

3.3.11 都市分野

3.3.11.1 市街地等の被災状況

(1) 津波被災市街地復興手法検討調査（都市局）¹⁾による被災状況等調査結果

平成23年度第1次補正予算により、都市局は津波被災市街地復興手法検討調査を実施したが、その中で、復旧対策に力を割かれる地方公共団体を支援するため、地域の復興に必要となる被災状況等の調査を実施した。

調査結果（速報）は平成23年8月以降順次公表されたが、その主な内容は以下のとおりである。

①「東日本大震災による被災現況調査結果について（第1次報告）」（平成23年8月4日公表）

- ・浸水区域面積は約535km²で、うち4割超が浸水深2m以上、被災建物棟数は約22万棟で、うち流失含む全壊が約12万棟
- ・浸水深と建物被災状況との関係を見ると、浸水深2m前後で被災状況に大きな差があり、浸水深2m以下の場合には建物が全壊となる割合は大幅に低下

②「同（第2次報告）」（平成23年10月4日公表）

- ・津波浸水深と建物被災状況との関係を建物の階数別に見ると、鉄筋コンクリート造等の3階建て以上の建物は、建物高さより相当程度低い浸水深では、浸水階より上の階に人が居た場合に危険な程の損壊が生じる割合は低い
- ・津波による浸水と人的被害の関係では、死亡者の年齢構成は、被災市町村全体の年齢構成に比べ65歳以上の高齢者の割合が高く、死亡者の過半数を占める。また、浸水深が高いほど死亡率が高くなる

③「同（第3次報告）～津波からの避難実態調査結果（速報）」（平成23年12月26日公表）

- ・地震が発生してから津波が来る前に避難行動を開始した人は全体の約63%
- ・地震発生直後から、避難の用意、津波からの避難を目的とした行動が多くみられるが、一方で、家族、親戚・知人の探索や被害状況の確認のための行動も多い
- ・徒歩による避難と車による避難はほぼ半々であるが、若い世代ほど車で避難した割合は高い

この津波被災状況把握調査の結果は地方公共団体に提供され、また主なものの集計データは国交省ホームページで公開されている。

(2) 市街地の被災状況等に関する分析

国総研は、（独）建築研究所と連携し、建築物等の

被害調査の結果や研究成果を「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震調査研究報告」²⁾として平成24年3月にとりまとめを行った。

同報告において国総研が担当した市街地等の被災状況に関する分析の概要は以下のとおりである。

1) 市街地の被害に関する過去の大震災等との比較

東日本大震災により津波浸水被害を受けた市街地の規模と今後見込まれる復興事業の規模について、20世紀以降の我が国の都市部における主要な災害との比較を行った。

表-3.3.11.1 主要な都市災害による市街地の被害及び復興事業の規模

災害名	対象とした災害の種類	被災都市	焼失・浸水面積	復興区画整理事業
関東大震災	市街地火災	1府6 東京市 横浜市	約3,470ha 約924ha	約3,600ha 約358ha
太平洋戦争震災	空襲火災	215都市	約64,500ha	102都市 約28,200ha
伊勢湾台風	高潮（湛水）	21都道府県 570市町村	約18,540ha	— （仮設住宅とインフラ復旧が中心）
阪神・淡路大震災	市街地火災	2県25市町	約63ha	20地区 約265ha
東日本大震災	津波浸水被害	7県190市町村 （内、津波被災は 6県62市町村）	約53,500ha	未定
	浸水被害（半壊以上）面積		約15,700ha	
	津波火災		約65ha	

2) 津波による建築物被害の地理的分布

前述の都市局「被災状況等調査」における「建物被災状況」と「浸水区域・津波規模」に関する調査結果のGISデータをもとに独自に建物単位でのデータベースを作成、これを県別や500mメッシュ単位に集計し分析を行った（平成23年11月末時点の調査データによる）。

