

トンネル建設の経済的側面とその効果

武田文夫*

トンネル・橋の建設の経済効果は、一般の道路改良事業の効果とその性質は同じだが、その効果が短い区間あるいは限られた地域に凝縮して現れるために、定性的にも定量的にも、興味深い分析対象となる。トンネルは山によって孤立せしめられていた地域を他地域と短絡し、地域間の交通の激増、生活圏・市場圏の拡大、工業・観光開発の活発化などをもたらすことがしばしばある。ここでは、そのようなトンネルのインパクトの典型例のいくつかについて概観し、次いで交通の転換、誘発、開発といった現象を考察した。代表例として恵那山トンネルについて、その投資効果を国民経済的視点と経営的視点から分析し、その両者の相互関連を検討した。

Economic View Point on Tunnel Construction and Its Effects

Fumio TAKEDA*

Economic effect of tunnel/bridge construction is the same as the effect of regular road improvement work in its characteristics. However, the effect appears condensed in a short section or a limited area, which makes it an interesting analysis range both qualitatively and quantitatively. Tunnel construction short-circuits an area isolated by mountains with other areas, and it often brings rapid increase of traffic between areas, expansion of life bloc and market bloc, and vitalization of industrial and tourism development. This paper describes some of the typical examples of such tunnel impacts, and examines such phenomena as diversion, inducement and development of traffic occurring as the result of tunnel construction. Further, it conducts cost-benefit analysis, financial investment analysis and examination of the relationship of the two analyses on Enasan-Tunnel as a representative example.

1. トンネルのインパクト事例の概観

1-1 栗子トンネルの場合

昭和41年に、福島市と米沢市の間にある吾妻連峰を横断する栗子トンネルの建設を中心とした国道13号の改築が、ほぼ完成した。最大勾配が12%、半径100m以下のカーブが203か所という旧道に対して、新道は最大勾配が6%、100m以下のカーブなしという改良ぶりであり、これによって米沢市と福島市との自動車交通は、2時間から1時間に短縮され、また、冬期5か月間はほとんど交通不能であったのが可能となった。さらに山形盆地、米沢盆地などの全体が、福島市とその背後にある首都圏と短絡されたわけである。

開通後の最初の冬の5か月間に、20万台（以前はゼロ）という交通が発生し、また、その他の月でも、以前のほぼ500台/日から、開通初年度の2,000台/日、

次年度の3,000台/日へと交通量の大幅増加をみた。この大きな増加量のうちには、他の迂回道路からの転換のほかに、鉄道からの転換、それまで抑えられていた交通の出現、拡大し構造変化した産業から新しく誘発された交通などが含まれている。

まず製造・卸売事業所のトラックによる輸送比率は、置賜地区で62%から83%へ、村山地区で68%から81%へと上昇し、鉄道からの転換が進んだ¹⁾。

山形ブドウは関西市場にも足を伸ばし、東京市場でも鮮度の向上と荷傷みの減少で価格が前年度の31%高となった。その荷傷み率は鉄道の場合の2.6%から1%以下へと減り、また、旧道輸送に比べても半減した。その結果、作目もリングなどから、このように有利化したブドウへと転換した例が見られる。

次に最初の冬期に発生した20万台の交通だが、その多くは全くの新しい交通だった。そのうちの過半は以前は休眠していたことがわかった²⁾。このような現象の生活的な意味は、後述する別のケーススタディで明らかにされるだろう。

* 高速道路調査会常務理事
Managing Director, Express Highway Research
Foundation
原稿受理 昭和59年1月31日

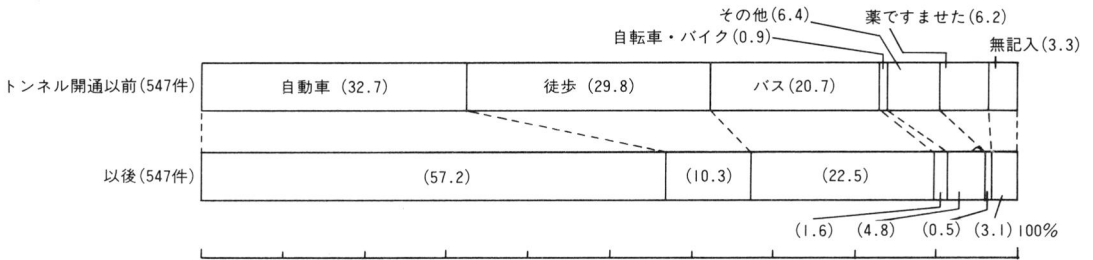


Fig. 1 利用交通手段の変化
Change in transportation modes used

もう一つ、山形県青果協会によれば、それまで雪に閉ざされていた米沢市では野菜不足に悩まされていたが、その青果物市場に県外からの野菜が十分に入るようになり、冬期の野菜が大幅に値下りした。例えば、ダイコンが78円から4円に、ニラが412円から178円に、トマトが272円から103円に、ピーマンが450円から67円に（すべて kg 当り）、値下りした³⁾。

