研究班番号【７１】

渋滞の解消

数学班：西村 颯太　安藤 豪

要約

本研究の目的は渋滞を早く解消できる車間距離の空け方を考察することである。はじめの全ての車の車間距離を20mとして、渋滞が解消された時の車間距離を40mとする。速度の差が全ての車において一定であるとした方法と、前方の車間距離が空いたら順次、車の速度を上げる方法の2つの方法で計算した。車の台数が4台の場合、どちらの方法でも5.4秒で渋滞が解消されることが分かった。

Abstract

The purpose of this study is revealing that how to eliminate traffic congestion quickly. We define the meaning of the initial inter-vehicle distance is 20 meters, and the inter-vehicle distance is 40 meters when the traffic jam is cleared. The calculation was made by two methods, one is that the speed difference is constant for all cars, and the other is that speed differences of the cars is increased in sequence when the distance between the cars in front is vacant. With, four cars, it was found that the traffic congestion was canceled in 5.4 seconds with both of methods.

1．序論

車が渋滞しているところを見て、渋滞を解消する良い方法がないかと興味を持ち、「どのような方法を用いることで渋滞が早く解消されるのか」を考察した。渋滞とは車間距離が40m未満である時として、全ての車間距離が40mになったときに渋滞が解消されたとする。前から順番に1台目、2台目、3台目、4台目として、車は瞬時に一定の速度を出せるものとして考えた。

2．研究手法

① 4台の場合において車の速度を変化させないときに、どの速度で走ると車間距離が空くのが早いかを計算した。最初の車間距離は20m、渋滞が解消されたときの車間距離は40mとする。速度の差を均等にするために、車の速度を

1台目を 100 km/h，2台目を $\frac{260}{3}$ km/h，3台目を $\frac{220}{3}$ km/h，4台目を 60 km/h

とする。この考え方を《解消法①》とする。

② 4台の場合において変数 x ,y を使い、渋滞の解消にかかる時間を計算した。最初の車間距離は20m、渋滞が解消されたときの車間距離は40mとする。4台とも全ての車間距離が

空くまでの速度の差を一定ではなく変化させるようにして考えた。

1 台目を 100 km/h, 2 台目を x km/h, 3 台目を y km/h, 4 台目を 60 km/h

とする。このとき、車間距離は 1 台目と 2 台目の間である前方から空いていくものとする。
1 台目と 2 台目の車間距離が空いたら 2 台目を 100 km/h、その後に 2 台目と 3 台目の車間距離が空いたら 3 台目を 100 km/h にする。車の速度は、60〜100km/h とする。
この考え方を《解消法②》する。

3．結果

《解消法①》

km/h を m/s にする式は速度を a km/h とすると、

$$a\ [\mathrm{km/h}] \times 1000 \div (60 \times 60) = \frac{5a}{18}\ [\mathrm{m/s}] \ldots ①$$

2 台目が $\frac{260}{3}$ km/h かつ、3 台目が $\frac{220}{3}$ km/h なので、速度の差は全て $\frac{40}{3}$ [m/s]。

①より、渋滞解消にかかる時間は $20 \div \left(\frac{5}{18} \times \frac{40}{3}\right) = 5.4$ 秒となる。

《解消法②》

km/h を m/s にする式は速度を a km/h とすると、

$$a\ [\mathrm{km/h}] \times 1000 \div (60 \times 60) = \frac{5a}{18}\ [\mathrm{m/s}] \ldots ①$$

2 台目が x km/h かつ、3 台目が y km/h の時、

1 台目と 2 台目の速度差は①より、 $\frac{5(100-x)}{18}$ [m/s]

1 台目と 2 台目の車間距離が 40m に空くのに、$\frac{18}{5(100-x)} \times 20 = \frac{72}{100-x}$ [s]…❶ かかる。

その間に 2 台目と 3 台目は、❶$\times \frac{5(x-y)}{18} = \frac{20(x-y)}{100-x}$ [m]空いたので、

残り、 $20 - \frac{20(x-y)}{100-x} = \frac{20(100-2x+y)}{100-x}$ [m]空けばよい。

2 台目と 3 台目の車間距離が 40m に空くのに、

$\frac{20(100-2x+y)}{100-x} \times \frac{18}{5(100-y)} = \frac{72(100-2x+y)}{(100-x)(100-y)}$ [s]…❷ かかる。

2 台目と 3 台目の車間距離が空くまでに、❶, ❷の合計より、

$\frac{72\{(100-y)+(100-2x+y)\}}{(100-x)(100-y)} = \frac{144}{100-y}$ [s]かかる。

よって、3 台目と 4 台目は、$\frac{144}{100-y} \times \frac{5(y-60)}{18} = \frac{40(y-60)}{100-y}$ [m]空いている。

残り、$\frac{20(220-3y)}{100-y}$ ［m］空ければよい。

3 台目と 4 台目の車間距離が 40m に空くのに、$\frac{20(220-3y)}{100-y} \times \frac{18}{5\times40} = \frac{9(220-3y)}{5(100-y)}$ ［s］…❸

かかる。

よって、❶, ❷, ❸の合計は、$\frac{144}{100-y}+\frac{9(220-3y)}{5(100-y)}$ となり、これを計算すると 5.4 秒となる。

従って、x ,y のそれぞれ、どの値をとっても 5.4 秒となる。

4. 考察

《解消法①》の解消にかかる時間は、5.4 秒であることが分かった。

《解消法②》からは、前方から順番に車間距離が 40m になったら速度を 100 km/h まで上げると 2 台目、3 台目の車の速度とは関係なく、一定の値 5.4 秒をとることが分かった。

５. 結論

今回は 4 台の場合で計算し、どちらの解消法も 5.4 秒という結果が出たが、この 2 つの解消法よりも早い解消法はあるのか、5 台、6 台など台数を増やしたときにも、一定の値をとるのか調べたい。