

<http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2014.14.4.165>

JIIBC 2014-4-24

차량속도와 도로의 종단경사 변화에 따른 차량거동 특성

Vehicle Behavior Characteristics According to the Change of Vehicle Speed and Road Vertical Grades

박형선*, 윤준규**, 임종한**

Hyeong-Seon Park*, Jun-Kyu Yoon**, Jong-Han, Lim**

요약 자동차가 도로를 주행하는데 있어, 도로설계기준에 미흡한 노면의 상태와 도로환경은 운전자에게 큰 영향을 미친다. 특히, 과거에는 도로설계를 경험적이고 관념적인 판단으로 설계하고 수행하였으나, 최근에는 3, 4차원의 요소들을 동시에 검토하고 조정하는 새로운 기술개발이 시도되고 있다. 본 연구에서는 교통사고 재현을 위한 PC-crash 프로그램을 이용하여 빙판도로의 최고점에서 제동시 주행속도와 종단경사 변화에 따른 차량의 거동특성을 분석하였다. 그 결과로, 교차로 종단경사에 대한 차량거동특성에 노면상태에 따른 마찰계수와 차량속도가 영향을 미친다는 사실을 확인하였으며, 도로설계에 대한 문제점을 사전에 해결하기 위한 시뮬레이션을 통하여 검증의 적합성을 보여주었다.

Abstract When a vehicle is running on the road, the surface conditions and environment of road by reason of insufficient road design standards is so greatly that have an effect on drivers. In particular, the road design of the past is conducted empirical and ideal judgment, but recently, the new technical development is attempted that three and four dimensional parameters is reconsidering and adjusting at the same time. In this study, we analyzed the vehicle behavior characteristics according to the change of driving speed and vertical grades on braking at the peak point of the frozen road by using a PC-crash program for traffic accident reconstruction. As a result, we were conformed the fact that the friction coefficient of road surface and the vehicle speed is affected by vehicle behavior characteristics for intersection vertical grades and were showed the feasibility of verification through a simulation in order to solve the problem of road design in advance.

Key Words : Intersection, Vertical Grades, PC-crash, Load Alignment

1. 서 론

평면교차로란 도로와 도로가 서로 교차 또는 접속되는 공간 및 그 내부의 교통시설물을 말하는 것으로 정상적인 교통의 진행뿐만 아니라 횡단 또는 회전 등에 따른 사고 및 교통정체가 일어나기 쉽다. 도시에서는 이러한 교차로가 철거한 도로 선형설계를 통해 시공되지만 지방

의 외진 곳에서는 이러한 설계기준이 엄격히 적용되지 못하고 있는 실정이다. 현재, 국토해양부의 평면교차로 설계지침을 보면 교차로 부근에서는 항상 시거가 충분히 확보되어야 하며 정지선에서 정지하고 있는 자동차의 안전을 위하여 종단경사는 최대한 기준을 초과하지 않아야 한다. 일반적으로 종단경사가 3%를 넘게 되면 제동거리를 포함하여 도로설계에서 고려되었던 기준 값들이 현저

