 제기되었다[13]. 또한, 단순한 등급 부여를 넘어서는 제도적 활용방안의 필요성이 강조된다. 이는 기본 목적인 인력 유입과 직무 능력 향상에 맞는 적정 임금 보장과 업무 능력 향상을 위한 체계적 교육의 중요성을 부각한다[14]. 건설 분야 사례 연구는 숙련 등급 설정 시 경력 기간이 아닌

수행 능력을 반영한 등급 산정이 필요함을 시사한다. 지속가능한 활용을 위해서는 숙련 등급을 기반으로 한 교육, 훈련 및 임금 개선과 같은 다양한 제도적 지원이 뒷받침되어야 함을 나타낸다.

3. 항공기 조립 작업 숙련 평가 모델 설계

3.1 평가 모델 구축 절차

본 연구에서는 숙련 평가 모델 개발을 위해 항공기 기체 조립 직무에 종사하는 고속련자 2명과 기술 엔지니어 1명을 참가시켜 평가 모델의 설계를 진행하였다. 개발 과정은 Fig. 2와 같이 진행되었다.

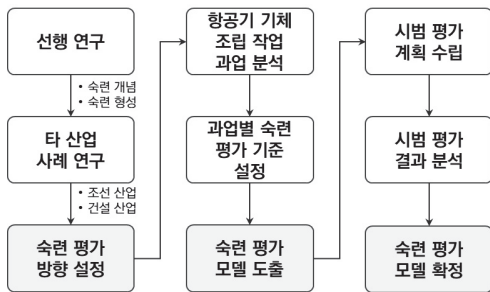


Fig. 2 Procedure for constructing a skill level assessment model

3.2 항공기 기체 조립 작업 과업 분석

숙련도 평가를 위한 과업 정의 시, 항공기 기체 조립 직무에 대한 국가직무능력표준(NCS)의 역량 기술과 현장 고속련 작업자 및 엔지니어의 전문 지식을 종합적으로 활용하였다. NCS에서는 항공기 기체 조립을 부품 리벳 작업과 부품 조립으로

구분하고, 파트 로딩, 드릴링, 패스닝, 일렉트릭 본딩, 실링, 검사 등으로 세부 직무 능력을 분류한다. 반면 현장의 고속련 작업자는 기체 조립을 파트 로딩, 드릴링, 패스닝, 실링, 특수 작업의 5가지 주요 과업으로 본다. 최종적으로 NCS 분류 체계와 현장 전문가 의견을 종합하여, 시밍, 드릴링, 패스닝, 실링 및 특수작업(일렉트릭 본딩, 콜드워킹, 부상/베어링 압입)을 포함한 5개 주요 과업을 숙련도 평가대상으로 확정하였다(Table 3).

로딩과 시밍 과업은 드릴링의 사전 준비 과정으로 간주하여 단일 과업으로 통합하였으며, 과업별로 요구되는 검사는 해당 작업의 전과 후에 수행되므로, 평가 과정에 포함되도록 조정하였다. 특수 작업은 일렉트릭 본딩, 콜드 워킹, 부상/베어링 압입 등 세 가지 작업을 포함한다. 본 연구에서는 특정 구조물의 조립에 필요한 특수 작업을 일반적인 항공기 기체 조립 과정으로 통합해 분류하였으며, 해당 작업을 수행할 수 있는 능력을 보유한 경우 숙련도 평가 시 추가 가점을 부여하였다.

Table 3. Factors for evaluating the skill level of aircraft body assembly workers

| NCS | 전문가 | 최종 확정 |
|--------|-------|-------|
| 파트 로딩 | 로딩 | 시밍 |
| 드릴링 | 시밍 | 드릴링 |
| 패스닝 | 드릴링 | 패스닝 |
| 일렉트릭본딩 | 패스닝 | 실링 |
| 실링 | 실링 | 특수 작업 |
| 검사 | 특수 작업 | |

3.3 과업별 숙련도 평가 기준 설정

Fig. 3은 작업의 난이도를 기준으로 각 과업에 대한 최대 세 가지 숙련도 수준(기초, 중급, 고급)을 정의하였다. 패스닝 작업과 특수 작업에는 상급 수준의 기술이 요구되지 않기 때문에 고급 수



Fig. 3 Definition of skill levels by task

준을 설정하지 않았다.

