

□ 論 文 □

# 大型車의 乘用車 換算計數의 算定을 위한 解析的 研究

An Analytical Study for Estimating Passenger Car  
Equivalents of Heavy Vehicles

朴 昌 浩

(서울대학교 都市工學科)

尹 恒 默

(東義工業專門大學 土木科)

全 京 秀

(서울대학교 土木工學科)

目 次

I. 序 論

II. 車頭時間의 分析에 의한 PCE 算定

III. 車頭時間 推定模型의 開發

1. 追從理論과 車頭時間

2. 車頭時間 推定을 위한

回歸模型의 構成

3. 回歸分析의 結果

4. 車頭時間 推定에 의한

PCE 값의 算定

IV. 諸般 PCE 算定法의 比較考察

V. 結 論

ABSTRACT

This research addresses the effect of heavy vehicles (especially trucks) in terms of passenger car Equivalents from a capacity viewpoint.

A formulation that estimate PCE in this paper is derived by introducing appropriate headway measurements into Huber's general equation for PCEs.

In this equation, PCE value is expressed in terms of headways for four different kinds of pairs; pairs of leading and following vehicles; P-P, P-T, T-P, T-T. The mean value of headway for each case is estimated through the regression analysis.

Finally, the approach used in this research was compared with macroscopic approach which analyzed a speed-density relationship to evaluate PCE.

要 旨

本 研究에서는 大型車의 乘用車換算係數(PC E)를 결정하기 위해 混合交通流의 흐름-저항의 관계를 나타내는 一般式을 擴張하여 車頭時

間의 項으로써 換算值를 算定하는 公式을 開發하였다. 여기서 차량배열 형태에 따른 각 경우의 車頭時間의 값은 수집된 交通資料의 회귀분석을 통해 推定토록 하였으며, 제시된 PCE值

의 적절성을 검증하기 위해 巨視的 접근방법에 의해 산정된 환산치와 比較 分析토록 하였다.

## I. 序 論

교통의 흐름에 있어서의 大型車輛의 混入은 차체의 크기에 기인한 넓은 공간의 점유 및 乘用車에 비해 상대적으로 떨어지는 車輛運行能力 등의 特性 때문에 道路의 容量을 減少시키는 중요한 要因이 된다.

道路의 容量算定時 이러한 大型車의 混입에 의한 容量의 減少를 나타내는 척도로서의 乘用車換算係數(Passenger Car Equivalents, 이하 PCE)의 概念은 1965年 HCM(Highway Capacity Manual)에서 처음으로 導入되었으며<sup>3)</sup> 이후 Cunagin, Messer, Roess 등에 의해 많은 研究結果들이 發表되었다.<sup>3), 4), 5)</sup> 同 研究결과들은 IFR(Institute for Research)<sup>7)</sup>에 의해 수행된 研究결과들과 함께 1985年 HCM<sup>2)</sup>에 제시되어 있는 PCE值의 基礎가 되었으며 현재 全世界에 걸쳐 容量산정시의 基準資料로써 活用되고 있다.

우리나라에서도 거의 대부분의 道路에 있어서 容量算定時 PCE值의 선택에 있어 HCM의 基準에 依據하여 작업을 수행하고는 있으나 여태까지 이의 사용에 대한 適合性 與否 및 理論的 根據에 대한 研究는 극히 미미한 실정으로, 이럴 경우 外國과 比較하여 다소 相異한 道路교통 조건 및 차량운행 특성을 가진 우리의 交通與件을 비추어 볼때 많은 問題點을 내포하고 있다고 할 수 있을 것이다.

이러한 실정에서, 本 研究에서는 混合 交通流의 흐름-저항의 관계를 나타내는 一般式을 擴大 展開하여 車頭時間(Headway)의 項으로써 적정 PCE值를 算定토록 하고 道路現場에서 수집된 交通資料들을 回歸分析하여 車輛配列 형태에 따른 각 경우의 車頭時間의 값들을 推定토록 하였다.

이때 회귀식을 구성하는 독립변수들은 追從理論을 車頭時間의 결정이라는 측면에서 고찰한

연구결과에서 導出하였다.

끝으로, 本 研究에서의 PCE算定方式은 車頭時間의 分析을 통한 微視的(Microscopic) 접근 방법인바, 同 방법의 精確性 및 효율성의 검증을 위해 類似한 交通條件下에서의 巨視的(Macroscopic) 접근에 의한 PCE算定法과 比較 分析토록 하였다.

