

第 10 章 宅地被害

10. 宅地被害

10.1 宅地造成の変遷

10.1.1 輪島市門前町道下の変遷

図10.1.1-1は、門前町道下のこれまでの昭和42年、平成2年、平成13年の過去と現在の1/25,000の地形図の比較したものである。また、写真10.1.1-1は、昭和42年と平成19年現在の航空写真から比較し重ねたものであり、住宅の状況も変化していないのが分かる。この図や航空写真から分かるように周辺に幹線道路ができその近辺に新たに住宅が多少できているものの、その街の姿は従来から変化していないことがわかる。



図10.1.1-1 過去と現在の1/25,000の地形図の比較



写真10.1.1-1 過去と現在の航空写真の比較



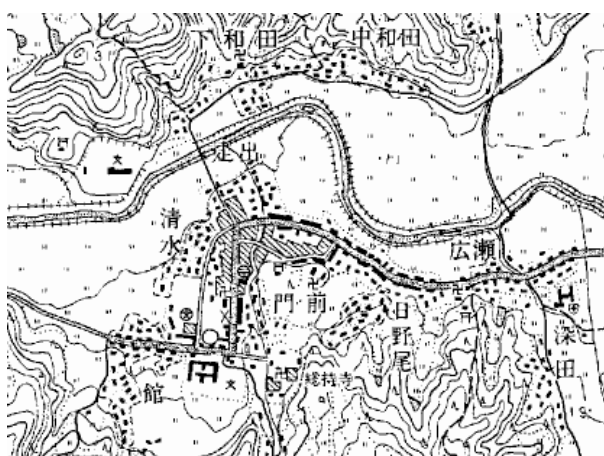
写真10.1.1-2 過去と現在の航空写真の重ね図

写真10.1.1-3

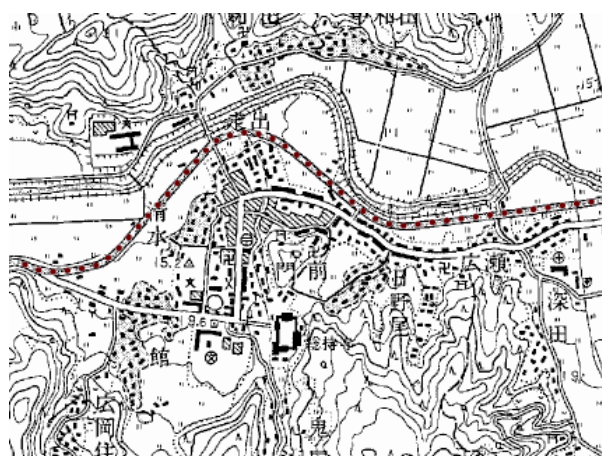
昭和42年の航空写真と現在の地形図

10.1.2 輪島市門前町総持寺の変遷

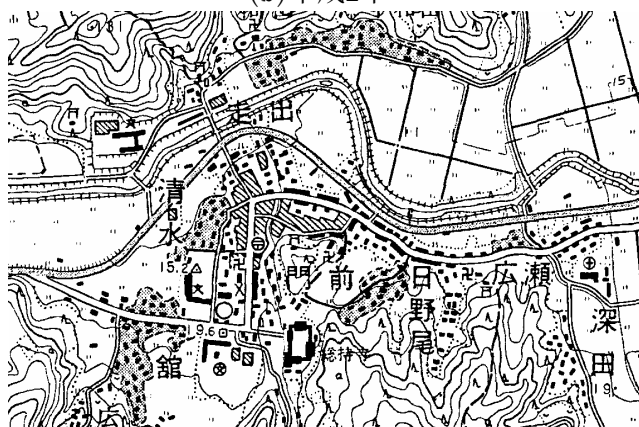
図 10.1.2-1 は、門前町総持寺のこれまでの昭和 42 年、平成 2 年、平成 13 年の過去と現在の 1/25,000 の地形図の比較したものである。また、写真 10.1.2-1 は、昭和 42 年と平成 19 年現在の航空写真から比較し重ねたものであり、住宅の状況も変化していないのが分かる。この図や航空写真から分かるように周辺に幹線道路ができ走出、広瀬付近に新たに住宅が多少できているものの、その街の姿は従来から変化していないことがわかる。



(a)昭和42年



(b)平成2年



(c)平成13年

図10.1.2-1 過去と現在の1/25,000の地形図の比較



昭和42年



現在

写真10.1.2-1 過去と現在の航空写真の比較



写真10.1.2-2 過去と現在の航空写真の重ね図



写真10.1.2-3
昭和42年の航空写真と現在の地形図

10.2 宅地擁壁の被害

門前町道下・総持寺地区、穴水町の建築物に大きな発生した地点は、概ね平坦地で擁壁の被害が少ない。門前町道下・総持寺地区では、南側の山地は一段高くなっているため、擁壁や斜面が高低差のある範囲で数多くあるが、新潟県中越地震や福岡県西方地震で多数発生した擁壁等の崩壊は、少なかった。空石積擁壁は多数あったが、全体的にみると被害は比較的軽微であった。

写真10.2-1は、現場打ちL型擁壁のコーナー部に上部建築物の土圧増加や沈下などによる壁体のコンクリート造擁壁の縦壁の損傷・傾斜、コーナー部のひび割れが生じている。コーナー部分は構造上弱点となるため補強しなければならないが、施工で目地を設けていたため、その部分に亀裂が生じた。また、擁壁が建築物の近傍にあり、擁壁の変状が直接の基礎被害につながっている。現行規定を満足しない擁壁が大きく前傾する要因のひとつには、背景地盤や基礎周辺の液状化等による土圧増や基礎の沈下、壁体の破壊などが考えられるが、擁壁の構造方法と背面地盤の土性などを詳細に調査することが必要であり、合理的な補修・補強方法などの検討が今後重要である。

写真10.2-2の現場打ちL字型擁壁には、地震の以前に老施工不良及び建物荷重により既に亀裂が生じモルタルによる補修した跡も確認できる。コンクリート擁壁では、老朽化により耐久性が劣っているために、コーナー部に斜めの亀裂及びコーナー部から3m程度のところに縦の亀裂が生じている。**写真10.2-3**の現場打ちL字形擁壁では、施工時の打ち継ぎ部に横クラックが生じた。右奥部分では土砂が流れ出しているが、擁壁に水抜き穴がないために地下水を押し上げ液状化現象を生じ元の開口部を塞いでコンクリート版が崩壊して土を埋め戻した土砂が流出したものと考えられる。**写真10.2-4**は、直上に建物が載っている基礎を兼ねた特殊な形状の擁壁で、コンクリート断面が不足し基礎低版が無い無筋コンクリートであるためにコーナー部分の亀裂が生じた。

