

5.5 宅地地盤・基礎の被害

5.5.1 調査概要

東北地方太平洋沖地震における宅地地盤及び基礎の被害としては、地震直後より関東地方の湾岸地域を中心とした液状化被害が大きく報道されてきたが、本章の各種構造（上部構造）の研究者による一次調査の結果等から、宮城県、福島県、栃木県などの造成宅地についても、大きな変状に伴う建築物被害が認められ、調査を実施したところである。

本節では、第一次調査の結果を以下の通り取りまとめて報告する。

- ・ 利根川流域（茨城・千葉県境）の液状化被害
- ・ 東京湾岸区域（千葉県浦安市）の液状化被害
- ・ 宮城・福島・栃木における造成宅地等の被害

5.5.2 調査結果

5.5.2.1 利根川流域（茨城・千葉県境）の液状化被害

今回調査した対象は、茨城県と千葉県との県境となる利根川及びその周辺地域である。調査範囲を図 5.5.2.1-1 に示す。

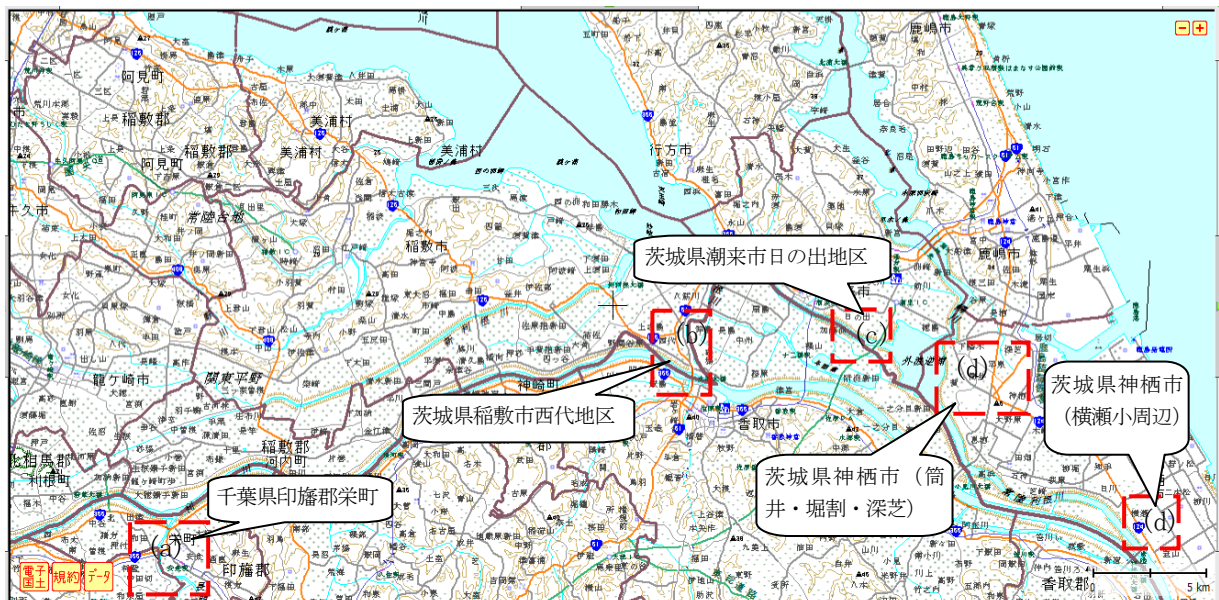


図 5.5.2.1-1 調査範囲（電子国土）囲み(a)～(e)は各調査地域に対応

(a) 千葉県印旛郡栄町

千葉県印旛郡栄町は、「千葉栄町安食台」における本震時の震度が5強と報告されている。今回の調査においては、栄町役場より西方約500mに位置する安食ト杭新田地区、同じく南方約1kmに位置する前新田地区の現地調査を行った。

これらのほか、栄町のHP (http://www.town.sakae.chiba.jp/kurashi/iza/saigai_taisaku.html) では、出津地区における液状化に伴う電柱の傾斜が報告されている。当該地区の調査はできなかったが、周辺の県道68号沿いにおいて、電柱の傾斜、路盤の亀裂等を確認した（写真5.5.2.1-1、写真5.5.2.1-2）。



写真 5.5.2.1-1 電柱の傾斜（復旧中）



写真 5.5.2.1-2 路盤の亀裂

・安食ト杭新田地区

地盤の液状化によると見られる噴砂や、それに伴う建築物の沈下、傾斜等の被害が発生していた。平面 15m×30m 程度の保健センターは全体に 20cm 程度沈下していた。周囲の電柱に沈み・傾斜が見られ、電柱が建物に寄りかかる状態で、「危険」と判定されていた。（写真 5.5.2.1-3、写真 5.5.2.1-4）。

保健センターに隣接する民家 2 棟では沈下による傾斜や土間コンクリートの破損（盤ぶくれ）、ブロック塀の段差の被害（写真 5.5.2.1-5、写真 5.5.2.1-6）、近接する公園では地割れ等の変状が見られた。

この地区の他の棟については、外観上被害は見られなかった。付近住民の方へのヒアリングによると、被害のあった一帯は、低地の沼を埋め立てた地域であるとのことであった。



写真 5.5.2.1-3 保健センター入口付近の状況

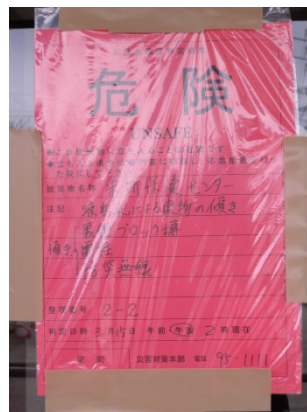


写真 5.5.2.1-4 応急危険度判定結果



写真 5.5.2.1-5 周囲の住宅被害
(土間コンクリート破損)



写真 5.5.2.1-6 ブロック塀の段差

安食ト杭新田地区の地歴について調査した。昭和 34 年 (1959) 発行の地図^{5.5-1)} (図 5.5.2.1-2) では、低地であり池等を示す記入があったが、昭和 49 年 (1974) ~昭和 53 年 (1978) の間には上記の建築物等の建設が行われていた (図 5.5.2.1-3)。



図 5.5.2.1-2 昭和 34 年時点
(国土地理院発行^{5.5-1)})



図 5.5.2.1-3 昭和 49 年~53 年時点
(○が今回調査した区域)

・ 前新田地区

前新田地区のうち、長門川に近接する堤防沿いの一角で、戸建て住宅約 20 棟が建設されている区域において、堤防頂部の路面の地割れ・陥没や地盤の液状化によると見られる噴砂、それに伴う建築物の沈下、傾斜等の被害が発生していた。調査した住宅では、約 10cm~20cm の沈下や地盤の水平移動に伴うと思われる、基礎周辺の地盤上の補強板の約 15cm~20cm の離間、地割れなどが見られた (写真 5.5.2.1-7~写真 5.5.2.1-9、赤の△と矢印は傾斜方向 (以下同じ))。他にも、同一敷地内の木造の物置では、緊結されていない柱脚部が引き抜け、20cm 以上移動していた (写真 5.5.2.1-10)。

また、隣棟は築 2 年程度で、小口径の杭と見られる支持部材を用いた基礎 (支持層深さは不明) を採用した住宅であり、地盤沈下にともない、小口径の杭頭が確認できる状態となっていた。 (写真 5.5.2.1-11、写真 5.5.2.1-12)。

これら 2 棟の建築物は、同じ空地に隣接して建てられていたが、空地内には噴砂がみられ、敷地地盤が当該空地に向かって沈下・移動しているように思われる。付近住民の方へのヒアリングによると、被害のあった一帯は、低地の沼を埋め立てた部分であるとのことであった。



写真5.5.2.1-7 傾斜4/100程度の建築物



写真5.5.2.1-8 離間(基礎は外観上ひび割れ等なし)



写真5.5.2.1-9 入口付近の沈下



写真5.5.2.1-10 物置柱脚の移動

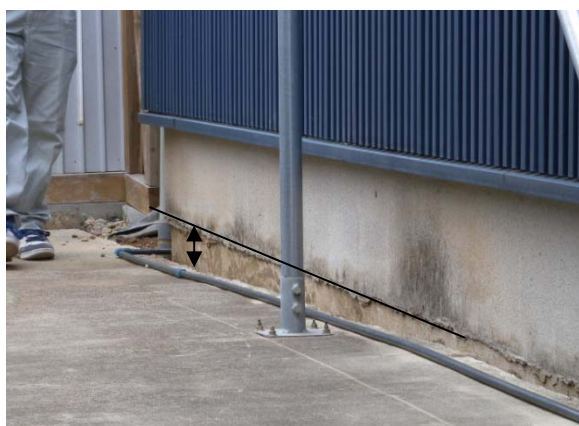


写真5.5.2.1-11 敷地の沈下(端部で最大約13cm)



写真5.5.2.1-12 建物角部の支持構造物

前新田地区の地歴について調査した。昭和34年(1959)発行の地図^{5.5-2)}(図5.5.2.1-4)では、低地であり池等を示す記入があったが、昭和49年(1974)時点では上記の住宅等の建設が行われていた(図5.5.2.1-5)。



図 5.5.2.1-4 昭和 34 年時点^{5.5-2)}
(国土地理院発行)