고숙련 작업자와 기술 엔지니어와의 인터뷰를 통해 과업별 표준 숙련 기간과 중요도 및 난이도를 고려해 평가점수를 분류하였다. 표준 숙련 기간은 특정 과업에 대해 숙련도 수준(기초, 중급, 고급)을 완전히 달성하는 데 필요한 기간을 의미한다. 이는 일반 작업자가 적절한 교육과 훈련을 받아 해당 과업을 완벽하게 수행할 수 있는 기간을 나타낸다. 과업별 배점 점수로 시밍, 드릴링, 패스닝, 실링 작업에 각 20점, 40점, 30점, 10점을 할당하였다. 특수 작업의 경우 해당 능력이 인 증되면 최대 3점의 추가 점수를 받는 방식을 채택하였다(Table 4).

Table 4. Standard skill period by task level

| 과업 | 배점 | 표준 숙련 기간 | | |
|---------|----|----------|-------|-------|
| | | 기초 | 중급 | 고급 |
| 시밍 | 20 | 6개월~1년 | 1년~3년 | 3년~5년 |
| 드릴링 | 40 | 6개월~1년 | 1년~3년 | 3년~5년 |
| 패스닝 | 30 | 6개월~1년 | 1년~3년 | |
| 실링 | 10 | 6개월~1년 | 1년~2년 | 2년~3년 |
| 특수 (가점) | +3 | 6개월~1년 | | |

나아가 각 과업의 수행 능력을 평가하기 위한 세부 작업 기준을 마련하였다. 이 기준은 과업별 요구되는 구체적 작업과 사용 계측기를 포함한다. 평가자와 피평가자가 각 과업의 수행 능력을 명확

Table 5. Task and level-specific performance criteria table

| 과업 | 수준 | 수행 작업 |
|----------|--------|---|
| 시밍 (20) | 기초 | <ul style="list-style-type: none"> Part to Part + Plate Shim Part to Part + Liquid Shim Part to Fitting + Liquid Shim Part to Hinge + Liquid Shim |
| | 중급 | <ul style="list-style-type: none"> Part to Fitting + Laminate Shim(AL) Part to Hinge + Laminate Shim(AL) |
| | 고급 | <ul style="list-style-type: none"> Part to Fitting + Laminate(Steel) Part to Hinge + Laminate(Steel) Part To Skin + Laminate(AL) Part To Skin + Laminate(Steel) Part To Skin + Liquid Shim |
| | 계측기 사용 | <ul style="list-style-type: none"> Vernier Calipers Feeler Gage Taper Gage |
| 드릴링 (40) | 기초 | <ul style="list-style-type: none"> Soild Rivet+ Hole 공차:.003"이상 Blind Rivet+ Hole 공차:.003"이상 Bolt + Hole 공차:.003"이상 |
| | 중급 | <ul style="list-style-type: none"> Blind Bolt+ Hole 공차: .003" ~ .0015" Bolt/Screw+Hole 공차: .003" ~ .0015" Jo Bolt+Hole 공차:.003" ~ .0015" Hi lok 8Dia+Hole 공차:.003" ~ .0015" Layout으로 Hole 작업 수행 |
| | 고급 | <ul style="list-style-type: none"> Hi lok 10Dia + Hole 공차:.003" ~ .0015" Hi lok 12Dia + Hole 공차:.003" ~ .0015" Bushing + Hole 공차:.0015" ~ .0005" TaperLok + Hole 공차:.0015" ~ .0005" Coining + Hole 공차:.0015" ~ .0005" Layout으로 Hole 작업 수행 |
| | 계측기 사용 | <ul style="list-style-type: none"> Go/NoGO Gage Micro Meter |
| 패스닝 (30) | 기초 | <ul style="list-style-type: none"> Soild Rivet(웨이빙)+ Head Milling Bolt & Screw + Head Milling Hi Lok 5~6Dia, 8Dia |
| | 중급 | <ul style="list-style-type: none"> Solid Rivet + 헤드공차: .001"~.006" Blind Bolt + 헤드공차: .001"~.006" Jo Bolt + 헤드공차: .001" ~.006" Hi Lok 10Dia + 헤드공차: .001" ~.006" Hi Lok 12Dia + 헤드공차: .001" ~.006" Taper Lok + 헤드 공차: .001" ~.006" |
| | 계측기 사용 | <ul style="list-style-type: none"> Button Gage, Height Gage Flushness Gage, Pin Gage Feeler Gage, Grip Gage Torque Wrench |
| 실링 (10) | 기초 | <ul style="list-style-type: none"> Faying Surface Seal Dome Seal Gap Seal |

