

# 新潟県中越沖地震による建築基礎・地盤の被害調査

## 目 次

1. はじめに
2. 調査行程
3. 調査体制
4. 現地で実施した地盤調査等
  
5. 調査地域の地盤概要
  5. 1 地盤概要
  5. 2 被災地点
  
6. 被害概要
  6. 1 地盤の被害概要
  6. 2 擁壁等の被害概要
  6. 3 基礎の被害概要
  
7. 地盤の被害
  7. 1 番神地区
  7. 2 刈羽村
  7. 3 松波・橋場地区
  7. 4 その他の地域
  
8. 基礎及び擁壁の被害
  8. 1 戸建て住宅の基礎
  8. 2 一般建築物の基礎
  8. 3 擁壁の被害
  
9. まとめ

## 1. はじめに

本報告は、新潟県中越沖島地震による被災地で実施した建築物の基礎及び宅地地盤の被害状況や携行機材等を用いた調査結果を述べたものである。

現地では、表面波探査やスウェーデン式サウンディングによる地盤調査、住宅や擁壁等に関する現地調査のほか、土質試料採取などを実施した。

なお、今回の新潟県中越地震の被災地のなかには、2004年10月の新潟県中越地震において液状化などの地盤被害を受けた地域も含まれており、前回の地震による被害と今回の地震被害の関係などについても併せて考察している。

## 2. 調査行程

- 8月3日 午前・午後 番神町、柏崎市内
- 8月4日 午前・午後 番神町、柏崎市内、刈羽村
- 8月5日 午前・午後 柏崎市内、刈羽村
- 8月6日 午前・午後 番神町、刈羽村、松波地区、橋場地区
- 8月7日 午前・午後 松波地区、橋場地区

## 3. 調査体制

### 建築研究所

- 構造グループ 飯場正紀（グループ長）
- 建築生産グループ 平出 務（主任研究員）
- 国際地震工学センター 田村昌仁（上席研究員）

### 国総研

- 建築研究部 井上波彦（主任研究官）

### 協力

建築研究所国際地震工学センター JICA研修関係

#### JICA 研修生

YU Shizhou : Institute of Engineering Mechanics, China

ADHIKARI Kosh Nath : Ministry of Physical Planning and works of Nepal

敷地基礎分科会・WG関係者（普及型耐震改修技術の開発, H18-20）

住宅生産団体連合会：山本明弘（大和ハウス工業(株)）

日本木造住宅産業協会：米田 誠（事業推進部）、菊地康明（(株)ポラス）

## 4. 現地で実施した主な地盤調査等

### (1) 二次元表面波探査

柏崎市内(松波その他)、番神町、刈羽村

### (2) スウェーデン式サウンディング

柏崎市内（松波）5地点、番神町4地点、刈羽村3地点

### (3) その他

レベル測定、土質試料採取など

今回の調査地点を図-4.1.1 に示す。

## 5. 調査地域の地盤概要

本章では、既往の地盤図や現地調査などに基づく調査地域の地盤概要を述べる。

### 5.1 地盤概要

柏崎市および刈羽村の地形、表層地質状況を図-5.1.1 に示す。柏崎平野は、別山川、鯖石川、鵜川などが流入する低地と海岸部の砂丘から構成されており、刈羽村から柏崎港までの海岸沿いの範囲は、ほとんどが砂地盤（新規堆積砂層、荒浜砂層）であり、一部古砂丘が認められる。柏崎港から南の沿岸部では、礫・砂・泥からなる段丘堆積層が存在している。現河川沿いに自然堤防が分布し、谷底平野、三角州となっている。柏崎駅を中心とした市街地の南部は三角州

