

도로의 오르막차로 검출 프로그램 개발

Development of Detection Program for Climbing Lane on Highway

이종출* · 서동주** · 허종호*** · 강상민****

Lee, Jong Chool · Seo, Dong Ju · Heo, Jong Ho · Kang, Sang Min

1. 서론

우리나라는 국토의 많은 부분이 산으로 둘러싸여 있기 때문에 기존 도로 또는 신설되는 대부분의 도로는 경사구간을 가지고 있다. 특히, 물류산업의 발달로 인해 대형차 혼입율이 커지고, 오르막 경사 구간에서 등판 능력이 떨어지는 대형차가 지속적으로 주행하게 되므로써, 전체 교통류에 영향을 미치게 된다. 물론, 도로 설계 시 또는 기존 도로의 개량 설계시 오르막경사를 완만하게 할 수도 있지만, 경제성 및 주변지형 여건, 평면선형 및 종단선형과의 조화를 위해 오르막경사 구간이 불가피한 경우가 많다. 특히, 오르막경사구간은 단일 경사로만 이루어진 것보다 여러개의 변화하는 경사로 이루어진 도로가 많기 때문에 오르막차로 시·종점을 결정하는데 많은 어려움이 있다. 오르막차로에 대한 연구는 오르막차로 설치기준 및 운영방안 평가(유경수외, 1994), 오르막차로 종점부 교통류 합류특성 및 설계기준에 관한 연구(권오철, 1998), 국외에서는 지방도로에서 트럭의 오르막차로에 대한 안전성 고려(Harwood등, 1990), 2차로도로에서 오르막차로 종점부에서의 안전성 분석(Homberger, 1986)에 대한 연구가 진행되어 왔다. 그리고 국내 화물차 특성을 고려한 우리나라 일반국도의 화물차 성능 곡선 산출식 정립(최재성의, 2001)에 관한 연구를 발표하였다.

따라서, 본 연구에서는 교통량을 고려한 복합경사구간에 대한 오르막차로 설치에 관한 연구로서 도로용량 편람에서 제시된 고속도로 기본구간 및 2차로도로에 대한 오르막 경사 구간의 서비스수준을 분석하고, 교통량 분석에 따른 오르막차로의 설치 여부를 판단한 후 오르막차로의 시점과 종점의 위치를 결정하는 과정을 객체지향언어인 Visual Basic을 이용하여 프로그래밍 하였다. 이를 이용하여, 프로그램의 적용을 위하여 오르막 경사 구간이 존재하는 2차로도로를 선정하여 프로그램에 적용하여 평가하였다. 본 연구를 수행하기 위한 연구절차는 국내외 오르막차로 설계기준의 이론적 배경과 관련문헌을 고찰하여 연구수행 방법을 도출하여, 도출된 결과들을 기초자료로 이용하여 프로그램을 개발하였고, 오르막경사를 가진 2차로도로를 선정하여 설계속도, 차로폭 등의 도로조건과 교통조건에 대한 자료를 수집하여 프로그램에 적용하였다.

2. 오르막차로 검출 프로그램 개발 및 적용

2.1 프로그램 개요 및 순서도

본 연구에서 개발된 프로그램은 객체지향언어인 Visual Basic 6.0을 이용하였으며, 2차로도로와 고속도로에서 오르막차로 자동 설치의 적용이 가능하며, 오르막차로를 설치하기 전에 총지체율에 의한 서비스수준을 판정하여 오르막차로 설치 여부를 결정할 수 있기 때문에 해당 도로의 서비스수준을 먼저 결정한다. 여기서, 총지체율에 의한 서비스수준 판정은 해당 도로의 도로조건 및 교통조건을 조사하여 입력자료로 사용한다. 도로조건에 대한 자료는 설계속도, 측방여유폭(한쪽만 존재할 경우 그 값을 입력하고 양쪽에 존재할 경우 평균 값을 적용한다.), 차로폭, 추월금지구간 비율(2차로도로의 경우만 해당)등 선형에 관계된 요소들이고, 교통조건에 대한 자료는 교통량(양방향), 침두시간계수, 방향별 분포, 중차량 구성 비율 등 교통에 관계된 요소들이다. 또한, 총지체율 산정을 위해 해당 도로에 대해 조사된 교통량으로부터 침두시간 환산 교통량을 산정하고,

* 정희원 · 부경대학교 건설공학부 교수 · 공학박사 (E-mail:jdee@pknu.ac.kr)
** 정희원 · 부경대학교 건설공학부 공학박사 (E-mail:dosdi@pknu.ac.kr)
*** 정희원 · (주) 삼보기술단 도로부 대리 (E-mail:jing7617@naver.com)
**** 정희원 · (주) 삼보기술단 도로부 기사 (E-mail:civilism@dreamwiz.com)



