

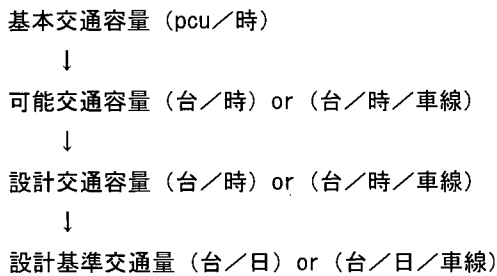
### Ⅲ 港湾の道路における設計基準交通量の設定根拠

#### 1. 道路における設計基準交通量の設定

##### 1.1 道路における設計基準交通量の設定の考え方

道路の技術的な基準は道路法 30 条に基づいて道路構造令によって規定されている。この政令は、道路に関する一般的な基準を定めており、道路の構造を設計する場合に必要な基準の大部分が網羅されている。また、この道路構造令を補完し、一体となって道路の構造における技術基準となり、その運用の方法を示すとともに十分な解説が付け加えられて、道路技術者の手引書または指導書としての「道路構造令の解説と運用（平成 16 年 2 月）」<sup>1)</sup>が存在する。さらに、設計基準交通量の設定に関して特に重要な交通容量に関する解説書としての「道路の交通容量（昭和 59 年 9 月）」<sup>2)</sup>が存在する。本研究においても、これらを参考にするとともに多くの引用をしている。

ここで、道路構造令第 5 条において、地形の状況に応じて計画交通量が一定の設計基準交通量の値以下である場合には 2 車線（往復）とし、それ以外の場合には特別の場合を除いて 4 車線（往復）以上とすることとしている。この道路の設計基準交通量は自動車の日単位の最大許容交通量であり、道路の計画交通量は計画・設計を行う路線の将来通行するであろう自動車の日単位の交通量である。この設計基準交通量は、次の段階により設定されている。



##### 1.2 交通容量および交通量を表す単位

交通容量は 1 時間あたりの乗用車換算台数 pcu(passenger car unit)/時で表すのが基本である。これは、その道路を通行する交通がトラック等の大型車、二輪車などを含まず乗用車だけから構成されている場合における（乗用車のみ）通行台数を示している。

一方で、交通量を実台数で表す場合には台/時を用いており、pcu/時から台/時への換算は大型車の混入等による補正率によって実施される。なお、大型車の混入等による補正率は、時間によって不変な値としている。

##### 1.3 交通容量の概念

交通容量は、道路条件、交通条件、使われ方により大きく次の 3 種類に区分される。以下に、単路部（交通流が中断されない、または中断・妨害を無視しうる道路区間）を対象として、それぞれの概念を整理する。

###### (1) 基本交通容量

基本的な条件下で通過し得る乗用車の最大数であり、単路部における基本交通容量は以下の値となる。

2 車線	2500	pcu/時/往復
多車線	2200	pcu/時/車線

この基本交通容量の単路部の値は、以下の基本的な道路条件、交通条件のもとに定められている。

###### ① 道路条件

- ・車線の幅員が交通容量に影響を与えない程度に十分であること（3.50m 以上）。
- ・路側にある障害物（擁壁、電柱、ガードレール、道路標識等）までの距離が、交通容量と等しい交通流が流れているときの速度に影響を与えない程度以上であること（側方余裕幅が 1.75m 以上あること）。
- ・縦断勾配、曲率半径、視距、その他の線形条件が、交通容量時の速度に影響を与えない程度に良好であること。

###### ② 交通条件

- ・交通容量を減少させるトラック等の大型車、原動機付き二輪車、自転車、歩行者等を含まず、乗用車だけから構成されること。
- ・交通容量時の速度に影響を与えるような速度制限がないこと。

ここで、2 車線とは往復の合計の車線数であり、片側 1 車線を意味する。また、多車線とは往復で 3 車線以上を意味するが、車線数は偶数であるのが一般的である。

また、2 車線における交通量は往復の合計値として用いられる。このため 2 車線の往復比率が 1 : 1 と仮定した場合には、2 車線における 1 車線あたりの基本交通容量は 1250pcu/時/車線となり、多車線の 2200pcu/時/車線の約半分になっている。この 2 車線における車線あたりの基本交通容量が多車線における車線あたりの基本交通容量の半分程度になることは、米国の HCM (Highway Capacity Manual) においても同様の結果が示されている<sup>2)</sup>。

###### (2) 可能交通容量

現実の道路の道路条件および交通条件下で通過することが期待できる乗用車の最大数であり、その算出は基本交通容量を対象とする道路の道路条件、交通条件の影響による補正を行って求める。この可能交通容量の算定式を以下

に示す。なお、道路には、基本交通容量を低減させる障害がある場合がほとんどであり、実際に通行し得る台数は基本交通容量を下回るのが通常である。

・ 2車線道路 (2方向)

$$C_c = C_B \cdot \gamma_L \cdot \gamma_C \cdot \gamma_I \cdot \dots$$

$C_c$  : 可能交通容量 (pcu/時)

$C_B$  : 基本交通容量 = 2500 pcu/時

$\gamma_L, \gamma_C, \gamma_I \dots$  : 各種の補正率

・ 多車線道路

$$C_L = C_B \cdot \gamma_L \cdot \gamma_C \cdot \gamma_I \cdot \dots$$

$C_L$  : 可能交通容量 (pcu/時)

$C_B$  : 基本交通容量 = 2200 pcu/時

$\gamma_L, \gamma_C, \gamma_I \dots$  : 各種の補正率

ここで、補正率 ( $\gamma_L, \gamma_C, \gamma_I \dots$ ) は全てを考慮する必要はなく、影響が僅かである場合、計画段階でその影響が不明の場合には省略することができる。

また、現実の交通には、必ずトラック、バス等の大型車が含まれており、実際の通行可能な実台数には大きな影響を与える。このため、実台数として表示する場合には、大型車による補正により実台数に変換を行うことが必要である。

(3) 設計交通容量

道路を計画、設計する場合に、その道路の種類、性格、重要性に応じて、道路が年間を通じて提供すべきサービスの質の程度に応じて規定される交通量である。可能交通容量は、現実の道路において通行可能な最大数であるが、実際の交通量の変動は大きく、月により、日により、時間により変化するために、計画や設計の対象となる交通需要量が必ずしも最大値であるというわけではない。このために、道路の計画・設計においてはその道路が許容し得る交通量を定める必要があり、設計交通容量という概念が生まれた。

