

トンネル部の幅員構成と交通容量に関する検討

A Study of Traffic Capacity Related to Cross-Section of Tunnel *

栗原 光二**

松本 晃一***

羽山 章****

By Kouji KURIHARA**

Koichi MATSUMOTO ***

Akira HAYAMA****

1. はじめに

トンネルがボトルネックになることが知られたのは昭和50年代に入ってからであるが、この現象は交通容量に関する記述の詳しいH. C. M (Highway Capacity Manual)をはじめ、いかなる交通工学の学術書にも記述は無く、はじめて体験することであった。これまで、この原因は主にトンネル部での側方余裕の減少にあるものと考えられてきたが、トンネルの断面はほとんど画一的であるため、その影響の度合いを確認することができなかった。しかし、現在行われている名神改築事業における工事中の交通切替えにより全く大きさの違うトンネル断面に対しての

交通流観測が可能となり、上記の事案に対して貴重なデータを得ることができた。

本文は、トンネル部の幅員構成と交通容量との関連についての分析結果を報告するとともに、今後のトンネル部ボトルネック対策のあり方について述べるものである。

2. トンネル部の幅員構成

今回、交通流の観測ができたトンネル断面を図. 1に示す。それぞれについて概説すると、

(A)は従来の梶原トンネル(上り)の断面であるが現行の設計要領の断面よりも路肩幅員が25cm狭く車

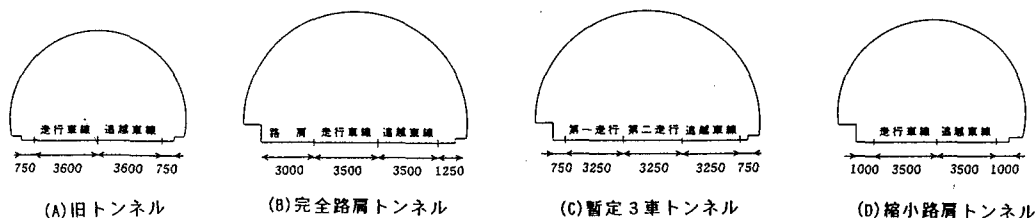


図-1 各トンネル断面の比較

*キーワーズ:交通流、交通容量

**日本道路公団 試験研究所 次長

〒194 東京都町田市忠生1-4-1

TEL0427-91-1621 FAX0427-91-3717

***日本道路公団 試験研究所 交通・環境研究室

〒194 東京都町田市忠生1-4-1

TEL0427-91-1621 FAX0427-91-3717

****日本道路公団 試験研究所 交通・環境研究室

〒194 東京都町田市忠生1-4-1

TEL0427-91-1621 FAX0427-91-3717

線幅員が10cm広くなっている。(以下、旧トンネルという)

(B)は平成7年4月5日以降運用開始された梶原トンネル(上り)の断面である。3車線で使用できる断面を明かり部との工程上の理由から2車線で使用したものであり、トンネルでありながら3.0mの完全路肩を有する構造となっている。(以下完全路肩トンネルという)

