

7. 宅地地盤・基礎の調査と結果

7.1 被害の概要

7.1.1 被災地域における地盤及び基礎の概要

(1) 地盤概要

新潟平野の地盤概略分布を図 7.1 に示す¹⁾。①海岸線に沿って発達する砂丘群、②山地・丘陵部から平地部にかけての河川沿いの扇状地性堆積物（主体は砂牒層）、③これらの間に挟まれる氾濫原性堆積物、④三角州性堆積物に大別される。平野の東側（山側）は、朝日連峰、飯豊連峰、越後山地が、標高 1,000m～2,000m の高度で主山稜を形成して北北東—南南西方向に連なり、平野に接する部分には、魚沼丘陵などが前山として主山稜に平行に連なっている。これらの平野に面する山麓線の方法は、いずれも北北東—南南西の直線上で、周辺山地の褶曲運動が同方向の軸線を有することから、構造運動を反映したものである。この構造運動は、堆積盆地としての信濃川沿いの平野を形成する要因となっている。今回の新潟県中越地震では、図 7.1 の長岡地域から信濃川沿い上流の堆積盆地、魚沼丘陵などに広範囲に被害が発生している。

長岡地域の地盤区分概略を図 7.2 に、図 7.2 中の A-A' 断面における地盤構成概略を図 7.3 に示す¹⁾。

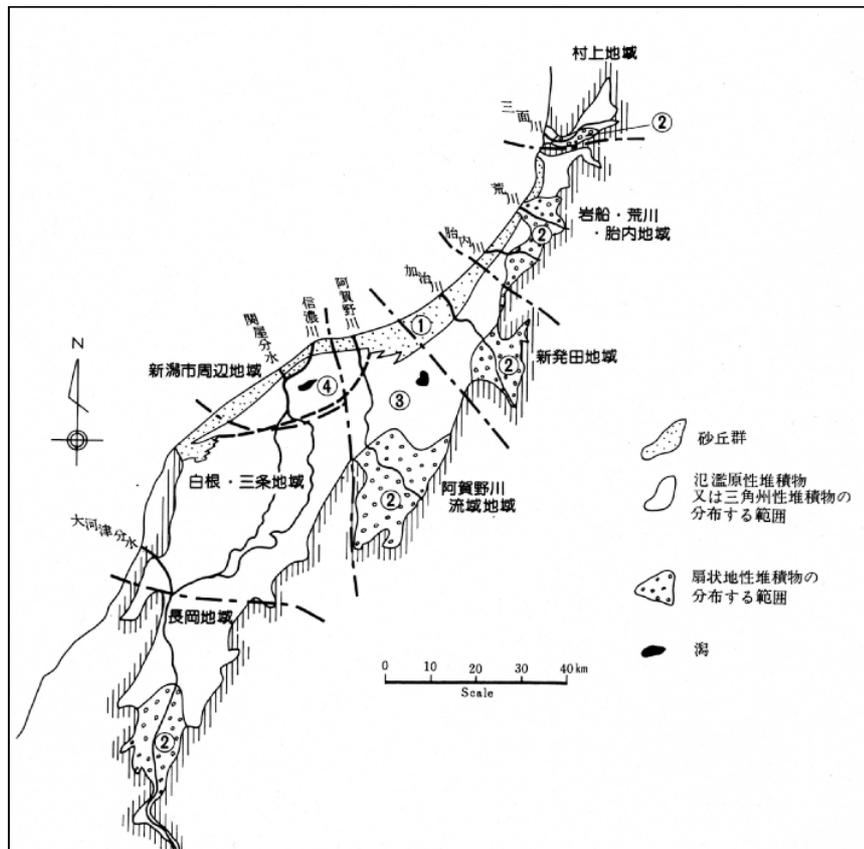


図 7.1 新潟平野の地盤概略¹⁾

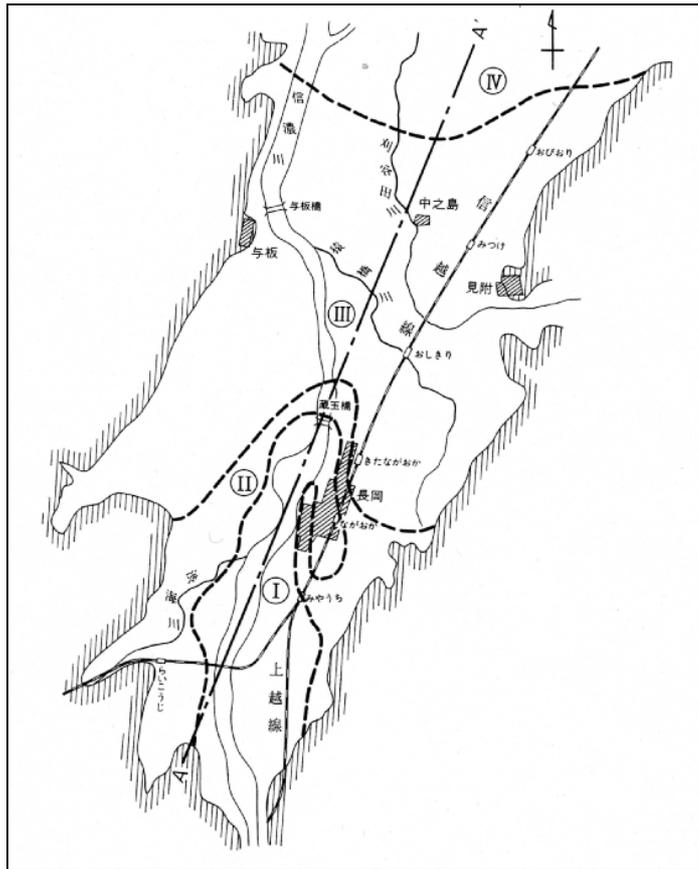


図 7.2 長岡地域の地盤区分概略¹⁾

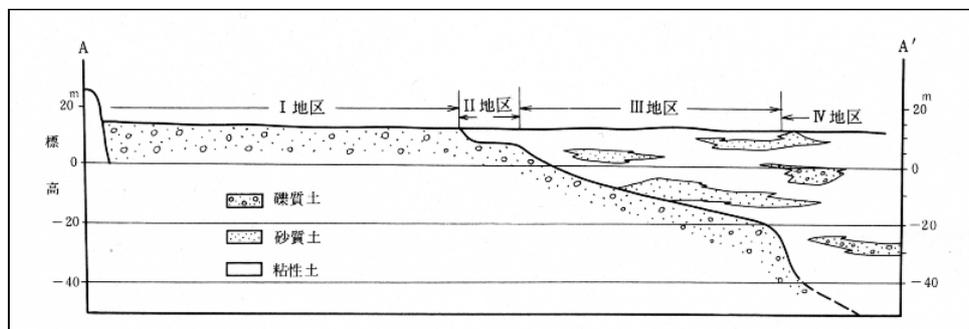


図 7.3 長岡地域の地盤構成概略 (A-A'断面)¹⁾

長岡市街地から信濃川沿いの上流域一帯は地表部より砂礫層が分布し、最も新しい扇状地性の堆積物に覆われている (I 地区)。この周辺では深度 5m 付近までは粘性土や砂質土に覆われてはいるが、下部には砂礫層が分布している (II 地区)。さらに周辺地域ではしだいに砂礫層の分布深度が深くなる (III 地区)。ただし III 地区でも、部分的に砂礫層が分布する箇所もある。

なお、今回の基礎・地盤の被災調査地点の近傍におけるボーリング柱状図¹⁾を図 7.4 にまとめて示している。

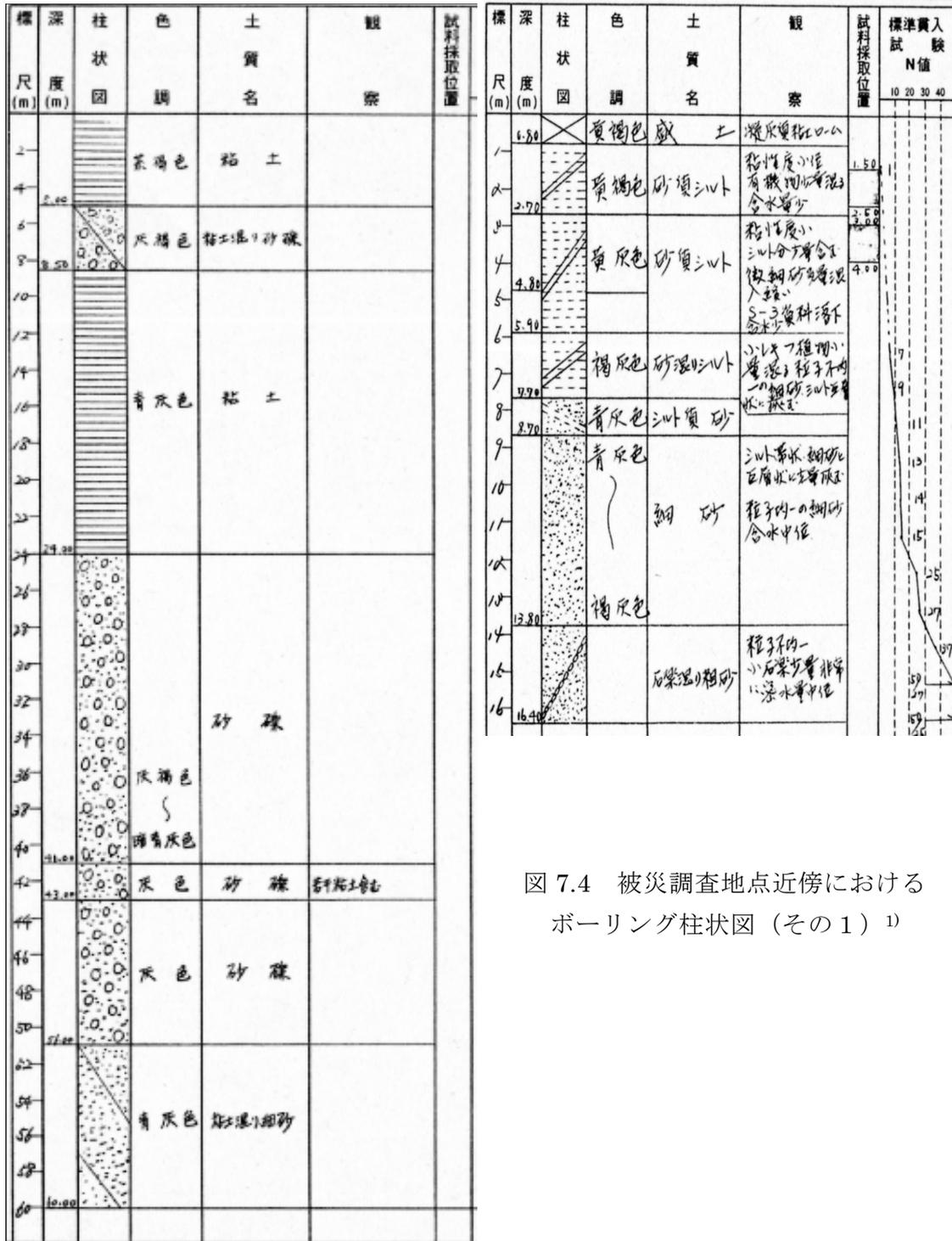
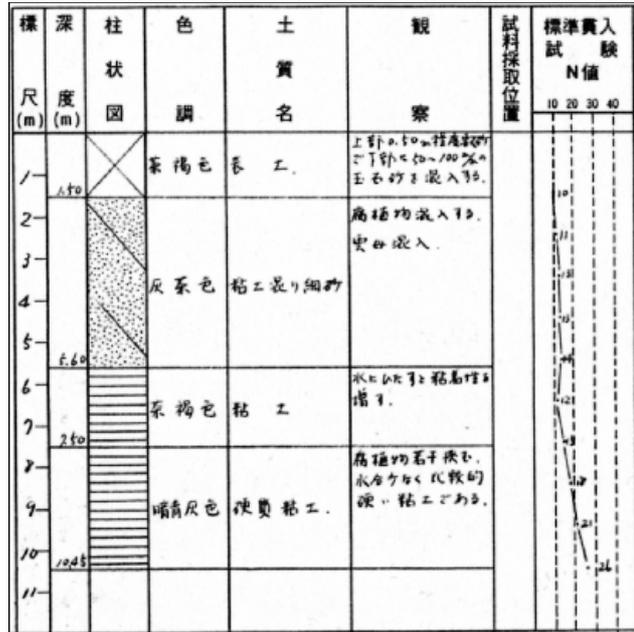
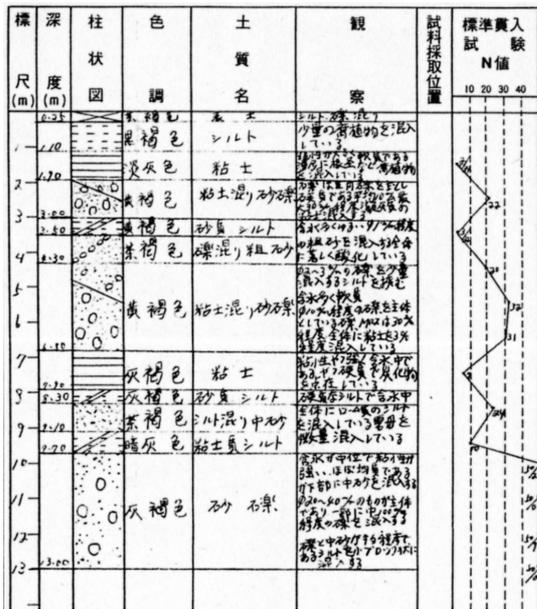


図 7.4 被災調査地点近傍におけるボーリング柱状図 (その1) 1)



川口町西倉

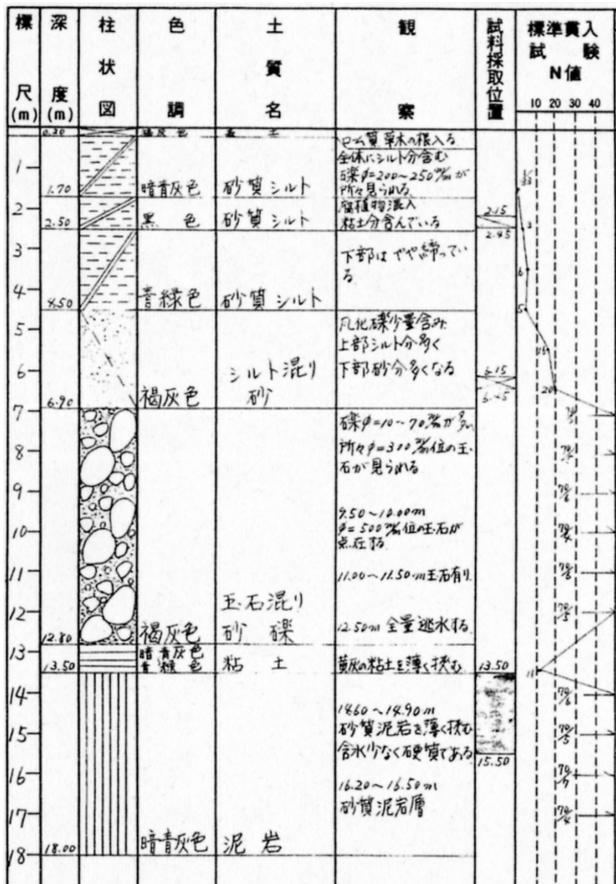


図 7.4 被災調査地点近傍におけるボーリング柱状図 (その2) ①

(2) 基礎の特徴

基礎に構造的な被害が生じたり、不同沈下や傾斜が発生した建築物の多くは、木造等の戸建住宅である。被災地域における戸建住宅の基礎形式としては、束立て、ろうそく基礎、ブロック基礎、無筋コンクリート基礎など、古いタイプの基礎形式も少なくない。川口町役場付近で基礎に被害が生じた住宅の多くは、このような基礎形式である(写真 7.1)。

建物外周をブロックや無筋コンクリートの布基礎とし、内部の床下部分には高さ 0.8～1.80m 程度の収容スペースを設け、柱の下には高い束を設けたり、ろうそく基礎を採用している場合も数多く認められた。ろうそく基礎とは、地盤を掘削して柱状の切り石や杭(蠟燭石という)を設置し周辺を割栗などで充填する伝統的な基礎形式のことをいうが、大きな束など用いる基礎の意味として用いられることもある。

束や支柱には、断面が矩形のコンクリートや既製コンクリート製品であるヒューム管もしくは鉄筋コンクリート杭(径 200～300mm)や木が用いられているだけでなく、単に通常のブロック塀に利用するようなコンクリートブロックを縦に積み重ねたものもある。1m 以上の壁状のブロックで土台を支えていた場合もあった。束等の設置に関して、居住者へ聞き取り調査したところ、住宅建設時には極く一部であったが、安全のため居住者自ら追加して設置している場合も少なくないようである。

また、最近の戸建住宅の基礎は、積雪などの関係から 1 階を駐車場や倉庫代わりとした高床式の鉄筋コンクリート造の基礎としている場合も多いようである(写真 7.2)。

