

국내 실정에 적합한 신뢰성 교육 모형에 관한 기초연구+

권영섭¹⁾, 권영일²⁾, 남경현³⁾, 박동호⁴⁾, 임재학⁵⁾, 정해성⁶⁾

- 1) 조선대학교 항공조선공학부
- 2) 청주대학교 산업정보시스템공학과
- 3) 경기대학교 경제학부
- 4) 한림대학교 수리정보과학부
- 5) 한밭대학교 경상학부
- 6) 서원대학교 정보분석학과

Development of an Efficient Reliability Education Program for Domestic Industries

Youngsub Kwon¹⁾, Young Il Kwon²⁾, Kyung Hyun Nam³⁾, Dong Ho Park⁴⁾,
Jae-Hak Lim⁵⁾, Hai Sung Jeong⁶⁾

- 1) School of Aerospace and Naval Architecture, Chosun University
- 2) Department of Industrial and Information Systems Engineering, Chongju University
- 3) Division of Economics, Kyonggi University
- 4) Division of Mathematical Information Science, Hallym University
- 5) Division of Business Administration, Hanbat National University
- 6) Dept. of Applied Statistics, Seowon University

Abstract

In this paper, we propose a framework of reliability education program for industry people taking charge of reliability improvement or reliability evaluation. To this end, we

+ 이 논문은 학술진흥재단의 2002년도 대학교육과정 개발연구 지원사업에 의해 지원되어 연구되었음.

investigate the situation of how reliability theories or reliability technologies are applied to industry and how industry people have reliability educations. And we also identify reliability theories or technologies which industry people need to ensure. Based on the result of such studies, we design a reliability education program which is appropriate for industry people.

1. 서론

신뢰성이란 “부품이나 시스템이 주어진 환경에서 고장 없이 일정기간 동안 요구되는 기능을 수행하는 특성”을 말한다. 기술의 진보로 더욱 다양하고 복잡한 제품이 생산되고, 제품의 가격은 물론 고장 발생 시 비용이나 손실도 크게 증가함에 따라 신뢰성의 중요성이 더욱 커지고 있다. 더불어 인터넷의 발달로 인하여 기업들의 세계시장 진출이 용이해 진 반면, 소비자가 품질, 신뢰성을 비롯한 제품에 관한 정보를 더욱 손쉽게 접할 수 있게 됨에 따라 기업 간의 경쟁도 더욱 치열해지고 있다. 따라서 기업이 국제적 경쟁력을 갖춘 세계일류제품을 개발, 생산하기 위해서는 신뢰성기술 확보가 필수적이라고 할 수 있다. 과거에는 품질활동의 한 영역으로서 신뢰성 활동이 수행되어 왔으나 이제는 신뢰성 그 자체가 제품의 핵심 품질이며, 오늘날 신뢰성 기술수준은 선진국과 후진국의 기술경쟁력을 비교하는 주요 척도 중 하나로 인식되고 있다.

세계 각국은 국가경쟁력 제고의 일환으로 품질 및 신뢰성 향상에 오래전부터 관심을 기울여 왔다. 외국에는 신뢰성 규격 및 표준 제정을 위한 기구가 이미 10여개 이상 존재하여 활동하고 있으며 미국의 NASA, NIST, Sandia National Laboratory, CALCE, Wyle Laboratory 및 GSI 뿐만 아니라 이탈리아의 CESI, 네덜란드의 KEMA, 영국의 ASTA, 일본의 전자제품 신뢰성 센터와 제품평가기술센터 및 NIMC 등 많은 신뢰성 연구기관들이 신뢰성 평가 및 분석기술들을 개발하고 있다.[6] 일본은 지난 1958년에 일본과학기술연맹에서 신뢰성연구회가 발족하여 현재까지 40여 년간 여러 가지 활동을 해오고 있다. 일본과학기술연맹은 매년 신뢰성 및 보전성 심포지엄을 개최하여 신뢰성 기법의 보급에 기여하고 있다. 또한 신뢰성 기술에 대한 교육 프로그램을 개발하여 산업체의 인력에 대한 교육을 실시하고 신뢰성에 대한 출판활동도 계속하여 신뢰성 공학 시리즈 등을 포함하여 현재까지 20여 종의 서적을 출판하였다. 그리고 신뢰성 전문 인력양성을 위한 신뢰성 전문대학이 존재하고 있다.

