

『日本の科学者』 2022 年 11 月号
特集「リニア中央新幹線計画の中止を求める」

大塚正幸「トンネル建設の安全とリニア新幹線運行の保安
——培われた安全を次世代に継承するために」

< 補助資料 >



補助資料 1. トンネルに作用する強大な土圧

1-1 円形先進導坑下盤の膨れ上がり
(鍋立山トンネル)

出典：筆者所蔵



支保工の変状 SL付近

1-2 円形先進導坑側壁の押出し
(同上)

出典：筆者所蔵



山はねで飛び出した岩塊

1-3 山はねによる岩盤崩落

折尺から厚さ 0.6m, 丈 2.5m程度と推定される
(関越トンネル)

出典：土木学会関東支部新潟会



補助資料 2. トンネル掘削を妨げる大量・高圧湧水

2-1 ボーリング孔からの猛烈な噴水
(丹那トンネル)

出典：丹那トンネルの話



2-2 下向き探査孔からの噴上げ

口径 10cm の探り削孔から 2m 余の噴上 斜坑水没の危機に
(御牧原トンネル)

出典：筆者所蔵



2-3 青函トンネルの異状出水

青函トンネル

出典：写真で見る日本鉄道建設公団の歩み



補助資料 5 営業線水没事故
トンネルに挟まれた半地下構造 新小平駅冠水
(JR 東日本 武蔵野線)
出典：日経 1991. 10. 17 夕刊



補助資料 3 低圧・中低量湧水でも発生する切羽崩壊
流動性砂による流砂事故は、切羽から流出した土砂が
数百メートル間をいっきに流下し、坑道を埋没させる
出典：地質と土木をつなぐの“貯蔵庫”
本文引用文献⁷⁾



補助資料 6 トンネルからの落下物
6-1 トンネル内のコンクリート塊の崩落箇所を調査する係員
1999. 10 北九州トンネル
出典：blog/jiji.com. 本文引用文献¹²⁾



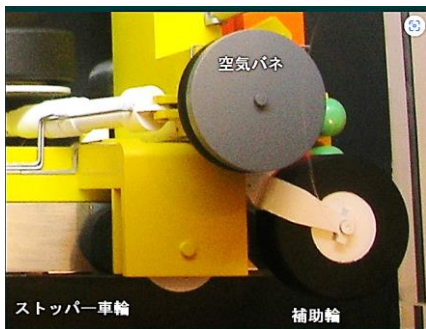
6-2 トンネル内に落下したコンクリート片
1999. 10 北九州トンネル
出典：blog/jiji.com. 本文引用文献¹²⁾
出典：同上



左の赤丸部分を拡大してコントラストを強調したのが下の写真



右に飛び出している円盤がおそらく「ストッパ一車輪」。左側のシャッターが降りたような感じになっている部分から低速走行の時に「補助輪」(案内輪)が出てくるのだと思います。



補助資料 7 緊急着地で性能が問われるストッパ一輪

7-1 側方ストッパ一車輪

補助輪(案内輪ともいう)を出すことができない緊急事態に、ストッパ一車輪がガイドウェイに接して車両を保護することになっている

出典：

<http://www.nbbk.sakura.ne.jp/npp/201708/2017-0820.html> jp

原典：山梨県立リニア見学センターの実物大模型

7-2 側方ストッパ一車輪の構造

不安定な低速走行時の安定を保つための補助輪(案内輪)は、サスペンションがついていて、浮上走行時には収納されるこれに対してストッパ一車輪には、サスペンションが無く、台車に固定されているから、大きな衝撃を受けるであろう補助輪の直径が 60 cm 位とすればストッパ一輪の径は 30 cm 程度であろうか？

こんなストッパ一輪が 500km/h の衝撃に耐えられるか？

【筆者の推定】

出典：同上

原典：ja.wikipedia.org/wiki/超電導リニア

7-3 リニアが採用している連接台車

台車と補助輪とストッパ一輪の関連を概括する写真を示す

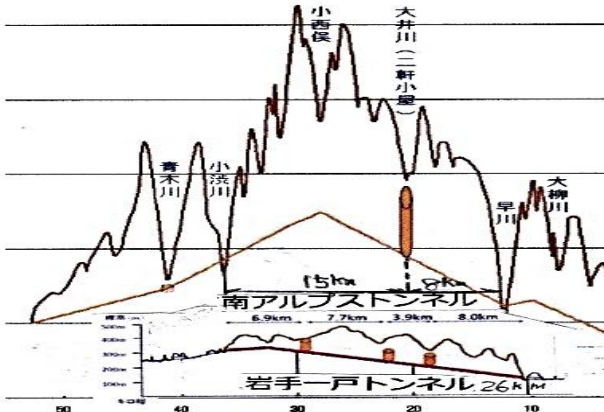
連接台車は、先頭部を除き二つの車両の連接部で一つ台車を共有する構造で、左右一対の空気バネに両側から車両を載せ、台車の中央が車両の繋ぎ目となる

