

第8章 宅地地盤・基礎

8.1 調査概要

8.1.1 調査目的

基礎及び周囲地盤に起因する建築物の被災状況の把握を目的とした現地被災調査を4回実施した。

調査対象とした地域は、地震直後の概要調査、被災建築物の応急危険度判定結果、被災宅地の危険度判定結果及び他の機関における調査等を元に選定した。

出張者及び主な調査地区は、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）

8.1.2 被災地域における地盤及び基礎の概要

(1) 地盤概要

今回の新潟県中越地震では、長岡市を中心とする平野部から山古志村、魚沼市、南魚沼市にわたる山地・丘陵部地域の広範囲に被害が発生している。

新潟平野の地盤概略分布を図8.1に示す¹⁾。海岸線に沿って発達する砂丘群、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（主に砂礫層）、これらの間に挟まれる氾濫原性の堆積物、三角州性の堆積物に大別され、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、周辺山地の摺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、この構造運動が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。

長岡地域の地盤区分概略を図8.2に、図8.2中のA-A断面における地盤構成概略を図8.3に示す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、扇状地性の堆積物に覆われている（ 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（ 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（ 地区）。ただし 地区でも、部分的に砂礫層が分布する箇所もある。

山地・丘陵部の地質の一例として図 8.4 に川口町を中心とした地域の地質図を示す²⁾。摺曲運動の影響により同じ地域内でも、それぞれ地質が異なる場合があることがわかる。山地・丘陵部では、複雑な地質構造となっていると考えられる。

なお、今回の被災調査地点近傍における代表的なボーリング柱状図¹⁾を図 8.5 に示すとともに、ボーリング位置を図 8.2, 8.4 の図中に示した。



図 8.1 新潟平野の地盤概略¹⁾

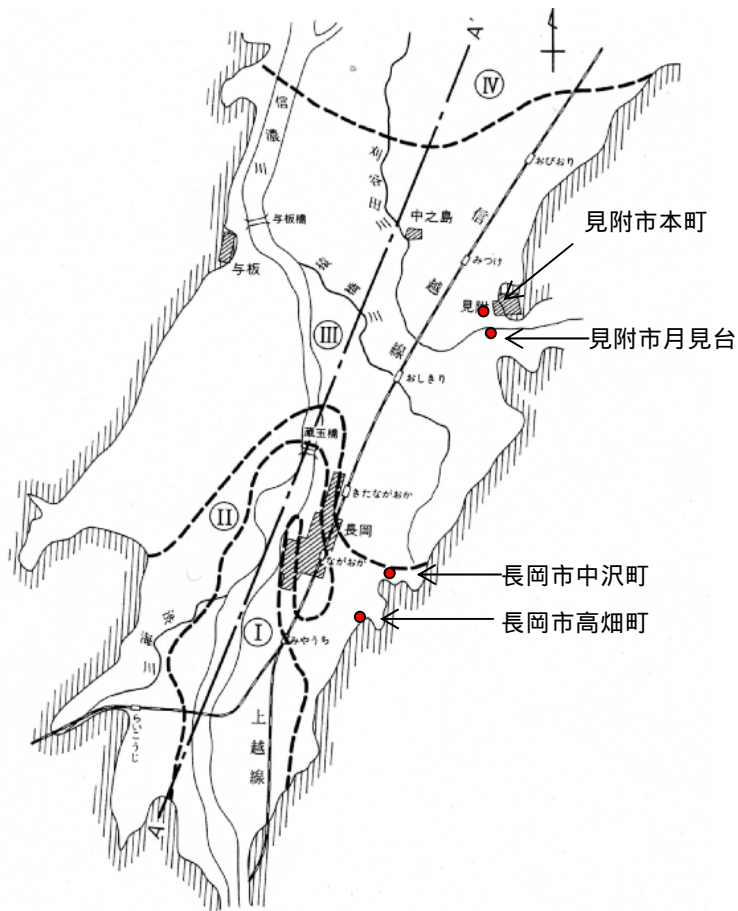


図 8.2 長岡地域の地盤区分概略¹⁾

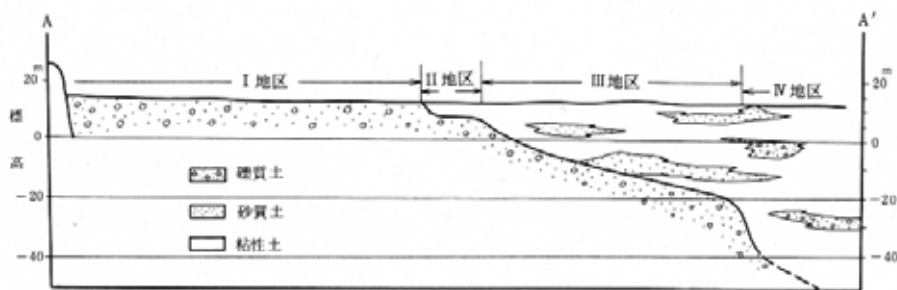


図 8.3 長岡地域の地盤構成概略 (A-A'断面)¹⁾

川口町西倉

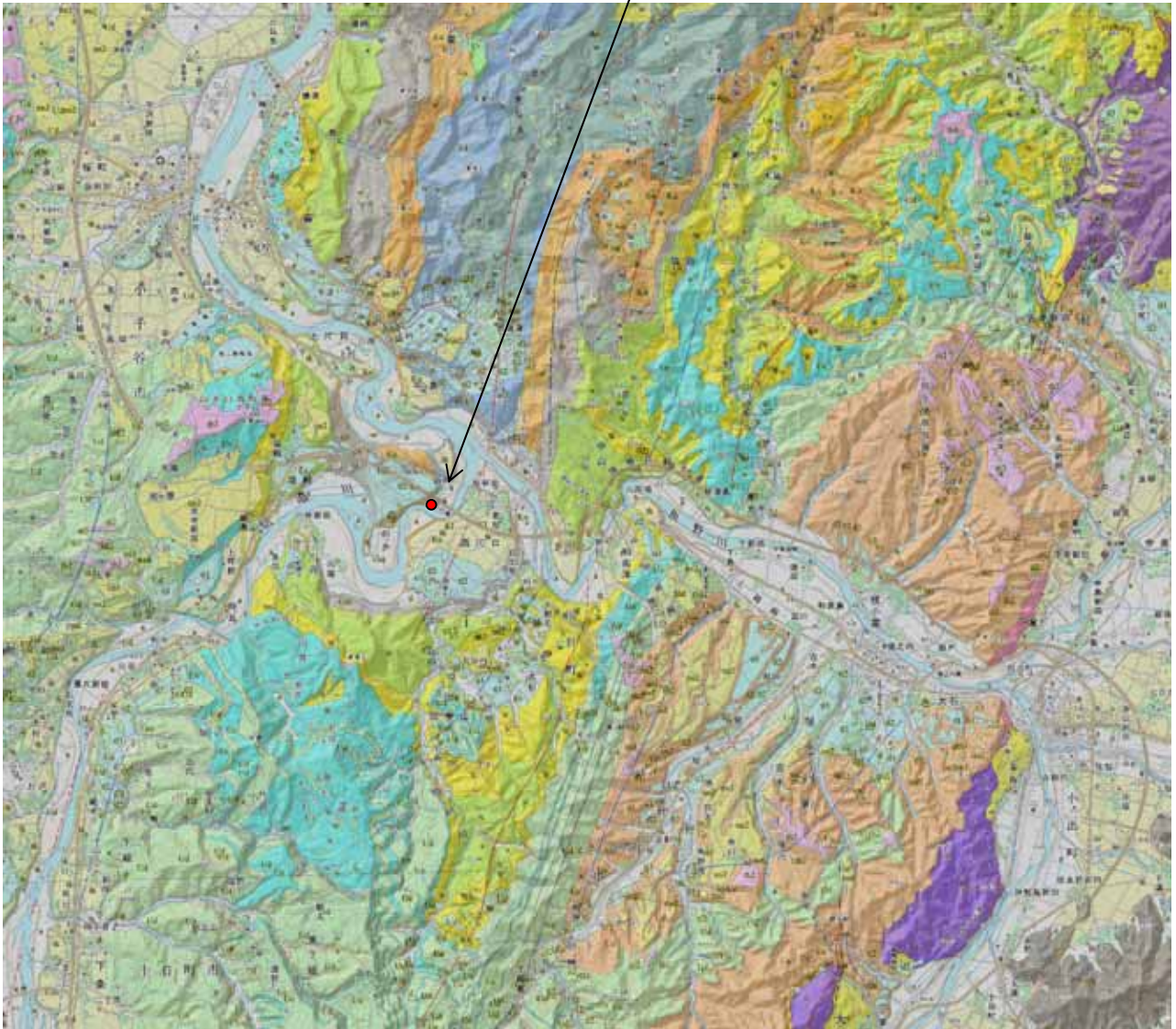
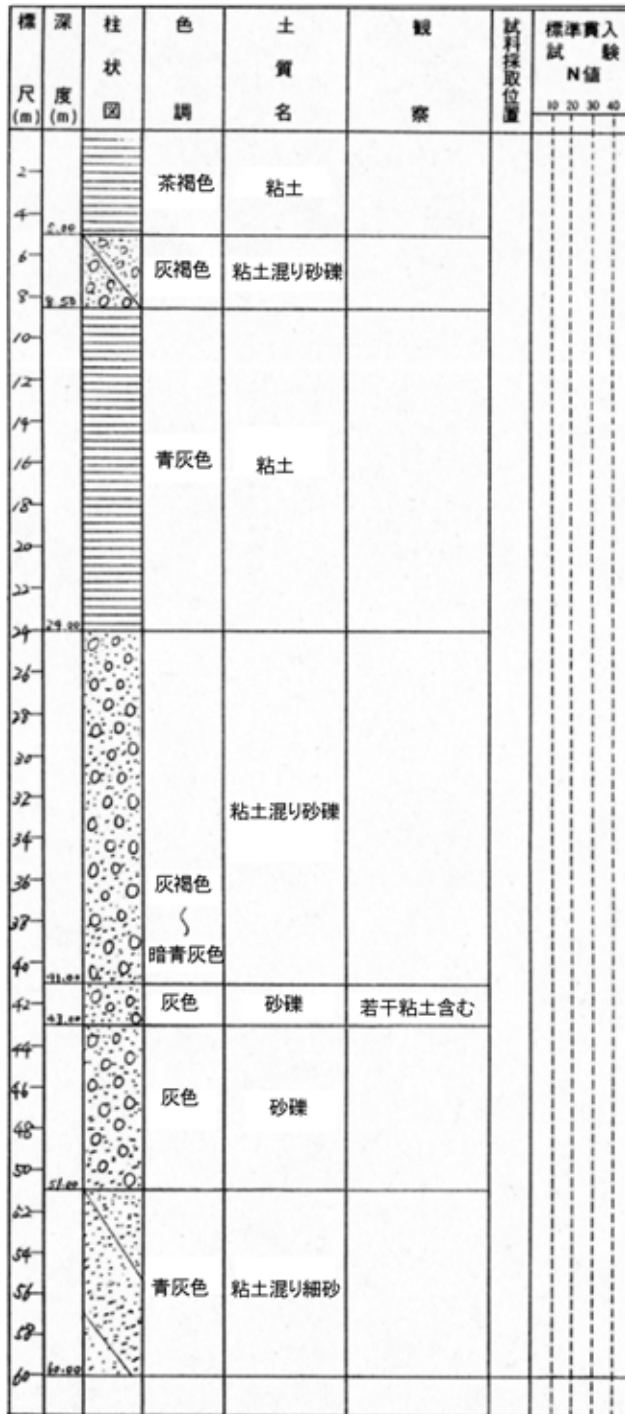


図 8.4(a) 地質図 (小千谷)²⁾

地質時代	統一凡例		岩質	地質時代	統一凡例		岩質					
完新世 H	氾濫原堆積物	河道及び後背湿地堆積物	a	礫・砂及びシルト	後期鮮新世 前期鮮新世 N3	西山階	梶吉(すよし)層	Ka	安山岩及び デイサイト溶岩・火砕			
		自然堤防堆積物	al	礫及び砂				Sy	凝灰質砂岩及び 安山岩質 火山砕屑岩			
	崖錐堆積物		d	岩屑・礫及び砂			牛ヶ首層	Um	塊状泥岩			
	扇状地堆積物		f	礫及び砂			川口層	Uv	安山岩火砕岩			
	最低位段丘堆積物		tk	礫・砂及びシルト				Ks	砂岩			
後期更新世 Q3	信濃川ローム層		*	火山灰	前期鮮新世 後期中新世 N3	稚谷階	荒谷(あらや)層	Ku	泥岩優勢砂岩 泥岩互層			
	古期崩積及び地すべり堆積物		c	岩屑及び崩積土				Kl	砂岩優勢砂岩 泥岩互層			
		低位段丘堆積物	低位II段丘堆積物	tl2				礫・砂及びシルト	Av	安山岩火砕岩		
		低位I段丘堆積物	tl1	礫・砂及びシルト				Aa	泥岩優勢砂岩 泥岩互層			
中期更新世 Q2	中位段丘堆積物	中位II段丘堆積物	tm2	礫・砂及びシルト	後期中新世 N3	上部寺泊階	一村尾(ひとむらお)層	Hc	砂岩・泥岩及び 砂岩泥岩互層			
		中位I段丘堆積物	tm1	礫・砂及びシルト				Hv	安山岩溶岩 及び火砕岩			
	高位段丘堆積物	高位II段丘堆積物	th2	礫・砂及びシルト			鳥屋刀峰(とやがみね)層	Tv	デイサイト 及び安山岩溶岩 及び火山角礫岩			
		高位I段丘堆積物	th1	礫・砂及びシルト				Ts	泥岩岩塊			
	栴形山溶岩	安山岩	Ma	安山岩溶岩								
	御山層及び西層		Oy	礫・砂及び泥								
前期更新世 後期鮮新世 N3-Q1	魚沼層及び灰爪層	灰爪層	Hz	砂質シルト 及び砂シルト細互層	後期中新世 中期中新世 N2	上部寺泊階 下部寺泊階	猿倉岳層・貫木(つなぎ)層・大沢層及び葎沢層	Nd	デイサイト溶岩 及び火砕岩			
		火山灰鍵層	30	流紋岩凝灰岩				Ga	安山岩火砕岩			
		海成シルト砂相	Ue	海成シルト及び砂				Sm	硬質頁岩・ 砂岩頁岩互層など			
		砂シルト相	Ud	シルト・砂及び礫			中期中新世 N1	七谷階	半蔵金層・西名層・上野層	Hm	塊状泥岩	
		礫シルト相	Uc	礫・シルト及び砂						N	デイサイト及び 流紋岩凝灰岩 及び溶岩	
		巨礫相	Ub	巨礫					津川階	八海山層	Jk	火山円礫岩及び 凝灰角礫岩
		砂礫相	Ua	礫及び砂							Js	黒色頁岩・砂岩など
後期鮮新世 N3	西山階	和南津(わなづ)層	W	砂岩	前期中新世 N1	大倉層	Jh	礫岩・砂岩など				
		白岩層	S	砂質シルト岩及び 砂岩シルト岩細互層			Jt	凝灰角礫岩・ 凝灰質頁岩など				
			Sv	安山岩・火山角礫岩			Jo	安山岩溶岩・ 黒色硬質頁岩など				
							Jn	角礫岩・頁岩など				
鮮新世 後期中新世 N3	貫入岩類	流紋岩	R	流紋岩	中生代	岩脈	QP1	石英斑岩及び ひん岩				
		石英閃緑	Qp	石英閃緑			G	黒雲母花崗岩及び 黒雲母花崗閃緑岩				
		ひん岩					J	黒色頁岩・ チャート・ 砂岩など				
		安山岩	An	安山岩			Gb	斑れい岩など				
		石英斑岩など	QP2	石英斑岩(ドレライト・ひん岩を伴う)			Sp	蛇紋岩				
古生代	水無川変成岩				奥利根層群		Tr	砂岩頁岩互層 及び頁岩				
									MI	千枚岩		

図 8.4(b) 地質図(小千谷)の凡例²⁾

見附市本町



(見附市本町の N 値については不明)

見附市月見台

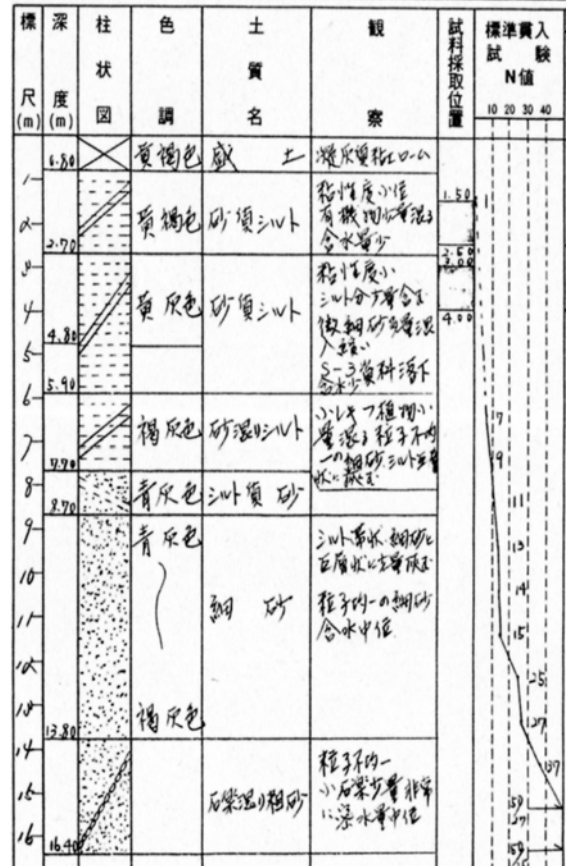
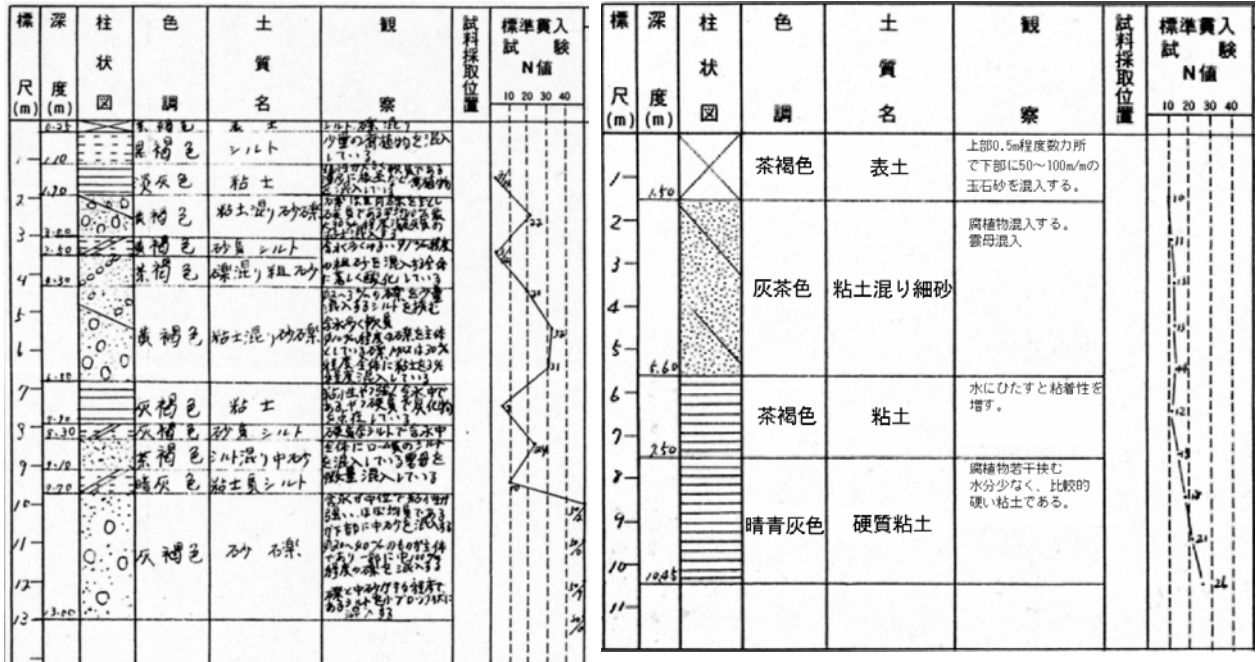


図 8.5 被災調査地点近傍におけるボーリング柱状図 (その1)¹⁾

長岡市中沢町

長岡市高畑町



川口町西倉

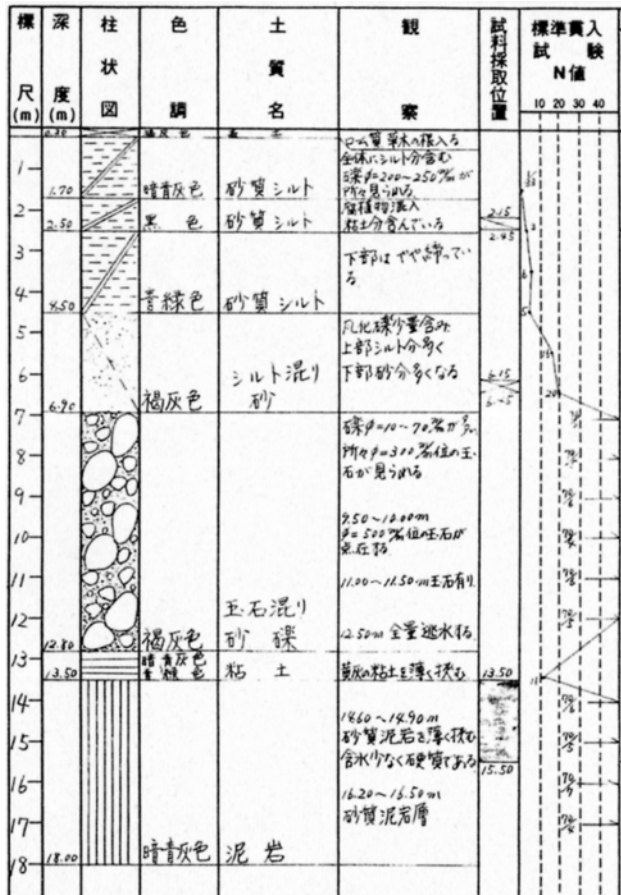


図 8.5 被災調査地点近傍におけるボーリング柱状図 (その2) ¹⁾

(2) 基礎の概要

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 8.1）。

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 0.8～1.8m 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を意味する一般的な呼称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、被災地域での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 8.2）。

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 8.1 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 8.2 被災地域に多い高床式の鉄筋コンクリート造の基礎

8.2 被害概要

8.2.1 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。国土地理院のまとめた地すべりや斜面崩壊等の土砂崩れ・土石流の分布状況（2004年10月29日現在）³⁾を図8.6に示したが、地盤に関連した被害が広範囲にわたって発生していることがわかる。

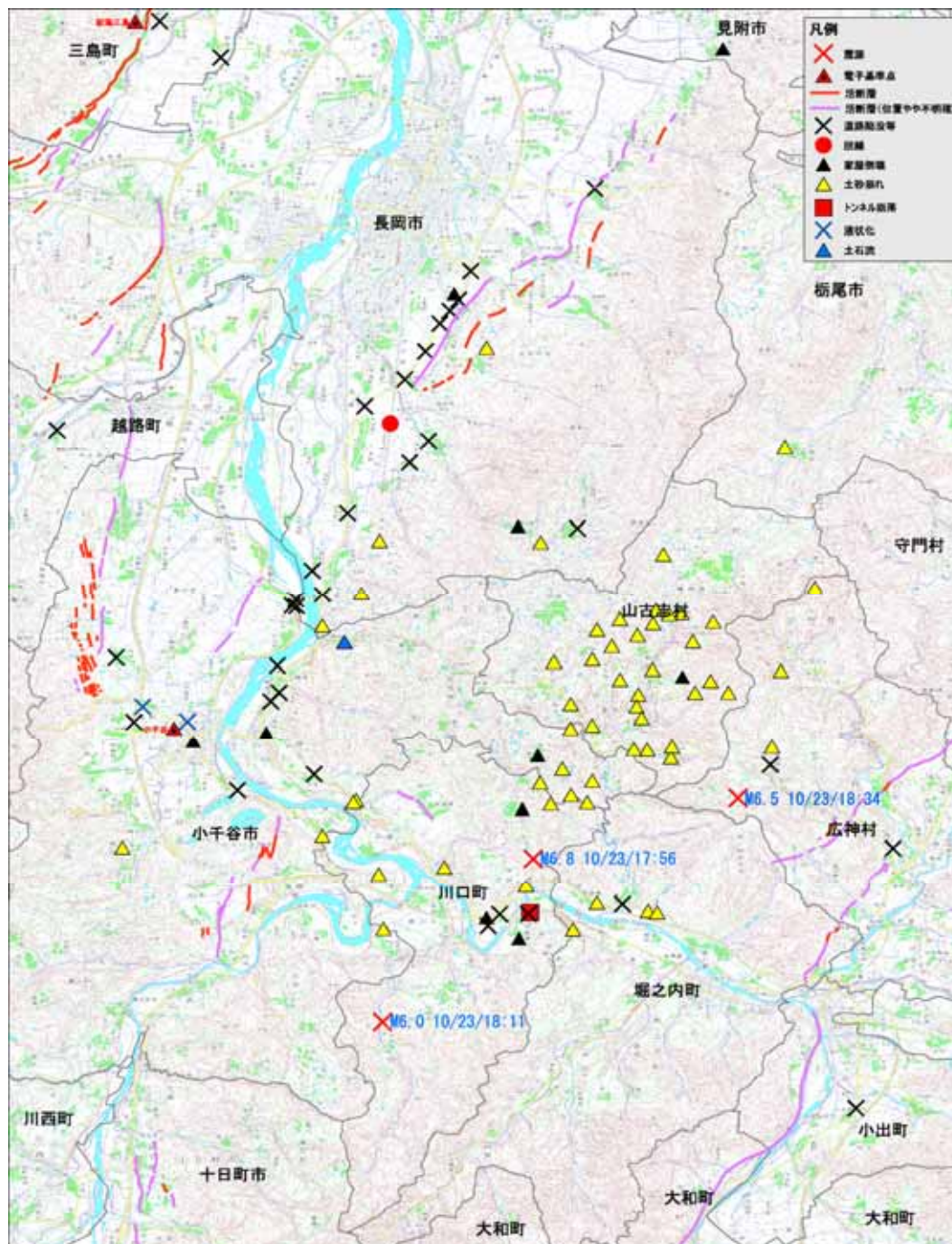


図 8.6 地すべり、崩壊分布図³⁾

写真 8.3 に宅地地盤の被害の一例を示すが、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。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。