국내에서 신뢰성 분야에 대한 관심이 본격적으로 일어나기 시작한 것은 1990년대 초부터 라고 할 수 있으며 그 이전에는 대학이나 대기업을 중심으로 신뢰성 분야에 대한 연구와 기술 개발이 이루어져 왔다. 신뢰성 향상에 대한 정부의 관심은 21세기에 접어들면서 시작되었다. 산업자원부는 부품·소재 신뢰성 향상사업을 추진하여 2000년에 각 산업분야별로 7개의 신뢰성 인증 센터를 지정하고 신뢰성 인증에 필요한 인프라구축을 지원하였으며 또한 신뢰성 전문인력 양성을 위한 교육을 실시하였다.

제품의 신뢰성 확보를 위해서 기업은 일정 수의 신뢰성 기술을 보유한 전문 인력을 보유하고 있어야 하는데 우리나라 대부분의 기업들은 미국이나 일본 등 외국에 비하여 훨씬 못

미치는 실정이다. 기업들을 대상으로 신뢰성 향상의 장애요소를 조사한 결과 임직원의 마인드 부족과 더불어 신뢰성 전문인력의 및 교육 부족이 주된 원인으로 응답한 사례도 발표되었다.[7] 또한 일부 신뢰성 컨설팅 기업에서 행해지고 있는 교육내용도 일반적으로 실시하는 품질관리교육과 별다른 차이가 없을 뿐만 아니라 특정 분야에 세부적인 기술을 소개하는 세미나 형태의 교육이 이루어지고 있다. 이러한 형태의 교육은 신뢰성 분야의 기초지식이 갖춰진 수강생들에게는 충분한 교육효과를 거둘 수 있으나 기초이론을 체계적으로 교육받지 못한 수강생들에 대한 교육효과는 기대하기 어렵다. 그리고 기계, 화학, 자동차, 전자부품 등 산업 각 분야에서 이용하고 있는 신뢰성기술의 기초이론 및 기본개념이 서로 다르게 해석되고 적용되는 경우도 있다. 따라서 다양한 산업분야에서 공통으로 요구되거나 사용되는 신뢰성 기초 이론을 추출하여 신뢰성 기초 이론을 확립하고 표준화하는 작업이 필요하며 이러한 결과를 바탕으로 교육과정을 개발하여 교육을 실시할 필요가 있다.

본 논문에서는 현재 국내 산업체에서 활용하고 있는 신뢰성 기술 현황을 분석하고 향후 필요한 신뢰성 기술에 대한 수요를 조사하였다. 또한 산업체에서 신뢰성 업무를 담당하고 있는 인력들의 신뢰성 교육 수준 및 필요로 하고 있는 신뢰성 기술 분야의 수요에 대한 조사 분석을 실시하였다. 서론에 이어 2장에서는 조사 표본에 대해 설명하고 조사 표본의 인구통계학적 특성에 대해 설명한다. 3장에서는 신뢰성 이론의 활용 현황 및 신뢰성 교육의 현황과 수요자의 요구사항에 대한 분석 결과를 설명하며 4장에서는 국내의 실정에 적합한 신뢰성 교육 모형에 관한 준거틀을 제시하였다.