## II. 車頭時間의 分析에 의한 PCE 算定

HCM<sup>2)</sup>에 의하면 容量算定時 重차량(Heavy Vehicle) 補正係數를 구하기 위해 重차량의 車種을 트럭, 버스 및 慰樂用 車輛의 셋으로 구분하였다. 이 경우 각 車種別 PCE를 적용하여 換算한 等價 乘用車交通量(Equivalent PCE Volume)  $q_B$ 는 다음 式과 같이 될 것이다.

$$q_B = (1 - P_T - P_B - P_R) q_M + P_T (PCE_T) + P_B (PCE_B) + P_R (PCE_R) \quad (1)$$

여기서,

$q_M$  = 車種의 구분없이 동일하게 1대씩 적용한 혼합교통량

$P_T, P_B, P_R$  = 각 車種別 構成比

$PCE_T, PCE_B, PCE_R$  = 트럭, 버스 및 慰樂用 車輛의 乘用車換算係數

그런데, 여기서 重차량 중에서도 트럭에 관한 PCE를 중점적으로 연구하고자 하는 경우 上記 式을 다음과 같이 보다 단순화 시킬 수 있다.

$$q_B = (1 - P) q_M + P q_M (PCE_T) \quad (2)$$

여기서,

$P$  = 重차량(트럭) 混入 比率

$PCE_T$  = 重차량(트럭)의 乘用車換算係數

위 식을 다시 PCE에 관해 정리하면

$$PCE = \frac{1}{P} \left[ \frac{q_B}{q_M} - 1 \right] + 1 \quad (3)$$

그런데  $q_i = 3600/h_i$ 이므로 상기 PCE는 다음과 같이 車頭時間의 項으로 나타내어 질 수 있다.

$$PCE = \frac{1}{P} \left[ \frac{h_M - h_B}{h_B} \right] + 1 \quad (4)$$

한편, 여기서의  $h_B$ 는 基本交通流에 대한 平均車頭時間을 의미하는 값으로써 다음과 같이 混合交通流에서의 차량배열 P-P에 대한 平均車頭時間과 同一하다고 假定할 수 있다.

$$\text{즉, } h_B = h_{MPP} \quad (5)$$

그리고 混合交通流에 대한 平均車頭時間을 의미하는  $h_M$ 의 값은 다음 식에서와 같이 차량배열에 따른 平均車頭時間에다 그러한 配列이 조합될 확률을 곱한 값으로 나타내어 진다.

$$h_M = P_1 h_{MPP} + P_2 h_{MPT} + P_3 h_{MTP} + P_4 h_{MTT} \quad (6)$$

여기서,

$h_{MPP}$  = 乘用車의 前方에 乘用車가 走行하고 있을 경우의 車頭時間

$h_{MPT}$  = 乘用車의 前方에 大型車가 走行하고 있을 경우의 車頭時間

$h_{MTP}$  = 大型車의 前方에 乘用車가 走行하고 있을 경우의 車頭時間

$h_{MTT}$  = 大型車의 前方에 大型車가 走行하고 있을 경우의 車頭時間

그런데, 여기서 混合交通流에서의 차량배열 (Sequence of Vehicle Types) 이 random하게 이루어 진다고 가정하는 경우, 運行하는 2차량의 車種間 組合의 확률  $P_n$ 은 각 車種構成比의 곱으로 나타낼 수 있으므로 混合交通流의 平均車頭時間은 다음과 같은 식으로 表現된다.

$$h_M = (1-P)^2 h_{MPP} + P(1-P) h_{MPT} + P(1-P) h_{MTP} + P^2 h_{MTT} \quad (7)$$

이와 같이 하여 구한  $h_B$ ,  $h_M$ 의 값을 原式에 대입하면 本研究에서 고찰하고자 하는 바인 車頭時間의 분석에 의한 PCE算定公式은 최종적으로 다음과 같이 정리된다.

$$\begin{aligned} PCE &= \frac{1}{P} \left[ \frac{(1-P) h_{MPP} + P(1-P) h_{MPT}}{h_{MPP}} \right. \\ &\quad \left. + \frac{P(P-1) h_{MTP} + P h_{MTT} - h_{MPP}}{h_{MPP}} \right] + 1 \\ &= \frac{(1-P)(h_{PT} + h_{TP} - h_{PP}) + P h_{TT}}{h_{PP}} \quad (8) \end{aligned}$$

### Ⅲ. 車頭時間 推定模型의 開發

#### 1. 追從理論과 車頭時間

前節에서 고찰한 바와 같이 Huber<sup>6)</sup>가 제시한 PCE산정을 위한 一般式은 車頭時間의 項으로 전개되어 질 수 있음을 알 수 있었다.

