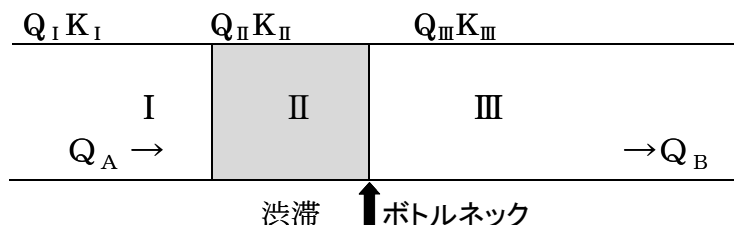


平成 19 年度 TOE 資格試験第 2 部の解答の講評

【問題 2】

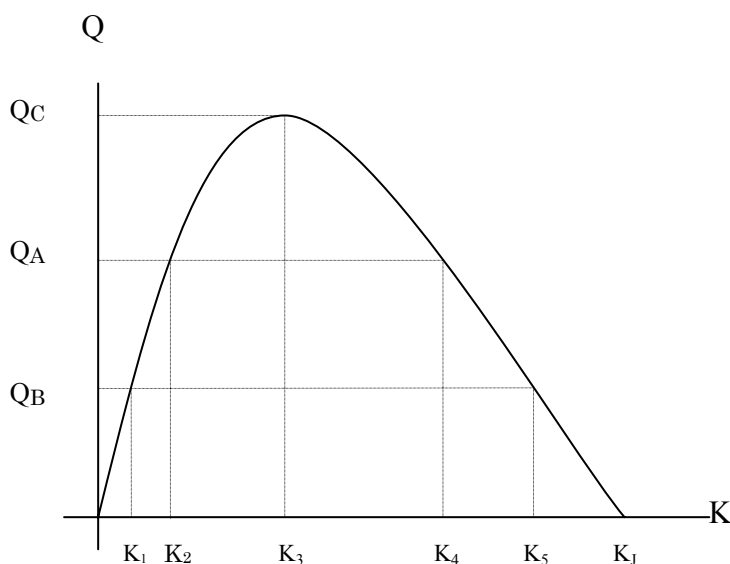
ある道路区間に故障車が発生し、そこがボトルネックとなってその上流に交通渋滞が生じた。このとき交通量 Q と密度 K が次の図のようであった。



Q_A : 上流からの流入交通量

Q_B : 流出交通量

($Q_A > Q_B$)



通常この区間の交通流は左のような $Q-K$ 関係が成り立つものとする。

I 区間の交通量 Q_I 、密度 K_I が図上で Q_A 、 K_2 に相当するとき、II、III 区間の Q 、 K はそれぞれ図上のどの値に相当するか。またボトルネックの交通容量 C 及び、渋滞区間 (II 区間) の速度 V_{II} や、渋滞末尾の伝播速度 u (車両の進行方向を正とする) は、どのように表

