

□ 論 文 □

추월시거 산정 모형에 관한 연구

A Study of a Model for Calculating Passing Sight Distance

김 영 호

손 봉 수

전 경 수

(서울시정개발연구원 위촉연구원) (서울시정개발연구원 책임연구원) (서울대학교 도시공학과 교수)

目 次

| | |
|------------------|--------------------------|
| I. 서론 | 1. 기본가정 |
| 1. 연구 배경과 목적 | 2. 모형의 전개 |
| 2. 연구의 범위 | IV. PASS모형의 결과 분석 |
| II. 기존모형의 이론적 배경 | 1. 기존모형의 추월시거 비교 |
| 1. AASHTO모형 | 2. PASS모형과 기존모형의 추월시거 비교 |
| 2. MUTCD모형 | 3. 국내현실을 반영한 추월시거 산정 |
| 3. Glennon모형 | V. 결론 |
| III. PASS모형의 구축 | 참고문헌 |

요 약

추월가능성을 판단하기 위해서 앞을 바라볼 수 있어야 하는 거리를 추월시거라 한다. 적절한 추월시거의 확보는 2차선 도로의 효율성과 운전자의 안전성 제고 및 도로설계시 매우 중요하다. 이러한 목적을 위하여 추월시거를 산정할 수 있는 여러 모형이 개발되었으나, 실제 교통 상황을 반영하기에 많은 문제점을 안고 있음이 지적되고 있다. 따라서 본 논문은 기존 모형들의 이론적 배경을 고찰하고, 각 모형의 단점과 한계를 파악하여, 운전자의 실제 추월행태를 고려한 새로운 추월시거산정모형을 개발하는데 주안점을 두고 있다.

본 논문에서 개발한 PASS모형은 현재 미국에서 도로설계시 기준으로 사용되고 있는 AASHTO모형을 보완하여 구축하였다. 기존의 모형들은 서로 다른 조건을 가정하여 개발되었기 때문에 각 모형들의 추월시거 산정값을 비교분석하는데 어려움이 있다. 하지만 PASS모형은 운전자의 반응시간, 차량의 길이, 차량의 가속 능력 등 실제 추월시거 산정시 반드시 고려해야 할 중요한 요소들을 특성치로 반영할 수 있게 함으로써 다양한 추월 상황과 현실적인 교통상황을 폭 넓게 수용할 수 있는 장점을 갖고있다.

본 논문에서는 새로 개발한 PASS모형을 이용하여 얻은 결과와 기존의 AASHTO모형, MUTCD모형, Glennon모형을 통해 얻은 결과를 비교하였으며, PASS모형에 우리나라 현실에 적합한 특성치를 적용하여 2차로 도로의 추월시거를 산정하였다. 이 결과 현재 우리나라 도로용량편람에서 제시하고 있는 추월가능구간 기준인 450m가 설계속도가 낮은 일반국도에는 타당함을 확인할 수 있었다. 그러나, 설계속도가 높고 화물차의 운행빈도가 높은 고속국도의 경우, 재검토가 필요할 것으로 판단된다.

주요어: 추월시거, 추월가능구간, 감속추월, 추월결정지점, PASS모형

I. 서론

1. 연구의 배경과 목적

추월시거(Passing Sight Distance)란 추월 가능성을 판단하기 위해서 앞을 바라볼 수 있는 거리이다. 다시 말하면 추월하려는 차량이 중앙선을 넘어 앞차를 추월하여 다시 원래 차로로 돌아올 동안, 맞은 편에서 오는 차량과 충돌을 피할 수 있도록 확보해야 하는 안전 거리이다. 1992년에 건설교통부에서 간행된 도로용량편람(p. 55)에는 2차로 도로의 추월가능구간(passing zone)을 “추월차선이 표시되어 있거나 추월시거가 450m 이상 확보되는 구간”으로 제시하고 있다. 그러나 추월차선표시(passing zone marking)에 대한 정확한 기준은 아직까지 제시된 바 없고, 도로용량편람에서 제시한 450m는 미국의 1985년판 Highway Capacity Manual (HCM)이 제시한 기준을 따르고 있다.

추월시거에 대한 연구는 미국의 AASHTO(American Association of State Highway and Transportation Officials)의 방법론에 따라 처음으로 이루어졌다. 그러나 AASHTO에서 사용하는 방법론은 현실적으로 불합리한 가정을 포함하고 있으며, 1940년대 관측자료를 바탕으로 하고 있어 현재 상황에 적용하기에도 문제가 있다. 추월시거산정모형 구축시 실제 도로에서 발생하는 추월현상을 적절하게 설명하기 위해서는 추월행태에 대한 가정이 실제 추월행태와 부합되어야 한다. 이는 실제 추월행태에 대한 가정에 따라 전체적인 모형의 구조 및 추월시거값이 결정되므로 가정의 타당성이 무엇보다 중요하다.

본 논문은 기존의 추월시거모형에서 사용한 가정을 현실적인 측면에서 검토하여 각각의 문제점을 파악하고, 이를 극복할 수 있는 새로운

모형을 개발하는데 주안점을 두고 있다. 또한 본 논문에서는 새로 개발한 모형에 국내현실에 적합한 특성치(parameter)를 대입하여 추월시거값을 산정하고, 한국도로용량편람에서 제시한 기준치(450m)와 비교하여 교통안전 측면에서 이 기준의 적합성을 검토하였다.

2. 연구의 범위

본 논문은 전체 5장으로 구성되어있다. 제 2장에서는 기존의 모형들의 기본 가정들과 각 모형의 이론적 배경을 고찰하고, 모형들의 문제점을 파악하였으며, 제 3장에서는 기존 모형들의 단점을 보완하여 본 연구에서 개발한 모형(이하 ‘PASS모형’이라 칭함)을 기술하였다. 제 4장에서는 PASS모형을 통해 얻은 결과값과 기존 모형들의 결과값을 비교분석하고, 우리나라 실정에 맞는 특성치(예, 차량의 특성, 운전자의 특성)를 대입하여 2차로 도로의 추월시거값을 계산해 보았다. 제 5장에서는 제 4장에서 구한 추월시거값을 바탕으로 도로용량편람에서 제시한 추월가능구간 기준을 검토하였으며, 앞으로 계속 연구가 필요한 향후 연구과제를 제시하였다.

II. 기존 모형의 이론적 배경

1. AASHTO 모형

이 모형이 사용한 가정(AASHTO,1984)은 다음과 같다.

<가정 1> 추월구간에 도착했을 때 추월을 결정하고 행동하기까지 걸리는 시간이 매우 짧다.

<가정 2> 피추월차량의 속도는 설계속도보다 작은 값이고 추월차량은 이보다 항상

16km/h 빠르게 달린다.

<가정 3> 맞은편(좌측) 차로의 대향차량은 추월차량의 평균속도와 같은 속도로 달린다.

<가정 4> 감속추월¹⁾일 때를 가정하고 대향차량이 너무 가까우면 빨리 원래차로로 되돌아간다.

<가정 5> 추월전과 추월후의 추월차량과 피추월차량간의 차간간격은 같다.

<가정 6> 추월차량이 원래 차로로 되돌아왔을 때 대향차량과 적당한 안전여유거리를 유지한다.

<가정 7> 추월차량의 운전자는 추월완료시 까지 가속 운행하고, 추월완료 후에는 일정한 속도를 유지하거나 감속한 속도로 운행한다.

AASHTO모형의 추월시거는 다음의 네 요소를 합한 값으로 정의하고 있다:

d_1 = 추월가능성을 판단하기 위하여 좌측 차로를 보는 순간부터 추월을 결심하고 가속하여 중앙선을 넘기까지 달린 거리,

d_2 = 추월차량이 좌측차로를 조금이라도 걸치거나 넘어서 달린 거리,

d_3 = 추월차량이 원래차로에 완전히 복귀했을 때 대향차량과의 안전여유거리,

d_4 = 추월차량이 좌측차로를 운행한 전체시간의 2/3동안 대향차량 달린 거리.

