

駐車実態調査方式の研究

毛利正光

駐車の問題は都市活動の能率・利便と交通の安全・緩和を計るために早急にその解決を計らなければならない重要な問題であり、その対策上の根幹は路外駐車場を建設し、道路は本来の目的である交通の用に供することにある。駐車場の建設に当っては限られたスペースが能率よく最も有効に利用せられるように、駐車の実態・習性等の科学的調査にもとづいて、駐車問題解決のための最も好ましい対策がたてられねばならない。しかし駐車現象はきわめて複雑で、その地域的特性を究明する必要がある、かなり大規模な実態調査を行なう必要がある。これには多大の経費が必要となる。このためわが国の都市における駐車に関する資料はきわめて乏しい状態にある。広範囲にわたる調査を行なって、駐車に関する実態を把握して、問題解決のための基本方針が確立せられなければならない。

このような意味から駐車実態調査方式に関する研究をとりまとめ、つぎに述べるような一つの調査方式を提案したものである。

(1) 駐車場計画に必要な基本事項および各種駐車実態調査方法の比較

駐車場計画に必要な一般の事項および用語の説明と定義を与えるとともに、従来行われてきた調査方法を人力・写真・自動車などを用いて観測する方法と質問によ

表-1 調査方法別調査可能事項一覧

事項	方法						
	面カード式	接葉書式	プレート断続式	ノンプレート断続式	プレート連続式	ノンプレート連続式	
時刻別駐車台数	×	×	△	△	○	○	
最駐車台数	×	×	△	×	○	○	
車種別駐車台数	△	△	△	△	○	○	
駐車時間別駐車台数	△	△	×	×	○	×	
平均駐車時間	△	△	×	×	○	○	
最駐車時間	△	△	×	×	○	×	
平均占用率および回転率	△	△	△	△	○	△	
駐車場所と目的地的関係	○	△	×	×	×	×	

○ 調査可能, 正確 △ 調査可能, 不正確 × 調査不可能

る方法に分類し、これら各種調査方法別調査可能事項を比較検討した(表-1 参照)。

(2) 提案する駐車実態調査方式とその精度

駐車実態調査を行なうに当って、駐車時間を正確に決定するためには、ある地域に出入する車を全部連続して観測すればよい。しかしこの方式では駐車台数の多少にかかわらず観測者はかなり長時間の緊張を強制せられることになり、また多大の人員と経費を必要とすることになるから駐車時間の非常に短いところとか特別の目的以外は不必要である。

ここで述べる方法は一種のプレート断続式調査方式にもとづいて適当な時間間隔をおいて観測記録するもので容易にかつ十分実用的な成果をうることができる。

一般に駐車時間の分布は指数分布にしたがうものと考えてよいから、駐車的全時間 τ がある与えられた時間 t をこえる確率はつぎのように書くことができる。

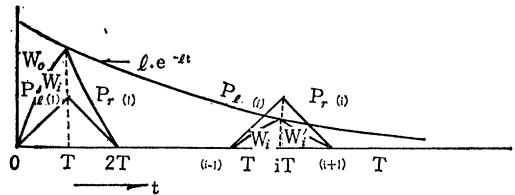
$$P(\tau > t) = e^{-lt} \quad (l \text{ は正の定数}) \dots\dots\dots (1)$$

したがってその確率密度関数 $f(t)$ は次式で与えられる。

$$f(t) = \begin{cases} l \cdot e^{-lt} & (t \geq 0) \\ 0 & (t < 0) \end{cases} \dots\dots\dots (2)$$

ここに l は平均駐車時間の逆数で正の定数

図-1



いま時間間隔 T ごとに観測するものとする、一般に i 回観測される車は駐車時間の長さが $(iT \pm T)$ の範囲のものである。したがって駐車時間 t が $(i-1)T \sim iT$, および $iT \sim (i+1)T$ の車が i 回観測される確率をそれぞれ $p_l(i)$, $p_r(i)$ とすると、

$$\left. \begin{aligned} p_l(i) &= \frac{t}{T} - (i-1), [(i-1)T \leq t \leq iT] \\ p_r(i) &= (i+1) - \frac{t}{T}, [iT \leq t \leq (i+1)T] \end{aligned} \right\} \dots\dots (4)$$

