

交通施設の実用容量に関する基礎的研究

京都大学工学部 正 員 長尾義三
 同 学生員 佐藤恒夫
 大 林 組 正 員 ○中坂 忍

1 緒言 交通施設の規模決定、輸送計画にあたっての容量整合等、交通施設計画には、施設単位あたりの容量概念が不可欠のものである。しかしながら、従来より、この概念を規定する根拠があいまいであり、主として経験に基いて定められてきた。本研究では各交通施設で用いられてきたこの概念を分析し、容量概念の定量化を行ない、道路・港湾等の施設の計画に用いるべき実用容量（能力）の提案を試みた。

2 容量モデルの提案 従来の容量定義の問題点は、容量の規定が範囲をもって示されることと、経済性・合理性に対して根拠を持っていないことである。

本研究においては、交通施設は、経済的なある評価基準のもとで最適なことが保証され、それが技術的に可能であり、さらに社会的評価に耐え得るものでなければならぬと考え、つぎのようなモデルを作成した。一般に、路線と起終点を含む交通施設の系における交通客体の消費時間も、次式で示される。

$$t = l/v = l/v_{\max} + t_g + 1/\mu \quad \text{----- (1)}$$

ここに、 l ：考察している路線の距離、 $v_{\max}$ ：路線上を走行し得る経済速度、 v ：平均（もしくはグロス）速度、 t_g ：交通渋滞等による待ち時間、 $1/\mu$ ：サービスを受ける時間。特に、ターミナル施設では(2)式、路線施設では(3)式のように表わされる。

$$t_t = t_g + 1/\mu \quad \text{----- (2)}$$

$$t_r = l/v = l/v_{\max} + t_g \quad \text{----- (3)}$$

つぎに、この場合の評価関数を(4)式のように定める。

$$C_r = C_1/g + C_2(t(g)) \quad \text{----- (4)}$$

ここに、 C_1 ：単位時間あたりの施設の建設および維持費用、 g ：単位時間あたりの施設の利用量、 $C_2(t(g))$ ：施設利用量 g のときの施設における消費時間（(1)～(3)式。すなわち、時間価値・安全性・快適性・混雑による疲労など）に関する費用であって、これは、消費時間の関数。このように定式化が出来れば、(4)式を最小化するような g の値が、実用容量（能力）値として採用し得る有力な情報源となることが認められる。しかし、モデルから得られる施設の容量が絶対的に最適であるという保証はない。その理由として、①(4)式の示す評価に関する客観性と、②入力値と挿入される各値の不確実性に由来する問題が考えられる。これに対しては、感度分析を行なうことによって、算定値の採用の信頼度を求めることが出来よう。

3. 道路の容量算定 路線上を走行する自動車は、(3)式で示されているように、何も支障を受けずに走行し得る $v_{\max}$ を実現し得ず、見掛けの待ち時間 t_g を生ずる。道路の場合、交通量と速度との関係は解析的に、つぎのように求められる。

$$\left. \begin{aligned} q &= v(v_{\max} - v)/b, & q_{\max} - q &= (v_0 - v)^2/b \\ q &= kv, & v &= v_{\max} - bq \end{aligned} \right\} \text{-----}(5)$$

ここに、 q ：時間交通量、 k ：交通密度、 v ：空間平均速度、 b ：定数(>0)、 v_0 ：最大交通量となるときにの速度(臨界速度)。いま、4車線完全出入制限自動車専用道路を仮定したとき、 $q_{\max} = 4,530$ 台/時、 $v_0 = 44$ km/時、 $v_{\max} = 88$ km/時、 $b = 0.427$ という数値が実測から得られる。 $C = C_2/C_1$ (コスト・インデックス)として、(4)式を変形すれば、

$$F(q) = l/q + C \cdot t(q) \text{-----}(4')$$

$$F'(q) = F(q)/l = 1/q + C/(v_0 + \sqrt{b(q_{\max} - q)}) \text{-----}(4'')$$

となり、(4)に上記の数値を代入して次式を得る。

$$F'(q) = 1/q + C/(44 + \sqrt{0.427(4530 - q)}) \text{-----}(6)$$

C をパラメーターとして(6)式を最小にする q を求めるとTable 1のようになる。表から解るように、 C の値が大きくなると容量の算定値は小さくなり、常識とも一致する。従来の実用容量および設計交通量は可能容量の70~90%とされているから、2718~3877台/時となるが、おおむね妥当とされよう。 C の値が精確に計測されれば、本モデルの有用性はより一層高いものとなる。

Table 1

C	q(台/h)	C	q(台/h)
0.025	3714	0.125	2462
0.050	3204	0.150	2317
0.075	2877	0.175	2198
0.100	2642	0.200	2096

4. ふ頭の能力算定 当該ふ頭への1日あたりの平均到着船舶隻数を λ とすれば、(2)式は(7)式のように表わされる。

$$t(\lambda) = t_q + 1/\mu \text{-----}(7)$$

t は、バース数、サービス時間、到着分布等が指定されれば、待ち行列理論により容易に求められ、3節同様、 C を用いれば

$$F(\lambda) = 1/\lambda + C \cdot t(\lambda)/s \text{-----}(8)$$

ここに、 s ：バース数。図には、 $s = 1$ の場合の $1/\mu$ 、 C をパラメーターとするふ頭の最適能力が隻数で示されている。一般に、ふ頭能力は取扱貨物量で表わされる。いま、1隻の荷役量をパラメーターに加えて最適能力を示すと、Table 2を得る。従来1バースの年間取扱貨物量は10~20万トンとされていたが、これは $\bar{q} = 1000$ ト/隻、 $C = 2 \sim 6$ に相当するものである。しかし、 $\bar{q}$ の値が大きくなれば、バースの取扱能力は大きく見る必要がある。

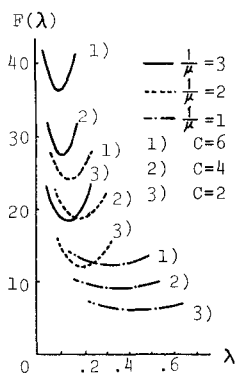


Table 2

C	λ (隻/d)	$\bar{q}$ (t/隻)	貨物量(t/d)	貨物量(t/yr)
2	0.4142	1000	414.2	151,183
		3000	1242.6	453,549
		5000	2071.0	755,915
4	0.3333	1000	333.3	121,655
		3000	999.9	364,964
		5000	1666.5	608,273
6	0.2899	1000	289.9	105,814
		3000	869.7	317,441
		5000	1449.5	529,068

5. 結言 容量を、その施設の建設費・維持管理費、利用者側の時間価値・快適性・輸送費等、その施設によって消費される犠牲の最小値をもって定義することは、納得性を有する一方法であり、本研究は、その有用性を呈示し得たと思われる。