

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 財務自償下國道高速公路通行費最佳化之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2211-E-032-024-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：淡江大學運輸管理學系

計畫主持人：陳敦基

計畫參與人員：曾淑玲, 賴庭順, 張宏銘

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 11 月 4 日

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

## 財務自償下國道高速公路通行費最佳化之研究 A Study on Optimization of Toll of National Freeway for Self-liquidation

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC 92-2211-E-032-024

執行期間：2003 年 08 月 01 日至 2004 年 07 月 31 日

計畫主持人：陳敦基

計畫參與人員：曾淑玲，賴庭順，張宏銘

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：精簡報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：淡江大學運輸管理學系

中華民國 93 年 10 月 31 日

## 壹、中英文摘要

### 摘要

基於永續發展理念，高速公路之持續建設與發展係有其必要性，惟其建設與維修費用龐大成為政府財政負擔，因而有自償性之國道公路建設管理基金成立；而高速公路通行費收入則為此一基金之主要充實來源，其充足與否僅直接影響高速公路財務之永續性。有鑑於此，本研究首先將探討高速公路之變動成本結構，並運用其維修/營運成本、變動要素價格及交通流量建立高速公路之 Translog 成本函數。其次，經由高速公路通行費、歷年國民所得資料、高速公路容量擴充比例值及歷年交通流量校估出高速公路之年流量需求函數，並依通行費率結構之設定分為費率結構式，一為費率結構與原費率相同、另一為費率結構則考量軸重當量因子。此外，經由前述成本函數與需求函數將可分別推導得高速公路之生產者剩餘及消費者剩餘。最後，本研究在社會福利最大之目標設定下，考量政府補助與建設經費（即固定成本）自償率之限制，求取高速公路小客車當量之最適化費率，進而依據車種間成本合理分配之公平性因子推求出各車種之費率。於敏感度分析發現，願付價格變化對消費者剩餘之影響甚大，且兩費率結構模式之變化率幾乎呈相同比例；與需求函數相關之國民所得與相對基年容量比例值增加時，則均衡費率降低而均衡流量將增加，隨自償率越大其影響程度亦逐漸增加；與成本函數相關之勞務價格與物料價格增加時，均衡費率增加而均衡流量降低，且隨自償率越高其影響程度則有降低之趨勢。

**關鍵字：**高速公路通行費、國道建設基金、財務永續、社會福利

### Abstract

Based on the concept of sustain development, the construction and development of freeway is necessary to be continuous. But the amounts of cost of construction and maintenance are so much, and the finance of government has been over-loaded. So the National Road Construction Fund (i.e. NRCF) was proposed and established under the self-financial principle. In view of this, the study will, first of all, explore the structure of variable cost of freeway, and both the maintenance and operation cost, variable factor price, and traffic stream are imposed to establish the Translog form cost function of freeway. Secondly, the demand function of yearly volume has been calibrated via these data which include the freeway toll, the GDP of passé years, the proportion of freeway volume expansion and yearly traffic volume, and there are two types of toll structure set for the demand model: one is the same as its original toll structure; while another is the weighted equivalence factor of toll structure. Moreover, the producers' surplus and consumers' surplus could be derived from the above cost function and demand function. Finally, under the objective of maximization of social welfare and the limitation of self-financial ratio, which is set by consideration of both the grant of government and construction cost (i.e. the constant cost), the optimal toll of the passenger car will be estimated. Then the levels of toll for the various kinds of vehicles are calculated by the equity factors, which are figured based on the distribution of cost among the various vehicles. In the sensitivity analysis, the variation of the willing-to-pay price has quite significant influence to consumers' surplus, and the ratio of change in both of toll structure types are nearly the same.

While, GDP and proportion of freeway volume expansion that are related to demand function are increased, the level of the equilibrium toll will be decreased. While the equilibrium flow is increased, and their influence gradually increases with the increase of self-liquidation ratio. As the labor price and raw material price that is related to cost function are increased, the level of the equilibrium toll will be increased while equilibrium flow is decreased, and their influence tends to decrease with the increase of self-liquidation ratio.