図 5.5.2.1-5 昭和 49 年～53 年時点
(○が今回調査した区域)

(b) 茨城県稲敷市西代地区

国道 51 号とその東側の横利根川を挟む約 500m 四方の区域において、大規模・広範囲な被害が発生していた。被害の激しい域内の県道 11 号が通行止めとなり、通り沿いを中心として、地盤の液状化に伴う噴砂や、それによると見られる路面の大きな隆起、激しい地割れが見られた（写真 5.5.2.1-13）。地盤の移動量は、沈下で最大 40cm 程度、水平移動は最大 1m 程度であった。また、地盤変状の影響による建築物の沈下・傾斜被害が多く見られた（写真 5.5.2.1-14～写真 5.5.2.1-18）。

さらに、周辺の住宅では、自家用車のタイヤの高さの半分程度まで土砂で埋まっており、液状化による噴砂量がかなり多かったと判断される（写真 5.5.2.1-19）。



写真 5.5.2.1-13 駐車場路面の変状
(左側が県道 11 号)



写真 5.5.2.1-14 片側が不同沈下した建築物（同）



写真 5. 5. 2. 1-15^{†)} 沈下・傾斜した事務所ビル
(同) (長辺方向 5.6/100、短辺方向 1.2/100)



写真 5. 5. 2. 1-16^{†)} 写真 5. 5. 2. 1-15 の周囲の変状
(右側が県道 11 号)



写真 5. 5. 2. 1-17^{†)} 中央が不同沈下した建築物
(手前側が県道 11 号)



写真 5. 5. 2. 1-18 約 25cm のずれを生じた土台
(手前側が県道 11 号)



写真 5. 5. 2. 1-19 タイヤの半分程度を埋める土砂

また、県道 11 号沿いには大規模な商業施設があり、建物周辺の歩道の仕上げ（インターロッキングブロック）が大きく被害を受け、散乱していた（写真 5. 5. 2. 1-20、写真 5. 5. 2. 1-21）。周囲の地盤は、40cm 程度沈下していたが、施設自体の沈下は軽微であり、傾斜は長辺方向で約 0.7/100 であった。地

盤の沈下によって周囲に生じた地割れの隙間から目視したところ、建築物の基礎形式は、杭基礎であることが確認された（写真 5.5.2.1-22、写真 5.5.2.1-23）。杭仕様等は、以下のとおりと推測される。

- ・杭の種類：既製コンクリート杭（PHC）
- ・杭周固定液：有り
- ・杭周固定液の外径：約 900mm（杭径：700～800mm 程度であると想定される。）



写真 5.5.2.1-20[†] 建築物外観



写真 5.5.2.1-21 建築物周囲地盤の状況



写真 5.5.2.1-22[†] 杭頭部の露出状況



写真 5.5.2.1-23[†] 杭周固定液の内部

県道 11 号の周囲の宅地でも、地盤の液状化による噴砂が道路や敷地の随所で見られた。特に傾斜が大きい住宅（写真 5.5.2.1-24 の一番左：築 4 年）は、盛土が行われていることが住民へのヒアリングにより確認された。傾斜角は、5.0/100 であり、噴砂とともに、隣接する倉庫の方向（及び、住民によれば、背面の擁壁側の方向）に傾斜していた（写真 5.5.2.1-25）。2 棟が近接し、荷重が集中した部分で液状化が発生し、その方向に傾斜しているものと考えられる。

建物背面の擁壁の高さは 1m 程度であったことから、盛土高さも同程度と想定される。



写真 5.5.2.1-24^{†)} 建物外観



写真 5.5.2.1-25^{†)} 傾斜した住宅
(写真 5.5.2.1-24 の左端)

西代地区は、図 5.5.2.1-6 に示す通り、千葉県東方沖地震（1987.12.17）の際に液状化被害の報告された地域（251）^{5.5-3)}の北に位置している。地歴については、1980 年代中期（新水郷大橋建設直後）には周囲は水田であり、現在は、南部を中心として商業化が進んでいる（図 5.5.2.1-7、図 5.5.2.1-8）。



図 5.5.2.1-6 液状化履歴^{5.5-3)}



図 5.5.2.1-7 昭和 59 年
～61 年時点



図 5.5.2.1-8 現在 (Google Earth
による。○が今回調査した区域)

(c) 茨城県潮来市日の出地区

日の出地区は、潮来市南部の常陸利根川に面した区域である。当該区域のうち、川に近い約 200m 四方の一角において、大規模な被害が発生していた。地盤の液状化に伴う噴砂、埋設物の浮き上がり、電柱の沈下や傾斜などが、道路や敷地の随所で見られた（写真 5.5.2.1-27、写真 5.5.2.1-28）。道路に面した多くの建築物が、前面歩道より約 20cm～30cm の沈下を生じていた（写真 5.5.2.1-29、写真 5.5.2.1-30）。噴砂により隠された部分も多かったが、外観より目視した範囲では、基礎に割れや段差等は生じていなかった（写真 5.5.2.1-31、写真 5.5.2.1-32）。



写真 5.5.2.1-27 歩道部分の沈下に伴う塀の被害



写真 5.5.2.1-28 歩道脇の埋設配管の浮き上がり



写真 5.5.2.1-29 住宅玄関付近の沈下



写真 5.5.2.1-30 空地を挟んだ2棟の沈下



写真 5.5.2.1-31 基礎部分の外観（1）



写真 5.5.2.1-32 基礎部分の外観（2）

なお、日の出区6丁目集会所付近に建つ住宅のうち、周囲は液状化による変状が確認されたにもかかわらず、外観からは変状などの被害が確認されなかった住宅があった（写真 5.5.2.1-33）。その住宅は、1 m程度盛土され周囲を擁壁で囲まれていた。盛土の押さえ効果により、この住宅の敷地内については液状化が発生しなかった可能性がある。手前の更地には、液状化の痕が散見された（写真 5.5.2.1-34）。



写真 5.5.2.1-33^{†)} 液状化の発生していない住宅



写真 5.5.2.1-34^{†)} 周囲の噴砂の状況

日の出地区の地歴としては、昭和 46 年（1971）発行の地図^{5.5-4)}（図 5.5.2.1-9）においては水田であり、その後昭和 49 年（1974）～昭和 53 年（1978）の間には宅地としての造成が始まったようである（図 5.5.2.1-10）。また、(b)茨城県稲敷市西代地区同様に、千葉県東方沖地震（1987. 12. 17）において液状化の発生も報告されている（図 5.5.2.1-11、166 の各箇所の一つ）^{5.5-3)}。



図 5.5.2.1-9 昭和 46 年時点^{5.5-4)}
(国土地理院発行)



図 5.5.2.1-10 昭和 49 年～53 年時点
(○が今回調査した区域)



図 5.5.2.1-11 液状化履歴^{5.5-3)}

(d) 茨城県神栖市

茨城県神栖市においては、事前に市役所で情報収集し、被害が大きいとの報告を受けた横瀬小周辺、筒井地区、堀割地区、深芝地区の調査を行った。

市役所の担当者からの情報では、神栖市のうちでは、旧神栖町部分の被害の方が大きいとのことである。

・横瀬小学校周辺

神栖市役所の北東約 3km に位置する横瀬小学校の南側の建築物で、周囲に液状化に伴う噴砂が見られ、地盤の沈下によって外周で約 15cm、外側スロープ部分で最大 40cm 程度の段差を生じていた（写真 5.5.2.1-35、写真 5.5.2.1-36）。建築物本体は杭基礎であり、隣接する戸建て住宅部分等、周囲のその他の構造物は直接基礎のため、接続された部分に不同沈下に伴う障害（壁パネルの変形、ずれ及び扉の開閉の支障）が生じたとのことであった。

住民へのヒアリングでは、地震直後は、駐車場表面に水があふれており舗装が見えないほどであったとのことである。



写真 5.5.2.1-35 スロープ部の段差



写真 5.5.2.1-36 接続部分の損傷及び駐車場

横瀬小学校付近の土地条件図^{5.5-5}を図 5.5.2.1-12 に示す。調査区域は砂（礫）堆・州と盛土地とが混在した区域の一角であった。



図 5.5.2.1-12 土地条件図^{5.5-5} (○が今回調査した区域)

・筒井地区

神栖市の西部、外浪逆浦に近い約 300m 四方の区域において、地盤の液状化に伴う噴砂、埋設物の浮き上がり、路面の段差、電柱の傾斜等の被害が発生していた。敷地内に激しい地割れを生じ、周囲地盤より 15cm 程度の沈下、30cm 程度の離間を生じている建築物もあった。外観上は基礎部分にひび割れや亀裂などは見られなかった（写真 5.5.2.1-37、写真 5.5.2.1-38）。



写真 5.5.2.1-37 敷地内の地割れ



写真 5.5.2.1-38 基礎部分外観

筒井地区の地歴については、昭和 48 年（1973）発行の地図（図 5.5.2.1-13）^{5.5-6)}においては水田であり、その後昭和 54 年（1979）～昭和 58 年（1983）の間には宅地としての造成が始まったようである（図 5.5.2.1-14、図 5.5.2.1-15）。



図 5.5.2.1-13 昭和 48 年時点^{5.5-6)}
(国土地理院発行)