(C)は(B)の断面を3車線で運用したものであり、平成7年10月23日以降この幅員構成となっている。これは構造令で規定する1種4級の幾何構造を採用し

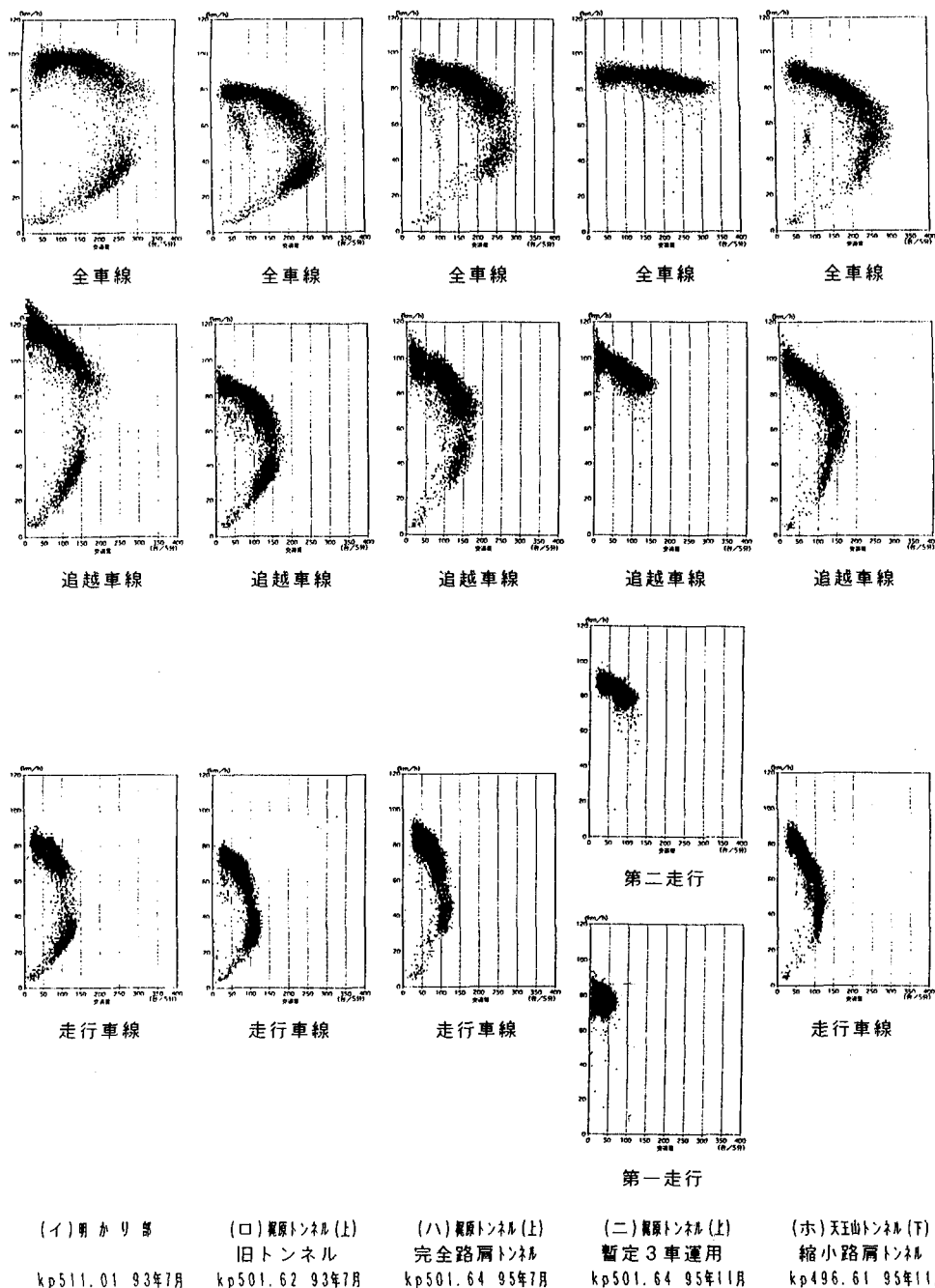


図-2 明かり部と各トンネル断面のQV図

た幅員構成であり、通常に比べ車線幅員、路肩幅員とも25cm狭くなっている。設計速度は60km/hである。(以下暫定3車トンネルという)以上3断面は上りの梶原トンネルであるが、通常の断面との比較を行うために(D)を掲載した。

(D)は平成7年10月23日以降の天王山トンネル(下り)の断面である。現行の設計要領に示されている1種2級の幅員構成である。(以下、縮小路肩トンネルという)

この4断面について交通容量等の分析を行った。

3. トンネル断面の違いによる交通容量の比較

図2に5種類のQV図を掲載した。(イ)は上り線の梶原トンネルよりも約10km上流の明かり部のものである。下流からの影響による渋滞流を検知しているものの、自由流部は需要交通量を代表しているものと考えられる。特に追越車線における速度の高さ等から、交通容量の状態までにまだ余力を残した状態と見るべきであろう。

(ロ)に示す旧トンネル時代は走行速度も低く抑えられ、交通量も300台/5分を超える値は実現しなかった。明かり部では300台/5分を優に超えておりこの差が渋滞の原因と見ることができる。

(ハ)の平成7年4月から完全路肩トンネルに切り替わってからは走行速度・交通容量ともかなり改善が見られた。自由流の走行速度が約10km/h上昇し、交通容量も20台/5分程度アップしている。車線別のQV図を見ると容量増に寄与しているのは追越車線であり、走行車線には容量の変化が生じていないことに注目する必要がある。しかし、依然として渋滞は無くなっていないことが40km/h以下の渋滞流の存在により確認できる。

(ニ)の暫定3車運用が開始された平成7年11月以降はこの区間の渋滞は全く無くなった。QV図には渋滞領域の点は出現しておらず、渋滞は解消されたことを裏付けている。

次に、下り線の(ホ)縮小路肩トンネルのQV図を見ると、全体の性状が(ハ)の完全路肩トンネルと類似していることがわかる。これは縮小路肩トンネルは監視員通路の設置等のためにトンネルの内空断面積が旧トンネルに対して1.2倍に広くなり狭窄感

が改善されていることが主因であると思われるが、縮小路肩トンネルは完全路肩トンネルと同様に新設のトンネルであり旧トンネルに比べ照明、内装板等に改良が加えられたことも影響していると考えられる。

4. 完全路肩トンネルの評価

(1) 2車線運用時における交通容量の評価

完全路肩トンネルは上流の明かり部と同様な幅員構成を持っているにもかかわらず、明かり部に比べその交通容量は予想外に低く、下り梶原トンネルの縮小路肩トンネルとの比較で見ると限り有な差は見られない。(図2参照)この結果を検証するため、車線ごとの交通特性に着目して分析を行った。我が国の片側2車線高速道路における車線分布は、渋滞直前には追越車線に60%を超える集中が生じることがボトルネックサグの交通分析から明らかになっているからである。^{1)・2)}

