

第2章 市街地液状化対策の基本的な流れ

2-1 発災から対策まで

地震が発生し、液状化被害を受けた市街地については、応急対策・応急復旧、被災状況の把握・調査、対策の検討・住民合意形成、事業化（設計、工事実施、事業効果の確認）、液状化対策完了（維持・管理）といった段階を経て、液状化対策が進められるのが一般的であり、各段階で他の復旧・復興の施策と連携することが重要である。

本章では、東日本大震災の経験を踏まえ、将来起こり得る大規模な液状化被害に対し、迅速な復旧、復興が図られるよう、発災から対策を講じるまでの行動計画を時系列でタイムラインとして整理し、各段階で留意すべき事項を解説する。なお、タイムラインの目標期間については、被災状況や他事業の動向等を踏まえ、被災自治体において適切な時期を設定することが望ましい。

1. 被災情報の収集・連絡

地震発生直後から、各施設管理者等により、建築物の応急危険度判定及び宅地擁壁・地盤・法面の被災宅地危険度判定が行われるため、被災市町村は、これらの結果も活用しつつ、液状化の範囲や被害の程度、応急対策の必要性等を把握することが重要である。

また、この間、液状化による噴砂も除去されるため、液状化の痕跡が分かりにくくなり、住宅の傾斜も個人復旧が進むと計測できなくなるので、時期を逸せずデータ収集を行うことが望ましい。被災市町村は都道府県及び関係機関と連携し、建築の応急危険度判定及び宅地擁壁・地盤・斜面の被災宅地危険度判定等から宅地液状化被害の迅速な情報の収集を図ることが重要である。

この場合、全体の被害状況を把握した後、「被害状況データ整理シート」（国総研HP）を活用して液状化による宅地・建物被害状況調査を開始することが望ましい。

2. 被災概要の把握

発災後1～2週間から、インフラ等の簡易復旧や罹災証明の調査が行われる。

この時期には、「被害状況データ整理シート」（国総研HP）を活用した液状化による宅地・建物被害状況調査や道路・下水道等の公共施設の被災状況の調査結果等を活用して、液状化被害分布図の作成を行う。さらに、地質形成・造成履歴の調査や地震波の特徴も調査し、宅地の液状化被災概要の把握を行う。

さらに、震災前のボーリング・地質調査結果を入手して、液状化発生の要因を整理することが望ましい。

3. 対策工法の検討

発災後1～2か月間は、個人による一部住宅の傾斜復旧が行われる。

地震前のボーリング・地質調査を収集し、宅地液状化被害可能性判定計算シート（国総研HP）による再液状化被害の簡易判定を行い、液状化対策工法を選定する。地震前のボーリング・地質調査からでは全体が把握できない場合、震災後のボーリング・地質調査を数箇所追加する。工法の選定では、

解析結果と実際の地盤での透水性、圧密沈下等の現場実験又は現場での試験施工を行い、必要な効果が見込め、実現可能な工法を選定する。住民等に説明を行い、液状化対策に対する住民の意向を確認し、その結果に基づいて、液状化対策検討地区及びその他の復興方策の検討、個別対策地区の絞り込みを行う。

ガイダンスでは対策工法として2工法が示されており、1つは地下水位を下げることによる地下水位低下工法である。もう1つは格子状の連続壁を造成することによる格子状地中壁工法である。液状化対策の効果は、地下水位低下工法・格子状地中壁工法の簡易計算シート（国総研HP）等を用いて実施する。

なお、施工法が改良されたり、新工法が開発されたりすることがあるので、最新の技術動向を収集することも重要である。

地区特性の検討より液状化対策の効果が見込めない場合、または住民の意向を把握した結果、道路等の公共施設と宅地の一体的な液状化対策が困難である場合は、液状化被害の防止、軽減に向けて、道路等の公共施設と宅地が個別の対策に活用できるよう検討結果を整備し、公表すること。

