

チリ地震津波の経験を踏まえた公共交通機関における津波対策に関する調査研究

奥山 忠裕¹・梶谷 俊夫²・藤崎 耕一³・室井 寿明⁴・横田 茂⁵

¹正会員 長崎県立大学講師 経済学部 (〒858-8580 長崎県佐世保市川下町 123)

E-mail: okuyama@sun.ac.jp

²正会員 (財) 運輸政策研究機構運輸政策研究所 (〒105-001 東京都港区虎ノ門 3-18-19)

E-mail: kajitani@jterc.or.jp

³正会員 (財) 運輸政策研究機構運輸政策研究所 (〒105-001 東京都港区虎ノ門 3-18-19)

E-mail: fujisaki@jterc.or.jp

⁴正会員 (財) 運輸政策研究機構調査室 (〒105-001 東京都港区虎ノ門 3-18-19)

E-mail: muroi@jterc.or.jp

⁵非会員 (財) 運輸政策研究機構運輸政策研究所 (〒105-001 東京都港区虎ノ門 3-18-19)

E-mail: s-yokota@jterc.or.jp

近い将来に、東海地震、東南海・南海地震が発生し、津波が太平洋岸に到達することが懸念されている。ただし、震度の程度や到達する津波の強度や広がりも地域により様々な場合がありうる。このため、東京大学地震研究所堀宗朗教授研究室と共同で、安全性の確保と社会生活を支える公共交通サービスの維持（運行を抑制する場合も必要最小限に留め、迅速に再開させる）の両方の視点で、鉄道を中心として、津波対策を2010年から調査し、これら地震が引起す津波に備えるために、引続き行うべき対応と検討が望まれる課題案について、幅広く抽出を行っている。近年の貴重な経験である2010年チリ地震津波の対応についての主要鉄道事業者数社からのヒアリングを参考にしている。2011年東北地方太平洋沖地震津波に関する公表情報も参考にした。

Key Words: tsunami, disaster prevention measure, public transport, railway

1. はじめに

今世紀中に東海地震、東南海・南海地震が発生し、これら地震による津波（以下便宜的に「特定津波」）が太平洋岸に到達することが懸念されている。そこで、運輸政策研究所は東京大学地震研究所堀宗朗教授研究室と共同で、安全性の確保と社会生活を支える公共交通サービスの維持（運行を抑制する場合も必要最小限に留め、迅速に再開させる）の両方の視点で、鉄道に焦点を当てて津波対策を調査し、引続き行うべき対応と検討が望ましい課題について幅広く抽出し、公共交通を巡る防災関係者の間で議論を深めることを目的として、2010年5月に企画と方針の検討を始め、同年10月に本格的な調査を開始した。その際、近年の貴重な経験である、同年2月に発生したチリ地震津波への対応を参考にしている。過去の文献調査、公官庁の公表資料の入手及び担当

者へのその内容の確認のほか、主要鉄道事業者数社及び一部の自治体から協力頂いたヒアリングの内容を端緒として調査研究を行っており、その検討の中間結果をここに紹介する。

ただし、チリ地震津波と比較し、特定津波の到達予想時間は極めて短いことが想定されること、また、地震が最悪規模になるとは限らず、陸上側で感じる震度や到達する津波の強度や広がりも地域によってさまざまな場合がありうることに留意している。

なお、2011年3月に発生した東北地方太平洋沖地震津波については、被災した鉄道事業者において復旧作業を優先的に進めざるをえない状況と推察されることから、公表資料の範囲で考察を行っている。



図-1 南海地震津波による鉄道被害の例

- 構造物被災による交通障害
- 押波・引波の越流による被害
 - 鉄道堤の決壊・流失・破損
 - 水流集中による被害
 - 陸橋・橋梁取付部の翼壁周辺から始まる堤体洗掘
 - 橋梁周りの洗掘
 - 漂流物衝突による被害
 - 橋梁の破壊・流失
 - 線路曲折
 - 浮力による被害
 - 線路浮上・移動
- 機能妨害に基づく交通障害
- 路上湛水
 - 泥土堆積
 - 漂流物堆積
 - 火事

図-2 交通障害の種類

2. 歴史上の津波被害と既往調査研究

(1) 国内鉄道における歴史上の津波による被害

津波による我が国鉄道の被害については、(a) 戦前 1933 年の昭和三陸地震、(b) 戦中 1944 年の東南海地震、(c) 戦後間もない 1946 年の南海地震、(d) 海外地震についての津波警報の仕組みが十分整っていなかったために遠地津波であっても大被害を齎した 1960 年のチリ地震及び (e) 1983 年の日本海中部地震に関して、それぞれ例えば以下の記録が存在する。

