

地域における大規模災害時一時避難施設としての交通インフラの利用可能性

【2022年度 KR-090】

釧路工業高等専門学校 創造工学科 教授

大屋戸 理明

1. 調査研究の背景

高架構造物等の交通インフラは、通常、地域に数十年単位の長期にわたり存在し利用される。鉄道・道路交通に供する以外の目的としては一般には使われないため、地域住民の普段の日常生活との関りが希薄となりがちとなる。このことは、その交通インフラの地域における受容性にも影響する。地域とのかかわりを持ち、地域にとって欠かせないインフラであることを住民に納得できる形で示すことが効果的と考えられる。

一方で高架構造物等の交通インフラは、視覚で容易に位置を確認でき、強固な構造を有する。このことから、津波被害が予想される地域では、工夫をすれば津波避難タワーに代わる災害時一時避難施設として使うことができるとも考えられる。これが可能になれば、地域に欠かせない施設として認知されることが期待できる。

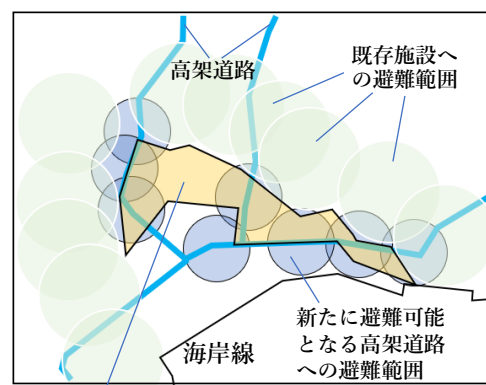
本研究では、地域における大規模災害時一時避難施設としての交通インフラの利用可能性を探ることを目的とし、近い将来に大津波の発生も指摘されている北海道釧路地域を例に取り上げて調査研究を行う。

2. 文献調査

災害時等において高架構造物等の交通インフラがどのように理解されているかを確認するため、文献調査を行った。

文献¹⁾では、高台までの距離が遠い居住区での津波避難支援として、道路を高架化しそこを一時的な避難場所とすることを提案している。図1に示すように、道路へ立ち入るための階段やランプの位置が

地図上の一時避難場所となる。単独で存在する建物とは違い、線状に避難範囲を設けることができる点に優位性がある。



既存の避難困難範囲

図1 高架道路を一時避難場所とした検討例
(陸前高田市、文献¹⁾の図をトレースして作成)

高規格道路を一時避難場所として活用する場合、避難者がどのようにして立ち入るかが課題となる。進入用階段は常時施錠され、かつ緊急時の使用が可能でなければならない。文献²⁾では、避難タワーでの例として、施設の管理者による解錠（自動化を含む）が可能の場合と困難な場合が示され、また地域の自主防災組織が鍵を預かるなど、管理者・市町村・地域住民との間で事前協議を図ることとされている。解錠に問題が生じた場合は入り口部分を壊して入るのが現実的であり、その際の器物の破損に伴う弁済措置について事前の協議が必要とされている。文献³⁾では、入口にケイ酸カルシウム製の破壊可能なドアを設置するなど、緊急時にアクセスが可能な状態を確保する工夫が例示されている。

高規格道路を一時避難場所として活用する事例は、高架道路ではなく盛土上の道路であるが、実際に事例が存在し（文献⁴⁾参照）、釧路市でも図2のよう



図2 盛土上の高規格道路（釧路新道）に設けられた避難用階段

に活用が行われている。一方で、鉄道高架橋を一時避難施設として使う事例は確認できなかった。これは鉄道高架橋が、トラブルで列車が駅間停車した際に乗客が最寄り駅まで移動するような非常時を除き、当該構造物が一般の人を立ち入らせることを想定していないことによるものと考えられる。

3. ケーススタディ

(1) 概況

津波災害への備えとしての一時避難施設（ハードウェア）の整備はそれぞれの自治体で着実に進められているが、その完了までには時間を要する。設備の中長期的な整備と並行して、喫緊の災害発生にも備えが必要である。そこで本研究では、人を立ち入らせるという当初の想定にはない用途に交通インフラを活用することを検討する。なお、ここでは鉄道高架橋を対象とする。高規格道路を使用する方法は前章で示したような事例がある。

対象とする鉄道高架橋の外観を図3に示す。この



図3 新大楽毛高架橋
(道道860号星が浦海岸通架道アーチ橋)

