

시·도 교육청 영재 심화 교수·학습 자료개발에 관한 연구

이 상 원 (대구교육대학교)
방 승 진 (아주대학교)

1999년 교육개발원에서는 초·중학교 영재 교육과정 시안 개발을 위한 기초연구와 수학과 영재 교육과정 시안에 관한 보고서를 발간하였는데 이 보고서에 초·중학교 수학과 영재 교육과정 시안이 제시되어 있다. 이 영재 교육과정 시안으로써 그 내용에 상응하는 수학 교수·학습 자료 개발이 절실히 요구되고 있다. 한국교육개발원에서는 영재 교수·학습 자료개발 및 영재교사 연수가 본격적으로 확대, 추진되고 있는 실정이며 또한 2002년~2003년 2년간 한국교육개발원에서는 영재학생을 위한 교수·학습 자료를 개발하여 왔다. 이런 취지를 바탕으로 지금 우리에게 영재 교육의 시급한 문제는 초·중등에 필요한 다양한 영재 교육프로그램을 마련하는데 있다.

본 연구에서는 한국교육개발원에서 마련한 교재개발 지침에 따라 2005학년도 교수·학습 자료를 중학교 중심으로 영재 교육 프로그램을 구현해 보고자 한다.

I. 서론

1999년 영재진흥법이 통과되었고, 같은 해에 한국교육개발원에서는 초·중학교 영재 교육과정 시안 개발을 위한 기초연구와 수학과 영재 교육 과정 시안(수탁연구 12·99-20-3)에 관한 보고서를 발간하였다. 방승진(1997)은 이 보고서에는 심화와 속진을 병행하는 초·중학교 수학과 영재 교육과정 시안이 제시되어 있다.

1999년 영재교육시안 발간이후 영재교육에 대한 관심이 한층 더 고조되어 가고 있다.

현재 각 시 교육청에는 영재교육의 초석인 심화수업이 진행되고 있고, 한국교육개발원에서는 영재교사 연수가 활발히 진행되고 있다. 그리고 8월에 실시한 국립영재학교의 입학전형에도 매우 높은 경쟁률을 나타내고 있다. 이제 가장 시급한 과제는 이들을 위한 학습자료 개발이 시급한 현실이다. 특히 국가간의 경쟁 속에서 생존하기 위해서는 우수한 인재에 대한 교육이 시급하며, 플라톤이 믿었던 것처럼 모든 시민에게 그들 자신의 잠재력을 최대한 발휘할 수 있는 교육의 기회를 주어져야 한다.

시·도 교육청의 영재학급 및 영재교육원에서 활용하는 영재 심화 교수·학습 자료는 영재교육의 본질을 효과적으로 추구하고 달성할 수 있고, 사용이 용이하도록 개발되어야 한다.

이러한 영재들에게는 어떠한 교육 프로그램을 적용할 것인가? 현재까지 가장 많이 알려진 모델은 Renzulli의 심화학습 3단계 모형이다. 이 글에서는 Renzulli의 심화학습 3단계 모형을 바탕으로 한, 한국교육개발원에서 제안한 프로그램 개발 지침에 따라서 3가지 영역에 따라서 집필하고자 한다.

첫째, 기하, 위상, 대수 영역, 둘째, 해석학 영역, 셋째, 집합, 조합·확률통계 영역으로 영재 교수·학습 자료를 제시하고자 한다.

수학영재에 대해서 다양한 정의가 있을 수 있지만, 여기서는 이 자료를 사용할 영재를 이야기한다. 이 자료는 각 교육청에서 우수학생들을 대상으로 할 자료이기 때문에 현실적으로 학교성적에 의존도가 크다. 그리고 각 지역마다 다양한 계층이 분포하기 때문에 이를 일괄적으로 자료를 만든다는 것 또한 모순이 될 수 있다. 이러한 것을 가능하면 많이 포함하기 위하여 상위 10%의 대상이 이 자료를 이용할 대상으로 가정을 하고 편집을 하기로 한다.

방승진(1997)은 교육인적자원부에서 마련한 '영재 교육과정 편성 운영 권장기준'에서는 영재 교육의 목표를 창의적 문제해결력의 신장, 도덕성의 함양, 자기 주도적 학습 태도의 함양이라고 하였다.

방승진(2000)은 수학 영재교육의 목표에서는 창의적 문제 해결력과 자기 주도적 학습 태도(수학적 사고와 태도)의 신장을 통한 창조적 지식 생산자 육성이고 또한 수학에 대한 지속적인 흥미, 호기심을 바탕으로 탐구하려는 동기와 태도라고 하였다. 또한 2년 동안 개발한 자료가 내용 구성상의 문제, 내용의 참신성, 내용의 오류등 여러 가지 문제점을 지적하여 왔다.

김홍원의(2003), 김수환(2001), 한인기(2001), 조완영(2001)은 영재 교수-학습 자료, 수학 영재 교수·학습 자료의 개발 방향을 제시하였는데, 이 중 일부를 제시하면 다음과 같다.

해당 교과서에서의 창의적 문제 해결력, 고차적 사고력 함양, 해당 교과 내용 및 활동에 관한 흥미, 과제집착력, 자신감의 함양, 도덕성, 사회적 가치 의식 함양, 자기 주도적인 학습 태도 함양, 속진보다 심화 위주, 개별화 교육 : 다양한 난이도 및 심화 활동 과제 제시, 다양한 내용 영역 포함, 다양한 교수·학습 방법 적용, 실생활에서 발생하는 문제 상황과 연결, 서로 관련을 맺는 하위 주제로 구성, 간학문적인 주제, 내용이나 활동 포함, 다양한 집단 편성, 다양한 교수·학습 자료, 장소의 활용, 창의적인 산출물 강조하고 있다. 영재 교수·학습 자료의 유형은 다양할 수 있다. 송상현(2003)은, 분류가 엄격하게 적용될 수는 없으나, 수학 영재 교수·학습 자료의 유형을 포함되는 내용의 성격에 따라 문제해결형, 주제탐구형, 과제개발형, 연구형으로 분류할 수 있다고 하였다. 교수·학습 자료를 어떤 유형을 중심으로 하여 개발할 것인가는 다양할 수 있으나, 가급적 다양한 유형의 자료를 개발하여 학생들이 여러 가지 성격의 문제나 과제에 접해보도록 하는 것이 좋을 것이다.

이상원(2002)은 한국교육개발원에서는 그동안 시·도 교육청의 영재학급 및 영재교육원에서 사용할 수 있는 교수·학습 자료를 개발 제공하였으나 아직도 많은 자료가 부족한 실정이며, 따라서 교육청의 영재학급 및 영재교육원에서 활용하는 영재 심화 교수·학습 자료의 개발이 시급한 실정이다. 이런 차원에서 보다 참신하고 이런 문제를 해소할 수 있는 교재개발을 하는 것이 본 연구의 목적이 있다.

II. 본 론

본 연구는 개발원의 자료 개발의 지침에 따라 집필하였다. 구체적 한국교육개발원의 자료개발 기본지침을 제시하면 다음과 같다.

1. 자료 개발의 기본 지침

1) 내용 구성상의 유의점

- 재미있게 구성하여 학습동기를 유발할 수 있어야 한다.
- 수학적 개념을 깊이 있게 이해하기 위해, 폭 넓고 깊이 사고할 수 있는 활동이 이루어지도록 구성한다.
- 학생의 능력과 흥미에 따라 다양한 유형의 창의적인 활동이 이루어지도록 내용과 활동을 구성한다.
- 각 단계에서 수학적 내용이 분명하도록 구성한다.
- 논리적, 비판적 사고와 확산적 사고를 모두 요구하는 활동들로 구성한다.
- 그리기, 만들기, 쓰기, 조사, 토의, 발표, 현장 답사, 실험, 실습, 멀티미디어 학습, 사사 등 학생이 다양한 형태로 능동적으로 참여하는 다양한 수업 방법이 활용되도록 한다.
- 능력과 흥미에 따라 최대한의 개인차 학습이 이루어지도록 한다.

참고

1. 광범위한 분야의 문제, 주제를 다루는 내용을 제시
2. 다양한 학문분야를 통합
3. 종합적이고 서로 관련이 있으며 상호 강화적인 경험을 제공함.
4. 자율적이고 독립적인 학습기능을 강화함.
5. 주어진 분야에서 학생이 스스로 선택한 주제를 깊이 있게 학습하도록 함.
6. 생산적, 복잡한, 추상적, 고급 사고기능을 활용하도록
7. 개방적 과제
8. 연구기능과 방법을 가르침.
9. 교육과정 속에 기초기능과 고급 기능을 통합시킴.
10. 기존의 아이디어에 도전하도록 격려
11. 새로운 기법, 자료, 형태를 활용하여 산출물을 만들도록 격려
12. 자신에 대한 이해를 발달시키도록
13. 학생의 학습 결과를 자기 평가지, 표준화된 검사들 중 적절하고 구체적인 증거를 사용하여 평가

2) 대주제의 전개 단계

* 대주제를 선정할 때 반드시, 학생의 창의적 활동이 많이 들어가거나 다양한 방법으로 해결해야 할 문제 상황을 고려한다.