AASHTO모형의 추월시거값은 현재 미국에서 특정도도의 적정 서비스 수준(Level of Service, LOS)을 유지할 수 있는 추월시거확보구간의 적정비율을 정하는 기준으로 사용되고 있다. 그러나 이 모형은 다음과 같은 문제점들을 포함하고 있다.

첫째, 위에서 언급한 <가정 7>에 따라 추월이

진행중인 동안 추월차량이 계속 가속하는 상황에서, 피추월차량의 운행속도에 따라 추월하는데 걸리는 시간에 차이가 있다. 각 경우의 가속시간을 고려한다면 평균속도차에도 차이가 있음이 당연하다. 따라서 추월차량의 평균속도가 피추월차량의 평균속도보다 설계속도에 관계없이 항상 16km/h빠르다는 <가정 2>는 현실적이지 못하다. 그리고 이와 같은 가정하에서 피추월차량의 속도가 큰 경우에는 추월시거값이 과대추정될 것으로 판단된다.

둘째, 차량의 가속능력이 과거에 비해 현저히 향상되어 추월차량의 평균속도가 높아졌음에도 불구하고, 가속능력차이에 따른 추월시거의 변화를 모형에 반영할 수 없음은 이 모형의 한계이다.

셋째, 이 모형의 d_1 은 추월차량의 운전자가 추월가능성을 인지하는 시간과 피추월차량을 뒤따르다가 가속하여 중앙선을 넘어설 때까지 달린거리의 합으로 정의하고, 대략 3.7~4.3초정도 소요된다. 그러나 d_1 의 계산에 포함된 추월인지시간은 실제 추월행위를 행하는 시간이 아니므로 실제 운전자의 추월시거와는 직접적인 관련이 없다. 따라서, 추월인지시간은 추월차량과 대향차량간의 추월시거에는 포함시킬 이유가 없다. 하지만 이 모형에서는 추월시거산정시 d_1 을 추월시거에 포함시킴으로 추월시거의 값이 과대추정되어 있다.

넷째, 이 모형은 다양한 차종을 고려하지 않고 단지 승용차만을 고려하여 개발되어, 대형차의 추월시거산정에는 적합하지 못하다.

전반적으로 AASHTO모형의 가정들은 평균적인 운전자의 행태에 기초하지 않고 전체 운전자들의 모든 행태를 포함할 수 있도록 설정되어 있다. 따라서, AASHTO모형은 운전자의

1) 감속추월(delayed pass): 추월기회가 여의치 않아서 속도를 낮추어 저속의 피추월차량을 계속하여 뒤따라가다가 추월하는 형태

안전성을 충분히 고려한 반면 추월시거값을 다소 과대하게 산정한다.

2. MUTCD 모형

MUTCD(Manual on Uniform Traffic Control Devices)모형에서 사용하고 있는 방법론은 아래의 가정들을 제외하고, 전체적으로 AASHTO모형의 방법론과 유사하다. MUTCD모형이 사용한 가정(Forbes, 1990)은 다음과 같다.

<가정 1> AASHTO모형의 d_1 (추월행동의 인지거리의 일부분)이 MUTCD모형에서는 추월시거 산정에 포함되지 않는다.

<가정 2> 피추월차량에 대한 추월차량의 상대속도는 설계속도가 증가함에 따라 커진다.

<가정 3> MUTCD모형의 추월시거값은 감속추월과 비감속추월²⁾의 추월시거값을 절충하여 산정하였다.

<가정 4> 대향차량의 속도는 비 교통혼잡상태에서의 모든 차량의 평균속도로 정의하였다.

위에 언급한 MUTCD모형의 <가정 2>는 AASHTO모형의 <가정2> — 피추월차량의 속도는 설계속도보다 작은 값이고 추월차량은 이보다 항상 16km/h 빠르게 운행한다. — 에 비해 합리적이다. MUTCD모형은 추월시거 값을 두가지 추월형태인 감속추월과 비감속추월을 고려하여 산정하므로 AASHTO모형의 추월시거값보다 훨씬 작은 값을 나타낸다. 하지만 이 기준은 감속추월과 비감속추월의 절충에 대한 이론적인 근거가 빈약할 뿐만 아니라 50년전 자료를 이용하여 설정한 것으로 현재의 상황을 반영하기에는 부적합하다.

MUTCD모형의 <가정 3>과 <가정 4>를 기초로 산정한 추월시거는 AASHTO모형의 가정들에 비해, 전반적으로 추월시거가 AASHTO모형을 통해 얻은 결과보다 작게 산정되도록 설정되어 있다. 따라서, MUTCD모형은 AASHTO모형에 비해 안전성 측면에서 다소 미흡하다고 판단된다. 그러나, MUTCD모형을 통해 산정한 추월시거값은 현재 미국에서 도로의 추월금지 구간을 표시하는 기준으로 사용되고 있다.

3. Glennon 모형

Glennon(1988)은 2차로 도로의 추월행태를 임계지점과 임계시거 개념을 사용하여 수학적 모형으로 나타냈다. Glennon모형의 장점은 안전한 추월시거를 산정하는데 있어서 어떤 요소들이 크게 영향을 미치는지 민감도 분석을 통하여 이들 중요한 요소들을 파악할수 있다는 점이다.

임계지점 및 임계시거 개념

추월이 진행중인 상황에서 운전자는 항상 추월완료와 추월포기의 두가지 상황을 고려하고 있다. 추월을 완료하거나 추월을 포기하기 위해서는 대향차량과 적당한 거리(시거)가 확보되어야한다.

추월을 결심하고 행동으로 옮길 추월 초기 위치에서, 추월을 끝마치고 안전하게 원래차로로 복귀하는데 필요한 추월시거는 전체 추월과정중 어느 위치보다 큰 값을 나타내며, 반면에 추월을 포기하고 안전하게 원래 차로로 복귀하기에 필요한 시거는 전체 추월과정중 어느 위치보다 작은 값을 나타낸다. 추월이 점점 진행되어 가면서 추월차량 자신의 위치에서, 추월을

2) 비감속추월(flying pass): 추월하기 위하여 추월차량이 속도를 줄일 필요없이 추월하는 형태

완료하기까지 필요한 시거는 점점 줄어들고, 추월을 포기하고 피추월차량의 뒤쪽으로 안전하게 복귀하는데 필요한 시거는 점점 늘어나게 된다. 추월을 거의 끝마치는 위치에서, 추월을 포기하고 피추월차량의 뒤쪽으로 안전하게 복귀하는데 필요한 시거는 가장 큰 값을 나타내게 되고, 추월을 완료하기까지 필요한 시거는 가장 작은 값을 나타내게 된다. 이같이 추월완료와 추월포기에 필요한 시거는 서로간에 trade-off 관계가 있고 어느 한 지점에서 추월완료에 필요한 시거와 추월포기에 필요한 시거가 같게 된다. 이 지점을 임계지점(Critical Position)이라 정의하고 이 지점의 시거를 임계시거(Critical Sight Distance)라 한다.

추월차량이 임계지점보다 상류(upstream)쪽에 위치할 때 추월완료에 필요한 시거와 추월포기에 필요한 시거 두 값을 비교하면, 추월완료에 필요한 시거는 임계시거보다 크고 추월포기에 필요한 시거는 임계시거보다 작게 된다. 임계지점보다 하류쪽에 추월차량이 위치하면 추월완료에 필요한 시거가 임계시거보다 작게 되고 추월포기에 필요한 시거는 임계시거보다 크게 된다. 그러므로 전체 추월상황을 살펴볼 때, 운전자는 두가지 행동(추월실행과 추월포기)을 모두 취할 수 있으므로 운전자에게 필요한 추월시거는 임계시거보다 작거나 같게 된다. Glennon모형에서는 임계지점을 추월결정지점으로 정의하고 추월결정지점의 위치와 그 지점에서의 임계시거 값을 수식을 통해 산정하고 있다.

