creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

교육학 석사 학위논문

기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행의 관계

The Relationship Among Basic Competency, Practical Competency and Job Performance of Professional Engineers in Korea

2021년 8월

서울대학교 대학원

농산업교육과

나 태 희

기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행의 관계

지도교수 나 승 일

이 논문을 교육학 석사 학위논문으로 제출함

2021년 7월

서울대학교 대학원

농산업교육과

나 태 희

나태희의 석사 학위논문을 인준함

2021년 7월

위 원 장 _____

부 위 원 장 _____

위 원 _____

국문초록

기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행의 관계

교육학 석사학위 논문

서울대학교 대학원, 2021년

나 태 희

이 연구의 목적은 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행의 관계를 구명하는데 있었다. 연구 목적을 달성하기 위하여 세 가지 세부 연구목표를 설정하였다. 첫째, 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준을 구명한다. 둘째, 기술사의 일반적 특성에 따른 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준의 차이를 구명한다. 셋째, 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 간의 상관관계를 구명한다.

모집단은 모든 기술사로서 2021년 1월 기준 84개 종목의 약 53,318명이다. 표본크기는 420명으로 설정하였으며, 표집은 개인정보 문제로 인하여 종목을 중심으로 이루어졌다. 종목간의 차이를 확인하는 연구목표 상 종목별 최소 35명 이상의 자료를 수집하고자 하였으며, 모집단의 특성을 고려하여 소수 직무분야 및 종목을 제외하고, 중직무분야가 중복되지 않고 비면허적 성격의 종목이 최소 2개 이상 포함되도록 8개 종목을 무작위 추출하였다.

조사도구로는 설문지가 이용되었는데, 설문지는 기술사의 직무수행, 직무중요도, 공학기초능력 및 실무능력 측정도구와 일반적 특성에 대한 문항으로 구성되었다. 공학기초능력 측정도구는 공학교육인증제의 학습성과를 토대로 실무능력 측정도구는 IEA의 Professional Competency를 토대로 개발되었으며, 직무수행 및 직무중요도 측정도구는 기술사법에 명시된 16가지 직무를 토대로 개발되었다. 개발된 초안에 대하여 관련 전문가 3인에게 내용 타당도를 검토받고, 기술사 3명에게 안면 타당도를 검토받았으며, 표본에 포함되지 않은 종목 기술사를 대상으로 예비조사를 실시하여 신뢰도와 타

당도를 확보하였다.

자료수집은 4월 30일부터 6월 10일까지 한국기술사회의 협조를 받아 이메일 조사로 실시되었으며, 온라인 설문링크를 3회에 걸쳐 발송하였다. 총 3,582명의 기술사에게 배부된 설문지 중 표본크기인 420부가 회수되어 자료수집을 종료하였으며, 회수된 설문지 중 첫 번째 문항인 '대표적으로 직무수행하는 종목'이 선정된 8개 종목에 해당하지 않은 9개의 설문을 제외하고 411부의 설문을 분석하였다.

자료 분석은 SPSS for Windows 프로그램으로 기술통계분석, 집단간 차이분석(ANOVA), 회귀분석 및 매개효과 분석을 실시하였다. 통계적 유의수준(p-value)은 0.05이었다.

주요 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 기술사의 평균 공학기초능력 수준은 약 3.83으로 약간 높은 수준이며, 응답자 중 9.98%는 다소 낮은 수준이었다. 기술사의 평균 실무능력 수준은 약 3.83으로 약간 높은 수준이며, 응답자 중 9.00%는 다소 낮은 수준이었다. 기술사의 평균 직무수행 수준은 약 3.37로 약간 높은 수준이며, 응답자 중 30.90%는 다소 낮은 수준이었다. 직무별로는 기술판단, 기술자문에 대한 수행 수준이 상대적으로 높고 연구, 시험, 시공, 시험운전에 대한 수행 수준이 다소 낮았다. 직무별 중요도는 모두 3.00 이상으로 16개 직무 모두 기본직무보다 중요한 수준이나, 건축구조, 지질및지반 및 조경 기술사의 시험운전 직무는 기본직무보다 중요하지 않은 수준이었다. 둘째, 공학기초능력 수준은 종목, 응시자격 요건, 실무경력에 따라 유의한 차이가 없었으며, 실무능력 수준은 종목에 따라 유의한 차이가 있었다. 직무수행 수준은 실무경력에 따라 유의한 차이가 있었으며 경력이 많을수록 수행 수준이 높았다. 또한 직무수행 수준은 종목에 따라 유의한 차이는 없었지만, 11가지 직무에 대한 종목별 수행수준에 유의한 차이가 있었다. 셋째, 기술사의 공학기초능력은 실무능력과 매우 높은 정적 상관($r=.831$, $p<.001$), 직무수행과 높은 정적 상관($r=.567$, $p<.001$)을 보였다. 또한 실무능력은 직무수행과 높은 정적 상관($r=.579$, $p<.001$)을 보였다. 공학기초능력은 실무능력($\beta=.846$, $p<.001$)에 직무수행($\beta=.640$, $p<.001$)에 직접적인 영향을 미치며, 실무능력도 직무수행($\beta=.628$, $p<.001$)에 직접적인 영향을 미친다. 또한, 공학기초능력, 실무능력, 직무수행 간의 관계에서 실무경력이 직무수행에 미치는 영향을 통제하고, 공학기초능력은 실무능력을 매개로 직무수행에 간접적인 영향($\beta=.323$, $p<.001$)을 미친다.

주요 결론은 다음과 같다. 첫째, 기술사들은 현행 검정기준에 따라 자격을 취득하여 대체로 산업현장에서 요구되는 것에 비하여 약간 높은 수준의 공학기초능력과 실무능력을 보유하고 있으나 기술사 10명 중 1명은 다소 낮은 수준의 공학기초능력과 실무능력을 보유하고 있다. 또한 현장에서 기술사들의 16가지 직무에 대한 수행 수준은 대체로 요구되는 것에 비하여 다소 높은 수준이나, 기술사 10명 중 3명은 기술사들은 다소 낮은 수준의 직무수행 수행을 보인다. 기술사 자격 종목별로 기술사법의 16가지 직무에 대한 중요도에는 차이가 있으며, 일부 종목에게는 16가지 직무 모두가 기본직무는 아닐 수 있으나 전체 기술사를 통틀어 16가지 직무는 모두 기본직무로 볼 수 있다. 둘째, 기술사의 일반적 특성 중 종목과 응시자격 요건에 따라 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준에는 차이가 없고 실무경력에 따라 직무수행 수준에는 차이가 있으며 16개 직무 중 11개의 직무별 수행수준은 종목에 따라 차이가 있다. 셋째, 기술사의 공학기초능력은 실무능력과 직무수행에 직접적으로 정적인 영향을 미치며, 실무능력도 직무수행에 직접적으로 정적인 영향을 미친다. 또한, 공학기초능력은 실무능력을 매개로 직무수행에 간접적인 영향을 미치므로, 기술사의 공학기초능력 수준이 높아지면 실무능력이 향상되고 이에 따라 직무수행 수준 역시 향상될 수 있다.

이 연구의 제언은 다음과 같다. 첫째, 기술사의 직무수행 수준 향상을 위해서는 우선적으로 공학기초능력에 주목해야하며, 현행 검정기준에서 공학기초능력을 강화하고 이를 검정하는 기본시험 도입을 검토할 필요가 있다. 둘째, IEA의 Professional Competency를 중심으로 구분된 기술사의 공학기초능력과 실무능력에 대하여 보다 엄밀히 검토될 필요가 있다. 셋째, 기술사법의 16가지 직무에 대한 종목별 중요도 및 수행 수준의 차이를 반영하여 현행 출제기준 개선을 검토한다면 보다 현장 중심의 검정이 이루어질 수 있을 것이다. 넷째, 후속 연구에서는 기술사의 직무수행 수준을 측정할 때, 종목, 직급, 직위, 소속기관 등에 따라 요구되는 직무의 차이를 고려하여 보다 엄밀하게 이루어질 필요가 있다.

주요어: 기술사, 공학기초능력, 실무능력, 직무수행

학 번: 2019-21774

목 차

국문초록 ····· i

I. 서 론 ·····1
1. 연구의 필요성 ·····1
2. 연구의 목적 ·····2
3. 연구 가설 ·····3
4. 용어의 정의 ·····4

II. 이론적 배경 ·····6
1. 기술사 자격의 검정기준과 전문성 ·····6
2. 기술사의 직무수행과 측정 ·····21
3. 기술사의 직무수행과 공학기초능력, 실무능력의 관계 ·····29

III. 연구 방법 ·····46
1. 연구 모형 ·····46
2. 연구 대상 ·····47
3. 조사 도구 ·····49
4. 자료 수집 ·····56
5. 자료 분석 ·····59

IV. 연구 결과 및 논의 ·····61
1. 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준 ·····61
2. 일반적 특성에 따른 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행의 차이 분석 ···73
3. 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행의 관계 분석 ·····80

4. 연구 결과에 대한 논의 ·····85

V. 요약, 결론 및 제언 ·····89

1. 요약 ·····89
2. 결론 ·····91
3. 제언 ·····92

[참고문헌] ·····93

[부록 1] 기술사 종목별 인원 현황(2020.12.31. 기준) ·····112
[부록 2] 조사도구 ·····113
[부록 3] 종목별 직무 가중치 ·····119

<표 차례>

<표 Ⅱ-1> 기술사의 연령 ·····9
<표 Ⅱ-2> ‘15~ ‘18년 기술사 자격 취득자의 최종학력 ·····10
<표 Ⅱ-3> ‘15~ ‘18년 기술사 자격 취득자의 소지자격(중복포함) ·····11
<표 Ⅱ-4> 국가별 기술사 검정기준 ·····13
<표 Ⅱ-5> 선행연구의 기술사 전문성의 능력 구분 ·····18
<표 Ⅱ-6> IEA의 GA와 PC 비교 ·····19
<표 Ⅱ-7> 주요 국가별 기술사 업무영역 관련 규정 ·····24
<표 Ⅱ-8> 기술사 활용법을 통해서 본 기술사 역할 ·····24
<표 Ⅱ-9> 선행연구의 Job performance 정의 ·····26
<표 Ⅱ-10> 공학교육인증기준의 프로그램학습성과 변화 ·····31
<표 Ⅱ-11> 공과대학의 프로그램 학습성과별 평가항목(인하대학교 예시) ·····33
<표 Ⅱ-12> 국제 공학교육 인증 및 전문 기관의 엔지니어로서 졸업기준 능력 ·····34
<표 Ⅱ-13> 선행연구의 전문능력 및 유사용어 정의 ·····37
<표 Ⅱ-14> PC와 외국의 기술사 역량표준 및 국내 공통직무능력표준(안) 비교 ·40

<표 Ⅲ-1> 표본 종목별 인원수(한국기술사회 명단보유) ·····48
<표 Ⅲ-2> 설문지의 구성 ·····49
<표 Ⅲ-3> 기술사의 직무수행 측정도구의 내적일치도 계수 ·····51
<표 Ⅲ-4> 기술사의 직무중요도 측정도구의 내적일치도 계수 ·····51
<표 Ⅲ-5> 공학기초능력 측정도구의 개발문항 ·····52
<표 Ⅲ-6> 기술사의 공학기초능력 측정도구의 내적일치도 계수 ·····54
<표 Ⅲ-7> 실무능력 측정도구 개발문항 ·····55
<표 Ⅲ-8> 기술사의 실무능력 측정도구의 내적일치도 계수 ·····56
<표 Ⅲ-9> 종목별 메일발송 및 회수율 ·····57
<표 Ⅲ-10> 응답자의 일반적 특성 ·····57
<표 Ⅲ-11> 연구문제에 따른 통계방법 ·····60

<표 Ⅳ-1> 기술사의 공학기초능력 수준(기초통계) ·····61
<표 Ⅳ-2> 종목별 기술사 공학기초능력 수준의 긍정 및 부정응답 비율 ·····62
<표 Ⅳ-3> 기술사의 실무능력 수준 ·····63
<표 Ⅳ-4> 종목별 기술사 실무능력 수준의 긍정 및 부정응답 비율 ·····64
<표 Ⅳ-5> 기술사의 직무별 직무수행 수준 ·····65
<표 Ⅳ-6> 기술사 종목별 직무 중요도 조사결과 ·····67
<표 Ⅳ-7> 기술사 종목별 직무 중요도 분포 ·····68
<표 Ⅳ-8> 기술사 직무별 직무수행 수준과 직무 중요도 비교 ·····68
<표 Ⅳ-9> 기술사의 직무수행 수준(가중치 반영) ·····70
<표 Ⅳ-10> 기술사 종목별 직무수행 수준(가중치 반영) ·····70
<표 Ⅳ-11> 기술사 종목별 직무수행(가중치 반영) 수준 분포 ·····72
<표 Ⅳ-12> 종목별 기술사 직무수행(가중치 반영) 수준의 긍정 및 부정응답 비율 ····72
<표 Ⅳ-13> 기술사 종목에 따른 차이 분석 결과 ·····73
<표 Ⅳ-14> 종목에 따라 수행 수준에 유의미한 차이가 있는 직무 ·····75
<표 Ⅳ-15> 응시자격 요건에 따른 차이 분석 ·····79
<표 Ⅳ-16> 실무경력에 따른 차이 분석 ·····79
<표 Ⅳ-17> 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준의 상관관계 ·····81
<표 Ⅳ-18> 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 관계의 타당성 확보 ··81
<표 Ⅳ-19> 기술사의 실무능력과 공학기초능력간의 회귀분석 결과 ·····82
<표 Ⅳ-20> 기술사의 직무수행과 공학기초능력간의 회귀분석 결과 ·····82
<표 Ⅳ-21> 기술사의 직무수행과 실무능력간의 회귀분석 결과 ·····83
<표 Ⅳ-22> 기술사의 직무수행과 공학기초능력의 관계에서 실무능력의 매개효과 분석 결과 ·····84
<표 Ⅳ-23> 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 간의 효과 분석 결과 ····85

<그림 차례>

[그림 Ⅱ-1] 기술사 자격의 신호기능 모형 ·····12
[그림 Ⅱ-2] 기술사 응시자격 요건 ·····15
[그림 Ⅱ-3] 기술사 전문성 세부능력의 개념적 모형 ·····21

[그림 Ⅲ-1] 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행간의 관계 모형 ·····46
[그림 Ⅲ-2] 측정도구 개발절차 ·····50

I. 서 론

1. 연구의 필요성

기술사 자격제도는 기술사법과 국가기술자격법에 의거하여 기술분야 전문가 양성을 토대로 과학기술의 진흥과 공공의 안전 확보 및 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 운영되고 있다(국가기술자격법, 2021; 기술사법, 2020). 1964년 과학기술 부문의 64개 종목에서 최초로 67명의 기술사를 배출하고(한국기술사회, 2016) 현재까지 약 5만여 명의 기술사를 배출해왔으며(관계부처합동, 2020), 최근 4차 산업혁명과 산업기술 및 직무 융복합화 가속화 환경 속에서 국제적 경쟁력을 갖춘 고급 엔지니어의 확보가 강조됨에 따라 기술사의 역할이 더욱 더 강조되고 있다(관계부처합동, 2017; 2020; 나승일 외, 2019).

우리나라 기술사 검정은 84개 종목별로 응시자격 요건이 확인된 응시자들을 대상으로 필기시험과 면접시험을 통해 기술사로서 갖추어야하는 역량을 확인하는데, 검정기준은 국가기술자격법 시행령에서 「검정의 기준」으로 제시되어있으나(국가기술자격법 시행령, 2021), '~ 등의 능력보유'로서 다소 포괄적이며, 미국의 FE시험이나 일본의 1차시험과 같이 공학적 소양 혹은 공학기초능력을 검정하는 시험을 운영하지 않아 공학기초능력 검정 강화의 필요성이 지적될 뿐 아니라(관계부처합동, 2017; 2020; 나승일 외, 2019; 2020; 홍성조 외, 2018) 국제적으로는 기술사로서 산업현장에서 요구되는 역량 중심으로 공과대학 교육과 연계되고 있는 공학교육인증제와 연계되지 않아 국제적 스탠다드에 부합하도록 개선될 필요성이 지속적으로 논의되어 왔다(김선국 외, 2006; 나승일 외, 2019; 2020; 노시평 외, 2004; 송광호 외, 2017; 주인중 외, 2010; 홍성조 외, 2018; 황상모 외, 2001).

또한, 필기시험과 면접시험의 출제기준은 기술사의 직무나 역량보다는 공대교육의 내용체계와 같이 관련 지식에 대한 내용을 중심으로 작성되어 있다보니(나승일 외, 2019; 2020), 객관적인 역량수준에 대한 확인이 어려울 뿐 아니라 검정의 객관성을 확보하기에도 한계가 있다(관계부처합동, 2020). 또한 응시자격 요건이 다양하여 체계적인 공학교육(공학교육인증제)을 이수하고 기술사로 유입되는 외국과 차이가 있

다.

이처럼 기술사 검정이 실제 현장에서 수행되고 있는 기술사의 직무나 역량을 중심으로 개편되어야할 필요성이 제기됨에도, 기술사의 직무는 기술사법 상에 16가지(과학기술에 관한 전문적 응용능력이 필요한 사항에 대하여 계획・연구・설계・분석・조사・시험・시공・감리・평가・진단・시험운전・사업관리・기술판단(기술감정을 포함한다)・기술중재 또는 이에 관한 기술자문과 기술지도)로 다소 포괄적으로 명시되어 있으며(기술사법, 2020), 기술사의 종목 등에 따라 실제 수행하는 직무는 상이하나 구체적으로 직무가 맞는지, 그 수행수준은 어떠한지 밝혀진 바가 없다. 또한, 기술사가 직무수행에서 성과를 내기 위해서 발휘되어야하는 전문성(김주영, 임세영, 2008; 임세영, 김주영, 2012; Ericsson 등, 2006)은 종목에 관계없이 공통적으로 요구되는 공학기초능력과 실제 실무에 직접적으로 활용되는 실무능력으로 구분될 수 있는데, 현행 기술사 검정을 통해 검정되고 있으나 실제 이 능력은 무엇인지 산업현장의 기술사들의 능력은 어떤지도 밝혀진 바가 없다.

이에 따라 이미 기술사 자격을 취득하여 산업현장에서 종사하고 있는 기술사들을 대상으로 그들이 보유하고 있는 실제 공학기초능력, 실무능력은 어떠한지, 현재 우리나라의 검정기준이 현장에서 요구되는 직무수행에 필요한 역량을 충분히 검정하고 있는지, 직무별로 수행 수준은 어떠한지가 밝혀지고, 특히, 공학기초능력과 실무능력이 직무수행에 어떠한 영향을 미치는지를 확인할 필요가 있다.

2. 연구의 목적

이 연구의 목적은 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행의 수준과 변인 간의 관계를 구명하는데 있다. 이를 달성하기 위한 세부 연구목표는 다음과 같다.

첫째, 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준을 구명한다.

둘째, 기술사의 일반적 특성에 따른 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준 차이를 구명한다.

셋째, 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 간의 상관관계를 구명한다.

3. 연구 가설

연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 가설을 설정하였다.

가설 1. 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준

가설 1-1. 기술사의 공학기초능력 수준은 기술사로서 요구되는 수준보다 높을 것이다.

가설 1-2. 기술사는 실무능력 수준은 기술사로서 요구되는 수준보다 높을 것이다.

가설 1-3. 기술사법의 16가지 직무 각각의 중요도는 기본적인 직무 수준보다 높을 것이다.

가설 1-4. 기술사의 직무수행 수준은 기술사로서 요구되는 수준보다 높을 것이다.

가설 2. 기술사의 일반적 특성에 따른 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행의 차이

가설 2-1. 기술사의 응시자격 요건에 따라 공학기초능력은 차이가 없을 것이다.

가설 2-2. 기술사의 응시자격 요건에 따라 실무능력은 차이가 없을 것이다.

가설 2-3. 기술사 자격 종목에 따라 직무수행 수준은 차이가 있을 것이다.

가설 2-4. 기술사의 실무경력에 따라 직무수행 수준은 차이가 있을 것이다.

가설 3. 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행의 상관관계

가설 3-1. 기술사의 공학기초능력은 실무능력에 직접적으로 정적인 영향을

미칠 것이다.

가설 3-2. 기술사의 공학기초능력은 직무수행에 직접적으로 정적인 영향을 미칠 것이다.

가설 3-3. 기술사의 실무능력은 직무수행에 직접적으로 정적인 영향을 미칠 것이다.

가설 3-4. 기술사의 공학기초능력은 실무능력을 매개로 직무수행에 정적인 영향을 미칠 것이다.

4. 용어의 정의

가. 기술사

기술사는 특정 기술 분야에 관한 고도의 전문지식과 실무경험에 입각한 응용능력을 보유한 사람으로서 「국가기술자격법」 제10조에 따라 소정의 필기시험과 면접시험을 합격하여 기술사 자격을 취득한 자(기술사법, 2020)이다.

나. 전문성

전문성은 특정 분야에서 뛰어난 성과를 창출하기 위해 지니고 있는 능력(이상훈, 오헌석, 2016)으로 이 연구에서 기술사의 전문성은 기술사 자격 취득을 위해 요구되는 능력으로, 국제적으로는 IEA가 제시한 국제기술사가 갖추어야하는 역량표준인 Professional Competency로 볼 수 있다. 또한, 기술사의 전문성은 공학분야에서 기본적으로 갖추어야할 공학기초능력과 기술사가 산업현장에서 마주해야할 실무를 수행할 수 있는 실무능력으로 구분될 수 있다.

다. 공학기초능력

공학기초능력은 공대 졸업생 수준에서 기본적으로 갖추어야 할 공통적인 공학적

기초능력(함승연, 2009)으로 이 연구에서 기술사의 공학기초능력은 기술사에게 필요한 전문성 중 공과대학 졸업생 수준에서 갖추어야할 기초적인 능력이다. 국제적으로는 산업현장의 기술사에게 요구되는 능력에 터하여 공학교육인증제가 운영되고 있고 졸업생역량으로서 제시된 Graduate Attribute가 워싱턴어코드에 의해 국내 공학교육인증제의 프로그램 학습성과가 동등성을 인정받고 있다는 점에 따라 학습성과의 10가지 능력을 토대로 개발된 공학기초능력 측정도구에 기술사가 응답한 평균값이다.

라. 실무능력

실무능력은 주어진 직무 및 업무와 관련된 실무 환경에서 기대되는 결과를 얻기 위해 필요한 전문적인 지식, 기술 등의 능력(Benner, 1982)으로 이 연구에서 기술사 실무능력은 기술사의 전문성 중 공학기초능력을 제외한 나머지로 기술사로서 마주하는 다양한 실무 환경에서 기대되는 결과를 얻기 위해 필요한 업무를 수행할 수 있는 능력이다. 국제적으로 IEA의 Professional Competency에서 Graduate Attribute 혹은 공학기초능력을 제외한 나머지 능력으로도 볼 수 있으며, 이 둘이 분명히 구분될 수 없음에 따라 Professional Competency의 13가지 능력을 토대로 개발된 실무능력 측정도구에 기술사가 응답한 평균값이다.

마. 직무수행

직무수행이란 주어진 직무에 대하여 기술사가 행동으로 실천하고 있는 수준 또는 질이며(이명훈, 2006) 이 연구에서 기술사의 직무수행은 기술사법에 제시된 16가지 직무에 대하여 수행정도를 묻는 직무수행 측정도구에 기술사가 응답한 평균값에 직무중요도를 토대로 산출된 가중치를 곱한 값을 의미한다.

II. 이론적 배경

1. 기술사 자격의 검정기준과 전문성

가. 기술사 자격

기술사 자격은 국가기술자격체계 기술분야의 최상위 자격이며, 기술사는 특정 기술 분야에 관한 고도의 전문지식과 실무경험에 입각한 응용능력을 보유한 사람으로서 「국가기술자격법」에 따라 소정의 필기시험과 면접시험을 합격하여 기술사 자격을 취득한 자(국가기술자격법, 2021)이다. 기술사는 해당 기술 분야의 전문 엔지니어로서 받고 있으며, 산업현장에서는 기술사 자격증을 취득하면 수당을 지급하거나 급여 인상, 인사고과 반영 등의 처우 개선을 통해 우대받고 있다(한국기술사회, 2019). 처음 기술사 자격 제도는 1963년에 제정된 「기술사법」에 근거하여 경제기획원에 의해 도입 및 운영되었으며, 1992년 「국가기술자격법」이 도입되고 기술사법이 유명무실해짐에 따라 폐지되면서, 제도 운영이 현재의 고용노동부로 이관되었다가 기술사법의 부활로 인하여 현재는 과학기술정보통신부의 기술사법, 고용노동부의 국가기술자격법과 기타 활용법령에 의하여 분산되어 운영되고 있다.

기술사 검정에 관한 사항은 「국가기술자격법」 명시되어 있으며, 고용노동부가 위탁하여 한국산업인력공단 등 네 개의 검정기관에서 84개 종목별로 검정업무가 이루어지고 있다. 검정절차는 응시자격 요건, 필기시험, 면접시험 순으로, 응시자격 요건으로는 소지자격, 학력 혹은 교육훈련 이수와 각각에 따라 정해져있는 실무경력년수를 충족해야한다. 필기시험과 면접시험은 종목마다 Q-net홈페이지에 공개되어 있는 출제기준을 근거로 각각에서 정하는 합격기준을 충족해야 자격을 취득할 수 있다. 자격취득 이후에는 기술사법 제5조의7(등록 및 등록 갱신)에 따라 기술사의 직무를 수행하고자 하는 사람은 수행하고자 하는 직무의 종류 및 범위를 과학기술정보통신부 장관에게 등록하도록 되어 있으며(기술사법, 2020), 한국기술사회에서 관련 업무를 수행하고 있다. 「국가기술자격법」의 제정 목적이 국가기술자격제도를 효율적으로 운영하여 산업현장 수요에 적합한 자격제도를 확립함으로써 기술 인력의 직업능력을

개발하고, 사회적 지위 향상과 국가의 경제 발전에 이바지하는데 있다는 점(국가기술자격법, 2021)에서 기술사 자격 운영 역시 산업현장에서 요구되는 기술인력을 양성하기 위해 매우 중요한 역할을 해오고 있다.

한편, 2008년부터는 기술사법 제5조(기술사제도발전 기본계획의 수립)에 근거하여 기술사의 과학기술에 관한 전문지식이 산업기술발전에 이바지할 수 있도록 기술사 제도의 현황 및 문제점을 점검하고 향후 개선과제를 도출하기 위하여 3년마다 '기술사제도발전 기본계획'을 수립하고 있다(관계부처합동, 2020). '08년도 1차 기본계획이 수립되었고, 이 때부터 '기술사 고유업무 설정', '종합정정보시스템 도입', '자격종목정비(안) 마련', '상호인정 협정 체결' 등의 성과를 내었으며, 주요 선진국에 비하여 너무 세부화된 84개의 종목체계를 국제수준에 맞추어 20개 내외로 정비(과학기술부 외, 2008; 교육과학기술부, 2011; 미래창조과학부, 2014; 관계부처합동, 2017; 2020)를 위한 과제와 기술사 필수역량 제고와 이를 위한 검정기준 보완(미래창조과학부, 2014; 관계부처합동, 2020), 국제통용성 확보를 공학교육인증제와의 연계(과학기술부 외, 2008; 교육과학기술부, 2011; 미래창조과학부, 2014; 관계부처합동, 2017; 2020)도 반복적으로 기본계획에 포함되어 있으나 이해관계자의 이견으로 미추진에 그치기도 하였다. 특히 최근 제5차 제도발전 기본계획에서는 기술사 필수역량 제고를 위한 검정기준 보완이라는 과제로 현행 검정항목이 공학기초 등 기본역량에 대한 검증이 부족하다고 지적하였으며, 이와 관련하여 현행 기술사 검정제도에서 분야별 전문지식에 대한 검증 외에도 복합문제 해결능력의 바탕이 되는 기본 공학지식, 국민안전과 관련된 윤리·인성에 대한 검증절차 운영이 필요함이 제기되었다(관계부처합동, 2020). 또한, 2019.1.1.부터 공개중인 종목별 출제기준에 따라 검정이 이루어지고 있으나 출제 비율 및 배점·채점 기준이 명확하지 않아 검정방식 투명성·객관성 제고가 필요함이 지적되었다(관계부처합동, 2020).

이전부터 우리나라 기술사 자격제도가 한국공학교육인증원이 워싱턴어코드를 통해 국제적 통용성을 확보하고 있음에도 공학교육인증제와 연계되지 않아 이에 대한 대안이 마련될 필요가 있음이 매우 중요한 개선과제로서 지적되고 있는데(나승일 외, 2020) 기술사를 취득한 자만을 엔지니어(engineer)로서 칭하는 미국(NCEES[Website], 2021)에서 공학교육인증원(ABET)이 초기부터 현재에 이르기

까지 기술사에게 필요한 역량을 토대로 한 공학교육표준을 제시하고 이에 따라 4년제 공과대학을 대상으로 공학교육인증제를 운영하여 산업현장에서 기술사 직무에 필요한 역량이 공과대학에서 교육될 수 있도록 연계되고 있는 것이 비하여 시급히 개선될 필요가 있음이 지적되고 있다. 우리나라의 공학교육인증제는 1999년 설립된 한국공학교육인증원에 의해 추진되어 2000년에 도입되었는데(한국공학교육인증원, 2021), 2005년에는 미국 공학교육인증원(Accreditation Board Engineering and Technology, ABET)과 업무협약을 체결하였고 같은 해에 국가 간 공학교육의 상호인정을 위한 협약인 워싱턴어코드(Washington Accord)에 준회원으로 가입하여 공학교육의 국제적 등가성을 인정받기 위한 초석을 마련하였다. 특히, 2007년 워싱턴어코드의 정회원으로 가입하였으며 공학교육인증제는 공과대학 교육의 질 제고 및 국제적 통용성 확보를 목적으로 4년제 공학교육 인증에 대한 국제 협약인 워싱턴 어코드에 제시된 교육과정 편성 기준 등의 기본 지침을 따르고 있다(한국공학교육인증원, 2021). 우리나라는 주요 선진국과 다르게 자격으로서의 엔지니어에게 필요한 역량을 강화하는 것보다는 대학 공학교육의 내실화를 통한 우수한 공학인력의 배출을 목적으로 도입되었으며(이병기, 2004; 한국공학교육인증원, 2021), 이는 외환위기 이후 우수한 학생들이 이공계를 기피하고 의학계열로 집중되는 현상이 심화되고 상대적으로 공과대학은 우수한 학생의 지원이 줄어드는 문제를 해결하고 공과대학 졸업생에 대한 산업체의 낮은 만족도 등을 개선하는데 초점을 맞추었기 때문으로 볼 수 있다(이택순 외, 2007).

이에 따라 기술사 제도는 1963년 최초 도입시부터 현재까지 많은 전문엔지니어를 배출하며 각 직무분야별로 기술발전에 매우 중요한 역할을 하였으며, 산업현장에서도 핵심인력으로 평가받고 있으나, 국제적인 자격제도 운영과 다소 차이가 있어 이에 대한 개선이 지속적으로 추진되고 있으며, 공학교육인증제와의 연계되어 국제적 통용성 확보와 더불어 산업현장에서 요구되는 기술사의 직무를 제대로 검정해야할 필요성이 함께 지적되고 있다.

나. 기술사의 특성

기술사는 국가기술자격법에 따라 기술사 자격을 취득한 사람으로서, 이들의 특성은 국가기술자격통계연보와 기술사 실태조사보고서 등에 포함되어있는 종목, 연령, 응시자격 요건 및 학력, 직장 및 직급, 경력 등으로 살펴볼 수 있다. 우선 2019년 기준 기타 종목의 기술사를 포함한 취득자는 5만 3천여명이며 한국기술사회에 등록된 기술사는 22,412명이다. 기술사 종목은 14개 직무분야, 33개 중직무분야의 84개 종목인데 종목마다 소지자들의 편차가 크다. 건축분야에 특히 집중되어 있는데, 토목시공기술사가 18.54%로 가장 많고 건축시공기술사가 18.41%로 2번째이며 이 둘을 합치면 약 37%에 달한다. 그 뒤를 이어 건설안전기술사와 토질 및 기초기술사가 각각 3.37%, 2.76%로 빈도가 3, 4번째로 많은데 토목시공기술사와는 약 15% 차이가 나는 것으로 보아 토목시공 및 건축시공 두 개 종목에 상당히 인원이 집중된 것을 알 수 있다. 또한, 제품디자인기술사, 어류기술사를 포함하여 15개 종목의 경우 취득자가 100명이 넘지 않으며, 등록자수가 10명이 안되는 종목도 19개로(관계부처합동, 2020) 종목 간에 편차가 크고 자격의 필요성에도 차이가 있는 것으로 유추된다. 이에 따라 기술사의 직무도 84개 종목 중 어떤 종목인지에 따라 실제 수행하는 직무가 다를 것인데, 기술사의 대표적인 직무로 꼽히는 '감리' 같은 경우에도 특정 종목 기술사는 해당 활용법에 근거하여 해당 직무를 수행하는 반면 그렇지 않은 종목 기술사도 존재하는 것이 대표적인 예이다(한국기술사회, 2019).

기술사의 연령은 <표 Ⅱ-1>과 같이 취득당시에는 30-44세가 약 80%를 차지하며 특히 35-39세의 비율이 가장 높다. 최근(2019)년 기준으로는 대체로 45세 이후로 전반적으로 고르게 분포하는 것을 알 수 있다.

<표 Ⅱ-1> 기술사의 연령

구 분	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65세 이상	미상	총계
취득 당시	449 (0.88)	10,618 (20.77)	18,544 (36.27)	11,721 (22.93)	5,778 (11.30)	2,551 (4.99)	1,101 (2.15)	299 (0.58)	61 (0.12)	4 (0.01)	51,126 (100.00)
'19년	11 (0.02)	295 (0.55)	1,740 (3.26)	4,545 (8.52)	9,088 (17.03)	9,480 (17.77)	9,408 (17.63)	8,363 (15.67)	10,419 (19.53)	4 (0.01)	53,353 (100.00)

자료: 한국산업인력공단. (2021). 2020 국가기술자격통계연보.

2018년 기술사 실태조사 보고서에 따르면 기술사의 학력은 약 95.7%가 4년제 학

사 이상이며, 석사가 자격취득시 24.7%에서 최근 34.8%로 증가하는 등 자격 취득 후에도 전문성 신장 등을 위하여 학위 취득 노력을 하고 있음을 알 수 있다. 또한 기술사들의 자격취득 이전 평균 실무경력 년 수는 10.6년으로 요구되는 실무경력 년 수에 비하여 상당히 높은 것을 알 수 있다.

자격 취득자의 최종학력 통계를 살펴보면, <표 Ⅱ-2>와 같은데 2015년도부터 2018년도까지의 4년제 대학과 대학원 학력을 가진 소지자의 비율은 평균 92.8%로, 응시자 대다수가 4년제 대학 수준의 공학교육을 이수한 것으로 추정할 수 있다.

<표 Ⅱ-2> '15~ '18년 기술사 자격 취득자의 최종학력

최종학력	2015		2016		2017		2018		계	
	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)
중졸이하	-	-	5	0.2%	-	-	-	-	5	0.04%
고등학교	44	1.9%	32	1.1%	55	1.5%	22	0.7%	153	1.27%
전문대학	153	6.6%	161	5.4%	136	3.7%	131	4.3%	581	4.84%
대학교	1225	53.0%	1635	54.9%	1954	53.3%	1730	56.5%	6544	54.48%
대학원	621	26.9%	846	28.4%	936	25.6%	736	24.1%	3139	26.13%
기타	269	11.6%	297	10.0%	582	15.9%	441	14.4%	1589	13.23%
전체	2,312	100.0%	2,976	100.0%	3,663	100.0%	3,060	100.0%	12,011	100.0%

자료: 한국산업인력공단. (2021). 2020 국가기술자격통계연보.
기타: 기능대학, 직업전문학교, 기타, 미보유

자격은 특정 직무 또는 분야의 업무를 수행할 수 있는 일정 수준의 숙련이나 자질을 갖추고 있음을 공식적으로 인정하는 것이므로 전문성 및 능력 수준을 측정하는 연구 및 제도에서 중요한 변인으로 사용되고 있다. 특히 우리나라의 경우, 국가기술자격에 대한 신뢰가 높아 다수의 제도에서 이를 활용하고 있다(곽미선, 2016). 기술사를 대상으로 한 연구로서 기술사 자체가 자격으로서 이에 대한 영향이 다소 적을 수 있으나 기술사 자격 외에 보유하고 있는 자격 역시 기술사 직무에 영향을 미칠 수 있다.