地盤変位約 1.5m
地震により離間した例



写真 8.3 宅地地盤の被害（地すべり、崖くずれ、地割れなどによる被害）

上から 3 段目の写真は、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（左側写真）、上部構造が崩壊した例（右側写真）

8.2.2 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において生じた（写真 8.4）。

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、コーナ一部分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 8.4 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

8.2.3 被災宅地の危険度判定

(1) 被災宅地の危険度判定結果概要

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8.1に、被災宅地危険度判定結果の概要を示す。被災宅地危険度判定の調査宅地は、全体で3,330宅地であり、このうち危険が515宅地(15%)、要注意が355宅地(11%)となっている(2004年12月2日現在)。この判定は、調査対象を擁壁と宅盤(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。なお、危険度判定に用いた調査シートを付録8.2に示している。

被災宅地の危険度判定における調査対象や評価区分の概要を表8.2に示す。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おり、それぞれの評価項目ごとに点数で評価して、累加した総点数で総合的な評価をすることにしている⁴⁾。最終的な評価として小被害(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)に分けられる。なお、宅地の被災状況は、建築物の場合と異なり、当該宅地上の擁壁だけでなく、周辺の地形や地割れ、段差等も重要な情報であることから被災状況のスケッチを併せて行うことになっている。なお、写真8.5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。

表 8.1 被災宅地危険度判定結果

判定実施市町村	被災宅地危険度判定件数						
	計	危険(赤)		要注意(黄)		調査済(青)	
1 長岡市	1599	94	6%	75	5%	1430	89%
2 小千谷市	226	134	59%	58	26%	34	15%
3 十日町市	405	24	6%	12	3%	369	91%
4 見附市	152	20	13%	5	3%	127	84%
5 旧三島町	22	18	82%	1	5%	3	14%
6 川口町	392	99	25%	94	24%	199	51%
7 旧堀之内町	63	23	37%	12	19%	28	44%
8 旧小出町	72	11	15%	19	26%	42	58%
9 刈羽村	56	7	13%	19	34%	30	54%
10 西山町	26	5	19%	3	12%	18	69%
11 旧守門村	164	27	16%	22	13%	115	70%
12 旧越路町	126	43	34%	23	18%	60	48%
13 旧入広瀬村	10	4	40%	4	40%	2	20%
14 旧小国町	17	6	35%	8	47%	3	18%
合計	3330	515	15%	355	11%	2460	74%

* 1. 2004年12月2日現在、新潟県のまとめ。

表 8.2 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 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 8.5 被災宅地の危険度判定結果の例

(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)

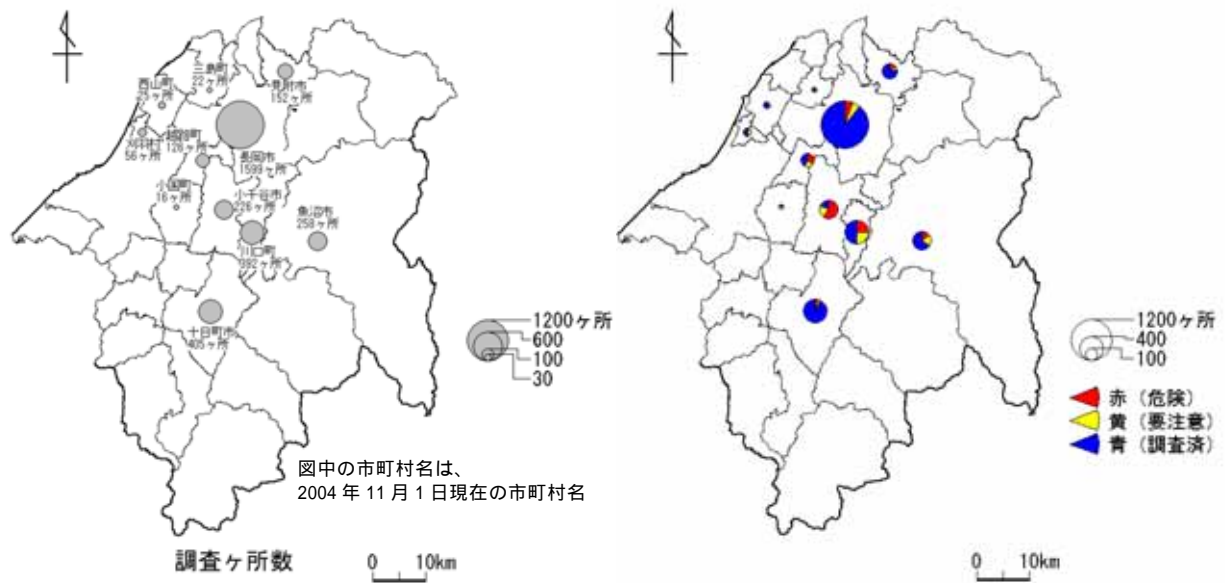


図 8.7 被災宅地の危険度判定結果

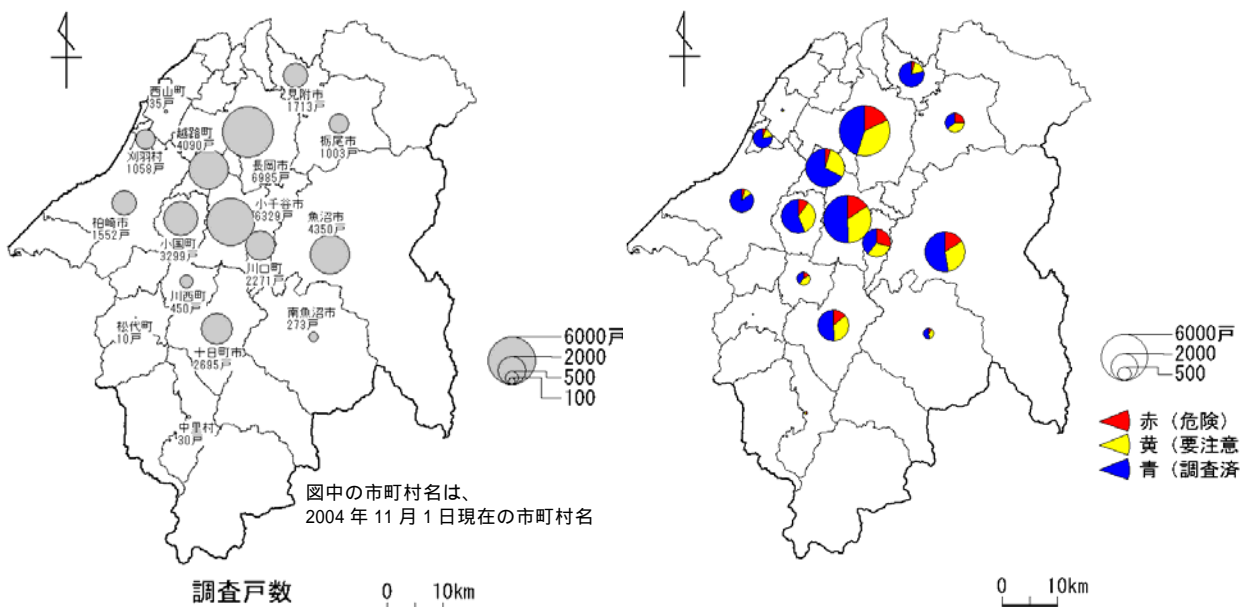


図 8.8 建築物の応急危険度判定結果

図 8.7 に表 8.1 の被災宅地の危険度判定結果を円グラフとして示した。長岡市では、危険度判定で調査された被災宅地は多いが、「危険」または「要注意」と判断されたものの割合は少ない。小千谷市、川口町、旧越路町などでは、調査された被災宅地は少ないものの、「危険」または「要注意」と判断されたものの割合が過半数を超えており、特に小千谷市でその割合が大きい。比較のため図 8.8 に建築物の応急危険度判定結果を同様に示すが、小千谷市では、建築物の応急危険度判定結果で「危険」または「要注意」と判断されたものの割合が過半数を超えておらず、宅地被害の割合が際だっている。

被災宅地の危険度判定の調査対象となった3,330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、地震直前（2004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、液状化被害は、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8.6）。

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地でも、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。



写真 8.6 液状化によるマンホールの浮き上がり

(2) 被災宅地の危険度判定による被害概要⁵⁾

被災宅地の危険度判定における宅地擁壁の被害形態と件数の頻度分布を図 8.9 に示す。このグラフでは、調査票 1 部 (1 被災箇所) について被害形態を重複して合計した数値で示している。被害形態として、クラック、不同沈下・目地の開き、傾斜・倒壊が多く見られている。図 8.10 に宅地擁壁被害の内訳を示す。被害総件数は 457 件で、練積造擁壁が 36%、空石積造擁壁が 20%、コンクリート系擁壁が 34%となっている。この 3 種類で全体の約 90%を占めている。練積造擁壁、空石積造擁壁、コンクリート系擁壁の内訳詳細を図 8.11 に示した。練積造擁壁ではコンクリートブロックが、空石積造擁壁では玉石積みが多く、コンクリート系擁壁では、L (逆 T) 型、現場打ち、重力式で 70%程度となっている。

図 8.12 に宅地地盤の被害形態と件数の頻度分布を示す。宅地地盤では、クラックによる被害が最も多く、次いで沈下、段差による被害が多い。図 8.13 に宅地のり面及び自然斜面における被害状況と件数の頻度分布を示す。のり面及び自然斜面の被害では、滑落・崩落による被害が最も多く、次いでクラックによる被害が多い。

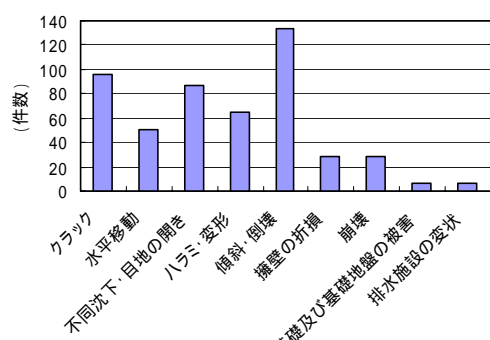


図 8.9 宅地擁壁の被害と件数

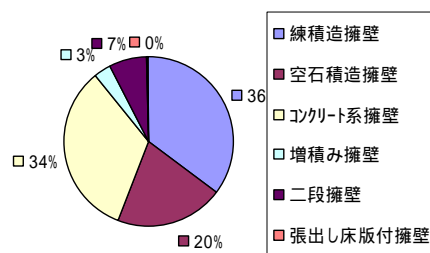


図 8.10 宅地被害擁壁の内訳

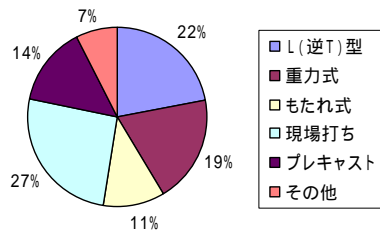
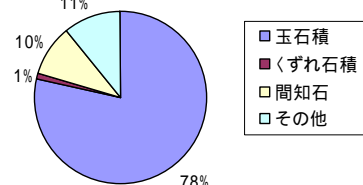
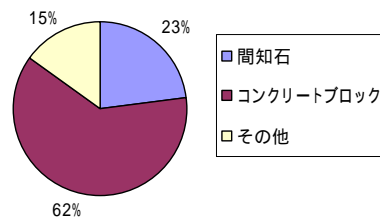


図 8.11 被害擁壁種類別内訳詳細

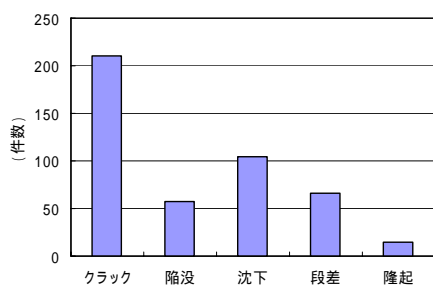


図 8.12 宅地地盤の被害と件数

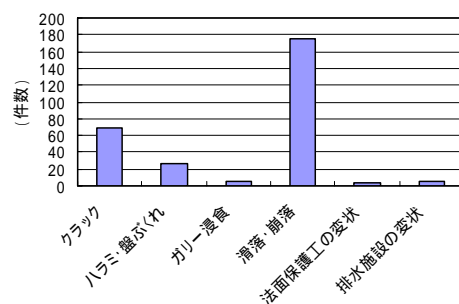


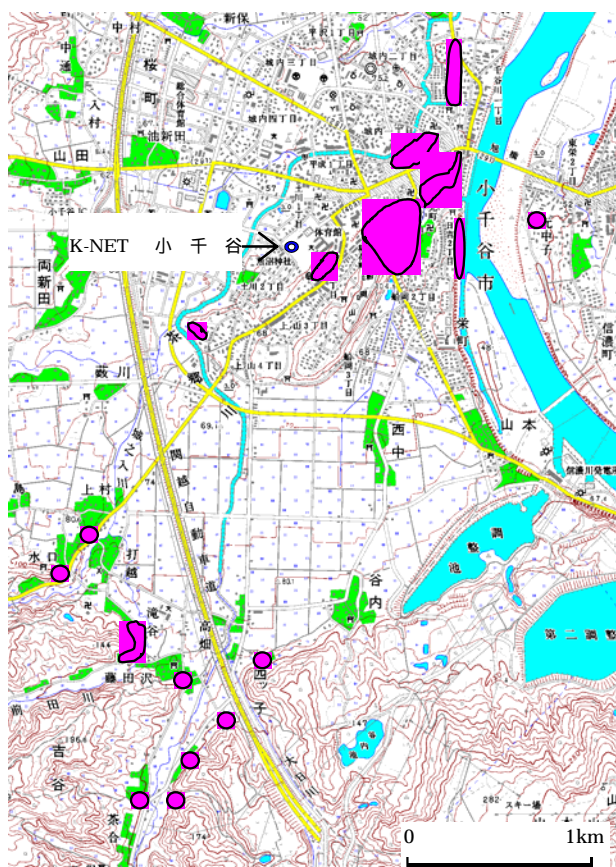
図 8.13 のり面・自然斜面の被害と件数

(3) 小千谷市における被災宅地の危険度判定調査結果⁵⁾

小千谷市では、今回の被災宅地の危険度判定調査において 101 件（101 の被災箇所）の被害が報告されている。宅地擁壁被害が 76 件、宅地地盤の被害が 11 件、のり面及び自然斜面の被害が 37 件である。調査範囲で被害が報告された地域を図 8.14 に示した。被害地域は、市街区域内と丘陵、山地との境界部分の大きく 2 つに分けられる。

小千谷市における宅地被害擁壁 76 件の内訳を図 8.15 に示す。練積造擁壁が 41%、空石積造擁壁が 26%、コンクリート系擁壁が 16%である。図 8.16 には、小千谷市における宅地擁壁の被害程度⁵⁾を示した。被害程度大の割合が 50%と被害の大きい所が多いことが分かる。図 8.17 に、被害程度大の宅地被害擁壁の内訳を示したが、練積造擁壁が 53%を占めている。図 8.18 に宅地地盤の被害程度、図 8.19 にのり面及び自然斜面の被害程度の割合をそれぞれ示した。被害程度中以上の割合が両者とも 70%と大きいことが分かる。

小千谷市における土質図の一例として K-NET 小千谷 (NIG019) の観測地点の場合を図 8.20 に示す。表層を除いて、3m 以深が N 値 50 の礫と岩盤で構成されており、3m 以深では十分な支持力を有する地層と考えられる。図 8.14 に示した地域の地すべり地形分布図画像⁶⁾を図 8.21 に、地形分類図⁷⁾を図 8.22 に示した。丘陵、山地との境界部分の被害地域は、地すべり地形分布と良く対応している。また、市街区域内での被害地域は、段丘崖、低地、低地と台地との境界部に対応しており、小千谷市における宅地被害は地形が大きく影響しているものと考えられる。



国土地理院数値地図 25000(地図画像)高田(平成 15 年 11 月 1 日発行)の「小千谷」を使用

図 8.14 被害地域 (小千谷市)

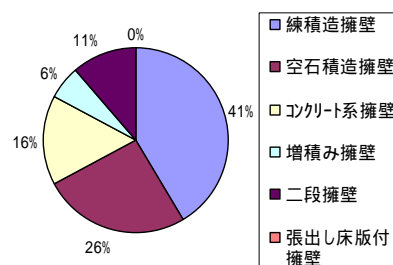


図 8.15 宅地被害擁壁の内訳 (小千谷市)

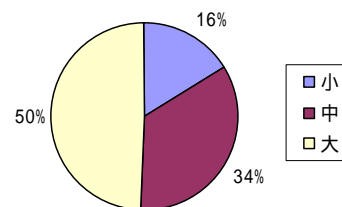


図 8.16 宅地擁壁の被害程度 (小千谷市)

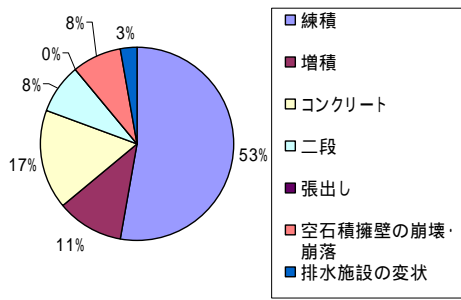


図 8.17 宅地被害擁壁の内訳
(被害大、小千谷市)

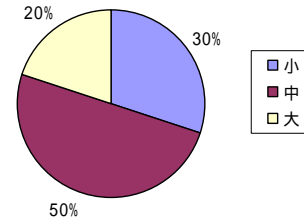


図 8.18 宅地地盤の被害程度
(小千谷市)

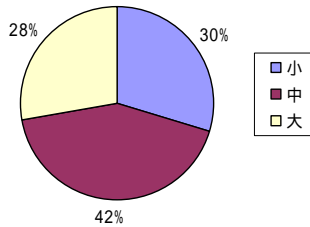


図 8.19 のり面及び自然斜面
の被害程度 (小千谷市)

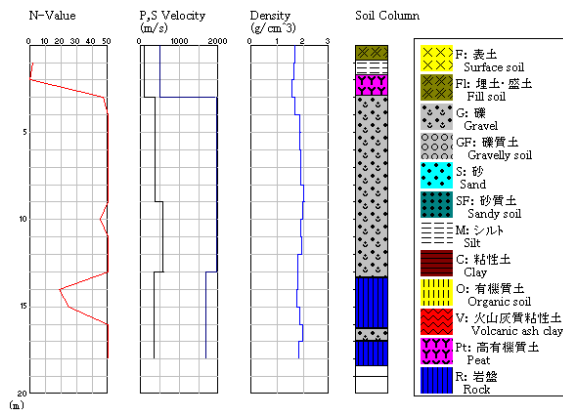


図 8.20 K-NET 小千谷
(NIG019) の土質図

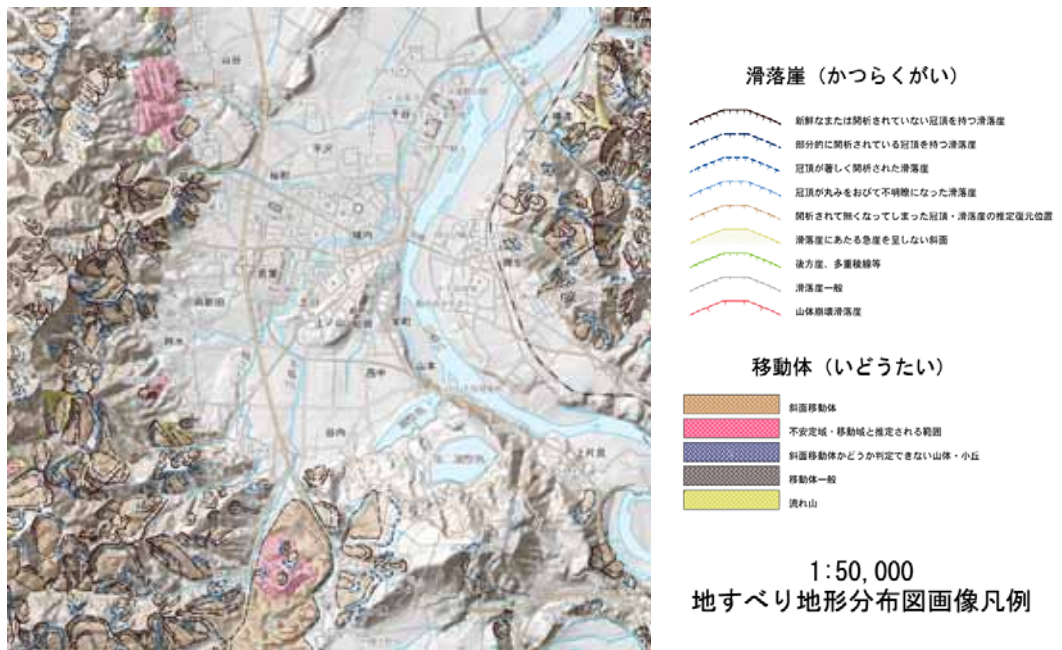


図 8.21 地すべり地形分布図画像 (小千谷市)⁶⁾

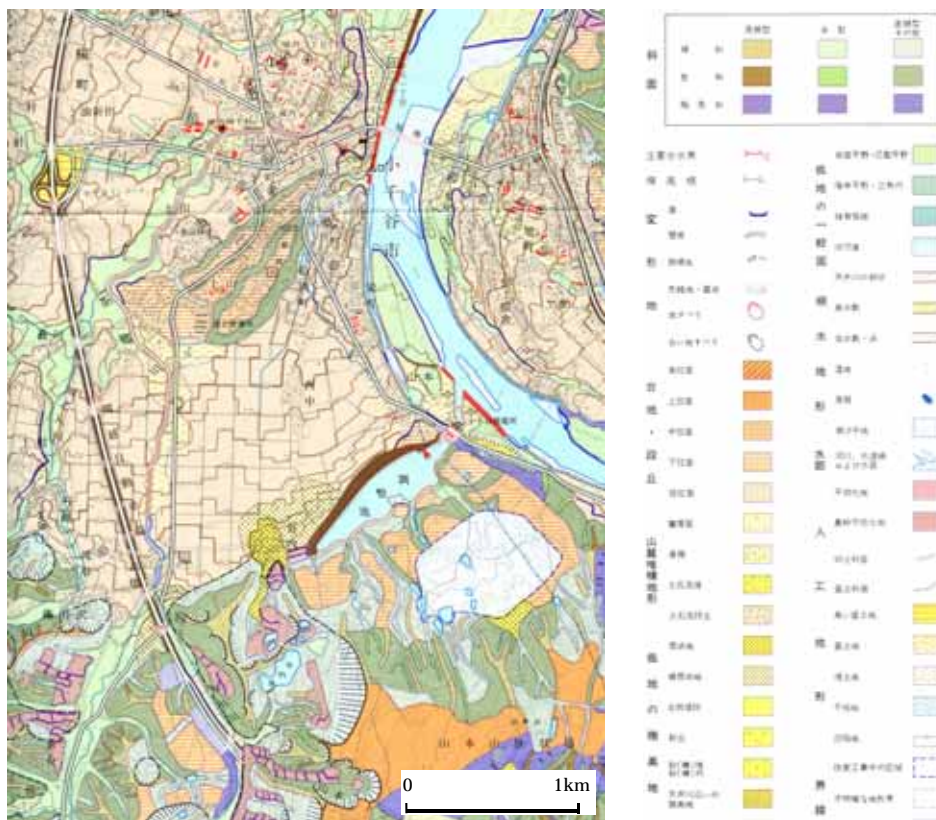


図 8.22 地形分類図 (小千谷市)⁷⁾

(4)建築物の応急危険度判定結果との関連

被災宅地の危険度判定結果と建築物の応急危険度判定結果の関連を両者の対応が確認できた小千谷市と旧越路町の木造建築物 92 棟について検討を試みた。検討結果については、4.2.5(4)被災宅地の応急危険度判定との関連の項を参照のこと。

8.3 被害の特徴

ここでは、調査地区ごとの調査結果と被害の特徴を示す。

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、刈羽村他）

8.3.1 被害調査結果

(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8.2.1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。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。

被害の概略を図 8.23 に示す。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。斜面の頂部に現在も残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。

写真 8.7 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 8.24、写真 8.8、写真 8.9 は、斜面下方の住宅等の被害状況であるが、地すべり等とともに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。

斜面の頂部には古くからの農道及び水路が存在しているが、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。なお、現地調査の結果から、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 程度地盤が沈み込んでいた。

また、聞き取り調査から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。

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。

図 8.25 に被災宅地周囲のスウェーデン式サウンディング試験結果を示す。斜面上面側の結果を図中左に、斜面下面側の結果を図中右に示した。調査地点により差異が見られるが、4m以浅でN値4程度と緩い層構成と考えられる。