**Keywords : Freeway tolls, national freeway construction fund, financial sustainability, social welfare**

## 貳、報告內容

### 一、緒論

近年來政府陸續完成高速公路建設計畫，希能興建一高速公路路網，以滿足國人之交通需求。由於高速公路之建設及維修費用相當龐大，造成政府之財政負擔，因此政府機關進而提出自償原則成立交通建設管理基金。有鑑於此，本研究將探討高速公路之變動成本結構，建立高速公路之 Translog 成本函數。並進一步結合票價、國民所得、相對基年容量比例值與歷年交通流量校估出高速公路之年流量需求函數。本研究在社會福利最大之目標設定下，考量政府補助與建設經費自償率之限制，求取高速公路小客車當量之最佳化費率，進而依據車種間成本合理分配之公平性因子推求出各車種之費率。此一最佳化之高速公路費率研定模式與調整機制，將可使國道基金達到損益兩平結果，以促成高速公路財務永續性，並可增進使用者負擔之公平性及道路使用之效率性，本研究結果可為政府施政之參考。通行費訂定所影響之對象主要可分為兩大主體，一為營運者，高速公路之營運環境(即國道基金之運作)，另一則為使用者(包含小客車、小貨車、大貨車、大客車及聯結車等)。本研究之分析範圍主要以中山高及第二高速公路為主，目前中山高之部分路段仍進行擴建而二高尚未全線完工通車，因此本研究假設中山高擴建與二高之建設完工後，此兩條高速公路即不再進行擴建，僅以維修為主。分析期間主要以民 68 年中山高全線通車至民 90 年之歷年資料為基礎進行分析，並進一步預測民 91 年至民 120 年之財務狀況。

### 二、文獻回顧

綜合文獻內容回顧與探討後，可歸納出以下幾個重點：

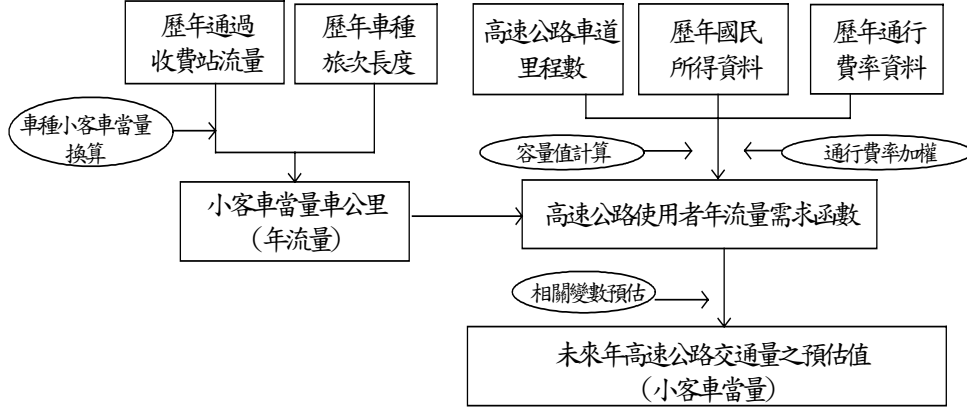
- 1.我國高速公路之費率水準與國情相近之日本與韓國相較之下有偏低之趨勢，且我國通行費率並無一明確之訂定方式。
- 2.國內相關高速公路訂價文獻，多以成本配置法之概念進行成本項目分類，訂定費率公式進行費率之試算，且多由成本面作考量，使通行費收入滿足高速公路之總成本。
- 3.於需求與成本之預測方面，多以迴歸模型或成長率方式進行預估，並無針對使用者之使用需求變化與成本面構建模式深入探討。

4.對於成本函數構建方法，相關研究中顯示多以 Translog 函數型式構建，並進一步利用函數構建後產業經濟特性分析之合理性與便利性，分析產業之生產力與規模經濟。

