

表-6 コンクリートの厚さと所要電力
(両面配極のときは d は部材の厚さの $1/2$)

厚さ d (cm)	コンクリート 1m^3 当り最大配極電気 (kW/m ³)	配極表面 1m^2 当り最大電力 (kW/m ²)
5	3.3 ~ 8.5	0.2 ~ 0.5
20	2.2 ~ 4.4	0.4 ~ 0.9
40	1.3 ~ 2.3	} 0.5 ~ 0.9
100	0.5 ~ 0.9	
500	0.1 ~ 0.2	

ものである。前掲指針においてはコンクリート 1m^3 当り 35~70 kWh と示されているが、これは上記の種々の条件によつて大いに変化し、少ないときはコンクリート 1m^3 当り 10 kWh 以下でも十分目的を達しうるのである。

6. 結 論

以上寒中コンクリートの電気養生における表面配極の場合の、電気設備の計画にあつて必要とする所要電力について述べたが、これを要約すれば次のとおりである。

(1) 通電開始時電流に対する最大電流の比率は種々の条件によつて異なり一概にはいえないが、大体的見当は表面配極の場合 1.3~1.4 程度である。

(2) 通電開始時電流に対する 24 時間経過後の電

流の比率も種々の条件によつて異なり一概にはいえないが 0.5~0.7 見当である。

(3) 全面配極の場合に対する電気抵抗比をもつて部分配極の場合の所要電力を求める方法について述べ、実例によつて計算方法を説明した。

(4) 電極ピッチを 100 V で 30~50 cm とし、コンクリートの厚さと所要電力との関係を、 1m^3 当り及び 1m^2 当りで表わして表-6 に示した。この場合のコンクリートの比抵抗は、これまでの実験における最小値よりもさらに小さくとつて安全側に計算してある。

(5) ここに述べた計算方法によつて、表面配極の場合にかぎらず、いかなる電極配置の場合の所要電力の計算も可能である。

参 考 文 献

- 1) 著者：寒中コンクリートの電気養生に関する実験，土木学会論文集第5号（昭 25.11）
- 2) 板倉忠三：コンクリートの電気養生方法及び施工例，セメント・コンクリート No.44~49（昭 25.10~26.3）外数編
その他数氏の文献は、山田順治：寒中コンクリートに関する文献の紹介，セメント・コンクリート No.81（昭.28.11）に紹介されている。
(昭 29.11.3)

混合交通流における三車線道路の 追い越し確率について

正 員 米 谷 栄 二*

PASSING PROBABILITY OF VEHICLES ON A THREE-LANE HIGHWAY UNDER MIXED TRAFFIC

(JSCE June 1955)

Eiji Kometani, C.E. Member

Synopsis I found a formula of the passing probability of vehicles for the three-lane roads under mixed traffic.

At first, considering a mixed traffic consisted of vehicles of two different speeds, I reduced a formula of the passable probability as in the case of the two-lane roads. Next, under the mixed traffic of R classes of vehicle speeds, a generalized formula of the passing probability was made available. Finally, in order to investigate the appropriateness of these expressions, I made some field observations on several highways. And thus, I could clarify the usefulness of my results above obtained.

要旨 三車線道路に高速車と低速車が混合して走行する場合の追い越し確率を導いた。はじめに2種類の混合交通と考へて、二車線道路の場合と同様に追い越し可能確率を導き、次に R 種類の混合交通を考へて、低速車間においても追い越しが行われていることを考

慮に入れた最も一般的な追い越し可能確率の式を導いた。最後にここに求めた式の妥当性を検討するために若干の路線について実測を行つて、実測値と計算値を比較しその有用性を確かめることができた。