図 5.5.2.1-14 昭和 49 年
～53 年時点

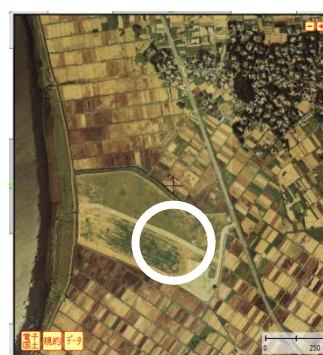


図 5.5.2.1-15 昭和 54 年～58 年
時点（○が今回調査した区域）

・堀割地区

神栖市の西部、国道 124 号線沿いの約 500m 四方の区域において、地盤の液状化に伴う噴砂、路面の隆起、敷地地盤の沈下に伴う段差等の被害が広域に生じていた。中央のやや広い通り沿いでは、歩道の隆起あるいは建築物敷地地盤の沈下によって、25cm～30cm 程度の段差を生じていたほか、建物周辺の側溝にも被害が確認された。（写真 5.5.2.1-39～写真 5.5.2.1-41）。また、建築物は沈下せず、周囲地盤が 15cm 程度沈下したのものもあった。隣接する地区のほぼ同様の仕様と見られる歩道の下部は暗渠状の水路になっており、浮き上がり等による被害を受けていたと考えられることから（写真 5.5.2.1-42）、前面道路と建築物敷地との段差の要因として、このような道路の構造の影響も考えられる。



写真 5. 5. 2. 1-39 外周部塀と前面道路との段差



写真 5. 5. 2. 1-40 側溝の被害



写真 5. 5. 2. 1-41 建築物入口付近の段差



写真 5. 5. 2. 1-42 周辺歩道部分の被害(段差約 40cm)

堀割地区の地歴については、昭和 52 年（1977）発行の地図（図 5. 5. 2. 1-16）^{5. 5-7}）においてはすでに造成等が行われていたようである。その後昭和 54 年（1979）～昭和 58 年（1983）の間には住宅が建設されている（図 5. 5. 2. 1-17）。



図 5. 5. 2. 1-16 昭和 52 年時点^{5. 5-7}
(国土地理院発行)



図 5. 5. 2. 1-17 昭和 54～58 年時点
(○が今回調査した区域)

・深芝地区

この地域は、周辺の状況の観察から、以前は水田として利用されていた土地を宅地に転用したものと想像される。外観目視による踏査の結果、図 5. 5. 2. 1-18 に示す赤破線でハッチした範囲において、液状化による地盤および宅地盛土の変状に伴う住宅の被害が多く見られた。住宅の被害形態は、上部構造や基礎に構造的な損傷のないまま移動・沈下・傾斜した場合がほとんどのように見えた（写真 5. 5. 2. 1-43～49）。なお、図 5. 5. 2. 1-18 に示す墓地 A において、修復した痕跡の見られない墓石の転倒率を調べたところ、標準的なサイズ（30cm×30cm×70cm 程度）の竿石 140 基のうち、転倒は 1 基（転倒率 1%未満）であった。この地域の地震動に 1 秒以下の短周期成分が卓越したとすれば、墓石転倒率は最大地動速度 PGV と関連付けられ、その値は大きくても 20-30cm/s 程度以下と推察される。



図 5. 5. 2. 1-18 液状化による被害の見られた範囲（茨城県神栖市深芝付近）



写真 5. 5. 2. 1-43 液状化による宅地盛土および戸建て住宅の沈下・傾斜と盛土擁壁の破壊



写真 5. 5. 2. 1-44 写真 5. 5. 2. 1-43 の戸建て住宅を反対側より臨む



写真 5.5.2.1-45 液状化による宅地盛土および小型集合住宅の沈下・傾斜



写真 5.5.2.1-46 液状化により傾斜した戸建て住宅群



写真 5.5.2.1-47 液状化により傾斜した戸建て住宅群



写真 5.5.2.1-48 液状化により傾斜した戸建て住宅群



写真 5.5.2.1-49 液状化により傾斜した戸建て住宅群（手前の1棟は火災による被害か）



写真 5.5.2.1-50 墓地Aの様子（墓石転倒率1%未満）

5.5.2.2 東京湾岸区域（千葉県浦安市）の液状化被害

今回の地震では、東京湾岸埋立区域の広範囲において、液状化が発生した。ここでは、浦安市の調査結果について報告する。

(a) 浦安市の埋立事業概略と地盤概要

図 5.5.2.2-1 に現在の浦安市の全景を示す。市内の南側は海中の砂を用いた埋立事業により造成された地域であり、現在の市総面積の 3/4 を埋立て造成地が占めている。埋立事業の経緯を図 5.5.2.2-2 に示した。埋立ては、二期に分かれて造成されており、第一期の A 地区（海楽、美浜、入船地区）は 1971 年に、B 地区（東野、富岡、今川、弁天、鉄鋼通り地区）は 1968 年に、C 地区（舞浜地区）は 1975 年に竣工している。また、第二期の D 地区（日の出、明海地区）は 1978 年に、E 地区（高洲、港地区）は 1980 年に、F 地区（千鳥地区）は 1980 年に竣工後、現在に至っている。なお、D 地区は、旧住宅・



図 5.5.2.2-1 浦安市の全景



図 5.5.2.2-2 浦安市の埋立事業の経緯 ^{5.5-8)}

都市整備公団によりプレロードによる沈下対策が実施されている 5.5-9)。

図 5.5.2.2-3 に防災科学技術研究所強震観測網 K-NET の浦安観測点（以下、K-NET 浦安）の土質柱状図を、図 5.5.2.2-4 に図 5.5.2.2-1 の断面 A 位置の柱状図を示す。地盤は概略、上層より、埋立土、沖積砂質土、沖積粘性土で構成され、40m 程まで軟弱層が続く構成となっている。

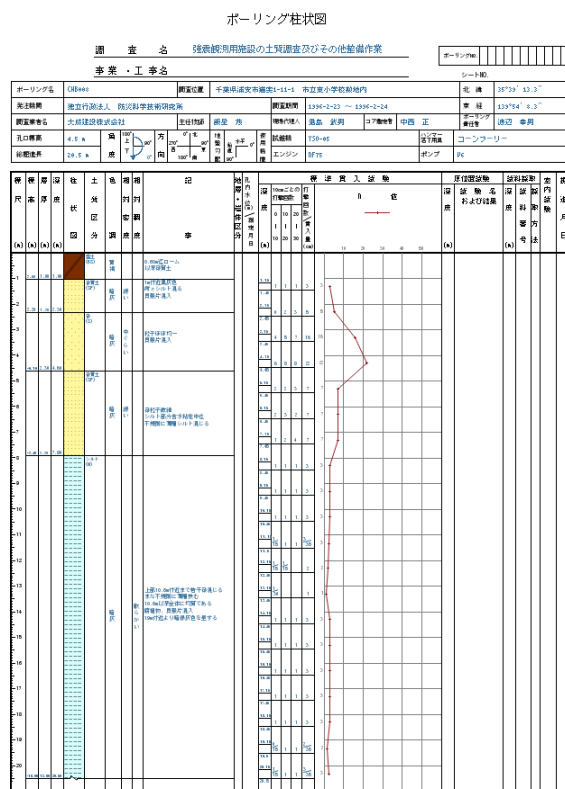


図 5.5.2.2-3 土質柱状図の一例 (K-NET 浦安)

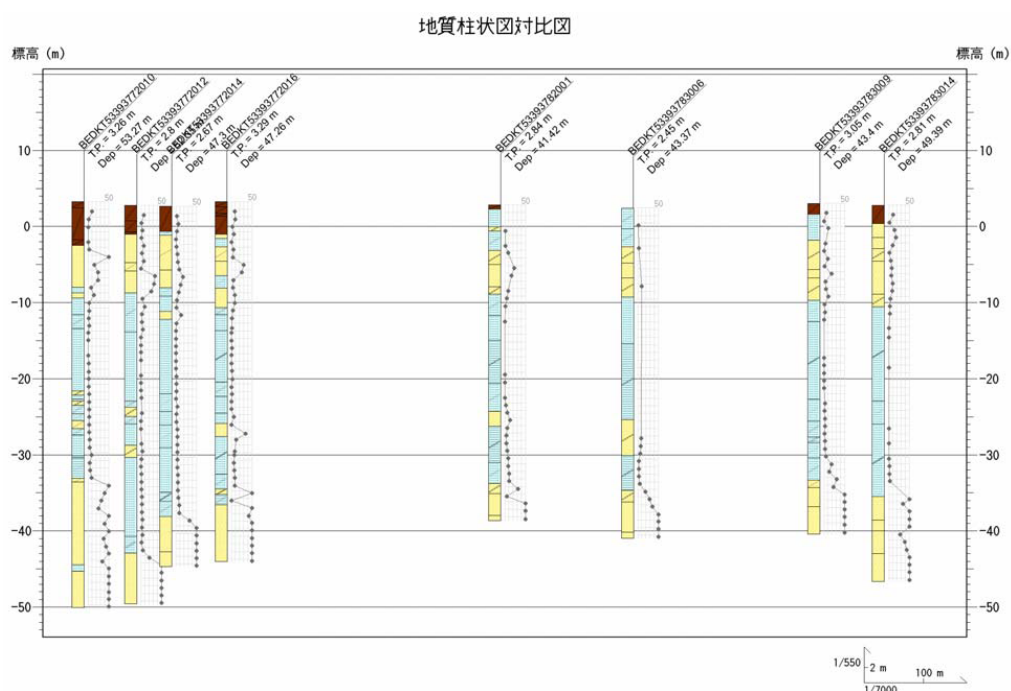


図 5.5.2.2-4 断面 A の柱状図

図 5. 5. 2. 2-5 に浦安市内の地質断面線位置図を、図 5. 5. 2. 2-6 及び図 5. 5. 2. 2-7 に B-B, D-D における地質想定断面図を示す。埋設谷が確認されており、場所によって、構成される層厚が異なることが判る。

