

令和6年(2024年)能登半島地震による建築物の基礎・地盤被害に関する現地調査報告(速報)

1. 調査の目的

令和6年(2024年)能登半島地震による建築物基礎・地盤の被害のうち、特に甚大な被害のあった石川県金沢市、内灘町・かほく市および輪島市の被害の様相を把握するため、国土交通省住宅局建築指導課および参事官(建築企画担当)付ならびに石川県の要請を踏まえて、現地調査を行った。

なお、本調査報告における被害状況に係る記述は、現時点の学術的な調査によるものであり、各自治体が発行する罹災証明における全壊や半壊の判断等には関係しない。

2. 調査の日時と対象

- 2024年1月9日(火) 10:00~11:30頃 石川県金沢市田上新町
12:30~14:30頃 石川県内灘町・かほく市
2024年1月10日(水) 8:30~13:00頃 石川県輪島市(A建物、B建物、C小学校、D住宅団地、E中学校)

図2.1に調査範囲を示す。また、図2.2に、輪島市で調査した建物位置を示す。

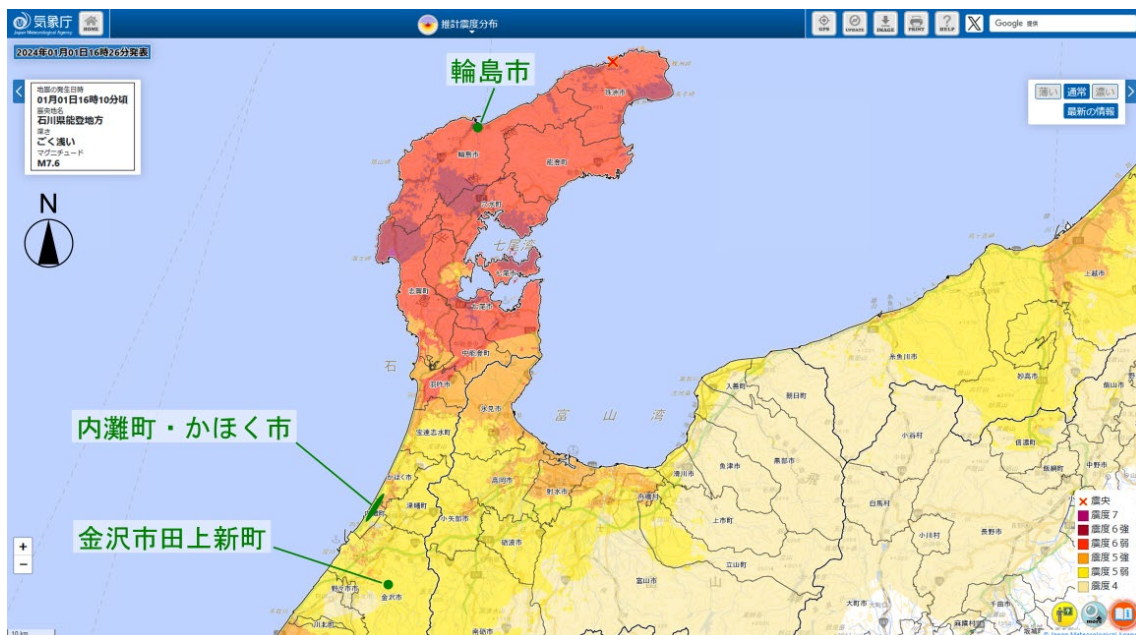


図2.1 調査範囲(文献1より作成)



図 2.2 輪島市で調査した建物位置 (文献 2 より作成)

3. 調査者

国土交通省住宅局参事官 (建築企画担当) 付	構造係長	小原 拓
((併任) 国土交通省国土技術政策総合研究所 建築研究部 構造基準研究室 研究官)		
国土交通省国土技術政策総合研究所	建築研究部 建築品質研究官	井上 波彦
国立研究開発法人建築研究所	構造研究グループ 上席研究員	新井 洋
国立研究開発法人建築研究所	構造研究グループ 客員研究員	田村 修次
(国立大学法人東京工業大学 環境・社会理工学院建築学系 教授)		
国立研究開発法人建築研究所	構造研究グループ 客員研究員	久世 直哉
(一般財団法人ベターリビング つくば建築試験研究センター 建築基礎・地盤業務部 総括試験研究役)		
国立研究開発法人建築研究所	構造研究グループ 客員研究員	鈴木 比呂子
(千葉工業大学 創造工学部建築学科 教授)		
国立研究開発法人建築研究所	構造研究グループ 客員研究員	柏 尚稔
(国立大学法人大阪大学 大学院工学研究科地球総合工学専攻 教授)		

※小原と井上は 2024 年 1 月 10 日 (水) のみ。

4. 金沢市田上新町の調査結果

4.1 被害状況の把握

金沢市田上新町の造成宅地において、大規模な斜面崩壊が確認され、多くの報道がなされている。斜面崩壊が確認されたエリアを図 4.1（文献 2 より作成）に示す。図 4.1 中の丸数字と矢印は、現地で写真を撮影した位置と向きを示している。



図 4.1 金沢市田上新町における斜面崩壊のエリア（文献 2 より作成）

斜面崩壊が確認されたエリアは、当該造成宅地における外周道路から外側であり、斜面の下方に向かって住宅が大きく移動していた。崩壊した斜面の状況を写真 4.1（図 4.1 の撮影位置①）と写真 4.2（図 4.1 の撮影位置②）に示す。

外周道路の内側に隣接する住宅の基礎の立ち上がり部や、その敷地境界にあるブロック塀には、斜面の下方に開く方向にひび割れが生じていた。当該ブロック塀には、ひび割れの補修痕も確認された。これらの状況を写真 4.3 と写真 4.4 に示す。