(a) 1933 年昭和三陸地震

国鉄八戸線において、津波のため鉄道線路に若干の決壊を生じ、一時運行不能となった¹⁾。

(b) 1944 年東南海地震

国鉄紀勢本線の一部で鉄道線路が海と反対側に押し流され、決潰箇所では 20m に及んだ。また、東海道線では盛土の落下、橋脚の損傷、ホームの沈下等の被害が発生²⁾。

(c) 1946 年南海地震

国鉄紀勢本線では道床が 1km に亘って押し流される被害が発生³⁾。土讃線では須崎・多ノ郷間で、レールの彎曲、船の線路上乗上げ等の被害が発生 (図-1)⁴⁾。

(d) 1960 年チリ地震

国鉄の函館駅では路線浸水・構内冠水などの被害が発生。大船渡線と気仙沼線等で駅舎浸水、路盤・枕木・道床の流出等が発生⁵⁾。土讃線の須崎・多ノ郷間で道床の流出、須崎駅構内の浸水等が発生⁴⁾。

(e) 1983 年日本海中部地震

国鉄の奥羽本線、五能線をはじめ 13 線区 693 箇所路盤陥没、橋上変状、軌道狂い、電柱傾斜、架線垂下、信号機・踏切警報機傾斜等の被害が生じた。また、津軽鉄道や秋田臨界鉄道でも路盤沈下が発生した。このうち、どの被害が津波によるものか確認できないが、津波に洗われた線路の写真が記録されて

いる⁶⁾。

(2) 津波による被害の整理

過去の津波による交通障害の種類については、首藤が「津波来襲直後の陸上交通障害について」⁷⁾において整理し、構造物被災による交通障害の類型として、例えば、押波・引波の越流による鉄道堤の流出、水流集中による洗掘、漂流物衝突による橋梁破壊又は線路移動等を掲げている (図-2)。

(3) 海外鉄道における津波被害

古くは、1946 年アリューシャン列島地震津波によるハワイ島ヒロにおける軌道被害の写真が記録されている (<http://kaken.nii.ac.jp/ja/p/21730223>)

また、2004 年 12 月にインドネシア・スマトラ島沖地震で発生した津波がインド洋沿岸に被害を齎した。海洋開発研究機構等は、スリランカの鉄道で、ある列車に到達した第 1 波が客車床よりも低かったため、付近の住民が当該列車に避難したところ、はるかに高い第 2 波が到来し、当該列車が転覆して 1,000 人が犠牲になった旨、導入されたばかりの近代型信号システムが使用不可能になった旨等を指摘し、信号設備とバラスト軌道の被害が顕著であったと結論している⁸⁾。

3. 直近の地震津波への対応の概況

(1) 2010 年チリ地震


2 月 27 日 (土) 15:34 頃チリ沿岸でマグニチュード (以下 M と表記) 9.5 の地震が発生し、気象庁は、翌 28 (日) 9:33 に津波警報等を発表した。気象庁は、9:35 に津波情報として、津波の到達予想時刻と予想高さを発表し、到達予想時刻については、早い所では北海道太平洋沿岸東部に 13:00、予想高さについて

表-1 2010年チリ地震津波への対応

日付・時刻	対応主体	対応項目
2/27(土) 15:34頃		チリ中部沿岸でM8.6の地震発生
2/28(日) 09:33	気象庁 国土交通本省	津波警報・注意報発表 「大津波」:青森県, 岩手県, 宮城県 「津波」:北海道太平洋沿岸～沖縄県地方 非常体制
09:35	気象庁	津波到達予想時刻・予想高さ情報 北海道太平洋沿岸東部, 伊豆諸島 13:00 青森県, 岩手県, 宮城県 3m 等
10:51 ～15:30	各鉄道事業者 (JR旅客各社、三陸鉄道、 仙台空港鉄道、小田急、伊 豆急、静岡鉄道、岳南鉄道、 名鉄、近鉄、土佐くまびら鉄道)	運転抑止開始 (津波の到達予想時刻を考慮し、 太平洋沿岸等の一定の路線で)
19:01～ 翌03:06	気象庁	津波警報・注意報切替(大津波警報の解除) 順次、全ての津波警報を解除
3/1(月)	各鉄道事業者	始発から運転再開(一部28日(日)夕刻から)

資料:国土交通省、気象庁

表-2 2011年東北地方太平洋沖地震津波への対応

日付・時刻	対応主体	対応項目
3/11(金) 14:46頃		三陸沖でM9.0(暫定値)の地震発生
14:46	国土交通本省 東北・首都圏の鉄道	非常体制 運転抑止
14:49	気象庁	津波警報発表(第一報)  出典:気象庁
14:50	気象庁	津波到達予想時刻・予想高さ 発表 岩手 既に到達と推測 3m 宮城 15:00頃 6m 福島 15:10頃 3m 等
16:37以降	首都圏の鉄道	一部を除き順次運転再開
3/13(日) 17:58	気象庁	全ての津波警報、注意報の解除
3/14(月)	東北の鉄道	一部を除き、運転休止中

