

付録 過去の地震における液状化被害

過去の地震における建物の液状化被害については、研究機関、学会等による調査報告がまとめられている場合が多い。1964 年新潟地震以降の液状化被害が発生した主な地震は下表のとおりである。そのうちゴシック体で表記した 9 地震について、調査報告による液状化被害の特徴および要因等の概要を示す。

表 地盤の液状化が確認された主な地震

地震名 (括弧内は地震発生日)	マグニチュード ^{※1)}	液状化被害地域	地形的特徴等
新潟地震 (1964. 6. 16)	7. 5	新潟市	埋立地、平地の側方流動
根室半島沖地震 (1973. 6. 17)	7. 4	根室市、釧路市	埋立地盤
宮城県沖地震 (1978. 6. 12)	7. 4	仙台市七郷、六郷	平地（沖積砂層）
日本海中部地震 (1983. 5. 26)	7. 7	秋田市、八郎潟付近 ほか	河川・水田の埋立地、砂丘と沖積低地境界付近の造成地
千葉県東方沖地震 (1987. 12. 17)	6. 7	千葉市、浦安市 ほか	海岸・水田の埋立地
釧路沖地震 (1993. 1. 15)	7. 8	釧路市、標茶町 ほか	沖積低地上の盛土
北海道南西沖地震 (1993. 7. 12)	7. 8	利別川流域、函館港	旧河道・海岸の埋立地（再液状化）、砂鉄採取後の埋め戻し土
北海道東方沖地震 (1994. 10. 4)	8. 1	釧路市、根室市 ほか	
三陸はるか沖地震 (1994. 12. 28)	7. 5	八戸市	
兵庫県南部地震 (1995. 1. 17)	7. 3	神戸市 ほか	まさ土による埋立地・盛土
鳥取県西部地震 (2000. 10. 6)	7. 3	米子市 ほか	干拓地、埋立地
芸予地震 (2001. 3. 24)	6. 7	大野町、廿日市市	埋立地、河川・港湾の護岸
十勝沖地震 (2003. 9. 26)	7. 1	札幌市	火山灰による造成宅地
新潟県中越地震 (2004. 10. 23)	6. 8	柏崎市、刈羽村、見附市	斜面地における地すべり、旧河道の液状化

地震名 (括弧内は地震発生日)	マグニチュード ^{※1)}	液状化被害地域	地形的特徴等
福岡県西方沖地震 (2005. 3. 20)	7	福岡県、佐賀県 ほか	埋立地（港湾構造物が軽微な被害を受けたのみとの記録有り）
新潟県中越沖地震 (2007. 7. 16)	6.8	長岡市、柏崎市 ほか	旧河道の埋立地、砂丘斜面の崩壊
東北地方太平洋沖地震 (2011. 3. 11)	9	千葉県、茨城県、福島県 ほか	埋立地
熊本地震 (2016. 4. 14～16)	6.5（14日） 7.3（16日）	熊本市	平地（緑川と白川に挟まれた地域）

被害概要

(1) 新潟地震（1964年）参2) 参3)

新潟市内におけるRC造建物の22%にあたる340棟が傾斜や沈下等の被害を受け、それらの多くは、信濃川沿岸に位置していた。被害を受けた建物のなかには、杭基礎を有するものも少なくなかったが、N値（地盤の相対的な硬さを示す指標）15以下の砂地盤に杭先端を設置した建物75棟のうち3分の2については、上部構造に被害が無い状態で50cmを超える沈下または1°を超える傾斜が生じており、地盤の液状化の影響によるものと推察されている。

一方、新潟駅の北西部に建つSRC造で地上9階建てのビルにおいては、その南側に隣接するRC造で地上3階建ての建物を含む多くの建物が傾斜・沈下したにも関わらず、傾斜や変位が確認されなかった。これについては、長さ12m程度のRC杭をN値30以上の砂地盤まで打ち込んでいたことが影響したものと推察されている。

(2) 宮城県沖地震（1978年）参4) ~参6)

仙台市内の沖積平野に位置している六郷地区および七郷地区は地下水位が高い砂地盤であったことから液状化が発生しており、建物被害として報告されている1,119棟の中には液状化による被害も含まれているものと考えられる。

なお、既製コンクリート杭の被害調査報告によると当該地震により被害を受けた杭基礎建物のうち調査対象とされた9例において、そのうち8例は振動による杭体の破壊であり、残りの1例は斜面地上の異種基礎であったことに起因する杭体被害であり、いずれも地盤の液状化による建物被害でないこと、あるいは地盤の液状化が発生していないこととされている。