Glennon모형은 다음과 같은 가정을 사용하고 있다.

<가정 1> 대향차량은 설계속도로 달리고 추월차량은 임계지점(추월결정지점)에 도착하기 전까지 설계속도에 도달할 수 있고, 추월을 포기하기 전까지 설계속도를 유지하며, 피추월차량은 설계속

도보다 작은 속도로 달린다고 가정한다. (추월차량이 화물차인 경우 설계속도보다 다소 작은 속도에 도달한 상태에서 추월한다.)

<가정 2> 이 모형의 추월시거는 임계지점(추월결정지점)에서 추월을 완료하는데 필요한 임계시거이다.

<가정 3> Glennon은 설계속도가 증가함에 따라 추월차량과 피추월차량의 속도차가 줄어든다고 가정하였다. (이 가정은 MUTCD모형의 가정과는 반대이다.)

<가정 4> 추월차량이 추월을 완료하거나 포기하고 원래차로로 돌아올 때 피추월차량과 1초의 차간간격을 두고 대향차량과도 1초의 안전여유시간간격을 둔다.

<가정 5> 임계지점(추월결정지점)에서 추월포기를 결정하고 감속을 시작할때까지 1초의 반응시간을 갖는다.

<가정 6> 이 모형에서는 차량의 길이를 AASHTO Green Book에서 제시한 6m로 가정한다.

Glennon모형에서는 추월차량과 피추월차량의 길이가 임계시거 계산식에 포함되어 있어 차량의 길이에 대한 추월시거의 민감도를 분석할 수 있다.

Glennon모형을 이용하면 다양한 추월 상황에 따라 임계지점에 대한 분석을 행할 수 있다. 추월차량과 피추월차량의 속도차가 크거나 추월차량의 감속력이 떨어질수록 추월포기시간이 길어지게 되므로 추월차량의 추월결정(포기)시점이 빨라져야 한다. 즉, 추월차량의 임계지점은 평균속도 차이가 클수록 피추월차량 진행방향의 상류부로 움직인다. 이는, 추월차량은 피추월차량보다 속도가 클 경우에 추월포기를 일찍 결정하여야 한다는 것과 감속력이 떨어질수록

추월차량은 더욱 빨리 추월포기를 결정하여야 한다는 것을 의미한다.

Glennon모형에서는 임계지점에서의 추월차량은 설계속도에 도달한 상태에서 일정한 속도로 운행한다고 가정하고 있으므로, 만약 피추월차량의 속도가 증가하게 되면 이미 설계속도에 도달한 추월차량은 피추월차량의 속도가 작을 때보다 더 오랫동안 진행하여야 피추월차량을 추월하여 가정한 차간간격을 확보할 수 있으므로 전체적으로 추월시거는 증가하게 된다 (Rilett et al, 1990).

일반적으로 추월시거가 차량주행에 중요하게 영향을 미치는 곳은 도로상태가 좋고 선형이 좋은 곳이 아니라 겨우 추월시거만 확보될 수 있을 정도로 선형이 좋지 않은 곳이다. 이 모형에서 설명하는 것처럼 임계시거만 확보된 상태에서 추월차량이 임계지점 부근에 위치할 경우 대향차량의 갑작스런 출현에 대처하기 어려우며 이 경우 운전자가 추월을 완료하지도, 추월을 포기하지도 못하는 dilemma zone³⁾이 발생하여 사고를 유발할 수 있다.

Glennon모형의 <가정 7>에서 추월포기를 결정할 때까지 1초의 반응시간은 충분한 시거가 확보된 상태에서 추월을 계속 실행하다 임계지점에서 추월포기를 결정하여 감속하기까지 걸리는 시간을 의미한다.

충분한 시거가 확보된 상태에서 운전자는 추월초기부터 대향차량과의 시거를 판단할 수 있는 여유를 가지지만 충분한 시거가 확보되지 않고 임계시거만 확보된 상태에서 추월을 계속 실행할 때 임계지점 직전위치에서 대향차량이 갑자기 나타났을 경우, 추월차량의 운전자가 상황을 판단하여 추월포기를 결정하기까지는 위에서 설정한 반응시간으로는 부족하게 되고, 판

단을 못하고 임계지점을 넘어선 상태에서는 추월포기도 추월완료도 하지 못하는 dilemma zone에 빠지게 되는 것이다.

또한 임계시거만 확보된 상태에서 임계시거 직후의 지점에 대향차량이 갑자기 나타났을 경우, 소극적인 운전자는 추월포기를 결정하고 감속하려고 하지만 안전하게 추월을 포기할 수 없게 된다. 앞에서 살펴본 바와 같이 추월시거에 임계시거만 포함된다면 추월의 시작시점으로부터 임계지점에 도달할 때까지 운전자는 추월포기를 항상 고려하여야 하므로 불안한 상태에서 추월을 할 수 밖에 없다.

Glennon이 가정한 안전여유시간과 차량시간간격 1초는 차량추종모형등에서 사용하고 있는 반응시간 1.5초와 비교하면 다소 작은 값이라 할 수 있다.

Glennon은 설계속도가 증가함에 따라 추월차량과 피추월차량의 속도차가 줄어든다고 가정하였으나 설계속도가 증가하면 피추월차량의 속도도 상대적으로 증가하게 되므로, 실제 운전자의 행태를 살펴보면 추월차량이 피추월차량을 추월하기 위해 가속하는 시간이 증가하게 되고, 따라서 추월하는데 걸리는 시간이 늘어난다. 그리고 추월이란 추월차량과 피추월차량간의 적정한간격이 확보된 상태에서 실행할 수 있으므로, 설계속도가 높아지면 추월을 위한 두 차량간의 차간간격도 커져야 한다. 이 과정에서 적정한 차간간격을 확보하려면 두 차량간의 상대속도는, <가정3>과는 달리 커질 것이다.

이 모형의 중요한 오류는, 추월시거 산정시, 추월을 실행하고 원래차로로 되돌아오는 추월차량과 피추월차량과의 공간적인 차량간격을 피추월차량의 평균속도에 두 차량의 시간간격을 곱하여 결정하여야 하는데 Glennon 모형에

3) Chiu Liu & Robert Herman. The Passing Sight Distance and Overtaking Dilemma on Two-Lane Roads, preprint, 1996 의 개념을 인용함

서는 두 차량간의 평균속도차에 두 차량의 시간간격(1초)을 곱하여 결정한다는 점이다. 피추월차량의 속도에 두차량의 시간간격을 곱하는 이유는, 추월을 끝나치고 원래차로로 돌아올 때 필요한 공간적인 차량간격은 피추월차량이 1초동안 진행하는 거리이기 때문이다 (Rilett et al, 1990).

실제 운전자의 추월행태를 살펴보면, 추월차량의 운전자가 추월을 결심한 후에는 추월을 종료할 때까지 반드시 가속한다. 또한 자동차의 실제 성능을 살펴보면, 감속추월을 가정하므로 임계지점에 도착할 때까지 설계속도로 가속하기는 힘들기 때문에, 설계속도보다 낮은 속도에서 추월을 결심하게 된다. 하지만 Glennon모형에서는 임계지점까지 설계속도에 도달한다고 가정하였고, 또한 추월을 종료할때까지 같은 속도를 유지한다고 함으로써 실제현상을 설명하기에는 부적합하다.

III. PASS모형의 구축

1. 기본가정

앞에서 검토한 3가지 모형들은 모두 운전자의 실제 추월행태를 묘사하는데 있어서 단점을 가지고 있다. 따라서 본 논문에서는 AASHTO 모형에 기초를 두고 현실성이 부족한 가정들을 보완하여 새로운 모형 PASS를 구축하였다. 이 모형이 사용한 기본가정은 다음과 같다.

<가정 1> 피추월차량과 대향차량의 속도는 일정하다. 대향차량의 속도는 설계속도를 따른다.