写真 4.1 崩壊した斜面の状況（1）



写真 4.2 崩壊した斜面の状況（2）



写真 4.3 住宅の基礎立ち上がり部のひび割れ

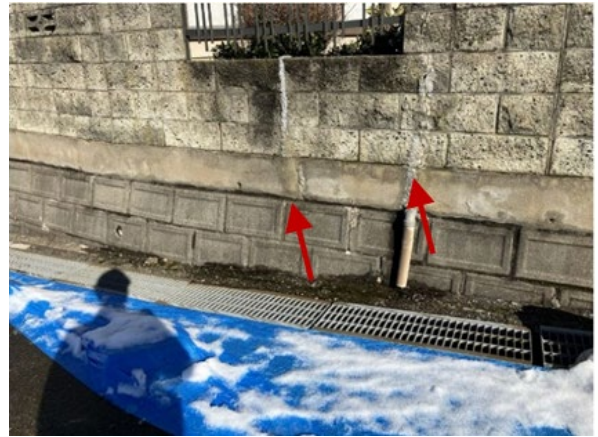
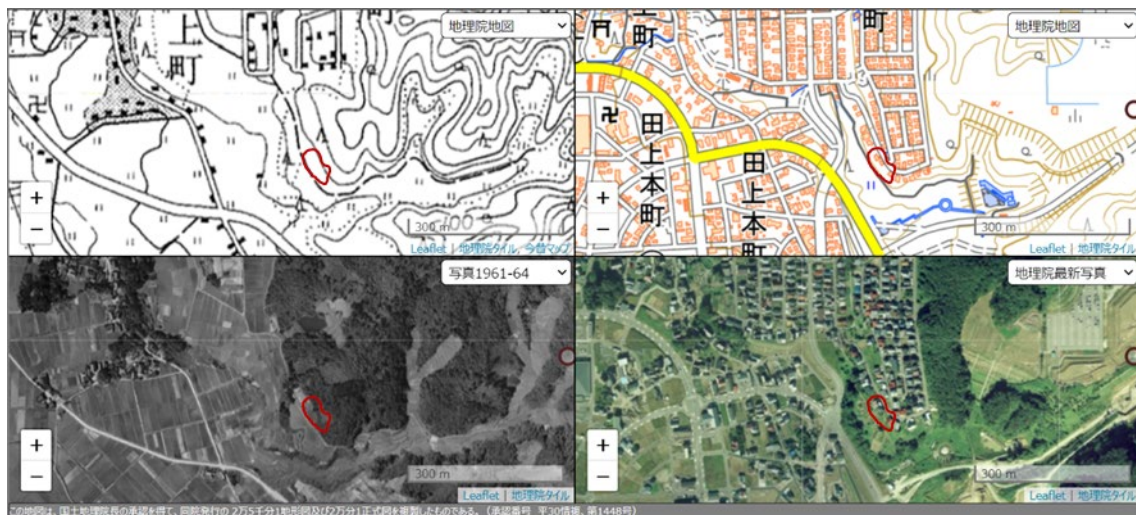


写真 4.4 ブロック塀のひび割れと補修痕

4.2 机上調査による造成履歴等の把握

1960年代および2000年代の地形図と空中写真を図4.2（文献3より作成）に示す。斜面崩壊エリアは、1960年代は自然地山の斜面地であったことがわかる。



（左上）地形図 1960年代

（右上）地形図 2000年代

（左下）空中写真 1960年代

（右下）空中写真 2000年代

図 4.2 1960年代および2000年代の地形図と空中写真（文献3より作成：赤線で囲んだ部分が斜面崩壊エリア）

地形図に大規模盛土造成地マップを重ねたものを図4.3（文献4より作成）に示す。図4.3より、斜面崩壊エリアは大規模盛土造成地ではないことを確認した。なお、図中の黄緑色で塗り潰された領域は、谷埋め型の大規模盛土造成地である。

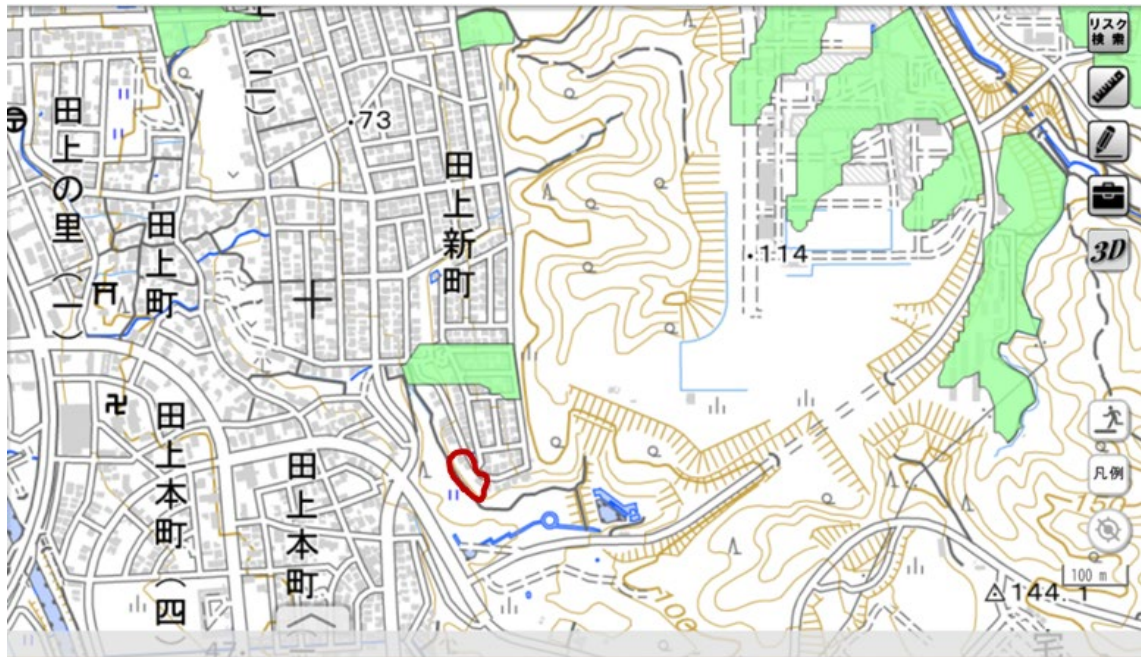


図 4.3 大規模盛土造成地マップ（文献 4 より作成：赤線で囲んだ部分が斜面崩壊エリア）

また、地形図に人工地形図を重ねたものを図 4.4（文献 4 より作成）に示す。図 4.4 より、斜面崩壊エリアは切土地であることを確認した。なお、図中の赤色で塗り潰された領域は盛土を、水色で塗り潰された領域は切土を、それぞれ示している。