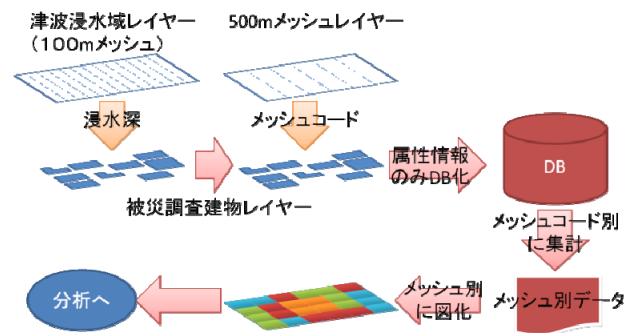


図-3.3.11.1 津波による建物被害の分析イメージ

分析結果の概要は以下のとおり。

① メッシュ内の最大被害区分の分布

メッシュ内で最大の値をとる被害区分を集計すると、3県合計では全壊の3区分で約半分を占める。一部損壊以上の被害区分が最大の値をとるメッシュの割合は県別に異なっている。

表-3.3.11.2 メッシュ内で最大の値をとる被害区分

	3県		岩手県		宮城県		福島県	
	メッシュ数	割合	メッシュ数	割合	メッシュ数	割合	メッシュ数	割合
全壊(流失)	1,532	39.7%	500	13.0%	789	20.5%	243	6.3%
全壊	282	7.3%	37	1.0%	218	5.7%	27	0.7%
全壊(1階天井以上浸水)	112	2.9%	45	1.2%	41	1.1%	26	0.7%
大規模半壊	301	7.8%	53	1.4%	221	5.7%	27	0.7%
半壊(床上浸水)	363	9.4%	56	1.5%	215	5.6%	92	2.4%
一部損壊(床下浸水)	304	7.9%	27	0.7%	208	5.4%	69	1.8%
無被害	927	24.0%	0	0.0%	89	2.3%	838	21.7%
不明・未調査	35	0.9%	9	0.2%	0	0.0%	26	0.7%
合計	3,856	100.0%	727	18.9%	1,781	46.2%	1,348	35.0%

②メッシュごとの全壊率の分布

3県合計では全壊率が80%超のメッシュが全体の4割を超えている。総じて海岸線近くに全壊率が高いメッシュが多く見られるが、津波が河川を遡上した影響も見られる。

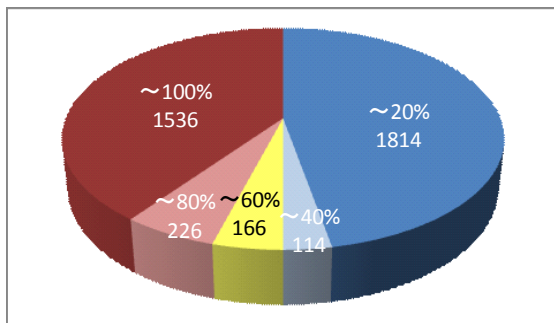


図-3.3.11.2 メッシュごとの全壊率

③津波浸水深と被害との関係

浸水深と全壊率との関係を見ると、浸水深3m以下と3m超で被害区分の構成比に大きな違いがある。地形等の影響についてはより詳細な分析が必要である。

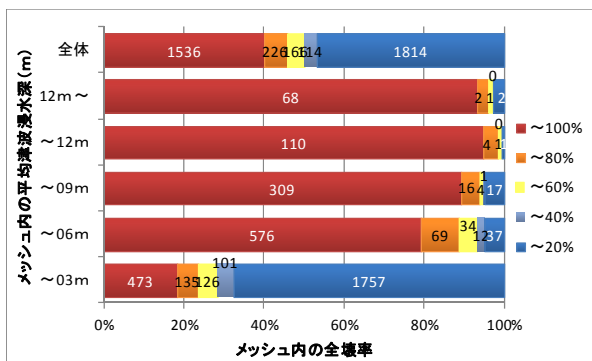


図-3.3.11.3 津波浸水深と全壊率の関係

3) 避難者数とライフラインの復旧状況

平成16年(2004年)の新潟県中越地震においては、全体としてライフラインの復旧と並行して避難者数が減少していく傾向が見られた。

しかし、今回の地震の場合、岩手県及び福島県においてはライフラインの復旧と避難生活の解消との間に明確な関係は読みとれず、宮城県においても、3月中下旬には停電の解消と並行して避難世帯数が減少しているものの、3月下旬以降、上水道及び都市ガスが順次復旧しても避難世帯数はほとんど減少していない。