*정회원, 정일공업

**정회원, 가천대학교 기계공학과

접수일자: 2014년 7월 3일, 수정완료: 2014년 8월 3일

게재확정일자: 2014년 8월 8일

Received: 3 July, 2014 / Revised: 4 August, 2014

Accepted: 8 August, 2014

**Corresponding Author: kkjong@gachon.ac.kr

Dept. of Mechanical Engineering, Gachon University, Korea

히 달라지게 되나 운전자들은 이러한 상황을 피부로 느끼지 못하므로 위험을 내포하는 경우가 많다. 따라서 교차로에서는 종단경사를 3% 이내에서 유지하는 것이 바람직하며, 지형상황, 공사비 등으로 인해 개선이 곤란한 경우에도 종단경사는 6%를 넘지 않아야 한다.^[1] 강원도 홍천에 있는 둔지교차로는 4차선의 직선 형태로 2013년 기준 연평균 일교통량이 5715대에 이른다. 그림 1은 둔지교차로의 현장을 나타낸 것으로, 교차로 3방향의 노면은 평지이나, 홍천방향 도로는 오르막길로 종단경사는 15%에 이르고 도로의 최고점에서 교차로까지 거리는 41m에 불과하다. 애초 이곳은 문화재 출토지역으로 지역주민들의 교통 불편 해소를 위해 문화재를 훼손하지 않는다는 조건으로 능선을 따라 도로가 개설되었다. 그러나 교차로 종단경사가 설계기준보다 높게 시공되어 매년 많은 교통사고가 발생하여 도로의 선형을 개선해야 한다는 민원이 제기되고 있다. 이와 같은 사고다발지역은 전국에 셀 수 없을 정도로 존재하고 있으며, 이러한 문제점을 개선하기 위해 중앙정부 및 해당관청에서는 과학적인 도로 안전성 분석시스템 개발 및 활용을 통하여 도로선형 및 차량 그리고 운전자와의 관계에 대한 분석을 통해 운전 환경에서 시각적 왜곡이나 단절 없이 차량의 주행 역학적 특성에 부응하면서 안정적인 주행을 보장하는 도로를 건설하고 있다.^[2] 이에 따른 연구동향으로서 Park 등^[3]은 4지 신호교차로에서 발생한 후미추돌사고를 도로환경요인(교차로 기하구조 형태, 종단경사, 노면상태)과 인적요인, 그리고 차량요인으로 구분하여 사고의 특성분석과 사고추정모델을 개발하였고, Choi 등^[4]은 교통량, 종차량비, 종단경사에 따라 오르막차로 일시폐쇄가 혼잡감소에 미치는 영향을 파악하고 아울러 적절한 교통운영기준을 수립하였으며, Park 등^[5]은 비신호 교차로에서 종단경사가 높을수록 사고가 많이 발생한다는 것을 규명하였고, 이것을 바탕으로 다중선형회귀분석 및 다중비선형회귀분석을 통하여 사고예측모형을 개발하였다. 또한 Lee 등^[6]은 시공오차가 정지시거에 미치는 영향을 설계속도별, 종단경사별로 산출하는 방법론을 도출하였고 감소된 정지시거의 정도와 그 특성을 분석하였으며, Lee 등^[7]은 도로 설계시 종단경사 변화에 따른 속도변화를 산정하여 친환경적인 도로건설에 적용이 가능하도록 환경경제성을 분석하였다. 한편, Kim 등^[8]은 개별 차량 적용을 위해 3축 가속도계센서와 차속센서를 이용하여 주행 중 도로경사도 측정의 정확도를 높이는 방법을 제안하였다. 본

연구에서는 교통사고 재현프로그램인 PC-crash의 신뢰도를 높이기 위하여 실제 현장을 답사하여 종단경사와 도로길이를 실측하였고, 노면 마찰계수와 함께 매개변수로 하여 교차로의 실제 종단경사와 설계기준 종단경사를 비교하여 차량의 거동특성을 고찰하였다.



그림 1. 둔지교차로
Fig. 1. Dun-Gi intersection

II. 해석범위

1. 대상차량 제한

본 연구에서는 도로의 최고점에서 제동시 주행속도와 종단경사 변화에 따른 차량의 거동특성을 알아보기 위하여 가장 대중적인 YF소나타 차량을 선정하였다. 그림 1은 PC-crash프로그램 상에서 시뮬레이션을 할 차량의 제원을 입력한 화면을 나타낸 것이다.

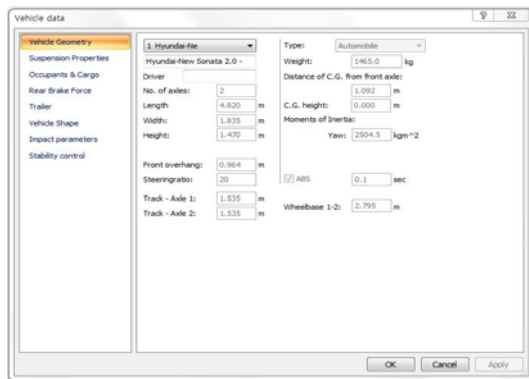


그림 2. 시험차량의 제원
Fig. 2. Specification of test vehicle

2. 종단경사 시험범위와 규정

교차로 종단경사에 대한 도로설계기준은 건설기술관리법 제34조(설계 및 시공기준)의 규정에 의거하여, 도로 시설을 설계할 때에 적용하여야 할 최소한의 일반적·기

술적 기준이 명시되어 있다. 교차로 접속부 및 교차로 전 후 일정구간의 경사는 완만하고, 종단곡선의 최고점 또는 최저점 부근에 평면교차로를 설치하지 않도록 하여야 하며, 교차로의 종단경사는 3%를 넘지 않아야 한다. 다만 주변 지장물과 경제성을 고려하여 필요하다고 인정되는 경우에는 6% 이하로 할 수 있다고 되어있다. 그러나 실제 교차로의 종단경사를 실측한 결과 도로의 종단경사가 15%에 이르고 또한, 종단경사 최저점 부근에 평면교차로가 설치되어 전방시거를 확보하지 못하거나 겨울철 노면이 얼어 운전자의 의도와 관계없이 전방차량을 추돌하여 진행 중인 차량과 충돌을 일으키는 원인을 제공하기도 한다. 따라서 본 연구에서는 주행속도와 종단경사 변화에 따른 시뮬레이션을 하기 위하여 차속은 10~50km/h, 그리고 종단경사는 3%, 6%, 10%, 15%로 설정하였으며, 노면의 마찰계수는 0.1을 적용하였다.