### 三、理論方法與模式構建

#### 3.1 高速公路需求函數構建

本研究針對使用者需求面之分析架構表示如圖 1：



除通行費率與所得變數外，本研究亦考量服務水準對需求之影響。隨著運輸系統服務水準高低使用者之使用意願亦會隨之改變，高速公路在二高尚未通車前，因經濟發展快速使得運輸需求大於供給，造成運輸系統之服務水準降低，近年來隨著高速公路路網陸續通車，容量擴張可提昇高速公路之可服務流量，在需求不變之情形下其服務水準亦可相對提昇，勢必對運輸需求造成影響，因此本研究引進相對基本容量比例值(k)做為系統服務水準之替代變數，以探討容量擴張對需求量之影響。因此，本研究之高速公路使用者需求函數可表示為：

$$\ln Q = \alpha + \beta \ln P + \gamma \ln M + d \cdot k \quad (1)$$

$$\Rightarrow Q = e^{\alpha} P^{\beta} M^{\gamma} e^{d \cdot k} \quad (2)$$

其中， $Q$ ：小客車當量延車公里(當量車公里/年)

$M$ ：平均國民所得(元/年)

$P$ ：通行費率(元/小客車當量車公里)

$k$ ：相對基年容量比例值

$d$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ：待校估參數

#### 3.2 消費者剩餘之衡量方法

在 Cobb-Douglas 的需求函數型態下，消費者剩餘在價格彈性絕對小於 1 的情況下無法得到收斂值得原因在於：當需求對價格不夠敏感時，即使價格上漲至一相當大的數值時，需求量仍然不會等於 0，使得需求函數在需求為 0 時，無法形成一封閉區間而求得消費者剩餘；若將需求函數型態改為直線型(linear)。則不會產生此種問題，因直線形之需求函數，超過需求曲線中點的部分，其價格彈性大於一，且彈性值越來越大，所以不會出現消費者剩餘數值發散的情況，但在線型需求函數設定下，則失去固定彈性的特性，亦無法看出價格彈性對決策變數的影響。因此本研究仍以 Cobb-Douglas 型態之需求函數來構建高速公路之使用者需求函數並進行變數求解與相關的分析。當  $|\beta| < 1$  時消費者剩餘之估計方法—

最大願付價格之估計：由(2)式可知其消費者願付價格理論值設定為 $\infty$ ，然而若由實務面探討，消費者之願付價格並非為無限大，消費者之消費量皆為其「願意且能夠支付」的，因此消費者之消費能力受制於環境(如財貨價格)及其消費能力(如所得)，換言之其消費量與消費金額有一定之限制，並在此限制下做選擇以達其效用最大，因此消費者之願付價格必定亦以其消費能力做為考量。

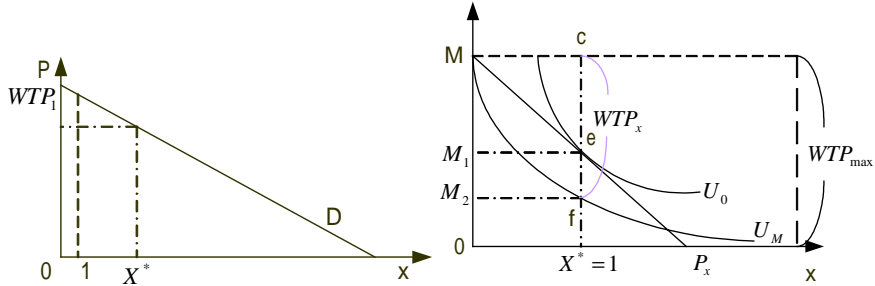


圖 2 願付價格曲線圖

假設消費者消費  $x$  此種財貨，其價格為  $P_x$ ，其所得為  $M$  可視為購買財貨可用之支出，圖 2 中  $U_0$  為消費  $X^*$  數量後所獲得之效用水準(即其無異曲線)，經由無異曲線與預算線  $P_x$  之變化可求得下圖之需求曲線  $D$ ，亦即需費者面對不同價格時所反應之需求量變化。假設  $M$  為消費者僅有之所得預算時，則在所得  $M$  之水準下不消費時之效用水準為  $U_M$ ，為在擁有所得  $M$  下之願付價格曲線，亦為其邊際願付價格曲線，消費  $X^*$  後提昇效用至  $U_0$ ，其所付出之成本為  $ce$  以換取  $X^*$  之消費量，而當效用為  $U_M$  時，其所願意付出之成本為  $\overline{MM}_2$ ，因此  $ef$  即為消費  $X^*$  下之消費者剩餘。因此本研究則將消費者剩餘之費率上限改變為下式，並忽略其所得效果。

$$CS = \int_{P^*}^{\overline{M}} Q dx = \left(\frac{1}{\beta+1}\right) \alpha x^{\beta+1} M^\gamma e^{dk} \Big|_{P^*}^{\overline{M}} \quad (3)$$