<가정 2> 추월결정지점의 개념을 반영하여 모형을 구축한다. 즉, 추월을 결심하고 가속하였으나 대향차량과의 거리가

너무 짧아 추월을 포기하고 원래차로로 돌아온다.

<가정 3> 피추월차량의 속도는 AASHTO모형에서 가정한 것과 같이 free flow 상태의 차량속도보다 다소 낮은 속도로 운행한다고 가정한다. 여기서 피추월차량의 속도는 용량근처 교통량에서의 평균속도라 가정한다.

<가정 4> 추월차량은 피추월차량을 같은 속도로 뒤따르다가 추월을 결심한 후 추월을 종료하고 원래의 차로로 돌아오기 전까지 계속해서 가속한다.

<가정 5> 추월 전.후의 차량간격과 대향차량과 추월차량간의 안전여유거리는 운전자의 반응시간을 고려하여 계산한다.

<가정 6> 추월차량이 피추월차량과 일정거리를 유지하다 가속을 시작한 지점부터 추월시거에 포함한다.

<가정 7> 각 차량의 종류와 평균 가속력은 AASHTO에서 제시한 기준을 근거로 한다.

2. 모형의 전개

위의 가정들을 기초로하여 추월, 피추월, 대향차량의 운행자취를 시간-거리의 2차원 평면에 도식적으로 표현하면 그림1과 같다.

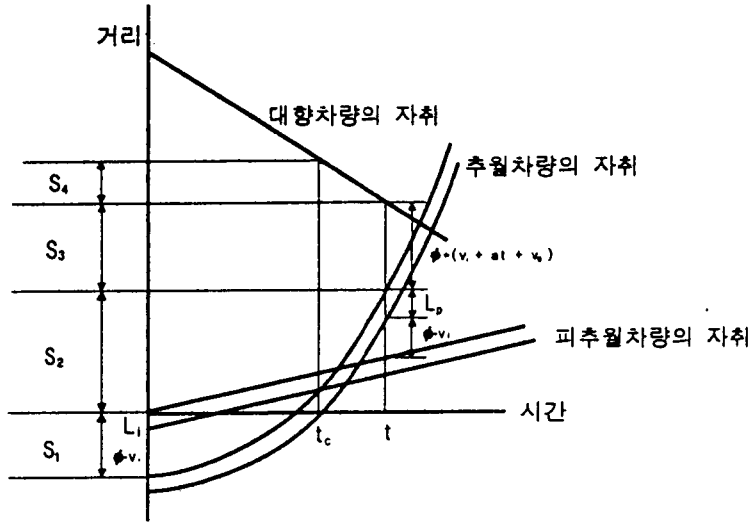
PASS모형에서 추월시거를 계산하는 과정은 다음과 같다. 추월차량이 추월을 시작하는 시점의 차량간의 간격은

$$L_i + \psi \times v$$

피추월차량에 대한 운행자취(trajecory)

$$y = \frac{1}{2}at^2 + vt - (L_i + \psi \times v)$$

추월차량은 피추월차량과의 차량간격이 $L_p + \psi \times v$ 가 될 때 추월을 종료한다.



범례

- L_p : 추월차량 p의 길이
- a : 추월차량의 가속력
- L_i : 피추월차량 i의 길이
- v_i : 피추월차량 i의 속도
- v_o : 대향차량의 속도
- t_c : 추월차량이 추월결정지점에 도착할 때까지 걸린시간
- t : 추월차량의 추월종료시점
- ψ : 반응시간
- S_1 : 추월시작시점에서 추월차량과 피추월차량과의 거리
- S_2 : 추월이 시작된 시점에 피추월차량이 위치한 곳으로부터 추월차량이 피추월차량과 적당한 간격을 확보하여 원래차로로 돌아올 때까지 진행한 거리
- S_3 : 추월이 종료된 시점에서 대향차량과의 안전여유거리
- S_4 : 추월차량의 앞 범퍼가 피추월차량의 뒤 범퍼와 일직선이 되는 추월결정지점 부터 추월종료시점까지 대향차량이 운행한 거리

<그림 1> PASS모형의 시-공간도

추월차량이 좌측차로에서 피추월차량의 뒤쪽 범퍼와 일직선상에 위치할때를 추월결정지점에 도착이라하고 t_c 를 구하면,

$$\frac{1}{2}at_c^2 + v_o t_c - L_i - \psi \times v_i = v_o t_c - L_i$$

로부터

$$t_c = \sqrt{\frac{2\psi \times v_i}{a}}$$

추월종료시점 t 를 구하면,

$$vt + \psi \times v_i + L_p = \frac{1}{2}at^2 + vt - (L_i + \psi \times v_i)$$

로부터

$$t = \sqrt{\frac{2(2 \times \psi \times v_i + L_p + L_i)}{a}}$$

추월에 필요한 추월시거(PSD)는 다음 네 요소의 합으로 결정된다:

$$S_1 = L_i + \psi \times v_i$$

$$S_2 = 2 \times \psi \times v_i + L_p + L_i +$$

$$v_i \times \sqrt{\frac{2 \times (2 \times \psi \times v_i + L_p + L_i)}{a}} - (L_i + \psi \times v_i)$$

$$S_3 = \psi \times (v_i + at + v_0)$$

$$S_4 = v_0 \times (t - t_c)$$

$$\therefore PSD = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$$

추월결정지점의 위치

일반적으로 추월차량의 운전자는 단순하게 피추월차량과의 위치관계와 상대속도에 따라 추월의 포기과 완료를 결정한다. 또한 피추월차량의 운전자가 추월차량이 용이하게 추월하도록 감속하거나 추월하지 못하도록 가속하는 시점도 추월차량과의 단순한 위치관계로부터 영향을 받는다. 그러나 본 논문에서 제시한 PASS모형에서는 피추월차량의 속도는 일정하며, 추월결정지점의 위치가 피추월차량의 뒷 범퍼와 추월차량의 앞 범퍼가 일직선인 지점으로 고정되어있다고 가정하였다 (Saito, 1983).

IV. PASS모형의 결과 분석

1. 기존 모형의 추월시거 비교

〈표 1〉에서는 AASHTO모형, MUTCD모형, Glennon모형을 통해 얻은 추월시거값들을 각 설계속도별로 정리하여 나타내었다.

〈표 1〉 설계속도별 기존 모형의 추월시거*

(단위: m)

| 설계속도 (km/h) | AASHTO 모형 | MUTCD 모형 | Glennon 모형 |
|-------------|-----------|----------|------------|
| 32 | 244 | 122 | 99 |
| 48 | 335 | 152 | 160 |
| 64 | 457 | 183 | 213 |
| 80 | 549 | 244 | 267 |
| 97 | 640 | 305 | 312 |
| 113 | 762 | 366 | 366 |

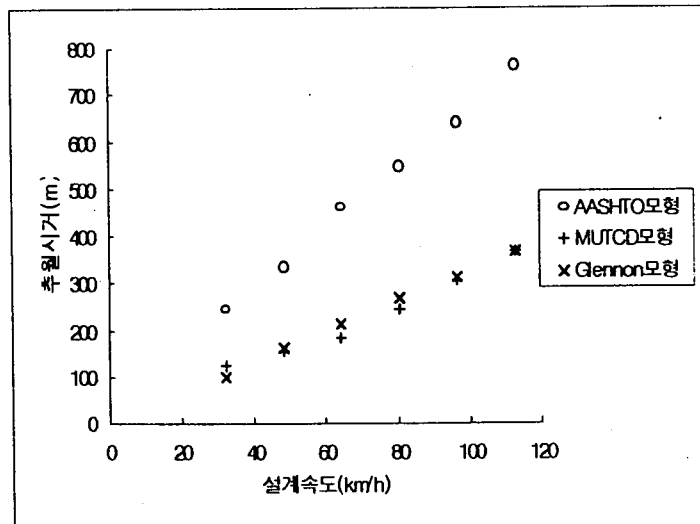
* 추월, 피추월차량이 승용차인 경우임.