資料:国土交通省、気象庁

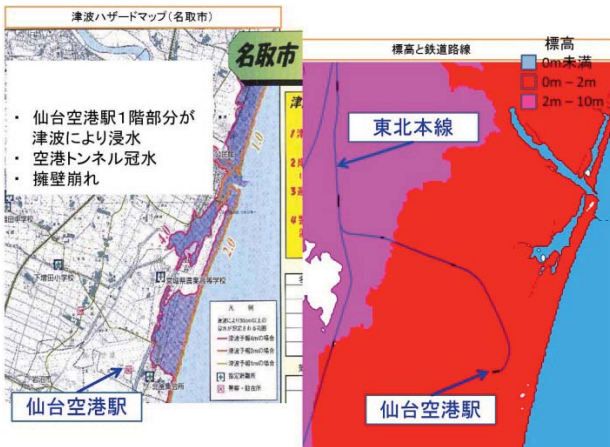


図-3 仙台空港駅周辺の津波ハザードマップと標高図

は、例えば青森県等では3m、という内容であった。10:51 から 15:30 の間に、JR 東日本等鉄道事業者は、太平洋沿岸等の一部の路線で、津波到達予想時刻に間に合うように運転抑止を開始した。翌3月1日(月)3:06までに順次津波警報が解除され、一部を除き同日始発から、関係鉄道事業者の運転が再開された。バス事業者は、津波警報発令区域で運休等を行ったが、1日11:00現在で全て運行を再開していた(表-1)。

ただ、多くの予報区で予測高さより低い津波が到達したことから、事後に気象庁長官から「予測精度が不十分、津波予報データベースの改善等で精度向上に努める」旨談話があり、同庁の津波予測技術に関する勉強会でも議論されている。

(2) 2011年東北地方太平洋沖地震

3月11日14:46頃三陸沖でM9.0の地震が発生。14:46、東北と首都圏の鉄道は運転抑止。相当震度の地震であったために、直に運転抑止したと推測される。気象庁は、3分後の14:49に第一報の津波警報(大津波警報を含む)を発表し、その1分後14:50に

津波情報として、津波の到達予想時刻と予想高さを発表。岩手県は3mの津波が既に到達と推測、宮城県は15:00頃に6m、福島県は15:10頃に3mとの予測であった。13日17:58には全ての津波警報が解除されているが、14日現在、東北の鉄道は、地震自体又は津波による被害またはその点検確認のためと推測されるが、一部を除き、運転休止中であった(表-2)。なお、北海道地方、東北地方及び関東地方の海岸線を走るバス・タクシー・トラック事業者については、国土交通省から運行自粛を要請する手配がされた。

国土交通省による速報等により、三陸沿岸の8路線、仙台空港線及びJR常磐線で、津波による橋梁、駅舎等鉄道施設の流出等甚大な被害が生じたことが判明した。脱線した列車から乗客等が避難し、救出された旨報じられたが、その際の地震・津波情報の入手から現場での避難までの経過については、有効に機能した点や課題を含め、津波対策への示唆を得るために確認することが必要と考えられる。

これらの被災地域の沿線自治体はそれぞれ津波ハザードマップを作成しており、被災直後という事情もあり、インターネットサイトでは必ずしも確認できなかったものの、例えば、列車が脱線したJR気仙沼線最知駅～松岩駅間や列車が山側に流されたJR仙石線野蒜駅～東名駅間は、それぞれ気仙沼市及び東松島市の各津波ハザードマップ上浸水予想区域とそれ以外が混在している。1階部分が浸水した仙台空港駅(図-3)もJR貨物の貨車が流出した常磐線浜吉田駅～山下駅間も、自治体の津波ハザードマップ上は浸水予想区域外にあることに気づく必要がある。

表-3 津波予報の概要

●津波警報・注意報

種類	解説	発表される津波の高さ
津波警報	高いところで3m程度以上の津波が予想されますので、嚴重に警戒してください。	3m、4m、6m、8m、10m以上
津波注意報	高いところで2m程度の津波が予想されますので、警戒してください。	1m、2m
津波注意報	高いところで0.5m程度の津波が予想されますので、注意してください。	0.5m

●津波情報

※津波警報・注意報を発表した場合に提供

種類	内容
津波到達予想時刻・予想される津波の高さに関する情報	各津波予報区の津波の到達予想時刻や予想される津波の高さを発表
各地の高潮時刻・津波の到達予想時刻に関する情報	主な地点の高潮時刻・津波の到達予想時刻を発表
津波観測に関する情報	実際に津波を観測した場合に、その時刻や高さを発表

出典：気象庁

4. 津波予報の仕組みと特定津波の種類

津波予報の仕組みに関しては、実際の観測値が発表される地震情報と異なり、気象庁が、予め、過去の津波データ等を基に、津波を発生する可能性のある断層毎に津波の数値シミュレーションを行い、それらの結果を津波予報データベースとして蓄積しておいて、実際に地震が発生した直後に、推定された地震の位置・規模に合致する津波データをデータベースから取出し、津波警報・注意報等を発表する。そして、沖合に設置されたGPS波浪計等潮位・津波観測施設で観測した津波データを踏まえて、必要に応じ発表内容を順次補正されると理解している。現在は、技術向上により、地震発生後3分以内を目標に津波警報等が気象庁から発表される状況である。