戸建住宅以外の一般建築物に関しては、中低層の鉄筋コンクリート造の公共建築物や共同住宅などがあり、このような場合は杭基礎を採用している場合もあると考えられるが、建設年度が古いものも少なくないため、杭の耐震設計がなされていないケースも多いと考えられる。なお、杭の耐震設計が一般になされるようになったのは、基礎の一次設計の通達が出された 1984 年以降である。



(a)ブロック基礎



(b)束基礎



(c)床下の高い支柱・束（ろうそく基礎と呼ぶこともある） (d)無筋コンクリート

写真 7.1 被災地における古い住宅の基礎形式

(建物外周にブロック基礎を設置し、内部に高い束など設けていることが多い)



写真 7.2 被災地に多い高床式の鉄筋コンクリート造の基礎

7.1.2 宅地地盤の被害概要

新潟県中越地震では、斜面地における地すべりや崖くずれが多発し、宅地及び宅地上の住宅に被害が生じている。斜面崩壊に伴う地割れが宅地内や住宅にまで到達して住宅が引き裂かれたケースや建物直下の地盤が崩れかけているケースなども少なくない(写真7.3)。被害の原因としては、過大な地震動、土壌雨量の影響なども考えられる。



写真7.3 宅地地盤の被害（地すべり、崖くずれ、地割れなどのよる被害）

上3段目は、緩斜面での地盤変動によって幅約1.5m程度の横ずれと約1m程度の地盤の沈みこみが生じ、上部構造が崩壊した例

なお、図 7.5 に、山古志村を中心とした地域における地すべりや斜面崩壊等の状況²⁾を示しており、被害が広範囲にわたって発生していることがわかる。

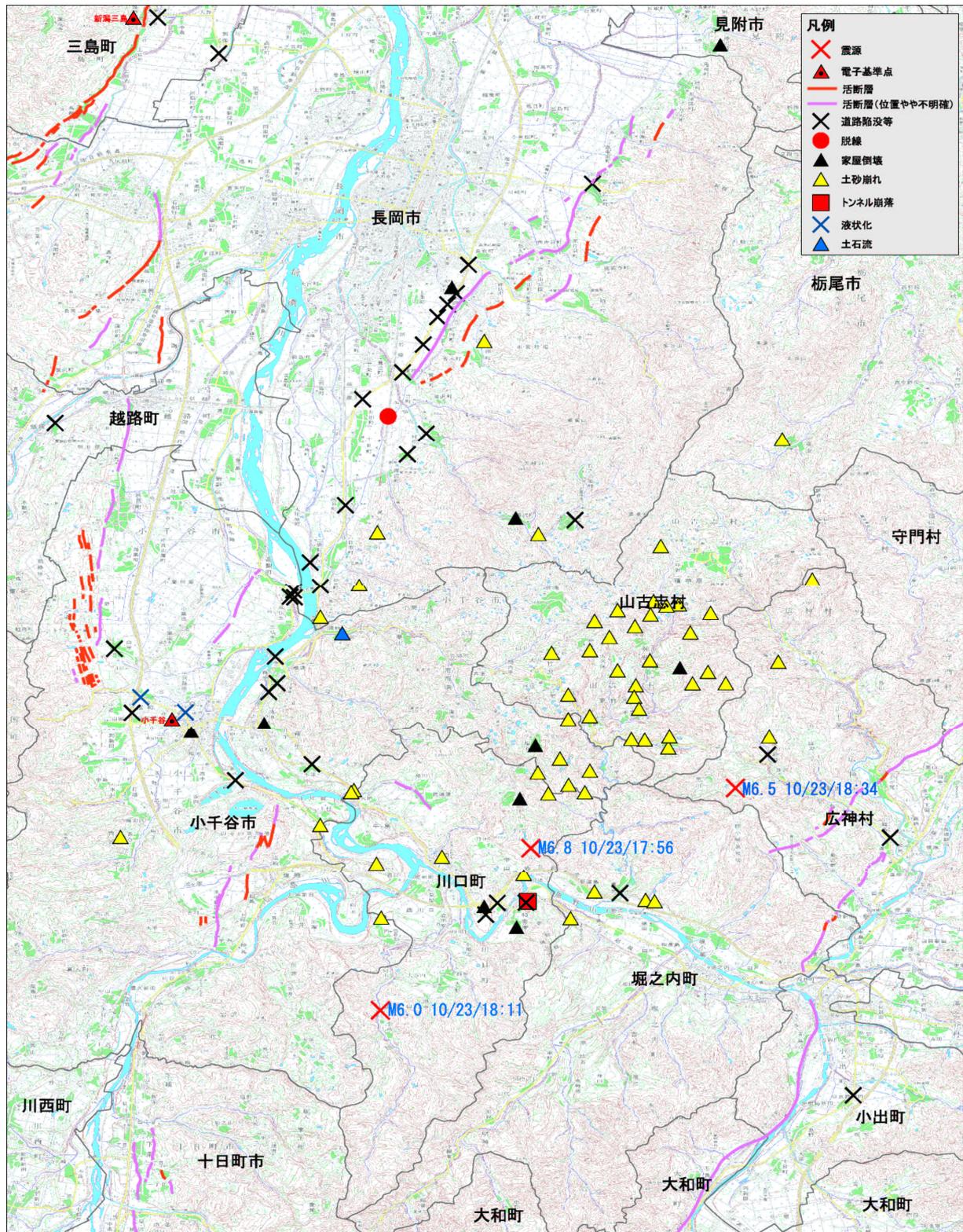


図 7.5 地すべり、崩壊分布図²⁾

宅地の被害に関しては、国土交通省都市・整備局都市計画課の指導のもとで宅地の危険度判定がなされ、(独)建築研究所もこの危険度判定に協力し、判定等の指導を行った。表 7.1 には、この危険度判定の概要を示す。なお、被災宅地の危険度判定における調査シートは付録 7.1 に示している。この調査における調査対象や評価区分の概要を表 7.2 に示しているが、調査シートには表中の被害毎に評価方法が細かく示されている。この判定では、擁壁と宅盤（宅地地盤、のり面・自然斜面）に分けて扱っているところに特徴がある。また、それぞれの評価項目ごとに点数で評価して累加した総点数で評価することにしており、小被害（1～3 点、当面は防災上問題なし）、中被害（4～6 点、制限付き立入）、大被害（8～10 点、危険・立入禁止など）に分けられている。なお、宅地の被災状況は、建築物と異なり、当該宅地上の擁壁だけでなく、周辺の地形や地割れ、段差等の関係なども重要なので被災状況のスケッチを併せて行うことになっている。

危険度判定の調査宅地は、全体で3,329(11月20現在)宅地であり、このうち危険が519宅地(16%)、要注意が361宅地(11%)となっている。現在、この危険及び要注意の約900宅地に関しては、(独)都市再生機構による詳細な調査がなされており、宅地の復旧方法などについても検討が進められている。また、被災自治体において基礎・地盤関連の問い合わせに対応可能な職員が不足又は不在であるといった状況から、新潟県土木部都市局都市政策課の要請によって国土交通省都市・地域整備局都市計画課が(社)宅地擁壁協会に支援を依頼し、同協会北陸支部が被災地において宅地被害の相談窓口を設置した(11/8～11/30)。具体的には自治体(長岡市、小千谷市、十日町市)に協会の会員が常駐し、相談者からのヒアリングを元に修復・復旧の方法、適切な業界団体や行政窓口の紹介などについてアドバイスを行った。ただし、現地調査は行わないことから、最終的な被災度の判定などは行っていない。11月22日現在で141件(長岡104件、小千谷27件、十日町10件)の相談があったが、内容としては住宅周辺の擁壁や土留めに関するものが半数以上と最も多く、その他液状化に関連する相談も1/5程度であった。また、141件のうち、擁壁の被害に直接関わっているとみられるものが約50件あるが、石積み擁壁約20件、ブロック擁壁約20件(主に空積み)で両者を合わせると約8割に達しており、これらの擁壁に被害が多いことが伺える。

なお、写真 7.4 には、宅地の危険度判定結果の例を示しているが、被害の概要や判定の理由等(例えば、裏山の崖くずれ、地割れ、擁壁の崩壊など)が簡潔に記載されている。

上記の宅地の危険度判定の対象となった約 3,300 宅地は、地すべりや崖くずれなど比較的規模の大きい地盤災害が生じた地域・集落や被災地における規模の大きい団地が多いと考えられるが、それ以外の地域でも液状化や個々の宅地地盤の被害が数多く認められている。液状化に関しては、柏崎市・刈羽村周辺のほか、見附市南本町付近、長岡市(長岡ニュータウンほか)などでも発生している。見附市南本町周辺は、本年7月の水害を受けた地域でもあり、水害に加えて今回の液状化被害を受けた住宅もある。なお、液状化は、飽和した砂層が厚く堆積している自然地盤だけでなく、地下埋設物のための埋め戻し部分など局部的に緩い砂が存在している地点でも発生しており、マンホール等の浮き上がりが随所に認められている(写真-7.5 参照)。

そのほか、長岡市周辺など、個々の宅地や比較的規模の小さい数棟の造成宅でも、敷地及

び擁壁の変状に伴って住宅の沈下障害などが数多く発生している。

表 7.1 被災宅地危険度判結果（11月20日現在）

国土交通省都市・整備局都市計画課調べ（単位：件、%）又は（単位：箇所、%）

判定実施市町村	被災宅地危険度判定件数						
	計	判定内訳					
		赤(危険)判定	黄(要注意)判定	青(調査済)判定	青(調査済)判定	青(調査済)判定	青(調査済)判定
1 長岡市	1,599	96	6%	81	5%	1,422	89%
2 小千谷市	226	135	60%	48	21%	43	19%
3 十日町市	405	21	5%	15	4%	369	91%
4 見附市	152	25	16%	9	6%	118	78%
5 三島町	22	17	77%	1	5%	4	18%
6 川口町	392	103	26%	95	24%	194	49%
7 旧堀之内町	63	22	35%	12	19%	29	46%
8 旧小出町	73	11	15%	19	26%	43	59%
9 刈羽村	56	6	11%	18	32%	32	57%
10 西山町	25	3	12%	3	12%	19	76%
11 旧守門村	164	26	16%	23	14%	115	70%
12 越路町	126	45	36%	25	20%	56	44%
13 旧入広瀬村	10	4	40%	4	40%	2	20%
14 小国町	16	5	31%	8	50%	3	19%
合計	3,329	519	16%	361	11%	2,449	74%

※ 1. 各判定実施市町村に占める赤、黄、青判定の割合は、四捨五入の関係で100%にならない場合がある。

2. 各判定実施市町村に「旧」とある箇所は、11/1の市町村合併により「魚沼市」となった市町村である。

表 7.2 宅地の危険度判定における評価対象と評価項目

区分	擁壁	宅地地盤	のり面・自然斜面
評価対象・評価項目	クラック	クラック	クラック
	水平移動	陥没	ハラミ
	不同沈下	沈下	盤ぶくれ
	目地の開き	段差	ガリー侵食
	ハラミ	隆起	滑落
	傾斜	—	崩壊
	倒壊	—	のり面保護工変状
	擁壁の折損	—	排水施設の変状
	崩壊	—	—
	張出し床板付擁壁の支柱の損傷	—	—
	空石積擁壁の崩壊・崩落	—	—
	排水施設の変状	—	—



写真 7.4 宅地の応急危険度判定の結果

(右写真：建築物(左)と宅地(右)の両方の危険度判定の結果が張られている場合もある)



写真 7.5 液状化によるマンホールの浮き上がり

7.1.3 基礎の被害概要

基礎の被害は、戸建住宅などの小規模建築物の沈下・傾斜と基礎の破壊が主である。また、それらの被害の多くは、現在の一般的な鉄筋コンクリート造ではない、束基礎やブロック基礎、無筋コンクリート造である(写真7.6)。

古い住宅では、基礎が建物外周のみに設置し、内部に高い束や支柱を配置している場合も少なくないが、この高い束が倒れて床が大きく落ち込んでいる場合もあった。高床式の鉄筋コンクリート造の基礎を設置している住宅では、基礎の剛性が大きいため、基礎が破壊している例は、地すべりなどの地盤災害などを除くと、今回調査した範囲では認められなかった。比較的最近に建設された一体の鉄筋コンクリート造の基礎に関しては、コーナー部のコンクリートに被害が生じていた例がいくつか認められた。かぶり厚不足と見られるものや鉄筋の継手部における被害もあった。これらの被害に関しては、コンクリート中に埋め込んだアンカーボルトに作用する引抜き力や水平力(せん断力)が原因と考えられる。



写真 7.6 戸建住宅の基礎の被害状況

上段：ブロック基礎、束基礎、 中段・下段：鉄筋コンクリートの基礎

7.2 被害の特徴

7.2.1 被害調査結果

基礎及び周囲地盤に起因する建築物の被災状況の概要の把握のために4回の現地被災調査を実施した。調査対象とした地域は、地震直後の概要調査、応急危険度判定結果、被災宅地危険度判定結果及び他の期間における調査等を元に選定した。その概要は、それぞれ下記の通りである。

■出張者（○はグループリーダー）

国総研：飯場正紀

建 研：○田村昌仁、井上波彦

■調査地区

1. 長岡市（悠久町、西片貝町、中沢町、高町）
2. 見附市南本町
3. 川口町（中央部、西倉地区）
4. 十日町市（新座地区）
5. その他（柏崎市、刈羽村など）

(1) 長岡市悠久町

長岡市悠久町は、悠久山（丘陵）を中心に広がる住宅地である。ここでは7.1.2項でも指摘したような比較的規模の大きい盛土部分の地すべりに起因する被害が生じていた。斜面の頂部には古くからの農道及び水路が存在していたがこれらに移動その他の変状は見られず、被害の原因としては盛土部分の安定性にあると考えられる。現在も残っている水路を中心に基礎の立上り部分のひび割れ・破壊や上部構造のずれ、傾斜等の被害が多く認められた。

また、聞き取り調査から判断すると、特に被害の大きな部分に接近する形で斜面上の住宅が建設されたようであり、斜面全体としての安定性が十分でなかったと考えられる。特に、当該地域は、過去には沢地や谷であったことが確認されており、このような斜面地での住宅及び宅地擁壁の建設に際しては、当該宅地だけでなく敷地周辺の荷重・外力の変化についても適切に考慮することが重要と考えられる。

写真7.7は、斜面上部の住宅の被害状況であるが、水平方向に約1.5m、鉛直方向に約0.5mの地盤変位が生じて住宅が落ち込み、斜面下方側の裏庭のコンクリート擁壁が50cm以上大きく裂かれて、土砂が下方に押し出されていた。

図7.7、写真7.8、写真7.9は、斜面下方の住宅等の被害状況であるが、地すべり等にもなって下方の住宅が押し上げられ、布基礎（無筋もしくは鉄筋量の少ない有筋）が50cm以上大きくゆがみ、数カ所で圧壊していた。



写真 7.7 斜面上部の住宅（A邸）の被害状況

左：住宅周辺の地盤変位、中：住宅の被害状況、右：斜面下方側にある裏庭の擁壁の破壊

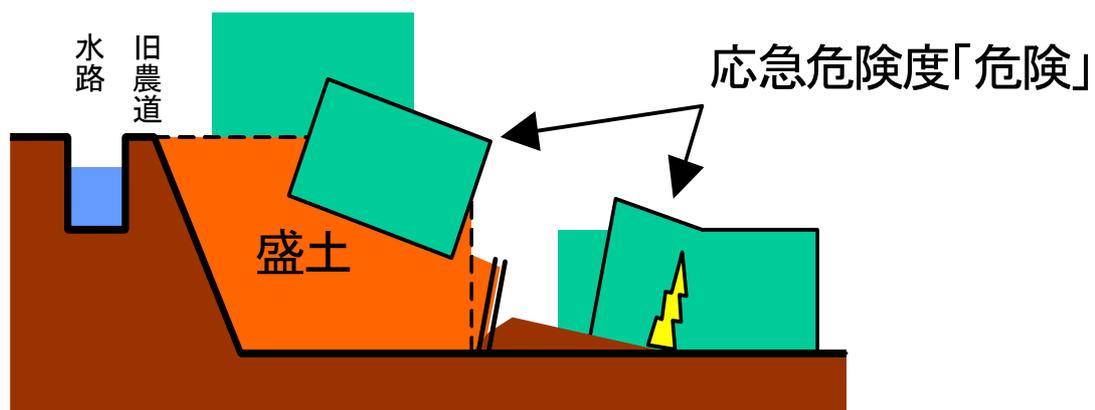


図 7.7 斜面被害の概要



写真 7.8 斜面下部の住宅（B邸）の被害状況
下段左：布基礎の圧壊



写真 7.9 周囲建築物（C邸）の沈下被害の例

(2) 長岡市西片貝町

長岡市西片貝町の学校の敷地に地盤被害が生じており、調査を行った。敷地南側には擁壁があり、円弧滑りと思われる滑り出しで広い範囲で地盤の沈下が生じていた。そのため、擁壁上部に位置するグラウンドの土を移動させることで荷重の低減を図る工事が行われていた。校舎には傾斜等の被害が生じていた。写真 7.10(右図)は校舎に付属する鉄筋コンクリート造の階段であり、校舎との間に水平方向 1.5m、鉛直方向 1m 程度の間隙を生じていた。それ以外にも擁壁の下方の教員用宿舎の傾斜が大きく、現在は使用していないとのことであった。また高専入り口付近の小規模の鉄筋コンクリート造建築物(警備員詰め所)で地盤変状による傾斜被害(道路方向 1/14、擁壁方向 1/12.5 程度)が生じていた(写真 7.11)。



