

공업계 고등학교 토목·건축 학과의 전문 교과와 수학 교과와의 연관성 분석 연구

조민혜* · 조민식**

우리나라 전문계 고등학교 학생의 저하된 학력 수준과 이에 대한 세심한 고려가 충분하지 못한 교육과정을 기반으로 이루어지고 있는 교육 현실로부터 교수학습 개선의 필요성이 대두되고 있다. 본 논문에서는 2007 개정 교육과정에 맞춘 공업계 고등학교의 전문 교과와 수학 교과의 내용을 실제 운영 중인 전문계 고등학교의 학교 교육과정을 교과서를 중심으로 분석하고 연관성을 탐색하였다.

그 결과 학교 교육과정 구성 시 전문 교과와 수학 교과에 대한 연관성을 고려하여 전공별 차별성을 두어 구성하여야 함을 알 수 있었고, 전문 교과의 교과서 내용 구성 시 수학 교육과정의 측면에서의 검토가 미흡한 측면이 발견되었으므로 교육과정 및 교과서 개선이 필요한 것으로 분석되었다. 이에 따라 전문 교과와 수학 교과와의 연관성이 긴밀하므로, 공업계 고등학교에서 현장 교사들은 교과 간의 연관성을 인식하고 교수학습 개선을 할 필요가 있다.

1. 서론

수학 수업을 통해 학습된 개념과 지식은 다른 교과를 학습하는 과정에서 문제를 해결하는데 직접적으로 적용될 수 있다. NCTM(2000) 및 Berlin & White(1995)는 수학 교과 내에서의 연결성뿐만 아니라 다른 교과와의 상호작용을 관찰할 많은 기회가 부여될 필요가 있으며 실용성의 측면에서 중요하다고 하였다.

우리나라 실업계 고등학교 학생의 저하된 학력 수준(김효섭, 2009)과 학생의 수준에 대한 충분한 고려가 없는 교육과정 등 때문에 공업계 고등학교 학생들의 수학 교과에 대한 부정적 인식이 팽배하다(최지혜, 2007). 뿐만 아니라 수학 교과와 전문 교과와의 연관성의 필요에도 불구하고

충분하지 못하다는 인식이 강하다(이종성 외, 2004). 공업계 고등학교의 교육 실태와 융합 교육의 강조 추세를 반영하여 이루어진 연관성 연구는 공업계 고등학교에 운영 중인 전자·기계 학과 군과 수학 교과와의 연관성에 국한되었다(최영광, 2007). 현재 토목·건축 관련 학과를 개설하여 운영하고 있는 학교는 54개로 전체 주요 조사 대상 공업계 고등학교 중 59%를 차지하고 있어 공업계 고등학교의 전자·기계와 더불어 명실상부한 대표 전공인데 연관성에 대한 연구가 전무하다. 다양한 전공에 대한 연관성 분석 연구가 진행되어, 효과적인 공업계 고등학교의 교육과정 운영을 위하여 학생 수준에 맞는 교과 선택, 전문 교과와 수학 교과와의 연관성을 고려한 교육과정 등을 수립해야 할 것이다.

연관성이란 일반적으로 교과와 교과 간, 단원

* 경기저동고등학교, complexlife@naver.com

** 한국교원대학교, mscho@knue.ac.kr (교신저자)

과 단위 사이의 학습 계열 과정에서 개념 사이에 관련이 있어 학습에 영향을 주는 관계를 말한다. 특히, 교육과정의 연관성의 의미는 학년별 교육과정에서 각각의 요소들 사이에서 유지되고 있는 관계의 종류나 그 관계의 방향을 의미한다. 본 연구에서 연관성은 위의 두 가지 의미에서 구체적으로 전문교과와 수학교과와 내용적 측면 및 빈도 그리고 과정 불일치를 일컫는다.

본 연구에서는 현 2007 개정 교육과정에 맞추어 공업계 전문 교과 중 토목·건축학과를 중심으로 수학 교과와의 연관성을 알아보기 위하여, 토목·건축학과 전문 교과에서 등장하는 수학 내용이 고등학교 수학 교육과정에 비추어 나타나는 빈도, 교육과정을 벗어난 내용의 정도에 대해 조사하고, 전문 교과 내용 이해에 필요한 수학 내용을 수학 교육과정의 기준으로 분류된 것과 그 밖의 것으로 구분하여 구체적으로 조사하고 분석하였다.

II. 교육과정 현황

1. 고등학교 수학 교육과정

2007 개정 교육과정에 따른 수학 교과의 교육과정은 국민 공통 기본 교육 과정인 고등학교 1

학년에는 ‘수학’을 학습하며 선택 중심 교육 과정인 고등학교 2·3학년에서는 ‘수학의 활용’, ‘수학 I’, ‘미적분과 통계기본’, ‘수학 II’, ‘적분과 통계’, ‘기하와 벡터’를 선택하여 학습한다.

2. 공업계 고등학교의 수학 교육과정 운영 현황

공업계 고등학교에서 연계성을 고려한 수학과 전문 교과 운영 현황을 알아보기 위하여 12개 공업계 고등학교의 수학 교과 운영 현황을 조사하였다. <표 II-2>는 조사 대상 공업계 고등학교 수학 교육과정에서 선택하고 있는 교과와 운영 시수이다.

조사 결과 조사 대상 공업계 고등학교의 ‘수학’ 교과에 대한 배정 평균 시수는 13.17 시수이며, 10시수부터 18시수까지 다양하게 나타났다. 국민공통 기본교과인 ‘수학’ 교과는 국가 교육과정에서 8시수로 운영하도록 정하고 있는데, 5시수에서 8시수까지 감하여 운영됨을 알 수 있었다. 선택 교과의 종류 및 빈도를 살펴보면, 수학 I 교과는 학생선택으로 정한 1개교를 제외한 나머지 11개교에서 선택하고 운영하고 있어 공업계 고등학교의 수학 교과목 중 가장 대표적인 것으로 나타났다. 미적분과 통계기본 교과는 4개 교에서 선택(1개교는 학생선택), 수학II는 1개교

<표 II-1> 고등학교 수학 교육 과정

| 교육과정 | 수학 교과목 | 학년 |
|-----------|--------------|------------|
| 국민공통교육과정 | 수학(8) | 고등학교 1학년 |
| 선택중심 교육과정 | 수학의 활용(6) | 고등학교 2·3학년 |
| | 수학 I (6) | |
| | 미적분과 통계기본(6) | |
| | 수학 II(6) | |
| | 적분과 통계(6) | |
| | 기하와 벡터(6) | |

() 안의 숫자는 단위 수이며, 1단위는 매주 50분 수업을 기준으로 하여 1학기(17주) 동안 이수하는 수업량이다.