表-3のとおり、気象庁から、1m以上、3m以上の津波予想高さで、それぞれ津波警報、大津波警報が発表される。また、これら警報が発表された場合、全国を、都道府県の数より少し多い数の66、つまり、比較的大括りの地域区分に分けた津波予報区毎の津波の予想到達時刻、予想高さ等が津波情報として気象庁から発表される。

現在の科学技術では、地震の直前予知はできないが、東海地震のみ地殻変動により予知できる可能性があると考えられており、東海地震の発生のおそれがあると判断された場合は、東海地震予知情報が発表され、警戒宣言が発令される。震源域の地理的分布の違いにより、相当の津波の到達範囲は、東海地震では中部及び一部関東の太平洋岸が中心である一方、東南海・南海地震では、九州、中国、四国、近畿、中部の太平洋岸と瀬戸内海の広範囲にわたると想定されている（図-4）。

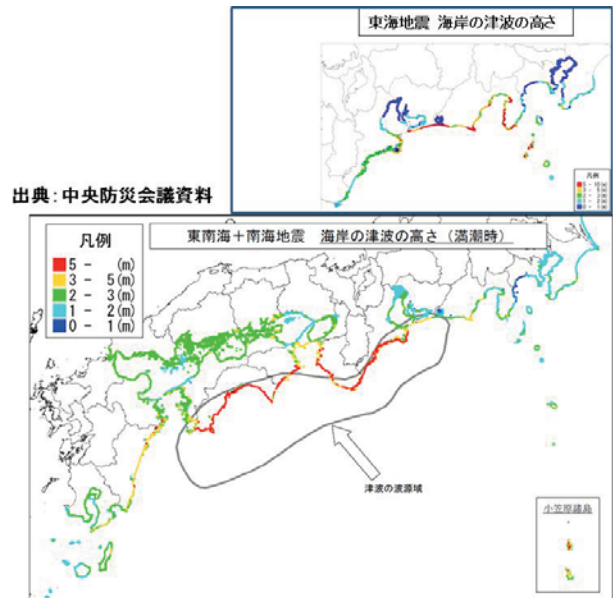


図-4 東海地震及び東南海・南海地震の津波の想定波源域と想定高さ

5. ハザードマップと低地の鉄道路線区間

地震防災特別措置法第14条及び防災基本計画（中央防災会議策定）により、都道府県は津波を想定した浸水区域図を作成することになっており、市町村では、これに避難所、避難経路等の情報を加えた津波ハザードマップを作成する取組が進められている。

ヒアリングを行った鉄道事業者数社では、津波の危険が迫ったときに、鉄道事業者が列車の進入を抑制する区間を予め想定する場合や乗客の避難誘導を行う場合には、自治体が作成したこのようなハザードマップを基本的に参考にしつつ、当該鉄道路線における過去の津波被害経験等も考慮されている。なお、鉄道路線のある地域の幾つかの地図情報を見た範囲では、地域によっては、標高の高低とハザードマップ上浸水区域に該当するか否かは必ずしも一致しない。なお、浸水危険区域を想定するための前提となる想定地震、波源モデルや断層パラメータ等も、自治体によって統一されていない。

6. 鉄道における津波対策に関する制度

(1) 鉄道施設の配置及び構造

昭和三陸地震を契機とした直後の1933年の文部省震災予防評議会「津波予防に関する注意書」は、鉄道（特に鉄道駅）の新設又は改修時には安全な高地を利用すべき旨、緩衝地区（犠牲とする低地）には鉄道等の乗入れさせざるべきでない旨等を津波災害予防

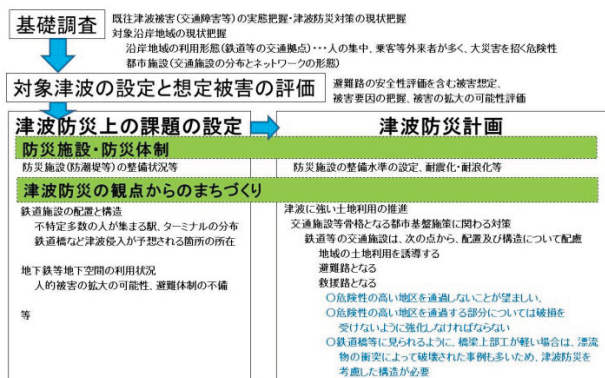


図-5 「地域防災計画における津波対策強化の手引き」の鉄道関係部分の概要

方法の中で提案している。1934年の内務省(内務大臣官房都市計画課)による「三陸津波に因る被害都町村の復興計画報告書」は、VI.都市計画及び復興事業の中で、鉄道敷設は安全な高地を利用すべき旨及び鉄道駅は新部落敷地に接する等の考慮を必要とする旨記している。