위의 표를 살펴보면 AASHTO모형을 통해 얻은 추월시거값은 전반적으로 다른 모형들의 결과보다 거의 2배정도 크게 나타나고 있다. 이유는 제 2장에서 검토한 바와 같이 추월시거 계산 과정에서 AASHTO모형은 추월시거를 실제보다 크게 추정하도록 가정하고 있고 MUTCD모형과 Glennon모형은 추월시거를 실제보다 작게 추정하도록 가정하고 있기 때문이다. 여기서 나타난 흥미로운 결과는 MUTCD모형의 추월시거값과 Glennon모형의 추월시거값이 비록 서로 다른 가정을 근거로 하여 산출된 값이지만, 두 모형의 결과가 거의 일치하고 있다는 사실이다.

〈표 1〉의 각 모형의 추월시거 산정값을 쉽게 비교할 수 있도록 〈그림 2〉에 그래프로 나타내었다. 이미 앞에서 지적한바와 같이 세 모형이

사용한 운전자의 반응시간이 서로 다르게 가정되어, 세 모형의 결과를 직접 비교하는데는 다소 무리가 있다. 그러나, 흥미로운 사실은 설계

속도가 높아 질수록 AASHTO모형과 Glennon 모형, MUTCD 모형의 추월시거간의 차가 커진다는 점이다.



〈그림 2〉 기존모형들의 비교

2. PASS모형과 기존 모형의 추월시거 비교

우선 PASS모형과 AASHTO모형을 비교 검토하여 본다. AASHTO모형에서 문제점으로 지적한 1) 추월차량의 평균속도가 피추월차량의 속도보다 항상 16km/h 높다는 것, 2) 추월시거계산에 가속력과 차량길이를 고려할 수 없다는 점 등이 PASS모형에서 어떻게 개선되었는가를 살펴본다.

〈표 2〉는 AASHTO모형이 설계속도별로 제시하는 추월시거를 구성하는 네가지 요소의 값을 정리하였다. AASHTO모형의 d_3 (= 추월차량이 원래차로에 완전히 복귀했을 때 대향차량과의 안전여유거리)값은 운전자의 반응시간에 크게 좌우된다. 따라서, AASHTO모형이 제시

한 설계속도별 d_3 값과 추월차량의 평균속도가 피추월차량의 평균속도보다 16km/h 더 높고 대향차량의 속도는 추월차량의 평균속도와 같다는 가정에 근거하여 각 경우의 운전자의 반응시간을 다음과 같이 산출하였다.

$$\text{반응시간} = d_3 \div [(\text{피추월차량의 속도} + 16\text{km/h}) \times 2 \times 1000/3600].$$

윗 식으로 산출한 속도별 운전자의 반응시간을 〈표 2〉에 정리하였다. 속도가 낮아 질수록 운전자의 반응시간이 짧아짐을 알 수 있다. 그러나, 속도가 40km/h인 경우를 제외하고, 운전자의 반응시간이 1.4에서 1.6초이므로, 운전자의 반응시간을 1.5초로 가정하여, PASS모형을 이용하여 추월시거를 산정하였다. PASS모형의 결과를 〈표 3〉에 정리하였다.

〈표 2〉 AASHTO모형의 값

| 피추월 차량의 속도* (km/h) | 가속력 (m/sec ²) | 추월 시간 (초) | d ₁ (m) | d ₂ (m) | d ₃ (m) | d ₄ (m) | 반응 시간 (초) |
|--------------------|---------------------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------|
| 40.2 | 0.63 | 12.9 | 45 | 145 | 30 | 95 | 1 |
| 54 | 0.64 | 14 | 65 | 195 | 55 | 130 | 1.4 |
| 68.5 | 0.65 | 15 | 90 | 250 | 75 | 165 | 1.6 |
| 83.8 | 0.66 | 15.8 | 110 | 315 | 90 | 210 | 1.6 |

주) Prisk에 의해 1938년부터 1941년 사이에 관측된 자료를 인용

* AASHTO에서 제시한 추월차량의 평균속도에서 추월차량과 피추월차량간의 평균속도차 16km/h를 감한 값임.

〈표 3〉 PASS모형의 값 (반응시간 1.5초인 경우)

| 피추월 차량의 속도* (km/h) | 가속력 (m/sec ²) | 추월 시간 (초) | 추월 차량의 평균속도 (km/h) | S ₁ (m) | S ₂ (m) | S ₃ (m) | S ₄ (m) |
|--------------------|---------------------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 40.2 | 0.63 | 12.3 | 54.1 | 23 | 157 | 52 | 74 |
| 54 | 0.64 | 13.8 | 69.9 | 29 | 229 | 65 | 97 |
| 68.5 | 0.65 | 15.1 | 86.2 | 35 | 312 | 78 | 122 |
| 83.8 | 0.66 | 16.5 | 103.4 | 41 | 407 | 92 | 151 |

〈표 2〉와 〈표 3〉의 결과를 통하여, 두 모형에서 피추월차량의 속도가 증가할수록 추월시간이 증가하며, 이에 따라 추월차량의 평균속도도 증가함을 알 수 있다. 하지만, 〈표 3〉에서 두 차량의 평균속도차는 그다지 크지 않음을 확인할 수 있다. 〈표 4〉에서는 두 모형을 이용하여 산정한 각 설계속도별 추월시거값을 비교 정리하였다. PASS모형은 추월시거 산정을 위하여, 운전자의 반응시간, 차량 길이와 가속능력에 관한 데이터가 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 운전자의 반응시간은 AASHTO모형으로부터

유추한 1.5초를 사용하고, 차량길이(승용차 6m)와 가속능력은 AASHTO에서 제시한 값을 사용하였다.

또한, 이 표에서 사용한 피추월차량의 속도는 AASHTO기준을 산정할 때 가정한 값으로, 본 연구에서는 AASHTO모형과 PASS모형의 결과를 비교하기 위하여 사용하였다.

AASHTO모형이 PASS모형에 비해 추월시거값을 다소 크게 산정하고 있다. 그러나, 두 모형의 추월시거값 차이가 매우 적음을 알 수 있다. 두 모형값의 차이는 이미 앞에서 지적한 바에 의하면, AASHTO모형의 d₁이 다소 과대 추정된 까닭에 주로 기인한 듯 하다.

AASHTO모형에서는 추월시거 산정에 있어서, 추월차량과 피추월차량이 모두 승용차인 경우만을 다루고 있다. 그러나, 본 논문에서는 추월차량과 피추월차량이 각각 승용차와 화물차인 경우를 구분하여 PASS모형을 이용하여 추월시거값을 산정하였다. PASS모형은 추월시거 산정을 위하여, 운전자의 반응시간, 각 차량 길이와 가속능력 데이터가 필요하다. 따라서, 본 연구에서는 운전자의 반응시간은 1.5초, 차량길이는 AASHTO에서 제시한 값(승용차 6m, 화물차 23m), 화물차의 가속능력은 Glennon모형에서 제시한 값(0.3m/sec²)을 사용하였다. PASS모형의 결과는 〈표 5〉에 정리하였다.

일반적으로 승용차의 운행속도가 화물차의 운행속도보다 낮아 승용차가 승용차를 추월하는 것이 승용차가 화물차를 추월하는 것보다 오래 걸려서 추월시거가 길 것으로 예상된다. 그러나, 〈표5〉에서 제시한 바와 같이, 화물차의 길이가 승용차에 비해 훨씬 길므로 같은 (피추월 차량)속도하에서 승용차가 승용차를 추월하는 것 보다 승용차가 화물차를 추월하는데 필요한 추월시거가 길어진다.