2. 표본수집과 인구통계학적 특성

설문지는 각 산업체에서 신뢰성 분야에 종사하는 인력 중 산업자원부 기술표준원에서 실시한 「신뢰성 전문가 양성과정 교육」에 참가한 사람들을 대상으로 2002년 11월부터 2002년 12월 동안 총 193명을 대상으로 조사하였다. 또한 본 조사는 「신뢰성 전문가 양성과정 교육」이 수원, 아주대학교, 청주의 아주대학교에서 열렸을 때 참가한 사람들을 대상으로 조사하였기 때문에 표본은 경기도 및 충청지역에 소재한 기업체에 종사하는 직원들로 구성되었다고 판단된다. 본 조사에 응한 사람들은 신뢰성 전문가 양성과정을 이수하기 위하여 참가한 사람들이기 때문에 산업체에서 신뢰성 업무를 담당하거나 이와 관련된 업무에 종사하고 있다고 판단할 수 있다.

조사대상 중 남녀비는 <표 2>과 같이 남자가 조사대상의 90%를 차지하고 있는 것으로 나타나고 있다. 또한 조사대상의 평균연령은 31.3세이며 표준편차는 5.8세인 것으로 나타났다.

<표 2> 조사 응답자의 남녀비율

	빈 도	백분율
남	174	90.2%
녀	19	9.8%
합 계	193	100.0%

또한 조사대상자들의 학력분포는 <표 3>에 나타난 바와 같이 78%가 4년제 대학 졸업 이상의 학력을 가지고 있었다. 또한 대학에서의 전공은 전기/전자, 기계/자동차, 화학/화공 및 산업공학이 균등하게 분포하고 있는 것으로 나타났다.<표 4> 참조) 그러나 현재 우리나라의 대학에서 이루어지는 신뢰성 분야에 대한 교육은 통계학과나 산업공학과에서 주로 이루어지고 있는 실정이므로 산업공학을 전공한 사람들을 제외한 나머지 80%의 산업인력들은 신뢰성 분야에 대한 교육을 대학에서 받은 적이 없다고 하여도 과언이 아닐 것이다. 따라서 본 조사에서도 나타났듯이 신뢰성 업무에 종사하는 사람들은 다양한 전공을 하고 있으므로 대학에서 각 공학분야와 연계된 신뢰성 이론에 대한 교육이 필요한 것을 알 수 있다.

<표 3> 조사응답자의 학력분포

	빈 도	백분율
고등학교 졸업	9	4.9%
전문대학 졸업	33	17.1%
4년제 대학 졸업	103	53.7%
대학원 졸업	47	24.4%
합 계	193	100.0%

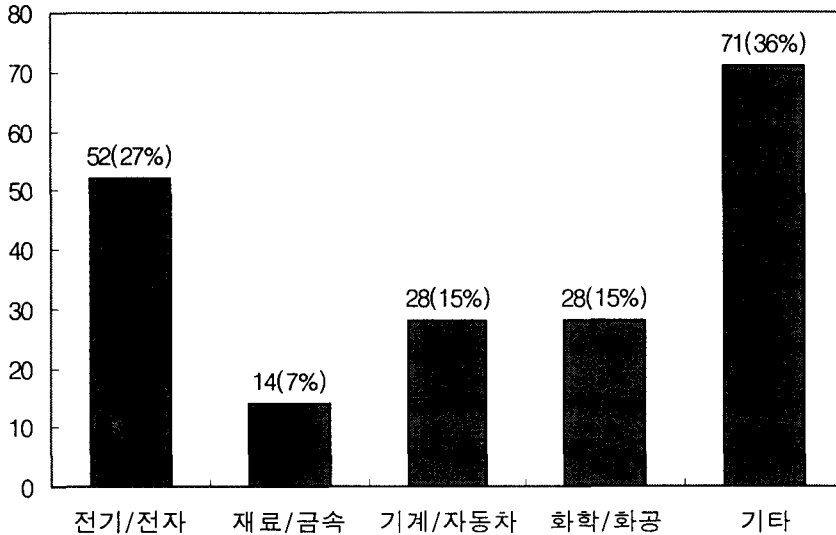
<표 4> 조사 응답자의 전공분포

	빈 도	백분율
전기/전자	42	23.1%
재료·금속	14	7.7%
기계/자동차	38	20.5%
화학/화공	38	20.5%
산업공학	38	20.5%
기타	14	7.7%
합 계	184	100.0%