この場合駐車時間が $0 < t \leq T$ の車は式(4)から

$$p_r(0) = 1 - \frac{t}{T} \dots\dots\dots (4')$$

なる確率で観測もれとなる。これが連続調査を行なった場合の結果と違った調査結果を与える主な原因となる。

駐車の特性が式(2)で与えられるとき i 回観測されるものは次式で計算される。

$$\int_{(i-1)T}^{iT} f(t) \cdot p_o(i) dt + \int_{iT}^{(i+1)T} f(t) p_r(i) dt$$

$$= W_i + W_i' = \frac{e^{-iT}}{lT} (e^{iT} + e^{-iT} - 2)$$

$$= \frac{2e^{-iT}}{lT} (\cosh lT - 1) \dots\dots\dots(5)$$

つぎに観測もれとなるものを W_0 とすると、

$$W_0 = 1 - \left\{ W_1 + \int_T^\infty l e^{-lT} dt \right\}$$

$$= \frac{1}{lT} (e^{-iT} + lT - 1) \dots\dots\dots(6)$$

いま参考として、観測時間間隔の粗さと観測もれとなるものの割合を示すと表-2 のようになる。

表-2 観測もれとなるものの割合 (W₀ %)

平均駐車時間 1/l (分)	観測時間間隔 T (分)					
	0	5	10	15	20	30
30	0	7.8	14.8	21.3	27.0	36.8
60	0	4	7.8	11.5	14.8	21.3

観測されるもの全体を W とすれば

$$W = 1 - W_0 = \frac{1}{lT} (1 - e^{-iT}) \dots\dots\dots(7)$$

したがって計画に当って考慮しなければならない全台数は観測実台数を値 $(1 - W_0)$ で割れば求められるから

$$\text{全台数} = \text{観測実台数} \times \frac{lT}{1 - e^{-iT}} \dots\dots\dots(8)$$

として求めることができる。

つぎに観測資料の統計的処理上、通常 i 回観測された車の駐車時間は iT であるとして集計を行なう。このことは「調査中 i 回観測される車の台数は iT 時間駐車している車の台数に等しい」と仮定して計算を進めることになる。一方連続調査をした場合に iT 時間駐車する車は資料の処理上 $(iT \pm T/2)$ のものをとるから、 iT 時間駐車するものは、

$$i \cdot e^{-iT} \times T \dots\dots\dots(9)$$

したがって式 (5) と式 (9) の比をとると

$$\frac{2e^{-iT}}{lT} (\cosh lT - 1) \div \frac{2e^{-iT}}{lT} (\cosh lT - 1) = \left(\frac{\sinh lT/2}{lT/2} \right)^2 \approx 1 + \frac{(lT)^2}{12}$$

……………(10)

すなわち調査結果の差違は i に無関係にほぼ $(lT)^2/12$ で与えられることになる。

また駐車は一種の社会現象であって、これを統計的にみれば 24 時間を周期として大体同じような変化をしていると考えられ、これを総括的にながめた場合その生起の確率が密度関数 $f(t)$ にしたがうことになる。したがって $f(t)$ は理論上無限の連続調査を行なってはじめて決定されることになるので、このような密度関数 $f(t)$ が与えられた場合にくらべると理論上の誤差は

$$\frac{\sinh lT/2}{lT/2} \approx 1 + \frac{(lT)^2}{24} \dots\dots\dots(11)$$

で与えられる。

上述の精度や調査結果の補正等の計算を行なうためには関数 $f(t)$ の特性を示す l の値を知ることが必要となってくる。これを手元に得られる実測資料から求めるためにはつぎの高次方程式を解けばよい。

$$(ml_a T - 1)x^{m+1} - \{(m+1)l_a T - 1\}x^m + x + l_a T - 1 = 0 \dots\dots\dots(12)$$

ここに m : 観測回数

l_a : 実測資料から求まる見掛の平均駐車時間

x : e^{-iT} を x と置いたもの

すなわちこの方程式の係数はすべて実測値から決定できる値であるから一般に解くことができる。その一つの実根を x_1 とすると、

$$l = \frac{-\log x_1}{T} \dots\dots\dots(13)$$

から l の値を求めることができ、既述の補正、精度、誤差の計算を行なうことができる。

(3) 駐車時間が特別な分布をする場合の補正の理論

つぎに駐車時間が特別な分布をするとか、特定の時間以下の短時間駐車のを計画から除外する場合などの特別な条件が与えられた場合の解法を示すとともに、実測値にもとづいた計算例を示し、実用上容易に少数の人員で広範な調査の可能なことを示したもので、駐車問題解決に益することきわめて大なるものがあると考えられる。

[正会員 工博 名古屋大学教授 工学部土木工学教室]

若戸橋調査報告書・工事報告書

川崎偉志夫・池田 哲夫
乙藤 憲一・吉田 巖
下川 浩資

日本における最長のつり橋として、北九州の洞海湾の入口をまたいで、若戸橋が建設された。調査開始から工事完成までの7年間にわたる作業記録を、調査報告書・工事報告書としてそれぞれB5版920ページ、1248ページの大部の内容にまとめた。以下その概要を述べて、建設にともなう技術内容を紹介する。