「道路の交通容量」<sup>2)</sup> では、道路を計画・設計する場合に、その道路が提供すべきサービスの程度を示す3ランクの計画水準を設定し、ランクごとに可能交通容量から設計交通容量を設定するための低減率を以下のように定めている。

	都市部	地方部
計画水準1	0.80	0.75
計画水準2	0.90	0.85
計画水準3	1.00	1.00

ここで、それぞれの計画水準の概念は以下のように想定されている。

- ・ 計画水準1 : 計画目標年次において、予想される年間最大ピーク時間交通量が可能交通容量を突破することはない。
- ・ 計画水準2 : 計画目標年次において、年間10時間程度は予想されるピーク時間交通量が可能交通容量を突破して大きな交通渋滞を発生することがある
- ・ 計画水準3 : 計画目標年次において、年間30時間程度は予想されるピーク時間交通量が可能交通容量を突破して大きな交通渋滞を発生することがある。

したがって、道路における設計交通量は以下の式により算定され、また、設計交通容量は、その道路の可能交通容量よりも小さくすることが必要である。

$$\text{設計交通容量} = \text{可能交通容量} \times \text{計画水準ごとの低減率}$$

1.4 交通容量の算定対象箇所

交通容量は次の4カ所を対象として算定される。

(1) 単路部の交通容量

単路部とは、交通流が中断されない、または中断・妨害を無視しうる道路区間のことをいう。ここで、交通流の中断・妨害とは、信号機、一時停止標識、踏切、分合流、織込み等の外的要因によって交通が一時的に停止することである。したがって、このような交通流の中断・妨害の影響がなく、ほぼ連続的な交通流が確保される道路の交通容量として算定される。

(2) 平面交差点の交通容量

平面交差点では、単路部のように道路上の一断面を通過し得る交通容量として単純に求めることはできない。したがって、交差点の運用方法に基づいて平面交差点の交通容量が算定される。

(3) ランプ部の交通容量

ランプ部の交通容量には、ランプ本体の交通容量とランプ接続部の交通容量があり、これらのうち最少の値がランプ部の交通容量として算定される。なお、ランプ接続部の交通容量とは、ランプ加減速車線を介して本線と接続する分合流の交通容量をいう。

(4) 織込み区間の交通容量

織込み区間とは、その区間の上流端と下流端にそれぞれ同一方向の流入路、流出路を2つあるいはそれ以上を有する区間である。この織込み区間の交通は、他の道路区間とは異なる独自の特徴を有しており、米国のHCMに準拠して算定される。

1.5 交通容量への影響要因

交通容量への影響要因は、以下の道路要因、交通要因、その他の要因とに整理される。

(1) 道路要因

道路要因とは、道路の幾何構造に関する物理的な形状に基づくものであり、一般的に以下の項目が考えられる。

- ① 車線数
- ② 出入制限の有無
- ③ 車線幅員
- ④ 側方余裕幅
- ⑤ 路面状態
- ⑥ 線形
- ⑦ 勾配
- ⑧ トンネル
- ⑨ 付加車線、登坂車線、織込み車線

(2) 交通要因

交通要因は、交通の特質に基づくものであり、一般的に以下の項目が考えられる。

- ① 大型車
- ② 動力付二輪車
- ③ 車線分布
- ④ 交通量変動特性
- ⑤ 右・左折車、対向車
- ⑥ 横断歩行者
- ⑦ 交通制御、交通規制

(3) その他の要因

道路要因、交通要因の他に、路面への積雪、視界の善し悪しなどの気象条件等の外的要因や歩行者や自転車が急に飛び出すおそれなどの沿道利用に起因する要因がある。

1.6 道路の設計基準交通量の設定方法

設計基準交通量は道路あたり、または、1車線あたりの「道路の車線数の決定の基準となる交通量」であり、道路の種級区分ごとにその道路の構造条件(特に幅員構成と勾配)および交通条件の標準値および交通に対するサービス

を想定して算定した設計交通容量をK値(計画交通量(年平均日交通量)に対する設計時間交通量の比率)、D値(往復合計の交通量(1時間単位)に対する重方向交通量の比率)を用いて日単位の換算した値を基に、道路建設の経済性および行政上の種々の判断等を勘案して定められている。

この道路構造令の設計基準交通量は、基本交通量、可能交通容量、設計交通容量を踏まえて設計基準交通容量を設定している。現在の道路構造令の設計基準交通容量に関する設定の経緯は、昭和45年版「道路構造令の解説と運用」のみに示されており、以下にその一部を示す。

(1) 2車線(2車線あたり)

- ① 種別：第4種
- ② 地形：都市部
- ③ 級別：第2級
- ④ 設計速度：60, 50 または 40km/h
- ⑤ 車線幅員：3.00m
- ⑥ 側方余裕：左側 0.50m 右側 0.50m
- ⑦ 大型車：混入率 10% 乗用車換算係数 2.1
- ⑧ 補正率
 

車線幅員	0.85
側方余裕	0.75
大型車	0.90
沿道条件	0.70
合計値	0.402
- ⑨ 基本交通容量：2,500 台/時
- ⑩ 可能交通容量：1,010 台/時
- ⑪ 計画水準：2
- ⑫ 計画水準補正：0.90
- ⑬ 設計交通容量：910
- ⑭ ピーク率：9%
- ⑮ 重方向率：-
- ⑯ 設計基準交通量：10,000 台/時

(2) 多車線(1車線あたり)

- ① 種別：第4種
- ② 地形：都市部
- ③ 級別：第2級
- ④ 設計速度：60, 50 または 40km/h
- ⑤ 車線幅員：3.00m
- ⑥ 側方余裕：左側 0.75m 右側 0.50m
- ⑦ 大型車：混入率 10% 乗用車換算係数 1.8
- ⑧ 補正率
 

車線幅員	0.85
側方余裕	0.90
大型車	0.93

沿道条件	0.70
合計値	0.498
⑨ 基本交通容量	: 2,500 台/時
⑩ 能交通容量	: 1,250 台/時
⑪ 計画水準	: 2
⑫ 計画水準補正	: 0.90
⑬ 設計交通容量	: 1,130
⑭ ピーク率	: 9%
⑮ 重方向率	: 60%
⑯ 設計基準交通量	: 10,000 台/時

