

都市高速道路のトンネル区間を対象とした事故分析

株式会社オリエタルコンサルタンツ 正会員 ○後藤 秀典
株式会社オリエタルコンサルタンツ 正会員 田中 淳
千葉工業大学 正会員 赤羽 弘和
首都高速道路公団 正会員 割田 博

1. はじめに

一般的に、トンネル部は明かり部に比べて事故が少ないと言われている¹⁾が、首都高速道路では、トンネル部の事故率が高い傾向となっている。

今後、全長約 11km の都市内長大トンネルである中央環状新宿線の供用を控えていることもあり、道路管理者上、通常時の交通制御の前提として、トンネル内で事故が発生しやすい交通状況（渋滞領域、臨界領域、非拘束領域）を把握する必要があると思われる。

本稿では、延長が長く（1.3km）、需要が多い（片側断面 63,000 台/日）湾岸線東行きの東京港トンネルを対象に、首都高速道路のトンネル部と明かり部における事故の特徴について比較分析を行った。

2. 東京港トンネルにおける事故の概要

トンネル内事故の特徴を把握するため、平成 15 年 4 月 1 日～平成 16 年 9 月 30 日の 1 年 6 ヶ月を対象に、湾岸線東行きにおける、東京港トンネルと明かり部全体とで比較分析を行った。

分析結果は以下の通りである。

- ・事故率については、明かり部の 92 件/億台キロに対し、トンネル部は 103 件/億台キロと高い傾向を示している。
 - ・トンネル内の事故形態については、明かり部に比べ、車両接触事故の比率が低く、追突事故の比率が高い。これは、東京港トンネルが車線変更禁止となっていることが影響していると考えられる。
- このように、トンネル部と明かり部では事故率、事故形態に差異が見られる。

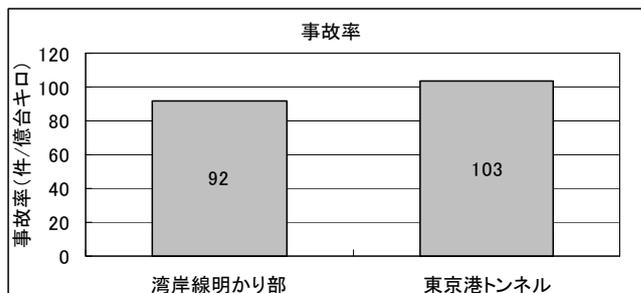


図 1 トンネル部と明かり部の事故率の比較

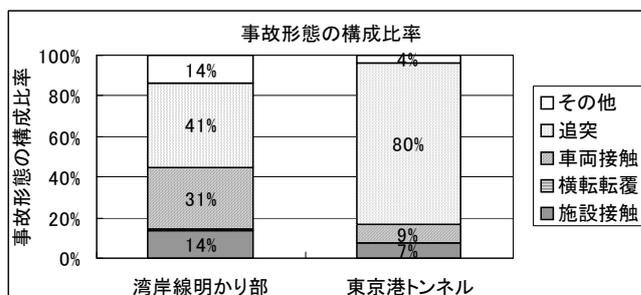


図 2 トンネル部と明かり部の事故形態の比較

3. 事故発生時の交通状況と事故形態の分析

3-1 分析手法

車両感知器データ（5 分間データ）を用いて、トンネル部と明かり部における事故発生時の交通状況を渋滞領域、臨界（拘束）領域、非拘束領域に分けて、交通状況別の事故率を算出し、その特徴について分析した。