4. 一体的液状化対策検討地区の選定

液状化対策検討地区に選定された区域において、地区ごとに震災後のボーリング・地質調査を補い、液状化対策の効果を確認しつつ、事業計画案を作成する。

宅地所有者等の意向を確認し、事業計画を策定する地区を決定する。

液状化対策事業計画を円滑に推進するために、地盤改良や建築物の修繕等に関する知識を有し、まちづくり事業に精通した専門家、実務者等からなるコーディネーター制度を活用することが望ましい。

5. 一体的液状化対策事業の計画

詳細な検討を行い、説明会等で宅地所有者等の意向を把握し、反映した事業計画を作成する。

事業計画に対する宅地所有者の同意の状況を確認し、事業計画を決定する。

6. 一体的液状化対策工事の実施

実施の際には、事業区域内外の住民と必要は調整を行い、協力を得ることが重要である。工事による影響を把握するため、事前に家屋調査を行い慎重に作業を進め、必要に応じて事後の家屋調査を行う。

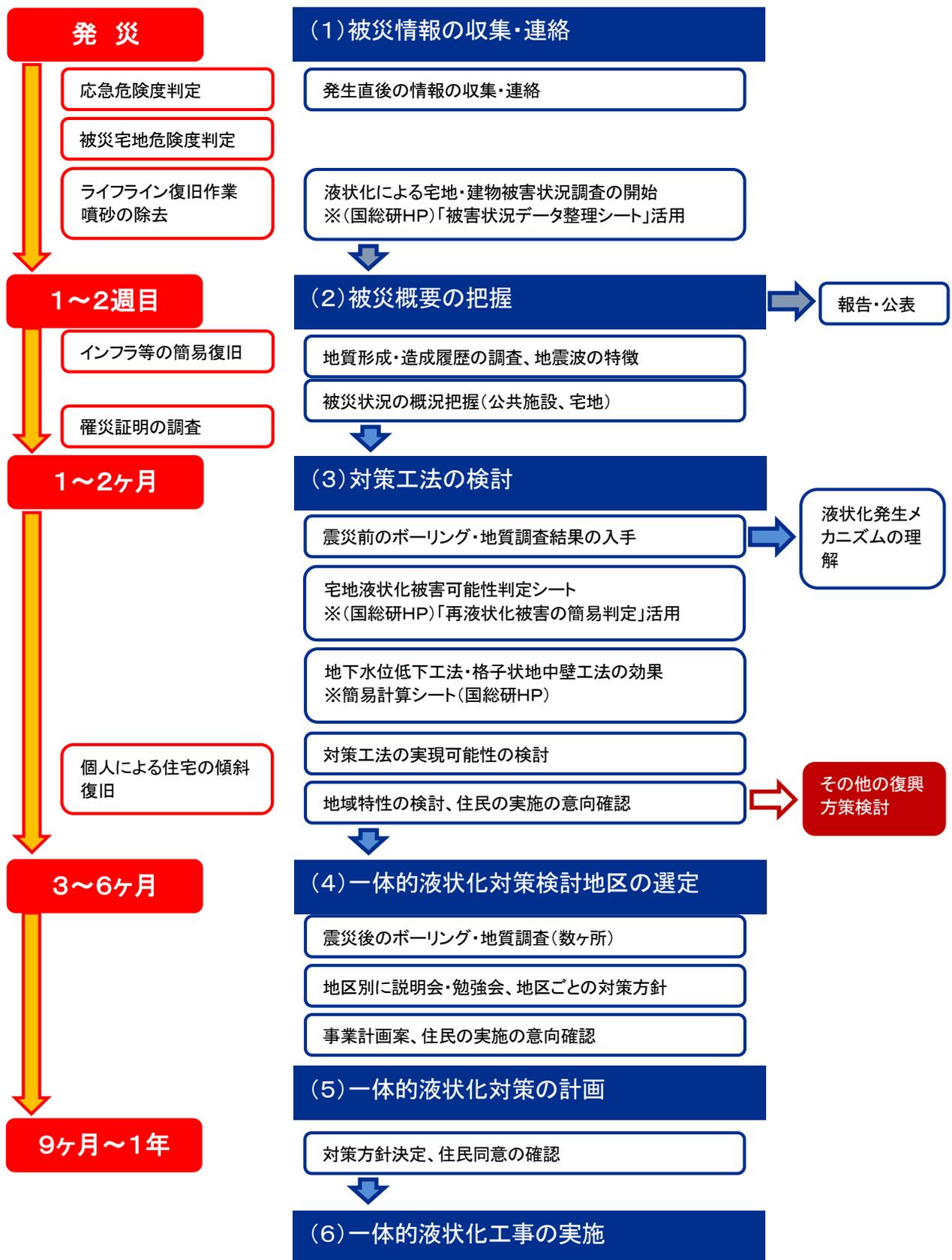


図2-1 市街地液状化対策事業のタイムラインの一例

*注1) このタイムラインは被災後1年間で工事着手することを目標とした場合のタイムラインの一例である。実際には被災規模等により対応が異なるため、各自治体において柔軟に対応していただきたい。

*注2) 下水道の復旧工事と市街地液状化対策事業が同時期に施工できると掘削が重複しなくてすむので望ましい。

(1) 公共施設の復旧と一体的液状化対策

地震による被害を受けた場合、まずは公共施設であれば管理者により、当面の機能維持のための応急対策や仮に機能を復旧させる応急復旧が行われ、その後、恒久的な対策や復旧工事が行われるのが一般的である。