기술사들이 소지하고 있는 자격에 대한 2018년 통계는 <표 Ⅱ-3>과 같으며, 과

반수가 기사자격을 가지고 있는 것으로 보이며, 산업기사와 기능사를 보유한 기술사 또한 15~20%정도 존재한다.

<표 Ⅱ-3> '15~'18년 기술사 자격 취득자의 소지자격(중복포함)

소지 자격	2015		2016		2017		2018		계	
	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)	빈도	비율(%)
기사	1,353	58.5%	1,804	60.6%	2197	60.0%	1819	59.4%	7,173	59.7%
산업기사	445	19.2%	538	18.1%	704	19.2%	587	19.2%	2,274	18.9%
기능장	38	1.6%	58	1.9%	36	1.0%	68	2.2%	200	1.7%
기능사	362	15.7%	442	14.9%	532	14.5%	433	14.2%	1,769	14.7%
미보유	114	4.9%	134	4.5%	194	5.3%	153	5.0%	595	5.0%
전체	2,312	100.0%	2,976	100.0%	3,663	100.0%	3,060	100.0%	12,011	100.0%

자료: 한국산업인력공단. (2021). 2020 국가기술자격통계연보.

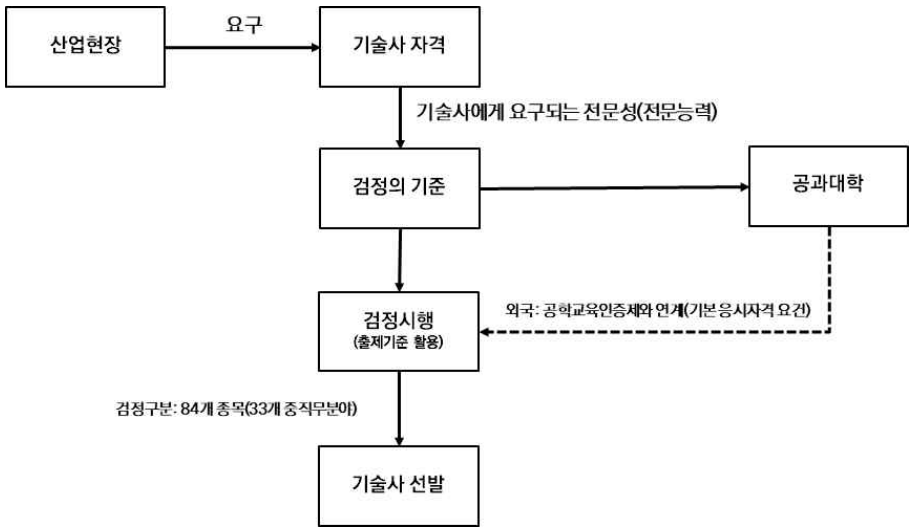
기술사 자격 응시자격 요건은 과반수가 '기사 + 4년의 실무경력'으로 자격취득 시기가 최근일수록 그 비율이 더 커지고 있다(한국기술사회, 2019). 기술사들의 자격 취득시 학력은 과반수가 4년제 학사이며 약 90%가 4년제 학사 이상으로(한국기술사회, 2019) 미국, 캐나다 등의 외국에서 응시자격 요건의 기준을 공학교육인증제 이수자를 기본으로 하는 것과 비교했을 때, 학력수준 자체에는 큰 차이가 없는 것으로 유추할 수 있다.

기술사의 직장으로는 대기업/중견기업이 가장 많았으며, 기술컨설팅/용역업체와 중소기업/벤처기업이 그 뒤를 이었으며 약 8% 내외만이 기술사사무소에서 근무하고 있다(한국기술사회, 2019). 반면, 광해방지기술사, 비파괴검사 기술사 등의 소규모 분야 기술사들의 경우 정부/공공기관에서 근무하고 있는 비율이 가장 높다. 이는 각 직장이나 기업의 형태마다 요구되는 기술사의 숫자가 다른 것을 알 수 있다. 기업 근무자들 중에서는 300인 이상 기업에서 근무하는 기술사가 가장 많았으며, 직장 내 직급으로는 임원급 이상이 과반수이다(한국기술사회, 2019). 일반적으로 기술사 취득자가 미취득자에 비하여 수당 등으로 소득이 높을 것이라는 점을 고려했을 때, 소기업에서는 많은 기술사들을 고용하기에 제한이 될 것으로 예상된다. 또한, 이들의 소속지역은 대체로 경기와 서울에 과반수가 집중되어 있다(한국기술사회, 2021). 이외에도 기술사 실태조사보고서에 따르면 기술사 자격 취득 동기로는 '전문성을 높이기 위해'가 가장 높았으며, 기술사들은 현 직장에 채용된 이유로 우선적으로 기술

전문성과 기술사 자격을 꼽는 것(한국기술사회, 2019)을 토대로 기술사 자격 취득과 기술전문성이 대체로 관련이 높을 것으로 예상할 수 있다.

다. 기술사 검정기준

일반적으로 자격이 노동시장에서 필요한 인재의 신호기능, 인재 및 스킬 미스매치를 해소할 수 있는 선도기능, 나아가 인사비용을 절감하는 선별기능을 지니고 있으며(나승일, 2016) 특히 신호기능으로 교육으로부터 얻어지는 지식, 기능, 태도, 역량과 노동시장으로부터 요구하는 지식, 기능, 태도, 역량을 일치시키는 역할을 한다는 점에서 자격이 효율적으로 작용할 경우 인적자원의 질 제고를 통한 사회 전반의 경제 성장에 기여할 수 있다(강순희 외, 2002). 또한, 자격은 교육과 노동시장을 연결해주는 주요한 인프라로써(이동임 외, 2015), 노동시장이 급격하게 변화함에 따라 그 중요성이 더욱 강조되고 있으며, 빠르게 변화하는 기술과 사회로부터 파생되는 불확실성에 대응하여 개인 능력의 신호기제이자 생애능력 개발의 선도기제로서 중요해지고 있다(김안국, 2002). 기술사 자격의 관점에서 자격의 신호기능 모형을 제시하면 [그림 Ⅱ-1]과 같다.



〔그림 Ⅱ-1〕 기술사 자격의 신호기능 모형

기술사 자격의 신호기능을 위해서는 산업현장의 요구에 따라 기술사에게 필요한 전문성 혹은 능력이 도출되고, 검정기준에 반영되어 교육과 검정의 시행과 연결되어야 산업-자격-교육의 연계가 활성화될 수 있을 것이다. 여기서 검정기준은 자격을 검정할 때 적용하는 기준으로서 대체로 검정 절차 및 합격 판단 기준 등을 포함하여 지칭하기도 하는데, 기술사 자격의 경우 국가기술자격법 시행령 제14조 1항의 기술사 「검정의 기준」과 검정기준의 의미에 더하여 응시자격 요건, 필기시험과 면접시험의 출제기준 및 합격기준 등을 포괄한다고 볼 수 있다(<표 Ⅱ-4> 참조).

<표 Ⅱ-4> 국가별 기술사 검정기준

국가	검정기준
미국	공학교육 이수(credit education), FE시험, 실무경력, PE시험
캐나다	공학교육 이수(academic requirement), 실무경력, 전문 실제 및 법규, 인성, 언어
일본	공학교육 이수, 1차 시험(공학교육인증제 이수자 1차 시험 면제), 실무경력, 2차 시험
한국	「검정의 기준」, 응시자격 요건, 출제기준(필기시험, 면접시험), 필기시험, 면접시험, 합격기준 등

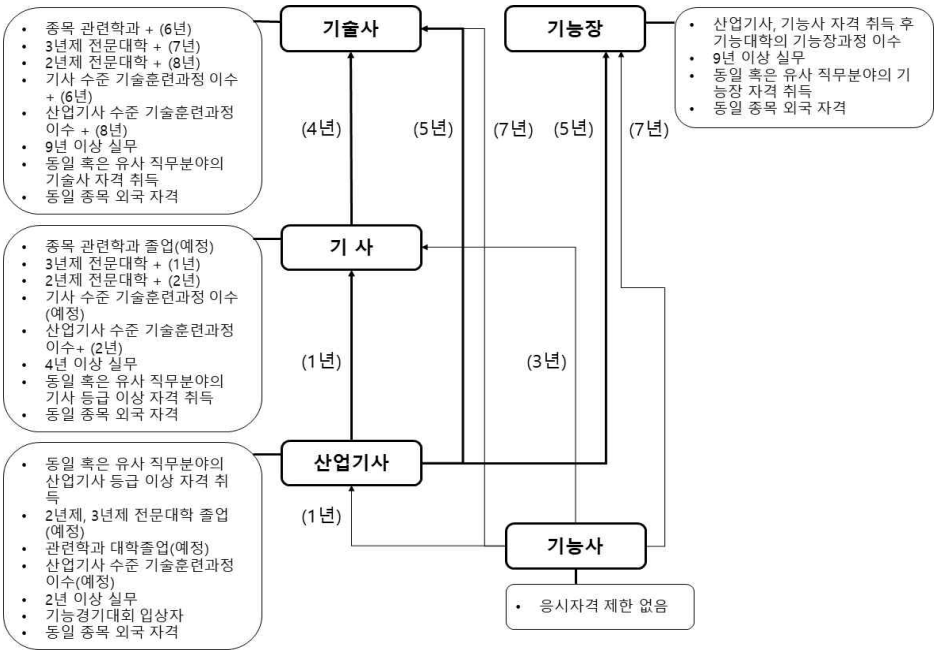
자료: 나승일 외. (2020). 기술사 검정방식 개편에 따른 관리방안 연구.

이처럼 우리나라의 검정기준은 명료하게 제시되어 있는 주요 선진국과는 다소 차이가 있다. 이를 구분하여 살펴보면 우선, 법령의 기술사 검정기준으로는 국가기술자격법 시행령 제14조 1항(국가기술자격 검정의 기준 등)의 기술사 「검정의 기준」에서 '해당 종목에 관한 고도의 전문지식과 실무경험에 입각한 계획·연구·설계·분석·조사·시험·시공·감리·평가·진단·사업관리·기술관리 등의 업무를 수행할 수 있는 능력 보유'(국가기술자격법, 2021)로 제시되어 있으며, 이 내용은 크게 세 가지로 구분될 수 있는데 1)해당 종목에 관한 고도의 전문지식, 2)실무경험과 3)기술사의 업무(계획·연구·설계·분석·조사·시험·시공·감리·평가·진단·사업관리·기술관리 등)를 수행할 수 있는 능력 보유로서, 응시자격 요건에서 소지자격 혹은 학력에 따른 실무경험(경력)을 확인하고 있으며, 고도의 전문지식과 업무수행 능력을 필기시험과 실기시험에서 검정하고 있는 것이다. 다만 실무경력에 대한 인정에 있어서 소지하고 있는 자격이나 학력에 따라 쌓을 수 있는 경험의 질에 대한 차이가 문제로 지적되기도 했으며(나승일 외, 2019; 2020), 또한 국제적으로 검정하고 있는 공학적 소양이나 출제기준에 포함되어 있는 품위 및 자질이 포함되어 있지 않아 이

를 검정하지 않는 거나 검정할 필요가 없는 것으로 오해되어 국제적 저평가의 원인이 된다는 문제점이 지적되기도 한다(나승일 외, 2019; 2020).

출제기준은 2019년 1월 1일부터 적용되고 있으며, 외국과 같이 직무역량 표준 중심으로 작성되어야할 필요성이 제기되고 있는데(나승일 외, 2020), 기술사 검정이 84개 종목별로 이루어지고 출제기준이 종목별로 설정되어 출제가 이루어지다보니 종목간의 난이도나 형평성 문제도 배제할 수 없는데, 2019년 국가기술자격 통계연보에 따르면 종목마다 필기시험과 면접시험 등의 합격률의 편차가 상당히 존재하며, 특히 필기시험의 경우 2018년 소방기술사 합격률은 3.3%인데 비하여 섬유기술사는 61.1%로 차이가 큼을 알 수 있다(한국산업인력공단, 2020). 응시하는 인원대비 산업현장에서 요구되는 인원이 종목에 따라 달라 이를 고려해야할 필요도 있겠으나 자격이 특정 역량을 보유하고 있음에 대한 확인을 토대로 부여된다는 점에서는 의문이 있다. 필기시험과 면접시험 출제기준에서는 모두 시험과목(면접항목), 주요 항목, 세부항목이 제시되어 있으며, 면접시험 출제기준에 '기술사로서 품위 및 자질'이 추가되어있다는 점만 차이가 있는데(Q-net[웹사이트], 2021) 출제기준의 역할은 수험자에게는 검정범위에 대한 정보를 제공하고 출제자에게 문항 개발에 있어 필요한 정보이며, 교육훈련기관에는 평가의 객관적 지표가 되는 것으로 산업현장이 요구하는 인력양성이 지속적으로 이루어지도록 하는 역할을 한다(박민수, 2008)는 점에서도 현행 출제기준은 검토될 필요가 있다. 예를 들어 기계기술사 종목에 따른 출제기준을 살펴보면, 기계기술사의 직무내용은 '기계분야에 관한 고도의 전문지식과 실무경험을 바탕으로 계획, 연구, 설계, 제작, 진단, 시험 및 이에 관한 기술지도, 평가, 기술예측 등 기계기술 발전을 위한 직무 수행'으로 제시되어 기술사법에 제시된 공통적인 직무에 비하여 '기계분야에 관한' 것이며, '제작', '기술예측'이 추가로 제시되었다는 점에서는 차이가 있으나(Q-net[웹사이트], 2021) 직무의 범위나 대상 등이 분명하지 않아 다른 종목간의 차이를 분명히 알기는 쉽지 않다. 또한, 시험과목은 '공정설계, 기계공작법(기계가공, 주조, 소성가공, 용접, 열처리, 정밀측정, 특수가공), 기계재료, 최적설계, 자원재활용, 생산자동화, 공작기계에 관한 내용'으로서 기계기술사의 직무와 직접적으로 관련이 있는 내용이라고 이해하기 어려우며, 검정내용과 직무를 매칭시키는 것이 쉽지 않다.

응시자격 요건은 자격, 학력, 교육이수와 이에 상응하는 동일 및 유사 직무분야의 실무 경력 등으로 제시되어 있는데, [그림 Ⅱ-1]과 같이 기사자격 취득 후 실무경력 4년, 산업기사 자격 취득 후 실무경력 5년, 기능사 취득 후 실무경력 7년, 4년제 대졸(관련학과) 후 실무경력 6년, 동일 및 유사직무분야의 다른 종목 기술사 등급 취득자 등으로 제한하고 있다.



〔그림 Ⅱ-2〕 기술사 응시자격 요건

자료: Q-net[웹사이트]. (2021).
http://www.q-net.or.kr/crf006.do?id=crf00603&gSite=&gId= 의 내용을 재구성

기술사는 기술분야의 최고자격으로서 각 자격의 등급체계에 따라 다른 실무경력을 요구하고 있어 응시자격 제한이 없는 기능사를 취득하고 실무경력 이후 응시가 가능하거나, 학력의 제한없이 실무경력만으로 응시가 가능하다. <표 Ⅱ-4>에서 본 것과 같이 주요 선진국의 기술사 검정기준에서는 응시자격 요건으로 4년제 공과대학을 졸업하고 공학교육인증원으로부터 인증받은 공학교육인증제를 이수하는 것을 기본으로

하고 있다는 점이 차이가 있다. 공학교육인증 기준에서 제시하고 있는 학습성과는 모든 공대 졸업생들이 엔지니어로서 기본적으로 갖추어야 할 공통적인 기초 능력으로서(한국공학교육인증원, 2020) 공학교육인증제 이수자와 미이수자에게는 공학기초능력의 차이가 발생할 가능성이 있으며, 이에 대한 검정이 명확하기 이루어지지 않는다면 기술사 자격을 취득하더라도 충족한 응시자격 요건에 따라서 보유한 공학기초능력에서 차이가 발생할 수 있다. 또한, 응시자격 요건에서 인정하는 종목 관련학과는 인정범위가 넓어 응시 종목과 직접적이지 않은 교육을 받은 후에도 응시가 가능한데, 차량기술사를 예를 들면, 자격 응시가 가능한 관련학과는 '경영·회계·사무 중 생산관리 직무분야와 관련된 학과'부터 '식품가공 직무분야와 관련된 학과', '환경·에너지 직무분야와 관련된 학과' 등 대체로 직접적으로 관련성이 없는 학과에서도 특정 종목에 대하여 응시가 가능하여(국가기술자격법 시행령, 2021), 4년제 대학을 졸업했어도 공학적 소양을 충분히 습득하였을 것이라는 데는 의문이 있으며 이들은 해당 종목의 관점에서는 실무경력만을 충족하면 응시가 가능한 것으로 볼 수도 있다.

우리나라 기술사 검정기준은 국제적인 검정기준에 비해 다소 분산되어있어 명확하지 않으며, 법령상 제시된 「검정의 기준」에는 공학적 소양이나 품위 및 자질(인성)이 포함되어 있지 않아 검정하지 않는 것으로 오해받을 수 있고 응시자격에서 보유하고 있는 자격이나 학력에 따라 실무경력의 질에 대한 편차가 발생할 수 있다. 특히, 이러한 검정기준이 외국 기술사 검정에서 제시 및 활용되고 있는 기술사 역량표준과 다소 차이가 있어 기술사 검정체계가 산업현장에서 기술사에게 요구되는 능력들을 충분히 반영하여 운영되고 있는지는 여전히 의문이 있다(관계부처합동, 2020; 나승일 외, 2020).

라. 기술사의 전문성

기술사가 자격을 취득한 이후에 산업현장에서 직무를 원활히 수행하기 위해서는 그에 합당한 전문성을 갖추어야 한다. 검정에서는 응시자의 전문성 여부가 확인되고, 충족한 자에게만 자격이 부여되어야 하며, 이를 위해서는 전문성을 토대로 검정기준

이 명확하게 마련될 필요가 있다.

전문성에 대한 정의는 학자마다 견해에 차이가 있어서 명확한 정의를 내리는 것은 어렵지만 대체로 특정 분야 내에서 우수한 성과를 나타내는 사람들이 지니고 있는 능력으로 보는 관점, 전문가로 도달하기 위한 발달과정의 관점, 우수한 성과 자체로 보는 결과론적 관점의 세 가지로 주로 구분된다. 특히 능력의 관점에서 일반적으로 전문성을 갖춘 전문가들은 지식, 기술, 경험, 문제해결에 대한 수준이 높으며 (Harmon & King, 1986; Kochevar, 1994; 오헌석, 2006) 특정 분야의 대표적인 과업 수행에서 신뢰할 만한 탁월한 능력을 보인다고 하였다(Ericsson, Feltovich & Hoffman, 2006; 이상훈, 오헌석, 2016). 발달과정으로 보는 관점은 전문성을 우수한 성과를 도출하도록 해주는 인지적 과정으로 보기도 하였으며(Chi & Koeske, 1983; Ericsson & Lehmann, 1999; Nunn, 2008) 최고 수준의 전문가에 도달하고자 하는 개인의 발달적 노력 혹은 능력(오헌석, 2004; 배을규 외, 2011)으로 보기도 하였다. 수행의 결과로 보는 관점에서는 전문성을 우수한 성과 그 자체의 결과로 보는데, 특정 분야의 전문가들이 보이는 수행 수준(Ericsson & Lehman, 1996; Swanson, 2001; Swanson & Holton, 2001)으로 보기도 하고, 높은 수준을 나타내는 행동으로 보기도 하였다(Herling, 1998; 오헌석 & 김정아, 2007).

기술사의 전문성을 직접적으로 다룬 연구가 많지는 않으나, 김주영, 임세영(2008)은 차량기술사를 자동차 기술 현장의 최고의 자격자이며 공학실천가며, 특히 문제가 발생했을 때, 지적, 정서적, 행동적인 면에서 고객이나 일반인보다 더 잘 알고 탁월한 수행능력을 지니며, 효율적인 방법으로 문제를 해결할 수 있는 사람을 일컫는 전문가로 보고, 전문성을 전문가로 만드는 능력이나 지식으로 정의하였다. 임세영, 김주영(2012) 역시 이와 유사하게 차량기술사의 전문성을 능력의 관점에서 차량의 설계, 제조, 정비 분야의 대표적 과업수행에서 신뢰할만한 탁월한 능력이라고 보았다. 이에 따라 기술사의 전문성은 능력의 관점에서 우수한 성과를 나타내는 기술사들이 지닌 능력 또는 행동이나 기술사의 직무에서 발휘되는 신뢰할만한 탁월한 능력이나 기술사의 직무를 중심으로 한 대표적 과업수행에서 신뢰할만한 탁월한 능력으로 볼 수 있다.

기술사의 전문성을 구성하는 능력들도 현재까지 분명히 밝혀진 바는 없으나, 검정

기준과 선행연구, 그리고 외국의 사례를 통해서 살펴볼 수 있다. 우선, 기술사 제도 도입 시점의 검정기준을 살펴보면, 1963년 제정된 「기술사법」에는 기술사가 되기 위해 합격해야하는 시험이 본시험과 예비시험으로 구분되어 있으며, 본시험의 응시자격으로 예비시험에 합격하거나 이와 동등한 자격이 인정된 경우만 가능하다. 여기서 예비시험은 기술사로서 필요한 기초적인 학식과 과학기술에 관한 소양을 판정하는 학과시험이며, 본시험은 기술사로서 필요한 고등의 전문적인 응용능력의 유무를 판정하기 위하여 필기시험과 구술시험 및 경력심사이다(기술사법, 1963). 즉 기술사의 검정기준으로서 기초적인 학식과 과학기술에 관한 소양, 고등의 전문적인 응용능력이 제시되고 있었다. 현행 기술사 검정기준에 따르면 기술사는 1)해당 종목에 관한 고도의 전문지식, 2)실무경험, 3)이에 입각한 기술사 업무를 수행할 수 있는 능력을 갖출 것으로 기대된다(국가기술자격법 시행령, 2021). 즉, 고도의 전문지식과 실무경험, 업무수행 능력의 세 가지이며, 이는 검정절차에 따라 응시자격 요건에서 실무경험을 요구하고 있으며, 고도의 전문지식과 업무수행 능력은 필기시험과 면접시험 과정에서 검증되고 있다고 볼 수 있다. 기술사법 도입시와 현재의 검정기준을 비교하면 기초적인 학식과 과학기술에 관한 소양은 응시자격 요건에서 검증되고 있으며, 고등의 전문적인 응용능력이 필기시험과 면접시험에서 검증되고 있는 셈이다. 법적인 변천과정에 따라서 예비시험에서 확인하고 있는 기초적인 학식과 과학기술에 관한 소양이 법적으로 명시되어 있지 않아서, 공학적 소양 혹은 공학기초능력이 검증되지 않은 것처럼 오해된다는 문제점이 선행연구에서 지적되는 것으로 유추할 수 있다(관계부처합동, 2020; 나승일 외, 2020).

선행연구에서 제시한 기술사 전문성을 구성하는 능력들은 <표 Ⅱ-5>와 같이 대체로 기초능력과 전문능력으로 구분될 수 있다.

<표 Ⅱ-5> 선행연구의 기술사 전문성의 능력 구분

구분	선행연구				
	김선국 외(2006)	조정윤 외 (2008; 2009)	김진근 외(2008)	조세형 외(2016)	홍성조 외(2018)
기초능력	기초과학	공학지식과 활용능력	일반적인(Generic Competency) 능력	기초직무능력	공학기초
					공학소양
					전공

전문능력	전문기초	전문기술능력	전문적인 능력(Sector-specific Competency)	전문직무능력	미제시
	전문응용				
기타	-	관리능력	-	관리능력	
		책무성			

기초능력으로는 일반적인 능력, 기초직무능력, 기초과학, 공학기초, 공학소양, 전공, 공학지식과 활용능력 등이 포함되며, 전문능력으로는 전문기초, 전문응용, 전문기술, 전문직무능력 등이 포함되었다. 또한 이외에 관리능력 및 책무성도 별도로 제시되었다. 기초능력의 경우 대체로 기술사에 대한 교육이나 응시자격 등이 공학교육을 터하고 있다는 점에서 공학적인 기초능력으로 보는 견해가 많았으며, 기초능력과 전문능력을 비교하면, 기초능력은 기술사 검정체계 진입시 혹은 공과대학 졸업하는 시점의 갖추어야할 능력으로 볼 수 있으며, 전문능력은 최종적으로 기술사가 갖추어야할 능력이라는 관점에서 기술사의 전문성은 전문능력으로도 볼 수 있으며, 기초능력이 여기에 포함되는 개념으로도 이해할 수 있다.

기술사의 전문성을 국제적인 기술사 역량표준을 통해 살펴보면, 국제기술사가 갖추어야할 역량에 관하여 국제엔지니어링연맹(International Engineering Alliance, 이하 IEA)에서는 Graduate Attribute(이하 GA)와 Professional Competency(이하 PC)를 제시하고 있다. 여기서 GA는 기술사로서 기본적으로 공과대학의 공학교육인증제 이수를 기본으로 할 때 갖출 것으로 예상되는 역량표준이며, 최종적으로 기술사 자격을 취득하기 위하여 갖추어야할 것으로 기대되는 역량표준이 PC에 해당한다. GA와 PC를 비교한 결과는 <표 Ⅱ-6>과 같다.

<표 Ⅱ-6> IEA의 GA와 PC 비교

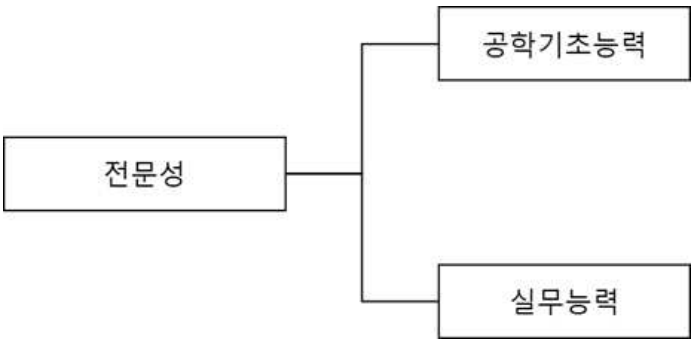
구 분	Graduate Attribute	Professional Competency
역 량	엔지니어링 지식	보편 지식의 이해 및 적용
		지역 지식의 이해 및 적용
	문제 분석	문제 분석
	조사	-
	해결책 고안 및 개발	해결책 고안 및 개발

	-	평가
	최신 도구 활용	-
	엔지니어와 사회	사회 보호
	환경과 지속가능성	법률 및 규제
	윤리	윤리
	개인 및 팀 워크	-
	프로젝트 관리 및 재정	엔지니어링 활동 관리
	의사소통	의사소통
	평생학습	계속교육
	-	판단
	-	의사 결정에 대한 책임

자료: IEA. (2013). Graduate Attributes and Professional Competencies. IEA.

GA와 PC를 비교한 결과, 제시하고 있는 역량의 영역은 대체로 유사하다. 다만, 각각에서 다루고 있는 내용이나 수준 등에 차이가 있는데, 대표적으로 GA에서 역량의 대상이 되는 문제가 대학교 수준에서 배우는 일반적인 공학문제라면, PC에서 다루는 문제는 이보다는 고차원적인 복잡한 문제로서, 적절한 의사결정이 필요하나 명확한 해결책이 없고 이해관계자의 요구사항이 실무와 관련된 복잡한 공학 문제를 일컫는다(IEA, 2013). 또한, PC에서는 복잡한 활동을 규정하고 있는데, 이는 인력, 자금, 장비, 정보 등의 다양한 자원을 필요로 하며, 새롭고 다양한 지식과 방법을 사용하는 실무와 관련된 프로젝트 등의 공학 활동이다(IEA, 2013). 즉, 복잡한 문제 및 활동은 기술사가 산업현장에서 실무로서 마주할 수 있는 문제 및 활동인 것이다.

기술사의 전문성과 세부능력을 검정기준, 선행연구, 국제적 역량표준을 통해 살펴본 결과, 기술사의 전문성은 기술사가 자격을 취득하기 위해 최종적으로 갖추어야할 능력이며, 선행연구에서 제시한 전문능력, 국제적으로는 IEA가 제시한 PC로 볼 수 있을 것이다. 또한 전문성 혹은 전문능력은 공학적인 기초능력과 이를 제외한 나머지 능력으로 구분해볼 수 있는데, PC와 GA의 차이를 고려할 때, 기술사로서 산업현장에서 마주하는 실제 실무를 수행하기 위해 필요한 능력으로 볼 수 있을 것이다. 이러한 관점에서 기술사의 전문성은 공학기초능력과 실무능력으로 구분될 수 있으며 개념적 모형은 [그림 Ⅱ-3]과 같이 나타낼 수 있다.



〔그림 Ⅱ-3〕 기술사 전문성 세부능력의 개념적 모형

즉, 기술사는 기술사의 직무에 대한 수행에 성과를 내기 위해서는 전문성을 갖추어야 하며 이 전문성은 기술사가 공학인으로서 공과대학 수준의 기본적인 능력을 기반으로 한다는 점에서 공학기초능력과 공학기초능력을 기반으로 실무경력을 쌓아 실제 현장에서 기술사로서 요구되는 실무를 수행할 수 있는 실무능력으로 구분될 수 있을 것이다. 다만, 현재 기술사 검정기준에는 공학기초능력이 분명히 반영되어있지는 않으며, 필기시험과 면접시험의 출제기준은 이러한 능력이 드러나도록 기술되어 있지 않아서, 실제 기술사의 전문성이 무엇인지가 명확히 반영되어 있지는 않는 것으로 보인다.

2. 기술사의 직무수행과 측정

가. 직무 및 역할

기술사의 직무 및 역할에 앞서 우선 엔지니어의 정의나 역할을 살펴보면, 엔지니어는 우리말로 기술자로 번역되기도 하지만 일반적으로 공학자로 변역된다. 한상근(2018)은 엔지니어는 전기, 전자, 화학, 기계 등의 분야에서 전문적인 지식과 기술을 가진 사람들이며, 직업세계에서 엔지니어는 원료를 가공하여 사람들에게 유용한 물자를 만드는 일을 하며, 공학 분야 전반에서 전문적 지식과 기술을 가진 사람들로 정의하였다. 또한, 사전상 정의에 따르면 엔지니어는 공학에 종사하는 사람을 의미하는데,

현실성, 규제, 안전, 비용에 의해 부과되는 제한을 고려하면서 목표와 요구사항을 충족할 수 있도록 기계, 체계, 구조, 물질을 발명, 설계, 분석, 제작, 실험(테스트)하는 사람이며 공학의 일에 자연과학적인 지식과 기술적인 지식을 가지고 과학자와 기술자 사이에 매개체가 되는 사람을 가리킨다. 엔지니어는 기술, 수학, 과학 지식을 사용하여 실용적인 문제를 해결하며 보통 공학 분야에서 학위를 가지고 있는데, 엔지니어는 과학적 지식에 기초하고 있기 때문에 기술자와 구분된다(Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor, 2006). 기술사는 엔지니어로서 공학 분야의 지식과 기술을 가지고 제한사항을 고려하여 공학 문제 및 이슈를 해결하는 역할을 하며, 엔지니어 중에서도 법적인 규제에 따라 직무에 책임성을 가지고 보다 높은 수준의 직무를 수행한다.

구체적인 기술사의 직무는 법령상에서도 정의하고 있는데, 기술사법 제3조에 '과학기술에 관한 전문적 응용능력을 필요로 하는 사항에 대하여 계획·연구·설계·분석·조사·시험·시공·감리·평가·진단·시험운전·사업관리·기술판단(기술감정을 포함한다)·기술중재 또는 이에 관한 기술자문과 기술지도'의 16가지로 정의되고 있다(기술사법, 2020). 이는 현장의 기술사의 직무를 토대로 제시된 것으로 이러한 직무를 수행할 수 있는 능력이 국가기술자격법상 「검정의 기준」에 포함되어 있다.

다만, 현장에서 실제 기술사의 직무는 법령상 직무와 차이가 있다. 한국기술사회에서 실시한 기술사 실태조사 보고서에 따르면 16가지의 직무와 관련하여 기술사 중 일부(약 12.5%)는 기술사로서 직무를 수행하고 있지 않으며, 특히 소규모 분야의 경우 건설분야 기술사에 비하여 상대적으로 직무를 수행하지 않는 비율이 높았다. 또한 기술사 사무소에서 근무하는 기술사는 대다수가 기술사로서 직무수행하여 다른 근무지의 기술사보다 월등히 그 비율이 높다. 일부 기술사들이 직무를 수행하지 않는 이유로는 대체로 고용된 회사로부터 해당직무가 주어지지 않는 것으로(한국기술사회, 2019) 소속 근무지에 따라 그 직무에 차이가 나는 것으로 유추할 수 있다. 또한, 현재 기술사들 중 3분의 1이상은 16개의 직무 중 감리, 설계, 기술자문의 직무를 수행하고 있으나, 반면에 시험, 기술중재, 시험운전은 10% 미만의 기술사만이 수행하고 있다. 이러한 직무별 수행비중은 건설분야와 소규모분야, 기타 간에 차이가 있었으며

특히 소규모분야 기술사들은 기술지도와 연구, 설계 등을 주로 수행하고 있다. 기술사의 종목의 분야나 기관 특성, 직급 등에 따라서도 수행하는 직무에 차이가 있는 것으로 유추된다. 기술사의 직무가 분명하지 않다는 지적은 기술사 제도발전 기본계획에서도 법적 권한 보장의 문제와 연계되어 나타나는데(관계부처합동, 2020), 의사나 건축사가 각각 관련법에 의해서 독점적인 업무영역이 설정되어 우대받고 있으나, 이에 비하여 기술사는 업무영역이 설정되어 있지 않아 기술사의 권한이 약하고 우수한 인재들의 유입을 방해하는 요소가 되고 있음을 지적하며, 기술사의 업역을 설정해야 한다는 논의가 있었다(교육과학기술부, 2011; 관계부처합동, 2020).

기술사의 역할에 대한 외국사례를 살펴보면, 호주 기술사회에서 제시하고 있는 공학사 수준의 PE는 기술사보다는 엔지니어라고 볼 수 있으며, 엔지니어링 프로젝트 및 프로그램의 책무를 수행하고, 다양한 자원으로부터 습득한 지식을 활용하여 복합적 문제와 이슈를 해결할 수 있는 방안을 개발하고, 기술 및 비기술적 측면에서 고려해야 할 것들을 적절하게 통합하고, 지속가능성과 같은 이슈들 뿐만 아니라 리스크를 관리하는 역할을 수행하고 있다(Engineers Australia, n.d.). 또한 이러한 PE 중에서도 보다 높은 수준의 역량(2단계 역량표준)을 보유하고 있다는 것이 확인되면 기술사에 해당되는 CPeng로서 자격이 부여되는 것이다(Engineers Australia, n.d.). 미국 CA주 법령에 제시된 기술사의 정의 및 역할에 따르면 기술사는 공학기초과학과 수학, 물리학 그리고 공학기초과학의 특정 지식의 적용과 관련된 교육, 훈련 및 경험을 필요로 하는 제공 서비스나 창의적 작업의 전문적 실무에 종사하는 사람이며, 이러한 작업에 대한 규격 및 설계 준수를 보장하기 위한 목적으로 공공 또는 민간 사업의 자문, 조사, 평가, 계획 또는 설계와 구조, 기계, 프로세스, 회로, 건물, 장비 또는 프로젝트, 그리고 건설 감독 등과 같은 전문적이거나 창의적인 작업을 수행하는 사람이다(PROFESSIONAL ENGINEERS ACT, 2021). 여기서 자문, 조사, 평가, 계획, 설계, 구조, 기계, 프로세스, 회로, 건물, 장비, 프로젝트, 그리고 건설 감독을 살펴보면 우리나라 기술사법에서 제시한 직무와 자문, 조사, 평가, 계획, 설계, 감독(감리) 등 대체로 유사한 것으로 알 수 있다. 즉, 외국과 기술사 직무에 있어서의 차이는 법적으로 어느정도 수준으로 규제하고 있는지에 차이가 있음을 알 수 있다(<표 Ⅱ-7> 참조).