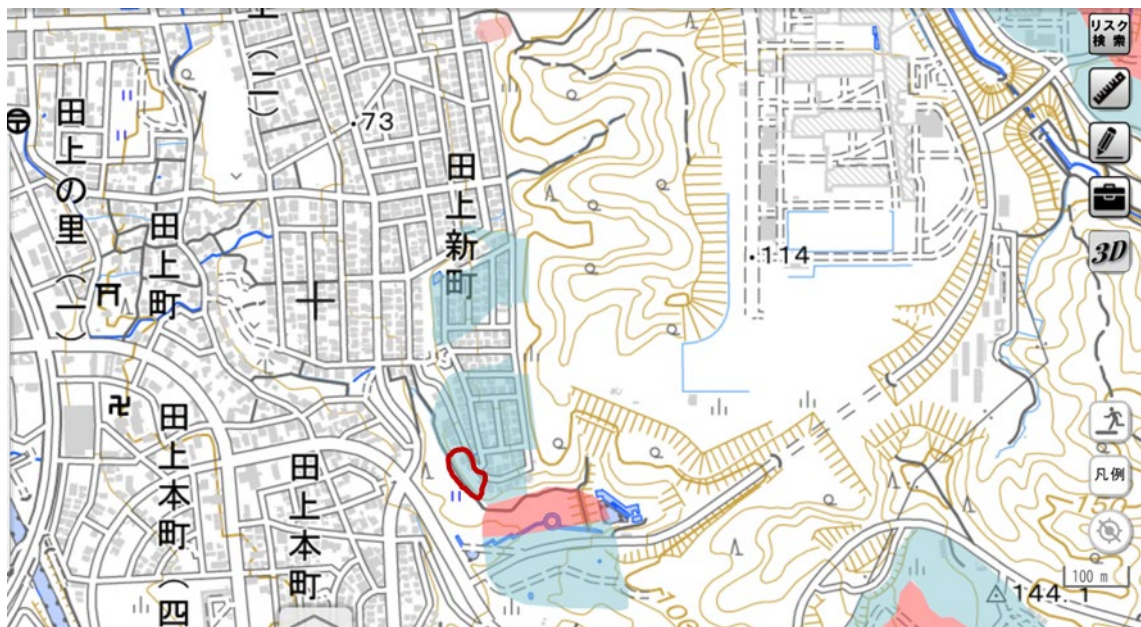


図 4.4 人工地形図（文献 4 より作成：赤線で囲んだ部分が斜面崩壊エリア）

当該斜面崩壊エリアには、急傾斜地の崩壊警戒区域（指定済）が含まれている。地形図に急傾斜地崩壊警戒区域図を重ねたものを図 4.5（文献 4 より作成）に示す。図 4.5 より、この斜面は、急傾斜地の崩壊警戒区域指定の要件である 30 度以上の傾斜地であったと考えられる。



図 4.5 急傾斜地崩壊警戒区域の位置（文献 4 より作成：赤線で囲んだ部分が斜面崩壊エリア）

4.3 まとめ

当該斜面崩壊エリアは、机上調査より、切土地であることが確認された。現地調査では、外周道路の下部地盤は灰色の粘土質地盤であるように、外周道路の外側に建つ住宅の下部地盤は茶色の砂質地盤であるように、それぞれ見受けられた（写真 4.5）。いずれにしても、急傾斜地崩壊警戒区域に指定されているほどの急斜面地であり、今回の地震動により斜面崩壊が生じたと推察される。



写真 4.5 斜面崩壊エリアの地表面（写真 4.2 のアップ）

5. 内灘町・かほく市の調査結果

5.1 調査対象エリア

内灘町・かほく市における調査対象エリアを図 5.1（文献 2 より作成）に示す。調査対象エリアは、当該市町における県道 8 号線沿いとした。当該エリアは、主に戸建住宅が立ち並ぶ住宅地であった。



図 5.1 調査対象エリア（文献 2 より作成：紫線で囲んだ部分が調査範囲）

5.2 液状化による被害

県道 8 号沿いを調査した結果、図 5.1 に示す調査対象エリアで南西端に位置する内灘町の宮坂交差点付近から、北東端のかほく市の大崎交差点付近まで、全長約 7km の広い範囲に渡って、液状化による地盤変状が生じており、住宅等に大きな被害が生じていた。被害状況を写真 5.1 a)～p) に示す。住宅・擁壁の沈下・傾斜等のほか、側方流動による地表面の沈下や隆起等も確認された。



a) 地盤沈下により玄関下に隙間が生じた住宅

b) 地盤の隆起

写真 5.1 地盤の液状化による被害状況



c) 浮き上がった地下埋設物と傾斜した建物



d) 傾斜した住宅



e) 側方流動した地盤



f) 周辺地盤が沈下した建物



g) 地盤沈下と傾斜した電柱等



h) 傾斜した擁壁



i) 側方流動による住宅の傾斜と擁壁の亀裂



j) 擁壁の転倒

写真 5.1 地盤の液状化による被害状況 (続き)



k) 側方流動と側溝の回転



l) 神社の鳥居の転倒



m) 住宅の沈下



n) 住宅周辺の地盤変状



o) 側方流動した地盤と地割れ



p) 側方流動と地表面の隆起

写真 5.1 地盤の液状化による被害状況（続き）

写真 5.2 は県道沿いにある建物で、正面となる建物の南東側は 3 階までの造り、北西側は 2 階までの造りである。写真 5.3（文献 5 より作成）と比較すると、正面入口部分の著しい沈下が確認できる。写真 5.4、5.5 は、入口付近の様子である。建物正面の両端で地表からの軒下高さを計測したところ、入口側で 185cm、反対側で 275cm となっており、90cm 程度の沈下が推測される。一方、建物北西側では、ほとんど沈下は生じていなかった。



写真 5.2 3階建ての建物



写真 5.3 地震前（2023年8月）の写真 5.2 の建物（文献 5 より作成）



写真 5.4 正面入口付近の状況（沈下）



写真 5.5 正面入口付近の状況（周辺地盤）

5.3 地形的特徴

内灘町・かほく市における調査対象エリアの微地形分類⁹⁾を図 5.2 に示す。当該エリアは、西側（海側）にある砂丘と、東側にある干拓地との境界部に位置しており、過去の液状化発生地域として知られている微地形区分（砂丘間低地、干拓地）と同じような地形であった。

調査対象エリアの西側にある砂丘は標高が高く（文献 7 によれば、例えば、内灘町白帆台 2 丁目にある白帆台公園では標高 38m 程度）、一方で、当該エリアの県道 8 号上は、文献 7 によれば、標高が 3m から 5m 程度と低く、かなりの標高差がある（写真 5.6）。調査対象エリアは砂丘に隣接しており、砂丘から地下水が流れ込み易いため、地下水位が高いと推察される。