この道路の設計基準交通量の概念および算定手法を踏まえて、港湾の道路の設計基準交通量の設定を検討する。

## 2. 港湾の道路における設計基準交通量の設定

### 2.1 港湾の道路における設計基準交通量の設定の考え方

道路構造令においては、道路の車線数を決定するために自動車の最大許容交通量を設計基準交通量として設定している。具体的には、ある道路の計画交通量が、設計基準交通量の値以下であれば2車線とし、それよりも大きい場合の車線数は4以上としている。さらに、多車線の場合には、1車線あたりの設計基準交通量を設定している。港湾の道路においても同様に、計画交通量に基づいて車線数を決定するための設計基準交通量を設定する。港湾の道路における設計基準交通量は、道路での考え方を踏まえて以下の手順により設定する。

基本交通容量 (pcu/時)

↓

可能交通容量 (台/時) and (台/時/車線)

↓

設計交通容量 (台/時) and (台/時/車線)

↓

設計基準交通量 (台/時) and (台/時/車線)

### 2.2 港湾の道路の設計基準交通量における単位

道路の設計基準交通量での単位は、台/日あるいは台/日/車線と「日単位」となっている。この点に関して「道路構造令の解説と運用」<sup>1)</sup>では次のように説明している。

「交通量は、地域や路線によって異なる時間変動があるため、道路の詳細設計は、ピーク特性を考慮した時間交通量によることが望ましい。しかし、道路の将来交通量は通

常、年平均日交通量で表されるため、道路の種別区分および車線数の決定など道路の基本的計画に用いる交通量は日単位で考える方が便利である。

ただし、車線数を決める場合、当該道路の交通容量を求め、それと設計時間交通量の割合に応じて定めることが望ましい。しかしながら、道路の交通容量は車線幅員、側方余裕、沿道条件で等により変化するため、一つの設計区間内でも各断面で値が異なることおよび計画交通量が地域の発展の動向、将来の自動車交通の状況等を考慮して求めた推計値であることなどを考えると、このような方法は一般的ではない。したがって車線数は、当該道路の実際の構造、交通条件から定まる交通容量から定めるのではなく、標準的な道路構造と交通条件を想定して求めた設計基準交通量から定めることとしている。（「道路構造令の解説と運用」p.180-181）

「このように車線数は標準的な道路構造と交通条件を想定して定めた日単位の設計基準交通量と、計画交通量（日単位）との割合によって決定される。しかしながら実際の交通量は地域や路線によってそれぞれの時間特性を有し、計画交通量として同じ日であってもピーク時における時間交通量は各々の路線によって異なる。このため、地域や路線の特性に応じた車線数を決定するためには、当該路線のピーク特性、方向特性および大型車混入率を考慮した時間単位の交通量による検証を行い、適切な車線数を定めることに努めなければならない。なお、この時間単位の交通量による車線数の検証を行うにあたっては、「道路の交通容量」を参考にするとよい。（「道路構造令の解説と運用」p.183-184）

すなわち、車線数の決定に際して道路構造令では政令による全国一律の基準値とするために現実的な観点から「日単位」とすることがやむを得ないとし、但し、地域や路線の特性に応じる場合には「時間単位」が望ましいとしている。ここで、通過交通量が多い道路と比較して港湾の道路を考慮した場合には、港湾内での発生・集中を有する交通量が多いことから、その地域の影響を強く受ける特性の強い路線と判断される。このために、港湾の道路における設計基準交通量の単位は「時間単位」とする。

設計時間交通量に関して、「道路の交通容量」<sup>2)</sup>ではその算定の具体的な手法は示しているものの具体的な値は示していない。また、港湾の道路と道路と同様に道路法に基づく道路ではない農道の計画基準書<sup>3)</sup>においても「日単位」が基本となっていることから、港湾の道路において設計基準交通量を「時間単位」とすることは画期的なこと

であるといえる。

一方で、車両の数に関する単位に関しては、港湾の道路では実台数で表すことが現実的に効果的であると判断されると共に道路構造令における設計基準交通量での単位に準じて、「実台数」を用いることとする。

したがって、港湾の道路における設計基準交通量の単位としては、「台/時」あるいは「台/時/車線」を用いることとする。

### 2.3 港湾の道路の設計基準交通量における種類と区分

道路構造令では、道路の種類を、高速道路、自動車専用道路、一般国道、都道府県道、市町村道として、さらに道路の存する地域（都市部、地方部）、道路の存する地区（大都市の都心部、大都市の都心部以外の地区）、道路の存する地域の地形（平地部、山地部）および計画交通量に応じて、第1種第1級から第4級、第2種第1級および第2級、第3種第1級から第5級、第4種第1級から第4級までの種別・級別に区分している。さらに、各種級区分の道路について、普通道路と小型道路の2つに区分している。

ここで、道路の種類の設定は明確であるものの、区分における道路の存する地域（都市部、地方部）、道路の存する地区（大都市の都心部、大都市の都心部以外の地区）、道路の存する地域の地形（平地部、山地部）については明確に区分することは容易ではない。

しかしながら、一方で港湾の道路に関しても、設計基準交通量の設定に際して適切に種類と区分の設定をすることが必要である。道路における種類と区分の設定に対して港湾の道路の特性として以下の点が整理される。

- ・港湾の道路において高速道路、自動車専用道路としての整備は希である。
- ・港湾の道路の存する地域は一般的に都市部であると判断される。
- ・港湾の道路の存する地区は大都市の都市部とは限らない。
- ・港湾の道路の存する地域の地形は平地部であると一般的に判断される。
- ・港湾の道路の計画交通量に区分は可能となるものの、設計基準交通量と整合させるために時間単位となることから、区分が可能な程の量的な差は大きくならないと判断される。

また、港湾の道路の絶対量は少ないために詳細に区分することで逆に混乱が生じることが想定されるために、条件をできるだけ少なくすることで区分を明確にできることが必要である。

このため、港湾の道路に関しては以下の2種類とする。

- ① 港湾と国道等を連絡する道路
- ② その他の道路

ここでは道路の特性におけるネットワークの視点を重視している。いうまでもなく、港湾の道路は港湾内における起終点で完結するのではなく、一般の国道、都道府県道、市町村道とのネットワークが形成される。このうち、国道等とネットワークを形成する道路、すなわち港湾と国道等を連絡する道路に関しては特に重要であると判断する。ここで、国道等における「等」に該当する道路としては国道以外の道路であってもネットワークとしての重要性が国道と同等に高い道路も対象とすることを想定している。