写真 7.10 校舎周辺の地盤の移動



(a) 教員用官舎



(b) 警備員詰め所

写真 7.11 地盤の変位・移動に伴う建築物の傾斜

(3) 長岡市

D建物（2階建て、5間×7間程度）では、1階床面の中央が地盤の隆起等によって持ち上げられひび割れたため、床の補修工事がなされていた（写真 7.12）。床面の隆起高さは、7cm から 10cm であった。居住者に聞き取り調査したところ、当該建物は建物外周に設置された杭で支持されていたため外周部は隆起の影響を受けず、建物内部のみが持ち上げられたとのことであった。1階の柱にも傾斜は見られず、基本的に上部構造の躯体はほぼ無被害と考えられる。



(a) 建物概要



(b) 建物周辺の地盤返状

ブロック塀が大きく傾き、取り壊されている



(c) 床下の地盤面の地割れ



(d) 1F床面の隆起状況

写真 7.12 D建物の被害状況

(4) 長岡市高町

長岡市高町（高町団地）の被害については、7.2.2 広域地盤災害の項を参照のこと。

(5) 見附市南本町

見附市南本町の被害については、7.2.3 液状化の被害の項を参照のこと。

(6) 川口町役場周辺

無筋コンクリート造あるいは無筋コンクリートブロックを用いた基礎の被害事例が多く見られた。昭和 39 年に建設された木造 2 階の建築物（E 邸）の基礎が大破していた（写真 7.13）。基礎外周はブロック積（地上 2・3 段）であり、内部は高さ 1m 弱の木やコンクリートの支柱（束）で支えられていた。このような基礎をろうそく基礎と称することもあるが、この種の古い木造住宅は川口町では数多く認められた。また、この住宅と道路を挟んだ向い側にも同様な木造住宅（F 邸）があったが、同様にブロック基礎が破壊して住宅が崩壊寸前の状態であった（写真 7.14）。地下は倉庫状の空間（高さ約 1.4m）となっており、内部には 10 本の支柱が設けられていた。両方の住宅とも、住宅の土台から上が最大 30cm 程度ずれたため、これらの支柱が大きく傾いており危険な状態であった。

そのほか、ブロック基礎の上部の土台が基礎と大きくずれた場合や無筋コンクリートの基礎の被害も数多く認められた（写真 7.15）。

全体的には建物内部の壁や梁の配置が不適切で、ブロック基礎を採用している建物ほど基礎の被害が顕著で土台から上の建物が大きく傾斜・破損していることがわかった。ただし、平家建てで軽微な倉庫のような場合には被害が少ないものも認められた。居住者から聞き取り調査したところ、周辺一帯には国道沿いの水田を埋め立て造成した宅地が多いことがわかった。無筋の基礎は傾斜・沈下に対しても極めて脆弱であり、被害が拡大したことが予想される。



(a) 全景 (赤紙)



(b) 基礎被害 (外周CB)



(c) 基礎被害 (内部)

写真 7.13 E 邸被害状況

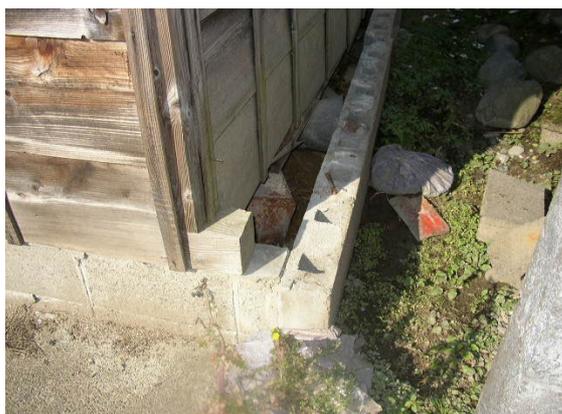


(a) 全景



(b) 基礎被害

写真 7.14 F 邸被害状況



(a) 基礎と上部構造とのずれ



(b) 無筋コンクリート基礎の破損

写真 7.15 その他の被害

(7) 川口町西倉地区

西倉地区は高速道路（関越自動車道）の高架の足元に位置する小集落である。背面には擁壁、前面には河川を有し、道路面から下り勾配の緩やかな斜面上（道路際は急勾配の場合もある）に位置しており、道路や斜面の陥没や沈み込みに伴って全体的または部分的に横に押し出された状況にあると判断される。なお、宅地の危険度判定において、危険または要注意と判断された宅地が 10 棟程度存在していた。

これらの地区における代表的な被害例としては、写真 7.16 のような道路際の構造物を支える L 型プレキャスト擁壁の転倒や沈下等の移動とそれに伴う基礎等の部分的な沈下や損傷、写真 7.17（左図）のような高さ 1m 程度の石積み擁壁（上部 50cm が石、下部が無筋コンクリート）の部分的な崩壊による建物の傾斜があげられる。

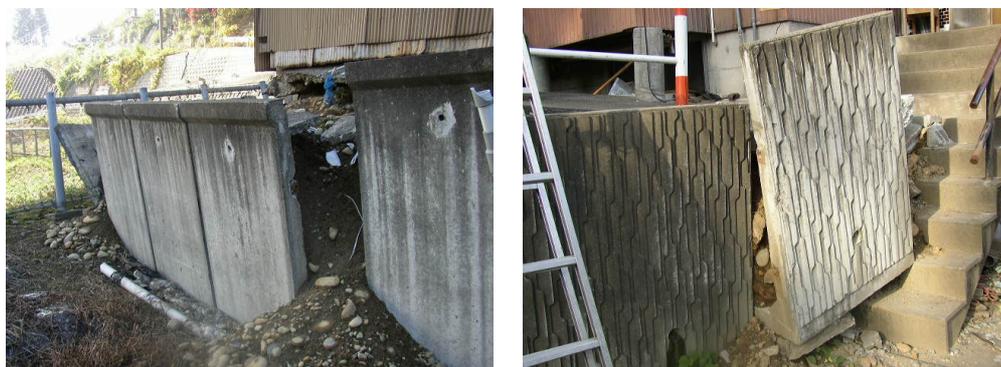


写真 7.16 プレキャスト擁壁の移動とそれに伴う被害



写真 7.17 石積み擁壁・土留めや基礎の被害

左：居住者自身が崩れた石を積み直し応急処理を施した例

上記のほか、河川敷の畑に面する建築物で、擁壁で支えられた宅地上の横ずれ・移動に伴う住宅の崩壊などが認められた。写真 7.18 は被害住宅で、外周は高さ 1.3m、幅 12cm の鉄筋コンクリート造の高基礎であったが、地盤の移動方向に平行な基礎が両端ともサッシ等で分離され、一体性が損なわれている箇所が 30cm 程度ずれが生じており、このずれによって上部構造が大きくゆがんでいた（写真 7.19）。なお、この住宅の内部には、ヒューム管や木が支柱や束として多数配されていたが、大きく傾いていることが確認できた。



写真 7.18 被害住宅（外観）及び1階床面に生じたずれ（約 15cm）



写真 7.19 高基礎の全高にわたり設けられたサッシ及び周辺の段差

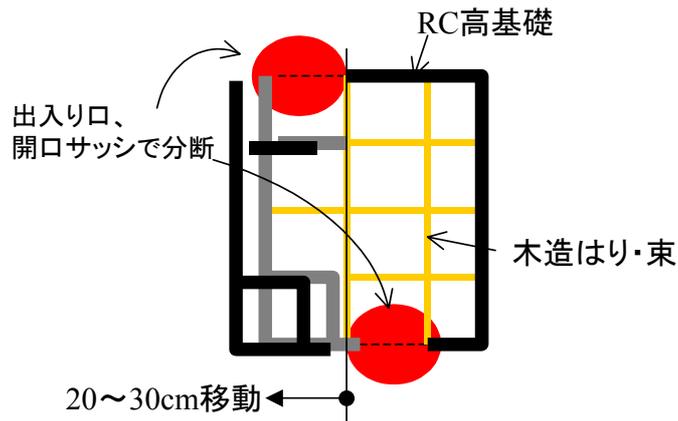


図 7.8 基礎（高基礎）被害の概要

(8) 十日町市新座地区

十日町市新座地区では、増し積みやそれに相当する建築物の建設に起因すると見られる擁壁の被害、コーナー部を中心とした擁壁のはらみ出し等の被害が散見された。これは他の地区でも同様であり、過去の大地震における傾向とも同様である。当該地区以外についても一般に古い宅地擁壁は多くの場合、建築確認の対象とはされておらず、耐震性能を含めた構造安全性の確認が行われていない状況にあると考えられる。

G邸では擁壁の被害にともない敷地地盤の流動・沈下が認められた（写真 7.20）。当該建築物は約 2m の鉄筋コンクリート造の高基礎を有する形式であり上部構造の被害は軽微と思われるが、1 度程度の傾斜が発生していた。また、隣接する住宅では擁壁側の基礎（無筋）立上り部分の破壊が見られた。擁壁の被害は、敷地地盤以外に擁壁下部の道路や建築物に与える影響が大きく、それによって宅地の危険度判定において危険とされた住宅が多かった(図 7.9、写真 7.21)。



(a) 擁壁被害

(b) 高基礎部ひび割れ

(c) 沈下（約 2cm）状況

写真 7.20 G邸被害状況

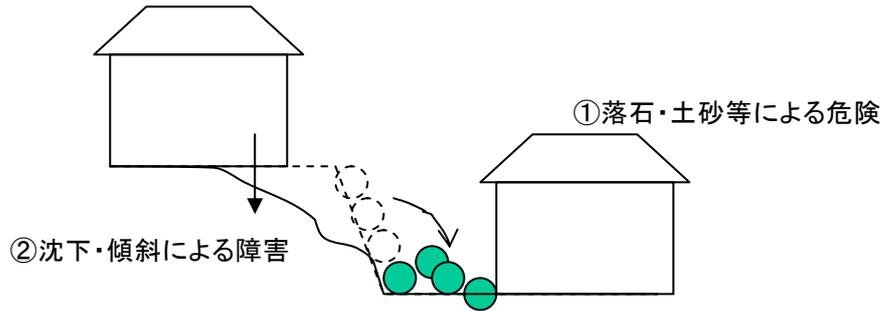


図 7.9 擁壁の崩壊に伴う危険の例



写真 7.21 増積み擁壁等の被害

(9) その他（刈羽村、柏崎市）

柏崎市、刈羽村では液状化等により被災した住宅の被害状況を調査した(写真 7.22)。刈羽村では、液状化により大きく傾いた鉄骨造 3 階の建築物（築約 27 年）が認められ、最大 30cm の不同沈下が発生していた。柏崎市においては、築約 25 年程度経過した木造住宅が 1/20 以上傾斜し、無筋と考えられる基礎が破壊していた。



写真 7.22 液状化等による建築物の被害

左：最大約 30cm 不同沈下が生じた建築物 中、右：1/20 以上傾斜して大破した布基礎

7.2.2 広域地盤災害

長岡市の高町団地及び悠久町では、地すべりなどの比較的規模の大きい地盤災害が生じた。ここでは、これらの地域における被害の特徴を示す。

写真 7.23 に高町団地の被害状況を、図 7.10 に高町団地の被害概要を示す³⁾。大きな崩壊が5カ所見られる。図 7.11 に高町団地の土地条件図による地形分類を示す⁴⁾。団地南西部高町4丁目の3カ所の崩壊カ所は、土地条件図の谷型緩斜面に対応しており、斜面や谷を埋めた盛土部やその周辺が崩壊したものと考えられる。団地の外周部の地すべり等が生じた敷地で現地調査を実施したが、盛土だけでなく起伏のある部分を造成した盛土周辺の地山(あるいは古い盛土)と思われる部分ですべりが生じたと考えられる地点もあった。地山と盛土との区別は、専門家でも見解に相違があることも少なくないので、詳細な調査が今後必要と思われる。写真 7.24 には団地外周道路より外側に位置する住宅敷地で生じた地盤変状の状況を示す。なお、古地図などからみた当該地区の変遷を図 7.12 に示す⁵⁾。



