

高速神奈川7号横浜北線の トンネル防災計画概要

TUNNEL DISASTER PREVENTION PLAN SUMMARY OF KANAGAWA ROUTE 7 YOKOHAMAKITA LINE

松下 大輔^{1*}・齋藤 基泰¹・渡辺 剛史¹

Daisuke MATSUSHITA^{1*}, Motoyasu SAITO², Takeshi WATANABE³

Kanagawa route 7 Yokohamakita line is a limited highway of the route extension about 8.2km connecting the Kanagawa route 1 Yokohane line and Daisannkeihin line. About 70% of the extension (about 5.9km) becomes a tunnel structure, of which about 5.5km have adopted the shield method.

This tunnel is equivalent to a tunnel grade AA based on the standard of Land, Infrastructure and Transportation Ministry, not only have established the necessary disaster prevention equipment, for road traffic management and evacuation guidance, etc., in order to more secure disaster prevention plan, it has been extensive studies, including academic experts. The evacuation system in the event of a disaster in the shield tunnel section, from the effective use of the tunnel space, have adopted evacuation passage under slab system by slide. For evacuation system will be the first in the Metropolitan Expressway, as well as to a more easy-to-understand guide the evacuation, it is necessary to well-known enough.

In this paper is to report about the plans of disaster prevention of the concept and operation and evacuation guidance in Yokohamakita tunnel of the Yokohamakita Line.

Key Words : plan of disaster, shield tunnel, limited highway, evacuation passage under slab

1. はじめに

高速神奈川7号横浜北線（以下、北線）は、横浜市の交通ネットワークの骨格を形成する「横浜環状道路」の北側区間、第三京浜道路「港北インターチェンジ」から高速神奈川1号横羽線「生麦ジャンクション」をつなぐ延長約8.2kmの自動車専用道路であり、2017年3月に開通予定である。さらに、将来的に横浜環状北西線が完成すると、東名高速道路とも接続する。

北線の大部分を構成する横浜北トンネルは、路線延長の約7割に及ぶ約5.9kmであり、そのうち約5.5kmがシールドトンネル構造となっている。トンネル等級は、国の基準¹⁾に基づくAAに該当し、必要な防災設備を設置しているだけでなく、道路交通運用や避難誘導等について、より安全な防災計画とするため、学識経験者に意見を頂きながら検討を重ねてきている。シールドトンネル区間における災害時の避難方式には、トンネル空間を有効活用するため、安全空間である道路下へのすべり台による避難方式を採用している。首都高速道路では初となるこ