### 2.4 港湾の道路における基本交通容量の設定

基本交通容量は、基本的な条件下で通過し得る乗用車の最大数であり、「道路の交通容量」<sup>2)</sup>に基づき以下の値とする。

- ・単路部
 

2車線	2500	pcu/時/往復
多車線	2200	pcu/時/車線
- ・交差点
 

直進車線	2000	pcu/青1時間/車線
------	------	-------------

ここで、単路部の基本交通容量として示されている値をそのまま適用する。

一方で、信号交差点では単路部と異なり、ある一方方向の基本交通容量というものはない。このため、可能交通容量に対する基本交通容量として示されている飽和交通流率の基本値を適用する。この飽和交通流率は、信号が青を表示している時間の間中、車両の待ち行列が連続して存在しているほど需要が十分にある場合に、交差点流入部を通過し得る最大流量である。

### 2.5 港湾の道路における可能交通容量の設定

基本交通容量に基づき、「道路の交通容量」<sup>2)</sup>で示される手法に基づき可能交通容量を設定する。

#### (1) 2車線

2車線については、「道路の交通容量」の「表 7-1 可能交通容量の算定式」における「一般道路 信号交差点のある道路 2車線」で示される式を踏まえて実台数で示す以下の式により算定する。

$$C_c = \min(C_{c1}, C_{c2})$$

$C_c$  : 可能交通容量(台/時)

$C_{c1}=2500(\text{pcu}/\text{時}) \cdot \gamma_L \cdot \gamma_C \cdot \gamma_N \cdot \gamma_I \cdot \gamma_T$ (台/時)  
(単路部での可能交通容量)

$C_{c2}=2000(\text{pcu}/\text{時}) \cdot \gamma_L \cdot \gamma_N \cdot \gamma_J \cdot \gamma_T \cdot 2$ (台/時)  
(交差点での可能交通容量)

$\gamma_L$  : 単路部の車線幅員における補正率

$\gamma_C$  : 単路部の側方余裕幅による補正率

$\gamma_N$  : 単路部の二輪車混入による補正率

$\gamma_I$  : 単路部の沿道状況(駐車)による補正率

$\gamma_L$  : 交差点の車線幅員における補正率

$\gamma_N$  : 交差点の二輪車混入による補正率

$\gamma_J$  : 交差点の信号による補正率

$\gamma_T$  : 大型車混入による補正率(単路部および交差点とも共通)

上式に基づき、港湾の道路の種類別に各補正率を設定し可能交通容量を算定する。なお、港湾の道路の代表値として補正率の設定するために、良好な状態にある道路ではなく、ある程度の厳しい状況にある道路を想定している。なお設定に際して用いている表番号は「道路の交通容量」<sup>2)</sup>での表番号を示す。

a) 港湾と国道等を連絡する道路

① 単路部

算定に際しての前提条件

・  $W_L$  (車線幅員) : 3.0m

・  $W_C$  (両側の余裕幅) : 0.50m

・ 沿道状況 : 市街地

・ 二輪車混入率 : 0%

(港湾の道路では二輪車は低いと判断)

・ 大型車混入率 : 60% (奥田<sup>4)</sup>の常時観測データによる港湾の道路に関する交通特性の分析結果に基づき、最大値(東京港)を選択)

・ 大型車の乗用車換算係数 : 2.0 (表 7-6 での都市部・平地部の 2 車線)

この前提条件に基づき、 $C_{c1}$ は次のように算定される。

$C_{c1}=2500 \cdot \gamma_L \cdot \gamma_C \cdot \gamma_N \cdot \gamma_I \cdot \gamma_T$   
(単路部での可能交通容量)

・  $\gamma_L=0.99$  (単路部の車線幅員における補正率)

表 7-3 より  $\gamma_L=0.24 \cdot W_L+0.27=0.99$

・  $\gamma_C=0.95$  (単路部の側方余裕幅による補正率)

表 7-3 より  $\gamma_C=0.187 \cdot W_C+0.86=0.9535$

・  $\gamma_N=1.00$  (単路部の二輪車混入による補正率)

・  $\gamma_I=0.70$  (沿道状況による補正率)

表 7-3 2 車線より  $\gamma_I=0.70$

・  $\gamma_T=0.625$  (大型車混入による補正率 : 単路部および交差点とも共通)

( $\gamma_T=100/((100-T)+Er \cdot T)$  (%) )

(道路の交通容量での式 2-5)

T : 大型車混入率 (%)

Er : 大型車の乗用車換算係数

この結果、

$C_{c1}=2500 \cdot 0.99 \cdot 0.9535 \cdot 1.00 \cdot 0.70 \cdot 0.625=1032$  台/時となる。

② 交差点

算定に際しての前提条件

・ 右折車線なし

・ R (右折車率) : 15% (表 7-2 での右折車率 (R) に関する表では 2 車線の場合の右折車率を 10%としているが、港湾内でのこの比率は高いと想定して 4 車線での 20%との平均値として設定)

・ W (車道幅員) : 6.0m 車線幅員 3.0m×2=6.0m ここで  $W=6.0$   $W_0=6.1$   $W_1=8.5$  なので  $W < W_0$

・ G : 表 7-2 での条件 (車線当たりの交通量 500 台未満/時/車線)における国道 0.48

・ 二輪車混入率 : 0%

(港湾の道路では二輪車は低いと判断)

・ 大型車混入率 : 60% (奥田<sup>4)</sup>の常時観測データによる港湾の道路に関する交通特性の分析結果に基づき、最大値(東京港)を選択)

・ 大型車の乗用車換算係数 : 2.0 (表 7-6 での交差点では 1.7 となっているものの、小田<sup>5)</sup>の港湾の道路での実態分析における 40ft 級のセミトレーラに関する結果 (1.90~2.04) に基づく)

この前提条件に基づき、 $C_{c2}$ は次のように算定される。

$C_{c2}=2000 \cdot \gamma_L \cdot \gamma_N \cdot \gamma_J \cdot \gamma_T \cdot 2$   
(交差点での可能交通容量)

・  $\gamma_L=0.95$  (単路部の車線幅員における補正率)

$\gamma_J$ の算定において b'式を適用したことから

$W=6/(2+1)=2.0 < 3.0\text{m}$ なので表 7-2 より  $\gamma_L=0.95$

・  $\gamma_N=1.00$  (単路部の二輪車混入による補正率)