1-2 儀明および薬師トンネルの場合

昭和54年、新潟県の上越市、新井市から十日町市に通ずる国道253号の儀明、薬師両トンネルが開通し、中間の豪雪地帯の松代町に大きな影響を与えた。住民の行動は活発化し広域化した。とくに興味をひくのは、医療を受ける行動の変化である。町内での病院通いは冬期で3割減、夏期で半減し、そのかわりに、より高度な医療を提供する十日町市、上越市、新井市への病院通いが、町内通院を上回るまでに大幅にふえた。売薬ですませる人も減少した。Fig.1は冬期における通院のための交通手段の変化を示し、「徒歩」と「薬ですませた」が大幅に自動車に移ったことがわかる。

買物行動も広域化して、トンネル開通後には町外への買物がふえた。夏には月2~3回の人が以前の10%から21%にふえ、その代わりに年2~3回の人が23%から14%に減った。冬にも年に数回の人が8%から14%にふえ、その代わりに年1回の人が23%から13%に減った。また、耐久財を町内で買う人が、以前には5~6割あったのが2~3割に半減し、十日町へ行く人が4割、上越、新井に行く人が2~3割と、以前に比べて倍増した。孤立していた町の人々が、トンネルによる自動車交通の改善によって、より良いサービスの機会を求めて、より遠くへ、より頻繁に出掛けるようになり、地方中心都市とのつながりを深めたことが示されている⁴⁾。

1-3 恵那山トンネルの場合

このトンネルは中央自動車道の一部で、恵那山を

貫いてそれまで孤立に近かった伊那谷の15市町村（人口約26万）を、中津川市、名古屋市等に短時間で結びつけた。飯田—中津川間36.8km、そのうちトンネル区間8.5km（わが国最長）で、昭和50年8月完成。飯田市から恵那山を越え、国道19号を経て中津川市に至る256号は、峻しく迂余曲折した狭い道路で、とくに冬期の交通は困難であり、平常でも走破に2時間余（走行距離62.7km）を要した。それがトンネル開通後は30~40分に短縮されたのである。

中津川市から名古屋までの高速道路はすでに開通していたから、この区間の開通は伊那谷を西方に向けて大きく開いたわけで、そのインパクトは紛れもなく大きかった。伊那谷の15市町村の人口は、46年から55年までに28万6,000人から30万8,000人へと約7.6%増加し、逆にインパクトを受けなかった木曾谷の11市町村では、46年の5万6,000人から55年の5万人へ、9.5%減少した。

トンネルは伊那谷地域の工業開発をすすめた⁵⁾。アナウンスメント効果によってインパクトが現われ始めた昭和47年から、開通後の52年までの15市町村の工業出荷額の増加は2.36倍であった。それは、その間の長野県全体の2.08倍という数値をかなり上回っている。仮に伊那谷を除いた全県の成長率を自然成長率とみなし、その成長趨勢を上回る伊那谷の成長分をインパクトとみなせば、それは52年度には393億円（50年価格）となる。これに付加価値率を乗じた148億円が、インパクトによる所得増加ということになる。52年までは東京方面への中央自動車道は部分的にしか開通していないので、効果の相当部分をトンネルに帰し得るであろう。

立地工場をみると、三菱電機の中津川製作所は、トンネルを前提に、49年に飯田市に工場を建設した。その開通後は、中津川工場から飯田工場へは部品、原材料、梱包材料が、飯田から中津川には暖房機フレームや換気扇が、それぞれ送られている。また、

在庫品は小牧、静岡、飯田に保管されて、東北市場などへの配送は飯田から行われるようになった。製品輸送網の一拠点が形成されたわけである。

飯田立石電機は、昭和39年「中央道完成後は東西市場をにらむ好位置」を一つの要因に、飯田に立地したが、トンネル開通後は名古屋の配送センターへの輸送が容易になるなど、立地効果が現れたとしている。そのほか、トンネルだけでなく中央道全体を意識してではあるが、49～51年の間に三協精機伊北工場、北沢バルブ、日本濾過器、長野日本電気などが伊那市に立地し、同市の工業出荷額は対前年比で51年に28.3%、52年に17.2%と高い伸びを示した⁶⁾。