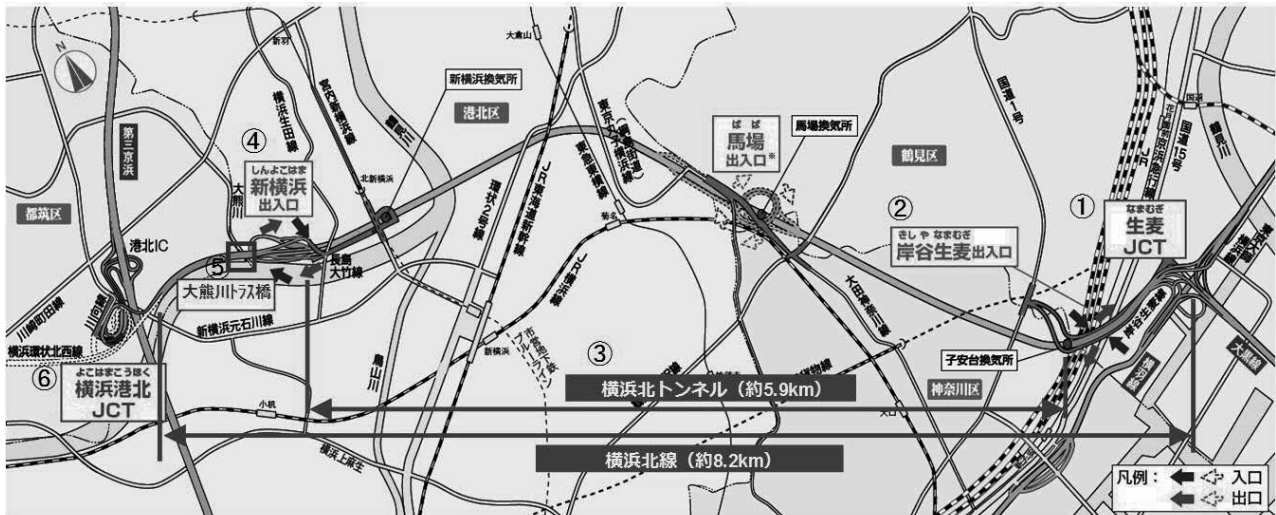
図-1 横浜北線位置図

の避難方式について、避難誘導をよりわかりやすい案内とするとともに、十分に周知していく必要がある。

本稿では、横浜北トンネルにおける防災の考え方や運用、避難誘導等の計画について報告するものである。

キーワード：防災計画，シールドトンネル，自動車専用道路，床版下避難通路

¹非会員 首都高速道路株式会社 神奈川建設局 調査・環境課 Metropolitan Expressway Co., Ltd., Kanagawa Construction Bureau Investigation & Environment Section (E-mail: d.matsushita2013@shuto.co.jp)



※馬場出入口は、2017年3月には開通しません。引き続き、工事を進めてまいります。

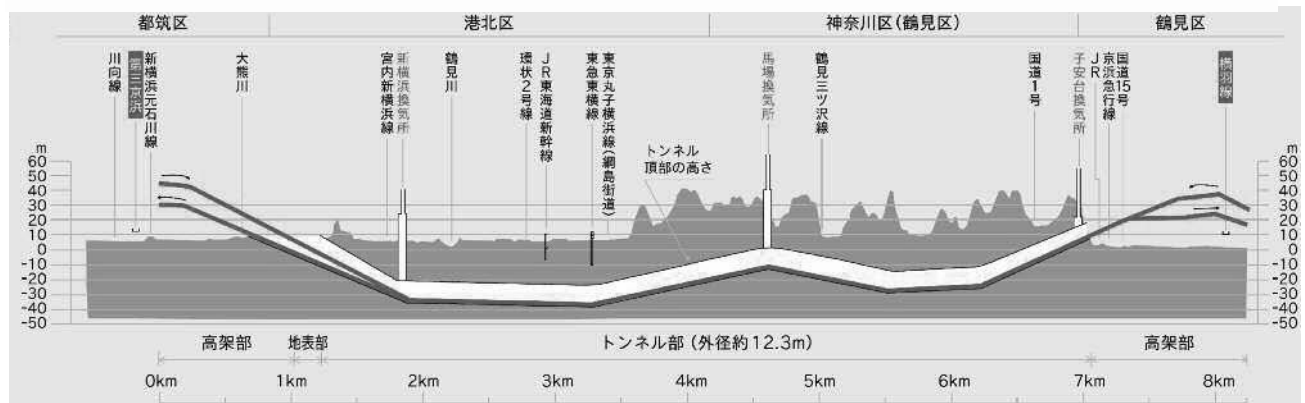


図-2 横浜北線平面図・縦断面

2. 横浜北線の路線概要

路線延長 : 約8.2km
 トンネル延長 : 約5.9km
 トンネル構造 : シールドトンネル (約5.5km)
 開削トンネル (約0.4km)
 最大深度 : 約56m
 計画交通量 : 40,000~54,000台/日
 種級区分 : 第2種第1級
 換気所数 : 3か所

ル利用者の安全を確保しつつ火災を処理するために、以下の対応が必要と考えている。

- ①通常時においても、事故防止及び火災拡大防止の観点から、トンネル内渋滞を極力低減させる交通運用
- ②迅速な火災検知・認知・判定と、換気・交通運用の綿密な連携、迅速・正確な関係機関との連絡体制
- ③避難環境をできる限り確保する発災時の換気運用
- ④発災後速やかにトンネル内への車両進入を禁止しつつ、トンネル内の車両を排出するための迅速な情報提供と交通運用
- ⑤迅速・確実な安全空間への避難誘導

3. トンネル防災の基本的な考え方及び設備概要

(1) トンネル防災の基本的な考え方

横浜北トンネルの特徴としては、トンネル内に出入口分合流部を有すること、河川や地下鉄を避けるために縦断勾配が一定でないことなどが挙げられる。トンネル延長が長いこと、事故が発生した場合に重大となる可能性が高く、防災安全に対する配慮が一層重要となっている。基本的に、トンネル内で火災が発生した場合、トンネ