公共施設・宅地一体型液状化対策については、次に起こるであろう地震に対する(再)液状化対策であるため、各公共施設の本格的な復旧工事に合わせて対策工事を実施することが効率的であり望ましい。

1. 道路、上下水道等の復旧

液状化により被災した道路や上下水道等の都市インフラは、市民生活を支える重要なライフラインであり、早急に機能回復を図る必要があるが、その方法としては、必要に応じ、当面の機能維持や被害拡大を防ぐための応急的な措置が行われ、その後、恒久的な対策や本復旧が行われるのが一般的である。(災害復旧事業の流れについては、「1-4 関連する事業制度」を参照されたい。)

このため、道路等の公共施設と宅地の一体的な液状化対策を講じる際には、道路の無用な掘り返し等が生じないように、なるべく本復旧に合わせて行うことが望ましい。液状化対策に先行して復旧事業を行う場合、掘り返しを見越して仮復旧に留めておくなど、事業の効率化を図ることが望ましい。

2. 市街地の一体的な液状化対策

第1章で述べたように、道路等の公共施設と宅地が集約された一団の土地において、面的な液状化被害が生じた場合、宅地からの噴砂が道路や下水道を埋没させ、迅速な避難や震災後の生活再建に悪影響を与えることから、このような地区については、道路等の公共施設と宅地一体的な液状化対策を検討することが望ましい。

事業実施のための住民同意を得るには、住民説明会を開催し、事業目的のみならず、対策工法によっては住民側に費用負担を求める場合、同意形成を図る際に十分な説明を行う。また、施工の影響について説明をすることが重要である。