Table 5. (Continued)

| 과업 | 수준 | 수행 작업 |
|------------|----|---|
| 실링 (10) | 중급 | · Edge Seal · Fillet Seal |
| | 고급 | · Fillet Seal(Fuel Tank) · Gasket Seal |
| 특수 작업 (+3) | 기초 | · Electric Bonding · 계측기: Resistance Test |
| | 기초 | · Bearing/Bushing 압입(체결) · 계측기: Micro Meter, Feeler Gage Flushness Gage |
| | 기초 | · Cold Working · 계측기: Go/NoGo Gage |

히 이해할 수 있도록, 기초, 중급, 고급 수준에 따라 수행 작업과 필요 계측기를 Table 5에 정의하였다.

마지막으로, 과업별 숙련도 평가를 위한 가중치와 평가 기준을 수립하였다. 과업 수행 능력, 관련 사양 이해도, 검사 게이지 활용 능력 등을 바탕으로 A(완전 숙련), B(부분 숙련), C(미숙련), D(수행 불가)로 등급을 나누어 평가한다(Table 6).

Table 6. Weights and task-level criteria for skills evaluation

| 평가 | 가중치 | 평가 기준 |
|----------|-----|--|
| A (완전숙련) | 1 | · 수행 작업 모두 작업 가능(100%) · 수행 작업 코칭 및 지도 가능 |
| B (부분숙련) | 0.6 | · 부분적 작업 가능(50~70%) · 코칭 및 지도 불가능 |
| C (미숙련) | 0.2 | · 상급자 지도하에 작업 가능 |
| D (수행불가) | 0 | · 작업수행 불가 |

3.4 숙련 평가 및 점수 산정 방법

본 연구에서는 작업자 P에 대한 시밍 작업 숙련도 평가 및 점수 산정 과정을 아래 예시를 통해 소개한다. Table 7은 작업자 P의 시밍 작업에 대

Table 7. Result of the seaming skill evaluation

| 과업 | 배점 | 기초 | 중급 | 고급 | 경력 | | 점수 |
|----|-----|-------|---------|-------|----|------|------|
| | | 1년 | 3년 | 5년 | 실제 | 환산 | |
| 시밍 | 20점 | A (1) | B (0.6) | D (0) | 3년 | 2.2년 | 8.8점 |

한 평가 결과를 나타낸다.