(1) 일반적인 탐색 활동의 단계

- 학생들이 과제에 흥미를 유발할 수 있는 자료 및 문제 상황의 제시

- 학생들에게 광범위하고 다양한 내용에 접하게 한다.
- 주제에 대한 학생들의 흥미와 관심을 북돋워주는 데 목적이 있다.

(2) 개념의 이해, 사고 기능, 연구 방법, 태도의 집단훈련 활동

학생이 결국 탐구하고자 하는 주제를 중심으로 “사고하고 느끼는” 과정을 습득하는 과정으로 문제 해결에 도움이 되는 기술, 노력, 태도, 방법 등을 습득한다.

- 교사와 학생이 함께하는 활동 중심
- 학습 내용은 정규교육과정에서 접하지 않은 내용, 최신의 정보 포함.
- 정의적 측면: 가치관, 인식 훈련, 동기의 부여
- 인지기능: 분류, 비교, 해석, 비판적 사고, 문제해결, 발견, 탐구, 반성적 사고, 도서관 자료 활용 능력, 연구 및 논문 보고서 작성법,
- 주요활동: 문헌 분석, 문제 풀이, 토론, 조사, 실험, 실습, 도서관 사용법 실습, 자료의 분석, 자료의 종합, 분석 결과에 대한 평가 등

* 반드시 3단계 창의적 활동(산출물, 문제 상황을 해결 또는 새로운 문제상황 설정)과 연관성이 있거나 직접적인 도움이 되는 활동으로 구성

(3) 개인별 또는 소집단별 창의적인 탐구활동 및 정리 평가

- 학생이 주도하는 활동
- 산출물을 만들거나, 문제를 해결하는 활동중심
- 보고서 작성 및 발표, 활동 내용의 정리 및 평가, 습득한 지식 정리 및 새로운 발전가능성 토의

3) 각 차시별 활동의 전개 시 유의사항

- 학생중심의 활동이 이루어지는 수업
- 조사활동: 백과사전을 요약하는 방식은 지양하고 원 자료(raw data)를 수집하여 분석하고 결론을 도출하는 방식을 지향함.
- 토론활동: 토론의 초점을 명확히 제시할 필요가 있다. 또한 브레인스토밍의 경우를 제외하면 자료에 근거한 토론이 이루어질 수 있도록 한다.

4) 집필시의 유의점

- 해당영역의 담당교사가 보고 쉽게 수업을 진행할 수 있도록 수업의 과정을 자세히 설명한다. 즉, 수업과 관련된 내용뿐만 아니라 수업 방법도 제시하도록 한다. 또한, 수업의 과정뿐만 아니라 교사가 유의해야 할 사항, 강조해야 할 사항들도 알 수 있게 명확하게 제시한다.
- 가능하면 각 활동마다 삽화이나 그림 표 등이 들어가도록 한다.(Visualize!)
- 학생의 창의적인 탐구를 유도할 수 있는 다양한 자료와 정보, 읽을거리가 제공되도록 한다.
- 창의적 사고를 자극하는 질문을 많이 포함시킨다.

Ⅲ. 학생용 교재 및 교사용 지도서의 체계

한국교육개발원의 개발지침에 따라 학생용 교재 및 교사용 지도서 체계를 제시하면 다음과 같다.

1. 집필 요소

집필 요소	참 고
대주제명	· 대주제명(학생의 흥미를 유발할 수 있는 재미있는 표현을 사용한다.)
주제설정의 취지 및 목적	· 주제 학습의 배경, 필요성 및 목적, 활동 구성의 특징 및 교육 과정과의 관련 등 주제의 기본 방향을 제시한다.
학습 목표	· 전체 대주제의 학습 목표를 7-8개 정도 기술한다. · 인지적 영역, 정의적 영역(가치·태도), 기능적 영역의 목표를 고루 포함한다. · ‘안다’, ‘이해한다.’ 등의 추상적인 용어가 아니라 다음과 같은 구체적인 행동적인 용어로 진술한다. : 설명/예언/추측/비교/분석/적용/평가/설계할 수 있다, --을 만들 수 있다, --을 구안할 수 있다, --하는 태도를 지닌다, --한 통계기법을 활용할 수 있다 등 · 아래와 같이 기술한다. ○ ---할 수 있다. (3칸째부터 시작한다) ○ ---비교할 수 있다. (3칸째부터 시작한다)
개념모형도	· 대주제 및 소주제에서 다루는 주요한 개념들을 나타낸다. · 수학교육에서 자주 사용하는 개념도와 유사하나 본 개념모형도의 주요목적은 본 자료를 사용하는 교사가 사용된 개념들의 구조를 한눈에 파악할 수 있도록 하는 것이다.
지도 계획	· 대주제를 구성하는 소주제의 주요 수업활동과 수업활동의 형태, 소요시간을 간단히 기술한다. · 소주제명도 가능한 한 흥미를 유발하는 표현을 사용한다. · 본 자료에서는 학생들의 수학 창의적 산출물을 위하여 매 시간 20-30 분간을 고려하였다. 자료에 따라서는 처음 차시부터 이 활동시간을 고려 할 수도 있고, 대주제 진행단계 중에 시작 할 수도 있다. · 수학 창의적 산출물을 위하여 다음 단계를 설정할 수 있다. - 주제 설정, 연구 방법 및 일정 - 주요 개념 조사 및 학습 - 연구 보고서 작성 및 발표



소주제명	<ul style="list-style-type: none"> 소주제의 제목
소주제 개관	<ul style="list-style-type: none"> 대주제의 주제 설정의 취지 및 목적과 비슷하게 소주제의 구성과 지도 방향에 관하여 기술한다. 특히 지도 시 중요사항을 기술한다.
학습목표 및 준비물	<ul style="list-style-type: none"> 활동별로 활동 단계와 학습 활동 및 절차, 보조 활동 및 참고 자료를 도표화하여 간단하게 기술한다.
교수-학습활동 주요초점 질문 지도활동	<ul style="list-style-type: none"> 전체 수업의 진행과정과 지도초점 및 유의점을 쉽게 파악할 수 있도록 기술한다. 교수-학습활동과 지도초점 및 유의점을 포괄적으로 기술하기보다 각 활동의 지도초점 및 유의점을 바로 옆에 기술한다. 주요초점 질문 : 본 주제에서 학생들이 오개념을 갖기 쉬운 개념이나 가장 강조되는 내용을 질문 형태로 구성한다. 지도활동 : 각 활동지의 해답 또는 유의점을 기술한다.
심화활동자료	<ul style="list-style-type: none"> 이부분에서는 교수- 학습 활동을 심화시켜 주는 활동 자료로서 수업시간이 빨리 끝났을 경우 추가 활동자료로 사용할 수도 있으며, 학생들에게 과제 형태로 제출 할 수도 있다- 이 부분의 주 목적은 학생들이 한 주제에 관해 심도 있게 사고할 수 있는 기회를 마련하는 것에 있다.
필수정보	<ul style="list-style-type: none"> 해당학년의 일반교육과정에서 다루는 내용은 생략한다. 지도에 도움이 되는 다양한 참고자료를 제시한다. 학습 내용에 대한 보충 자료, 대안 자료 및 대안 활동, 실험결과물의 처리 같은 보충 자료, 기타 관련 참고 문헌 등을 기술한다.
참고문헌	<ul style="list-style-type: none"> 교사용 참고문헌과 학생용 참고자료를 따로 작성
읽기자료	<ul style="list-style-type: none"> 주제와 관련하여 학생들이 재미있고 유익하게 읽을 수 있는 읽기 자료를 제시합니다.
활동지	<ul style="list-style-type: none"> 수업시간에 사용되는 학생용 활동지 및 참고자료
평가 및 부록	<ul style="list-style-type: none"> 학습개념 평가 수업 또는 모둠활동에서의 활동 평가 학생 및 교사 설문조사 산출물평가지

IV. 연구의 실제

한국교육개발원 개발지침에 따라 대주제명, 주제설정의 취지 및 목적, 학습목표, 개념모형도, 주요 초점질문, 지도활동, 생각해보기, 실천하기, 실험결과보고서 작성과 같이 다음과 같이 교재를 집필 하였다. 개발지침에 따라 본 연구자 개발한 해석학 분야에서 개발한 구체적 2차시 교수·학습자료는 다음과 같다.