写真10.2-5は、鹿磯港における練石積擁壁の倒壊で、**写真10.2-6**は、練石積擁壁の横クラックである。**写真10.2-7**は、鹿磯港におけるプレキャスト擁壁の傾斜である。また、写真10.2-7は、ブロック間に鉄筋が挿入されていないために、ブロック塀の倒壊が発生している。宮城県沖地震で人命を失った教訓が生かされていない。



写真10.2-1 現場打ちL型擁壁：コーナー部
(コーナー部に目地を施工しているため)



写真10.2-2 現場打ちL型擁壁：コーナー部
(擁壁の施工不良、老朽化)



写真 10.2-3 現場打ち L 字形擁壁の亀裂



写真10.2-4 建物基礎コンクリート：コーナー部
コンクリート断面の不足



写真10.2-5 鹿磯港：練石積擁壁の倒壊



写真10.2-6 鹿磯港：練石積擁壁の横クラック



写真10.2-7 鹿磯港：プレキャスト L 型擁壁の傾斜



写真10.2-8 ブロック塀の倒壊

10.3 宅地地盤の被害

10.3.1 門前町道下地区の被害

図 10.3.1-1～3 の建物被害の分析結果では、金沢大学の悉皆調査を基に、全壊 34.7%、半壊 21.4%、一部損壊 28.4%、無被害 11.9%、不明 3.5%となっている。この図から、国道 249 号線及び水資源管理センターや公園（避難仮設住宅設置所）に沿って全壊の中・大被害が多いことが分かる。図 10.3.1-4 は、悉皆調査に用いられた岡田・高井モデルによる木造及び鉄筋コンクリート造建築物の詳細破壊パターンである。

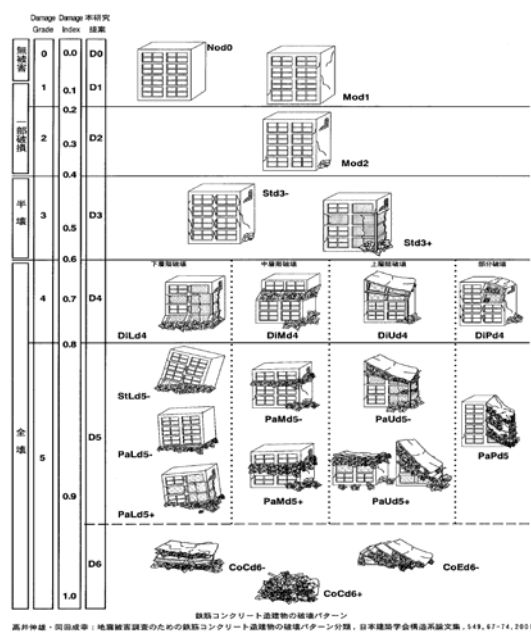
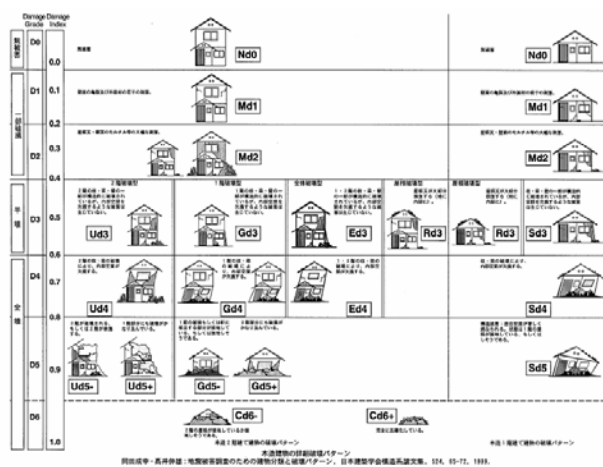
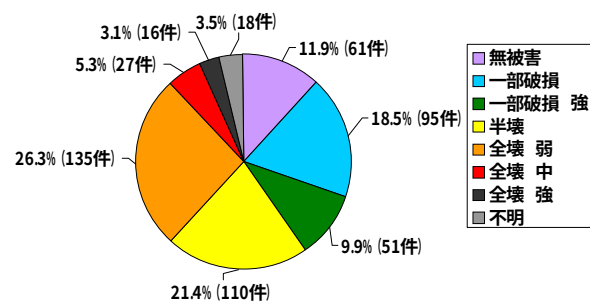
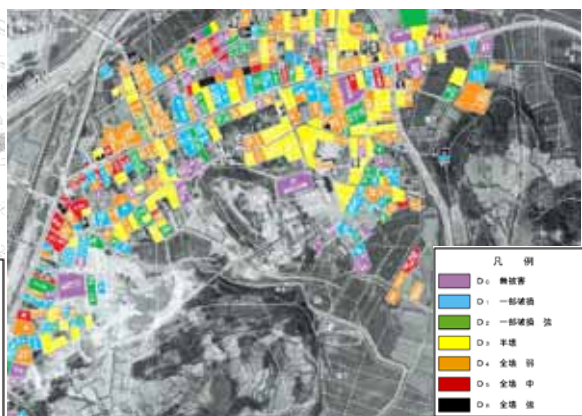
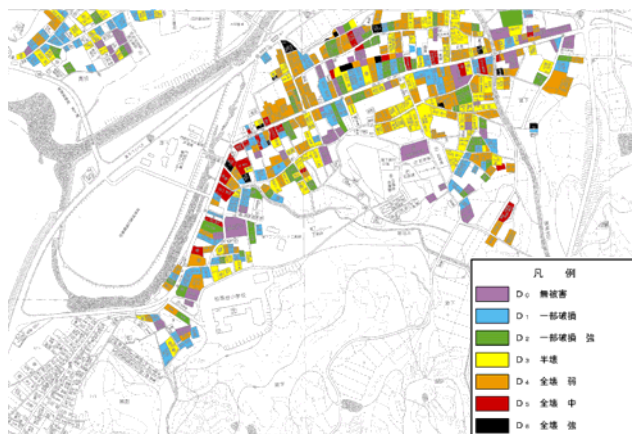
道下地区の建築年数は、図 10.3.1-5～7 に示すように 30 年以上が 70%、30～10 年が 13.1%、10 年以下が 1.6%、不明 15.4%と築 30 年以上の古い木造住宅が多いことが明らかとなった。