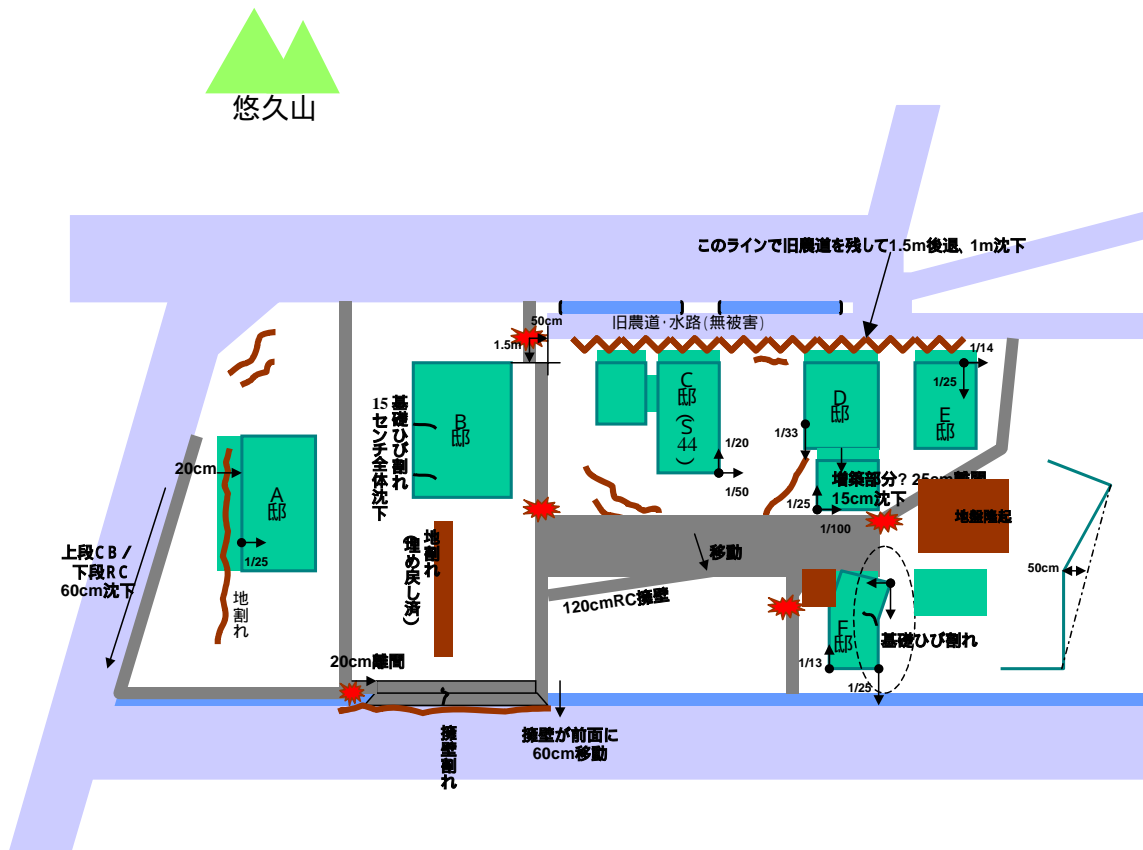


図 8.23 悠久町の地盤被害の概要



写真 8.7 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

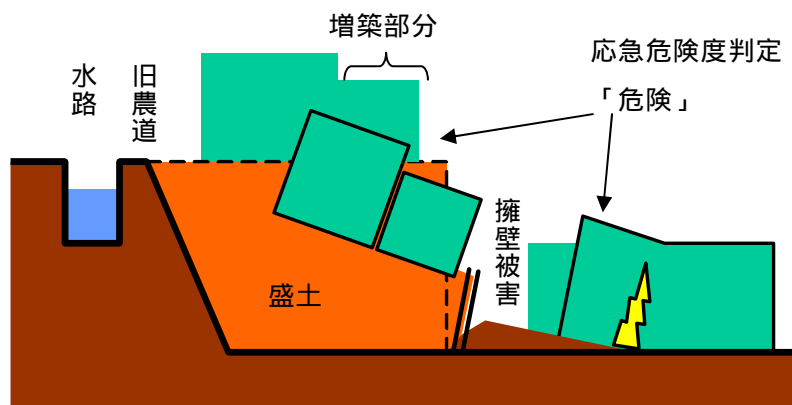


図 8.24 斜面被害の概要



写真 8.8 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 8.9 周囲建築物（C邸）の沈下被害の例

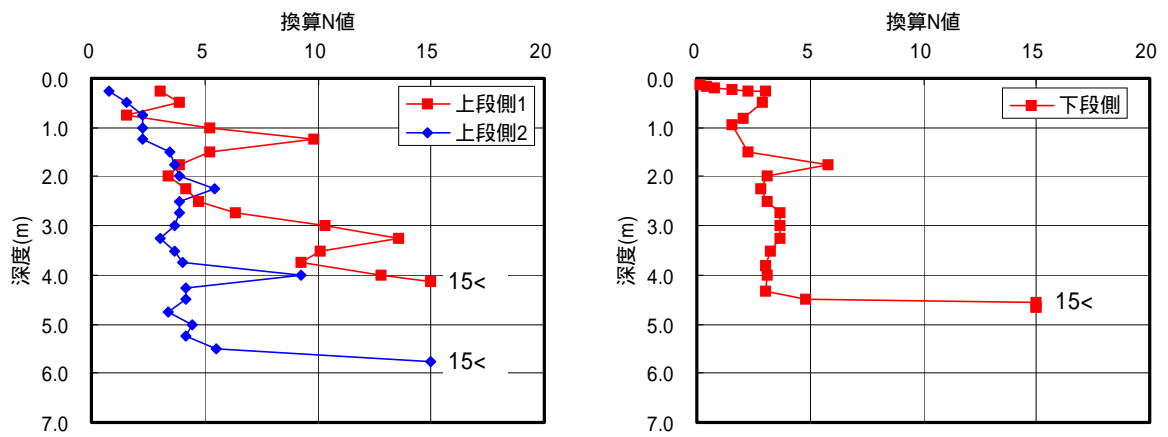


図 8.25 スウェーデン式サウンディング試験結果（悠久町）

(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 8.10 (右側) 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、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 8.11)。

悠久町及び西片貝町の土地条件図による地形分類⁷⁾を図 8.26 に、都市圏活断層図⁸⁾を図 8.27 に示す。扇状地、低位の台地・段丘、盛土地形が混在するとともに、北東方向に悠久山断層が通過しており、不連続な地質構造と推定される。この地域は、平野部との境界部分でもあり、複雑な地形、地質構造が宅地被害に影響を与えたとも考えられる。



写真 8.10 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 8.11 地盤の変位・移動に伴う建築物の傾斜

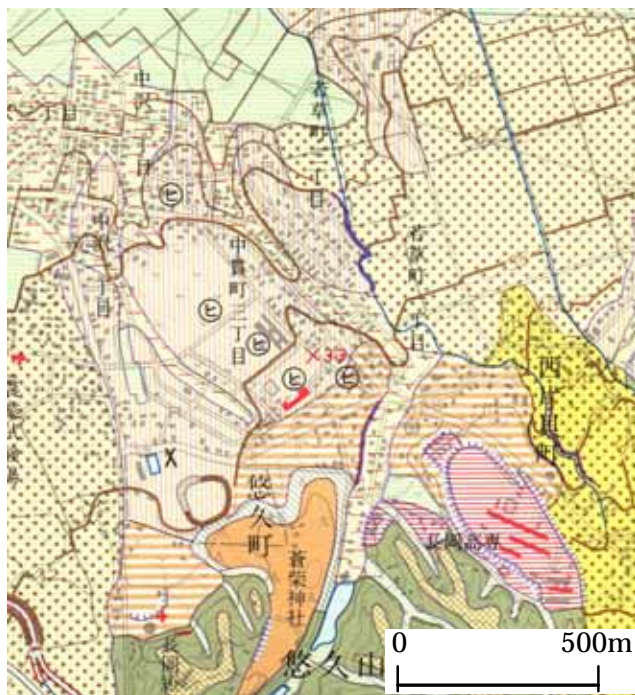


図 8.26 土地条件図による地形分類
(悠久町、西片貝町)⁷⁾

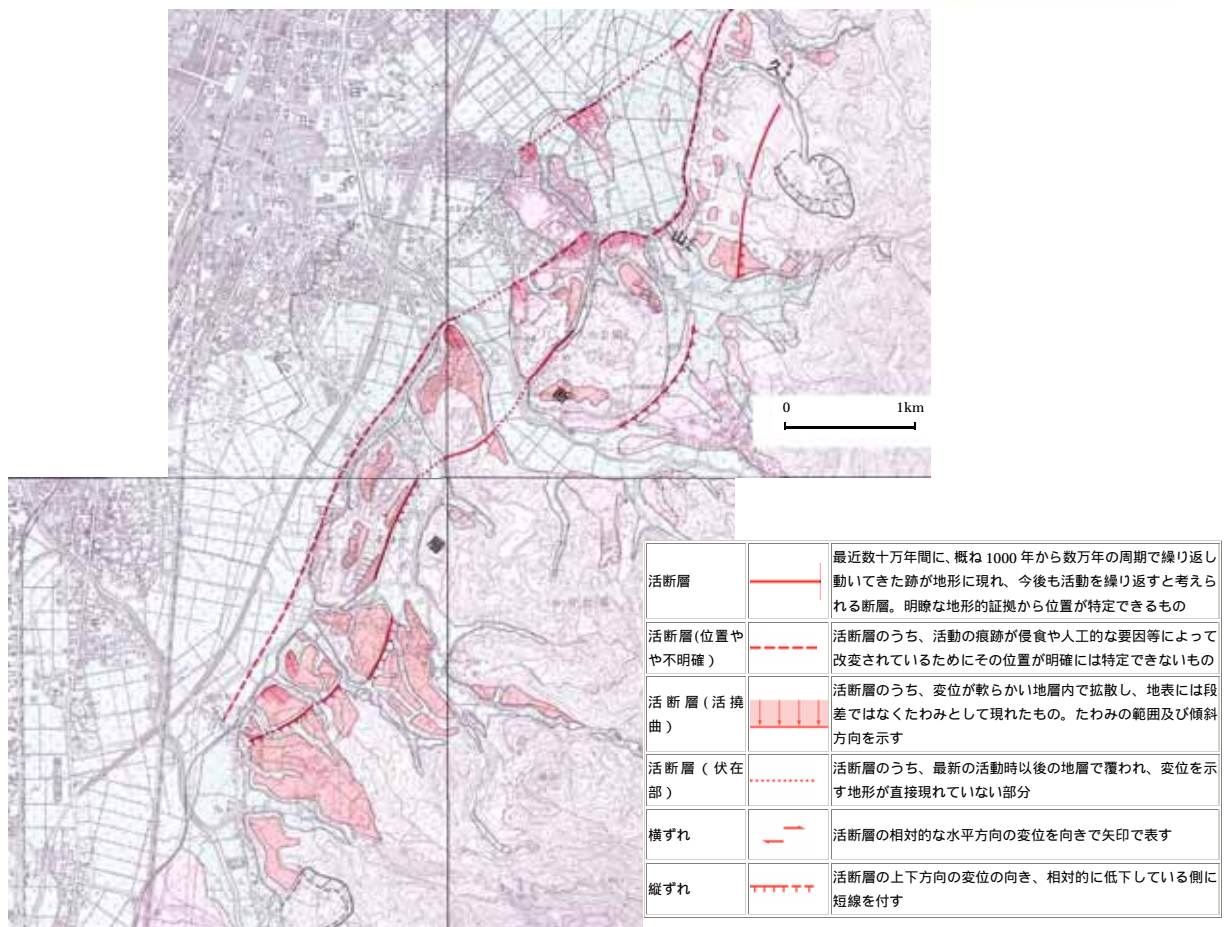


図 8.27 都市圏活断層図(長岡地区)⁸⁾

(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 8.12）。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



ブロック塀

(b) 建物周辺の地盤変状

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) 1階床面の隆起状況

写真 8.12 D建物の被害状況

(4) 長岡市柿町

ほぼ平坦な敷地に建つ、建築面積 60m² 前後の木造 2 階建て住宅に 15cm 以上の不同沈下が発生していた。敷地の状況から見て農地を転用した宅地である。周囲の状況からみて、地すべりや液状化の発生は認められなかった。現地での聞き取り調査の結果を以下に示す。

基礎伏せ図などを図 8.28 に示す。基礎形式は、高さ 1.7m 程度の高床式の布基礎である。沈下対策としての地盤改良は特に採用されていなかった。

最大不同沈下量は最大約 150mm、最大傾斜角は約 8/1000 である。なお、基礎自体の構造的な損傷はほとんど認められなかった。

敷地 4 ケ所で実施されたスウェーデン式サウンディング試験の結果から判断すると、調査地点 3 ケ所で表面から 2m までの範囲に 500N 以下の自沈層が 1m 前後存在しており、表層付近が軟弱地盤であるため沈下障害は発生したと考えられる。

当該住宅は、写真 8.13 に示すように既に沈下修正工事がなされており、柱直下の土間コンクリートを切り取って、布基礎の下に長さ 70cm 程度の鋼管を継ぎ足しながら建物荷重を反力として順次押し込んでいく鋼管圧入工法（アンダーピニング）による沈下修正工事がなされていた。

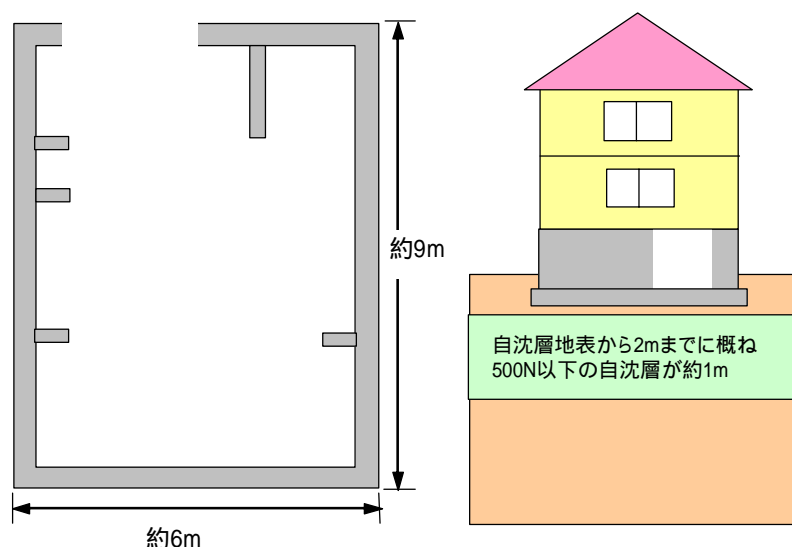


図 8.28 不同沈下が生じた住宅の基礎及び地盤の概要



写真 8.13 鋼管圧入工法による沈下修正工事

左：基礎下に鋼管を設置するために、部分的に切り取られた当該住宅の土間コンクリート
右：アンダーピニングのために継ぎ足しながら圧入される鋼管（長さ約 70cm）

(5) 長岡市高町

長岡市高町（高町団地）の被害については、8.3.2 広域地盤災害の項を参照のこと。

(6) 見附市南本町

見附市南本町の被害については、8.3.3 液状化の被害の項を参照のこと。

(7) 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 8.14）。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 8.15）。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 8.16）。

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 C B)



(c) 基礎被害 (内部)

写真 8.14 E 邸被害状況



(a) 全景



(b) 基礎被害

写真 8.15 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 8.16 その他の被害

(8) 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8.17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8.18（左側）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 8.17 プレキャスト擁壁の移動とそれに伴う被害



写真 8.18 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8.19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8.20、図8.28参照）。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 8.19 被害住宅（外観）及び 1 階床面に生じたずれ（約 15cm）



写真 8.20 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

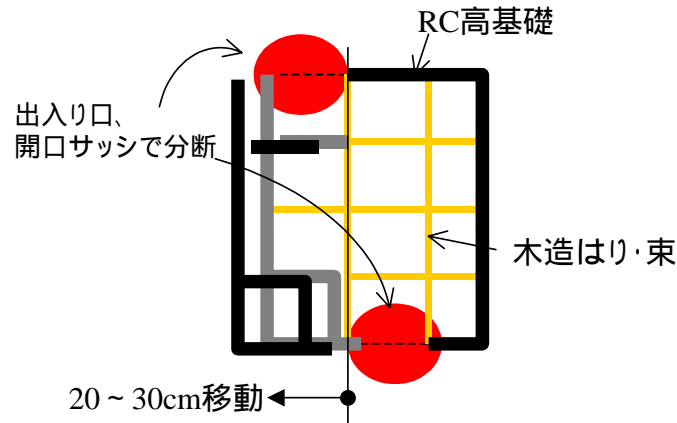


図 8.29 基礎（高基礎）被害の概要

(9) 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 8.21）。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 8.30、写真 8.22）。



(a) 擁壁被害

(b) 高基礎部ひび割れ

(c) 沈下（約 2cm）状況

写真 8.21 G邸被害状況

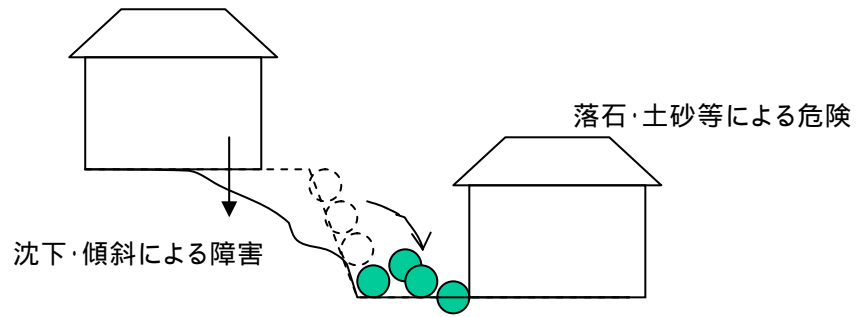


図 8.30 擁壁の崩壊に伴う危険の例



写真 8.22 増積み擁壁等の被害

(10) その他（柏崎市、刈羽村他）

柏崎市、刈羽村では液状化等により被災した住宅の被害が見られた。写真 8.23 に刈羽村での被害例を、写真 8.24 に柏崎市での被害例を示す。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（写真 8.23 左上）。なお、この建物は、2005 年 3 月の時点では、既に取り壊されていた。

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 8.24）。



約 30cm 不同沈下が生じた建築物



約 30cm 不同沈下が生じた建物周囲の噴砂



1/20 以上傾斜した建物

写真 8.23 液状化等による建築物の被害（刈羽村）



1/20 以上傾斜して大破した布基礎（柏崎市）

写真 8.24 液状化等による建築物の被害（柏崎市）

写真 8.23 左上の建物のごく周囲に、数年前に建設された木造 2 階建ての釣り合いのよい住宅(写真 8.25)があったが、沈下障害は認められなかった。聞き取り調査によると、直径 60cm、長さ約 6m の深層混合処理工法によるコラムが約 1.8m 間隔で施工されるとともに、コラム先端は地耐力約 100kN/m^2 の支持層に根入れされており、支持杭的に設計施工した地盤改良が液状化に対しても有効であることがわかった。



写真 8.25 液状化の発生地域で沈下障害が認められなかった住宅の例

軟弱地盤対策として、深層混合処理工法のコラム(径 60cm、長さ約 6m)を約 1.8m 間隔で設置していたためか、沈下障害は生じなかった。聞き取り調査によると、コラムの先端は地耐力約 100kN/m^2 の地盤に根入れされているようである。

刈羽村で実施したスウェーデン式サウンディング試験結果を図 8.31 に示す。写真 8.23 左上の不同沈下建物近傍地点の結果を左に、写真 8.23 下の傾斜建物敷地内の結果を右に示した。実施した地表から 6m までは換算 N 値 3 程度の緩い層構成となっている。同様に写真 8.24 の柏崎市被災住宅近傍で実施したスウェーデン式サウンディング試験結果を図 8.32 に示す。刈羽村の結果と同様に地表から 5m までは換算 N 値 3 程度の緩い層構成となっている。また、水位は、G.L. -0.65m と非常に高い位置にあり、地震時には、液状化しやすい条件であったと考えられる。

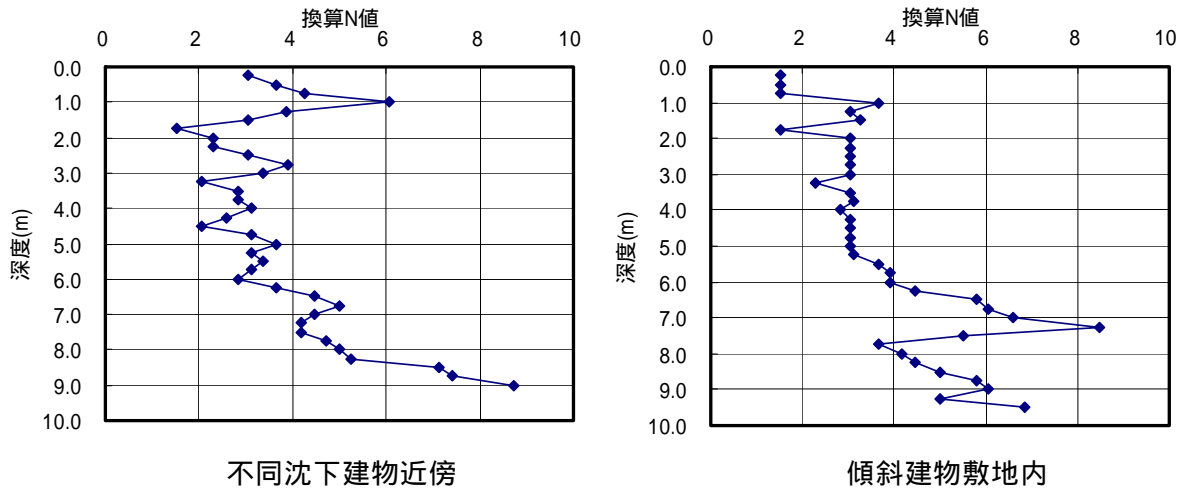


図 8.31 スウェーデン式サウンディング試験結果（刈羽村）

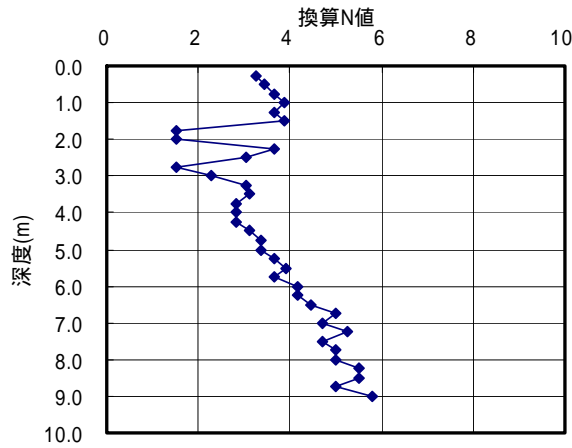


図 8.32 スウェーデン式サウンディング試験結果（柏崎市）

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。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も認められた（写真 8.26）。



写真 8.26 液状化による地盤の隆起と宅地内の地割れ（長岡市）

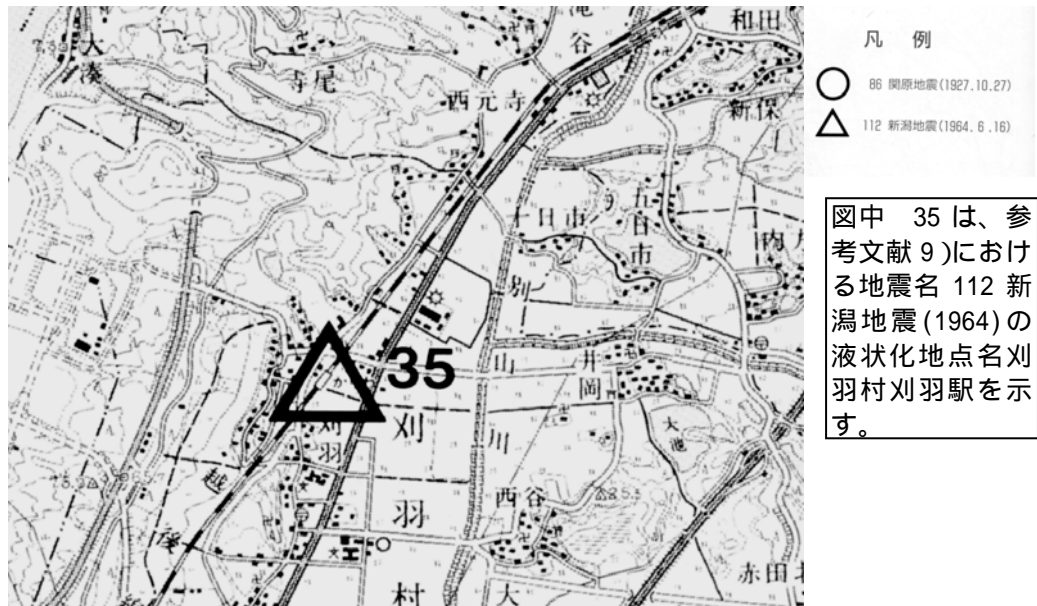
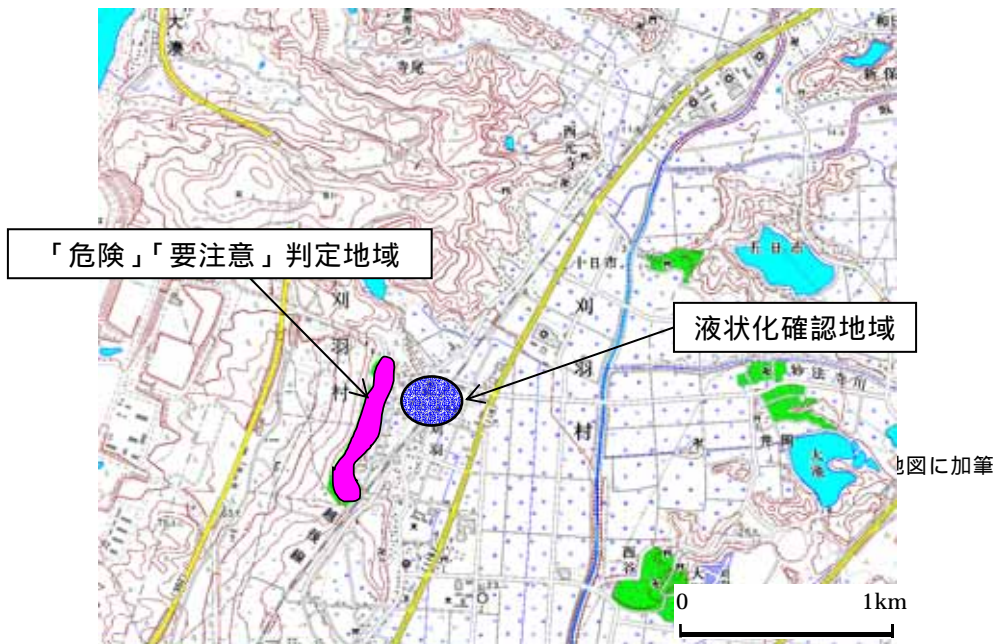


図 8.33 液状化履歴⁹⁾ (刈羽村)



国土地理院数値地図 25000(地図画像)長岡(平成 15 年 11 月 1 日発行)の「西山」を使用

図 8.34 刈羽村での被害地域

図 8.33 に刈羽村の過去の地震における液状化履歴を示した⁹⁾。また、図 8.34 に刈羽村の被災宅地の危険度判定において「危険」または「要注意」と判定された地域と、現地被害調査で液状化による被害が確認された地域を示した。今回の地震において液状化による被害が確認された地域は、1964 年の新潟地震で液状化が確認された地域とほぼ同じ地域であり、地震により再液状化したものと考えられる。また、被災宅地の危険度判定において「危険」または「要注意」と判定された地域も液状化被害地域に近接しており、液状化による影響が大きいと考えられる。

8.3.2 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 8.27 に高町団地の被害状況を、図 8.35 に被害概要を示す¹⁰⁾。大きな崩壊が5カ所見られる。図 8.36 に高町団地の土地条件図による地形分類を示す⁷⁾。団地南西部高町4丁目の3カ所の崩壊部は、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 8.28 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 8.37 に示す¹¹⁾。昭和 59 年（1984 年）に全体造成が完成していることから約 20 年経過したものと考えられる。



