

年間
特集

東日本大震災以降のインフラ被害 と南海トラフ巨大地震への備え

清野純史¹

Damage to Infrastructures after the 2011 Great East Japan Earthquake and Preparedness for the Nankai Trough Mega Earthquake

Junji KIYONO¹

Abstract

Infrastructures such as water and gas supply systems, electric power and communication systems, highways and railways are important utilities and transportation systems for our lives. Firstly, the earthquake damage to infrastructures after the 2011 Great East Japan Earthquake is focused on and summarized with the casualty and the building damage. The earthquakes of which damage is described here are the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku earthquake, the 2016 Kumamoto earthquake, the 2018 Osaka-Fu Hokubu earthquake and the 2018 Hokkaido Eastern Iburi earthquake. In Japan, since both inter- and intra-plate earthquakes can take place at anytime and anywhere, we need to consider countermeasures for disaster reduction from every aspect. For the Nankai Trough Mega Earthquake, lessons learnt from the Great East Japan Earthquake become very useful materials to mitigate the future earthquake disaster. Based on these resources and recent advanced knowledge obtained, the issues to be considered are picked up and the problems to be solved are discussed.

1. はじめに

2011年3月11日午後2時46分、宮城県沖を震源とするマグニチュード Mw9.0の東北地方太平洋沖地震が発生した。地震・津波被害は、東日本を中心に広範囲にわたり、長周期の揺れは数百 km 離れた関西圏の高層ビルにも影響を及ぼした。このような未曾有の震災から早や十年が過ぎたが、その後の熊本地震や大阪府北部の地震、北海道胆振東部地震などの地震災害や、極端気象による豪

雨災害は場所を選ばず、依然として日本各地に大きな爪痕を残し続けている。

気象庁は顕著な被害が生じた地震についてその名称を定めているが、2011年の東北地方太平洋沖地震以降の地震現象は3つである。ただし、表1には、社会インフラへの影響を勘案して2018年の大阪府北部の地震を含めて4つを挙げている。これは、人口の集中する大阪府内で起こり、震度6弱を記録して社会基盤施設にも影響が認められた

¹ 京都大学
Kyoto University

表1 2011年以降に顕著な災害を起こした地震の名称（気象庁¹⁾を基に作成。ただし*は一般名称)

地震名	Mj	最大震度
平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震	9.0	7
平成28年(2016年)熊本地震	7.3	7
平成30年(2018年)大阪府北部の地震*	6.1	6弱
平成30年(2018年)北海道胆振東部地震	6.7	7

都市型の地震であったためである。

また、本稿で扱うインフラを中心とした被害を考える場合には、2011年東北地方太平洋沖地震ではなく、東日本大震災と呼ぶ場合もある。

多様な発生形態を有する地震・津波から電気・ガス・上下水道・通信などのライフライン、道路・鉄道ネットワーク、河川堤防などの土構造物、空港・港湾や各種産業施設、さらに医療福祉施設や避難所などの公共性の高い社会インフラを守るためには、過去の地震・津波被害を精査し、そこから学んだ教訓を今後の対策に活かさなければならぬ。

本稿では、表1に掲げた東日本大震災以降の地震において、公共性の高い社会インフラのうち、ライフラインを中心とした重要インフラにどのような被害が生じたのか、そして来たるべき南海トラフの巨大地震に対して、その教訓をどう生かし、また何が課題になっているのかについて述べる。

2. 2011年以降の地震によるインフラ被害の概要

ここでは、2011年東日本大震災以降の主な地震のライフラインを中心としたインフラ被害の概要^{2,3)}を述べる。

2.1 2011年(平成23年)東北地方太平洋沖地震

三陸沖の深さ23 kmを震源とする2011年(平成23年)の東北地方太平洋沖地震(M9.0)の影響は、岩手・宮城・福島を始めとする東北6県にとどまらず、北海道・関東・中部・関西・四国地方にまで及ぶ未曾有の広域災害となった。人的被害は死者19,689人、行方不明者2,563人、負傷者6,233人に及び、また住家被害は、全壊121,955棟、半壊