図 10.3.1-8 は、地盤の変状位置及び項目を示している。また、図 10.3.1-9 は、昭和 42 年の航空写真に図 10.3.1-8 の地盤変状箇所を重ねたものである。

地盤の被害は図 10.3.1-10 に示すように調査家屋の全体 513 件の内、30.8%の 158 件を占めている。地盤変状に対する変状項目は、図 10.3.1-10 地盤変状の分析に示すようにクラック 59.5%（94 件）、沈下 25.3%（40 件）、液状化噴砂 5.7%（9 件）、側方流動 4.4%（7 件）、隆起 2.5（4 件）、擁壁崩壊 1.3%（2 件）、擁壁ずれ 1.3%（2 件）で、クラック、沈下が多い。

図 10.3.1.11 は、全体被害の分析を行ったものである。地盤変状箇所に建物被害程度が多いことが分かる。また、建築年代が新しいほど、建物被害が軽微であることが分かる。図 10.3.1-12 は、昭和 42 年の航空写真と被害要因を示したもので、道下地区の全体被害の分析結果がより明らかとなった。

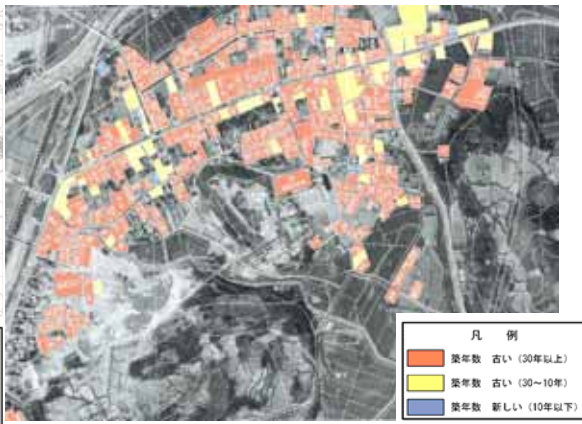
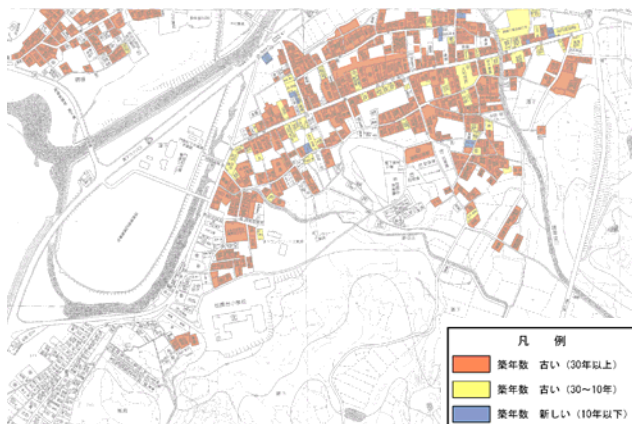
写真 10.3.1-1 は、屋外で見られた道路舗装や地盤の地表面の亀裂が生じた付近の液状化による合併浄化層の隆起状況である。写真 10.3.1-2 及び写真 10.3.1-3 は、液状化により建物内部の床や土間が隆起現象を生じ、建物被害に直結していた。被害のあった住宅の井戸の地下水位は、写真 10.3.1-4 の様に地表面付近まで達しており、液状化による宅地地盤の隆起により写真 10.3.1-5 及び写真 10.3.1-6 の様に地表面を覆ったコンクリートに多数の亀裂が生じていた。すなわち、地盤が隆起して建物が被害を受けた宅地は、井戸の水面が地表面とほぼ一致し、この地域の非液状化層に薄く地下水位が非常に高いことが明らかとなった。地盤が基礎被害に影響を及ぼした原因としては、緩傾斜部の伏流水が絶えず供給されている地形に液状化が発生したために側方流動、陥没・沈下等の地盤変状により路面の亀裂や建物基礎部にズレが発生し全体的な基礎被害を生じたと考えられる。特に、国道沿いは十分に締固めされた盛土の液状化しない層（非液状化層）が厚く堆積しているために、この手前の宅地地盤の地下水位を地表面まで押し上げ、非液状層がないために側方流動の末端部に隆起現象が生じて、倒壊等の大きな建物被害となっている。