商業については、まず小売業をみると、インパクトはトンネルに最も近い飯田市に大きく現れており、同市とその周辺町村での従業者1人当り販売額は、49～51年の間に49%伸びた。この間の長野県でのそれは34%に過ぎなかった。また、県商工部が51年に行ったインパクトに関するアンケートによると、「仕入先を変えた」もしくは「変える予定」の小売業者が35.4%あり、大きな変化が現れている。伊那谷15市町村をとっても、中京からの仕入れの割合が開通前の13.8%から直後の14.7%にふえ、さらに1年後の予定では16.3%にまで増加するとされている。ほぼその分だけ県内仕入れが減るわけである。

小売商圏（集客範囲）については、飯田市が最も良い影響を受け、商品別の答を平均すると、良い方へ変わったが18%、悪い方へ変わったが6%、販売増加が24%、減少が11%となっており、概してインパクトをプラスに捉えている。これは域内人口の増加による購売力増加という要因のほか、仕入れの広域化による商品の多様化とファッション性の向上などが原因であろう。

しかし、これが15市町村全体となると様子がやや変わり、「商圏が良い方へ変化」が9.1%、「悪い方へ」が5.4%、「販売がふえた」が15.2%、「減った」が12.1%と、プラスとマイナスがかなり近くなっている。これは買手の一部が名古屋に流れることのほか、伊那谷内部で都市相互で商圏の喰い合いが始まっていることを示すものと思われる。

卸売業ではインパクトの現れ方が複雑で、仕入先の広域化による多様な商品の迅速仕入れというメリットがあるが、他方、小売業が県外仕入れに移行するというマイナスがある。長期的には地域の発展による利益を享受するのが通常であるが、短期的には

むしろマイナスが大きい可能性がある。工業について行っただと同様の方法でインパクトを計算してみると、小売業では51年で207億円（販売額）のプラスがあるのに対して、卸売業では113億円（販売額）のマイナスがあったことになる。

2. トンネルの投資効果分析

〈恵那山トンネルを例に〉

2-1 直接効果と間接効果

道路投資の効果を直接効果と間接効果に分類することができる。前者は新設または改良された道路の利用者が受ける利用便益、後者は主に、その利用者便益が第三者に移転してゆく過程で新たな便益を生み出す場合である。典型的には市場圏の拡大による生産の大規模化がコストダウンをもたらす場合、早くて正確な配送が在庫べらしを可能にする場合、あるいは輸送費の減少が製品価格を引き下げて需要の増加をもたらす場合などがあげられる。新設道路に交通が転換して旧道の混雑が解消し、旧道に残る利用者に利益を与える場合も間接効果と言ってよからう。

地域開発効果は、増大した付加価値生産額によって計ることができるが、それをそのまま社会的便益の増大とするわけにはいかない。なぜなら、その相当部分は、もし道路改良がなかったとしたら、他の地域で生じていただろうからである。しかし、伊那谷の場合のように、それによって地域の経済がテイクオフした場合のその国民経済的效果は、やはり大きいものがある。また、所得再分配上望ましいという社会的公正の立場から、その効果が一段と高く評価される場合がある。

さて、これらの間接効果を外部経済効果と呼ぶべきかは、「市場を経由せずに第三者に及ぼす利益」という定義からすれば、疑問のあるところである。しかし、例えば、トンネルの出来たことが地域の孤立感をなくして人口の流出をとどめ、あるいは美しい橋が地域の景観を高めるなどの場合は、それは間接効果であるとともに外部経済効果であるとも言える。

マイナスの間接効果は、新道に顧客を取られる旧道沿いの給油所の損失、新道の交通が沿道住民に与える騒音・排気ガスの害、新道をもたらす地域分断効果などである。最初のものを除いて、これらを外部不経済効果と呼ぶこともできる。

さて、恵那山トンネルには、上に述べたプラスの間接効果例の多くがあてはまり、一方、マイナスの

間接効果の方は、市場での競争過程において敗者が生ずるようなことはあるが、上述の外部不経済に当たるようなものはほとんど生じていないと言ってよい。

間接効果の多くは、その計測が極めて難しいので、ここではそれを断念して、直接効果の主なものの計測にとどめることとする。しかし、間接効果のかなりの部分は、利用者の便益さえ正確に捉えれば、それによってカバーされることに注意しておきたい。例えば、トンネルによる利便化によって関連地域の地価が上がった場合、その値上り分をフローに直せば、それは概して交通費用の節約総額と等しいはずである。