<표 II-2> 조사 대상 공업계 고등학교 수학 교육과정 운영 현황

| 지역 | 학교명 | 수학 교과 | 운영 시수(학년/학기) | | | | | | 계 |
|----------------------------|---------|-------------------|--------------|---|-----|---|-----|---|----|
| | | | 1학년 | | 2학년 | | 3학년 | | |
| | | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| 서울 | S공업고등학교 | 수학 | 3 | 3 | | | | | 18 |
| | | 수학 I | | | 4 | | | | |
| | | 수학 II | | | | 4 | | | |
| | | 적분과 통계, 기하와 벡터 선택 | | | | | 2 | 2 | |
| 경기 | A공업고등학교 | 수학 | 3 | 3 | | | | | 12 |
| | | 수학 I | | | 2 | 2 | 2 | | |
| | N공업고등학교 | 수학 | 4 | 4 | | | | | 12 |
| 수학 I | | | 2 | 2 | | | | | |
| 강원도 | W공업고등학교 | 수학 | 4 | 4 | | | | | 18 |
| | | 수학 I | | | 2 | 2 | | | |
| | | 미적분과 통계기본 | | | | | 3 | 3 | |
| 충청도 | C공업고등학교 | 수학 | 3 | 3 | | | | | 10 |
| | | 수학 I | | | 2 | 2 | | | |
| | D공업고등학교 | 수학 | 4 | 4 | | | | | 12 |
| 수학 I, 수학의 활용, 미적분과 통계기본 선택 | | | | 2 | 2 | | | | |
| 전라도 | J공업고등학교 | 수학 | 3 | 3 | | | | | 12 |
| | | 수학 I | | | 2 | 2 | 2 | | |
| | M공업고등학교 | 수학 | 3 | 3 | | | | | 14 |
| 수학 I | | | 2 | 2 | | | | | |
| | | 미적분과 통계기본 | | | | 2 | 2 | | |
| 경상도 | K공업고등학교 | 수학 | 4 | 4 | | | | | 12 |
| | | 수학 I | | | 2 | 2 | | | |
| | N공업고등학교 | 수학 | 5 | | | | | | 12 |
| 수학 I | | 5 | | | 2 | | | | |
| 광역시 | I공업고등학교 | 수학 | 3 | 3 | | | | | 14 |
| | | 수학 I | | | 2 | 2 | | | |
| | G공업고등학교 | 수학 | 4 | 4 | | | | | 12 |
| 수학 I | | | 2 | 2 | | | | | |

선택, 기하와 벡터와 수학의 활용 그리고 적분과 통계 교과는 학생선택으로 운영 중인 것으로 나타났다.

3. 공업계 고등학교 교육과정의 편성 및 운영

고등학교는 먼저 1학년의 경우 국민공통교육과정의 기간으로 국민 공통 기본 교과에 해당된 60단위를 필수적으로 이수하여야 하는데, 이를 포함하여 보통 교과를 80단위 이상 이수하도록

하고 있다. 선택 과목 중에서 전문 교과외의 기초가 되는 과목을 선택하여 이수할 경우, 이를 해당 국민 공통 기본 교과외의 이수로 간주할 수 있다. 또한 교원 및 시설 여건과 학생들의 요구를 반영하여 2학년에서도 국민 공통 기본 교과외의 일부를 편성할 수 있다. 2, 3학년의 2년 동안에는 선택 중심 교육과정을 편성, 운영하는데, 선택 중심 교육과정의 총 이수 단위는 140단위로, 선택 과목에 132단위, 특별 활동에 8단위로 나누어 편성한다.

공업계열 고등학교의 경우 전문 교과를 80단

<표 II-3> 조사 대상 공업계 고등학교 전문 교과 교육과정 운영 현황

| 교과목 | 1학년 (%) | 2학년 (%) | 3학년 (%) | 계 | 교과목 | 1학년 (%) | 2학년 (%) | 3학년 (%) | 계 |
|--------------|---------|---------|---------|----|----------|---------|---------|---------|----|
| 공업입문 | 6 | 6 | 1 | 13 | 지적전산 | 0 | 2 | 3 | 5 |
| | 46.2 | 46.2 | 7.7 | | | 0 | 40 | 60 | |
| 정보기술기초 | 4 | 5 | 3 | 12 | 지적실무 | 0 | 3 | 4 | 7 |
| | 33.3 | 41.7 | 25 | | | 0 | 42.9 | 57.1 | |
| 기초제도 | 7 | 6 | 2 | 15 | 건축계획일반 | 5 | 7 | 9 | 21 |
| | 46.7 | 40 | 13.3 | | | 23.8 | 33.3 | 42.9 | |
| 측량 | 9 | 9 | 10 | 28 | 건축구조 | 2 | 5 | 7 | 14 |
| | 32.1 | 32.1 | 35.7 | | | 14.3 | 35.7 | 50 | |
| 역학 | 0 | 5 | 7 | 12 | 건축목공 | 1 | 5 | 5 | 11 |
| | 0 | 41.7 | 58.3 | | | 9.1 | 45.5 | 45.5 | |
| 토목설계 | 0 | 1 | 9 | 10 | 건축시공 I | 6 | 5 | 4 | 15 |
| | 0 | 10 | 90 | | | 40 | 33.3 | 26.7 | |
| 토목일반 | 1 | 2 | 4 | 7 | 건축시공 II | 2 | 4 | 6 | 12 |
| | 14.3 | 28.6 | 57.1 | | | 16.7 | 33.3 | 50 | |
| 토목재료 · 시공 | 4 | 9 | 10 | 23 | 건축시공 III | 0 | 2 | 5 | 7 |
| | 17.4 | 39.1 | 43.5 | | | 0 | 28.6 | 71.4 | |
| 수리·토질 | 1 | 6 | 10 | 17 | 건축설계제도 | 2 | 9 | 8 | 19 |
| | 5.9 | 35.3 | 58.8 | | | 10.5 | 47.4 | 42.1 | |

위 이상 이수하여야 하는데 공업 입문, 기초 제도, 정보 기술 기초 과목을 필수로 하고 있다. 전문 교과의 각 과목에 대한 이수 단위는 시도 교육감이 정하도록 되어 있다.

보통 교과의 선택 과목은 기준 단위를 2~4단 위까지 증감 운영할 수 있으며, 내용이 유사하거나 관련되는 보통 교과의 선택 과목과 전문 교과는 교체하여 편성, 운영할 수 있다. 전문 교과 는 필요한 경우 다른 계열의 전문 과목을 선택 하여 편성, 운영할 수 있으며, 2개 이상의 계열을 운영하는 공업계 고등학교의 경우 해당 학과가 속한 계열의 필수과목을 이수토록 하고 있다. 그리고 학교는 필요에 따라 시도 교육감의 승인을 받은 후 총 교과 이수 단위를 10% 범위 내에서 증배 운영할 수 있다. 2, 3학년의 특별 활동에 배당된 8단위는 지역 및 학교 실정에 따라 각 영역별 이수 단위를 학교에서 재량으로 편성한다.

<표 II-3>은 조사 대상 공업계 고등학교 전문 교과목 선택 및 운영 현황에 대해서 나타낸 것이다. 자료는 학교알리미 정보공시자료를 근거로 조사·분석하였다. 1학년과 3학년 과정에 운영

중인 경우 중복하여 1학년과 3학년에 1빈도를 추가하였다. 필수 교과는 1학년이나 2학년에서 선택 운영되는 사례가 대부분이었고, 전문 교과 목에 따라 1, 2, 3학년의 운영 과정이 골고루 나타 난 경우도 있는 반면, 2학년과 3학년으로 편중 운영 중인 경우와 1학년에서 선택 운영되어 지 는 전문 교과목도 있음을 알 수 있다.

III. 연구방법 및 절차

본 연구에서는 공업계 고등학교의 토목학과와 건축학과에서 운영 중인 전문 교과와 고등학교 수학 교과의 연관성을 분석하기 위해 2007 개정 교육과정 해설서, 해당 교과의 교과서를 중심으로 문헌 조사와 자료 분석을 실시하였다.

1. 연구 대상

토목학과와 건축학과가 운영되고 있는 공업계 고등학교 59개교 중 서울, 경기, 충청, 영남, 호

남, 강원, 광역시를 기준으로 할당하여 무작위 추출로 12개교를 선정하였으며, 관련 학과 군은 학교 교육과정에서 운영 중인 전문 교과를 위주로 편성하였다. 그리고 해당 학과의 학교 교육과정을 분석 대상으로 선정하여 수학 교과와의 연관성을 조사하였다.

공업계 고등학교 교육과정에서는 공업계열 전문 교과 중 필수인 정보기술기초, 기초제도, 공업입문 교과를 제외하고, 건축 구조, 건축 계획 일반, 건축 목공, 건축 시공 I, 건축 시공 II, 건축 시공 III, 건축 설계 제도의 과목을 중심으로 교육과정을 구성한 학과를 건축학과군 전문교과로 구분한다. 그리고 측량, 역학, 토목 설계, 토목 일반, 토목 재료·시공, 수리·토질, 지적 전산, 지적 실무를 중심으로 교육과정을 구성한 학과를 토목학과군 전문교과로 구분한다. 이 두 학과 군을 합해 통칭 건축·토목학과 전문 교과로 구분하여 조사 대상을 선정하였다.