鉄道施設関係については、前述昭和三陸地震後に策定された文部省震災予防評議会「津波予防に関する注意書」及び内務省による復興計画と内容が一部関係していると推測されるが、1998年に関係省庁が策定した「地域防災計画における津波対策強化の手引き」(図-5)において、津波防災の観点からのまちづくりの一環として、鉄道を含む交通施設について、「危険性の高い地区を通過しないことが望ましい」「危険性の高い地区を通過する部分については破損を受けないように強化しなければならない」「鉄道橋等に見られるように、橋梁上部工が軽い場合は、漂流物の衝突によって破壊された事例も多いため、津波防災を考慮した構造が必要という点等から、配置及び構造について配慮することを自治体の地域防災計画中の津波防災計画で位置づける」旨が推奨されている。

(2) 鉄道運行

鉄道運行関係については、鉄道営業法に基づく技術基準省令が、鉄道事業者は、津波を含めて、列車に危難の生じるおそれがあるときの危難防止の措置を講じるべきことを規定している(図-6)。これはいわゆる性能規定であり、鉄道事業者は、当該省令の実施基準を定め、地方運輸局長等に届出る仕組みになっている。

防災法体系(図-7)においては、東海地震を想定した大規模地震対策特別措置法は津波のみならず地震全般の対策のための強化地域を、東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法は津

波対策の推進地域を定めている。

例えば、後者の法律に基づき、JR以外の関係鉄道事業者は、中央防災会議の定める対策推進基本計画及び自治体の定める推進計画等に整合をとって、対策計画を策定し、知事に届出る義務があるが、対策計画に定めるべき事項を前述の実施基準で定めるときは、対策計画と見做される。指定公共機関であるJR各社は、推進計画を定めて、災害対策基本法上策定すべき防災業務計画に含め、要旨を公表しなければならない。

関係鉄道事業者は、対策計画等に、津波からの円滑な避難の確保として、津波警報等の旅客等への伝達、運行等に関する措置(走行路線に津波の来襲により危険度が高いと予想される区間がある場合における運行停止その他運行上の措置)、避難対策(避難場所、避難経路その他円滑な避難のために必要な対策等)、年1回以上防災訓練を実施すること、従業員等に対する教育及び広報の実施内容、方法等を明示することになっている。

また、国土交通省防災業務計画は、東南海・南海地震対策に関して、鉄道事業者に対して、予め整備した対応マニュアル等を踏まえ、運行等に関する措置を指導することとともに、交通機関、交通施設内で被災した場合の対処要領等を作成し、広く一般国民に配布する等に努めることを定めている。

なお、東海地震対策特有であるが、関係鉄道事業者は、応急計画等に、警戒宣言が発せられた場合に、強化地域内へ進入する予定の列車に対しては進入を禁止すること等の措置を明示することになっている。

JR以外の関係鉄道事業者に関して2004年に消防庁が都道府県を通じて実施した調査によれば、両法律に基づく対策計画及び応急計画の届出率は100%である⁹⁾。

東南海・南海地震に関し、関係14府県の地域防災計画のうち、対策推進基本計画に沿った、鉄道の運行等に関する措置に特化した記述があるのは、徳島県、岡山県及び三重県を除く11府県である。なお、兵庫県の地域防災計画には、神戸市交通局地下鉄海岸線について駅出入口の止水板及び防水扉の作動等措置を求める記述がある。また、高知県南海地震による災害に強い地域社会づくり条例は、鉄道に特化していないが、予め避難路等について確認する通勤・通学者等の努力義務を規定している。東海地震に関しては、関係4県のいずれの地域防災計画においても、基本計画に沿った鉄道の運転等に関する措置が記述されている。