<표 Ⅱ-7> 주요 국가별 기술사 업무영역 관련 규정

국 가	업무영역 관련 규정
미국 (텍사스 주)	- 기술사 면허를 소지한 사람만 엔지니어링 실무에 종사 가능(Act 1001.301)) ※ 단, 일정규모 이하의 특정 공공사업(전기/기계 엔지니어링을 포함하는 $8,000 이하 공공사업 등), 민간 부문(개인주택, 농장 등) 등은 제외
싱가폴	- 기술사 및 기술사와 관계된 인원만이 엔지니어링 관련 계획, 스케치, 도면, 설계, 명세 또는 기타 관련 문서를 서명, 제출 가능 (Act 10.-(1)) ※ 서면계획 승인이 필요치 않은 건물 수리와 관련한 작업 등은 제외
캐나다 (온타리오주)	- 기술사만이 엔지니어링 업무 수행 가능(Act 12.-(1)) ※ 건축사의 권한인 주거용 건물(3층 이하 600평방미터 초과) 등의 설계는 제외

자료: 관계부처 합동. (2020). 제5차 기술사 제도발전 기본계획. p.4.

대체로 외국에서는 기술사 자격이 국가적으로 엔지니어의 업무를 수행할 수 있는 면허적 성격을 띄어, 기술사들은 우리나라와 다르게 어느정도 법적으로 업무영역에 대하여 보장받고 있음을 알 수 있다. 우리나라의 각 종목별 주무부처의 사업법에서는 <표 Ⅱ-8>과 같이 특정 종목 기술사의 역할을 규정하고 있다. 다만, 실제 기술사들이 직무수행간에 근거로 활용하는 법령은 보다 다양하다.

<표 Ⅱ-8> 기술사 활용법을 통해서 본 기술사 역할

직무 분야	중직무분야 및 종목	법령	역할
건설	건설안전, 토목, 건축 분야	산업안전보건법 시행규칙	유해위험방지계획서 작성시 의견 수렴 전문가
	건축구조	건축법 시행규칙	토지 대지 조성시 필요 조치의 생략을 위한 구조안전 확인
		산업안전보건기준에 관한 규칙	타워크레인의 지지시 확인
		주택법	수직증측형 리모델링 감리자의 협력대상
	건축구조, 건축시공	주택건설기준 등에 관한 규칙	건축사의 설계·감리를 받지 아니하는 공업화주택의 건설자
	건축구조, 토목구조, 토질및기초, 건설기계	산업안전보건법 시행령	건설공사의 설계변경시 의견 수렴 전문가
	건축분야	건축물대장의 기재 및 관리 등에 관한 규칙	건축물현황도의 작성 및 기명·날인
	건축분야, 설비분야	건축물 에너지효율등급 인증에 관한 규칙	인증기관의 상근인증업무인력(5명)
	건축분야, 토목분야	초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법 시행규칙	총괄재난관리자
	건축시공, 농어업토목, 토목시공, 조경	농어촌마을 주거환경 개선 및 리모델링 촉진을 위한 특별법 시행령, 시행규칙	정비계획 수립의 총괄계획가
	도시계획, 지질및지반	광업법 시행령	광상설명서 작성
	토목구조, 토목시공	정보통신공사업법 시행령	감리원 배치기준, (총공사금액 100억원 이상)
	토목분야	전기사업법 시행규칙	전기설비 검사자
	토목분야, 지질및지반	건축법 시행규칙	건축물의 설계자 및 공사감리자의 협력 대상

광업자원	광업자원 분야	광업법 시행령	광상설명서 작성
	화약류관리	총포・도검・화약류 등의 안전관리에 관한 법률 시행령	1급화약류관리보안책임자 면허
기계	건설기계	산업안전보건기준에 관한 규칙	타워크레인의 지지시 확인
	기계분야	전기사업법 시행규칙	전기설비 검사자
		초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법 시행규칙	총괄재난관리자
	기계제작, 산업기계설비, 조선	선박안전법 시행규칙	기관검사관
	조선	선박안전법 시행규칙	선체검사관
	차량	자동차관리법	자동차가격의 조사·산정
	철도차량분야	철도사업법 시행규칙	점검·정비책임자
농림어업	종자	종자산업법 시행령	종자관리사
산림	산림	산지관리법 시행령	복구전문기관 인력
식품가공	식품	건강기능식품에 관한 법률 시행령	품질관리인
안전관리	기계안전, 건설안전	산업안전보건기준에 관한 규칙	타워크레인의 지지시 확인
	비파괴검사	비파괴검사기술의 진흥 및 관리에 관한 법률	검사계획서, 검사결과서 작성 및 제출시 서명(책임자)
	소방	다중이용업소의 안전관리에 관한 특별법 시행규칙	안전점검자
		화재예방, 소방시설 설치・유지 및 안전관리에 관한 법률 시행규칙	소방시설등 자체점검 기술자격자
		화재예방, 소방시설 설치・유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령	소방안전관리자 및 소방안전관리보조자의 선임대상자
	안전관리분야	초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법 시행규칙	총괄재난관리자
	안전분야	화학물질관리법 시행규칙	전문기관 지정 전문인력
	화공안전, 가스, 산업위생관리	화학물질관리법 시행령	유해화학물질관리자
전기전자	산업계측제어, 전자응용, 전자기기	정보통신공사업법 시행령	감리원 배치기준, (총공사금액 100억원 이상)
	전기분야	전기공사공제조합법시행령	조합이 보증한 공사의 시공상황 감독
		전기사업법 시행규칙	전기설비 검사자
		전력기술관리법	전력시설물의 설계도서 작성
		전력기술관리법 시행령	설계감리
		초고층 및 지하연계 복합건축물 재난관리에 관한 특별법 시행규칙	총괄재난관리자
정보통신	정보관리, 컴퓨터시스템응용, 정보통신	정보통신공사업법 시행령	감리원 배치기준, (총공사금액 100억원 이상)
	정보처리 및 통신 분야	관세법 시행규칙	전자문서중계사업의 기술인력
화학	화공	화학물질관리법 시행령	유해화학물질관리자
환경・에너지	에너지, 환경오염 분야	녹색건축 인증에 관한 규칙	녹색건축 인증기관의 상근심사전문인력
	에너지분야	건축물 에너지효율등급 인증에 관한 규칙	인증기관의 상근인증업무인력(5명)
	대기관리, 수질관리, 폐기물처리	화학물질관리법 시행령	유해화학물질관리자
	환경분야	화학물질관리법 시행규칙	전문기관 지정 전문인력

자료: 기술사법 활용법령[웹사이트]. (n.d.). https://www.kpea.or.kr/kpea/engineer/engineerPopup.do?gubun=1 내용 재구성

주무부처별 기술사 활용법은 14개 직무분야 중 11개 직무분야에 대하여 기술사의 활용을 명시하고 있다. 직무분야 중에서 건설, 기계, 안전관리, 전기전자, 정보통신, 환경·에너지가 가장 많은 내용을 다양한 법령에서 명시하고 있었는데, 기술사 종목과 기술사 자격취득자 수가 많은 종목의 대다수가 여기에 포함된다. 이는 산업현장에서의 필요성도 있겠으나, 법적으로 활용에 관한 사항이 더 보장받는 종목 기술사 종목에 응시자가 집중되는 것으로 볼 수도 있다. 명시되고 있지 않은 직무분야로는 경영·회계·사무, 문화·예술·디자인·방송, 섬유·의복, 재료가 있다. 활용에 관한 내용을 살펴보면, 관리자, 검사관, 책임자, 관리사 등 면허적 성격을 규제하고 있는 법령이 있으며, 관련 전문기관의 인력으로서 인정되는 내용, 설계도서 작성 등 특정 업무의 권한을 제한하는 법령 등이 있다.

기술사의 직무 및 역할을 살펴본 결과 기술사법에서는 기술사의 직무를 16가지로 정의하고 있고, 이는 종목에 관계없이 포괄적으로 명시되어 있는 것으로, 주무부처의 사업법에서 정의하고 있는 활용이나 기술사들이 스스로 인식하기에는 다소 차이가 있다. 또한, 기술사의 종목, 재직하고 있는 기관 특성, 직급 등에 따라서도 수행하는 직무에 차이가 있는 것으로 유추되며, 특히 활용법에서는 일부 종목에 대하여 면허적 규제, 특정 사업인력으로서의 인정, 특정 업무의 권한 등의 내용을 통해 종목 기술사의 역할을 간접적으로 제시하고 있다.

나. 직무수행의 개념 및 측정

기술사 직무수행의 개념은 일반적인 직무수행의 정의를 토대로 이해될 수 있는데, 직무수행에 대한 정의는 연구자마자 차이가 있으며, 특히 영문으로 표현되는 Job performance에서 performance의 해석에 따라서 차이가 있다(<표 Ⅱ-9> 참조).

<표 Ⅱ-9> 선행연구의 Job performance 정의

performance 의 해석	선행연구	Job performance 정의
성과	Pincus(1986)	전반적인 업무성취도
	Brooke el al(1988)	조직의 효과성이나 목표를 달성할 수 있는 정도
	Borman & Motowidlo(2003)	조직구성원이 일정기간 조직에서 개별적으로 수행하는 행동들

		에 대한 종합적인 기대가치
	McDaniel, Schmidt & Hunter(1988)	직무성과 또는 업무실적으로 표현할 수 있으며 개인, 집단, 조직의 효과성을 판단하는 기준으로써 관리자가 영향을 주려고 하는 결과적 목표
	Schmidt, Hunter, Outervridge & Goff(1988)	
	이동훈 외(2010)	
	박윤희(2003)	개인이 직무를 얼마나 잘 이해하였는가의 능력(ability)에 대한 평가의 관점에서 '결과 또는 성취 정도'
	전수진, 박경규(2007)	근로자 개인이나 집단의 담당 직무에 대한 성취도나 달성도
수행	Miller(1990)	조직 구성원들이 조직의 목표나 과업을 달성하기 위해 보여준 노력으로서 조직의 역할 수행에 있어 구성원의 행동을 나타내는 역동적이고 다면적인 행동
	Williams & Anderson(1991)	현재 자신에게 요구되는 업무와 조직의 기대수준을 성공적으로 달성해 나가는 정도
	Cravens, Ingram, LaForge & Young(1993)	자신의 직무와 관련하여 나타내는 바람직한 행동
	Campbell(1999)	조직의 성과를 달성하고자 하는 노력인 구성원의 과업행동
	김미영 외(2015)	
	이명훈(2006)	주어진 직무의 수행정도 및 행동실천의 수준
	박혜정, 김미주, 김영미(2009)	

performance를 성과로 보는 관점에서 Job performance는 대체로 조직의 상황에서 주어진 직무를 얼마나 성취하는지 혹은 달성하는지로 보았으며, 국문으로는 직무성과로 번역되어 일반적으로 이야기하는 직무수행과는 다소 차이가 있다.

수행으로 보는 관점에서는 직무에 관한 목표를 달성하기 위한 노력(Miller, 1990; Campbell, 1999; 김미영, 2015)이나 기대수준을 성공적으로 달성해 나가는 정도(Williams & Anderson, 1991), 자신의 직무와 관련하여 나타내는 바람직한 행동(Cravens, Ingram, LaForge & Young, 1993), 주어진 직무의 수행정도 및 행동실천의 수준(이명훈, 2006; 박혜정, 김미주, 김영미, 2009)으로 보았으며, 이외에도 김도영, 유태용(2002)은 직무수행을 자신이 맡은 과업을 얼마나 잘하고 있는지를 나타내는 행동 정도로 정의하고 과업행동 중 모든 직업에서의 직무수행 요소로 직무목표 달성정도, 직무의 질, 직무의 정확성 등 6가지를 제시하고 있다. 이러한 관점에서 직무수행은 직무와 관련되어 설정된 목표를 중심으로 달성해가는 과정, 노력, 행동, 실천 등으로 볼 수 있으며, 즉, 본인에게 주어진 직무의 수행정도 및 행동실천의 수준으로 볼 수 있다.

직무수행 측정도구는 직무수행의 정의에 터해서 확인할 수 있으며 직무수행을 구성하는 요소는 연구자에 따라 두 가지로 구분될 수 있다. 하나는 특정 직업에서의 고유한 핵심 직무를 중심으로 제시한 과업요소이며, 다른 하나는 의사소통 능력 등과 같이 모든 직업을 토대로 직무수행에 필요한 기능 및 숙련도를 과업요소로 제시하는 것이다. 대표적으로 박윤희, 정철영(2003)는 대학부설 평생교육원 프로그램 개발자의 직무수행을 측정하기 위하여 관련 문헌을 참고하여 이들과 심층면담 및 예비조사를 통하여 프로그램 개발자의 프로그램 개발 3단계에 따라 21개의 업무 내용을 도출하였으며, 이를 중심으로 측정도구를 개발하여 측정하였으며(0:수행한적 없다, 1:매우 잘 수행하지 못한다 ~ 5점:매우 잘 수행한다) 총 평균 3.49로 직무수행 수준이 측정되었다. 이명훈(2006)은 기술교사의 직무수행을 파악하기 위하여 선행연구를 분석하여 6개 직무영역의 48개 직무항목을 도출하였고 전문가들을 대상으로 조사한 직무영역별 가중치를 직무수행 수준에 반영하였으며, 평균 3.65의 직무수행 수준이 도출되었다. 이외에는 공통적인 과업요소를 중심으로 측정한 연구인데, Chan & Schmitt(2002), Motowidlo & VanScotter(1994), Vasquez-Colina(2005)는 직무수행을 주요 기술숙련도로 간주하여 직무수행의 기초가 되는 문제해결, 문서작성능력 및 구두 커뮤니케이션 능력을 측정하였으며, 강영순, 임화순(2008), 김희철 외(2009) 등은 직무수행의 수행정도를 측정하기 위하여 직무수행의 정확성 및 전문성 등을 측정하기도 한다. 이러한 측정도구는 직무에 공통적으로 요구되는 수행능력을 측정함으로써 모든 직무에서 활용할 수 있으나 직무에 대한 차이를 반영하지는 못한다는 한계가 있다. 또한, 직무수행은 직무에 대한 수행의 양이나 질로 볼 수 있는데 선행연구에서는 대체로 질적 수준으로 보았다.

직무수행의 개념과 선행연구를 종합하면, 기술사의 직무수행은 기술사로서 주어진 직무의 수행정도 및 행동실천의 수준으로 볼 수 있으며, 과업수행의 관점에서 종목이나 기술사의 소속기관 등의 특성에 따라 직무에 차이는 있으나 명확히 밝혀진 바가 없기 때문에 우선 기술사법에 명시된 16가지의 직무를 중심으로 설명될 수 있으며, 측정은 16가지의 직무를 중심으로 각 직무를 얼마나 혹은 어느정도 수준으로 수행하는지를 측정할 수 있다. 다만 종목별 혹은 개인별 구체적인 과업이 도출되거나 종목별로 요구되는 직무의 수준이 다른 경우 이를 고려해서 측정할 수도 있을 것이다.

3. 기술사의 직무수행과 공학기초능력, 실무능력의 관계

가. 공학기초능력 개념 및 측정

1) 개념

공학기초능력는 기본적으로 공학과 기초능력으로 구분하여 공학분야에서 요구되는 기초능력으로 볼 수 있으며, 선행연구에서는 연구자마다 세부적인 영역이나 구성요인에 대한 차이는 있지만 대체로 공과대학 졸업생이 갖추어야할 능력으로 정의되고 있다. 김대영 외(2006)는 공학기초능력을 엔지니어가 공과대학을 졸업하고 기업, 연구소, 대학교 등에서 수행하게 될 활동에 요구되는 능력으로 정의하였으며, 공학교육인증 프로그램을 이수한 학생은 전문적인 수준의 공학기초능력을 갖추고 있음을 객관적으로 검증받은 것으로 볼 수 있다고 하였다. 함승연(2009)은 모든 공대 졸업생들이 엔지니어로서 기본적으로 갖추어야할 공통적인 기초능력으로 정의하였는데, 특히 이를 공학교육인증기준의 학습성과의 능력을 중심으로 설명하였다. 권재기, 정미경(2014)은 공과대학생의 핵심역량 중 공대생으로서 최소한 요구되는 능력으로서 공학기초능력을 정의하였다.

특히, 김대영 외(2006)와 함승연(2009)에서 공학기초능력을 정의할 때 활용된 공학교육인증제의 프로그램 학습성과는 공학교육인증 프로그램을 이수한 결과로 학생이 졸업하는 시점에서 갖추고 있음을 입증해야 하는 일종의 교육목표인데(허돈, 2009) 이는 워싱턴어코드에서 각 회원국의 공대 졸업생의 지식과 능력을 상호 일치시키기 위해서 제시된 공통표준인 IEA의 GA와 동등한 것으로 인정받고 있다. GA는 4년제 공과대학 졸업생이 갖추어야 하는 능력 혹은 엔지니어의 입직 수준에서 4년제 공과대학 졸업생들이 갖추어야 하는 잠재력(potential)을 의미하며(IEA, 2013), 여기서 역량(attributes)이란 객관적 측정이 가능하며, 보편적으로 4년제 공과대학 졸업생이 갖추어야 하는 최소 수준의 기준(minimum standard)을 나타낸다(IEA, 2011). GA는 그 자체로는 자격을 인증하는 국제적 기준은 아니나, 동일한 산출물에 대한 공통적인 참조기준(common reference)이다. 우리나라의 프로그램 학습성과가

미국의 EC2000을 참고하여 설정되었으며, 미국의 공학교육인증원이 설립 때부터 공학자의 전문성 개발과 기술사의 자격을 갖는데 필요한 교육기준을 정립하는 것을 목적으로 하여 미국 기술사제도에서 기술사에게 필요로 하는 대학의 교육의 기준을 정립하는 역할을 수행하고 있는 점(ABET[Website], 2021)을 참고했을 때, 우리나라의 공학교육인증제가 기술사 제도와 연계되어 있지는 않으나 학습성과에는 기술사에게 요구되는 능력이 반영되어 있다는 것을 알 수 있다. 공학기술의 급속한 발전으로 미래의 엔지니어로서 공과대학 졸업생의 기초능력을 육성할 필요성이 제기됨에 따라 국제적으로 엔지니어 자격의 통용성이 확보된 공학 교육과정이라는 측면에서 공학교육인증제와 이를 중심으로 한 공학기초능력에 대한 논의가 본격화되고 있다(김대영 외, 2006).

공학기초능력과 유사한 개념으로서 공학적 소양, 공학역량 등이 있는데, 공학적 소양은 일상생활에서 공학적 문제에 직면하였을 때 과학, 기술, 수학 등 다양한 지식의 융합 및 응용을 바탕으로 이를 비판적으로 사고하여 이해하고, 이러한 문제를 해결하는 소양으로 정의되고 있으며(허혜연, 2020; 허혜연, 김기수, 2020) 앞에서 공학기초능력이 엔지니어로서의 능력이라면 이는 일상생활의 공학적 문제를 대상으로 한다는 점에서 보다 범위가 넓고 요구되는 수준의 폭도 넓다. 공학역량은 이정은(2019)에 의해서 산업현장과 같은 환경에서 활동하기 위해 엔지니어에게 필요한 능력으로서 정의되었는데, 이는 김대영 외(2006)의 정의와 유사한 것으로 볼 수 있으나 공대 졸업생들을 상정하지 않는다는 점에서 기초능력을 포괄하여 전반적이 공학분야에서 요구되는 역량을 포함하는 개념이란 것을 알 수 있다.

2) 측정

공학기초능력 및 유사 개념의 측정을 많은 연구에서 다룬 것은 아니지만, 대체로 공학교육인증기준의 프로그램 학습성과(함승연, 2009; 강승희, 2010)를 중심으로 한 연구와 그 외(김대영 외, 2006; 권재기, 정미경, 2014; 이정은; 2019)로 구분하여 볼 수 있다. 공학기초능력을 프로그램 학습성과로 본 함승연(2009)은 졸업 후 4년된 공대 졸업생을 대상으로 대학 졸업 직후 본인의 공학기초능력 수준과 실제 직업에서

의 공학기초능력의 중요도를 구명하기 위하여 공학교육인증기준(KEC2005)의 학습성과에 명시된 12가지 능력과 자질을 하위구인으로 설정하여 측정도구를 개발하였다. 문항의 척도는 이 12가지 능력 및 자질에 대하여 졸업 당시의 수준을 잘 갖추었는지 여부를 묻는 5점 Likert 척도('매우 잘 갖춤' ~ '전혀 갖추지 않음')였으며 이를 토대로 공대 졸업생들의 졸업당시 공학기초능력 수준은 5점 중 3.3점, 실제 직업에서의 중요도는 3.7점으로 결과가 도출되었으며, 특히 의사전달이나, 자료이해 및 분석, 평생학습, 윤리적 책임의식 등 모든 분야에 공통적인 기초능력 요소가 보다 실제 직업에서 중요한 것으로 드러났다. 특히 '효과적으로 의사를 전달할 수 있는 능력' 이 교육요구도 중 1순위로 드러났다. 다만 이러한 결과는 졸업당시 공학기초능력 수준은 대상자가 본인의 능력에 대하여 자기 스스로 평가한 결과여서 객관하거나 일반화하기에는 다소 한계가 있다. 공학교육인증기준은 2015년도에 와서 KEC2015로 변경되었는데, 프로그램 학습성과의 능력을 비교하면 <표 Ⅱ-10>과 같다.

<표 Ⅱ-10> 공학교육인증기준의 프로그램학습성과 변화

구분	공학교육인증기준(KEC) 2005	공학교육인증기준(KEC) 2015
프로그램 학습성과	수학, 기초 과학, 공학의 지식과 정보 기술을 응용할 수 있는 능력	수학, 기초과학, 공학의 지식과 정보기술을 공학문제 해결에 응용할 수 있는 능력
	자료를 이해하고 분석할 수 있는 능력 및 실험을 계획하고 수행할 수 있는 능력	데이터를 분석하고 주어진 사실이나 가설을 실험을 통하여 확인할 수 있는 능력
	현실적 제한 조건을 반영하여 시스템, 요소, 공정을 설계할 수 있는 능력	현실적 제한조건을 고려하여 시스템, 요소, 공정 등을 설계할 수 있는 능력
	공학 문제들을 인식하며, 이를 공식화하고 해결할 수 있는 능력	공학문제를 정의하고 공식화할 수 있는 능력
	공학 실무에 필요한 기술, 방법, 도구들을 사용할 수 있는 능력	공학문제를 해결하기 위해 최신 정보, 연구 결과, 적절한 도구를 활용할 수 있는 능력
	복합 학제적 팀의 한 구성원의 역할을 해낼 수 있는 능력	공학문제를 해결하는 프로젝트 팀의 구성원으로서 팀 성과에 기여할 수 있는 능력
	효과적으로 의사를 전달할 수 있는 능력	다양한 환경에서 효과적으로 의사소통할 수 있는 능력
	평생교육의 필요성에 대한 인식과 이에 능동적으로 참여할 수 있는 능력	기술환경 변화에 따른 자기계발의 필요성을 인식하고 지속적이고 자기주도적으로 학습할 수 있는 능력
	공학적 해결 방안이 세계적, 경제적, 환경적, 사회적 상황에 끼치는 영향을 이해할 수 있는 폭넓은 지식	공학적 해결방안이 보건, 안전, 경제, 환경, 지속가능성 등에 미치는 영향을 이해할 수 있는 능력
	시사적 논점들에 대한 기본 지식	-
	직업적 책임과 윤리적 책임에 대한 인식	공학인으로서의 직업윤리와 사회적 책임을 이해할 수 있는 능력
	세계문화에 대한 이해와 국제적으로 협동할 수 있는 능력	-

KEC2005 프로그램 학습성과의 12가지 능력은 KEC2015에서는 10가지 능력으로 축소되었는데, ‘시사점 논점들에 대한 기본 지식’과 ‘세계문화에 대한 이해와 국제적으로 협동할 수 있는 능력’은 제외되었다. 나머지 10개의 능력은 표현이 간결해지거나 ~지식, ~인식으로 표현되던 것들이 ~능력으로 변경되었다.

강승희(2010)는 함승연(2009)과 마찬가지로 KEC2005의 학습성과를 공대 졸업생들이 엔지니어로서 기본적으로 갖추어야 할 공통적인 기초능력(공학기초능력)으로 보는 것에 동의하며, 학습성과의 12개의 능력과 자질을 공학적 자질과 능력(5문항), 기본 소양 능력(4문항), 팀활동 능력 및 평생교육 역량(3문항) 3개의 요인으로 구분하였다. 이를 토대로 4년제 공과 대학생 1~4학년 대상 학습성과 달성도를 측정하였으며 공학적 자질과 능력은 학년과 유의한 차이가 없었다. 다만, 측정도구가 다소 포괄적으로 작성되어있기 때문에 발생하는 한계, 혹은 자기보고식 측정의 한계가 있을 것으로 추정되며, 기본소양능력과 팀활동 능력 및 평생교육 역량에서는 집단간 차이가 있었으며 4학년의 역량이 유의하게 높은 것으로 나타났다.

또한, 국내의 일부 대학에서는 학생들의 프로그램 학습성과 달성정도를 확인하기 위해서 학교 학교마다의 수행준거를 정하여 이를 토대로 졸업생의 능력획득 여부를 확인하고 있다. 조선대학교에서는 프로그램 학습성과 평가체계로서 학습성과(12개)별 수행준거를 개발하였으며 이를 토대로 학생들 대상으로 캡스톤 디자인 평가를 위한 루브릭을 사용하고, 졸업 예정자 설문조사를 실시하고 있다(조선대학교[웹사이트], 2021). 전주대학교에서는 지식응용, 분석실험, 문제정의, 도구활용, 설계능력, 팀웍기술, 의사소통, 영향이해, 공학윤리, 평생학습으로 분류하여 학과 교육목표와 학습성과를 연관시키고 있다(전주대학교[웹사이트], 2021). 인하대학교에서는 <표 Ⅱ-11>과 같이 학습성과 각각에 대한 평가항목을 설정하여 최종설계 결과물 평가에 활용하고 있다(인하대학교[웹사이트], 2021).

<표 Ⅱ-11> 공과대학의 프로그램 학습성과별 평가항목(인하대학교 예시)

구분	학습성과	평가항목
PO1	지식응용	수학, 기초 과학, 공학의 지식에 대한 이해수준 / 정보기술에 대한 이해 수준 / 응용능력
PO2	분석실험	데이터수집 / 데이터 정리 / 데이터 분석
PO3	문제해결	문제 정의 / 공식화의 타당성
PO4	도구활용	관련 동향 인지도 / 연구결과 및 도구의 제시능력 / 실무도구 활용능력
PO5	설계능력	제한조건에 대한 이해도 / 계획 수립의 현실성 / 설계의 합리성
PO7	의사소통	발표 자료의 내용 구성의 논리성 / 발표 내용에 대한 이해도 / 전달력/ 질의응답
PO8	영향이해	거시적 영향 이해도 / 의견 제시의 논리성 / 평가결과의 타당성

각 학습성과별로 평가항목을 도출하여 각각을 평가하기 위한 근거로 활용하고 있으며, 다만, 10개 능력 중 7개에 대한 평가항목만 작성되어 있다. ‘ 프로젝트 팀의 구성원으로서 팀 성과에 기여할 수 있는 능력’, ‘공학적 해결방안이 보건, 안전, 경제, 환경, 지속가능성 등에 미치는 영향을 이해할 수 있는 능력’, ‘공학인으로서의 직업윤리와 사회적 책임을 이해할 수 있는 능력’의 3개 능력에 대한 별도의 평가항목은 제시하지 않고 팀 활동 및 직업윤리 성찰보고서에서 별도로 평가하고 있다.

공학교육인증기준의 프로그램 학습성과를 활용하지 않고 공학기초능력을 측정한 연구 중 김대영 외(2006)는 31명의 공학전문가들을 대상으로 한 델파이 조사결과를 토대로 바람직한 공학기술자에게 필요한 공학기초능력의 구성요소를 구명하였는데, 인문사회학적 공양소양능력(HSS), 창의공학 설계능력(CED), 엔지니어의 자기계발능력(ECD) 세 개영역별로 CVR의 최소기준값 0.326을 만족하는 구성요소 58개를 도출하였다. 권재기, 정미경(2014)은 공과대학생의 핵심역량 검사도구를 개발하고 타당화하기 위하여 선행연구분석과 델파이 조사를 실시하였으며, 이에 따라 핵심역량의 구성요인으로 공학기초능력(6개 요인)과, 전공분야 기술력(6개 요인) 그리고 인성(6개 요인)을 도출하였다. 공학기초능력의 하위요인으로는 수학적 사고력, 글로벌소통, 설계, 공학글쓰기, 기초과학, 인문사회교양이었으며 핵심역량 전체의 내적일치도 계수(Cronbach's alpha)는 .955이며 공학기초능력의 경우 .907로 신뢰도가 높았다. 또한, 공학역량과 관련된 연구 중 Chan, Zhao & Luk (2017)는 공학역량의 영역을 대인관계기술, 팀워크 기술, 의사소통기술, 문제해결기술, 비판적 사고, 자기관리, 전

문적 효율성, 적응 기술, 정보활용능력, 리더십, 학습능력, 지역사회 관련 지식 등으로 구분하였다. EbrahimiNejad(2017)는 공학역량을 기초기술능력, 전문기술, 공학기술, 비즈니스 기술 등으로 구분하였으며, 이정은(2019)은 선행연구를 종합하여 의사소통, 팀워크 협업능력, 적응성, 네트워크, 설계와 시스템의 통합, 수학·과학 분석과 계산의 6가지 공학역량의 공통항목을 종합하였다. Male, Bush & Chapman(2011)는 64문항으로 구성된 척도를 개발하였으며 이는 의사소통, 다양한 팀과의 작업, 자기관리, 전문성, 창의성/문제해결, 관리/리더십, 공학 경영, 실질적 공학, 혁신, 맥락적 책임감, 기술이론의 적용의 총 10가지의 하위요인으로 구성되었다. Chan, Zhao & Luk(2017): 35문항으로 구성된 공학역량 척도를 개발하였으며 홍콩의 학부생을 대상으로 각 문항별 중요 수준(importance level)과 역량 수준(competency level)을 측정하였다. 영역은 설계 및 문재해결, 대인관계기술, 공동체 이해, 리더십, 전문가 태도와 능력, 글로벌 능력이었다. 이정은(2019)은 이를 일부 수정하여 산업체 임직원 400명 대상으로 산업체의 공학교육에 대한 요구도를 분석하였으며, 윤리적 태도, 책임감, 대인관계기술, 커뮤니케이션 능력 등이 우선순위로 도출되었다.

국제적으로는 ABET, EA, UKEC, ENAEE 등 몇몇 공학교육 인증 및 전문기관이 엔지니어로서 졸업기준을 <표 Ⅱ-12>와 같이 제시하였다.

<표 Ⅱ-12> 국제 공학교육 인증 및 전문 기관의 엔지니어로서 졸업기준 능력

역량	기관	졸업기준으로 요구되는 능력
비판적 사고 및 문제 해결	ABET	엔지니어링 솔루션의 영향을 이해하는 능력(비판적 사고) 엔지니어링 문제를 식별, 공식화 및 해결할 수 있는 능력 평생학습의 필요성을 인식하고 참여하는 능력
	EA	문제 해결, 설계 및 프로젝트 작업을 수행할 수 있는 능력 비판적 성찰력을 보이는 능력 평생 학습 및 전문적 개발을 위한 역량
	UKEC	문제에 대한 해결책을 달성하기 위해 비판적 평가, 판단 및 적절한 질문의 프레임을 짜는 능력 스스로의 학습을 관리하는 능력
	ENAEE	복잡한 기술 또는 전문적 활동을 관리할 뿐만 아니라 엔지니어링 문제를 식별하고, 공식화하고, 해결할 수 있는 능력 독립적인 평생학습에 참여하는 능력

역량	기관	졸업기준으로 요구되는 능력
효율적인 의사소통	ABET	효과적인 의사 소통 및 팀 작업 능력
	EA	효과적인 커뮤니케이션 및 사전 활동 기술을 보여줄 수 있는 능력
	UKEC	효과적인 커뮤니케이션 및 사전 활동 기술을 보여줄 수 있는 능력
	ENAEE	공학분야 커뮤니티 및 사회와 효과적으로 의사소통할 수 있는 능력
협업과 팀빌딩	ABET	다학제 팀에서 활동할 수 있는 능력
	EA	효과적인 팀 구성원 자격 및 팀 리더십을 가질 수 있는 능력
	UKEC	엔지니어링 팀의 일원으로 일하고 팀 역할의 혼란을 인지할 수 있는 능력
	ENAEE	국가 및 국제적 상황에서 개인으로서 그리고 팀의 일원으로서 활동하며, 엔지니어 및 비전문가들과 효과적으로 협력할 수 있는 능력
창의성과 혁신	ABET	문제를 해결하기 위해 창의적으로 지식을 적용할 수 있는 능력
	EA	효과적인 창의성, 혁신 및 사전 활동을 보여줄 수 있는 능력
	UKEC	목적에 맞는 창의적인 해결책을 찾는 능력
	ENAEE	혁신적인 분석 및 문제 해결 방법 설계 능력(마스터 레벨)
지속가능한 개발	ABET	경제적, 환경적, 지속가능성의 제약을 고려하는 능력
	EA	경제적, 환경적 책임을 수용할 수 있는 능력
	UKEC	환경 및 지속 가능성의 한계를 식별할 수 있는 능력
	ENAEE	환경, 경제, 산업 및 관리 문제를 식별하고 그 의미를 이해하는 능력
사회-전문적 윤리	ABET	직업적, 윤리적 책임을 지고 일할 수 있는 능력
	EA	보건 및 안전의 의무를 준수할 뿐만 아니라 사회적, 문화적, 윤리적, 법적, 정치적 책임을 수용할 수 있는 능력
	UKEC	윤리, 건강, 안전, 보안, 위험 및 지적 재산권 문제를 식별하고 관행 및 표준을 따를 수 있는 능력
	ENAEE	관련 사회 및 윤리적 문제에 대한 성찰, 의사결정에 대한 책임감 등을 포함하는 판단을 알아내는 능력

자료: Clara Viegas etc. (2019). *Engineering Education and Technological/Professional Learning. Education Sciences*. p.9.

국제적으로 공과대학 졸업생에게 요구되는 능력은 비판적 사고 및 문제 해결, 효율적인 의사소통, 협업과 팀빌딩, 창의성과 혁신, 지속가능한 개발, 사회-전문적 윤리의 6가지로 요약될 수 있으며, KEC2015와 비교하면, 10가지 프로그램 학습성과와 대체로 유사하다. 비판적 사고 및 문제 해결의 경우 공학문제 해결을 위해 데이터를 분석하고 가설을 검증하고, 시스템 등을 설계하는 능력 등을 포괄하는 능력으로 볼 수 있으며, 다만, 창의성과 혁신은 학습성과에는 포함되어 있지 않다.

구체적으로 국외의 사례를 살펴보면, 호주 기술사회(EA)에서는 공학교육인증제를 이수한 졸업생들을 수준에 해당하는 PE에 합당한 역량을 확인하기 위해 위의 능력을 포함하여 1단계 역량표준을 제시하였다. 이는 공학교육인증기준의 학습성과와 대체

로 유사하며 직업 범주(PE, ET, EA) 별로 공학 지식(the body of engineering knowledge)에 대한 완벽한 이해력과 이 지식을 관련 문제와 상황에 적용할 수 있는 능력을 의미하며 기초 지식(Competency 1: Knowledge Base), 공학 능력(Competency 2: Engineering Ability), 전문가 자질/속성(Competency 3: Professional Attributes)의 세 가지 역량 요소로 구성되어 있다. 또한, 역량의 각 요소별로 성취 여부를 판단하는 기능을 하는 수행 수준에 대한 지표(indicators)가 있다. 지식 및 기술 역량의 역량요소는 총 6가지이며 각각의 역량지표들이, 나열되어 있는데 '공학 분야(engineering discipline)는 the Engineers Australia Colleges에서 일반적으로 표현되는 바와 같이 공학의 폭넓은 가지(토목, 전기, 기계 등)를 의미하며 '전문 실무 영역(specialist practice domain)은 공학 분야 내의 지질공학, 전력 시스템, 제조 등과 같은 특수한 영역의 지식 및 실무를 의미한다. 공학적 응용능력(Engineering Application Ability)의 역량요소는 4가지이며 이는 지식 및 기술을 갖춘 이후 이를 응용한 능력으로서 4년제 공과대학 졸업생이 갖추어야 할 역량 중 상대적으로 높은 수준에 해당한다.