〈표 4〉 PASS모형과 AASHTO모형의 추월시거 비교
(반응시간 1.5초인 경우)

(단위:m)

| 설계속도 (km/h) | 피추월차량의 속도(km/h) | PASS 모형 | AASHTO 모형 |
|----------------|--------------------|------------|--------------|
| 30 | 29 | 197 | 217 |
| 40 | 36 | 254 | 285 |
| 50 | 44 | 321 | 345 |
| 60 | 51 | 382 | 407 |
| 70 | 59 | 453 | 482 |
| 80 | 65 | 512 | 541 |
| 90 | 73 | 588 | 605 |
| 100 | 79 | 650 | 670 |
| 110 | 85 | 713 | 728 |

〈표 5〉 PASS모형의 추월시거 (반응시간 1.5초인 경우)

(단위:m)

| 설계속도 (km/h) | 피추월차량의 속도(km/h) | 추월시거(단위:m) | | | |
|----------------|--------------------|------------|-------|------|------|
| | | 승,승* | 승,화** | 화,승 | 화,화 |
| 30 | 29 | 197 | 254 | 320 | 384 |
| 40 | 36 | 254 | 319 | 407 | 482 |
| 50 | 44 | 321 | 393 | 507 | 591 |
| 60 | 51 | 382 | 459 | 602 | 696 |
| 70 | 59 | 453 | 536 | 711 | 813 |
| 80 | 65 | 512 | 600 | 803 | 914 |
| 90 | 73 | 588 | 681 | 920 | 1038 |
| 100 | 79 | 650 | 747 | 1019 | 1144 |
| 110 | 85 | 713 | 814 | 1120 | 1252 |

* : 추월, 피추월차량이 모두 승용차인 경우

** : 추월차량이 승용차이고 피추월차량이 화물차인 경우

〈표 5〉의 결과를 살펴 보면, 두 차량이 모두 승용차인 경우의 추월시거값이 화물차가 포함된 경우의 추월시거값에 비해 작게 산정됨을 알 수 있다. 〈표 5〉의 결과를 쉽게 비교하기 위하여 〈그림 3〉에 도식적으로 표현하였다. 참

고로, 두 모형이 추월차량과 피추월차량이 모두 승용차인 경우에 산정한 추월시거값을 비교할 수 있도록, AASHTO모형의 결과를 포함하여 〈그림 3〉에 나타내었다. 추월차량과 피추월차량이 모두 승용차인 경우, AASHTO모형의 추월시거값이 앞에서 이미 지적한 이유로 인해 PASS모형의 추월시거값보다 약간 큰 값을 나타낸다. 그러나 추월차량이 화물차인 경우에는, PASS모형의 추월시거값이 AASHTO모형의 값보다 훨씬 크게 나타난다. 이는 PASS모형에서 고려한 화물차량의 길이가 23m이고 가속능력이 0.3m/sec²으로 매우 낮기 때문이다.

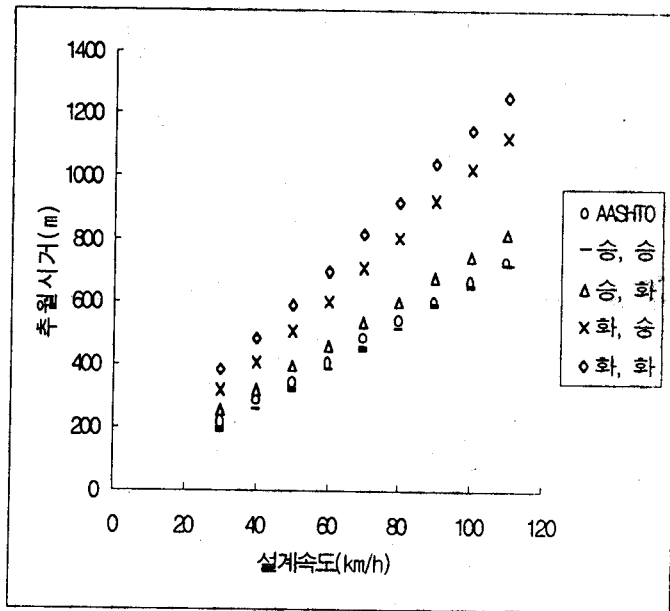
제 1절에서 살펴본 바에 의하면, 기존의 MUTCD모형, AASHTO모형과는 달리 Glennon모형은 추월차량과 피추월차량이 승용차와 화물차인경우의 설계속도별 추월시거값을 산정할 수 있다. 다음으로 PASS와 Glennon모형의 결과를 검토하기로 한다.

PASS모형과 Glennon모형의 결과를 비교하기 위하여, Glennon모형을 이용하여 추월차량과 피추월차량이 승용차와 화물차인경우의 추월시거값을 산정하였다. 이 과정에서, 운전자의 반응시간은 1초, 차량길이는 AASHTO에서 제시한 값(승용차 6m, 화물차 23m)을 사용하였다. Glennon모형의 결과를 〈표 6〉에 정리하였다.

〈표 6〉 Glennon모형의 추월시거

| 설계속도 (km/h)* | 추월시거(단위:m) | | | |
|-----------------|------------|------|------|------|
| | 승, 승 | 승, 화 | 화, 승 | 화, 화 |
| 32 | 99 | 107 | 107 | 107 |
| 48 | 160 | 175 | 183 | 206 |
| 64 | 213 | 244 | 267 | 297 |
| 80 | 267 | 312 | 343 | 389 |
| 97 | 312 | 381 | 419 | 480 |
| 113 | 366 | 442 | 495 | 572 |

*설계속도는 미국의 mile/h단위를 km/h로 환산함.



〈그림 3〉 PASS모형과 AASHTO모형의 결과 비교

설계속도가 높아질수록 모든 경우에 추월시거가 증가하고, 추월상황에 화물차가 포함된 경우에 추월시거가 더욱 증가함을 알 수 있다. 그러나, 낮은 설계속도에서는 이 모형의 추월시

거값이 화물차의 영향을 덜 받음을 알 수 있다. 같은 조건하에서, PASS모형의 결과와 비교하기 위하여, 앞에서 언급한 각 차량의 가속능력을 고려하여 PASS모형을 이용하여 추월시거 값을 산정하였다. PASS모형의 결과는 〈표 7〉에 정리 하였다.

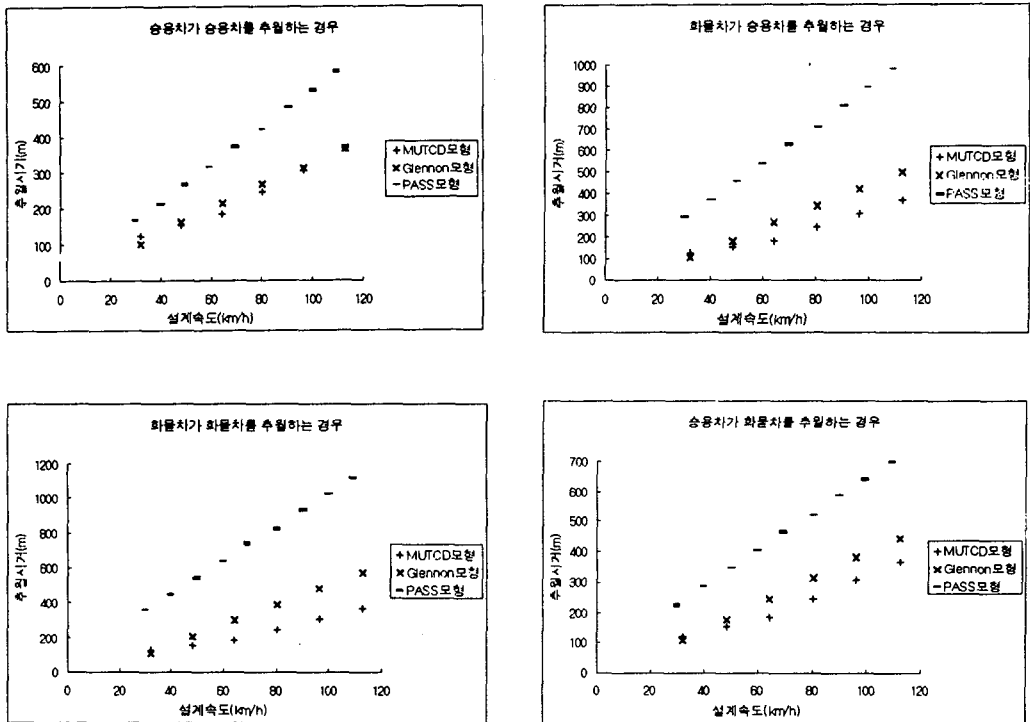
〈표 7〉 PASS모형의 추월시거(반응시간 1초인 경우)
(단위:m)