282,939棟、一部損壊748,109棟に達した⁴⁾。震源域の大きさに相応した強い揺れもさることながら、人的被害、構造物被害の多くは、東北・関東地方の太平洋岸を襲った10 mを超える大津波の影響が支配的であった。また、余震は岩手県沖から茨城県沖にかけての震源域に対応する長さ約500 km、幅約200 kmの海域内に発生し、また誘発地震と考えられる内陸の地震も、福島県中通り、茨城県北部、長野県北部、静岡県東部、秋田県内陸北部、新潟県中越地方などで発生している⁴⁾。福島第1原子力発電所では、大津波の浸水による冷却用非常用電源の喪失により、未曾有の原発事故が発生し⁵⁾、想像を絶する負の人的・経済的・社会的影響が生じた。震央から離れた千葉県内のコンビナートでも製油所のLPガスタンクが爆発、震後火災も発生し、宮城県の製油所や油槽所、運搬用のタンクローリーも津波被害を受けたこともあり、ガソリン不足も顕在化して、原発事故を含め国のエネルギー政策の抜本的見直しも復興方針の一つとなった。

震災当日の東北電力管内の停電戸数は4,480,000戸⁶⁾、東京電力管内では3,944,650戸⁵⁾であり、青森・岩手・宮城・福島各県ではいずれも95%以上の停電率となった。福島県相馬市の相馬共同火力発電所の揚炭クレーンや石炭運搬用ベルトコンベアーも甚大な被害を受けた(写真1)。

都市ガス供給⁷⁾に対しては、16事業者の復旧対象戸数401,976戸に対して、約2か月後の5月3



写真1 相馬共同火力発電所の石炭運搬用のベルトコンベアーの被害(2011年東北地方太平洋沖地震)



写真2 液状化による千葉県浦安市の耐震性貯水槽の浮上(2011年東北地方太平洋沖地震)

日に復旧作業が終了した。総断水戸数は2,567,000戸で4月初旬の最大余震時の再断水戸数をのべ換算すると2,946,000戸であり、最大断水戸数は茨城県の801,000戸、10万戸以上は岩手県、宮城県、福島県、そして液状化被害の顕著だった茨城県、千葉県(写真2)の5県に集中した。断水戸数が1万戸に減少したのは6月末、復旧がほぼ完了したのは9月末であった⁸⁾。

高速道路は、一部区間で陥没や亀裂などの被害を受けたが、震災翌日に緊急交通路に指定された。原発規制区間を除き、東北道は3月24日、常磐道は4月1日に全線で一般車両の通行が再開された。緊急輸送道路を「くしの歯型」として道路啓開・復旧にあたったのはよく知られている。東北管内の鉄道は震災直後、全路線で運休となった。



写真3 津波と震後火災によって被害を受けた岩手県内の三陸鉄道リアス線の陸中山田駅(2011年東北地方太平洋沖地震)

東北新幹線は4月29日に全線再開されるまで、上越新幹線等による迂回ルートが利用された。また、沿岸部と内陸部を結ぶ在来線については、順次再開されているが、津波により壊滅的な被害を受けた三陸鉄道(写真3)や気仙沼線など沿岸部を通過する路線や区間は復旧に長期間を要した⁹⁾。

2.2 2016年(平成28年)熊本地震

2016年4月14日以降、7回に及ぶ震度6弱以上の地震が熊本地方を襲った。4月14日の前震(M6.5)、4月16日の本震(M7.3)では震度7を記録し、前震は日奈久断層帯、本震は布田川断層帯が主な起震断層とされている。また、両断層帯とも右横ずれの地表面断層が出現している¹⁰⁾。この地震による人的被害は、熊本県と大分県を中心に、死者273名(熊本270名・大分3名)、重傷者1,203名、軽症者1,606名、建物被害は全壊8,667棟、半壊34,719棟、一部損壊163,500棟となっている¹¹⁾。