공학기초능력에 관한 선행연구를 종합하면 공학기초능력의 정의는 엔지니어가 직무수행하기 위해 필요한 능력으로서 공과대학 졸업생에게 요구되는 수준으로 볼 수 있다. 특히, 엔지니어 중에서도 기술사에게 요구되는 공학기초능력이라고 한다면, 기술사의 전문성 중에서도 4년제 공과대학을 졸업한 수준에서 공통적이고 기본적으로 갖추어야 할 능력이며, 공학교육인증제의 목적과 추진 배경 및 국제적 활용 등을 고려하여 공학교육인증기준에서 제시하고 있는 공학교육인증 프로그램 이수자가 졸업 시 취득해야하는 능력인 10가지 학습성과로 볼 수 있을 것이다. 이에 따라 공학기초능력에 대한 측정 역시 학습성과를 중심으로 하는 방법과 그 외의 기초능력을 구명하여 측정하는 방법으로 나뉠 수 있을 것이다.

나. 실무능력 개념 및 측정

1) 개념

기술사의 실무능력은 앞서 살펴본 바와 같이, 기술사에게 요구되는 전문성 혹은 전

문능력 중에서도 공학기초능력을 제외한 나머지 능력으로 볼 수 있다. 실무능력의 일반적인 개념을 살펴보면, 다양한 실무 환경에서 기대되는 결과를 얻기 위한 업무를 수행할 수 있는 능력(Benner, 1982) 등으로 정의되는데, 실질적으로 직무능력이나 전문능력과 명확히 구분되지 않고 사용되는 경우도 있다. 직무능력의 직무는 일반적으로 Job으로 번역되는데 실무능력에서 대상이 되는 업무는 task로 보통 번역되며, Job에 비해 보다 구체적인 업무로 볼 수 있다. 또한 전문능력은 전문가로서 마주하는 업무를 수행하는 능력이라는 측면에서 실무능력과 매우 밀접한 관계가 있다.

이에 따라 기술사의 실무능력을 보다 세부적으로 살펴보기 위하여 전문능력의 개념을 살펴볼 필요가 있는데, 전문능력과 유사하게 사용되는 전문적 능력 등 선행연구에서 제시한 전문능력 및 유사 용어의 정의는 <표 Ⅱ-13>과 같이 정리될 수 있다.

<표 Ⅱ-13> 선행연구의 전문능력 및 유사용어 정의

	연구자	대상	정의	비고
전문능력	박현옥, 백은희(2006)	통합교육전문가	전문가에게 요구되는 능력	-
	손영민(2007)	교사	업무수행에 필요한 지식과 이론 등을 이해하여 산업현장의 실제적 문제를 해결하는데 적용시키는 능력	실무능력
	류현 외(2016)	보조공학	관련 업무를 수행하기 위해 갖추어야하는 관련 지식과 기술	실무능력
전문적능력	이인재(1993)	사회복지사	자신의 업무를 수행하는데 필요한 전문적 지식과 기술의 보유 및 활용 정도	실무능력
	김용민(2015)	지역아동센터 종사자	전문적 훈련(교육)과정을 이수하고 관련 분야의 충분한 경험을 바탕으로 직무를 효과적으로 수행할 수 있는 전문적 권위를 인정받는 업무수행능력	직무능력
	문영주, 권자영(2015)	정신보건수련사회복지사	개인이 어떠한 직무를 성공적으로 달성하기 위하여 나타나는 개인에게 내재된 개인적 특성으로서의 지식과 기술	직무능력
	박연희(2018)	사회복지사	특정분야에서 탁월한 수행능력을 보이는 전문가의 속성	-
	유영주, 안태숙, 박일규(2020)	사회복지사	해당분야 업무를 수행할 수 있는 지식, 기술, 태도로 자신의 주요 업무를 수행하는데 필요한 전문적 지식 및 기술의 보유와 활용 정도	실무능력
전문업무역량	김주영, 임세영(2008)	차량기술사	전문가들이 해당분야에서 발휘하는 능력	-

선행연구의 전문능력 및 유사용어에 대한 정의가 직무능력, 실무능력과 개념적으로 유사한 연구를 분류한 결과, 실무능력에 가까운 연구로는 손영민(2007), 류현 외(2016), 이인재(1993), 유영주, 안태숙, 박일규(2020)가 있었는데, 손영민(2007)은 교사의 전문능력은 학자들에 의해 개발된 학문적 지식과 이론을 올바로 이해해서 교육현장에서 부딪치는 실제적 문제를 해결하는데 적용시키는 능력으로서 정의하였는데 이는 일반화하면 업무수행에 필요한 지식과 이론 등을 이해하여 산업현장의 실제적 문제를 해결하는데 적용시키는 능력으로 정리될 수 있다. 류현 외(2016)는 보조공학 전문능력을 시각장애학생에게 보조공학 서비스를 제공하기 위해 교사가 갖추어야 하는 보조공학 관련 지식과 기술로 정의하였으며 이는 해당업무를 수행하기 위해 갖추어야하는 관련 지식과 기술로 볼 수 있다. 박현옥, 백은희(2006)는 통합교육 전문가의 전문능력을 전문가에게 요구되는 능력으로 정의하였다. 이인재(1993)는 자신의 업무를 수행하는데 필요한 전문적 지식과 기술의 보유 및 활용 정도이라 정의하였다. 또한, 유영주 외(2020)는 해당분야 업무를 수행할 수 있는 지식, 기술, 태도로 자신의 주요 업무를 수행하는데 필요한 전문적 지식 및 기술의 보유와 활용 정도라고 하였다. 이들은 대체로 직무보다는 구체적으로 마주하는 업무를 중심으로 능력을 서술했다는 점에서 다소 차이가 있다.

전문능력의 개념이 직무능력과 유사하게 정의된 연구로는 김용민(2015), 문영주, 권자영(2015)이 있었는데, 김용민(2015)은 지역아동센터 종사자의 전문적 능력을 전문적 능력은 전문적 훈련(교육)과정을 이수하고 관련 분야의 충분한 경험을 바탕으로 직무를 효과적으로 수행할 수 있는 전문적 권위를 인정받는 업무수행 능력을 의미한다고 하였으며, 문영주, 권자영(2015)은 정신보건수련사회복지사의 전문적 능력을 개인이 어떠한 직무를 성공적으로 달성하기 위하여 나타나는 개인에게 내재된 개인적 특성으로서의 지식과 기술로서 정의하였다.

기술사의 맥락에서 전문능력은 IEA의 PC로 볼 수 있으며, 국가에 따라 제시하고 있는 기술사 역량표준과 이를 참고하여 국내 상황에 맞게 개발된 조정윤 외(2009)의 공통직무능력표준(안)을 참고할 수 있다. Professional Competency를 직역하면 전문능력 혹은 전문역량인데, 여기서 공학기초능력을 제외한 나머지를 실무능력으로 볼 수 있을 것이다.

선행연구의 실무능력, 전문능력 및 유사 용어의 개념을 종합하면 기술사의 실무능력은 기술사로서 마주하는 다양한 실무 환경에서 기대되는 결과를 얻기 위해 필요한 업무를 수행할 수 있는 능력이며 여기서 업무는 task로서 직무를 구성하는 실무로 볼 수 있다. 또한 기술사의 전문능력에서 공학기초능력을 제외한 능력으로서 실제 PC에서 GA를 제외한 나머지 능력으로도 볼 수 있다.

2) 측정

실무능력에 대한 측정을 다룬 연구가 많지 않기 때문에, 전문능력을 측정한 연구 중 실무능력과 유사하게 개념을 정의한 연구를 참고할 수 있는데, 류현 외(2016)는 보조공학 전문능력에 대한 문헌 검토를 거친 후 시각장애학교 교사의 보조공학 전문능력을 분석하기 위하여 교사에게 요구되는 보조공학 전문능력 요소를 살펴보고 측정도구로 사용하였으며, 척도는 4점 Likert 척도(‘초보’ 1점 – ‘고급’ 4점)를 활용하였다. 신경희(2017)의 측정도구 역시 사회복지사에게 필요한 능력을 갖추고 있는지 여부를 중심으로 측정도구를 개발하였으며, 5점 Likert 척도를 사용하였다.

이병기(1997)는 ‘엔지니어의 소요자질’을 분류하고, 엔지니어에게는 세 가지 전문능력, 즉 공학전문지식, 공학기술 실행능력, 사회경제적인 접근능력이 필요하며, 또한 이들 능력을 뒷받침할 기본자질이자 전문능력을 효과적으로 발휘할 수 있게 하는 기본소양으로서 공학적인 접근능력, 바른 인성 및 사회성, 기획 및 실천능력이 필요하다고 강조하였다. 하지만 ‘엔지니어의 소요자질’은 공학교육에서 육성되어야 할 능력을 개념화시킨 시도이나 구성 영역을 재조정할 필요가 있고, 영역을 구성하는 자질도 좀 더 세부적이고 구체적인 내용으로 보충되어야 할 필요가 있다.

기술사의 실무능력을 직접적으로 다룬 연구는 없었으나, 전문능력의 경우는 실질적으로 국제기술사나 국가별 역량표준을 제시한 국가에서는 해당 역량표준을 중심으로 검정이 이루어지고 있으므로, 이를 측정도구로서 활용하고 있다고 볼 수도 있다. 기술사 역량표준을 제시하고 있는 대표적인 국가는 영국과 호주 등이며 이들을 PC를 중심으로 비교한 결과는 <표 Ⅱ-14>와 같다.

<표 Ⅱ-14> PC와 외국의 기술사 역량표준 및 국내 공통직무능력표준(안) 비교

IEA: Professional Competency	외국의 역량표준		국내: 공통직무능력표준(안) (조정윤 외, 2009)
	영국: Uk-SPEC	호주: 2단계 역량표준	
보편 지식 이해 및 적용	공학 지식 및 이해의 결합을 통한 기술 적용(A)	고등 수준의 공학적 지식(이론)	공통 지식의 이해와 적용
지역 지식 이해 및 적용		현장 실무에 관한 공학적 지식(실무)	맥락적 지식의 이해와 적용
문제 분석	문제 분석 및 해결에 적절한 방법 적용(B)	문제 분석력	조사·분석
해결책 고안 및 개발		안전하고 지속가능한 해결책 개발	문제해결
평가		평가	평가
사회 보호	직업에 관한 의무와 헌신(E)	-	-
법률 및 규제		법적 규제 또는 규정 등의 요구조건 준수	법제도
윤리		윤리적 문제에 대처	전문가 윤리
엔지니어링 활동 관리	기술 및 상업적 리더십(C)	위험요소의 확인, 평가 및 관리	사업관리
의사소통	효과적인 대인관계 기술(D)	커뮤니티 또는 이해관계자들과의 유대 직장 내 의사소통	의사소통
계속교육	직업에 관한 의무와 헌신(E)	-	평생학습
판단	-	판단력	판단
의사 결정에 대한 책임	직업에 관한 의무와 헌신(E)	업무에 대한 책임감	사회적 책임
이 외	-	자기이해 업무 성과 선구적 역할 창의 및 혁신	-

영국과 호주의 기술사 역량표준의 내용은 대체로 PC영역과 유사한 것으로 볼 수 있다. 또한, 국내 기술사 맥락에 맞추어 개발된 조정윤 외(2009) 역시 국제적인 표준을 참고하여 개발된 것이다보니 전반적으로 내용이나 영역이 유사하였다. 전문능력과 실무능력의 관계의 개념에 터하여, PC나 국가별 역량표준, 국내 공통직무능력표준을 활용하여 이들 중 공학기초능력을 제외한 나머지를 실무능력 측정에 활용할 수 있을 것이다. 다만, 앞서 살펴본 바와 같이 예를 들어, 공학기초능력을 GA로 본다면, PC와 GA의 영역이 대체로 유사하며, 그 수준에 차이가 있는 것을 봤을 때 실제 구분은 어려울 수 있다. 또 일례로 조정윤 외(2009)의 공통직무능력표준(안)을 살펴보

면 우선, 여기서 직무능력표준은 특정 직업 및 직무 분야에서 관련된 일 행위들을 행동적 용어로 표현하고, 현재는 물론 미래 직업 및 직무 요구를 반영하여야 하며, 관련 능력 요소들 (지식, 기술, 태도, 가치, 동기, 특질 등)이 포함되어야 한다고 하였다(조정윤 외, 2009). 공통직무능력표준(안)은 총 12가지 대영역과 55가지의 중영역의 직무능력으로서 대영역은 앞서 살펴본 바와 같이 1)공통 지식의 이해와 적용, 2)맥락적 지식의 이해와 적용, 3)조사·분석, 4)문제해결, 5)평가, 6)판단, 7)사업관리, 8)사회적 책임, 9)전문가 윤리, 10)법제도, 11)의사소통, 12)평생학습이며, 각각에 대하여 4~7개의 중역역의 능력을 포함하고 있다. 이 중 공학기초능력을 제외한다면, 각 중영역의 능력을 공학기초능력과 그 외로 구분해야 하나, 예를 들어 4)문제해결의 중영역으로서 문제해결방안 실행 및 평가라고 했을 때, 일반적인 공학문제에 대한 문제해결방안이라면 공학기초능력에 해당할 것이고, 기술사로서 실무로 마주하는 문제라면 실무능력에 해당하기 때문에 이를 구분하는 것은 사실상 불가능한 것을 알 수 있다.

선행연구에서 제시된 실무능력의 구성요인과 측정을 실무능력의 개념에 터해서 살펴본 결과 실무능력의 구성요인은 대체로 대상자에 대한 직무에 따라 요구되는 실무가 정해지고 이에 대한 측정은 대체로 해당 실무를 수행하기 위해 어느정도의 능력을 갖추고 있는지를 중심으로 측정되고 있다. 또한, 기술사의 실무능력의 측정을 직접적으로 다룬 연구는 없었으나, 기술사의 전문능력의 개념이나 세부능력을 중심으로 측정을 할 수 있을 것이나 공학기초능력과의 구분에 대한 검토가 필요하며, 공학기초능력에 대한 측정과 마찬가지로 능력에 대한 자가 측정으로 인하여 왜곡이 발생될 소지가 있음을 주의할 필요가 있다.

다. 직무수행과 전문성의 관계

일반적으로 직무를 수행하기 위해서는 지식, 기술, 태도 등의 역량이 필요하다. 특히 수행하는 직무의 수준이 높을수록 이러한 역량의 수준이 달라지며, 직무수행의 결과를 보는 관점에서 고성과자는 저성과자에 비해 전문성이 있다고 할 수 있다. McClelland(1973)는 평균적인 성과를 내는 사람과 높은 성과를 내는 사람의 차이를

토대로 고성과와 관련한 특성을 규명하고자 하였는데, 그 결과 지식, 기술, 태도에 관한 행동 특성에서 차이가 있다고 하였다. Mitchell et al(2001)은 인간의 행동을 결정하는 주요 요인으로 능력 이외 동기, 상황 요인을 제안하였는데 조직이 의도하는 목표를 달성하기 위해서는 우선 조직구성원이 충분한 기술과 능력을 갖추고 있는지 검토하는 것이 선행되어야 한다고 하였으며 개인이 처한 직무환경에 가장 적합한 동기전략을 보이고 있는지 살펴보아야 한다고 제안하였다. Porter, Bigley, & Steer(2003)는 동기에서 목표가 가장 중요한 요인이며 동기에 대한 거의 모든 이론들은 목표를 포함하고 있다고 하였다. 다만, 개인마다 특성과 처한 상황이 다르게 때문에 다양한 목표를 지향한다고 하였다.

이러한 선행연구를 토대로 직무수행은 대체로 지식, 기술, 태도로 등의 역량 혹은 능력과 동기, 상황 요인 등에 영향을 받는 것을 알 수 있다. 기술사의 경우에도 이들의 직무수행 수준은 그들의 역량 및 능력과 동기 등에 좌우될 것이다. 다만, 그들과 같이 엔지니어 중에서도 공학 및 기술분야의 전문가로서 성장하여 직무수행을 한다는 관점에서 그들의 전문성은 직무수행에 밀접한 연관이 있을 것이다. 전문성을 능력으로 보는 관점에서 전문성은 우수한 성과를 나타내는 기술사들이 지닌 능력 또는 행동이나 기술사의 직무에서 발휘되는 신뢰할만한 탁월한 능력 등으로 볼 수 있는데(Ericsson et al, 2006), 전문성이 있는 사람은 자연히 직무에서 요구되는 탁월한 능력을 보유한 것이며 이들에게는 탁월한 직무수행이 예상될 수 있다.

공학기초능력과 직무수행의 관계를 살펴보면, 선행연구를 토대로 종합된 기술사의 공학기초능력은 기술사의 전문성 중에서도 4년제 공과대학을 졸업한 수준에서 공통적이고 기초적으로 갖추어야 할 능력으로 공학교육인증기준에서 제시하고 있는 공학교육인증 프로그램 이수자가 졸업시 취득해야하는 능력인 10가지 학습성과로 볼 수 있는데, 함승연(2009)의 연구에서는 공대 졸업생들의 공학기초능력 수준과 교육 요구분석을 함께 실시했으며, 특히 KEC2005에 제시된 학습성과의 12가지 능력을 대학 졸업 당시의 수준과 실제 직업에서의 중요도를 함께 조사하였다. 특히 실제 직업에서의 중요도는 직접적으로 직무수행이 표현되지는 않았으나, 이는 공과대학 졸업생들이 산업현장에서 직무를 수행하면서 느낀 공학기초능력의 필요성을 토대로 응답한 것이므로, 직무수행과 공학기초능력의 관계를 간접적으로 확인할 수 있는 연구로 볼

수 있다. 이 연구의 결과로서 12가지의 능력의 중요도 평균값은 5.0 중 3.7점으로 대체로 중요한 것으로 도출되었으며, 특히 '효과적으로 의사를 전달할 수 있는 능력(4.2점)'과 '복합 학제적 팀의 한 구성원의 역할을 해낼 수 있는 능력(4.0점)'이 4.0점 이상으로 나타났으며, '자료를 이해하고 분석할 수 있는 능력(3.9점)'과 '평생교육의 필요성에 대한 인식과 이에 능동적으로 참여할 수 있는 능력(3.9점)'이 그 뒤를 잇고 있었다. 공학기초능력 중에서도 실제 직업에서 중요도가 높은 항목들은 공학적 문제해결이나 공학적 실무 능력에 관한 것들보다는 모든 분야에 공통적인 기초 능력 요소들임이 결과로 도출되었다. 또한, 전공 학과별로도 결과를 분석하였는데, 전체적으로는 유의한 차이가 발견되지는 않았다. 이는 조사 대상자들의 상황이 졸업 후 4년이 지난 시기이기 때문에 해당분야 관련 지식이나 능력에 대한 중요도보다는 적응단계로서 필요한 능력들이 더 중요하게 여겨졌을 수 있으며, 또한 이들의 실제 직무가 전공 학과와 어떤 연관성이 있는지에 대하여 고려되지 않았기 때문에 발생한 한계로도 볼 수 있을 것이다.

기술사 자격 검정의 관점에서 보면, 기술사들이 자격을 취득하는 과정에서 응시자격 요건으로 자격이나 학력을 보유하고 이에 따라 실무경력 요구 년 수가 정해지는데, 기술사 검정제도가 기술사로서 직무수행하기 위해 필요한 능력을 제대로 검정한다는 전제하에서, 기술사 검정을 통해 합격한 기술사들 중 80~90%가 4년제 대학교 이상의 학위를 갖추었다는 것은 이들이 공과대학을 졸업하고 이를 통해 습득된 공학기초능력이 검정에 긍정적인 영향을 미친 것으로 추측할 수 있을 것이다. 더욱이 응시자격 요건 중 기사자격 +4년 실무경력이 과반수인 것으로 보아, 일반적으로 4년제 공과대학 수준으로 보는 기사자격을 취득하면서 얻게 된 능력 역시 기술사의 직무수행에 긍정적인 영향을 미친 것으로 볼 수 있을 것이다.

국제적으로 보면 공학기초능력이 기술사의 직무를 수행하기 위한 기본적인 능력이라고 생각되고 있으며, IEA에서 제시한 공과대학 졸업생 역량이 국제 기술사 검정기준에 포함되어 있다(IEA, 2013). 미국에서는 FE시험이 기술사로서 필요한 기본 소양, 능력, 특별 공학 분야의 지식 및 기술에 대한 시험을 실시하며 공학교육 관련 학문지식 체계를 습득하고 있는지 확인하는 것을 목적으로 수학, 과학, 컴퓨터 및 공학, 윤리, 공학 경제 등에 대한 문제가 출제되고 있다(나승일 외, 2019). 특히 검정기준

은 ABET의 공학교육인증 프로그램을 이수한 4년제 학사 학위 취득자 수준에 맞도록 출제되고 있다(NCEES[Website], 2021). 미국의 공학교육인증제가 기술사에 대한 교육을 위하여 산업현장에서 기술사의 직무를 수행하기 위해 요구되는 능력이나 교육 수요를 반영하여 공학교육 표준이 개발되고 이를 토대로 대학에서는 프로그램을 운영하여 학생들을 가르치는 것을 고려한다면 공학기초능력을 검정하는 FE시험이나 공학교육인증제 이수의 필요성이 드러난 것으로 추측할 수 있을 것이다. 일본의 경우에도 1차시험으로서 공학적 소양을 검정하고 있으며, 호주의 경우에는 1단계 역량 표준을 통해서 공학교육인증 프로그램 이수자들이 달성해야하는 역량수준에 따라 PE로서 등록할 수 있는 자격을 부여하는데, 이 역시 공학기초능력이 기술사로서 직무수행에 요구되는 능력이기 때문이다. 국내에서도 기술사 제도와 공학교육인증제의 연계나 공학적 소양이나 공학기초능력을 검정하는 기본시험(1차시험)을 도입하자는 주장이 반복적으로 제시되는 것을 토대로 공학기초능력은 기술사의 직무수행에 있어서 정적인 영향을 미칠 것이라 예상할 수 있다.

실무능력과 직무수행의 관계를 살펴보면, 일반적으로 직무수행에 가장 강력한 영향을 미치는 요인은 전문적 능력(문영주, 권자영, 2016; Liberman and Levy, 2006)으로 정신보건사회복지사를 대상으로 메타분석을 실시한 연구에서도 동기보다도 전문적 능력이 직무수행에 더 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 사회복지전담공무원의 직무수행에도 전문적 능력이 유의미한 관계가 있는 것으로 나타났다. 뿐만 아니라 종합사회복지관 사회복지사들의 실천능력, 실천지식, 실천기술과 같은 전문적 능력도 과업수행과 맥락수행에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 나타났다(성희자, 좌문경, 2017). 즉, 정신보건사회복지 분야의 종사자들의 전문적 능력은 직무수행에 직접적인 영향을 미치는 주요 요인으로 알려져 있다(이인재, 1993; 최인섭, 2000; 장신재, 김희수, 2006; 김용민, 2013). 이와 같이 대상은 다르지만 일반적으로 실무능력은 직무수행에 중요한 요인임을 알 수 있다. 특히, 기술사의 실무능력을 기술사의 탁월한 직무수행을 위한 능력이라고 정의한다면 실무능력은 직무를 수행하기 위한 직접적인 능력으로 볼 수 있을 것이다.

국제적으로 미국의 2차 시험으로 전문시험으로서 현장에서 직접적으로 활용되는 실무능력을 평가하는 PE시험은 해당분야에서 최소한 요구되는 역량을 테스트하는 것

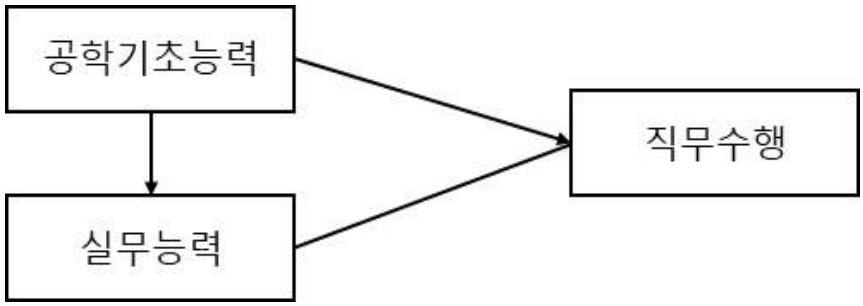
으로 관련 분야 최소 4년의 엔지니어 수준에 맞도록 구성된다(NCEES[Website], 2021). 즉, 기술사에게 요구되는 최소 역량(minimum level of competency)을 평가하는 데 목적을 두고 있으며, 현장 실무 경력을 통해 획득한 실무 지식(practical knowledge)과 공학 원리(engineering principles)에 대해서 검정을 실시하고 있다(나승일 외, 2019). 실무능력 역식 검정 체계의 관점에서 보면 자연히 기술사의 직무수행과 직접적으로 연계되어 있다. 다만 기술사의 직무수행이 검정체계에 있어서 매우 타당하게 반영되어 있다는 전제가 필요할 것이다.

즉 기술사의 공학기초능력과 실무능력 및 직무수행간의 직접적인 관계를 확인한 선행연구는 없으나 공학기초능력과 실무능력이 기술사로서 직무수행에 있어서 탁월한 결과를 낼 수 있는 전문성의 구성요소라는 점에서 직무수행에 영향을 미칠 것으로 예상되며, 공학기초능력의 경우 함승연(2009)의 연구에서 밝혀낸 것과 같이 공학교육인증 기준의 학습성과에 해당하는 능력이 실제 직업에서 중요도를 갖는다는 점에서도 이를 직무수행에 영향요인으로 중요하게 고려할 필요가 있다. 또한, 검정의 관점에서 현행 검정체계가 기술사의 직무수행에 있어서 요구되는 능력을 제대로 검정하고 있다는 전제하에서 국제적으로 4년제 공과대학을 졸업한 학생이 응시자격 요건의 기본이 되고 특히 공학교육인증제 이수가 필수로서 국제적으로 인정되는 것은 공학기초능력이 기술사 직무수행에 있어 정적인 영향을 미치는 것으로 예상할 수 있는 근거가 되며 또한 실무능력 역시 일반적으로 직무수행에 직접적으로 필요한 능력을 자격검정에서 검정하고 있다는 점에서 실무능력 역시 직무수행에 정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다.

III. 연구 방법

1. 연구 모형

기술사가 직무를 수행하기 위해 필요한 전문성은 공학기초능력과 실무능력으로 구분될 수 있을 것이며, 이에 따라 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행의 관계 연구 모형을 이론적 배경 고찰 결과에 기초하여 [그림 Ⅲ-1]과 같이 설정하였다.



〔그림 Ⅲ-1〕 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행간의 관계 모형

기술사의 직무는 종목마다 차이는 있으나 기술사법에 명시된 기술사의 16가지 직무로 볼 수 있으며, 기술사는 산업현장의 요구에 따라 검정기준 및 검정절차에 합격한 자이기 때문에 현장에서 요구되는 수준보다 높은 공학기초능력, 실무능력을 보유하고 있을 것이다. 직무수행 수준 역시 현장에서 요구되는 수준보다는 높을 것이다. 기술사의 응시자격 요건에 따라서 공학기초능력과 실무능력은 차이가 없을 것이나, 기술사 자격 종목이나 실무경력에 따라 직무수행은 차이가 있을 것이다. 공학기초능력은 실무능력과 직무수행에 직접적으로 정적인 영향을 미칠 것이며, 실무능력은 직무수행에 직접적으로 정적인 영향을 미칠 것이다. 또한, 공학기초능력은 실무능력을 매개로 직무수행에 정적인 영향을 미칠 것이다.

2. 연구 대상

가. 모집단

모집단은 모든 기술사로 2021년 1월 1일 기준 14개 직무분야, 33개 중직무분야, 84개 종목에 총 53,318명이다(한국산업인력공단, 2021)([부록 1] 참조).

모집단의 특성은 우선, 일부 직무분야 및 종목에 집중되어 있다. 14개 직무분야 중 건설분야에 약 61.0%의 기술사가 집중되어 있으며, 안전관리분야(8.8%), 기계분야(7.4%)가 그 뒤를 잇고 있지만 차이는 큰 편이다. 직무분야별로 1,000명(약 2.0%)에 미치지 못하는 소수 직무분야가 6개 존재한다. 종목에 따라서는 토목시공기술사(9,949명, 18.65%)와 건축시공기술사(9,823명, 18.41%)의 두 개 종목에 약 37%가 집중되어 있고, 종목별 자격 취득자 수가 100명 이하인 소수 종목도 제품디자인, 의류, 어로 등 13개 존재한다(한국산업인력공단, 2021).

또한 <표 Ⅱ-8>의 주무부처별 활용 법령에 따라 해당 종목이 자격을 보유해야만 특정 업무를 수행할 수 있는 면허적 성격으로 구분될 수 있다. 세부적인 내용으로 감리 업무 가능, 설비 검사자 자격, 사료안전관리인 및 사료검사원 자격, 임업기술지도원(임업지도사)의 자격 등이며, 이에 따라 84개 종목 중 면허적 성격이 42개이며, 그렇지 않은 자격이 42개이다. 면허성 자격 42개 종목의 기술사 수는 42,843명(약 80.35%)으로 비면허성 자격 42개 종목에 비하여 그 숫자가 상대적으로 많다([부록 1] 참조). 표본 선정시 이러한 모집단의 특성을 고려할 필요가 있다.

나. 표집

표집은 모집단의 다양한 특성과 현실적인 제한사항을 고려하여 다음과 같은 기준과 절차에 따라 이루어졌다.

첫째, 표본크기는 모집단을 대표할 수 있으면서 연구 모형 분석을 위해 요구되는 크기로서 Krejcie & Morgan(1970)에 의하여 일반적으로 모집단의 수가 5만 명 이상일 경우 표본크기가 381명 이상이면 대표성을 갖는다고 볼 수 있으며, 류근관

(2013)에 의해 사회과학분야에서 300명 이상이면 신뢰할만한 표본크기로 판단하고 있으므로, 불성실 응답을 고려하여 420명으로 설정하였다.

둘째, 표본 선정은 종목을 중심으로 이루어졌다. 기술사 개인정보에 대한 직접적인 접촉이 불가능하여 자료수집시 한국기술사회의 협조를 받아야 했으며, 선정된 종목의 기술사 전체에게 메일발송하는 방법이 LMS시스템 상 개인정보 문제없이 가능하다는 점을 고려하였다.

셋째, 종목 선정시 종목별 최소 35명의 응답값을 확보하고자 하였으며, 인원수의 비율이 적은 직무분야 및 종목은 제외하였다. 연구목적에 따라 종목별 직무중요도와 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준의 차이를 확인하기 위하여, 최소 30명 이상의 데이터가 수집되어야 표본의 크기가 증가할수록 표본의 평균 및 표준편차가 모집단의 평균 및 표준편차에 가까워지는 중심극한정리가 성립한다는 점을 고려한 것이다(이훈영, 2012). 이에 따라 84개 종목 중 기술사 수의 비율이 3% 미만인 소수 직무분야와 300명 미만인 소수 종목을 제외하여 총 50개의 종목이 제외되었다.

넷째, 남은 종목 중 중직무분야가 중복되지 않고, 면허적 성격의 종목과 비면허적 성격의 종목 비율을 고려하되, 비율이 적은 비면허적 성격의 종목이 최소 2개가 포함되도록 8개의 종목을 무작위 추출하였다.

이에 따라 표본은 8개 종목의 420명으로 설정되었으며, 한국기술사회에서 명단을 가지고 있는 종목별 인원수는 <표 Ⅲ-1>과 같이 5,770명이었다.

<표 Ⅲ-1> 표본 종목별 인원수(한국기술사회 명단보유)

구 분			기술사 수	면허적 성격 여부(O/X)
직무분야	중직무분야	종목		
건설	건축	건축구조	1,121	O
건설	토목	지질및지반	767	X
건설	조경	조경	417	O
기계	기계장비설비·설치	건설기계	767	O
전기·전자	전기	발송배전	769	O
안전관리	안전관리	전기안전	465	O
정보통신	정보기술	정보관리	1,102	X
환경·에너지	환경	수질관리	362	O
계			5,770	-

자료: 한국기술사회 내부자료.

3. 조사 도구

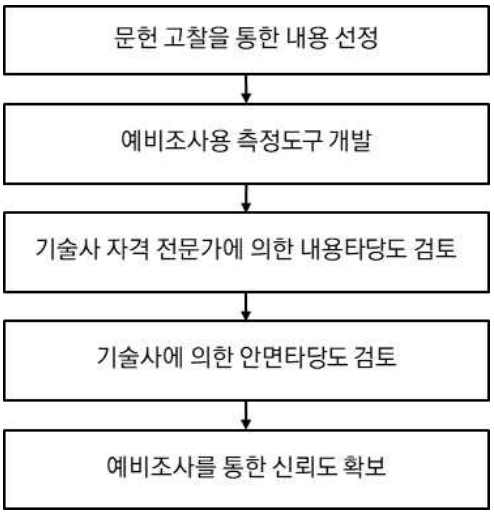
자료 수집을 위한 조사 도구는 <표 Ⅲ-2>와 같이 설문지가 이용되었으며, 설문지는 직무수행, 종목별 직무중요도, 공학기초능력 및 실무능력 측정 문항과 일반적 특성에 관한 문항으로 이루어졌다.

<표 Ⅲ-2> 설문지의 구성

변인명	문항번호	문항 수
직무수행	Ⅱ-1. 1-16	16
직무중요도	Ⅱ-2. 1-16	16
공학기초능력	Ⅲ. 1-18	18
실무능력	Ⅳ. 1-20	20
일반적 특성(2)	Ⅰ. 1-2, Ⅴ. 1-5	7
계		77

측정도구들의 타당도 확보를 위해서는 내용타당도와 안면타당도의 검증을 실시하였는데, 내용 타당도는 기술사 및 자격 관련 연구 수행경험이 있는 박사급 이상 연구자 2명과 박사수료생 1명을 대상으로 변인별 측정도구의 문항내용이 적합한지, 기술사가 응답하는데 부적절하거나 어려움이 없는지를 검토받았으며, 안면 타당도는 기술사의 직무수행과 실무능력 측정도구를 중심으로 기술사로서 경력이 적어도 10년 이상인 대표기술사 3명에게 자문을 구하여 문항의 구성이 적절한지, 문항의 내용을 이해하고 응답하는데 어려움이 없는지를 검토받았다. 전문가 및 기술사의 검토 결과를 토대로 변인별 측정도구의 문항과 전체적인 설문지의 구성을 수정 및 보완하였다.

측정도구들의 신뢰도 확보를 위해서는 예비조사를 실시하였으며, 2021년 4월 21일부터 26일까지 기술사회에서 개인정보 활용에 동의한 지분회 회장 명부를 활용하여 표본 대상에 포함되지 않은 종목의 기술사 58명을 대상으로 온라인 설문시스템을 활용하여 실시하였으며 29명이 응답하여 이를 활용하여 문항내적일치도 계수(Cronbach’s α)를 확인하였고 내적일치도 계수가 각각 0.70 이상을 기준으로 수정·보완여부를 결정하였다.



〔그림 Ⅲ-2〕 측정도구 개발절차

가. 직무수행 측정도구 및 가중치 반영

기술사의 직무수행은 주어진 직무에 대한 수행정도 및 행동실천의 수준으로서(이명훈, 2006) 보유 자격 종목이나 소속된 기관, 직급 등에 따라 중요도에 차이가 있으므로, 정밀한 직무수행 측정을 위하여 이명훈(2006)에서 기술과 교사의 직무내용을 선정하고 각 직무에 대한 가중치를 조사하여 수행수준에 반영한 것을 참고하여 종목에 따른 직무별 중요도를 통해 가중치를 도출하고 직무수행 수준에 반영하였다([부록 2] 참조).

기술사의 직무는 기술사법에 명시된 '과학기술에 관한 전문적 응용능력이 필요한 사항에 대하여 계획·연구·설계·분석·조사·시험·시공·감리·평가·진단·시험운전·사업관리·기술판단(기술감정을 포함한다)·기술중재 또는 이에 관한 기술자문과 기술지도'(기술사법, 2020)의 16가지로 설정하였다.