- ・  $\gamma_J = 0.271$  (交差点の信号による補正率)  
右折車線が無い場合および右折車線相当幅の有無を判定する基準幅員の評価において以下の式から算定
- ・  $\gamma_J = \gamma_{J2} = \alpha_L \cdot \alpha_R \cdot G$   
ここで、各係数は次により設定
- ・  $\alpha_R = 0.620$  (右折混入車線の右折車補正率)  
( $\alpha_R = 100 / ((100 - R) + E_R \cdot R)$ )
- ・  $E_R = 5.09$  右折車の直進車換算係数 (右折車当量)  
( $E_R = 1.1 / ((0.45 \cdot (1.67 - 0.67 / G) + 4 / (90 / G)))$ )
- ・  $\alpha_L = 0.91$  (左折混入車線の左折車補正率) 表 7-2 歩行者の多い場合での 2 車線
- ・  $\gamma_T = 0.625$  (大型車混入による補正率: 単路部および交差点とも共通)  
( $\gamma_T = 100 / ((100 - T) + E_T \cdot T)$  (%))  
(道路の交通容量での式 2-5)  
T: 大型車混入率 (%)  
E<sub>T</sub>: 大型車の乗用車換算係数

この結果,  
 $C_{c2} = 2000 \cdot 0.95 \cdot 1.00 \cdot 0.271 \cdot 0.625 \cdot 2 = 643$  台/時  
 となる。

③ 港湾と国道等を連絡する道路の可能交通容量

単路部および交差点における可能交通容量の算定結果から、港湾と国道等を連絡する港湾の道路の 2 車線における可能交通容量は以下の算定より 650 台/時とする。

$$C_c = \min(C_{c1}, C_{c2}) = \min(1032, 643) = 643 \approx 650 \text{ 台/時}$$

b) その他の道路

① 単路部

単路部に関する各種補正率の設定は、「港湾と国道等を連絡する道路」の場合と同様と想定する。

この結果,  
 $C_{c1} = 2500 \cdot 0.99 \cdot 0.9535 \cdot 1.00 \cdot 0.70 \cdot 0.625 = 1032$  台/時  
 となる。

② 交差点

算定に際しての前提条件

- ・ 右折車線なし
- ・ R (右折車率): 15% (表 7-2 での右折車率 (R) に関する表では 2 車線の場合の右折車率を 10% としているが、港湾内でのこの比率は高いと想定して 4 車線での

- 20%との平均値として設定)
- ・ W (車道幅員): 6.0m 車線幅員 3.0m × 2 = 6.0m ここで W=6.0 W0=6.1 W1=8.5 なので W < W0
- ・ G: 表 7-2 での条件 (車線当たりの交通量 500 台未満 / 時 / 車線) における国道 0.48
- ・ 二輪車混入率: 0% (港湾の道路では二輪車は低いと判断)
- ・ 大型車混入率: 60% (奥田<sup>4)</sup>の常時観測データによる港湾の道路に関する交通特性の分析結果に基づき、最大値 (東京港) を選択)
- ・ 大型車の乗用車換算係数: 2.0 (表 7-6 での交差点では 1.7 となっているものの、小田<sup>5)</sup>の港湾の道路での実態分析における 40ft 級のセミトレーラに関する結果 (1.90~2.04) に基づく)

この前提条件に基づき、C<sub>c2</sub>は次のように算定される。

$$C_{c2} = 2000 \cdot \gamma_L \cdot \gamma_N \cdot \gamma_J \cdot \gamma_T \cdot 2$$

(交差点での可能交通容量)

- ・  $\gamma_L = 0.95$  (単路部の車線幅員における補正率)  
 $\gamma_J$ の算定において b' 式を適用したことから  
W=6/(2+1)=2.0 < 3.0m なので表 7-2 より  $\gamma_L = 0.95$
- ・  $\gamma_N = 1.00$  (単路部の二輪車混入による補正率)
- ・  $\gamma_J = 0.211$  (交差点の信号による補正率)  
右折車線が無い場合および右折車線相当幅の有無を判定する基準幅員の評価において以下の式から設定  
 $\gamma_J = \gamma_{J2} = \alpha_L \cdot \alpha_R \cdot G$   
ここで、各係数は次により設定  
 $\alpha_R = 0.533$  (右折混入車線の右折車補正率)  
( $\alpha_R = 100 / ((100 - R) + E_R \cdot R)$ )  
 $E_R = 6.85$  (右折車の直進車換算係数 (右折車当量)  
( $E_R = 1.1 / ((0.45 \cdot (1.67 - 0.67 / G) + 4 / (90 / G)))$ )  
 $\alpha_L = 0.91$  (左折混入車線の左折車補正率) 表 7-2 歩行者の多い場合での 2 車線
- ・  $\gamma_T = 0.625$  (大型車混入による補正率: 単路部および交差点とも共通)  
( $\gamma_T = 100 / ((100 - T) + E_T \cdot T)$  (%))  
(道路の交通容量での式 2-5)  
T: 大型車混入率 (%)  
E<sub>T</sub>: 大型車の乗用車換算係数

この結果,  
 $C_{c2} = 2000 \cdot 0.95 \cdot 1.00 \cdot 0.211 \cdot 0.625 \cdot 2 = 501$  台/時  
 となる。

③ その他の道路の可能交通容量

単路部および交差点における可能交通容量の算定結果から、その他の港湾の道路の2車線における可能交通容量は以下の算定より500台/時とする。

$$C_c = \min(C_{c1}, C_{c2}) = \min(1032, 501) \\ = 501 \approx 500 \text{ 台/時}$$

(2) 多車線

多車線についても、「道路の交通容量」<sup>2)</sup>の「表7-1 可能交通容量の算定式」における「一般道路 信号交差点のある道路 多車線」で示される式を踏まえて実台数で示す以下の式により算定する。

$$C_c = \min(C_{c1}, C_{c2})$$

$C_c$  : 可能交通容量(台/時/車線)

$$C_{c1} = 2200(\text{pcu/時/車線}) \cdot \gamma_L \cdot \gamma_C \cdot \gamma_N \cdot \gamma_I \cdot \gamma_T \\ (\text{台/時/車線}) \quad (\text{単路部での可能交通容量})$$

$$C_{c2} = 2000(\text{pcu/時/車線}) \cdot \gamma_L' \cdot \gamma_N' \cdot \gamma_J \cdot \gamma_T \\ (\text{台/時/車線}) \quad (\text{交差点での可能交通容量})$$