写真 8.26 高町団地の被害状況

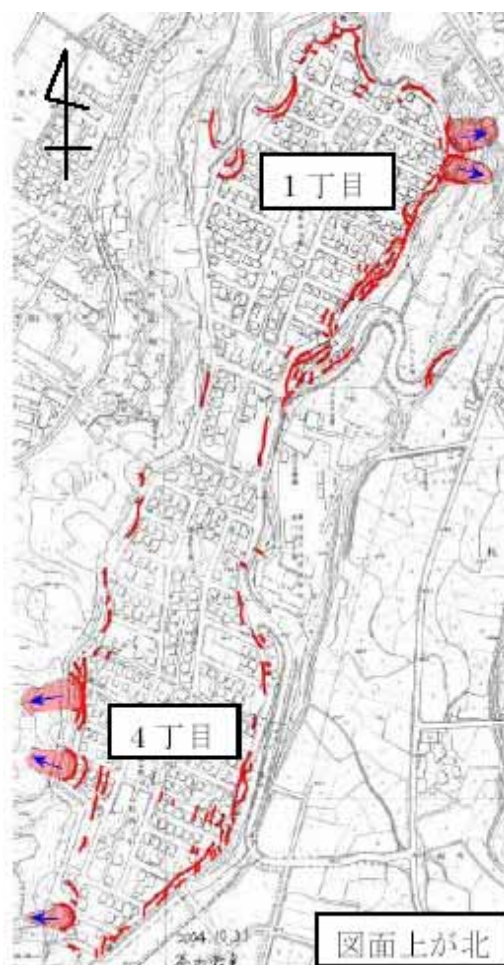


図 8.35 高町団地の被害概要¹⁰⁾



写真 8.27 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

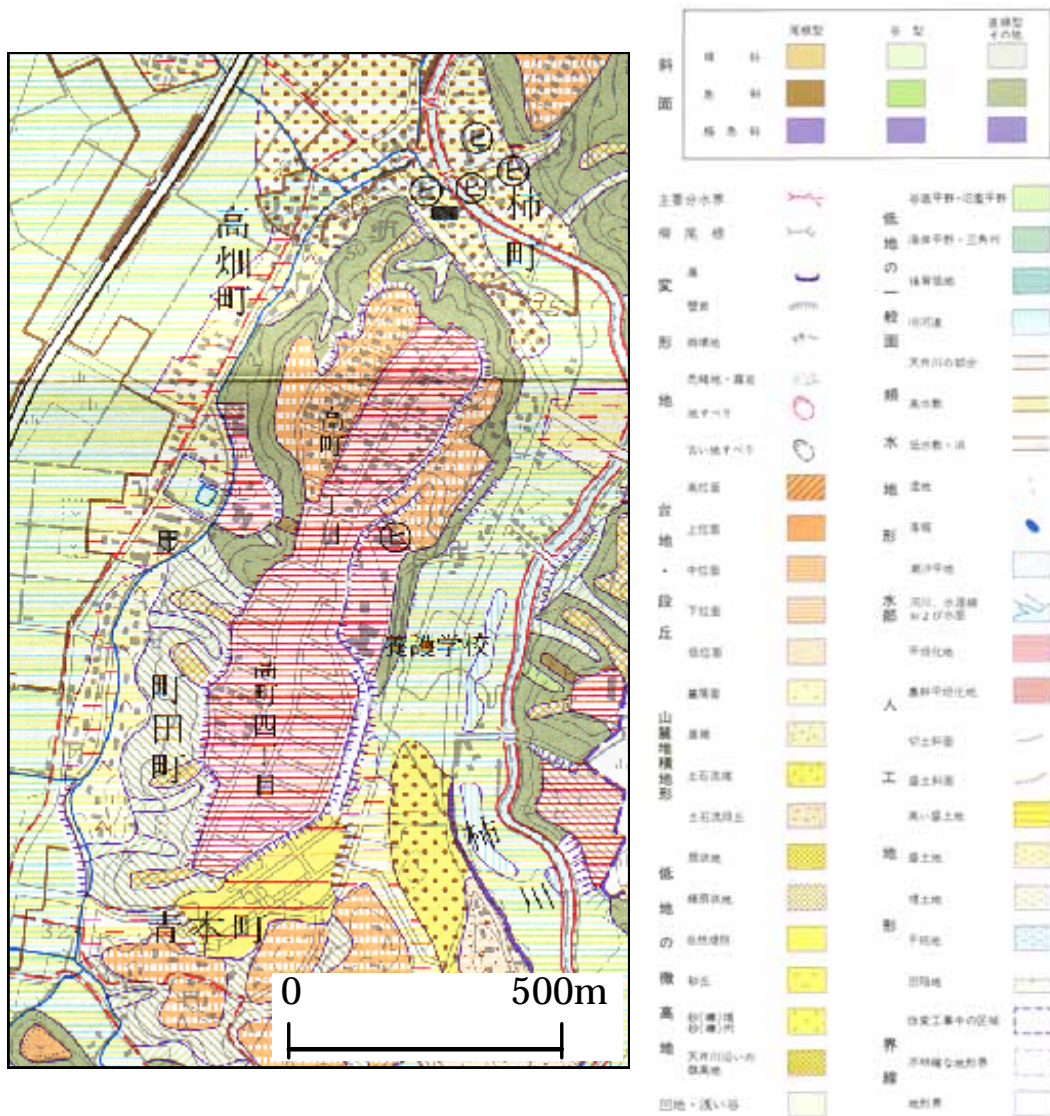
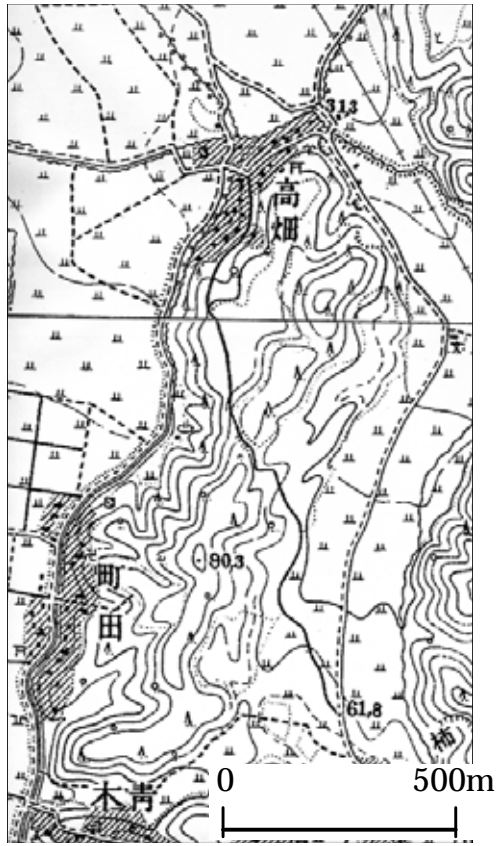
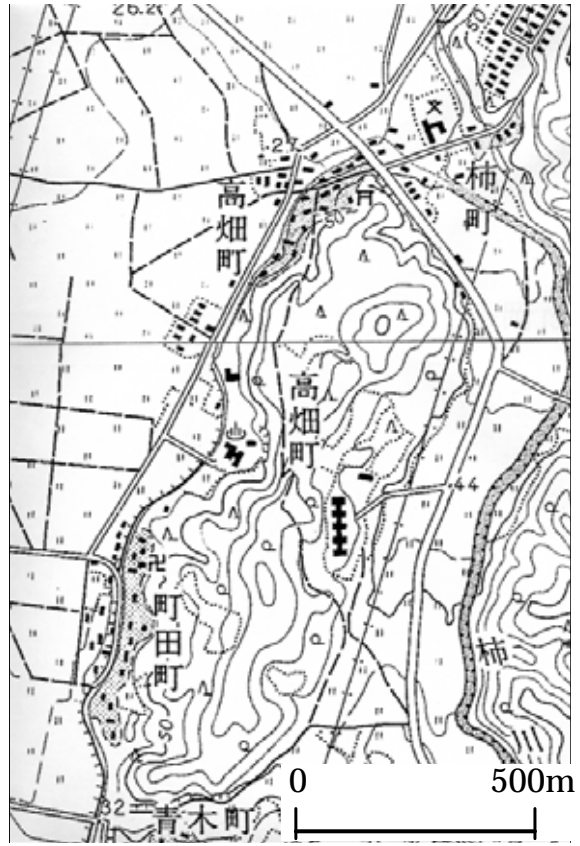


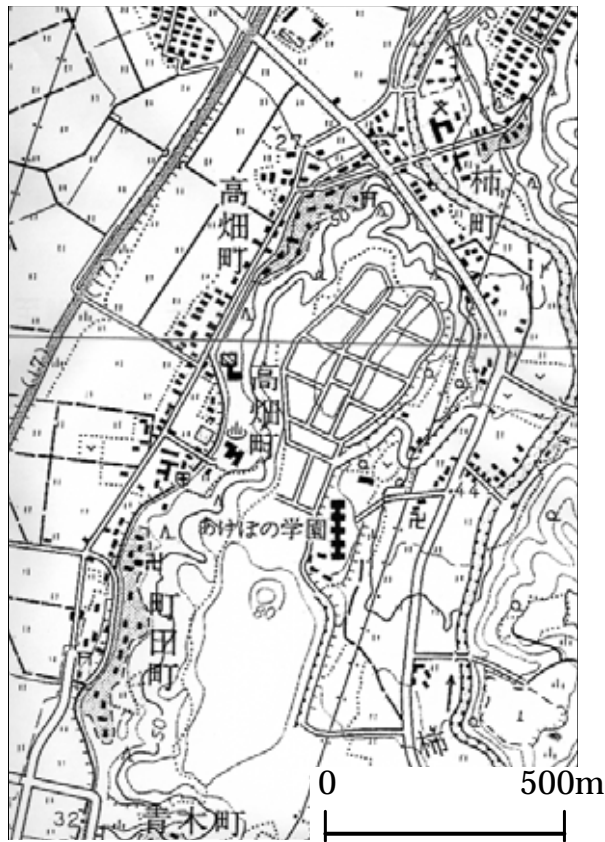
図 8.36 土地条件図⁷⁾ (高町団地)



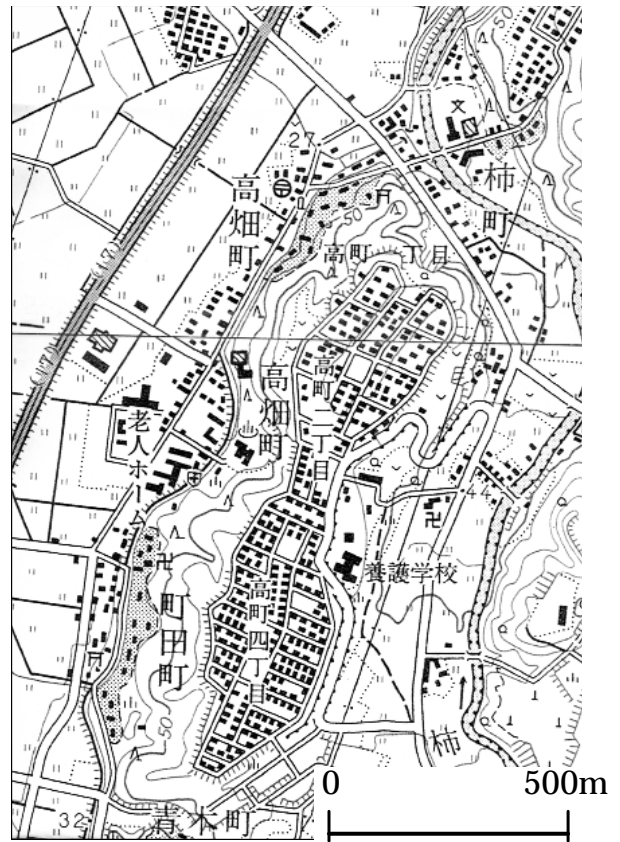
昭和 27 年頃



昭和 43 年頃



昭和 56 年頃



現在

国土地理院旧版地図二万五千分の一地形図「長岡」「片貝」を使用

図 8.37 高町団地地域の变迁¹¹⁾

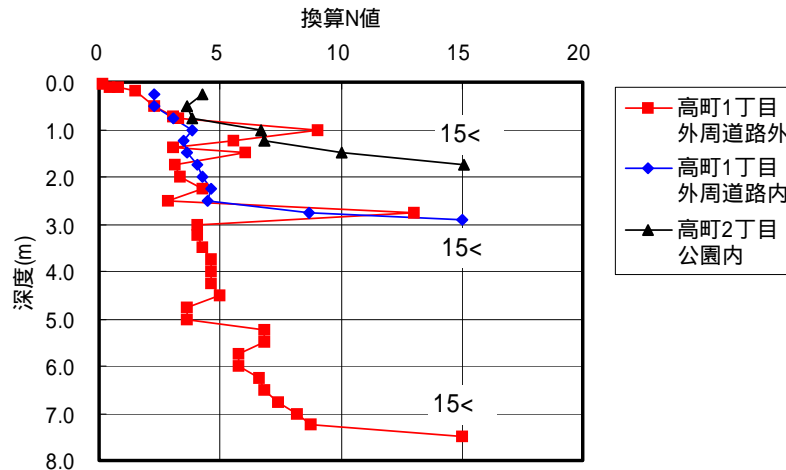


図 8.38 スウェーデン式サウンディング試験結果（高町団地）

図 8.38 に団地内で行ったスウェーデン式サウンディング試験結果を示す。団地北部高町 1 丁目の外周道路の外側地点と内側地点、高町 2 丁目の公園の 3 カ所である。団地の中心部に近い公園では、換算 N 値の大きい層が地表より 2m 付近に見られる。団地外側に位置する外周道路付近では、換算 N 値の大きい層は道路内側で地表より 3m 付近に、道路外側では地表より 7.5m 付近に見られる。中心部は切土、周辺部は盛土と造成時の影響が現れているものと考えられる。

8.3.3 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るが、ここでは、見附市における液状化被害について詳しく検討した結果を示す。

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 8.39 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み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 8.40）。

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試験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、旧河道であるとのことであった。

平成 16 年 7 月の新潟・福島豪雨では、見附地域においても破堤により冠水している。図 8.41 に冠水地域を示した¹²⁾。市街地对岸の冠水区域は、刈谷田川破堤によるものであるが、市街地内にも冠水区域が見られ、周囲より低いため水が集まりやすく、地下水位の高い地区があることが伺える。

図 8.42 に見附市中心部の土地条件図¹³⁾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。

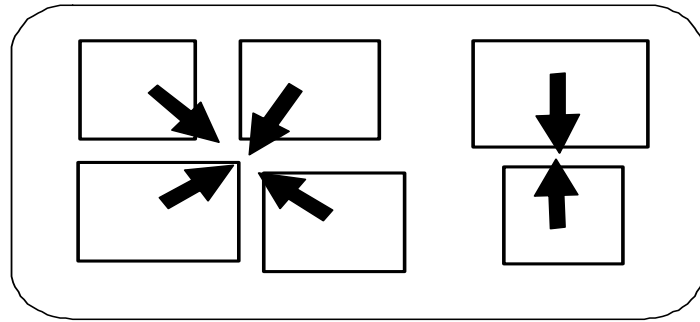


図 8.39 液状化による住宅の不同沈下・傾斜の方向（隣棟側に傾斜）

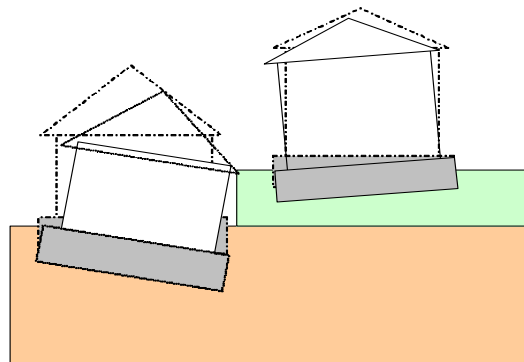


図 8.40 液状化による住宅の不同沈下・傾斜と盛土の関係

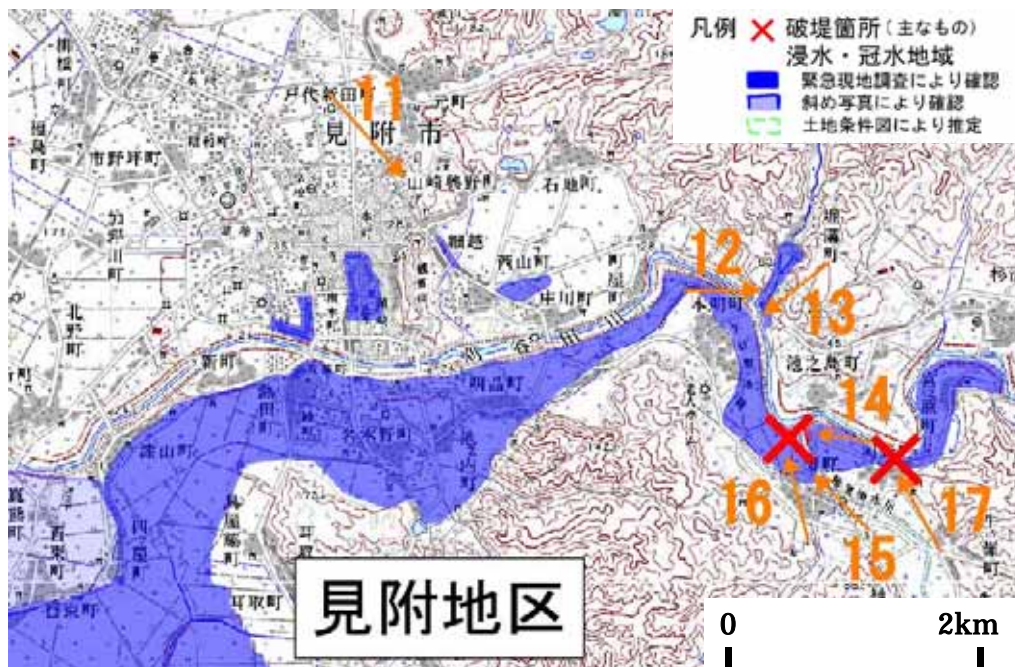


図 8.41 平成 16 年 7 月新潟・福島豪雨における見附地域の冠水区域¹²⁾

スウェーデン式サウンディング実施点 図 8.2 中のボーリング地点

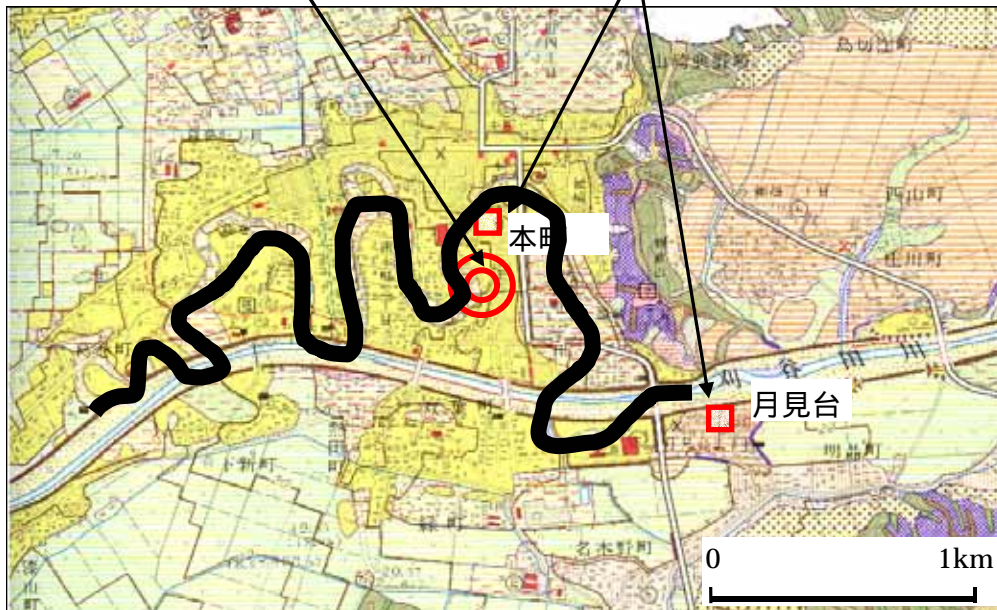
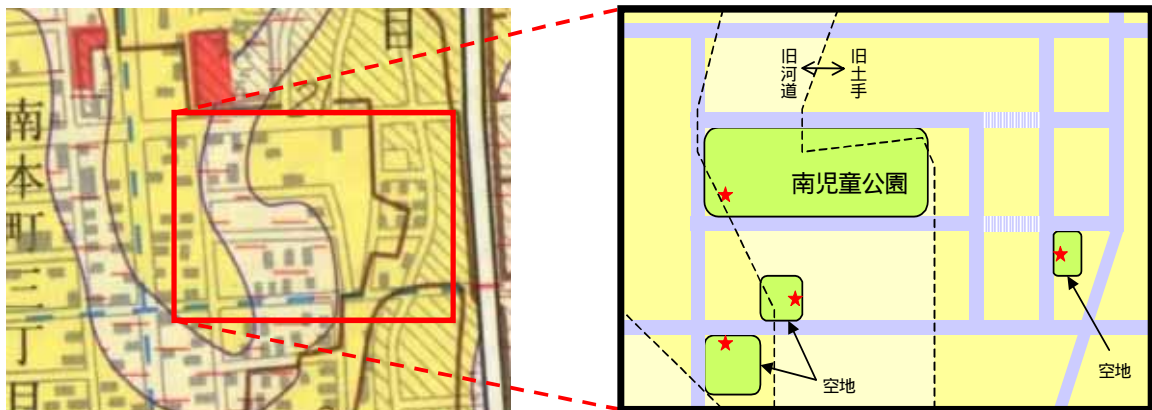


図 8.42 土地条件図¹³⁾ (見附市)

土地条件の種類については図 8.36 に示した凡例を参照のこと。図中に示した太い実線は図 8.51 に示した昭和 23 年頃の河道



今回試験位置 (4箇所)



図 8.43 スウェーデン式サウンディング試験の調査位置

下段：試験状況、スクリーンに付着した砂、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）

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 8.43）の結果の一例を図 8.44 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試験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 G.L. -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の結果を図 8.45 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、地表に噴出した砂の中には、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試験に用いるロッドの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、G.L. -2.5 ~ -3.0m の間からは茶褐色の砂、G.L. -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、G.L. -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 8.29）。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。

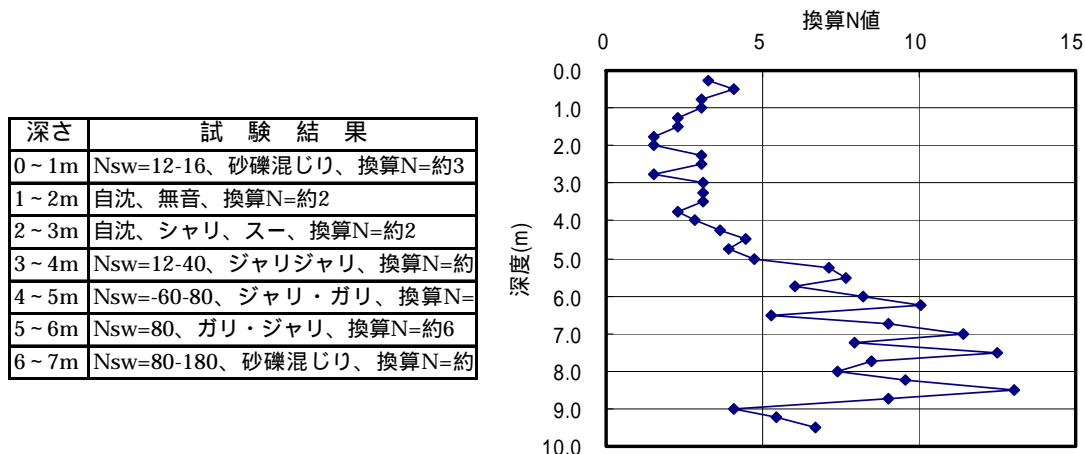


図 8.44 見附市南本町のスウェーデン式サウンディング試験の結果

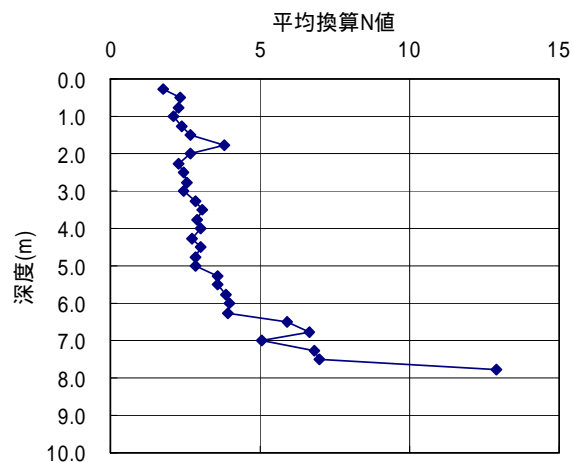


図 8.45 スウェーデン式サウンディング試験結果
（見附市南本町、2000 年に実施）



写真 8.29 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：地表の噴砂と地中から採取した砂（調査地付近の噴砂には青灰色の砂が含まれていたが、青灰色の砂は G.L. -2.5~3.0m 間には存在せず、G.L. -4.5~5.0m 間の砂が青灰色であった）。下段左図は、図 8.43 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。

見附市南本町で実施したボーリング調査結果を図 8.46 に示す。また、ボーリング深度ごとの粒径加積曲線を図 8.47 に示した。G.L. -1.8m までが砂、-1.8m ~ -4.6m までが粘土まじりの砂、-4.6m ~ -5.9m がシルト質層で構成されている。粒径加積曲線による粒径分布では、ボーリング下層部で細粒分（シルト分）が多い傾向にあるが、6m 深度を除いて分布形状に大きな違いは見られない。粒径分布の 6m 深度を除いて、粒径 0.425mm までの通過質量百分率は 71 ~ 85%、粒径 0.075mm までの通過質量百分率は 15 ~ 33% である。図 8.48 にボーリング調査地点近傍のスウェーデン式サウンディング試験結果を示す。中間部分でやや換算 N 値が大きくなっているが、深度方向の N 値は、ボーリング調査結果と良く対応している。図 8.49 に見附市の旧自然堤防地点と埋め立てにより造成された地点でのスウェーデン式サウンディング試験結果を示す。なお、埋め立て地点では、液状化が確認されている。換算 N 値の分布において、両者に大きな違いは見られない。図 8.50 に見附市における液状化地点の噴砂試料による粒径加積曲線を示したが、粒径 0.425mm までの通過質量百分率は、85 ~ 99% と均質な砂と言える。

建築基礎構造設計指針¹⁴⁾では、一般的に細粒土分含有率が 35% 以下の土、人工造成地盤で細粒土分含有率が 35% 以上の低塑性シルト、液性限界に近い含水比を持ったシルトも液状化判定の対象とすべき土層としており、見附市の地盤においても液状化の可能性が十分にあったと言える。