척도는 기술사의 상황에 맞게 개발되었는데, 일반적으로 직무수행 수준은 '매우 낮은 수준(1점) ~ 매우 높은 수준(5점)'의 5점 Likert 척도가 많이 활용되는데, 실제 기술사의 현장에서 종목이나 현장의 환경에 따라 요구되는 직무수행 수준 자체에

차이가 있으므로, 이를 고려하여 본인이 보유하고 있는 종목의 기술사로서 요구받은 수준을 기준점으로 삼았다. 5점 Likert 척도의 3점은 '적정 수준'으로서 '요구받은 수준만큼을 하는 정도'이며, 이에 비해 어느 정도 높은지 혹은 낮은지를 판단하도록 하였다. 조사도구의 내적일치도 계수는 <표 Ⅲ-3>과 같이 예비조사 .935, 본조사 .939로 높게 나타났다.

<표 Ⅲ-3> 기술사의 직무수행 측정도구의 내적일치도 계수

예비조사(n=29)	본조사(n=411)
.935	.939

종목별 직무 중요도는 기술사법의 16개의 직무 각각에 대하여 보유 종목 기술사로서 인식하는 중요 정도로서 직무수행 수준을 측정하는데 있어서 직무별 가중치 도출을 위하여 개발되었다.

척도는 5점 Likert 척도의 3점은 '기본 직무'로서 '해당 종목의 기술사에게 기본적인 직무'라는 의미이며, 이를 기준점 삼아 얼마나 중요한지 혹은 중요하지 않은지를 응답하도록 하였다. 조사도구의 내적일치도 계수는 <표 Ⅲ-4>와 같이 예비조사 .935, 본조사 .939로 높게 나타났다.

<표 Ⅲ-4> 기술사의 직무중요도 측정도구의 내적일치도 계수

예비조사(n=29)	본조사(n=411)
.935	.939

직무중요도에 따른 가중치는 각각의 직무에 대하여 동일 종목 기술사의 평균 응답값의 합을 1로 환산하여 [부록 3]과 같이 도출하였으며, 가중치를 반영한 직무수행 수준은 (식1)과 같이 가중치를 각 직무별 수행수준에 곱하는 방식으로 16가지 직무별로 도출된 값의 평균으로 구하였다. 이는 가중치가 전체에 대하여 각 영역이 가지는 비중을 나타내며, 측정 결과를 직무별로 합산하여 총점을 산출하는 경우에 고려되

어야 한다는 선행연구에 따라 이루어졌다(최희선, 1999).

가중치를 고려한 직무수행 = ((직무1) × (종목별 가중치) + (직무2) × 종목별 가중치) + … + (직무16) × 종목별 가중치)) / 16 ……(식1)

(단, 직무1: 계획, 직무2: 연구, …, 직무16: 기술지도)

나. 공학기초능력 측정도구

공학기초능력은 공대 졸업생 수준에서 기본적으로 갖추어야 할 공통적인 공학적 기초능력으로(함승연, 2009) 측정도구는 공학교육인증제의 학습성과를 중심으로 개발되었다. 이는 미국에서 공학교육인증원이 초기부터 현재에 이르기까지 기술사에게 필요한 역량을 토대로 한 공학교육표준을 제시하고 이에 따라 4년제 공과대학을 대상으로 공학교육인증제를 운영하여 산업현장에서 기술사 직무에 필요한 역량이 공과대학에서 교육될 수 있도록 연계되어 왔다는 점(NCEES[Website], 2021)과 국제기술사의 공과대학 졸업생역량인 GA와 국내 공학교육인증제의 학습성과가 워싱턴어코드에 따라 동등성을 인정받았다는 점을 고려한 것이다.

문항개발은 <표 Ⅲ-4>와 같이 질문지 작성원칙에 따라 응답오류를 줄이기 위하여 복합적인 질문을 피하고 가급적 한 문항에서 하나의 질문만을 포함하도록(이훈영, 2012) 학습성과(KEC 2015) 10가지 능력 중 1, 2, 4, 9, 10의 능력을 질문별로 구분하여 최종적으로 총 18개의 예비조사용 문항이 개발되었다.

<표 Ⅲ-5> 공학기초능력 측정도구의 개발문항

공학교육인증기준의 학습성과		문항
1. 수학, 기초과학, 공학의 지식과 정보기술을 공학문제 해결에 응용할 수 있는 능력	▶	1. 수학의 지식을 공학문제 해결에 응용할 수 있다.
		2. 기초과학 지식을 공학문제 해결에 응용할 수 있다.
		3. 공학의 지식을 공학문제 해결에 응용할 수 있다.
		4. 공학기술을 공학문제 해결에 응용할 수 있다.

공학교육인증기준의 학습성과		문항
2. 데이터를 분석하고 주어진 사실이나 가설을 실험을 통하여 확인할 수 있는 능력	▶	5. 데이터를 분석할 수 있다.
		6. 주어진 사실 또는 가설을 실험을 통하여 확인할 수 있다.
3. 공학문제를 정의하고 공식화할 수 있는 능력	▶	7. 공학문제를 정의 또는 공식화할 수 있다.
4. 공학문제를 해결하기 위해 최신 정보, 연구 결과, 적절한 도구를 활용할 수 있는 능력	▶	8. 공학문제를 해결하기 위해 최신 정보를 활용할 수 있다.
		9. 공학문제를 해결하기 위해 연구 결과를 활용할 수 있다.
		10. 공학문제를 해결하기 위해 적절한 도구를 활용할 수 있다.
5. 현실적 제한조건을 고려하여 시스템, 요소, 공정 등을 설계할 수 있는 능력	▶	11. 현실적 제한조건을 고려하여 설계할 수 있다(예, 시스템, 요소, 공정 등).
6. 공학문제를 해결하는 프로젝트 팀의 구성원으로서 팀 성과에 기여할 수 있는 능력	▶	12. 공학문제를 해결하는 프로젝트 팀의 구성원으로서 팀 성과에 기여할 수 있다.
7. 다양한 환경에서 효과적으로 의사소통할 수 있는 능력	▶	13. 다양한 환경에서 효과적으로 의사소통할 수 있다.
8. 공학적 해결방안이 보건, 안전, 경제, 환경, 지속가능성 등에 미치는 영향을 이해할 수 있는 능력	▶	14. 공학적 해결방안이 미치는 영향을 이해할 수 있다(예, 보건, 안전, 경제, 환경, 지속가능성 등).
9. 공학인으로서의 직업윤리와 사회적 책임을 이해할 수 있는 능력	▶	15. 공학인으로서의 직업윤리를 이해할 수 있다.
		16. 공학인으로서의 사회적 책임을 이해할 수 있다.
10. 기술환경 변화에 따른 자기계발의 필요성을 인식하고 지속적이고 자기주도적으로 학습할 수 있는 능력	▶	17. 기술환경 변화에 따른 자기계발의 필요성을 인식할 수 있다.
		18. 지속적이고 자기주도적으로 학습할 수 있다.

척도는 기술사의 상황에 맞게 개발되었다. 능력에 대한 척도로는 자기보고식 문항으로 '~~능력'에 대하여 '매우 부족한 편이다(1점) ~ 매우 많은 편이다(5점)'(강경석, 김영만, 2006) 혹은 '초보적(1점), 기본적(2점), 능숙함(3점), 전문적(4점)'(류현 외, 2017), '~을 할 수 있다'에 대하여 '전혀 그렇지 않다(1점) ~ 매우 그렇다(5점)'(이우성, 2016), '~한다'에 대하여 '전혀 그렇지 않다(1점) ~ 매우 그렇다(5점)'(김인곤, 2015) 등 5점 Likert 척도가 가장 많이 활용되고, 4점도 활용되는 경우가 있는데, 기술사의 공학기초능력은 실제 기술사의 현장에서 종목이나 현장의 환경에 따라 요구되는 수준 자체에 차이가 있으므로, 이를 고려하여 본인이 보유하고 있는 종목의 기술사로서 요구받은 수준을 기준점으로 삼았다. 특히, 측정도구의 척도는 기술사들이 일련의 검정과정에 합격하여 검정기준의 능력을 충족

한다는 대상의 특성을 고려하여,

5점 Likert 척도의 3점은 '적정 수준'으로서 '요구받은 수준만큼을 하는 정도'이며, 이에 비해 어느 정도 높은지 혹은 낮은지를 판단하도록 하였다. 조사도구의 내적일치도 계수는 <표 Ⅲ-5>와 같이 예비조사 .967, 본조사 .966으로 높게 나타났다.

<표 Ⅲ-6> 기술사의 공학기초능력 측정도구의 내적일치도 계수

예비조사(n=29)	본조사(n=411)
.967	.966

다. 실무능력 측정도구

실무능력은 기술사로서 마주하는 다양한 실무 환경에서 기대되는 결과를 얻기 위해 필요한 업무를 수행할 수 있는 능력(Benner, 1982)으로 기술사의 실무에 있어 실제적으로 활용되는 능력이다. 또한 기술사 자격을 취득하기 위하여 요구되는 전문성 중 공학기초능력을 제외한 나머지로서, 현재까지 개발된 기술사의 실무능력 측정도구가 없음에 따라 개발되었다.

국제적으로 기술사의 실무능력은 국제기술사에게 필요한 역량인 Professional Competency에서 공학기초능력에 해당하는 Graduate Attribute(IEA, 2013)를 제외한 나머지 능력으로 볼 수 있다. 이 둘은 영역과 내용이 대체로 유사하며, 대상으로 하는 공학문제가 공과대학 수준의 문제인지 기술사의 실무에서 마주하는 문제인지에서 차이가 나므로 실제적으로 PC에서 GA를 제외하는 것이 불가능하고, 미국 등의 주요 외국의 검정 중 전문시험에서 PC를 중심으로 현장에서의 실무능력을 검증한다는 점(NCEES[Website], 2021)을 참고하여, PC를 중심으로 개발되었다.

문항개발은 <표 Ⅲ-7>과 같이 우선 PC를 번안하였으며, 질문지 작성원칙에 따라 응답오류를 줄이기 위하여 복합적인 질문을 피하고 가급적 한 문항에서 하나의 질문만을 포함하도록(이훈영, 2012) 질문별로 구분하여 최종적으로 총 20개의 예비조사

용 문항이 개발되었다.

<표 Ⅲ-7> 실무능력 측정도구 개발문항

IEA의 Professional Competency		문항
1. 실무 수행에 핵심적인 적용원리에 대한 보편적인 고급 지식의 이해 및 적용	▶	1. 실무 수행에 핵심적인 적용원리에 대한 보편적인 고급 지식을 이해할 수 있다.
		2. 실무 수행에 핵심적인 적용원리에 대한 보편적인 고급 지식을 적용할 수 있다.
2. 해당 지역에서 통용될 수 있는 실무능력을 고급 지식의 이해 및 적용	▶	지역(Local)별 관련 법령 및 규제의 차이를 내포하는 표현으로서 국내에서는 적용되지 않으므로 삭제
3. 복잡한 문제*의 정의, 조사 및 분석	▶	3. 복잡한 문제를 정의할 수 있다.
		4. 복잡한 문제를 조사할 수 있다.
		5. 복잡한 문제를 분석할 수 있다.
4. 복잡한 문제에 대한 해결방안 설계 및 개발	▶	6. 복잡한 문제에 대한 해결방안을 설계할 수 있다.
		7. 복잡한 문제에 대한 해결방안을 개발할 수 있다.
5. 복잡한 활동**의 결과, 영향에 대한 평가	▶	8. 복잡한 활동의 결과를 평가할 수 있다.
		9. 복잡한 활동의 영향을 평가할 수 있다.
6. 복잡한 활동의 예측가능한 사회적, 문화적, 환경적 영향을 인식하고 지속가능성의 필요성을 고려	▶	10. 복잡한 활동의 예측가능한 영향을 인식할 수 있다(예, 사회적, 문화적, 환경적 영향).
		11. 복잡한 활동에 대한 지속가능성의 필요성을 고려할 수 있다.
7. 모든 법적인 규제 요건 준수 및 공공의 보건 또는 안전에 대한 보호	▶	12. 모든 법적인 규제 요건을 준수할 수 있다.
		13. 실무를 수행하는 과정에서 공공의 보건 또는 안전을 보호할 수 있다.
8. 윤리적인 실무 수행	▶	14. 실무를 윤리적으로 수행할 수 있다.
9. 복합한 실무 활동에 대한 관리	▶	15. 복잡한 실무 활동을 관리할 수 있다.
10. 실무 수행간에 다른 사람들과 명확하게 소통	▶	16. 실무 수행간에 다른 사람들과 명확하게 소통할 수 있다.
11. 자신의 역량을 유지하고 발전시키기 위해 계속 교육(예, CPD)을 실시	▶	17. 자신의 역량을 유지하고 발전시키기 위해 계속 교육(예, CPD)을 실시할 수 있다.
12. 다양한 요구사항과 불완전한 지식의 복잡성을 고려하여 대안 평가	▶	18. 다양한 요구사항과 불완전한 지식의 복잡성을 고려하여 대안을 평가할 수 있다.
13. 복잡한 활동 과정에서 올바른 판단력 발휘 및 결정에 대한 책임	▶	19. 복잡한 활동 과정에서 올바른 판단력을 발휘할 수 있다.

IEA의 Professional Competency		문항
		20. 복잡한 활동의 결정에 대하여 책임을 질 수 있다.

척도는 공학기초능력 측정도구의 척도와 마찬가지로 기술사의 상황에 맞게 개발되었으며 보유한 종목 기술사로서 요구받은 수준만큼을 보유하고 있는 것을 '적정 수준'으로 설정하고 이를 기준점으로 삼고 이에 비하여 보유 수준이 얼마나 높은지 혹은 낮은지를 판단하여 응답하도록 하였다. 조사도구의 내적일치도 계수는 <표 Ⅲ-8>과 같이 예비조사 .966, 본조사 .978로 높게 나타났다.

<표 Ⅲ-8> 기술사의 실무능력 측정도구의 내적일치도 계수

예비조사(n=29)	본조사(n=411)
.966	.978

4. 자료 수집

자료수집은 한국기술사회 관계자의 협조를 받아 온라인 조사를 기본으로 실시하였다. 8개의 종목의 5,770명 중 한국기술사회에서 E-mail 주소를 보유하고 있는 3,582명을 대상으로 온라인 시스템을 통해 설문 링크가 협조요청 메시지와 함께 발송되었으며, 자료수집률을 높이기 위해 최초 이메일 발송 후 7일 후와 35일 후 미응답자에 대한 독려 메시지를 추가하여 재발송하였다.

<표 Ⅲ-9> 종목별 메일발송 및 회수율

구 분			표본(명)	메일발송(명)	회수(명)	회수율(%)
직무분야	중직무분야	종목				
건설	건축	건축구조	1,121	750	58	7.7
건설	토목	지질및지반	767	367	45	12.3
건설	조경	조경	417	261	39	14.9
기계	기계장비설비·설치	건설기계	767	439	70	15.9
전기·전자	전기	발송배전	769	510	62	12.2
안전관리	안전관리	전기안전	465	264	37	14.0
정보통신	정보기술	정보관리	1,102	769	63	8.2
환경·에너지	환경	수질관리	362	222	37	16.7
기타 (제외)					9	-
계			5,770	3,582	420	11.7

자료수집은 2021년 4월 30일부터 표본으로 설정한 420부가 회수된 6월 10일까지 진행되으며, 8개 종목 모두에서 35개 이상의 응답이 회수되어 자료수집을 종료하였다. 회수한 응답 중 기술사 자격을 여러 개 보유하여 '대표적으로 직무수행하는 자격' 이 표본 범위인 8개의 자격에 해당하지 않은 9부를 제외하여 최종적으로 411개의 응답을 분석하였다. 응답한 기술사의 일반적 특성은 <표 Ⅲ-1>과 같다.

<표 Ⅲ-10> 응답자의 일반적 특성

구 분				빈도(명)	비율(%)
연령	30대			10	2.4
	40대			117	28.5
	50대			163	39.7
	60대			106	25.8
	70대 이상			15	3.6
직무분야 및 (대표)종목	건설	건축	건축구조	58	14.1
		토목	지질및지반	45	10.9
		조경	조경	39	9.5
	기계	기계장비설비·설치	건설기계	70	17.0
	전기·전자	전기	발송배전	62	15.1
	안전관리	안전관리	전기안전	37	9.0
	정보통신	정보기술	정보관리	63	15.3
	환경·에너지	환경	수질관리	37	9.0

구 분		빈도(명)	비율(%)
자격 취득연도	10년 내	169	41.1
	10~20년 내	117	28.5
	20~30년 내	101	24.6
	30~40년 내	21	5.1
	40년 이상	3	0.7
응시자격 요건	기사자격 + 실무 4년 이상	277	67.4
	산업기사 자격 + 실무 5년 이상	21	5.1
	기능사 자격 + 실무 7년 이상	3	0.7
	관련학과 졸업 + 실무 6년 이상	65	15.8
	다른종목 기술사 등급의 자격	8	1.9
	3년제 전문대학 + 실무 7년 이상	1	0.2
	2년제 전문대학 + 실무 8년 이상	2	0.5
	기사 수준 기술훈련과정 + 실무 6년 이상	7	1.7
	산업기사 수준 기술훈련과정 + 실무 8년 이상		
	실무 9년 이상	25	6.1
	외국의 동일한 자격	2	0.5
경력	10년 미만	171	41.6
	10년 이상 ~ 20년 미만	120	29.2
	20년 이상 ~ 30년 미만	93	22.6
	30년 이상 ~ 40년 미만	23	5.6
	40년 이상	4	1.0
직무수행 여부	예	382	92.9
	아니오	29	7.1
타 기술사 자격	0개	331	80.5
	1개	63	15.3
	2개	14	3.4
	3개	3	0.7
전체		411	100.0

우선, 기술사의 연령은 50대(39.7%)가 가장 많고, 40대(28.5%)와 60대(25.8%)가 유사한 비율로 그 뒤를 잇고 있으며 30대(2.4%)가 가장 적은데, 기술사종합정보시스템의 기술사 인력DB현황에 따라 50대(37.1%)가 가장 많고, 50대(29.2%)와 40대(18.9%)가 그 뒤를 잇고 있으며 30대가 약 1.8%에 불과한 것과 비교했을 때, 차이는 있으나 대체로 그 비율이 유사하다고 할 수 있다.

자격 취득연도는 10년 내에 취득한 응답자의 비율이 41.1%로 가장 많고, 10~20년 내 취득자(28.5%)와 20~30년 내 취득자(24.6%)가 그 뒤를 잇고 있는데, 한국기술사회(2018)의 기술사 실태 조사 결과 보고서에 따르면, 10년 내 취득자가

43.4%로 가장 많고, 10~20년 내 취득자(30.7%)와 20~30년 내 취득자(22.2%)가 그 뒤를 잇고 있어서, 차이는 있으나 대체로 그 비율이 유사하다고 할 수 있다.

대표 종목 취득시 응시자격 요건은 '기사자격 + 실무 4년 이상' 응답자의 비율이 67.4%로 응답자의 2/3이상이 여기에 해당하며, '관련학과 졸업 + 실무 6년 이상' 이 15.8%로 그 뒤를 잇고 있다. 한국기술사회(2019)에 따라 '기사자격 + 실무 4년 이상' 의 비율이 63.9%이며, '관련학과 졸업 + 실무 6년 이상' 이 39.5%로 그 뒤를 잇고 있는 것을 보았을 때, 차이는 있으나 대체로 그 비율이 유사하다고 할 수 있다.

현재 기술사로서 직무수행 여부는 '예' 응답자가 약 92.9%이며 '아니오' 응답자는 약 7.1% 대체로 현재도 직무수행을 하고 있는 것을 알 수 있는데, 한국기술사회(2019)에 따르면, 기술사 중 현재 직무수행을 하는 인원의 비율은 87.5%이며 하지 않는 인원의 비율은 12.5%로 역시 차이는 있으나 그 비율이 유사하다고 볼 수 있다.

응답자의 일반적 특성을 모집단의 특성과 비교하였을 때, 자료수집 방법의 제한점에 따라 종목비율은 다소 차이가 있으나, 연령, 자격 취득연도, 응시자격 요건, 직무수행 여부 등의 분포비율에 큰 차이가 없는 것으로 확인되었으며, 이에 따라 연구결과를 모집단에 일반화하는데 이상이 없는 것으로 판단하였다.

5. 자료 분석

자료분석에는 SPSS 26.0 프로그램을 사용하였으며, 이를 활용하여 기술통계, t검정, ANOVA 분석, 중다회귀분석, 측정문항의 신뢰도(Cronbach' s α) 분석을 실시하였다.

우선, 예비조사 및 본조사 결과를 토대로 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 측정도구의 신뢰도(Cronbach' s α) 분석을 실시하였으며, 기술사의 일반적 특성을 확인하기 위하여 빈도, 평균, 표준편차, 백분율 등의 기술통계를 실시하였다. 또한, 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행의 수준과 일반적 특성에 따른 차이를 확

인하기 위하여 기술통계 분석 및 차이분석(t검정, ANOVA)을 실시하였으며, 마지막으로 변인간의 관계를 확인하기 위해서 상관분석, 회귀분석 및 매개분석을 실시하였다. 모든 분석에 있어 통계적 유의수준은 0.05로 설정하였다(<표 Ⅲ-11> 참조).

<표 Ⅲ-11> 연구문제에 따른 통계방법

구 분	내 용	통계분석 방법
측정도구	측정도구 신뢰도 검증	·신뢰도분석 (Chronbach-α 계수)
일반적 특성	일반적 특성	·기술통계 분석
연구목표1	기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준을 구명한다.	·기술통계 분석 ·상관분석
연구목표2	기술사의 일반적 특성에 따른 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준 차이를 구명한다.	·차이분석
연구목표3	기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 간의 상관관계를 구명한다.	·상관분석 ·회귀분석 ·매개분석

Ⅳ. 연구 결과 및 논의

1. 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준

가. 공학기초능력 수준

기술사의 공학기초능력 수준은 <표 Ⅳ-1>과 같이 5.00 중 3.83으로서 적정 수준(3.00)보다 다소 높게 나타났다.

<표 Ⅳ-1> 기술사의 공학기초능력 수준(기초통계)

문 항	최솟값	최댓값	평균	표준편차	왜도	첨도
1. 수학의 지식을 공학문제 해결에 응용할 수 있다.	1.00	5.00	3.55	0.977	-0.020	-0.673
2. 기초과학 지식을 공학문제 해결에 응용할 수 있다.	1.00	5.00	3.73	0.909	-0.125	-0.600
3. 공학의 지식을 공학문제 해결에 응용할 수 있다.	1.00	5.00	3.88	0.881	-0.264	-0.611
4. 공학기술을 공학문제 해결에 응용할 수 있다.	1.00	5.00	3.92	0.882	-0.324	-0.585
5. 데이터를 분석할 수 있다.	1.00	5.00	3.77	0.898	-0.306	-0.293
6. 주어진 사실 또는 가설을 실험을 통하여 확인할 수 있다.	1.00	5.00	3.57	0.922	-0.261	-0.112
7. 공학문제를 정의 또는 공식화할 수 있다.	1.00	5.00	3.53	0.963	-0.163	-0.386
8. 공학문제를 해결하기 위해 최신 정보를 활용할 수 있다.	1.00	5.00	3.76	0.919	-0.311	-0.386
9. 공학문제를 해결하기 위해 연구 결과를 활용할 수 있다.	1.00	5.00	3.73	0.908	-0.235	-0.390
10. 공학문제를 해결하기 위해 적절한 도구를 활용할 수 있다.	1.00	5.00	3.71	0.914	-0.262	-0.386
11. 현실적 제한조건을 고려하여 설계할 수 있다(예, 시스템, 요소, 공정 등).	1.00	5.00	3.84	0.919	-0.335	-0.422
12. 공학문제를 해결하는 프로젝트 팀의 구성원으로서 팀 성과에 기여할 수 있다.	1.00	5.00	3.95	0.889	-0.381	-0.462
13. 다양한 환경에서 효과적으로 의사소통할 수 있다.	1.00	5.00	3.95	0.848	-0.308	-0.502
14. 공학적 해결방안이 미치는 영향을 이해할 수 있다(예, 보건, 안전, 경제, 환경, 지속가능성 등).	1.00	5.00	3.88	0.888	-0.248	-0.665
15. 공학인으로서의 직업윤리를 이해할 수 있다.	1.00	5.00	3.97	0.883	-0.361	-0.610
16. 공학인으로서의 사회적 책임을 이해할 수 있다.	1.00	5.00	4.00	0.907	-0.478	-0.464

문 항	최솟값	최댓값	평균	표준편차	왜도	첨도
17. 기술환경 변화에 따른 자기계발의 필요성을 인식할 수 있다.	1.00	5.00	4.04	0.867	-0.476	-0.446
18. 지속적이고 자기주도적으로 학습할 수 있다.	1.00	5.00	4.08	0.906	-0.674	-0.170
평균값	1.00	5.00	3.83	0.721	-0.323	-0.073

n=411, 응답범위: 1-5점(1=매우 낮은 수준, 3=적정 수준, 5=매우 높은 수준)
주) 음영: 평균 4.00이상

세부적으로 살펴보면 18가지 능력 모두 적정 수준(3.00)보다 높게 나타났으며, 특히, 이 중 3가지 능력(16, 17, 18번 문항)의 경우 4.00(약간 높은 수준)이상으로 자기계발의 필요성을 인식하고 지속적이고 자기주도적으로 학습하는 능력과 공학인으로서 사회적 책임을 이해할 수 있는 능력 등 상대적으로 전문분야와 관련성이 적고 직업능력 중 직업기초능력에 가까운 능력들이 높은 수준으로 나타났다. 왜도 및 첨도는 각각 .721~.977, -.073~-.673 으로 Kline(2005)이 제시한 절대값 기준에 따라 왜도는 3, 첨도는 8또는 10을 초과하지 않는 범위에 포함되어 정규분포로 가정할 수 있다. 또한, 기술사의 공학기초능력 수준의 평균값을 적정수준(3.00)을 기준으로 종목별 긍정/부정 응답비율을 분석한 결과는 <표 Ⅳ-2>와 같다.

<표 Ⅳ-2> 종목별 기술사 공학기초능력 수준의 긍정 및 부정응답 비율

구 분 / 종 목	부정응답(명(%))		긍정응답(명(%))		계
	1.00이상 2.0미만	2.00이상3.0미만	3.00이상4.00미만	4.00이상5.00이하	
건축구조	1 (1.72)	3 (5.17)	21 (36.21)	33 (56.90)	58 (100.00)
지질및지반	0 (0.00)	8 (17.78)	17 (37.78)	20 (44.44)	45 (100.00)
조경	0 (0.00)	7 (17.95)	19 (48.72)	13 (33.33)	39 (100.00)
건설기계	0 (0.00)	7 (10.00)	38 (54.29)	25 (35.71)	70 (100.00)
발송배전	0 (0.00)	2 (3.23)	33 (53.23)	27 (43.55)	62 (100.00)
전기안전	0 (0.00)	4 (10.81)	17 (45.95)	16 (43.24)	37 (100.00)
정보관리	0 (0.00)	6 (9.52)	20 (31.75)	37 (58.73)	63 (100.00)
수질관리	1 (2.70)	2 (5.41)	17 (45.95)	17 (45.95)	37 (100.00)

구 분 / 종 목	부정응답(명(%))		긍정응답(명(%))		계
	1.00이상 2.0미만	2.00이상3.0미만	3.00이상4.00미만	4.00이상5.00이하	
계	2 (0.49)	39 (9.49)	182 (44.28)	188 (45.74)	411 (100.00)
	41 (9.98)		370 (90.02)		

주) 부정응답: 평균값 < 3.00, 긍정응답: 평균값 >= 3.00

기술사가 보유하고 있는 공학기초능력이 적정수준보다 높다고 응답한 비율은 90.02%이며 적정수준보다 낮다고 응답한 비율은 9.98%로 나타났다. 종목별로 부정응답 비율은 조경(17.95%), 지질및지반(17.78%)이 높은 편이며, 건축구조(6.89%), 수질관리(8.11%)가 낮은 편이다.

나. 실무능력 수준

기술사의 실무능력 수준은 <표 Ⅳ-3>과 같다. 기술사의 실무능력 수준은 3.84로 적정 수준(3.00)보다 다소 높은 수준으로 나타났다.

<표 Ⅳ-3> 기술사의 실무능력 수준

문 항	최솟값	최댓값	평균	표준편차	왜도	첨도
1. 실무 수행에 핵심적인 적용원리에 대한 보편적인 고급 지식을 이해할 수 있다.	1.00	5.00	4.01	0.851	-0.419	-0.305
2. 실무 수행에 핵심적인 적용원리에 대한 보편적인 고급 지식을 적용할 수 있다.	1.00	5.00	3.99	0.872	-0.415	-0.383
3. 복잡한 문제를 정의할 수 있다.	1.00	5.00	3.85	0.893	-0.369	-0.352
4. 복잡한 문제를 조사할 수 있다.	1.00	5.00	3.84	0.881	-0.257	-0.443
5. 복잡한 문제를 분석할 수 있다.	1.00	5.00	3.89	0.893	-0.398	-0.344
6. 복잡한 문제에 대한 해결방안을 설계할 수 있다.	1.00	5.00	3.92	0.906	-0.523	-0.146
7. 복잡한 문제에 대한 해결방안을 개발할 수 있다.	1.00	5.00	3.77	0.931	-0.266	-0.500
8. 복잡한 활동의 결과를 평가할 수 있다.	1.00	5.00	3.75	0.871	-0.076	-0.508
9. 복잡한 활동의 영향을 평가할 수 있다.	1.00	5.00	3.74	0.861	-0.127	-0.394
10. 복잡한 활동의 예측가능한 영향을 인식할 수 있다(예, 사회적, 문화적, 환경적 영향).	1.00	5.00	3.70	0.879	-0.275	0.004
11. 복잡한 활동에 대한 지속가능성의 필요성을 고려할 수 있다.	1.00	5.00	3.74	0.848	-0.181	-0.146
12. 모든 법적인 규제 요건을 준수할 수 있다.	1.00	5.00	3.67	0.930	-0.132	-0.546

문 항	최솟값	최댓값	평균	표준편차	왜도	첨도
13. 실무를 수행하는 과정에서 공공의 보건 또는 안전을 보호할 수 있다.	1.00	5.00	3.81	0.926	-0.208	-0.679
14. 실무를 윤리적으로 수행할 수 있다.	1.00	5.00	3.93	0.902	-0.312	-0.632
15. 복잡한 실무 활동을 관리할 수 있다.	1.00	5.00	3.82	0.900	-0.253	-0.508
16. 실무 수행간에 다른 사람들과 명확하게 소통할 수 있다.	1.00	5.00	3.90	0.900	-0.332	-0.432
17. 자신의 역량을 유지하고 발전시키기 위해 계속 교육(예, CPD)을 실시할 수 있다.	1.00	5.00	3.77	0.945	-0.225	-0.616
18. 다양한 요구사항과 불완전한 지식의 복잡성을 고려하여 대안을 평가할 수 있다.	1.00	5.00	3.82	0.908	-0.211	-0.616
19. 복잡한 활동 과정에서 올바른 판단력을 발휘할 수 있다.	1.00	5.00	3.88	0.872	-0.249	-0.485
20. 복잡한 활동의 결정에 대하여 책임을 질 수 있다.	1.00	5.00	3.92	0.885	-0.347	-0.448
평균값	1.00	5.00	3.84	0.751	-0.338	0.216

n=411, 응답범위: 1-5점(1=매우 낮은 수준, 3=적정 수준, 5=매우 높은 수준)
주) 음영: 평균 4.00이상

세부적으로 살펴보면 20가지 실무능력 모두 적정 수준(3.00)보다 높게 나타났으며, 특히, 이 중 '실무 수행에 핵심적인 적용원리에 대한 보편적인 고급 지식을 이해할 수 있다.' 의 경우 응답값이 4.00(약간 높은 수준)이상으로 상대적으로 높게 나타났다. 왜도 및 첨도는 각각 .751~.945, -.076~-.523 으로 Kline(2005)에 따라 정규분포로 가정할 수 있다. 또한, 기술사의 실무능력 수준의 평균값을 적정수준(3.00)을 기준으로 종목별 긍정/부정 응답비율을 분석한 결과는 <표 Ⅳ-4>와 같다.

<표 Ⅳ-4> 종목별 기술사 실무능력 수준의 긍정 및 부정응답 비율

구 분 / 종 목	부정응답(명(%))		긍정응답(명(%))		계
	1.00이상 2.0미만	2.00이상3.0미만	3.00이상4.00미만	4.00이상5.00이하	
건축구조	1 (1.72)	6 (10.34)	26 (44.83)	25 (43.10)	58 (100.00)
지질및지반	0 (0.00)	4 (8.89)	20 (44.44)	21 (46.67)	45 (100.00)
조경	0 (0.00)	4 (10.26)	21 (53.85)	14 (35.90)	39 (100.00)

구 분 / 종 목	부정응답(명(%))		긍정응답(명(%))		계
	1.00이상 2.0미만	2.00이상3.0미만	3.00이상4.00미만	4.00이상5.00이하	
건설기계	0 (0.00)	5 (7.14)	45 (64.29)	20 (28.57)	70 (100.00)
발송배전	0 (0.00)	1 (1.61)	31 (50.00)	30 (48.39)	62 (100.00)
전기안전	1 (2.70)	5 (13.51)	17 (45.95)	14 (37.84)	37 (100.00)
정보관리	0 (0.00)	4 (6.35)	21 (33.33)	38 (60.32)	63 (100.00)
수질관리	1 (2.70)	1 (2.70)	21 (56.76)	14 (37.84)	37 (100.00)
계	3 (0.73)	30 (7.30)	202 (49.15)	176 (42.82)	411
	33 (8.03)		378 (91.97)		(100.00)

주) 부정응답: 평균값 < 3.00, 긍정응답: 평균값 >= 3.00

기술사가 보유하고 있는 실무능력이 적정수준보다 높다고 응답한 비율은 91.97%이며, 적정수준보다 낮다고 응답한 비율은 8.03%로 나타났다. 종목별로 부정응답 비율은 전기안전(16.21%), 건축구조(12.06%), 조경(10.26)이 상대적으로 높은 편이며, 발송배전(1.61%), 수질관리(5.40%)가 낮은 편이다.

다. 직무별 직무수행 수준

기술사가 응답한 직무별 직무수행 수준은 <표 Ⅳ-5>와 같다. 직무수행 수준은 3.34로 적정 수준(3.00)보다는 다소 높은 수준으로 나타났다.

<표 Ⅳ-5> 기술사의 직무별 직무수행 수준

직무	최솟값	최댓값	평균	표준편차	왜도	첨도
계획	1.00	5.00	3.52	1.076	-0.285	-0.569
연구	1.00	5.00	3.09	1.129	-0.010	-0.612
설계	1.00	5.00	3.62	1.136	-0.404	-0.597
분석	1.00	5.00	3.52	1.046	-0.254	-0.468
조사	1.00	5.00	3.30	1.069	0.001	-0.555
시험	1.00	5.00	2.89	1.038	0.191	-0.291
시공	1.00	5.00	3.06	1.179	0.007	-0.737
감리	1.00	5.00	3.29	1.215	-0.178	-0.833
평가	1.00	5.00	3.52	1.096	-0.255	-0.628
진단	1.00	5.00	3.37	1.131	-0.175	-0.681
시험운전	1.00	5.00	2.78	1.129	0.122	-0.482

직무	최솟값	최댓값	평균	표준편차	왜도	첨도
사업관리	1.00	5.00	3.22	1.186	-0.127	-0.638
기술판단	1.00	5.00	3.73	1.084	-0.516	-0.454
기술중재	1.00	5.00	3.21	1.150	-0.170	-0.581
기술자문	1.00	5.00	3.72	1.097	-0.526	-0.389
기술지도	1.00	5.00	3.59	1.090	-0.354	-0.573
평균값	1.00	5.00	3.34	0.807	-0.113	-0.185

n=411, 응답범위: 1-5점(1=매우 낮은 수준, 3=적정 수준, 5=매우 높은 수준)

각 직무별로는 기술판단(3.73), 기술자문(3.72), 설계(3.62), 기술지도(3.59), 계획, 분석, 평가(3.52) 순으로 높게 나타났으며, 낮은 수준으로는 시험운전(2.78)과 시험(2.89) 순으로 두 직무에 대한 수행수준은 적정 수준(3.00)보다 낮게 나타났다. 왜도 및 첨도는 각각 -.526~. 191, -.833~-.185로 Kline(2005)에 따라 정규분포로 가정할 수 있다.