新大楽毛高架橋は、スパン（支間）65mの単線2主桁下路形式の複合PCランガー橋を有し、地域での視認性が高い。釧路市総務部防災危機管理課で公開している最大クラスの津波浸水立体画像（図4、文献⁵⁾）によると、当該高架橋は最大クラスの津波で浸水するか否かの境界にあたる程度の高さ（軌道面）があり、一時避難場所としての用に供することが可能である。

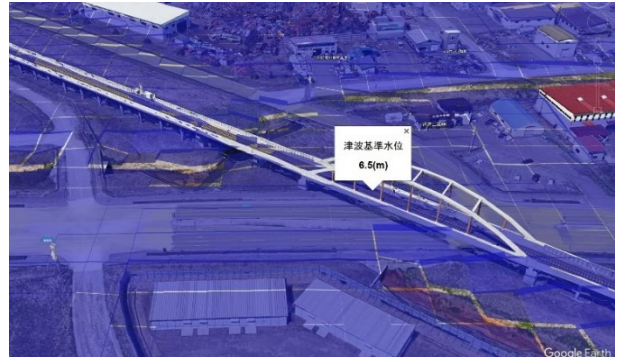


図4 新大楽毛高架橋付近の最大クラスの津波浸水立体画像⁵⁾（キャプションを加筆）

この高架橋が位置する釧路市大楽毛（おたのしけ）地区は、近くに高台などの一時避難場所が少ないという事情があり、4階建ての複合避難施設の建設が計画されている。複合避難施設の建設予定地はしかしながら、JR根室本線の南海岸側で、線路を横断しての避難が困難であることを意識して用地選定がなされている。物理的な実情としては、軌道敷と外を隔てるフェンスなどは存在せず、雑草を刈り、人が立ち入る通路部分を整地するなどの整備を行えば、非常時の横断は可能である。無秩序な立ち入りは当然規制すべきで、違反者には厳しい処分が課されることをあらかじめ周知し、同意を得るべきであるが、そういった措置を施したうえで、非常時には安全が確保されている軌道敷に立ち入り活用可能、という認識を広めても良いと考えられる。むしろ現時点では、一般の人が撮影などのために安易に無断で線路内に立ち入る事例もあるので、線路内立ち入りの危険性の啓発と非常時の利用法を明快に説明することが必要と考えられる。

鉄道高架橋を一時避難場所として利用するには、いくつかの課題を解決する必要がある。以降の本文では、これらの課題についてその詳細と解決策の考察を行う。

(2) 避難者を安全かつ迅速に立ち入らせる課題

ケーススタディの新大楽毛高架橋は、全長が2.0～2.5km程度であり、始点・終点方向にアプローチ部を有している(図5 A,D)。作業用の階段も2か所設けられている(図5 B,Cの東側)。アプローチ部を含めた4か所の入口相互の直線距離は500m前後で、側道部からは徒歩で最大4～5分で到達できる。平行する道路がありフェンスなどが存在しないので、覆工板などで通路を設ければ、出入りは比較的容易である。



図5 新大楽毛高架橋位置図(地図はGoogle map)

線路への立ち入りを許容する際、鉄道車両が進入しないよう、線路閉鎖が必要となる。このためには、線路閉鎖責任者の配置と運輸指令との連絡体制の確保、列車見張員および線路上の歩行者の行動を監視・監督する作業責任者の配置などが求められる。緊急時でそれらの手配が間に合わない場合は、踏切上での支障事故と同様な措置をとることが考えられる。列車進入方向(当該線区は単線のため両方向で措置が必要)の起点側600m以上の地点で発煙筒を焚き、列車抑止の措置を採る。適当な器具があれば軌道短絡を行い、障害物の存在を知らせることも考えられる。

軌道内はレール、締結装置ならびに多数の保安機器が存在し、歩行の困難も予想される。また、当該高架橋はバラスト軌道であり、自動車を進入させる際にも、路面が平滑でない場合は問題がある。そこで、これらの問題の解決のため、特定の高架橋区間のみを対象として、部分的に路面電車や踏切で用いられるような軌道構造を採用する。鉄道工事で用いられるような路面化を行う。レールの内側に車輪のフランジが通るだけのスリットを空け、それとレール踏面を除く残りの部分全体に、レール踏頂面の高さまで材木等の平滑な材料を敷き並べ固定する。この地