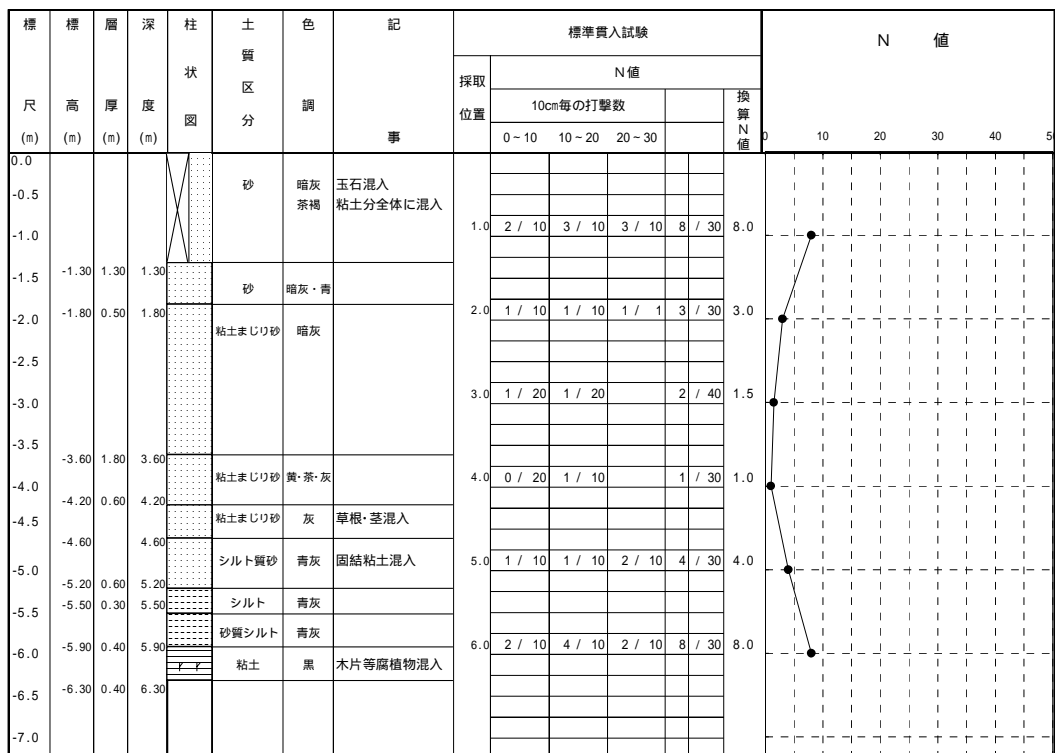


図 8.46 見附市南本町のボーリング調査結果

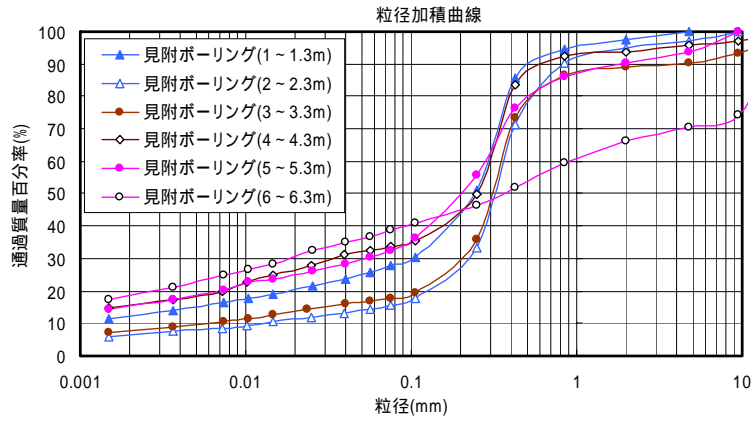


図 8.47 ボーリング深度ごとの粒径加積曲線（見附市南本町）

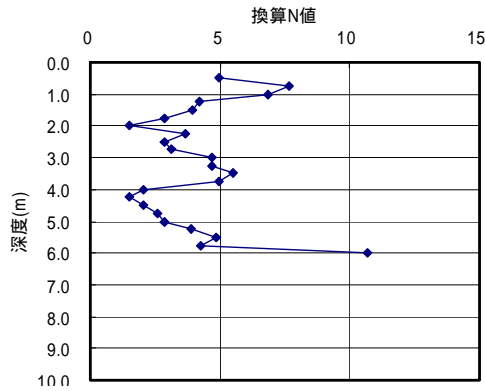


図 8.48 スウェーデン式サウンディング試験結果（ボーリング孔近く）

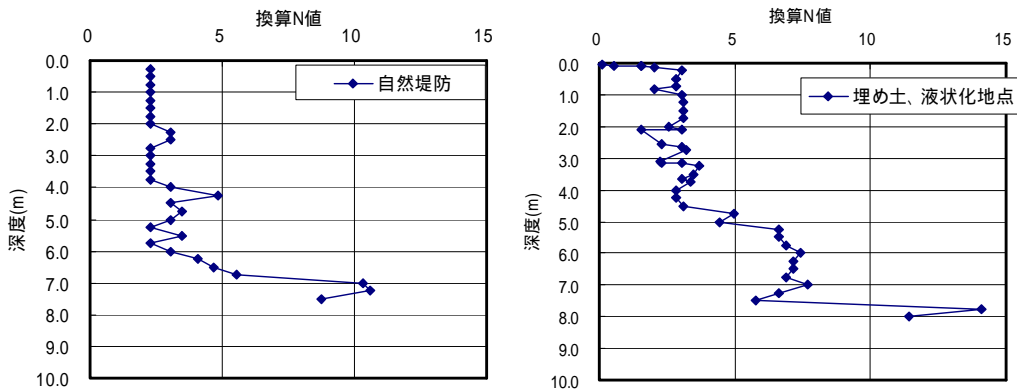


図 8.49 スウェーデン式サウンディング試験結果（見附市）

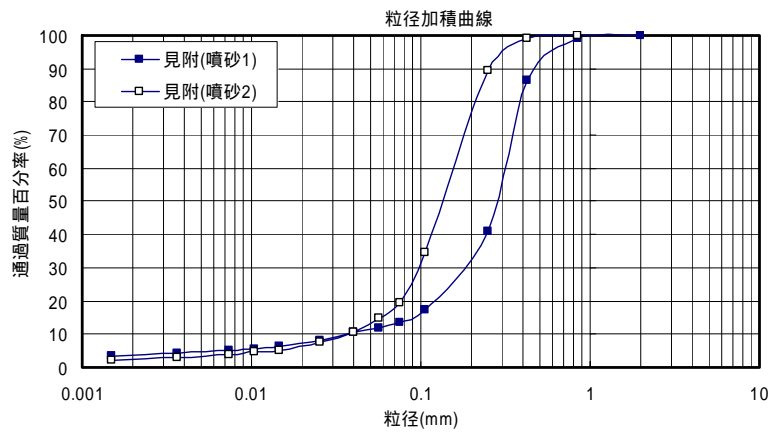
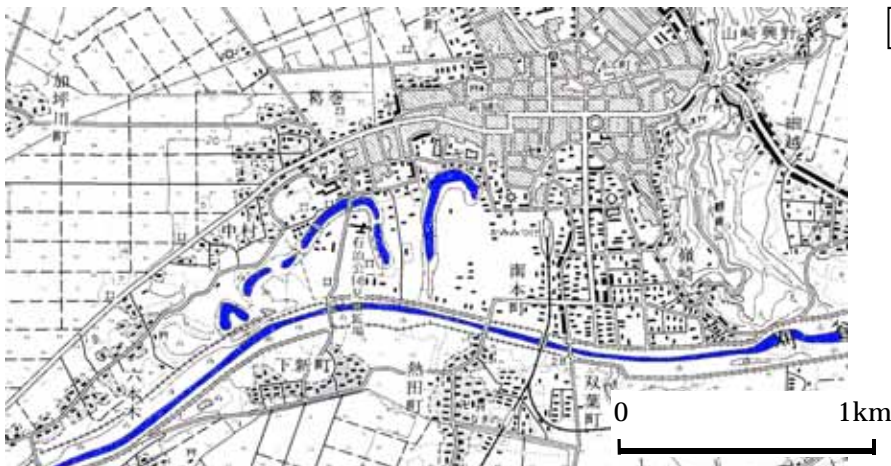


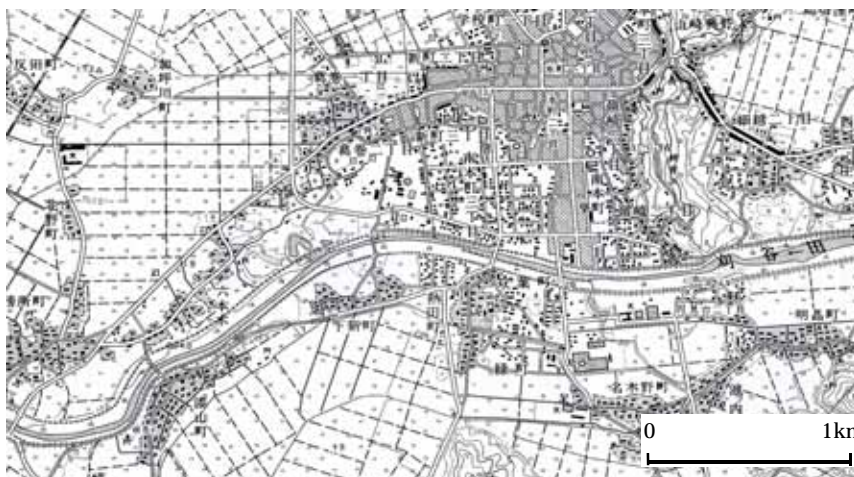
図 8.50 噴砂試料による粒径加積曲線（見附市）



昭和 23 年頃



昭和 45 年頃



昭和 57 年頃

国土地理院旧版地図二万五千分の一地形図「見附」を使用

図 8.51 刈谷田川の変遷¹⁵⁾ (見附市)

刈谷田川の変遷 (見附市) を図 8.51 に示す¹⁵⁾。昭和 45 年頃の地形図以降、旧河道の一部を残して、市街地が南に拡張している。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 8.42 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、土地条件図の旧河道と考えられる盛土地・埋土地と概ね一致する。

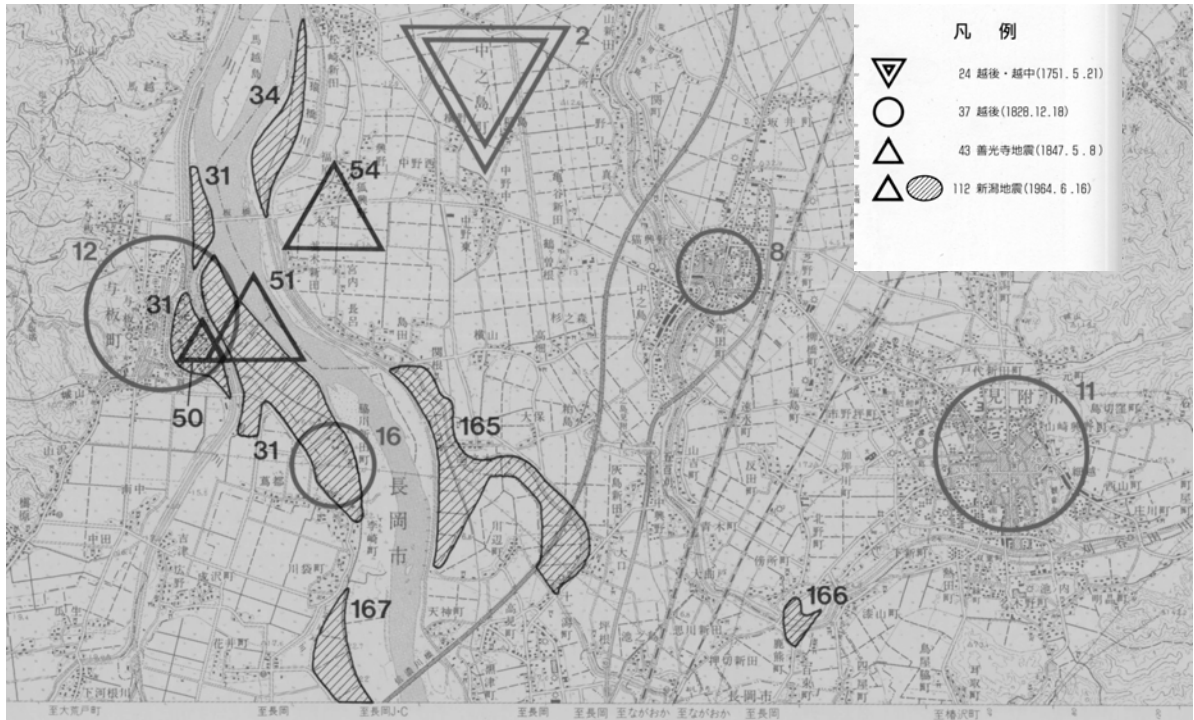


図 8.52 液状化履歴⁹⁾ (見附市及び周辺地域)

図 8.52 に見附市及び周辺地域の過去の地震における液状化履歴を示した⁹⁾。1964 年の新潟地震では、信濃川の両岸を中心に大規模な液状化が確認されている。見附市街では、1828 年の越後地震で液状化が確認されている。過去の地震における液状化履歴からも見附市及び周辺地域は、地形、地質的に液状化しやすい条件が整っていると言える。

8.3.4 宅地と擁壁の被害

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 8.30、写真 8.31 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交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 8.32）。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がいくつか認められている。写真 8.30 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、液状化にと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 8.33）。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 8.34）。

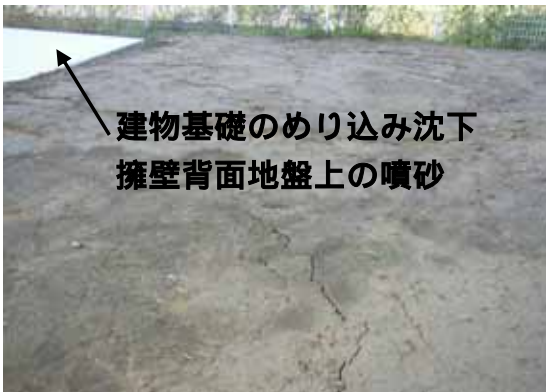


写真 8.30 宅地擁壁の被害

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 8.31 宅地擁壁の被害



写真 8.32 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 8.33 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 8.34 低い外構ブロックの転倒例

8.3.5 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、たとえば木造の場合には、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（軽微）	ランク（小破）	ランク（中破）	ランク（大破）	ランク（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 8.3～表 8.8 に示す。

表 8.3 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 8.4 木造の被災度判定区分における基礎の損傷状況

ランク（軽微）	ランク（小破）	ランク（中破）	ランク（大破）	ランク（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 8.5 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 8.6 鉄骨造の被災度判定区分における基礎の損傷状況

区分	S	S	S	S	S	S
地盤	1/150	1/150 < 1/100	1/100 < 1/50	1/50 < 1/30	1/30 <	

注 は、最大相対沈下量による変形角

表 8.7 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) 未満	1° (1/60) ~ 2° (1/30)	2° (1/30) 以上

表 8.8 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 $\theta < 1/100\text{rad}$	中破 $1/100\text{rad} < \theta < 3/100\text{rad}$	大破 $3/100\text{rad} < \theta < 6/100\text{rad}$	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。被災宅地の危険度判定に関しては、平成10年に付録8.2（被災宅地の危険度判定調査表）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、8.2.3節に述べた被災宅地の危険度判定結果の内、（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、被災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8.9）。危険度判定について不明とされているものが多いため詳細の検討は難しいが、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 8.9 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 8.35）。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 8.35 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。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、広域地盤災害の生じた地域を除くと、ほとんど認められなかった（写真 8.36）。

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 8.37）。

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 8.38 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 8.36 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 8.37 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 8.38 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 2004 年 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 8.10 に示すとおりとなっており、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 8.37 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、長岡市、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、2004 年 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 8.38 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 8.10 で示した住宅建設会社や J 団体の採用する基礎の構造形式は、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 8.10 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	全壊、半壊なし

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

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、8.3.1(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（杭径 300mm, 杭長 5m の PHC 杭 A 種使用， $L < 3.0$ の短杭、川口町、写真 8.39）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試験を実施し、表層の地盤状況を調査した。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。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、床下一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 8.39 一般建築物の鉄筋コンクリート造の基礎の被害（川口町）

8.4 被害の考察

8.4.1 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。山間部の土砂災害を除くと、地すべりによる顕著な被害は、長岡市高町団地、鶴ヶ丘団地など、比較的規模の大きな造成地で生じている。

大きな地盤変動には至っていないものの、緩斜面で地すべりが生じたケースもいくつか認められており、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おり、旧地形の把握が重要と考えられる。

写真 8.39 は、被災住宅の玄関に張られていた張り紙であるが、この写真のように、のり面と擁壁もしくは2段、3段の増積みなどによる全高2～3m前後のがけ面の変状による住宅被害が数多く認められており、擁壁やがけ付近における建築物（とりわけ、木造などの小規模建築物）の基礎設計の合理化・高度化が今後必要であろう。

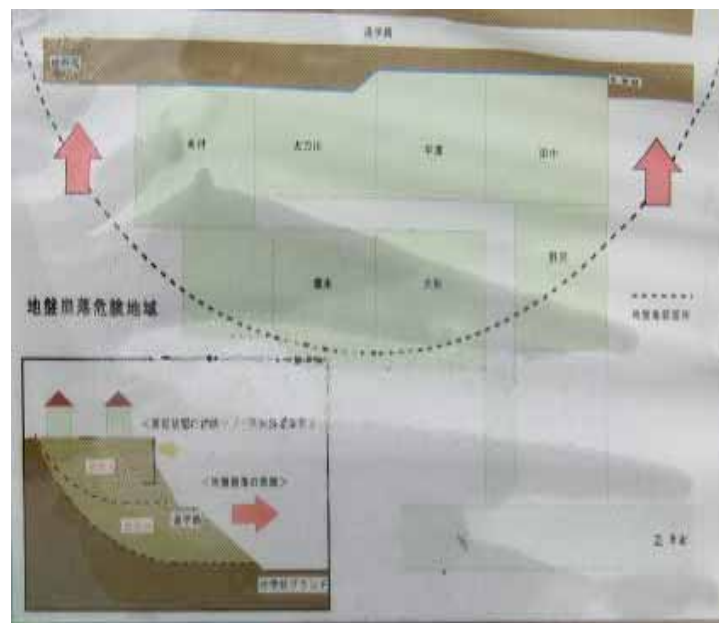


写真 8.39 宅地の被害状況の例
(玄関に張り出されていた被害状況の推定図)

(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平成 13 年国土交通省告示第 1113 号に規定されている。

液状化により被災した宅地の中には、これら建築基準法及び関連規定の改正以降の新築住宅の宅地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)都市基盤整備公団平成 15 年 3 月、被災宅地復旧技術マニュアル(暫定版)新潟県中越地震対応[本編]新潟県国土交通省)の信頼性を検証することが必要と考えられる(図 8.53 参照)。

なお、これまでのところ、液状化に伴って住宅に著しい沈下障害が発生した地点で実施したスウェーデン式サウンディング試験による地盤調査の結果から判断すると、見附市南本町及び刈羽村など、そのほとんどは地下水位が地表面から概ね 1m 未満であり、1m 前後の自沈層を含む緩い砂質系の土が地表面から概ね 5m 以深まで存在しており、現在の技術水準から判断すると液状化のおそれのある敷地と考えられる。

液状化のおそれを適切に判定を行うためには、行政庁などが取りまとめた液状化マップなどが有用であるが、地下水位や土質(細粒分含有率など)の把握も重要である。戸建住宅のための地盤調査として、現時点ではスウェーデン式サウンディング試験が広く用いられ、音や触感によって土質判定(「じゃりじゃり」は礫歴、「しゃりしゃり」は砂、無音は粘土など)がなされているが、1kN 以下で自沈するような場合は触感による評価が難しい場合もあるので、敷地周辺の既存のボーリング調査結果や地形図などを参考にして、地盤調査の精度を高めることが必要である。

深部からの土の採取方法は本格的なボーリングから簡易なものまで様々であるが、最近では、スウェーデン式サウンディング試験で用いるロッドなどを利用した種々のサンプリング装置が開発されていることから、試験中の音や触感などによる土質判定の信頼性が十分でないと考えられる場合は、何らかの方法で直接土を採取し土質を正確に判定することが重要である。地下水位の評価に関しては、スウェーデン式サウンディング試験の調査終了後、10～30 分程度経過した後で調査孔に伸縮性のスケールを差し込めば、地下水位以深の部分が泥水に浸るので、地下水位が 2m 以下に存在している否かの大凡を確認することは容易である(写真 8.41 参照)。地下水位は、液状化や緩斜面の地すべりなど敷地の安定性に密接に関わっているので、地盤災害のおそれがあるような場合は地下水位を測定しておくことが望ましい。

また、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である。聞き取り調査によると、支持杭的な地盤改良を採用している場合は沈下障害が生じておらず、摩擦杭的な杭や表層1~2mを固めた表層改良の場合において沈下障害が発生していたことが確認されている。今後、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。

40年前の新潟地震(1964年)では、新潟市を中心に強烈な液状化が生じた。この被災地は、今回の激震地と異なっているが、被災地での住宅建設会社などへの聞き取り調査から判断すると、住宅の建設段階では、建築主の関心が少ないこともあって、液状化や地盤災害に配慮した設計はなされていない場合が多いようであった(液状化に関しては、主な被災地が内陸であったため予想されていなかった)。ただし、8.3.1項及び8.3.3項で述べたように、今回の地震で液状化被害が発生した見附市と長岡市は越後地震(1828年)、刈羽村は新潟地震(1964年)で、それぞれ液状化が認められていることから、液状化による被害や対策工法の効果、居住者意識などを収集分析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。

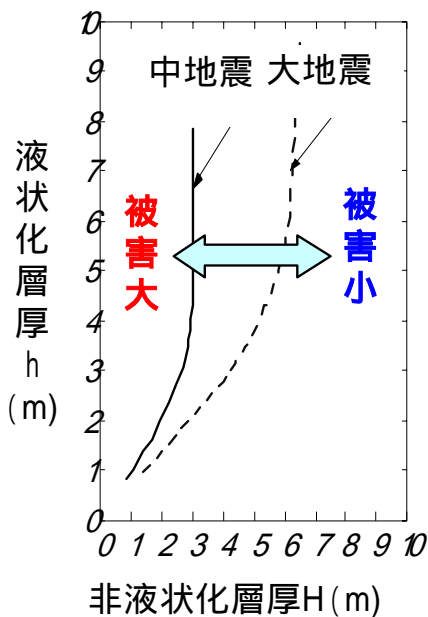


図 8.53 戸建住宅の液状化判定の例

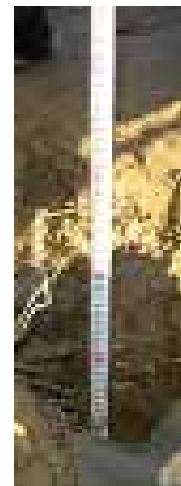


写真 8.41 スウェーデン式サウンディングにおける地下水位の測定方法の例 (試験後 10~30 分後にスケールを調査孔に挿入して濡れ具合で地下水位を推定するなど)

(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。図 8.54、写真 8.42 には、擁壁のコーナー部の補強方法を例示しているが、後述する基礎のコーナー部の配筋とハンチによる補強方法(図 8.56)と類似である。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、建築基準法上は、工作物として壁高 2m 以上の擁壁を対象に建築確認を行っているが、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、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。

ブロック擁壁は、一般に宅造法に基づく大臣認定擁壁を想定しがちであるが、地上の塀にすぎない通常のブロック塀を擁壁がわりに使用することも決して少なくない(写真 8.43)。ブロック塀の擁壁利用に関して、行政庁によっては 2～3 段までに指導している場合もあるようであるが、これは、ブロック塀の設計規準(壁式構造関係設計規準集・同解説(メーソソニー編)、日本建築学会)において、補強コンクリートブロック塀は対土圧 40cm(根入れ)を基本とし、それ以上の場合、特別の検討を求めている考え方に近い。風荷重に対するブロック塀の構造計算の方法は近年確立しているので、ブロック塀を低い擁壁として利用する際の構造方法(鉄筋のかぶりや配筋、ブロックの規格など)や構造計算の方法を明確にすることが今後必要であろう。

これまで、大臣認定(宅造法施行令第 15 条の認定)を取得したブロック擁壁や日本建築センターの個別評価を得たブロック擁壁があるが、これらは型枠コンクリートブロックであり、補強コンクリートブロックと違って、コンクリートの一体打ちができる特徴がある(写真 8.44)。組積造や補強コンクリートブロックの塀に関しては、建築基準法施行令第 61 条や第 62 条で構造方法が規定されているが、これらの塀の下部を擁壁として利用する場合の構造方法や構造計算の考え方は必ずしも明確でなく、今後検討を要する。

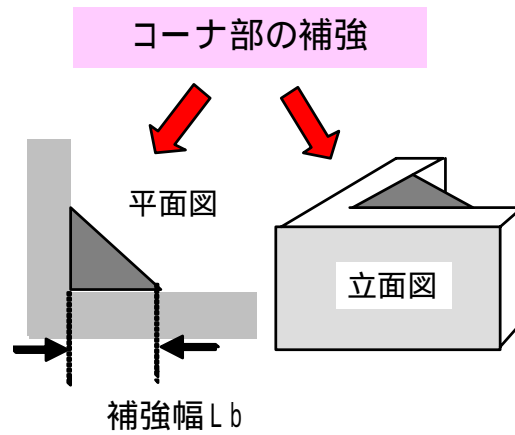


図 8.54 擁壁のコーナー部の補強例
(補強幅 L_b は概ね 50cm 以上)