其中， $\overline{M}$ ：為每公里之最大願付價格。

### 3.3 成本函數

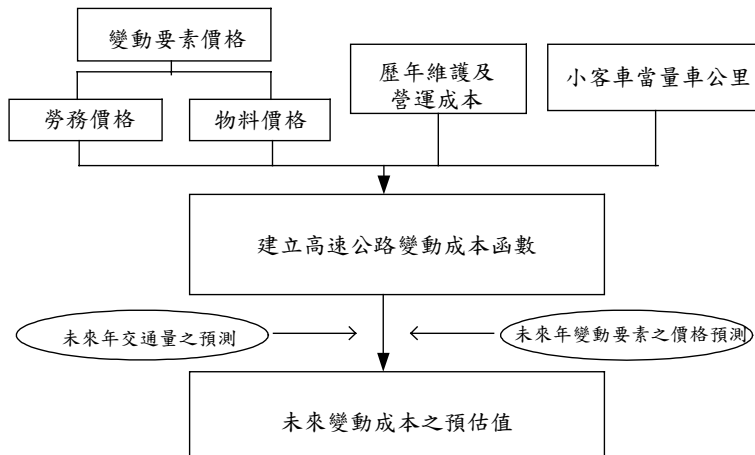


圖 3 供給面變動成本分析架構圖

Translog成本函數進行參數較估時，加入成本份額(cost share)方程式，與系統方程式組成聯立方程組，即可由聯立方程組校估未知參數，以獲得成本函數。由Shephard Lemma得成本份額方程式如下：

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln W_i} = \frac{W_i}{C} \cdot \frac{\partial C}{\partial W_i} = \frac{W_i \cdot X_i}{C} = S_i$$

由 Translog 成本函數求算之成本份額方程式為：

$$S_i = A_i + \sum_{j=1}^n A_{ij} \cdot \ln W_j + \sum_{j=1}^m AB_{ij} \cdot \ln Y_j$$

$$H_{ij} = \frac{C \cdot (S_i S_j + A_{ij})}{W_i \cdot W_j} \quad i \neq j$$

$$H_{ii} = \frac{C \cdot (S_i^2 + A_{ii} - S_i)}{W_i \cdot W_j} \quad i = j$$

本研究以 Translog 成本函數進行實證模型之構建，其基本模式為

$$TVC = e^{A_0} W_1^{A_1} W_2^{A_2} e^{\frac{1}{2} A_{11} \ln W_1 \ln W_1} e^{\frac{1}{2} A_{12} \ln W_1 \ln W_2} e^{\frac{1}{2} A_{21} \ln W_2 \ln W_1} e^{\frac{1}{2} A_{22} \ln W_2 \ln W_2} Q^{B_1} e^{\frac{1}{2} B_{11} \ln Q \ln Q} e^{\frac{1}{2} A_1 B_1 \ln W_1 \ln Q} e^{\frac{1}{2} A_2 B_1 \ln W_2 \ln Q} \quad (4)$$

其中， $C$ ：高速公路總變動成本

$W_i$ ：投入要素價格(1表勞務要素，2表物料要素)

$Q$ ：產出項(即小客車當量延車公里)