1. 브레이크가 고장난 트럭 새우기

주제설정의 취지 및 목적

함수 개념을 지도할 때는 실제적인 변화 현상 가운데서 종속관계를 인식하고 그러한 동적인 종속관계를 구성해 보는 활동경험을 권장해야 한다. 나아가 이러한 활동경험을 내면화하고 대상화하여 규칙성을 발견하고 이를 언어적 표현, 대응표, 화살표 도해, 관계식, 그래프로 정리하고 표현하는 경험을 권장해야 한다. 초기에 천체에 대한 연구나 물체의 운동과 관련해 발생한 함수 개념은 오늘날 수학이 응용되는 거의 모든 분야에서 필요로 하는 기본적이고 핵심적인 개념이다.

때문에 현실 세계의 물리적, 사회적, 정신적 현상 속에서의 변화를 인식하고, 변하는 대상들 간의 관계를 예측하고 기술하고 해석해서 조직하는데 함수적 사고는 필요하다.

따라서 이 단계에서는 실제생활에서 쉽게 접할 수 있는 함수적 문제상황을 모색하고 이를 해결하기 위해 함수적으로 사고하는 과정을 실제로 실험을 통해 체험한다.

고속도로나 국도의 내리막길에서 대형트럭운전자는 불안한 마음을 갖지 않을 수 없다. 경사가 급한 내리막길에서 상상하기조차 싫은, 즉 브레이크가 고장난다면 어떻게 해야 할까? 이런 상황에서 도로에 아무런 예방조치가 취해져 있지 않을 경우엔 운전자가 유일하게 할 수 있는 일이라곤 트럭을 멈추기 위해 내리막길 아래 어딘가에 충돌하는 것일 것이다. 생각만 해도 아찔하다. 이때 긴급제동시설이 설치되어 있다면 아무런 걱정이 없을텐데... 내리막길 옆에 새로운 오르막 도로를 건설해서 브레이크가 고장이 나더라도 내리막길에서 트럭이 긴급제동시설로 향하면 중력과 마찰력에 의해 안전하게 멈출 수 있기 때문일 것이다. 이 단계에서 하는 실험의 목적은 트럭정지경사로의 경사와 트럭의 정지거리 사이의 관계를 이해하고 고속도로 설계에 알맞은 트럭정지경사로의 경사도를 찾는 것이다.



http://kr.dcinside3.imagesearch.yahoo.com/zb40/data/43/killol_176.jpg

학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> · 사전에 긴급제동시설에 대하여 조사함으로써 긴급제동시설의 필요성을 인식할 수 있다. · 긴급제동시설을 만들어보는 실험을 함으로써 이 시설을 효율적으로 만들기 위한 방법을 찾을 수 있다. · 가장 효율적인 긴급제동시설의 경사도를 구할 수 있다.
준비물	교사용 · 활동지
	학생용 · 필기도구, 활동지, 계산기, 하드보드지(또는 우드락), 띠테이프, 자, 풀판지(또는 사포)

교수-학습 활동

학습 단계	교수-학습 활동	예상 시간	유의점
도입	<ul style="list-style-type: none"> · 전체 주제에 대한 소개 및 동기를 유발시킨다. · 활동안내와 학습목표를 이해시킨다. · 학습 준비물을 확인한다. 	5 } 10 분	<ul style="list-style-type: none"> · 프로젝트 전체 과정에 대해서 설명하고, 이를 이해하도록 한다.
본 활동	<ul style="list-style-type: none"> · 실험을 하기 전에 인터넷 검색활동을 통해 긴급제동시설에 대한 사전지식을 정리한다. · 알아본 긴급제동시설을 어떻게 만드는 것이 좋을지를 실험에 앞서 생각해보게 한다. · 실제로 긴급제동시설을 간단하게 만들고, 장난감 자동차를 끌러봄으로써 긴급제동시설이 효율적으로 만들어지기 위해 필요한 것이 무엇 인지를 토론한다. · 실험결과를 통해 긴급제동시설의 경사도도 가장 적절한 값을 찾아본다. 	30 } 50 분	<ul style="list-style-type: none"> · 모든 학생들이 참여하도록 독려한다. · 학생들의 활동이 문제의 본질에서 벗어나지 않도록 유의한다. · 학습목표 외적인 질문에서 학생의 의견을 수렴하도록 노력하면서 수업의 방향으로 유도한다. · 모둠별로 측정하고자 하는 방법의 다양성을 인정한다. · 정확한 측정보다는 논리적 추론 근거의 중요성을 강조한다.
정리	<ul style="list-style-type: none"> · 실험결과를 정리해 보고, 실생활 속에 얼마나 많은 함수관계가 있으며, 또 함수적 사고가 왜 필요한지를 이야기해 본다. 	5 } 10 분	<ul style="list-style-type: none"> · 학생들이 다양한 의견을 제시하고 적극적인 참여할 수 있도록 유도한다.

주요 초점 질문

1. 내가 토목건축가가 되어 긴급제동시설을 설치해야 한다면 어떻게 설치할 것인지 생각해 보세요.
2. 긴급제동시설에서의 경사도와 정지거리사이의 관계를 추측하여 그래프로 나타내 보세요.
3. 긴급제동시설을 어떻게 설치하는 것이 가장 효율적일까요?

지도 활동

■ ■ 사전 조사 활동

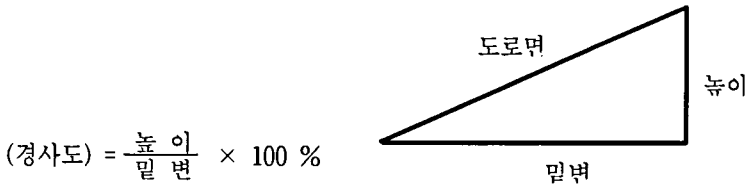
1. 도로의 경사도를 측정하는 방법 및 표현방법을 알아봅시다.

지도초점 일반적으로 경사도는 각도로 나타내는 것 같지만, 오히려 각도가 아닌 %로 나타냄을 이해시킨다.

☞ 대부분의 사람들은 경사도를 '각도'로 나타낸다고 생각한다. 그러나 오른쪽 그림과 같이 오르막길에 세워두는 도로표지판을 잘 살펴보면 각도가 아닌 %로 표현되어 있음을 확인할 수 있다.



도로의 경사도를 구하는 식은 다음과 같다.



2. 현재 우리나라의 각 도로의 경사도는 대략 얼마정도인지 알아봅시다.

지도초점 일반적으로 도로의 경사는 평지가 적절하며, 도로의 경사도는 최소화 할수 있도록 유의하여 지도한다.

☞ 밑변과 45도를 이루는 도로의 경우, 경사도는 100%가 되며, 밑변과 약 27도를 이루는 경우는 50%가 된다. 하지만 실제 도로에서는 이렇게 큰 경사도를 찾아볼 수 없다. 우리나라의 경우 보통 오르막길의 경사도는 5%~10%정도이고 간혹 급경사의 25% 정도 까지도 있다.

3. 내가 토목건축가가 되어 긴급제동시설을 설치해야 한다면 어떻게 설치할 것인지를 친구들과 이야기해 봅시다.

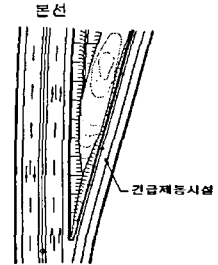
지도초점 실험을 하기에 앞서 긴급제동시설에 대하여 보다 구체적으로 관심을 갖도록 하기 위해 자신의 생각을 친구들에게 이야기해 보도록 지도한다.

4. 우리나라의 국도나 고속도로의 내리막길에는 긴급제동시설이 설치되어 있습니다. 어떤 형태로 설치되어 있는지를 알아봅시다. 또 그 기능을 제대로 하고 있는지를 알아봅시다.

☞ 현재 국도와 고속도로 곳곳에 긴급제동시설이 설치되어 있지만 기존의 긴급제동시설에서는 그 기능을 잘 하지 못하는 경우가 많다고 한다. 한 예로 실제 도로에서는 트럭이 내려오는 속도에 따라 차의 정지거리가 크게 달라진다. 긴급제동시설을 설치할 때 끝부분에 감속원통과 이탈 방지턱을 함

게 만들었으나 내리막길에서 가속된 차량이 속도가 쉽게 줄어들지 않아 긴급제동시설을 훨씬 넘어가 버림으로써 차량에 충격을 주고 부분적으로 파손되는 경우가 있었다.