(a)木造建築物

(b)鉄筋コンクリート建築物

図10.3.1-4 建築物の詳細破壊パターン（岡田・高井モデル）



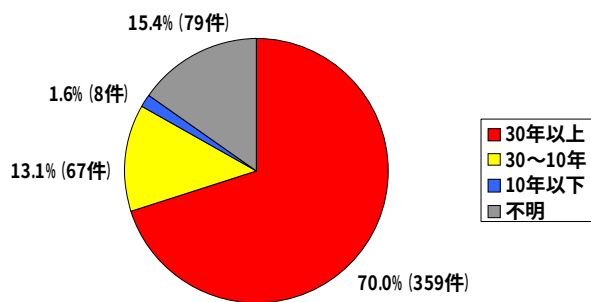


図10.3.1-7 建築年数の分析

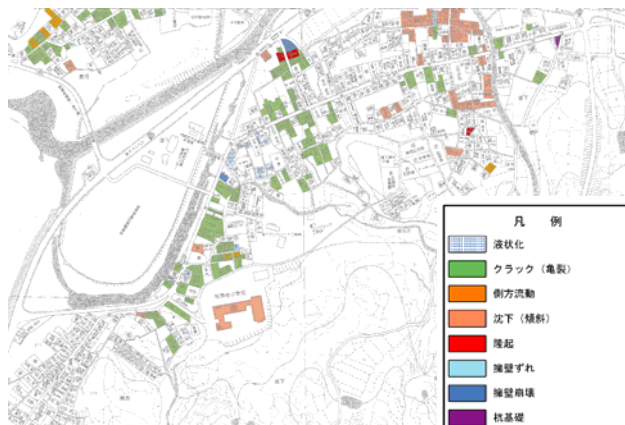


図10.3.1-8 地盤の変状位置及び項目



図10.3.1-9 昭和42年の航空写真と地盤変状

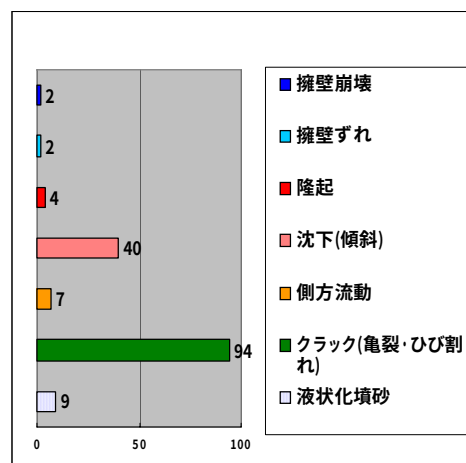
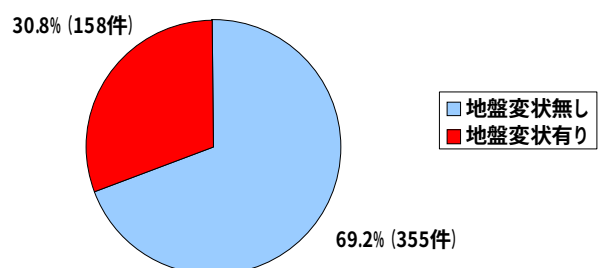


図10.3.1-10 地盤変状の分析



図10.3.1.11 全体被害の分析



図10.3.1-12 昭和42年の航空写真と被害要因

図10.3.1.11 全体被害の分析



図10.3.1-12 昭和42年の航空写真と被害要因



写真10.3.1-1 液状化による合併浄化層の隆起



写真10.3.1-2 建物床部分の隆起



写真10.3.1-3 建物の土間コンクリートの隆起



写真 10.3.1-4 井戸の地下水位状況



写真 10.3.1-5 地盤の隆起によるモルタル部の亀裂盤の隆起

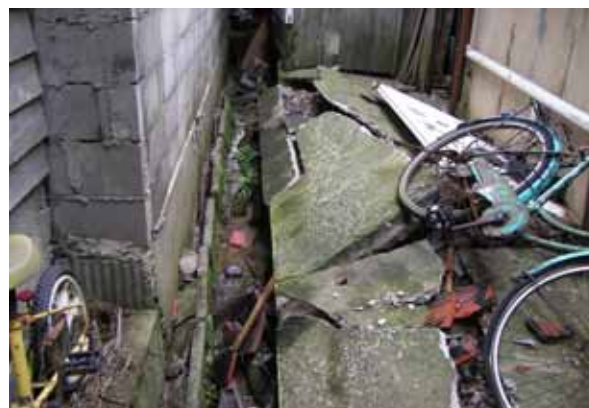


写真10.3.1-6 液状化による宅地地盤の隆起

10.3.2 門前町総持寺地区の被害

図 10.3.2-1～3 の建物被害の分析結果では、金沢大学の悉皆調査を基に、全壊 20.1%、半壊 17.7%、一部損壊 26.1%、無被害 16.5%、不明 19.5%となっている。この図から、国道 249 号線及び水資源管理センターや公園（避難仮設住宅設置所）に沿って全壊の中・大被害が多いことが分かる。

門前町総持寺地区の建築年数は、図10.3.2-4～6に示すように30年以上が60.5%、30～10年が25.1%、10年以下が6.4%、不明7.9%と築30年以上の古い木造住宅が多いことが明らかとなった。図10.3.1-7は、地盤の変状位置及び項目を示している。また、図10.3.1-8は、昭和42年の航空写真に図10.3.1-7の地盤変状箇所を重ねたものである。

地盤の被害は図 10.3.2-9 に示すように調査家屋の全体 605 件の内、27.8%の 168 件を占めている。地盤変状に対する変状項目は、図 10.3.2-9 に示すようにクラック 35.7%（60 件）、沈下 43.4%（73 件）、液状化噴砂 14.9%（25 件）、側方流動 2.4%（4 件）、陥没 1.8%（3 件）、擁壁ずれ 1.8%（3 件）で、クラック、沈下が多い。

図 10.3.2.10 は、全体被害の分析を行ったものである。地盤変状箇所に建物被害程度が多いことが分かる。また、建築年代が新しいほど、建物被害が軽微であることが分かる。図 10.3.2-11 は、昭和 42 年の航空写真と被害要因を示したもので、門前町総持寺地区の全体被害の分析結果がより明らかとなった。