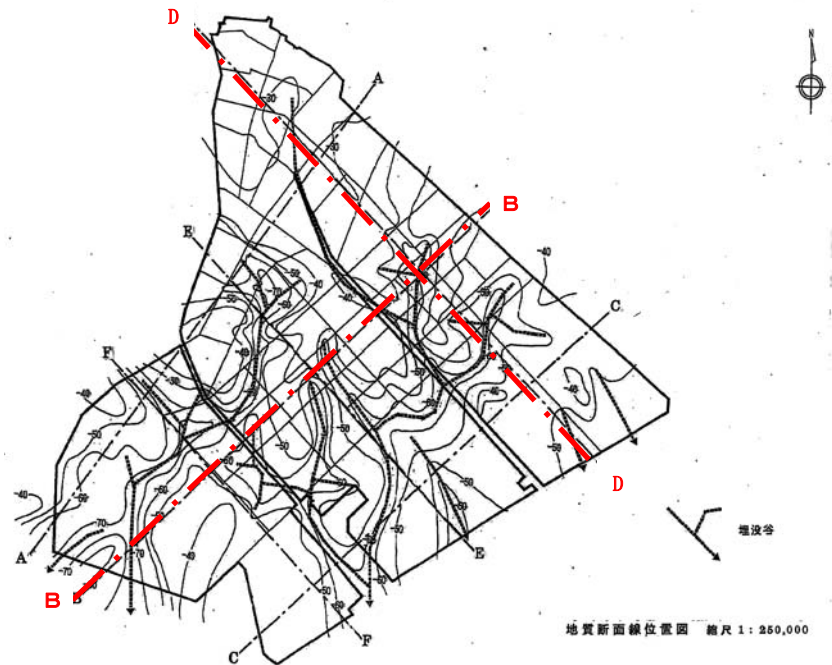


図 5. 5. 2. 2-5 地質断面線位置図 (5.5-8)

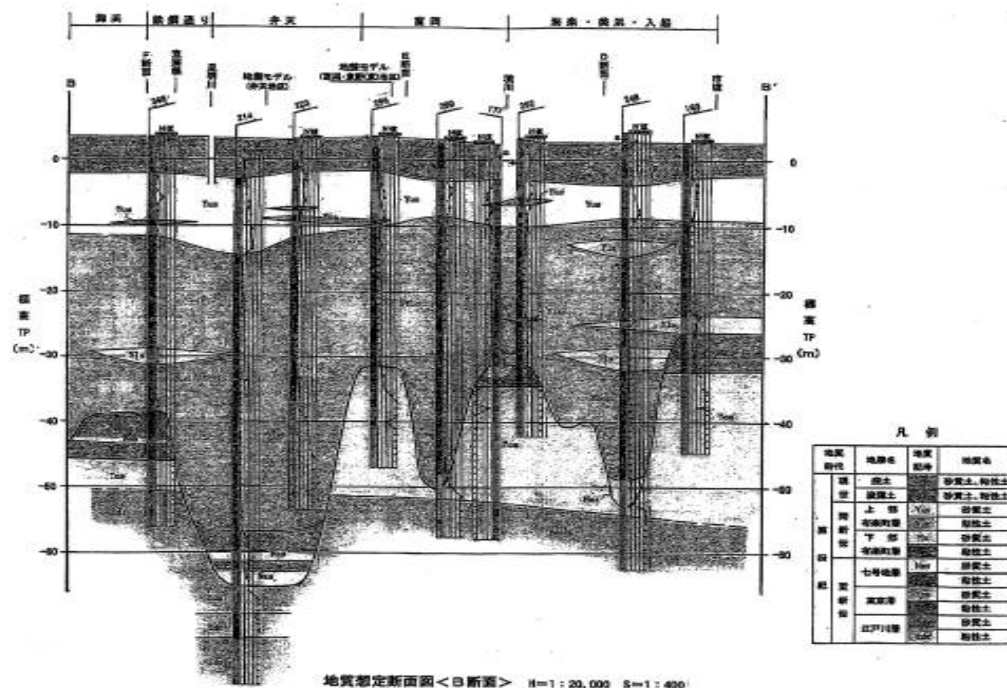


図 5. 5. 2. 2-6 地質想定断面図 (B-B) (5.5-8)

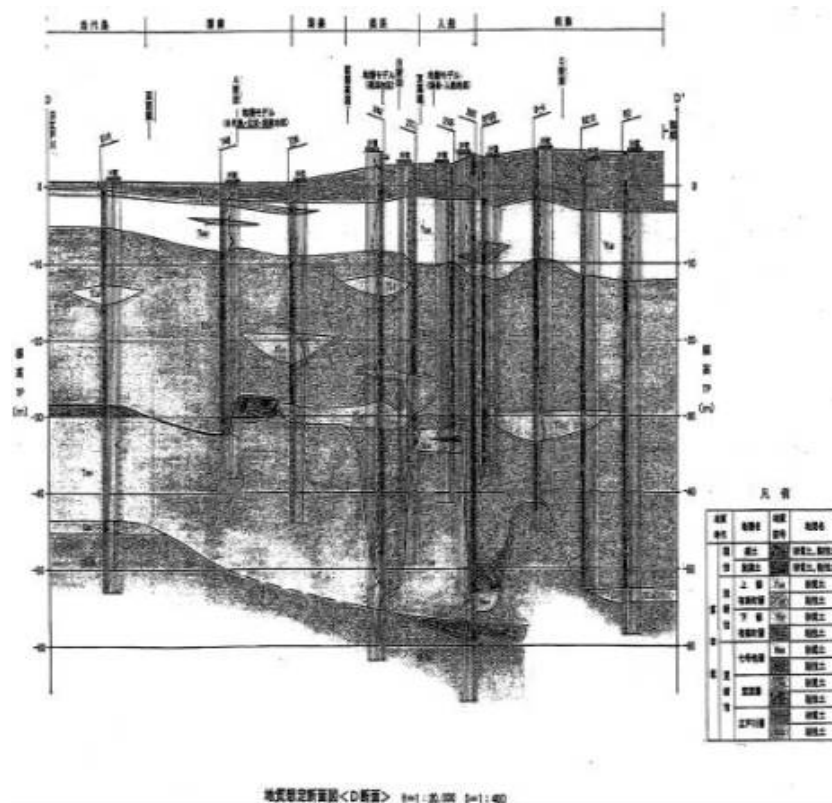


図 5. 5. 2. 2-7 地質想定断面図 (D-D) 5. 5-8)

図 5. 5. 2. 2-8 に浦安市の液状化履歴図を示すが、1987 年の千葉県東方沖地震において、液状化発生が確認されている (図中番号の 1~4 及び 243, 244)。

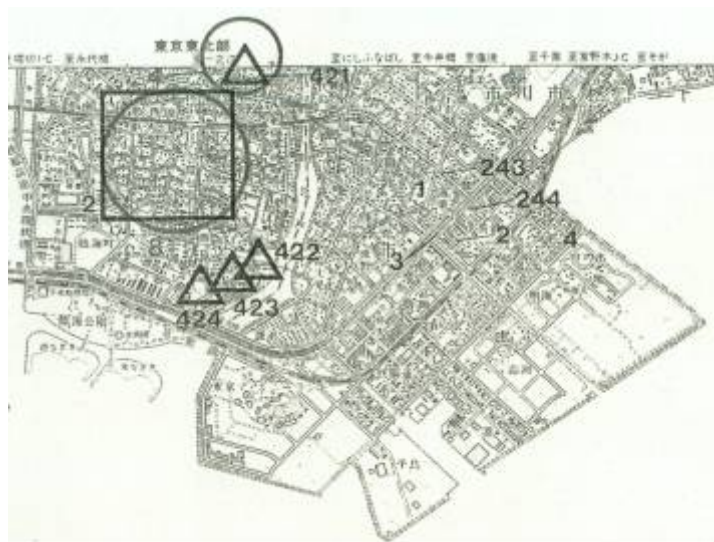


図 5. 5. 2. 2-8 浦安市の液状化履歴 5. 5-3)

(b) 被害概況

・ 美浜地区



写真 5.5.2.2-1 傾斜した住宅



写真 5.5.2.2-2 変形したフェンス



写真 5.5.2.2-3 沈下と敷地内噴砂の状況



写真 5.5.2.2-4 移動したカーポート

美浜地区においては、地下室のドライエリアを有する住宅で液状化に伴う沈下・傾斜が見られた（写真 5.5.2.2-1）。住宅の傾斜角度は約3度で、地下室が配置された部分が浮き上がり、他の部分が沈下して、傾斜したものと考えられる。この住宅の周囲では、側溝部分からの沈下や押されて基礎が変形したフェンス（写真 5.5.2.2-2）が見られた。また、液状化時に発生した噴砂が敷地内にそのままの住宅（写真 5.5.2.2-3）では、敷地内全体に噴砂に覆われていた。