液状化対策の技術的な内容については、第3章以降で述べる。

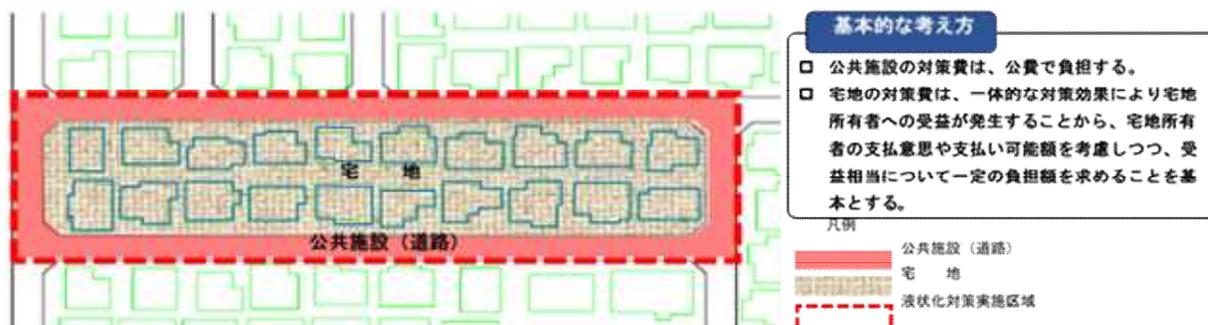


図2-2 公共施設と宅地との一体的な液状化対策の費用負担イメージ

(2) 被災住宅の復旧と液状化対策

1) 被災住宅の復旧

液状化により被災した住宅の復旧は、所有者個人により行われるものであるが、行政は被災者の生活再建を支援する立場から、各種支援制度の周知に努めるとともに、住宅の沈下や傾斜の復旧に係る代表的な工法について、その特徴や再液状化に対する効果の有無等を情報提供することが望ましい。

被災住宅の個別復旧は、個々の地権者の判断で実施する。

沈下や傾斜の修復を行う場合、修復後に再び液状化が起きた場合に備えて修復とあわせて個別に住宅の液状化対策を行うというケースも考えられる。そこで、住宅の液状化対策の有無も含めた修復工法選定の手順を図2-3のフローに示す。戸建住宅の液状化による沈下や傾斜の修復工法としては、アンダーピニング工法、耐圧版工法、ポイントジャッキ工法、注入工法などがある。工法の選定にあたっては、各工法の特徴や再液状化に対する効果の有無等をよく理解した上で選定しなければならず、工法の適用の可否は地盤調査の結果に依る場合もある。なお、注入工法に関しては、隣地への影響を十分に考慮する必要がある。修復工法の概要は資料編を参照されたい。