この要因として、今回の地震では多数の住宅が被害を受け、ライフラインが復旧しても自宅に戻れない状況に合ったこと等が考えられる。

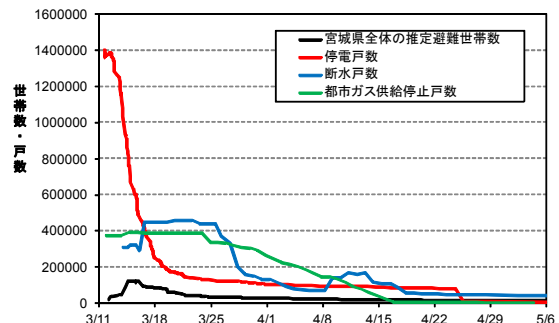


図-3.3.11.4 推定避難世帯数とライフライン復旧状況の関係(宮城県)

3.3.11.2 被災市街地の復旧・復興への対応

(1) 津波被災市街地復興手法検討調査(都市局)¹⁾

都市局は、前述の被災状況の調査に引き続き、地方公共団体における市街地の復興方針、復興計画の検討や策定の推進、市街地復興計画に基づく復興事業の早期実現に資するため、①被災状況、都市特性等に応じた市街地復興パターンの検討と類型化、②市街地復興パターンに対応した復興手法等の検討、を実施した。

調査のとりまとめは以下のとおり行われた。

1) 市街地復興パターンの検討・調査

津波被災状況等の調査結果を踏まえ、被災状況や都市特性、地元の意向等に応じた市街地復興パターンを検討、復興手法等の検討のための基礎資料を作成し、被災自治体の復興計画の作成を支援した。

市町村ごとの調査概要資料は、国交省ホームページからアクセス可能となっている。

2) 津波被災地に共通の政策課題への対応方策

被災地における共通の政策課題に対する方策等について下記の検討・調査等が実施され、平成24年4月24日に「津波被災市街地復興手法検討調査(とりまと

め)が公表された。また、①から⑤の個別の調査結果及び⑥の詳細データも公表されている。

- ①東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備に関する調査「東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備に関する技術的指針」(平成24年3月27日公表)
- ②迅速な復旧・復興に向けたがれきの活用方策等に関する検討業務「迅速な復旧・復興に資する再生資材の宅地造成盛土への活用に向けた基本的考え方」(平成24年3月27日公表)
- ③市街地復興に向けた都市の空間計画・デザインのあり方に関する検討調査「復興まちづくりにおける景観・都市空間形成の基本的な考え方」(平成24年4月19日公表)
- ④復興における歴史・文化遺産の継承検討調査「歴史・文化遺産を活かした復興まちづくりに関する基本的考え方」(平成24年4月24日公表)
- ⑤復興における地域コミュニティの維持・活用等検討調査「東日本大震災の復興における都市政策と健康・医療・福祉政策の連携及びコミュニティ形成に関するガイドライン」(平成24年4月24日公表)
- ⑥対話型復興まちづくりに向けた合意形成支援ツールの構築に関する業務
- ⑦避難路や避難施設の配置及び避難誘導について
- ⑧被災地における地域産業、広域的な生産・物流機能等の再構築のあり方検討業務

(2) 被災地における公共施設と宅地との一体的な液状化対策(都市局)

平成23年度第3次補正予算により、都市局においては、東日本大震災による地盤の液状化により著しい被害を被った既成市街地について、①液状化対策に必要な調査・事業計画作成、②一定の規模要件等を満たす公共施設と宅地との一体的な液状化対策事業等に対する支援を行う市街地液状化対策事業を創設するとともに、既成市街地における公共施設と宅地との一体的な液状化対策事業の推進を図るため、より安全かつ低コストで行える液状化対策工法等について調査を行った。

調査は国総研も参加して行われ、その成果として平成24年4月に「東日本大震災による液状化被災市街地の復興に向けた検討・調査について(ガイダンス(案))」が国総研と連名で公表³⁾されたが、これは、第1編として液状化被災市街地の再建の流れと支援制度等について、第2編として液状化対策等の実施に向けた被災状況の把握や地質調査の進め方等についてと

りまとめられたものである。

平成24年度においても継続して調査が行われており、8月には「地域で取り組む地盤の液状化のための『地下水水位低下の効果・影響簡易計算シート』(試行版)」が同様に国総研と連名で公表⁴⁾され、被災市街地における液状化対策の具体的な検討に活用されている。