$\gamma_L$  : 単路部の車線幅員における補正率

$\gamma_C$  : 単路部の側方余裕幅による補正率

$\gamma_N$  : 単路部の二輪車混入による補正率

$\gamma_I$  : 単路部の沿道状況(駐車)による補正率

$\gamma_L'$  : 交差点の車線幅員における補正率

$\gamma_N'$  : 交差点の二輪車混入による補正率

$\gamma_J$  : 交差点の信号による補正率

$\gamma_T$  : 大型車混入による補正率(単路部および交差点とも共通)

上式に基づき、港湾の道路の種類別に各補正率を設定して可能交通容量を算定する。なお、港湾の道路の代表値として補正率の設定するために、良好な状態にある道路ではなく、ある程度の厳しい状況にある道路を想定している。なお設定に際して用いている表番号は「道路の交通容量」<sup>2)</sup>での表番号を示す。

a) 港湾と国道等を連絡する道路

① 単路部

算定に際しての前提条件

- ・  $W_L$  (車線幅員) : 3.0m
- ・  $W_C$  (両側の余裕幅) : 0.50m
- ・ 沿道状況 : 市街地
- ・ 二輪車混入率 : 0%

(港湾の道路では二輪車は低いと判断)

- ・ 大型車混入率 : 60% (奥田<sup>4)</sup>の常時観測データによる港湾の道路に関する交通特性の分析結果に基づき、最大値(東京港)を選択)
- ・ 大型車の乗用車換算係数 : 2.0 (表2-4での都市部・平地部の2車線)

この前提条件に基づき、 $C_{c1}$ は次のように算定される。

$$C_{c1} = 2200 \cdot \gamma_L \cdot \gamma_C \cdot \gamma_N \cdot \gamma_I \cdot \gamma_T \\ (\text{単路部での1車線あたりの可能交通容量})$$

- ・  $\gamma_L = 0.99$  (単路部の車線幅員における補正率)

$$\text{表7-3より } \gamma_L = 0.24 \cdot W_L + 0.27 = 0.99$$

- ・  $\gamma_C = 0.9535$  (単路部の側方余裕幅による補正率)

$$\text{表7-3より } \gamma_C = 0.187 \cdot W_C + 0.86 = 0.953$$

- ・  $\gamma_N = 1.00$  (単路部の二輪車混入による補正率)

- ・  $\gamma_I = 0.75$  (沿道状況による補正率)

$$\text{表7-3 多車線より } \gamma_I = 0.75$$

- ・  $\gamma_T = 0.625$  (大型車混入による補正率 : 単路部および交差点とも共通)

$$(\gamma_T = 100 / ((100 - T) + Er \cdot T) (\%))$$

(道路の交通容量での式2-5)

T : 大型車混入率 (%)

Er : 大型車の乗用車換算係数

この結果、

$$C_{c1} = 2200 \cdot 0.99 \cdot 0.9535 \cdot 1.00 \cdot 0.75 \cdot 0.625 \\ = 973 \text{ 台/時/車線となる。}$$

② 交差点

多車線では、単路部では片側の車線数、例えば2車線と3車線の場合に関して算定式は同じである。しかしながら、交差点に関しては右折車の影響により結果が大きく異なる。特に、国道と連絡する道路ではこの点が重要となるために、右折車に対応するために片側2車線であるものの右折車線の設定で対応する場合と片側3車線(但し、右折車線はない場合)で対応する場合の両方のケースを算定する。

②-1 : 片側2車線で右折車線がある場合

算定に際しての前提条件

- ・ 右折車線あり
- ・ 車線数4 (片側車線数  $n = 2$ )
- ・ R (右折車率) : 20% (道路の交通容量表7-2での右折車率(R)に関する表では4車線の場合の右折車率と



して設定)

- W (車道幅員) : 12.0m 車線幅員 3.0m×4 = 12.0m  
ここで W=12.0 W<sub>0</sub>=11.6 W<sub>1</sub>=14.0 なので  
W<sub>0</sub><W<W<sub>1</sub>
- G : 0.53 表 7-2 での条件 (車線当たり交通量 500~1000 台未満/時/車線) での国道から設定
- 二輪車混入率 : 0 %  
(港湾の道路では二輪車は低いと判断)
- 大型車混入率 : 60% (奥田<sup>4)</sup>) の常時観測データによる港湾の道路に関する交通特性の分析結果に基づき, 最大値 (東京港) を選択)
- 大型車の乗用車換算係数 : 2.0 (表 7-6 での交差点では 1.7 となっているものの, 小田<sup>5)</sup> の港湾の道路での実態分析における 40ft 級のセミトレーラに関する結果 (1.90~2.04) に基づく)

この前提条件に基づき, C<sub>c2-1</sub> は次のように算定される.

$$C_{c2-1} = 2000 \cdot \gamma_L \cdot \gamma_N \cdot \gamma_J \cdot \gamma_T$$

(交差点での 1 車線あたりの可能交通容量)

- $\gamma_L = 1.0$  (単路部の車線幅員における補正率)  
右折車線ありとしたことから車線幅員  $\geq 3.0m$  なので表 7-2 より  $\gamma_L = 1.0$
- $\gamma_N = 1.00$  (単路部の二輪車混入による補正率)
- $\gamma_J = 0.538$  (交差点の信号による補正率)  
右折車線あり場合では以下の式から設定  
 $\gamma_J = \gamma_{J1} = (\alpha_L + n - 1) \cdot (1.1/n) \cdot G$   
ここで, 各係数は次により設定  
 $\alpha_R = 0.392$  (右折混入車線の右折車補正率)  
( $\alpha_R = 100 / ((100 - R) + ER \cdot R)$ )  
 $ER = 8.75$  (右折車の直進車換算係数 (右折車当量))  
( $ER = 1.1 / (6 / (90 \cdot G))$ )  
 $\alpha_L = 0.83$  (左折混入車線の左折車補正率)  
表 7-2 歩行者の多い場合での 4 車線
- $\gamma_T = 0.625$  (大型車混入による補正率 : 単路部および交差点とも共通)
- ( $\gamma_T = 100 / ((100 - T) + ER \cdot T)$  (%) )  
(道路の交通容量での式 2-5)  
T : 大型車混入率 (%)  
Er : 大型車の乗用車換算係数

この結果,

$$C_{c2-1} = 2000 \cdot 1.00 \cdot 1.00 \cdot 0.538 \cdot 0.625 = 673 \text{ 台/時/車線}$$

となる.