1. 調査

調査は昭和30年11月現地事務所が開設されてより本格化し、昭和33年5月、工事事務所に改組されるまでの30カ月にわたり実施された。

調査項目は、つぎに述べる18項目にわたった。

港湾調査：洞海湾が八幡製鉄をはじめとするわが国有数の工業地帯をかかえている関係上、出入船舶は非常に多く、その地理的条件のもとで、つり橋の桁下高、橋脚の位置決定は工費に重大な影響をおよぼすだけでなく、港湾機能にも関係することなので、解決に多大の労力と時間を要した。調査は出入船舶の調査にはじまり、写真測量を応用した航跡調査を活用して、大形船航行の軌跡を求め、海中橋脚設置の影響を調べて、判断の資料とした。

地形調査：比較路線決定のための計画線測量と、工事計画の実測線測量を行ない、別に高精度の渡海測量を行った。

地質調査：ボーリング工事に併行して、九州大学の手で、洞海湾周辺地質調査を行ない、断層配置、地層配列を明らかにして、路線選定の基礎とした。主橋梁基礎の施工法を決めるための揚水調査、支持地盤の支持力決定のためのコアの試験のほか、表層第4紀層のクイックサンド試験、膨潤性頁岩の滑り抵抗試験などをふくめて、土木研究所、九州大学に依頼調査をした。また別に砂礫層での薬液注入の効果実験を茨城県千歳橋で行ない、止水効果は確認したが高価であるため、実用は見合せた。

経済調査：架橋の経済効果に関する基礎調査のほか、渡船のO・D調査、道路交通量、鉄道輸送量調査などを実施した。

用地物件調査：用地取得に関係する、土地、物件の調査を行なったが、つり橋の建設にともなう、海上保安部信号所の視界不良と、戸畑漁業無線の無電障害の問題が特殊問題として取り上げられた。

気象調査：気温、湿気、降雨量観測のほか、中国電力球型風圧計による風圧観測を実施し、設計風速決定のための資料とした。また設計震度決定のため過去の地震記録を整理した。

コンクリート試験：使用コンクリート量 120 000 m³、1 回打設量 1 000 m³ に達することから、広く骨材調査を行なうとともに、使用セメントの決定、コンクリートの配合試験を実施した。使用コンクリートのうちケーソン工事用のコンクリートは特殊仕様が要求されたので、比較試験の結果、早強ポゾランセメントにフライアッシュ 20% 混入のものをを用いることとし、他の一般セメントとしては、50% スラグ混入の高炉セメントを用いることとした。

鋼索試験：ケーブルおよびハンガーロープをどのような構造形式のワイヤロープで造るか、またワイヤロープの寸法ならびに機械的性質をいかにとるかということ調査するため、土木研究所に委託して行なった。その結果このつり橋規模ではケーブルとして、ストランドロープが最適であり、国産万能であることが判明した。

主索定着部光弾性実験：ケーブル定着部のアンカーブロックの応力解析を土木研究所に委託して実施した。試験は、A、B2 案の比較実験とし、決定案について、3 次元光弾性実験を行ない、その結果を設計に反映せしめた。

ケーブルバンド試験：ケーブルバンド設計の資料として、鋼線すべり抵抗試験、バンド応力度試験、バンドすべり抵抗試験を実施した。特にバンドボルトの張力検定のためひずみ計を試作した。

ソケット合金のクリープ試験：ケーブル、ロープの端部は合金止めとなったので、曲げクリープ測定による材料試験とその結果定まった合金 2、3 種について実物大試験を実施した。

鋼床版舗装試験：回転道路試験機による一次舗装試験二次舗装試験を行ない、その結果良好な性質を示したマッシュアスファルトおよびアスファルトラバラテックスについて振動試験を行ない、その性状を明らかにした。

塗装試験：工場廃棄ガスと潮風にさらされるため防食については特に調査研究が望まれた。室内試験および現場での曝露試験の結果、一般鋼材用とケーブル用について、良好な成績を示すものを抽出できた。

伸縮装置調査：前記の鋼索試験以降の項目は、本項もふくめて土木研究所に委託した。この調査は全国の一級国道の道路橋のうち橋長 10 m 以上のものについて継手種類、使用率、破損率、破損原因、状況などを調査したものである。

風洞試験：東京大学平井教授によって、試験が行なわれ、3 分力試験、振動性状実験、フルモデル実験、カルマン渦実験などからつり橋の補剛桁断面についての検討が行なわれ、上路型のトラス形式が推奨された。