(3) 建設技術研究開発助成制度を活用した宅地液状化対策(大臣官房)

大臣官房においては、建設技術研究開発助成制度を活用し、平成23年度補正予算において「既設の公共インフラ及び宅地における経済的・効果的な液状化対策に関する技術研究開発」、平成24年度予算においては「宅地・公共インフラにおけるより経済的で高精度な液状化被害予測に関する技術研究開発」を課題テーマの一つとして技術開発提案の公募を行った。その結果、それぞれ7課題、3課題が採択され、技術開発への助成が行われている⁵⁾⁶⁾。

採択にあたっては国総研も審査に加わった。

(4) 被災宅地危険度判定、建築制限等の対応の整理(国総研)

被災宅地危険度判定、建築制限等について、国総研が「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震調査研究報告」²⁾において整理した本省等の対応の概要は以下のとおりである。

1) 被災宅地危険度判定

平成24年1月10日付け国交省公表資料によると、被災宅地危険度判定については9県56市町村で調査が行われ、6,456箇所(調査箇所中、1,450件が「危険」、2,142件が「要注意」とされた。

表-3.3.11.3 被災宅地危険度判定の実施状況及び判定結果(県別)

	危険 (赤)	要注意 (黄)	調査済 (緑)	計
岩手県	114件	103件	162件	379件
宮城県	886件	1,470件	1,843件	4,199件
福島県	277件	266件	494件	1,037件
茨城県	30件	64件	41件	135件
栃木県	94件	173件	125件	392件
群馬県	24件	9件	7件	40件
埼玉県	0件	27件	104件	131件
千葉県	10件	18件	9件	37件
新潟県	15件	12件	79件	106件
合計	1,450件	2,142件	2,864件	6,456件

2) 建築制限、都市計画制限の実施経過（平成24年1月末時点）

①岩手県

強制力を伴う建築制限は実施しておらず、一部浸水区域（宮古市、釜石市）で、地方公共団体が建築行為の自粛を要請

②宮城県

- ・震災から2ヶ月：4市2町で建築基準法84条に基づく建築制限区域の指定
- ・震災から6ヶ月：4市3町で建築制限特例法に基づく建築制限区域の指定
- ・震災から8ヶ月：4市3町で同法に基づく指定の延長
- ・8ヶ月以降：4市2町で被災市街地復興推進地域の指定、1市1町で災害危険区域条例制定及び区域指定

③福島県

相馬市、南相馬市及び新地町において災害危険区域条例制定、うち相馬市及び新地町において区域指定

3.3.11.3 被災市街地における宅地液状化対策の取り組み

(1) 3次元FEMによる被災街区の液状化解析

国総研は、平成23年度補正予算により、東日本大震災の液状化被災地をモデルケースとして、異なる複数の対策工法の組み合わせによる道路・宅地の一体的な液状化対策の効果について電算解析による検討を行った。

その成果は、本省が行う被災市街地における再液状化を抑制する効果的な工法に関する検討の材料とした。

検討の手順は以下のとおりである。

①地盤モデル（対策前）の作成及び調整

現状の地盤をコンピュータ上に構築し、東日本大震災の地震波に対する液状化の挙動を再現する。

②地盤モデル（対策後）の作成及び地震応答解析

現状の地盤モデルに対策を行った状態を設定し、地震波に対する液状化抑制の効果を分析する。

③解析結果の表示

液状化対策の有無及び対策工法の組み合わせによる相互比較から、液状化対策の効果を分析する。

例えば、隣接宅地での対策効果の検討では、液状化被災地において数多く見られた、隣接する建物同士がお辞儀するような地盤の変形を再現できることを確認し、道路部分と宅地部分の対策の相乗効果や多様な対策工の効果の組み合わせを計算することにより、地