(2) トンネル防災設備の概要

横浜北トンネルは、山手トンネルと同様に都市内長大トンネルと位置づけ、国の基準に基づくトンネル等級AAの設備に加えて、緊急車両の到達時間を短縮するため上下線をつなぐUターン路の設置や、発災時にトンネル内への一般車両の進入を防止するための遮断機を設置している。

横浜北トンネルで設置している防災設備の一覧及び概要を表-1及び図-3に示す。

表-1 横浜北トンネル防災設備一覧

非常用施設		AA等級	北線での対応	
			設置有無	備考
通報・警報設備	非常電話	◎	設置	100m間隔
	押しボタン式通報装置	◎	設置	50m間隔
	火災検知器	◎	設置	25m間隔
	非常警報装置(トンネル警報板)	◎	設置	坑口・分岐部手前等に設置
	信号機	○	設置	公安委員会と協議済
消火設備	消火器	◎	設置	50m間隔
	泡消火栓	◎	設置	50m間隔
避難誘導設備	非常口	◎※1	設置	標準部(縦断勾配2%以下):250m 急勾配部(縦断勾配4%以上):50m、馬場出入口ランプ部:50m
	誘導表示板	◎	設置	50m間隔
	排煙設備	◎※1	設置	ジェットファン及び換気ファン
	給水栓	◎	設置	50m間隔
その他設備	水噴霧設備	◎	設置	25m×2区画
	無線通信補助設備	◎	設置	
	ラジオ再放送設備	◎※2	設置	
	拡声放送設備	◎※2	設置	
	監視用テレビ装置	◎	設置	100～150m間隔(無死角)
	無停電電源装置	◎	設置	
	非常用予備発電設備	◎	設置	
	緊急車出入口	○	設置	生麦側は設置、港北側は坑口付近の出入口を利用
	Uターン路		設置	各換気所部付近
	遮断機		設置	坑口・分岐部付近に設置

凡例 ◎:設置しなければならないもの ○:必要に応じて設置するもの

※1 排煙設備または避難通路を原則として設置する ※2 ラジオ再放送設備または拡声放送設備を原則として設置する

横浜北線 トンネル内防災設備

火災発生時の防災設備

1 拡声放送スピーカー
200m以内の間隔でスピーカーを設置し、ドライバーに情報を伝達します。明瞭性を確保するため時間遅延技術を採用しています。

2 ラジオ再放送設備
トンネル火災発生時は、現場の状況や避難誘導などの緊急放送を、各ラジオ放送に割り込み発信します。

3 自動火災検知器
約25m間隔で設置しています。火災時に発生する赤外線を自動的に検知し、管制室にいち早く知らせます。

4 水噴霧設備
管制室からの遠隔操作により、約50mの範囲に霧状の水を散布し、火災の延焼や拡大を防ぎます。

5 トンネル用信号機・トンネル警報板・遮断機
非常時にトンネル内の火災、事故等の情報をトンネル用信号機・トンネル警報板でお知らせします。また、パトロール隊が遮断機で閉鎖します。

6 ジェットファン
トンネル火災発生時は、煙が避難の妨げにならないよう、空気の流れを調整し、避難の時間を確保します。

火災発生時、利用者の方に利用していただく設備

7 消火器・泡消火栓
消火器や簡単に扱える泡消火栓を約50mの間隔で設置しています。無理のない範囲での初期消火をお願いします。

8 押しボタン式通報装置
約50m間隔で設置しています。火災時または非常時にボタンを押すことで、管制室へ通報できます。

9 非常電話
約100m間隔で設置しています。受話器を取ると管制室に連絡できます。また、受話器を取り、通話ランプが点灯してから「故障」「事故」「救急」「火災」のいずれかのボタンを押していただいても、管制室に件が伝わります。

10 非常口
250m以内に設置されている非常口から避難通路を通って、地上出口まで避難することができます。

北線トンネルの安全管理体制

11 管制室
万が一に備え、24時間体制で交通状況と各設備の状況を見守っています。

12 テレビカメラ
約100mの間隔で設置し、常にトンネル内を見守っています。火災時には自動的にその場所の状況を管制室に映し出すとともに、トンネル内の走行状態の異常を画像処理により管制室に通報する機能があります。