$A_i$ 、 $B_j$ ：待校估參數  $i, j = 1, \dots, n$

### 3.4 生產者剩餘

生產者剩餘(PS)之求算，即為營運者收入(TR)減去營運者總成本(TVC)，如下式所示：

$$PS = e^{\alpha+dk} P^{\beta+1} M^\gamma - aP^{b+c \ln P} \quad (5)$$

$$\text{其中 } a = e^{A_0} W_1^{A_1} W_2^{A_2} e^{\frac{1}{2} A_{11} \ln W_1 \ln W_1} e^{\frac{1}{2} A_{12} \ln W_1 \ln W_2} e^{\frac{1}{2} A_{21} \ln W_2 \ln W_1} e^{\frac{1}{2} A_{22} \ln W_2 \ln W_2} \\ \times e^{(B_1 + A_1 B_1 \ln W_1 + A_2 B_1 \ln W_2)(\alpha + \gamma \ln M + dk) + \frac{1}{2} B_{11} (\alpha^2 + \gamma^2 \ln M^2 + d^2 k^2 + 2\alpha\gamma \ln M + 2\alpha dk + 2dk\gamma \ln M)} \quad (6)$$

$$b = \beta(B_1 + A_1 B_1 \ln W_1 + A_2 B_1 \ln W_2 + B_{11} \alpha + B_{11} \gamma \ln M + dk) \quad (7)$$

$$c = \frac{1}{2} B_{11} \beta^2 \quad (8)$$

### 3.5 均衡費率模式之構建及求解方法

#### 1. 財務自償率下次佳均衡費率模式

為基金之自償比率(此值依政府可補助額度而定，本研究將依不同補貼策略訂定之)，依照一般重大工程建設方案所定義，「係指工程興建年期內之建設總

經費，由計畫評估年期內分年淨收入回收之比例。前項所稱淨收入，係指營運收入扣除營運支出後之金額」。根據自償比率( $\theta$ )之設定不同，主要可有下列三項主要意義：(1)當 $\theta=0$ 時，完全不自償。意即通行費率之收入僅需滿足營運者之總變動成本，無須回收其總固定成本。(2)當 $0<\theta<1$ 時，部分自償。意即通行費收入除需滿足營運者之總變動成本外亦需負擔部分之總固定成本。(3)當 $\theta=1$ 時，完全自償。意即通行費收入必須滿足營運者之總變動成本及總固定成本部分。

$$\text{Max. } W = CS + PS$$

$$= \frac{e^{\alpha+dk} M^\gamma}{\beta+1} (\bar{M}^{\beta+1} - P^{\beta+1}) + (e^{\alpha+dk} M^\gamma P^{\beta+1}) - aP^{b+c \ln P} \quad (9)$$

$$\text{s.t. } FLR = \frac{TR - TVC}{TFC} = \frac{PS}{TFC} = \theta \quad (10)$$

其中，FLR：財務自償率

TR：高速公路之總收益

TFC：高速公路建設總經費

$$L = \frac{e^{\alpha+dk} M^\gamma}{\beta+1} (\bar{M}^{\beta+1} - P^{\beta+1}) + (e^{\alpha+dk} M^\gamma P^{\beta+1}) - aP^{b+c \ln P} \\ + \lambda \left[ \frac{(e^{\alpha+dk} M^\gamma P^{\beta+1}) - aP^{b+c \ln P}}{TFC} - \theta \right] \quad (11)$$

將(11)式分別對 $P$ 、 $\lambda$ 進行一階導數的推導，結果如下：

$$\frac{\partial L}{\partial P} = -\frac{e^{\alpha+dk} M^\gamma P^\beta}{(\beta+1)^2} + \frac{(e^{\alpha+dk} M^\gamma P^\beta)}{\beta+1} - [aP^{b+c \ln P-1} (b+2c \ln P)] \\ + \lambda \left[ \left( \frac{1}{\beta+1} e^{\alpha+dk} M^\gamma P^\beta - aP^{b+c \ln P-1} (b+2c \ln P) \right) / TFC \right] = 0 \quad (12)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = (e^{\alpha+dk} M^\gamma P^{\beta+1} - aP^{b+c \ln P}) / TFC - \theta = 0 \quad (13)$$

$$P = [(\theta \cdot TFC + aP^{b+c \ln P}) / (e^{\alpha+dk} M^\gamma)]^{\frac{1}{\beta+1}} \quad (14)$$

## 四、實證分析

### 4.1 需求函數之校估

$$Q = e^\alpha P^\beta M^\gamma e^{d \cdot k} \quad (15)$$

其中， $Q$ ：小客車當量延車公里(當量延車公里/年)