3. 노면 마찰계수

표 1은 노면상태에 따른 마찰계수와 최대 감속도를 나타낸 것이다.^{[9]-[11]}

표 1. 노면 마찰계수와 감속도
 Table 1. Friction coefficient and deceleration

Road conditions	Friction coefficient	Max. deceleration
Dry	0.8	7.85
Wet	0.5	4.91
Very wet	0.4	3.92
Snow	0.3	2.94
Ice	0.1	0.98

4. 도로의 종단경사에 따른 정지시거

운전자가 앞쪽의 장애물을 발견하고 브레이크를 밟아 자동차를 정지하려 할 때 정지하는 거리는 그 도로의 종단경사에 따라 변화하게 된다. 즉, 제동정지거리가 상향 경사구간에서는 감소하고, 하향 경사구간에서는 증가하게 되므로 종단경사 구간에서는 다음 식을 만족하는 정지시거를 확보하여야 한다.

$$D = 0.694V + \frac{V^2}{254(f \pm S/100)} \quad (1)$$

여기서 D 는 정지거리(m), V 는 주행속도(km/h), f 는 타이어와 노면의 종방향 미끄럼마찰계수, S 는 종단경사

(%)이다.

5. 동결노면에 따른 정지시거

노면이 결빙한 경우에 운전자는 스노우 타이어 또는 체인을 장착하거나, 설계속도보다 어느 정도 제한된 속도로 주행하게 되며, 종방향 미끄럼마찰계수의 값은 감소하게 된다. 그러므로 종방향 미끄럼마찰계수의 값도 $f=0.15$ 로 하여 정지시거를 계산한다. 그러나 결빙된 노면에서 급제동할 경우, 옆으로 회전하게 되어 정지시거 확보만으로 안전이 해결될 수 없으므로 동결영향이 큰 지역에서는 동결방지시설의 설치 등 대책을 세워야 한다.

$$D = 0.694V + \frac{V^2}{254f} \quad (2)$$

여기서 f 는 스노우 타이어, 체인 등을 사용할 때의 마찰계수이다.

III. 결과 및 고찰

본 연구에서는 전방교차로에 정차하고 있던 차량을 발견하고 빙판인 노면에서 제동했을 때 노면의 종단경사 변화에 따른 차량의 거동특성을 확인하기 위하여 PC-crash를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 이때 차량의 속도변화와 교차로에 도달할 때까지 걸린 시간, 그리고 도로의 높이에 대한 데이터를 분석하여 최적의 종단경사를 확인하고자 하였다.

1. 차량속도 10km/h에서 제동시 차량거동 특성

그림 3은 차량속도 10km/h에서 제동시 대상차량이 도로의 최고점에서 내려올 때 시간에 따른 속도변화를 나타낸 것이다. 종단경사 3%와 6%에서는 4.29초와 7.3초 만에 0km/h에 가까운 속도를 나타냈으며, 종단경사 10%에서는 14.5초까지 동일속도를 유지하다가 그 이후 급격히 감소하여 18.8초에 0km/h에 이르렀다. 한편, 종단경사 15%에서는 8.5초만에 최고 24km/h까지 증가하다가 15.7초에 0km/h에 도달하였다. 이것은 주행 중인 차량의 관성력이 낮은 종단경사에서는 큰 감속도로 나타나게 됨을 알 수 있었으며, 종단경사가 커질수록 차량의 관성력이 감속도를 앞서는 것으로 확인되었다.

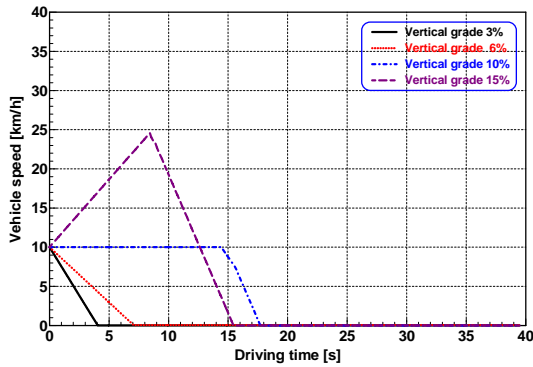


그림 3. 시간에 따른 속도 변화
Fig. 3. The change of velocity according to time

그림 4는 대상차량이 도로의 최고점에서 교차로까지 41m를 주행했을 때의 시간변화를 나타낸 것으로 종단경사 3% 과 6%에서는 시간의 변화에 따라 이동거리는 일정하게 나타났으며, 종단경사 10%와 15%에서는 14.74초와 8.50초 만에 교차로를 통과하였다. 이것은 도로의 종단경사가 클수록 교차로 통과시간이 감소한다는 것을 알 수 있었다.