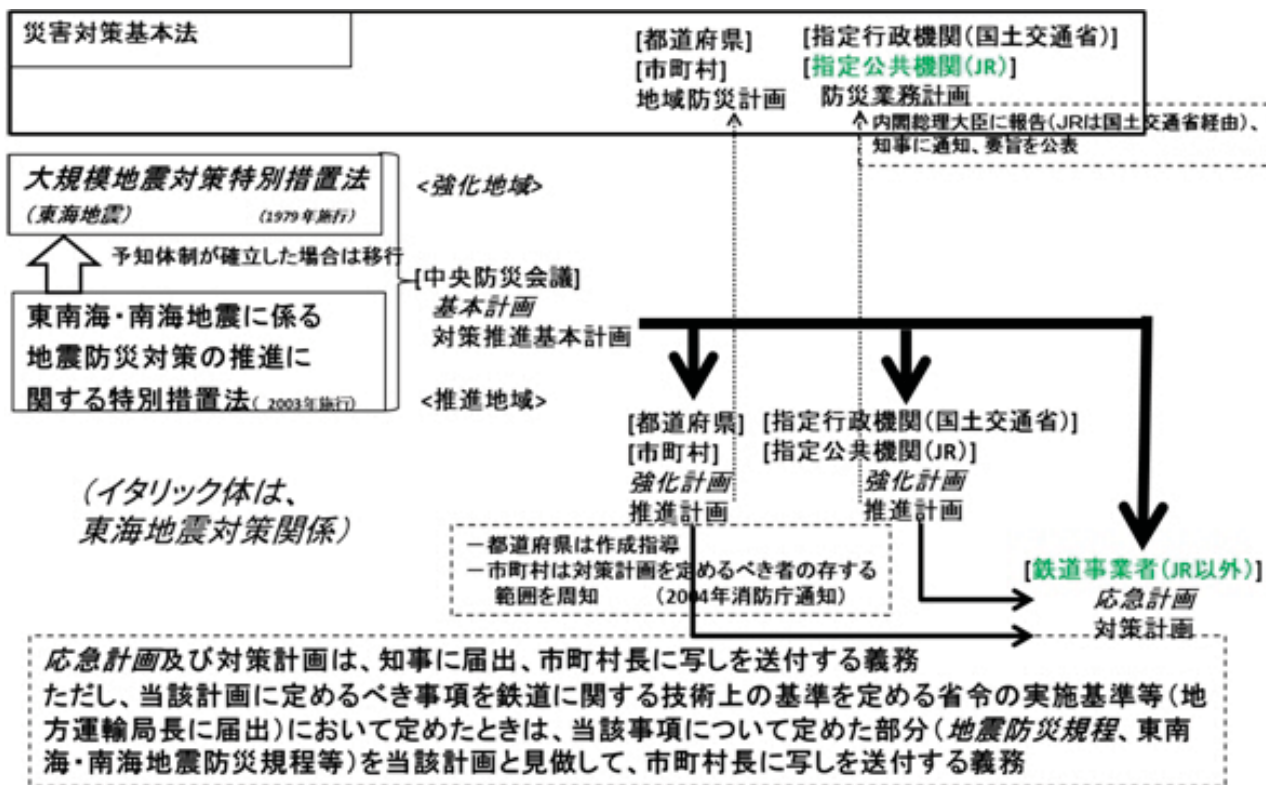


図-7 地震津波発生に関する防災法体系の鉄道関係部分の概要

鉄道に関する技術上の基準を定める省令[国土交通省令](抄)

(列車の危難防止)
第108条 暴風雨、地震等により列車に危難の生ずるおそれがあるときは、その状況を考慮し、列車の運転の一時中止その他の危難防止の措置を講じなければならない。

[国土交通省鉄道局策定の解釈基準](抄)
X-17 第108条(列車の危難防止)関係
1 気象等の状況による危難防止措置
気象又は地象の状況により、列車に危難の生じるおそれがあるときの列車の運転の一時中止又は運転速度規制等の措置については、その方法、対象とする区間等を定めておくこと。

鉄道事業者は当該省令の実施基準を定め、地方運輸局長等に届出る仕組み

図-6 鉄道営業法に基づく性能規定

6. 鉄道における津波対策の取組例

ヒアリングを行った鉄道事業者では、7. 等他章でまとめて紹介する取組のほかにも、例えば、2010年チリ地震津波の際には、次のような対応がなされている。

即ち、津波警報等津波関係情報の入手及び監視体制については、常時24時間体制で、気象庁防災気象情報提供システム又は気象業務支援センターからの本社・支社への電子メール又はFAXへの自動受信によりなされており、TV情報も参考にされていた。運行管理部門の指令所を含め、2月27日の地震発生後から監視を開始又は強化され、既に設置されている場合を除き、緊急体制が2月28日午前中から新たに設置されていた。本社・支社等間の事業者内は電話、FAX、電子メール等により連絡がとられており、運

行規制(停止)の場所及び時間、利用者への案内、現場職員による避難誘導、設備被害(路盤の冠水等浸水被害や通信トラブル)に対する準備等の事態を想定して対応が事前に検討されていた。列車の運行の停止等については、事業者内の予め定められた規程に基づき、支社長、対策本部長等の然るべき組織で、津波警報に伴って気象庁から発出される津波情報上の予想到達時刻に間に合うように、浸水危険区域への進入の抑止、当該区域外等での停車等について、判断され、かつ、指示されている。そのような運行停止等についての情報は、メディアや地方運輸局にも連絡されるとともに、利用者に対しては、駅、車内放送、ホームページ、携帯電話のサービス等で直接発信されるとともに、電話問合せ等に対する個別対応も行われている。また、運行再開については、主として気象庁による津波警報の解除を待って、目視で浸水の有無等線路の状況等を確認点検し、必要な場合には試験列車を走行させる段取りで安全確認を行った後に、判断されており、運行再開の情報については、運行停止等の情報と同様の方法で利用者に周知がなされている。当時の経験を踏まえ、ヒアリングを行った鉄道事業者からは、津波情報において、到達・終息の時間等の正確な情報、この時間までは津波警報が解除されないだろうという見込み情報等がほしいとの要望も聞かれた。