라. 직무별 가중치를 반영한 직무수행 수준

기술사 직무수행 수준에 가중치를 부여하기 위하여 우선, 종목별 직무 중요도를 분석한 결과는 <표 Ⅳ-6>과 같다. 기술사의 직무 중요도 전체의 평균은 3.84로서 기본 직무보다는 중요한 수준으로 나타났다.

<표 Ⅳ-6> 기술사 종목별 직무 중요도 조사결과

구 분	종 목								계 (n=411)
	건축구조 (n=58)	지질및지반 (n=45)	조경 (n=39)	건설기계 (n=70)	발송배전 (n=62)	전기안전 (n=37)	정보관리 (n=63)	수질관리 (n=37)	
계획	4.16 0.894	4.07 0.837	4.44 0.680	3.61 0.921	4.11 0.907	3.62 1.089	4.25 0.740	3.95 0.880	4.02 0.906
연구	3.62 0.988	3.69 0.949	3.69 1.030	3.53 0.944	3.53 1.036	3.46 1.016	3.76 0.893	3.43 0.835	3.60 0.961
설계	4.48 0.822	4.13 0.894	4.41 0.715	3.86 0.921	4.34 0.700	3.46 1.095	4.38 0.750	4.14 0.948	4.17 0.897
분석	3.90 0.892	4.22 0.876	3.92 0.839	3.61 0.873	4.03 0.886	3.59 1.066	4.27 0.723	3.57 1.042	3.91 0.919
조사	3.59 0.918	4.51 0.815	3.67 0.869	3.56 0.862	3.77 0.857	3.68 1.180	3.62 0.888	3.59 0.896	3.73 0.940
시험	3.19 0.982	4.04 1.043	3.05 1.146	3.39 0.906	3.66 0.940	3.43 1.042	3.48 0.998	3.08 0.983	3.43 1.027
시공	3.41 1.077	3.69 1.083	3.72 1.234	3.59 1.056	3.84 0.978	3.68 1.107	3.32 1.148	3.27 1.071	3.56 1.097
감리	3.98 0.964	3.62 1.114	3.92 1.061	3.70 1.121	4.16 0.995	4.14 0.887	4.06 0.982	3.51 1.146	3.90 1.051
평가	3.98 0.908	4.02 1.011	3.82 0.942	3.83 1.049	4.00 0.830	3.89 0.966	4.22 0.812	4.11 0.809	3.99 0.923
진단	4.17 0.920	3.98 0.965	3.69 1.030	3.86 0.997	3.98 0.914	3.97 1.067	4.13 0.959	4.00 1.080	3.98 0.984
시험운전	2.76 0.942	2.96 1.147	2.82 1.097	3.47 1.018	3.56 1.065	3.38 0.982	3.19 0.965	3.22 1.004	3.19 1.057
사업관리	3.03 1.042	3.53 1.014	3.87 0.894	3.56 1.072	3.74 0.991	3.38 1.114	4.13 0.889	3.51 0.989	3.61 1.045
기술판단	4.45 0.820	4.31 0.793	4.08 0.957	4.00 0.963	4.37 0.834	3.92 0.983	4.29 0.831	4.11 0.875	4.21 0.891
기술중재	4.05 0.963	3.93 0.939	3.92 0.957	3.59 0.985	3.98 1.016	3.81 0.938	3.95 0.923	3.65 1.006	3.86 0.973
기술자문	4.36 0.810	4.18 0.912	4.44 0.852	3.91 0.959	4.34 0.829	3.92 0.983	4.37 0.789	4.27 0.902	4.22 0.890
기술지도	4.28 0.854	4.07 0.963	4.28 0.857	3.84 1.002	4.27 0.853	4.03 1.040	4.14 0.859	4.03 0.986	4.11 0.929
평균값	3.84 0.669	3.93 0.760	3.86 0.597	3.68 0.772	3.98 0.644	3.71 0.835	3.97 0.569	3.71 0.738	3.84 0.701

n=411, 응답범위: 1-5점(1=전혀 중요하지 않은 직무, 3=기본 직무, 5=매우 중요한 직무)
주1) 위 칸: 평균, 아래 칸: 표준편차
주2) 가장 진한음영: 4.50이상, 진한음영: 4.00이상, 음영: 3.00이상

기술사의 16개 직무 중 기술사 전체에게 4.00(중요한 직무) 이상의 직무는 계획(4.02), 설계(4.17), 기술판단(4.21), 기술자문(4.22), 기술지도(4.11)의 5가지 직무였으며, 나머지 11개의 직무는 3.00(기본 직무) 이상으로 나타났다. 또한, 직무 중

요도의 점수에 따른 분포는 <표 Ⅳ-7>과 같이 요약될 수 있다.

<표 Ⅳ-7> 기술사 종목별 직무 중요도 분포

구분	종 목								전체
	건축구조	지질및지반	조경	건설기계	발송배전	전기안전	정보관리	수질관리	
4.50 이상	-	조사 (1)	-	-	-	-	-	-	-
4.00 이상	계획, 설계, 진단, 기술판단, 기술중재, 기술자문, 기술지도 (7)	계획, 설계, 분석, 시험, 평가, 기술판단, 기술자문, 기술지도 (8)	계획, 사업관리, 기술판단 기술자문, 기술지도 (5)	기술판단 (1)	계획, 설계, 분석, 감리, 평가, 기술판단, 기술자문, 기술지도 (8)	감리, 기술지도 (2)	계획, 설계, 분석, 감리, 평가, 진단, 사업관리, 기술판단, 기술자문, 기술지도 (10)	설계, 평가, 진단, 기술판단, 기술자문, 기술지도 (6)	계획, 설계, 기술판단, 기술자문, 기술지도 (5)
3.00 이상	연구, 분석, 조사, 시험, 시공, 감리, 평가, 사업관리 (8)	연구, 시공, 감리, 진단, 사업관리, 기술중재 (6)	연구, 분석, 설계, 조사, 시험, 시공, 감리, 평가, 진단, 기술중재 (10)	계획, 연구, 설계, 분석, 조사, 시험, 시공, 감리, 평가, 진단 시험운전, 사업관리, 기술중재, 기술자문, 기술지도 (15)	연구, 조사, 시험, 시공, 진단, 시험운전, 사업관리, 기술중재 (8)	계획, 연구, 설계, 분석, 조사, 시험, 시공, 평가, 진단 시험운전, 사업관리, 기술판단, 기술중재, 기술자문 (14)	연구, 조사, 시험, 시공, 시험운전, 기술중재 (6)	계획, 연구, 분석, 조사, 시험, 시공, 감리, 시험운전, 사업관리, 기술중재 (10)	연구, 분석, 조사, 시험, 시공, 감리, 평가, 진단, 시험운전, 사업관리, 기술중재 (11)
3.00 미만	시험운전 (1)	시험운전 (1)	시험운전 (1)	-	-	-	-	-	-

종목별 직무의 점수에 따라 살펴보면, 4.50 이상은 지질및지반기술사의 '조사' 직무가 해당되며, 3.00 미만은 건축구조, 지질및지반, 조경기술사의 '시험운전' 직무가 해당된다. 이 외에는 모두 3.00 이상 4.00 미만에 해당한다. 기술사의 직무수행 수준과 중요도의 관계를 확인하기 위하여 직무별로 기술통계와 상관계수를 분석한 결과는 <표 Ⅳ-8>과 같다.

<표 Ⅳ-8> 기술사 직무별 직무수행 수준과 직무 중요도 비교

구 분	직무수행 수준		직무 중요도		상관계수 (직무수행*직무중요도)
	평균	표준편차	평균	표준편차	
계획	3.52	1.076	4.02	0.906	.514**
연구	3.09	1.129	3.60	0.961	.468**
설계	3.62	1.136	4.17	0.897	.543**
분석	3.52	1.046	3.91	0.919	.481**
조사	3.30	1.069	3.73	0.940	.554**
시험	2.89	1.038	3.43	1.027	.483**
시공	3.06	1.179	3.56	1.097	.594**
감리	3.29	1.215	3.90	1.051	.544**
평가	3.52	1.096	3.99	0.923	.539**
진단	3.37	1.131	3.98	0.984	.514**
시험운전	2.78	1.129	3.19	1.057	.606**
사업관리	3.22	1.186	3.61	1.045	.556**
기술판단	3.73	1.084	4.21	0.891	.450**
기술중재	3.21	1.150	3.86	0.973	.501**
기술자문	3.72	1.097	4.22	0.890	.559**
기술지도	3.59	1.090	4.11	0.929	.540**
평균값	3.34	0.807	3.84	0.701	.591**

n=411, 응답범위
주) **p < .01

피어슨 상관계수에 대한 상관정도 판단 기준에 따라 직무수행 수준과 직무 중요도는 높은 상관(r=.591, p<.01)을 보이고 있으며, 직무별로도 계획, 설계, 조사, 시공, 감리, 평가, 진단, 시험운전, 사업관리, 기술중재, 기술자문, 기술지도의 11개 직무에 대하여 높은 상관을 보이며, 연구, 분석, 시험, 기술판단 4개 직무는 중간 정도의 상관을 보이고 있다.

한편, 도출된 기술사의 16가지 직무에 대한 종목별 중요도의 평균값의 합을 1로 환산하여 각 직무별 중요도를 토대로 가중치를 도출하여 직무수행 수준에 반영한 결과는 <표 Ⅳ-9>와 같으며, 직무수행 수준은 3.35로 적정 수준보다는 다소 높은 수준으로 나타났다.

<표 Ⅳ-9> 기술사의 직무수행 수준(가중치 반영)

직무	최솟값	최댓값	평균	표준편차	왜도	첨도
계획	0.98	5.75	3.69	1.167	-0.211	-0.620
연구	0.89	4.79	2.89	1.055	-0.009	-0.601
설계	0.93	5.84	3.94	1.299	-0.308	-0.655
분석	0.96	5.37	3.58	1.093	-0.181	-0.459
조사	0.91	5.73	3.22	1.114	0.265	-0.248
시험	0.79	5.14	2.59	1.000	0.351	-0.089
시공	0.84	4.95	2.85	1.144	0.098	-0.701
감리	0.92	5.57	3.35	1.269	-0.113	-0.790
평가	0.99	5.53	3.66	1.150	-0.216	-0.644
진단	0.96	5.44	3.51	1.197	-0.147	-0.677
시험운전	0.72	4.72	2.34	1.039	0.263	-0.408
사업관리	0.79	5.19	3.05	1.202	0.032	-0.622
기술판단	1.06	5.79	4.08	1.205	-0.470	-0.480
기술중재	0.97	5.28	3.23	1.164	-0.120	-0.553
기술자문	1.06	5.75	4.08	1.219	-0.483	-0.438
기술지도	1.03	5.57	3.84	1.176	-0.334	-0.583
평균값	1.00	5.00	3.37	0.810	-0.138	-0.216

n=411
주) 음영: 평균 4.00이상

직무별로는 기술판단, 기술자문(4.08)에 대한 직무수행 수준이 가장 높게 나타났으며 그 다음으로 설계(3.94), 기술지도(3.84), 계획(3.69), 평가(3.66) 순으로 높게 나타났다. 수행 수준이 낮은 순으로는 시험운전(2.34), 시험(2.59), 시공(2.85) 그리고 연구(2.89) 순이며, 네 직무에 대한 수행수준은 적정 수준(3.00)보다 낮게 나타났다. 왜도 및 첨도는 각각 -.483~.351, -.438~-.089로 Kline(2005)에 따라 정규분포로 가정할 수 있다. 또한, 기술사의 각 직무별 수행 수준을 종목별로 분석한 결과는 <표 Ⅳ-10>과 같다.

<표 Ⅳ-10> 기술사 종목별 직무수행 수준(가중치 반영)

구 분	종 목								계 (n=411)
	건축구조 (n=58)	지질및지반 (n=45)	조경 (n=39)	건설기계 (n=70)	발송배전 (n=62)	전기안전 (n=37)	정보관리 (n=63)	수질관리 (n=37)	
계획	4.03 1.247	3.63 1.115	4.07 1.315	3.14 0.925	3.78 1.023	2.96 1.228	4.01 1.035	3.93 1.088	3.69 1.167
연구	2.83 1.075	3.21 1.085	2.67 1.144	2.94 0.984	2.86 0.996	2.52 1.181	3.04 1.009	2.87 0.993	2.89 1.055

구 분	종 목								계 (n=411)
	건축구조 (n=58)	지질및지반 (n=45)	조경 (n=39)	건설기계 (n=70)	발송배전 (n=62)	전기안전 (n=37)	정보관리 (n=63)	수질관리 (n=37)	
설계	4.87 1.181	3.88 1.138	4.16 1.448	3.52 1.041	4.18 1.048	2.67 1.247	3.90 1.169	4.06 1.343	3.94 1.299
분석	3.69 1.019	4.13 1.120	3.36 1.193	3.24 0.808	3.82 0.960	3.06 1.241	3.91 1.080	3.19 1.087	3.58 1.093
조사	2.96 0.961	4.48 1.218	2.92 0.984	3.06 0.885	3.27 0.996	3.16 1.254	2.94 0.988	3.14 1.005	3.22 1.114
시험	2.16 0.837	3.43 1.139	1.82 0.873	2.80 0.805	2.89 0.879	2.73 1.111	2.58 0.895	2.06 0.606	2.59 1.000
시공	2.45 1.004	2.85 1.147	2.77 1.273	3.31 1.092	3.36 1.100	3.35 1.079	2.27 0.942	2.36 0.857	2.85 1.144
감리	3.49 1.094	2.86 1.260	2.95 1.161	3.29 1.221	3.88 1.203	4.04 1.399	3.39 1.244	2.66 1.089	3.35 1.269
평가	3.72 1.117	3.59 1.245	3.17 1.117	3.61 0.915	3.71 1.022	3.52 1.266	3.80 1.188	4.07 1.405	3.66 1.150
진단	3.97 1.125	3.41 1.146	2.50 1.089	3.67 0.989	3.52 1.083	3.76 1.253	3.41 1.271	3.52 1.285	3.51 1.197
시험운전	**1.52** **0.687**	**1.94** **0.913**	**1.65** **0.763**	3.07 0.904	2.87 0.961	2.76 1.105	2.26 0.888	2.34 0.838	2.34 1.039
사업관리	**1.94** **0.840**	2.83 1.030	2.91 1.338	3.22 0.834	3.24 1.058	2.90 1.091	4.02 1.231	3.02 1.111	3.05 1.202
기술판단	4.60 1.302	4.09 1.130	3.63 1.231	4.07 0.973	4.32 1.049	3.74 1.260	3.94 1.317	3.98 1.235	4.08 1.205
기술중재	3.46 1.381	3.33 1.261	3.21 1.224	3.20 0.895	3.31 1.065	3.17 1.267	2.97 1.165	3.19 1.120	3.23 1.164
기술자문	4.51 1.146	3.96 1.185	4.07 1.392	3.84 1.029	4.09 1.162	3.85 1.225	4.06 1.289	4.29 1.372	4.08 1.219
기술지도	4.13 1.124	3.65 1.158	3.81 1.318	3.68 1.032	4.00 1.119	3.96 1.259	3.66 1.227	3.90 1.264	3.84 1.176
평균값	3.40 0.756	3.45 0.902	3.10 0.810	3.35 0.643	3.57 0.779	3.26 0.971	3.39 0.855	3.29 0.827	3.37 0.810

n=411
주1) 위 칸: 평균, 아래 칸: 표준편차
주2) 가장 진한음영: 4.50이상, 진한음영: 4.00이상, 음영: 3.00이상, 굵은글씨:2.00미만

종목별로 8개 종목 모두 직무수행 수준이 3.00~4.00로 나타났으며, 이 중 지질및지반(3.57), 발송배전(3.45)이 상대적으로 약간 높게 나타났다. 직무수행 수준의 점수에 따른 분포는 <표 Ⅳ-11>과 같이 요약될 수 있다.

<표 Ⅳ-11> 기술사 종목별 직무수행(가중치 반영) 수준 분포

구분	종 목								전체
	건축구조	지질및지반	조경	건설기계	발송배전	전기안전	정보관리	수질관리	
4.50 이상	설계, 기술판단 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-
4.00 이상	계획, 기술자문, 기술지도 (3)	분석, 조사, 기술판단 (3)	계획, 설계, 기술자문 (3)	기술판단 (1)	설계, 기술판단, 기술자문, 기술지도 (4)	감리 (1)	계획, 사업관리, 기술자문 (3)	설계, 평가, 기술자문 (3)	기술판단, 기술자문 (2)
3.00 이상	분석, 감리, 평가, 진단, 기술중재 (5)	계획, 연구, 설계, 시험, 평가, 진단, 기술중재, 기술자문, 기술지도 (9)	분석, 평가, 기술판단, 기술중재, 기술지도 (5)	계획, 설계, 분석, 조사, 시공, 감리, 평가, 진단, 시험운전, 사업관리, 기술중재, 기술자문, 기술지도 (13)	계획, 분석, 조사, 시공, 감리, 평가, 진단, 사업관리, 기술중재 (9)	분석, 조사, 시공, 평가, 진단, 기술판단, 기술중재, 기술자문, 기술지도 (9)	연구, 설계, 분석, 감리, 평가, 진단, 기술판단, 기술지도 (8)	계획, 분석, 조사, 진단, 사업관리, 기술판단, 기술중재, 기술지도 (8)	계획, 설계, 분석, 조사, 감리, 평가, 진단, 사업관리, 기술중재, 기술지도 (10)
2.00 이상	연구, 조사, 시험, 시공 (4)	시공, 감리, 사업관리 (3)	연구, 조사, 시공, 감리, 진단, 사업관리 (6)	연구, 시험 (2)	연구, 시험 시험운전 (3)	계획, 연구, 설계, 시험, 시험운전, 사업관리 (6)	조사, 시험, 시공, 시험운전, 기술중재 (5)	연구, 시험, 시공, 감리, 시험운전 (5)	연구, 시험, 시공, 시험운전 (4)
2.00 미만	시험운전, 사업관리 (2)	시험운전 (1)	시험, 시험운전 (2)	-	-	-	-	-	-

종목별 수행수준이 4.50 이상인 직무는 건축구조기술사의 설계, 기술판단 직무이며, 2.00미만의 직무는 건축구조, 지질및지반, 조경기술사의 시험운전과, 건축구조기술사의 사업관리, 조경기술사의 시험 직무로 나타났다. 이 외에는 모두 2.00 이상 4.00 미만에 해당한다. 또한, 기술사의 직무수행 수준의 평균값을 적정수준(3.00)을 기준으로 종목별 긍정/부정 응답비율을 분석한 결과는 <표 Ⅳ-12>과 같다.

<표 Ⅳ-12> 종목별 기술사 직무수행(가중치 반영) 수준의 긍정 및 부정응답 비율

구 분 / 종 목	부정응답(명(%))		긍정응답(명(%))		계
	1.0이상 2.0미만	2.0이상3.0미만	3.0이상4.00미만	4.0이상5.0이하	
건축구조	2 (3.45)	15 (25.86)	29 (50.00)	12 (20.69)	58 (100.00)
지질및지반	2 (4.44)	12 (26.67)	17 (37.78)	14 (31.11)	45 (100.00)
조경	4 (10.26)	13 (33.33)	16 (41.03)	6 (15.38)	39 (100.00)
건설기계	2 (2.86)	17 (24.29)	39 (55.71)	12 (17.14)	70 (100.00)
발송배전	1 (1.61)	14 (22.58)	25 (40.32)	22 (35.48)	62 (100.00)
전기안전	2 (5.41)	14 (37.84)	13 (35.14)	8 (21.62)	37 (100.00)
정보관리	3 (4.76)	15 (23.81)	29 (46.03)	16 (25.40)	63 (100.00)
수질관리	3 (8.11)	8 (21.62)	18 (48.65)	8 (21.62)	37 (100.00)
계	19 (4.62)	108 (26.28)	186 (45.26)	98 (23.84)	411
	127 (30.90)		284 (69.10)		(100.00)

주) 부정응답: 평균값 < 3.00, 긍정응답: 평균값 >= 3.00

기술사가 보유하고 있는 가중치를 반영한 직무수행 수준이 적정수준보다 높은 비율은 69.10%이며, 적정수준보다 낮은 30.90%로 나타났다. 종목별로 부정응답 비율은 조경(43.59), 전기안전(43.25%)이 상대적으로 높은 편이며 정보관리(28.57%), 건설기계(27.15%), 발송배전(24.19%)이 낮은 편이다.

2. 일반적 특성에 따른 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행의 차이 분석

가. 종목에 따른 차이 분석

기술사 자격 종목에 따른 공학기초능력, 실무능력, 직무수행 수준의 차이를 분석한 결과는 <표 Ⅳ-13>과 같다.

<표 Ⅳ-13> 기술사 종목에 따른 차이 분석 결과

변 인	종 목	응답 수	평 균	표준편차	F
공학 기초 능력	건축구조	58	3.91	0.761	1.373
	지질 및 지반	45	3.81	0.788	
	조경	39	3.64	0.829	
	건설기계	70	3.69	0.723	
	발송배전	62	3.92	0.641	
	전기안전	37	3.80	0.733	
	정보관리	63	3.97	0.603	
	수질관리	37	3.77	0.718	
	계	411	3.83	0.721	
실무 능력	건축구조	58	3.82	0.779	2.123*
	지질 및 지반	45	3.84	0.785	
	조경	39	3.80	0.741	
	건설기계	70	3.60	0.694	
	발송배전	62	3.96	0.694	
	전기안전	37	3.81	0.858	
	정보관리	63	4.06	0.706	
	수질관리	37	3.76	0.755	
	계	411	3.84	0.751	
직무 수행	건축구조	58	3.40	0.756	1.388
	지질 및 지반	45	3.45	0.902	
	조경	39	3.10	0.810	
	건설기계	70	3.35	0.643	
	발송배전	62	3.57	0.779	
	전기안전	37	3.26	0.971	
	정보관리	63	3.39	0.855	
	수질관리	37	3.29	0.827	
	계	411	3.37	0.810	

주) *p < .05, **p < .01, ***p < .001

첫째, 공학기초능력 수준은 정보관리(3.97), 발송배전(3.93), 건축구조(3.91), 지질 및 지반(3.81), 전기안전(3.80), 수질관리(3.77), 건설기계(3.69), 조경(3.64) 순으로 높게 나타났다. F검정 결과 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

둘째, 실무능력 수준은 정보관리(4.06), 발송배전(3.96), 지질및지반(3.84), 건축구조(3.82), 전기안전(3.81), 조경(3.80), 수질관리(3.76), 건설기계(3.60) 순으로 높게 나타났다. F검정 결과 이러한 차이는 유의수준 $p < .05$에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났으나 사후검정 결과, 다른 결과가 도출되지는 않았다.

셋째, 직무수행 수준은 발송배전(3.57), 지질 및 지반(3.45), 건축구조(3.40), 정보관리(3.39), 건설기계(3.35), 수질관리(3.29), 전기안전(3.26), 조경(3.10) 순으로 높게 나타났다. F검정 결과 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

기술사 자격 종목에 따라 F검정에서 수행수준에 유의미한 차이가 있는 직무는 <표 Ⅳ-14>와 같다. 16개의 직무 중 계획, 설계, 분석, 조사, 시험, 시공, 감리, 진단, 시험운전, 사업관리, 기술판단의 11가지 직무의 수행수준에서 종목 간 차이가 유의하게 나타났다.

<표 Ⅳ-14> 종목에 따라 수행 수준에 유의미한 차이가 있는 직무

직무	종목	응답 수	평균	표준편차	F	Scheffe
계획	건축구조[1]	58	4.03	1.247	7.293***	8 > 6 3, 1, 7 > 4
	지질 및 지반[2]	45	3.63	1.115		
	조경[3]	39	4.07	1.315		
	건설기계[4]	70	3.14	0.925		
	발송배전[5]	62	3.78	1.023		
	전기안전[6]	37	2.96	1.228		
	정보관리[7]	63	4.01	1.035		
	수질관리[8]	37	3.93	1.088		
	계	411	3.69	1.167		
설계	건축구조[1]	58	4.87	1.181	13.167***	5,3,8,7,2 > 6 1 > 7,2,4
	지질 및 지반[2]	45	3.88	1.138		
	조경[3]	39	4.16	1.448		
	건설기계[4]	70	3.52	1.041		
	발송배전[5]	62	4.18	1.048		
	전기안전[6]	37	2.67	1.247		
	정보관리[7]	63	3.90	1.169		
	수질관리[8]	37	4.06	1.343		
	계	411	3.94	1.299		
분석	건축구조[1]	58	3.69	1.019	6.520***	7 > 6 2 > 4, 8
	지질 및 지반[2]	45	4.13	1.120		
	조경[3]	39	3.36	1.193		
	건설기계[4]	70	3.24	0.808		
	발송배전[5]	62	3.82	0.960		
	전기안전[6]	37	3.06	1.241		
	정보관리[7]	63	3.91	1.080		
	수질관리[8]	37	3.19	1.087		
	계	411	3.58	1.093		
조사	건축구조[1]	58	2.96	0.961	11.773***	2>5,6,8,4,1,7,3
	지질 및 지반[2]	45	4.48	1.218		
	조경[3]	39	2.92	0.984		
	건설기계[4]	70	3.06	0.885		
	발송배전[5]	62	3.27	0.996		
	전기안전[6]	37	3.16	1.254		
	정보관리[7]	63	2.94	0.988		
	수질관리[8]	37	3.14	1.005		
	계	411	3.22	1.114		

직무	종목	응답 수	평균	표준편차	F	Scheffe
시험	건축구조[1]	58	2.16	0.837	14.970***	6, 7 > 3 4 > 8 5 > 1 2 > 6, 7
	지질 및 지반[2]	45	3.43	1.139		
	조경[3]	39	1.82	0.873		
	건설기계[4]	70	2.80	0.805		
	발송배전[5]	62	2.89	0.879		
	전기안전[6]	37	2.73	1.111		
	정보관리[7]	63	2.58	0.895		
	수질관리[8]	37	2.06	0.606		
	계	411	2.59	1.000		
시공	건축구조[1]	58	2.45	1.004	10.085***	5,6,4 > 1,8,7
	지질 및 지반[2]	45	2.85	1.147		
	조경[3]	39	2.77	1.273		
	건설기계[4]	70	3.31	1.092		
	발송배전[5]	62	3.36	1.100		
	전기안전[6]	37	3.35	1.079		
	정보관리[7]	63	2.27	0.942		
	수질관리[8]	37	2.36	0.857		
	계	411	2.85	1.144		
감리	건축구조[1]	58	3.49	1.094	6.921***	6,5 > 3,2,8
	지질 및 지반[2]	45	2.86	1.260		
	조경[3]	39	2.95	1.161		
	건설기계[4]	70	3.29	1.221		
	발송배전[5]	62	3.88	1.203		
	전기안전[6]	37	4.04	1.399		
	정보관리[7]	63	3.39	1.244		
	수질관리[8]	37	2.66	1.089		
	계	411	3.35	1.269		
진단	건축구조[1]	58	3.97	1.125	23.012***	1,6,4,8,5,2,7>3
	지질 및 지반[2]	45	3.41	1.146		
	조경[3]	39	2.50	1.089		
	건설기계[4]	70	3.67	0.989		
	발송배전[5]	62	3.52	1.083		
	전기안전[6]	37	3.76	1.253		
	정보관리[7]	63	3.41	1.271		
	수질관리[8]	37	3.52	1.285		
	계	411	3.51	1.197		
시험운전	건축구조[1]	58	1.52	0.687	23.012***	7 > 1 8 > 3 5, 6 > 2 4 > 8
	지질 및 지반[2]	45	1.94	0.913		
	조경[3]	39	1.65	0.763		
	건설기계[4]	70	3.07	0.904		
	발송배전[5]	62	2.87	0.961		
	전기안전[6]	37	2.76	1.105		
	정보관리[7]	63	2.26	0.888		
	수질관리[8]	37	2.34	0.838		
	계	411	2.34	1.039		
사업관리	건축구조[1]	58	1.94	0.840	17.784***	5,4,8,3,6,2>1 7>8,3,6,2
	지질 및 지반[2]	45	2.83	1.030		
	조경[3]	39	2.91	1.338		
	건설기계[4]	70	3.22	0.834		
	발송배전[5]	62	3.24	1.058		
	전기안전[6]	37	2.90	1.091		
	정보관리[7]	63	4.02	1.231		
	수질관리[8]	37	3.02	1.111		
	계	411	3.05	1.202		

직무	종목	응답 수	평균	표준편차	F	Scheffe
기술판단	건축구조[1]	58	4.60	1.302	3.360**	1 > 3
	지질 및 지반[2]	45	4.09	1.130		
	조경[3]	39	3.63	1.231		
	건설기계[4]	70	4.07	0.973		
	발송배전[5]	62	4.32	1.049		
	전기안전[6]	37	3.74	1.260		
	정보관리[7]	63	3.94	1.317		
	수질관리[8]	37	3.98	1.235		
	계	411	4.08	1.205		

주) *p < .05, **p < .01, ***p < .001

사후검정을 통해 통계적으로 유의미한 수행수준 차이를 상대적으로 확인한 결과 첫째, 계획 직무에서는 종목 중 수질관리(3.93)가 전기안전(2.96)보다, 조경(4.07) 건축구조(4.03), 정보관리(4.01)가 건설기계(3.14)보다 수행수준이 높게 나타났다.

둘째, 설계 직무에서는 발송배전(4.18), 조경(4.16), 수질관리(4.06), 정보관리(3.90), 지질및지반(3.88)이 전기안전(2.26)보다, 건축구조(4.87)가 정보관리(3.90), 지질및지반(3.88), 건설기계(3.52)보다 수행수준이 높게 나타났다.

셋째, 분석 직무에서는 정보관리(3.91)가 전기안전(3.06)보다, 지질및지반(4.13)이 건설기계(3.24), 수질관리(3.19)보다 수행수준이 높게 나타났다.

넷째, 조사 직무에서는 지질 및 지반(4.48)이 나머지 7가지 종목보다 수행수준이 높게 나타났다.

다섯째, 시험 직무에서는 전기안전(2.73), 정보관리(2.58)가 조경(1.82)보다, 건설기계(2.80)가 수질관리(2.06)보다, 발송배전(2.89)이 건축구조(2.45)보다, 지질및지반(2.85)이 전기안전(2.73), 정보관리(2.58)보다 수행수준이 높게 나타났다.

여섯째, 시공 직무에서는 발송배전(3.36), 전기안전(3.35), 건설기계(3.31)가 건축구조(2.45), 수질관리(2.36), 정보관리(2.27)보다 수행수준이 높게 나타났다.

일곱째, 감리 직무에서는 전기안전(4.04), 발송배전(3.88)이 조경(2.95), 지질및지반(2.86), 수질관리(2.66)보다 수행수준이 높게 나타났다.

여덟째, 진단 직무에서는 조경(2.50)이 나머지 7가지 종목보다 수행수준이 낮게 나타났다.

아홉째, 시험운전 직무에서는 정보관리(2.26)가 건축구조(1.52)보다, 수질관리

(2.34)가 조경(1.65)보다, 발송배전(2.87), 전기안전(2.76)이 지질및지반(1.94)보다, 건설기계(3.07)가 수질관리(2.34)보다 수행수준이 높게 나타났다.

열째, 사업관리 직무에서는 건축구조(1.94)가 정보관리를 제외한 6개 종목보다 수행수준이 낮게 나타났으며, 정보관리(4.02)가 수질관리(3.02), 조경(2.91), 전기안전(2.90), 지질및지반(2.83)보다 수행수준이 높게 나타났다.

열한째, 기술판단 직무에서는 건축구조(4.60)가 조경(3.63)보다 수행수준이 높게 나타났다.

나. 응시자격 요건에 따른 차이 분석

응시자격 요건별 공학기초능력, 실무능력, 직무수행 수준의 차이를 분석한 결과는 <표 Ⅳ-15>와 같다. 제시된 4가지 응시자격 요건 외에는 응답수가 적어 정규성을 만족하지 못하여 차이분석에서 제외하였다.

첫째, 기술사의 공학기초능력 수준은 응시자격 요건 중 '실무 9년 이상'(3.99), '기사자격 + 실무 4년 이상'(3.84), '산업기사 자격 + 실무 5년 이상'(3.74), '관련학과 졸업 + 실무 6년 이상'(3.72)순으로 나타났으나 F검정 결과 이 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다.

둘째, 기술사의 실무능력 수준은 응시자격 요건 중 '실무 9년 이상'(4.14), '기사자격 + 실무 4년 이상'(3.83), '관련학과 졸업 + 실무 6년 이상'(3.81), '산업기사 자격 + 실무 5년 이상'(3.72) 순으로 나타났으나 F검정 결과 이 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다.

셋째, 기술사의 직무수행 수준은 응시자격 요건 중 '실무 9년 이상'(3.46), '기사자격 + 실무 4년 이상'(3.40), '관련학과 졸업 + 실무 6년 이상'(3.32), '산업기사 자격 + 실무 5년 이상'(3.07) 순으로 나타났으나 F검정 결과 이 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났다.

<표 Ⅳ-15> 응시자격 요건에 따른 차이 분석

구 분		응답수	평균	표준편차	F
공학기초능력	기사자격 + 실무 4년 이상[1]	277	3.84	0.692	1.033
	산업기사 자격 + 실무 5년 이상[2]	21	3.74	0.662	
	관련학과 졸업 + 실무 6년 이상[4]	65	3.72	0.791	
	실무 9년 이상[10]	25	3.99	0.889	
	계	388	3.83	0.722	
실무능력	기사자격 + 실무 4년 이상[1]	277	3.83	0.737	1.562
	산업기사 자격 + 실무 5년 이상[2]	21	3.72	0.639	
	관련학과 졸업 + 실무 6년 이상[4]	65	3.81	0.787	
	실무 9년 이상[10]	25	4.14	0.900	
	계	388	3.84	0.753	
직무수행	기사자격 + 실무 4년 이상[1]	277	3.40	0.795	1.277
	산업기사 자격 + 실무 5년 이상[2]	21	3.07	0.839	
	관련학과 졸업 + 실무 6년 이상[4]	65	3.32	0.826	
	실무 9년 이상[10]	25	3.46	0.891	
	계	388	3.37	0.810	

다. 실무경력에 따른 차이 분석

실무경력에 따른 공학기초능력, 실무능력, 직무수행 수준의 차이를 분석한 결과는 <표 Ⅳ-16>과 같다. '40년 이상' 의 집단은 응답수가 적어 정규성을 만족하지 못하여 차이분석에서 제외하였다.

<표 Ⅳ-16> 실무경력에 따른 차이 분석

구 분		응답수	평균	표준편차	F
공학기초능력	10년 미만	171	3.84	0.696	.452
	10년 이상 ~ 20년 미만	120	3.81	0.745	
	20년 이상 ~ 30년 미만	93	3.78	0.722	
	30년 이상 ~ 40년 미만	23	3.90	0.797	
	계	411	3.83	0.721	
실무능력	10년 미만	171	3.84	0.773	.438
	10년 이상 ~ 20년 미만	120	3.85	0.705	
	20년 이상 ~ 30년 미만	93	3.78	0.738	
	30년 이상 ~ 40년 미만	23	3.90	0.868	
	계	411	3.84	0.751	

구 분		응답수	평균	표준편차	F
직무수행	10년 미만	171	3.22	0.841	4.556**
	10년 이상 ~ 20년 미만	120	3.40	0.796	
	20년 이상 ~ 30년 미만	93	3.49	0.738	
	30년 이상 ~ 40년 미만	23	3.73	0.713	
	계	411	3.37	0.810	

주) **p < .01

첫째, 공학기초능력 수준은 '30년 이상 ~ 40년 미만'(3.90), '10년 미만'(3.84), '10년 이상 ~ 20년 미만'(3.81), '20년 이상 ~ 30년 미만'(3.78) 순으로 높게 나타났으나 F검정 결과, 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

둘째, 실무능력 수준은 '30년 이상 ~ 40년 미만'(3.90), '10년 이상 ~ 20년 미만'(3.85), '10년 미만'(3.84) '20년 이상 ~ 30년 미만'(3.78) 순으로 높게 나타났으나 F검정 결과, 이러한 차이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다.