また、間接効果がネットの追加利益である場合でも、効果の一部は再び交通量の増加として現れ、その利用便益を測れば、その効果のかなりの部分は捉えられる。例えば、上述の大規模生産の利益は必ずトンネル利用交通量の増加をもたらす、また、在庫べらしの利益も、より頻度の高い配送を必然的に伴っている、その増加した交通の追加利用便益を測れば、その効果はかなりカバーされる。従って、交通量の予測にして正しければ、直接便益のみの評価ではあっても、間接効果の相当部分を含んだ評価として、受け取ることができよう。

2-2 利用者便益測定の問題点

道路改善の利用者便益の項目として挙げられるのは時間節約、走行費節約、交通事故の減少、乗員の疲労減少および快適性の増加、荷傷み減少や鮮度の向上などである。このうち貨幣タームでの計量化に馴染むのは最初の3項目である。荷傷み減少などは個別商品については計測可能でも、それを一般化して予測に用いることは難しい。しかし、前3者のウエイトが高いので、さしたる問題ではないであろう。

時間便益の評価は興味ある主題である。通常用いられる方法を大別すると、所得アプローチと費用アプローチがある。前者は時間当りの生産性によって測定しようというもので、後者は運転者が時間節約を、どのくらいの通行料金や走行経費の追加支出をあえてしても獲得しようとするかを、その実際の選択行動結果から推定しようとする。前者は節約時間の機会費用を常にうまく表現しているとは言えず、また、果たしてレクリエーショントリップの際の時間価値に適用し得るかなどの問題をはらんでいる。むしろ、後者が望ましいのだが、まだその精度にはかなりの問題がある。以下の計算には、両者を勘案

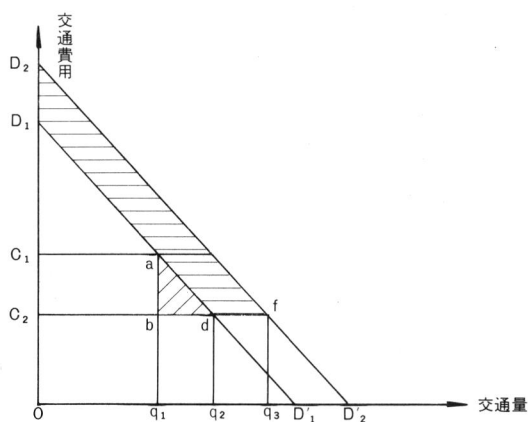


Fig. 2 誘発交通の便益
Benefits of induced traffic

して作られ、有料道路計画によく用いられている車種別の時間評価値を用いることとする。

次の問題は鉄道からの転換の便益で、その計算は次のように定式化できる。

転換便益＝鉄道側の費用節約＋利用者の時間便益
－自動車走行経費

(ただし右辺の第1項は、利用者の減少に伴って鉄道が回避することができ費用)

なお、以下の計算では便宜上この項目は無視して、増加交通量はすべて新たな誘発交通量として、その便益を計算する。

その次の問題は、トンネルが新たに誘発した交通量の便益評価である。誘発交通には、例えば、駒ヶ根市民が、隣の飯田市に買出しに行くのをやめて名古屋に買出しに行くというような旅行先の変更によるものと、他の旅行は変更せず、名古屋に行く頻度を高めることによるものがある。前者は「交通の再分布」によるもの、後者は「交通発生力」の増大によるものと呼ぶことができる。また、トンネルによって立地条件の向上した伊那谷に工場が進出し、それが新たな交通を発生させる場合がある。これは「交通発生源」の増大に起因する「開発交通量」である。これらの便益を計測する場合、交通費用の節約を計算すべき直接の比較対象が存在しないという問題がある。

まず、交通再分布と交通発生力の増加の場合については、2つの考え方がある。一つは、その1トリップ当りの便益は旧道からの転換交通の場合の $\frac{1}{2}$ とするという立場である。これを Fig.2 の需要曲線を用いて説明しよう。縦軸は交通費用 (円/トリップ)、横軸はある2地点間の交通台数を表す。需要曲線 D_1

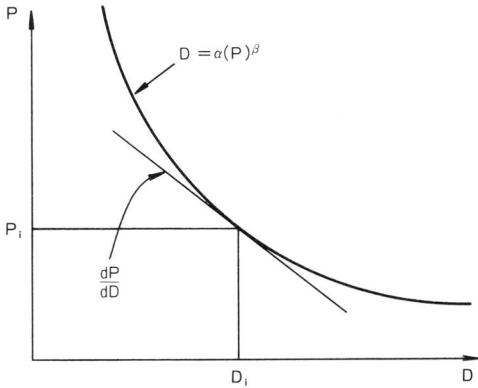


Fig. 3 重力モデル型の需要曲線
Demand curve of gravity model type

D_1' (ここでは直線で表示)はこの2地点間の交通費用(時間、走行経費、事故の費用)が高くなるほど、それを支払ってもなお交通しようとする人(車)が少なくなってゆく姿を表し、この曲線の下面積は、この交通を行うことの総効用を表している。トンネル開通前の交通費用は OC_1 で、それに対応する交通量は Oq_1 であった。トンネル開通によって費用が OC_2 にまで下がると、交通量は Oq_2 にまでふえ、 q_1 q_2 が誘発交通量となる。