上設備の変更に加えて、一時的な歩行者の用に供するため、トロを利用することも考えられる。

(3) 既に高架橋上に車両が存在している場合の接触防止措置

2019年台風19号による北陸新幹線車両水没事故を受け、鉄道車両を水没の可能性が小さい場所に移動させる措置が行われている。津波襲来時も同様に、鉄道車両を高架橋上に留置させることが考えられる。避難車両と避難者等との避難順序にもよるが、場所の割り当てについても検討が必要となる。鉄道車両の退避先として高架構造物が利用されている場合の、退避車両と避難者等との接触防止措置について検討が必要となる。

高架橋上の一般的な断面(図6)によると、高欄から建築限界までの人のための空間として1mあまりの狭い場所しか確保できない。高架橋上に避難する際は踏切部と同様、鉄道と人が接近することを許容する。危険を十分周知して、列車に触れる行為を防止し、静止している車両であっても少なくとも数10センチメートル程度の離隔を確保するよう順守させる。そのためには、避難者の中からリーダーを選出して任務にあたらせる。

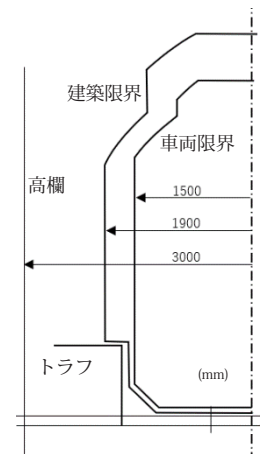


図6 高架橋断面(例)

(4) 避難解除時に退出する際の安全確保

避難解除時に高架橋から退出する場合、高架橋上に居残る人や物がないよう、着実な退出の確認が必要である。ここでも避難者を統括するリーダー役が必要になる。文献⁶⁾にも災害時のリーダーの重要性が指摘されている。

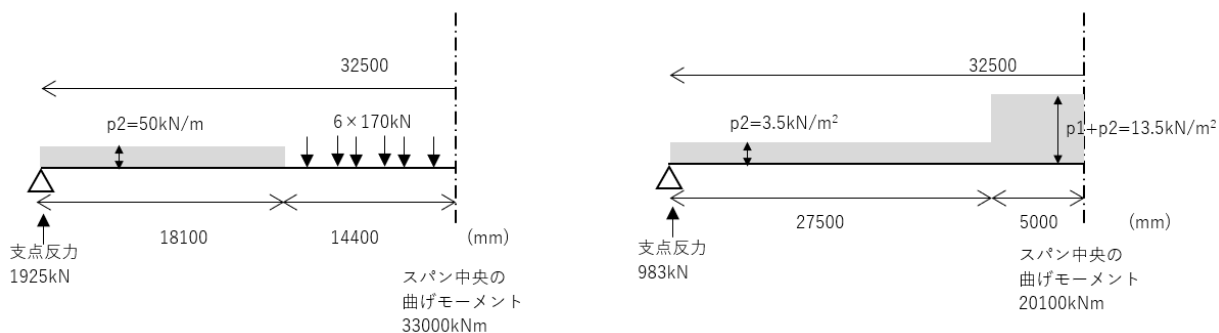


図7 鉄道橋梁用（左）および道路橋用（右）設計荷重を載荷した状態

(5) 自動車を鉄道高架橋軌道内に進入させる場合の荷重の影響

鉄道高架橋に人だけでなく、自動車を避難させることを考える。軌道内に自動車を進入させる場合の荷重の影響について検討する。新大楽毛高架橋のうち最大スパンとなる新星が浦架道アーチ橋（図3）を対象として、自動車または鉄道車両が積載したと仮定し、桁に生じる曲げモーメントを算出し比較する。鉄道と道路橋梁の設計荷重を新大楽毛高架橋（支間長 65m）に当てはめた状態を図7に示す。単純梁を仮定した場合のスパン中央部分の曲げモーメントは、鉄道の 33,000kNm に対して自動車では 20,100kNm となった。鉄道の設計荷重による発生曲げモーメントは、自動車の設計荷重に対する値よりも 1.5 倍程度大きい。自動車荷重が当該鉄道高架橋に載荷しても曲げ耐力に余裕がある。