전문 교과와 연관성을 분석하고자 하는 수학 교과에 대해서는 교육과정 해설서를 기반으로 단위 내용을 분석하였는데, 교과서의 단원은 조사 대상 공업계 고등학교의 교육과정에서 채택하고 있는 교과서를 기반으로 기준을 구분하였다. 현재 '수학', '수학 I', '수학 II', '적분과 통계', '미적분과 통계기본', '기하와 벡터'의 교과를 공업계 고등학교에서 편성 운영하는 것으로 조사되었다. 2007 개정 교육과정을 기반으로 편성된 수학 교과서의 단위 구성은 큰 차이가 없었으므로, 조사 대상 12개교 중 3개교에서 사용하고 있는 교과서를 선택하여, 조사 대상의 내용을 분석하였다.

2. 조사 절차

각 지역의 12개 공업고등학교의 교육과정 편성과 해당 학과의 전문 교과와 수학교과의 운영

사항을 조사하여 연구대상 교과목을 선정한 후 교육과정에서 제시하고 있는 공업에 관한 교과 93과목 중 18과목을 연구대상으로 정하였다. 교과 내용 조사는 과목별 전문교과를 중심으로 수학적 요소를 추출하고, 고등학교 수학 교과와의 연관성이 있는 단원으로 분류하여 빈도수를 조사하였다. 그리고 전문 교과와 연관성이 있는 수학 교과의 내용을 수학 교육과정의 기준에서 분류하고 정리하였다.

3. 분석 도구

2007 개정 교육과정에 따른 고등학교 수학 교과의 단원에 맞추어 분석하였다. 현재 대부분의 공업계 고등학교 수학 교육과정은 '수학', '수학 I'을 선택하여 운영하고 있다. 이 두 교과에 대해서는 조사 대상 3개교에서 사용되고 있는 교과서의 대단원과 내용을 기준으로 분석하였다. 대부분의 공업계 고등학교에서 채택률이 낮은 수학 교과인 '미적분과 통계기본', '수학 II', '적분과 통계', '기하와 벡터'는 고등학교 수학 교육과정 해설서를 기본으로 '수학'과 '수학 I'에 대해 선정된 교과서와 동종의 교과서의 내용을 바탕으로 분석하였다. 마지막으로 고등학교 수학 교육과정에서 벗어난 고등 수학의 내용은 수학 내용과 전공 교과 명을 기준으로 분석하였고, 교육과정이 분류 기준이므로 교육과정을 반영이 미흡하다고 판단한 경우와 기타 경우로 분류하여 분석하였다.

4. 자료 분석

분석 대상인 18개의 전문 교과의 내용 중 수학적 내용을 추출하여 수학 교과 단위 중 가장 관련성 있는 대단원으로 분류 기록하였는데 여러 단원에 걸친 내용으로 분석된 경우는 관련된

<표 III-1> 전문 교과 내용별 관련 수학 내용 조사 양식

| 전공과목명 | 단원명 | 전공교과 내용 | 관련 페이지 | 수학 교과와 관련된 단원 및 내용 | | | 비고 |
|-------|-----|---------|--------|--------------------|-------|-------|----|
| | | | | 관련 수학 교과 | 관련 단원 | 관련 내용 | |
| | | | | | | | |

모든 단원에 체크하였다. 분석은 <표 III-1>과 같은 양식에 의거하였다.

각 학과 군으로 편성된 교과목의 분석된 자료는 학과 군 별로 구분하여 정리하였다. 전문 교과내의 수학 내용을 분석하여 수학 교과 단원과의 관련성 정도를 백분율로 산출하였다. 먼저 어느 전문 교과가 수학과 더 연관성이 있는지 그리고 수학 교과내의 어느 단원이 전문 교과와의 연관성이 있는지 다음과 같은 백분율로 산출하였다.

- 1) 빈도 분석을 통한 전문 교과별 수학 내용 관련 백분율

$$= \frac{\text{각 전문교과별 관련 수학 내용 수}}{\text{전문교과 전체에서 수학 교과 군과 관련된 내용 수}} \times 100$$

- 2) 빈도 분석을 통한 수학 단원별 전문 교과와 관련 백분율

$$= \frac{\text{수학 단원별 관련 전문교과 내용 수}}{\text{전문교과 전체에서 수학 교과 군과 관련된 내용 수}} \times 100$$

단, 수학 교과 군이란,

선택 A : ‘수학’ + ‘수학 I’

선택 B : ‘수학’ + ‘수학 I’+ ‘미적분과 통계기본’

선택 C : ‘수학’ + ‘수학 I’+ ‘기하와 벡터’

로 범주화하였다. 이는 교육과정 분석을 통해 현

재 공업계 고등학교에서 운영되고 있는 수학 교과 선택 과목이 크게 세 종류로 분류되기 때문이다. 위의 과정의 절차는 전체 3차례 분석으로 진행하며, 각 차례의 전체 분석 후 전문가로부터 기준을 수정 보완하여 진행한다. 그리고 3차례 전체 분석 후 대표적 분석 사례를 선택하여 연관성 분석을 검증한다.

IV. 연구 결과 및 분석

1. 토목·건축학과의 전문 교과와 수학 교과와의 연관성 분석

토목·건축학과의 전문 교과와 수학 교과와의 연관 내용의 빈도를 분석하기 위해 건축학과 군과 토목학과 군으로 나누어 분석을 하였다.<표 IV-1> 그리고 공업 필수 교과 3과목은 건축학과 군 전문 교과와 함께 분석하였다.

가. 건축학과 군의 전문 교과 7과목과 공업 필수 교과 3과목에 대한 연관 내용

첫째, 전문 교과목 별로 분석한 결과 전문 교과 전체와 수학 교과와 연관이 있음이 나타났다. 그 중 건축 계획 일반이 22.6%, 건축 구조가 20.8%, 건축시공Ⅱ가 18.9%의 비율을 차지하여 가장 긴밀한 연관을 가진 교과목으로 조사되었다.

둘째, 수학 교과목 별로 분석한 결과 연관된 수학 교과 및 단원은 수학 교과의 수와 연산, 식의 계산, 도형의 방정식, 함수, 삼각함수 단원이 연관된 것으로 나타났고, 수학 I 교과의 수열단원, 기하와 벡터 교과의 공간도형과 공간좌표, 벡터 단원과 관련된 내용이 발견되었다. 그 중 식의 계산 단원이 26.4%, 함수 단원이 24.5%로 가장 많은 비중을 차지하였다. 반대로 미적분과 통계기본, 적분과 통계, 수학Ⅱ와 연관된 내용은 발견되지 않았다.

셋째, 교육과정을 벗어난 내용으로 대학수학에 해당하는 내용이 9건 발견되었는데, 영역별로는 기하학 해당 내용 4건, 미분적분학 해당 내용 2건, 대수학 해당 내용이 3건인 것으로 조사되었다. 공업 필수 교과와 연관된 대학수학 해당 내용이 5건으로 조사되어, 건축학과의 교과목 수 대비 더 높은 관련이 있는 것으로 드러났다.

나. 토목학과 군의 전문 교과에 대한 연관 내용

전문교과목 별로 분석한 결과는 위에서 요약된 건축학과 군의 결과와 약간의 차이를 보였다. 토목학과 군의 전체적인 연관 내용 수가 건축학과 군의 연관 내용 수에 비해 400% 이상 높은 것으로 집계되었다.

첫째, 전문 교과목 별로 살펴보면 전문 교과와 수학 교과는 전체적으로 연관이 있음이 나타났으며, 이 중 수리 토질이 28.0%, 역학이 26.4%로 가장 긴밀한 연관이 있는 것으로 조사되었다. 반면 지적 전산이 0.8%, 지적 실무가 1.6%로 관련성이 미미하다고 볼 수 있다.