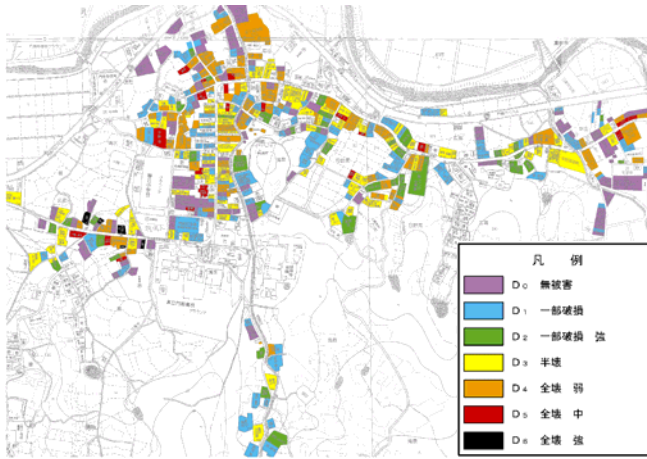


図 10.3.2-1 建物被害

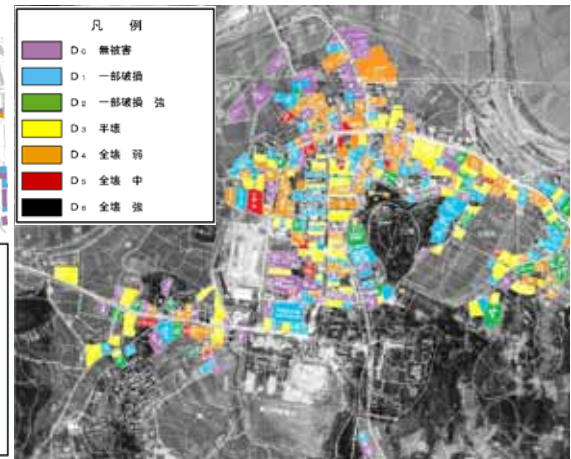


図 10.3.2-2 昭和 42 年の航空写真と建物被害

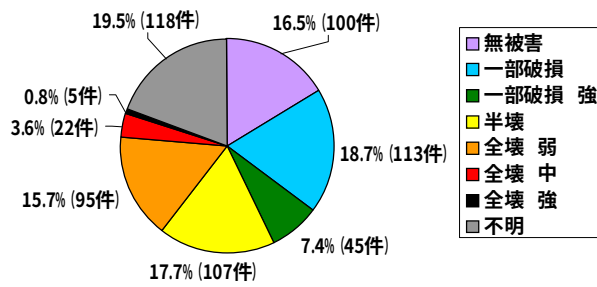


図 10.3.2-3 建物被害の分析

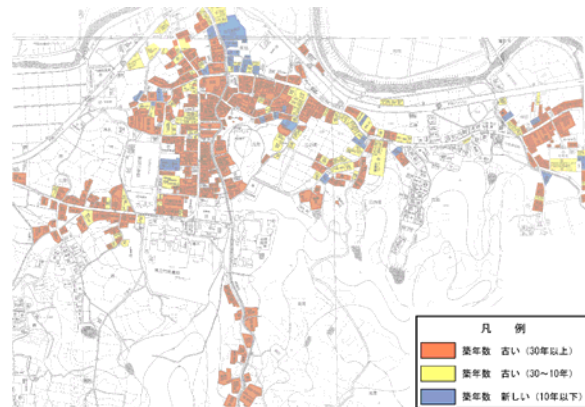


図 10.3.2-4 建築年数

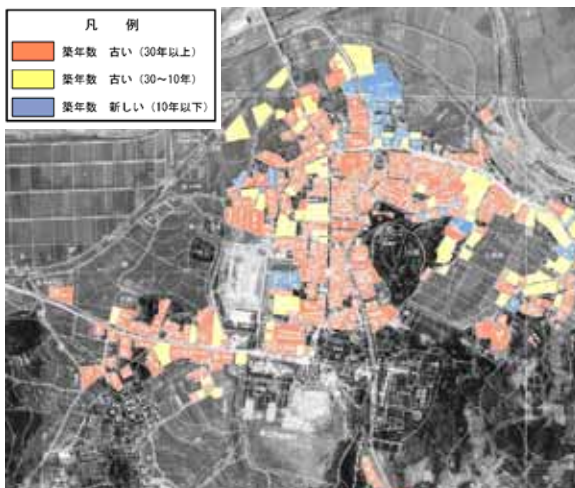


図 10.3.2-5 昭和 42 年の航空写真と建築年数

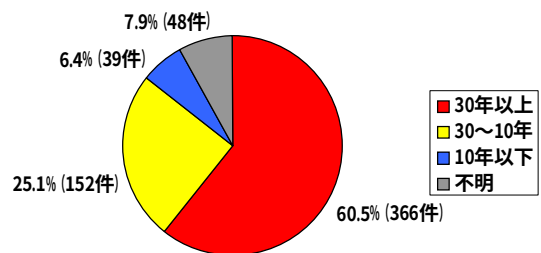


図 10.3.2-6 建築年数の分析

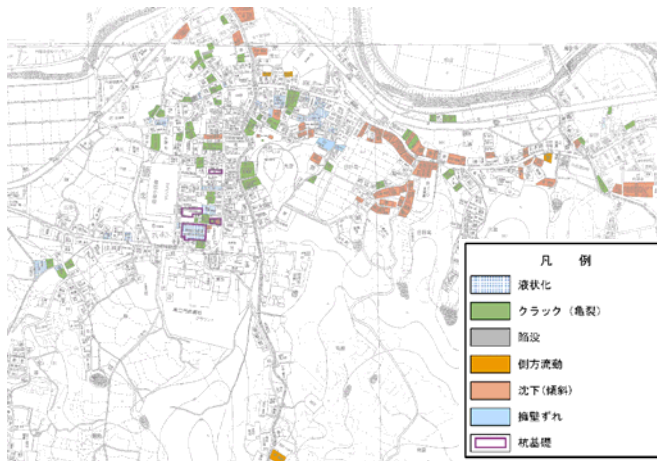


図 10.3.2-7 地盤変状

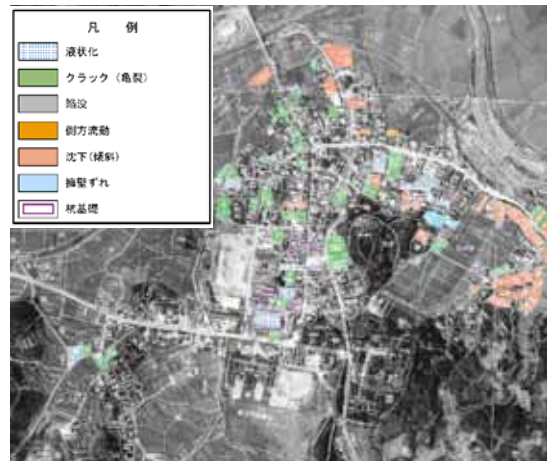


図 10.3.2-8

昭和 42 年の航空写真と地盤変状

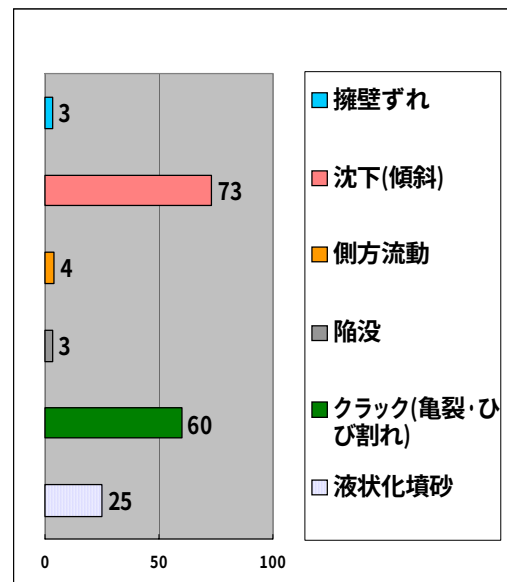
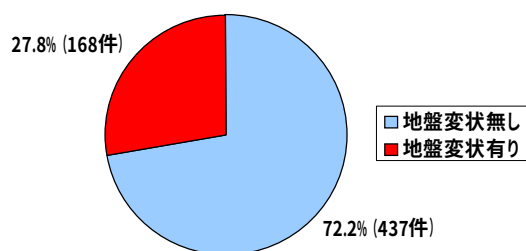