13 トンネル照明設備
安全で快適に走れるように、見やすく明るい照明を設置しています。また、停電が起きても、走行に支障がない明るさを確保しています。

図-3 横浜北トンネル防災設備概要

4. 通常時の安全対策

火災発生につながる事故防止及び発災時の2次災害など甚大な災害につながるリスクを低減するために、下記のとおり対策を実施する。

(1) 交通事故の抑制

速度抑制対策やカーブ区間等の安全対策を実施する。また、文字情報板等によりリアルタイムの交通状況を適切に情報提供し、交通集中を抑制することによって、交通渋滞の発生を抑制し交通事故のリスクを低減する。

(2) トンネル構造物の保護

トンネル本体を耐火構造とするとともに危険物積載車両の通行を禁止し、火災等によるトンネル構造物の損傷などの甚大な災害につながるリスクを低減している。

5. 発災時の運用と避難誘導

(1) 火災の早期検知（検知・認知・判定）

火災の検知・認知・判定は、火災時対応の最初の施策であり、利用者の早期避難やその後の消防活動に大きく影響する。利用者が早期に避難するためにはできるだけ避難時間を確保することが重要であり、そのためにはできるだけ迅速に火災の判定を行うことが重要である。従来から首都高速道路のトンネルは、非常用施設（火災検知器、非常電話など）や交通管制施設（CCTV 画像など）により 365日24 時間の監視を行っており、中央環状線山手トンネルと同様に、横浜北トンネルでは、トンネル区間に死角がないように約100mm間隔で CCTV カメラを設置する。

また、カメラから送られてくる情報を効率的に活用するために、交通の異常な状態（停止、低速、避走）を CCTV 映像の画像処理によって自動検出する交通異常事象検出システムを導入し、交通管制員による認知を補助している（図-4）。



図-4 交通異常事象検出システム

(2) 換気による避難環境の確保

トンネル火災には、比較的火災の規模が小さく避難行動が可能な火災初期段階と、火災の規模が大きく発達した火災後期段階に区分される。

火災の初期段階の換気制御は、利用者の避難環境を向上させるために行い、火災後期段階の換気制御は、消防活動支援のために行なう。この目的を達成するための換気制御は、トンネルの換気方式、交通状態により異なる。

横浜北トンネルでは、交通状況、火災段階に応じた火災時の効果的な換気制御の基本的な考え方を以下のように整理している。

a) 火災初期段階

①非渋滞時

通常交通状態においてトンネル内火災が発生した場合、火災地点より下流側では、車両はそのまま走行を続けてトンネル外に出る。火災地点より上流側では、火災により進路を断たれた車両が、火災地点を先頭に滞留することとなる。したがって、火災地点上流側に存在する避難者の避難環境をできるだけ確保することを目的とするとともに、火災地点下流側を走行している車両に極力影響を及ぼさない換気制御を行う必要がある。具体的には、火災地点上流側への熱や煙の影響を極力抑制するとともに、火災地点下流側への煙の移動速度が早くなり過ぎないように、トンネル内風速を2～3m/s 程度に維持するよう換気運転を行う。

②渋滞時

先詰まり交通状態においてトンネル内火災が発生した場合、火災地点より下流側（前方）では、既に車両の滞留が生じており、火災地点より上流側（後方）では、火災により進路を断たれた車両が、火災地点を先頭に滞留することとなる。したがって、火災地点上流側と下流側の両方に存在する避難者の避難環境をできるだけ確保することを目的とした換気制御を行う必要がある。具体的には、火災地点上流側と下流側の両方への熱や煙の影響を極力回避するよう、トンネル内風速を低風速化し、極力0m/sを維持するよう換気運転を行う。

b) 火災後期段階

先詰まり交通、通常交通のいずれの場合であっても、消防は、火災地点上流側からトンネル内に進入して火災現場に向かうため、火災地点上流側からの消防活動環境を確保することを目的とした換気制御を行う必要がある。具体的には、火災地点上流側への熱や煙の影響を極力抑制するため、火災地点下流側に煙を流すよう、火災地点上下流の換気運転を行う。