일반적으로 先行차량의 앞 범퍼로부터 분석대상차량의 앞 범퍼까지의 통과시간(또는 距離의 개념)으로 正義되어 지는 車頭時間은 어느 특정交通條件下에서 이 속을 운행하는 運轉者들이 스스로 외부의 교통 자극 (Stimulus)에 맞게 적응하여 가감속의 동작을 반복하게 됨으로써 결정되어 지는 안전간격의 결과이다. 이와 같은 교통흐름 속에서의 先, 後行 運轉者 相互間의 운행반응 (Interactions among Individual Vehicles)을 이론적으로 가장 잘 설명한 것이 Pipes 교수 등에 의해 제창된 追從理論 (Car-Following Theory)이다.<sup>8)</sup>

이러한 관점에서 本節에서는 追從理論을 車頭時間의 결정이라는 측면에서 고찰한 결과 車頭時間을 推定하는 모델을 구성함에 있어 유용하게 쓸 수 있는 다음과 같은 사실들을 導出할 수 있었다.

첫째, 어느 특정한 交通流 속을 운행하는 운전자는 앞차와의 안전거리를 유지함에 있어 바로 앞선 車의 速度變化에 많은 영향을 받는다.

둘째 先行車輛에 대한 뒤따르는 차량의 Sensitivity는 뒤따르는 차량의 速度가 증가할수록 增大되고, 車輛간의 距離가 증가할수록 減少된다.

셋째, 既存의 車輛追從에 관한 研究에서는 오로지 乘用車 만으로 구성된 交通流에 대해 實驗이 실시되었기 때문에 前方에서 走行하는 차량의 車種에 따른 後行하는 차량의 반응 (Response)에 대한 연구는 없었는데 이에 대한 검토가 필요하다.

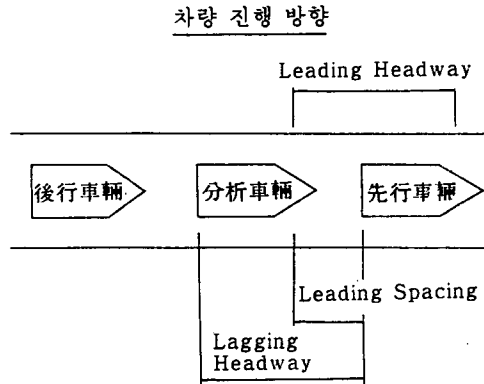
#### 2. 車頭時間 推定을 위한 回歸模型의 構成

追從理論을 車頭時間의 결정이라는 측면에서 고찰한 前節에서의 연구결과를 토대로 本節에

서는 車頭時間을 결정하여 주는 요소로서 車輛速度, 交通量 및 先後行 車輛의 車種 등을 설정하고 이들 변수들의 조합으로 구성되는 회귀식을 작성코자 하였다.

그런데 여기서 각 車輛配列 형태에 따른 회귀식을 작성하기 위해 車種을 크게 2.5톤 이상의 大型(T)과 乘用(P)으로 구분하고 車頭時間의 결정에 관련이 되는 차량으로 運行하는 3대의 차량(Triplet)을 고려하는 경우, 회귀식의 수는 차량배열 형태 PPP, PPT..., TTT 등에 따른 8가지 종류가 제시되게 될 것이다.

이와 같은 면을 좀더 효율적으로 처리하기 위해 본 연구에서는 <그림 1>에 나타나 있는 차량 Triplet에서 中央의 분석대상차량을 고정시키고 회귀식에 先後行 車輛의 車種을 의미하는 Nominal Variable (乘用車=1, 大型車=2)을 포함시킴으로써 車頭時間의 推定을 위한 회귀식을 2가지로 축약할 수 있도록 하였다.