현재 '한국 도로 공사'에서는 기존의 긴급제동시설을 변경하려 노력하고 있다. 물론 긴급제동시설을 길게 하고 다소 경사도를 높이면서 감속 원통을 설치하지 않으면 차량의 파손을 줄이고 긴급제동시설이 제 기능을 할 수 있다. 하지만 우리 나라 지형에서 장소의 제약이 많이 따르고 공사비가 너무나 많이 소요되므로 아래 변경 안에서 보듯 제동시설의 연장이 가능한 곳은 1안을 원칙으로 하여 차량의 파손을 최소화 시킬 수 있도록 하고, 연장확보가 어려운 곳에서는 부족 연장분에 대한 감속보조시설 설치 등에 대한 세밀한 검토·분석 후 2안을 적용하도록 하고 있다. 물론 감속원통 같은 보조시설 설치로 인한 차량 충격 및 부분 파손은 불가피하게 된다.

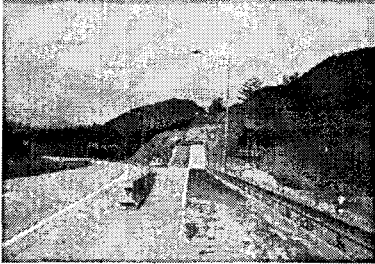


<http://users.vnet.net/lansford/a10/page288.html>

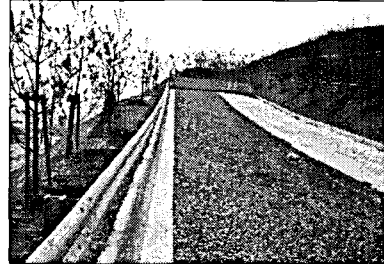
<긴급제동시설 개요도>

기 존 시 설	
변 경	<p>[긴급제동시설 연장확보가 가능한 곳]</p>
	<p>[긴급제동시설 연장확보가 어려운 곳]</p>

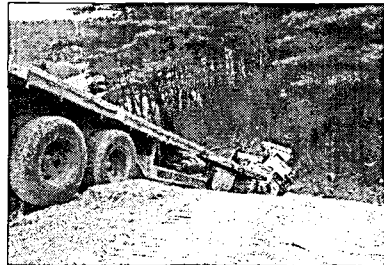
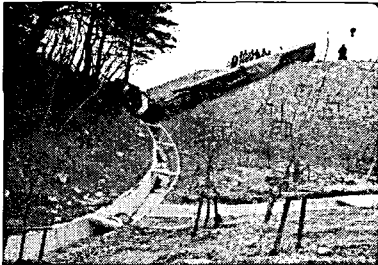
기존의 도로나 새롭게 건설하는 내리막 도로에서 긴급제동시설을 하기에는 공간적 제한이 따르게 된다. 긴급제동시설을 너무 길게 만들면 공사비가 많이 들고 너무 짧아도 차를 세우는데 무리가 가게 될테니 말이다. <그림 3>과 <그림 4>는 2002년 3월 대관령에서 긴급제동시설에서 이용한 차량의 사고사진이다. 그런데 길이를 너무 짧게 하여 트럭이 제동시설 밖으로 넘어가 버려 제동시설로서의 가치를 전혀 발휘하지 못했다.



<그림 1> 긴급제동시설



<그림 2> 긴급제동시설



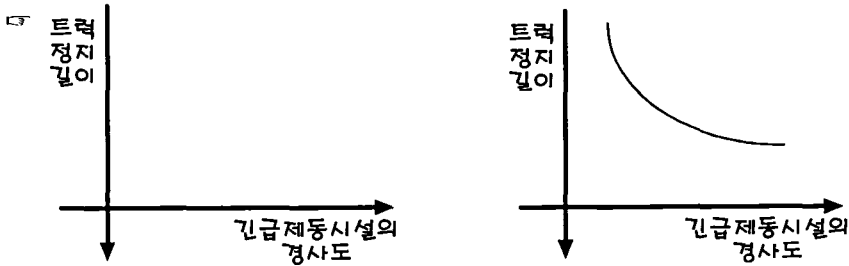
<그림 3> <그림 4> 긴급제동시설을 잘못 건설하여 오히려 트럭이 많이 파손됨

■■ 생각해보기

※ 이 활동에서는 긴급제동시설의 경사와 고장난 트럭의 정지거리 사이의 관계를 이해하고 고속도로 설계에 알맞은 트럭정지경사로의 경사도를 찾아보기 위한 실험을 하려고 합니다. 먼저 실험을 하기 전에 다음의 몇 가지를 생각해 봅시다.

지도초점 실험에 앞서 미리 추측해보게 함으로써 어떤 생각을 하면서 실험을 해야 하는지를 알려주도록 한다.

1. 긴급제동시설에서의 경사도와 정지거리사이의 관계를 추측하여 그래프로 나타내 봅시다. 그래프로 나타낸 다음 친구들의 그래프와 비교해 봅시다.



2. 1에서 그린 그래프를 이용하여 여러분이 긴급제동시설을 건설한다면 경사도를 얼마로 할 것인지 말해봅시다. 또 그 이유를 말해봅시다.

☞ 학생에 따라 다양한 답변이 나올 수 있다. 경사도를 무시한 지나치게 황당한 답변을 하지 않도록 잘 유도한다.

3. 도로의 경사도는 다음 식을 이용하여 계산합니다. 오르막길 도로의 높이가 5m이고 밑변이 12m 일 때 도로의 경사도를 구해 봅시다.

$$(\text{경사도}) = \frac{\text{오르막길의 높이}}{\text{오르막길의 밑변의 길이}} \times 100(\%)$$

$$\text{☞ } (\text{경사도}) = \frac{5}{12} \times 100 \approx 42\%$$

■■ 실험하기

실험개요

두 판자를 이용하여 내리막길과 오르막길 모형을 만들고 장난감자동차를 내리막길에서 출발시켜서 오르막길을 올라가게 한다. 학생들로 하여금 오르막길에서 자동차가 멈추는 거리를 측정함으로써 고속 도로를 만들 때 필요한 긴급제동시설의 길이에 대해 토론하게 된다. 또 내리막길의 판자는 고정시켜놓고 오르막길의 높이를 조금씩 높여가면서 자동차가 정지하는데 필요한 거리의 변화를 관찰한다.

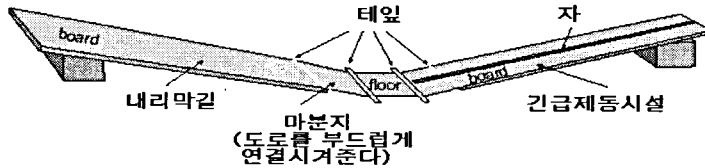
실험 준비물

- (1) 폭이 30cm, 길이가 2m인 판자(board) 두개
 - 판자를 구할 수 없으면 우드락을 연결하여 판자를 대신함
- (2) 장난감 자동차 혹은 속이 짝 찬 캔
- (3) 마분지(cardboard) - 두 판자를 연결할 때 사용
- (4) 눈금테이프 - 판자의 길이를 잴 수 있는 눈금이 있는 테이프
- (5) 사포 혹은 풀판지
- (6) 줄자
- (7) 두께가 비슷한 1cm 정도의 책들(아주 많이)-경사도를 높일 때 사용

시험 방법

1. 실제도로의 내리막길에서 볼 수 있는 미끄럼 방지를 위한 장치를 비슷하게나마 재현하기 위해 팔판자나 사포를 붙여 표면을 거칠게 한 두 판자를 설치한다. 왼쪽의 판자는 내리막길(고속도로)로 사용하고 오른쪽 판자는 긴급제동시설(trunk escape ramp)로 사용한다.

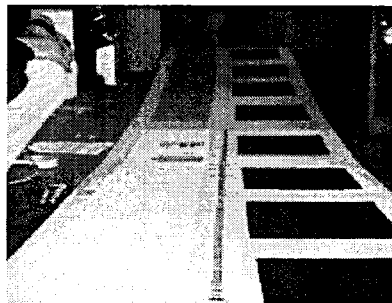
정지거리를 제대로 재기 위해서는 긴급제동시설의 길이를 내리막길보다 길게 해야만 한다. 또 두 도로의 길이를 같게 할 경우에는, 긴급제동시설의 경사도를 내리막의 경사도보다 더 가파르게 해야 한다. 따라서 준비한 두 판자의 길이가 같다면 내리막길에서의 출발위치를 조절하여 내리막길의 길이를 오르막길의 길이보다 짧게 하여 실험을 하도록 한다.