インフラ被害¹²⁾に関しては、電力供給システム被害による最大停電戸数は主に熊本市内で生じ、前震では16,700戸、本震では47,660戸に及んだが、ほぼ1週間以内に応急復旧が完了している。水供給システムでは、熊本市内の最大断水戸数は前震では11,000戸、本震では432,000戸に及んだ。熊本市・西原村の管路被害は、附属設備などの被害を含めると494件(0.14件/km)であった。また、熊本市の下水管渠の被害率(被害延長(km)/敷設延長(km))は0.0217であった。都市ガス供給システムでは、熊本市内の供給停止戸数は前震では1,123戸、本震では100,884戸であった。ただし、益城町など被害の特に甚大だった地域は供給エリア外であった。

道路にも大きな被害が発生した。九州自動車道秋津川橋近辺では旧河道上にある下り線の盛土のり面が崩壊、また跨道橋である府領第一橋梁が落橋した。南阿蘇村では、黒川を跨ぐ全長約200mの阿蘇大橋が背後の斜面崩壊により落橋(写真4)した他、多くの道路橋被害が生じた。鉄道では、熊本駅から車両所に向かう回送中の6両編成の九州新幹線が前震時に脱線した。在来線では豊肥本線の設備被害が大きく、赤水駅を出発



写真4 阿蘇大橋の落橋現場(2016年熊本地震)



写真5 豊肥本線赤水駅近くで脱線した車両(2016年熊本地震)

した2両編成の回送列車の脱線も生じている(写真5)。

2.3 2018年(平成30年)の大阪府北部の地震¹³⁾

2018年6月18日7時58分、大阪市北区、高槻市、茨木市、箕面市、枚方市で震度6弱の大きな揺れが発生した。大阪府北部を震源とする気象庁マグニチュードMj6.1の地震である¹⁴⁾。消防庁の統計資料¹⁵⁾によるとこの地震による人的・建物被害は、死者は6名、全半壊家屋は535棟であった。一方、



写真6 高槻市におけるダクタイル鑄鉄管の被害(2018年大阪府北部の地震)

この地震は鉄道や道路を含むライフライン系にも影響を与えた¹⁵⁾。

鉄道・道路¹⁶⁾では、名神高速道路の一つの高架橋を除き、土木構造物に大きな被害は発生しなかった。しかし、大阪モノレールでは土木構造物に付随する施設、機械が損傷したこと、JR西日本在来線では明確な損傷位置の発見が困難であったことにより、運行面での完全復旧に時間がかかった。このように、近畿圏の鉄道網、および高速道路には甚大な物理的被害はほとんど生じなかったが、運転見合わせの解除や通行止め解除に多くの時間を要した。これは、鉄道の乗客の誘導や運行停止の基準震度、通行止めの基準震度や安全確認の方法などは過去の地震経験を基に決められていたとはいえ、この地震に関しては安全の担保と早期復旧という社会的要請を満足する結果とはならなかった。

上水道¹³⁾に関しては、大阪広域水道企業団の大口径送水管で漏水が複数件発生したが、甚大な被害は発生しなかった。送水管の被害は、鑄鉄管からダクタイル鑄鉄管への過渡期に製造された初期ダクタイル鑄鉄管に集中しており、管体に亀裂や穴が開くような破壊であった(写真6)。ガス¹⁷⁾では、低圧ブロック内のSIセンサーと地震計がSI値60カイン以上を感震したために、約11万戸への供給が停止した。

電力¹⁸⁾に関しては、原子力、火力、水力の発電設備に異常はなかったが、大阪府・兵庫県内で最大で173,060戸で停電が発生したが、約3時間後

には全戸復旧、また、通信については設備被害はほとんど発生せず、通信サービス¹⁹⁾への影響としては、大阪府の一部の地域で15,000回線（加入電話12,800回線、INS ネット2,200回線）に支障が発生したが1時間30分後には全て回復した。

2.4 2018年(平成30年)北海道胆振東部地震

2018年9月6日に北海道胆振地方中東部を震源とするM6.7の地震が発生した²⁰⁾。この地震による死者は厚真町の土砂災害を中心とした41人、全半壊家屋は386棟、さらにブラックアウトと呼ばれる大規模な全域停電が発生し、その最大停電戸数は約2,950,000戸（6日3:08時点）にも及んだ²¹⁾。この主な原因は、火力発電所である苫東厚真発電所(写真7)1, 2, 4号機の停止、および地震による狩勝幹線他2線路(送電線4回線)の事故による水力発電の停止等の複合要因によるものと報告されている²²⁾。