さて、旧道を利用していた Oq_1 の交通量については、トンネルに転換することによって費用が1台当り C_1C_2 だけ減るのだから、それが受ける便益(節約額)の総額は $\square C_1C_2ba$ となる。次に誘発交通量 q_1 q_2 が受ける消費者余剰の額、すなわち便益は $\triangle abd$ で表される。需要曲線を直線とすれば1トリップ当りの平均便益単価は、転換交通のその $\frac{1}{2}$ となるわけである⁷⁾。

もう一つの立場は、トンネルの開通によって、交通費用が OC_2 に下がるだけでなく、快適性の向上などのサービスの質の向上が生まれ、需要曲線が右上方にシフトする(同じ価格でもより大きな需要があるようになる)というものである。Fig.2の D_2D_2' がそのシフトした状態を表す。この場合、交通量は Oq_2 ではなく、 Oq_3 にまで増加し、消費者余剰(総効用-総交通費用)は $\triangle abd$ に加えて、梯形 D_1dfD_2 の面積だけ増加することになる(これは既存の交通について生じた消費者余剰の増加も含んでいる)。従って、転換交通のその $\frac{1}{2}$ という第1の立場より、かなり大きいものとなる。

次に開発交通の便益はどうか。この場合も、先のFig.2の D_2D_2' 曲線が、交通発生源の増大によって一層右上方へシフトするので、単なる交通費用の節

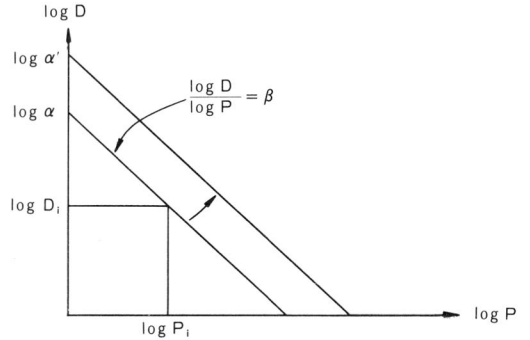


Fig. 4 対数表示の需要曲線のシフト
Shift of demand curve of logarithm notation

約額を上回る余剰が生れるはずである。

2-3 需要曲線と重力モデル

今まで、あたかも需要曲線を描くことができるかのように話を進めてきた。実際にはそれは極めて難しい。しかし、現実にもわれわれは重力モデルという形で、それに近いことを行っている。現に恵那山トンネルの交通予測には、かつて重力モデルが使用された。重力モデルの原型は、

$$T_{ij} = \alpha \cdot (G_i \cdot G_j)^\gamma \cdot d_{ij}^\beta \dots (1)$$

(ただし α 、 γ は正の、 β は負のパラメータ、 T_{ij} は i, j 間の交通量、 G_i 、 G_j は i, j 地域の人口、 d は i, j 間の距離または交通費用)

(1)式の G_i 、 G_j と γ を所与とすれば、それは時に用いられる需要関数の一型式である下式と同形である。

$$D = \alpha (P)^\beta \dots (2)$$

(ただし D は需要量、 P は価格、 α は正、 β は負のパラメータ)

これを図示するとFig.3のような形となる。これは証明は省くが、その上のどの点においても需要の弾性値 $e (= \frac{P}{D} \cdot \frac{dD}{dP})$ が常に β であるような特殊な需要曲線である⁸⁾。その対数をとれば、

$$\log D = \log \alpha + \beta \log P \dots (3)$$

となり、線型回帰に馴染む形となるので、実用的でもある。さて、これを図化するとFig.4のようになる。その図では $\log \alpha$ は需要曲線のY軸における切片の高さであり、 β は直線の勾配を示す(Fig.4ではY軸に需要量を取っている)。もし α と β を求めることができれば、需要曲線は描けるわけであり、また、トンネル開通前と開通後における α の変化(増大)がわかれば、需要曲線の右上方へのシフトも把握できるはずである。