(6) 運用準備や継続運用に要する費用

これまでの検討では、費用を要する運用準備・継続運用に必要な事項として、(1) 軌道の改良（仮覆工による歩行・車両走行用路面整備）・保守管理、(2) アプローチ部の進入路の整備、保守管理（常時封鎖、鍵の管理、封鎖設備の点検）、(3) モニターカメラを運用する場合はその設置費用、保守管理・運用費用、電源確保（ソーラーを含む）、(4) トロの保管管理 が考えられる。これらのうち最も影響の大きいものは、軌道の改良とその保守管理に係る費用と想定される。新たに避難タワーを建設する場合は、1基あたりおよそ 4.1 億円という実績がある（文献⁷⁾、2014年度までの費用で 15基あたり 61億 7194万円）ので、これと比べた費用対効果は高い。

4. まとめ

以上に述べた文献調査とケーススタディの結果を以下に総括する。

- 盛土上の高規格道路を一時避難場所として活用する事例がある一方、鉄道高架橋を活用する事例は見つからなかった。
- 非常時における線路立ち入りについて解釈を統一しておくことが望まれる。
- 避難者を安全かつ迅速に立ち入らせるため、高架橋アプローチ部と作業員進入用階段を利用できる。今回のケーススタディでは、4か所の入口相互の直線距離は 500m 前後である。
- 線路上に人を歩かせる際、鉄道車両が進入しないよう、線路閉鎖が必要となる。緊急時でそれらの手配が間に合わない場合は、踏切上での支障事故と同様な措置をとることが考えられる。
- 当該高架橋はバラスト軌道であり、足元が平滑でないため、歩行の困難も予想され、自動車を進入させる場合にもトラブルが生じる可能性がある。特定の区間を対象とした簡易的部分的な路面電車軌道構造を採用することが考えられる。
- 高架橋上の車両（鉄道、自動車）と人との接触防止のためには、人の空間として狭い場所しか確保できないため、十分な注意が必要となる。避難解除時に高架橋から退出する場合、高架橋上に居残る人や物がないよう、着実な退出の確認が必要である。線路上に人を避難させている場合には、リーダー役が避難者を統括する必要がある。
- 自動車または鉄道車両が積載したと仮定し、桁に生じる曲げモーメントを算出し比較した結果、自動車荷重が当該鉄道高架橋に載荷しても曲げ耐力に余裕がある。

鉄道高架橋を一時避難先として利用することは、

いくつか解決すべき課題はあるものの、工夫をすれば可能であると考えられた。そのための要件のうち主要なものは、(1) 緊急立ち入り時に着実に線路閉鎖作業を行うこと(踏切事故と同様の措置で可能)、(2) 立ち入った人の管理のため、リーダー役が避難者を統括すること、(3) 自動車を進入させるため、簡易的部分的な路面電車軌道構造を採用することの3点であると考える。特に(3)が実施できれば大きな効果が期待できる。津波避難タワーではなく鉄道高架橋を一時避難先として利用する最大のメリットは、自動車を退避させられることである。自動車は走行して自力で避難できると理解されがちであるが、漂流・炎上などにより、自動車そのものが災害の原因になることも考えられるので、より確実に自動車を退避させる手段を備えることは有用である。防災設備として機能させる「多目的化」により、交通インフラが地域とのかかわりを持ち、地域にとって欠かせないことを示し続けていくことが望まれる。□

謝辞

本調査研究の実施に際し、釧路市総務部防災危機管理課島田勇氣様、住宅都市部建築指導課長江朋美様には貴重な情報をご提供いただきました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 大塚久哲、箆島隆司、梶田幸秀、山崎智彦：立地条件を考慮した東北地方太平洋沖沿岸地域の津波避難支援、土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)、68-4、I_1081-I_1090、2012
- 2) 内閣府(政策統括官防災担当)：津波避難ビル等に係るガイドライン、2005
- 3) 内閣府防災担当：津波避難ビル等に係る事例集、2017.7
- 4) 東北地方整備局三陸国道事務所釜石出張所：平田地区における津波避難階段整備について、道路新産業開発機構 道路行政セミナー、2017.10
- 5) 最大クラスの津波浸水立体画像(令和4年4月19日)：釧路市ウェブサイト (<https://www.city.kushiro.lg.jp/kurashi/bousai/1003718/1003726/1007458.html>) (参照日：2023年3月)
- 6) 仁平尊明、橋本雄一：釧路市における自主防災組織の活動から見た津波避難の課題、地理学論集、Vol.90、No.1、pp.1-14、2015
- 7) 静岡県榛原郡吉田町広報誌：広報よしだ、p.8、2014.10