写真 7.23 高町団地の被害状況

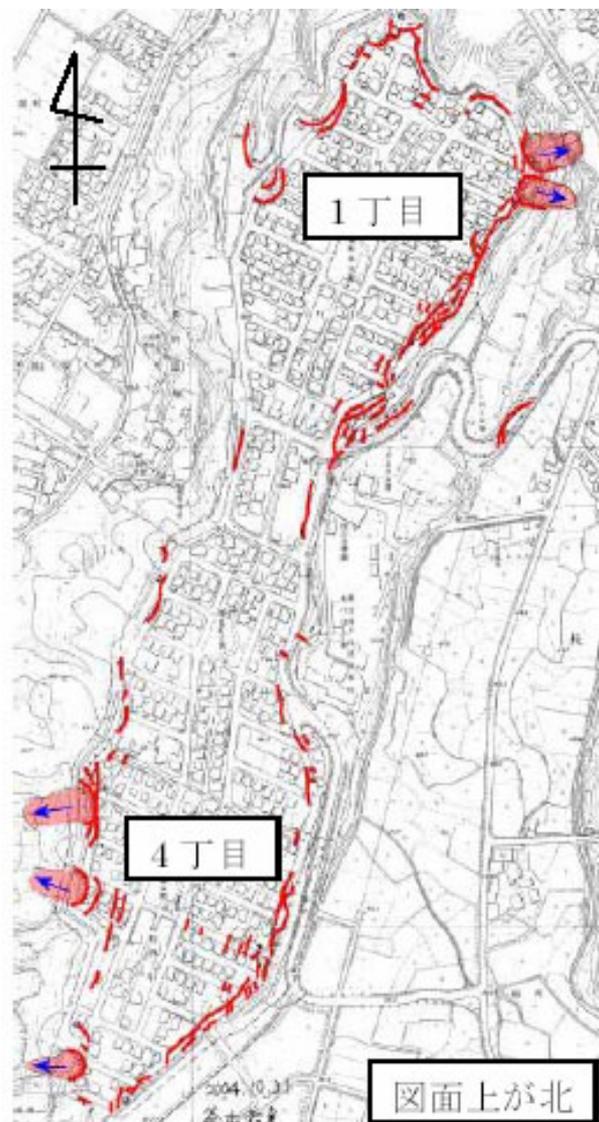


図 7.10 高町団地の被害概要³⁾



写真 7.24 高町団地外周道路より外側の住宅敷地における地盤変状の例

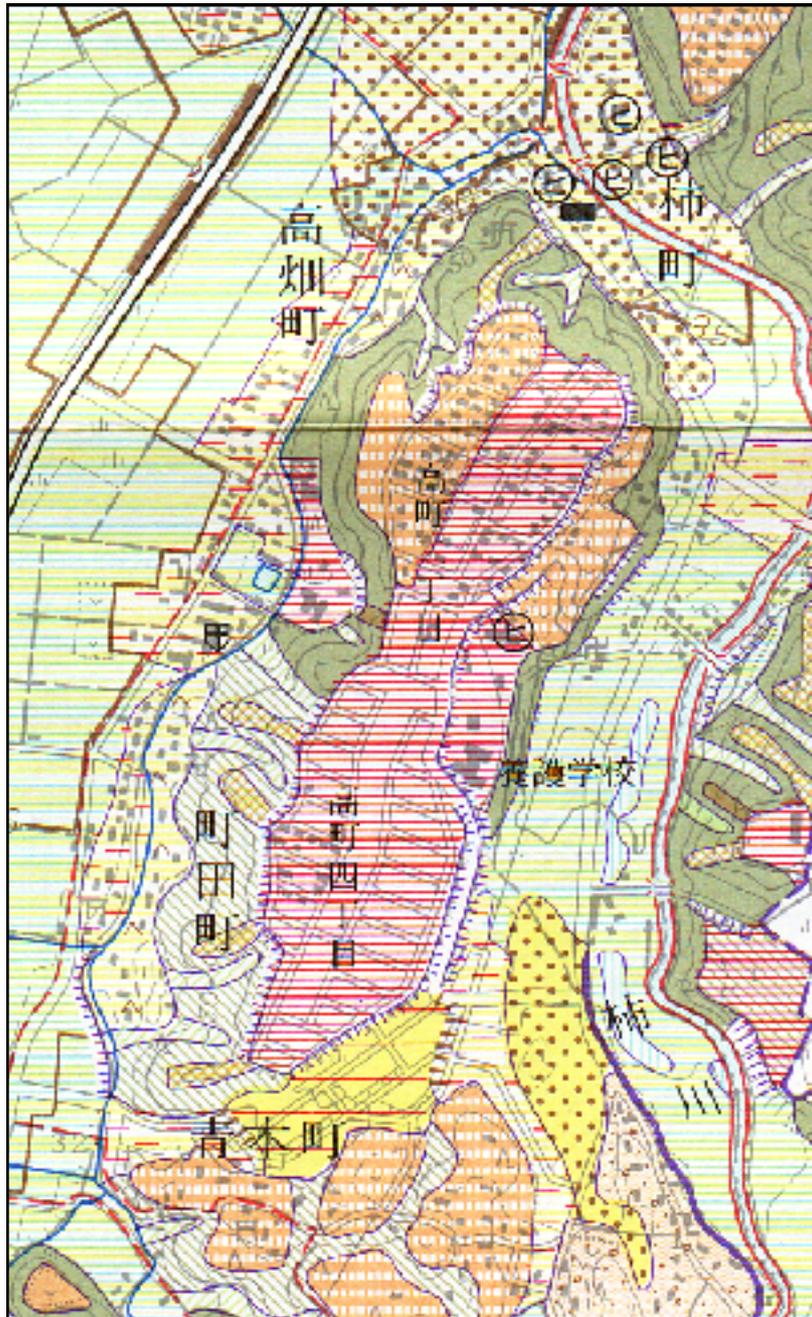
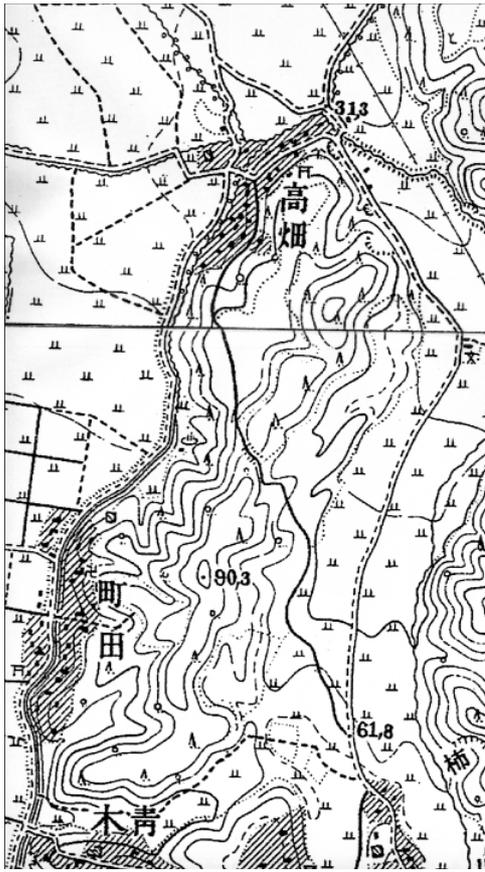


図 7.11 土地条件図⁴⁾ (高町団地)

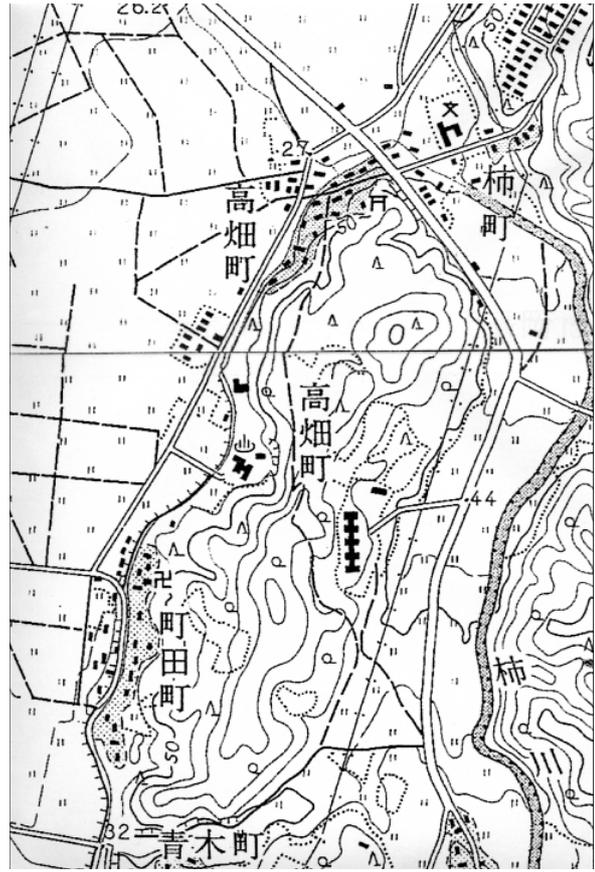
斜面		尾根型	谷型	直線型 その他
緩	斜			
急	斜			
極急	斜			

主要分水界		谷底平野・氾濫平野	
脊尾根		低地	
崖		海岸平野・三角洲	
壁岩		の	
崩壊地		一般	
秃禿地・露岩		頻	
地すべり		水	
古い地すべり		地	
高位面		湿地	
上台		形	
・ 中位面		潮汐平地	
段		水部	
丘		河川、水涯線 および水面	
麓		平坦化地	
山麓堆積地形		人	
崖錐		農耕平坦化地	
土石流堆		切土斜面	
土石流段丘		工	
扇状地		盛土斜面	
低		高い盛土地	
地		地	
の		盛土地	
微		埋土地	
高		形	
地		干拓地	
砂丘		凹陷地	
砂(礫)堆		変更工事中の区域	
砂(礫)州		不明確な地形界	
天井川沿いの 微高地		地形界	
凹地・浅い谷			

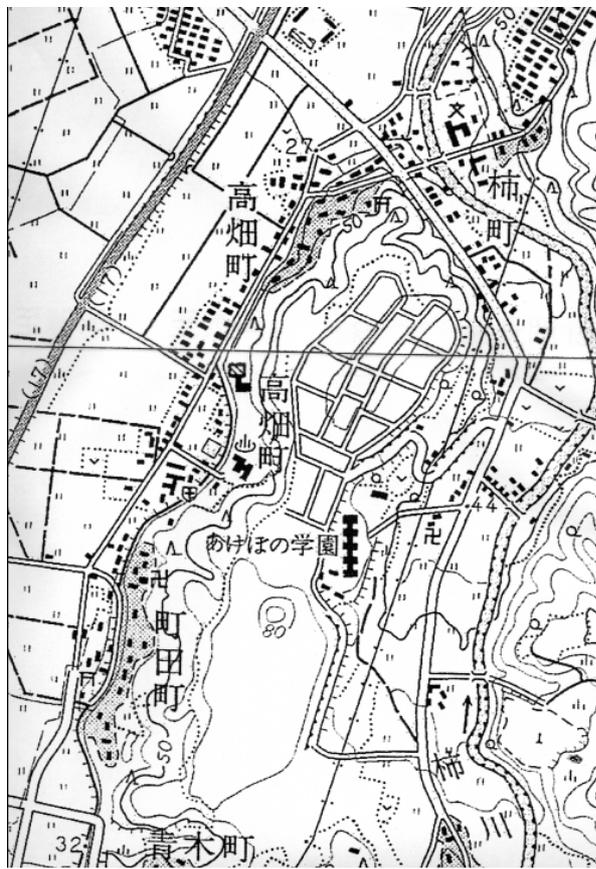
図 7-1 (b) 土地条件図⁴⁾の凡例



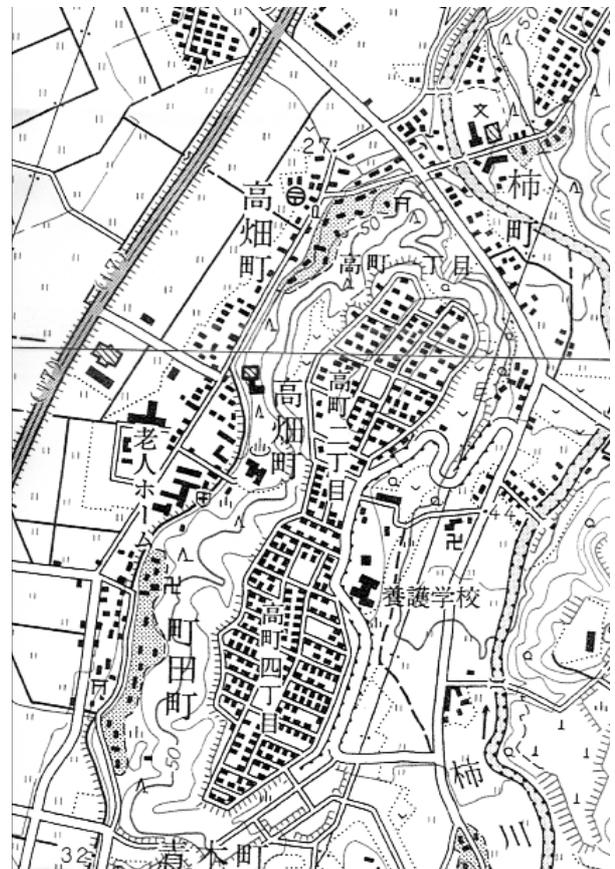
昭和 27 年頃



昭和 43 年頃



昭和 56 年頃



現在

図 7.12 高町団地地域の变迁⁵⁾

長岡市悠久町では、緩斜面を切盛造成したような宅地が多く、大規模な地すべりなどが生じた周辺の高町団地や鶴が丘団地とは異なる地形であったが、沢を埋立て造成した宅地において、上段の数4棟が下段側に一気に沈み込み、同時に下段の住宅が水平及び上方に押し上げられて大破していた。下段側の道路は特に水平方向の変状が認められず、下段の宅地は上段からの地盤変動が道路によって堰き止められた形で上部に盛り上がった状況であった。なお、聞き取り調査や現地調査の結果から判断すると、被災住宅の近傍における水平方向の地盤変位は最大約1.5mで局部的に1m程度の地盤が沈み込んでいた。概略を図7.13に示す。被害の詳細については、7.2.1節参照のこと。

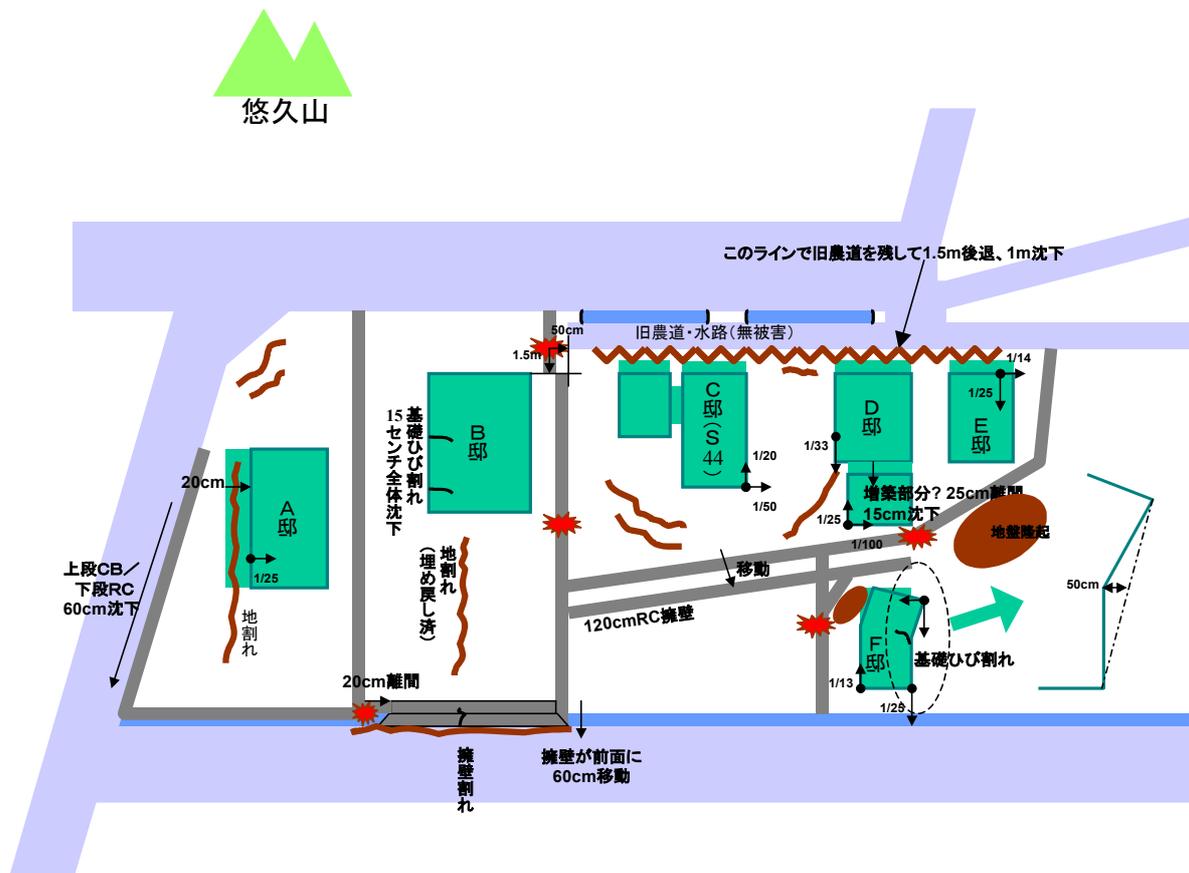


図 7.13 悠久町の地盤被害の概要

7.2.3 液状化の被害

今回の地震では、沿岸部の柏崎市や刈羽村のほか、内陸の低地や丘陵地（長岡市など）でも液状化による被害が発生していた（写真 7.25、写真 7.26）。液状化に伴って地盤が局部的に隆起し、土間コンクリートなどが破壊して大きく傾斜した住宅のほか、30cm 程度の不同沈下生じた建物（鉄骨造 3 階建て）も認められた。

ここでは、見附市における液状化被害の概要を示す。

見附市南本町周辺では、液状化現象による被害が顕著であった。当該地区の公園内その他で大きな噴砂の跡が認められた。公園横の木造住宅では、床下から 20cm 程度一面に砂が吹き上がって堆積し、約 1 度傾斜していた。この住宅では家具の下に壁側に傾けるよう板材を敷いていたためか、家具の転倒はなかったようであるが、フスマ等の開閉不良や仕口のずれなどが生じており、地震前から生じていた基礎のわずかな亀裂が大きく開き、基礎の内部から砂が建物の外に吹き出していた。また、道路沿いに隣接する 2 棟が互いにもたれ合うように傾斜している状況も認められた。過去の鳥取西部地震などにおいても液状化による傾斜は、図 7.14 のように建物荷重による地中の応力が大きい方向、すなわち、隣接する建物間の中央に向かって沈む込みやすい傾向にある。今回は、約 2 度程度大きく隣棟側に傾斜していたケースもあったが、隣接する 2 棟の地盤面に高低差(0.8~1m 程度)が生じており、盛土荷重が偏っていると地中応力の差異が大きくなって液状化地盤上の住宅に傾斜が生じやすい可能性も考えられる（図 7.15）。

また、付近には最近建設された住宅も数多く認められ、住宅建設時にスウェーデン式サウンディングによる地盤調査がなされていたが、1kN 以下の自沈層を含む軟弱層が存在しているため、地盤改良や杭を必要とするケースが多く、鋼管を設置しているケースも数例確認できた。ただし、地盤改良等を採用した住宅においても、10cm 以上の不同沈下が発生していたケースも認められた。なお、土地の履歴に関して、居住者に聞き取り調査した結果、液状化による傾斜等の被害が大きい地区は、旧河道であることのことであった。



写真 7.25 液状化による被害(刈羽村)

(右：1/20 以上傾斜した建物、 左：最大 30cm の不同沈下が生じた建物周辺の噴砂)



写真 7.26 液状化による地盤の隆起と宅地内の地割れ (長岡市)

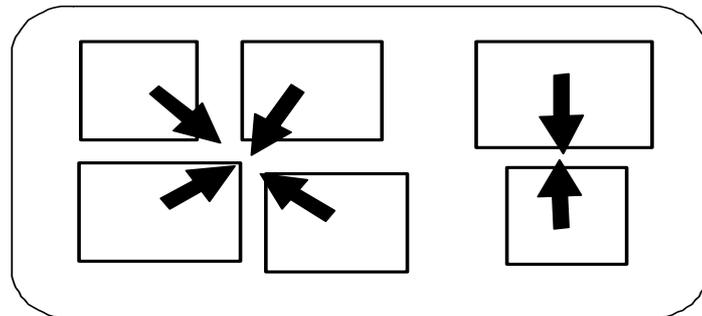


図 7.14 液状化による住宅の不同沈下・傾斜の方向 ((隣棟側に傾斜))