3. 신뢰성 기술 활용 현황 및 교육 수요 분석

3.1 신뢰성 이론의 활용 현황

산업분야 중에서 신뢰성 업무가 가장 많이 이루어지고 있는 분야는 전기/전자 분야이며 기계/자동차 및 화학/화공분야가 각각 그 다음 순인 것으로 나타났다. 그 밖에 재료나 금속 분야에서의 신뢰성 활동은 상대적으로 낮은 것으로 나타나고 있다. 이는 신뢰성 분야의 이론과 기술개발 및 적용이 전기/전자분야에서 시작되었으며, 그 결과 산업체에서 활용할 수 있는 신뢰성 핸드북이나 표준서 또는 매뉴얼 등 참고자료나 기술정보도 전기/전자 분야 위주로 편중되어 있기 때문인 것으로 풀이된다.<그림1> 참조)



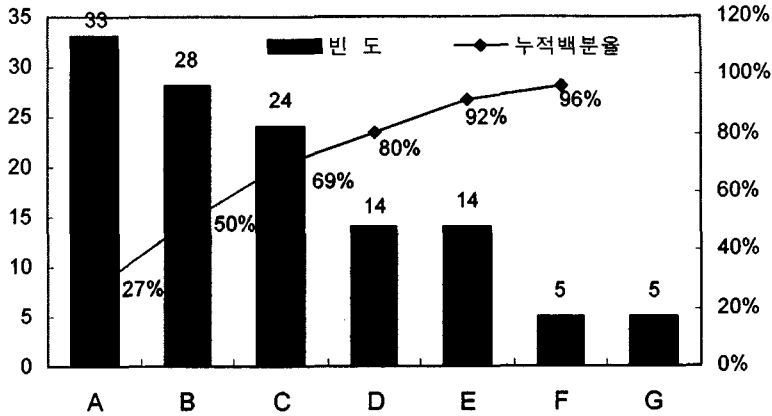
<그림 1> 업종별 신뢰성 이론의 활용분포

산업체에서 신뢰성 업무를 담당하는 직무 분야는 품질/신뢰성 관리부분이 55%로 절반을 차지하고 있으며 연구개발과 설계부분에 25%가 분포되어 있다. 이에 비하여 생산기술부문이나 구매 또는 서비스 부문에 종사하는 신뢰성 인력은 없는 것으로 조사되었다.(<표 5> 참조)

<표 5> 업무분야별 신뢰성 이론의 활용분포

업무분야	빈도	백분율
연구·개발/설계	47	25.0%
생산기술	0	0.0%
구매	0	0.0%
품질관리/신뢰성	103	54.8%
서비스(A/S)	0	0.0%
기타	38	20.2%
합계	188	100.0%

신뢰성 기술분야 중 향후 필요하다고 판단되는 기술로는 고장 자료분석과 신뢰성 평가 및 예측 분야에 관한 기술이 가장 필요한 것으로 응답(50%)하고 있으며 신뢰성 설계기술이나 PL 및 시스템 신뢰도 확보기술등도 필요한 것으로 조사되었다.(<그림 2> 참조)



A : 신뢰성/고장 자료분석, B : 신뢰성 평가/예측, C : 설계·개발,
 D : 시스템신뢰도, E : 제품안전/PL, F : 설비보전, G :신뢰성 시험