(그림 1) 차량 Triplet에서의 車頭時間의 概念

본 研究에서 적용한 回歸模型은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{車頭時間(秒)} = & B_1 \text{ LTYPE} + B_2 \text{ FTYPE} \\ & + B_3 \text{ LFTYPE} + B_4 \text{ SPEED} \\ & + B_5 \text{ IFLOW RATE} \\ & + \text{INTERCEP} \end{aligned} \quad (9)$$

여기서,

$$\text{LTYPE} = \text{先行車輛의 車種} \quad \text{乘用車} = 1$$

$$\text{大型車} = 2$$

$$\text{FTYPE} = \text{後行車輛의 車種} \quad \text{乘用車} = 1$$

$$\text{大型車} = 2$$

$$\text{LFTYPE} = \text{LTYPE} * \text{FTYPE}$$

$$\text{SPEED} = \text{분석대상차의 속도} - \text{평균속도}$$

$$\text{IFLOW RATE} = \frac{3600}{\text{FLOW RATE}} - \text{平均車頭時間}$$

### 3. 回歸分析의 結果

道路現場(釜山市 都市高速道路)에서 수집된 車頭時間에 관한 交通資料들을 SAS 프로그램 (PROC REG)에 의해 回歸分析한 결과는 다음과 같이 나타났다.

(1) 分析對象車輛이 乘用車인 경우, ANOVA 表에서 F-Value는 15.526, PROB>F는 0.001로 나타나 본 研究에서 제시한 回歸模型의 설정이 적절하였음을 알 수 있었다. 즉, 車頭時間의 크기와 先, 後行 車輛의 車種 및 車輛速度, 通行交通量 등과의 사이에는 밀접한 關係가 존재함을 확인 하였다. 이 경우에 대한 회귀식은 다음과 같이 나타났다.

$$\begin{aligned} \text{車頭時間(秒)} = & 1.021941 + 0.767054 * \text{LTYPE} \\ & + 0.421959 * \text{FTYPE} \\ & - 0.154880 * \text{LFTYPE} \\ & + 0.038638 * \text{SPEED} \\ & + 0.391064 * \text{IFLOW} \end{aligned}$$

(2) 分析對象車량이 大型車인 경우에는 종속변수인 車頭時間을 결정하기 위해 上記式에서의 5가지 독립변수들을 조합한 회귀식을 적용한 결과 데이터가 편향되어 있다는 메시지와 함께 회귀분석이 불가능하였다. 이는 道路現場에서 資料를 수집할 당시에도 어느 정도 예상하였던 결과로서 大型車 운전자들의 거칠고 불안정한 운행특성에 기인된 것이라고 思料된다.

따라서 대형차의 경우에는 모형을 修正하여 독립변수로서 先行車輛의 車種 및 車輛速度, 交通量의 3가지 요소로 단순화하여 회귀분석을 실시한 결과 다음과 같은 회귀식이 산정되었다.

$$\begin{aligned} \text{車頭時間(秒)} = & 4.453342 - 0.544669 * \text{LTYPE} \\ & + 0.118208 * \text{SPEED} \end{aligned}$$

$$+ 0.455471 * IFLOW$$

(3) 한편, 분석대상차량이 乘用車인 경우에도 車頭時間의 결정에 影響을 끼치는 5가지 요소 중 어느 요소가 가장 심각한 影響을 주는가를 조사하기 위한 T-Statistics (Prob) | T | )의 결과, 先行車輛의 車種(LTYPE)과 速度, 交通量은 車頭時間의 결정에 중요한 影響을 끼치지만 後行車輛의 車種(FTYPE) 및 교호요소(LFTYPE)는 그렇게 큰 影響을 끼치지 않음을 알 수 있었다.

이와 같은 결과에 따라 乘用車의 경우에 대해서도 大型車에서의 경우와 마찬가지로 3가지의 重要한 獨立變數만을 가지고 다시 回歸分析을 실시한 결과 최종 회귀식은 다음과 같이 나타났다.

$$\begin{aligned} \text{車頭時間(秒)} = & 1.751308 + 0.562501 * LTYPE \\ & + 0.031220 * SPEED \\ & + 0.592530 * IFLOW \end{aligned}$$

(4) 그런데 上記에 제시된 각 경우에 대한 회귀식을 자세히 고찰하면 LTYPE에 대한 係數(Parameter Estimate)가 乘用車의 경우에는 陰의 값을 알 수가 있다.

이를 해석하면 乘用車의 경우에는 전방에 동일한 승용차가 走行하고 있는 경우보다 大型車가 주행하고 있는 경우에 車頭時間의 값이 더욱 크게 되지만 大型車의 경우에는 이와 반대로 전방에 乘用車가 주행하고 있는 경우에 비해 大型車가 주행하고 있는 경우 車頭時間이 더욱 작게 나타난다는 것을 의미하게 된다.