시밍 작업에 대한 최고 점수는 ‘고급’ 수준에서 20점이다. 작업자 P는 3년의 경력을 보유하고 있으며, ‘기초’ 수준에서는 ‘완전 숙련’ 된 ‘A’ 등급을, ‘중급’ 수준에서는 ‘부분 숙련’ 된 ‘B’ 등급을, 그리고 ‘고급’ 수준에서는 수행이 불가능한 ‘D’ 등급을 받았다. 이를 바탕으로 작업자 P의 시밍 작업 점수는 다음 두 단계를 통해 산정된다. 1단계는 숙련 환산경력의 산출이다. 본 단계에서는 작업자 P의 실제 경력 3년을 각 숙련 수준에 따라 환산경력으로 변환한다. 먼저 ‘기초’ 수준에서 ‘A’ 등급을 받아 1년의 숙련 환산경력을 획득한다. 이후, 중급 수준에서 B 등급을 받아, 남은 2년 중 0.6배에 해당하는 1.2년(2년 × 0.6)의 추가 숙련 환산경력을 획득한다. 따라서, 총숙련 환산경력은 1년(기초) + 1.2년(중급)의 합인 2.2년이 된다. 2 단계에서는 환산된 경력을 점수로 환산한다. 시밍 작업의 최대 점수는 20점이며, 5년이 표준 숙련 기간인 고급 수준을 기준으로 계산된 숙련 경력 2.2년에 대한 점수는 20점 × (2.2년 / 5년) = 8.8점으로 산출되었다.

3.5 숙련 등급 체계

숙련 평가점수의 분류와 지속적인 관리는 두 가지 측면에서 중요하다. 첫째, 작업자들이 자신의 숙련 수준을 인지하고, 이를 바탕으로 지속적인 경력 발전을 추구하도록 독려하는 역할을 한다. 즉, 숙련 등급의 설정은 작업자에게 성장경로를 제공하고 학습 동기를 부여한다. 둘째, 경영진과

관리자는 숙련 등급을 통해 인력 관리에 관한 정보를 얻을 수 있다. 이는 적절한 인력 배치, 인재 육성, 성과에 따른 보상, 그리고 숙련 등급에 기반한 임금 조정 등을 가능하게 한다. 숙련 등급이 항공 제조업계에서 공식적으로 도입되면, 숙련된 인력의 임금 상승과 신규 인력 유입의 확대로도 이어질 수 있다. 따라서 숙련 등급의 체계적인 관리의 매우 중요하다. 본 연구에서는 숙련 등급을 견습 및 교육 단계에서부터 다능 고속련 단계까지 총 6단계로 Table 8과 같이 정의하였다.

Table 8. Skill level explanation

| 등급 | 기준 | 명칭 | 등급 설명 |
|----|--------|--------|--|
| L5 | 90점 이상 | 다능 고속련 | · 코칭 및 지도 가능 수준 · 기체 조립 전 과업을 독자적으로 수행 가능 |
| L4 | 70점 이상 | 다능 숙련 | · 여러 과업을 독자적으로 작업수행 가능 · 단일 과업에 대해 숙련되어 있으며 그 외 과업도 단독 작업 가능 |
| L3 | 50점 이상 | 단능 고속련 | · 기체 조립 단일 과업을 독자적 수행 · 단일 과업이 숙달되어 완결성 및 생산성 확보 · 고급 수준 작업수행 가능 |
| L2 | 20점 이상 | 단능 중숙련 | · 기체 조립 단일 과업을 독자적 수행 · 단일 과업 중 초급, 중급 수준 작업 가능 |
| L1 | 10점 이상 | 단능 미숙련 | · 상급자 지도하에 단일 과업 수행 가능 · 중급, 고급 수준의 작업수행은 어려움 · 기초적인 작업수행 가능 |
| L0 | 10점 미만 | 견습 교육 | · 작업 수행 불가 · 교육 및 훈련 필요 |

량적인 평가 모델의 비교분석을 통해 신규 모델의 효용성을 확인하고자 한다. 둘째, 새로운 평가 모델에 기반하여 중소 항공기 조립업체 종사자의 숙련 수준을 확인하고자 했다. 평가지에는 기본 인적 사항을 포함하여 기존의 정성 평가란을 넣어 평가하게 하여 신규 평가 모델 상호 비교 분석할 수 있도록 구성하였다. 기존의 정성 평가는 평가자인 상급자가 피평가자의 경력 기간과 평소 작업 능력을 기초로 아래 Table 9의 기준으로 평가하게 된다.