<그림 2> 향후 필요한 신뢰성 기술

신뢰성 업무 수행과 관련한 애로사항의 해결방법에 대한 설문에서는 응답 중 약 73%가 동료나 타 기업의 전문가나 관련 전문서적의 도움을 받아서 해결하는 것으로 나타난 반면 대학교수나 전문컨설팅에 의존도는 낮은 것으로 나타나고 있다. 이에 대한 원인은 산업체에서 자문이나 컨설팅 비용에 대한 부담이나 또는 관련 분야를 전공한 교수나 전문 컨설팅 회사와 산업체와 연결이 되지 않는 것으로 해석할 수 있으나, 좀더 자세한 분석을 위해서는 추가적인 조사가 필요할 것이다.(<표 6> 참조)

<표 6> 애로 기술 해결 방법

다중응답	빈도	백분율
대학교수	33	15.6%
동료/타기업 전문가	80	37.8%
컨설팅 기업	24	11.1%
전문서적/인터넷 정보	75	35.6%
응답자 합계	174	82.1%

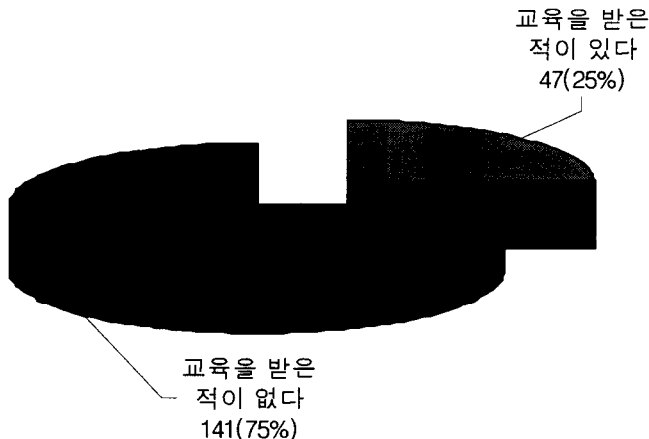
산업체에서 신뢰성 관련 업무를 수행하면서 느꼈던 애로사항에 대한 설문에서는 전문분야별 참고자료의 부족이 유효한 응답 중 43%를 차지하고 있으며 자문에 응할 전문가의 부족이 약 24%를 차지하고 있다. 따라서 신뢰성의 각 분야별 교재개발이 시급한 것으로 나타나고 있으며 또한 대학에서 신뢰성에 대한 전문적인 교육체제를 구축하여 신뢰성 각 분야의 전문가를 배출하는 것이 필요한 것으로 나타나고 있다.(<표 7> 참조)

<표 7> 신뢰성 업무 수행 시 느낀 애로사항

다중응답		백분율
참고할 수 있는 이론교재가 마땅치 않다	42	19.6%
전문 분야별 참고자료가 부족하다	94	43.5%
자문 가능한 전문가가 부족하다	52	23.9%
분석업무를 지원할 S/W가 부족하다	14	6.5%
기타	14	6.5%
응답자 합계	174	80.5%

3.2 신뢰성 교육의 현황과 수요자의 요구조건

대학이나 대학원 재학 중 신뢰성 교과목을 이수한 사람들의 비율은 전체 조사대상의 25%이며 나머지 75%는 신뢰성 교과목에 대한 강의를 받은 적이 없는 것으로 나타났다. (<그림 3> 참조) 이러한 결과는 대학이나 대학원에서 산업공학을 전공한 응답자 수가 8명인 것과 관련이 있는 것으로 판단된다. 따라서 현재 신뢰성 업무를 담당하고 있는 사람들의 대부분은 대학이나 대학원 과정에서 신뢰성과 관련된 교과목을 이수한 적이 없다고 할 수 있다. 또한 대학이나 대학원 과정에서 신뢰성 교과목에 대한 교육을 받지 못한 사람들은 사내나 또는 외부기관에서 실시하는 신뢰성 교육을 이수하고 있으며 약 55%가 30시간 이상의 교육을 받은 것으로 나타났다. 그러나 응답자의 35%가 10시간 이내의 교육을 받은 것으로 조사되었으며 이 결과는 전문적인 수준의 기술교육이 필요한 신뢰성의 특성을 감안할 때 아직도 산업체 인력에 대한 신뢰성 교육이 매우 부족함을 나타내고 있다. (<표 8>참조)