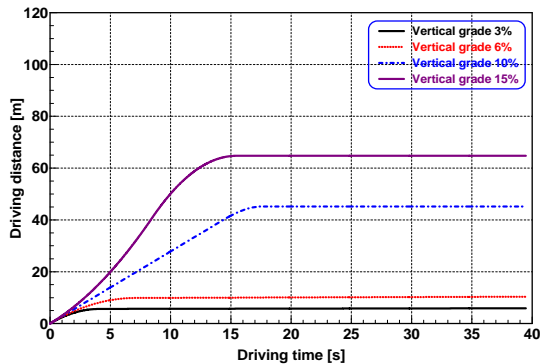


그림 4. 일정거리 주행에 따른 시간 변화
Fig. 4. The change of time according to driving certain distance

그림 5는 도로의 높이와 시간변화를 나타낸 것으로, 종단경사 3%와 6%에서는 1.23m 와 2.47m 를 나타냈으며, 종단경사 10%와 15%에서 도로의 최고점 높이는 각각 4.11m 와 6.15m이다. 이는 낮은 종단경사 3%와 6%의 경우에는 시간에 따라 큰 변화는 없지만 높은 종단경사 10%와 15%의 경우에는 도로의 높이가 크게 나타나서 빠른 급감으로 낮은 특성을 보임을 알 수 있었다.

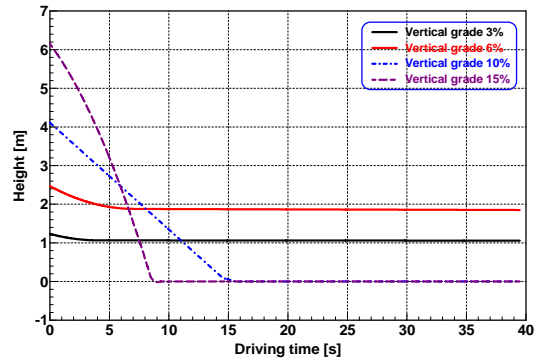


그림 5. 시간에 따른 속도 변화
Fig. 5. The change of velocity according to time

2. 차량속도 20km/h에서 제동시 차량가동 특성

그림 6은 차량속도 20km/h에서 제동시 대상차량이 도로의 최고점에서 내려올 때 시간에 따른 속도변화를 나타낸 것이다. 종단경사 3%와 6%에서는 8.34초와 14.39초 만에 0km/h에 가까운 속도를 나타냈으며, 종단경사 10%에서는 7.24초까지 동일속도를 유지하다가 그 이후 급격히 감소하여 13.29초에 0km/h에 이르렀다. 한편, 종단경사 15%에서는 5.82초 만에 최고 30.07km/h까지 증가하였다가 14.58초에 0km/h에 도달했다. 이것은 차속에 비례하여 차량의 관성력이 커지면서 감속도가 점차 작아짐을 알 수 있었다.

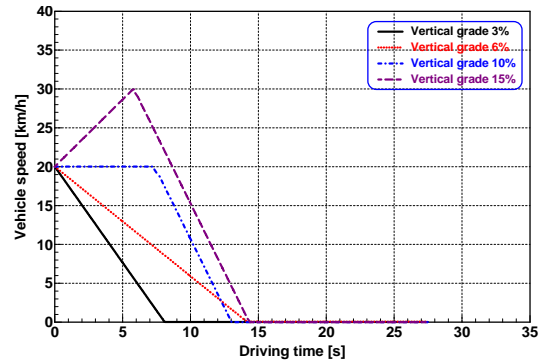


그림 6. 시간에 따른 속도 변화
Fig. 6. The change of velocity according to time

그림 7은 대상차량이 도로의 최고점에서 교차로까지 41m를 주행했을 때의 시간변화를 나타낸 것으로 종단경사 3%와 6%에서는 초기에 시간의 변화에 따라 이동거리는 비례하여 증가하였으나, 시간이 흐를수록 이동거리는 줄어들었으며, 종단경사 10%와 15%에서는 7.38초와 5.88

초 만에 교차로를 통과하였다. 이것은 차량의 속도와 관성력이 커짐에 따라, 종단경사가 클수록 교차로 통과시간이 감소한다는 것을 알 수 있었다.