このため、9月10日から14日の間、平日8:30から20:30の時間帯において、需要減1割確保のため、家庭・業務・産業の各部門に対して平時よりも2割の節電の要請があった²⁰⁾。また、北海道の農林水産業への被害額が1,000億円以上にも及んだ²³⁾。気象庁の資料²⁰⁾によると、1923年1月以降の活動は、今回の地震の震央周辺では、これまでM5.0以上の地震が時々発生していたが、M6.0を超える地震は今回が初めてであった。また、今回の地震の震央から南東に約80 km離れた場所では、「昭



写真7 ブラックアウトの主要原因となった苫東厚真発電所近傍に残る多くの液状化跡(2018年北海道胆振東部地震)

和57年(1982年)浦河沖地震」が発生し、負傷者167人などの被害が生じている。2018年の地震では、厚真町で震度7が観測され、安平町とむかわ町で震度6強、札幌市東区、千歳市、日高町、平取町で震度6弱が観測されている。

施設被害や停電の影響による断水は64,000戸であったが、都市ガスは基準を上回るSI値ではなかったため停止には至らなかった。また、札幌市清田区では勾配の大きな埋め盛土に沿って大規模な液状化が発生し、住家の沈下や傾斜、マンホール周辺地盤の沈下(写真8)など局所的ではあるが甚大な被害が生じた。

鉄道被害としては、日高本線の厚真川橋りょうで桁ずれや軌道変位が発生した他、厚真から鶴川駅に至る区間でレールの大きな軌道変位が生じた(写真9)。道路橋は概ね推計震度が6弱以上と



写真8 大規模液状化によるマンホール周辺地盤の沈下(2018年北海道胆振東部地震)



写真9 鶴川近辺の軌道の大きな変位。ただしレールと枕木のゆがみだけで道床の変状は見られない(2018年北海道胆振東部地震)。

なった地域で33橋が損傷したとされている²⁴⁾。

以上、2011年東日本大震災以降の主な地震に関するインフラ被害を中心にその概略を述べた。

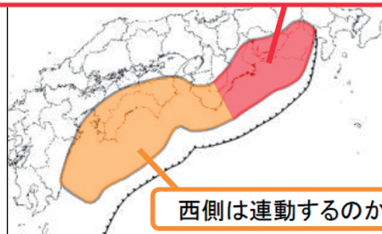
3. 南海トラフ巨大地震についての課題

南海トラフ沿いの東海沖から日向灘に至る領域では、東海・東南海・南海の3つの大地震が同時かあるいは連動して起こるとされている。この地震に関しては中央防災会議²⁵⁾において、南海トラフ沿いで異常な現象が観測された場合の防災対応の基本的な方向性が示されている。しかし、その中で特に社会インフラについては、「災害応急対策の実施をはじめとするすべての活動の基礎となるものであることから、事業継続に必要な措置を実施することが望ましい」とされているだけで、その具体的な内容は必ずしも明確ではない。それは、連続する地震への対応や、相互に影響を及ぼし合う社会インフラの脆弱性や復旧時の相互依存性、ハード・ソフト両対策のバランス等に関する検討が十分になされていないためである。

東海・東南海・南海を全て網羅する全領域が突発的に破壊するような最大級の地震は、予知が困難な状況とされている。それ以外の多様な発生形態とは、1) 想定震源域のプレート境界においてM8以上の地震が発生した場合(図1(a))や、2) 南海トラフの想定震源域の内部及び周辺でM7.0以上の地震が発生した場合(図1(b))、そして3) 通常とは異なったゆっくりすべりが観測された場合の3ケースを指し、突発的な地震を示す「全割れ」に対して、それぞれ「半割れ」「一部割れ」「ゆっくりすべり」という略称で呼ばれている²⁶⁾。特に上述の1)、2)においては、2016年熊本地震と同様に、より規模の大きい後発地震の可能性がある一方で、多角的な検討が十分でないため対策も遅れており、被害が激甚化する恐れがある。