<그림 3> 신뢰성 교과목 이수 여부

<표 8> 신뢰성 교육이수 시간 분포

교육이수 시간	빈 도	백분율
약 10시간 이내	66	35.0%
약 10시간 이상 20시간 이내	8	4.3%
약 20시간 이상 30시간 이내	10	5.3%
약 30시간 이상 40시간 이내	54	26.6%
약 40시간 이상	50	28.7%
합 계	188	100.0%

신뢰성 업무를 수행하는 과정에서 가장 필요하다고 느껴지는 부분은 담당 분야의 세부적인 이론과 방법론, 그리고 신뢰성의 기본개념이 전체의 67.7%를 차지하고 있으며 확률 및 통계 이론이나 국내외 표준규격이나 동향은 상대적으로 낮은 필요성을 나타내고 있다. (<표 9>참조)

<표 9> 신뢰성 업무에 필요한 분야

	빈 도	백분율
확률 및 통계 이론	24	16.4%
신뢰성의 기본개념	42	28.8%
담당 분야의 세부적인 이론과 방법론	56	38.4%
신뢰성 국내 및 국제 표준 규격 및 동향	24	16.4%
합 계	146	100.0%

산업체에서 신뢰성 업무를 담당하고 있는 사람들에게 대한 사내교육 및 외부 기관의 신뢰성 교육을 이수하는 데 필요한 기초과목으로는 확률 및 통계학이 유효한 응답 중 약 40%를 차지하고 있으며, 분야별 고유기술과의 접목과 신뢰성 기초이론이 다음 순으로 필요한 것으로 조사되었다. 따라서 신뢰성 교육을 설계하는 과정에서 교육의 이수에 필요한 다른 고유 분야와의 연계교육에 대한 설계도 필요하며 단순한 신뢰성 분야의 교육이 아니라 신뢰성 교육이수에 필요한 기초분야의 교육들이 선행될 수 있는 복합적인 교육프로그램을 준비하는 것이 비록 많은 시간이 요구되지만 궁극적으로 내실 있는 신뢰성 교육 프로그램이 될 것으로 판단된다. (<표 10>참조)

<표 10> 신뢰성 교육에 필요한 기초과목 분포

다중응답	빈 도	백분율
수학	9	3.8%
확률·통계학	99	39.6%
신뢰성 기초이론	56	22.6%
분야 별 고유기술과의 접목	71	28.3%
신뢰성 S/W 활용	14	5.7%
응답자 합계	188	75.5%

신뢰성 교육과정 개발 시 현재 산업체에서 요구하는 분야는 분야별 전문교육과 전기/전

자, 기계/자동차 등과 같은 업종별로 특화된 신뢰성 전문교육인 것으로 나타나고 있다. 이러한 문제는 지금까지 대학 교육과정 중에서 통계학과나 산업공학과를 제외한 다른 학과에서는 신뢰성에 대한 교육이 이루어지지 않은 결과이며 산업체에서는 체계적인 교육보다는 업무 수행에 가장 필요한 핵심부분에 대한 교육을 요구하고 있다고 할 수 있다. 그러나 기초분야에 대한 충분한 이해없이 전문교육을 이수하는 것은 교육의 효과성에 문제가 있을 수 있으며 또한 전문분야의 이론이나 기술을 실제 업무에 부적절하게 적용하는 오류를 유발할 수 있다. (<표 11>참조)

<표 11> 신뢰성 교육 분야별 관심분야

다중응답		백분율
신뢰성 개념위주의 기초교육	24	11.4%
분야별 전문교육	66	31.8%
업종별 전문교육	103	50.0%
신뢰성 경영시스템의 구축 및 운영	14	6.8%
응답자 합계	183	88.5%