$M$ ：平均國民所得(元/年)

$P$ ：小客車當量通行費率(元/公里)

$k$ ：相對基年容量比例值

$d$ 、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ ：待校估參數

$$\ln Q = \alpha + \beta \ln P + \gamma \ln M + d \cdot k \quad (16)$$



## 1.維持原通行費率結構之需求函數

經 AR 模式之校估結果顯示，其  $r^2 = 0.9918$  顯示其解釋能力較原模式強，然相對基年容量比例值之係數值顯示有不顯著之現象。經檢驗其 D 統計量為  $d_U = 1.88 > 1.06 > d_L = 1.05$ ，其結果顯示檢定無結論，無法判定此函數之誤差項是否仍具有自身相關性。經函數校估結果，維持原費率結構之需求函數可表示為：

$$Q = e^{-10.3272+0.1588k} P^{-0.1208} M^{0.6636} \quad (17)$$

## 2.考量軸重當量因子之需求函數

$$Q = e^{-10.3319+0.1592k} P^{-0.1283} M^{0.6654}$$

## 4.2 變動成本函數之校估

本研究利用 TSP 軟體依 Zellner(1962)所提出之「近似無關聯迴歸(Seemingly Unrelated Regression)」方法撰寫程式進行模式參數之校估，其方法為將 OLS 法應用到一組近似無關聯之方程組上，這些方程組之誤差項間之共變異數並不為零。我們可透過反覆估計此方程組之殘差共變異矩陣至收斂為止，因此本研究將成本函數、要素價格一階齊次條件、對稱性條件限制式及勞務與物料成本份額方程式聯立估計，以求得成本函數。

$$TVC = e^{5.43497} W_1^{0.340451} W_2^{0.659549} e^{\frac{1}{2}(0.282171)\ln W_1 \ln W_1} e^{(-0.254031)\ln W_1 \ln W_2} \times e^{\frac{1}{2}(0.549571)\ln W_2 \ln W_2} Q^{(1.05682)} e^{\frac{1}{2}(1.25942)\ln Q \ln Q} e^{\frac{1}{2}(-0.168995)\ln W_1 \ln Q} e^{\frac{1}{2}(-0.275177)\ln W_2 \ln Q} \quad (18)$$

$$r^2 = 0.8365$$

應用校估出之 Translog 型式之變動成本函數，可計算其成本彈性以判定其是否具有規模經濟，其計算方式為

$$\varepsilon_{cQ} = \frac{\partial \ln TVC}{\partial \ln Q} = \frac{MC}{AC} = B_1 + B_{11} \ln Q + A_1 B_1 \ln W_1 + A_2 B_1 \ln W_2 \quad (19)$$

其成本彈性值與判斷結果，由於高速公路之歷年成本資料變異大，於民國 68-76 年間之成本彈性計算時其值有誤差之現象，因此本研究無法判定其規模報酬是否處於遞增或遞減階段，而於民國 77-90 年間經成本彈性值  $< 1$  可判定其營運屬於規模報酬遞增階段，即產出增加而平均變動成本呈現下降之趨勢。

## 4.3 通行費率均衡模式求解

### 1.維持原費率結構之均衡解

經求解後，將不同自償率設定下所求得之均衡費率可知於自償率為 0(不需自償)時，均衡費率為 1.6368(元/小客車當量車公里)；當政策目標為部分自償時，本研究主要以目前國道基金所設定之自償比率 75% 進行探討，其均衡費率為 2.0039(元/小客車當量車公里)；當需完全自償時均衡費率為 2.1298(元/小客車當量車公里)。均衡費率結果以小型車：大型車：聯結車=1：1.25：1.625 進行還原後，各車種之通行費率為各車種於不同自償率下之通行費率，可知當自償率為 0 時，車種每通過收費站需繳交之通行費率分為小型車 73.83 元/車次、大型車 92.28

元/車次及聯結車 119.97 元/車次；而於完全自償時其通行費率為小型車 96.06 元/車次、大型車 120.08 元/車次及聯結車 156.10 元/車次。