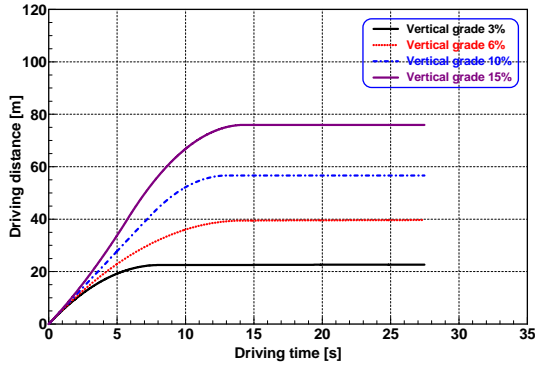


그림 7. 일정거리 주행에 따른 시간 변화
 Fig. 7. The change of time according to driving certain distance

그림 8은 도로의 높이와 시간변화를 나타낸 것으로 종단경사 변화에 따른 도로의 높이는 그림 4와 같으나, 지표면에 도달하는 시간은 종단경사가 클수록 단축되었다.

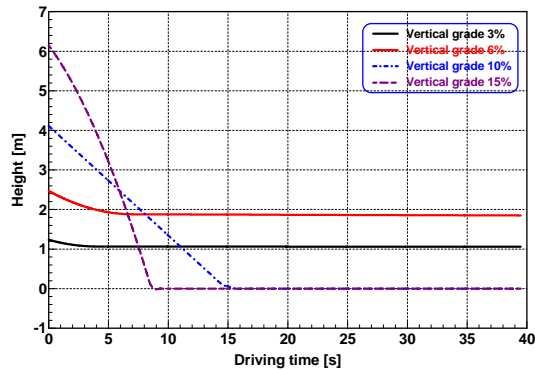


그림 8. 시간에 따른 높이 변화
 Fig. 8. The change of height according to time

3. 차량속도 30km/h에서 제동시 차량거동 특성

그림 9는 차량속도 30km/h에서 제동시 대상차량이 도로의 최고점에서 내려올 때 시간에 따른 속도변화를 나타낸 것이다. 종단경사 3%와 6%에서는 10.84초와 12.15초 만에 0km/h에 도달했으며, 종단경사 10%에서는 4.83초까지 동일속도를 유지하다가 그 이후 급격히 감소하여 13.6초에 0km/h에 이르렀다. 한편, 종단경사 15%에서는

4.32초 만에 최고 37.47km/h까지 증가하였다가 15.09초에 0km/h에 도달했다. 이것은 종단경사가 커질수록 차량 감속도는 완만하게 감소한다는 것을 확인하였다.

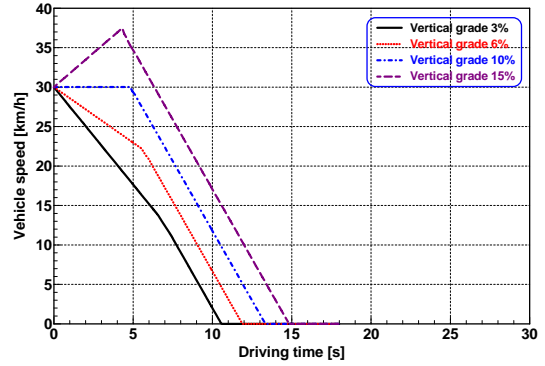


그림 9. 시간에 따른 속도 변화
 Fig. 9. The change of velocity according to time

그림 10은 대상차량이 도로의 최고점에서 교차로까지 41m를 주행했을 때의 시간변화를 나타낸 것으로, 종단경사 3%와 6%에서는 6.85초와 5.67초가 걸렸으며, 종단경사 10%와 15%에서는 4.92초와 4.36초 만에 교차로를 통과하였다. 따라서 차속증가에 비례하여 종단경사가 클수록 교차로 통과시간이 단축됨을 알 수 있었다.

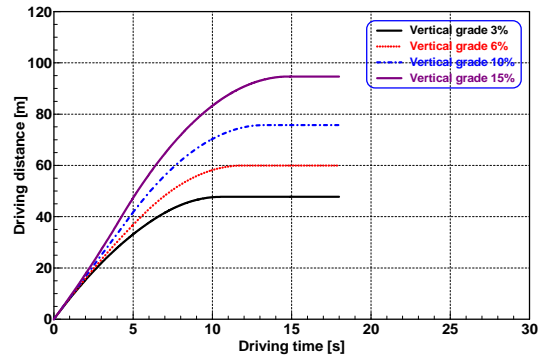


그림 10. 일정거리 주행에 따른 시간 변화
 Fig. 10. The change of time according to driving certain distance

그림 11은 도로의 높이와 시간변화를 나타낸 것으로 종단경사 변화에 따른 도로의 높이는 그림 4와 같이 정성적으로 유사한 경향을 나타냈으나, 지표면에 도달하는 시간은 더욱 단축되었다.