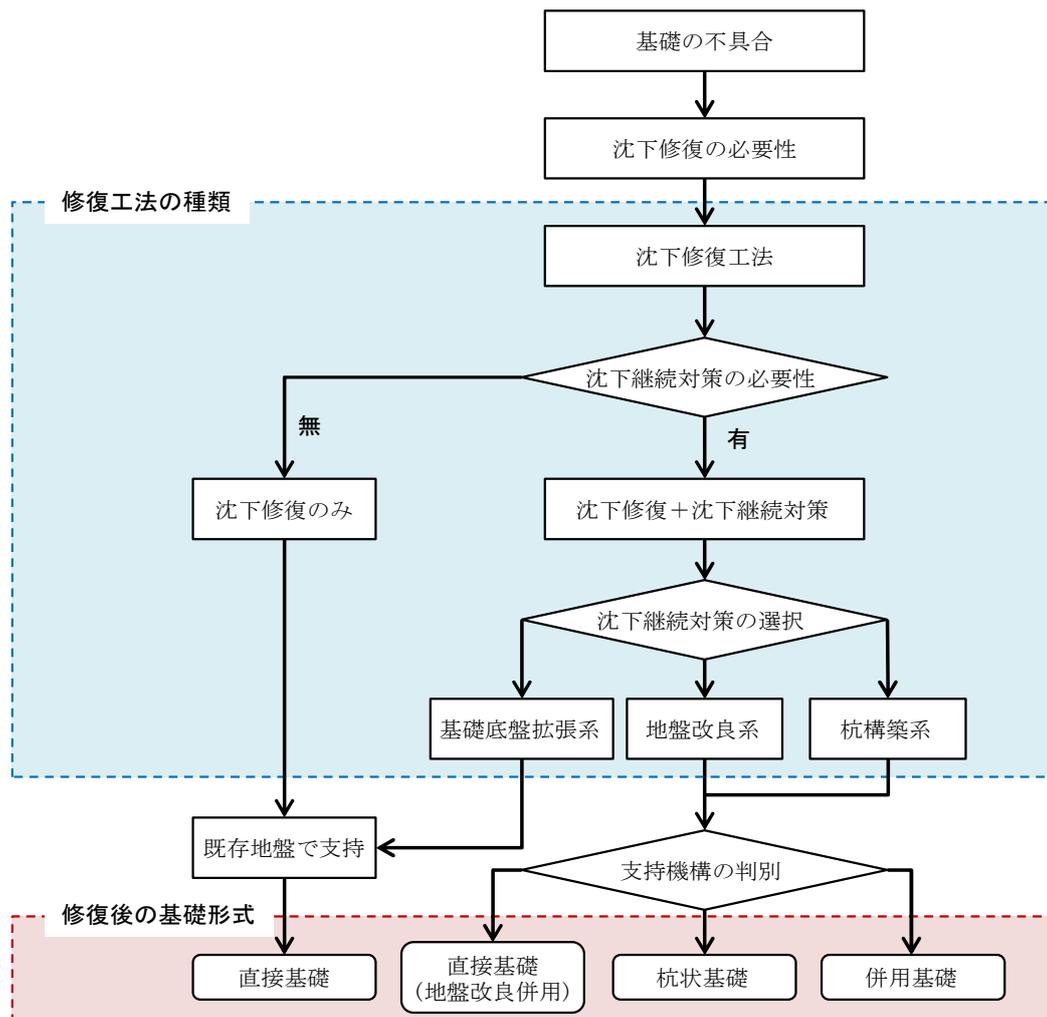


図 2-3 修復工法選定手順¹⁾

2) 個別の宅地の液状化対策

液状化により被災した住宅の修復に関しては、建物の沈下や傾斜の復旧のみが行われることが多い。

宅地の(再)液状化対策を行うかについては、所有者の判断に依るところであるが、公共施設・宅地一体型液状化対策の実施を想定している地区については、行政が所有者に対し液状化対策への理解を促し、個人による対策と齟齬が生じないように努めることが望ましい。

「2-1(1) 公共施設の復旧と一体的液状化対策」が適用できない場合は、個々の地権者の判断で「個別の宅地液状化対策」を実施する。

個人でできる液状化の被害を低減させる方法は、「建て替え・新築時」と「住宅が建ったままの状態」とでは異なる。このうち、住宅が建ったままの状態でも適用可能な工法は、住宅の建て替え・新築時に適用可能な対策に比べると施工時の制約条件が多いので、費用的に割高になることがある。

個別対策を検討する際のフローを図2-4に示す。まず、個別対策が必要かどうかは、公開されているハザードマップや地盤調査の結果を元に地盤の液状化危険度を判断し、危険度が高いと判断された場合は対策をするかしないかの判断を行う。代表的な個別の宅地液状化対策工法については資料編を参照されたい。施工法が改良されたり、新工法が開発されることがあるので、最新の技術動向を収集することも重要である。