(5) 한편 분석대상차량의 速度가 증가하게 되면 車頭時間도 함께 증가하고, 交通量이 증가함에 따라 車頭時間은 감소함을 알 수 있었다.

(6) 上記에 나타난 回歸式을 이용하여 각 경우에 대한 車輛配列 즉, P-P, P-T, T-P, T-T에 대한 평균 車頭時間을 구한 後, 이 값들을 車頭時間의 項으로 나타낸 PCE 算定式에 대입하면 道路現場에서 수집된 資料의 分析에 의한 大型車의 適正 乘用車換算係數의 추정 이 가능하게 된다.

#### 4. 車頭時間 推定에 의한 PCE값의 算定

이제 여기서 前節에서 고찰한 車頭時間에 관한 회귀식과 PCE算定公式을 이용하여 실제 大型車의 換算係數를 계산해 보기로 하자.

먼저 각 차량배열 형태에 따른 평균 車頭時間을 算定하기 위한 交通條件은 다음과 같이 적용하였다.

- 車輛平均速度 (Speed) = 75 KPH
- 平均交通量 (Flow Rate) = 1300 VPH
- 大型車混入率 P = 40%

上記 交通條件은 釜山 都市 高速道路 現場에서 의 정상 (Steady) 상태에 대한 수치들이며 이 값들의 대입에 의한 차량배열 형태별 평균 車頭時間은 다음과 같이 算定되었다.

$$h_{PP} = 2.33 \quad h_{PT} = 2.90 \quad h_{TP} = 4.39 \quad h_{TT} = 3.85$$

여기서 다시 상기값들을 PCE算定公式에 대입한 결과 大型車의 PCE값은 최종적으로 1.94로 산정되어 이 값이 바로 本 研究에서 제시하는 적정 PCE값이 된다.

한편, 上記의 PCE산정공식을 적용함에 있어 先行車輛의 車種이 뒤따르는 車輛의 車頭時間 결정에 별 影響을 끼치지 않는다고 가정하면  $h_{PT} = h_{PP}$ ,  $h_{TP} = h_{TT}$ 가 되어 PCE산정공식은 다음과 같이 아주 간단한 형태로 됨을 알 수 있었다.

즉,

$$PCE = \frac{\bar{h}_T}{h_P} \quad (10)$$

上記式에 釜山 都市 高速道路 現場에서 수집한 同一 交通資料들을 대입한 결과  $h_P = 2.59$ ,  $h_T = 3.67$ 로 산정되어 이 때의 PCE값은 1.42로 계산되었다.

이와 같은 簡便公式의 적용에 의해 계산된 PCE값은 本 研究 및 既存의 研究에서 제시되었던 값들에 비해 비교적 낮음을 알 수 있는데 이와같은 결과는 同 간편모델을 처음 사용하였던 IFR의 연구결과(7)에서도 유사하게 나타났다.

그런데, 本 研究에서 증점적으로 고찰하고자 하는 바인 車頭時間의 값은 조사대상지역의 車

輛平均速度, 交通量 등의 영향을 받으므로 서비스수준(LOS) 별로 각기 다르게 나타나게 되고, 마찬가지로 이를 基準으로 하여 算定된 PCE값도 달리 나타나게 될 것이다.

따라서 적정 PCE값도 LOS 별로 각각 제시할 필요가 있다.

이를 위해 여기서는 다음 <表 1>에 나타난 바와 같은 高速道路의 경우에 대한 HCM의 서비스수준별 設計基準을 적용한 결과, 각 서비스수준별로 차량배열 형태에 따른 車頭時間과 PCE 값이 다음 <表 2>에서와 같이 算定되었다.

<表 1> 서비스수준별 고속도로 설계기준\*

서비스수준	밀도	설계속도 96kph (=60mph)		
		Speed (kph)	V/C	MSF
A	<12	-	-	-
B	<20	≥80	0.49	1,000
C	<30	≥75	0.69	1,400
D	<42	≥67	0.84	1,700
E	<67	≥48	1.00	2,000
F	>67	<48	-	-

\*HCM, Transportation Research Board, 1985

<表 2> 서비스수준별 PCE값의 변화

서비스수준 항목	LOS B	LOS C	LOS D
h <sub>PP</sub>	2.98	2.22	1.70
h <sub>PT</sub>	3.54	2.78	2.26
h <sub>TP</sub>	5.36	4.30	3.15
h <sub>TT</sub>	4.82	3.76	2.61
PCE	1.84	1.99	1.92

上記 表에 나타난 PCE값의 증감추이를 고찰하면 V/C가 增加함에 따라 이에 대한 PCE값도 함께 增加하다가 容量狀態에 가까워지면서 다시 減少추세로 돌아서게 됨을 알 수 있었다.