1. 三車線道路

ここで考察しようとする三車線道路とは、車線巾員が

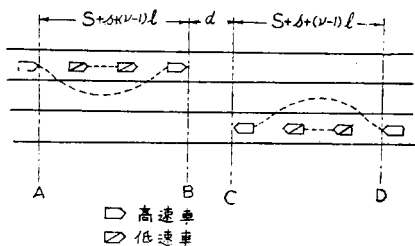
* 京都大学助教授 工学部土木工学教室

ちようど三車線あり、しかも明らかに三車線に分離したレーンマーキングのあるもので、その車線の使い方が次のようなものをさすものとする。すなわち両端車線をそれぞれ対向方向の専用車線とし、中央車線を両方向の車が対等の権利で追い越し用に共用することを原則とする。従つて一方向一車線、これと対向する方向に二車線をあてるとか、三車線一方交通道路のごときはここに考察する範囲からは除外する。

2. 三車線道路の混合交通流における追い越し確率 (2種類の混合交通の場合)

図-1 において右向きに走行している高速車(速度 V) が低速車(速度 v) に対し A 地点で追い越し動作を開始する場合を考えると、追い越しのできないのは

図-1



対向車線の高速車が D 地点以後に追い越しを開始している場合であるから、AD 区間を高速車が走行する時間、対向車が追い越しを行わないときには明らかに右向き高速車は追い越しができるわけである。いま ν 台の連続低速車を AB 区間で追い越す場合、対向車が CD 区間で何台の連続低速車を追い越しているかは不明であるが、簡単のために CD 区間でも ν 台の連続低速車を追い越すものとする。

さきに本誌第 39 巻第 9 号に発表した二車線道路の場合¹⁾と同様に、高速車が AB 区間を走行する時間を τ_{ν} とすれば

$$\tau_{\nu} = \frac{S+s+(\nu-1)l}{V-v}$$

いま $2\zeta = \frac{d}{V}$ とおけば、AD 区間を高速車が走行するに要する時間 τ_{ν} は

$$\tau_{\nu} = 2(\tau_{\nu} + \zeta) \dots \dots \dots (1)$$

ここに ζ は余裕時分であり、 d は安全に追い越すための余裕距離であつて道路巾員と密接な関係をもつ。

いま右向き交通量を a 台/時、左向き交通量を b 台/時(低速車数 b_1 、高速車数 b_2) とし、左向きの高速車が単位時間中に必要とする追い越し回数を p とすれば、 τ_{ν} 時間を任意に選び出したとき、その τ_{ν} 時間内に行われる平均追い越し回数 m は次式より求められる。

$$m = b_2 p \tau_{\nu} \dots \dots \dots (2)$$

なぜならば 1 台の高速車が 1 時間の走行で V km の距離を走る間に p 回の追い越しを行うから、 b_2 台の高速車は 1 時間に $b_2 p$ 回の追い越しを行う。従つて τ_{ν} 時間には距離 V km の中で $b_2 p \tau_{\nu}$ 回の追い越しが行われることになるから、 τ_{ν} 時間に走行する距離 $V \tau_{\nu}$ km の中で τ_{ν} 時間に起る追い越し回数 m との間には

$$V : b_2 p \tau_{\nu} = V \tau_{\nu} : m$$

が成立するからである。

いま次の仮定をおく。“ある任意の時間内に発生する追い越し回数は、その時間内に生ずる平均追い越し回数の周りにポアソン分布をなす”。すなわち τ_{ν} 時間内に k 回の追い越し回数の生ずる確率は

$$\frac{m^k e^{-m}}{k!}$$

で表わされる。従つて τ_{ν} 時間内に対向車間に追い越しが行われない確率、すなわち右向き高速車がただちに追い越しできる確率 q_0 は次式で与えられる。

$$q_0 = e^{-b_2 p \tau_{\nu}^2} \dots \dots \dots (3)$$

一般に $n \tau_{\nu}$ 時間の後続後に ν 台の連続低速車を追い越しできる確率は

$$q_{n \tau_{\nu}} = 1 - (1 - e^{-b_2 p \tau_{\nu}^2})^{n+1}$$

で与えられるから、二車線道路のときと同様に追い越し可能確率を求める式として次式が得られる。

$$q_{n \tau_{\nu}} = \frac{1}{1 - e^{-at}} \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{(at)^{\nu} e^{-at}}{\nu!} \times \{1 - (1 - e^{-b_2 p \tau_{\nu}^2})^{n+1}\} \dots \dots (4)$$