以下に、恵那山トンネルによって名古屋との間の

Table 1 伊那谷・木曽谷の対名古屋交通の変化
Change in Nagoya-bound traffic of Inatani / Kisotani

ゾーン名			名古屋都市圏との 分布交通量	
			46年	55年
木 曽 谷	1	木 祖	27	42
	2	木曽福島	179	184
	3	上 松	112	136
	4	南 木 曽	157	201
(11か町村) 小 計			475	563
伊 那 谷	5	箕 輪	26	73
	6	伊 那	71	205
	7	駒ヶ根	40	119
	8	松 川	46	168
	9	歙 田	334	878
(15か町村) 小 計			517	1,443

交通が大いに容易となった伊那谷各地区と、従来から国道19号によって効率的に名古屋と結ばれているが、トンネルを利用することのできない木曽谷地区を取り上げて、開通の前と後の変化をみてみよう。

9年間に木曽谷側は、名古屋との交通をわずかに18%しか増加させていないのに対して、伊那谷側は178%増加させた(Table 1)。その間の一般的な自動車交通量の増加(4~5割)を考えると、実質的には木曽谷側は1~2割減、伊那谷側は8~10割増となる。ここにトンネルに起因する交通の誘発(交通の再分布および純増など)の姿を見ることができる。試みにこのわずかなデータに重力モデルを当てはめてみると、

$$S.46 \quad T_{ij} = 2.22(\text{百万}) \times (G_i \cdot G_j)^{1.52} \times d_{ij}^{-5.07}$$

($R^2 = 0.7814$, $D.W. = 1.766$, β , α の t 値: 4.56, 4.20)

$$S.55 \quad T_{ij} = 46.1(\text{百万}) \times (G_i' \cdot G_j')^{0.92} \times d_{ij}'^{-4.41}$$

($R^2 = 0.8976$, $D.W. = 2.449$, β , α の t 値: 5.92, 6.59)

となる。ただし T_{ij} 、 T'_{ij} は各年度における関係地区間交通量、 P_i 、 P_j 、 P'_i 、 P'_j は各地区の人口、 d_{ij} 、 d'_{ij} は地区間の経済距離(時間費用、走行費用、料金など)。

-5.07、-4.41という β の値は確かに大き過ぎるが、OECDの研究で長距離トリップの速度弾性値は2とされており、経済距離弾性値はそれより大きいはずであるから、上の数値もあまり極端とも言い切れない。また、 α の値が2.22から46.1になっているのは急増に過ぎようが、少なくとも変化の方向は正

しい(この計算は日本道路公団の合津嘉和氏の協力による)。今後、これを数百の関係OD全部のデータを用いて計算し、また、パラメータ γ を適切に固定するなどの工夫を加えれば、有用なパラメータ α と β が発見され、交通量の予測はもちろん、需要曲線の形やシフトについての示唆が得られることと思う。ただ9年間もの期間をはさむと、誘発、開発の両交通量のほかに、交通の自然成長分まで含まれるようになるので、その分離の工夫が必要となる。

2-4 恵那山トンネルの費用・便益分析

i) いくつかの計算前提

費用・便益分析は公共投資の効果分析に用いられ、民間企業の場合の収入に代えて社会的便益が用いられる。その便益は直接の利用便益と計測困難な間接効果とからなるが、間接効果はそれと呼応して増加する交通の利用便益を把握すれば、その相当部分がカバーされる。恵那山トンネルには、幸い誘発、開発交通量がすでに実現しており、また今後については、道路公団が自然成長や将来のネットワーク整備の進展などを踏まえてその予測を行っているので、これを基にして、利用便益の計算を行うこととする。貨幣的評価に馴染むものとして、走行経費の節約、時間の節約、交通事故の減少を取り上げる。

まず走行経費だが、高速道路は舗装が良く、横断・縦断勾配がゆるく、定速での連続走行が可能であるために、燃料、油脂、タイヤ・チューブの費用が大いに節約される。ここでは道路公団等が用いている有料道路と一般道の走行経費の数値(それぞれの勾配別、車種別に推定されている)を用いる。ここで一般国道の走行経費は各車種を合成して29.24円/台キロ、飯田一中津川間の距離は62.7km、高速道路のそれは17.25円/台キロで、距離は36.8kmである。従って、1台トリップ当り節約額は1,199円となる。ただその額から、燃料、油脂の価格に含まれている税金相当分を3割とみて、それを差し引かねばならない。利用者にとっての税金の節約は社会的便益ではないからである。

次に時間節約については、一般道の走行速度を30km/hとする(昭和50年当時の数値)。トンネルがなかったとした場合の混雑を考慮すれば、本当は30km以下でも良いのだが。高速道路側はトンネル部40km/h(4車線化後は60km/h)、その他区間は80km/hとした。これによる時間節約は平均91分(4車線化後は97分)となる。節約時間の価値は、各車種を合成して供用開始時点で35.2円、その後は1人当り実