(3) 千葉県東方沖地震（1987年）参7) 参8)

地盤の液状化による噴砂現象については、千葉県、茨城県、神奈川県、東京都の1都3県で確認されており、液状化被害を受けた建物は30棟以上と報告されている。市原市や袖ヶ浦町、東京湾沿岸の埋立地では、木造住宅が被害を受けており、外観はほぼ無被害の状態で著しく傾斜した。九十九里平野に位置する一宮町でも地盤の液状化に伴う建物被害が確認された。これらの地域では、液状化の発生場所は、堤間低地・砂州縁辺部における旧砂鉄採掘場、一宮川の旧河道および水田上等の盛土（人工造成地）であった。

なお、東京湾沿岸地域におけるプラント施設については、タンク等の施設において締固めによる地盤改良が施されており、液状化による被害はほぼ無かったことも報告されている。

(4) 兵庫県南部地震（1995年）参9) ~参15)

本地震による地盤の液状化は、兵庫県や大阪府における臨海部の埋立地や沖積平野の地

下水位が高かった地域、また内陸部においても地下水位が高い古池の埋立地や旧河道等で発生した。また、埋立地では側方流動（地震で地盤が液状化した際に、地盤が水平方向に移動する現象）が発生した。

杭基礎を有する建物において地盤の液状化による被害を受けた事例として 10 例の記録がある。これらの多くは、液状化層下端付近で杭破断が確認されており、その結果、建物に大きな傾斜や不同沈下等の被害が生じた。

また、液状化発生に対して有効であった設計事例として、節付き PHC 杭を用いた摩擦杭で設計した S 造で平屋建ての建物、振動締固め工法で改良した地盤上に直接基礎で支持させた低層建物が挙げられていた。

さらに、神戸市や西宮市等の造成宅地においては、盛土層もしくはその下位に分布する緩い砂地盤が液状化し、盛土下部の地山が傾斜していたため盛土が斜面下方に流動した事例が 41 箇所確認された。特に旧地形が谷地形のところを盛土した地域における被害が大きく、この被害形態は、谷埋め型盛土の滑動崩落と呼ばれるようになった。

(5) 鳥取県西部地震（2000 年）参 16) 参 17)

本地震による地盤の液状化は、鳥取県米子市、日吉津村、境港市、八束町、松江市、案来市の中海臨海地に集中して確認されており、その多くは、干拓地や埋立地であった。

浚渫土砂により埋め立てられた米子市内の団地では、地盤の液状化により約 170 戸の住宅に不同沈下等の被害が生じ、その周辺のアスファルト路面やライフライン施設でも浮き上がり等の被害が確認された。

また、当該団地内において地下水の排水や盛土による地盤改良が行われた一部の箇所においては、被害が確認されなかったことも報告されている。

(6) 十勝沖地震（2003 年）参 18) ~参 20)

北見市や札幌市等、火山灰で造成された宅地や農地において地盤の液状化が確認された。

住宅の被害については、十勝川流域の低地で泥炭や軟弱なシルト層等による軟弱地盤地域である豊頃町大津にて、約 1° の傾斜が生じた住宅が確認された。この住宅は、軟弱地盤上に 1m 程度の盛土が施されており、敷地内に噴砂や地割れが発生していた。なお、地下水位が GL-0.7m であり、盛土内における地下水位以深の層で液状化し、建物傾斜に影響した可能性が指摘されている。また、札幌市清田区における谷を火山灰質土で埋め立てられた地盤上に立つ住宅 3 棟については、建物の傾斜・沈下および火山灰質土の噴出が確認された。

(7) 新潟県中越地震（2004 年）参 21)

本地震による地盤の液状化は、柏崎市・刈羽村周辺のほか、見附市南本町付近、長岡市（長岡ニュータウン）等で確認されている。

住宅の被害が多かった見附市南本町は、刈谷田川の旧河道に位置しており、住宅の傾斜や噴砂痕が確認されている。

(8) 東北地方太平洋沖地震 (2011 年) 参 22) ~参 25)

地盤の液状化による住家被害は、9 都県 80 市区町村にて確認されており、その件数は、26,914 件であった。

千葉県および茨城県の臨海区域における圧密沈下防止等を主目的として柱状地盤改良や杭工法が採用されていた住宅において、改良体もしくは杭の先端が液状化層を貫いて非液状化層に打設されている場合、住宅の不同沈下量および傾斜角が抑制されたことが報告されている。