2. 두 판자의 끝과 바닥사이의 충격을 완화하기 위해서는 마분지를 사용하여 위의 그림과 같이 두 판자를 부드럽게 연결시킨다. 두 판자는 적어도 캔이나 자동차정도의 길이만큼 떨어지도록 설치한다.

3. 눈금테이프를 긴급제동시설 표면에 붙여서 장난감 자동차(혹은 캔)의 정지거리를 보다 쉽게 잴 수 있도록 한다. 장난감 자동차(혹은 캔)가 잘 굴러갈 수 있도록 두 판자의 경사를 적절히 조절하여 자동차나 캔이 추진력을 받아 긴급제동시설의 꼭대기까지 충분히 굴러가게 한다. 실험을 하면서 긴급제동시설의 경사도를 증가시킬 것이므로 처음에는 경사도를 가능한 작게 한다.

4. 장난감 자동차를 내리막길 위에서 굴러본다. 자동차가 너무 작거나 가벼우면 오르막길을 제대로 못 올라가므로 어느 정도 무게가 있는 것으로 준비한다. 이 실험에서 '정지거리'는 장난감 자동차가 긴급제동시설로 올라간 다음 다시 내려오기 직전까지의 거리로 측정한다. 장난감 자동차는 긴급제동 시설의 높이를 조금씩 높여가며 여러 번 반복하여 굴러봄으로써 정지거리를 측정하도록 한다.



5. 실험을 하기 전에 학생들이 우선 활동지 1을 읽고 어떤 실험을 하는지 충분히 인지하도록 한다. 실험은 조를 편성하여 하도록 하며, 각 조별로 3명을 정하여 차를 굴리는 사람, 기록을 남기는 사람, 측정하는 사람을 미리 정해놓는다. 활동지 역시 조별로 완성하도록 한다.

교시를 위한 계인

1. 학생들은 판자나 우드락 위에 사포나 골판지를 붙여서 실제 긴급제동시설과 마찬가지로 정지거리에 영향을 주도록 한다.

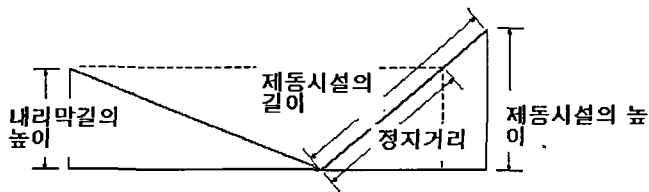
2. 판자를 대신하여 우드락을 사용할 때는 길이가 짧아서 우드락을 연결하여 사용하여야 한다. 이때 주의할 점은 우드락이 연결부분 뒷면에 우드락을 덧붙여 휘지 않도록 한다. 또 연결된 우드락의 길이가 길어서 직선의 도로가 되지 못하고 휘기 쉽기 때문에 중간에 책을 놓아 우드락이 아래로 휘지 않도록 한다.

3. 자동차가 너무 작거나 가벼우면 긴급제동시설을 제대로 못 올라가므로 어느 정도 무게가 있는 것으로 준비한다

4. 학생들이 정지거리를 잴 때 동일한 경사도에 대한 정지거리를 3번의 시도를 통한 평균값으로 하도록 한다.

5. 정지거리에 대하여 보다 정확히 알아보도록 하자.

실험에서는 마찰력을 고려하지 않기로 한다. 내리막길에서 물체를 굴릴 때 갈릴레오의 관성의 법칙에 따르면 마찰력이 없으면 처음의 높이까지 올라가게 된다.



즉,
$$\frac{\text{정지거리}}{\text{내리막길의 높이}} = \frac{\text{제동시설의 길이}}{\text{제동시설의 높이}}$$

따라서,
$$\text{정지거리} = (\text{제동시설의 길이}) \cdot \frac{\text{내리막길의 높이}}{\text{제동시설의 높이}}$$

10%조금 안되는 경사도로 표현되는 길의 각의 크기는 5.7도 정도가 된다. 이러한 작은 각들에 대해서 사인과 탄젠트의 값이 대략 0.5%정도 차이가 난다. 정지거리는 경사도와 반비례 하고 대략적으로 그래프는 쌍곡선의 모양을 나타나게 된다.

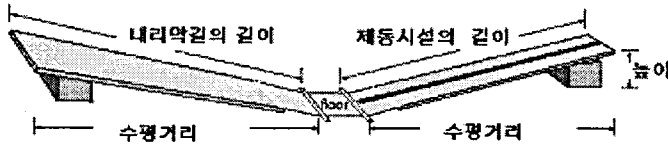
또한 그래프를 보면 수직, 수평 점근선을 가지는 함수로 생각할 수 있다. 즉 경사도가 0에 가깝다고 하자. 탄젠트 각이 0도이면 그 값이 0이고 사인도 0이다. 경사도가 0일 때는 정의되지 않는다.

경사도가 증가함에 따라 각도 커지고 각의 사인값이 1에 가까워진다. 이러한 함수는 정지거리가

내리막의 높이로 표현될 때, 수직 점근선을 가진다. 하지만, 수학적 모델이 조사되는 동안 무시되어진다. 경사도를 너무 크게 하게 되면 긴급제동시설의 안전성면에서 위험한 아스팔트 벽이 되어버릴 수 있다.

■■ 실험 결과 기록

1. 여러분이 설치한 긴급제동시설에서 다음의 길이를 측정하고, 도로의 경사도를 구하여 표를 완성해 봅시다.



	길이	높이	수평거리	도로의 경사 (%)
내리막길				
긴급제동시설				

☞ 트럭정지경사로의 높이와 밑변의 길이는 설치한 상황에 따라 달라진다.

<실험 결과 예시>

	길이(cm)	높이(cm)	수평거리(cm)	도로의 경사도 (%)
내리막길	180	23.5	178	13.2
긴급제동시설	243	15.5	242	6.4

2. 긴급제동시설의 높이를 6회 이상 조금씩 높여가면서 실험을 반복한 다음, 그 실험결과를 다음 표에 기록해 봅시다.

	(a) 긴급제동시설 높이	(b) 수평거리	(c) 경사도(%)	정지거리			
				실험1	실험2	실험3	평균
1회							
2회							
3회							
4회							
5회							
6회							
7회							

(a)~(c) 내리막길 위에서 장난감 자동차를 굴리면 긴급제동시설 위로 올라갔다 다시 내려올 것이다. 긴급제동시설의 높이와 밑변의 길이를 측정하고 도로의 경사도를 계산하여 표에 기록한다.

(실험1)자동차를 내리막길에서 출발시켜서 정지거리를 측정하고 표에 기록한다..

(실험 2~3, 평균) 같은 높이에서 자동차를 두 번 더 굴러본 다음, 정지거리의 평균을 구하여 표에 기록한다.

오르막길의 높이를 조금씩 증가시키면서 위 실험과정을 6회 이상 실시하여 표에 기록한다. (단, 높이가 증가하면서 밑변의 길이가 줄어들는데 밑변의 길이의 변화는 매우 적다. 밑변의 길이가 줄어드는 것을 측정하기가 어려우므로 매 번 실험에서의 밑변의 길이의 감소를 무시하기로 한다.)

정지거리는 바닥에서부터 장난감 자동차가 긴급제동시설 위에서 뒤로 내려오기 전 정지한 곳까지의 거리를 말한다.

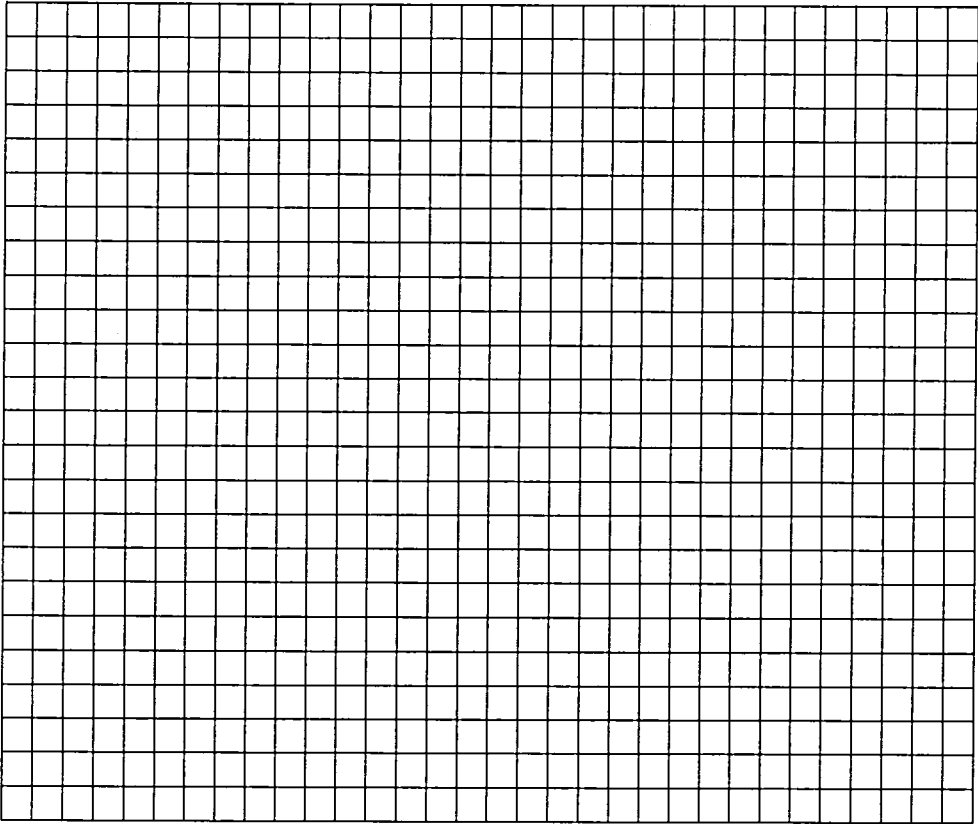
☞ 실험 결과는 자동차의 무게, 마찰력, 오르막길의 높이는 간격에 따라서 달라질 수 있다. 실험의 예시는 다음과 같다.