グレーチング試験：風洞試験の結果、耐風安定性の向上のため車道部にグレーチング帯を設けることが必要になったので、グレーチングを試作し載荷試験と路上に設置して耐用試験を行なった。

耐震試験：地震時のつり橋の振動性状を模型実験により確かめ耐震設計法を確立するために、東京大学生産技術研究所に委託して行なった。試験の結果地震加速度 150 gal、継続時間 30 秒の地震を考へての耐震設計法が暫定的に定められたが、強震地震の観測記録の不備を指摘された。

2. 設 計

各種調査の反映として、設計をまとめあげるために、主橋梁つり橋部については、直営で実施した。

以下主橋梁つり橋部について述べる。トンネル案とともに、カンチレバートラス、2 ヒンジアーチ、固定ア

一チ、連続トラス、可動橋、つり橋の各橋梁形式について比較を行ない、つり橋については斜つり索式つり橋についても検討を加えた。この作業の結果、路線条件も考慮して、中間塔を有する2ヒンジ普通つり橋を採用した。

下部工は工法検討の結果、空気ケーソン工を採用することとし、特に海中橋脚は、全溶接鋼製ケーソン（平面寸法 40 m×17 m）を曳行、沈設することとし、注水沈設したケーソン内部のコンクリート打設には注入コンクリートを採用した。ケーブルのアンカーにはテンションバーをコンクリートブロック中に埋めこみ、このバーの先端で、ケーブルソケットの支圧を受ける構造とした。つり橋部補剛桁、主塔は曲げ変形の大いことなどを考慮して、リベット構造とし特に補剛桁では断面の一部に高張力鋼を使用した。それによって、桁高を低くでき、また弦材断面を小さくすることができて、ケーブルとの荷重の分担を経済的なものにすることができた。

主塔の設計では、地震時において、塔頂変位量 50 cm の状態で慣性力が働くとして安定計算を行ない、現場継手については、水平継手部に仕上げ精度を向上せしめて、面圧で一部を分担させるなどの考慮も払った。

3. 施 工

本工事での大きな特色の一つとして、調査段階で、周到な工事施工計画をたてたことがあげられる。その詳細については調査報告に述べられているが、下部工、上部工、それぞれについて、たとえば、曳行ケーソンの船台、ドックの調査から、工事敷地の調査に至るまで、調査した。その結果、33年以降の工事施工管理を順調に進めることができた。

しかし、実際にあたっては計画の変更を余儀なくされたり、特に力点の置かれたものがある。その点について二、三の例をあげる。

アンカーブロックのコンクリートの発熱によるきれつ発生防止が問題になり、ダム地点のクーリングの例にならば、海水と井戸水の混用によるパイプクーリングを実施し効果をあげるとともに収縮にともなう、ジョイント部分にはグラウトを実施した。

主塔の架設にはせり上げデリックを使用して、能率化をはかり、また塔基部のアンカーボルトによる張力の導入には特に注意をはらった。

ケーブルにはストランドロープを用いたが、戸畑側取付道路の一部を利用して全長 700 m のプレテンションヤードを建設し、ロープ1本1本についてプレテンションを加えて、ロープの弾性性状を向上せしめた。ロープの架設に引出し法を用い、ケーブルの形を定めるために、夜間のサグ測定を行ない、温度の影響の除去につとめた。また補剛桁の架設では架設模様による実験から、合理的な架設順序を定め、閉合計画をたて、床版の打設順序についても結論を出した。なお、完成後、トラック荷重による載荷試験と、加振機による振動実験を行ない、つり橋の交通荷重、風、地震に対する剛性を検証している。

川崎：正会員	建設省関東地建道路部長
乙藤：正会員	日本道路公団構造設計課長
下川：正会員	建設省道路局2級国道課
池田：正会員	建設省道路局高速道路課
吉田：正会員	建設省土木研究所

受賞論文講読ご希望の方へ

昭和39年度土木学会受賞論文講読ご希望の方は学会に多少残部がありますので、実費でおわけしますから早めにお申込み下さい。

■駐車実態調査方式の研究；土木学会論文集第112号・実費150円 送料20円

■若戸橋調査報告書・同工事報告書：実費3万円 送料共

昭和40年度（第3回）技術士本試験について

標記の試験が下記のとおり行なわれますのでお知らせ致します。詳細は4月15日付官報または科学技術庁振興局振興監（東京都千代田区霞ヶ関3の4・電581—5271, 1356）へお問合せ下さい。

筆記試験：1965年8月25日（水）～26日（木）のうちいずれか1回

口頭試験：1965年10月22日（火）～25日（金）までの間