写真 8.42 コンクリート造擁壁におけるコーナー部の補強 (ハンチと壁厚の補強)
写真提供: (社) 全国宅地擁壁技術協会



写真 8.43 ブロック塀の擁壁利用の例
左: 地中部の控え壁、右: 地震被害



写真 8.44 直壁を有する耐土圧
ブロック擁壁
写真提供: (社) 全国宅地擁壁技術協会

8.4.2 基礎構造

(1) 戸建住宅の基礎

1) 基礎形式と標準・推奨仕様

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。

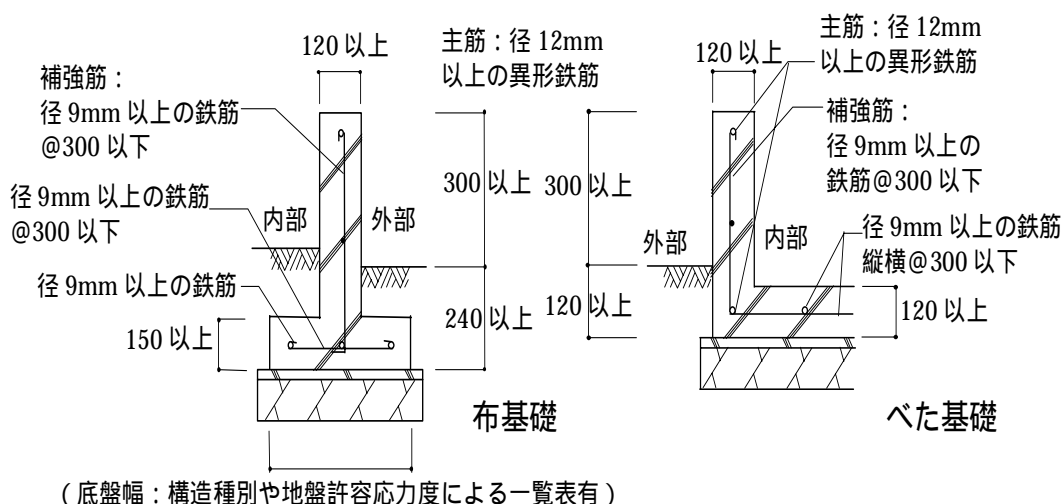
先般の建築基準法の改正により、平成12年建設省告示第1347号が新たに制定され、原則として一体の鉄筋コンクリート造の布基礎やべた基礎とすることが求められており、寸法や配筋の最低仕様も示されている(図8.55)。この規定を満足する一体の基礎については、地すべり地帯などを除くと、構造被害や傾斜が軽微であったと考えられるが、換気孔周辺のひび割れだけでなく、コーナー部のコンクリートの剥落など構造的な被害も少なからず認められている。

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。図8.56は、住宅金融公庫の融資住宅の標準・推奨仕様など、住宅関連団体などで提案されている開口部やコーナー部の補強方法などをまとめて示しているが、これらの補強仕様を確保することが地震対策を考えるうえで重要と考えられる。

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。

平成 12 年建設省告示第 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	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 *	9@300
	根入れ深さ	12cm以上
共通	立上り主筋	12以上
	立上り幅	12cm以上
	地表高さ	30cm以上
	喚起口	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		



平成 12 年建設省告示第 1347 号より

図 8.55 鉄筋コンクリート造の布基礎及びべた基礎
(平成 12 年建設省告示第 1347 号)

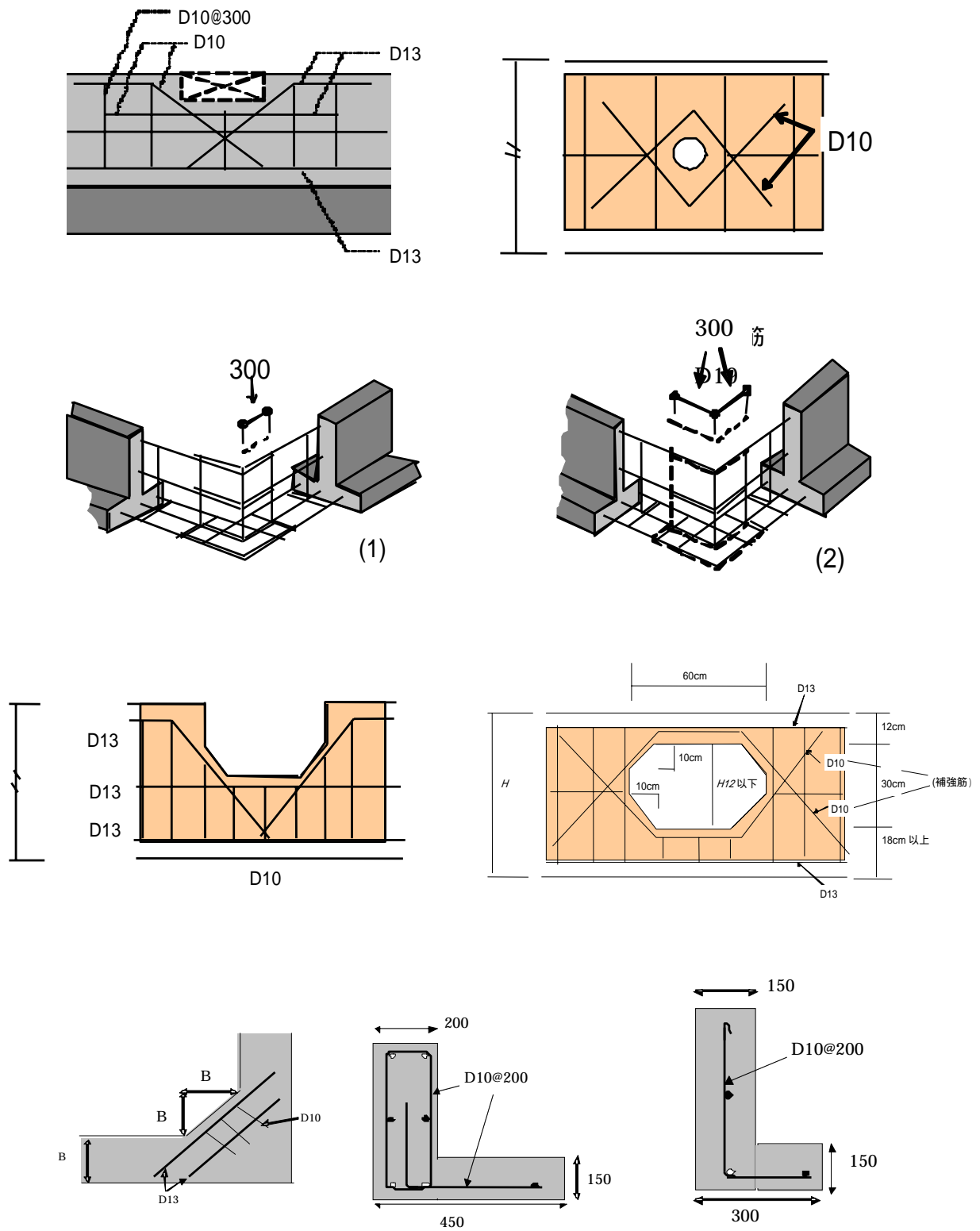


図 8.56(A) 住宅関連団体の基準・指針類で示されている基礎のコーナー部，開口部等の補強仕様の例

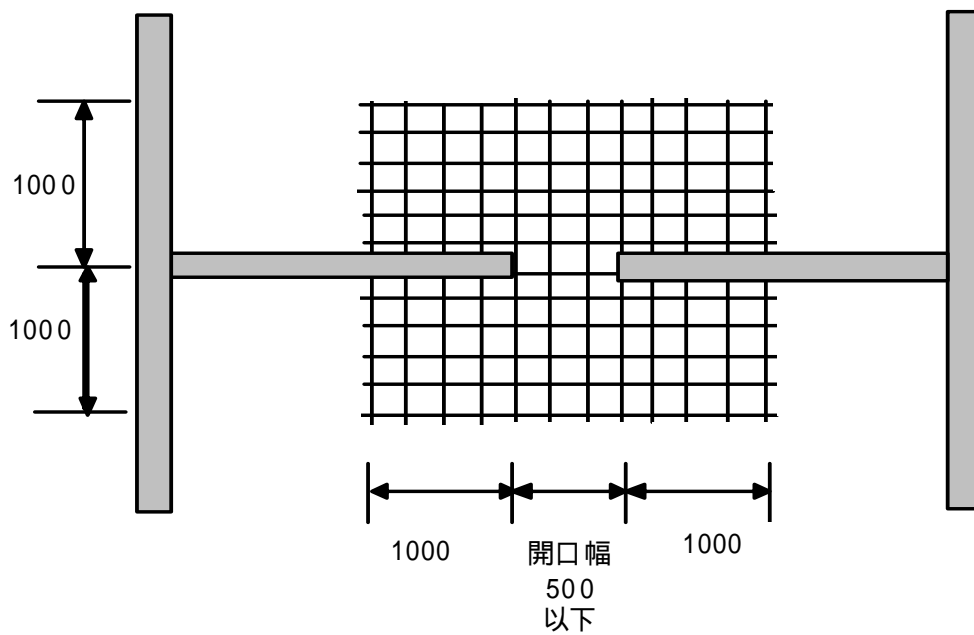


図 8.56(B) ベた基礎の人通口周辺の底盤補強の例

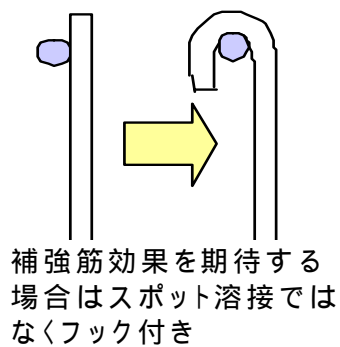


図 8.56(C) 主筋と補強筋の溶接及びフック

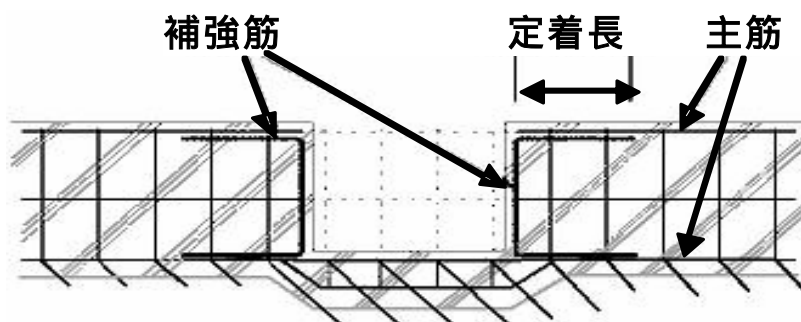


図 8.56(D) 人通口周辺の主筋の定着の例

2)地震に強い基礎構造

局所的な地盤変動に対しては、基礎構造を剛強にすることで被害の軽減・防止が可能である。図 8.57 は、地盤変動が基礎に及ぼす影響を表したものである。鉛直方向だけでなく水平方向の地盤変位の影響もあるが、基礎底面と地盤が離間することを想定して基礎の寸法・配筋などを考えることが多い。

図 8.58 には、地盤変動に強い布基礎（基礎高 2 階 80cm, 平屋 60cm, 底盤幅 40cm 以上¹⁶⁾ ¹⁶⁾⁻¹⁸⁾ やべた基礎^{19),20)} の例を示す。基礎の立上げ部分に囲まれる区画の面積を小さくすることや地盤を固めればさらに効果的である。

図 8.58 は、図 8.59 に示す住宅性能表示制度のもとで提案されているグレードの高い基礎仕様²¹⁾ やスラブスパンが 4~5m と長い場合のべた基礎の標準仕様に近い。図 8.59 中の(b)は、短辺方向スラブスパン（長辺は短辺の 1.5 倍以下）が 4~5m のべた基礎の仕様（厚さ 200、2-D13、@150~250）である²²⁾。スラブスパンや想定する地盤の変形とその分布によって、地盤変動に耐えうる仕様は異なるので完全なものはないが、被害例などの分析を加え、費用対効果に優れる仕様の普及が今後必要である。

ただし、強度・剛性に優れる基礎でも、一体性を欠くと被害が生じやすく注意が必要である。地盤災害のおそれがある宅地では、島型・半島型基礎は回避すべきである。高基礎は有効であるが、出入口等のために大きな開口部が避けられない場合は、基礎スラブの設置や開口部上下端の補強（図 8.60）などで、確実に一体化させることが重要である。換気口と人通口の補強に関しては、文献²²⁾で立上りとスラブの補強仕様が詳細に示されている（図 8.56(A), (B)）。また、人通口周辺の基礎立上り部の主筋の定着に関する配慮も有用と考えられる（図 8.56(D)）。

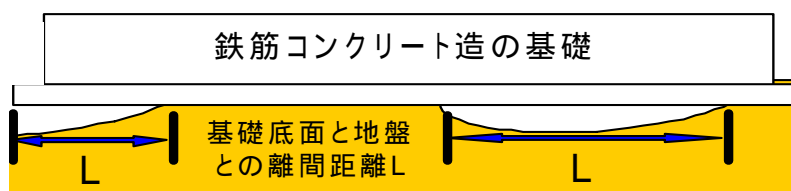


図 8.57 地盤変動に対する基礎構造の考え方の例

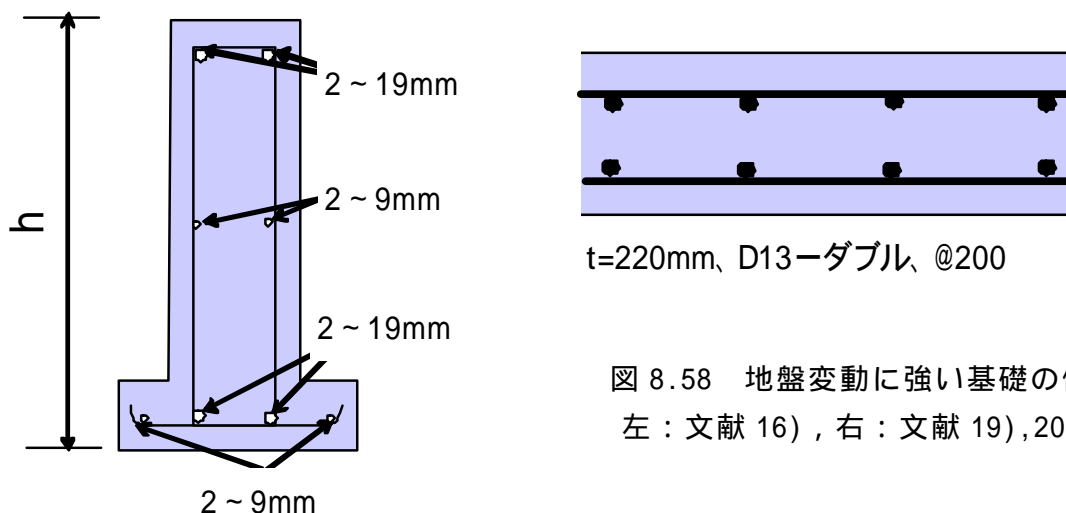


図 8.58 地盤変動に強い基礎の例
左：文献¹⁶⁾，右：文献^{19),20)}

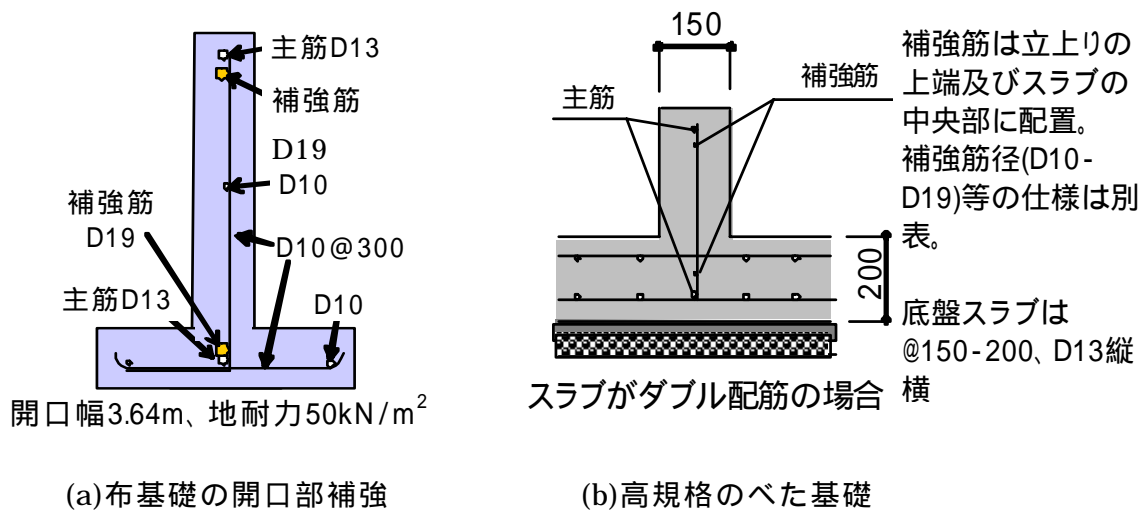


図 8.59 住宅関連団体等から提示されている高規格基礎の標準・推奨仕様の例^{21),22)}

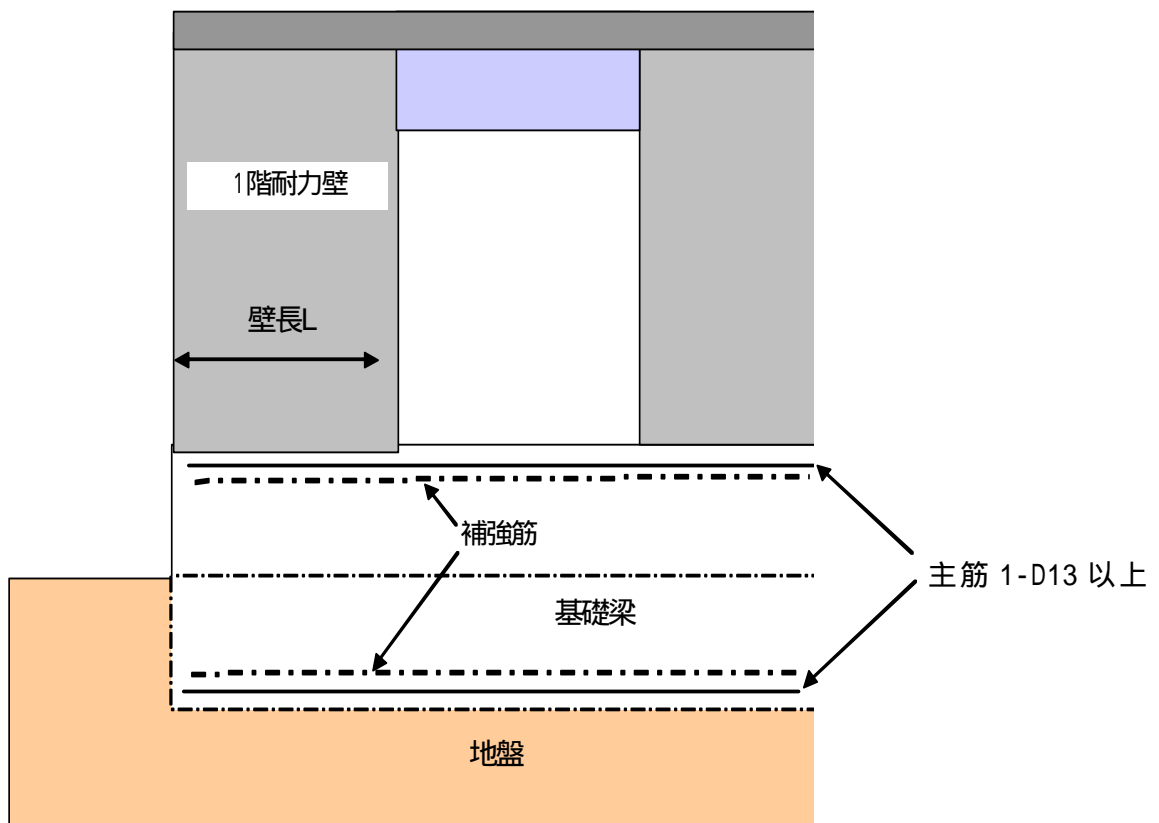


図 8.60 耐力壁周辺の開口部補強の考え方の例²²⁾

3)戸建住宅のための地盤改良及び杭

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、スウェーデン式サウンディング試験における荷重 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 8.36、図 8.42 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。

また、地盤改良を採用する場合の配置や間隔に関する検討も重要である。図 8.61 は、基礎形式と地盤改良の関係を示したものであるが、鋼管杭や深層混合処理工法のコラムを採用する場合は布基礎やべた基礎の構造方法に見合った配置が必要である。被災地の基礎形式のなかには、外周のみに基礎の立上りを設けて、内部は土間コンクリートなどをすることが多いが、内部に杭などを配置する場合の適切なスラブ等の構造方法や杭間隔について明らかでない部分が多いので、適切な仕様の検討が今後必要であろう。

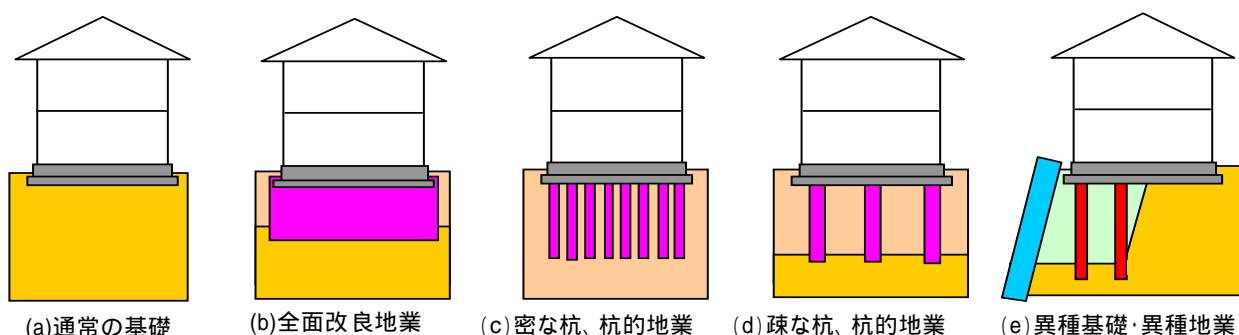


図 8.61 戸建て住宅における基礎の構造方法と地盤改良及び杭

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）と本数等のごく基本的な事項しか把握しておらず、設計図書がないか、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) 沈下修正と対策

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。一部の地域では、積雪中に係わらず、沈下修正工事が実施されていたが（写真 8.46）、本格的な沈下修正工事は 2005 年 4 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、2005 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わ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。



写真 8.46 積雪中に実施されていた住宅の沈下修正工事の例

8.5 まとめ

宅地被害をまとめると以下ようになる。

被災地は日本有数の地すべり地帯であり、土砂災害の様相を呈した。

台風直後の土壌雨量が多く地盤が緩んだ状況下での強震動であることや震度 級の余震が4度続いたことも被害を大きくした。

沖積平野での災害でもあるため、液状化による宅地被害も数多く認められた。

現行基準を満足しない擁壁（空石積み、増積み、水抜き孔不足など）があり、被害を増やした。

阪神大震災等の花崗岩系地帯のブロック状やトップリング状の災害とは異なり、堆積面からのすべり破壊が多い。

旧河道や沢地を埋めた造成地での液状化や緩斜面のすべりなどが目立った。

山間地が多く、開発に伴う大規模な盛土は比較的少なかったが、高町団地に代表される造成盛土の大規模崩壊が発生した。

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である。また、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収集分析も必要である。なお、被災宅地の調査においては、盛土と地山の評価が重要であるが、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と考えられる。

建築物の基礎の被害には、一体の鉄筋コンクリート造でない基礎に構造的な被害が多く見られた。また、宅地地盤の変状に起因する被害も多く見られた。宅地地盤の変状に起因する被害については、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なる宅地自体の性能評価方法を検討することが必要と考えられる。これには、被災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と思われる。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 8.3～表 8.9 に示しているが、これらの結果の詳細な分析と併せて、表 8.2 や付録-1 に例示した被災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）を検討することが、住宅の地盤災害の軽減は図るうえで有用と考えられる。

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。

今回の地震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。しかし、1/50 程度の傾斜が生じた鉄筋コンクリート造 4 階建ての建物など、一部の建物で基礎及び

地盤の被害を確認しており、今後詳細な調査を行い、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。

今後の基礎設計で教訓とすべき点や課題を以下に示す。

(1) 鉄筋コンクリート造の一体性の確保

開口部やコーナー部を確実に補強して一体化させることが重要である。局所的な地盤変動に対しても、基礎構造を剛強にすることにより被害の軽減・防止が可能と考えられる。高基礎でも、出入り口などの人通口補強が必要であり、立上り部分の釣り合い良い配置や開口補強が十分確保できない場合はダブル配筋のべた基礎とすることが有効である。

(2) 土地条件図、地形図、敷地の生い立ちなどを考慮した検討

土地条件図や地形図は、土地の履歴書の役割も有している。旧河道での液状化だけでなく、谷や沢を埋めた緩斜面で大きな被害が生じていた地域もあった。今後教訓とすべき点は次の2点である。

川は元来蛇行しており、川周辺では旧河道か否かを調べる。

緩い斜面地では、沢を埋めた可能性等の造成情報を収集する。

これらの情報は、土地条件図や古地図があれば概ね把握できるが、周辺での聞き取り調査が有効である。敷地に隣接して旧水路と思われる湿地帯等が存在している斜面地では、特に要注意である。宅地の地震被害の大半は、盛土と水に関係しており、【高い地下水位】、【川・水路沿い】、【盛土】、【埋土】、【斜面】などのキーワードが重なれば十分な検討が必要である。

(3) 地盤調査の合理化と高度化

住宅の地盤調査はスウェーデン式サウンディング試験が主流であるが、地盤条件によって土質判定の信頼性が十分でない場合もあるので、敷地周辺の既存の地盤調査結果や土地条件図などを利用した検討が有用である。土質判定の信頼性が乏しい場合は、試料を採取するなどを工夫が必要である。液状化の判定を行うためには、土質判定と地下水位の測定が重要である。

(4) 地盤改良や杭の有効利用と効果の検証

地盤改良や杭は、戸建住宅の沈下対策として用いられることが多く、最近では、新築住宅の約3割が採用していると考えられている。ただし、これらの改良や杭は常時の沈下対策として設計される場合がほとんどであり、液状化対策などの基礎の耐震性能向上のために用いられることはほとんどない。今回の被害調査において、支持杭的な地盤改良を採用している場合に被害が生じていない例がいくつか確認できたが、摩擦杭的に採用している場合に沈下障害が発生していたケースもあった。今後、地盤改良の効果の検証を行い、改良地盤の耐震設計法の合理化及び高度化を図ることが重要である。

(5) 擁壁やがけに配慮した住宅基礎の設計技術の高度化

敷地の実況から、やむを得ずがけ面付近に住宅を建設せざるをえない場合は、がけ

面や擁壁の安定性などに対する検討が必要である。最近では、斜面地建築物の安全性の観点から、制限を設ける場合が増えている。法令上の規定としては『土砂災害特別警戒区域』での外壁構造の規定が主であるが、自治体や発注者のなかには、斜面上の建築物の設計指針類を整備している例（横浜市²²⁾、神戸市²³⁾、川崎市、都市再生機構²⁴⁾）もある。また現在、横浜市が『がけ上小規模建築物設計指針（案）』を検討中であることから、戸建て住宅に対する斜面災害の防止策が今後各方面で検討されると考えられる。がけ地付近や擁壁背面の基礎に関しては、文献²²⁾⁻²⁴⁾に示されているように、がけや壁の下端から一定の勾配（盛土では水平面から30度）で引いた線の下に達する基礎を設置する考え方のほか、鋼管杭等の先端を崩壊の危険のない支持層まで設置する方法、盛土などの不安定な範囲では地盤反力を期待せず片持ち梁方式の基礎を採用する考え方もある（図8.62）。