明かり部は、交通状況が比較的類似しているトンネル前後の区間を合わせた範囲とした。（図 3）

なお、分析期間は 2. と同様に 1 年 6 ヶ月とした。

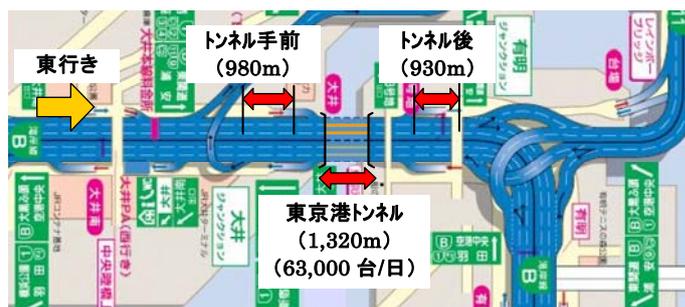


図 3 分析対象箇所

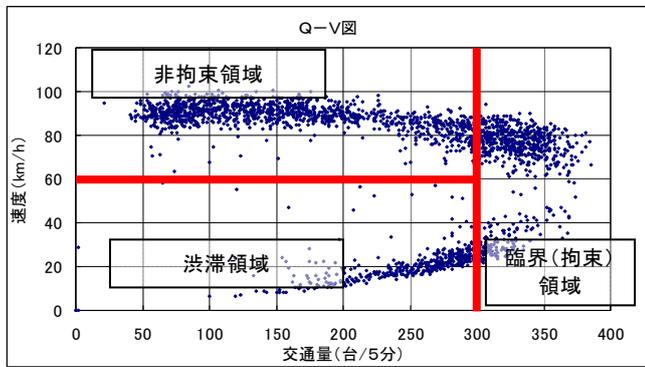
Keywords : 交通安全、交通制御、トンネル、事故

*連絡先 : gotoh-hd@oriconsul.co.jp

044-812-8813

(1) 非拘束・臨界・渋滞領域の設定

対象区間における5分間交通量と速度の関係から、非拘束、臨界、渋滞の各領域を非拘束/渋滞領域の境界速度：60km/h、臨界領域との境界交通量：300台/5分で設定した。(図4)



※東京港トンネルにおける平成15年10月1週間の区間データ
 ※平均車頭時間3秒を車群と仮定し、それ以下は車群が繋がっている状態(臨界領域)と判断した

図4 非拘束領域・臨界領域・渋滞領域の設定

(2) 事故発生状況の判断方法

事故発生状況の判断は大口ら²⁾による都市間高速道路を対象とした事故発生状況の分析手法に倣うこととした。

判断方法の一例として、臨界領域で発生した事故のQ-V図を図5に、RYG(速度階層図)を図6に示す。

ここで示した事故は、下流側から渋滞末尾が遡上して到達した時期に発生している。事故後は車線が閉塞された影響で捌け交通量が大幅に減少し、当該箇所を先頭にした事故渋滞が発生していることが分かる。

図5、図6に示す事故登録時刻は、事故当事者や発見者の通報等により、道路管理者が事故を確認した時刻であり、この時の交通状況を見ると既に渋滞領域(事故を原因とした渋滞発生後)となっていたことが分かる。

このように、事故データに記録されている事故の登録時刻は必ずしも事故発生時刻と合致していない。そのため、ここでは対象となる全ての事故において、事故登録時刻前後のQ-V図とRYGを確認し、事故発生時の交通状況を分類した。

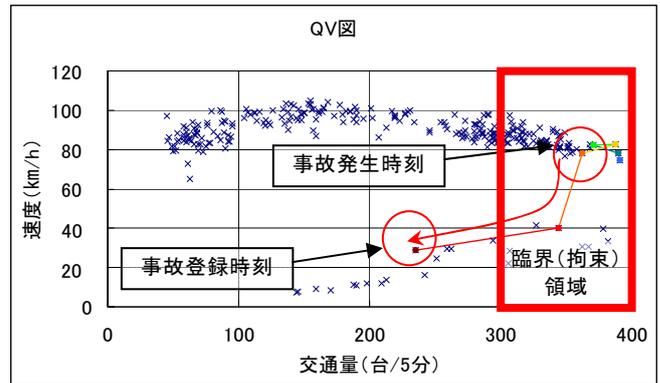


図5 臨界領域で事故が発生した日のQ-V図

時刻	上流	東京港トンネル						下流
		70.6	72.7	78.9	85	74.1	66.9	
17:00	70.6	72.7	78.9	85	74.1	66.9	70.2	
17:05	65.4	69.6	74.5	79.5	68	61.7	62.5	
17:10	73.3	73.6	78	事故発生箇所				6
17:15	76	77.7	82.5					3
17:20	80.2	76.5	82.7	87.6	76.8	71.7	47.2	
17:25	70.1	72.4	78	81.2	63.9	42.6	22.6	
事故発生時刻	17:30	65.9	60.5	40	38.8	32.6	28.8	28.5
17:35	19.2	14.6	28.8	69.5	39.1	20.4	16.3	
17:40	12.8	15.5	24.6	75.1	37.2	22.1	20.6	
事故登録時刻	17:45	12.9	17	29.7	74	77.2	61.8	27
17:50	13.5	15.2	29.6	78	84	79.1	43.1	
17:55	12.2	14.9	33.8	76.6	80.6	77.9	70.9	
18:00	13.7	16.4	28.5	73.8	79.7	74.5	76	