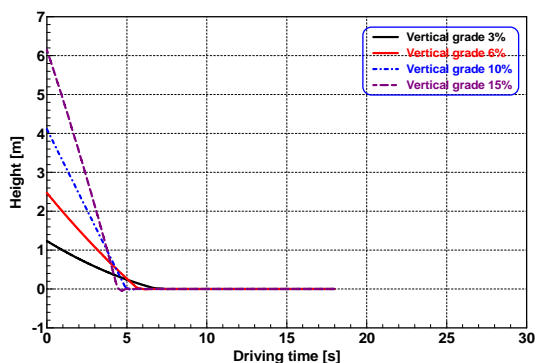


그림 11. 시간에 따른 높이 변화
Fig. 11. The change of height according to time

4. 차량속도 40km/h에서 제동시 차량거동 특성

그림 12는 차량속도 40km/h에서 제동시 대상차량이 도로의 최고점에서 내려올 때 시간에 따른 속도변화를 나타낸 것이다. 종단경사 3%와 6%에서는 12.84초와 13.91초 만에 0km/h에 도달했으며, 종단경사10%에서는 3.61초까지 동일속도를 유지하다가 그 이후 급격히 감소하여 12.65초에 0km/h에 이르렀다. 한편, 종단경사 15%에서는 3.39초 만에 최고 45.87km/h까지 증가하였다가 9.68초에 0km/h에 도달하였다. 결과적으로 차속이 증가함에 따라 종단경사가 커질수록 차량의 관성력이 감속도를 앞지르는 점을 알 수 있었으며, 이 때 종단경사 15%에서는 $1.15m/s^2$ 의 가속도를 나타내었다.

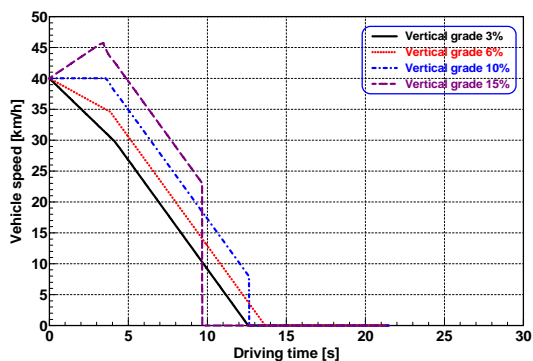


그림 12. 시간에 따른 속도 변화
Fig. 12. The change of velocity according to time

그림 13은 차량속도 40km/h에서 제동시 대상차량이 도로의 최고점에서 교차로까지 41m를 주행했을 때의 시간변화를 나타낸 것으로, 종단경사 3%와 6%에서는 4.25

초와 3.97초가 걸렸으며, 종단경사 10%와 15%에서는 3.69초와 3.43초 만에 교차로를 통과하였다. 이는 도로의 종단경사가 크고, 차속이 빠를수록 교차로 통과시간이 감소한다는 것을 알 수 있었다.

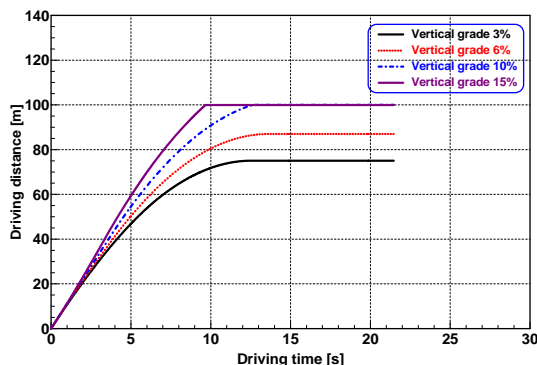


그림 13. 일정거리 주행에 따른 시간 변화
Fig. 13. The change of time according to driving certain distance

그림 14는 도로의 높이와 시간변화를 나타낸 것으로 종단경사 변화에 따른 도로의 높이는 그림 4와 같으나, 차속이 빠를수록 지표면에 도달하는 시간은 6.11~ 6.38 초로 줄어들었다.