質 GNP の伸びで現在まで上昇させ、その後は年率 2% で上昇するとした。

ii) 誘発交通量の扱いと 3 便益の額

誘発交通の発生や便益を説明すべき需要曲線のシフト（上記 2-2 で挙げた第 2 の立場）については、2-3 で行った試算のようなわずかの手掛りしかない。さればとて、便益単価は転換交通の $\frac{1}{2}$ だとする 2-2 の第 1 の立場は明らかに過少評価に導く。従ってここでは、誘発交通がもし旧道を使ったとした場合に比べて、新道の利用によってどれだけの便益を得たかを計算する⁹⁾。これによって、第 1 と第 2 の立場の間の数値が得られるであろう。

交通事故減少率については、1 億台キロ当りの人身事故が高速道路で 9 件、一般国道で 76 件であることを基礎に、高速道路ありなしの差を計算できる。それを人身事故 1 件当りの損失推定値 333 万円に乘ずれば損失総額が計算できる¹⁰⁾。

以上の計算の結果、時間便益が最大で初年度 37 億円、走行経費節約 9.2 億円、事故減少 1.1 億円となる。10 年後には、交通量と時間価値の増大により、時間便益 182 億円、走行便益 42 億円、事故便益 5 億円となる（事故 1 件当りの損失額を全期間にわたって固定したので過少評価になった）。

iii) 費用の推定

建設費の把握はやさしいが、維持管理費については、今までの実績に今後の予測を加えねばならず、中でもトンネルについては機械施設等の運営に多額の費用がかかる。これを交通量の増加、年月の経過（老朽化）、積雪日数などの要素をとり込んだ線型回帰式¹¹⁾により予測を行った。そのほかに一般管理費や料金徴集費などの推定も行った。

その結果、維持管理費等は、初年度、10 年後、20 年後にそれぞれトンネル部分が 5 億円、7 億円、8 億円、道路分が 1 億円、2 億円、3 億円、その他管理費が 5 億円、6 億円、7 億円、合計が 12 億円、15 億円、19 億円である。

iv) 計算結果とその評価

費用・便益分析は次のような式で表せる。

$$NPB = \sum_{i=1}^n \frac{B_i - C_i}{(1 + \gamma)^i} - K$$

（ただし NPB は高速道路利用の純便益の現在価値、 B_i 、 C_i は高速道路利用の i 年次の便益、維持管理費等、 γ は社会的割引率、 n は計算期間、 K は当初の建設費）

この NPB の値が正で大きいほど、投資効果は大

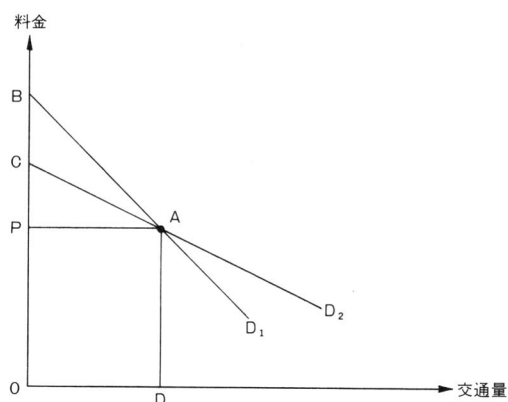


Fig. 5 便益と料金収入の乖離
Dissociation of benefits and toll income

である。あるいは $\sum_{i=1}^n \frac{B_i - C_i}{(1 + \gamma)^i} \div K \cdots \cdots$ 費用・便益比

$\cdots \cdots$ が 1 以上で、しかもそれが大きいほど良い。

ここで n は 30 年、 γ は 7.5% とした。この 7.5% という社会的割引率は、リスクの小さい長期金利（例えば国債等の利子）をもとに設定した。この割引率は、異時点で発生する費用や便益を現在価値化して比較するために用いられるもので、それによって消費と貯蓄、公共投資と民間投資などの間のバランスも保たれることとなる（それをめぐる複雑な理論問題は省略する）。

さて、現在価値化した便益の総額（ただし維持管理費用は差引いてある）は 2,280 億円となった。これに対して建設費（追加投資の分も考慮）は 887 億円であるから、純便益の現在価値は 1,393 億円、費用・便益比は 2.57 である。

1,393 億円という純社会的余剰は、その投資額が 887 億円であることを考えると、極めて大きなもので、このプロジェクトが如何に有利なものであったかが良くわかる。しかもここでは、このプロジェクトが旧道の混雑緩和をもたらす効果（さほど大きくはないが）を含めていない。また、間接効果の全部がカバーされているわけでもない。総じて言えば、効果の評価はやや過少だと言うことができる。そのプロジェクトは建設費も巨大だが、その効果はさらに巨大である。