液状化によりカーポートが破断した移動した建物も見られた（写真 5.5.2.2-4）。一体であったものが分断され約 50cm 移動しており、液状化に伴い地盤が移動したことによると考えられる。

・弁天地区



写真 5. 5. 2. 2-5 沈下・傾斜した住宅

約2°傾斜した住宅



約3°傾斜した住宅

カーポートの噴砂

写真 5. 5. 2. 2-6 沈下・傾斜した住宅と噴砂状況
(写真 5. 5. 2. 2-5 の道路を挟んで向かい側の住宅)



写真 5. 5. 2. 2-7 傾斜住宅の裏側の沈下状況
(写真 5. 5. 2. 2-5 の被害住宅の裏側)

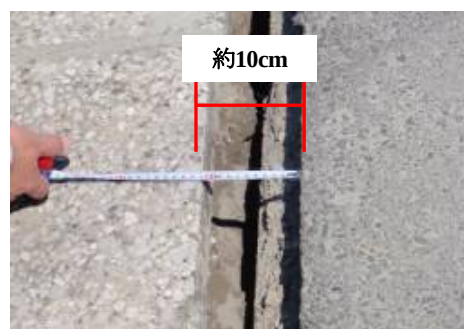


写真 5. 5. 2. 2-8 道路と側溝の隙間

弁天地区では、液状化による住宅の傾斜・沈下等が著しい区域が見られた（写真 5. 5. 2. 2-5～写真 5. 5. 2. 2-7）。また、液状化により地盤が沈下し、道路面が波打った状態や側溝と 10cm の隙間が発生しているところもあった（写真 5. 5. 2. 2-8）。これらの被害は、傾斜した住宅の敷地境界を中心とした延長線上に集中していた。なお、住民からのヒアリングでは、被害の集中した直線上には過去に川が流れていたとのことである。

・舞浜地区



写真 5. 5. 2. 2-9 バルコニー基礎部の被害



写真 5. 5. 2. 2-10 傾斜した住宅

舞浜地区では、調査範囲において大きく傾斜した住宅は、見受けられなかったが、電柱の傾斜、地盤の沈下や噴砂跡が見られ、広域に渡って液状化が発生したものと推測される。(写真 5. 5. 2. 2-9、10)

・今川地区



写真 5. 5. 2. 2-11 右側に傾斜した道路



写真 5. 5. 2. 2-12 破断した道路面



写真 5. 5. 2. 2-13 左側が沈下・傾斜した住宅

今川地区では、液状化による地盤の沈下、地割れ、電柱の傾斜など地盤の変状に伴う現象が多く見られたが、調査範囲においては、住宅では軽微な沈下・傾斜が見られた程度であった。(写真 5. 5. 2. 2-11～13)

・入船地区



写真 5. 5. 2. 2-14 支持機構による被害状況の違い



写真 5. 5. 2. 2-15 沈下・傾斜した建物



建物間の状況

入船地区では、隣接して建設された直接基礎と杭基礎の建物で沈下状況の違いが見られた。直接基礎建物では前面の歩道面より約 35cm の沈下、杭基礎建物では 約 30cm の抜け上がりが確認された（写真 5. 5. 2. 2-14）。その他にも、沈下・傾斜した建物が点在していた（写真 5. 5. 2. 2-15）。

・日の出地区



写真 5.5.2.2-16 周辺地盤が沈下した建物



写真 5.5.2.2-17 設備配管の修復状況



写真 5.5.2.2-18 傾斜した住宅

日の出地区では、建物周囲の地盤が液状化により沈下し、抜け上がった建物が見られた（写真 5.5.2.2-16）。杭支持建物と考えられ、建物と地盤との相対沈下量は約 50cm であった。写真 5.5.2.1-17 に設備配管の修復状況を示すが、地盤が沈下、移動しているものと考えられる。また、この建物の周辺では、傾斜した住宅も見られた（写真 5.5.2.1-18）。

5.5.2.3 宮城・福島・栃木における造成宅地等の被害

(a) 宮城県仙台市青葉区折立 5 丁目付近

この地域は、北～北東向きの斜面地を開発して造成された大規模宅地の一角にある。外観目視による踏査の結果、図 5.5.2.3-1 に示す赤破線でハッチした範囲において、宅地盛土の斜面方向への滑動による地盤の変状と、それに伴う擁壁の損傷が多く見られた（写真 5.5.2.3-1～8）。宅地に建つ住宅には、構造的な損傷が見られず移動・沈下・傾斜した場合（写真 5.5.2.3-1, 3, 4）、構造的な大変形が見られた場合（写真 5.5.2.3-5, 6）、基礎が破壊された場合（写真 5.5.2.3-7, 8）など、いくつか異なる被災パターンが認められた。

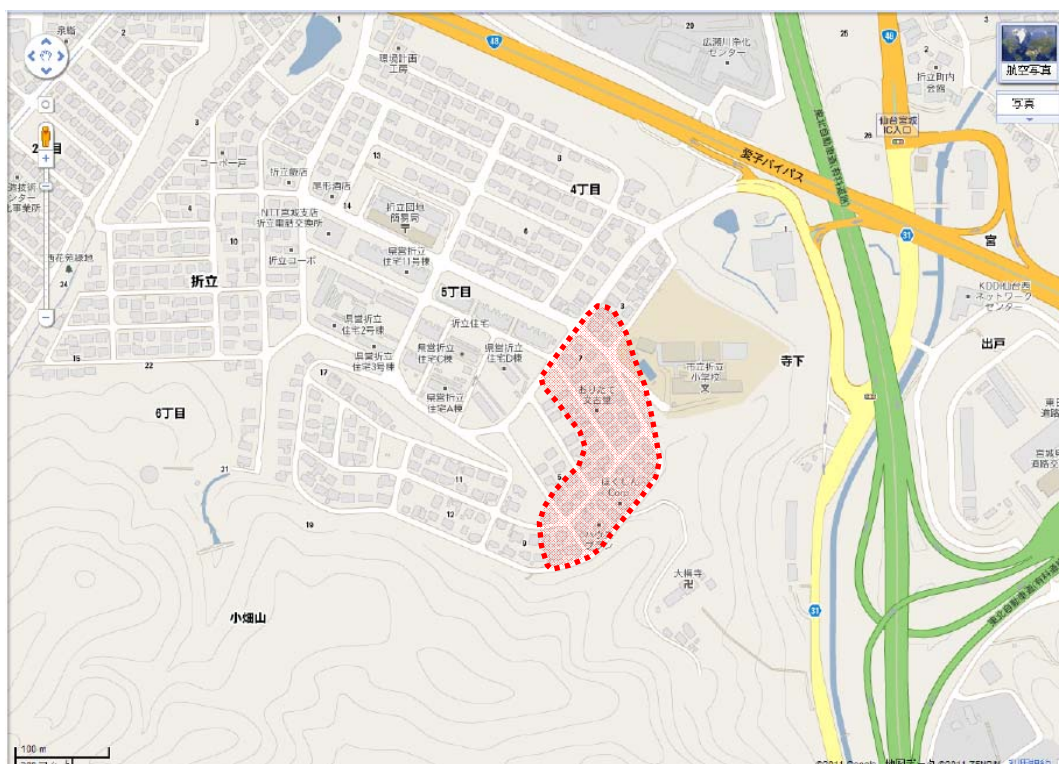


図 5.5.2.3-1 大きな被害の見られた範囲（宮城県仙台市青葉区折立 5 丁目付近）



写真 5.5.2.3-1 宅地盛土の滑動・地盤変状による擁壁の損傷と住宅の移動・傾斜



写真 5.5.2.3-2 宅地盛土の滑動・地盤変状の差異により生じた門柱の傾斜



写真 5.5.2.3-3 宅地盛土の滑動・地盤変状による住宅の移動・沈下・傾斜



写真 5.5.2.3-4 写真 5.5.2.3-3 の住宅と前面道路との間に生じた隙間



写真 5.5.2.3-5 宅地盛土の滑動・地盤変状による住宅の大変形



写真 5.5.2.3-6 宅地盛土の滑動・地盤変状による住宅（平屋）の大変形



写真 5.5.2.3-7 宅地盛土の滑動・地盤変状により被災した住宅（全景）



写真 5.5.2.3-8 写真 5.5.2.3-7 の住宅の宅地盛土の滑動・地盤変状による基礎の破壊

(b) 宮城県仙台市太白区青山2丁目および緑ヶ丘4丁目付近

この地域は、起伏のある丘陵地を開発して造成された大規模宅地の一角にある。外観目視による踏査の結果、図 5.5.2.3-2 に示す赤破線でハッチした範囲において、宅地盛土の斜面方向への滑動による地盤の変状と、それに伴う擁壁の損傷が多く見られた（写真 5.5.2.3-9～14）。緑ヶ丘4丁目の被災範囲は、1978 年の宮城県沖地震時のそれと、ほぼ同じである。地形の起伏は、緑ヶ丘4丁目付近に比べて青山2丁目付近で大きく、青山2丁目付近では、盛土の大規模な滑動が生じた場所があった（写真 5.5.2.3-9）。ここでは、宅地に建つ住宅の上部構造・基礎とも、大きな変形・損傷が見られた。それ以外に盛土の滑動が生じた場所では、住宅の上部構造には変形・損傷が見られたが、基礎には顕著な被害が少ないように見えた（写真 5.5.2.3-10, 12）。また、青山2丁目付近では、高さが5mを超えるような宅地擁壁の損傷が見られた（写真 5.5.2.3-11, 13, 14）。