図 10.3.2-9 地盤変状の分析

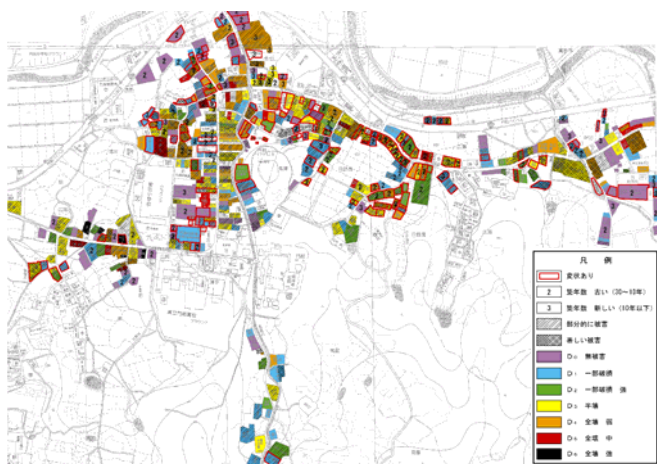


図 10.3.2-10 全体

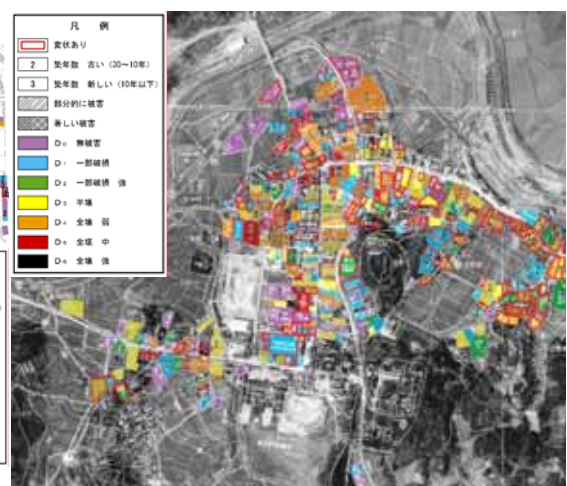


図 10.3.2-11 昭和 42 年の航空写真と被害要因

10.4 基礎の被害概要

10.4.1 門前町道下地区の基礎被害

門前町道下地区の基礎の被害は図10.4.1-1～3に示すようにその基礎形式が築30年以上の古い木造住宅が多いため、不明を除いて著しいが18.5%、一部のが42.9%の合計61.4%と513件中315件と全体の6割を超えている。

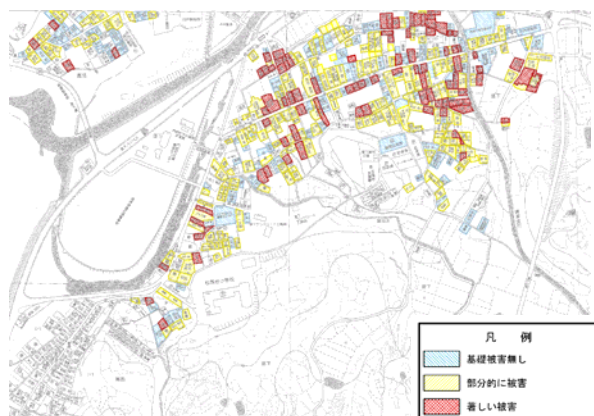


図10.4.1-1 基礎被害

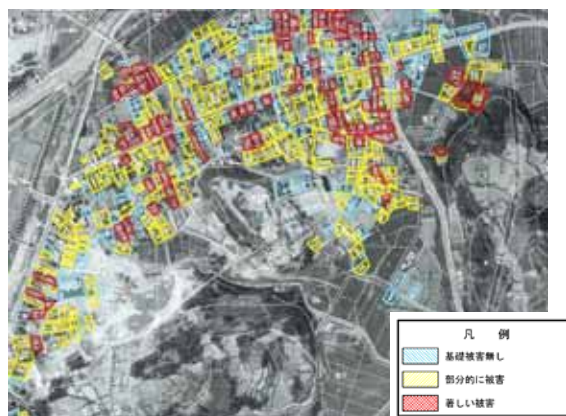


図10.4.1-2 昭和42年の航空写真と基礎被害

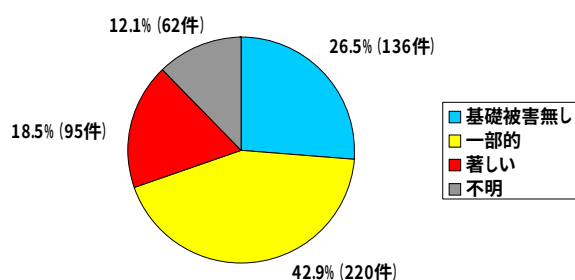


図10.4.1-3 基礎被害の分析

門前町道下地区は築30年以上の古い木造住宅が多いため、その基礎形式は写真10.4.1-1に示すように地盤面近くに土台を設置したものやブロック基礎が多かった。現地でひび割れ・欠陥などが生じた基礎は写真10.4.1-2に示すようにブロック基礎や無筋コンクリートと考えられるもので上部構造の変形・歪み等によるものであった。

外見上は、建設年度や構造形式などから判断して無筋コンクリートと思われる基礎也多かったが、基礎に生じたひび割れの発生状況などから判断すると、地上に立ち上げたブロックや土台基礎の外周を改修工事の際にモルタル等で化粧したと考えられるものもあった。事実、現地で確認した基礎の損傷状況のなかにもは、写真10.4.1-3に示すように木質の土台の外周をモルタル等で覆っているもので、基礎の鉄筋等がなく外れやすい構造で、建物自体の特に基礎部付近が白蟻により食われ、強度がなかったためと考えられる。

建築物の地震被害のほとんどは、古い木造住宅に発生しており、鉄筋コンクリート造の基礎の場合は地盤面と土間との段差や基礎コンクリートのひび割れ・欠陥、土間コンクリートのひび割れ程度の軽微な被害であった。無筋コンクリートの基礎の場合は、大きなひび割れや損傷がいくつか認められたが、鉄筋コンクリート造と思われる基礎のなかにもコーナー部でコンクリートの

欠陥が生じていた。また、被災地には**写真10.4.1-3**に示すように古い土台基礎とブロック基礎の併用基礎の木造が大きく変形していた。そのほか、土台から上が地震被害のために解体・撤去され、無筋コンクリート造等の基礎が残されている場合もあったが、アンカーボルトがほとんど設置されていないものも認められた。**写真10.4.1-4**に示すように建物基礎に玉石・排水溝・自然石がある部分には縦クラックが発生していた。