下水位低下工法による単独の対策工と、地下水位低下工法とドレーンパイプによる過剰間隙水圧消散の組み合わせ工法による効果の違いを定量的に分析した。

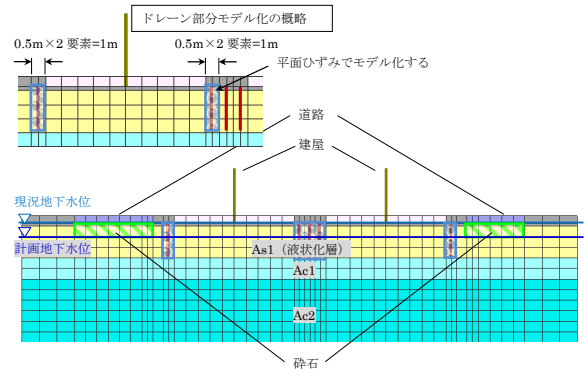


図-3.3.11.5 計算メッシュと対策工の配置

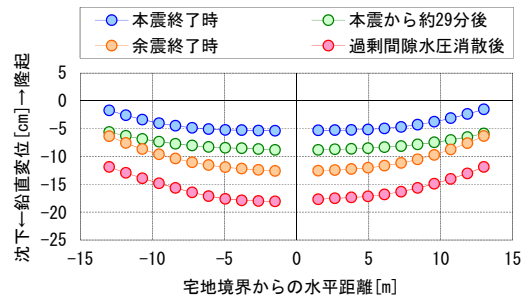


図-3.3.11.6 現況の再現

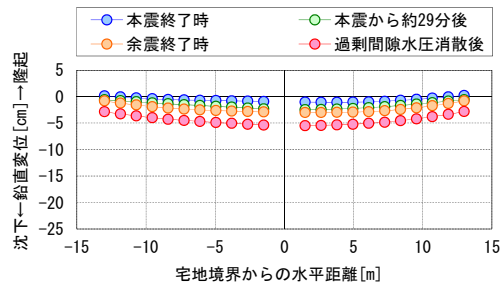


図-3.3.11.7 対策工（地下水低下）の単独効果

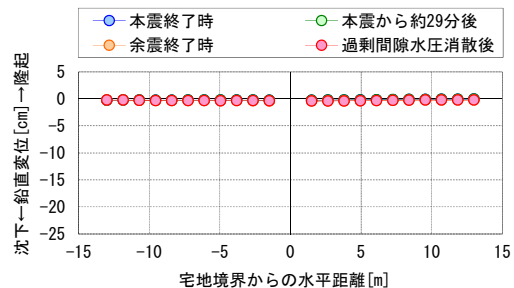


図-3.3.11.8 対策工（地下水低下+ドレーンパイプ）の複合効果

(2) 宅地液状化対策のための実大振動実験（ドレーンパイプによる水抜き工法の効果範囲の計測）

国総研は、同じく平成23年度補正予算により、道路と宅地の一体的な液状化対策の設計方法の電算解析に用いる係数等の決定のため、ドレーンパイプを用いた水圧消散工法について、液状化抑制効果が及び範囲（ドレーンパイプの径中心からの水平距離）の計測を行った。



写真-3.3.11.1 試験体地盤の外観

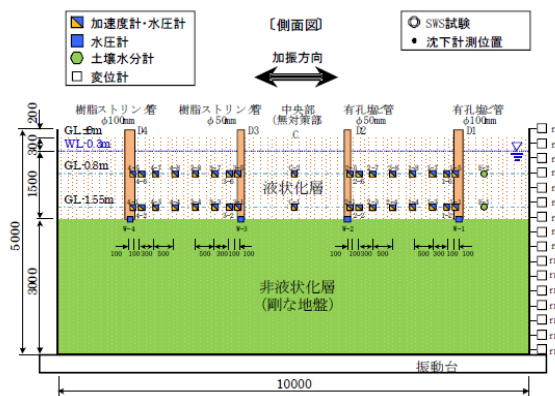


図-3.3.11.9 試験体地盤とドレーンパイプ・センサー類の配置

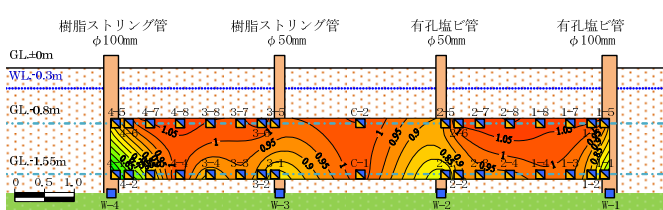


図-3.3.11.10 過剰間隙水圧比の分布

ドレーンパイプの液状化抑制効果は、緩い砂地盤において、東北地方太平洋沖地震時に東京湾岸で観測された地震波に概ね等価な繰返しせん断波の入力に対して、ドレーンの中心から水平距離50cm 程度の範囲