이것은 1985년 HCM (2)에 제시되어 있는 2車線道路에 대한 서비스수준별 PCE값의 변화추이와 類似한 결과를 보여 주는 것으로써 이러한

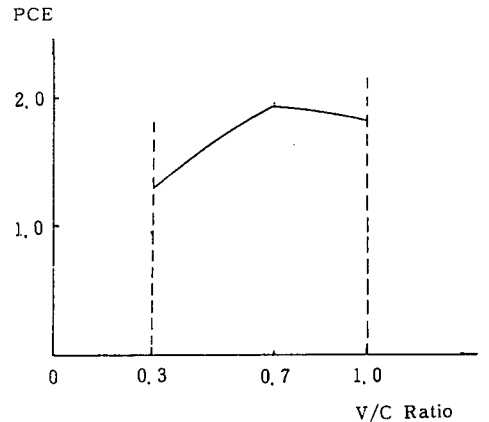
特性을 나타내는 데에 관한 理由는 다음과 같이 설명되어질 수 있다.

즉, 서비스수준 A의 상태에서는 모든 차량들이 高速으로 自由로이 운행하는 상태이기 때문에 車頭時間의 결정에 있어 車체의 크기, 가속능력 등 大型車의 惡影響이 거의 무시되어 버리게 된다. 따라서 이 경우에 대한 大型車의 PCE값은 대략 1.0에 가깝게 된다.

하지만 交通量이 점차 증가하게 되면(LOS B-D의 상태) 대형차의 운행특성(全長, 가속능력, 심리적요인 등)에 기인한 영향의 비율도 함께 증대하게 되어 이러한 영향도의 定量的 표시가 되는 PCE값이 상승하게 된다.

그런데 여기서 다시 交通量이 容量상태에 가까워지게 되면(LOS D-E) 교통밀도가 상당히 높아져 交通流 全體의 주행속도가 떨어지게 되어 大型車의 영향이 다소 적어지게 된다.

이를 圖示하면 (그림 2)와 같다.



<그림 2> V/C의 변화에 따른 PCE값의 변화

IV. 諸般 PCE算定法の 比較考察

지금까지 本 研究에서 考察한 PCE 算定方法은 車線內 運行(In-Lane Behavior)을 하는 차량 Triplet에서 측정된 車頭時間의 分析에 의해 적정 PCE를 산정하는 이른바 微視的(Microscopic)

pic) 접근방법에 의한 PCE 산정방식이었다.

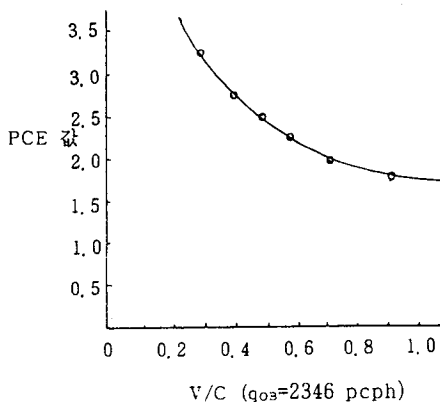
이 방법은 實際 道路狀況에서의 運轉者들의 反應을 그대로 반영한 運轉者가 느끼기에 同一한 密度(Driver's Perception of Equal Density)를 等價換算值 算定의 基本原則으로 설정하였다는 점에서 현실적이라고 할 수가 있겠다. 하지만 同 접근방법에 의해 산정된 換算值의 적절성을 檢證하기 위해서는 여타의 方法에 의해 算定된 PCE값과 比較 分析해 볼 필요가 있다.

이러한 관점에서 本章에서는 類似한 交通條件을 假定한 後, 基本交通流와 混合交通流의 密度-速度 관계곡선으로부터 적정 PCE值를 巨視的(Macroscopic) 접근방법에 의한 PCE산정 방식과의 比較 考察을 시도하였다.