첨두시간 교통량에 따른 이상적인 조건에서의 총지체율을 산정한 후, 도로조건 및 교통조건에서 적용되는 계수들의 보정을 거쳐 해당 도로의 도로조건 및 교통조건에 따른 총지체율을 산정하고 총지체율에 의한 서비스수준을 결정한다. 서비스수준 결과로부터 오르막차로 설치 여부에 따라, 오르막차로를 설치할 필요가 없을 경우 프로그램은 종료되며, 오르막차로를 설치하게 될 경우 오르막차로 시점부와 종점부의 위치가 계산되고 시각적으로 거리에 따른 속도변화를 알 수 있다. 이상의 과정들을 도식화하면 그림 1과 같다.

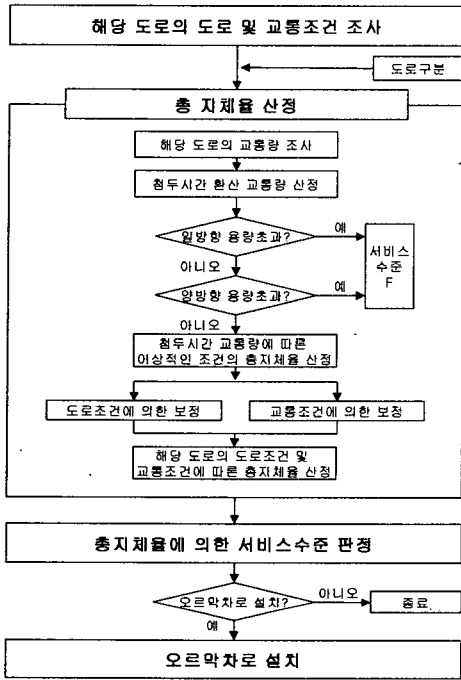


그림 1. 프로그램 순서도

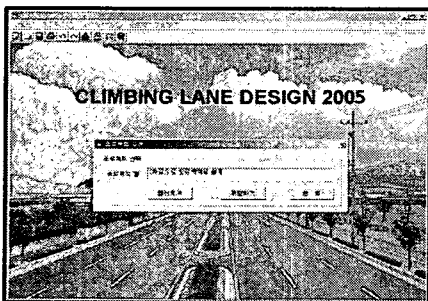


그림 2. 프로젝트 구성

2.2 프로그램 구성 및 적용

본 연구에서 개발된 프로그램은 객체지향언어인 Visual Basic 6.0을 사용하였으며, 프로그램 명은 "CLIMBING LANE DESIGN 2005"이다. 그림 2는 본 프로그램의 초기화면이며, 메뉴바(그림 3)는 파일, 프로젝트, 오르막차로, 오름막차로 구성되어 있고, 파일 부메뉴(그림 4)는 불러오기, 저장하기, 인쇄, 종료 등으로 구성되어 있고, 프로젝트 부메뉴(그림 6)는 프로젝트 구성과 프로젝트 기본사항으로 나누어져 있다. 그리고 오르막차로 부메뉴(그림 7)는 도로조건, 교통조건 그리고 오르막차로 설치로 구성되어 있으며, 구성된 메뉴들을 쉽게 이용할 수 있도록 툴바에도 배치되어 있고, 각각의 아이콘에 마우스를 위치시키면 도움말을 볼 수 있다. 그림 5에서 제일 왼쪽 아이콘에서부터 새작업, 열기, 저장, 인쇄, 취소, 실행, 프로젝트 구성, 프로젝트 기본사항, 도로조건 및 교통조건, 오르막차로 설치로 배치되어 있다.

개발된 프로그램은 임의구간의 2차로도로 경사구간에 대하여 적용하였다. 적용 대상 도로는 지방부 양방향 2차로도로의 첨두시간 1시간 교통량은 1,400대/h 이며, 도로조건과 교통조건은 표 1과 같다.