<실험 결과 예시>

	(a) 긴급제동시설높이(cm)	(b) 수평거리(cm)	(c) 경사(%)	정지거리
1회	15.5	243	약 6.3%	120
2회	17.8	243	약 7.3%	91
3회	19.5	243	약 8%	82
4회	21.5	243	약 8.8%	73
5회	24	243	약 9.8%	68
6회	26	243	약10.6%	64
7회	29	243	약11.9%	60

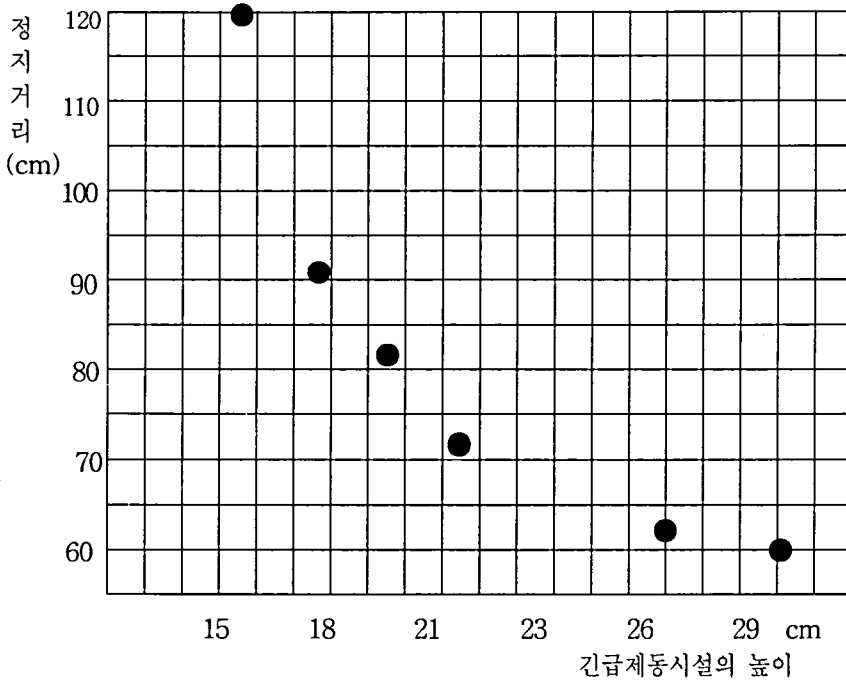
3. 다음 모눈종이에 2의 표를 이용하여 긴급제동시설의 경사도를 가로로 하고 정지길이를 세로로 한 그래프를 그려봅시다. (가로와 세로의 눈금은 각 조에서 정하여 그래프를 그린다.)

- (a) 점들을 연결하여 부드러운 곡선을 만들어봅시다. 어떤 모양인가?
- (b) 데이터 값을 더 구하지 않았지만 예측하여 곡선의 연장선을 그려봅시다.
- (c) x절편이 생길까? 그 이유를 설명해 봅시다.
- (d) y절편이 생길까? 그 이유를 설명해 봅시다.



지도초점 실험을 통해 얻은 결과를 모눈종이위에 긴급제동시설의 경사도는 가로에, 정지거리는 세로에 나타내어 그래프를 그린 다음, 그래프를 분석하여 두 값 사이에 어떤 관계가 있는지를 분석해 보도록 한다.

- (a) 그래프의 모양의 x 값이 증가함에 따라 y 값이 감소하는 형태이다. 그래프는 직선이 아니다.
- (b) 곡선은 아래로 볼록이면서 우하향하는 모양이다.
- (c) x 값이 커질 때의 곡선의 연장선은 x 축과 무한히 가까워지는 모양이 되고 x 의 값이 0에 가까워질 때는 곡선은 y 축에 가까워지면서 위로 올라가는 모양이 될 것이다.



4. 실험에서 사용한 긴급제동시설의 경사도의 최대값과 최소값 사이의 임의의 값을 선택한 다음, 그래프를 이용하여 그 경사도에 대한 정지거리를 예측해 봅시다.

☞ 학생들이 최대값과 최소값 사이에서 선택한 경사에 따라서 해당하는 정지거리는 달라진다.

5. 그래프를 이용하여 정지거리가 긴급제동시설로 길이의 절반일 때 긴급제동시설 경사도는 얼마일까?

☞ 실험한 결과에 따라서 예상할 수 있는 값은 달라진다..

6. 긴급제동시설을 어떻게 설치하는 것이 가장 효율적인 것인지를 말해 봅시다. 또 그 이유를 말해 봅시다.

지도초점 각 팀에서 산출한 결과를 통해 긴급제동시설을 설치하기 위한 경사도 및 설치방법을 친구들과 토론해 보도록 한다.

☞ 긴급제동시설의 높이가 증가함에 따라서 정지거리는 줄어든다. 높이를 증가하였을 때 정지거리가 줄어드는 정도가 작은 경사를 찾으려 한다.



참고 자료

1. 기타 참고 정보(신문기사)

영동고속도로 긴급제동시설 제역할 못해

영동고속도로 대관령 구간 내리막길의 긴급 제동시설이 도로 특성을 살리지 못한채 일률적으로 설치된채 제역할을 못해 대형 사고 발생 우려가 높은 것으로 나타났다.

5일 오전 7시 35분께 강릉시 성산면 어흘리 영동고속도로 하행선(신갈 기점 187km)에서 경기 98바 1005호 25t 트럭(운전자 정민.42)이 도로변의 이탈방지용 턱을 넘어 17m 아래로 추락, 운전자 정씨가 숨졌다.

경찰은 정씨가 강릉 방면 내리막길을 운행하던 중 제동장치가 파열돼 도로변의 긴급제동시설인 이탈방지턱을 들이받았으나 모래턱을 넘어 추락한 것으로 보고 있다.

대관령 구간 긴급제동시설은 모두 2개소에 설치돼 있으며, 높이 1.5m, 폭 5m, 오르막 경사도 5%의 모래턱으로 돼 있다.

그러나 대관령 내리막길을 운행하는 차량의 속도가 대부분 시속 80km 이상인데다 내리막 경사도가 7-8%로 이탈방지턱 오르막 경사도 5%를 초과하고 높이도 낮은 편이어서 차량 제동역할을 못한 것으로 나타났다.

또 이탈방지턱 배후를 비롯, 측면에 가드레일 등의 보조 안전시설물이 전혀 설치되지 않아 차량이 모래턱을 넘었거나 측면으로 이탈할 경우 계곡으로 곧 바로 추락하게 돼 있어 안전시설 설치 대책이 시급한 것으로 지적되고 있다.

이와 함께 도로공사는 전국 고속도로에 설치된 긴급제동시설의 규격을 '도로공사 표준도로 도면'에 따라 대부분 일률적으로 설치해 각 도로의 특성이나 내리막 경사도 등을 감안한 설치가 이뤄져야 한다는 지적이다.

특히 영동고속도로 대관령 구간의 경우 각종 관광버스의 통행량이 많은데다 내리막길이 이어져 매년 제동장치 파열에 따른 사고가 잇따라 발생, 긴급제동시설장치에 대한 보완대책이 필요하다.

관동대학교 교통공학과 김창균 교수는 "긴급제동시설 효과에 대한 모의실험 등이 미흡해 사고예방이 검증되지 않은 상태"라며 "내리막 경사도 등을 감안한 실험결과를 바탕으로 검증된 시설물이 설치돼야 한다"고 말했다.