また、地震と比較し、津波については、鉄道利用者



図-8 駅における避難場所等地図の掲示事例

側に経験が少ないことから、鉄道事業者が津波対策上の対応を行うに際し、利用者の津波への利用者の意識（の薄さ）が問題となる可能性について指摘された。

7. 鉄道における津波対策を巡る課題案

(1) 鉄道運行における対策

(a) 津波浸水危険区域内にある鉄道施設と避難所等の把握

鉄道事業者は、自治体の作成した津波ハザードマップを基本的に参考にして（吟味する例もあり）、かつ、当該鉄道路線における過去の浸水域の経験を考慮して、浸水危険区間と避難場所等を把握せざるを得ないと想定される。しかし、当該マップについては、特定の津波の高さを前提に作成されたものが多いため、実際に到来する津波の高さがその前提と異なる場合には、そのまま活用することが難しくなる。また、避難所の指定のための調整に時間を要し避難所の指定が遅れているという事情等により、ハザードマップの作成が遅れている地域がある。したがって、津波ハザードマップの吟味又は見直しと速やかな作成が必要である。また、路線の標高データ等が予め入力されていて、津波予想高さに応じた浸水危険区間が瞬時に一斉表示される技術サービスが開発されれば実際の津波の高さに応じた対応を行いやすくなる可能性がある。

鉄道事業者には、予め津波被害を想定した浸水区間と避難場所の地図を作成して、駅務員及び乗務員に行動規範と共に周知することを基本としつつ、列車の運転操作等を行う乗務員向けには、浸水危険区間の始末端等に当該区間であることを示す標識を設置する対応を行っている例がある。また、JR西日本のように、乗務員向けに、避難所の方向を示す蛍光

矢印型の標識を浸水危険区間の線路脇に設置する対応を行っている例がある。このような様々な創意工夫は、他の事業者にも参考になると考えられる。なお、一般論だが、津波対策用の設備は、地震等にも耐える設置方法等が要求される。

また、列車が浸水危険区間に近づけば、GPSと連動して警戒音が鳴る運転士支援システムや避難所、避難経路を携帯端末等に表示する安価なシステムが開発されれば実際の避難の際に活用できる手段の選択肢の幅が広がる。

なお、国土交通省津波対策検討委員会が2005年にまとめた提言では、緊急的（概ね5年以内）に対応すべき具体的な目標と対策の一つとして、「道路利用者、運行中の列車、船舶等については、携帯電話等といった情報通信機器、情報提供施設の活用等、多様な手段を用いて情報を提供」を掲げている。ただし、例えば、一般の携帯電話利用は、今回の東日本地震の際は、通じにかつたため、災害時の通信機能の確保と併せて提言の意味を確認し、深める必要がある。

旅客向けには、避難経路、避難場所の載った地図が浸水危険区域の駅に掲示されている例がある。常時見やすいところに掲示されていなければ迅速な対応が難しいため、図-8の例のように目立つ場所に掲示する必要がある。更に、駅間の線路で列車が停車し、避難する場合に備え、列車内にも掲示することについて検討が必要である。

(b) 列車からの避難誘導

ヒアリングを行った鉄道事業者では、浸水危険区間に列車がある場合で、一定強度の地震が発生するとき又は津波到達予想時刻まで当該区間から列車を離脱させる時間的余裕が無いときは、その場で列車を停車させ、乗客を避難場所又は高台へ避難誘導させることが基本パターンの一つとなっている。一方、通勤通学者等に予め避難路、避難方法等について確認する努力を義務付けている高知県の例はある。しかし、地震と比較して津波について馴染みのない利用者側の理解の醸成の観点で、そのような地域でも、県外からの旅行者に冷静な行動を促すためにも、また、ワンマン列車等で乗客の協力を円滑に得るためにも、津波警報が出された場合等は、当該区間への進入を避けるために予想外の駅で運行停止することや、地震時や猶予時間がない場合には駅間の線路で列車が停車し、乗務員案内に従って避難することがありうること等の周知を検討する必要がある。なお、6.で触れたとおり、国土交通省防災業務計画は、東南海・南海地震対策に関して、交通機関等で被災した場合の対処要領を一般国民に配布する等に努める旨定めている。また、外国人旅客への現場

での避難案内も十分に準備し、円滑に案内できることを確認して、広報することは有益である。

列車からの避難誘導が必要な場合に備えての工夫として、JR 四国のように車両に避難用梯子とその設置箇所案内を常備している例もある。

(c) 運行の抑止及び再開等の判断

ヒアリング行った鉄道事業者では、運行の抑止に関しては、津波警報が発令されれば、津波到達予想時刻に間に合うように、浸水危険区域への進入が抑止され、当該区域外で停車されるよう、指示を出すことが基本パターンの一つとなっている。加えて、津波警報発令前でも揺れが続いた場合にも運行抑止することになっている例が見られる。一方、揺れが続いたという感覚に依存することをなるべく避けるためには、津波警報発令前でも避難が必要なことを喚起する速報的な情報提供サービスを新たに気象庁が開発することが望ましい。