(9) 熊本地震 (2016 年) 参 26) ~参 28)

熊本市南区において地盤液状化の影響により倒壊・崩壊に至った事例は確認されていないが、傾斜・沈下が生じた建物が確認されている。この文献では、9 棟の建物に関する被害が報告されている。これらの被害状況としては、上部構造部に目立った損傷がない状態で傾斜・沈下を生じている建物と、周辺地盤が大きく沈下して建物基礎が露出している建物があり、前者が直接基礎、後者が杭基礎である可能性が高いことが指摘されている。

参考文献

1. 1) 東京都 建物における液状化対策ポータルサイト
<http://tokyo-toshiseibi-ekijoka.jp/> (2017年10月26日閲覧)
1. 2) 国土交通省 「宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針」について
http://www.mlit.go.jp/report/press/toshi06_hh_000009.html (2017年12月4日閲覧)
1. 3) 国土交通省 宅地の液状化被害可能性判定に係る技術指針・同解説
www.mlit.go.jp/common/000993757.pdf (2017年12月4日閲覧)
1. 4) 国土交通省北陸地方整備局 北陸の液状化しやすさマップ
<http://www.hrr.mlit.go.jp/ekijoka/index.html> (2017年12月4日閲覧)
1. 5) 浦安市ホームページ
<http://www.city.urayasu.lg.jp/todokede/anken/shinsai/koufukin/index.html>
(2017年12月19日閲覧)
1. 6) 葛飾区ホームページ
<http://www.city.katsushika.lg.jp/kurashi/1000059/1003399/1003416.html>
(2017年12月19日閲覧)
2. 1) 公益社団法人地盤工学会：地盤工学・実務シリーズ 18 液状化対策工法, 2004. 9
2. 2) 吉見吉昭、福武毅芳：地盤液状化の物理と評価・対策技術, 2005. 1
2. 3) 一般財団法人ベターリビング：平成 24 年度市街地液状化対策実現可能性検討調査報告書（浦安市）, 2012. 11
2. 4) 株式会社東京ソイルリサーチ：平成 24 年度建築基準整備促進事業 小規模建築物に適用する簡易な液状化判定手法の検討報告書, 2013. 3
2. 5) 一般財団法人ベターリビング、一般財団法人日本建築センター、一般財団法人国土技術研究センター：建設技術審査証明報告書, 2002. 1～2016. 12
2. 6) 株式会社総合土木研究所：基礎工, 2011～2015
2. 7) 東京都都市整備局：液状化による建物被害に備えるための手引, 2015. 2
2. 8) 葛飾区都市整備部：液状化による建物被害に備えましょう, 2014. 4
2. 9) 公益社団法人 土木学会 建設技術研究委員会 建設技術体系化小委員会：液状化対策工法の分類と工法概要（原理別分類表と地盤改良工法の選定表）, 2012. 4
2. 10) NPO 住宅地盤品質協会：住宅地盤の調査・施工に関わる技術基準書, 2016. 1
2. 11) NPO 住宅地盤品質協会：強い住宅地盤－住宅基礎地盤の失敗例に学ぶ－, 2011. 1
2. 12) NPO 住宅地盤品質協会：住宅地盤の補強工法設計例, 2010. 6
2. 13) (監修) 国土庁防災局震災対策課、建設省建設経済局宅地開発課民間宅地指導室、建設省住宅局建築指導課：小規模建築等のための液状化マップと対策工法, 1994. 6