(3) 迅速な情報提供と交通運用

前述したとおり、トンネル内で発災した場合、トンネル内への車両の進入を禁止し、併せてトンネル内の車両

をできるだけ早く排出するような交通誘導を行う。

発災直後の車両誘導にあつては、トンネル内ラジオ放送緊急割込方法に加え、信号機及び情報板を、トンネル坑口部、トンネル内分岐部、トンネル内 U ターン路部、トンネル手前最終出口分岐部に設置して情報提供することにより、火災発生初期段階の車両誘導を行うことを計画中である（図-5）。

（4）迅速・確実な安全空間への避難誘導

安全空間への避難誘導では、最終的な目的地は地上までの円滑かつ安全な誘導であるが、まずはトンネル内の非常口から先の安全空間へできるだけ早期に誘導することが、利用者の安全を確保する上で最も重要である。

横浜北トンネルのシールド部では、換気方式に縦流換気方式を用いており、道路下空間を避難通路として有効活用している。車道と道路下安全空間（避難通路）をつなぐ施設として、すべり台による避難方法を採用している（図-6、7）。すべり台による避難方法は、アクアラインなどで採用されているが、首都高速道路では初となる。また、開削トンネルや出入口トンネルの避難方法については、独立避難通路を採用している。トンネル内の非常口は250 m間隔（一部、縦断勾配が急な区間は50m間隔）で設置している。

まず、車内でラジオ緊急割込放送や情報板を確認して避難行動を開始し、車外に出た後、トンネル内で放送されている拡声放送を聞き、非常口誘導灯に従って非常口まで到達する。この際、遠くからでも非常口を確認できるように、非常口位置を強調する設備（非常口強調灯）を設置する（図-8）。拡声放送設備の運用においては、トンネル内の音場特性（残響音が非常に長いこと、距離減衰が小さい）により、複数のスピーカーを用いると明瞭度の確保が困難であることから、中央環状線山手トンネルでも採用されている、連続的時間遅延技術を導入す

ることにより、音の明瞭性を確保することとしている。

6. 広報啓発活動

事故や火災が発生した際、トンネル利用者に率先して避難行動を起こしてもらうことがトンネル防災安全性の向上に非常に大きな役割を占める。

横浜北トンネルでの取り組みとして、首都高速道路では初となるすべり台による避難方法について、パンフレットを作成・配布するとともに、すべり台の使用方を示した動画を首都高きたせん HP に掲載している（<http://www.shutoko.jp/ss/kitasen/yokokan/bousai/>）。