2-5 採算の試算

i) 便益と収入の乖離

社会的純便益は上記の如く大きいですが、それは直ちにその採算が良好なことを意味するだろうか。それは料金の決め方にもよるが、プロジェクトの性質に

もよる。提供されるサービスが独占的で便益が大きいほど、利用者の負担力差に基づく差別料金制を採用しない限り、便益と料金収入の乖離は大きくなる。Fig.5の需要曲線 D_1 はそのような場合を示しており、需要曲線はかなり立っている。 D_2 はより競争的なサービスの場合を示しており、曲線は寝ている。サービスの価格(料金)がちょうど P であるとき、いずれの場合も収入は同じ(ともに□ODAP)であるが、消費者余剰は前者(D_1 の場合)が△PABで、後者(D_2 の場合)の△PACよりも大きい。また、それは前者の需要の価格弾力性 $e = \left(\frac{P}{D} \cdot \frac{dD}{dP}\right)$ が、後者のそれよりも小さいこと(負担力がより大きいこと)を示している。恵那山トンネルのような代替サービスの少ない便益の大きいプロジェクトは、まさにこの前者のケースである。この場合は、差別価格制をとらず、また、公共的にも受け入れられる水準の料金を設定している限り、料金は便益額の比較的小さい部分だけを、消費者から生産者に料金収入の形で移転させるだけとなる。

ここで先の費用・便益分析と同じ条件で、ただし税金の調整は行わず、割引率は道路公団の実質金利の6.4%、飯田一中津川間の料金は各車種の合成単価1,350円/トリップを用いて、30年間の収支試算を行ってみた。その結果は次の通りである。

収入現価=578億円 建設費現価=886億円 収入不足収入額308億円

つまり採算は不良である。もっとも、ここでは将来の利用者の時間価値の現実的な上昇に応ずる料金の上昇は考えていない。また、現実にはここで考慮していない物価上昇が起き、物価上昇の範囲内での料金値上げによって、建設費の回収は容易となるであろうから、実際には収支均衡に近づくことは間違いないと思われる。むしろ上述の試算のポイントは、便益と収入の大きな乖離を生じさせ易いこのプロジェクトの特性を明らかにすることであった。

ii) 需要の料金弾力性

i) に述べた需要の料金弾力性についての観察を、簡単な試算で確かめてみよう。昭和57年6月に高速

道路料金の一律18%の値上げがあった。この際における飯田一中津川区間、その東西の隣接2区間、その他の一般区間について、値上げの影響をしてみる。その前年の9、10、11の3か月と、改訂後の同3か月の交通量を比べた場合、その1年間に3%の自然増があったとすると、それぞれ3.02%、3.7%、5%の減少であった。従って、その料金弾力性は、それぞれ0.18、0.22、0.3となる。トンネルに近づくにつれて弾力性が小さくなっていることがわかる。検証と呼ぶに値いしない単純な観察であるが、このトンネルを通過する交通の料金弾力性が、他よりも小さいことをうかがわせるに足りると思われる。

なお最後に、上記の投資効果、採算、需要の料金弾力性は、すべて筆者の試算であって、道路公団の立場とは関わりないことをお断りしておく。

参考文献

- 1) 昭和42年度栗子インパクトスタディ, 山形県
- 2) 昭和41年度栗子インパクトスタディ, 山形県
- 3) 野村総合研究所: 道路建設が地域経済に及ぼすインパクトの測定, 昭和42年度報告, pp.33~45および pp.134~137
- 4) 建設省道路局, (財)日本システム開発研究所: 道路整備が行財政に与える効果, 昭和55年12月報告書, pp.37~49
- 5) 日本道路公団, (財)国民経済研究会: 恵那トンネルが周辺地域に及ぼした影響, 昭和54年1月報告書
- 6) 同上, pp.83~84および pp.92~96
- 7) Adler, H. A.: Sector and Project Planning in Transportation, 1967, IBRD, p.50
- 8) Wohl, M & Martin, B. V.: Traffic System Analysis for Engineers and Planners, 1967, McGrawhill Inc., p.142
- 9) モーリング, H., ハーウィッツ, M. (松浦義満訳): 道路経済学—便益の分析, 鹿島出版会, p.34, 昭和43年
- 10) 日本交通政策研究会: 道路交通事故の社会的損失, 日交研シリーズA—39, pp.33~36, 1977年10月
- 11) 江頭素樹: 高速道路における維持管理費用の推定モデル, 高速道路と自動車, 1982年8月号, pp.24~34