파일(F) 프로젝트(P) 오르막차로(O)

그림 3. 메뉴바의 구성

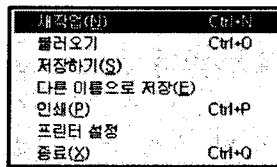


그림 4. 파일의 부메뉴



그림 5. 툴바의 구성



그림 6. 프로젝트 부메뉴



그림 7. 오르막차로 부메뉴



표 1. 적용 대상도로의 도로조건 및 교통조건

도로조건	교통조건
설계속도 : 70km/h 차로폭 : 3.25m 측방여유폭 : 1.0m 경사도 : 5% 경사구간길이 : 800m 추월금지구간 : 60%	교통량(양방향) : 1,400대/h 방향별 교통량 분포 (상향/하향) : 60/40 대형차 구성비 : 19% 침두시간계수 : 0.92

그림 8에서 프로젝트 명은 “2차로도로 오르막차로 설치”, 설계단계는 기본설계, 발주처는 부산지방 국토 관리청으로 입력하였다. 대상도로는 2차로도로이며, 설계속도가 70km/h 이므로 도로유형 2에 해당한다. 2차로도로이므로 차로수는 1차로이며, 대상도로는 종단경사 5%와 경사길이 800m를 가진 도로로써, 입력한 내용은 그림 8과 같다.

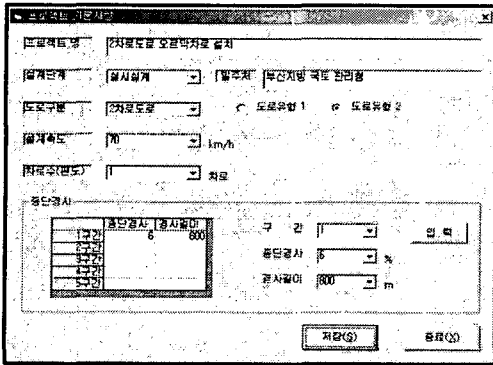


그림 8. 프로젝트 기본사항

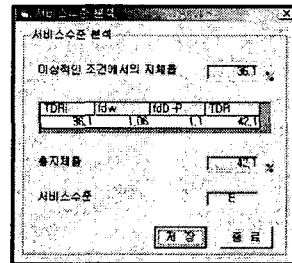


그림 10. 서비스수준 분석

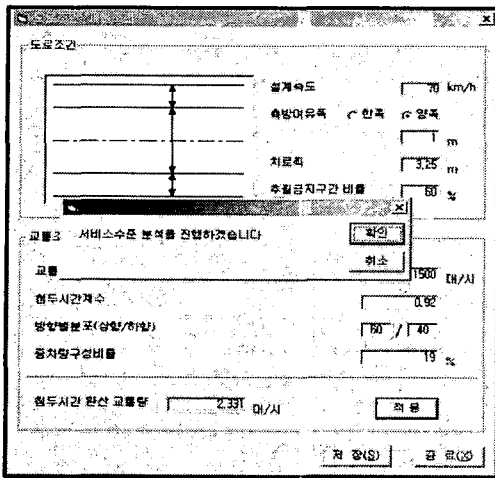


그림 9. 도로조건 및 교통조건

그림 9는 대상도로의 도로조건과 교통조건을 입력한 그림이다. 설계속도는 프로젝트 기본사항에서 입력한 70km/h로 되어있고, 측방여유폭은 한쪽에만 1m, 차로폭은 3.25m, 추월금지구간 비율은 60%, 양방향 교통량 1,400대/h, 침두시간계수는 0.92, 방향별 분포(상향/하향)는 60/40, 그리고 중차량 구성비율은 19%이다. 이상의 값들을 입력 후, 적용을 클릭하여 침두시간 환산 교통량 2331대/h가 계산되고, 서비스수준 분석 진행창이 나타난다. 그림 10은 서비스수준을 결정하는 그림으로써, 도로용량편람(대한교통학회, 2001)에서 제시된 f_{dw} (차로폭 및 측방여유폭에 따른 보정계수), f_{ad-p} (방향별 분포 및 추월금지구간 비율에 따른 보정계수)를 데이터베이스로 작성하여 조건에 맞는 값이 선택된 것을 알 수 있다. 이상적인 조건에서의 지체율은 36.1%, 총지체율은 42.1%가 계산되었으며, 서비스수준은 E로 결정된 것을 알 수 있다.

그림 11은 오르막차로 설치에 대한 그림이다. 위 그래프는 종단경사와 경사길이를 보여주고 있으며, 아래 그래프는 속도와 거리와의 관계를 보여주는 그래프이다.

이상의 결과로써, 본 연구에 적용된 도로는 오르막차로의 설치가 필요하다고 판단되고, 오르막차로의 시점은 0+289이고 오르막차로 종점은 0+844이다.