둘째, 수학 교과목 별로 분석한 결과 연관된 수학 교과 및 단원은 수학 교과의 수와 연산, 식의 계산, 방정식과 부등식, 도형의 방정식, 함수, 삼각함수 단원에 연관되어 있었으며, 수학 I 교과의 행렬과 그래프, 지수함수와 로그함수, 수열 단원에 연관되어 있었다. 또한 미적분과 통계기본 교과의 미적분과 통계기본 순으로 연관되어 있는 것으로 나타났다. 그리고 해당 내용 중 가장 높은 비율을 차지한 내용은 식의 계산으로 45.1%의 절대적인 비중을 차지한 것으로 나타났다.

셋째, 교육과정을 벗어난 내용으로 대학수학에 해당하는 내용이 32건 발견되었는데, 기하학 해당 내용 18건, 통계학 해당 내용 6건, 미분적분학 해당 내용 5건, 수치해석 해당 내용 1건, 미분방정식 해당 내용 1건 등이 발견되어, 건축학과 군의 전문 교과보다 대학수학 내용과 높은 연관성을 보였다. 그리고 대학수학과 관련된 내용이 지적 실무를 제외한 모든 교과에서 발견되

<표 IV-1> 토목·건축학과 군 전문 교과와 수학 교과와의 연관 분석표

| 전문 교과 | 수학 교과 | 공업계열필수 | | | | 건축학과군 전문 교과 | | | | | | | | 총 계 | 총계 A 백분율 (%) | 총계 B 백분율 (%) | 총계 C 백분율 (%) |
|-----------------------------|----------|--------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------|---------------|----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | | 공업 입문 | 기초 제도 | 정보 기술 기초 | 소 계 | 건축 계획 일반 | 건축 구조 | 건축 목공 | 건축 시공 I | 건축 시공 II | 건축 시공 III | 건축 설계 제도 | 소 계 | | | | |
| 수학 | 소 계 | 2 | 2 | | 4 | 10 | 5 | 1 | 4 | 9 | 4 | 1 | 34 | 38 | 80.9 | 80.9 | 71.7 |
| 수학 I | 소 계 | 2 | 2 | 1 | 5 | 1 | 2 | | | 1 | | | 4 | 9 | 19.1 | 19.1 | 17.0 |
| 총계A(수학+수학 I) | | 4 | 4 | 1 | 9 | 11 | 7 | 1 | 4 | 10 | 4 | 1 | 38 | 47 | 100 | | |
| 총계A의 백분율(%) | | 8.5 | 8.5 | 2.1 | 19.1 | 23.4 | 14.9 | 2.1 | 8.5 | 21.3 | 8.5 | 2.1 | 80.9 | 100 | | | |
| 미적분과 통계기본 | 소 계 | | | | | | | | | | | | | | | 0 | |
| 총계B(수학+수학 I + 미적분과통계기본) | | 4 | 4 | 1 | 9 | 11 | 7 | 1 | 4 | 10 | 4 | 1 | 38 | 47 | | 100 | |
| 총계B의 백분율(%) | | 8.5 | 8.5 | 2.1 | 19.1 | 23.4 | 14.9 | 2.1 | 8.5 | 21.3 | 8.5 | 2.1 | 80.9 | 100 | | | |
| 기하와벡터 | 소 계 | | | | | 1 | 4 | | | | | | 6 | 6 | | | 11.3 |
| 총계C (수학+수학 I +기하와벡터) | | 4 | 4 | 1 | 9 | 12 | 11 | 1 | 4 | 10 | 4 | 2 | 44 | 53 | | | 100 |
| 총계C의 백분율(%) | | 7.5 | 7.5 | 1.9 | 17.0 | 22.6 | 20.8 | 1.9 | 7.5 | 18.9 | 7.5 | 3.8 | 83.0 | 100 | | | |
| 교육과정 외 | 대학수 학 | | 2 | 3 | 5 | | 1 | | | | 1 | 2 | 4 | 9 | | | |
| 소 계 | | | 2 | 3 | 5 | | 1 | | | | 1 | 2 | 4 | 9 | | | |
| 전문 교과 | 수학 교과 | 토목학과 군 전문 교과 | | | | | | | | 총 계 | 총계 A 백분율 (%) | 총계 B 백분율 (%) | 총계 C 백분율 (%) | | | | |
| | | 측량 | 역학 | 토목 설계 | 토목 일반 | 토목계 료시공 | 수리 토질 | 지적 전산 | 지적 실무 | | | | | | | | |
| 수학 | 소 계 | 18 | 41 | 24 | 13 | 20 | 64 | | | 2 | 182 | 79.1 | 78.1 | 74.0 | | | |
| 수학 I | 소 계 | 9 | 18 | 4 | 9 | 5 | 2 | 1 | | | 48 | 20.9 | 20.6 | 19.5 | | | |
| 총계A(수학+수학 I) | | 27 | 59 | 28 | 22 | 25 | 66 | 1 | 2 | 2 | 230 | 100 | | | | | |
| 총계A의 백분율(%) | | 11.7 | 25.7 | 12.2 | 9.6 | 10.9 | 28.7 | 0.4 | 0.9 | 0.9 | 100 | | | | | | |
| 미적분과통계 기본 | 소 계 | 1 | | | | 2 | | | | | 3 | | 1.3 | | | | |
| 총계B(수학+수학 I +미 적분과 통계기본) | | 28 | 59 | 28 | 22 | 27 | 66 | 1 | 2 | 2 | 233 | | 100 | | | | |
| 총계B의 백분율(%) | | 12.0 | 25.3 | 12.0 | 9.4 | 11.6 | 28.3 | 0.4 | 0.9 | 0.9 | 100 | | | | | | |
| 기하와 벡터 | 소 계 | 4 | 6 | | | | 3 | 1 | 2 | 2 | 16 | | | 6.5 | | | |
| 총계C(수학+수학 I +기 하와 벡터) | | 31 | 65 | 28 | 22 | 25 | 69 | 2 | 4 | 4 | 246 | | | 100 | | | |
| 총계C의 백분율(%) | | 12.6 | 26.4 | 11.4 | 8.9 | 10.2 | 28.0 | 0.8 | 1.6 | 1.6 | 100 | | | | | | |
| 기타 교과 | 수학II | 1 | 1 | 2 | | | | | | | 4 | | | | | | |
| 교육과정 외 | 대학수학 | 15 | 2 | 2 | 8 | 1 | 3 | 1 | | | 32 | | | | | | |
| 소 계 | | 16 | 3 | 4 | 8 | 1 | 3 | 1 | | | 36 | | | | | | |

있다는 점이 주목할 만하다.

2. 고등학교 수학 교육과정에 해당하는 연관 내용

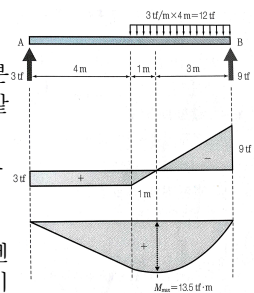
토목학과 군과 건축학과 군의 전문 교과를 고등학교 수학 교과의 단원별로 분석한 결과 수학 교과의 식의 계산, 함수 단원, 수학 I 교과의 수열 단원, 기하와 벡터의 벡터 단원에 연관 내용이 집중적으로 분포하고 있었다. 수학, 수학 I, 미적분과 통계기본, 기하와 벡터, 수학 II의 교과에 해당하는 내용에 따른 단원별 분석 내용과 해당하는 예는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 수학 교과에 해당하는 전문 교과 내용은 수 체계 단원의 실수 연산의 성질, 실수의 대소 관계, 식의 계산 단원의 유리식과 무리식의 계산, 방정식과 부등식 단원의 미지수가 3개인 연립일차방정식, 3차 방정식, 도형의 방정식 단원

의 두 점 사이의 거리, 직선의 방정식, 원의 방정식, 부등식의 영역, 함수 단원의 함수의 뜻과 그래프, 이차함수의 최댓값, 삼각함수 단원의 삼각함수의 정의와 성질의 내용이 있었다.