図 5.5.2.3-2 大きな被害の見られた範囲（宮城県仙台市太白区青山2丁目および緑ヶ丘4丁目付近）



写真 5.5.2.3-9 宅地盛土の滑動・地盤変状により被災した住宅群（青山2丁目付近）



写真 5.5.2.3-10 宅地盛土の滑動・地盤変状による住宅の変形（青山2丁目付近）



写真 5. 5. 2. 3-11 写真 5. 5. 2. 3-10 の住宅の斜面側に位置する擁壁の損傷（青山 2 丁目付近）



写真 5. 5. 2. 3-12 宅地盛土の滑動・地盤変状により被災した住宅（緑ヶ丘 4 丁目付近）



写真 5. 5. 2. 3-13 宅地盛土の滑動・地盤変状による宅地擁壁の損傷（青山 2 丁目付近）



写真 5. 5. 2. 3-14 宅地盛土の滑動・地盤変状による宅地擁壁の損傷（青山 2 丁目付近）

(c) 宮城県仙台市青葉区双葉ヶ丘1丁目付近

この地域は、東向きの斜面地を開発して造成された大規模宅地の一角にある。外観目視による踏査の結果、図 5.5.2.3-3 に示す赤破線でハッチした範囲において、宅地盛土の斜面方向への滑動による地盤の変状が見られた（写真 5.5.2.3-15～18）。宅地に建つ住宅には、構造的な大変形の見られた場合（写真 5.5.2.3-15、16）が比較的多かったが、構造的な損傷の見られなかった場合も散見された。また、周辺地盤の沈下・変状による住宅基礎とのギャップおよびライフラインの損傷が見られた（写真 5.5.2.3-17、18）。一方で、宅地の擁壁自体の損傷はほとんど見られなかったが、その上部に設置された（土留め）ブロック塀等の剥落・転落の痕跡が散見された（写真 5.5.2.3-19、20）。

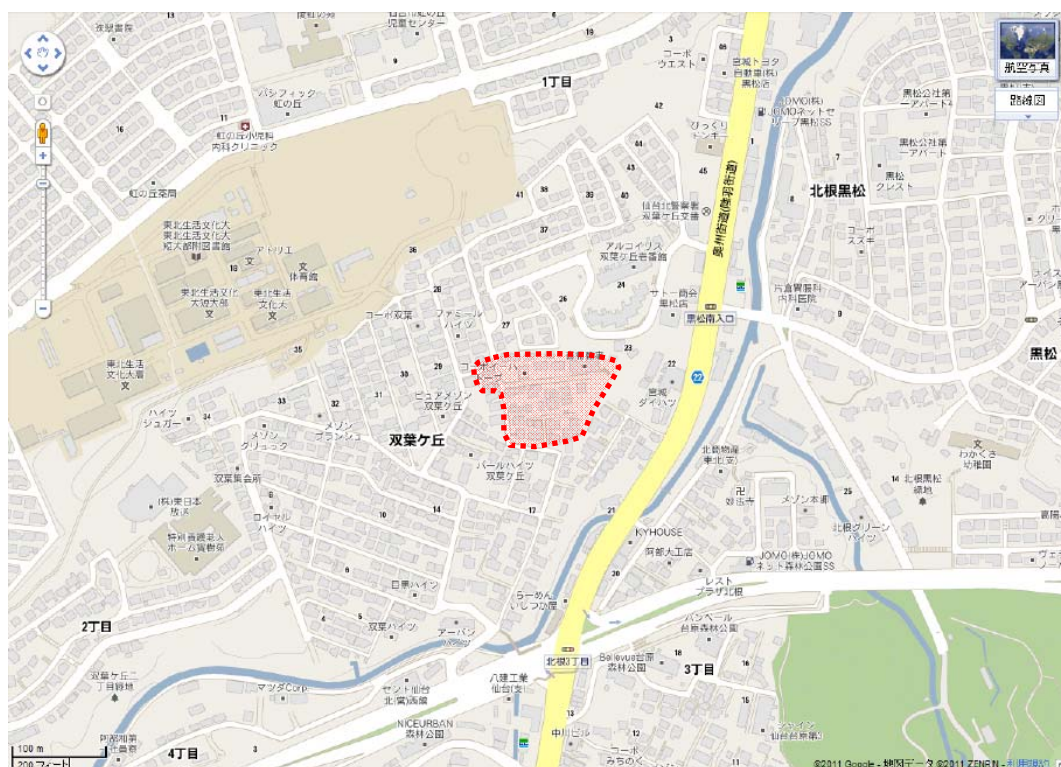


図 5.5.2.3-3 大きな被害の見られた範囲（宮城県仙台市青葉区双葉ヶ丘1丁目付近）



写真 5.5.2.3-15 宅地盛土の滑動・地盤変状による住宅の大変形



写真 5.5.2.3-16 宅地盛土の滑動・地盤変状による住宅の大変形



写真 5. 5. 2. 3-17 周辺地盤の沈下・変状による
住宅基礎とのギャップ



写真 5. 5. 2. 3-18 周辺地盤の沈下・変状による
ライフラインの損傷



写真 5. 5. 2. 3-19 擁壁の上部に設置された土
留めブロック塀の剥落の痕跡



写真 5. 5. 2. 3-20 擁壁の上部に設置されたブ
ロック塀の転落の痕跡

(d) 宮城県仙台市宮城野区高砂 2 丁目付近

この地域は、平野部に位置しており、造成宅地ではないが、外観目視による踏査の結果、図 5. 5. 2. 3-4 に示す赤破線でハッチした範囲において、建物に対する地盤の相対沈下（数 cm～20cm 程度）が見られた（写真 5. 5. 2. 3-21, 22, 24, 25）。この範囲内に位置する 14 階建て R/C 造集合住宅（L 字型に連結された 2 棟、ともに杭基礎：以下、建物 A）の 1 棟に、建物全体としての傾斜が見られた（写真 5. 5. 2. 3-23、25, 26）。この傾斜の原因は、おそらく、杭に何らかの損傷が生じたためと推察される。この傾斜によって、建物 A の傾斜側の地表面に盤ぶくれが生じている（写真 5. 5. 2. 3-27）。なお、建物 A の傾斜していない棟の 1 階では、非構造壁の損傷が見られた（写真 5. 5. 2. 3-28）。