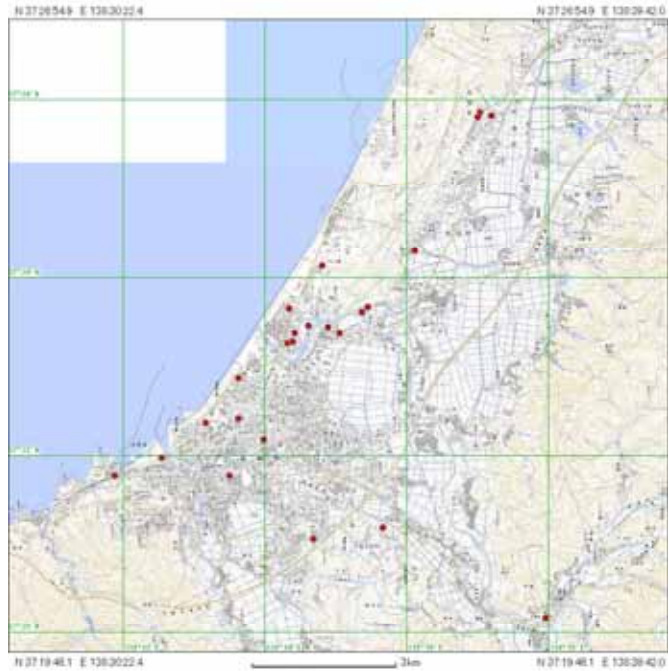


図-4.1.1 現地調査地点

に位置している。別山川に沿った荒浜砂丘の内陸側部分は后背低地となっており、荒浜砂丘は北側では標高 70～80m、南側では標高 20m にかけて分布している。柏崎市の中心市街地の標高は、海拔約 10m であり、半田等の斜面地では 10～25m である。地下水位は、ボーリング調査結果から季節変動があるものの中越沖地震が発生した 7 月、8 月では概ね GL. 3m 程度である。なお、柏崎市は、1987 年に市街地で消雪用地下水の揚水が原因であると考えられる大幅な地盤沈下が観測されたが、1999 年～2004 年の 5 年間の沈下状況では、沈静化の傾向を示していると考えられており、年間最大沈下量も 1cm 未満となっている。

### 5.2 被災地点

図-5.2.1 は、被災直後に国土地理院が作成した被災地の位置と被害の関係である。震源が海岸線から沖合約 5km と近かったことや断層の方向性などのため、被災地は、北は出雲崎・刈羽村から南は上越市直江津までの海岸線沿いに集中している。2004 年の新潟県中越地震で著しい地盤被害が生じた内陸の長岡市でも、一部の地域で土砂災害等は発生しているが、建築物の被災地の大部分は海岸線から内陸に約 5km までの沿岸地帯にある。

図-5.2.2 は、国土地理院による地盤の隆起と沈降の衛星画像解析結果である。最も変化の大きい場所は、新潟県柏崎市椎谷（観音岬）付近であり、観測地の東側を飛行した衛星に対して、およそ 25cm 近づいた。建物の被害が集中した柏崎市の中心部では、画像がまだら模様になっているが、このようなまだら模様は、液状化現象などによる地盤の隆起・沈降の変化を示したものと考えられている。