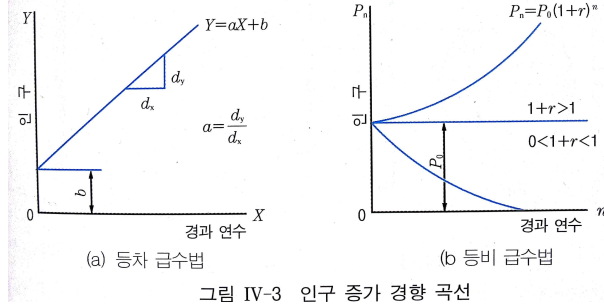
<표 IV-2>의 처음 예는 전문 교과 내에서 자주 등장하는 내용 중에 하나인 이차함수의 최댓값 개념에 대한 내용을 담고 있다. 건축 구조의 VII.구조 역학 단원의 내용 중 최대 휨 모멘트를 구하는 과정인데, 휨 모멘트에 대한 2차함수 식을 풀어낸 뒤, 최댓값을 구체적인 식을 통하여 표현해 보고, 최댓값이 나타나는 지점을 찾아 그때의 거리를 대입해 식의 계산을 통해 구체적인 최댓값을 찾는 내용이다. 두 번째 내용은 토목 일반 교과의 내용인데, 도로의 최소곡선반지름을 구하는 과정에서 식을 정리하고 계산하는 중 삼각함수 사이의 관계 가운데 $\tan\theta = \frac{\sin\theta}{\cos\theta}$ 을 적용하여 식을 간단히 하고 있는 것을 볼 수 있다.

<표 IV-2> ‘수학’ 교과의 단원과 관련된 내용의 예

| 구분 | | 내용 |
|--------|-------------|--|
| 전공과목 명 | 토목일반 | <p>최소 곡선 반지름 원심력에 의해 자동차가 미끄러지지 않기 위한 조건은 노면 마찰력이 곡선부의 바깥쪽으로 작용하는 힘보다 커야 하므로, $F \cdot \cos\theta - W\sin\theta \leq f \cdot (F \cdot \sin\theta + W \cdot \cos\theta)$ 양변을 $\cos\theta$로 나누면, $F - W \cdot \tan\theta \leq f \cdot (F \cdot \tan\theta + W)$</p> |
| 단원 명 | II.도로·철도 | |
| 교과페이지 | 83 | |
| 관련수학단원 | 삼각함수 | |
| 관련수학내용 | 삼각함수 사이의 관계 | |
| 전공과목 명 | 건축 구조 | <p>3. 휨 모멘트도 왼쪽 단에서 시작하여 휨 모멘트를 구하면, $M_x = \text{휨} \times \text{거리} = 3x$ 이와 같이, 휨 모멘트가 계속 증가하다가 등분포 하중이 작용하는 부분에서부터 다음과 같은 휨 모멘트가 작용한다. $M_x = \text{반력의 휨 모멘트} + \text{하중의 휨 모멘트}$ $= 3x - 3(x-4) \left(\frac{x-4}{2} \right)$ 이 식은 2차식으로 그림에서와 같이 휨 모멘트도가 1차에서 2차식으로 변경되고, 전단력이 0인 5m 지점에서 최대 휨 모멘트가 발생한다. $M_{\max} = 3tf \times 5m - (3tf/m \times 1m) \left(\frac{1m}{2} \right) = 13.5tf \cdot m$</p>  |
| 단원 명 | VII.구조 역학 | |
| 교과페이지 | 249-250 | |
| 관련수학단원 | 함수 | |
| 관련수학내용 | 이차함수의 최댓값 | |

<표 IV-3> 수학 I 교과와 관련된 내용의 예

| 구분 | | 내용 |
|--------|-------------|--|
| 전공과목 명 | 토목 일반 | (나) 급수 인구 추정 급수 인구는 급수 구역 안에 상주하고 있는 인구로 제한하며, 추정방법은 등차 급수법, 등비 급수법, 지수 함수와 논리 곡선을 이용하여 산정한다. 등차 급수법은 2개의 자료를 이용한 추정과 최소 자승법에 의한 추정 방법이 있으며 연평균 인구 증가 수를 보다 정확히 구하기 위한 방법으로 단기간 인구 추정에 적합하며, 등비 급수법은 연평균 인구 증가율이 비슷할 때에 적용하며, 발전하고 있는 도시에 적합하다. |
| 단원 명 | IV.상·중·하 수도 | |
| 교과페이지 | 249-250 | |
| 관련수학단원 | 지수함수와 로그함수 | |
| 관련수학내용 | 지수함수의 그래프 | |



<표 IV-4> 기하와 벡터 교과와 관련된 내용의 예

| 구분 | | 내용 |
|--------|-----------|---|
| 전공과목 명 | 역학 | 2. 수치 해법 그림 I-4에 나타난 바와 같이 두 힘이 $P_1 = 100kN$, $P_2 = 60kN$ 이고, 사잇각이 $\alpha = 60^\circ$ 일 때, 두 힘의 합력을 계산해 보자. (중략) |
| 단원 명 | I. 힘과 모멘트 | <p>그림 I-4</p> |
| 교과페이지 | 14-15 | <p>그림 I-5</p> |
| 관련수학단원 | 벡터 | 여기서, $P_2 \sin 60^\circ$ 및 $P_2 \cos 60^\circ$ 는 각각 수직 분력 및 수평 분력이라고 한다. (중략) 여기서, 합력의 크기 R은 피타고라스의 정리로부터 $R^2 = \overline{OD}^2 + \overline{DC}^2 = (\sum H)^2 + (\sum V)^2$ $R = \sqrt{(\sum H)^2 + (\sum V)^2} = \sqrt{130^2 + 51.96^2} = 140kN$ 이 된다. 다음에는 합력의 작용선을 구해 보기로 하자. 합력이 x 축에 대하여 β° 를 이룬다고 하면, 각 β 의 값은 다음과 같이 계산된다. |
| 관련수학내용 | 벡터의 뜻과 연산 | $\tan \beta = \frac{\sum V}{\sum H} = \frac{51.96}{130} = 0.3997 \quad \therefore \beta = 21^\circ 47'$ |

삼각함수 단원에 해당하는 내용은 전문 교과 전반에 걸쳐 소단원 단위로 구분했을 때 세 번재로 높은 빈도로 나타나고 있다.

둘째, 전문 교과 내용 중 수학 I 교과에 연관된 단원과 내용은 행렬과 그래프 단원의 그래프, 지수함수와 로그함수 단원의 지수의 확장, 지수함수 그래프, 상용로그, 로그의 성질, 수열 단원의 등차수열, 등비수열, 합의 기호, 순서도등 수학 교과 대비 낮은 빈도임에도 불구하고 다양한 내용과 연관되어 있음을 알 수 있었다.

<표 IV-3>은 토목 일반 교과의 인구 추정 내용 중 급수 인구 추정에 해당하는 내용이다. 추정 방법에 대해 등차 급수법과 등비 급수법을 일차함수와 지수함수 그래프를 이용하여 표현하고, 인구를 산정한다고 안내하고 있다. 설명 과정에서 인구 증가 경향 곡선으로 등차 급수법에 해당하는 일차함수 그래프와 함께 등비 급수법에 해당하는 지수함수 그래프로 표현하고 해석하도록 하고 있다. 등비수열에 대해 학습과 연속

변수로 변환한 지수함수 그래프와 관련하여 그래프의 개형 또한 이해하고 해석해야 하므로 학생들이 어려워 할 수 있으므로 위의 내용을 포함하는 전문 교과는 수학 I 교과의 이수 이후로 편성하여 학습을 원활하게 하도록 해야 할 것이다.