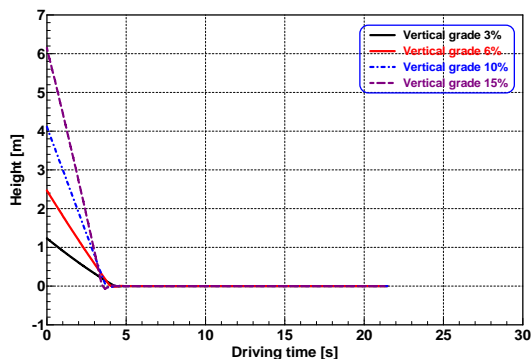


그림 14. 시간에 따른 높이 변화
Fig. 14. The change of height according to time

5. 차량속도 50km/h에서 제동시 차량거동 특성

그림 15는 차량속도 50km/h에서 제동시 대상차량이 도로의 최고점에서 내려올 때 시간에 따른 속도변화를 나타낸 것이다. 종단경사 3%에서는 시간의 변화에 따라 차속이 계속 줄어들고 있으며, 종단경사 6%에서는 9.26

초 만에 0km/h에 도달했다. 종단경사 10%에서는 2.89초까지 동일속도를 유지하다가 그 이후 급격히 감소하여 8.27초에 0km/h에 이르렀으며 종단경사 15%에서는 2.78초 만에 최고 54.80km/h까지 증가하였다가 7.49초에 0km/h에 도달했다. 이는 차속과 도로의 종단경사가 커질수록 가속도가 커지는 것을 알 수 있었다.

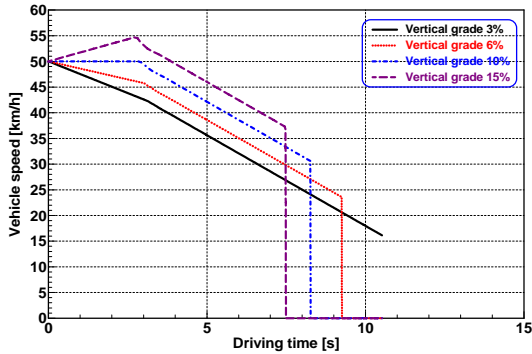


그림 15. 시간에 따른 속도 변화
 Fig. 15. The change of velocity according to time

그림 16은 대상차량이 도로의 최고점에서 교차로까지 41m를 주행했을 때의 시간변화를 나타낸 것으로, 종단경사 3%와 6%에서는 3.21초와 3.08초가 걸렸으며, 종단경사 10%와 15%에서는 2.95초와 2.81초 만에 교차로를 통과하였다. 그 결과로, 차속이 증가할수록 도로의 종단경사 크기에 따른 교차로 통과시간 차이는 그림 13에 비하여 현저히 감소하였다.

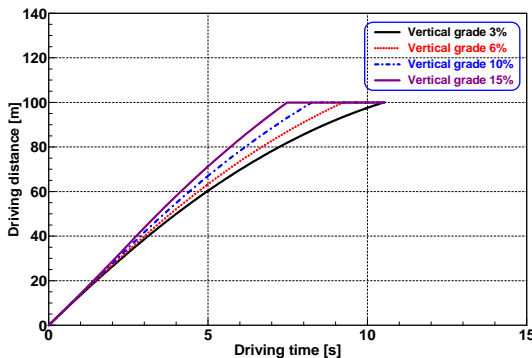


그림 16. 일정거리 주행에 따른 시간 변화
 Fig. 16. The change of time according to driving certain distance

그림 17은 도로의 높이와 시간변화를 나타낸 것으로 종단경사 변화에 따른 도로의 높이는 그림 4와 같이 정성적인 유사한 경향을 나타냈으나, 지표면에 도달하는 시간은 5.44~5.74초로 더욱 줄어들었다.