4. 신뢰성교육과정에 대한 제언

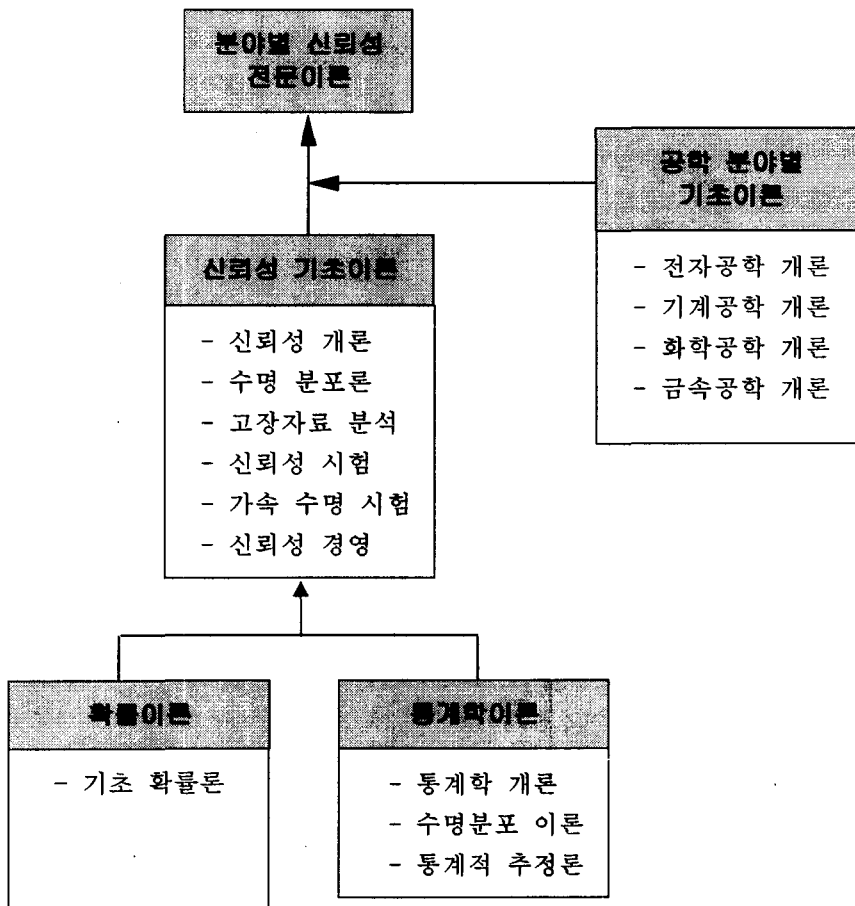
본 조사에 의하면 신뢰성 업무에 종사하는 사람들의 대학 전공이 산업공학 뿐만 아니라 전기, 전자, 기계, 자동차 등 공학 전반에 골고루 분포되어 있음을 알 수 있다. 따라서 산업체에서 신뢰성 업무가 보다 효율적으로 이루어지기 위해서는 대학에서 공학과 신뢰성 이론이 연계된 교육 프로그램이 마련되어야 할 것이다. 특히 산업체에서도 전기/전자 및 기계/자동차 분야에서 신뢰성 기술이 많이 이용되는 것으로 조사되고 있다. 따라서 적어도 이 분야에 대한 교육 프로그램이 우선적으로 마련되어야 할 것이다. 또한 화학 및 화공분야에서도 신뢰성 업무가 이루어짐에 따라 이 분야에 대한 참고서적 발간 및 교육 프로그램의 개발에도 집중하여야 할 것이다.