列車の編成替えには、大がかりな吊り上げ設備が必要となるため事故で損傷した一部車両の連結を切ることは出来ず、復旧作業の大きな制約になる

内側に見える 4 本の支持車輪と、補助輪は連動するのであろう補助車輪のすぐ近くに台車枠から少しはみ出した案内ストッパ輪が見えるが、緊急着地輪(下方ストッパ一輪)は見えていない緊急着地輪の実車試験は実施されたとされる*が、人エクエンチによる、いわば静的なテストで、事故や地震災害時の衝撃にはいまいっ信頼が置けない【解説は筆者】

出典および原典：同上

*参考文献：白國紀行, 谷村正治, 宮崎文夫：「高速鉄道車両の安全装置の設計手法に関わる研究(上下方向)」『日本機械学会論文集』72(4), 7-13, (2006)



長大トンネルからの避難(リニアと新幹線の比較)

補助資料 8

8-1 異常時避難

86%がトンネルのリニアでは、結局トンネル内での非常停車、救援待機となるであろう

非常口の深さも、アクセス環境も東北新幹線とは比較にならない南アルプストンネルの場合、乗客の脱出手段は？救護手段はいかなるものか？救援要員の到達時間は？

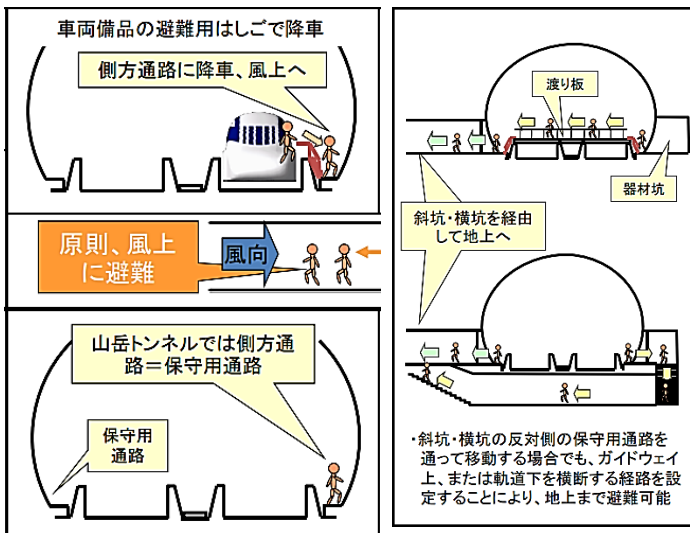
富士川町と天竜保守基地の間隔は約 53 km、救援車両を配備できる車両基地は 170km 離れている
事故発生から退避までの手順

発生⇒通報⇄状況判断⇒出動手配⇒走行⇒到着⇒指示⇄誘導⇒全員脱出【所要時間は予想不能】

出典：既往の資料から筆者がアレンジ

トンネル内停車を余儀なくされた場合の火災時の避難とトンネル設備【国土交通省】

乗務員が煙の向き等によって確認



8-2 火災時の避難

秒刻を争うトンネル火災から旅客の退避を、JR 東海・国交省はどのように説明しているか
(1) 国土交通省鉄道管理局の見解【左図】

退避設備に関する抽象的な説明にすぎない。数名の乗務員で最大千人の乗客の的確な状況確認と報告、避難誘導の任を果たせるか？トンネルの避難設備を把握しているとは思えない添乗乗務員に適切な避難誘導が可能か？

出典：技術事項に関する検討に いて p. 33 より編集：本文引用文献²¹⁾

(2) JR 東海の FQA (よくあるご質問) 異常時対策について (Q.1/Q.6) 【下記応答】

延長距離、深さ、待機時間、気象条件等の現実を加味しない緊張を欠いた一般論で終わっている

出典：JR 東海 FAQ, 異常時対策について
本文引用文献¹⁸⁾

Q.1 地震や火災などの災害時の避難について教えてください。

A お客さまの安全を第一に、開業までの間、お客さまの避難誘導なども含め、ハード・ソフト両面において、さまざまな検討を深め、万全を期します。

Q.6 南アルプスの山のなかを通るとのことですが、そのなかで停車した場合の避難方法を教えてください。冬季でも安全なのでしょうか。

A 南アルプストンネルでは、本線トンネルに並行して地質の確認のために掘削された先進坑を避難時に活用します。先進坑は、営業開始後は保守用通路として使用されることとなり、保守用車両等が通行可能であるため、お客さまには徒歩もしくは車両で、状況に応じて最寄り、または近隣の非常口等へ安全に避難していただくことを考えています。冬場を含め、一般的にトンネル内は、外に比べて年間の気温の変化が小さいため、移動までの間は、安全なトンネル内に留まっていただくことになると考えています。また、非常口へ至る地上アクセスは、山岳部を通る他の新幹線と同様、既設の道路あるいは工事にあたって整備した道路を活用するため、冬季でも安全に避難できると考えています。