写真10.4.1-1 建物基礎部コンクリートの破壊



写真10.4.1-2 コンクリートブロック基礎の崩壊



写真10.4.1-3 建物基礎の崩壊
(基礎の部分の木材が腐っているため)



(a) 玉石部のクラック

(b) 排水溝部のクラック

(c) 自然石部のクラック

写真10.4.1-4 建物基礎の縦クラック

10.4.2 門前町総持寺地区の基礎被害

門前町総持寺地区の基礎の被害は図10.4.2-1～3に示すようにその基礎形式が築30年以上の古い木造住宅が多いため、不明を除いて著しいが15.0%、一部分的が38.2%の合計53.2%と605件中322件と全体の5割を超えている。この誘因としては、地盤面近くに土台を設置したものやブロック基礎が多く、基礎の鉄筋等がなく外れやすい構造で、建物自体の特に基礎部付近が白蟻により食われ、強度がなかったためと考えられる。

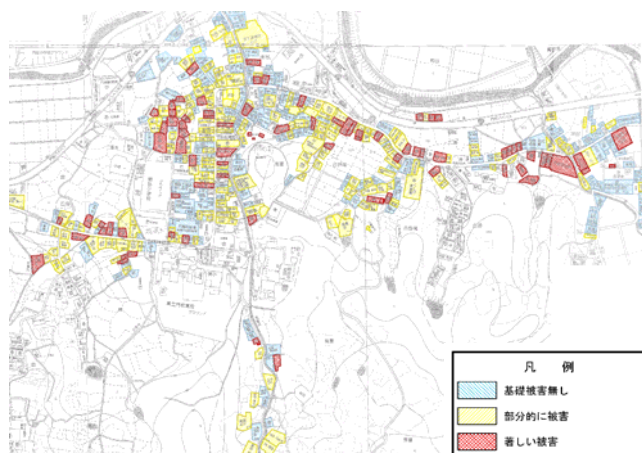


図10.4.2-1 基礎被害

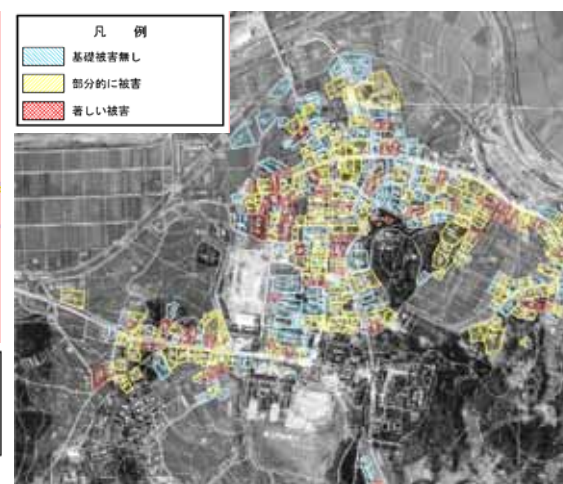


図10.4.2-2 昭和42年の航空写真と基礎被害

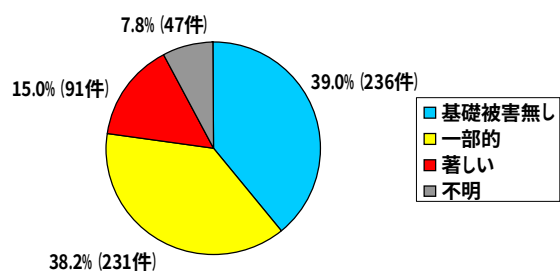


図10.4.2-3 基礎被害の分析

10.5 宅地斜面の被害

10.5.1 門前町菅原神社斜面の被害

抜け出した時の状況としては、くさび定着とした場合、アンカー工の荷重が増大した時に、くさびとくさびの間にごみなどが挟まっていて、くさびが PC 鋼より線に食い込む事ができず、すべってしまい、孔の中へ引き込まれたと考えられる。他のアンカー工は異常がないので、再緊張して、アンカー工施工時と比較してどの程度荷重が増加したかを把握しておくことが重要である。



写真10.5.1-1 門前町菅原神社：宅地斜面被害



写真10.5.1-2 擁壁部の傾斜・クラック



写真10.5.1-3 フリーフレーム枠のずれ



写真10.5.1-4 門前町菅原神社：宅地斜面被害の地すべり



写真10.5.1-5 アンカー工の頭部の抜け出し

10.5.2 穴水町介護老人施設「朱鷺の苑」の宅地斜面の被害

能登半島地震により介護老人施設「朱鷺の苑」の進入路の宅地斜面が崩壊した。この平面図及び断面図を図10.5.2-1、図10.5.2-2 また、写真10.5.2-1～写真10.5.2-3 に示す。この形状から、崩壊パターンが円弧すべり形状であることが分かる。