図3は完全路肩トンネルとなった上り梶原トンネル入口部と、その2.3km上流の明かり部の車両感知器パルスデータから、追越車線上的個々の車頭時間を計測し、0.1秒毎の頻度分布を表したものである。(ここでは、追従走行のみを抽出するために、便宜上車頭時間3秒以下のものを対象とした)

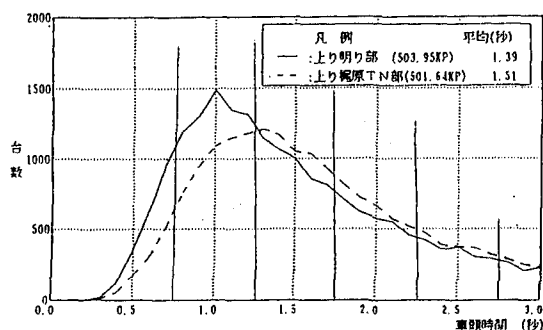


図-3 明かり部とトンネル部の車頭時間分布図

交通容量とは「単位時間当たりにその地点を通過できる車両の台数」であるから、車頭時間の平均値が小さいほど交通容量は大きいことになる。図3ではトンネル部の車頭時間が明かり部よりも0.12秒大

きくなっており、これは車群中の交通容量が92%に減少することを意味する。この現象はトンネルという閉塞空間が持つ心理的な圧迫感によって、多くのドライバーが無意識のうちにより大きな車頭時間を欲するという行動の結果であると考えられる。

明かりと同等の側方余裕を備えたトンネルについて、交通容量の面からその能力を見てきたが、側方余裕を大きくとったとしても走行車線の容量には変化が無く、且つ、交通容量に密接に関連する追越車線の交通容量を改善へ導くことはできず、結果として明かり部との格差は解消されていないことが判明した。

(2) 3車線運用時における交通容量の評価

11.25mの車道幅員を持つ完全路肩トンネルにおいて、平成7年10月23日から暫定3車運用が開始されたところ渋滞は完全に消え、トンネルはボトルネックでは無くなった。先に掲載した図2の(二)に示すとおり、各車線の能力は限界に達するまでには、まだかなりの余裕を残しており極めて安定度の高い交通流が実現していることがわかる。すなわち、特例3車線は明かり2車線の交通容量を十分に上回っていることが確認できた。ただし、現在の段階では上流側が2車線であるために飽和状態にはほど遠く、この暫定3車線がどれだけの交通容量を有しているか確認することはできない。

この3車線運用可能な総幅員11.25mのトンネルは縮小路肩トンネルとの車道幅員比は1.25倍であるが、掘削断面積は約1.4倍になって建設コストはほぼこの後者の比で増加する。しかし、3車線で使われたときに初めてその投資に見合った効果を発揮するのであり、2車線で運用するには極めて不効率な断面であると言わざるを得ない。

5. まとめ

本論文では片側2車線トンネルを対象として交通容量の分析を行ったが、2車線トンネルの交通容量は幅員を大きくしも明かり部との大きな落差を埋めることができず、また縮小路肩トンネルとの交通容量差も極めて近似していることが明らかとなった。幅員11.25mのトンネルは3.25mの車線を3車線確保することを前提として採用された特殊な大断面である

にも係わらず、2車線で運用したときの交通容量は縮小路肩トンネルの交通容量とほとんど変わらない。すなわち、1車線分に匹敵する幅員を左右の側方余裕に用いたとしても、2車線の交通容量を改善することはできず、トンネルのボトルネック化を防止することは困難であることが知られた。

現在我が国的高速道路には大小合わせて約千本のトンネルが存在しており、中央道小仏トンネルを代表として大都市近辺の重交通を担う幾つかのトンネルがボトルネック化し、恒常的な渋滞を引き起こしている。しかし、仮にこれらのトンネルが大きな側方余裕を備えていたとしても、上記のような内容によりボトルネック化を免れた可能性は極めて低いと推察される。

トンネルのボトルネック対策、すなわち交通容量の増加を図っていくには、ボトルネックサグと同様に、交通流の車線分布特性に改善への糸口が認められる。今後この方面からの効果のある施策を模索していくべきであろう。

〈参考文献〉

- 1) 越正毅：“高速道路のボトルネック容量”土木学会論文集、第371号/IV-5 p1~7 1986年7月
- 2) 越正毅他：“高速道路のトンネル・サグにおける渋滞現象に関する研究”土木学会論文集、第458号/IV-18 p65~71 1993年1月
- 3) 栗原光二他：“4車線高速道路の交通実態と交通容量改善策”土木計画学研究講演集、No. 17 p563~566 1995年1月