また、運行の再開に関しては、気象庁による津波警報が解除されれば、行うというのが基本パターンとなっている。一方、自治体による避難勧告の解除については、科学的な基準が必ずしも明確ではない場合は、運行の再開等の判断の根拠に援用できるかは、吟味が必要と考えられる。また、内湾であれば比較的安全と判断できるかについても具体地形に応じた専門家の吟味が必要と考えられる。

津波警報に伴う津波情報における、津波の到達予想時刻及び予想高さに関しては、地理及び時間の刻みの点でよりきめ細かく正確な即地情報が提供されれば、鉄道事業者としては、列車及び乗務員の手配を含む、運行の抑止及び再開の準備をより効率的に行えると考えられる。その情報提供が公的主体による信頼性の高いサービスであれば、運行の抑止及び再開の判断の拠所としても活用されることもありうると思われる。また、津波警報の解除時刻又は非解除期間（この時間までは警報解除することはないという時間）の見込みが早期にわかるだけでも、運行再開の準備が効率的になるとの声があった。

また、例えば、東南海・南海地震が発生した後、連動して東南海地震予知情報が長期に亘って出る場合、当該地域で鉄道事業者は原則論どおり警戒宣言が解除されるまで運行休止したままであれば、社会的影響も大きくなるので、対応策を検討する価値はある。

(d) 運行再開前の安全点検

目視で浸水の有無等線路の状況等を確認点検し、必要な場合は試験列車を走行させて安全確認する例が見られる。

一方、浸水した盛土等や津波を受けた橋脚の安全

確認の方法において技術面で開発の余地がないか検討することが望ましい。

(2) 鉄道施設の配置及び構造

自治体を名宛人とする「地域防災計画における津波対策強化の手引き」の内容（6. で既述）について、広く関係者において、その内容を改めて意識し、又は規範として位置づける必要性の有無について検討の余地がある。ただし、現存施設にそのまま適用するのは、現実的ではないという課題はある。なお、空港については、2008年に、津波等に対する強度に係る基準が航空法上の設置基準に追加されたが、現存施設等については一定の工事に着手する場合を除き新規定を適用しない旨の経過措置が施されている。

鉄道に限定されないが、橋脚等について、漂流物を含めた津波に対する安全性を確保する技術標準を開発する必要がある。

※今後の予定

特定津波の対策の推進地域等に路線を持つ鉄道事業者にアンケート調査への協力を依頼し、引続き行うべき対応と課題案について検討を深めたい。その結果については、中小を含めた鉄道に限らず、公共交通分野全般を巡る津波対策にも参考になることを想定している。

謝辞：制度についての照会に対応頂いた関係省庁並びにヒアリングに御協力頂いた鉄道事業者及び自治体の御担当者、そして、この調査研究の着想を頂いた東京大学地震研究所堀宗朗教授、問題の所在について示唆を頂いた政策研究大学院森地茂教授及び調査項目について示唆を頂いた運輸政策研究所伊東誠企画室長にこの場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 岩手県：岩手県昭和震災誌，1934.
- 2) 中央気象台：昭和19年12月7日東南海大地震調査概報，1945.
- 3) 中央気象台：昭和21年12月21日南海道大地震調査概報，1947.
- 4) 須崎消防団：自然災害の記録，1985.
- 5) 気象庁：気象庁技術報告第8号，1961.
- 6) 気象庁：気象庁技術報告第106号，1984.
- 7) 首藤伸夫：津波工学研究報告第14号，pp1-31，東北大学工学部災害制御研究センター，1997.

- 8) 海洋開発研究機構等:スマトラ島沖大地震及びインド洋津波被害に関する緊急調査研究, 科学技術振興調整費による調査, 2005 年. 計画の作成状況調査・東海地震に係る地震防災応急計画の作成状況調査, 2004.
- 9) 総務省消防庁: 東南海・南海地震に係る地震防災対策 (2011. 5. 2 受付)

RESEARCH ON THE MEASURES IN PUBLIC TRANSPORT AGAINST TSUNAMI,
TAKING INTO ACCOUNT OF THE EXPERIENCE OF THE TSUNAMI CAUSED BY
THE LATEST CHILE EARTHQUAKE IN 2010

Tadahiro OKUYAMA, Toshio KAJITANI, Koichi FUJISAKI, Toshiaki MUROI,
Shigeru YOKOTA

It has been feared that tsunami caused by possible East-sea-earthquake or Southeast-sea & South-sea earthquake will hit the pacific coast in Japan within this century. That's why ITPS started a joint research with Prof. Dr. Muneo Hori in the Earthquake Research Institute, the University of Tokyo in 2010 to prepare for the tsunami from the standpoint of ensuring safety of the public transport as well as of maintaining its service that underpins the social life, which means the trains should halt for as short a time as possible and start the run as soon as possible if it is necessary to make them halt for the sake of safety, taking into account of the experience of the tsunami caused by the latest Chile earthquake in 2010. The aim is to extract the effective measures to be undertaken further as well as the issues to be improved with a focus on passenger railway transport and to raise them to be discussed among the relevant people to the disaster prevention in the public transport.