図-5.2.3 は、国土地理院による新潟県中越沖地震前後の中越地域における電子基準点の水平成分と高さ成分の更新量である。





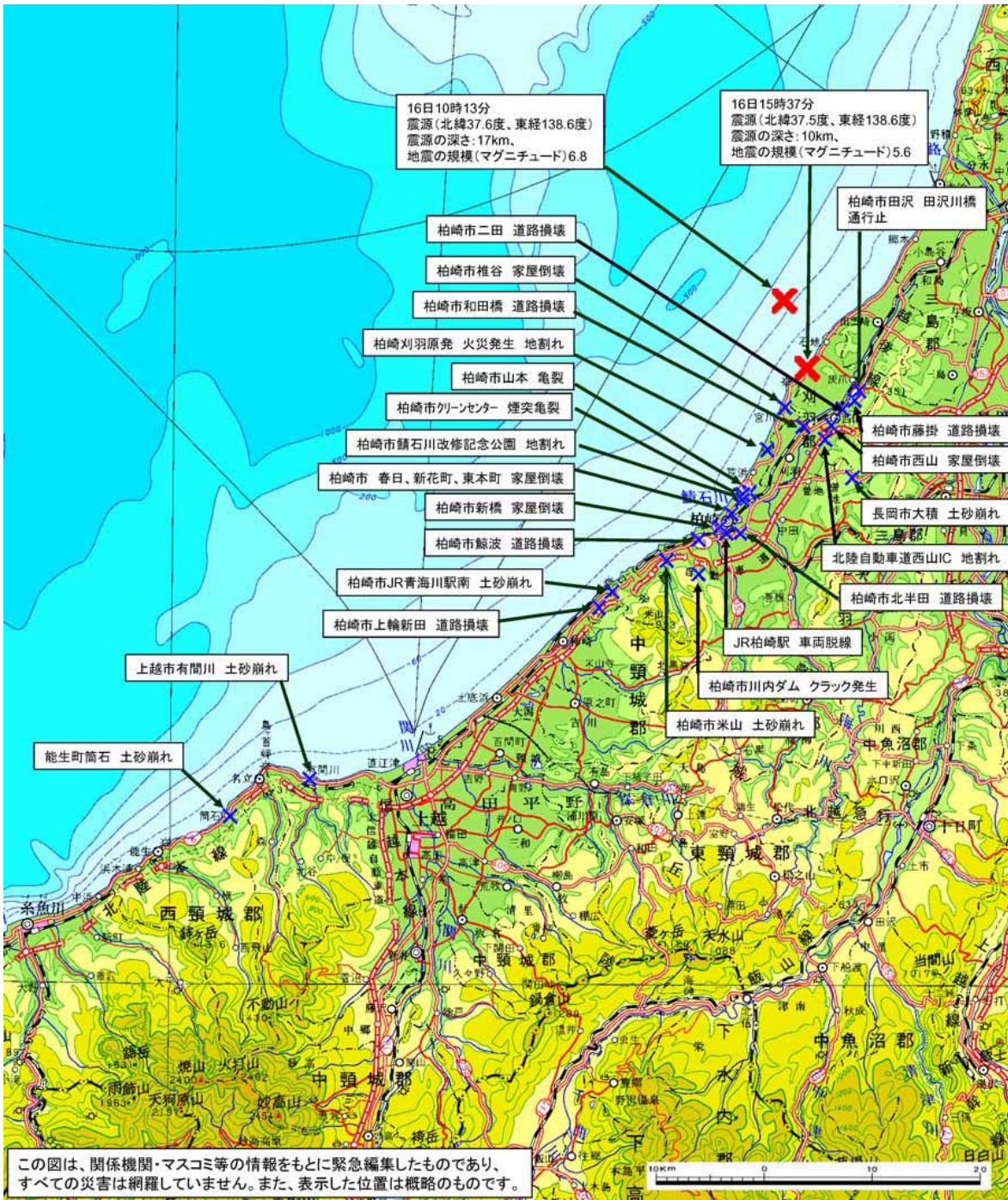


図-5.2.1 新潟県中越沖地震による被災地と被害概要  
 出典：新潟県中越沖地震被害概要図（国土地理院作製）

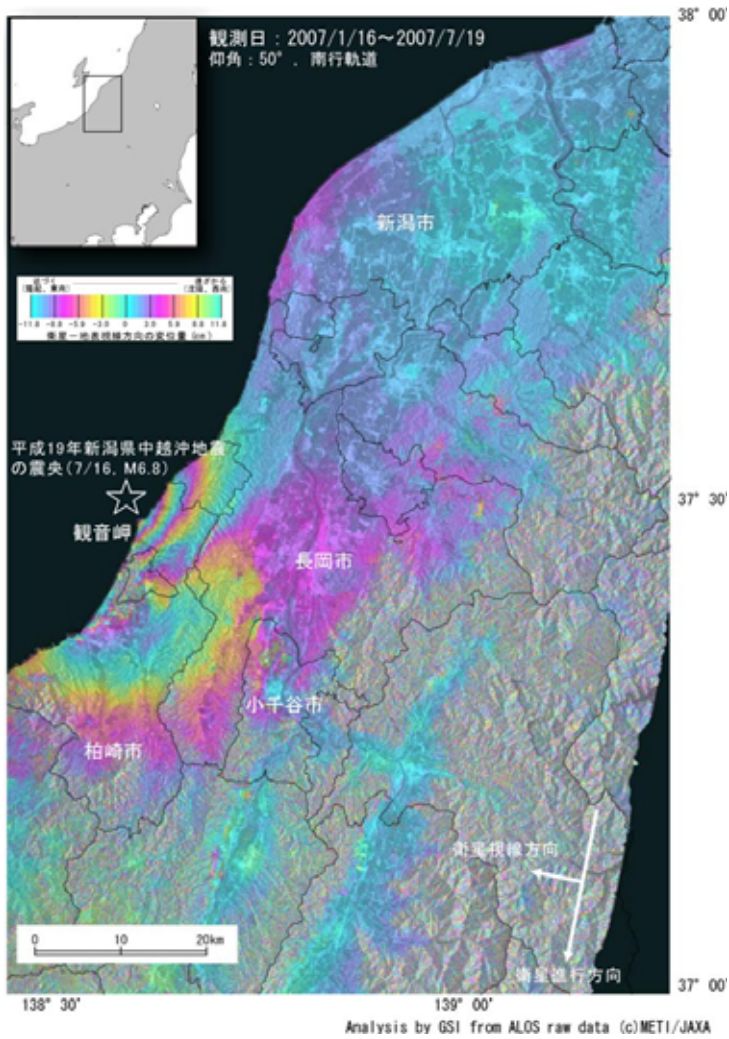
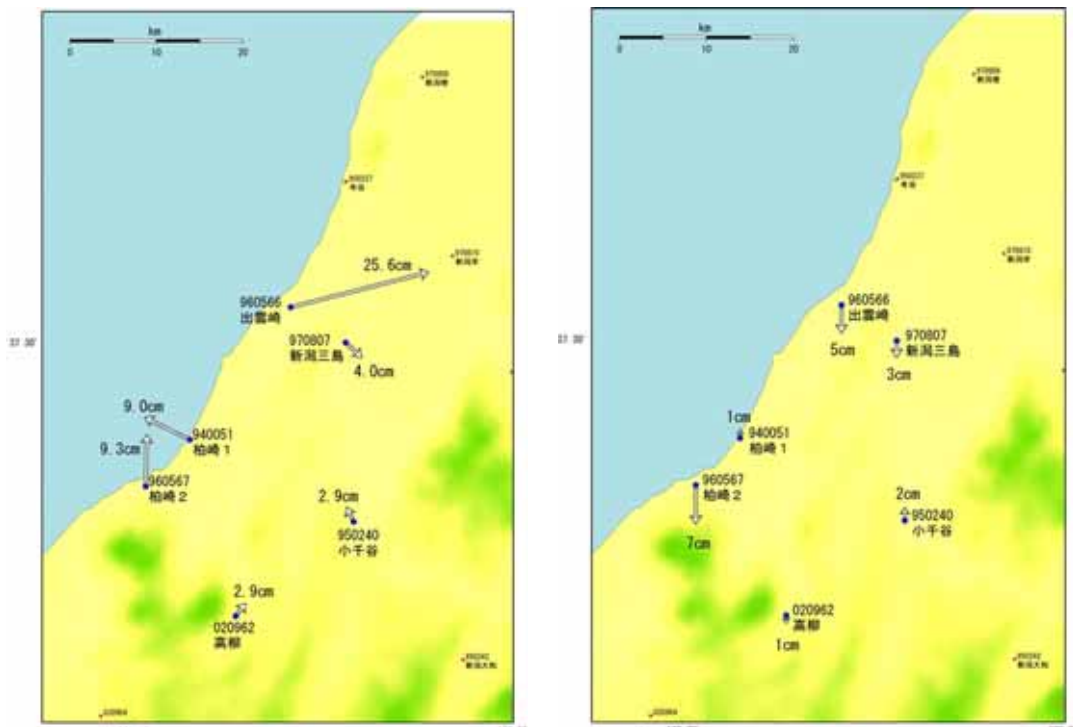


図-5.2.2 新潟県中越沖地震による地盤の隆起と沈降の概要  
出典：衛生画像解析結果  
(国土地理院)



成果改定電子基準点の更新量 水平成分 成果改定電子基準点の更新量 高さ成分  
図-5.2.3 新潟県中越沖地震前後の電子基準点の水平成分と高さ成分の更新量 (国土地理院)



## 6. 被害概要

### 6.1 全体概要

図-6.1.1 に、新潟県中越沖地震における地盤等の主な被災地域と被害状況の関係を示す。液状化、宅地の崩壊（擁壁やがけ崩れなどを含む）が主である。7月23日現在の被災宅地危険度判定結果を表-6.1.1 に示す。