셋째, 미적분과 통계기본 교과의 다항함수의 적분법의 부정적분, 통계단원의 정규 확률 분포, 표준편차 내용, 수학 II 교과의 미분법 단원의 미분계수, 삼각함수의 덧셈정리 등 소수 내용이 연관이 있었다. 반면 기하와 벡터 교과의 공간도형과 공간좌표 단원의 정사영, 공간좌표 내용과 벡터 단원의 벡터의 뜻과 연산에 해당하는 내용이 소수 내용이지만 높은 빈도로 나타났다. <표 IV-4>은 역학 교과의 I. 힘과 모멘트 단원의 내용으로 벡터에 관한 것이다.

3. 수학 교육과정을 벗어나는 연관내용

고등학교 수학 교육과정을 벗어난 연관 내용

<표 IV-5> 수학 교육과정의 반영이 불충분한 내용의 예

| 구분 | | 내용 | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|------------|--|-------------|------------|-----|-------|------------|-----|-------|-------------|----------------|------|-------|--------|------------|------|-------|----|
| 전공과목 명 | 역학 | 2. 기본 도형의 단면 계수 원형 도형에 대한 단면 계수를 구해 보면 이 도형의 도심축로 X에 대한 단면 2차 모멘트는 $I_x = \frac{\pi d^4}{64}$ 이고, 도심축 X로부터 도형의 상단 및 하단까지 거리는 $y = y_1 = y_2 = \frac{d}{2}$ 이다. 따라서 이 도형의 상단 및 하단에 대한 단면 계수는 같으며, 식(II-9)와 같이 된다. $Z = Z_1 = Z_2 = \frac{I_x}{y} = \frac{\frac{\pi d^4}{64}}{\frac{d}{2}} = \frac{\pi d^3}{32} \dots\dots\dots (II-9)$ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 단원 명 | II. 단면의 성질 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 교과페이지 | 62-63 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 관련수학내용 | 변분수 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 전공과목 명 | 토목 일반 | 표 II-27 흙쌓기 비탈면 기울기 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 단원 명 | II. 도로·철도 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 교과페이지 | 111 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 관련수학내용 | 직선의 기울기 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <table border="1"> <thead> <tr> <th>흙쌓기 재료</th> <th>흙쌓기 높이 (m)</th> <th>기울기</th> <th>흙의 분류</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>입도한 양호한 모래</td> <td>0~6</td> <td>1:1.5</td> <td>GW, GP, SW,</td> </tr> <tr> <td>자갈 및 자갈이 섞인 모래</td> <td>6~15</td> <td>1:1.8</td> <td>GM, GC</td> </tr> <tr> <td>입도가 불량한 모래</td> <td>0~10</td> <td>1:1.8</td> <td>SP</td> </tr> </tbody> </table> | 흙쌓기 재료 | 흙쌓기 높이 (m) | 기울기 | 흙의 분류 | 입도한 양호한 모래 | 0~6 | 1:1.5 | GW, GP, SW, | 자갈 및 자갈이 섞인 모래 | 6~15 | 1:1.8 | GM, GC | 입도가 불량한 모래 | 0~10 | 1:1.8 | SP |
| 흙쌓기 재료 | 흙쌓기 높이 (m) | 기울기 | 흙의 분류 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 입도한 양호한 모래 | 0~6 | 1:1.5 | GW, GP, SW, | | | | | | | | | | | | | | | |
| 자갈 및 자갈이 섞인 모래 | 6~15 | 1:1.8 | GM, GC | | | | | | | | | | | | | | | |
| 입도가 불량한 모래 | 0~10 | 1:1.8 | SP | | | | | | | | | | | | | | | |

중 전문 교과 이해에 필요한 수학 내용은 다음과 같이 세 가지 측면에서 등장한다.

가. 수학 교육과정에 대한 반영 없이 전문 교과 내에 제시된 내용

전문 교과 내에 전반적으로 사용하고 있는 용어나 개념들 사이에는 수학 교육과정에 대한 고려 없이 제시한 내용이 다수 있다. 넓이, 부피, 수선 등으로 사용할 수 있는 용어를 면적, 체적, 연직선 등으로 사용하는 예가 있으며, 순서도의 기호 표현도 ‘수학 I’ 교과에서 학습하는 것과는 다르게 전문 교과 내에서도 나름대로 기호를 정해 나타내고 있다. 또한 곡선으로 둘러싸인 폐합도형을 정사각형이라 칭하는 사례 또한 발견되었다.

전문 교과 내에서 학생들이 어려움을 느낄 수 있는 가장 대표적인 내용은 지속적인 번분수의 사용이었다. 그리고 다음으로 많이 발견된 것이 직선의 기울기를 표현하는데, 축의 기준 없이 유리수로 나타낸 표현과 비례식의 표현을 자율적으로 선택하여 사용하고 있었다. 그리고 무게중심을 점이 아닌 직사각형인 면으로 표현하여 사

용하기도 하였다. <표 IV-5>는 번분수와 기울기의 표현에 관한 예이다.

국민 공통 교육 과정을 통하여 공부한 수학 교과와 기준에 따른 일관성 결여라는 측면에서 학생들에게 오개념이나 혼선을 불러 올 수 있는 이러한 내용에 관한 세심한 배려가 필요하다.

나. 고등학교 수학 교육과정을 벗어나 대학수학에 해당하는 내용

<표 IV-6>과 <표 IV-7>과 같이 전문 교과 전반에서 대학수학에 해당하는 내용이 다수 발견되었는데, 역삼각함수에 해당하는 \arctan 같은 경우는 $\tan^{-1}\alpha = \beta$ 가 고등학교 교육과정 내에 있는 $\tan\beta = \alpha$ 의 관계를 갖는 삼각방정식의 해를 나타냄을 알면 이해할 수 있는 내용이므로 대학수학에 해당하는 내용이지만 고등학교 수학 교육과정의 내용으로도 설명할 수 있는 부분이 있다. 그러나 좌표계에 해당하는 내용으로 구면좌표, 상대좌표, 극좌표가 발견되었고, 곡선에 해당하는 내용으로 변곡점, 법선, 클로소이드(clothoid)곡선, 램니스케이트(lemniscate)곡선, 곡률 등이 등장하였다. 이외에도 진리표, 진법, 불

<표 IV-6> 대학수학에 관한 내용의 예 1

| 구분 | | 내용 |
|--------|---------------|--|
| 전공과목 명 | 토목일반 | <p>편경사 변화 또는 확폭량을 설치하기 위하여 취하게 되는 변이 구간을 완화 구간이라 한다. 완화 곡선의 형상으로는 그림 II-35에서와 같은 클로소이드 곡선은 자동차가 같은 속도로 주행하면서 핸들을 같은 속도로 돌리는 경우의 주행 궤적과 같으므로 도로에서 가장 많이 쓴다.</p> |
| 단원 명 | II.도로·철도 | |
| 교과페이지 | 87 | |
| 관련수학단원 | 미분기하학 | |
| 관련수학내용 | 클로소이드, 램니스케이트 | |