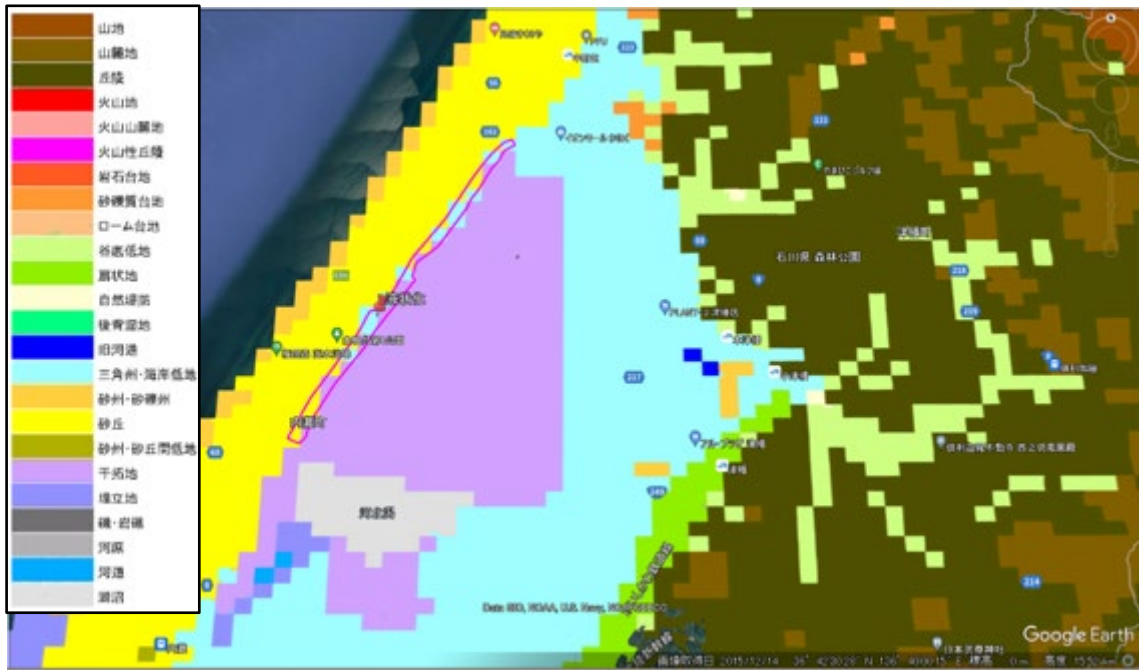


図 5.2 調査対象エリアにおける微地形分類（文献 6 に加筆）



写真 5.6 県道 8 号の状況（写真左側が砂丘であり、県道 8 号沿いは砂丘に隣接する低地）

6. 輪島市 A 建物の調査結果

6.1 建物および被害の概要

輪島市河井町において、地上 7 階建ての RC 造建物が転倒した（写真 6.1）。当該建物の会社のホームページによると、この建物は 1972 年竣工で地上 7 階＋地下 1 階（後に地下室は埋設）とされている。基礎の東側が大きく沈下し、建物は約 75°傾斜した。建物 1 階から 5 階床レベルまでが地盤中にめり込んでいた（写真 6.2）。4 階と 5 階の階高は、それぞれ 3.5m と 3.6m であった。なお、写真 6.1、6.2 から、この建物は、転倒した側の隣接敷地にある 3 階建て木造建物を押し潰したようにも見える。



写真 6.1 転倒した建物（東側から撮影）



写真 6.2 転倒した建物（南側から撮影）

A 建物近傍（図 2.2 の B1 地点）の地盤調査データ⁸⁾を図 6.1 に示す。地盤の土質構成は、地表から深さ 18m まで標準貫入試験 N 値 3~4 の粘土層（うち深さ 6.0~6.5m は N 値 9 の砂層）、深さ 18~23m が N 値 6~8 の緩い砂層、深さ 23~30m が N 値 4~9 のシルト質砂の層である。深さ 31~33m 付近に N 値 50 以上となる地層が出現するものの、その下方にシルト質砂・粘土の層が続いている。地下水位は 4.0m である。なお、この地盤調査は昭和 42 年 7 月に行われている。

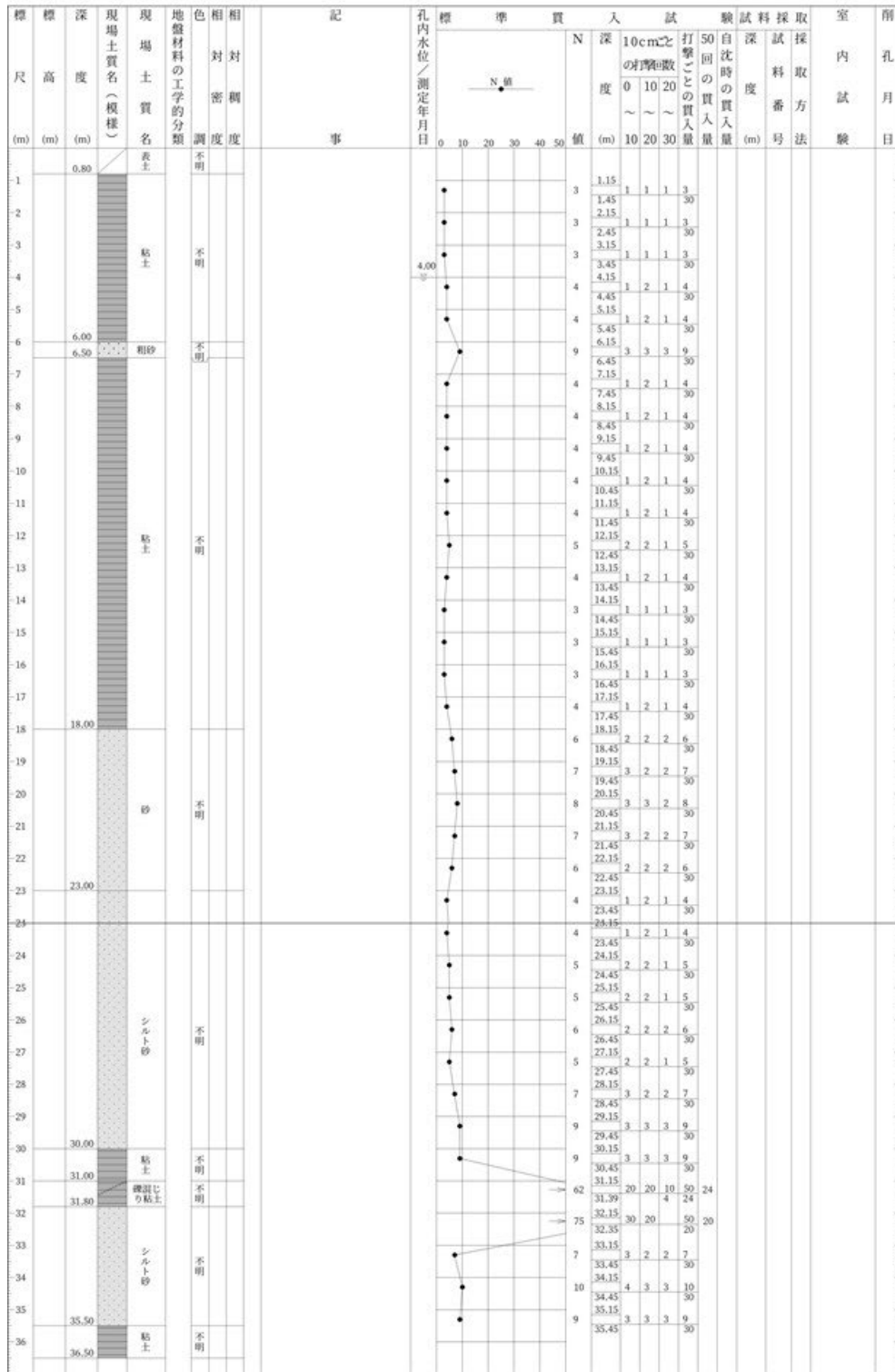


図 6.1 A 建物近傍の地盤調査データ 8)