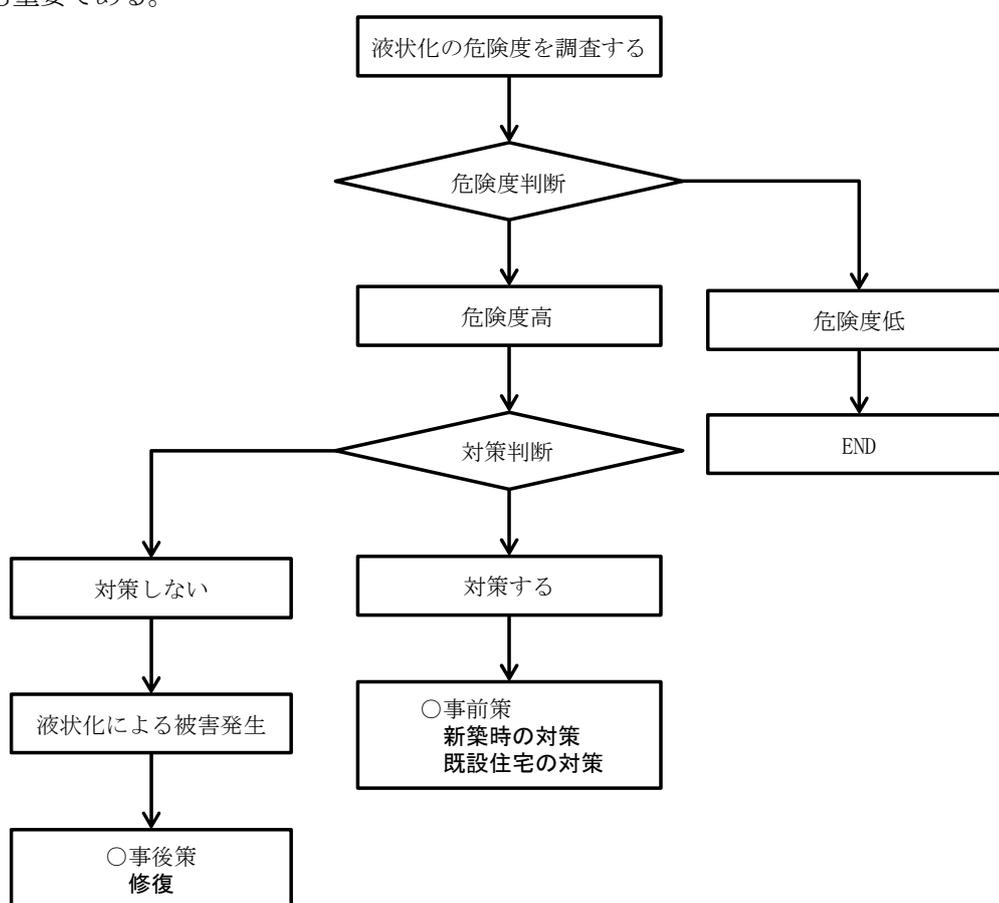


図 2-4 個別対策検討フロー

2-2 今後予想される地震の事前対策

今後予想される地震に対する事前対策は、各公共施設の管理者や住宅所有者等が適切に行うこととなるが、既成市街地において公共施設の液状化対策が急務であったり、住宅が建て替えまでに相当の時間がかかる等の理由により、住宅を存置したままの液状化対策が効率的かつ効果的である場合、公共施設・宅地一体型液状化対策を実施することができる。

液状化現象による被害は都市機能維持の足かせとなったり個人財産が毀損したりはするが、一方で液状化現象は直接的に人命被害につながらないのが実態であり、戸建て住宅を考えた場合、現在の建築基準法における「大地震時に人命を損なわない」といった耐震基準と比較すると、液状化被害を発生させないために規制を強化することは困難と考えられる。また、液状化被害はそれぞれの地盤の状況によって発生の有無や程度が左右され、現在の技術レベルからもあらゆる被害を予測することができないことや、その対策費用も相当程度高額となる場合があることから、一律に調査や対策を義務付けることも困難と考えられる。

このため、地震時の被害抑制には、主に戸建て住宅地における個人・民間等による対策を促進することが重要であり、そのためには、適切な判断のための様々な情報の提供を充実する必要があることから、国土交通省では次のような取り組みを進めている（図2-5）。