<표 IV-7> 대한수학에 관한 내용의 예 2

| 구분 | | 내용 |
|--------|------------------|---|
| 전공과목 명 | 측량 | <p>차량이 직선부에서 곡선부로 들어가거나 도로의 곡률(곡률 반지름의 역수)이 0에서 어떤 값으로 급격히 변화하기 때문에 원심력에 의하여 횡방향의 힘을 급격히 받게 된다. 이 힘의 크기는 차량의 속도와 곡선의 곡률에 의하여 발생하며, 이 힘을 줄이기 위하여 곡률을 0에서 조금씩 증가시켜 일정한 값에 이르게 하기 위하여 직선부와 곡선부 사이에 나선형의 곡선을 넣게 되는데 이를 완화 곡선이라고 한다.</p> <p>(1) 완화 곡선의 성질</p> <p>완화 곡선의 반지름은 시점에서 무한대이고, 종점에서는 원곡선이 된다. 완화 곡선의 접선은 시점에서 직선에, 종점에서 원호에 접한다. 완화 곡선에 의한 곡선 반지름의 감소율은 캔트의 증가율과 같다.</p> |
| 단원 명 | V.응용 측량 | |
| 교과페이지 | 188 | |
| 관련수학단원 | 미분기하학 | |
| 관련수학내용 | 곡률 | |
| 전공과목 명 | 측량 | <p>3) 심프슨 제2법칙</p> <p>그림 V-5에서 경계선을 3차 포물선으로 보고 지거의 세 구간을 한 조로 하여 면적을 구하는 방법이다. 각 지거의 거리를 d라고 하면 전체 면적은 다음 식으로 구할 수 있다.</p> |
| 단원 명 | V.응용측량 | <p style="text-align: center;">그림 V-5 심프슨 제2 법칙에 의한 면적 계산</p> |
| 교과페이지 | 168-169 | |
| 관련수학단원 | 수치해석 | |
| 관련수학내용 | Simpson's Method | $A = \frac{3}{8}d(y_0 + y_n + 3(y_1 + y_2 + y_4 + y_5 + \dots + y_{n-2} + y_{n-1}) + 2(y_3 + y_6 + \dots + y_{n-3}))$ <p>단, n은 3의 배수이며, 3의 배수가 아닌 경우에는 앞의 3의 배수까지 계산하고 나머지 구간은 사다리꼴 공식이나 심프슨 제1법칙으로 계산하여 더해 준다.</p> |

대수, 심프슨 법칙, 다중적분, 베르누이 방정식, 가중평균, 평균제곱근오차 등이 발견되었는데, 대부분은 대학 미적분학 및 그 이상의 상위 과목에서 나오는 내용으로 기초 수학 능력이 낮은 것으로 조사된 공업계 고등학교 학생들이 이해하기 매우 어려운 부분이라 할 수 있다. 이러한 관점에서 전문 교과 내의 내용의 세심한 선택과 배려가 필요하다고 볼 수 있다.

다. 전문 교과서 내에서 발견된 수학적으로 잘못된 기호 사용의 내용

전문 교과 내에서는 수학기호를 편의상 사용한 경우가 다수 있다. 설계상에 식과 식을 그림으로 잘못 나타낸 경우부터, 의미는 짐작할 수 있으나 기호의 사용과정에서 적합한 기호 표현을 누락하거나, 기호를 오용한 사례가 발견되었다. 측정값을 중심으로 다루어지는 전공의 특성

<표 IV-8> 수학적으로 잘못된 기호 사용의 예

| 구분 | | 내용 |
|--------|----------------|--|
| 전공과목 명 | 토목일반 | Q1. 연평균 강우량이 1274mm이고, 하천을 통해 55%의 수량이 흐를 때 하천 유출량을 구하십시오. A. 수자원 총량 = 연평균 강우량 × 유역 면적(국토 면적) $= 1274mm \times \text{ㄴ} = 1 \times 10^5 km^2$ $= 1267 \times 10^5 m^3$ 하천 유출량은 $1267 \times 10^5 m^3 \times 55\% = 697(억 m^3)$ |
| 단원 명 | Ⅲ. 하천 · 해안과 항만 | |
| 교과페이지 | 179 | |
| 관련수학내용 | 기호의 사용 | |
| 전공과목 명 | 건축시공 I | 주택 내의 이상적인 계단은 $2 \times 17 = 34 + 29 = 63cm$, 가장 많이 사용되는 계단은 $2 \times 18 = 36 + 27 = 63cm$ 일 때이다. |
| 단원 명 | Ⅱ. 실내 공사 | |
| 교과페이지 | 71 | |
| 관련수학내용 | 잘못된 등호 사용 | |

상 근삿값 계산이 많은데, 대부분은 참값의 계산으로 간주하여 표현하고 있고, 이를 잘못 표현하여 근삿값의 결과를 나타내는 기호 ‘≐’을 등식의 항들 사이에 표기하는 등 잘못된 표현이 발견되었다.(<표 IV-8>) 그리고 다항식의 계산에서 부호에 대한 고려를 하지 않아, 다항식을 간단히 하는 과정에서 부호를 무조건 양수로 고치거나, 또는 설명을 통해 넓이 계산을 하는 것이므로 계산 결과가 음수로 나오면 양수로 고치는 방식으로 지도하고 있다. <표 IV-8>의 두 번째 예와 같이 잘못된 등호 사용을 하는 경우도 발견되었다. 등호란 양 변의 값이 같을 때 표현하는 것인데, 컴퓨터에서 사용하는 방식인 이전 식의 값을 대입한다는 의미의 등호를 수식으로 사용한 경우가 있었다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 공업계 고등학교 토목·건축 학과의 전문 교과와 수학 교과의 연관성을 알아보기 위하여 수행되었다. 전문 교과 내에 존재하는 수

학 내용을 빈도와 구체적 내용을 통해 분석한 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 토목·건축학과의 전문 교과는 수학적 요소와 긴밀한 관계가 있다. 관련이 미미한 건축목공, 건축설계제도, 지적전산, 지적실무 과목을 제외하고 모두 관련이 있는 것으로 나타났다. 학과별 수학 교과와의 연관성의 정도는 다르게 나타났다는데 건축학과 군의 전문 교과보다 토목학과 군의 전문 교과의 연관성이 더욱 높은 것으로 나타났다. 또한 토목학과의 학교 교육과정 운영 계획 시 수학 교과 선택에서 연관된 내용 빈도를 고려하여 미적분과 통계 기본 보다는 기하와 벡터의 교과 선택이 연관성의 측면에서 볼 때 더욱 필요하다고 볼 수 있다.

둘째, 전문 교과와 연관된 수학 내용은 소수 단원에 집중되어 있다. 그 중 수학 교과의 경우 식의 계산 단원과 함수 단원에 집중되어 있었고, 수학 I 교과의 경우 수열 단원에 집중되어 있었다. 그리고 기하와 벡터 교과에서는 공간도형과 공간좌표, 벡터 단원에 집중되어 있었다.

셋째, 전문 교과와 수학 교과의 적절한 학습 시기 구성이 중요하다. 학교 교육과정의 자율성

강화와 교육과정의 특성화 등의 흐름으로 인해 학교 교육과정은 탄력적으로 운영되고 있다. 교육과정을 조사한 실제 결과 수학 I 교과를 고등학교 3학년에 운영하도록 하여, 수학 I 교과에 해당하는 내용이 전문 교과 내에서 먼저 학습되고, 추후 수학 I 교과를 학습하게 되는 사례가 있었으며, 또한 수학 I 교과를 2학년 2학기과 3학년 1학기를 통해 학생이 선택하는 교과 중 하나로 두어 일부분의 학생들은 선택조차 하지 않게 되고, 전문 교과와 수학 교과와의 연계적인 교육이 이루어 지지 않는 사례도 발견되었다.

넷째, 전문 교과 내용 중 고등학교 수학 교육과정 밖의 내용이 상당수 존재한다. 교육과정의 고려 없이 제시한 내용과 수학적으로 잘못 표현된 기호 사용에 대해서는 전문 교과의 교과서 제작에 수학 전문가들의 의견 교류 및 검토 등의 참여가 필요하다고 볼 수 있다. 또한 대학수학 내용에 해당하는 내용들이 다수 등장 하였는데, 이 중 역삼각함수, 상대좌표, 극좌표, 진리표, 진법 등의 내용과 같이 고등학교 수학 교육과정 내에서 관련 단원의 내용과 함께 더불어 지도할 수 있는 내용이 있고, 곡률, 클로소이드 곡선, 다중적분, 베르누이 방정식 등의 내용과 같이 공업계 고등학교 학생들이 감당하기 어려운 내용들이 발견되었다. 전문 교과 내용에 대한 신중한 선정과 연관성에 대한 배려가 절실하다.