| 설계속도 (km/h) | 피추월차량의 속도(km/h) | 추월시거(단위:m) | | | |
|----------------|--------------------|------------|------|-----|------|
| | | 승승* | 승화** | 화승 | 화화 |
| 30 | 29 | 165 | 225 | 290 | 357 |
| 40 | 36 | 212 | 282 | 366 | 445 |
| 50 | 44 | 266 | 345 | 452 | 543 |
| 60 | 51 | 315 | 401 | 534 | 636 |
| 70 | 59 | 372 | 465 | 627 | 739 |
| 80 | 65 | 420 | 518 | 707 | 827 |
| 90 | 73 | 481 | 585 | 805 | 935 |
| 100 | 79 | 531 | 641 | 889 | 1027 |
| 110 | 85 | 582 | 696 | 974 | 1121 |

〈그림 4〉는 추월차량과 피추월차량이 승용차와 화물차의 조합으로 이루어진 모든 경우의 추월상황에 대한 MUTCD모형, Glennon모형, PASS 모형의 추월시거값을 그래프상에서 비교하여 나타낸 것이다. 단, MUTCD모형의 결과는 추월차량과 피추월차량이 모두 승용차인 경우를 기준으로 산정한 값이다. 추월차량과 피추월차량이 모두 승용차인 경우, MUTCD모형의 결과는 Glennon모형의 결과와 거의 일치하였다. 그러나, 추월상황에 화물차가 포함되었을 경우, Glennon모형의 추월시거값이 화물차를 고려치 않은 MUTCD모형의 값보다 크며, 설계속도가 높아질수록 두 모형값의 차이는 더욱 커짐을

알 수 있다. 이와 비슷한 양상은 MUTCD모형과 PASS모형 비교에서도 볼 수 있다. 여기서 언급해야 할 중요한 사항은, 추월차량과 피추월차량이 모두 승용차인 경우만을 고려하는

MUTCD모형의 값을 기준으로 실제 모든 추월 상황(화물차가 추월상황에 포함된 경우)에 적용함이 부적합함을 알 수 있다.



〈그림 4〉 각 모형간의 추월시거 비교

모든 설계속도에서 PASS모형의 값은 다른 모형의 값보다 크며 설계속도가 커질수록 PASS모형의 값과 다른 모형 값의 차이는 점점 커진다. 또한 추월상황에 화물차가 포함되었을 경우, 전체적으로 추월시거가 화물차가 포함되지 않는 경우에 비해 증가하고 있다.

Glennon모형과 PASS모형을 이용하여 산정한 두 모형의 추월시거값에 차이가 크게 발생

하며, 이러한 결과가 발생하는 이유를 살펴보면 다음과 같다.

첫째, Glennon모형에서는 추월시거의 계산시 임계지점(추월결정지점)에 추월차량이 도착했을 때, 차량의 가속능력에 관계없이 이미 일정 속도에 도달하여 추월종료시점까지 그 속도로 등속 운행한다고 가정하고 있다. 여기서 일정 속도란 추월차량이 승용차인 경우는 설계속도를

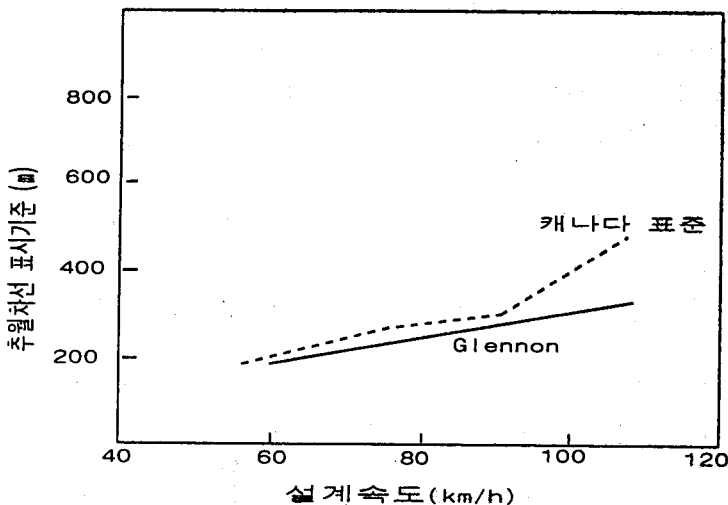
의미하고, 추월차량이 화물차인 경우에는 설계 속도보다 작은 속도, (설계속도+피추월차량의 속도)/2,를 의미한다. 이 모형에서는 차량의 가속능력이 모형에서 크게 반영될 수 없기 때문에 추월차량이 화물차인 상황의 추월시거는 추월차량이 승용차인 상황의 추월시거에 비해 그 증가폭이 앞의 <표 6>처럼 그다지 크지 않다. 그러나 추월차량의 가속능력을 특성치(parameter)로 고려하는 PASS모형은 <표 7>에서 보듯이 추월차량이 화물차량인 상황의 추월시거가 추월차량이 승용차인 경우에 비해 매우 크게 증가한다.

둘째, Glennon모형에서는 앞의 이론적 고찰에서 지적한 것처럼, 추월을 종료한 시점의 추월차량과 피추월차량의 차간간격계산은 시간간격(headway) 1초에 피추월차량의 속도를 곱하는 것이 타당하지만, 추월차량과 피추월차량간의 속도차를 곱하여 계산하였으므로 추월시거를 과소추정하게 되었다.

셋째, Glennon모형에서 추월시거계산시 임계시거(Critical Sight Distance)만을 고려한 단점을

보완하기 위하여 PASS모형에서는 추월차량이 피추월차량을 뒤쫓다가 가속을 시작하는 그 시점부터 운행한 거리를 추월시거의 개념에 포함시켰다. 이 운행거리는 '피추월차량의 길이, 반응시간(1초)×피추월차량의 속도, 추월차량이 추월결정지점에 도달할 동안 피추월차량이 운행한 거리의 합'과 같다. 따라서 Glennon모형의 결과보다 앞에서 계산한 거리만큼 PASS모형의 값이 Glennon모형의 값보다 크게 나타난다.

이상에서 살펴본 것처럼 Glennon모형의 추월시거 산정값은 PASS모형의 추월시거산정값보다 작고 또한 설계속도가 증가할수록 그 차이는 점점 증가한다. 실제로 캐나다에서 적용하고 있는 추월차선표시기준(Rilett, Whitney, Hutchinson, 1990)과 Glennon모형의 결과값을 비교하여 보면, Glennon모형의 값이 설계속도가 큰 경우에 캐나다의 기준에 비해 더욱 작은 값을 보이고 있음을 볼 수 있다. (<그림 5> 참조) 이것은 설계속도가 커짐에 따라 PASS모형의 추월시거산정값과 Glennon모형의 추월시거산정값의 차이가 더욱 커지는 것과 일치된다.