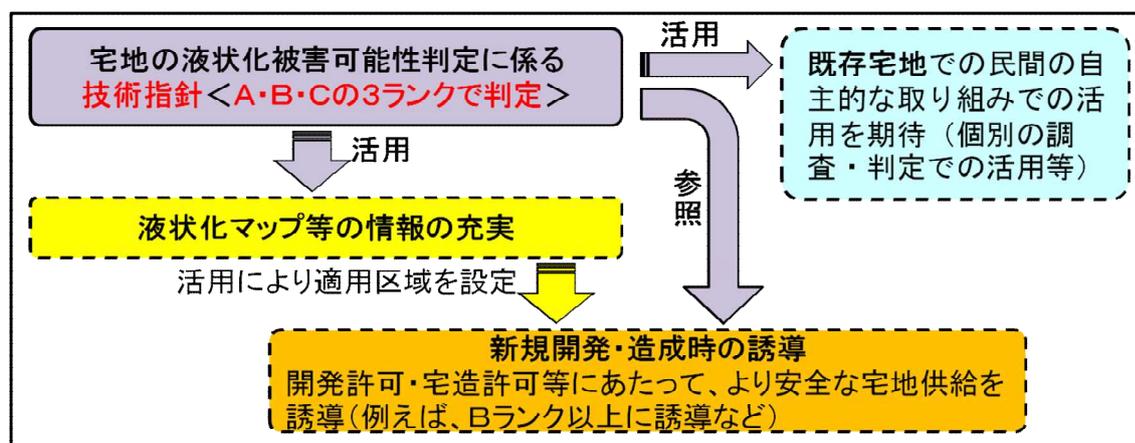


図 2-5 宅地の液状化に対する国土交通省の取り組み

1. 液状化被害判定指針

必ずしも明確でなかった戸建て住宅を対象とした判定手法に対し、学識経験者の検討結果から「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針」を取りまとめた。この指針は、宅地の液状化に関する調査や対策を義務付けるものではないが、少なくとも今後開発・造成される新たな宅地については、この基準を参考にして、より安全な宅地供給が行われることを期待するとともに、既存の宅地についても、民間の自主的な取り組みにおいて広く活用されることを期待している。

なお、液状化現象は、震度・継続時間等の地震特性、局所的地層変化、建物特性等が複雑に関連しており、被害可能性判定は、現実的なコストを前提にすると技術的に限界がある。このため、この指針は、宅地の液状化被害の可能性を判定する目安であり、個別の宅地毎に被害の有無等を保証するものではない。

2. 液状化関連情報の内容の充実

液状化の可能性を判断するために重要なボーリングデータについては、国土交通省の直轄工事に伴う約11万本について、国土交通省のウェブサイトで全て公表している。また、17の都道府県で公共事業に伴うデータを公表しているが、まだ全体の3分の1程度である。さらに、市町村工事のデータは、ほとんど公表されていないので、データの一層の整理・公表が必要である。

地域ごとの液状化の可能性の程度を示した液状化マップは、40の都道府県で公表されているが、地域ごとの傾向は読み取れるものの、個別の宅地や街区単位まで判別できるものは少ないのが現状である。また、より詳細なマップが2014年現在で282の市町村で公表されているが、全国的に見れば未作成団体が多数あるのが現状で、作成を進める必要がある。さらに、地方公共団体によって、液状化の可能性を高低4区分で示すものや、あり・なし2区分で示すものなど、マップの内容が様々であり、今回策定した技術指針を基に、戸建て住宅を想定した統一的な基準でのマップ作りも求められている。

このような公共団体におけるボーリングデータの収集・公表や宅地液状化マップの作成については、平成25年度から国庫助成を行うこととしており、公共団体による様々な調査を促進し、液状化関係の情報の充実を進めている。

また、過去の液状化の被害履歴を地図上に示した被災履歴図と、液状化の可能性の判断に有効な埋立地等を示す地形区分図を、国土交通省において順次作成している。首都圏・中部圏の一部で作成済みで、大阪周辺等で調査中であり、今後も大都市を中心に順次作成する。

3. 一元的な情報提供等

液状化に関連する様々な情報は、国土交通省の各部局、各公共団体などが個別に提供しており、消費者等の利便の観点から一元的な情報提供が望まれている（図2-6）。

このため、液状化マップについては、国土交通省のホームページにあるハザードマップポータルサイトにおいて、建物被害予測などとともに、全国的な作成状況の一覧を示すとともに、各公共団体のマップへのリンクを設定している。また、ボーリングデータについては、独立行政法人防災科学技術研究所のデータベースである「ジオ・ステーション（<http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/index.html>）」において、国土交通省の公表データを含め、全国の公表済みデータの相当部分が、ワンストップで、誰でも見ることができる。

さらに、これらの情報を一元的に紹介する液状化関係情報ポータルサイトを、平成25年3月下旬に開設した。このサイトでは、液状化に関する基礎知識や取り組み状況、技術指針などを紹介するとともに、国土交通省のハザードマップポータルサイト、防災科学技術研究所の「ジオ・ステーション」、各公共団体のボーリングデータベース、液状化被災履歴図や地形区分図を公開している国土交通省のページなどにリンクしている。