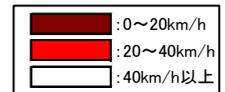


図6 事故発生前後のRYG

3-2 分析結果

(1) 総事故の傾向

事故率(図7)に着目すると、渋滞領域が最も高く、次いで臨界領域となっており、トンネル部と明かり部で同じ傾向を示している。この傾向は、大口ら²⁾の都市間高速道路の分析結果と異なる。これは、首都高速道路には分合流が多く、渋滞域で粗密の伝播が多発していることに起因するものと考えられる。

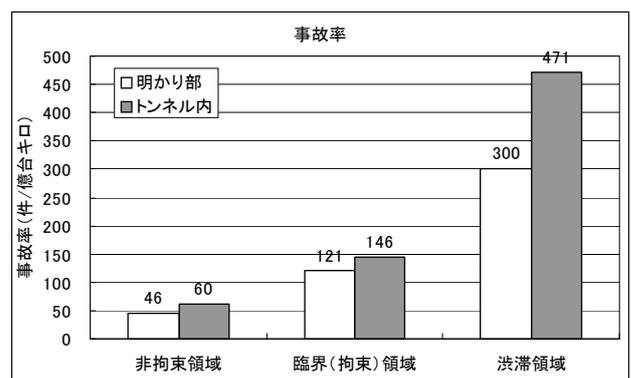


図7 事故率

(2) 事故形態の傾向

図 9 に示す事故形態を比較すると、トンネル部では交通状態を問わず、追突事故の比率が高いことが分かる。一方、明かり部では臨界・渋滞領域の追突事故に加えて、特に臨界領域の車両接触事故の比率が高いことが分かる。

トンネル内で車両接触事故が少ない理由は、2. で述べた通りであり、トンネル内を車線変更禁止にすることで、潜在的な車両接触事故を抑制していると考えられる。

図 8 の追突事故に着目すると、トンネル部・明かり部ともに渋滞領域で最も高く、次いで臨界領域が高くなっている。臨界・渋滞領域で追突事故が多い理由として、トンネルが閉ざされた空間であるため、2, 3 台前方の車両のブレーキ等が把握しづらいことや、赤羽ら³⁾が述べているように、スモールランプの点灯によりブレーキランプを見落とすこと等が考えられる。また、明かり部と同じ車間距離での走行を躊躇し、坑口付近で減速することも原因と考えられる。