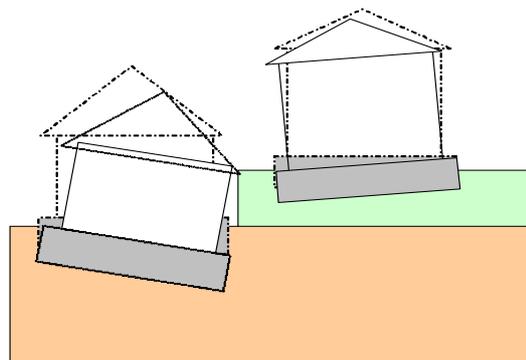


図 7.15 液状化による住宅の不同沈下・傾斜と盛土の関係

スウェーデン式サウンディング実施点 図 7-4 中のボーリング地点

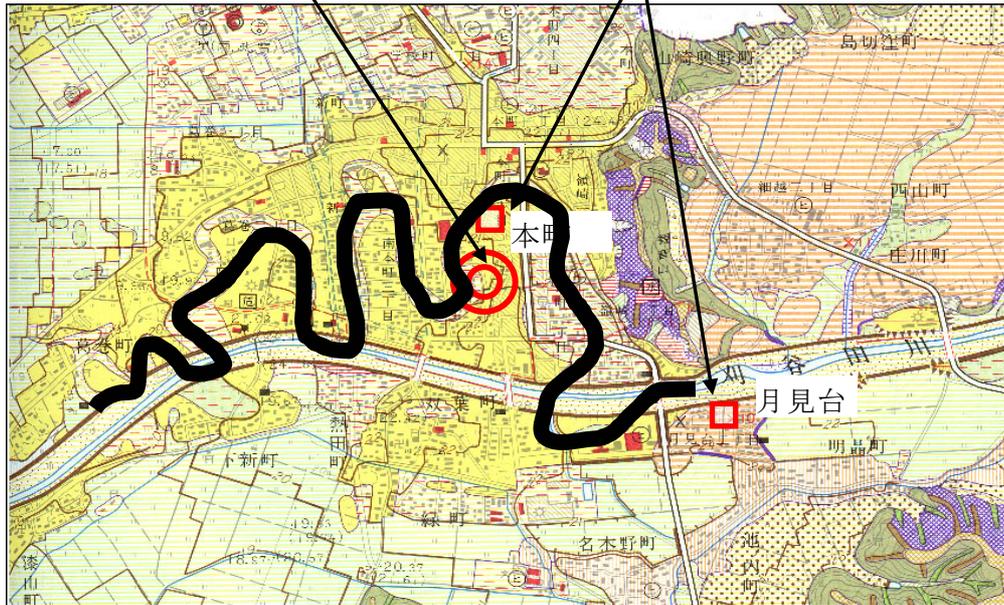
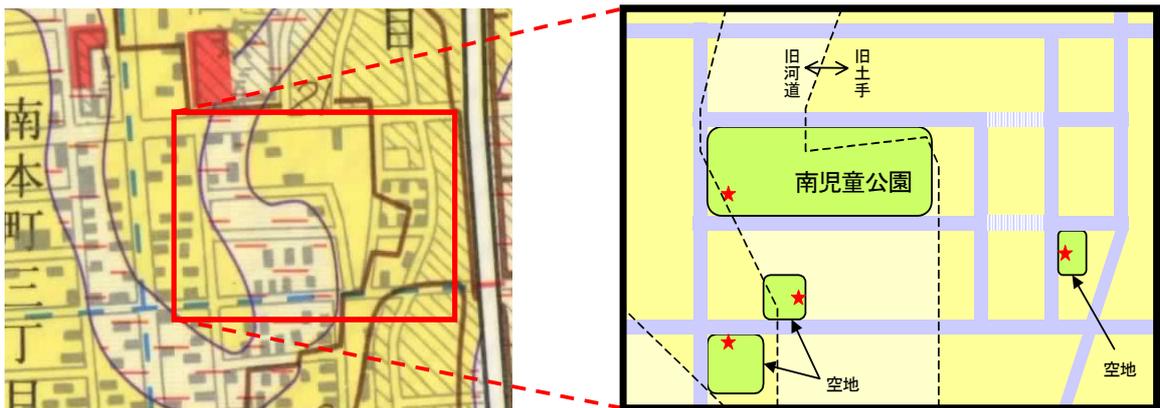


図 7.16 土地条件図⁶⁾ (見附市)

土地条件の種類については図 7.11(b)に示した凡例を参照のこと。図中に示した太い実線は図 7.19 に示した昭和 23 年頃の河道



今回試験位置(★4箇所)



図 7.17 スウェーデン式サウンディングの調査位置

下段：試験状況、スクリューに付着した砂、試料採取装置（左：オーガー付きロッドで粒度試験ができるほどの試料採取が可能。右：ロッドの内部に試料採取用の容器を取り付けたもので一度に多くの深度からの採取が可能）

図 7.16 に見附市中心部の土地条件図⁶⁾による地形分類を示す。自然堤防上に市街地が形成されるとともに、蛇行していた刈谷田川の旧河道が見られる。南本町は、旧河道沿いに位置する。

地震後に南本町で実施したスウェーデン式サウンディング試験(図 7.17)の結果の一例を表 7.3 に示す。地表面から GL-5m 程度までの大半はゆるい砂地盤と考えられる。また、スウェーデン式サウンディングの調査孔を利用した調査結果から判断すると、地下水位は GL-1m 前後には存在している可能性が高いと思われる。また、数年前にこの地域において住宅建設時に実施されたスウェーデン式サウンディング試験(SWS 試験)の結果を図 7.18 に示しているが、換算 N 値の比較においては概ね一致している。なお、地表に噴出して砂の中には、茶褐色・黄土色だけでなく青灰色の砂が含まれており、スウェーデン式サウンディングのロッド先端にサンプリング用オーガーを取り付けて調査したところ、地表の噴砂の中には青灰色の砂が含まれていたが、GL-2.5~3.0m の間からは茶褐色の砂、GL-4.5m~5.0m の間からは青灰色の砂が採取できた。現時点では、当該位置における青灰色の砂の堆積深度の詳細は不明であるが、GL-3.0m 以深の青灰色の砂が噴砂となったものと考えられる(写真 7.25)。なお、青灰色の砂は、採取後数日経過すると酸化して茶褐色になった。

表 7.3 見附市南本町のスウェーデン式サウンディングの結果例

深さ	試験結果
0~1m	N _{sw} =12-16、砂礫混じり、換算 N=約 3
1~2m	自沈、無音、換算 N=約 2
2~3m	自沈、シャリ、スー、換算 N=約 2
3~4m	N _{sw} =12-40、ジャリジャリ、換算 N=約 4
4~5m	N _{sw} =60-80、ジャリ・ガリ、換算 N=約 7
5~6m	N _{sw} =80、ガリ・ジャリ、換算 N=約 6
6~7m	N _{sw} =80-180、砂礫混じり、換算 N=約 10

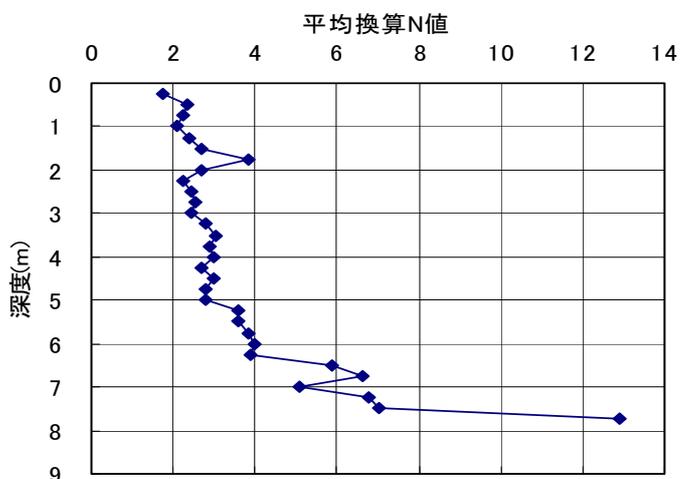


図 7.18 スウェーデン式サウンディング試験
(見附市南本町、2000 年に実施)



写真 7.25 液状化による噴砂と地中から採取した試料土（見附市）

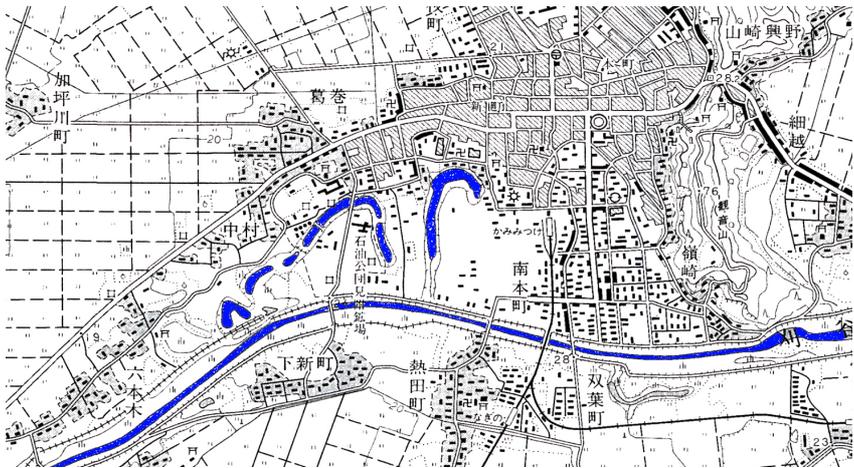
上段：公園の噴砂と公園に隣接する宅地の床下に吹き上げた砂（厚さ 20cm 程度）

中段：液状化により傾斜した住宅と開閉不良となったドア

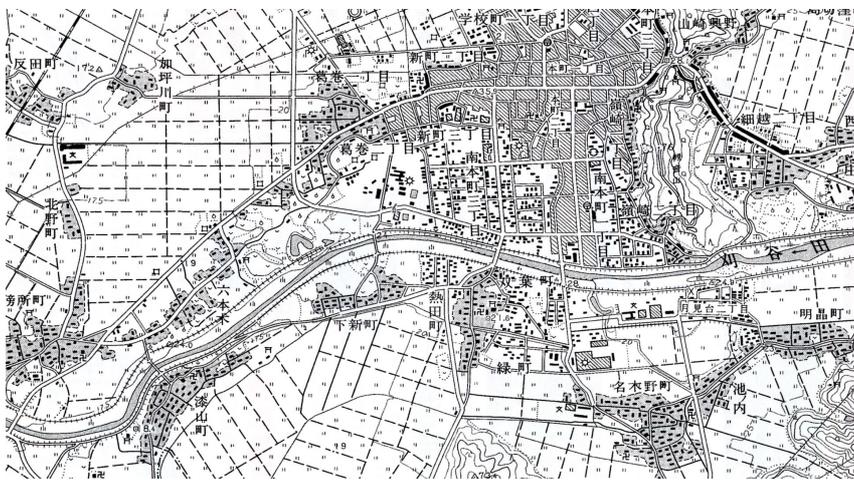
下段：地表の墳砂と地中から採取した砂（調査地付近の墳砂には青灰色の砂が含まれていたが、青灰色の砂は GL-2.5-3.0m 間には存在せず、GL-4.5-5.0m 間の砂が青灰色であった）。下段左図は、図 7-17 に示したオーガー型サンプリング装置で採取した試料の状態であり、外表面は引き上げる際に茶褐色の砂が周囲に付着しているが、内部はどの位置でも上の写真に示すような青灰色の砂が採取できた。



昭和 23 年頃



昭和 45 年頃



昭和 57 年頃

図 7.19 刈谷田川の変遷⁷⁾ (見附市)

なお、図 7.19 に刈谷田川の変遷 (見附市) を示す⁷⁾。昭和 45 年頃の地形図より、旧河道の一部を残して、市街地が南に拡張し始めていることが分かる。昭和 57 年頃には、旧河道が消えている。南本町 1 丁目付近は、旧河道の埋め立てから 35 年以上、南本町 4 丁目付近は、旧河道の埋め立てから 23 年以上、それぞれ経過しているものと考えられる。なお、図 7.16 の土地条件図には、昭和 23 年頃の河道を太い実線で示しているが、その位置は、土地条件図からみて旧河道と考えられる盛土地・埋土地と概ね一致する。

7.2.4 個々の宅地の被害

広域地盤災害は、当該宅地だけでなく周辺の地形や土地の履歴などにも密接に係わっている地盤災害であるが、個々の宅地においても擁壁や住宅を支える地盤の沈下等によって宅地の変状や住宅の沈下障害が発生することがある。

写真 7.26、写真 7.27 には、個々の宅地の被害状況を示す。擁壁に関しては、地上の塀としてのブロック塀を擁壁の代替として利用し、ブロック塀が崩壊することによる被害も数多く認められた。ブロック塀を擁壁がわりに利用しているもののなかには、塀のコーナー部が壁に直行するブロックと鉄筋で接合されておらず、地震時土圧に対する抵抗機能がほとんど期待できないようなものが多い。また、ブロック塀を擁壁利用して壁が崩壊した被害例のなかには、擁壁の背面地盤に大きな庭石などを配していたため過大な地震力が壁に加わったと思われるケースもあった。また、これまでの地震災害でも数多く認められているが、2 段或いは 3 段の増積み擁壁が崩壊して住宅が崩壊寸前に至った例もある。その他、今回の地震被害には直接関係はないと考えられるが、擁壁の被害調査に際して、擁壁の水抜き孔の状況などの維持管理の状況についても調査することができたが、水抜き管の勾配が逆勾配(背面側が低い)となっており、管に土が詰まることによって雑草が生えて水抜き孔が完全に塞がっているものも少なくなかった(写真 7.28)。水抜き孔に関しては、排水用の管を背面の砂利層などに差し込むような状態で設置し、土砂が直接流出しないような工夫をすることが必要であるが、土砂が流出しているものも少なからず認められた。

既製コンクリート製品である L 型プレキャスト擁壁においても、傾斜や沈下により宅地上の住宅に被害が生じたケースもいくつか認められている。写真 7.26 の上 2 段及び 3 段目は、壁高が概ね 2m の L 型プレキャスト擁壁(川口町)の被害状況を示す。背面地盤に噴砂が認められたことから、地震時の液状化による土水圧が作用して擁壁の傾斜などが生じたと考えられる。傾斜角は最大 14% と大きく、底盤上面に近い位置で縦壁のコンクリートが圧壊していた箇所も認められた。また、排水孔から団子状の土砂が排出しており、液状化にもなって噴出したものと思われる。擁壁背面上の建築物に関しては、基礎の地盤へのめり込みやコーナー部にひび割れが生じていた。なお、この擁壁には壁背面側に通常設置される砂利等による排水層は認められなかった。

そのほか、50cm から 1m 程度の低い盛土であっても、盛土部が崩壊することにより住宅の基礎が沈み込み、ほとんど崩壊に近い状態となった古い木造住宅も認められた(写真 7.29)。また、2 段程度の外構ブロックに関しても、一様に転倒しているようなケースもあった。(写真 7.30)。



写真 7.26 宅地擁壁の被害

上段：ブロックを用いた擁壁と重力擁壁の被害、 上から2,3段目：L型プレキャスト擁壁の被害
下段：増積み擁壁の被害(左は河川構造物(擁壁)の上にブロック擁壁等が積まれたと思われる例)



写真 7.27 宅地擁壁の被害



写真 7.28 擁壁の維持管理等の状況
(水抜き孔の孔詰まり、水抜き孔からの土砂流出)



写真 7.29 宅地における低盛土(50-70cm)が崩壊することによる住宅の不同沈下や崩壊



写真 7.30 低い外構ブロックの転倒例

7.2.5 基礎構造の被害の特徴

(1) 応急危険度判定及び被災度判定区分調査における基礎の被害

建築物の基礎の被害状況に関しては、応急危険度判定とその後の継続使用に対する補強の必要性の有無を判定する被災度区分判定の結果からある傾向を把握することが可能である。

応急危険度判定は、A ランク、B ランク、C ランクの3つに大別され、調査結果に応じて最終的に下記のような『安全』、『要注意』、『危険』の判定を行うことになっている。

危険	C ランクが1つでもある場合
要注意	C ランクがなく、A 及び B ランクのみの場合
安全	全てが A ランク

また、被災度区分判定では、部位ごとに損傷状況を評価して損傷率などを勘案して、建築物全体としての被災度を評価する仕組みになっている。損傷状況は、概ね5段階で評価され、以下に区別されている。

ランクⅠ（軽微）	ランクⅡ（小破）	ランクⅢ（中破）	ランクⅣ（大破）	ランクⅤ（破壊）
----------	----------	----------	----------	----------