深層混合処理工法によるコラムを採用していたため、擁壁やがけ面が崩壊に至るも建築物は倒壊を免れたと考えられる事例も確認できたが、このような被害に至らなかった事例についても設計施工の詳細を確認することが今後必要である。

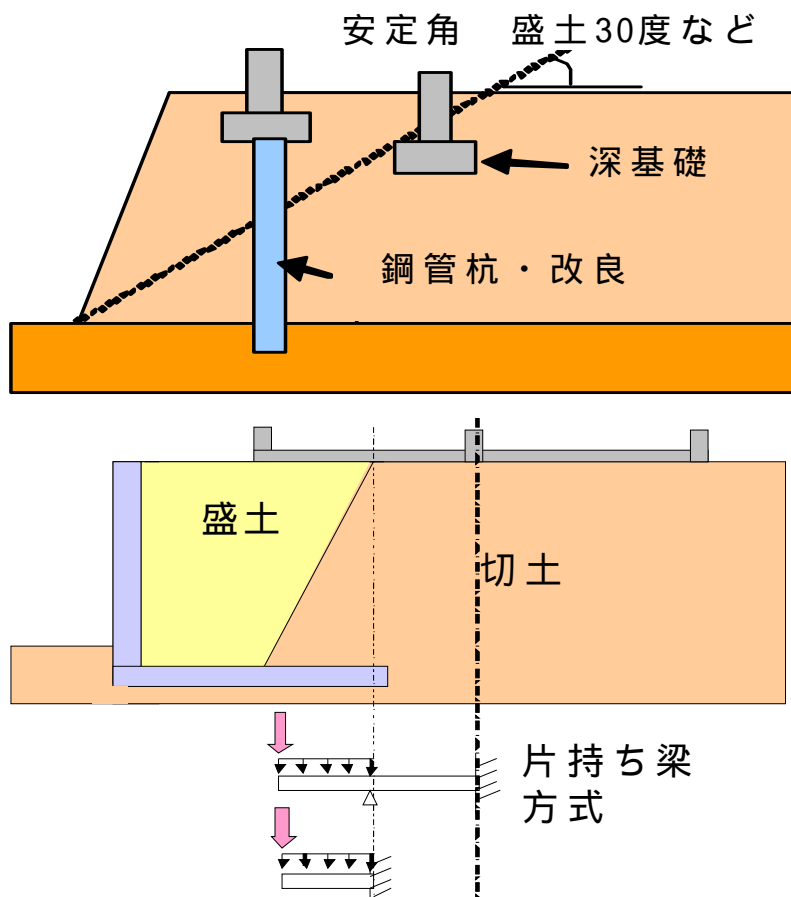


図 8.62 がけ地及び擁壁近傍の基礎形式の考え方

(6) 宅地の耐震性能評価の高度化

地下水位が高い旧河道、埋土などの敷地（特に斜面地）では宅地の耐震性に配慮することが重要である。ただし、通常の住宅設計において、宅地防災の観点から十分に検討を行うことが難しい部分も少なくない。宅地防災の合理化・高度化を図るには、土砂法による警戒区域の設定の促進や、ハザードマップやアボイドマップ、自己診断マニュアル等²⁵⁾⁻²⁷⁾によりリスクを認知させることが重要であり、そのためには地質関係者、砂防関係者、都市・建築関係者、宅地造成関係者、治水関係者等の防災面での連携が今後、重要と考えられる。

(7) 一般建築物の杭基礎

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。積雪のため、地盤状況や基礎の状況が不明な場合が少なくないので、詳細調査が今後必要である。

(8) 沈下修正工法の合理的設計施工技術の検討

斜面地だけでなく平坦地においても、不同沈下や傾斜が生じた建築物が数多く存在しており、雪どけの4月以降本格的な沈下修正工事が実施されると考えられる。沈下修正工事に際しては、地盤条件や障害の状況が詳細に調査されると考えられるので、今後、沈下修正工事の実態を把握して、沈下障害の原因だけでなく、合理的な沈下修正工法を検討することが必要である。

(9) 被災宅地上の住宅及び宅地の合理的な復旧技術の検討

新潟県中越地震への対応のため『被災宅地災害復旧技術マニュアル（暫定版）』²⁸⁾などが既にインターネット上で公開されており、宅地擁壁や宅地自体に関しては復旧技術の合理化・高度化が進められておいる。しかし、擁壁等の近傍に住宅が存在している際には、宅地と住宅を同時に復旧しなければならない場合が少ないが、技術的な知見が十分集積されていない。復旧事例の収集分析を通じた実証的な検討が今後必要である。

(10) 危険度判定の有効な利用技術の検討

宅地の危険度判定と建築物の応急危険度判定の両者の判定結果について一部比較検討することができたが、たとえば一帯の傾斜など建築物の立地条件を把握した上で、基礎や地盤に関する被害ランクを迅速に抽出できれば、詳細な調査を要する宅地の選別が効果的に実施できる可能性があるため、今後の調査においては、応急危険度判定で得られたデータをGISにおける位置情報と連携して集約する手法について検討していく必要がある。

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)竹内圭史・柳沢幸夫・宮崎純一・尾崎正紀（2004）中越魚沼地域の5万分の1数値地質図（Ver.1）地質調査総合センター研究資料集、No.412、産業技術総合研究所地質調査総合センター
- 3)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/niiigata1029-1500.html>
- 4)被災宅地の調査・危険度判定マニュアル、被災宅地危険度判定連絡協議会
- 5)建築物の基礎及び宅地の被害建築技術(株)、5月号、2005
- 6)地すべり地形分布図画像「小千谷」（独）防災科学技術研究所
http://lweb1.ess.bosai.go.jp/jisuberi/jisuberi_mini/nigata/img/od.jpg
- 7)国土地理院刊行 2万5千分の1土地条件図（長岡）平成3年4月
- 8)堤 浩之・東郷正美・渡辺満久・金 幸隆・佐藤尚登(2001):1:25,000都市圏活断層図「長岡」、国土地理院技術資料D・1-No.388
- 9)若松加寿江：日本の地盤液状化履歴図、東海大学出版会、1991
- 10)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
- 11)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）
- 12)平成16年7月新潟・福島豪雨による冠水区域図（三条・見附・中之島）国土地理院
<http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/SAIGAI/16nigata/higai-zyoukyou/nigata-suigai.html>
- 13)国土地理院刊行 2万5千分の1土地条件図（三条）
- 14)建築基礎構造設計指針、(社)日本建築学会、2001
- 15)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）
- 16)杉山英男：地震と木造住宅、丸善出版、H8
- 17)岡田恒：木造住宅の基礎に関する力学的検討、1985、10月、建築学会大会梗概集
- 18)植田，藤井，田村：戸建住宅の基礎立ち上がり断面に関する研究、2001、9月、建築学会大会梗概集
- 19)例えば，吉見吉昭・桑原文夫：小規模基礎のためのべた基礎 主として液状化対策として、土と基礎、No.6、1986
- 20)木造軸組工法住宅の許容応力度設計、監修：住宅局建築指導課、(財)日本住宅木材技術センター、12月、2001
- 21)性能保証住宅設計施工基準、性能保証住宅標準仕様、(財)住宅保証機構、平成16年度改訂版、2004
- 22)横浜市斜面地建築物技術指針、1992
- 23)神戸市斜面建築物技術指針、1992

24)都市再生機構建築構造設計要領・同解説,1998

25)例えば、横浜市傾斜地崩壊危険区域等：<http://www.city.yokohama.jp/bousaimap/>

26)例えば、

<http://allabout.co.jp/house/buyhouseshuto/closeup/CU20041027A/index2.htm>

<http://gis.pref.shizuoka.jp/bousai/viewer.htm>

27)我が家の擁壁チェックリスト，

<http://www.mlit.go.jp/city/plan/kaihatsu-kyuka/index.html>

28)国交省都市計画課

http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha04/04/041227_3_.html

付録 8.1

土砂災害対策・宅地の耐震性能評価の現状

中越地震では、土砂災害などの地盤災害による建物被害が多く見られたが、これらの地盤に起因する被害と建築物の設計施工技術を考えるうえでは、土砂災害対策や宅地及び宅地擁壁の耐震設計などの現状についての理解も重要である。ここでは、土砂災害対策や宅地造成の現状を参考として示す。

1．土砂災害対策の現状

土砂災害を防止するための法令は、砂防法（1897）に始まり、既に100年以上経過している。その後、地すべり等防止法（1958）、急傾斜地法（1969）に繋がっていったが、1998年の広島県の豪雨災害を契機に土砂災害防止法（以下、「土砂法」）が2000年に創設されたことは記憶に新しい。この土砂法は従来のハード整備を主体とする砂防法等とは異なり、開発規制や警戒避難などのソフト対策に特化した法制度である。

土砂災害は、地すべり、がけ崩れ、土石流に大別され、前述の土砂災害防止法に基づき、土砂災害警戒区域及び特別警戒区域を定める制度（指定するか否かは知事の判断による）が設けられた。土砂災害特別警戒区域内の居室を有する建築物は、がけ崩れ等による衝撃に対して安全なものとするため、外壁を所定の鉄筋コンクリートで覆うための基準などが国交省告示第383号で示されている。現時点では、土石流273ヶ所、がけ崩れ217ヶ所、地すべり0ヶ所、計490ヶ所（2005年3月現在）が特別警戒区域として指定されているが、広島県、長崎県、長野県、滋賀県、静岡県、福井県、秋田県の7県であり、中越地震に被災地である新潟県は未指定である。

上記の土砂災害は、数m或いは数十m以上の地変変状を伴う場合も少なくないが、通常の建築物の基礎設計に際しては、即時沈下量で2～5cm前後、圧密沈下量で5～20cm前後を許容沈下量とすることが多く、わずかな地盤変状が建築物の機能・使用性に支障をもたらすことに注意しなければならない。

2．宅地の耐震性能評価の現状

擁壁を含め、宅地の安全性を具体的に検討する技術の大半は、宅地造成等規制法（1960、以下、宅造法）によっている。宅造法は、宅地造成に伴うがけ崩れや土砂の流出を防止することにより、人命・財産を保護することを目的とし、指定区域は29都道府県に及んでいる。指定区域は、図-付1に示すように、全体で約100万haで国土のわずか2.7%程度にすぎないが、擁壁に関する技術基準や設計施工技術の詳細が施行令や関連する技術マニュアルに示されているため、宅造法のみならず建築擁壁でも広く用いられている。

宅地造成に関して、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。宅地防災に関するマニュアル類

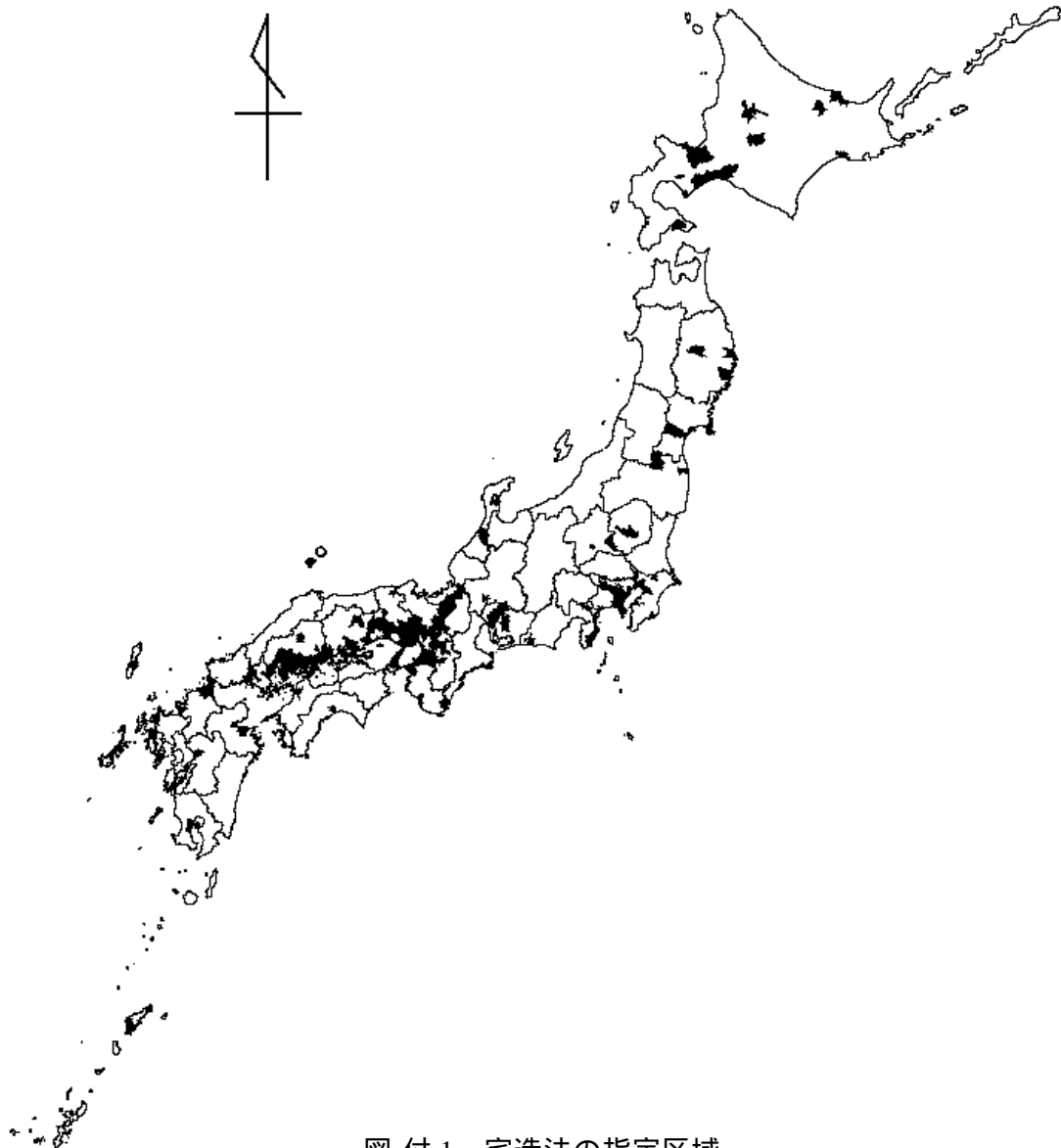


図-付 1 宅造法の指定区域

(国土地理院数値地図 25000(行政界・海岸線)平成 12 年度版を基に作成)

としては、宅地防災マニュアル¹⁾が最も広く活用されているが、1989 年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る。なお、都市再生機構では、住宅・都市整備公団時代の 1984 年 3 月に「宅地耐震設計指針(案)」を作成し、規模の大きい擁壁の設計($k_0=0.2$)に適用しており、これが宅地防災マニュアル初版の参考資料に反映されたと考えられる。

盛土や宅地擁壁に関して、耐震設計の考え方が明確になったのは 1998 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。前述の宅地防災マニュアル(1998)では、宅地擁壁に関して大地震及び中地震の 2 つの地震動($k_0=0.25$ 及び 0.20)に対する設計法が示されており、盛土では一定の条件下において大地震時に対する検討方法も示されている。なお、擁壁の耐震設計法における地震時土圧算定式としては、物部-岡部式(1924)が基本であり、従前より広く利用されている。

擁壁の構造性能に係わる都市計画法と宅造法の規定に関しては、建築基準法(以下、建基法)施行令第142条、建基法第36条の2(構造の原則)の規定を準用しており、原則は耐震性も考慮することが必要になっていると考えられるが、具体的な構造計算の方法に関しては、宅造法施行令第7条(転倒及び滑動の安全率が1.5、地盤の許容支持力の安全率を3とする構造計算)に基づく長期許容応力度計算が対象となっている。

一方、建基法に基づく擁壁は壁高2mを超えるものが対象であり、宅造法の義務設置擁壁の考え方(盛土では壁高1m超、それ以外では壁高2m超)と同等ではないが、構造計算に関しては建設省告示第1449号(1999)によって前述の宅造法施行令第7条の規定に基づくことが明確になっており、建築擁壁でも長期の許容応力度計算が基本となっている。

したがって、擁壁の法令上の規定としては、常時の構造計算が必要とされ、耐震設計の必要性は、壁高や地盤などを考慮して設計者が適切に判断していると考えられる。なお、現行の宅造法の規定に基づく擁壁は、兵庫県南部地震(1995)でもほとんど大被害に至っていないことが報告されており、現行設計方法でも一定の耐震性を保有していることが判明している。また、宅造法の義務設置擁壁を設計する際は、宅地防災マニュアルをベースとして設計されており、地震力を考慮した設計方法が採用されていると考えられる。

参考文献

- 1)宅地防災マニュアルの解説、建設経済局民間宅地指導室監修、(株)ぎょうせい、1992

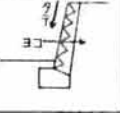
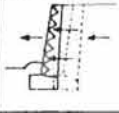
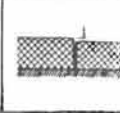
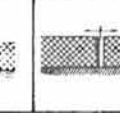
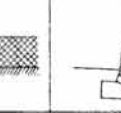





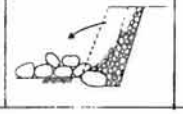
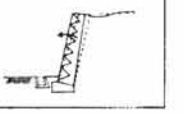
付録 8.2

被災宅地の危険度判定調査シート

調査票

(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. 擁壁の劣化	7. 崩 壊
								
8. 掘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. 止水電設の変状				
								
<p style="text-align: center;">応急措置のために必要な資機材等→削除</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> [平面図] [断面図] </div>								
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	<input type="checkbox"/> 練積造擁壁 <input type="checkbox"/> 空石積造擁壁 <input type="checkbox"/> コンクリート系擁壁	<input type="checkbox"/> 間知石 <input type="checkbox"/> その他[] <input type="checkbox"/> 玉石積 <input type="checkbox"/> 間知石 <input type="checkbox"/> その他[] <input type="checkbox"/> L(逆T)型 <input type="checkbox"/> 重方式 <input type="checkbox"/> もたれ式 <input type="checkbox"/> その他[] <input type="checkbox"/> 現場打ち <input type="checkbox"/> プレキャスト	<input type="checkbox"/> コンクリートブロック <input type="checkbox"/> 増積み擁壁 <input type="checkbox"/> 二段擁壁 <input type="checkbox"/> 張出し床版付擁壁 <input type="checkbox"/> その他[]	増積部分[] 擁壁部分[] 全擁壁高 m; 増積高 m 上部[] 下部[] 上部高 m 下部高 m <input type="checkbox"/> 張出し床版付擁壁 <input type="checkbox"/> その他[]	湧水 <input type="checkbox"/> 乾燥 <input type="checkbox"/> 湿潤 <input type="checkbox"/> にじみ出し、流出											
	擁壁の設置条件	<input type="checkbox"/> 引抜き <input type="checkbox"/> 転倒 <input type="checkbox"/> 他 <input type="checkbox"/> 不明	湧水	擁壁の見付け高さ	最大高 m (平均高 m)											
	裏込め地盤の種類	<input type="checkbox"/> 切土 <input type="checkbox"/> 盛土 <input type="checkbox"/> 不明 <input type="checkbox"/> 岩 <input type="checkbox"/> 土砂 <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"/> (ロ) 水抜孔有、天端は表面水が浸透しやすい <input type="checkbox"/> (ハ) 水抜孔無、あっても数・寸法が不適法	擁壁の勾配	度										
	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	項目	程度					程度					程度				
		擁壁種類					擁壁種類					擁壁種類				
		練積	増積	コンクリ	2段	張出し	練積	増積	コンクリ	2段	張出し	練積	増積	コンクリ	2段	張出し
	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					程度					程度				
		程度					程度					程度				
		程度					程度					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(幅目地ずれ)	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。はらんではいないが曲線的なく、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。)	<input type="text" value=""/> 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。転倒ひびき避難) 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					<input type="checkbox"/> 大 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 小										
所見(記入者の意見)	緊急度 <input type="checkbox"/> 大 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 小 拡大の見込 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 判断不可(備考:)					(人命・財産・交通の3点を判定基準とする。) (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.ガリ-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								
枠内土砂湧出 (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										

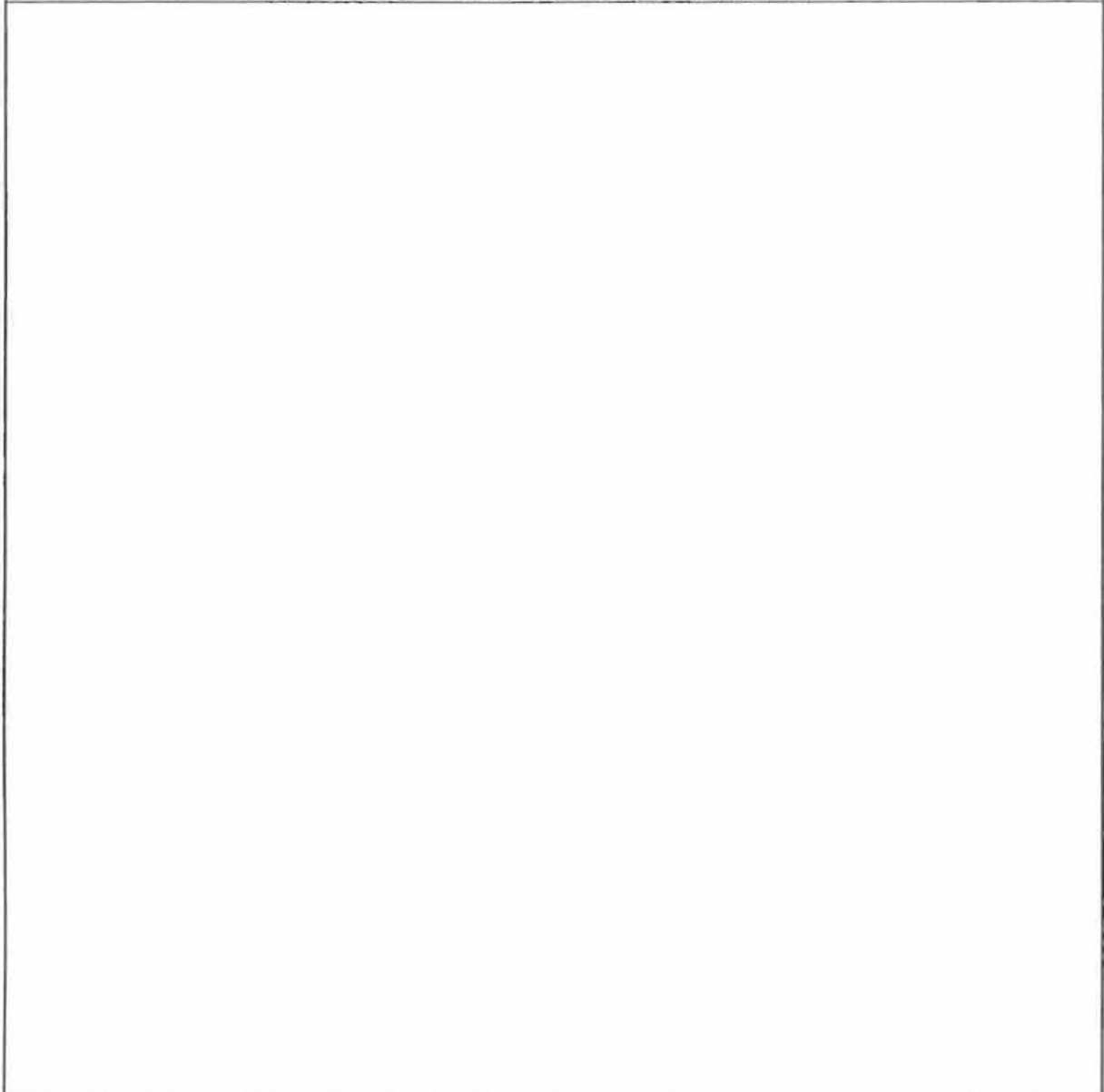
のり面・自然斜面の基礎的条件							
地盤	岩	<input type="checkbox"/> 軟岩 <input type="checkbox"/> 硬岩 <input type="checkbox"/> 不明	オーバーハング	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有			
	土 砂	<input type="checkbox"/> 砂質土 <input type="checkbox"/> 礫質土 <input type="checkbox"/> 粘性土 <input type="checkbox"/> 不明	排水施設	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有 (のり肩、小段排水)			
のり高 (複合のり面は観測高)	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	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。)	<input type="checkbox"/> 大 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 小		☆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、暫時的避難) 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		(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	<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		影 響 範 囲	被災箇所 D_1 (m)		
小被害 中被害 大被害			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	
	擁壁(のり面)勾配 α (°)			$45^\circ \leq \alpha < 60^\circ$: 0.9H	
		地表面勾配 β (°)	平 端 距	L ₂ (m)	$\beta < 15^\circ$: 1.3H
$45^\circ \leq \alpha < 60^\circ$: 1.5H					
		上 端	L ₃ (m)	$60^\circ \leq \alpha$: 2H	
				$\alpha < 45^\circ$: 0.4H	
				$45^\circ \leq \alpha < 60^\circ$: 0.6H	
				$60^\circ \leq \alpha$: H	