도로공사측은 이번 사고와 관련, 이달 중 긴급제동시설인 이탈 방지턱의 높이를 3m가량으로 높이는 등 시설물을 개선할 계획이라고 밝혔다.

참고 자료

1. 참고 서적 및 문헌

① Mathematics Teacher(2003), 'Stop This Runaway Truck(vol 96)'

2. 관련 인터넷 사이트

① <http://users.vnet.net/lansford/a10/page288.html>

미국 캐롤라이나 주 매디슨 지역의 건설 현장 사진 소개

② <http://www.moct.go.kr/>

건설교통부 홈페이지 (구하고자 하는 자료 내용이 자료실에 탑재되어 있지 않으면 '전자민원-정보공개청구' 코너에서 요청을 할 수 있음)

③ <http://www.freeway.co.kr/>

한국도로공사 홈페이지 (구하고자 하는 자료 내용이 자료실에 탑재되어 있지 않으면 '전자민원-정보공개청구' 코너에서 요청을 할 수 있음)



학습 활동 [브레이크 고장난 트럭 세우기]

■■ 사진 조사 활동

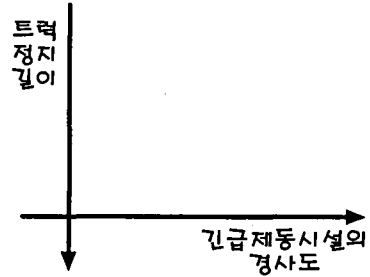
1. 도로의 경사도를 측정하는 방법 및 표현방법을 알아봅시다.
2. 현재 우리나라의 각 도로의 경사도는 대략 얼마정도인지를 알아봅시다.
3. 내가 토목건축가가 되어 긴급제동시설을 설치해야 한다면 어떻게 설치할 것인지를 친구들과 이야기해 봅시다.
4. 우리나라의 국도나 고속도로의 내리막길에는 긴급제동시설이 설치되어 있습니다. 어떤 형태로 설치되어 있는지를 알아봅시다. 또 그 기능을 제대로 하고 있는지를 알아봅시다.

■■ 생각해보기

※ 이 활동에서는 긴급제동시설의 경사와 고장난 트럭의 정지거리 사이의 관계를 이해하고 고속도로 설계에 알맞은 트럭정지경사로의 경사도를 찾아보기 위한 실험을 하려고 합니다. 먼저 실험을 하기 전에 다음의 몇 가지를 생각해 봅시다.

1. 긴급제동시설에서의 경사도와 정지거리사이의 관계를 추측하여 그래프로 나타내 봅시다. 그래프로 나타낸 다음 친구들의 그래프와 비교해 봅시다.

2. 1에서 그린 그래프를 이용하여 여러분이 긴급제동시설을 건설한다면 경사도를 얼마로 할 것인지 말해봅시다. 또 그 이유를 말해봅시다.



3. 도로의 경사도는 다음 식을 이용하여 계산합니다. 오르막길 도로의 높이가 5m이고 밑변이 12m 일 때 도로의 경사도를 구해 봅시다.

$$(\text{경사도}) = \frac{\text{오르막길의 높이}}{\text{오르막길의 밑변의 길이}} \times 100(\%)$$

■■ 실험하기

실험개요

두 판자를 이용하여 내리막길과 오르막길 모형을 만들고 장난감자동차를 내리막길에서 출발시켜서 오르막길을 올라가게 한다. 학생들로 하여금 오르막길에서 자동차가 멈추는 거리를 측정함으로써 고속 도로를 만들 때 필요한 긴급제동시설의 길이에 대해 토론하게 된다. 또 내리막길의 판자는 고정시켜놓고 오르막길의 높이를 조금씩 높여가면서 자동차가 정지하는데 필요한 거리의 변화를 관찰한다.

실험 준비물

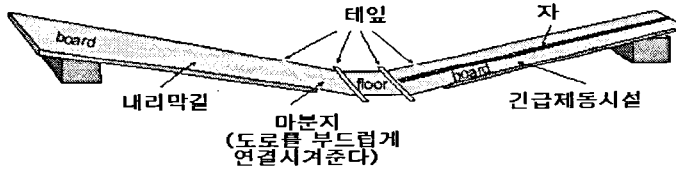
- (1) 폭이 30cm, 길이가 2m인 판자(board) 두개
 - 판자를 구할 수 없으면 우드락을 연결하여 판자를 대신함
- (2) 장난감 자동차 혹은 속이 꽉 찬 캔
- (3) 마분지(cardboard) - 두 판자를 연결할 때 사용
- (4) 눈금테이프 - 판자의 길이를 잴 수 있는 눈금이 있는 테이프
- (5) 사포 혹은 골판지
- (6) 줄자
- (7) 두께가 비슷한 1cm정도의 책들(아주 많이)-경사도를 높일때 사용

실험 방법

1. 실제도로의 내리막길에서 볼 수 있는 미끄럼 방지를 위한 장치를 비슷하게나마 재현하기 위해 골판지나 사포를 붙여 표면을 거칠게 한 두 판자를 설치한다. 왼쪽의 판자는 내리막길(고속도로)로

사용하고 오른쪽 판자는 긴급제동시설(trunk escape ramp)로 사용한다.

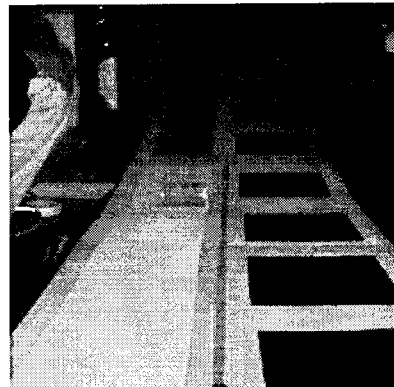
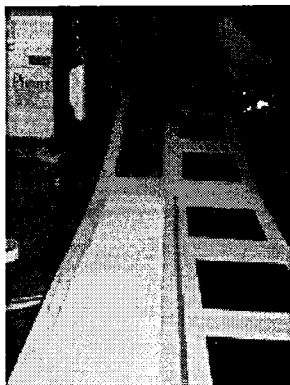
정지거리를 제대로 재기 위해서는 긴급제동시설의 길이를 내리막길보다 길게 해야만 한다. 또 두 도로의 길이를 같게 할 경우에는, 긴급제동시설의 경사도를 내리막의 경사도보다 더 가파르게 해야 한다. 따라서 준비한 두 판자의 길이가 같다면 내리막길에서의 출발위치를 조절하여 내리막길의 길이를 오르막길의 길이보다 짧게 하여 실험을 하도록 한다.



2. 두 판자의 끝과 바닥사이의 충격을 완화하기 위해서는 마분지를 사용하여 위의 그림과 같이 두 판자를 부드럽게 연결시킨다. 두 판자는 적어도 캔이나 자동차정도의 길이만큼 떨어지도록 설치한다.

3. 눈금테이프를 긴급제동시설 표면에 붙여서 장난감 자동차(혹은 캔)의 정지거리를 보다 쉽게 잴 수 있도록 한다. 장난감 자동차(혹은 캔)가 잘 굴러갈 수 있도록 두 판자의 경사를 적절히 조절하여 자동차나 캔이 추진력을 받아 긴급제동시설의 꼭대기까지 충분히 굴러가게 한다. 실험을 하면서 긴급제동시설의 경사도를 증가시킬 것이므로 처음에는 경사도를 가능한 작게 한다.

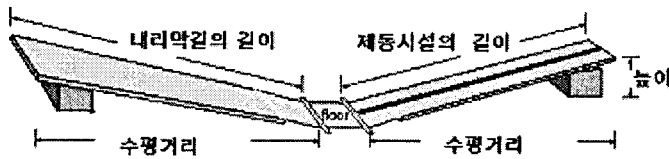
4. 장난감 자동차를 내리막길 위에서 굴러본다. 자동차가 너무 작거나 가벼우면 오르막길을 제대로 못 올라가므로 어느 정도 무게가 있는 것으로 준비한다. 이 실험에서 ‘정지거리’는 장난감 자동차가 긴급제동시설로 올라간 다음 다시 내려오기 직전까지의 거리로 측정한다. 장난감 자동차는 긴급제동 시설의 높이를 조금씩 높여가며 여러 번 반복하여 굴러봄으로써 정지거리를 측정하도록 한다.