ここに $t = \frac{S+s}{v}$, $p = \psi(\mu-1)b$

この最後の p の式はさきに昭和 29 年 5 月 30 日の土木学会第 10 回年次学術講演会において発表した²⁾。

3. 三車線道路の実際の交通流 (R 種類の混合交通を考える場合)

三車線道路の実際の交通流は 2 種類の混合交通ではなく、種々の速度で走っており、各低速車間においても追い越しが行われている関係上、前節の式では実際の追い越し確率を与えない。以下 R 種類の混合交通を考えて考察を進める。

速度 v_r の高速車が単位時間中に必要とする追い越し回数を p_r とする。

$$v_1 < v_2 < \dots < v_r < \dots < v_R$$

と仮定し、階級 r を表わすのに下添字 r を、右向き左向きを表わすのには下添字 a, b を用いる。

いま速度 v_r の車について追い越し確率を求める。図-1 を参考にして AB 区間を高速車が走行するに要する時間 $\tau_{\nu r a'}$ は

$$\tau_{vra'} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{r-1} \psi_{ia}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^{r-1} S+s+(\nu-1)l}{v_r - v_i} \cdot \psi_{ia} \times \left[1 - \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{R}{r-2} b_r p_r \tau_{v r^2}\right) \right\}^{n+1} \right] \dots\dots\dots (9)$$

$$\equiv \frac{S+s+(\nu-1)l}{v_r - v_{r-1}} \dots\dots\dots (5)$$

この $\overline{v_{r-1}}$ は $(r-1)$ クラス以下の車の平均速度である。CD 区間を高速車が走行するに要する時間 $\tau_{v r}$ は

$$\tau_{v r} = \sum_{r=2}^R \left(\sum_{i=1}^{r-1} \frac{S+s+(\nu-1)l}{v_r - v_i} \cdot \frac{\psi_{ib}}{\sum_{i=1}^{r-1} \psi_{ib}} \right) \times \frac{\psi_{rb}}{1 - \psi_{ib}} \equiv \sum_{r=2}^R \frac{S+s+(\nu-1)l}{v_r - v_{r-1}} \cdot \frac{\psi_{rb}}{1 - \psi_{ib}} \dots\dots\dots (6)$$

従つて AD 区間を走行するのに要する時間 τ_{vr} は次式で与えられる。

$$\tau_{vr} = \tau_{vra'} + \tau_{v r} + 2\zeta \dots\dots\dots (7)$$

この τ_{vr} 時間中に生ずる追い越し回数の平均値は r クラスに対して式 (2) より $b_r p_r \tau_{v r^2}$ であるから、全クラスに対して

$$\sum_{r=2}^R b_r p_r \tau_{v r^2}$$

この τ_{vr} 時間中対向車間に追い越しの行われない確率は

$$q_0 = e^{-\sum_{r=2}^R b_r p_r \tau_{v r^2}} \dots\dots\dots (8)$$

この式 (8) が右向き高速車が追い越そうと思つた瞬間にただちに追い越してできる確率である。従つて $n \tau_{vr}$ 時間後続後に追い越せる確率は式 (4) と同様にして次式で与えられる。

$$q_{nr} = \frac{1}{1 - e^{-at}} \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{(at)^{\nu} e^{-at}}{\nu!}$$

この式中の p_r は r クラスの車が単位時間に追い越しを行う回数であり、次式で与えられる。

$$p_r = \sum_{i=1}^{r-1} \psi_i (\mu_i - 1) b \equiv (\mu_r - 1) b \sum_{i=1}^{r-1} \psi_{ib} \dots\dots\dots (10)$$

ただし $\mu_i = v_r / v_i$, $\mu_r = v_r / v^{r-1}$

二車線道路の場合について考察した前掲の論文¹⁾ において述べたと同様の考え方に従つて、 $a = b \equiv x$ とおけば、

$$q_{nr} = \frac{1}{1 - e^{-tx}} \sum_{\nu=1}^{\infty} \frac{(tx)^{\nu} e^{-tx}}{\nu!} \times \left[1 - \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{R}{r-2} x_r p_r \tau_{v r^2}\right) \right\}^{n+1} \right] \dots\dots\dots (11)$$