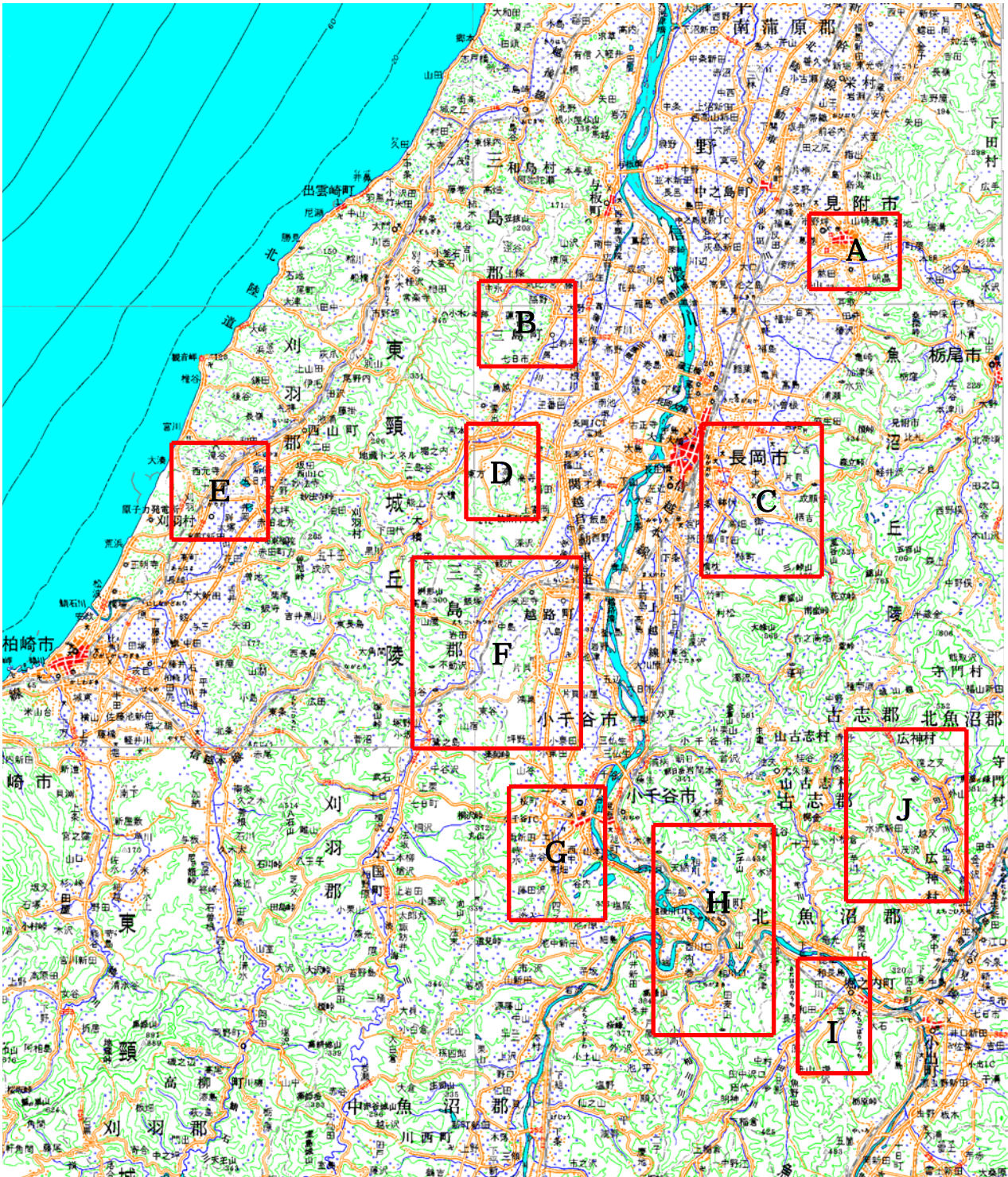
被災した擁壁・のり面と宅地・建物等の位置関係図



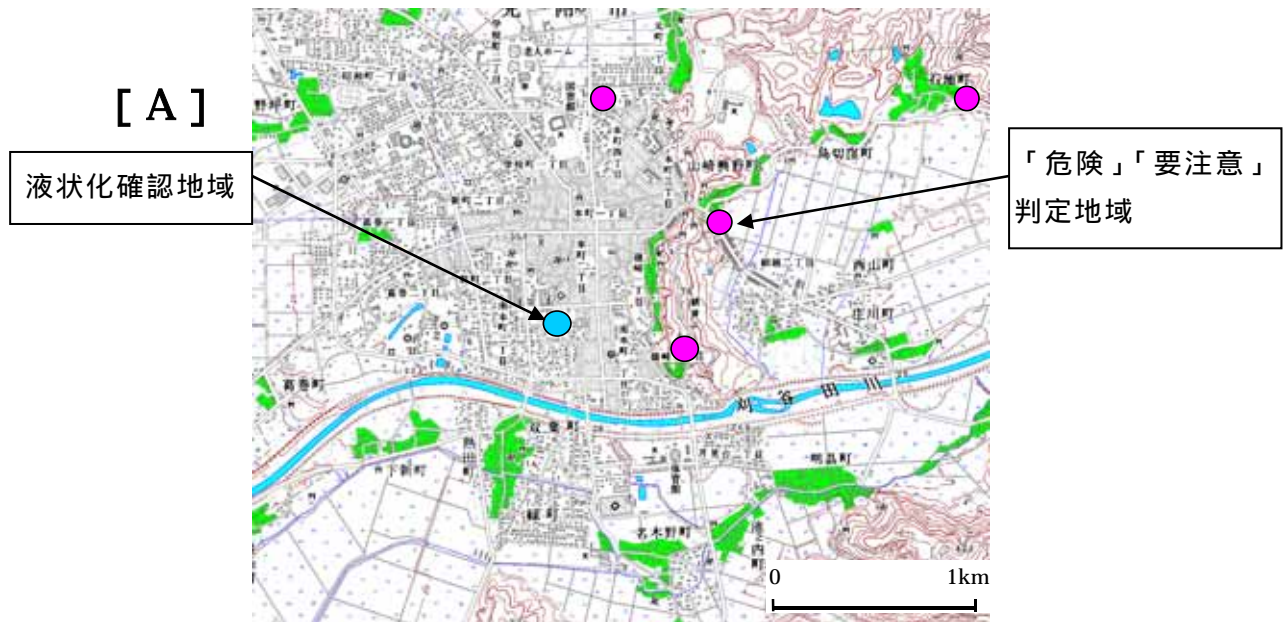
特記事項

付録 8.3

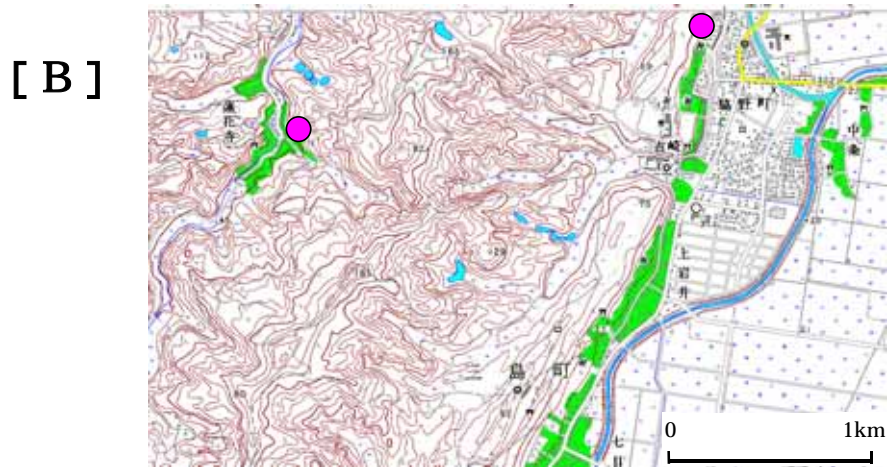
被災宅地の危険度判定において 「危険、要注意」と判定された地域



国土地理院数値地図 50000(地図画像)新潟(平成13年12月1発行)を使用

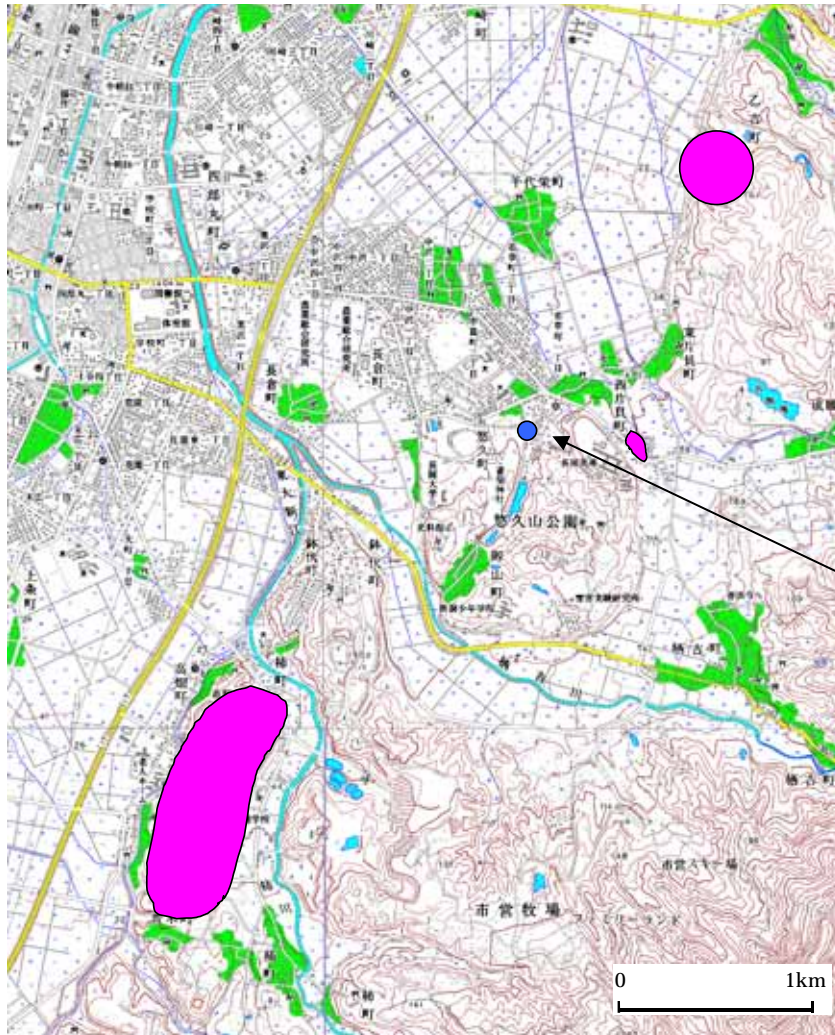


国土地理院数値地図 25000(地図画像)長岡 (平成 15 年 11 月 1 日発行) の「見附」を使用



国土地理院数値地図 25000(地図画像)長岡 (平成 15 年 11 月 1 日発行) の「長岡」を使用

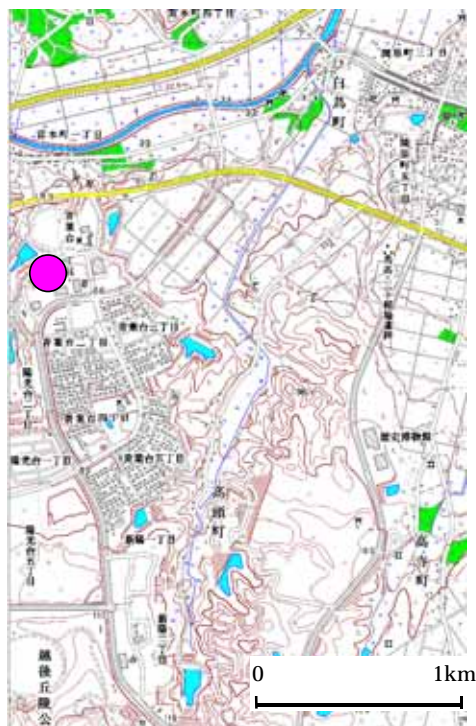
[C]



現地調査で被害を確認した地域

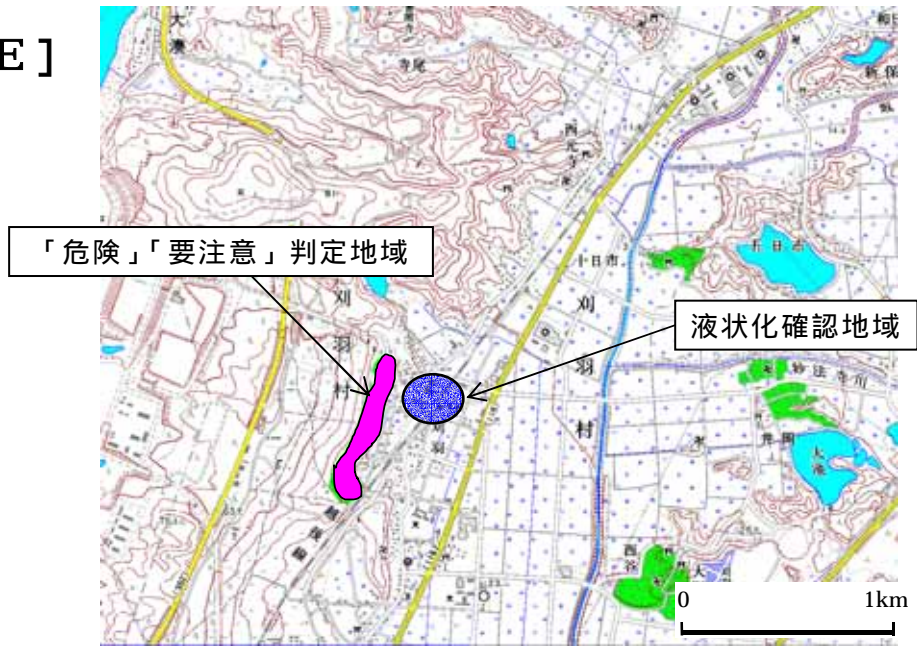
国土地理院数値地図 25000(地図画像)長岡 (平成 15 年 11 月 1 日発行) の「長岡」を使用

[D]



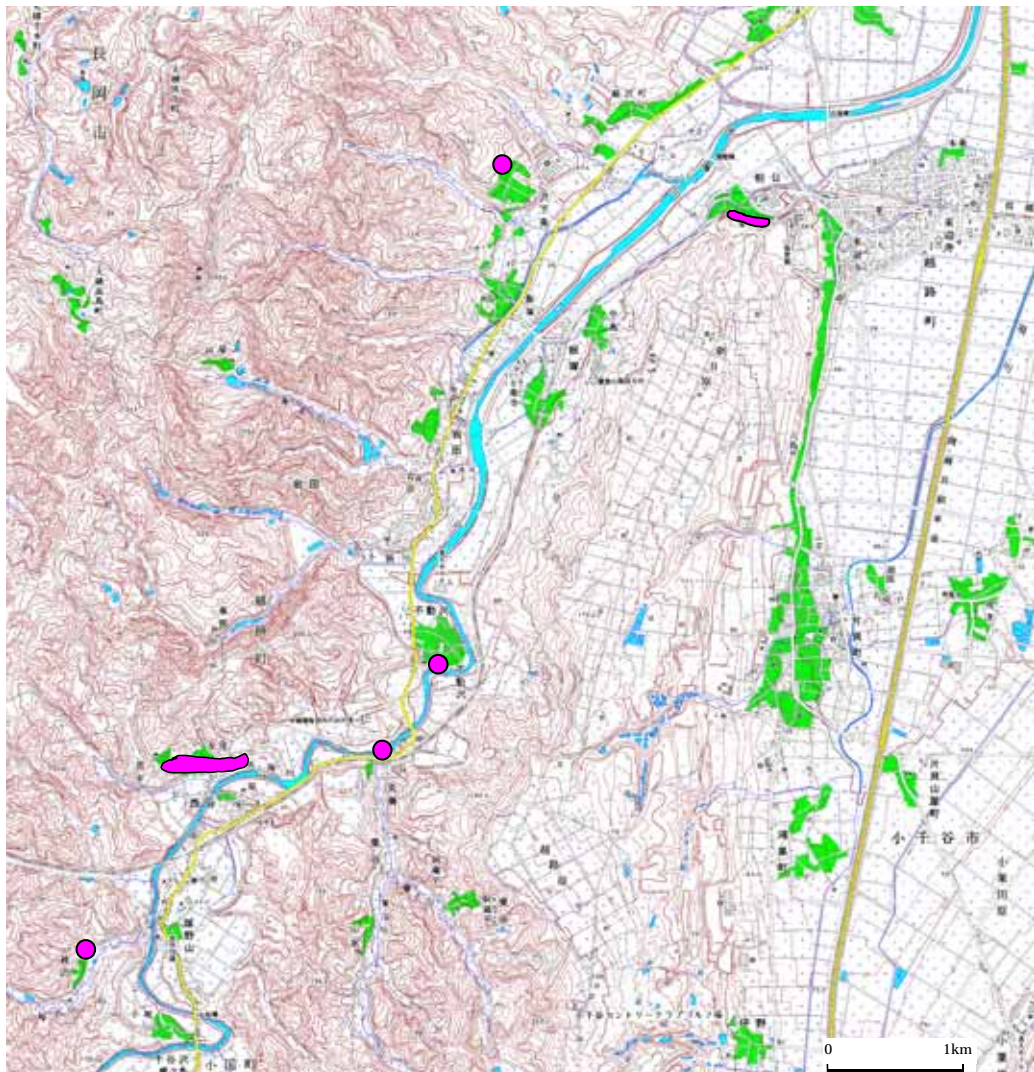
国土地理院数値地図 25000(地図画像)長岡 (平成 15 年 11 月 1 日発行) の「長岡」を使用

[E]



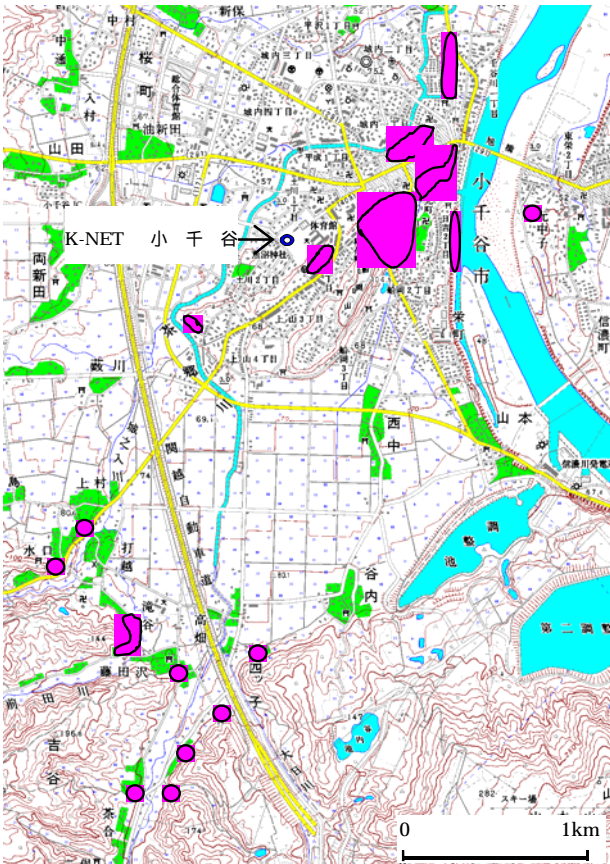
国土地理院数値地図 25000(地図画像)長岡 (平成 15 年 11 月 1 日発行) の「西山」を使用

[F]



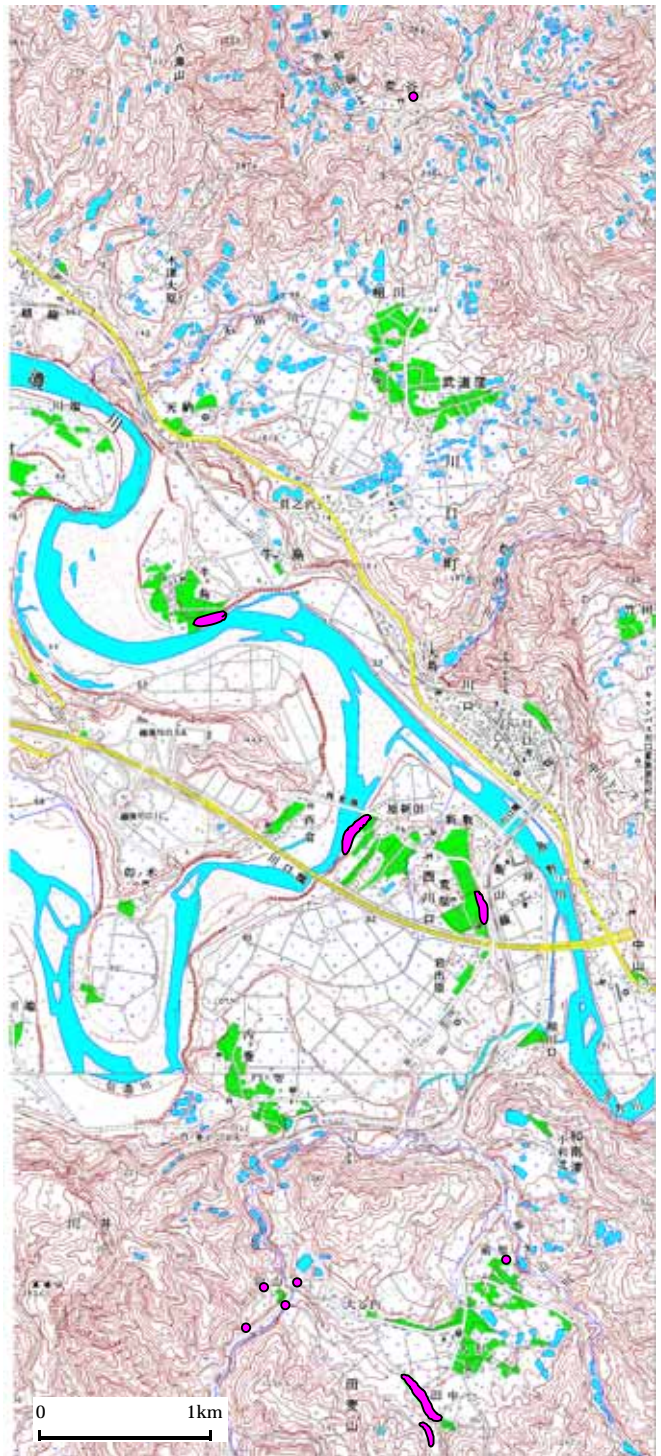
国土地理院数値地図 25000(地図画像)長岡 (平成 15 年 11 月 1 日発行) の「長岡」を使用

[G]



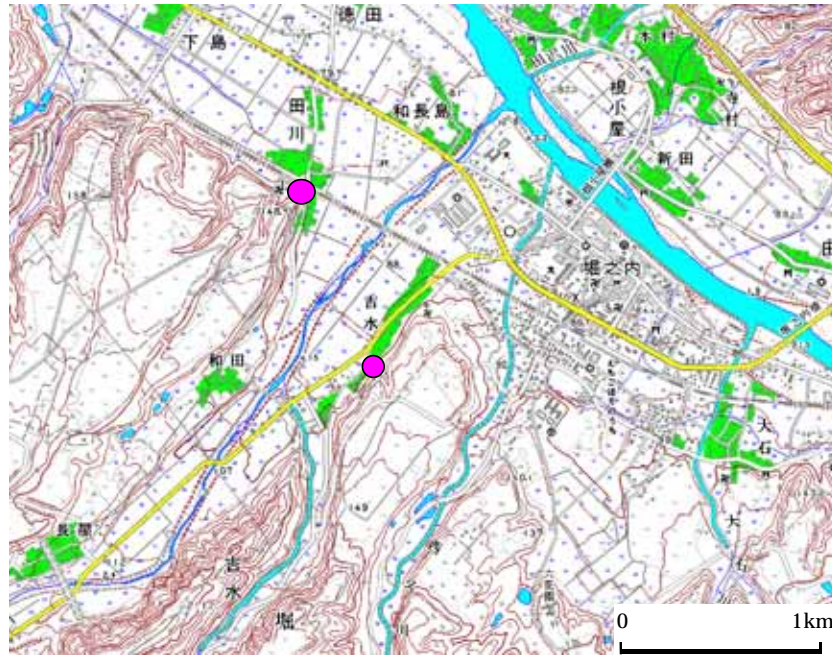
国土地理院数値地図 25000(地図画像)高田
(平成 14 年 12 月 1 日発行)の「小千谷」を
使用

[H]



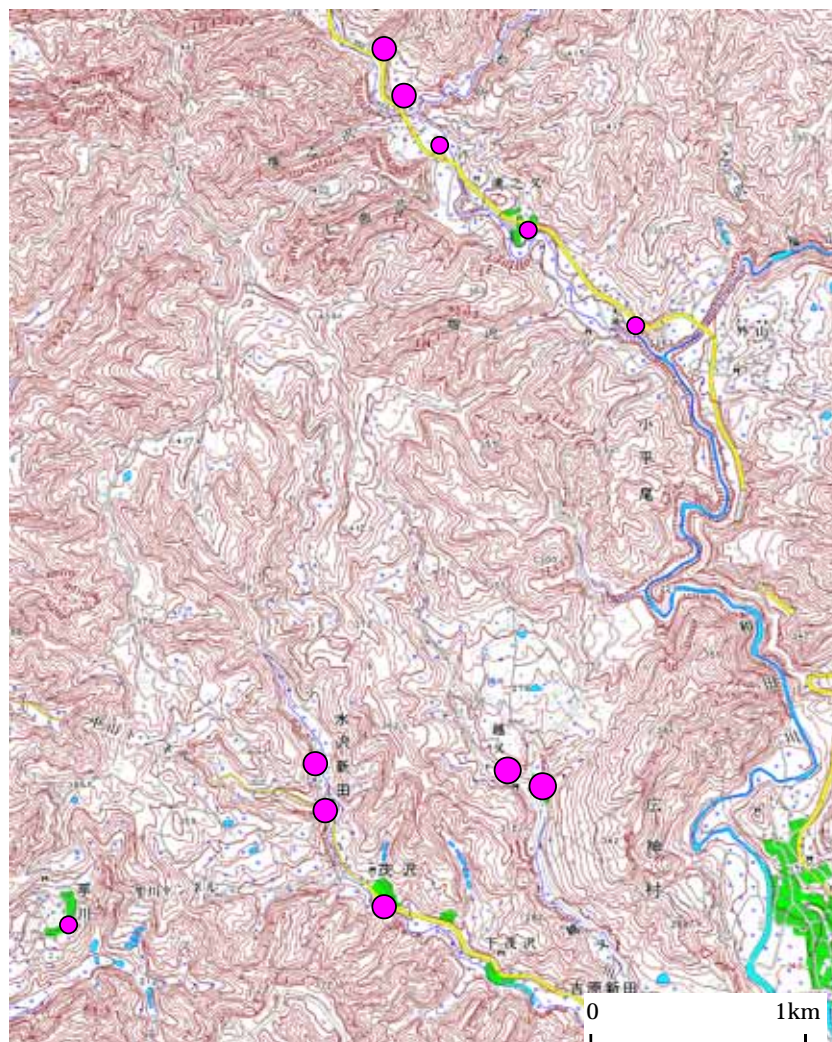
国土地理院数値地図 25000(地図画像)高田
(平成 14 年 12 月 1 日発行)の「小千谷」を
使用

[I]



国土地理院数値地図 25000(地図画像)長岡 (平成 15 年 11 月 1 日発行) の「小出」を使用

[J]



国土地理院数値地図 25000(地図画像)長岡 (平成 15 年 11 月 1 日発行) の「小平尾」を使用