- 参 1) 気象庁 震度情報データベース
<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.php> (2016年10月31日閲覧)
- 参 2) 1964年新潟地震オープンデータ特設サイト
<http://ecom-plat.jp/19640616-niigata-eq/> (2016年10月31日閲覧)
- 参 3) 吉見吉昭, 福武毅芳: 地盤液状化の物理と評価・対策技術, 技報堂出版株式会社, 2005. 10
- 参 4) 国立防災科学技術センター: 1978年宮城県沖地震による災害 現地調査報告, 主要災害調査 第15号, 1978. 10
- 参 5) '78宮城県沖地震 I 災害の記録: 仙台市, 1979. 6
- 参 6) 建設省建築研究所: 1978年宮城県沖地震による既製コンクリート杭の被害調査報告, 建築研究資料 No. 31, 1981. 7
- 参 7) 望月利男, 谷内幸久, 塩野計司, 江原信之: 1987年12月17日千葉県東方沖地震調査震度分布と被害の概要, 総合都市研究第35号, 1988
- 参 8) 古藤田喜久雄, 若松加寿江: 千葉県東方沖地震による液状化現象とその被害, 土と基礎, 36-12, pp19-24, 1988. 12
- 参 9) 兵庫県 被害状況・復興の歩み
https://web.pref.hyogo.lg.jp/safe/cate3_808.html (2016年11月30日閲覧)
- 参 10) 建設省建築研究所: 平成7年兵庫県南部地震被害調査最終報告書, 1996. 3
- 参 11) 社団法人地盤工学会 阪神大震災調査委員会: 阪神・淡路大震災調査報告書(解説編), 1996, 3
- 参 12) 建設省建築研究所: 兵庫県南部地震における液状化・側方流動に関する研究, 建築研究報告 No. 138, 2000. 11
- 参 13) 建設省建築研究所: 平成7年兵庫県南部地震被害調査最終報告書, 1996. 3
- 参 14) 沖村孝, 二木幹夫, 岡本敦, 南部光広: 兵庫県南部地震による宅地地盤被害と各種要因との関係分布, 土木学会論文集, No. 623/IV-43, pp. 259-270, 1999. 6
- 参 15) 久世直哉: 盛土の滑動崩落, 建築技術, 2009. 9
- 参 16) 消防庁: 平成12年(2000年)鳥取県西部地震(確定報), 2002. 10. 10
- 参 17) 藤村尚, 坂口雅範: 鳥取県西部地震における液状化被害, 地震工学研究発表会講演論文集, pp65-68, 2001. 8
- 参 18) 平成15年(2003年)十勝沖地震(確定報): 消防庁, 2004. 3. 31
- 参 19) 内閣府 防災情報のページ
<http://www.bousai.go.jp/index.html> (2016年11月30日閲覧)
- 参 20) 土木学会 2003年十勝沖地震被害調査報告会, 三浦清一, 安田進, 山下聡, 規矩大議: 2003年十勝沖地震による地盤災害について
<https://www.jsce.or.jp/report/25/> (2016年11月30日閲覧)
- 参 21) 国土交通省国土技術政策総合研究所 独立行政法人建築研究所: 平成16年新潟県中

- 越地震建築物被害調査報告書（速報）, 2004. 12
- 参 22) 国土交通省国土技術政策総合研究所 独立行政法人建築研究所 : 平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震被害調査報告, 2012. 3
- 参 23) 消防庁災害対策本部 : 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 154 報) , 2016. 10. 20
- 参 24) 国土交通省都市局市街地整備課 : 液状化対策推進事業について, 2011. 11
- 参 25) 株式会社東京ソイルリサーチ : 平成 24 年度建築基準整備促進事業 調査番号 47 小規模建築物に適用する簡易な液状化判定手法の検討 検討結果報告, 2013. 4
- 参 26) 「平成 28 年 (2016 年) 熊本地震」について (第 41 報) , 平成 28 年 11 月, <http://www.jma.go.jp/jma/press/1607/12a/kaisetsu201607121030.pdf> (2016 年 12 月 30 日閲覧)
- 参 27) 総務省消防庁災害対策本部公表資料 : 熊本県熊本地方を震源とする地震 (第 75 報)
- 参 28) 国土技術政策総合研究所 国立研究開発法人建築研究所 : 平成 28 年 (2016 年) 熊本地震建築物被害調査報告 (速報), 国総研資料 No929 号 建築研究資料 No173 号

謝辞

第2章の液状化対策工法の調査にあたって、末政直晃教授（東京都市大学都市工学科）ならびに井上波彦上席研究員（国立研究開発法人建築研究所構造研究グループ）に技術的助言を頂いた。また、第3章では、住宅の設計や施工実績のある会社や地盤改良等の工事を請け負う会社から実物件における液状化対策に関する情報を提供して頂いた。本報告書の発刊にあたり、ご協力頂いた関係者および機関各位に深謝の意を表す。

地震保険研究33

建物の液状化対策工法および
その実施状況に関する調査

2018年2月発行

発行 損害保険料率算出機構（損保料率機構）

〒163-1029 東京都新宿区西新宿 3 - 7 - 1

TEL 03-6758-1300（代表）

URL <http://www.giroj.or.jp>

印刷 日本印刷株式会社

〒501-0476 岐阜県本巣市海老 3 7 4 - 1 1