で効果を及ぼし、1m には達しないことが確認された。このことから、ドレーンパイプを液状化対策工として使用する場合には、概ね1m の水平間隔で配置する必要があると考えられる⁷⁾。

(3) 地下水位低下工法の効果・影響簡易計算シート

都市局及び国総研は、平成24年8月に「地下水位低下工法の効果・影響簡易計算シート（試行版）」を公開した。

街路と宅地を一体的に行う液状化対策工法を検討する中で、住宅地全体の地下水位を低下させる工法は、地下水が抜けた浅い部分の液状化しない層の厚さが増大するなどにより地盤条件によっては効果の高い対策となること、街路と宅地の区別無く効果が及ぶこと、などから有力な選択肢の一つである。しかしながらこの工法には副作用として、地盤の下部に粘性土の層がある場合、圧密による地盤沈下を招くおそれもあり、そうした効果と影響を簡単には計算できないことが、被災地自治体における検討上のひとつの障害となっていると考えられる。

このため、各地区の地盤調査データと想定する地震規模を入力することにより、地下水位の現状からの低下量に対応した液状化対策の効果と、この工法の副作用である下部粘土層の圧密沈下の量を簡単に把握するための技術支援ツールを作成・公開し、被災地の自治体をはじめ誰もがダウンロードして利用できるものにしたものである。

この計算シートの公開については国総研技術速報 No.2として国総研ホームページで紹介している⁴⁾。

(4) 格子状地中壁による宅地地盤の液状化抑制効果に関するFEM解析

国総研は、平成24年度において、整形な街区の一戸建て住宅地における道路・宅地一体型の液状化対策の有力な選択肢の一つと考えられる「格子状地中壁」による工法について、現実には多様な敷地面積や土質状態にある個々の被災地域が、地盤調査を行った結果を用いてこの工法を選択肢とすることの適・不適を簡易に判定することができるチェックシートを作成するため、多数のモデルパターンの電算解析により、その根拠となる解析結果を得ることとしている。

(5) 戸建て住宅地の液状化対策における格子状地中壁工法の適用に関する遠心力載荷振動実験

国総研は、また並行して平成24年度において、

「格子状地中壁」工法を戸建て住宅地に適用した場合に発生することが予測される、格子の間隔距離による効果・影響など液状化抑制上の問題について、遠心力載荷試験装置を用いた実験により、住宅が建っている格子内の地盤において発生する現象を実測し、所用のデータを取得するとともに、付加的に講じる対策の効果を確認することとしている。

(6) 液状化による地盤沈下量算出のための航空レーザ計測及びデータ整理

国総研は、液状化対策工法の効果・影響の分析に必要な液状化被災住宅地の被災状況データの整備を進めているが、平成24年度においては、地盤及び建物の高さ方向の変動についてのデータを取得するため、近年計測精度の向上が著しい航空レーザ計測による液状化被災住宅地のデータ取得、被災前の航空レーザ計測データとの比較整理・分析により宅地地盤及び建物の液状化による沈下量データを整備することとしている。

参考文献

- 1) 国土交通省HP: 東日本大震災からの津波被災市街地復興手法検討調査のとりまとめについて
<http://www.mlit.go.jp/toshi/toshi-hukkou-arkaibu.html>
- 2) 国土技術政策総合研究所、独法建築研究所: 平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震調査研究報告, 2012
- 3) 国土交通省HP: 東日本大震災による液状化被災市街地の復興に向けた検討・調査について
http://www.mlit.go.jp/toshi/city/sigaiti/toshi_urbanmainte_tk_000004.html
- 4) 国総研HP: 地域で取り組む地盤の液状化対策のための「地下水位低下の効果・影響簡易計算シート」（試行版）公開
<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/sokuhou/file/120801.pdf>
- 5) 国土交通省HP: 平成23年度補正予算建設技術研究開発助成制度「震災対応型技術開発公募」採択課題決定について
http://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000169.html
- 6) 国土交通省HP: 平成24年度建設技術研究開発助成制度の採択課題決定について
http://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000189.html
- 7) 国総研HP: 柱状ドレーンによる液状化対策効果の計測（実験結果概要）
<http://www.nilim.go.jp/lab/jbg/takuti/20120509gaiyo.pdf>