## 2. 考量軸重當量因子

經求解後其結果在考量軸重當量因子下，自償率為 0 時均衡費率為 1.6214(元/小客車當量車公里)；自償比率為 75%時，欲達財務目標之均衡費率為 1.9748(元/小客車當量車公里)；當需完全自償時，其均衡費率為 2.0959(元/小客車當量車公里)。均衡費率結果以小型車：大型車：聯結車=1：1.191：1.675 進行還原後，各車種之通行費率可知當自償率為 0 時，車種每通過收費站需繳交之通行費率分為小型車 61.01 元/車次、大型車 90.82 元/車次及聯結車 166.05 元/車次；而於完全自償時其通行費率為小型車 78.86 元/車次、大型車 117.41 元/車次及聯結車 214.65 元/車次。

## 3. 兩種費率結構均衡之比較

兩模式之均衡費率變化趨勢差距甚微，且考量軸重當量因子使得均衡費率降低而均衡流量增加。若以車種間之通行費率進行比較，小型車與大型車之通行費率有降低之趨勢，而聯結車費率則呈現上升趨勢且增加比例相當大，主要由於小型車之軸重當量相對於其他車種甚低，因軸重當量因子之計算而將成本轉移至軸重當量比例最大之聯結車所負擔。

# 伍、結論與建議

## 5.1 結論

1. 由兩費率結構需求函數之校估結果顯示，其價格彈性皆小於 0，顯示高速公路對於使用者而言為一必需品，亦即當費率調漲至某一程度時其需求量亦不為 0。
2. 相對基年容量比例值之係數值為正值，容量與需求量呈正向變化，顯示當高速公路容量增加時其需求量亦會隨之增加，其增加之需求為提高運輸績效後而吸引之新的需求，此即衍生需求。經由成本函數之構建衡量高速公路之生產力，顯示民國 77-90 年間之營運皆具有規模經濟報酬。
3. 本研究於消費者剩餘之分析中，發現其最大願付價格必定為小於或等於所得，且經推導後證明可以消費者之所得或該費消費預算為最大願付價格之極值。因此在其上限值之設定方面，本研究以其工資率作為其實質所得衡量，並進一步求得其單位距離之時間價值以做為使用者行駛高速公路最大願付價格水準之參考。
4. 於敏感度分析方面，願付價格變化對消費者剩餘之影響甚大，且兩模式之變化率幾乎呈相同比例；與需求函數相關之國民所得與相對基年容量比例值變數增加時，均衡費率降低而均衡流量增加，隨自償率越大其影響程度亦會逐漸增加；與成本函數相關之勞務價格與物料價格變數增加時，均衡費率增加而均衡流量降低，且隨自償率越高其影響程度則有降低之趨勢。

## 5.2 建議

1. 本研究之研究內容主要以小客車當量將各車種折算為同一單位進行費率之運算，並未針對各型車種進行各別費率之模式構建與求解，後續研究應可針對個別車種之使用型態進行更深入之研究。

- 2.小客車當量隨著道路狀況與車流混合之型態不同，其計算方式亦隨之不同，本研究並無考慮尖、離峰與不同車流混合型態之小客車當量轉換值之差異，因此後續研究可針對此一費率折算因子做更進一步之探討，以減少費率折算時之誤差。未來電子收費系統將普遍實施，本研究範圍並未對其加以探討，因此建議後續研究可將其納入計算，以求得電子系統實施後之最佳費率。
- 3.本研究進行模式構建時，並無考量各車種個別之邊際成本與其需求彈性，因此建議後續研究可進一步探討並進而應用於求解運輸訂價之雷姆西(Ramsey)次佳定價模型通行費率。