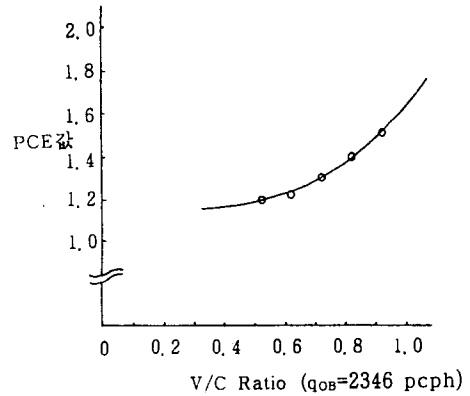
巨視的 접근에 의한 PCE算定法은 同一速度의 假定에 의한 方法과 同一 密度의 假定에 의한 方法의 둘로 大別할 수가 있는데 각 경우에 대하여 前節에서 적용하였던 交通條件과 類似하게 교통상황을 假定한 後, V/C의 증가에 따른 PCE 값의 變化를 高찰한 結果는 다음 (그림 3), (그림 4)와 같이 나타났다.

이들 그림으로부터 諸般 PCE 算定法의 特徵을 다음과 같이 요약하였다.

(1) LOS C (V/C=0.7)로 가정한 交通條件에 대해서는 車頭時間의 分析에 의하여 算定된



(그림 3) 同一速度의 假定에 의한 PCE算定時의 V/C의 증가에 따른 PCE값의 變化



(그림 4) 同一密度의 假定에 의한 PCE 算定時의 V/C의 증가에 따른 PCE값의 變化

PCE값과 同一速度의 假定에 의해 산정된 PCE 값은 거의 一致하였다.

다만, 前者의 方法에 의해 산정된 PCE값은 通行交通量(V/C)의 變化에 대해 약간의 變動이 있으면서 거의 일정하였으나 後者의 方法에 의해 산정된 PCE값은 V/C가 0.7이상인 경우에 대해서는 變化가 적었으나 V/C가 0.7미만의 경우에는 급격하게 증가하는 特性을 보였다. 이것은 서비스수준 A의 상태에서는 대형차의 영향이 거의 무시되어 버리게 되어 PCE값이 1.0에 가깝게 된다는 주장에 전적으로 배치되는 결과로써 이를 통해 車頭時間의 分析에 의한 PCE 算定方法은 비교적 보편적으로 적용할 수 있으나 同一速度의 가정에 의한 PCE산정법은 交通량이 적은 경우에는 사용하기에 적합하지 않고 交通량이 많은 경우(V/C가 0.7이상)에 사용하기가 적합함을 알 수 있다.

(2) 同一密度의 假定에 의해 算定된 PCE값은 同一速度를 가정한 경우에서와는 반대로 交通량이 증가함에 따라 PCE값도 함께 증가했는데 전반적으로 상기 2가지의 方法에 의해 산정된 값보다 낮게 나타나는 것을 알 수 있었다.

구체적인 수치를 보면 LOS B-D의 상태에서 1.3-1.8사이의 값으로 變化하고 있는데, 이와 같은 結果는 本 研究에서 根據로 하였던 交通資

料(10)에서는 混合交通流와 基本交通流의 混雜 密度(Jam Density)가 거의 차이를 보이지 않았던 점에 기인한 것이라고 생각된다.

以上の 분석내용과 앞서 導出한 結果들을 整理하여 諸般 PCE算定法에 대한 綜合分析表를 作成하면 <表 3>과 같다.