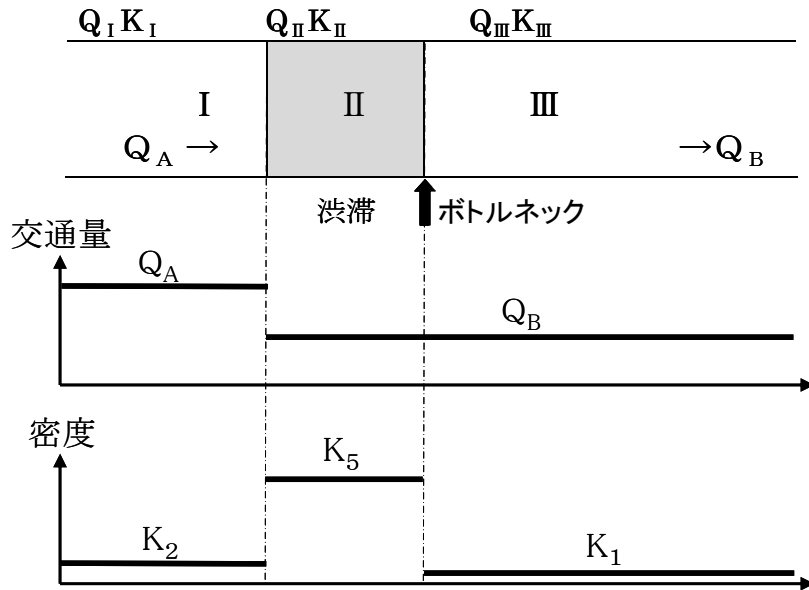
されるか。以下の式の右辺に記入せよ。

- ① $Q_{II} =$
- ② $K_{III} =$
- ③ $C =$
- ④ $V_{II} =$
- ⑤ $u =$

< 正答 >

- ① $Q_{II} = Q_B$
- ② $K_{III} = K_1$
- ③ $C = Q_B$
- ④ $V_{II} = Q_B / K_5$
- ⑤ $u = (Q_A - Q_B) / (K_2 - K_5)$

<講評>



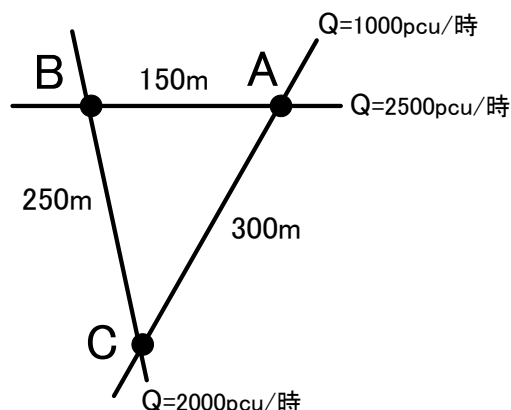
参考図 交通量と密度の空間分布

- ① 正答率は約 55%で、誤答の多くは $Q_{II} = Q_C$ (この区間の交通容量)であった。ボトルネック(故障車)は移動せず、かつその前後で交通の出入りは無いので、交通量は同一なはずである。したがって、参考図に示すように、 $Q_{II} = Q_{III} = Q_B$ (流出交通量)である。
- ② 正答率は約 25%で、きわめて低かった。誤答の多くは $K_{III} = K_5$ 、すなわち流出交通量 Q_B に対応する渋滞時の密度を選択していた。しかし、参考図に示すように、区間IIIは渋滞区間IIあるいはボトルネックより下流側なので自由流区間であり、そこでの密度は同じ流出交通量 Q_B に対応する K_1 であることは明らかである。渋滞現象に関する巨視的理解の不足を端的に示す解答状況である。
- ③ 正答率は約 55%で、問題①の正答者は本問でもほぼ正答していた。最大の誤答は $C = Q_C$ (Q_C はボトルネックが存在しない時の単路部の交通容量)であり、問題①と同じく $Q_{II} = Q_{III} = Q_B$ が理解されていないことがうかがわれる。
- ④ 正答率は約 45%で、比較的多い誤答は $V_{II} = Q_C / K_3$ であり、問題①および③と同じく、区間I～IIIの交通状況の関する理解不足がうかがわれる。その他の誤答からは、空間平均速度=交通量/密度なる基本関係に対する理解不足がうかがわれる。
- ⑤ 正答率は約 34%で、きわめて低かった。問題①あるいは③における誤答が、本問における誤答をもたらしているケースが比較的多かった。また、区間Iと区間IIの境界、すなわち渋滞末尾が上流に移動し、密度 $K_5 (> K_2)$ の渋滞区間IIの延長が増大することにより、 $Q_A > Q_B$ なる交通量の較差が吸収される現象が、良く理解されていないことも伺われる。

【問題 8】

図のような街路網がある。A、B、C は信号交差点であり、それらの間隔は図に示される通りである。サイクル長は 120 秒で、系統速度は 15m/秒 (54km/時) である。設計交通量は往復合計 Q で往復ほぼ均衡しており、それぞれ直進が主流である。

A-B、B-C、C-A の 3 つのリンクのうち、いずれのリンクのオフセットを交互式とすればよいか。また、その理由を述べよ。



< 正答 >

リンク C-A を交互式とする。

その理由は、リンク C-A がもっとも長く、かつ交通量がもっとも小さいからである。

A-B、B-C、C-A の 3 リンクともに、リンク長、サイクル長、系統速度の関係からすれば直進主流なので同時式オフセットが適しているのだが、交通量が大きく、リンク長が短い順に、まず A-B を同時式とし、次に B-C を同時式とすると、C の A に対するオフセットはすでに決まってしまう、リンク C-A は結果的に交互式となる。

< 講評 >

「リンク C-A のオフセットを交互式とする」の正答率が約 27%、その理由としての「リンク C-A の長さが最大」の正答率が約 20%、同じく「リンク C-A の交通量が最小」の正答率が約 15% であった。

多くの回答者が、交互式オフセットの意味を理解していないようであった。交互式オフセットとは同時式オフセットと対になって相対オフセットの基本形のひとつとなっているものである。同時式ではリンク両端の信号がほぼ同時に（系統方向に対して）青が表示されるのに対し、交互式ではリンクの一端で青が表示されているときにもう一端では赤が表示される。このことさえわかれば、リンク長が短く、サイクルが長いほど同時式が適することは自明であり、もし交互式としたら手前の信号が青でもすぐ先の信号が赤となって先詰まりをおこしてしまう。この問題では、サイクル長 120 秒、系統速度 15m/sec であるから、最長の 300m のリンクでも、20 秒で通過でき、ほぼ 60 秒前後と推定される青時間に対して十分に短い時間であるから、同時式が望ましい。（このリンクについては、もしサイクル長が 40 秒で、青時間がほぼ 20 秒なら、交互式がよいことになる。）