また、首都高速道路の利用者の約3割を占めるプロドライバーをターゲットとした広報活動の強化など効果的なトンネル防災安全に関する広報・啓発活動を行う。



図-6 横浜北トンネル断面イメージ

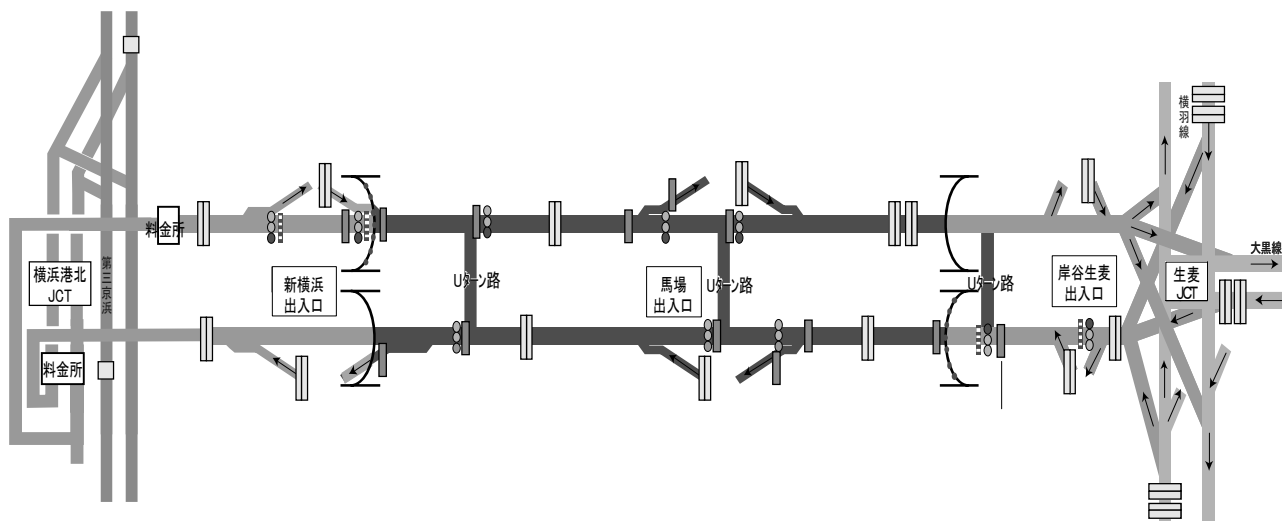


図-5 情報提供及び交通運用イメージ

7. おわりに

本稿では、2017年3月開通予定の高速神奈川7号横浜北線におけるトンネル防災の考え方や運用、避難誘導等の計画について報告した。トンネル内に設置した防災設備の機能を十分に生かせる運用を行うとともに、開通後の万が一の発災時に十分に機能が発揮するよう、開通に

向けて必要な実験・訓練を行う。また、利用者への啓発活動を実施していく。

参考文献

- 1) 国土交通省：道路トンネル非常用施設設置基準，1981.



図-7 すべり台を用いた避難方法

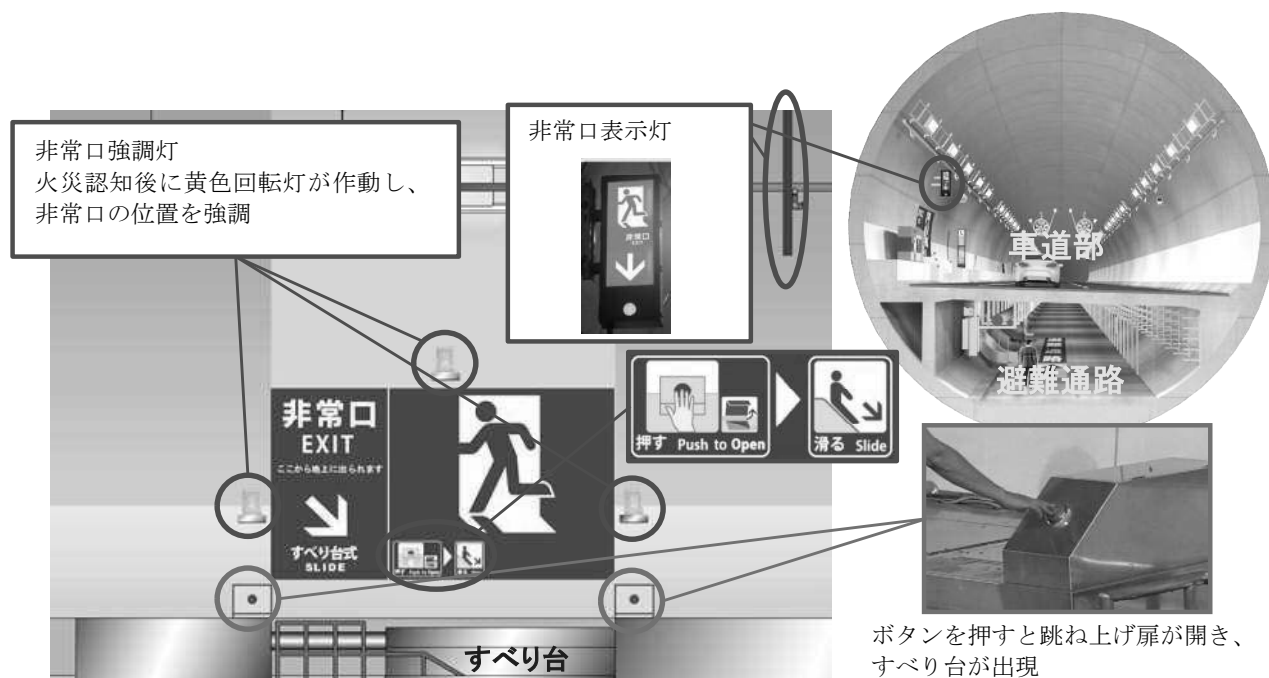


図-8 非常口（すべり台）の案内イメージ