この式中の p_r は

$$p_r = \sum_{i=1}^{r-1} \psi_i (\mu_i - 1) x \equiv (\mu_r - 1) x \sum_{i=1}^{r-1} \psi_i \dots\dots\dots (12)$$

また τ_{vr} を求めるための式 (5), (6) は次のようになる。

$$\tau_{v r'} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{r-1} \psi_i} \sum_{i=1}^{r-1} \frac{S+s+(\nu-1)l}{v_r - v_i} \psi_i \dots\dots\dots (5')$$

$$\tau_{v r} = \sum_{r=2}^R \left(\sum_{i=1}^{r-1} \frac{S+s+(\nu-1)l}{v_r - v_i} \cdot \frac{\psi_i}{\sum_{i=1}^{r-1} \psi_i} \right) \frac{\psi_r}{1 - \psi_i} \equiv \sum_{r=2}^R \frac{S+s+(\nu-1)l}{v_r - v_{r-1}} \cdot \frac{\psi_r}{1 - \psi_i} \dots\dots\dots (6')$$

4. 実測例

わが国にはレーンマーキングを施した厳格な意味で

の三車線道路は見られないけれども、巾員 10 m 以上でほぼ三車線道路として働いていると思われる二、三の路線を選んで実測を行い、式 (11) の妥当性を検討してみた。その結果を一括して示したものが表-1 であり、個々の路線について図示したものが 図-2 ~ 4 である。

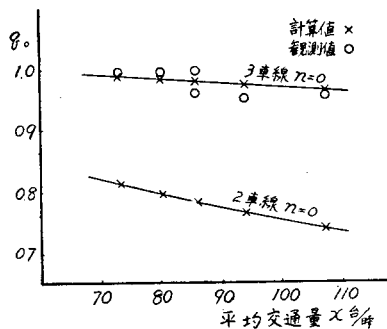
表-1 追い越し確率 q_{nr}

実測区間	測定日時		平均交通量	実測値		三車線公式		二車線公式	
	月日	時間		n=0	n=1	n=0	n=1	n=0	n=1
仙台～塩釜間 (2級国道111号)	29.8.26	14.00~15.00	86	1.000		0.980		0.783	
	"	15.00~16.00	73	1.000		0.989		0.813	
	"	16.00~17.00	94	0.954		0.975		0.764	
	29.8.27	10.00~11.00	107	0.959		0.965		0.736	
	"	11.00~12.00	86	0.960		0.980		0.783	
岐阜～大垣間 (1級国道21号)	29.8.26	9.50~10.50	95	0.800		0.966		0.706	
	"	10.50~11.50	80	0.850		0.978		0.748	
	"	14.00~15.00	73	0.896		0.985		0.773	
	"	15.00~16.00	75	0.923		0.983		0.766	
京都九条～納所間 (1級国道1号)	29.4.23	10.30~11.30	222	0.578	0.910	0.846	0.972	0.367	0.601
	"	11.30~12.30	198	0.814	0.967	0.870	0.980	0.412	0.652
	"	13.30~14.30	212	0.840	1.000	0.860	0.976	0.388	0.622
	"	14.30~15.30	198	0.797	0.953	0.870	0.980	0.412	0.652
	29.7.10	15.30~16.30	223	0.624	0.900	0.845	0.971	0.362	0.600
	"	16.30~17.30	198	0.750	0.876	0.870	0.980	0.412	0.652
	29.7.11	9.00~10.00	120	0.818	1.000	0.950	0.997	0.583	0.823
"	10.00~11.00	149	0.620	1.000	0.920	0.990	0.520	0.768	

(I) 仙台～塩釜間 実測は原ノ町矢本間 10.1 km について行つた。この区間は巾員 9.0 m の両側に 1.4 ~ 2.0 m の路肩があり、路面状態も良好なコンクリー