写真 6.3、6.4 に示すように、建物の西側（引抜き側）のパイルキャップが露出していた。パイルキャップに杭の埋込み穴が 4～5 個あった。確認できた範囲において、引抜き側の杭は全て杭頭がパイルキャップで破断していた。コンベックスで計測したパイルキャップの横幅は 1780mm、高さは 900mm であった。基礎梁はパイルキャップの近傍で破壊していた。基礎梁の露出した主筋は D25、あばら筋は φ9mm の丸鋼であった。基礎梁の幅は 400mm、せいは 1230mm であった。写

真 6.5 に示すように、杭は東側の地表面で 1 本の頭部が確認された。杭頭は目測で西側に 30°程度傾斜しており、杭の中空部にコンベックスを挿入したところ 1.1m 程度で止まった。深さ 1m 付近で杭に顕著な破壊が生じている可能性が示唆される。道路側の 1 階床スラブは、基礎梁と一体化されておらず、土間コンクリートであった（仕上げ含め厚さ 190mm 程度）。写真 6.6 に示すように、敷地の南側に茶色の砂質土が、北側に黒色の粘性土が、それぞれ堆積していた。これらの土は隣地よりも高く、基礎の沈下に伴う地盤の破壊によって盛り上がったと推察される。なお、ホームページには埋設されたと書かれている地下室の存在は確認できなかった。



写真 6.3 引抜き側のパイルキャップと基礎梁



写真 6.4 パイルキャップ



写真 6.5 露出した杭頭



写真 6.6 地表面の変状 (敷地の南側)

6.2 杭基礎

(1) 露出した杭頭部の状況

当該杭は、直径 350mm で、中空部を有する円筒形状であった。また、PC 鋼材が 8 本あり、その径は 7~8mm 程度であった。地表面に露出していた杭頭部の状況を写真 6.7 に示す。当該建物は、転倒によりパイルキャップ部が完全に抜け上がっていた。また、写真 6.8 に示すように、抜け上がったパイルキャップ部に杭頭部の一部（長さ 7~10cm 程度）が残っていた。



a) 地表面の状況



b) 杭の寸法形状の確認状況

写真 6.7 地表面に露出していた杭頭部



a) パイルキャップの木片



b) パイルキャップ部に残った杭の一部

写真 6.8 杭頭接合部

杭の PC 鋼材と、らせん筋は、完全に破断しており、建物の転倒（圧縮側の沈下）に伴い、引抜き側の杭頭部が破断したと推察される。なお、パイルキャップに埋込まれている杭の上端には、中空部に蓋をするように木製の板が設置してあった（写真 6.8）。

(2) 杭仕様の推定

杭径が 350mm であったことから、当該杭は既製コンクリート杭と考えられる。仮に建設年を 1972 年とすれば、当時の既製コンクリート杭は、RC 杭と PC 杭の 2 種類が JIS で規格化されており⁹⁾、杭の断面が中空部を有する円筒形状であったことから、当該建物の杭は PC 杭と推察される。1972 年時点の PC 杭の JIS 規格¹⁰⁾によると、杭径が 350mm、杭種が A 種の場合における PC 鋼材の仕様は、径が 8mm、本数が 8 本であり、現地調査の結果とほぼ一致する。

(3) パイルキャップおよび基礎梁の形状寸法

Lidar スキャナと呼ばれる光波測量器を使用して、当該建物のパイルキャップおよび基礎梁の寸法を概略的に把握した。引き抜かれて露出したパイルキャップは 4 基で（図 6.2）、それぞれ縦方

向の長さ、横方向の長さ、高さをスキャンデータから算出した。算出結果を表 6.1 に、各パイルキャップの寸法測定位置を図 6.3 に、それぞれ示す。

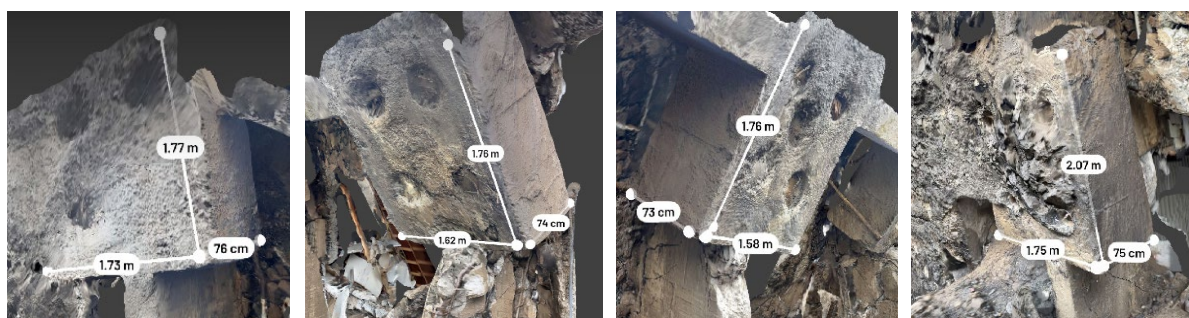
また、基礎梁については、各パイルキャップとの接合部 4 か所において、それぞれ幅と高さをスキャンデータより算出した。算出結果を表 6.2 に、各基礎梁の寸法測定位置を図 6.4 に、それぞれ示す。なお、検尺による実測値との比較から、ここでの Lidar スキャナによる概略的な寸法算出結果には 10～20cm 程度の誤差があると考えられる。



図 6.2 引き抜かれて露出した基礎部分の全景 (Lidar スキャナにより取得)

表 6.1 パイルキャップの概略寸法の算出結果 (単位: m)

位置	縦方向の長さ	横方向の長さ	高さ
① (左上)	1.77	1.73	0.76
② (中央)	1.76	1.58	0.73
③ (右)	1.76	1.62	0.74
④ (左下)	2.07	1.75	0.75



① (左上)

② (中央)