Table 9. Existing skill evaluation criteria

| 등급 | 등급 설명 |
|----|------------------------|
| A | · 코칭 및 지도 가능 수준 |
| B | · 단독 작업 가능 수준 |
| C | · 상급자 지도하에 단독 작업 가능 수준 |
| D | · 작업수행 불가(훈련생) |

평가지는 아래 Fig. 4와 같이 구성되었다. 1번 항목은 기존 평가 기준에 따라 A, B, C, D로 선택하게 하였으며, 2번 항목은 새로운 평가 기준에 근거하여 평가할 수 있게 구성하였다. 평가대상은 항공기 기체 구조물 조립을 수행하고 있는 4개 중소기업 작업자 총 226명으로 선별하였고, 평가자는 10년 이상의 고속련 현장 리더(조장, 직장, 팀장) 또는 기술이나 품질 엔지니어를 대상으로 선정해 약 1개월간 평가를 시행하였다. 평가대상 및 방법에 관한 내용은 Table 10과 같다.

4. 숙련도 평가 모델 시범 평가

4.1 시범 평가 계획

숙련 시범 평가는 두 가지 목적을 가진다. 첫째, 기존의 정성적 평가 방식과 새롭게 구축한 정



Fig. 4 Exemplary skill evaluation sheet

Table 10. Summary of pilot evaluation criteria

| 중소기업 | 대상 인원 | 평가 기간 | 평가자 | 방법 |
|------------|--------------|---------------------|--------------|-------|
| 4社 (조립) | 226명 (생산) | 1개월 (24.1.6~2.5) | 현장리더 엔지니어 | 평가 시트 |

4.2 시범 평가 결과

기존 숙련 등급 기준과 새로운 숙련 등급을 기준으로 분석한 결과는 Fig. 5에 제시하였다. 기존 숙련 등급 기준에 따른 평가 결과는 상위 등급인 A와 B가 전체의 약 76%로 높은 비율을 나타낸다. 반면, 새로운 숙련 등급 기준 아래에서는 상위 숙련 등급인 L5~L3가 전체의 약 24%를 차지해 상대적으로 낮은 비율을 나타낸다.

이러한 차이는 기존 숙련 평가의 한계점으로 평가자의 주관적인 판단과 등급 기준의 명확하지

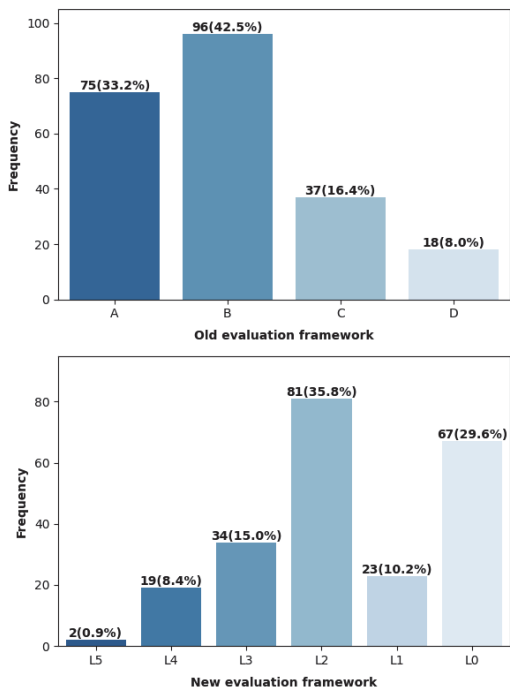


Fig. 5 Skill level distribution between old and new evaluation framework

않은 점에서 기인한다. 기존 평가 방식의 한계점은 크게 두 가지다. 첫 번째는 평가자의 일관성 문제다. 이를 확인하기 위해 드릴링(Drilling) 과업의 평가점수 분포를 분석한 결과를 Fig. 6에 나타냈다.