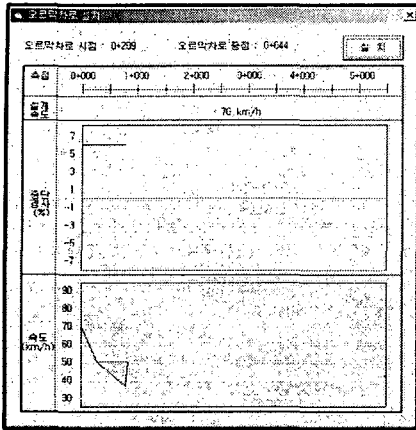


그림 11. 오르막차로 설치

3. 비교분석

본 연구의 프로그램에 대한 검증을 위하여 실제 수계산에 의해 오르막차로를 설치하였다. 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙(2000)에서는 오르막구간에서의 화물차의 오르막능력은 중량/마력비 200lb/hp를 표준으로 하고 있다. 그러므로 중량/마력비 200lb/hp에 해당하는 속도-경사도 곡선을 이용하여 그림 12와 같이 설치하였으며, 프로그램 적용 결과와 수계산에 의한 결과를 표 2와 같이 나타내었다. 오르막차로의 서점에서는 1m, 종점에서는 4m의 차이가 나는 것을 알 수 있으며 그 이유는 도식화된 그래프로부터 값을 구하는 것이기 때문에 개개의 주관적인 관점에 의한 차이로 판단된다.

표 2. 프로그램 적용 결과와 수계산 결과 비교

구 분	프로그램 적용 결과	수계산에 의한 결과
첨두시간 환산 교통량(대/h)	2,508	2,508
이상적인 조건에서의 지체율(%)	38.8	38.8
f_{dw}	1.06	1.06
f_{d-P}	1.10	1.10
총지체율(%)	45.2	45.2
서비스수준	E	E
오르막차로 서점	0+289	0+290
오르막차로 종점	0+844	0+840

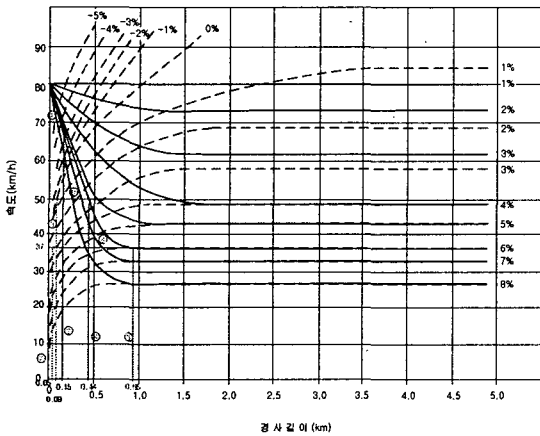


그림 12. 수계산에 의한 오르막차로 설치 과정

4. 결론

본 연구에서는 객체지향언어인 Visual Basic 6.0을 이용하여, 대상 도로의 서비스수준을 분석하고, 오르막차로를 설치하는 프로그램을 개발하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 도로설계시 오르막차로 설치여부 분석을 재래의 수계산 방법에서 더 발전한 전산화 프로그램을 개발하였으며, 단일경사구간 뿐만 아니라 복합경사구간에서도 서비스수준을 분석할 수 있다.
2. 오르막차로 설치에 있어서 교통량을 중심으로 하는 서비스수준 분석을 고려하므로써, 오르막차로 설치 여부를 판단 후 효율적으로 오르막차로를 설치할 수 있었다.
3. 수계산에 의한 값과 개발된 프로그램에 의한 값을 비교한 결과, 교통량을 고려한 서비스수준 분석에서는 같은 값을 얻었으나, 오르막차로 서점부와 종점부의 위치에서는 1~4m 정도의 차이가 있었다. 이는 가속도-감속도 곡선에서 추출하는 값이 설계자의 주관적인 관점이 많이 고려되었기 때문으로 판단된다.
4. 향후, 우리나라 대형차에 맞는 오르막 및 내리막 능력을 분석하여, 오르막차로 시·종점의 위치를 합리적이고 객관적인 설계가 되어야 할 것이다.



참고문헌

1. 건설교통부, (2000) 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 및 지침, 기문당.
2. 권오철 (1998) 오르막차로 종점부 교통류 합류특성 및 설계기준에 관한 연구, 도시계획학 석사학위논문, 한양대학교.
3. 대한교통학회, (2001) 도로용량편람, 대한교통학회.
4. 유경수, 장명순 (1994) 오르막차로 설치기준 및 운영방안 평가, 대한교통학회지, 제12권, 제1호.
5. 최재성, 김영록, (2001) 우리나라 일반국도의 화물차 성능 곡선 산출식 정립, 대한교통학회지, 제19권, 제6호, pp. 119~129.
6. A. D. St and D. W. Harwood. (1990) Safety Considerations for Truck Climbing Lanes on Rural Highway, *TRR* 1303, *TRB*, 1990.
7. W. S. Homburger. (1986) An Analysis of Safety at the Terminals of Climbing Lanes on Two-Lane Highways, *FHWA*.