木造、鉄骨造、鉄筋コンクリート造の建築物の応急危険度判定及び被災度区分判定における基礎・地盤の評価項目と評価方法を、表 7.4～表 7.9 に示す。

表 7.4 木造の応急危険度判定における基礎・地盤に係わる評価事項

調査対象	A ランク	B ランク	C ランク
不同沈下	不同沈下があっても軽微	床・屋根の落込み、浮き上がりが著しい	小屋組みの破壊、床全体の沈み込み

表 7.5 木造の被災度判定区分における基礎の損傷状況

ランクⅠ（軽微）	ランクⅡ（小破）	ランクⅢ（中破）	ランクⅣ（大破）	ランクⅤ（破壊）
<ul style="list-style-type: none"> ・ 不同沈下はない。（不陸はない） ・ 破損はない。 ・ 外周基礎に幅 0.3mm 以上で長さ 200mm 未満のひび割れが 2～5 箇所生じている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 不同沈下はない。（不陸はない） ・ 破損はない。 ・ 外周基礎に幅 0.3mm 以上で長さ 200mm 以上のひび割れが 2～5 箇所生じている。 ・ 軽微に比べ損傷程度が若干大である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 不同沈下が見られる。（不陸が見られる） ・ 破損が見られる。 ・ 破断はない。 ・ 外周基礎に局部的な破壊や仕上モルタル剥離、脱落が生じている。 ・ 周辺地盤には、小さな地割れが生じている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 不同沈下が見られる。（不陸が見られる） ・ 破損が見られる。 ・ 破断が見られる。 ・ 移動はない。 ・ 外周基礎のひび割れが著しく土台と遊離し、土台より上部構造を支える役目を果たさなくなっている所が 1～2 箇所生じている。 ・ 他の部位は多数のひび割れが生じている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 不同沈下が見られる。（不陸が見られる） ・ 破損が見られる。 ・ 移動が見られる。 ・ 流失が見られる。 ・ 転倒が見られる。 ・ 上部構造を支えきれない状態になっている。 ・ 周辺地盤が崩壊している。

表 7.6 鉄骨造の応急危険度判定における基礎・地盤に係わる評価事項

調査対象	Aランク	Bランク	Cランク
建築物周囲地盤の沈下	10cm 以下	10cm 超 30cm 以下	30cm 超あるいは地割れ
建築物の不同沈下勾配	1/300 以下	1/300 超 1/100 以下	1/100 超

表 7.7 鉄骨造の被災度判定区分における基礎の損傷状況

区分	I ^S	II ^S	III ^S	IV ^S	V ^S	VI ^S
地盤	$\phi \leq 1/150$	$1/150 < \phi \leq 1/100$	$1/100 < \phi \leq 1/50$	$1/50 < \phi \leq 1/30$	$1/30 < \phi$	—

注 ϕ は、最大相対沈下量による変形角

表 7-8 鉄筋コンクリート造の応急危険度判定における基礎・地盤に係わる評価事項

調査項目	調査対象	Aランク	Bランク	Cランク
建物の傾斜	不同沈下による傾斜角	1° (1/60)未滿	1° (1/60) ~ 2 (1/30)	2° (1/30)以上

表 7.9 鉄筋コンクリート造の被災度判定区分における基礎の損傷状況

[全体沈下による判定] (最大沈下量を S(m)とする。)				
無被害 S=0	小破 (S≤0.2m)	中破 (0.2m<S≤1.0m)	大破 (S>1.0m)	
[全体傾斜による判定] (最大傾斜角を θ (radian)とする。)				
無被害 $\theta=0$	小破 $\theta \leq 1/100\text{rad}$	中破 $1/100\text{rad} < \theta \leq 3/100\text{rad}$	大破 $3/100\text{rad} < \theta \leq 6/100\text{rad}$	倒壊 $\theta > 6/100\text{rad}$.

応急危険度判定の調査票では周囲地盤の状況の評価する項目はわずかであり、今回の新潟県中越地震のような古い石積み擁壁やブロック擁壁（通常のブロック壁を擁壁に利用した場合を含む）を有する住宅に被害が集中しているような状況を考慮すると、敷地内の擁壁（建築物の安全性に影響のあるものに限る）の有無及び変状を記載するような項目を追加することが今後の被害調査などを効率的に行うためには望ましいと言える。宅地の危険度判定に関しては、平成10年に付録-1(危険度判定調査表)の調査シートが整備され、鳥取西部地震などで利用され、今回も大規模(約3,300戸)に活用されているが、建築物の調査件数(約36,000戸)に比較するとかなり少ない。

なお、7.1.2節に述べた(社)全国宅地擁壁技術協会による相談窓口の141棟に関しては、宅地の危険度判定と建築物の応急危険度判定の関係が、国交省都市計画課により取りまとめられている(表7.10)。不明の割合が多いため詳細は不明であるが、宅地の判定が危険及び要注意となった21件のうち約半数(10件)の建築物が危険及び要注意となっており、宅地の安全性が損なわれると建築物が危険や要注意になりやすいことがわかる。これに対して、建築物が危険及び要注意となった56件のうち、宅地が危険及び要注意となった割合は約16%(9件)であり、宅地が安全であっても建築物の地上部分のみが被害を受けているケースはかなり多い。

表 7.10 宅地の危険度判定と建築物の危険度判定の関係の例

対象	危険度	棟数	割合	備考
宅地	危険(赤)	14	9.9%	建築物の判定：赤4件、黄2件、青0件、残り不明
	要注意(黄)	7	5.0%	建築物の判定：赤2件、黄2件、青1件、残り不明
	安全(青)	2	1.4%	—
	不明	117	83.0%	—
建築物	危険(赤)	30	21.3%	宅地の判定：赤4件、黄1件、青0件、残り不明
	要注意(黄)	26	18.4%	宅地の判定：赤2件、黄2件、青0件、残り不明
	安全(緑)	8	5.7%	—
	不明	76	53.9%	—

(2) 戸建住宅の基礎の被害

① 束立て、ろうそく基礎、ブロック基礎の被害

現時点では、戸建住宅の基礎形式は一体の鉄筋コンクリート造の布基礎やべた基礎に大別されるが、被災地域にはブロックを数段積み重ねた基礎など、古いタイプの基礎も川口町などで数多く認められた（写真 7.31）。これらの古い基礎の多くは、外周部のみ連続したブロックや無筋コンクリートの基礎を設置して、床の沈下対策のため内部に束などを配していることが多い。このような基礎の被害の特徴としては、外周の基礎と土台が十分アンカーボルトなどで緊結されておらず、載せるだけにすぎないような場合があり、土台と基礎の頂部でずれが生じたり、ブロック基礎自体が破壊している場合も認められた。外周の基礎にゆがみが生じて、内部の束が傾き床全体が落ち込んだ場合もあった。



写真 7.31 戸建住宅の基礎の被害例
(ブロック基礎、石積み基礎、無筋コンクリート造基礎など)

②鉄筋コンクリート造の基礎

被災地域において、比較的新しい戸建住宅の基礎は鉄筋コンクリート造の高床式タイプの基礎である。一階部分を車庫や倉庫がわりにしているため、前面道路側が開口部となっているが、その部分を除けば、剛な基礎が建物外周や内部に配されており、倉庫等の床面にもコンクリートのスラブを設置している場合も少なくない(松下さんに確認したい)。このため、高床式の場合は基礎の剛性や一体性が十分確保され、基礎自体の耐震性に関しては特に支障がないと考えられ、ブロック基礎などの崩壊が多発している地点でも、高床式の基礎自体に被害が生じているケースは、広域地盤災害を除くと、ほとんど認められなかった(写真 7.32)。

鉄筋コンクリート造の基礎を有する住宅でも、上部構造が崩壊したケースがいくつか認められるが、基礎が土台と緊結されておらず、土台から上部が崩壊し、基礎自体は無被害であったケースも少なくなかった(写真 7.33)。

ただし、鉄筋コンクリート造の基礎が損傷している場合も一部で認められ、コーナー部におけるコンクリートの剥落などが生じていた。写真 7.34 には、コーナー部の被害例をいくつか示しているが、アンカーボルトが面外方向に押し出されるような力を受けて、コンクリートが剥落したと考えられるケースも認められている。



写真 7.32 戸建住宅の基礎の被害(高床式の鉄筋コンクリート造の被害)
(地すべりが発生して著しい地盤変位が生じた地域で見られた例)



写真 7.33 戸建住宅の基礎と上部構造の被害
(基礎は無被害であるが上部構造が崩壊した例。基礎は鉄筋コンクリート造であることが多い)



写真 7.34 戸建住宅の基礎の被害

コーナー部の被害、増築部との接合部分における被害、ブロック基礎の移動・脱落など

なお、新聞報道(日経産業新聞 11月11日及び16日)によると、被災地における主要な住宅建設会社(プレハブ系)の建設戸数は表7.5となっており、大きな被害のほとんどは地盤崩壊に関連しているようである。軽微な被害には、写真7.34で示したコーナー部のコンクリートの破損なども含まれると考えられる。なお、表中で示した『地盤崩壊』や『軽微』の定義や評価方法については、住宅建設会社毎に異なるので注意が必要である。

また、特定の保証保険制度を運用しているJ団体の場合、震度5強以上の被災地(川口町、小千谷市ほか、長岡市ほか、上越市ほか)における登録住宅の戸数は合計4,444戸となっており、12月7日までに取りまとめられた調査住宅325戸の状況に関しては地盤崩壊による半壊4戸のほか、写真7.34に例示したようなコーナー部の亀裂などが認められている。表7.11で示した住宅建設会社やJ団体の基礎は、一体の鉄筋コンクリート造であり、今後このような被害状況が収集分析されると考えられるので、鉄筋コンクリート造の基礎の被害の特徴や地盤災害との関係がより明確になるとと思われる。

表 7.11 被災地における住宅建設会社等の戸建住宅の建設戸数と被害状況など

対象	被災地の戸数	被害状況ほか
A社	2,701	地盤崩壊34戸、不同沈下15戸、軽微625戸
B社	1,255	地盤崩壊6戸、軽微85戸
C社	1,059	不明
D社	496	不明
E社	141	不明
J団体	4,444	調査済み住宅235戸のうち、地盤崩壊等による半壊4棟など

被災地は概ね震度5以上の地域。地盤崩壊や不同沈下、軽微の定義・評価は対象により異なる

なお、木造住宅等の基礎仕様に関しては、住宅金融公庫や住宅保証機構などの標準仕様や推奨仕様によることが多いと考えられ、基礎高さが300mm、400mm前後の一般的な仕様を前提として、布基礎及びべた基礎の寸法・配筋やスパン表さらにはアンカーボルトの配置等が示されているが、高床式の基礎を採用する場合の仕様などについて必ずしも明確でない部分があるので、今後これらの仕様等についても検討することが必要と考えられる。

(3) 一般建築物の基礎の被害

被災地域には、本格的な杭基礎を採用しているような規模の大きい建築物が少なく、渡り廊下などの部分的な基礎の被害や地すべりなどに地盤災害に起因する被害(例えば、7.2.1(2)の学校)を除くと、比較的規模の大きい建築物では過大な傾斜等はほとんど報告されていない。

これまでの現地調査において、1/50程度の傾斜が生じて50cmほど沈み込んだ鉄筋コンクリート造の4階建て共同住宅(川口町)や最大30cmの不同沈下が生じた鉄骨造の3階建て店舗兼用住宅(刈羽村)が認められ、周辺でスウェーデン式サウンディングを実施し、表層の地盤状況を調査した(写真7.35)。前者の場合は、深さ約6m程度に良好な支持層と思われる地層が確認できたが、基礎形式などは不明である。後者の場合は、建物外周に大量の噴砂が認められたことから液状化が原因と考えられるが、現時点では基礎形式(聞き取り調査によると、地表から1~2m近く基礎下の土砂を掘削排土し、床下面に空洞を設けその下にスラブを打設したようである)や地盤条件の詳細など、設計の詳細は不明である。なお、刈羽村では、地表面付近に『カクモ』と称する繊維質の軟弱層が存在していることが居住者に広く認知されているようであり、また1964年の新潟地震でも液状化を経験しているため、住宅建設に際して軟弱地盤対策の必要性については認識しているようであった。このため、基礎形式と地盤条件の関係や軟弱地盤対策の採用の有無や効用などについてさらに詳細な調査が有用と考えられる。



写真 7.35 一般建築物の被害(川口町)
鉄筋コンクリート造の基礎の被害など

7.3 現在の所見と今後の検討項目

7.3.1 宅地地盤

(1) 斜面崩壊・地すべり

急斜面或いは緩斜面における斜面崩壊や地すべりが原因で宅地地盤が大きく変状し、建築物に大きな被害が生じている場合が数多く認められている。このため、宅地の耐震性能を検証することが、被害原因や今後の対策を考えるために重要であり、土砂災害の予測や評価方法の現状などにも配慮した検討が必要と考えられる。なお、土砂災害に関しては、土砂災害対策基本法に基づき、土砂災害特別警戒区域を指定する制度が平成 12 年に創設され、国土交通省告示第 383 号（平成 13 年 3 月 30 日）において、土砂災害特別警戒区域内における居室を有する建築物の外壁等の構造方法並びに当該構造方法を用いる外壁等と同等以上の耐力を有する門又は塀の構造方法が既に定められていることにも注意が必要である。

緩斜面でも地すべりが生じたケースがいくつか認められたが、斜面や沢・谷を埋め立てた造成地の被害が多い。被災地周辺で聞き取り調査した範囲においても過去に沢地や谷筋であったことが知られていた。山間部の自然斜面の崩壊や崖崩れなどを除くと、大規模な宅地被害が生じた地すべり等の多くは盛土などの造成地またはその周辺で生じている。宅地造成に関しては、現在では造成段階で耐震性能の重要性が広く認識されているが、耐震設計が実務に反映されはじめたのは比較的最近である。宅地防災に関する技術指針・マニュアル類としては、宅地防災マニュアル（監修：建設省民間宅地指導室）が最も広く活用されているが、平成元年度の初版では中地震に対する擁壁の耐震設計が参考として示されている程度であり、盛土や宅地擁壁に関しては耐震設計の考え方が明確に示されたのは平成 10 年の改訂版以降である。したがって、宅地造成に関する耐震設計の具体的な手法が明確になってきたのはごく最近であり、古い造成地では、耐震性の検討が十分なされていない可能性もある。なお、前述した平成 10 年度版の宅地防災マニュアルでは、宅地擁壁に関しては中地震及び大地震に 2 つの地震動に対する設計法が示され、盛土に対しては中地震に対する設計法が示されている。

宅地地盤の被害状況に関する今後の検討項目としては、宅地の被害状況と造成情報や旧地形などの関係についてのデータの収集分析が必要である。被災宅地のなかには、造成情報だけでなく当該敷地の地盤条件すら明確でない場合も少なくないので、地盤調査を実施して被害原因を検討することが必要と考えられる。また、被災宅地の調査に関しては、盛土と地山の評価などが重要であるが、専門家によっても両者の区別が異なることもあるので、古地図などを利用した詳細な調査が必要である。

(2) 液状化

見附市、長岡市、柏崎市、刈羽村などでは、液状化により過大な沈下・傾斜が生じて、居住することが困難になった住宅や取り壊さざるを得なくなった住宅が少なからず存在している。

住宅建設に際しては、先般の建築基準法の改正により、地盤調査によって地盤の許容支持力等を適切に評価することの重要性が明確になり、また液状化のおそれのある場合は沈

下に対する検討を要することが国土交通省告示第 1113 号(2001)に規定されている。

液状化により被災した宅地の中には、建築基準法が改正された後の新築住宅も含まれているので、住宅建設時の地盤調査結果の状況などの情報を収集し、被害原因の検討を行うことが重要である。また、地盤調査がなされていない宅地で基礎が傾斜して大破した住宅もあるので、地盤調査を実施して現在提案されている液状化による建築物の被害予測手法（例えば、宅地耐震設計マニュアル(案) 都市基盤整備公団、2003 に示されている方法）の信頼性を検証することが必要と考えられる。被災地の地盤状況を詳細に検討するためには、戸建住宅のための地盤調査として広く用いられているスウェーデン式サウンディングでは、液状化のおそれを判断するための土質判定や地下水位の評価が難しいので、ボーリング調査により被害地域の土質の詳細を把握することが必要である。

今回液状化の被害が顕著であった地域の中には、これまでの地震被害と同様、旧河道沿いに集中しているケースが多いので、液状化による被害地域と旧地形や土地の履歴などの関係に関する検討が必要である。ただし、液状化によって大きく傾いた住宅の周辺であっても、傾斜や沈下が全く生じていない建物も数多く存在しており、上部構造の特性や基礎の構造方法、さらには地盤改良等の採用の有無などを含めた情報の収集が重要と考えられる。聞き取り調査によると、地盤改良を採用しているにも係わらず沈下障害が生じた例や地盤改良を採用したためか沈下障害が認められなかった例があるので、被災地における住宅の被害と住宅建設時の地盤調査の結果及び地盤改良の詳細仕様を把握することが重要と考えられる。

また、1964 年の新潟地震では、液状化の被害が顕著であり、40 年前に液状化を経験した居住者も多いが、建築基礎の設計施工において液状化に配慮した検討が通常どようになされているのか、どのような液状化対策工法が採用されているのかなど、居住者意識も含めて情報収集することが液状化対策の普及・促進を図るうえで重要である。