舗装であるため交通車両はいずれも相当の速度を出すことができる。平均交通量が 100台/時以下であり、二車線道路でも負担しうる程度であるから、荷車、荷馬車などの交通が相当多く走行には障害となつたけれども、追い越し動作はすべて $n=0$ で行われたことを観測することができた。この場合の追い越し確率 q_0 の実測値は、表-1 及び 図-2 に示すごとく三車線道路としての公式から計算値ときわめてよく一致し、先に発表した二車線道路の公式¹⁾ による計算値からはかなりかけ離れていることが見られる。このことは式(11)の妥当性を物語るものであり、このような道路

図-2 仙台一塩釜間

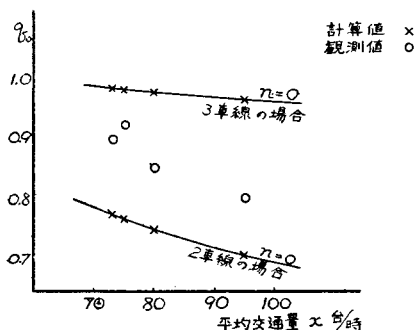


は三車線道路として取り扱うべきことを意味している。

(II) 岐阜一大垣間 長良大橋東の県道分岐点日置江より大垣市まで 6.5 km について測定を行った。全巾員 10~11 m をアスファルト舗装されていて路肩がないので、三車線道路としては (I) よりやや劣るけれども三車線道路として取り扱い計算してみた。平均交通量は 80台/時 前後で二車線道路でも負担しうる程度であるから、試験車の追い越し動作は $n=0$ で行われた。

この実測の結果を三車線公式及び二車線公式の計算値と比べてみると、図-3 に見るようちちょうどそれ

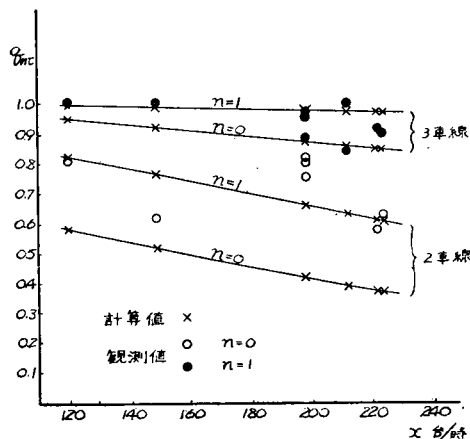
図-3 岐阜一大垣間



らの中間にある。このことは多くの車が道路中央近くを走行し、事実上広巾員二車線道路としてしか使用されないことが多いことを示している。すなわち道路巾員が有効に利用されないことを物語っている。このことは、二車線道路で負担しうる程度の交通量のときは、三車線道路を設けても中央車線を走行に使用し、両側車線を避走車線として使うという欠点をそのまま実例をもつて示すものである。しかし二車線公式の値をはるかに上廻っているから明らかに二車線ではなく三車線道路として取り扱うべきものであることがわかる。

(III) 京都九条一納所間 延長 8.0 km, 巾員も広く車道部 13 m の他の両側に歩道があり、京阪国道の京都市内の部分で交通量も多く、ほぼ 200 台 時前後を示している。実測した 3 例のうち巾員は最も大きく、

図-4 京都九条一納所間



交通量も二車線道路としては負担しにくいほどであるから、三車線道路として働らくかむしろそれ以上の交通負担能力を示すものと期待したが、図-4 に示すごとく三車線公式を少しく下廻る程度の成績を示した。

もちろんこのような広巾員道路に二車線公式を適用することの不合理なことは、図-4 を見れば一目瞭然であるが、それにしてもこのように巾員の大きい道路が三車線以下にとどまることは、この区間が市街部に近く路側駐車する車の影響が非常にいちぢるしいことを示すものである。

5. むすび

ここに述べた実験では追い越し確率の値を測つたが、この確率の値をあらかじめ決めることによつてその道路の交通容量を求めうることは、二車線道路の場合と異なる。今度の三車線道路の追い越し実験から次のことが言えるようである。