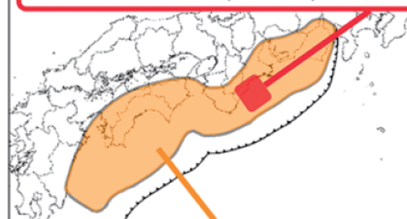
例えば「半割れ」ケースでは、M8クラスの地震が襲った後の地域の復旧の最中に、また別の場所と同規模の大地震が起こる事も想定される。そのような時間差を伴った広域災害に対してはこれまでの「全割れ」の対応は通用せず、ではどのような災害対応をすべきなのかの検討はこれまで皆無

南海トラフ東側で大規模地震(M8クラス)が発生



(a) 「半割れ」ケース

南海トラフで地震(M7クラス)が発生



(b) 「一部割れ」ケース

図1 3つの異常現象の中の「半割れ」ケースと「一部割れ」ケースの一例(中央防災会議資料²⁶⁾より引用)

である。

自治体やインフラ事業者を悩ませている問題は、これまで取り組んできた「全割れ」という突発的な地震災害への対応に加え、さらに始めの地震に続く後発地震の予知も困難で、かつ実際に発生する確率も確定できない「半割れ」「一部割れ」への対応である。まずは何が起り、その結果どうなるのかという点を明確にしなければならない。そのため、この南海トラフ地震の様々な発生形態のシナリオを作成し、ライフラインを始めとする社会インフラがどのように被災するのか、またその防災対策をどうすればよいのかを提示しなければならない。起りうるハザードと被災程度が明確になれば、人的・物的被害を最小限に抑えるための方策や適切な復旧財源の配分等の検討が可能となる。

公共性の高い社会基盤施設に対しては、地震あるいは津波に対する高度な頑強さ・強靭さが要求されるが故、その総合的な整備は喫緊の課題であ

る。1995年の兵庫県南部地震の甚大な人的・物的被害は言うに及ばず、2004年のスマトラ沖地震や2. で述べた2011年の東北地方太平洋沖地震などの津波被害を伴う海溝型の大地震、また2016年の熊本地震、2018年の大阪府北部の地震や北海道胆振東部地震等の内陸活断層の活動による地震においても、住家被害だけでなく、電気・ガス・上下水道・通信や道路・鉄道・港湾・空港、河川／海岸堤防、産業施設などの社会インフラに多数の被害が発生している。

2011年東日本大震災の経験からもわかるように、南海トラフの巨大地震は、長周期の揺れが長時間継続すること、その揺れの大きさのみならず大津波を伴うこと、それが広域な災害をもたらすことが特徴である。このような地震・津波災害は、国外では1960年のチリ地震や2004年のスマトラ沖地震がその代表格である。

我国の対応としては東日本大震災の教訓を踏まえて、内閣府の「南海トラフの巨大地震モデル検討会」による震度分布・津波高を基に、人的・物的被害や経済被害等の推計及び被害シナリオによって包括的な検討がなされている。しかし、ライフラインに代表されるような社会基盤施設に対して、長周期・長継続時間地震動に対する耐震安全性や巨大津波に対する配慮は十分かどうか、どこが最大の弱点となってその影響が波及していくのか、巨大地震津波に対する要求性能は明示されているのか、要求性能を満足する対策法は提示されているのか、など今後検討すべき課題は依然として残されたままである。

国は2013年に試算した南海トラフ地震の想定死者数を、2019年に3割減の231,000人と改訂したが、10年間で8割減らすという目標への到達可能性は見えてこない。これは地震の揺れに対しては建物の耐震化、地震津波に対しては市町村が指定する避難ビルや避難訓練の割合が伸び悩んでいることが大きな理由である。

特に西日本では、常に内陸型・海溝型の双方の地震を憂慮しなければならず、内陸型の大地震であった阪神淡路大震災の災害対応の経験を踏まえた上で、今後は東日本大震災で得た教訓を基に、