図-6.1.2 には、柏崎市を中心とした、国土交通省北陸地方整備局管内の既往の主な柱状図と K-net 柏崎の柱状図を示した。低地や平坦地の柱状図は、粘性土層、シルト質粘土層、有機質土層、砂層等からなる互層構造であり、河川の氾濫や浸食の影響などが伺える。柏崎市内に位置する K-net 柏崎では、上層の 13m ほどが砂層で、下に粘性土層が見られ、特に砂層の上部は、N値も4前後と液状化の可能性が高いと考えられる。海岸沿いの範囲は、ほとんどが砂地盤（新規堆積砂層、荒浜砂層）であることから、液状化により被害が生じたと考えられる。また、低地や平坦地においても、N値 10 以下の砂層を含んでおり、液状化の影響が考えられる。

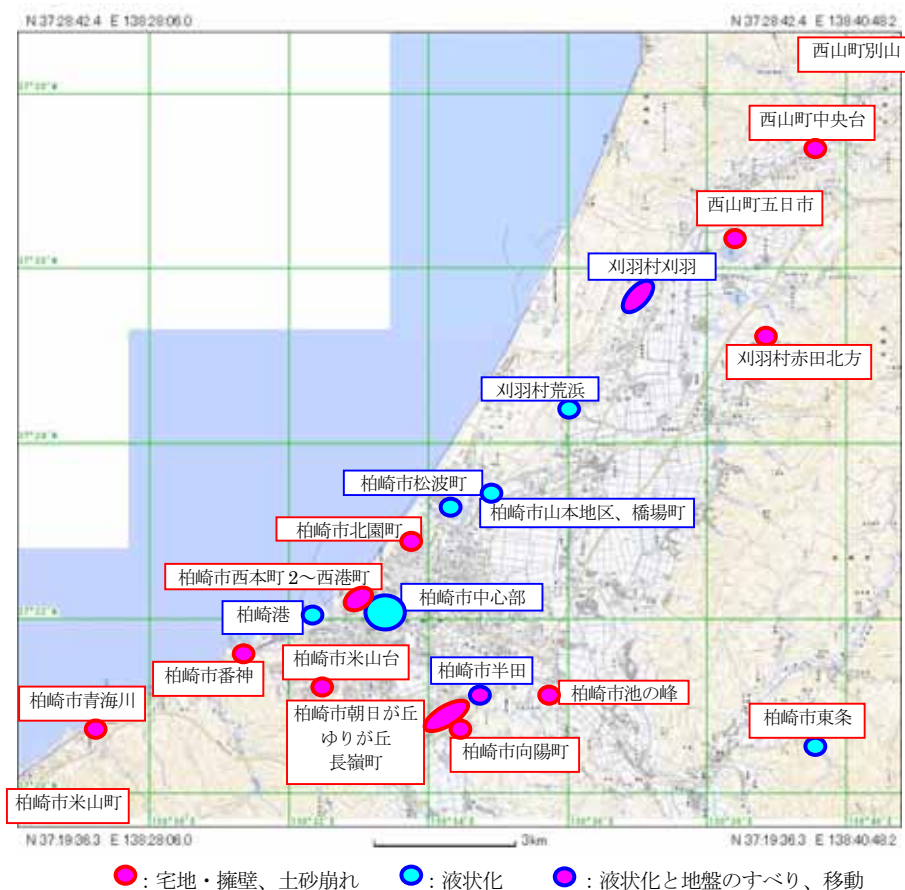


図-6.1.1 主な被災地域の被害概要

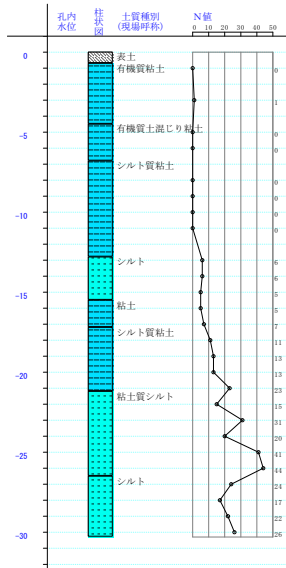
表-6.1.1 被災宅地危険度判定結果

7月23日現在				
	判定宅地	危険(赤)	要注意(黄)	調査済(青)
柏崎市	915	223	93	599
刈羽村	93	27	21	45

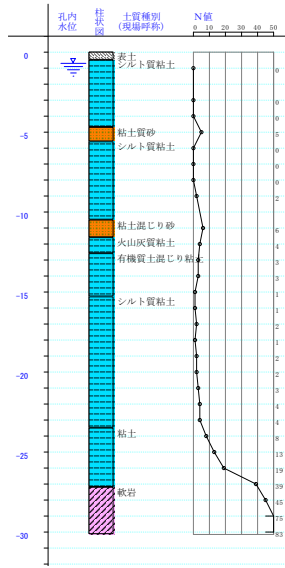




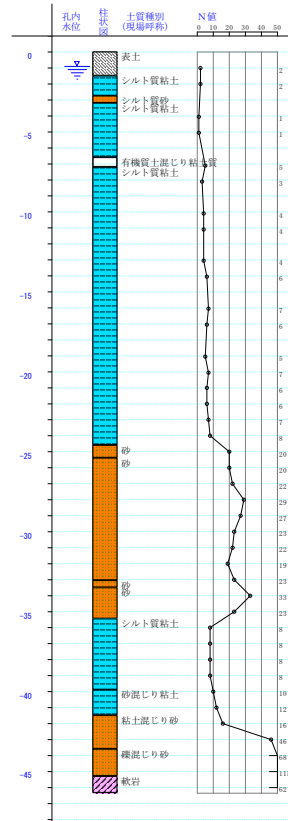
No.7



No.8



No.9



No.10

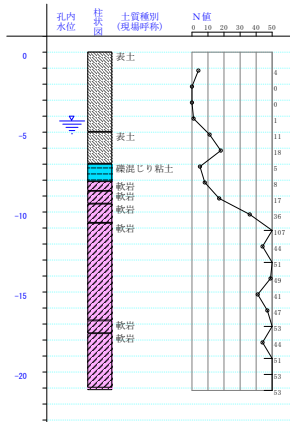


図-6.1.2 被災地域の地盤構成の概要(その2) (出典:国土交通省北陸地方整備局ボーリングデータ)