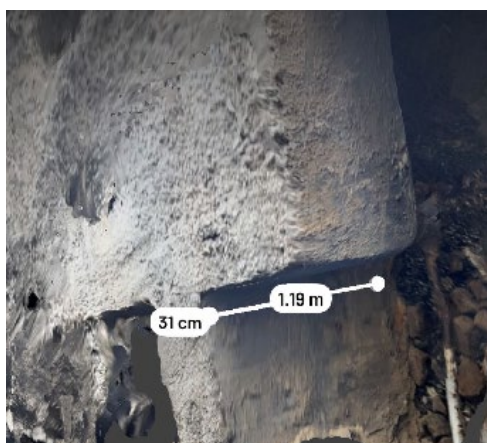
③ (右)

④ (左下)

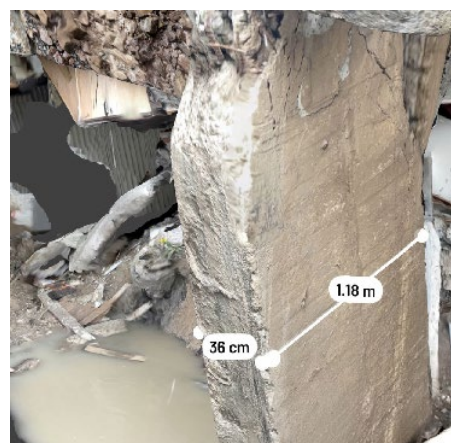
図 6.3 パイルキャップの寸法測定位置

表 6.2 基礎梁の概略寸法の算出結果（単位：m）

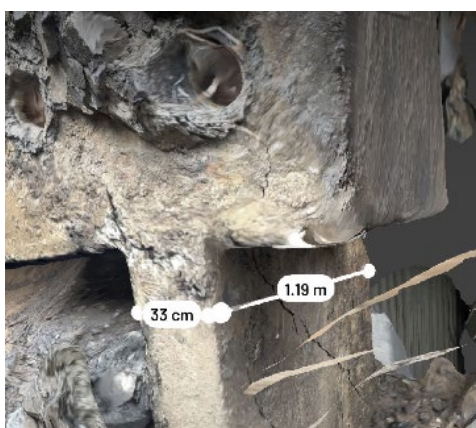
位置	幅	高さ
①（左上）	0.31	1.19
②（中央）	0.36	1.18
③（右）	0.36	1.01
④（左下）	0.33	1.19



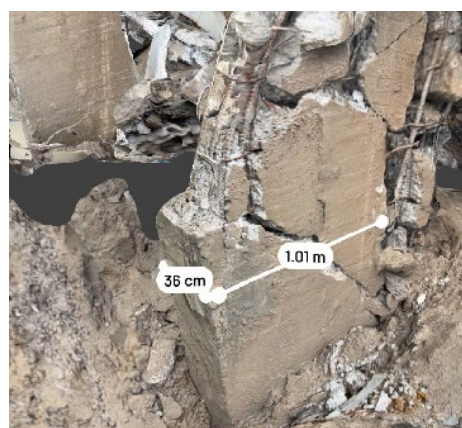
①（左上）



②（中央）



③（右）



④（左下）

図 6.4 基礎梁の寸法測定位置

6.3 建物の沈下量の推定

転倒建物の地盤中へのめり込み長さを概算推定するため、転倒建物の傾斜角と長さを計測した。写真 6.9 に示すとおり、2 階の梁下端から 6 階の梁上端までの距離は 16.4m、2 階の梁の傾斜角は、下げ振りの計測で 11/50、簡易傾斜計で 13°であった。よって、2 階の梁位置における地盤中へのめり込み長さは $16.4 \times \sin(\tan^{-1}(11/50)) = 3.5(\text{m})$ と概算される。なお、2 階の梁に貼り付けられている化粧パネルについて、建物幅方向の 1 辺の長さは 400mm であった。地盤内にはパネル 6 枚分のめり込みが認められ、1 階の柱の化粧パネルの幅を約 1m とすると、化粧パネルに基づく 2 階の梁のめり込み長さは約 3.4m と概算され、傾斜角に基づくめり込み長さと概ね対応する。