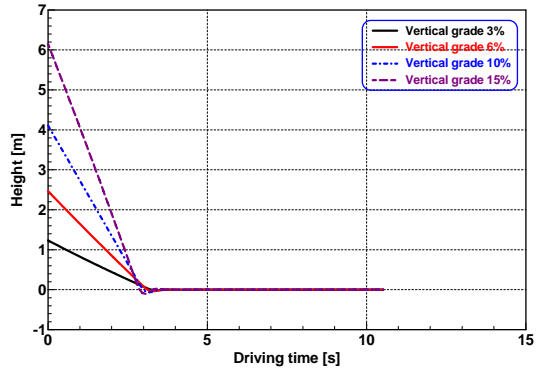


그림 17. 시간에 따른 높이 변화
 Fig. 17. The change of height according to time

IV. 결론

본 연구에서는 빙판노면에서 제동시 차량속도와 종단경사 변화에 따른 차량거동특성을 확인하기 위하여 시뮬레이션을 통한 차량의 속도와 시간, 그리고 도로의 높이 변화를 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 차량속도가 증가할수록 종단경사 3%, 6%, 10%에서는 시간의 변화에 따라 차속은 완만하게 줄어들었으며, 종단경사 15%에서는 초기에 차속이 급격히 증가하였다가 감소하였다.
- (2) 차량속도가 증가할수록 종단경사 3%, 6%, 10%, 15%에서 교차로를 통과하는 시간은 비례하여 감소하였다.
- (3) 차량속도가 증가할수록 도로의 높이는 일정하나, 지표면에 도달하는 시간은 종단경사 3%, 6%, 10%, 15%에 비례하여 감소하였다.
- (4) 둔지교차로의 종단경사는 문화개발구역의 특수성을 감안하여 종단경사 6%로 도로선형설계와 시공이 필요한 것으로 사료된다.
- (5) 교통사고 재현프로그램인 PC-crash를 이용하여 도로의 설계 및 시공에 따른 문제점을 사전에 확인이 가능함을 보여주었다.

References

- [1] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "Road Design Standards", 2012.
- [2] Gwan-Seop No, "Development Plan of Technology Related Road Design and Safety", Journal of Korean Society of Load Engineers, Vol. 6, No 3, pp. 9-18, 2004.
- [3] Jeong-Sun Park, Tae-Yeong Kim and Byeong-Ho Park, "Analysis of Rear-end Accidents at 4-legged Signalized intersections in Cheongju", Proceedings of the KOR-KST Conference, 247-256, May 2007.
- [4] Yoon-Hyuk Choi, Seung-Jun Lee, Young-Seok Bae and Han-Geom Ko, "A Case Study on the Traffic Operational Guidance for Temporary Closure of Climbing Lane:Focusing on Nakdong JC at Jungbunaeryuk Expressway", Journal of Korean Society of Load Engineers, Vol. 12, No 4, pp. 17-28, 2010.
- [5] Byeong-Ho Park, Hui-Sik Kim, Min-Hui Im and Sang-Hyeok Park, "Analysis of Traffic Accidents at Unsignalized intersections in Cheong-ju", Journal of Korean Society of Transportation, Vol. 25, No 5, pp. 67-77, 2007.
- [6] Myeong-Han Lee and Dong-Nyong Kim, "Sight Distance at Crest Vertical Curves Under Consideration of Construction Errors", Journal of Korean Society of Transportation, Vol. 23, No 8, pp. 153-162, 2005.
- [7] Tae-Byung Lee, Kyoung-Hee Lee, Suk-Hyun Kwon and Sang-Bum kim, "A Analysis of the Environmental Costs with Changing the Vertical Alignment at Load Construction", Proceedings of the KICEM Conference, 421-423, November 2007. <http://dx.doi.org/10.7735/ksmt.2013.22.6.945>
- [8] Young-Gwan Kim, Jin-Il Park and Jong-Hwa Lee, "Research on In-vehicle, Real time Measurement of Road Grades", Journal of the Korean Society of Manufacturing Technology Engineers, Vol. 22, No 6, pp. 945-949, 2013.
- [9] Sung-Hoon Yang, Hak-Yong Lee and Jun-Kyu Yoon, "A Study on Turning Characteristics of Vehicle Based on Parameters of Curved Road", Journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication, Vol. 13, No 2, pp. 25-32, 2013. <http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2013.13.2.25>
- [10] Jong-Duck kim and Jun-Kyu Yoon, "Reliable Study on the Collision Analysis of Traffic Accidents Using PC-Crash Program", Journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication, Vol. 12, No 5, pp. 115-122, 2012. <http://dx.doi.org/10.7236/IJWIT.2012.12.5.115>
- [11] Hee-Hong Chae and Jong-Han Lim, "Analysis for Traffic Accidents against Car-Pedestrian on Simulation", Journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication, Vol. 12, No 3, pp. 115-121, 2012. <http://dx.doi.org/10.7236/IJWIT.2012.12.3.115>

저자 소개

박 형 선(정회원)



- 2003년 : 국민대학교 자동차공학 석사
- 2014년 : 전남대학교 기계설계 공학과 박사
- 1992년 ~ 현재 : 정일공업 근무
- 주관심분야 : 자동차 사고분석
- e-mail : oga4072@naver.com

윤 준 규(정회원)



- 1996년 ~ 현재 : 가천대학교 기계공학과 교수
- 주관심분야 : 지능형 교통시스템, 자동차사고분석
- e-mail : jkymoon@gachon.ac.kr

임 종 한(정회원)



- 1995년~현재 : 가천대학교 기계공학과 교수
- 주관심분야 : 미래형자동차, 지능형자동차 IT분야
- e-mail : kkjong@gachon.ac.kr