南海トラフの大地震と対峙してゆかねばならない。なぜなら、地震の強い揺れのみならず津波も伴い、また短周期地震と長周期地震の両面からの検討も必要となってくるからである。

大都市を襲う地震に対する課題は

- (1) 中枢機関の業務継続
- (2) インフラの頑強性
- (3) 重要拠点施設・構造物の耐震化
- (4) 湾岸域に立地するコンビナート災害
- (5) 地震後火災対策
- (6) 津波対策
- (7) 大雨・洪水等との複合災害
- (8) 前震や余震、連動地震への対応
- (9) 避難路や避難場所
- (10) 企業の事業継続

等々である²⁷⁾。

政府・自治体などには、その中枢機能の障害を最小限に止め、何が起こったか、何が起きているかの正確な情報収集と的確な対応策の実施が求められる。自治体職員に地震災害や豪雨災害への対処の経験が無い場合には迅速な対応は難しい。実践的・体系的な災害対策研修の利用など、地方自治体の防災担当者のみならず組織としての防災力の向上に大きく貢献するプログラムへの参加は緊急事態での対応力を身に付ける良い機会になる。

インフラの頑強性は、過去の地震のたびに問題点が浮き彫りになり、またそれゆえに耐震化が相対的に進んできた。しかし、上下水道に関しては、厚生労働省統計²⁸⁾によると、水道施設の耐震化は2016年度末現在、水道施設のうち基幹的な管路の耐震適合性のある管の割合は約38.7%、浄水場の耐震化率は約27.9%、配水池は約53.3%であり、また国土交通省統計²⁹⁾によると、2017年度末現在の下水道施設の耐震化状況は、重要な幹線等で50%、下水処理場で36%と、まだまだ地震に対する備えが十分であるとはいえない状況である。地震により大規模な断水が発生する事態を想定すると、特に老朽管の更新は、上水の給水確保のためにも優先的に推進すべき課題である。

エネルギー施設としての都市ガスや、高速道路などの交通インフラも、これまでの地道な耐震化



写真10 大型車両の津波による被害。手前に重機、奥に被災したタンクローリーの姿が見える（2011年東北地方太平洋沖地震）。

施策により、物理的な耐震性は徐々に向上してきたが、地震後の安全性確保のための点検業務に多くの時間が割かれ、サービス供給開始の遅れが目立った。大阪府北部の地震では供給停止や通行止め等の判断基準が再考される契機にはなったが、大規模な都市災害に対する早期復旧と安全性確保の背反する事象を考えると依然として難しい問題が残されており、継続的な検討が必要である。

役所や病院などの重要拠点施設の更なる耐震化も重要である。通常以上の業務が発生する事態に対する業務継続や、これら重要拠点施設に関連するライフラインや物流も考慮した計画を立てる必要がある。

湾岸・沿岸部のコンビナートの強靱化も喫緊の課題である。国や自治体の主導の下で様々な強靱化策がとられているが、臨海部コンビナートには、石油精製、石油化学、エネルギー施設等の危険物を扱う事業所が集中している。その多くは埋立造成された軟弱な地盤上に建設されており、地震時の揺れが増幅しやすくかつ地盤の液状化も起きやすい。また、津波襲来時の敷地内への浸水被害、危険物タンクやローリー車等の流出の可能性もあり、ガソリンを始めとする油類の安定供給にも密接にかかわってくるため、事業継続を踏まえた更なる強靱化対策が必要になってくる（写真10）。

これまで、建物の耐震化と併せて不燃化も推進されてきたが、火災に至る前の事前対策としての感震消火などの出火防止策の普及推進、初期消火

の徹底、防火水槽・用水の確保や密集市街地の解消などの更なる延焼防止策を講ずる必要がある。

南海トラフの巨大地震では、大阪湾沿岸でも数mの浸水深が予想されているところもあり、数十cm程度の水圧がかかるだけでも歩行が困難になることを考慮した避難計画も必要である。