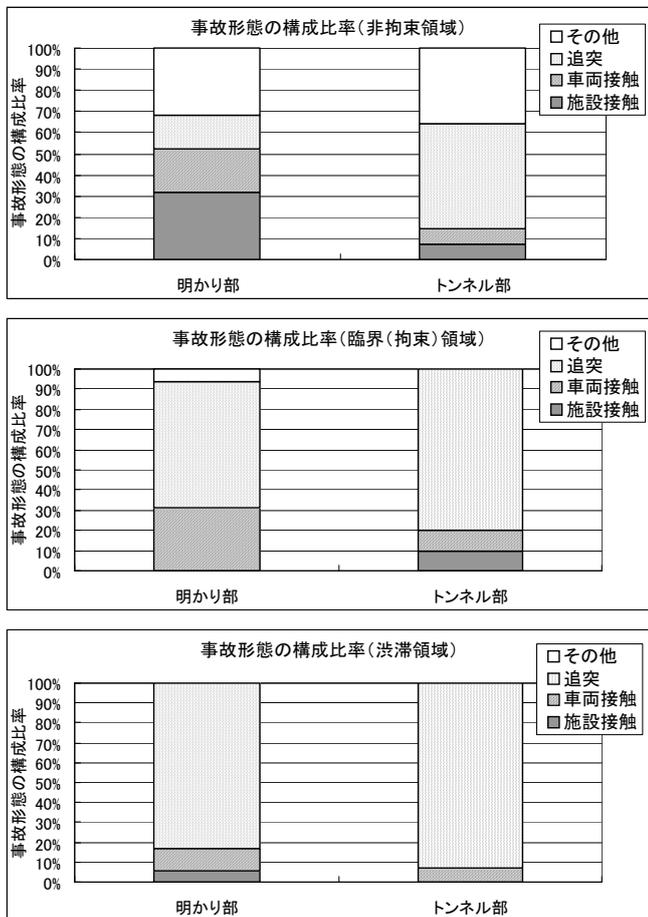


図 9 事故形態の構成比率

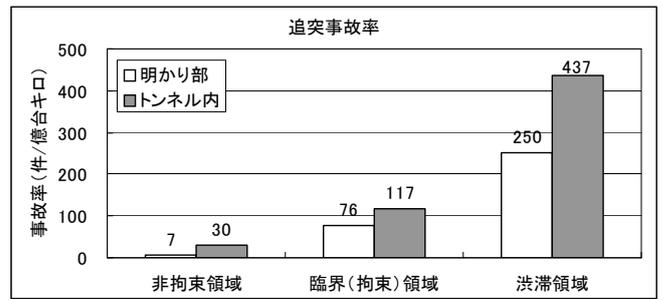


図 8 追突事故率

(3) 人身事故の傾向

人身事故 (図 10) に着目すると、明かり部では非拘束領域が高いのに対し、トンネル部では非拘束領域よりも臨界領域が多くなっている。

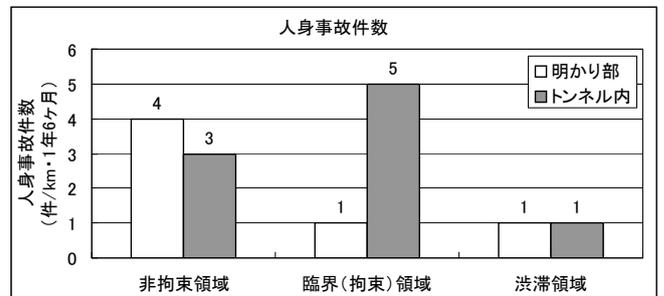


図 10 人身事故率

(4) 人身事故における事故形態別の傾向

人身事故の事故形態 (図 11) に着目すると、明かり部は顕著な傾向が見受けられないが、トンネル部は追突事故が多い傾向にある。これは、トンネル部は追突事故が多く (図 9)、追突事故は人身事故になる確率が最も高い (表 1) ためと考えられる。

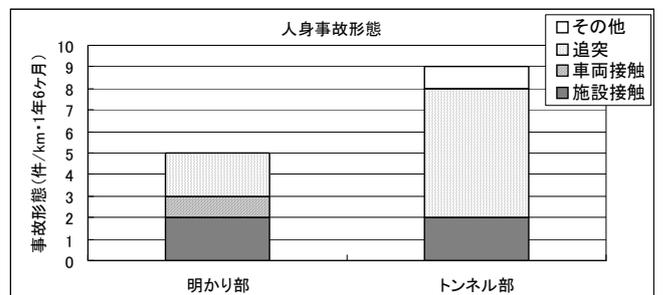


図 11 人身事故の事故形態

表 1 人身事故に至る確率

	施設接触	車両接触	追突
人身事故に至る確率	11%	7%	16%

表 2 交通状況別の総交通量と事故件数・事故率

	トンネル部(1.32km)			明かり部(1.91km)		
	非拘束領域	臨界(拘束)領域	渋滞領域	非拘束領域	臨界(拘束)領域	渋滞領域
走行台キロ[億台キロ]	23,141,135	20,591,070	2,974,692	41,424,705	13,203,742	5,997,119
事故件数[件]	14	30	14	19	16	18
追突事故[件]	7	24	13	3	10	15
人身事故[件]	4	6	1	7	1	1
事故率[件/億台キロ]	60	146	471	46	121	300
追突事故率[件/億台キロ]	30	117	437	7	76	250
人身事故率[件/億台キロ]	17	29	34	17	8	17