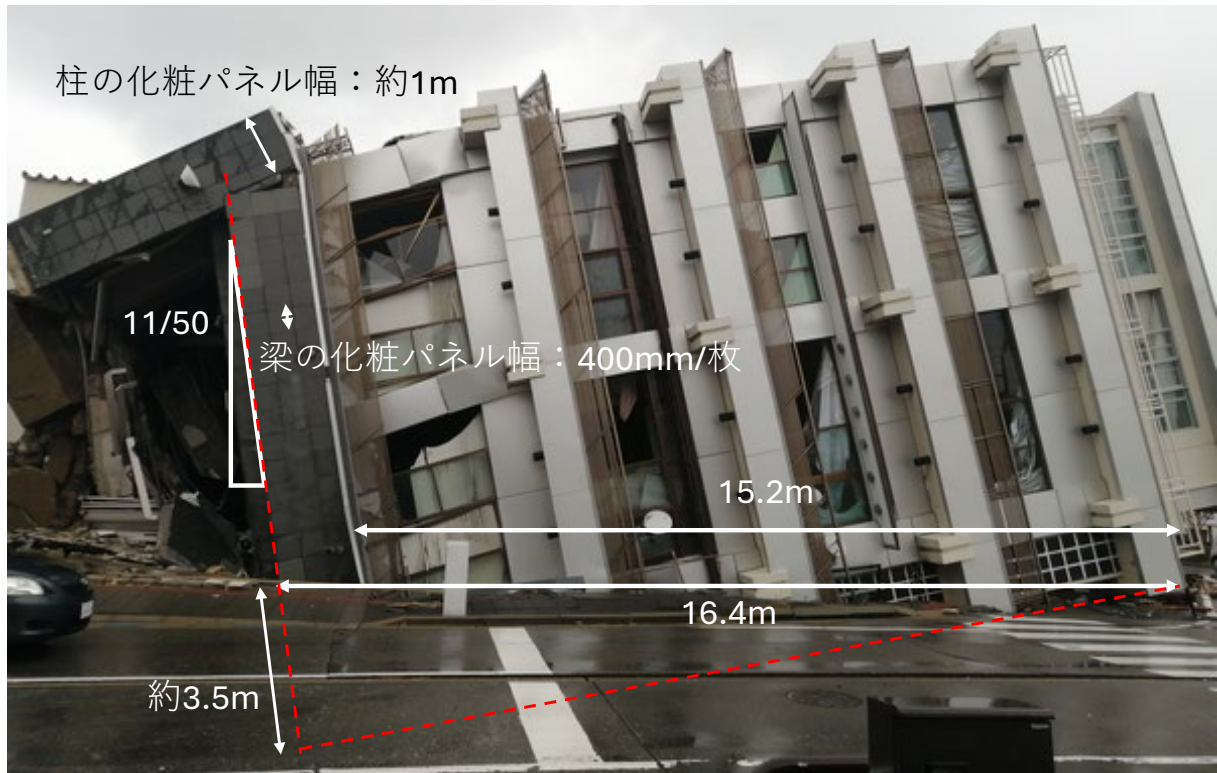


写真 6.9 建物の沈下量の推定

6.4 建物の転倒の考察

建物は地盤にめり込むように沈下・傾斜していることから、転倒の大きな要因は基礎・地盤にあったと推察される。転倒に至った要因として、基礎の東側の3m以上にも及ぶ大きな沈下と建物傾斜によるP-Δ効果の可能性が考えられる。基礎の東側が3m以上も沈下した要因として、杭基礎の破壊や基礎の支持力の問題等が考えられるが、今後の詳細な調査や分析が必要である。

7. 輪島市B建物の調査結果

7.1 建物の概要

図7.1に調査建物の位置（輪島市河井町）を、写真7.1～7.3に建物の全景を、それぞれ示す。付近の地表面は、緩やかに傾斜しており、対象建物の敷地においても北側が高く、南側が低くなっている。B建物近傍（位置は図7.1の●印）の地盤調査データ⁸⁾によると、地下水位は0.6mで、軟弱なシルトが地表から深さ7m程度まで堆積しており、その下方にシルト質砂が深さ25～27m程度まで続いている（図7.2）。

調査建物はRC造の7階建てで、建物の会社のホームページによると1977年築である。敷地の南側が低いので、建物南面の正面には階段でアプローチするようになっている（写真7.4：文献5より作成）。また、建物1階の北側は一部が柱のみの駐車スペースとなっている（写真7.5：文献5より作成）。建物は、北東方向に大きく傾斜した（写真7.1～7.3）。建物の地盤へのめり込み量を、6章と同様に柱の貼り付けタイルから推測すると、北東隅において最大180cm程度であった。

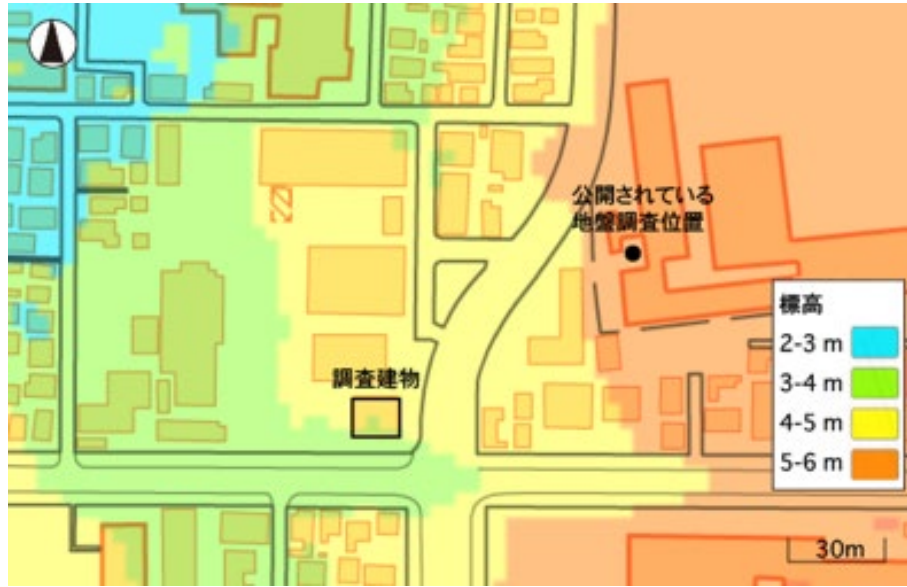


図 7.1 調査建物の位置と周辺の標高（文献 2 より作成）



写真 7.1 建物全景（南東側から撮影）



写真 7.2 建物全景（南側から撮影）

7.2 被害状況

写真 7.6～7.10 に、建物被害の状況を示す。建物の沈下・傾斜によって、1 階の床面が地盤とともに盛り上がっている（写真 7.6）。建物の南東隅の柱は、地表に対し 40～50cm 程度めり込んでいるが（地盤中にめり込んでいる柱の貼り付けタイルより推測）、南西隅の柱ではめり込みは生じていない（写真 7.7）。北東側の駐車スペースにおいても、建物のめり込みに対し、1 階の床面が盛り上がり、軒下から地表面までの高さは 140cm 程度となっている（写真 7.8）。写真 7.9、7.10 は、それぞれ建物東面、西面の南側から撮影したものである。西面では、隣接する駐車場の地表面のアスファルトにひび割れが生じ、調査建物の方向に落ち込んでいることが確認できる。



a) 南東側から撮影



b) 東側から撮影

写真 7.6 正面入口



a) 南西隅柱



b) 南東隅柱

写真 7.7 正面隅の柱



a) 床面の盛り上がり



b) 北東側入り口



c) 北東隅柱

写真 7.8 北東側



写真 7.9 建物東面



写真 7.10 建物西面

7.3 建物の傾斜計測

測定位置は、建物四隅の柱もしくは壁面とし、測定器具は簡易角度計（分解能 0.05°）を使用して直交 2 方向について、傾斜角を測定した。建物四隅の傾斜測定結果を図 7.3 に青字で、傾斜方向を矢印の向きで示す。また、各方向の傾斜角の平均値を赤字で示す。傾斜測定の結果、建物全体が北側及び東側にそれぞれ 3°以上（6/100 程度）傾斜していることが確認された。