왼쪽은 기존 숙련 평가 등급 기준, 오른쪽은 새롭게 적용된 평가 기준의 점수 분포를 나타낸다. 기존 평가에서 상위 등급인 A등급과 B등급을 받은 드릴링 과업의 평가점수 분포를 보면, 실제 20점 미만의 낮은 수준, 즉 드릴링 과업에 있어 저숙련자 임에도 불구하고 고속련 등급을 부여받은 사례가 확인되었다. 이는 A등급(코칭+단독 작업 가능)과 B등급(단독 작업 가능)의 기준과 실제 평가점수 사이의 불일치를 드러낸다. 반면 신규 평가 방식에서는 숙련 수준에 따른 드릴링 점수의 차이가 명확히 드러나, 숙련 등급별 수행 능력의 차이를 확인할 수 있다. 기존 평가 방식이 정량적 기준 없이 단순 평가자의 주관적 견해에 의해 영향을 받았다면, 새로운 평가 모델은 명확한 평가 기준을 제공함으로써 평가자의 주관성을 최소화하고 객관성 확보를 가능하게 해준다.

두 번째 한계점으로는 정성적 기준으로 평가 시, 업체별 평가점수에 있어 차이가 발생할 수 있다는 점이다. 기존 B등급을 부여받은 작업자들의 시밍과 드릴링 과업에 대해 4개 중소기업의 평가 점수 분포는 Fig. 7과 같다.

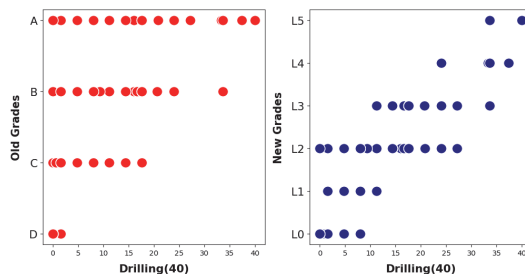


Fig. 6 Drilling task score distribution for old and new evaluation

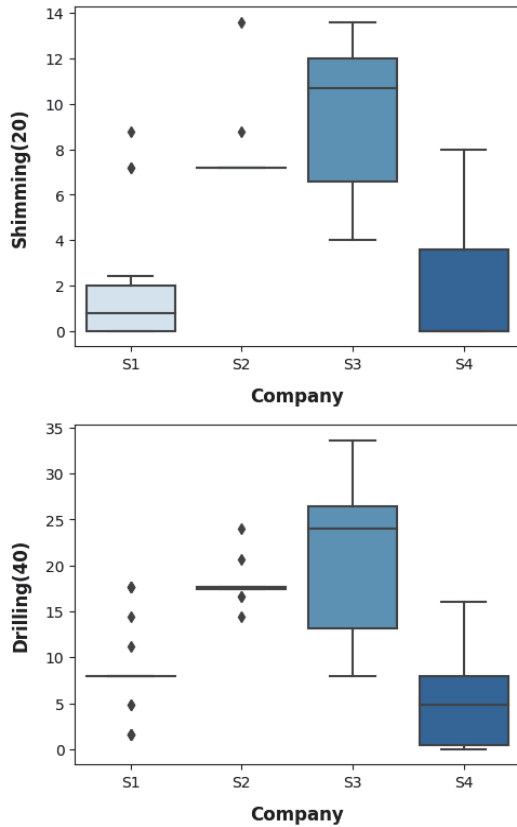


Fig. 7 Distribution of shimming and drilling task scores at each company

그 결과 동일한 "B"등급을 획득했음에도 불구하고 기업별 평가점수 분포에는 확연한 차이가 관찰되었다. 각 기업이 인식하는 "B"등급 작업자의 숙련 수준에는 분명한 차이가 있으며, 이는 평가의 신뢰성과 공정성을 저하시키는 요소가 될 수 있다. 본 시범 평가 결과를 바탕으로 신규 개발된 숙련도 평가 방식이 기존 방식에 비해 객관성과 신뢰성을 향상시킬수 있음을 확인할 수 있었다.