※首都高速道路湾岸線東行きにおける事故の集計値

また、トンネル部の人身事故発生時の交通状況を見ると、臨界領域が最も高くなっている。(表 2)

この6件の事故発生時の交通状況を見ると、5件が図 12 に示したような渋滞末尾への遭遇時であった。これについては、ボトルネック容量を改善して渋滞を発生させないようにすることは勿論だが、渋滞末尾の接近を事前に情報提供し、トンネル内における前方車両のブレーキに対する注意喚起を行うことで抑制出来ると考えられる。

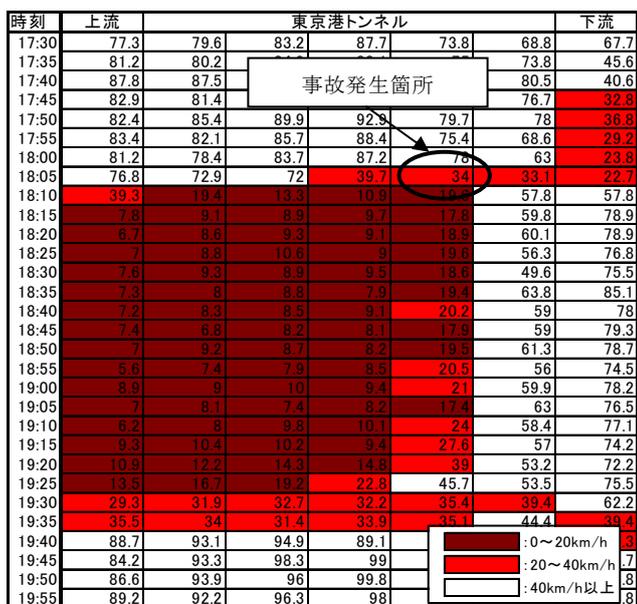


図 12 渋滞末尾事故時の R Y G

(5) 分析結果のまとめ

今回の分析結果から、トンネル内では渋滞時の追突事故が多いため、渋滞させないような交通制御を行うことが重要であることが分かった。また、トンネル内では臨界領域の人身事故が多く、その殆どが渋滞末尾への追突事故であるため、トンネル内に臨界状態を出現させないような交通制御も重要であると思われる。仮に、渋滞がトンネル内に延伸した場合には、手前で渋滞延伸状況を提供し注意喚起することが事故のリスクを低減できる手法と考えられる。

4. おわりに

本稿では、湾岸線東行き東京港トンネルを対象として交通状況別の事故率を算出することで、トンネル部における事故リスクを低減させるためには、臨界・渋滞状態を出現させないような交通制御を行うことが重要であることを明らかにした。

トンネル部は、火災が発生した際のリスクが他に比べて大きいことから、火災の元になる事故を発生させないことが道路管理上重要であると思われる。特に中央環状新宿線は、トンネル内とその下流の出入口や JCT がボトルネックとなる可能性があることから、交通制御手法の検討に本検討結果を活かせるものと思われる。

今回は、車両感知器データにより事故発生時の交通状況を詳細に分析したが、事故発生メカニズムや事故発生要因は想定域を出ないため、ビデオ画像等を用いた詳細な分析が今後の課題と思われる。

また、今回対象とした東京港トンネルにおいても、ETCの普及により大井本線料金所の捌け交通量が増加することで当該区間への負担が大きくなると考えられるため、交通制御によるリスク低減検討が今後の課題と思われる。

参考文献

- 1) Ad hoc Multidisciplinary Group of Experts on Safety in Tunnels: RECOMMENDATIONS OF THE GROUP OF EXPERTS ON SAFETY IN ROAD TUNNELS, FINAL REPORT, 2001. 12
- 2) 大口敬, 赤羽弘和, 山田芳嗣: 高速道路交通量の臨界領域における事故率の検討, 交通工学 Vol. 39, No. 3, 2004
- 3) 赤羽弘和, 長谷川潤, 森田緯之: 都市高速道路における追突事故発生状況の感知器データによる分析, 第 20 回交通工学研究発表会論文報告集, 2000