셋째, 직무수행 수준은 '30년 이상 ~ 40년 미만'(3.73), '20년 이상 ~ 30년 미만'(3.49), '10년 이상 ~ 20년 미만'(3.40), '10년 미만'(3.22) 순으로 높게 나타났으며 F검정 결과, 이러한 차이는 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 이에 따라 직무수행이 종속변인인 경우 통제변인으로 설정하였다.

3. 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행의 관계 분석

가. 변인간의 상관관계 및 다중공선성 진단

기술사의 공학기초능력과 실무능력 및 직무수행 수준의 상관관계는 <표 Ⅳ-17>과 같다.

<표 Ⅳ-17> 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준의 상관관계

구 분	공학기초능력	실무능력	직무수행
공학기초능력	1		
실무능력	.831**	1	
직무수행	.567**	.579**	1

n=411
주) **p < .01

공학기초능력과 실무능력의 상관계수는 .831(p<.01)으로 높은 상관을 보였으며, 직무수행은 공학기초능력 및 실무능력과 각각 .567(p<.01), .579(p<.01)으로 피어슨 상관계수에 대한 상관정도 판단 기준에 따라 높은 수준의 상관을 보였다.

기술사의 직무수행과 공학기초능력 및 실무능력의 관계를 검증하기 전 연구모형의 안정성을 확보하기 위하여 다중공선성을 진단하였다. 이를 위해 Kline(2011)가 제시한 공차한계(Tolerance)(>.10), 변량팽창계수(VIF)(<10)를 기준으로 활용하여 진단하였다(<표 Ⅳ-18> 참조).

<표 Ⅳ-18> 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 관계의 타당성 확보

구 분	공차한계(Tolerance)	변량팽창계수(VIF)
공학기초능력, 실무능력	.310	3.230

다중공선성을 확인한 결과 공학기초능력과 실무능력의 공차는 .310(>.10), VIF는 3.230(<10)로 다중공선성에 문제가 없는 것으로 나타났다. 이에 따라 회귀분석 및 매개효과 분석을 실시하였다.

나. 공학기초능력의 직접효과

기술사의 실무능력에 대한 공학기초능력의 직접효과 분석결과는 <표 Ⅳ-19>와 같다.

<표 Ⅳ-19> 기술사의 실무능력과 공학기초능력간의 회귀분석 결과

구 분	실무능력	
	β	t
공학기초능력	.864	30.052***
F	903.146***	
R^2	.690	
R^2_{adj}	.690	

주) *p < .05, **p < .01, ***p < .001

회귀모형의 F값은 903.146(p<.001)으로 통계적으로 유의한 모형으로 나타났으며, 공학기초능력의 설명력은 69.0%(β=.864, p<.001)로 나타나 공학기초능력은 실무능력에 정적인 영향을 미친다고 볼 수 있다. 즉, 공학기초능력 한단위가 증가하면 실무능력은 .864만큼 증가한다고 볼 수 있다. 기술사의 직무수행에 대한 공학기초능력의 직접효과 분석결과는 <표 Ⅳ-20>과 같으며, 경력을 통제변인으로 투입하였다.

<표 Ⅳ-20> 기술사의 직무수행과 공학기초능력간의 회귀분석 결과

구 분		직무수행			
모 형		모형 1		모형 2	
		β	t	β	t
통제변인	경력	.152	3.586***	.160	4.612***
독립변인	공학기초능력	-		.640	14.279***
F		12.857***		111.588***	
$R^2(R^2_{adj})$		.031(.028)		.356(.353)	
ΔR^2		-		.325	

주) *p < .05, **p < .01, ***p < .001

회귀모형의 F값은 111.588(p<.001)로 통계적으로 유의한 모형으로 나타났고 모형2에서 설명력이 .325 증가하였으며, 공학기초능력의 설명력은 35.6%(β=.640, p<.001)로 나타나 공학기초능력은 직무수행에 정적인 영향을 미친다고 볼 수 있다. 즉, 공학기초능력이 한단위 증가하면 직무수행은 .640만큼 증가한다고 볼 수 있다.

다. 실무능력의 직접효과

기술사의 직무수행에 대한 실무능력의 직접효과 분석결과는 <표 Ⅳ-21>과 같으며, 경력을 통제변인으로 투입하였다.

<표 Ⅳ-21> 기술사의 직무수행과 실무능력간의 회귀분석 결과

구 분		직무수행			
모 형		모형 1		모형 2	
		β	t	β	t
통제변인	경력	.152	3.586***	.159	4.628***
독립변인	실무능력	-		.628	14.716***
F		12.857***		118.134***	
$R^2(R^2_{adj})$		.031(.028)		.369(.366)	
$\triangle R^2$		-		.338	

주) *p < .05, **p < .01, ***p < .001

회귀모형의 F값은 118.134(p<.001)로 통계적으로 유의한 모형으로 나타났고 모형2에서 설명력이 .338 증가하였으며, 실무능력의 설명력은 36.9%(β=.628, p<.001)로 나타나 실무능력은 직무수행에 정적인 영향을 미친다고 볼 수 있다. 즉, 실무능력이 한 단위 증가하면 직무수행은 .628만큼 증가한다고 볼 수 있다.

라. 실무능력의 매개효과

기술사의 공학기초능력이 실무능력을 매개로 직무수행에 미치는 영향을 확인하기 위한 분석결과는 <표 Ⅳ-22>와 같으며, 경력을 통제변인으로 투입하였다.

<표 Ⅳ-22> 기술사의 직무수행과 공학기초능력의 관계에서 실무능력의 매개효과 분석 결과

모 형		모형1(실무능력)				모형2(직무수행)			
		coeff	S.E.	LLCL	ULCL	coeff	S.E.	LLCL	ULCL
통제변인	경력	.001	.021	-.040	.043	.164***	.032	.101	.227
독립변인	공학기초능력	.867***	.029	.811	.924	.317***	.078	.164	.470
	실무능력	-				.372***	.075	.226	.519
F		459.510***				90.642***			
R		.832				.633			
R^2		.693				.401			

주) *p < .05, **p < .01, ***p < .001

실무능력을 종속변인으로 한 모형1의 F값은 459.510(p<.001)으로 통계적으로 유의한 모형으로 나타났으며 직무수행을 종속변인으로 한 모형2 역시 F값이 90.642(p<.001)로 통계적으로 유의한 모형으로 나타났다. 모형2의 각 변인별로 살펴보면, 공학기초능력의 효과계수는 .317(p<.001)이고, 간접효과 계수는 .372(p<.001)이며 부트스트랩 구간이 0을 포함하지 않아 이 값이 유의한 것으로 나타났다.

또한, 공학기초능력이 실무능력을 매개로 직무수행에 대한 간접효과는 .323이며 부트스트랩 구간이 0을 포함하지 않아 유의한 것으로 나타났다. 따라서, 공학기초능력은 실무능력을 매개로 직무수행에 간접효과를 가지며 부분매개효과를 갖는다고 볼 수 있다. 즉, 공학기초능력이 한단위 증가할 때, 실무능력을 경유하여 직무수행에 미치는 영향이 .323만큼 차이난다는 것을 의미한다. 공학기초능력과 실무능력 및 직무수행 간의 효과를 요약하면 <표 Ⅳ-23>과 같다.

<표 Ⅳ-23> 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 간의 효과 분석 결과

경로	직접효과(β)	간접효과(β)	총효과(β)
공학기초능력→실무능력	.846***	-	.846***
공학기초능력→직무수행	.640***	-	.640***
실무능력→직무수행	.628***	-	.628***
공학기초능력→(실무능력)→직무수행	.317***	.323***	.640***

주) ***p < .001

즉, 공학기초능력과 직무수행의 관계에서 실무능력의 매개효과를 포함하여, 공학기초능력이 한단위 증가하면 직무수행은 .640만큼 증가하는 것을 의미한다.

4. 연구 결과에 대한 논의

가. 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준에 대한 논의

기술사 검정에서 공학교육인증기준의 학습성과를 직접적으로 평가하고 있지는 않으나, 공학기초능력 수준 값의 평균이 3.83이고, 약 90.02%의 기술사들이 3.00(적정수준) 이상으로 응답하고, 모든 문항(18개) 각각의 점수도 3.00 이상이라는 것을 토대로 현행 출제기준에 대하여 지적되고 있는 개선의 필요성에도, WA에 따라 국제적으로 통용되고 있는 공학교육인증 기준이 어느 정도 검정에 반영되고 있는 것으로 유추할 수 있다. 다만, 기술사에게 공통적으로 요구되는 능력이라는 관점에서 약 9.98%의 기술사들이 적정수준보다 낮은 공학기초능력 수준을 보유하고 있다는 점은 두 가지를 시사할 수 있는데, 먼저 검정에서 직접적으로 공학기초능력을 검정하지 않기 때문에 발생할 수 있는 엄정성의 부족함과 두 번째로, 외국에 비해 굉장히 다양한 전문분야의 종목을 포괄하고 있다는 점에서 요구되는 공학기초능력의 차이가 있음을 의미할 수도 있다.

기술사의 실무능력 수준은 국제기술사에게 요구되는 Professional Competency를 기준으로 3.83으로서 산업현장에서 요구되는 수준만큼을 가지고 있는 적정 수준

(3.00)보다는 높은 수준으로 드러났으며, 응답자 중 9.00%만이 본인의 실무능력 수준이 적정 수준보다 낮은 것으로 응답하였으므로 현행 출제기준이 역량중심으로 개선되어야할 필요성에도 국제적인 기준이 어느정도 반영되고 있음을 시사한다. 또한, 문항 중에서 상대적으로 '실무 수행에 핵심적인 적용원리에 대한 보편적인 고급 지식을 이해 및 적용'의 두 가지 능력의 평균값이 상대적으로 높은 것을 토대로 국가기술자격 시행령의 검정의 기준에 포함된 '해당 국가기술자격의 종목에 관한 고도의 전문지식'이 상대적으로 엄정하게 반영되고 있는 것으로 유추할 수 있다.

종목별 직무 중요도에 따르면 해당 직무를 기본직무로 볼 수 있는지에 대한 기준에 따르면, 이에 미치지 못하는 특정 종목의 특정 직무가 존재하였으나, 8개 종목을 통틀어 살펴보면 16개 직무 모두 기술사의 기본직무 이상의 값으로 나타났다. 종목의 특성에 따라 직무별 중요도에는 차이가 있으나 16가지 모두를 기술사의 기본 직무로 보는데는 무리가 없음을 시사한다. 또한, 가중치를 반영하지 않은 직무수행 수준과 직무 중요도의 상관은 높은 수준으로 나타났는데, 응답자들이 중요하다고 생각하는 직무일수록 수행 수준을 더 높게 응답했다는 것을 의미한다.

기술사의 직무수행 수준은 기술사법의 16가지 직무에 대하여 종목별로 응답한 중요도를 고려한 것으로 전체 수행 수준은 3.37로 현장에서 기술사들은 요구받은 수준만큼을 수행하는 적정수준보다는 다소 높다. 다만, 중요도를 반영하는 방식을 살펴보면, 종사하고 있는 소속기관, 직급, 직위 등에 따라 요구되는 직무에 차이가 있기 때문에 가중치의 정확성에는 의문이 있을 수 있으나 그럼에도 종목이 특정 전문분야를 내포하고 있기 때문에 종목에 따른 가중치 부여방식은 상대적으로 정확할 수 있을 것으로 판단된다. 인원비율을 살펴보면 응답자 중 30.90%가 3.00보다 낮은 수준 수행수준을 보이고 있는데, 산업현장에서 16가지 직무를 요구받지 않는 기술사들을 예를 들어, 수행수준은 다소 실제 수행수준과 차이가 있을 수 있음에 주목해야 한다.

나. 일반적 특성에 따른 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준 차이에 대한 논의

기술사 자격 종목, 응시자격 요건, 경력에 따른 공학기초능력, 실무능력 및 직무수

행 수준의 차이 분석에 따르면, 우선 세 가지 일반적 특성에 따라 공학기초능력은 차이가 없었는데, 공학기초능력의 개념에 터하면 기술사에게 공통적으로 요구되는 능력으로서 종목, 응시자격 요건, 경력에 따라 차이가 없는 결과로서 이 연구에서 활용한 공학기초능력 측정도구인 공학교육인증기준의 학습성과가 기술사에게 공통적으로 요구되는 능력을 내포하고 있음을 시사할 수 있다.

또한, 응시자격 요건에 따라 세 변인 모두 차이가 없는 것을 토대로 다른 나라와 비교했을 때 상대적으로 다양한 자격이나 학력 등에 열려있는 현행 응시자격 요건에 큰 문제가 없음을 시사한다. 실무경력에 따라서는 직무수행에 차이가 있었으며, 실무경력 기간이 오래된 집단이 적은 집단보다 직무수행 수준이 높게 나타났다는 점은 가설을 지지하는 결과로 볼 수 있다.

종목에 따라 16가지 직무 중 11개에서는 직무별 수행수준에 차이가 있었는데, 기술사의 16가지 직무 각각에 대한 직무수행의 종목별 차이 분석결과에 따르면 10개의 직무에 대한 수행수준 유의한 차이를 보였다. 특히 주무부처의 기술사 활용 관련 법령에 따라, 감리 직무의 경우 ‘「전력기술관리법」에 의한 전력설계업 및 감리업 등록을 위한 기술인력’인 발송배전 및 전기안전 기술사가 그 외의 ‘ 건설기술관리법」에 의한 감리전문회사 등록을 위한 감리원 자격’을 부여받는 건설기계, 조경, 수질관리, 건축구조 기술사보다 수행수준이 높았고, 특히 사후검정 결과 비면허적 성격을 갖는 수질관리기술사보다 높은 것을 보아 관련 활용법과 감리 직무의 수행수준은 관련이 있음을 유추할 수 있다.

다. 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행의 관계에 대한 논의

기술사의 공학기초능력, 실무능력, 직무수행의 상관관계 분석결과 공학기초능력과 실무능력은 매우 높은 정적 상관(r=.831, p<. 01)을 보였으며, 공학기초능력과 직무수행(r=.567, p<. 01) 그리고 실무능력과 직무수행(r=.579, p<. 01)은 각각 높은 정적 상관을 보였다. 특히 공학기초능력과 실무능력의 상관이 큰 이유는 공학기초능력과 실무능력의 측정도구가 실제로 반영되어야하는 수준의 차이를 반영하지 못했기 때문으로 볼 수 있다.

변인간의 관계를 확인하기 위하여 회귀분석을 한 결과 공학기초능력은 실무능력에 직접적으로 영향(β=.846, p<.001)을 미치며, 실무능력 보유에 있어서 공학기초능력은 매우 중요한 역할을 하는 것으로 유추할 수 있다. 또한 공학기초능력(β=.640, p<.001)과 실무능력(β=.628, p<.001) 모두 직무수행에 직접적으로 정적 영향을 미치는 것으로 나타났는데 영향의 차이가 크지 않은 것은 실무능력이 조정윤 외(2009)의 공통직무능력표준(안)을 개발하며 한계점으로 제시한 것과 같이 84개 종목 각각의 실무에서 필요한 능력을 종목별로 구분하지 않고 공통적으로 포괄하여 조사도구를 개발하여 활용한 한계로 볼 수도 있으며, 두 가지 능력이 실제로 영역보다는 그 수준에 차이가 있기 때문인 이유로도 볼 수 있을 것이다.

공학기초능력, 실무능력 및 직무수행의 관계에 대한 회귀분석 및 매개효과 분석결과에 따르면 공학기초능력은 직무수행에 직접적으로 영향(β=.317, p<.001)을 미치며, 실무능력을 매개로 직무수행에 간접적으로 영향(β=.323, p<.001)을 미치는 것으로 나타났다. 기술사의 직무수행 수준을 높이기 위해서는 실무능력을 높이는 것도 효과가 있으나 그에 앞서 공학기초능력을 보유하는 것이 상대적으로 그 효과가 큰 것으로 볼 수 있을 것이다.

V. 요약, 결론 및 제언

1. 요약

이 연구의 목적은 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행의 관계를 구명하는데 있었다. 연구 목적을 달성하기 위하여 세 가지 세부 연구목표를 설정하였다. 첫째, 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준을 구명한다. 둘째, 기술사의 일반적 특성에 따른 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 수준의 차이를 구명한다. 셋째, 기술사의 공학기초능력, 실무능력 및 직무수행 간의 상관관계를 구명한다.

모집단은 모든 기술사로서 2021년 1월 기준 84개 종목의 약 53,318명이다. 표본크기는 420명으로 설정하였으며, 표집은 개인정보 문제로 인하여 종목을 중심으로 이루어졌다. 종목간의 차이를 확인하는 연구목표 상 종목별 최소 35명 이상의 자료를 수집하고자 하였으며, 모집단의 특성을 고려하여 소수 직무분야 및 종목을 제외하고, 중직무분야가 중복되지 않고 비면허적 성격의 종목이 최소 2개 이상 포함되도록 8개 종목을 무작위 추출하였다.

조사도구로는 설문지가 이용되었는데, 설문지는 기술사의 직무수행, 직무중요도, 공학기초능력 및 실무능력 측정도구와 일반적 특성에 대한 문항으로 구성되었다. 공학기초능력 측정도구는 공학교육인증제의 학습성과를 토대로 실무능력 측정도구는 IEA의 Professional Competency를 토대로 개발되었으며, 직무수행 및 직무중요도 측정도구는 기술사법에 명시된 16가지 직무를 토대로 개발되었다. 측정도구의 척도는 종목, 소속기관 및 직급 등의 특성에 따라 요구받는 공학기초능력, 실무능력, 직무수행 수준에 차이가 있다는 점을 고려하여 현장에서 해당 종목 기술사로서 요구받는 수준을 기준으로 높은지 낮은지를 응답하도록 하였으며, 개발된 초안에 대하여 관련 전문가 3인에게 내용 타당도를 검토받고, 기술사 3명에게 안면 타당도를 검토받았으며, 표본에 포함되지 않은 종목 기술사를 대상으로 예비조사를 실시하여 신뢰도와 타당도를 확보하였다.

자료수집은 4월 30일부터 6월 10일까지 한국기술사회의 협조를 받아 이메일 조사로 실시되었으며, 온라인 설문링크를 3회에 걸쳐 발송하였다. 총 3,582명의 기술사에

게 배부된 설문지 중 표본크기인 420부가 회수되어 자료수집을 종료하였으며, 회수된 설문지 중 첫 번째 문항인 '대표적으로 직무수행하는 종목'이 선정된 8개 종목에 해당하지 않은 9개의 설문을 제외하고 411부의 설문을 분석하였다.

자료 분석은 SPSS for Windows 프로그램으로 기술통계분석, 집단간 차이분석(ANOVA), 회귀분석 및 매개효과 분석을 실시하였다. 통계적 유의수준(p-value)은 0.05이었다.

주요 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 기술사의 평균 공학기초능력 수준은 약 3.83으로 약간 높은 수준이며, 응답자 중 9.98%는 다소 낮은 수준이었다. 기술사의 평균 실무능력 수준은 약 3.83으로 약간 높은 수준이며, 응답자 중 9.00%는 다소 낮은 수준이었다. 기술사의 평균 직무수행 수준은 약 3.37로 약간 높은 수준이며, 응답자 중 30.90%는 다소 낮은 수준이었다. 직무별로는 기술판단, 기술자문에 대한 수행 수준이 상대적으로 높고 연구, 시험, 시공, 시험운전에 대한 수행 수준이 다소 낮았다. 직무별 중요도는 모두 3.00 이상으로 16개 직무 모두 기본직무보다 중요한 수준이나, 건축구조, 지질및지반 및 조경 기술사의 시험운전 직무는 기본직무보다 중요하지 않은 수준이었다. 둘째, 공학기초능력 수준은 종목, 응시자격 요건, 실무경력에 따라 유의한 차이가 없었으며, 실무능력 수준은 종목에 따라 유의한 차이가 있었다. 직무수행 수준은 실무경력에 따라 유의한 차이가 있었으며 경력이 많을수록 수행 수준이 높았다. 또한 직무수행 수준은 종목에 따라 유의한 차이는 없었지만, 11가지 직무에 대한 종목별 수행수준에 유의한 차이가 있었다. 셋째, 기술사의 공학기초능력은 실무능력과 매우 높은 정적 상관($r=.831$, $p<.001$), 직무수행과 높은 정적 상관($r=.567$, $p<.001$)을 보였다. 또한 실무능력은 직무수행과 높은 정적 상관($r=.579$, $p<.001$)을 보였다. 또한 기술사의 공학기초능력, 실무능력, 직무수행 간의 관계에서 실무경력이 직무수행에 미치는 영향을 통제하고, 공학기초능력은 실무능력($\beta=.846$, $p<.001$)과 직무수행($\beta=.640$, $p<.001$)에 직접적인 영향을 미치며, 실무능력도 직무수행($\beta=.628$, $p<.001$)에 직접적인 영향을 미친다. 공학기초능력은 실무능력을 매개로 직무수행에 간접적인 영향($\beta=.323$, $p<.001$)을 미친다.

2. 결론

첫째, 국제적으로 기술사 자격 취득을 위해 요구되는 Graduate Attribute와 Professional Competency의 기준에서 봤을 때 현장에 있는 대다수의 기술사들은 적정 수준보다는 다소 높은 공학기초능력 및 실무능력 수준을 보유하고 있으나, 공학기초능력은 약 10%, 실무능력은 약 9%로의 일부 기술사들은 요구되는 수준에 비하여 다소 낮은 공학기초능력 수준을 보유하고 있다. 국제적으로 기술사에게 검정과정에서 공학교육인증제 이수를 기본적으로 요구하는 것과 비교했을 때, 일부 기술사들의 공학기초능력 부족은 우리나라에서 공학교육인증제와 연계되지 않고, 미국과 같은 공학기초능력을 검정하는 기본(FE)시험을 실시하고 있지 않은 차이로 볼 수 있다. 또한, 기술사법에 제시된 기술사 직무 16가지는 전체 기술사에게 기본 직무로서 포함되기에 적절하다. 전체 기술사의 직무수행 수준은 대체로 적정수준보다 높은 수준이지만, 약 30%의 일부 기술사들은 요구되는 것보다 낮은 수준의 수행수준을 보이는데, 이는 동일 종목 응답자들간의 소속기관, 직급, 직위 등의 차이에 의해서 인식하는 직무 중요도의 차이를 충분히 고려하지 못한 것으로 볼 수 있으며, 종목별 직무범위에 대한 틀을 마련할 필요가 있음을 시사한다.

둘째, 기술사의 공학기초능력 수준은 종목, 응시자격 요건, 실무경력에 따라 차이가 없으므로 공학교육인증기준의 학습성과를 검정과정에서 활용하는 것은 아니나 종목에 관계없이 공통적으로 기술사에게 요구되는 공학기초능력의 의미를 내포하고 있음을 의미한다. 또한, 응시자격 요건에 따라 공학기초능력, 실무능력, 직무수행 수준에 차이가 없으므로 응시자격 요건이 외국에 비해 다양하나 이에 대한 타당성을 간접적으로 입증할 수 있는 결과로 볼 수 있다. 또한, 16개 직무별 수행수준은 종목에 따라 유의한 차이가 존재하며 이 중 특히 직무중요도는 높으나 수행수준이 낮은 종목의 직무를 위한 검정체계를 강화할 필요가 있다.

셋째, 공학기초능력이 실무능력과 직무수행에 직접적으로 영향을 미치고, 실무능력이 직무수행에 영향을 미치며, 공학기초능력은 실무능력을 매개로 직무수행에 영향을 미치므로, 기술사의 공학기초능력에 대한 검정을 강화하면, 실무능력과 직무수행 수

준 모두 향상될 것이다.

이는 응시자격 요건으로 요구되는 자격 혹은 학력 + 실무경력의 형태는 공학기초능력을 확인한 후 실무경력을 쌓게 하는 외국과 비교하여 실무경력의 질을 담보할 수 없을 가능성을 내포한다. 따라서 장기적으로 기술사 검정체계는 정해진 수준의 공학기초능력 보유를 확인하고 이후의 실무경력을 요구할 필요가 있다.

3. 제언

첫째, 기술사의 직무수행 수준 향상을 위해서는 우선적으로 공학기초능력에 주목해야 한다. 기술사의 공학기초능력 향상은 실무능력과 직무수행과 직결되므로, 공학기초능력을 검정기준에서 강화하고, 외국에서 공대 졸업생 수준에 맞추어 운영되는 기본시험 도입 등을 검토할 필요가 있다. 이 때 기본시험의 출제기준이나 수준은 IEA의 Graduate Attribute나 한국공학교육인증원의 프로그램 학습성과를 고려할 필요가 있다.

둘째, 기술사의 전문성을 분명히 밝히기 위하여 노력할 필요가 있다. 이 연구에서는 기술사의 전문성을 Professional Competency를 중심으로 공학기초능력과 실무능력으로 구분하고자 하였으나, Graduate Attribute와 내용이나 영역이 다소 중복적이어서 명확히 구분되기 어렵다. 따라서, 기술사의 전문성을 위해 필요한 능력을 보다 더 엄밀하게 구분할 필요가 있다.

셋째, 기술사법의 16가지 직무에 대한 종목별 중요도 및 수행 수준의 차이를 반영하여 현행 출제기준 개선을 검토할 필요가 있다. 예를 들어 건축구조, 지질및지반 및 조경 기술사의 시험운전 직무에 관한 내용을 제외하거나, 특히 종목별로 특히 현장에서의 중요도가 높은 직무를 중심으로 검정하는 등의 방법을 통해서 현장과 자격이 연계될 수 있을 것이다.

넷째, 후속연구에서는 기술사의 직무수행을 측정함에 있어서 종목, 직급, 직위, 소속기관 등에 따라 차이가 있는 현장의 요구를 토대로 실제 기술사의 직무가 도출되고 이를 중심으로 보다 엄밀하게 측정이 이루어질 필요가 있다.

참고문헌

강경석, 김영만. (2006). 교사발달단계와 교사의 직무능력 및 직무만족 간의 관계 연구. **교육행정학연구, 24**(1), 119-142.

강순희, 김안국, 박성재, 김주섭, 김승택, 김덕호, 정주연, 박충렬. (2002). **자격제도의 비전과 발전 방안.** 한국노동연구원.

강승희. (2010). 공학전공 대학생의 전공학과 만족도와 진로결정 효능감 및 진로태도 성숙간의 관계, **수산해양교육연구 22**(2), 151-164.

강영순, 임화순. (2008). 상사의 정서지능과 직무수행간 부하 특성 및 정서노동의 조절효과. **상업교육 연구, 20**(7), 123-149.

과학기술부, 행정자치부, 농림부, 산업자원부, 정보통신부, 보건복지부 외. (2008). **제1차 기술사 제도발전 기본계획(2008~2010).** 동 기관.

관계부처합동. (2017). **제4차 기술사 제도발전 기본계획.** 동 기관.

관계부처합동. (2020). **제5차 기술사 제도발전 기본계획**. 과학기술정보통신부.

곽미선. (2016). **소프트웨어 개발자의 전문성 발달 수준과 교육훈련, 자격 및 직무경력의 관계.** 서울대학교 박사학위 논문.

곽미선, 나승일. (2016). 소프트웨어 개발자의 전문성 발달 수준과 교육훈련, 자격 및 직무경력의 관계. **직업능력개발연구, 22**(2), 1-32.

교육과학기술부. (2011). **제2차 기술사 제도발전 기본계획(안)(2011~2013)**. 동 기관.

국가기술자격법. (2021). **법률 제18189호,** 2021. 5. 18., 타법개정.

국가기술자격법 시행령. (2021). **법률 제18189호**, 2021. 5. 18., 타법개정.

국가기술자격법 시행규칙. (2020). **고용노동부령 제293호**, 2020. 9. 8., 일부개정.

권재기, 정미경. (2014). **공과대학생의 핵심역량 검사도구 개발 및 타당화. 한국교육방법학회,** 26(4), 678-716.

기술사법. (1963). **법률 제1547호,** 1963. 12. 16., 일부개정.

기술사법. (2020). **법률 제17674호**, 2020. 12. 22., 일부개정.

기술사법 활용법령[웹페이지]. (n.d.). https://www.kpea.or.kr/kpea/engineer/engineerPopup.do?gubun=1

김기용, 문세연, 석영미, 김국현, 지재헌. (2016). **기술사 종목 출제기준 개발방안 연구**. 한국산업인력공단.

김덕기. (2018). **국가기술자격제도의 현황과 개선방안**. 한국직업능력개발원.

김도영, 유태용. (2002). 성격의 5요인과 조직에서의 맥락수행간의 관계. **한국심리학회지: 산업 및 조직, 15**(2), 1-24.

김대영, 김기수, 김판욱, 노태천, 류창열, 최완식, 최유현, 구진희, 노희진, 이진우, 이창훈, 정수진, 강현무. (2006). 공학전문가가 인식하는 공학기초능력의 구성요소에 관한 연구. **공학교육연구, 9**(2), 34-51.

김미영, 나승일. (2015). 대기업 임원 비서의 직무수행과 성격 5요인, 상사-부하 교환관계(LMX) 및 임파워먼트의 관계. **대한경영학회, 28**(8), 2107-2128.

김선국. (2006). **공학교육인증과 기술사 양성과정의 연계 분석.** 한국공학교육인증원.

김선국. (2007). **제1차 기술사 자격발전 기본계획 수립에 관한 기획연구.** 과학기술부.

김선국, 김태희, 유정호. (2006). 기술사 국제경쟁력 강화를 위한 제도개선방안. **대한건축학회 논문집, 22**(5), 195-202.

김선국, 박홍근, 조정윤, 김덕기, 박재민. (2004). **기술사 인력수급 현황 및 전망 수립.** 국가과학기술자문회의.

김안국. (2002). 기업 교육훈련의 생산성 효과 분석. **경제학연구, 50**(3), 341-367.

김용민. (2013). 지역아동센터 종사자의 직무능력이 사례관리 사정에 미치는 영향. **보건사회연구, 33**(4), 341-371.

김용민. (2015). 지역아동센터 종사자의 전문적 능력이 직무만족에 미치는 영향: 조직몰입의 매개효과를 중심으로. **保健社會硏究, 35**(4), 278-308.

김인곤. (2015). **특성화고등학교 취업지도 담당교사의 취업지도능력과 학교환경변인, 교사효능감 및 직무몰입의 관계**. 서울대학교 박사학위 논문.

김정아, 오헌석. (2008). 전문성 구성요소의 발달에 관한 연구. **직업능력개발연구, 10**(3), 111-134.

김주영, 임세영. (2008). 자동차 신제품개발 관련 차량기술사의 전문적 업무역량 분석. **대한공업교육학회지, 33**(2), 192-217.

김진근, 김윤용, 여명석, 유정호, 조정윤, 최돈민. (2008). **국가기술자격제도와 엔지니어링산업 연계방안 수립연구**. 과학기술부.

김진모, 주대진. (2006). 농촌지도직공무원의 전문능력 개발 체계. **농업교육과 인적자원개발, 38**(1), 67-92.

김진모, 주대진, 이진화, 길대환, 주현미, 이정은. (2007). 일반 모델 덧씌우기 방식을 적용한 농촌지도공무원 역량모델 개발. **농업교육과 인적자원개발, 39**(2),115-138.

나승일. (2016). 능력중심사회를 위한 자격제도의 혁신과 국가역량체계(NQR) 구축 방향. The HRD Review, 19(15).

나승일, 강순희, 장현진. (2012). **국가기술자격 운영 실태 및 현황 분석.** 고용노동부

나승일, 조정윤, 강순희, 이영민. (2019). **기술사 평가제도 혁신방안 연구.** 한국산업인력공단.

나승일, 조정윤, 홍성조, 김충환, 강상희. (2020). **기술사 검정방식 개편에 따른 관리방안 연구.** 한국공학교육인증원.

노시평, 이민창, 오세윤, 박홍근, 김덕기, 조정윤, 김문겸. (2004). **우수 기술사 육성·활용방안**. 국가과학기술자문위원회의.

류근관. (2013). **통계학(제3판).** 법문사.

류현, 김정현, 이해균. (2016). 시각장애학교 교사의 보조공학 전문능력 분석. **특수교육재활과학연구, 55**(4), 81-106.

류현, 이해균, 이신영. (2017). 시각장애학생을 지도하는 한국과 미국 교사의 보조공학 전문능력 비교. 특**수교육재활과학연구, 56**(3), 83~102.

문영주, 권자영, 2015. 정신보건수련사회복지사의 전문적 능력과 직무동기가 직무수행에 미치는 영향. **한국사회복지행정학, 17**(3), 285-313.

미래창조과학부. (2014). **제3차 기술사 제도발전 기본계획(안)(2014~2016)**. 동 기관.

민동균, 어수봉, 강승찬. (2007). **국가기술자격제도와 공학교육인증제도 연계 방안 연구.** 노동부.

민상기, 나승일. (2008). 기업체 팀장이 인식한 교육훈련 효과성과 조직성과의 관계. **산업교육연구, 16**, 1-27.

박민수. (2008). **국가기술자격 출제기준 서술체계 분석 연구.** 한국산업인력공단.

박연희. (2018). 사회복지사의 전문적 능력이 직무만족과 서비스질에 미치는 영향. **인문사회21, 9**(6), 1353-1368.

박윤희. (2003). **대학 부설 평생교육원 프로그램 개발 담당자의 직무수행과 관련 변인**. 서울대학교 박사학위논문.

박현옥, 백은희. (2006). 통합교육 전문가에게 요구되는 전문능력: 교육과정 설계와 긍정적 행동지원 전문가를 중심으로. **시각장애연구, 22**(2), 17-17.

박혜정, 김미주, 김영미. (2009). 항공사 객실팀의 조직분위기, 팀승무원의 조직몰입,조직시민행동이 서비스수행에 미치는 영향 연구. **관광연구, 24**(5), 149-173.

배을규, 동미정, 이호진. (2011). 전문성 연구 문헌의 비판적 고찰. **HRD 연구, 13**(1), 1-26.

성희자, 좌문경. (2017). 아동복지시설종사자의 전문적 능력이 조직몰입을 통하여 직무수행에 미치는 영향. **한국사회복지교육, 38**, 47-76.

손영민. (2007). 교사의 전문능력 개발을 위한 포트폴리오. **한국교원교육연구, 24**(2), 175-198.

송광호, 김성곤, 홍성조, 강상희, 엄강옥, 이윤영. (2017). **공학교육인증과**

기술사제도 연계방안 연구. 한국공학교육인증원.

신경희. (2017). **사회복지사의 전문적 능력과 태도가 이직의도에 미치는 영향 : 직무만족과 조직몰입의 매개효과를 중심으로,** 세종대학교 박사학위논문.

어수봉, 김현수, 김동규, 조세형. (2017). **국가기술자격제도 발전방안 연구.** 고용노동부.

오헌석. (2004). **전문성 개발에 영향을 미치는 변인 및 개발 전략에 관한 연구.** 서울대학교 연구논문.

오헌석. (2006). 전문성 개발과정 및 핵심요인에 관한 연구. **직업능력개발연구, 9**(2), 193-216.

오헌석, 김정아(2007). 전문성 연구의 주요 쟁점과 전망. **기업교육연구, 9**(1), 143-168.

원상봉, 강석주. (2010). 기계분야 국가기술자격 기능에 따른 직무능력 직무적합성과의 관계에 관한 연구. **한국산학기술학회논문지, 11**(12), 4707-4714.

유영주, 안태숙, 박일규. (2020). 사회복지사의 전문적 능력이 행복감에 미치는 영향: 조직몰입 매개효과를 중심으로. **한국콘텐츠학회논문지, 20**(11), 258-267.

윤지예, 김진모. (2010). 대기업 근로자의 맥락수행과 성격, 자기효능감의 관계. **농업교육과 인적자원 개발. 42**(2), 225-241.

이동임, 김덕기, 서유정, 정지운. (2015). **국가직무능력표준(NCS)에 기반한 자격의 운영과 연계에 관한 연구.** 한국직업능력개발원.

이동훈, 정종승, 황윤원, 김홍석, 유희정, 주동범. (2010). 조직에서의 직무수행에 따른 성격 5요인 특성의 비교. **직업교육연구, 29**(4), 35-54.

이명훈. (2006). **기술과 교사의 직무수행과 관련 변인.** 서울대학교 박사학위 논문.

이명훈, 나승일, 박철우, 윤동열, 오춘식, 백하나. (2017). 현장경력 인정형 자격제도의 현장 도입 방안. **직업과 자격 연구, 6**(2), 53-78.