②-2 : 片側 3 車線で右折車線が無い場合

算定に際しての前提条件

- 右折車線なし
- 車線数 6 (片側車線数 n = 3)
- R (右折車率) : 33% (表 7-2 での右折車率 (R) に関する表では 4 車線の場合の右折車率として設定)
- W (車道幅員) : 18.0m 車線幅員 3.0m×6 = 18.0m  
ここで W=18.0 W<sub>0</sub>=17.1 W<sub>1</sub>=19.5 なので  
W<sub>0</sub><W<W<sub>1</sub>
- G : 0.53 表 7-2 での条件 (車線当たり交通量 500~1000 台未満/時/車線) での国道から設定
- 二輪車混入率 : 0 %  
(港湾の道路では二輪車は低いと判断)
- 大型車混入率 : 60% (奥田<sup>4)</sup>) の常時観測データによる港湾の道路に関する交通特性の分析結果に基づき, 最大値 (東京港) を選択)
- 大型車の乗用車換算係数 : 2.0 (表 7-6 での交差点では 1.7 となっているものの, 小田<sup>5)</sup> の港湾の道路での実態分析における 40ft 級のセミトレーラに関する結果 (1.90~2.04) に基づく)

この前提条件に基づき, C<sub>c2-2</sub> は次のように算定される.

$$C_{c2-2} = 2000 \cdot \gamma_L \cdot \gamma_N \cdot \gamma_J \cdot \gamma_T$$

(交差点での 1 車線あたりの可能交通容量)

- $\gamma_L = 0.95$  (単路部の車線幅員における補正率)  
 $\gamma_J$  の算定において c 式を適用したことから  
W=18/(6+1)=2.6<3.0m なので 表 7-2 より  
 $\gamma_L = 0.95$
- $\gamma_N = 1.00$  (単路部の二輪車混入による補正率)
- $\gamma_J = 0.427$  (交差点の信号による補正率)  
右折車線が無い場合および右折車線相当幅の有無を判定する基準幅員の評価 (W<sub>0</sub><W<W<sub>1</sub>) において以下の式から設定  
 $\gamma_J = \gamma_{J2} + (\gamma_{J1} - \gamma_{J2}) \cdot (W - W_0) / (W_1 - W_0)$   
( $\gamma_{J1} = (\alpha_L + n - 1) \cdot (1.1/n) \cdot G = 0.539$ )  
( $\gamma_{J2} = (\alpha_L + \alpha_R + n - 2) / n \cdot G = 0.359$ )  
ここで, 各係数は次により設定  
 $\alpha_R = 0.281$  (右折混入車線の右折車補正率)  
( $\alpha_R = 100 / ((100 - R) + ER \cdot R)$ )  
 $ER = 8.75$  (右折車の直進車換算係数 (右折車当量))  
( $ER = 1.1 / (6 / (90 \cdot G))$ )  
 $\alpha_L = 0.75$  (左折混入車線の左折車補正率) 表 7-2 より歩行者の多い場合での 6 車線

- ・  $\gamma_T=0.625$  (大型車混入による補正率：単路部および交差点とも共通) ( $\gamma_T=100/((100-T)+Er \cdot T)$  (%) (道路の交通容量での式 2-5))
- T：大型車混入率 (%)
- Er：大型車の乗用車換算係数

この結果、  
 $C_{c22}=2000 \cdot 0.95 \cdot 1.00 \cdot 0.427 \cdot 0.625=507$  台/時/車線となる。

②-3：多車線の場合の交差点での可能交通容量

多車線の交差点に関しては車線数および右折車線の有無により算定式が異なるため、片側2車線で右折車線がある場合には673台/時/車線であり、片側3車線で右折車線がない場合には507台/時/車線と算定された。しかしながら、多車線の車線数を求めるための可能交通容量の原単位を、結果として求めるべき車線別に設定するのは適切ではなく、また、右折車線の有無による場合分けを行うことはさらに混乱を招く。このために、両者の値の平均値を多車線の場合の交差点での可能交通容量とする。

$$C_{c2} = (C_{c21} + C_{c22}) / 2 = (673 + 507) / 2 = 590 \text{ 台/時/車線}$$

③ 港湾と国道等を連絡する道路の可能交通容量

単路部および交差点における可能交通容量の算定結果から、港湾と国道等を連絡する港湾の道路の多車線における可能交通容量は以下の算定より600台/時/車線とする。

$$C_c = \min(C_{c1}, C_{c2}) = \min(973, 590) = 590 \approx 600 \text{ 台/時/車線}$$

b) その他の道路

① 単路部

単路部に関する各種補正率の設定は、「港湾と国道等を連絡する道路」の場合と同様と想定する。

この結果、  
 $C_{c1}=2200 \cdot 0.99 \cdot 0.95 \cdot 1.00 \cdot 0.75 \cdot 0.625=969$  台/時/車線となる。

② 交差点

「港湾と国道等を連絡する道路」での交差点に関しては、片側2車線で右折車線がある場合と片側3車線で右折車

線がない場合について算定した。しかしながら、「その他の道路」は「港湾と国道等を連絡する道路」と比較して一般的に規模が小さいために片側2車線で右折車線が無い場合のみについて算定する。

算定に際しての前提条件

- ・ 右折車線なし
- ・ 車線数4 (片側車線数  $n=2$ )
- ・ R (右折車率)：20% (道路の交通容量表 7-2 での右折車率 (R) に関する表では4車線の場合の右折車率として設定)
- ・ W (車道幅員)：12.0m 車線幅員  $3.0m \times 4 = 12.0m$   
 ここで  $W=12.0$   $W_0=11.6$   $W_1=14.0$  なので  $W_0 < W < W_1$
- ・ G：0.53 表 7-2 での条件 (車線当たり交通量 500~1000 台未満/時/車線) での国道から設定 0.53
- ・ 二輪車混入率：0% (港湾の道路では二輪車は低いと判断)
- ・ 大型車混入率：60% (奥田<sup>4)</sup> の常時観測データによる港湾の道路に関する交通特性の分析結果に基づき、最大値 (東京港) を選択)
- ・ 大型車の乗用車換算係数：2.0 (表 7-6 での交差点では 1.7 となっているものの、小田<sup>5)</sup> の港湾の道路での実態分析における 40ft 級のセミトレーラに関する結果 (1.90~2.04) に基づく)

この前提条件に基づき、 $C_{c2}$  は次のように算定される。

$$C_{c2} = 2000 \cdot \gamma_L \cdot \gamma_N \cdot \gamma_J \cdot \gamma_T$$

(交差点での1車線あたりの可能交通容量)