昨今は風水害被害が極端化の一途をたどっている。2018年6月の大阪府北部の地震の後に7月の西日本豪雨災害が発生し、また9月には台風21号と、大阪府北部の地震で被災した家屋にも、災害が立て続けに襲った。地震と豪雨災害や暴風雨災害といった複合災害は、復旧やその後の対応に大きな影響を及ぼす。2016年熊本地震の際の前震と本震の関係や、異常な現象が観測され大規模地震発生の可能性が平常時と比べて相対的に高まっていると評価された場合の南海トラフ地震の「一部割れ」「半割れ」とそれに続く地震への対応など、複合災害や連続する災害への対応は、予め十分検討しておくべき課題である。

長周期地震への対応と長周期に特化した早期地震警報の導入、陸上交通の代替手段としての空路海路の積極利用やそのための空港港湾の強靱化の必要性、膨大な数の発生が予想される避難者や被災者の対応など、まだまだ考えるべき課題は多く残されているが、目標を絞りながら一つ一つ課題を解決していかなければならない。

4. まとめ

本稿では、東日本大震災から10年を数えるにあたり、それ以降の大地震について主にインフラ被害を中心にその概略をまとめるとともに、今後の地震への対応、その代表例として来たるべき南海トラフの巨大地震に対して何が問題となり何が必要となるかの考察を加えた。社会インフラは多様な地震の発生形態には関係なく、あらゆる局面において常に高い安全性を確保しなければならない。今後は、これまでのような多様な地震の発生形態の間で揺れ動く対策ではなく、その多様性に柔軟に対処できる頑強かつ強靱な社会基盤整備の方策を提示することが肝要であろう。