<그림 5> 캐나다기준과 Glennon모형 비교

3. 국내 현실을 반영한 추월시 산정

이상에서 사용한 PASS모형의 여러 가지 특성치(parameter)들은 1940년대의 미국 상황에 기초한 값으로 현재 우리나라의 상황을 표현하기에는 부적합하다. 예로써, 우리나라의 중·소형 승용차의 경우 차량의 가속능력은 60km/h~100km/h에서 1.5m/sec² 으로 1940년대 미국 AASHTO 기준인 0.6 m/sec²보다 훨씬 향상되었으며, 또한 Glennon모형을 통하여 화물차의 가속능력을 모든 속도에서 일률적으로 0.3 m/sec²으로 산정하였지만, 우리나라의 보통 화물차의 가속능력은 40km/h~70km/h 에서 0.5m/sec²임이 조사결과 나타났다. 미국 AASHTO의 차량길이는 승용차 6m, 화물차 23m인데 비해 문헌조사⁴⁾ 결과 승용차 4.3m, 소형버스 4.5m, 보통화물차 6.5m로 상당한 차이가 있음을 볼 수 있다.

국내 현실을 반영한 추월시거 산정을 위해서 우리나라에 적합한 운전자의 반응시간으로는 교통류 이론 중의 하나인 car following theory(May, 1990)에 따라 1.5초로 가정하기로 한다. 이상을 값을 적용하여 PASS모형을 이용한 추월시거산정값을 다음 <표 8>에 정리하였다. 분석범위는 도로용량편람에서 제시한 우리나라의 2차선고속국도의 설계속도 80km/h로 한정하였다. 또한, 설계속도가 높을 때, 화물차와 버스가 추월차량인 경우는 분석에서 제외하였다. 그 이유는 차량의 가속능력의 한계로 인하여 고속에서의 추월이 현실적으로 불가능하기 때문이다.

<표 8>의 결과와 앞에서 제시한 <표 1>의 AASHTO모형과 MUTCD모형의 추월시거값을

비교하면 우리나라 상황을 고려한 PASS모형의 추월시거값은 추월차량과 피추월차량이 모두 승용차인 경우 각 설계속도에서 AASHTO모형의 값보다 작고 MUTCD모형의 값보다 크게 나타났다.

<표 8> 우리나라 상황에 적용한 PASS모형의 추월시거 (단위:m)

| 설계 속도 (km/h) | 피추월 차량 속도 (km/h) | 승, 승 | 승, 화 | 비*, 승 | 화, 승 | 화, 화 |
|--------------|------------------|------|------|-------|-------|------|
| 30 | 29 | 146 | 153 | 157 | - * * | - |
| 40 | 36 | 188 | 194 | 203 | 265 | 275 |
| 50 | 44 | 235 | 243 | 256 | 337 | 348 |
| 60 | 51 | 281 | 289 | 307 | 406 | 418 |
| 70 | 59 | 334 | 342 | 366 | 487 | 500 |
| 80 | 65 | 378 | 387 | 415 | 555 | 568 |

*: 버스는 소형버스기준

** : 가속력을 측정 한 구간에서만 계산한다.

<표 8>에서 빗금친 부분은 추월시거값이 450m 보다 큰 경우를 나타낸다. 화물차가 저속으로 주행하는 승용차나 다른 화물차를 추월하는 경우, 현 기준이 PASS모형을 통해 산정한 추월시거값보다 작은 것으로 나타났다. 일반적으로 화물차는 승용차에 비해 가속능력이 떨어져 승용차에 비해 추월시거가 길어짐은 당연하다. 이럼에도 불구하고, 이미 앞에서 언급한 바와 같이, 기존의 모형들은 승용차를 기준으로 추월시거를 산정하였으며, 이를 토대로 추월가능구간 기준을 설정하고 있다. 이상에서 언급한 경우를 제외하고, PASS모형을 통해 산정한 추월시거값을 현재 우리나라의 추월가능구간

4) 한국건설기술연구원, 교통개발연구원, 1992. 10, "도로용량편람 연구조사(제 2, 3단계) 제 3단계 최종보고서

기준인 450m과 비교한 결과, PASS모형의 값이 현 기준보다 작은 값을 보인다. 따라서, 현재 우리나라 추월가능구간 기준은 설계속도가 낮은 일반국도를 대상으로 할 경우 적정하게 설정된 것으로 판단되나, 안전성 측면에서 화물차의 운행빈도가 높은 고속국도의 경우 재검토가 필요할 것으로 판단된다.

V. 결론

현재까지 개발된 기존의 추월시거 산정모형들은 추월행태에 대하여 불합리한 가정을 바탕으로 전개되어 있고 다양한 추월현상을 반영할 수 없으므로, 현재 우리나라의 실제 교통상황을 감안한 추월시거를 산정하는데 부적합하다. 본 논문에서는 이러한 단점을 극복하기 위하여 현재 미국에서 특정 도로의 추월시거 확보구간의 적정비율을 정하는 기준으로 사용되는 AASHTO 모형을 기초로하여 실제 추월행태를 설명하기에 적합하도록 보완하여 새로운 모형 PASS를 개발하였다.

기존의 모형들은 서로 다른 조건을 가정하여 개발되었기 때문에 각 모형에서 산정한 추월시거값의 직접적인 비교는 의미가 없었다. 그러나 PASS모형은 추월시거 산정과정에서 차량의 가속 능력과 차량의 길이, 운전자의 반응시간 등을 고려할 수 있게 함으로써, 다양한 추월상황과 현실적인 교통상황을 폭넓게 수용하고 기존 모형과의 비교가 가능할 수 있는 장점을 가지고 있으며, 이러한 비교과정을 통하여 이론적 고찰에서 지적한 기존 모형들의 문제점과 PASS모형의 타당성을 실제로 확인할 수 있었다. 또한 PASS모형에 우리나라 현실에 적합한 특성치를 적용하여 산정한 추월시거값과 비교한 바에 의하면, 현재 우리나라 도로용량편람에서 제시하

고 있는 추월가능구간 기준인 450m가 설계속도가 낮은 일반국도에는 타당함을 확인할 수 있었다. 그러나, 설계속도가 높고 화물차의 운행빈도가 높은 고속국도의 경우, 재검토가 필요할 것으로 판단된다.

본 논문의 PASS모형을 구축함에 있어서 모형의 단순화를 위하여 운전자의 행태를 단순하게 가정하고 있는데 이에 대한 보다 구체적인 연구가 필요하며, 우리나라 실정에 맞는, 특성치에 대한 검증절차가 필요할 것으로 생각된다. 이를 위하여, 추월시의 운전자의 심리와 추월행태간의 관계를 규명할 수 있는 Human Factor분야에 관한 연구가 필요하다.

참고 문헌

1. 건설교통부, 도로용량편람, 1992.
2. 도철웅, 교통공학원론(상), 청문각, 1994.
3. American Association of State Highway and Transportation Officials, A Policy on the Geometric Design of Highways and Streets, Washington, D. C., 1984.
4. Forbes, G. J., "The Origin of Minimum Passing Sight Distances for No-Passing Zones", ITE Journal, December, 1990.
5. Glennon, J. C., "New and Improved Model of Passing Sight Distance on Two-Lane Highways", TRR 1195, 1989
6. Harwood, D. W. & Glennon, J. C., "Passing Sight Distance Design for Passenger Cars and Trucks", TRR 1208, 1990.
7. Lieberman, E. B., "Model for Calculating Safe Passing Distances on Two-Lane Rural Roads", TRR 869, 1982.
8. Liu, C. & Herman, R., "The Passing Sight

- Distance and Overtaking Dilemma on Two-Lane Roads”, Transportation Research Board, 75th Annual Meeting, January, 1996.
9. May, A. D., Traffic Flow Fundamentals, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1990.
 10. Ohene, F. A. & Ardekani, S. A., “Minimum Passing Sight Distance for Completing or Aborting the Passing Maneuver”, ITE Journal, July, 1988
 11. Rilett, L. R., Hutchinson, B. G. and Whitney, M., “Mechanics of the Passing Maneuver and the Impact of Large Trucks”, Transportation Research, Vol. 24, p.121-124, 1990.
 12. Saito, M., “Evaluation of the Adequacy of the MUTCD Minimum Passing Sight Distance Requirement For Aborting the Passing Maneuver”, ITE Journal, January, 1984.
 13. Highway Capacity Manual, Special Report 209, Transportation Research Board, Washington D. C., 1994.