- ・  $\gamma_L=0.95$  (単路部の車線幅員における補正率)  
 $\gamma_J$  の算定において c 式を適用したことから  $W=12/(4+1)=2.4 < 3.0m$  なので 表 7-2 より  $\gamma_L=0.95$
- ・  $\gamma_N=1.00$  (単路部の二輪車混入による補正率)
- ・  $\gamma_J=0.305$  (交差点の信号による補正率)  
 右折車線が無い場合 および 右折車線相当幅の有無を判定する基準幅員の評価 ( $W_0 < W < W_1$ ) において以下の式から設定  
 $\gamma_J = \gamma_{J2} + (\gamma_{J1} - \gamma_{J2}) \cdot (W - W_0) / (W_1 - W_0)$   
 $(\gamma_{J1} = (\alpha_L + n - 1) \cdot (1.1/n) \cdot G = 0.442)$   
 $(\gamma_{J2} = (\alpha_L + \alpha_R + n - 2) / n \cdot G = 0.278)$   
 ここで、各係数は次により設定  
 $\alpha_R = 0.447$  (右折混入車線の右折車補正率)

$$(\alpha_R = 100 / ((100 - R) + ER \cdot R))$$

$E_R = 8.75$  (右折車の直進車換算係数 (右折車当量))

$$(E_R = 1.1 / (6 / (90 \cdot G)))$$

$\alpha_L = 0.83$  (左折混入車線の左折車補正率)

表 7-2 歩行者の多い場合での 4 車線

・  $\gamma_T = 0.625$  (大型車混入による補正率: 単路部および交差点とも共通) ( $\gamma_T = 100 / ((100 - T) + Er \cdot T)$  (%))

(道路の交通容量 式 2-5) )

T : 大型車混入率 (%)

$E_r$  : 大型車の乗用車換算係数

この結果,

$$C_{c2} = 2000 \cdot 0.95 \cdot 1.00 \cdot 0.305 \cdot 0.625 = 362 \text{ 台/時/車線}$$

となる。

### ③ その他の道路の可能交通容量

単路部および交差点における可能交通容量の算定結果から, その他の港湾の道路の多車線における可能交通容量は以下の算定より 350 台/時/車線とする。

$$C_c = \min(C_{c1}, C_{c2}) = \min(969, 362)$$

$$= 362 \approx 350 \text{ 台/時/車線}$$

### (3) 可能交通容量の整理

以上の算定結果を踏まえて, 2 車線および多車線について港湾の道路の種類別に可能交通容量を整理する。

#### ① 2 車線 (往復)

- ・ 港湾と国道等を連絡する道路 650 台/時
- ・ その他の道路 500 台/時

#### ② 多車線

- ・ 港湾と国道等を連絡する道路 600 台/時/車線
- ・ その他の道路 350 台/時/車線

## 2.6 港湾の道路における設計交通容量および設計基準交通量の設定

### (1) 道路における設計交通容量および設計基準交通量の設定方法

設計交通容量は, ある一定の交通サービスの質 (計画水準) を保つことができるように, 道路の計画設計する上でその道路が年間を通じて提供すべきサービスの質の程度に応じて規定され, 以下のように設定される。

設計交通容量 = 可能交通容量 × 計画水準ごとの低減率

さらに, 設計基準交通量は, この設計交通容量を K 値および D 値により日交通量に拡大して求められている。この各段階を整理すると次のようになる。

可能交通容量 (台/時)

↓ : 計画水準補正

設計交通容量 (台/時)

↓ : K 値, D 値, 車線数等補正

設計基準交通量 (台/日)

ここで

K 値 (%) : 計画交通量 (年平均日交通量) に対する設計時間交通量の比率

この設計時間交通量としては, 通常は 1 年間の 8760 時間の時間交通量を大きい順に並べた場合の 30 番目の時間交通量を採用することを標準としている。

D 値 (%) : 往復合計の交通量 (1 時間単位) に対する重方向交通量の比率

### (2) 港湾の道路における設計交通容量および設計基準交通量の設定方法

港湾の道路では, 可能交通容量から設計交通容量および設計基準交通量を以下のように設定する。

#### a) 計画水準による補正

港湾の道路においては, IV, V 章で示すように時間当たりの計画時間交通量の推計時点において計画水準を考慮することとし, 可能交通容量から設計交通容量への補正に際しての計画水準補正は実施しないこととする。このため, 可能交通容量と設計交通容量との関係は次式のようになる。

$$\text{可能交通容量} = \text{設計交通容量}$$

これは, 港湾の道路では各港湾における特性の影響を大きく作用されるために, 全国一律の基準値の基礎となる設計交通容量においてサービス水準を設定するのではなく, 時間当たりの計画時間交通量の推計段階において対象港湾に対応した水準を設定することとした。

b) 設計交通容量 (台/時) から設計基準交通量 (台/日) への変換

2.2において、港湾の道路では港湾に発生・集中を有する交通量が多く、その地域の影響を強く受けることから、港湾の道路における設計基準交通量の単位は「時間単位」とすると整理した。このため、港湾の道路では日交通量に拡大する必要がないために設計交通容量と設計基準交通量との関係は次式のようなになる。

$$\text{設計交通容量} = \text{設計基準交通量}$$

c) 港湾の道路の設計基準交通量

上記の整理から、港湾の道路の設計基準交通量は次式により設定される。

$$\text{可能交通容量} = \text{設計交通容量} = \text{設計基準交通量}$$

この結果、港湾の道路における設計基準交通量を以下のように設定する。

① 2車線 (往復)

- ・ 港湾と国道等を連絡する道路 650 台/時
- ・ その他の道路 500 台/時

② 多車線

- ・ 港湾と国道等を連絡する道路 600 台/時/車線
- ・ その他の道路 350 台/時/車線

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用，日本道路協会，2004
- 2) 日本道路協会：道路の交通容量，日本道路協会，1984
- 3) 農林水産省農村振興局計画部資源課監修：土地改良事業計画設計基準・計画書「農道」基準書・技術書，農業土木学会，2001
- 4) 奥田薫，村田利治，岡野秀男：常時観測データにみる港湾の道路の交通特性，港湾技術研究資料 No.876，1997
- 5) 小田勝也，竹下正俊：臨港道路における実態観測に基づく交差点の交通容量に及ぼす大型車の影響，港湾技術研究資料 No.747，1993