<表 3> 제반의 PCE 산정방법의 비교 분석표

PCE 산정법	개 요	산 정 공 식	산정 PCE값의 특징	비 고
車頭時間의 분석에 의한 PCE 산정법	차량배열 형태에 따른 車頭時間의 項으로 PCE를 산정함	$PCE = \frac{(1-P)(h_{PT} + h_{TP} - h_{PP})}{h_{PP}} + Ph_{TR}$	실측자료의 대입 결과 PCE=1.94로 나타남. 同수치는 LOS B-D에서 거의 변화없으나 용량에 근접하면 다소 낮아짐.	차량배열에 따른 車頭時間은 회귀 분석에 의해 추정함. 본 논문에서 제시하는 방법. 微視的 측면에서 분석됨.
간편법에 의한 PCE 산정법	승용차와 대형차의 車頭時間을 개략적으로 비교함	$PCE = \frac{h_T}{h_P}$	상기에서와 同一한 資料의 대입결과 PCE=1.42로 산정됨. 전반적으로 산정된 PCE값이 낮음.	차두시간의 결정시 先行車輛의 車種에 의한 영향을 무시함. 간편한 방법.
동일 速度의 가정에 의한 PCE 산정법	기본교통류와 혼합교통류의 速度가 동일하면 等價의 흐름으로 규정	$PCE = (1/P) \{ [(U_{FM}/U_{FB})(K_{JB}/K_{JM}) \{ (U_{FB}-U) / (U_{FM}-U) \} - 1] + 1 \}$	교통조건의 가정에 의한 분석결과 PCE=2.06이 됨. V/C가 0.7이하일 경우 PCE치는 급격히 증가함.	혼합교통류의 밀도-속도 관계곡선은 해석적 방법에 의해 작성함. 巨視的 분석방법. Higher Volume의 분석에 적절.
동일 密度의 가정에 의한 PCE 산정법	기본교통류와 혼합교통류의 密度가 동일하면 等價의 흐름으로 규정	$PCE = (1/P) \{ [(U_{FB}/U_{FM})(K_{JM}/K_{JB}) \{ (K_{JB}-K) / (K_{JM}-K) \} - 1] + 1 \}$	교통조건의 가정에 의한 분석결과 PCE=1.30이 됨. V/C의 증가에 따라 PCE도 증가함.	巨視的 측면에서의 분석방법. 기본교통류와 혼합교통류의 속도-밀도 관계곡선으로부터 PCE 산정함.

V. 結 論

本 研究에서는 混合交通流의 흐름-저항의 관계를 나타내는 一般式을 擴大 展開하여 車頭時間의 項으로써 적정 PCE값을 算定코자 하였다.

여기서 車輛配列 형태에 따른 각 경우의 車頭時間의 값은 釜山市 都市高速道路 現場에서 수집된 交通資料들을 回歸分析하여 구했으며 이

값들의 대입에 의한 大型車의 PCE값은 1.94로 나타났다. 한편, 本 研究에서 算定된 換算値의 적절성을 檢證하기 위해 同一 交通條件에 대해 巨視的 接近方法에 의해 산정된 PCE값과 比較 分析한 結果, 本 研究에서 제시하는 PCE算定方式이 아주 合理的임을 확인할 수 있었다.

끝으로, 本 研究에서는 導路上을 운행하는 차



량 상호간에는 反應이 존재한다는 前提하에 이상적인 조건에 가까운 導路狀態에서의 大型車換算係數에 관한 基準的 數值(Base Value)를 제시하였는데, 이러한 토대 위에서 向後 同 研究는 광범위하고도 체계적인 자료의 蒐集을 통해 각종 형태의 道路 幾何構造 및 交通條件에 대한 PCE산정에 관한 研究로 擴大되어야 할 것이다.

(參 考 文 獻)

1. "Highway Capacity Manual", Special Report 87, Highway Research Board, Washington, D. C., 1965.
2. "Highway Capacity Manual", Special Report 209, Transportation Research Board, Washington D. C., 1985.
3. Linzer, E. M., Roess, R. P., and McShane, W. R., "Effect of Trucks, Buses, and Recreational Vehicles on Freeway Capacity and Service Volume." Transportation Research Record 699, 1979, PP. 17~26.
4. Roess, R. P. and Messer, C. J., "Passenger Car Equivalents for Uninterrupted Flow: Revision of the Circular 212 Values," Transportation Research Record 971, 1984, PP. 7~13.
5. Cunagin, W. D. and Messer, C. J. "Passenger Car Equivalents for Rural Highways," Report NO. FHWA/RD-82/132, College Station, TX: Texas A&M University, 1982.
6. Huber, M. J., "Estimation of Passenger Car Equivalents of Trucks in Traffic Stream," Transportation Research Record 869, 1982, PP. 60~70.
7. Seguin, E. L., Crowley, K. W., and Zweig, W. D., "Urban Freeway Characteristics, Vol. 1, Passenger Car Equivalents." Report No. FHWA/RD-81/156, Institute for Research, State College, PA, 1981.
8. Gerlough, D. L. and Huber, M. L., "Traffic Flow Theory", Special Report 165, Transportation Research Board, Washington D. C., 1975, PP. 87~109.
9. 道路容量便覽 共同研究會 結果報告書, 韓國建設技術研究院, 交通開發研究院, 1988.
10. 道路容量便覽 作成을 위한 基礎研究, 國土開發研究院, 1981.
11. 朴昌浩外, 道路交通容量 算定에 관한 研究, 建設部, 1981.
12. 尹恒默, "車頭時間의 分析에 의한 乘用車換算係數의 算定에 관한 研究", 東義工業專門大學 論文集, 1989.