### 參、參考文獻

- 1.Ali Mekky, "Comparison of tolling strategies for highway 407 in the Greater Toronto Area", Transportation Research Record ,Vol.1576 , pp.28~36, 1997.
- 2.Braeutigam. R.R., "An analysis of Fully Distributed Cost Pricing in Regulated Industries." The Bell Journal of Economics, pp.182-196, 1980.
- 3.Fwa. T.F. and K.C. Sinha, "A Unified Approach for Allocation of Highway Pavement Costs." Transportation Research 20A(6), pp.211-221, 1986.
4. Fwa. T.F. and K.C. Sinha, "Update Analysis of Highway Cost Allocation." TRR 1262, pp.1-11, 1990.3.Hendrickson, C. and A. Kana, "Cost Allocation By Uniform Traffic Removal : Theoretical Discussion and Example Highway Cost Applications", Transportation Research 17B(4), pp.265~274, 1983
- 5.Hendrickson, C. and S. McNeil, "An illustration of allocated costs for turnpike toll design", Transportation Quarterly 38(4), pp.575~592, 1984.
- 6.Herabat, Pannapa and Naewphanassawa, Apiphan, "Optimal Toll Collection Strategies for Inter-City Route : A Case Study of New Bangkok-Chonburi Motorway and Bangna-Chonburi Elevated Expressway" Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.3, No.3, October, 2001.
- 7.McNeil. S. T. Rossi. And C. Hendrickson. "Impact Fee Assessment Using Highway Cost Allocation Methods." TRR 1107. pp.73-80.1987.
- 8.Mirman, L.J., D. Samet, and Y. Tauman, "An Axiomatic Approach to the Allocation of a Fixed Cost through Prices." The Bell Journal of Economic, pp.139-151, 1980.
- 9.Sharaf, E.A. and K.C. Sinha, "Estimation of Pavement Routine Maintenance Cost." TRR 951, pp.55-58, 1984.
- 10.Sharkey, W.W., "Suggestions for a Game-Theoretic Approach to Public Utility Pricing and Cost Allocation." The Bell Journal of Economics, pp.57-68, 1982.

### 肆、計畫成果自評

1. **實務發展價值**：高速公路永續發展與財務自償有其必要性，政府爰成立具自償性國道公路建設管理基金；然而至民國 90 年底國道基金呈現嚴重虧損狀態。我國高速公路自通車以來，通行費僅經過兩次調整，其費率訂定無明確公式，亦乏合理調整機制。有鑑於此，本研究考量國道基金可達財務自償之前提下，已研擬一套高速公路最適通行費訂定模式。

2. **學術研究價值**：本文運用高速公路維修/營運成本、變動要素價格及交通流量等資料建立其 Translog 變動成本函數，並經由通行費、歷年國民所得、高速公路容量擴充因素及交通流量推估高速公路之年流量 Cobb-Douglas 需求函數；進而透過成本函數與需求函數分別推得高速公路之生產者剩餘及消費者剩餘。求解過程中，為處理 Cobb-Douglas 函數型態所對應之消費者剩餘在價格彈性絕對值小於 1 時無法收斂之問題，本文提出「最大願付價格」理念，使積分式形成封閉區間而可求得消費者剩餘。其次，在社會福利最大之目標下，同時考量由生產者剩餘與建設經費所界定之自償率限制，求取高速公路小客車當量之最適費率，再依據車種間成本合理分配之公平性因子推求出各車種之費率。這些研究成果均為國內外研究中所未曾出現之首創性成就。
3. **實證研究價值**：由本研究所建立之費率均衡模式獲得，維持原費率結構之均衡費率大於考量軸重當量因子之均衡費率；惟聯結車方面，因其軸重當量比例較高，以致考量軸重當量之通行費率較大。就不同自償率而言，完全不自償(即自償率為 0)時，維持原費率結構之各車種費率分別為小型車 73.83 元/站、大型車 92.28 元/站及聯結車 119.97 元/站；完全自償(即以自償率為 1)時，維持原費率結構之費率為小型車 96.06 元/站、大型車 120.08 元/站及聯結車 156.1 元/站。考量軸重當量模式之費率為小型車 78.86 元/站、大型車 117.41 元/站及聯結車 214.65 元/站。所得費率結果可為高速公路主管單位制定費率之參考。
4. **政策應用價值**：本研究所構建之最適費率理論模式，可根據不同目標，估算生產者之剩餘(利潤)、消費者剩餘、社會福利與最佳費率，並顯示其相互關係，使政府與民眾可清楚地了解費率政策所隱含之意義。