参考文献

- 1) 気象庁：顕著な災害を起こした自然現象の名称について(平成30年7月9日), <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/meishou/meishou.html>, (令和2年1月12日閲覧).
- 2) 清野純史：地震とライフライン被害, 活断層研究, 第28号(特集号), pp.95-106, 2009.
- 3) 清野純史：阪神淡路大震災以降の被害地震と人間・住家・インフラ被害低減に向けた歩み, 21世紀ひょうご, 公益財団法人ひょうご震災記念21世紀研究機構, pp.51-62, Vol.28, 2020.
- 4) 消防庁消防対策本部：平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)について(第159報), 平成31年3月8日.
- 5) 東京電力HP：東北地方太平洋沖地震による影響などについて, <http://www.tepco.co.jp/cc/press/index-j.html>, (令和2年1月12日閲覧).
- 6) 東北電力HP：東北地方太平洋沖地震に関する停電情報, <http://www.tohoku-epco.co.jp/>, (令和2年1月12日閲覧).
- 7) 一般社団法人日本ガス協会HP：東日本大震災における都市ガス供給の停止状況, <http://www.gas.or.jp/default.html>, (令和2年1月12日閲覧).
- 8) 厚生労働省健康局水道課：東日本大震災水道施設被害状況調査最終報告書, 平成25年3月.
- 9) 国土交通省総合政策局参事官室(総合交通体系)：地域のモビリティ確保の知恵袋2012【参考資料編】，～災害時も考慮した「転ばぬ先の杖」～, 平成24年3月.
- 10) 気象庁：平成28年(2016年)熊本地震の関連情報, https://www.jma.go.jp/jma/menu/h28_kumamoto_jishin_menu.html, 2016.
- 11) 総務省消防庁：熊本県熊本地方を震源とする地震(第121報), 平成31年04月12日現在, 2019.
- 12) (公社)土木学会：2016年熊本地震被害報告書, 地震被害調査シリーズ No.1, 2017.
- 13) Kiyono, J., Y. Takahashi, T. Tobita, Y. Kuwata, H. Goto and Y. Okumura: Reconnaissance Report on the Earthquake in Osaka-fu Hokubu on June 18, 2018, JSCE Journal of Disaster FactSheets, FS2021-E-0002, 2021.
- 14) 総務省消防庁：大阪市北部を震源とする地震による被害及び消防機関等の対応状況(第28報), 平成30年7月29日, <http://www.fdma.go.jp/bn/2018/>, (平成30年8月24日閲覧).
- 15) 気象庁大阪管区気象台：震央分布図及び地震活動経過図・回数積算図(平成30年6月18日00時～8月17日09時), 平成30年8月17日, 大阪府北部の地震の関連情報, https://www.jma.go.jp/jma/menu/20180618_oosaka_jishin_menu.html, (平成30年8月24日閲覧).
- 16) 国土交通省近畿地方整備局, 2018.
- 17) 大阪ガス：地震による当社供給設備の被害状況, 都市ガスの供給停止状況について(第三報), http://www.osakagas.co.jp/company/press/emergency/1271392_38726.html, (平成30年6月18日閲覧).
- 18) 関西電力：大阪府で発生した地震の影響について(第一報～第五報) http://www.kepco.co.jp/corporate/pr/2018/0618_5j.html, (平成30年7月1日閲覧).
- 19) NTT西日本：大阪府北部地震による通信サービスへの影響について(第6報) https://www.ntt-west.co.jp/newscms/news/7486/0618_1245.pdf, (平成30年6月18日閲覧).
- 20) 気象庁：平成30年北海道胆振東部地震の評価, 地震調査研究推進本部地震調査委員会, 平成30年9月11日, https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2018/20180906_iburi_2.pdf, (平成30年9月24日閲覧).
- 21) 内閣府：平成30年北海道胆振東部地震に係る被害状況等について, http://www.bousai.go.jp/updates/h30jishin_hokkaido/pdf/300919_jishin_hokkaido_01.pdf, (平成30年9月24日閲覧).
- 22) 平成30年北海道胆振東部地震に伴う大規模停電に関する検証委員会：平成30年北海道胆振東部地震に伴う大規模停電に関する検証委員会最終報告(概要), 2018年12月19日, https://www.occto.or.jp/iinkai/hokkaido_kensho/hokkaidokensho_saishuhoukoku.html, (平成31年2月1日閲覧).
- 23) 農林水産省：平成30年北海道胆振東部地震による被害状況, 令和元年12月11日, https://www.maff.go.jp/j/saigai/zisin/180906_iburitobu/higaijyokyo.html, (令和2年1月12日閲覧).
- 24) 宮森保紀・佐藤京・齋藤剛彦・西弘明：2018年北海道胆振東部地震における道路橋の被害, 76巻4号 p. I_755-I_764, 2020, https://doi.org/10.2208/jscejsee.76.4_I_755
- 25) 中央防災会議：今後の津波防災対策の基本的考え方について(中間とりまとめ), 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会, 平成23年6月.

- 26) 中央防災会議：南海トラフ沿いの異常な現象への防災対応のあり方について（報告），南海トラフ沿いの異常な現象への防災対応検討ワーキンググループ，平成30年12月。 [topics/bukyoku/kenkou/suido/taishin/index.html](https://www.bufr.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/suido/taishin/index.html)，（平成31年1月21日閲覧）。
- 27) 清野純史：大阪府北部の地震の特徴と都市型災害への今後の備え，21世紀ひょうご，第26号，pp.51-62，2019。
- 28) 厚生労働省：水道施設の耐震化の推進，<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/> http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000133.html，（平成31年1月21日閲覧）。
- （投稿受理：2021年9月10日）

要 旨

水道，電力，ガス，通信や道路，鉄道等は我々の生活に欠かせない重要な社会基盤である。本稿では，2011年の東日本大震災以降の被害地震に着目し，インフラ被害を中心に人的・物的被害についてその概要を述べる。ここで取り上げた地震は，2011年東北地方太平洋沖地震，2016年熊本地震，2018年大阪府北部の地震，および2018年北海道胆振東部地震である。地震国の日本では内陸・海洋を問わずいつどこで地震が発生してもおかしくないため，あらゆる手段を講じて災害低減に取り組まなければならない。来たるべき南海トラフの巨大地震に対して，東日本大震災から得た教訓は災害低減のためにこの上なく有用な資源となり得る。これらの貴重な経験と近年の先端知識・技術を背景に，今何ができて何がお残されているのか等，今後の課題について述べる。