이무근, 이용환, 정철영, 배진한, 최애경, 이종성, 정태화, 나승일. (1997). **직업능력인증제 도입을 위한 정책 연구.** 교육부 정책연구과제 보고서.

이병기. (1997). 공학의 개념과 엔지니어의 자질. **1997년도 공학교육 학술대회 및 공학교육 방법론 연수회 논문집,** 14-15 .

이병기. (2004). 특집: 한국공학교육인증원의 추진 및 설립 1997~1999. **공학교육동향, 11**(3), 6-18

이경근. (2005). 부하의 과업수행, 맥락수행과 상사의 주관적 평가간의 관계와 인상관리행동의 조절효과. **인사·조직연구, 13**(1), 139-171.

이상훈, 오헌석. (2016). 전문성 발달에서 경험의 역할과 쟁점. **아시아교육연구, 17**(3), 461-489.

이우성. (2015). **특성화고등학교 졸업예정자의 취업능력과 개인특성, 가정특성 및 학교만족 변인과의 관계.** 서울대학교 박사학위 논문.

이인재. (1993). **사회복지실무자의 직무성과 결정요인**. 서울대학교 박사학위논문.

이정은. (2019). 공학역량에 대한 산업체의 요구분석. **공학교육연구, 22**(3), 3-10.

이택순, 박경훈, 김태성. (2007). 환경공학분야의 공학교육인증을 위한 지속적

개선방안에 관한 연구, **대한환경공학회지, 29**(9), 980-985.

이훈영. (2012). **연구조사방법론(2판).** 청람.

인하대학교[웹페이지]. (2021). https://www.inha.ac.kr/

임세영, 김주영. (2012). 차량기술사의 전문성 발달과정에 관한 질적 연구, **한국직업교육학회, 33**(2), 192-217.

자격기본법. (2021). **법률 제17954호,** 2021. 3. 23., 타법개정

장신재, 김희수, 2006, 사회복지전담공무원의 전문적 능력, 임파워먼트, 직무성과 영향구조, **한국사회복지행정학, 8**(3), 31-57.

전수진, 박경규. (2009). 사회 네트워크가 고용 및 승진가능성의 지각에 미치는 영향에 있어 정보 접근의 매개효과에 대한 연구. **경산논총, 27**(1), 1-27.

전주대학교[웹페이지]. (2021). https://www.jj.ac.kr/

정철영, 나승일, 서우석, 송병국, 이종성. (1998). **직업기초능력에 관한 국민공통 기본교육과정 분석**. 한국직업능력개발원.

정태범. (1998). **능력 중심 교사 교육.** 교육학대백과사전, 1007-1016. 서울대학교교육연구소

조선대학교[웹사이트]. (2021). https://www3.chosun.ac.kr/

조세형 외. (2016). **기술사 검정체계 개선 방안 연구.** 한국산업인력공단.

조정윤, 김덕기, 박종성, 배을규, 김기승, 이병욱. (2008). **기술사 공통직무능력표준 개발을 통한 계속교육방안 연구: 기술사의 국제적 능력요건과 자격검정제도 구축을 중심으로.** 한국기술사회.

조정윤, 김미숙, 김상호, 김승택, 김민규. (2013). **FTA 체결에 따른 자격의 국제통용성 확보 방안.** 한국직업능력개발원.

조정윤, 김현수, 김덕기, 박종성. (2009). 기술사 공통직무능력표준 개발 연구. **직업교육연구, 28**(1), 91-113.

주인중. (2008). **2008년도 국가직무능력표준 개발 및 자격체제 구축 재료분야 직무체계 개발.** 한국직업능력개발원.

주인중, 김상진, 박종성, 조정윤. (2010). 국**제수준에 맞춘 기술사 자격종목 정비(안)의 이행방안 수립 기획연구.** 한국직업능력개발원.

최인섭. (2000). **사회복지전문요원의 직무만족과 직무성과 결정요인에 관한 연구.** 경북대학교 박사학위논문.

최희선. (1999). **교원평가제도 개선에 관한 연구.** 한국교원단체총연합회.

한국공학교육인증원. (2018). **공학교육인증 실효성 사례집.** 동 기관

한국공학교육인증원. (2019). **한국공학교육인증원 연차보고서.** 동 기관

한국공학교육인증원[웹페이지]. (2021). http://www.abeek.or.kr

한국기술사회. (2016). **한국기술사회 50년사(1965-2015).** 동 기관.

한국기술사회. (2019). **2018 기술사 실태조사 보고서.** 한국기술사회 내부자료.

한국기술사회. (2021). **기술사종합정보시스템.** https://wwwkpeaorkr/kpis/itn/itnInfo1do.

한국산업인력공단. (2020). **2019 국가기술자격 통계연보.** 동 기관.

한국산업인력공단. (2021). **2020 국가기술자격 통계연보**. 동 기관.

한상근. (2018). **제4차 산업혁명과 엔지니어 직업의 세계.** http://webzine.ncyok.or.kr/bbs/board.php?bo_table=b1&wr_id=9

한상만, 이희수. (2014). 경험학습을 통한 명의의 전문성 발달과정. **평생교육학연구, 20**(1), 93-127.

함승연. (2009). 공대 졸업생들의 공학기초능력 수준과 교육 요구 분석. **대한공업교육학회지, 34**(1), 196-209.

허돈. (2009). 공학교육인증의 학습성과 평가체계의 사례 연구. **한국공학교육학회, 12**(1), 57-63.

허혜연. (2020). **공학적 소양 함양을 위한 비형식 공학교육 모형 개발.** 충남대학교 박사학위논문.

허혜연, 김기수. (2020). 공학적 소양 함양을 위한 비형식 공학교육 프로그램 개발 및 적용: 국립과학관을 중심으로. **대한공업교육학회, 45**(2), 131-158.

홍성조, 최성연, 김성곤, 최세휴, 엄강옥, 송광호, 이건영, 강현구, 최윤희. (2018). **공학교육인증과 연계한 기술사 시험검정 표준모델 연구.** 한국공학교육인증원.

홍아정. (2010). 학습을 통한 자아의 재구성 성인학습자의 고등교육 경험 이해. **Andragogy Today, 12**(4), 185-218.

황상모, 심순보, 조정윤. (2002). **기술사 종합 교육체제 구축 및 운영방안 연구.** 과학기술부.

황상모, 심순보, 조정윤, 김상구, 장흥진. (2001). **국가간 기술사 상호인증제도에 대비한 아국 기술사 제도 선진화 방안 연구.** 과학기술부.

Accreditation Board for Engineering and Technology[Website]. (n.d.). https://www.abet.org/

Aubrey, C. D. & Daniels, J. E. (2004). *Performance Management. Atlanta*. GA: Aubrey Daniels International.

Barrick, M. R., Mount, M. K. & Judge, T. A. (2001). Personality and Performance at the Beginning of the New Millennium: What Do We Know and Where Do We Go Next?. *International Journal of Selecting and Assessment, 9*, 9-30.

Benner, P. (1982). From novice to expert. *American Journal of Nursing, 82*(3), 402-407.

Bonner, N.(2007). Understanding the role of knowledge in the practice of expert nephrology nurses in Australia. *Nursing and Health Sciences, 9*. 161-167.

Borman, W. C., & Motowidlo, S. J. (1993), *Expanding the criterion domain to include elements of conceptual performance*. In Schmitt, N. & Borman(Eds.),

Borman, W. C. & Motowidlo, S. J. (1997). Task Performance and Contextual Performance: The Meaning for Personnel Selection Research. *Human Performance, 10*(2). 99-109.

Brooke, P. D., Russell, W., & Price, J. L. (1988). Discriminant validation of measure of job satisfaction, job involvement and organizational

commitment. *J of Appl Psychol, 73*(2), 47-55.

Bureau of Labor Statistics, U.S. Department of Labor (2006). "*Engineers*". *Occupational Outlook Handbook*, 2006-07 Edition.

Carr, D. (1993). Questions of Competence. *British Journal of Educational Studies, 41*(3), 253-272.

Campbell, J. P. (1999). "*The Definition and Measurement of Performance in the New Age*",. *in D. R. Ilgen, E. D. Pulakos (Eds), The Changing Nature of Performance*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Chalykoff, J., & Kochan, T. A. (1989). Computer-aided monitoring: Its influence on employee job satisfaction and turnover. *Personnel Psychology, 42*, 807-834.

Chan, C. K. Y., Zhao, Y. & Luk, L. Y. Y. (2017). A validated and reliable instrument investigating engineering students' perceptions of competency in generic skills. *Journal of Engineering Education, 106*(2), 299-325.

Chan, D. & Schmitt, N. (2002). S*ituational Judgment and Job Performance. Human performance, 15*(3), 234-254.

Chi, M. T. H. & Koeske, R. D. (1983). Network representation of a child's dinosaur knowledge. *Development Psychology, 19,* 23-39.

Chi, M. T. H., Glaser, R., & Farr, M. (Ed.).(1988). *The nature of expertise. Hillsdale*, NJ: Erlbaum.

Clara Viegas, Sciprofile link Arcelina Marques, Sciprofile link Gustavo Alves and Sciprofile link Francisco Jos Garca-Pealvo (Eds.). (2019). *Engineering Education and Technological/Professional Learning*. Education Sciences.

Cravens, D. W., Ingram, T. N., LaForge, R. W., & Young, C. E. (1993). Behavior-based and outcome-based salesforce control systems. *Journal of Marketing, 57*(4), 47-59.

Dreyfus, H. L., & Dreyfus, S.E. (1977). *Uses and abuses of multiattribute and multi-aspect model of decision making.* Unpublished manuscript, University of California, Berkeley.

Dreyfus, S. E., & Dreyfus, H. L. (1980). *A five-stage model of the mental activities involved in directed skill acquisition.* Unpublished report, University of California, Berkeley.

Dreyfus, H. L., & Dreyfus, S. E. (1986). *Mind over machine: The power of human intuition and expertise in the era of the computer*. New York: Free Press.

EbrahimiNejad, H. (2017). *A systematized literature review: Defining and developing Engineering Competencies*. 2017 ASEE Annual Conference & Exposition, columbus, Ohio.

Engineering Council. (2016). UK-SPEC: UK STANDARD FOR PROFESSIONAL ENGINEERING COMPETENCE(3th ed).

Engineers Australia. (2013). *Australian Engineering Stage 1 Competency*

Standards for Professional Engineers. https://www.engineersaustralia.org.au/sites/default/files/content-files/2016-12/doc21_p05pe_ea_stage_1_competency_standards_for_pe.pdf

Engineers Australia. (n.d.). *Stage 1 Competency Assessment Booklet Guide to Eligibility for Membership.* May 2020. https://www.engineersaustralia.org.au/

Engineers Australia. (n.d.). *STAGE 1 COMPETENCY STANDARD FOR PROFESSIONAL ENGINEER.* https://www.engineersaustralia.org.au/

Engineers Australia. *The Measure of Excellence - Chartered Status adds to your Professionalism.* https://www.engineersaustralia.org.au/

Engineers Australia. (n.d.). *Become a Member.* https://www.engineersaustralia.org.au/Become-a-member

Engineers Australia. (n.d.). *Pathways to Chartered.* https://www.engineersaustralia.org.au/chartered-pathway

Engineers Australia. (2008). *Accreditation Criteria Summary.* https://www.engineersaustralia.org.au/sites/default/files/content-files/2016-12/S02_Accreditation_Criteria_Summary.pdf

Ericsson, K A. (Ed.).(1996). *The road to excellence : The acquisition of expert performance in the arts and sciences, sports, and games.*

Ericsson, K. A., & Lehmann, A. C.(1996). Expert and exceptional performance : Evidence on maximal adaptations on task constraints. *Annual Review of Psychology, 47.* 273-305.

Ericsson, K. A. & Lehmann, A. C.(1999). "Expertise", *Encyclopedia of Creativity, 1*, 695-707.

Ericsson, K. A. (1998). The scientific study of expert levels of performance_general implications for optimal learning and creativity. *High Ability Studies, 9*(1), 75-100.

Ericsson, K. A., Patel, V., & Kintsch, W.(2000). How experts' adaptations to representative task demands account for the expertise effect in memory recall : Comment on Vicente and Wang(1998). *Psychological Review, 107*. 578-592.

Ericsson, K. A., Charness, N., Feltovich, P. J., Hoffman. R. R.(Ed.). (2006). *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance.* New York: Cambridge Uni. Press.

Harmon, P. & King, D. (1986). *Expert Systems: Artificial Intelligence in Business.* New York: JohnWiley.

Herling, R. E. (1998). Expertise: The Development of an Operational Definition for Human Resource Development, in Torraco, R. J.(ed.). *Academy of Human Resource Development Proceedings, Baton Rouge, LA:A HRD*, 715~722.

Hoffman, R. R., Shadbolt, N. R., Burton, A. M., & Klein, G. (1995). Eliciting knowledge from expets: A methodological analysis. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 62,* 129-158.

Kline, T. J. (2005). *Psychological testing: A practical approach to design and*

evaluation. Sage Publications.

Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling(3rd ed.).* The Guilford Press.

Krejcie, R. V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and psychological measurement, 30*(3), 607-610.

Lieberman, A. A., and Levy, M. M., 2006. "The (Mis) Measurement of Job Performance in Child Welfare Using (Non) Experimental Design", *Research on Social Work Practice 16*(4) : 417-418

International Engineering Alliance. (2011). *International Engineering Alliance Glossary of Terms.* http://www.ieagreements.org/assets/Uploads/IEA-Exten.d.ed-Glossary.pdf.

International Engineering Alliance. (2013). *Graduate attributes and professional competencies.* http://www.ieagreements.org.

International Engineering Alliance. (2014). *25 Years of the Washington Accord.* IEA.

International Engineering Alliance. (2019a). *International Engineering*. http://wwwieagreementsorg.

International Engineering Alliance. (2019b). *APEC agreement.* http://www.ieagreements.org/agreements/apec/.

International Engineering Alliance. (2019c). *IPEA agreement.* http://www.ieagreements.org/agreements/ipea/.

Kochevar, L. K. (1994). *Generativity of expertise, Unpublished doctoral dissertation.* University of Minnesota, Minneapolis.

Lieberman, A. A., & Levy, M. (2006). The (Mis)Measurement of Job Performance in Child Welfare Using (Non)Experimental Design. *Research on Social Work Practice, 16*(4), 417-418.

Male, S. A., Bush, M. B. & Chapman, E. S.(2011). An Australian study of generic competencies required by engineers. *European Journal of Engineering Education, 36*(2), 151-163.

McClelland, D. C. (1973). Testing for competence rather than for "intelligence." , *American Psychologist, 28*(1), 1-14.

McDaniel, M. A., Schmidt, F. L. & Hunter, J. E. (1988). Job Experience Correlates of Job Performance. *Journal of Applied Psychology, 73*(2), 327-330.

Miller, G. E. (1990). The assessment of clinical skills competence performance. *Acad Med, 65*(9), S63-S67.

Mitchell, T. R., Holtom, B. C., Lee, T. W., Sablynski C. J. and Erez, M. (2001). Why people stay: Using Job Embeddedness to predict voluntary Turnover. *Academy of Management Journal, 44*(6): 1102-1121.

Motowidlo, S. J., and J. R. Van Scotter. (1994). Evidence that task

performance should be distinguished from contextual performance. *Journal of Applied Psychology 79,* 475-480.

NCEES[Website]. (2021). https://ncees.org/engineering/

Nunn, R. (2008). A network model of expertise. *Bulletin of Science, Technology & Society, 28*(5), 414-427.

Pincus,J.D. (1986). Communication satisfaction job satisfaction and job performance. *Human Communication Research, 12*, 395-416.

Porter, L. W., Bigley, G., Steers, R. (2003). *Motivation in Organizations. Motivation and Work Behavior(7th ed).* Boston: McGraw-Hill Irwin.

PROFESSIONAL ENGINEERS ACT. (2021). Business and Professions Code §6700-6799.

Q-net[웹페이지]. (2021). https://q-net.or.kr/

Schmidt, F. L., Hunter, J. E., Outerbridge, A. N. & Goff, S. (1988). Joint Relation of Experience and Ability With Job Performance: Test of Three Hypotheses. *Journal of Applied Psychology, 73*(1). 46-57.

Swanson, R. A. & Holton Ⅲ, E. F. (2001). *The Nature of Human Expertise, Foundations of Hunman Resource Development.* CA: Berrett-Koehler Publishers.

Vasquez-Colina, M. D. (2005). *Relationsips Among Demographic Variables, Organizational Culture, Interpersonal Self-Efficacy and Percieved Job Performance*. Doctoral Dissertation, University of Louisville

Williams, L. J. and Anderson, S. E. (1991). Job Satisfaction and Organizational Commitment as predictors of Organizational Citizenship and In role Behaviors. *Journal of Management, 17*(3): 601-618.

[부록 1] 기술사 종목별 인원 현황(2020.12.31. 기준)

구 분			수	면허적성격(O/X)	구 분			수	면허적성격(O/X)
직무분야	중직무분야	종 목			직무분야	중직무분야	종 목		
건설	건축	건축구조	1,121	O	농림어업	임업	산림	187	O
		건축기계설비	1,334	O		축산	축산	172	O
		건축시공	9,823	O	문화・예술・디자인・방송	디자인	제품디자인	30	X
		건축품질시험	239	O	섬유・의복	섬유	섬유	164	X
	도시・교통	교통	492	O			의류	32	X
		도시계획	481	O	식품가공	식품	수산제조	72	X
	조경	조경	417	O			식품	921	X
	토목	농어업토목	375	O	안전관리	비파괴검사	비파괴검사	89	O
		도로및공항	1,272	O		안전관리	가스	374	O
		상하수도	843	O			건설안전	1,796	O
		수자원개발	512	O			기계안전	261	X
		지적	244	O			산업위생관리	365	X
		지질및지반	767	X			소방	1,015	O
		철도	414	O			인간공학	125	X
		측량및지형공간정보	484	O			전기안전	465	O
		토목구조	1,431	O			화공안전	178	X
		토목시공	9,949	O	재료	금속・재료	금속가공	108	X
		토목품질시험	471	O			금속재료	316	X
		토질및기초	1,474	O			금속제련	154	X
		항만및해안	253	O			세라믹	55	X
		해양	108	X		도장・도금	표면처리	84	X
경영・회계・사무	생산관리	공장관리	260	X		용접	용접	343	O
		포장	169	X	전기・전자	전기	건축전기설비	951	O
		품질관리	595	O			발송배전	769	O
광업자원	광해방지	광해방지	67	X			전기응용	251	O
	채광	자원관리	119	X			전기철도	167	O
		화약류관리	148	O			철도신호	125	O
기계	금형・공작 기계	금형	285	X		전자	산업계측제어	157	O
	기계장비설비・설치	건설기계	767	O			전자응용	43	X
		공조냉동기계	990	O	정보통신	정보기술	정보관리	1,102	X
		산업기계설비	733	O			컴퓨터시스템응용	722	X
	기계제작	기계	308	X		통신	정보통신	695	X
	자동차	차량	270	X	화학	화공	화공	581	X
	조선	조선	302	X	환경・에너지	에너지・기상	기상예보	47	X
	철도	철도차량	103	X			방사선관리	112	X
	항공	항공기관	97	X			원자력발전	467	X
		항공기체	81	X		환경	대기관리	276	O
농림어업	농업	농화학	124	X			소음진동	223	O
		시설원예	103	X			수질관리	362	O
		종자	170	X			자연환경관리	242	X
	어업	수산양식	78	X			토양환경	152	X
		어로	36	X			폐기물처리	259	O
계								53,318	-

자료: 한국산업인력공단. (2021). 2020 국가기술자격통계연보. 동기관. 의 내용을 재구성

[부록 2] 조사도구

기술사의 직무 경험에 관한 설문

기술사님, 안녕하십니까?

바쁘신 중에도 귀한 시간을 내어 설문에 참여하여 주심에 깊은 감사를 드립니다.

이 설문지는 한국기술사회의 협조를 받아, 기술사님께 기술사로서의 직무 경험을 토대로 기술사 제도발전을 위한 고견을 듣고자 준비되었습니다.

설문지는 총 5면이며, 응답하시는데 **소요되는 시간은 약 10-15분 정도**입니다. 각 문항 위에 제시된 안내문을 읽고, 각 물음에 응답해주세요.

모든 응답 내용은 연구목적으로만 제한적으로 활용될 것이니 **모든 문항에 가감없이 응답해주시면 감사하겠습니다.**

혹시라도 문의사항이 있으면 언제든지 아래 연락처로 연락주시기 바랍니다.

2021년 4월

서울대학교 대학원 농산업교육과
지도교수: 나 승 일
석사과정: 나 태 희
(연락처: 010-****-****, *****@snu.ac.kr)

Ⅰ. 귀하의 **보유하고 있는 기술사 종목**은 무엇이며 **취득연도**는 언제입니까? 2개 이상을 소지한 경우에는 대표적인 하나만을 적어주세요.

자격종목: (　　)기술사

취득연도: (　　)년

아래 질문들에 대한 답변은 앞의 **Ⅰ번에서 표기한 종목의 기술사 자격증을 취득한 이후부터 현재까지** 직접적으로 경험한 기술사의 직무를 바탕으로 응답해주시기 바랍니다.

Ⅱ-1. 아래의 각 직무에 대해서 위에서 표기한 종목의 기술사로서 귀하께서 실제 수행한 수준을 가장 일치하는 번호에 ✓ 표기해 주시기 바랍니다.

※ 적정 수준 = 보유하신 종목의 기술사로서 요구받은 수준만큼 수행한 정도로서, 이를 기준점으로 삼아 어느 정도 높은지 혹은 낮은지를 판단하여 응답하여 주시기 바랍니다.

기술사의 직무	귀하의 실제 수행 수준은?				
	매우 낮은 수준	다소 낮은 수준	적정 수준	약간 높은 수준	매우 높은 수준
계획	①	②	③	④	⑤
연구	①	②	③	④	⑤
설계	①	②	③	④	⑤
분석	①	②	③	④	⑤
조사	①	②	③	④	⑤
시험	①	②	③	④	⑤
시공	①	②	③	④	⑤
감리	①	②	③	④	⑤
평가	①	②	③	④	⑤
진단	①	②	③	④	⑤
시험운전	①	②	③	④	⑤
사업관리	①	②	③	④	⑤
기술판단	①	②	③	④	⑤
기술중재	①	②	③	④	⑤
기술자문	①	②	③	④	⑤
기술지도	①	②	③	④	⑤

Ⅱ-2. 아래의 각 직무에 대하여 귀하께서 보유한 <u>종목의 기술사에게 중요성 정도</u>를 가장 일치하는 번호에 ✓ 표기해 주시기 바랍니다.

※ 기본직무 = 왼쪽의 직무가 해당 종목 기술사에게 기본적인 직무라는 의미로서, 이를 기준점으로 삼아 얼마나 중요한지 혹은 중요하지 않은지를 응답하여 주시기 바랍니다.

기술사의 직무	해당 종목의 기술사에게 중요성 정도는?				
	전혀 중요하지 않은 직무	중요하지 않은 직무	기본직무	중요한 직무	매우 중요한 직무
계획	①	②	③	④	⑤
연구	①	②	③	④	⑤
설계	①	②	③	④	⑤
분석	①	②	③	④	⑤
조사	①	②	③	④	⑤
시험	①	②	③	④	⑤
시공	①	②	③	④	⑤
감리	①	②	③	④	⑤
평가	①	②	③	④	⑤
진단	①	②	③	④	⑤
시험운전	①	②	③	④	⑤
사업관리	①	②	③	④	⑤
기술판단	①	②	③	④	⑤
기술중재	①	②	③	④	⑤
기술자문	①	②	③	④	⑤
기술지도	①	②	③	④	⑤

Ⅲ. 각 문항에 대하여 귀하께서 기술사로서의 직무를 실제 수행한 경험을 토대로 **귀하의 실제 능력 수준**과 가장 일치하는 번호에 ✓ 표기해 주시기 바랍니다.

※ 적정 수준 = 기술사로서 요구받은 수준만큼을 갖추고 있는 것으로, 이를 기준점으로 삼아 높은지 혹은 낮은지를 판단하여 응답주시기 바랍니다.

기본능력(기술사로서~)	귀하의 실제 수준				
	매우 낮은 수준	다소 낮은 수준	적정 수준	약간 높은 수준	매우 높은 수준
1. 수학의 지식을 공학문제 해결에 응용할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
2. 기초과학 지식을 공학문제 해결에 응용할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
3. 공학의 지식을 공학문제 해결에 응용할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
4. 공학기술을 공학문제 해결에 응용할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
5. 데이터를 분석할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
6. 주어진 사실 또는 가설을 실험을 통하여 확인할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
7. 공학문제를 정의 또는 공식화할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
8. 공학문제를 해결하기 위해 최신 정보를 활용할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
9. 공학문제를 해결하기 위해 연구 결과를 활용할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
10. 공학문제를 해결하기 위해 적절한 도구를 활용할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
11. 현실적 제한조건을 고려하여 설계할 수 있다(예, 시스템, 요소, 공정 등).	①	②	③	④	⑤
12. 공학문제를 해결하는 프로젝트 팀의 구성원으로서 팀 성과에 기여할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
13. 다양한 환경에서 효과적으로 의사소통할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
14. 공학적 해결방안이 미치는 영향을 이해할 수 있다(예, 보건, 안전, 경제, 환경, 지속가능성 등).	①	②	③	④	⑤
15. 공학인으로서의 직업윤리를 이해할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
16. 공학인으로서의 사회적 책임을 이해할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
17. 기술환경 변화에 따른 자기계발의 필요성을 인식할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
18. 지속적이고 자기주도적으로 학습할 수 있다.	①	②	③	④	⑤

Ⅳ. 각 실무능력에 대해 해당 종목의 기술사로서 실제 수행한 경험을 바탕으로 **귀하의 실제 수준**과 가장 일치하는 번호에 ✓ 표기해 주시기 바랍니다.

※ 적정 수준 = 기술사로서 요구받은 수준만큼을 보유하고 있는 것으로, 이를 기준점으로 삼아 높은지 혹은 낮은지를 판단하여 응답해주시기 바랍니다.

실무능력(기술사로서~)	귀하의 실제 수준				
	매우 낮은 수준	다소 낮은 수준	적정 수준	약간 높은 수준	매우 높은 수준
1. 실무 수행에 핵심적인 적용원리에 대한 보편적인 고급 지식을 이해할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
2. 실무 수행에 핵심적인 적용원리에 대한 보편적인 고급 지식을 적용할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
3. 복잡한 문제*를 정의할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
4. 복잡한 문제를 조사할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
5. 복잡한 문제를 분석할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
6. 복잡한 문제에 대한 해결방안을 설계할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
7. 복잡한 문제에 대한 해결방안을 개발할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
8. 복잡한 활동**의 결과를 평가할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
9. 복잡한 활동의 영향을 평가할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
10. 복잡한 활동의 예측가능한 영향을 인식할 수 있다(예, 사회적, 문화적, 환경적 영향).	①	②	③	④	⑤
11. 복잡한 활동에 대한 지속가능성의 필요성을 고려할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
12. 모든 법적인 규제 요건을 준수할 수 있다.					
13. 실무를 수행하는 과정에서 공공의 보건 또는 안전을 보호할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
14. 실무를 윤리적으로 수행할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
15. 복잡한 실무 활동을 관리할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
16. 실무 수행간에 다른 사람들과 명확하게 소통할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
17. 자신의 역량을 유지하고 발전시키기 위해 계속 교육(예, CPD)을 실시할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
18. 다양한 요구사항과 불완전한 지식의 복잡성을 고려하여 대안을 평가할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
19. 복잡한 활동 과정에서 올바른 판단력을 발휘할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
20. 복잡한 활동의 결정에 대하여 책임을 질 수 있다.	①	②	③	④	⑤

*__복잡한 문제:__ 적절한 의사결정이 필요하나 명확한 해결책이 없고 이해관계자의 요구사항이 실무와 관련된 복잡한 공학 문제

**__복잡한 활동:__ 다양한 자원(인력, 자금, 장비, 정보 등)을 필요로 하며, 새롭고 다양한 지식과 방법을 사용하는 실무와 관련된 프로젝트 등의 공학 활동

Ⅴ. 다음은 **일반적인 사항**을 묻는 문항입니다. 각 문항에 해당하는 번호에 ✓ 표기해 주시거나 정확한 내용을 기입해주시기 바랍니다.

1. 귀하의 연령은? (　　)세

2. Ⅰ번 문항에서 선택한 기술사 자격 취득시 응시자격 요건은?

① 기사자격 + 실무 4년 이상　② 산업기사 자격 + 실무 5년 이상
③ 기능사 자격 + 실무 7년 이상　④ 관련학과 졸업 + 실무 6년 이상
⑤ 다른종목 기술사 등급의 자격　⑥ 3년제 전문대학 + 실무 7년 이상
⑦ 2년제 전문대학 + 실무 8년 이상　⑧ 기사 수준 기술훈련과정 + 실무 6년 이상
⑨ 산업기사 수준 기술훈련과정 + 실무 8년 이상
⑩ 실무 9년 이상　⑪ 외국의 동일한 자격
⑫ 기타 (　　)

3. Ⅰ번 문항에서 선택한 기술사로서 현재까지 기술사로서 직무를 수행한 기간은?
(　　)년 (　　)월

4. Ⅰ번 문항에서 선택한 기술사로서 현재 직무수행 여부는? (예 / 아니오)

5. Ⅰ번 문항에서 선택한 자격 외에 보유한 기술사 자격은?(모두 작성)
· (　　)기술사
· (　　)기술사
· (　　)기술사

-설문에 끝까지 응답해주셔서 진심으로 감사드립니다.-

[부록 3] 종목별 직무 가중치

구분	종 목							
	건축구조	지질및지반	조경	건설기계	발송배전	전기안전	정보관리	수질관리
계획	1.082538	1.033533	1.149502	0.981809	1.032911	0.976321	1.070929	1.062301
연구	0.94329	0.937522	0.956811	0.958525	0.887089	0.932605	0.947053	0.924056
설계	1.167883	1.050477	1.142857	1.047781	1.08962	0.932605	1.102897	1.113233
분석	1.01516	1.073067	1.016611	0.981809	1.012658	0.969035	1.074925	0.960437
조사	0.934307	1.146488	0.950166	0.966287	0.947848	0.990893	0.911089	0.967713
시험	0.830994	1.027886	0.790698	0.919719	0.919494	0.925319	0.875125	0.829468
시공	0.889388	0.937522	0.963455	0.974048	0.964051	0.990893	0.835165	0.8804
감리	1.037619	0.920579	1.016611	1.005093	1.045063	1.114754	1.022977	0.945884
평가	1.037619	1.022238	0.990033	1.040019	1.004557	1.04918	1.062937	1.105957
진단	1.08703	1.010942	0.956811	1.047781	1.000506	1.071038	1.038961	1.076853
시험운전	0.718697	0.751147	0.730897	0.943003	0.89519	0.910747	0.803197	0.865848
사업관리	0.790567	0.897988	1.003322	0.966287	0.939747	0.910747	1.038961	0.945884
기술판단	1.158899	1.095658	1.056478	1.086587	1.097722	1.056466	1.078921	1.105957
기술중재	1.055587	0.999647	1.016611	0.974048	1.000506	1.027322	0.995005	0.982265
기술자문	1.13644	1.061772	1.149502	1.063303	1.08962	1.056466	1.098901	1.149613
기술지도	1.113981	1.033533	1.109635	1.0439	1.073418	1.08561	1.042957	1.084129
계	16	16	16	16	16	16	16	16

Abstract

The Relationship Among Basic Competency, Practical Competency and Job Performance of Professional Engineers in Korea

By Tae-Hee Na

Thesis for the Master of Education in the Graduate School of Seoul National University, Republic of Korea, 2021

Major Advisor: Seung-Il Na, Ph. D.

The purpose of this study was to investigate the relationship among engineering basic competency, practical competency and job performance of professional engineer in Korea. To achieve the research objectives, the following detailed research objectives were established. First, it investigates professional engineer's engineering basic competency, practical competency, and job performance. Second, it investigates the differences in engineering basic competency, practical competency, and job performance according to the general characteristics. Third, it investigates the relationship among engineering basic competency, practical competency and job performance of professional engineer.

The population is all professional engineers qualified as national technical qualification law, and a total of 53,318 people were set. The sample size was set to 420 people, and the sampling was centered on the item due to personal information problems. The research goal was to collect data of at least 35 people for each item, and eight items were randomly extracted to include at least two non-licensing items without duplicating the duty field, except for minor items, considering the characteristics of the population.

As survey tool, the questionnaire was used which consisted of questions about the

engineering basic competency, practical competency, job performance, job importance, and general characteristics of professional engineer. Among the survey tools, the engineering basic competency were developed based on the graduate attribute, practical competency based on professional competency, job performance and job importance based on Professional Engineer Act. The measurement tool was required to respond to whether it is high or low based on the level required as a professional engineer in the field.

The data collection was conducted as an e-mail survey from April 30, and with the cooperation of KPEA. The e-mails were sended as in online along with requests for cooperation. Of the distributed questionnaires, 420 copies were collected, and 411 of the surveys were analyzed, except for nine surveys that did not fall under the sample range of eight representative job-performing categories.

Data analysis was conducted with the SPSS 26.0 for Windows program, including descriptive statistical analysis, intergroup difference analysis(ANOVA), regression analysis, and mediated effect analysis. The statistical significance level (p-value) is set at 0.05.

The main findings are as follows. First, the average engineering basic competency level was slightly higher at about 3.83, and 9.98% of respondents were somewhat lower. The average the practical competency level was about 3.83, slightly higher, and 9.00% of respondents were somewhat lower. The average job performance level was slightly higher at about 3.37, while 30.90% of respondents were somewhat lower. The importance of each job was 3.00 or higher, and all 16 jobs were more important than basic jobs, while the test-driving tasks of architectural structures, geological and ground and landscaping engineers were less important than basic jobs. Second, there were no significant differences between engineering basic competency and practical competency depending on general characteristics, and there were significant differences in the level of job performance depending on career. In addition, there were significant differences in the job performance level for 11 of the 16 jobs according to the item. Third, the professional engineering basic competency and practical competency are highly static correlations ($r=831$, $p<.001$) was shown. Job performance

is highly static correlated with engineering basic competency(r=.567, p<.001) and practical competency(r=.579, p<.001). In addition, when career influences are controlled, engineering basic competency has a direct effect on practical competency(β =846, p<.001) and job performance(β=.640, p<.001). And, practical competency also has a direct effect on job performance(β=.628, p<.001). At last, engineering basic competency has an indirect effect on job performance mediated by practical competency(β=.322, p<.001).

The main conclusions are as follows. First, professional engineer in the field have a slightly higher level of engineering basic competency and practical competency overall in terms of GA and PC by IEA, which are internationally linked to professional engineer qualification. But one in 10 professional engineeer has somewhat lower engineering basic and practical competency. In addition, professional engineeers perform somewhat higher levels of 16 duties on the site than are generally required, while three out of 10 professional engineeers perform somewhat lower levels of duties. Second, engineering basic competency and practical competency did not vary significantly depending on the requirements of the item, application qualification, and career, and there were significant differences in the level of job performance depending on the career. In addition, there were significant differences in the performance level of each item among the 16 jobs, which can be seen as a result of the legal basis for utilization provided by the relevant business laws of the competent department. Third, engineering basic competency has a direct effect on practical competency and job performance. Practical competency also has a direct effect on job performance and engineering basic competency has an indirect effect on job performance mediated by practical competency. The direct and indirect effects of engineering basic competency on job performance are similar.

Based on the findings and conclusions of the study, First, in order to improve the level of job performance of professional engineer, it is necessary to focus on engineering basic competency first, and to consider introducing basic tests that strengthen engineering basic competency and test them in the current standards. Second, the engineering basic competency and practical competency of professional engineers, which are divided around the IEA's Professional Competency, need to be examined

more closely. Third, if the current examination standards are considered to reflect the difference in importance and the level of performance for 16 tasks of each item, more field-oriented tests can be made. Fourth, in subsequent studies, when measuring the level of performance of a professional engineer's job, it needs to be done more strictly in consideration of the differences in duties required according to items, positions, affiliated agencies, etc.

Key Words: Professional engineer, Engineer basic comptency, Practical competency, Job performance

Student Number: 2019-21774