본 연구를 통해 분석된 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

첫째, 전문 교과 교육과정 구성 시 수학 교과에 대한 연관성을 고려하고 전공별 차별성을 두어 구성하여야 한다. 토목학과와 건축학과와 전문 교과 내용과 수학 교과 내용 사이에는 대부분의 교과에서 긴밀한 관계를 가지고 있는 것으로 나타났다. 그러므로 통합교육적인 시각에서 효과적인 교수 학습을 위해서는 연관성을 고려한 학교 교육과정의 구성은 반드시 필요하다. 조

사 대상 토목학과와 건축학과와 전공에 대한 연관성을 분석한 결과 주로 연관된 수학 교과 내용이 상이하며, 전체적인 비중 또한 400% 이상 차이가 나는 만큼, 학과별 차이를 두고 학교 수학 교육과정을 구성할 필요가 있을 것이다.

둘째, 전문 교과의 교과서 내용 구성 시 수학 교육과정의 측면에서의 검토가 필요하다. 교육과정에 대한 고려가 불충분하여, 수학 교육과정의 변천과 함께 삭제된 내용임에도 불구하고 계속해서 사용하거나, 중학교 수학 과정에서 학생들이 학습한 기존 내용과 다르게 제시한 내용, 교육과정에서 다루고 있는 기존 개념은 포함되되 전문 교과의 이해를 수월하게 하기 위해 변형하여 사용한 경우가 있다. 그리고 고등학교 수학 교육과정의 내용을 벗어나 대학수학에 해당하는 내용이 다수 발견되었다. 또한 수학에서 사용되는 기호 사용에서도 오용의 경우와 누락한 경우 등 수학적인 표현이 엄밀하게 사용되고 있지 않은 경우가 있었다. 이를 개선하기 위하여 수학 전문가들의 조언을 통해, 수학 교육과정의 적절한 반영 여부, 수학적인 엄밀한 기호 사용에 대한 검토가 필요하다. 또 대학수학에 해당하는 내용을 고등학교 수학 교육과정의 내용으로 변형하여 학생들의 이해를 도울 수 있는 방안 마련과 함께 수학적 수준 고려를 통한 전문 교과 내용 조정 여부가 필요해 보인다.

셋째, 공업계 고등학교에서 현장 교사들은 교과 간 연관성을 인식하고 교수학습 계획을 마련해야 한다. 보다 근본적으로 국가 교육과정의 측면에서 대학에서의 공업수학과 같은 교과의 재구성을 하거나 학교 교육과정의 구성을 통해 연관성을 고려한 교육이 선행되어야 하지만, 이를 학생에게 효과적으로 교수학습 하기 위해서는 전문 교과 교사와 수학 교과 교사의 공동의 노력이 필요하다. 특히 1학년 학생들을 위한 수학 기본 내용 확인과 점검에 필요한 선택형 교과나

보충 자료 등의 개발에 관한 논의가 필요하다. 전문 교과 지도 시 교사는 수학 교과와 연관된 내용에 대해 학생들이 기존에 학습한 내용인지에 대한 여부를 파악하고 세심한 지도 계획을 세울 필요가 있으며, 간혹 학생들이 수학 교과 시간에 학습하지 않은 내용을 전문 교과 내에서 먼저 학습해야 한다면, 수학 교사와의 정보 교류를 통해 좀 더 효과적인 지도를 이끌어 내야 할 것이다. 그리고 수학 교과 지도 시 교사는 통합 교과의 시각에서 해당 단원의 지도에 좀 더 비중을 두고 지도할 필요가 있다. 학교나 지역 여건에 따라 내용의 순서는 수정이 가능하므로 수학 교과 내의 연계성을 기반으로 하되 조금 더 집중적으로 연관되어 있는 내용을 앞서 배치하여, 연관된 내용을 지도한다면 학생들로 하여금 수학 교육의 유용성의 인식을 높일 수 있고, 전문 교과 이해에 도움을 줄 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

김효섭(2009). **전문계 고등학교 1학년 학생들의 수학수준 파악 및 전문계 고등학교 수학 교육 문제점 분석**. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.

이종성, 정향진(2004). **실업계 고등학교 교육과정 개편 방향 탐색**. 한국직업능력개발원.

최영광(2007). **공업계 고등학교 전문 교과와 수학 교과와의 연관성 분석 연구**. 한국교원대학교 대학원 석사학위 논문.

최지혜(2007). **실업계 고등학교 수학교과과정 실태파악과 개선방안**. 금오공과대학교 교육대학원 석사학위 논문.

교육과학기술부(2007). **고등학교 교육과정**(교육과학기술부 고시 제2007-79호[별책4]).

_____ (2011). **고등학교 공업 입문**. (주)교학사.

_____ (2011). **고등학교 정보기술기초**. (주)천재교육.

_____ (2011). **고등학교 기초제도**. (주)씨마스.

_____ (2003). **고등학교 토목설계**. 두산동아(주).

_____ (2011). **고등학교 토목일반**. 두산동아(주).

_____ (2009). **고등학교 건축구조**. (주)두산.

_____ (2003). **고등학교 수리·토질**. 두산동아(주).

_____ (2002). **고등학교 역학**. 두산동아(주).

_____ (2012). **고등학교 토목재료·시공**. 두산동아(주).

_____ (2003). **고등학교 지적전산**. 두산동아(주).

_____ (2003). **고등학교 수리·토질**. 두산동아(주).

_____ (2003). **고등학교 지적실무**. 두산동아(주).

_____ (2011). **고등학교 측량**. 두산동아(주).

_____ (2002). **고등학교 건축시공 I**. 두산동아(주).

_____ (2003). **고등학교 건축시공 II**. 두산동아(주).

_____ (2003). **고등학교 건축시공 III**. 두산동아(주).

_____ (2003). **고등학교 건축설계제도**. 두산동아(주).

_____ (2012). **고등학교 건축계획일반**. 두산동아(주).

_____ (2007). **공업계열 전문교과 교육과정**(교육과학기술부 고시 제 2007-79호 [별20]).

_____ (2007). **수학과 교육과정**(교육과학기술부 고시 2007-79호 [별책 8]).

교육과학기술부 서울특별시교육청(2011). **고등학교 건축 목공**. (주)서울교과서.

우정호 외 7인(2010). **고등학교 수학 I**. 두산동아(주).

_____ (2010). **고등학교 수학 II**. 두산동아(주).

- _____ (2010). **고등학교 기하와 벡터**. 두산동아(주).
- _____ (2010). **고등학교 적분과 통계**. 두산동아(주).
- _____ (2010). **고등학교 미적분과 통계 기본**. 두산동아(주).
- 우정호 외 9인(2009). **고등학교 수학**. (주)두산.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). **Principle and standards for school mathematics**. Reston, VA: Author. 류희찬, 조완영, 이경화, 나귀수, 김남균, 방정숙 공역
- (2007). **학교수학을 위한 원리와 기준**. 서울: 경문사.
- Berlin, D. F. & White, A. L.(1995). **Connecting school science and mathematics**, In P. A. House & A. F. Coxford (eds.), *Connecting mathematics across the curriculum*(pp.22-33). Reston : NCTM.

Analysis on the Relation between Major Subjects of Architecture & Civil Engineering and Mathematics in Korean Industrial Circle High School

Cho, Min Hye (Jeodong High School)

Cho, Minshik (Korea National University of Education)

The purpose of this study is to investigate the relation between major subjects of industrial circle high school and mathematics matched with present 2007 revision curriculum. We compare and analyze learning contents in industrial circle's math education via various aspects including methods of explanations, contents domains, and contents levels.

The analysis followed by the research study performed with literature study of curriculums and text books.

Our research indicates that school curriculum should be reflected relation between industrial high school's each major course and mathematics, so each major course curriculum should be different.

Many contents beyond high school mathematics were founded. Hence suitable mathematical maturity and levels within standard high school math curriculum should be considered when one make text books of major course in industrial circle high school.

* Key Words : Major subjects(전문교과), Industrial Circle High School(공업계 고등학교), Relation with Mathematics(수학 연관성)

논문접수 : 2013. 11. 04

논문수정 : 2013. 12. 15

심사완료 : 2013. 12. 20