(1) 車道巾員三車線を有し、両側の路肩が十分あつて路面状態の良い道路では、レーンマーキ

- ングがなくても三車線道路としての機能を発揮するものと考えられる。
- (2) 路肩が不足したり、路側駐車などの障害物があるときは、いちぢるしく交通流を阻むことがわかる。
- (3) 現在路線の交通流をこの要領で実測することによって、道路巾員が有効に利用されているか否かを判定することができる。巾員の利用効率の悪い道路は、レーンマーキングを施して車線の使い方を規制すれば交通容量を高めうると思われる。

付記 本実験を行うために特に御援助を頂いた宮城県土木部道路課長 長久程一郎氏、岐阜県土木部河川課長 片岡武氏及び京都市建設局都市計画課長 福林貞三氏の各氏に深甚な謝意を表する。

参考文献

- 1) 米谷・佐々木：混合交通流における追い越しの確率と交通量算定法，本誌 Vol. 39, No. 9, pp. 5~9
- 2) 米谷・佐々木：混合交通流における追い越し確率の実測値について，土木学会第 10 回年次学術講演会にて発表（昭.29.5.30）
(昭 29. 11. 5)

トランシットにおける十字横線の調整法に対する実験的研究

正員 森 吉 満 助*

THE EXPERIMENTAL STUDY ON ADJUSTING METHODS OF HORIZONTAL HAIR OF TRANSIT

(JSCE June 1955)

Mansuke Moriyoshi C.E. Member

Synopsis There are three types of lens system in the telescope of transit.

Comparing by experiment several adjusting methods of horizontal hair which are used for each lens system, the writer concluded that Seki method or applied Shingō method is most suitable for Gurley type, the latter also for internal focusing type, and that no adjustment is required in anallatic system.

要旨 トランシット望遠鏡のレンズ系に 3 種がある。筆者はそれらに使用されている十字横線（水平又線）調整法を実験的に比較して、外焦式には関氏法または新郷氏応用法、内焦式には新郷氏応用法が最適で、アナラチック系には調整の必要のないという結論を得た。

1. ま え が き

トランシットにおける十字横線（水平又線）の調整法には種々のものがあるが、そのレンズ系によつて最適の調整法を選択することは、現場において必要だと信ずる。筆者の知るかぎり、これに関して明確に述べているものを見ないので、これを行うこととした。

現在一般に使用されているトランシット望遠鏡のレンズ系には、外焦式（ラムスデン式）、内焦式（ウィルトツァイス式）、及び同じ内焦式ではあるがアナラチック系（日本光学のトランシットに採用されている）の 3 つに分けることができると思われる。このうち、外焦式に関しては、筆者が土木学会誌¹⁾において 10 種の調整法を理論的に検討し、遠近 2 点による方法 4

種が好ましいとの結論になったが、今回はその 4 種の優劣を実験により求めようとし、次に内焦式（ウィルトツァイス式）では、適用上理論的に検討の結果、2 法を決定しそれらについて同様な実験を行つた。最後にアナラチック系のは、この調整が不要のようなので、ただチェックを行うにとどめた。

これらの実験に当り、優劣選択の根拠を現場で行う際の能率本位に考えて、正確でしかもできるだけ手数少ないものをとすることに主眼をおいた。

この結果、各レンズ系に対する適当なる調整法を一応示し得たことで、測量技術者にいくぶんかの参考となれば筆者の喜びとするところである。

2. 外焦式の実験

まづ拙文¹⁾で結論を得たところの、遠近 2 点視準による調整法 4 種、すなわち(イ) 関氏法、(ロ) 新郷氏法、(ハ) 筆者法、(ニ) 新郷氏応用法、につき次のような実験を行つた。

使用器械は当教室での学生実習用のうち、代表的なもの国産品 6 台を選び、遠点での正反兩位でのよみの差 d が、10, 30, 50 mm の 3 つの場合で、各器械、各

* 徳島大学助教授 工学部土木教室