その他、（公社）地盤工学会でも地盤情報のデータベースや全国電子地盤図の作成を行っており、利用することができる。

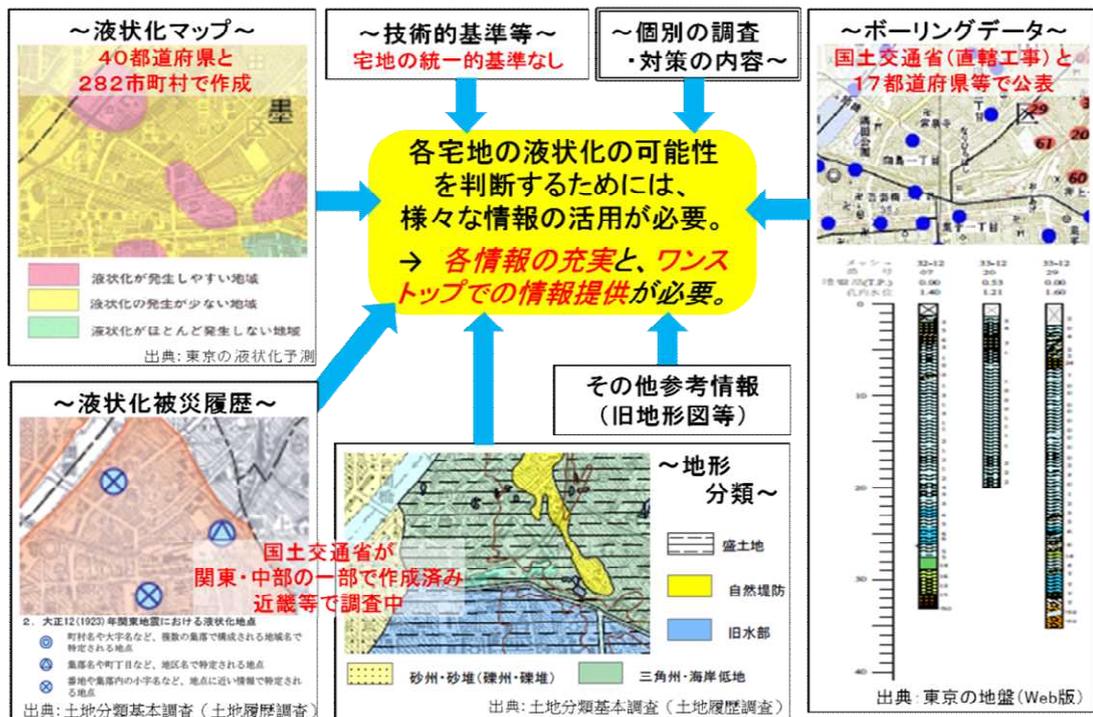


図2-6 ポータルサイトのイメージ

4. 住宅性能表示

液状化の可能性等の地盤情報の重要性を消費者等が十分に認識することは重要である。住宅性能表示制度における日本住宅性能表示基準・評価方法基準は、液状化に関し申請者が把握している情報を参考情報として評価書に記載するなど、液状化に関する情報提供を行う一定の仕組みの整備（評価や等級表示の対象ではない）の見直し等の改正が行われ（平成26年2月21日に改正告示公布）、平成27年4月1日より施行された。

住宅性能表示制度における「液状化に関する参考情報の提供」に関する手引き²⁾では、住宅の品質確保の促進等に関する法律(品確法)の住宅性能評価書に記載できる事項として追加された、「住宅性能評価を行った住宅の地盤の液状化に関し住宅性能評価の際に入手した事項のうち参考となるもの」について、住宅請負業者から建築主に対する液状化に関する参考情報の資料をまとめている。液状化に関する参考情報の種類は、(イ)液状化に関する広域的情報、(ロ)液状化に関する個別の住宅敷地の情報、(ハ)液状化に関する当該住宅基礎等における工事の情報に分類され・各種資料調査・現地での地盤調査結果および基礎等の設計内容に基づいてまとめられ、参考情報の説明がされることとなる。

<参考文献>

- 1) 日本建築学会：住まいづくり支援建築会議の復旧・復興支援 WG「液状化被害の基礎知識」
<http://news-sv.aij.or.jp/shien/s2/ekijouka/>
- 2) 一般社団法人 住宅生産団体連合会建築規制合理化委員会 基礎・地盤技術検討ワーキンググループ：住宅性能表示制度における「液状化に関する参考情報の提供」に関する手引き