마지막으로 숙련도 점수에 영향을 주는 요인들을 탐색하기 위해 작업자의 나이, 경력, 리더십 경험, 참여한 프로젝트 수에 대한 상관관계 분석을 수행하였다. Fig. 8과 같이 분석 결과 경력 기간(Year)이 숙련 점수(Total)와 양의(+) 상관관계

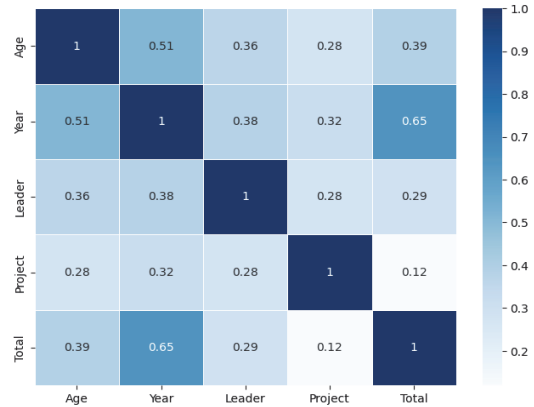


Fig. 8 Correlation between final skill score and influencing factors

를 가짐을 확인할 수 있다. 이는 숙련도 향상을 위해서는 경력 확보가 중요하며, 궁극적으로 장기간 근속할 수 있는 환경을 조성하는 것이 필수적임을 시사한다.

5. 결론

본 연구는 항공기 기체 구조 조립 작업자의 숙련도를 객관적이고 정량적으로 평가할 수 있는 모델을 개발하는 것을 목표로 하였다. 이는 인공지능과 로봇 기술의 발전에도 불구하고, 실제 산업 현장에서 품질과 생산성이 여전히 인간 작업자의 숙련도에 크게 좌우되는 현실을 반영한다.

본 연구는 숙련 개념과 형성 단계에 관한 선행 연구를 바탕으로, 타 산업의 숙련 평가/관리 방식을 검토하여 전문화와 다능화를 모두 평가할 수 있는 모델 구축 방향을 수립하였다. 이를 위해 항공기 기체 조립 주요 과업 4가지를 선정하고, 각 과업의 작업 난이도와 성숙도를 고려하여 수행 작업을 정의했다. 작업별 표준 숙련 기간 기준으로 숙련 경력을 산출하고, 과업별 평가점수를 통해

숙련도를 정량화하였다. 중소기업체 4개 사 200여 명의 작업자를 대상으로 시범 평가를 시행하여 기존 평가 방식의 한계를 확인하고 신규 개발된 숙련 평가 모델의 유효성을 확인할 수 있었다. 본 연구의 시사점은 다음과 같다.

첫째, 기존 숙련 평가를 정량화하여 데이터 일관성과 객관성을 향상하였다. 이를 통해 정성 평가의 한계인 일관성 부재를 해결하고 객관적 평가가 가능해져 숙련도 기반 데이터 관리 및 분석 효율성을 높일 수 있다.

둘째, 평가 기준 확립과 숙련 등급화로 작업자에게 고숙련 등급 도달을 위한 명확한 로드맵을 제시할 수 있게 되었다. 과업/수준별 요구 작업과 검사 도구를 제시함으로써 작업자가 자신의 숙련 수준을 명확히 인식하고 개선 방향을 찾을 수 있을 것으로 예상된다.

셋째, 숙련 수준별 맞춤형 교육/훈련 체계 구축과 임금 체계 보완을 통해 항공 제조업 중장기 경쟁력 향상이 기대된다. 숙련된 기능 인력 확보는 생산성 향상과 고품질 유지에 기여할 수 있다. 이러한 결과는 항공산업 분야 외 다양한 제조업에서 숙련도의 평가 및 관리의 중요성을 시사한다.

연구의 한계점으로는 개발한 숙련도 평가 모델이 항공기 기체 조립 작업 중 구조 조립에 초점이 맞춰져 있어, 기체 조립의 다른 시스템 작업(튜빙, 하네스)의 숙련도 평가에는 즉각적인 적용이 어렵다는 점이다. 그러나 평가 구성 프레임워크를 기본 바탕으로 활용한다면 모델의 전환이 용이할 것으로 보인다.