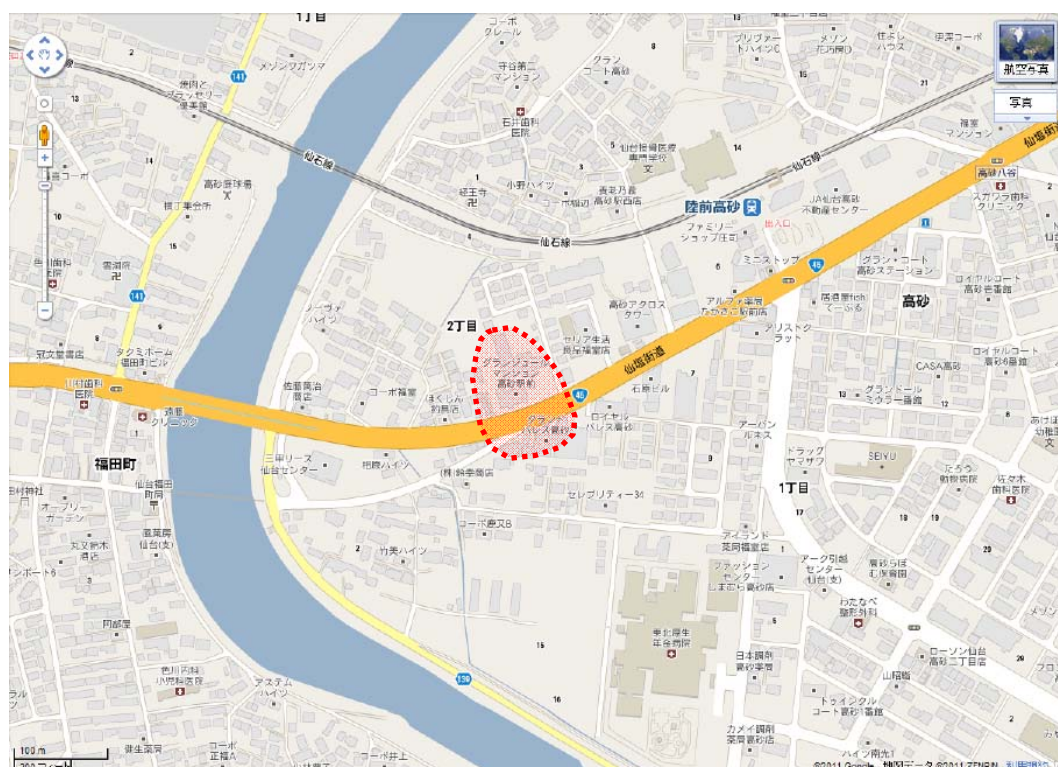


図 5. 5. 2. 3-4 建物に対する地盤の相対沈下が見られた範囲（宮城県仙台市宮城野区高砂 2 丁目付近）



写真 5. 5. 2. 3-21 建物に対する地盤の相対沈下（仙塩街道の南側）



写真 5. 5. 2. 3-22 建物に対する地盤の相対沈下（仙塩街道の北側）



写真 5. 5. 2. 3-23 建物 A の全景（左側の棟が紙面左奥方向に傾斜）



写真 5. 5. 2. 3-24 建物 A の傾斜していない棟に対する地盤の相対沈下

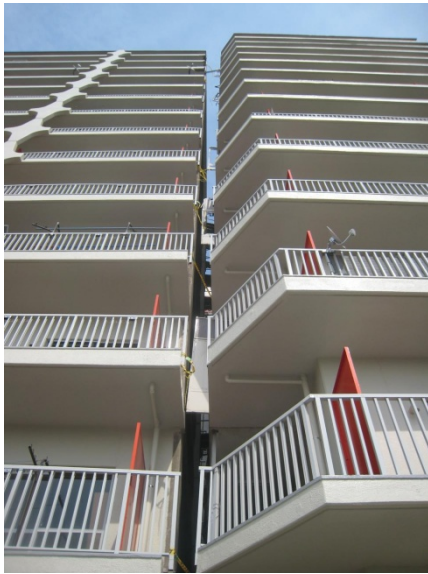


写真 5. 5. 2. 3-25 建物 A の L 字型連結部に生じた隙間（右側の棟が紙面右方向に傾斜）



写真 5. 5. 2. 3-26 写真 5. 5. 2. 3-25 の 1 階部分における 2 棟の隙間および地盤の相対沈下



写真 5. 5. 2. 3-27 建物 A の傾斜側の地表面に生じた盤ぶくれ



写真 5. 5. 2. 3-28 建物 A の傾斜していない棟の 1 階における非構造壁の損傷

(e) 宮城県白石市緑ヶ丘 1-2 丁目付近

この地域は、丘陵地を開発して造成された宅地である。外観目視による踏査の結果、図 5.5.2.3-5 に示す赤破線でハッチした範囲において、丘陵の斜面地および頂部付近での地割れ、宅地盛土の変状による住宅基礎および擁壁の損傷が見られた（写真 5.5.2.3-29～36）。このうち、緑ヶ丘 1 丁目の斜面地①は、1978 年宮城県沖地震において大規模崩壊が生じた場所であるが、その時の地盤変状に比べれば、今回のそれは規模が小さい（写真 5.5.2.3-29, 30, 32）。また、丘陵の頂部付近③では、宅地盛土の変状によって、盛土擁壁の破壊（写真 5.5.2.3-31）、住宅基礎の損傷（写真 5.5.2.3-33～35）、盛土擁壁のはらみ出し（写真 5.5.2.3-36）などが生じた。



図 5.5.2.3-5 大きな被害の見られた範囲（宮城県白石市緑ヶ丘 1-2 丁目付近）



写真 5.5.2.3-29 緑ヶ丘 1 丁目の斜面地①および頂部に生じた地割れ（一部ブルーシート掛け）



写真 5.5.2.3-30 緑ヶ丘 1 丁目の斜面地①および頂部に生じた地割れ（一部ブルーシート掛け）



写真 5.5.2.3-31 写真 5.5.2.3-30 の住宅の盛土擁壁の破壊



写真 5.5.2.3-33 丘陵地の頂部付近③で宅地盛土の変状により被災した住宅



写真 5.5.2.3-35 写真 5.5.2.3-33 の住宅の基礎の損傷と盛土の変状



写真 5.5.2.3-32 斜面地②の滑動・地盤変状による道路の陥没



写真 5.5.2.3-34 写真 5.5.2.3-33 の住宅の基礎の損傷と盛土の変状



写真 5.5.2.3-36 写真 5.5.2.3-33 の住宅に隣接する盛土擁壁のはらみ出し

(f) 宮城県亶理郡山元町浅生原下宮前付近

この地域は、高台を開発して造成された宅地である。外観目視による踏査の結果、図 5.5.2.3-6 に示す赤破線でハッチした範囲において、高台の端部斜面の地すべり、およびそれに関連すると思われる地盤の変状が見られた(写真 5.5.2.3-37~42)。この地盤変状による住宅の被害は、写真 5.5.2.3-38~41 に示すごとく甚大で、数棟の住宅が斜面を滑り落ちかけている。一方で、地盤変状の見られない高台平地部の住宅の被害としては、振動によって、1 階の窓に取り付けられた障子が破れる程度であった(写真 5.5.2.3-43)。なお、この地域の陸前浜街道を隔てた北東側(海側)の地域では、津波によるとと思われる漂流物が地表面の広範囲に見られた(写真 5.5.2.3-44)。

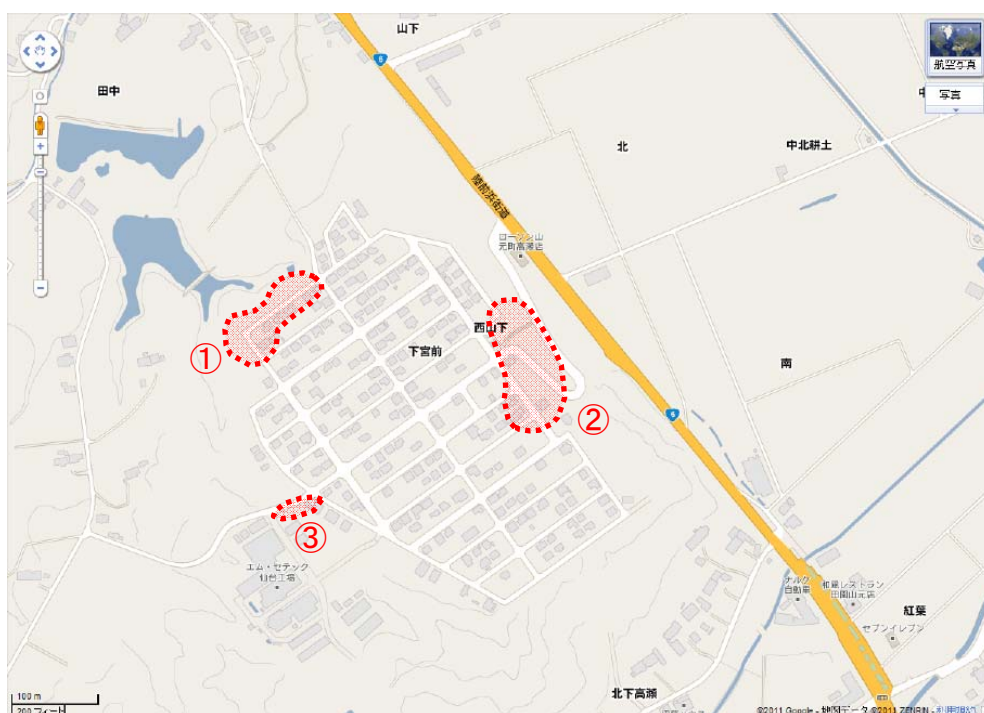


図 5.5.2.3-6 大きな被害の見られた範囲(宮城県亶理郡山元町浅生原下宮前付近)



写真 5.5.2.3-37 高台の端部斜面①の地すべり(ボーリング調査が行われている)



写真 5.5.2.3-38 写真 5.5.2.3-37 の地すべりに伴う地盤変状により被災した住宅



写真 5.5.2.3-39 高台の端部斜面①の地すべりによる盛土擁壁の破壊と住宅の傾斜



写真 5.5.2.3-40 写真 5.5.2.3-39 の盛土破壊（沈下）により露出した住宅基礎



写真 5.5.2.3-41 高台の端部斜面②の地すべりに関連すると思しき地盤変状による宅地被害



写真 5.5.2.3-42 地盤変状③により押し潰された道路の側溝



写真 5.5.2.3-43 高台平地部の住宅の被害（障子の破れ）



写真 5.5.2.3-44 陸前浜街道（手前の道路）を隔てて北東側（海側）の地域を高台より臨む

(g) 福島県福島市伏拝沼ノ上付近

この地域は、丘陵地を開発して造成された大規模宅地の一角にある。外観目視による踏査の結果、図 5.5.2.3-7 に示す赤破線でハッチした範囲において、丘陵の斜面地の地すべりによる地盤の変状が見られた（写真 5.5.2.3-45～49）。この地盤変状による住宅の被害は、写真 5.5.2.3-45～49 に示すごとく甚大で、多くの住宅が斜面を滑り落ちかけている。一方で、丘陵の頂部付近の住宅の被害としては、宅地盛土の若干の変状に伴う程度のものではあった（写真 5.5.2.3-50）。