(3) 宅地擁壁

宅地擁壁の沈下や滑り出し、さらには構造的障害により宅地上の住宅に被害が生じた例は多い。被災した擁壁の構造方法に関して、今回の地震被害には直接係わりがない可能性もあるが、水抜き孔が完全に目詰まりしている場合や背面に排水層が設置されていない場合のほか、壁厚等が壁高に対する一般的な擁壁の標準仕様と比較すると不十分と思われるケースもあったので、擁壁に必要な仕様を設計段階で確保し、施工時に確認することが重要である。一旦被災してすべりやすくなると、雨水の浸入による被害が生じやすくなるので、被災した擁壁に関しては、排水機能にも配慮した修復や復旧が重要である。

擁壁の被害状況から判断すると、外溝工事におけるコンクリート造の擁壁やブロック壁を含めて、コーナー部の配筋不良などのため一体性の確保がなされていない箇所での被害が多い。後述の図 7.20 には、基礎のコーナー部の配筋とハンチによる補強方法を例示しているが、擁壁のコーナー部も同様である。また、石積み擁壁やコンクリート造の擁壁の上にブロック擁壁などを積み重ねる増積み擁壁の被害も数多く認められており、3 段積みの擁壁が大規模に崩壊した事例もあった。

今後、擁壁の設計や地盤条件に関する情報を収集し、被災した擁壁の被害原因を検討することが、擁壁の耐震設計の合理化にとって必要である。なお、工作物の建築確認では、壁高 2m 以上の擁壁を対象にしているが、1m 程度以下のコンクリート造の擁壁やブロック塀を擁壁代わりに利用した壁や石積み擁壁が崩れて建物に大きな被害が生じた例もあったので、2m 未満の場合でも擁壁の仕様の詳細と被害との関係を把握しておくことが重要である。通常ブロック塀を安易に擁壁として利用することも少なくないが、十分な注意が必要である。

2m 以上の擁壁に関しては、建設省告示第 1449 号(平成 12 年)の規定にしたがって、宅地造成等規制法に基づく構造計算(宅造法令第 7 条)と構造方法(宅造法令第 8 条など)に準じた検討が必要になっているが、令第 7 条は常時の構造計算しか直接規定していない。宅造法に係わる擁壁に関しては、宅地防災マニュアルに準じた耐震性の検討がなされていると考えられるが、当該地域における擁壁の設計や構造計算についても今後情報収集を図り、擁壁の耐震性能評価に関する現状を把握することが必要と考えられる。

また、今後の積雪に対しては、湿った雪が 2~3m 積もると擁壁の一般的な積載荷重 10kN/m^2 を上回る可能性があることや雪が溶け始めて地盤の水分が増えると被災した擁壁の背面地盤のクラックや微細なすべり面が拡大するおそれがあるので十分な注意が必要である。

7.3.2 基礎構造

(1) 戸建住宅の基礎

戸建住宅の基礎の被害の多くは、ブロック基礎や石積み基礎、無筋コンクリート造の基礎など、現在の一般的な一体の鉄筋コンクリート造でない古いタイプの基礎に認められている。

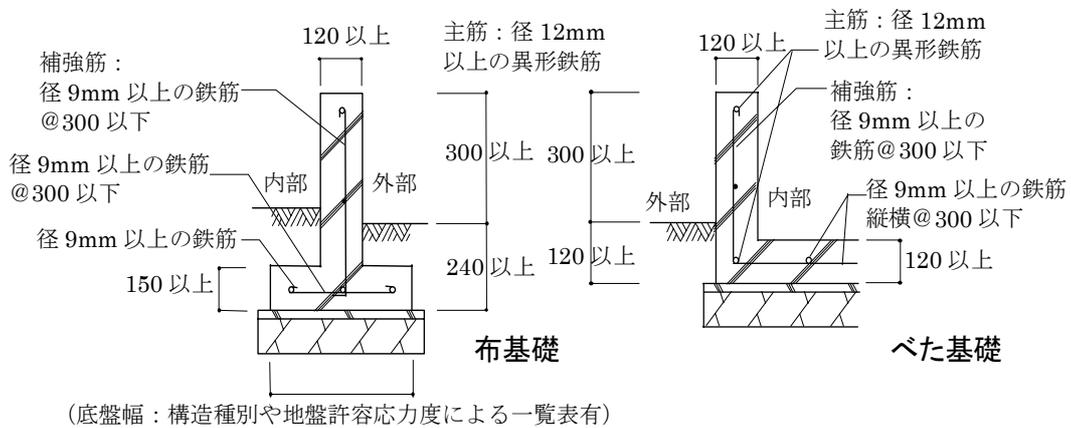
先般の建築基準法の改正により、建設省告示第1347号(2000)が新たに規定され、原則、一体の鉄筋コンクリート造の布基礎やべた基礎とすることが求められており、寸法や配筋の最低仕様も示されている(図7.19)。この規定を満足する一体の基礎については、地すべり地帯などを除くと、構造被害や傾斜が軽微であったと考えられるが、換気孔周辺のひび割れだけでなく、コーナー部のコンクリートの剥落など構造的な被害も少なからず認められている。

この原因としては、コーナー部の基礎に押し込み力や引抜き力が作用するだけでなく、水平力が基礎に作用し、アンカーボルトから伝達されるせん断力によってコンクリートが破壊した可能性も考えられる。引抜き力によってコンクリートが損傷するとせん断力によりアンカーボルト周辺のコンクリートが破壊しやすいと考えられる。コーナー部に関しては、鉄筋の継ぎ手やハンチ補強など、これまでの様々な基礎の障害事例を教訓にして多くの補強方法(例えば、図7.20)が提案されているが、損傷した基礎の仕様の詳細を把握することが今後重要と考えられる。

なお、今回の基礎コンクリートの被害状況の調査に際しては、鉄筋のかぶりやアンカーボルトのかぶりが著しく不足しているようなものも認められ、このようなかぶりの不足が基礎コンクリートの損傷を助長する原因になった可能性もある。その他、増築部との接合部分で基礎の被害が生じた例もいくつか確認されており、増築部との基礎の一体性に関して注意が必要である。

今後、鉄筋コンクリート造の基礎の被害状況を詳細に検討し、基礎の仕様と被害の関係を詳細に検討することが必要である。また、基礎の構造的な損傷や傾斜が著しく住宅のなかには取り壊しが予定されているものもあるが、現時点では建物外周における基礎の外観しか調査できないため建物内部の基礎の有無や配置などが把握できていないものもある。このため、取り壊しの際に建物内部の基礎の配置などを確認することが、基礎の構造方法や配置と被害の関係を検討する際に重要と考えられる。

建設省告示第告示第1347号第1で規定された基礎の仕様		
布基礎	底盤厚	15cm以上
	補強筋	$\phi 9@300$
	基礎幅	qaに応じた値
べた基礎 * 底盤縦横	底盤厚	12cm以上
	補強筋*	$\phi 9@300$
	根入れ深さ	12cm以上
共通	立上り主筋	$\phi 12$ 以上
	立上り幅	12cm以上
	地表高さ	30cm以上
	喚起口	$\phi 9$ で補強
	一体の鉄筋コンクリート造	
	連続した基礎の立上り	
	雨水の浸入, 凍上に配慮した根入れ	
	ただし, 同告示第2の構造計算により適用除外	



(b)建築基準法告示 1347号(平成12年)より

図 7.19 鉄筋コンクリート造の布基礎及びべた基礎 (建設省告示第 1347号)

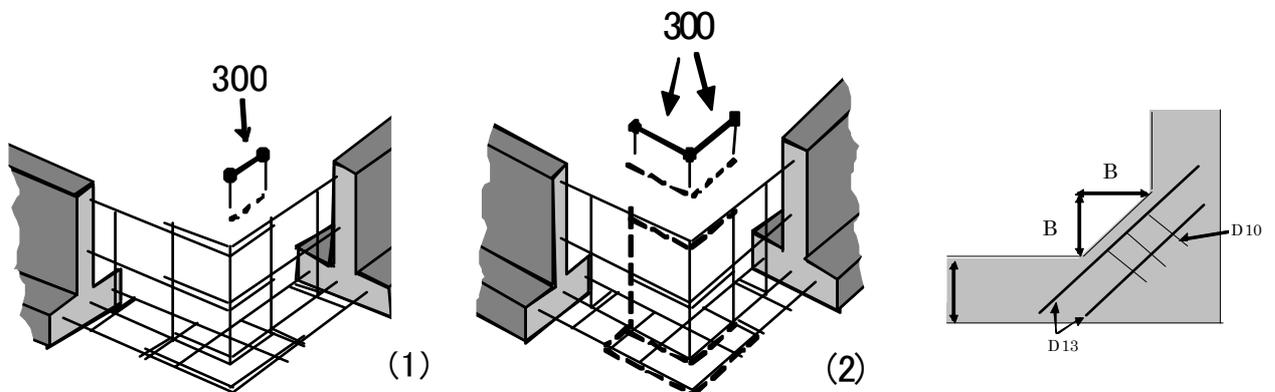


図 7.20 戸建住宅の基礎のコーナー部の補強方法の例
(コーナー部の重ね継ぎ手とハンチ補強の例)

また、被災地の住宅が建設される時点での地盤調査結果を収集し、地盤改良など含めた基礎選定の状況と被害との関係を知ることも今後の基礎設計の合理化を目指す上で有用である。今回、たまたま収集した建設段階での造成地での地盤調査結果の中には、著しく軟弱と判断される地層(例えば、500N未満の自沈層)がやや深部に存在していた場合も認められたので、このような造成地における基礎設計の考え方や宅地造成の方法と造成地盤の品質の関係などに関する検討も必要である。さらに、最近では、戸建住宅の分野においても、図 7.11、図 7.16 に示した土地条件図を利用して基礎形式の選定に用いる手法が各方面で開発されているが、被災地における利用状況と選定された基礎形式と被害の有無などの関係を把握しておくことも有用であろう。

そのほか、地盤改良や鋼管を採用されている住宅の調査に際して、施主に地盤改良の設計図書や施工報告書について聞き取り調査したところ、使用材料(鋼管や固化工法)と本数等の極く基本的な事項しか把握しておらず、設計図書等がないもしくは存在すら知らない場合もあった。地盤改良や杭は戸建住宅の軟弱地盤対策として広まっており、住宅建設会社の資料などによると、新築住宅の約3割に対して採用されているようであるが、設計図書や施工報告書といった設計施工情報のあり方についても今後検討することが重要と考えられる。

(2) 一般建築物の基礎

今回の地震災害によって著しい沈下や傾斜が生じた比較的規模の大きい建築物は、崖崩れや地すべりなどによる広域地盤災害を除くと、現時点ではほとんど報告されていない。

杭基礎に著しい被害が認められた宮城県沖地震や兵庫県南部地震と比較すると、杭基礎が破壊して大きく傾斜した建築物はかなり少ないと考えられる。

ただし、1/50程度の傾斜が生じた鉄筋コンクリート造4階建てなど、一部の建物では基礎及び地盤の被害を確認しており、今後詳細な調査が行い、基礎形式や地盤条件の関係や被害原因などを検討することが必要と考えられる。

(3) 沈下修正及び補修・補強

基礎に不同沈下や傾斜が生じた建築物に関しては、上部構造を取り壊す場合を除くと、何らかの沈下修正工事や補強が必要になる。12月以降の積雪のため、本格的な沈下修正工事は来年3月以降になると予測されるが、住宅の沈下障害の状況が明確になるのは被災した住宅に避難した居住者が戻り、日常生活を始めてからである。現在、把握している戸建住宅の沈下障害の多くは、建物外観などからみて傾斜がかなり顕著であるため、今後取り壊されものが少なくないと考えられる。

このため、来年以降の建築物の沈下修正工事の詳細を把握することが、基礎の被害実態や被害原因と今後設計施工技術のあり方を考えるために特に重要である。現時点では応急的な基礎の補修がなされているが、沈下修正工事などの本格的な基礎の修復・復旧技術に関しても、技術的な課題がいくつか残されているので、沈下修正の状況なども十分に調査し、適切な沈下修正などに係る設計施工技術を検討することが今後重要と考えられる。

戸建住宅の沈下修正に関しては、鋼管圧入工法や注入工法が用いられている。鋼管圧入は、建物重量を反力とし鋼管を押し込んでジャッキアップする工法の一つであるが、圧入後の基礎形式は杭に近くなるので(底盤下の地業転圧は困難なため底盤下の地盤支持力は期待しにくい)、設置する鋼管の間隔等によっては基礎補強が必要な場合があることに留意しなければならない。また、鋼管を設計上の支持層に打ち止める場合の管理方法や継ぎ手構造(裏当て、溶接等)などにもつに注意が必要である。一方、注入による沈下修正も、兵庫県南部地震や鳥取西部地震など過去の震災でも用いられているが、設計・施工法が確立していないため、ケースバイケースで効果が異なる恐れがあり、観測による修正状況等の管理や周辺への影響(注入材の隣地への逸走や擁壁背面の排水層への浸入)や地盤環境に関する検討が重要である。

なお、支持杭を採用した建築物の中には、今回の地震に伴う液状化などによって建物周辺の地盤が沈下しているが、建物は杭で支えられているため沈下せず、杭頭部が露出した場合もある。このような場合は、建物の沈下修正は不要であるが、水平力に対する杭の耐力を確保するため杭周辺にグラウトなどを充填することが有効とされており、杭頭周辺の補強が必要な場合があることにも注意が必要と考えられる。杭周辺の充填の重要性は、上記の鋼管圧入工法も場合も同様である。また、沈下修正等の建築物の修復・復旧に際しては、宅地擁壁などが被害を受けているような場合は、宅地の復旧方法と併せて適切な沈下修正方法を検討することが重要である。

7.3.3 宅地と基礎構造

今回の地震による建築物の基礎の被害には、宅地地盤の変状に起因しているものが多い。このため、宅地と建築基礎の被害状況の比較などを詳細に行い、建築物の基礎設計において重要と考えられる宅地自体の性能評価方法を検討することが重要である。これには、宅地の危険度判定と建築物の応急危険度判定や被災度区分判定の結果の対比が有用である。建築物の応急危険度判定や被災度区分判定における基礎地盤の評価項目等は、表 7.4～表 7.10 に示しているが、これらの結果の詳細な分析と併せて、表 7.2 や付録-1 に例示した宅地の危険度に関わる評価項目などの関係を整理し、擁壁等の存在に配慮した住宅基礎の設計施工技術や将来建設される住宅の存在を考慮した擁壁等の設計施工技術(積載荷重や掘削等の基礎の施工が擁壁の性能に及ぼす影響など)などを検討することが、宅地上の住宅等の地盤災害の軽減は図るうえで有用であろう。

宅地の復旧に際しても、宅地上の住宅の基礎設計(復旧後の地盤の許容支持力などが適切に評価できるか否かなど)にも配慮した適切な復旧方法の検討が必要であろう。

7.3.4 今後の検討項目

宅地地盤及び基礎の被害に関する所見や課題等については前節までに述べたが、今後の検討すべき事項を以下に示す。

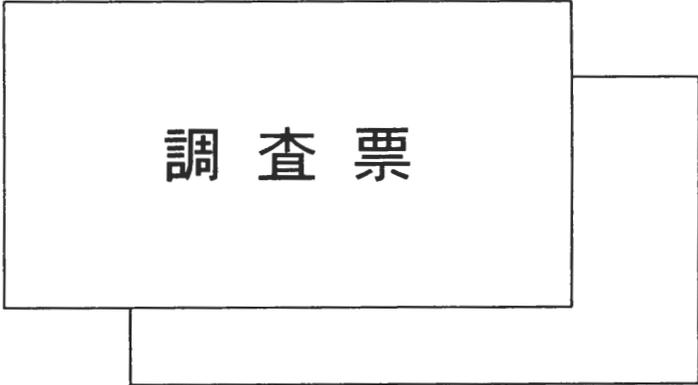
- ① 被災した基礎や宅地の中には地盤情報が全くないものも少なくないので、基礎設計や宅地造成の今後にとって重要と考えられる地点で地盤調査や基礎仕様等に関する詳細調査を実施し、被害原因などを検討する。
- ② 液状化による宅地及び住宅の被害に関しては、既存の液状化予測方法などを用いて判定方法の検証を行い、判定方法の信頼性などを検証する。また、液状化対策や軟弱地盤対策として採用されている工法等に関する情報を収集し、効果の検証を行う。
- ③ 戸建住宅の基礎の被害に関しては、損傷がコーナー部に多く認められたので、被災した基礎のコーナー部の寸法及び配筋の詳細などを把握し、現在提案されているコーナー部の補強方法等の妥当性を検証する。
- ④ 基礎の被害と敷地の生い立ちや履歴などの関係を詳細に調査し、土地条件図などを利用した基礎設計のあり方や敷地の実況に応じた地盤調査の方法を含めて、適切な調査・設計法を検討する。その際、建設時における地盤調査と基礎設計に関する情報を収集することが有効である。
- ⑤ 一般建築物でも過大な傾斜や沈下が生じた例がいくつか認められたので、詳細調査を行う。
- ⑥ 不同沈下や傾斜が生じた建築物の沈下修正などが今後実施されると考えられるので、沈下修正の実態を把握して、沈下障害の原因等に関する詳細な検討や沈下修正のあり方や合理的な沈下修正工法を検討する。
- ⑦ 宅地の被害と建築物の被害との関係を双方の危険度判定の結果などに基づいて調査し、宅地の性能と基礎の性能との関係を検討する。