후속 연구에서는 다음과 같은 발전 방향을 고려할 수 있다. 먼저 숙련도 평가 과정의 객관성을 높이기 위해 평가 과정에 다수의 평가자 도입 또는 평가자 교육을 통한 평가 기준의 일관성 확보가 필요하다. 이를 통해 평가 결과의 신뢰도를 더욱 높일 수 있다. 둘째, 작업 완성도(품질 요구사

항 준수)를 평가하기 위해 작업 과정의 관찰 및 완성된 작업물의 품질 검증 절차를 포함하는 방안을 고려할 수 있다. 나아가 숙련도 평가의 객관성과 신뢰성을 더욱 향상하기 위해 숙련 등급 Level 3 이상을 받은 작업자를 대상으로 하는 공인 숙련 등급 인증 제도 도입을 고려하고자 한다. 이러한 제도적 보완을 통해 숙련도 평가 및 관리가 활성화될 것으로 예상된다. 숙련 인증 등급제 도입은 작업자에게 명확한 목표와 동기를 제공함으로써 업계 전반의 생산성 및 품질 향상에 기여할 수 있을 것이다.

사 사

본 논문은 산업통상자원부의 ‘융합기술사업화 확산형 전문인력 양성사업’의 지원을 받아 수행된 논문임.

참고문헌

- [1] 이성일, 항공산업 현황과 육성방향, KBD 미래전략 연구소, 산은조사월보, 9월(제802호), p.32-63, (2022).
- [2] 고용노동부, 2023, “2023년 하반기 직종별 사업체노동력조사결과발표”, <https://www.moel.go.kr/news/eneews/report/eneewsView.do?news_seq=16021>, (electronic article), viewed 20 Feb (2024).
- [3] 한국항공우주산업진흥협회, 2023 항공제조산업 실태조사, p.48-50, (2023).
- [4] 고용노동부, 2024, “지역·업종 단위 원·하청 상생모델 경상남도-항공우주제조업이 선도한다!”, <https://www.moel.go.kr/news/eneews/report/eneewsView.do?news_seq=16196>, (electronic article), viewed 20 Feb (2024).

- [5] 고용노동부, 2023, “고용노동부, “조선업 상생 패키지 지원사업” 발표”, <https://www.moel.go.kr/news/enews/report/enewsView.do?news_seq=14762>, (electronic article), viewed 7 Feb (2024).
- [6] 서예린, 정진철, 제조업 생산직근로자의 스킬 형성 유형과 인적자본, 학습경험 및 직무경험 특성의 관계, 직업과 자격 연구, 10(4), p.77-106, (2021).
- [7] 김영생, 고숙련사회와 혁신전략, 서울: 한국직업능력개발원, (2006).
- [8] 장흥근, 숙련개발체제와 노사관계, 노동리뷰, 57, p.3-14, (2009).
- [9] 박기성, 김용민, 기업의 생산직 숙련, 제1회 인적자본기업패널 학술대회 자료집, 한국직업능력연구원, p.3-15, (2006).
- [10] 정흥준, 조선산업 숙련형성의 문제점과 개선 방안, 노동리뷰, 139, p.35-50, (2016).
- [11] 정흥준, 조선분야 국가기술자격 활용현황 및 숙련기능인력 역량체계 연구, 울산: 한국산업인력공단, (2019).
- [12] 건설근로자공제회, 2024, “제도안내 - 산정방법”, <<https://cw.or.kr/plus/skill/system/definition.do>>, viewed 10 Feb (2024).
- [13] 최은정, 건설기능인등급제 숙련도 평가 체계 구축 방안: 호주 사례를 중심으로, 건설이슈포커스, 11, p.1-38, (2017).
- [14] 김명수, 김태훈, 건설기능인등급제의 등급기준이 정책목표에 미치는 영향, 한국건설관리학회 논문집, 24(4), p.35-43, (2023).

(접수: 2024.04.18. 수정: 2024.04.30. 게재확장: 2024.05.08.)