## 6.2 地盤の被害概要

柏崎市（橋場地区、松波地区など）、刈羽村などでは、液状化による被害が多発している。前回の新潟県中越地震では橋場地区において液状化被害が顕著であったが、今回は周囲の松波地区に被害が拡大している（写真-6.2.1）。刈羽村では、前回の中越地震の際に鉄道沿線から海側に一段高くなった十数戸の住宅に被害が集中したが、今回も同様であり、前回の地震によって解体撤去した後に新築した住宅においても裏山のがけの崩壊や地盤変動で被害を受けた例もあった（写真-6.2.2）。

また、南半田地区においても、地盤変動や滑落などの状況が確認できた。（写真-6.2.3）。



写真-6.2.1 柏崎市松波地区の液状化被害



写真-6.2.2 刈羽村の液状化等に起因する地盤変動による新築住宅の被害



写真-6.2.3 南半田地区で認められた外周道路等での地盤変動・滑動等

### 6.3 擁壁等の被害概要

番神町や山本地区など、多くの地域で宅地（斜面、擁壁など）の崩壊が発生していた。構造計算等による確認を要しない2m以下の擁壁や土留めの被害も数多く認められた（写真-6.3.1）。

崩壊した擁壁のなかには、ブロック塀として地上の塀のために利用している壁材を擁壁として利用していたものも多かった。

また、壁高5m、厚さ50cm程度のブロック積みが転倒した例（写真-6.3.2）や斜面地で全体的な地盤変動が生じたため、擁壁前面の側溝がつぶれるほどに押し出されたものもあった（写真-6.3.3）。



写真-6.3.1 ブロック塀による土留め擁壁の崩壊



写真-6.3.2 ブロック積み擁壁の転倒例  
地震直後にほぼ鉛直に起き上がり、数日後に転倒状態に達し、背面住宅にもたれかかった例



写真-6.3.3 間知ブロック擁壁の前面側  
への滑り出し

背面地盤全体のすべりにより、擁壁が押し出されて前面の側溝がつぶされた状態



#### 6.4 基礎の被害概要

基礎の被害の大半は、古い木造の無筋・ブロック・束またはこれらに類する基礎である(写真-6.4.1)。現行規定を満足するような鉄筋コンクリート造の基礎が大きく破断した例は確認できなかった。