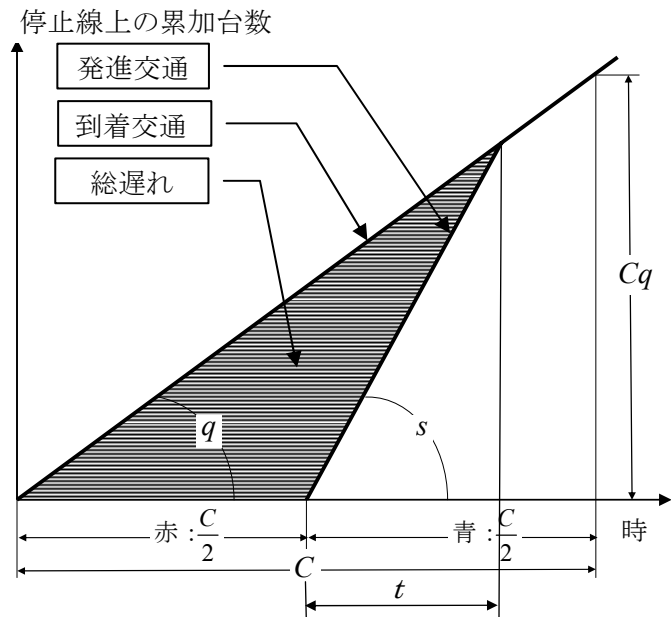
この問題のもうひとつのポイントは、閉じたループを形成するリンク群ではすべてのリンクがオフセットの自由を持つことはできない、というオフセットの閉合制約である。したがって、いずれかのリンクを犠牲にして交互式とし、より優先すべきそれ以外のリンクを同時オフセットとする、という選択をしなければならない。このことは、図を見れば直感的に分かるし、また仮に分からなくても、設問で交互式とすべきリンクを選べ、とされているので負の効果をもっとも小さなリンクを選ぶべきことは分かるはずである。

【問題 9】

図のように、ある信号交差点における信号サイクル長が C [秒] で、ひとつの流入車線の有効赤時間と有効青時間がともに $C/2$ [秒]、一定の到着流率が q [台/秒]、飽和交通流率が s [台/秒] であるとする。

図中の記号のみを用い、以下の設問に解答せよ。

- (1) 有効青開始からの飽和交通流率の継続時間 t を算定する数式を導け。
- (2) 1 サイクルあたりの総遅れを算定する数式を導け。
- (3) 1 台あたりの平均遅れを算定する数式を導け。
- (4) 1 台あたりの平均遅れを算定する数式を用いて、平均遅れと信号サイクル長との関係を説明せよ。



< 正答 >

青表示開始から飽和交通流率が継続する時間を t [秒] とすると、

$$q\left(\frac{C}{2} + t\right) = st$$

$$t = \frac{Cq}{2(s-q)} \quad [(1) \text{ の正答}]$$

となる。

総遅れを D [台・秒] とすると、

$$D = \frac{1}{2} \frac{C}{2} st = \frac{1}{2} \frac{C}{2} s \frac{Cq}{2(s-q)} = \frac{sqC^2}{8(s-q)} \quad [(2) \text{ の正答}]$$

と算定される。総遅れを D を、このサイクルにおける総到着（総発進）台数で除すことにより、平均遅れ d が算定される。

$$d = \frac{D}{Cq} = \frac{\frac{sqC^2}{8(s-q)}}{Cq} = \frac{s}{8(s-q)} C \quad [(3) \text{ の正答}]$$

したがって、平均遅れ d は、サイクル長 C に比例する。 [(4) の正答]

< 講評 >

正答率は (1) が約 33%、(2) が約 34%、(3) が約 18%、(4) が約 22% であり、きわめて低調であった。

数式の導出に必要な数学的知識は一元一次方程式と三角形の面積公式のみであり、交通

量の累加曲線図による待ち行列 (Point Queue) 分析を理解していることが、本問の正答に至るための主たる要件である。

(2) と (3) においては、飽和交通流率の継続時間 t を (1) で導出した式で置換えず、 t を含んだままの数式を解答としている受験者が多かった。これでは、(3) の解答から、平均遅れが信号サイクル長に比例することを説明するのは困難である。

(3) の正答率が最低であった理由は、総遅れ D を総到着 (総発進) 台数 Cq で除して平均遅れを算定するとの概念がよく理解されていなかったためである。

以上