5. 실험을 하기 전에 학생들이 우선 <생각하기>를 읽고 어떤 실험을 하는지 충분히 인지하도록 한다. 실험은 조를 편성하여 하도록 하며, 각 조별로 3명을 정하여 차를 굴리는 사람, 기록을 남기는 사람, 측정하는 사람을 미리 정해놓는다. 활동지 역시 조별로 완성하도록 한다.

■■ 실험 결과 기록

1. 여러분이 설치한 긴급제동시설에서 다음의 길이를 측정하고, 도로의 경사도를 구하여 표를 완성해 봅시다.



	길이	높이	수평거리	도로의 경사 (%)
내리막길				
긴급제동시설				

2. 긴급제동시설의 높이를 6회 이상 조금씩 높여가면서 실험을 반복한 다음, 그 실험결과를 다음 표에 기록해 봅시다.

	(a) 긴급제동시설 높이	(b) 수평거리	(c) 경사도(%)	정지거리			
				실험1	실험2	실험3	평균
1회							
2회							
3회							
4회							
5회							
6회							
7회							

(a)~(c) 내리막길 위에서 장난감 자동차를 굴리면 긴급제동시설 위로 올라갔다 다시 내려올 것이다. 긴급제동시설의 높이와 밀변의 길이를 측정하고 도로의 경사도를 계산하여 표에 기록한다.

(실험1)자동차를 내리막길에서 출발시켜서 정지거리를 측정하고 표에 기록한다..

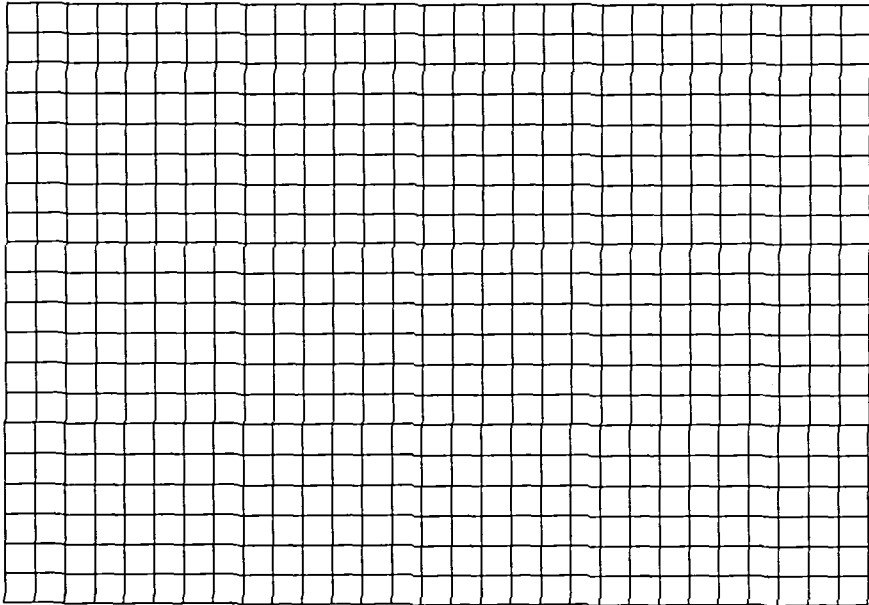
(실험 2~3, 평균) 같은 높이에서 자동차를 두 번 더 굴려본 다음, 정지거리의 평균을 구하여 표에 기록한다.

오르막길의 높이를 조금씩 증가시키면서 위 실험과정을 6회 이상 실시하여 표에 기록한다. (단, 높이가 증가하면서 밀변의 길이가 줄어드는데 밀변의 길이의 변화는 매우 적다. 밀변의 길이가 줄어드는 것을 측정하기가 어려우므로 매 번 실험에서의 밀변의 길이의 감소를 무시하기로 한다.)

정지거리는 바닥에서부터 장난감 자동차가 긴급제동시설 위에서 뒤로 내려오기 전 정지한 곳까지의 거리를 말한다.

3. 다음 모눈종이에 2의 표를 이용하여 긴급제동시설의 경사도를 가로로 하고 정지길이를 세로로 한 그래프를 그려봅시다.

(가로와 세로의 눈금은 각 조에서 정하여 그래프를 그린다.)



- (a) 점들을 연결하여 부드러운 곡선을 만들어봅시다. 어떤 모양인가?
- (b) 데이터 값을 더 구하지 않았지만 예측하여 곡선의 연장선을 그려 봅시다.
- (c) x 절편이 생길까? 그 이유를 설명해 봅시다.
- (d) y 절편이 생길까? 그 이유를 설명해 봅시다.

4. 실험에서 사용한 긴급제동시설의 경사도의 최대값과 최소값 사이의 임의의 값을 선택한 다음, 그래프를 이용하여 그 경사도에 대한 정지거리를 예측해 봅시다.

5. 그래프를 이용하여 정지거리가 긴급제동시설로 길이의 절반일 때 긴급제동시설 경사도는 얼마일까?

6. 긴급제동시설을 어떻게 설치하는 것이 가장 효율적인 것인지를 말해 봅시다. 또 그 이유를 말해 봅시다.

V. 결 론

수학영재에 대하여 다양한 정의가 있을 수 있지만, 여기서 자료를 사용할 영재를 이야기 한다. 본 교수·학습 자료개발을 통하여 수학 영재 교육과정에 대한 교수·학습자료 개발의 한 방안을 모색하였다. 본 연구는 한국교육개발원의 개발지침에 따라 교재를 집필 하였다.

본 연구에 대한 구체적 연구결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 주제 설정의 취지 및 목적을 통하여 학습에 대한 동기유발을 하도록 하였다.

속진보다는 심화 중심으로 학생들의 이해가 빨라서 속진이 효과가 있기는 하나 너무 속진으로 인하여 주제를 보다 깊이 있게 이해하거나 폭넓게 보지 못하고 피상적이며 좁게 이해하는 경우가 많다. 이에 따라, 피상적인 속진학습의 문제를 보완하기 위하여 심화학습에 더 비중을 두고 개발하였다.

둘째, 지도활동을 통하여 학습내용을 제시하였고, 창의적 문제 해결력 계발을 위한 자료를 개발하였고, 수학적 개념을 깊이 있게 이해하도록 집필하였다.

셋째, 논리적, 비판적사고와 확산적 사고를 모두 요구하고 격려하는 활동들로 구성하였고, 삼부심화학습모형, 문제해결학습모형, 주제탐구형 개발모형을 바탕으로 집필하였다.

넷째, 직접 실험을 해보고, 실험보고서에 따라 실험보고서를 직접 작성해 보도록 집필하였고 참고자료를 예시하여 보다 쉽게 이 주제에 대한 이해를 쉽게 할 수 있도록 하였다..

위의 내용을 종합해 보면 본 연구를 통하여 개발되는 자료를 2005년부터 전국 시·도 교육청의 영재학급, 영재교육원에서 즉각적으로 활용되기 때문에 영재학생을 위한 교수·학습 방법과 지도에 상당한 도움이 될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- 김수환 (2001). 초등 수학 프로그램의 개발방향, 영재교육 프로그램의 개발 및 평가, 2001년도 한국영재학회 추계학술발표 세미나 자료.
- 김홍원의 (2003). 교육청 영재 심화 교수·학습 자료 개발 연구, 한국교육개발원.
- 류성림 (2001). 주제탐구 중심의 수학과 영재교육과정 개발. 한국수학교육학회지 시리즈 F <수학교육 학술지>, 한국수학교육학회.
- 방승진 (1997). 영재교육과정 개발연구-초·중학교 영재 교육과정 시안 개발을 위한 기초연구. 한국수학교육학회지 시리즈 F <수학교육 학술지>, 한국수학교육학회.
- 방승진 (2000). 2000년도 과학분야 특기 적성교육 지도교사 연수 자료집, 인주대학교 과학영재센터.
- 송상현 (2003). 교육청 영재 심화 교수·학습 자료 개발 방향, 교육청 영재 심화 교수·학습 자료 집 필진 워크샵 자료(수학영역), 한국교육개발원.
- 이상원 (2002). 영재교재 심화 학습 자료개발 편집체제. 한국수학교육학회지 시리즈 F <수학교육 학술지>, 한국수학교육학회.
- 조완영 (2001). 일반학교의 수학과 영재교육 자료 개발의 실제, 수학영재지도를 위한 교사연수교재. 대구교육대학교 부설 초등교육연수원.
- 한인기 (2001). 중등 수학 프로그램의 개발방향, 영재교육 프로그램의 개발 및 평가, 2001년도 한국영재학회 추계학술발표 세미나 자료.
- 한국교육개발원 (2004). 시·도 교육청 심화 교수·학습 자료 집필진 워크숍 (수학영역), 한국교육개발원.
- Mathematics Teacher (2003), Stop This Run away Truck,