현재 산업체에서 신뢰성 업무를 담당하고 있는 인력들은 대학이나 대학원에서 신뢰성에 관한 체계적인 교육을 받기보다는 회사의 내부교육이나 외부기관에서의 교육을 통해 관련 전문 지식을 습득하고 있는 것으로 조사되었다. 또한 산업체의 신뢰성 업무 담당자들이 업무 수행 시 어려움이나 문제점이 발생하면 관련 분야의 전문가나 교수 또는 컨설팅 기관을 이용하는 대신 동료나 전문서적을 이용하여 스스로 해결하는 경향을 나타내고 있다. 그러나 문제점을 해결하기 위한 참고자료가 부족하고 또한 자문에 응할 전문가가 부족한 것으로 나타나고 있으므로 신뢰성 이론의 각 분야별 교재개발과 전문가 양성이 시급한 것으로 판단된다.

현재 산업체에서 요구하는 신뢰성 교육은 체계적인 교육보다는 현장에서 적용할 수 있는 분야별 전문교육과 전기/전자, 기계/자동차 등과 같은 업종별 신뢰성 전문교육인 것으로 조사되었다. 그러나 기초분야에 대한 충분한 이해없이 전문교육을 이수하는 것은 교육의 효과

성에 문제가 있을 수 있으며 또한 전문분야의 이론이나 기술을 실제 업무에 부적절하게 적용하는 오류를 유발할 수 있으므로 이러한 부분이 신뢰성 교육과정 개발 시 고려되어야 할 것이다.

신뢰성 교육의 수요자로 판단되는 산업체의 관점에서 신뢰성 교육을 이수하는 데 필요한 기초과목으로는 확률 및 통계학, 신뢰성 기초이론 등이 중요한 것으로 나타나고 있다. 이러한 현상은 신뢰성 분야의 전문가들이 가지고 있는 견해와 크게 다르지 않다. 따라서 신뢰성 교육과정을 설계하는 과정에서 교육의 이수에 필요한 다른 기술 분야와의 연계 교육도 고려해야 하며, 단순한 신뢰성 분야의 교육이 아니라 신뢰성 교육이수에 필요한 기초분야의 교육들이 선행되고 신뢰성 교육이 이루어질 수 있는 복합적인 교육프로그램을 준비하는 것이 비록 많은 시간이 요구되지만 궁극적으로 내실이 있는 신뢰성 교육 프로그램이 될 것이다. <그림 4>는 이와 같은 교육 프로그램의 설계에 필요한 증거들을 제공해 줄 것이다.



<그림 4> 신뢰성 교육과정 설계의 증거들

참고문헌

- [1] 권수호, 정해성(2001), 일본의 신뢰성 교육현황 및 전망, 한국신뢰성학회 학술대회 논문집, 429-434..
- [2] 김종걸(2001), 미국의 신뢰성 교육현황 및 전망, 한국신뢰성학회 학술대회 논문집, 419-426
- [3] 김용걸, 김종걸, 임재학, 정해성, 권영일(2001), 신뢰성 공학의 원격교육을 위한 멀티미디어 콘텐츠 개발, 안전경영과학회 춘계학술대회 발표문집, 261-262.
- [4] 백재욱, 임재학(2001), 한국의 신뢰성 교육현황 및 전망, 한국신뢰성학회 학술대회 논문집, 435-443.
- [5] 차명수(2001), 신뢰성 분류체계와 개발방향, 한국신뢰성학회 학술대회 논문집, 427.
- [6] 산업자원부(2002), 신뢰성 향상사업 중장기 발전 전략 정책연구.
- [7] 산업자원부 기술표준원(2003), 신뢰성 민간인증체계 전환에 대비한 정책연구 보고서.
- [8] 신뢰성 관리편람 편집 위원회 (1985), 품질보증을 위한 신뢰성 관리편람, 일본규격협회.
- [9] 신뢰성세미나 basic 코스(1996), 中部品質管理協會
- [10] 신뢰성세미나 기초 코스(1996), 日科技連
- [11] 신뢰성기술 실천강좌 FMEA·FTA(1997), 日科技連
- [12] 전자·기계 시스템의 신뢰성기술 세미나(1996), 日科技連