また、今後の中長期的な課題としては、以下の点があげられる。

- ① 宅地造成における耐震性能評価の現状なども踏まえて、宅地に要求する耐震性能のあり方や具体的な設計施工方法を検討する。
- ② 被災した大規模な造成地では、地震動の大きさ、被災地の地盤条件(土壌雨量や地山と盛土との境界などの詳細)やなどの調査結果に基づき、被害原因などを検討する。
- ③ 被災した擁壁に関しては設計施工の実態と被害の詳細との関係を把握することが重要である。壁高が2m未満の場合であっても住宅の使用性や機能の支障となる沈下障害をもたらす可能性があるので、構造方法と被害原因などを調査し、望ましい仕様などを検討する。
- ④ 高床式の基礎に関しては、基礎自体の被害は少なかったが、高基礎に関しては、布基礎やべた基礎としてのスパン表などの充実を図る。

参考文献

- 1) 建設省北陸地方建設局北陸技術事務所：新潟県平野部の地盤図集（新潟平野編）〔1〕解説およびボーリング台帳、昭和 56 年 3 月
- 2) 平成 16 年（2004 年）新潟県中越地震被害状況図（第 6 報）、国土交通省国土地理院
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/NIIGATAJISIN/jyoukyouzu/niigata1029-1500.html>
- 3) 釜井俊孝、Roy C.Sidle、Aurelian Trandafir、土志田正二、後藤 聡、太田英将、稲垣秀輝、平田夏実：2004.10.23.新潟県中越地震調査速報、pp.8、（社）日本地すべり学会、2004 年 11 月 4 日
- 4) 国土地理院刊行 2 万 5 千分の 1 土地条件図（長岡）
- 5) 国土地理院旧版地図 2 万 5 千分の 1 地形図長岡（リスト番号 81-4-3-6、7、10）及び片貝（リスト番号 81-4-4-6、7、10）
- 6) 国土地理院刊行 2 万 5 千分の 1 土地条件図（三条）
- 7) 国土地理院旧版地図 2 万 5 千分の 1 地形図見附（リスト番号 81-3-2-5、6、8）



調査票

付録 7.1 被災宅地危険度判定調査シート

(様式-1)

擁壁被害状況調査・危険度判定票

調 査 票		調査日時	年	月	日	時	調査番号	
		地震名又は降雨災害名						
被害発生場所	都道府県		市郡			区町村		
	地区 団地		丁目			番 号		
所有者・管理者氏名			記入者氏名	TEL:				
所有者・管理者の 連絡先 TEL:			居住者への 説明	<input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未了		<input type="checkbox"/> 居住者不在 <input type="checkbox"/> 老人独居住宅		
<被 災 状 況 図>							応急措置 <input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未了	
1. クラック	2. 水平移動	3-1. 不同沈下	3-2. 目地の開き	4. ハラミ	5-1 傾 斜	5-2 倒 壊	6. 擁壁の折損	7. 崩 壊
8. 張出し床版付擁壁の支柱の損傷	9. 空石積擁壁の崩壊・崩落	11. 排水施設の現状						
<p>応急措置のために必要な資機材等→削除</p>								
[平面図]				[断面図]				
被災写真の有無	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有→写真番号[]							
特 記 事 項								

擁壁の基礎的 条件	擁壁の種類	<input type="checkbox"/> 練積造擁壁	<input type="checkbox"/> 間知石	<input type="checkbox"/> コンクリートブロック	<input type="checkbox"/> 増積み擁壁	増積部分[]	擁壁部分[]									
		<input type="checkbox"/> 空石積造擁壁	<input type="checkbox"/> その他[]	<input type="checkbox"/> 玉石積		<input type="checkbox"/> くずれ石積	全擁壁高 m ; 増積高 m	上部[]								
		<input type="checkbox"/> コンクリート系擁壁	<input type="checkbox"/> 間知石	<input type="checkbox"/> L(逆T)型		<input type="checkbox"/> 重力式	<input type="checkbox"/> 二段擁壁	下部[]	上部高 m 下部高 m							
		<input type="checkbox"/> もたれ式	<input type="checkbox"/> その他[]	<input type="checkbox"/> 張出し床版付擁壁		<input type="checkbox"/> その他[]	擁壁の見付け高さ	最大高 m (平均高 m)								
擁壁の設置条件	<input type="checkbox"/> 畑・畜糞	<input type="checkbox"/> 軟弱地盤	<input type="checkbox"/> 他	<input type="checkbox"/> 不明	湧水	<input type="checkbox"/> 乾燥	<input type="checkbox"/> 湿潤	<input type="checkbox"/> にじみ出し、流出								
裏込め地盤の種類	<input type="checkbox"/> 切土	<input type="checkbox"/> 盛土	<input type="checkbox"/> 不明		排水施設	<input type="checkbox"/> (イ) 水抜孔有、天端排水溝有、表面水の浸透阻止										
	<input type="checkbox"/> 岩	<input type="checkbox"/> 土砂	<input type="checkbox"/> 不明			<input type="checkbox"/> (ロ) 水抜孔有、天端は表面水が浸透しやすい										
家屋の有無	上部	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	下部	<input type="checkbox"/> 有	<input type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/> (ハ) 水抜孔無、あっても数・寸法が不適法									
変状形態と 配点表	項目	程度 小					中					大				
	擁壁種類	練積	増積	コンクリ	2段	張出	練積	増積	コンクリ	2段	張出	練積	増積	コンクリ	2段	張出
	1 クラック	1	2	3	4	5	3	4	4	5	7	4	5	6	7	8
	2 水平移動	2	3	3	4	6	3	4	4	5	7	5	6	6	7	9
	3 不同沈下・目地の開き	3	4	4	5	7	4	5	6	7	9	7	8	8	9	10
	4 ハラミ	4	5		6	8	6	7		8	9	8	9		10	10
	5 傾斜・倒壊	5	6	6	7	8	7	8	8	9	10	8	9	10	10	10
	6 擁壁の折損	6	7	7	8	9	7	8	9	9	10	8	9	10	10	10
	7 崩壊	9	9		10	10	10	10		10	10	10	10		10	10
	8 張出し床版付擁壁の支柱の損傷					8					9					10
	9 空石積擁壁の崩壊・崩落				8					9					10	
	10 基礎及び基礎地盤の被害									10						
11 排水施設の変状				3					5					7		
12 擁壁背面の水道管等破裂									10							
変状の 大・中・小 の 概要 説明	項目	程度 小					中					大				
	程度															
	1 クラック (幅)	2mm未満のクラックはあるが、機能上の支障無し(コンクリート系擁壁の場合2mm未満)					2mm~2cm (コンクリート系擁壁の場合2mm~5mm)					2cm以上 (コンクリート系擁壁の場合5mm以上)				
	2 水平移動(転倒地盤のずれ)	5mm未満の隙間がある。					5mm~5cmの隙間がある。					5cm以上の隙間がある。				
	3 不同沈下・目地の開き (目地上下・左右の開き)	5mm未満の目地上下のずれは目地の開きがある。					5mm~5cm未満の目地上下のずれは目地の開きがある。					5cm以上の目地上下のずれ又は目地の開きがあり、滑動、転倒のおそれがある。				
	4 ハラミ (テンションクラック・ずれ・中抜け)	小規模のハラミ及び中スケ(積石が1~2個抜け落ちる)					宅盤にテンションクラック無し。円弧すべりのおそれ無し。					宅盤にテンションクラック有り。円弧すべりのおそれ有り。				
	5 傾斜・倒壊	擁壁が前面地盤に対し垂直以下(コンクリート系擁壁の場合：天端5cm未満の傾斜)					擁壁が前面地盤に対し垂直以上(コンクリート系擁壁の場合：天端5cm以上の傾斜)					擁壁が前傾・倒壊して、その機能を失っているもの。				
	6 擁壁の折損 (横・斜めひびわれから起きるもの。はらんで起るが曲線的なく、クラックを境に鈍角に折れている。)	クラックを境にわずかに角度をなしている。(コンクリート系擁壁の場合クラックを境にわずかに前傾している。)					クラックを境に明らかに角度をなしており、抜け石があり裏込めコンクリートが見える。(コンクリート系擁壁の場合クラックを境に前方に傾斜している。)					一見して大であると判るもの。(コンクリート系擁壁の場合クラックを境に前傾している。又は、1mmでも剪断破壊があり、後傾している。)				
	7 崩壊	中間辺りから上が滑っている。					基礎部を残して滑っている。					機能を果たしていない。全壊				
	8 張出し床版付擁壁の支柱の損傷	支柱にひびが入っている。					支柱のコンクリートがはがれて鉄筋が見えている。					支柱の剪断破壊				
	9 空石積擁壁の崩壊・崩落	積み石がズレている。					部分崩壊					全崩壊				
	10 基礎及び基礎地盤の被害	大規模な沈下やクラックが生じている。														
11 排水施設の変状	天端排水溝にずれ、欠損がある。又は、天端背面、舗装面にクラックが見られる。					左に加え擁壁のクラック又は、目地からの湧水がある。					水抜孔の詰まり、破損があり、排水機能が失われている。					
12 擁壁背面の水道管等破裂	破裂して水が流出している。															
被害の判定値 (上記の最大値を被害程度の点数とする。)	□					点					☆被害程度の点数と危険度判定☆ 小被害: 1~3点(当面は防災上問題なし) 中被害: 4~7点(制限付き立入。避難) 大被害: 8~10点(危険、要避難、立入禁止)					
危険度判定	□大 □中 □小					□大 □中 □小					(人命・財産・交通の3点を判定基準とする。)					
所見(記入者の意見)	緊急度 □大 □中 □小					□有 □無 □判断不可(備考:)										

(様式-2)

宅盤/のり面・自然斜面被害状況調査・危険度判定票

調 査 票		調査日時	年	月	日	時	調査番号			
		地震名又は降雨災害名								
被害発生場所	都道府県		市郡		区町村					
	地区 団地		丁目		番 号					
所有者・管理者氏名		記入者氏名		TEL:						
所有者・管理者の連絡先 TEL:		居住者への説明		<input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未了 <input type="checkbox"/> 居住者不在 <input type="checkbox"/> 老人独居住宅						
<被災状況図>							応急措置 <input type="checkbox"/> 済 <input type="checkbox"/> 未了			
宅地地盤					のり面・自然斜面					
1.クラック	2.陥没	3.沈下	4.段差	5.隆起	1.クラック	2-1.ハラミ	2-2.盤ぶれ	3.カリー侵食	4-1.滑落	4-2.崩壊
5. のり面保護工変状		6. 排水施設の変状								
 枠内土砂流出 (枠浮上り)										
応急措置のために必要な資機材等→削除										
[平面図]					[断面図]					
被災写真の有無		<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有→写真番号[]								
特記事項										

のり面・自然斜面の基礎的条件							
地盤	岩	<input type="checkbox"/> 軟岩 <input type="checkbox"/> 硬岩 <input type="checkbox"/> 不明	オーバーハング	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有			
	土 砂	<input type="checkbox"/> 砂質土 <input type="checkbox"/> 礫質土 <input type="checkbox"/> 粘性土 <input type="checkbox"/> 不明	排水施設	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 (のり肩、小段排水)			
のり高 (複合のり面は擁壁高)	最大高	m (平均高 m)	のり面保護工	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 植生工 <input type="checkbox"/> 構造物			
	(うち擁壁高さ)	m	擁壁位置	<input type="checkbox"/> のり面の上部 <input type="checkbox"/> のり面の中部			
のり面勾配	度			<input type="checkbox"/> のり面の下部 <input type="checkbox"/> 全面			
のり長さ	m		家屋の有無	上部 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 : 下部 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無			
変状形態と配点表							
宅 盤	変状形態のチェック(複数可)	小		中		大	
	1 クラック (幅)	3cm未満又は単数	1	3cm~15cm又は複数	2	15cm以上又は全面	3
	2 陥没 (深さ)	15cm未満	1	15cm~25cm	2	25cm以上	3
	3 沈下 (沈下量・規模)	20cm未満、又は1宅地 ごとの面積の10%未満	2	20~50cm、又は1宅地 ごとの面積の10~50%	3	50cm以上、又は1宅地 ごとの面積の50%以上	4
	4 段差 (段差量)	20cm未満	3	20~50cm	4	50cm以上	5
	5 隆起 (隆起量・規模)	10cm未満、又は1宅地 ごとの面積の10%未満	3	10~30cm、又は1宅地 ごとの面積の10~50%	4	30cm以上、又は1宅地 ごとの面積の50%以上	5
	6 湧水	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有→+1点 (湧水が見られる場合は、上の点数に1点を加える。)					
の り 面 ・ 自 然 斜 面	変状形態のチェック(複数可)	小		中		大	
	1 クラック (幅)	3cm未満又は単数	1	3cm~15cm又は複数	2	15cm以上又は全面	3
	2 ハラミ・盤ぶくれ (隆起量・規模)	10cm未満又は1宅地ご とののり面等面積に 対し10%未満	3	10~30cm、又は1宅地 ごとののり面等面積 に対し10~50%	4	30cm以上、又は1宅地 ごとののり面等面積 に対し50%以上	5
	3 ガリー侵食	クラックなどが誘引 となって雨滴による 侵食が現れはじめた 段階。	6	のり面の表土が雨裂 に陥没するなど放置 していると被害が広 がるおそれのあるも の。	7	洞穴状や滝壺状にガ リーが進展して家屋 の基礎やのり面等の 下側に被害を及ぼす ような状態。	8
	4 滑落・崩壊	部分的な表層すべり、 又はのり面上部の小 崩壊。	7	表層すべりが進んで えぐり取られたよう な状態。放置すると 拡大するおそれのあ るもの、又はのり面 中部までの崩壊。	8	全面的なすべり崩壊 で、さらに拡大のお それがあるもの、又 はのり面底部を含む 全崩壊む	9
	5 のり面保護工の変状 (植生工は除く)	例えば、のり枠の間 詰め陥没。又はコン クリート吹付工にク ラックはあるが、ず れは認められない程 度。	7	例えば、のり枠の部 分的な破損。又はコ ンクリート吹付工の クラック部分で陥没 ・ずれが見られる。	8	例えば、のり枠の浮 き上がり破壊。又は コンクリート吹付工の ラス金鋼が露出し、コ ンクリート吹付面にも 破損が見受けられる。	9
	6 排水施設の変状	天端排水溝にずれ、 欠損がある。又は天 端背面、舗装面にク ラックが見られる。	3	左に加え、のり面の クラック、又は目地 からの湧水がある。	5	排水溝が破断沈下す るなど、排水機能が 失われている。	7
	7 のり面内の水道管等破裂	破裂して水が流出している。					8
8 湧水	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有→+1点 (湧水が見られる場合は、上の点数に1点を加える。)						
被害の判定値 (上記の最大値を被害程度の点 数とする。)	<div style="border: 1px solid black; width: 50px; height: 20px; display: inline-block;"></div> 点		☆被害程度の点数と危険度判定☆ 小被害: 1~3点(当面は防災上の問題なし) 中被害: 4~7点(制限付き立入、断頭避難) 大被害: 8~10点(危険、要避難。立入禁止)				
危険度判定	<input type="checkbox"/> 大 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 小		大被害: 8~10点(危険、要避難。立入禁止)				
所見(記入者の意見)	緊急度	<input type="checkbox"/> 大 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 小	(人命・財産・交通の3点を判定基準とする。)				
	拡大の見込	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 判断不可(備考:)					

[参考(様式-3)] 擁壁・のり面の崩壊に伴う影響範囲図

地震名又は降雨災害名 | 調査番号

擁壁・のり面の危険度評価区分 (小被害) (中被害) (大被害)		影 響 範 囲 の 設 定	被災箇所 D_1 (m)		
			被災範囲 D_2 (m) = $D_1 + H$		
擁壁・のり面条件	(擁壁のり面) 高さ H (m)		水 下	L_1 (m)	$\alpha < 45^\circ$: 0.6H
		$45^\circ \leq \alpha < 60^\circ$: 0.9H			
	(擁壁のり面) 勾配 α (°)	平 端	L_2 (m)	$\beta < 15^\circ$: 1.3H	
	$45^\circ \leq \alpha < 60^\circ$: 1.5H				
地表面勾配 β (°)	上	L' (m)	$60^\circ \leq \alpha$: 2H		
	端		$\alpha < 45^\circ$: 0.4H		
			$45^\circ \leq \alpha < 60^\circ$: 0.6H		
			$60^\circ \leq \alpha$: H		

被災した擁壁・のり面と宅地・建物等の位置関係図



特記事項