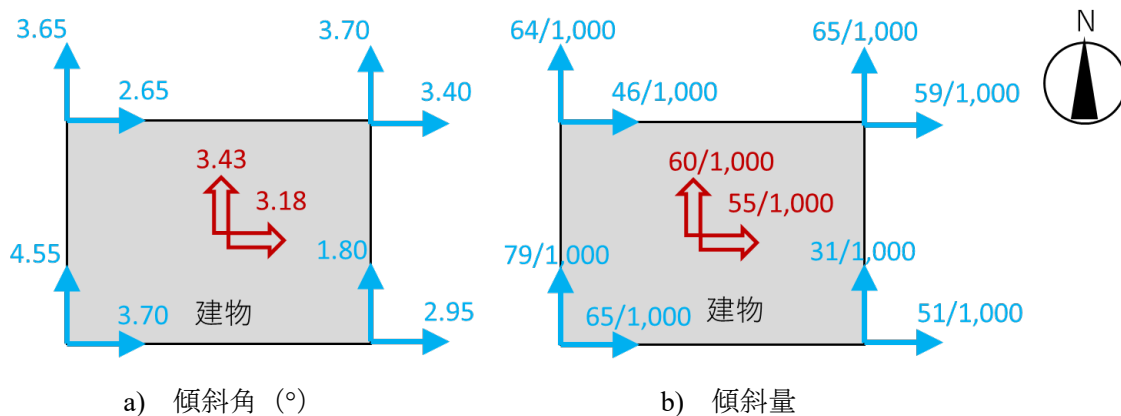


図 7.3 傾斜測定結果

8. 輪島市 C 小学校の調査結果

B 建物の近傍に立地する RC 造 3 階建ての小学校である (写真 8.1)。2 棟の校舎の両方で沈下および人が感知できる程度の傾斜が認められた。建物は外周の開口部に対する耐震補強が実施されたものであるが、写真 8.2 に示すように、1 階のほぼ全ての部屋において、外周部の沈下と床の盛り上がりが見られた。外周部直下の基礎に何らかの損傷が生じている可能性がある。写真 8.2 に示すように、耐震補強をされた開口部のガラス窓には全く損傷が認められないが、写真 8.3 に示すように、耐震補強されていない建物内部のガラス窓は損傷して廊下に落下しており、地震直後の廊下の継続使用には不具合が生じた可能性がある。写真 8.4 に示す通り、建物の傾斜に伴って 2 階の連絡通路に設置されているエクステンションジョイントに損傷が認められた。



写真 8.1 C 小学校の外観



写真 8.2 1 階での床の盛り上り



写真 8.3 建物内部のガラスの散乱状況



写真 8.4 建物の傾斜による 2 階のエクspansion ジョイントの破損

9. 輪島市 D 住宅団地の調査結果

河原田川の右岸に沿って建つ 3 棟の県営住宅団地である。3 棟とも、5 階建て壁式 RC 造の板状住宅で、上部構造に構造的な損傷は見られなかった。このうち最も南側に位置する 1 棟が、川側に向かって傾斜していた（写真 9.1）。簡易角度計により測定した建物の傾斜角は、約 1-2 度であった。傾斜していない建物でも、周辺地盤の沈下により、隣接する駐輪場のポートに被害が生じていた（写真 9.2）。



写真 9.1 川側（紙面の奥向き）に傾斜した壁式 RC 造の板状住宅（左側の建物）



写真 9.2 周辺地盤の沈下による駐輪場ポートの被害

10. 輪島市 E 中学校の調査結果

校庭の南側で大規模な地盤変状が発生した（写真 10.1）¹¹⁾。地盤変状による高低差は数 m に達していた（写真 10.2）。



写真 10.1 校庭の地割れ全景¹⁾



写真 10.2 校庭の地割れ

11. まとめと今後の課題

令和6年(2024年)能登半島地震により石川県金沢市、内灘町・かほく市および輪島市で生じた建築物基礎・地盤の甚大な被害の様相を把握するため、現地調査を行った。本調査から得られた知見は、暫定的に、以下のようにまとめられる。

- i) 金沢市田上新町の造成宅地では、外周道路の外側で斜面崩壊が確認され、斜面の下方に向かって住宅が大きく移動していた。斜面崩壊エリアは、机上調査より、切土地であることが確認された。現地調査では、外周道路の下部地盤は灰色の粘土質地盤であるように、外周道路の外側に建つ住宅の下部地盤は茶色の砂質地盤であるように、それぞれ見受けられた。
- ii) 内灘町・かほく市では、県道8号沿い全長約7kmの広い範囲に渡って、液状化による地盤変状と住宅等への大きな被害が生じた。被害が生じた地域は、砂丘と干拓地の境界部に位置しており、過去の液状化発生地域として知られている微地形区分と同じような地形であった。
- iii) 輪島市では、地上7階建てのRC造建物(A建物)が転倒した。基礎の東側は3m以上沈下していた。この大きな沈下の要因は、現時点では明らかでないが、今後の詳細な調査や分析が必要である。
- iv) 輪島市のB建物では、建物全体が北側および東側にそれぞれ3°以上(6/100程度)傾斜した。建物の北東隅における地表に対するめり込み量は180cm程度であった。建物の沈下・傾斜によって、1階の床面が地盤とともに盛り上がっていた。
- v) 輪島市では、顕著な傾斜が認められたA建物・B建物以外の中低層RC造建物の数棟において、上部構造に目立った損傷は見られないものの、建物全体の傾斜が認められた。

今後、本調査結果等を踏まえて、建築物基礎・地盤の被災メカニズムと被災要因の検討を行う必要があると考えられる。

おわりに

本調査は、国土交通省住宅局建築指導課および参事官(建築企画担当)付ならびに石川県の要請を踏まえて実施した。関係各位に記して謝意を示す。

最後に、被災された方々に心よりお見舞い申し上げますとともに、一日も早い復旧復興をお祈りする。

参考文献

- 1) 気象庁：推計震度分布、https://www.jma.go.jp/bosai/map.html#10/36.998/137.133/&contents=estimated_intensity_map (2024年2月5日閲覧)
- 2) 国土交通省国土地理院：地理空間情報ライブラリー、地理院地図（電子国土 Web）、<https://geolib.gsi.go.jp/> (2024年1月26日閲覧)
- 3) 今昔マップ、<https://ktgis.net/kjmapw/> (2024年1月26日閲覧)
- 4) 国土交通省：ハザードマップポータルサイト、<https://disaportal.gsi.go.jp/> (2024年1月26日閲覧)
- 5) Google Map、<https://www.google.com/streetview/> (2024年1月26日閲覧)
- 6) 国立研究開発法人防災科学技術研究所：地震ハザードステーション (J-SHIS) 地形・地盤分類 250m メッシュマップ (2020年更新版)、<https://www.j-shis.bosai.go.jp/labs/wm2020/> (2024年1月26日閲覧)
- 7) Google Earth、<https://earth.google.com/> (2024年1月26日閲覧)
- 8) 一般財団法人国土地盤情報センター：地盤情報緊急公開サイト（令和6年能登半島地震）、<https://publicweb.ngic.or.jp/emergency-1/> (2024年1月26日閲覧)
- 9) 一般財団法人ベターリビング：基礎構造の耐震診断指針（案）、p.282、2013年6月
- 10) 一般社団法人コンクリートポール・パイル協会：PCパイルハンドブック、1970年9月
- 11) 国土交通省国土地理院：令和6年（2024年）能登半島地震に関する情報、https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/20240101_noto_earthquake.html (2024年1月26日閲覧)