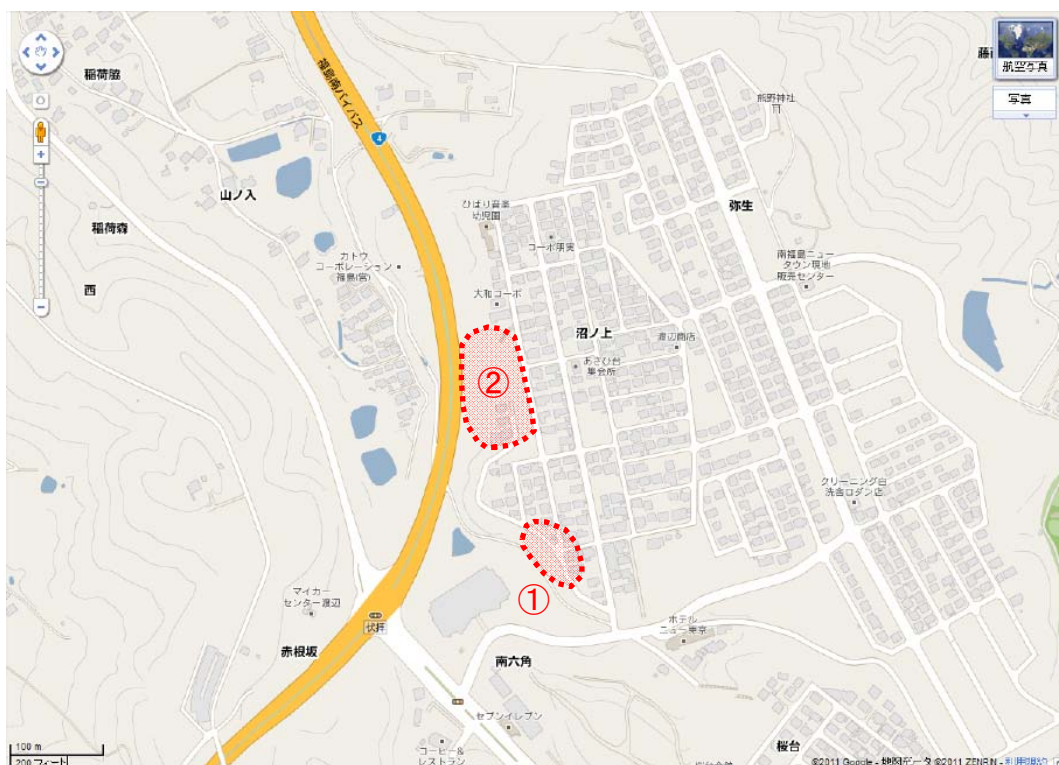


図 5.5.2.3-7 大きな被害の見られた範囲（福島県福島市伏拝沼ノ上付近）



写真 5.5.2.3-45 丘陵の南西側の斜面地①の地すべりとそれによる住宅の被害



写真 5.5.2.3-46 丘陵の南西側の斜面地①の地すべりと滑り落ちかけた住宅



写真 5.5.2.3-47 丘陵の西側の斜面地②の大規模地すべりの全景



写真 5.5.2.3-48 写真 5.5.2.3-47 の地すべりの頂部を臨む



写真 5.5.2.3-49 写真 5.5.2.3-47 の地すべりで滑り落ちかけた住宅



写真 5.5.2.3-50 丘陵の頂部付近の宅地盛土の変状による被害

(h) 栃木県矢板市中付近

この地域は、周辺の地形から推察するのは容易でないが、おそらく、平地から沼地にかけての一部を開発して造成された宅地と想像される。外観目視による踏査の結果、図 5.5.2.3-8 に示す赤破線でハッチした範囲において、宅地盛土の沼地側への滑動による地盤の変状が見られた(写真 5.5.2.3-51、53～56)。この地盤変状による住宅の被害は、写真 5.5.2.3-52～56 に示すごとく、他の(a)～(g)の地域に比べて、軽微であるように見えた。

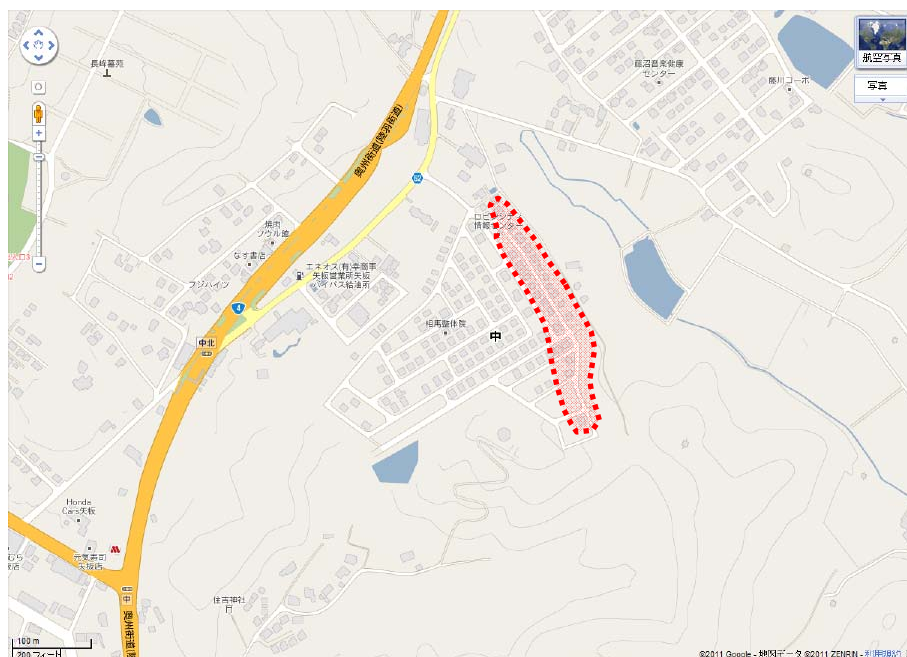


図 5.5.2.3-8 被害の見られた範囲 (栃木県矢板市中付近)



写真 5.5.2.3-52 写真 5.5.2.3-51 の住宅（沼地側（紙面の右側）に傾斜している）

写真 5.5.2.3-51 宅地盛土の沼地側（紙面の右側）への滑動による地盤の変状と、それに伴う擁壁の被害（ブルーシート掛け）



写真 5. 5. 2. 3-53 写真 5. 5. 2. 3-52 の住宅の地盤の変状



写真 5. 5. 2. 3-54 住宅に対する地盤の相対沈下



写真 5. 5. 2. 3-55 宅地地盤の変状による損傷



写真 5. 5. 2. 3-56 地割れの痕跡

5.5.3 まとめ

東北地方太平洋沖地震における宅地地盤及び基礎の被害に関して、液状化の被害（利根川流域及び東京湾岸区域）、造成宅地等の被害（宮城、福島、栃木）について、外観目視を中心とした調査を実施した。調査範囲の被害状況の概要は以下のとおりであった。

- ・ 液状化被害について：

利根川流域及び東京湾岸区域においては、液状化に伴う噴砂や地盤変状などの広域的な被害の発生を確認した。傾斜の大きな建築物も見られたが、その場合でも基礎部分に関しては、調査した範囲では外観上は基礎のひび割れ、亀裂等は見られなかった。

今回の地震において発生した広域的な被害（建築物（構造体）以外の道路や下水道などインフラ関連の被害も含む）に関しては、液状化メカニズムの検討（特に地震動の継続時間や液状化層の判定）が必要であると考えられる。また、液状化発生地域であっても極端に周囲と比べて被害の大小に差が生じた場合もあることから、個々の宅地における液状化判定や対策の選定手法についても、検討が必要である。

- ・ 宅地地盤被害について：

高台となる造成宅地（とくに辺縁部）を中心に、地盤の滑り出し等の変状を伴う大きな被害が見られた。また、過去に被害を生じた造成地で、再び変状が発生した地域も見られた。

大規模な被害を受けた宅地で、基礎下の地盤が崩落していた状態でも、基礎の一体性が確保されていたものがあり、地盤変状のメカニズムの検討以外に、被災地域における基礎仕様の実態についての調査が必要であると思われる。

参考文献

- 5.5-1 国土地理院、2万5千分の1旧版地形図（竜ヶ崎）、昭和34年1月30日
- 5.5-2 国土地理院、2万5千分の1旧版地形図（小林）、昭和34年1月30日
- 5.5-3 若松加寿江、日本の地盤液状化履歴図、東海大学出版会
- 5.5-4 国土地理院、2万5千分の1旧版地形図（潮来）、昭和46年6月30日
- 5.5-5 国土地理院、数値地図25000（土地条件）東日本（図名：潮来）、平成18年3月1日
- 5.5-6 国土地理院、2万5千分の1旧版地形図（佐原東部）、昭和48年11月30日
- 5.5-7 国土地理院、2万5千分の1旧版地形図（常陸鹿島）、昭和52年10月30日
- 5.5-8 浦安市史
- 5.5-9 神保廣光、木村孝範、宅地造成（臨海部）における地盤改良工法-浦安東地区、みなとみらい21地区-、土木技術、pp. 56、1994年4月

謝辞

本節中の以下の写真については、それぞれ調査同行者（所属：（一財）ベターリビング）の厚意により提供されたものです。ここに記して謝意を表します。

- ・ 久世直哉氏提供（†印）：写真 5.5.2.1-17, 20, 22, 23, 24, 25, 33, 34
- ・ 余川弘至氏提供（‡印）：写真 5.5.2.1-15, 16