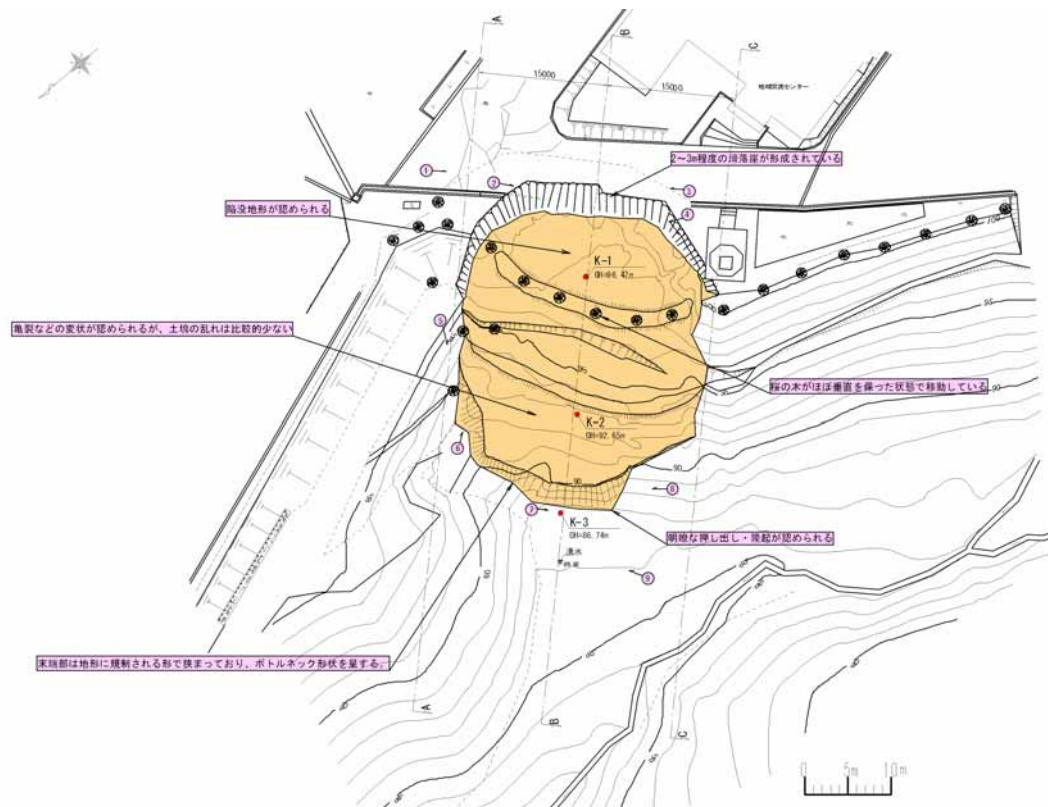


図 10.5.2-1 平面図

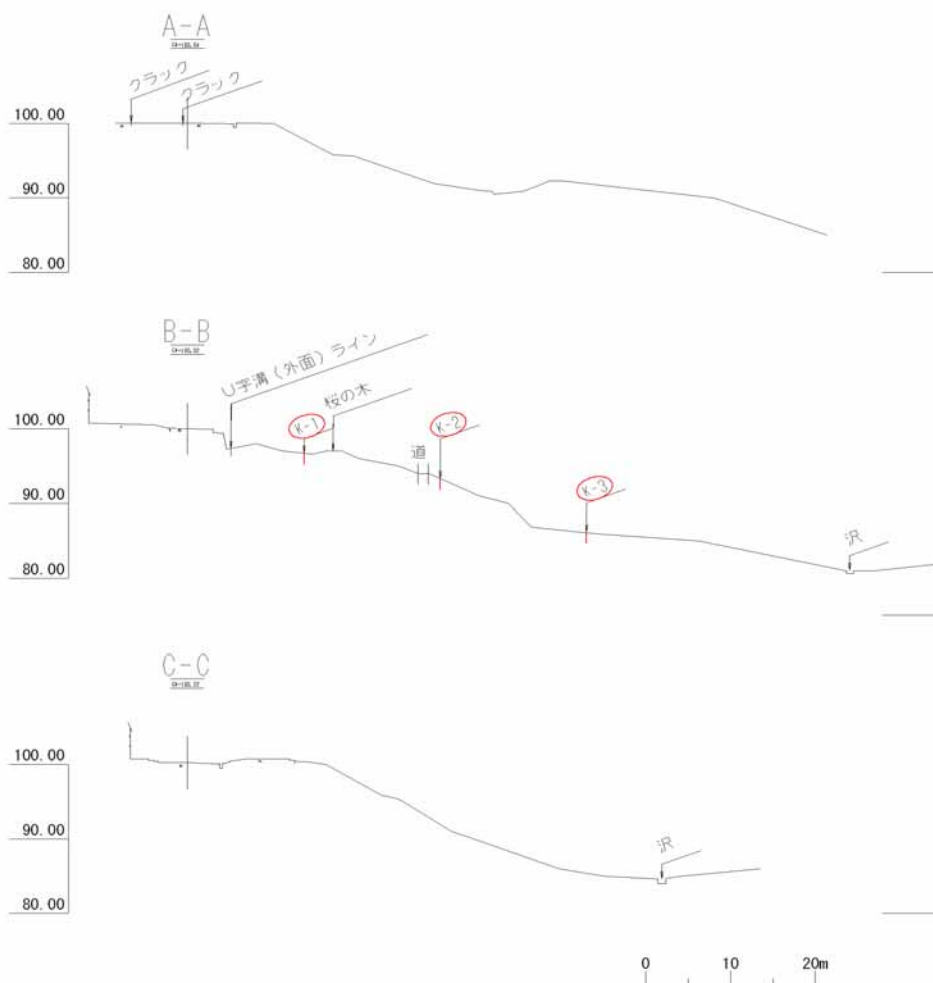


図 10.5.2-2 横断面図
- 287 -



(a) 頭部全景右側



(c) 頭部全景左側

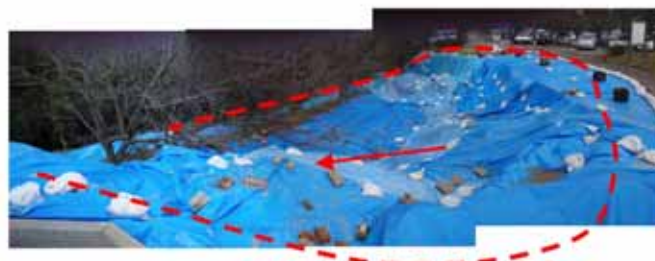


(b) 頭部右側



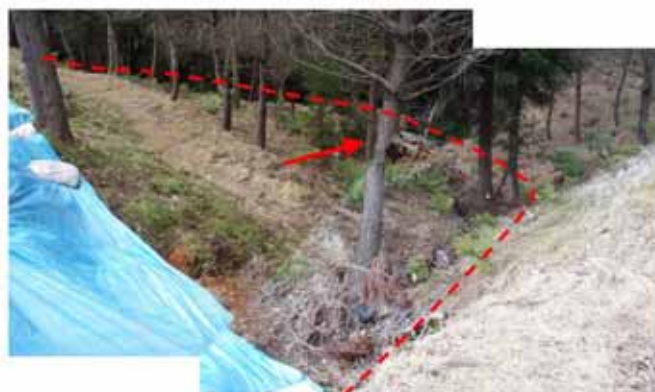
(d) 頭部左側

写真 10.5.2-1 すべり崩壊頭部状況



(a) 頭部より中腹

ブロック中腹付近には桜の木がほぼ垂直を保ったまま移動している。



左側部より中腹～末端を望む。(写-5)

(b) 左側部より中腹～末端

写真 10.5.2-2 すべり崩壊中腹の状況



(a) 末端左側



(c) 末端右側



(b) 末端中央付近



(d) 末端下方状況

写真 10.5.2-3 すべり崩壊末端の状況