著しい液状化等が生じた地点では、地盤改良や小口径鋼管杭を利用した住宅も多いと考えられるが、鋼管杭の浮き上がりなどの被害も認められた。



写真-6.4.1 ブロックや束などの古い基礎の被害

左：ブロック基礎、

右：がけ（建物際から約1mで崖端部）に近接した独立基礎が外に飛び出した状況

## 7. 調査結果

### 7.1 柏崎市番神町

番神町は、柏崎駅から西に約2kmに位置する丘にある古くからの集落である。聞き取り調査の結果、新潟地震(1964)の際に海側及び山側の端部の斜面に地割れが発生し、擁壁等の補強が実施された地域である。写真-7.1.1に、海側からみた崖周辺の状況を示す。また、山側の被害宅地の状況を写真-7.1.2に、示す。擁壁背面の地盤が沈下・変形している。

図-7.1.1に、今回の地震で転倒したブロック積み擁壁(壁高2~5m)の概要を示した。かつては、松を有するがけ面上に細い道が設けられていたが、新潟地震(1964)の際に、崖に平行な地割れが発生し、壁厚約50cm程度の間知ブロック擁壁(高さ2~5m、勾配地表面から約75度)で崖を覆って、道路が約3mに広げられた。壁に近接する部分は、盛土と考えられる。今回の地震により、壁高約3.5~5m(擁壁上部のり面を含めると全高5~6m)の範囲の擁壁が転倒した。転倒の状況は、地震直後に壁体がほぼ鉛直になり、数日間のうちに前面側に徐々に傾き、転倒したと考えられている。写真-7.1.3に、転倒したブロック擁壁の周辺の状況を示す。転倒した擁壁の底部が前面に約20cm押し出されている。図-7.1.2に、転倒したブロック擁壁と周辺状況の関係をまとめて示す。



写真-7.1.1 海側からみた崖周辺の状況



写真-7.1.2 山側の被害宅地の状況  
(擁壁背面地盤の沈下・変形)

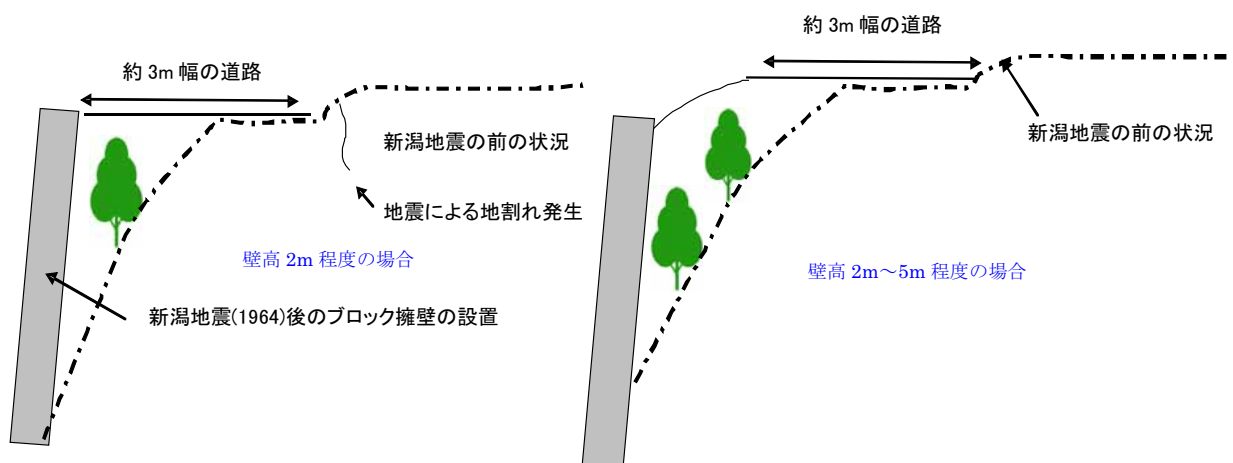


図-7.1.1 転倒したブロック積み擁壁(壁高2~5m)の概要



擁壁手前側（高さ 2m）の状況



擁壁奥側（高さ 5m）よりの被害状況



転倒した擁壁の下部  
(底部が前面に約 20cm 押し出されている)



転倒部分に隣接する擁壁の壁体の破壊状況

写真-7.1.3 転倒したブロック擁壁の周辺の状況

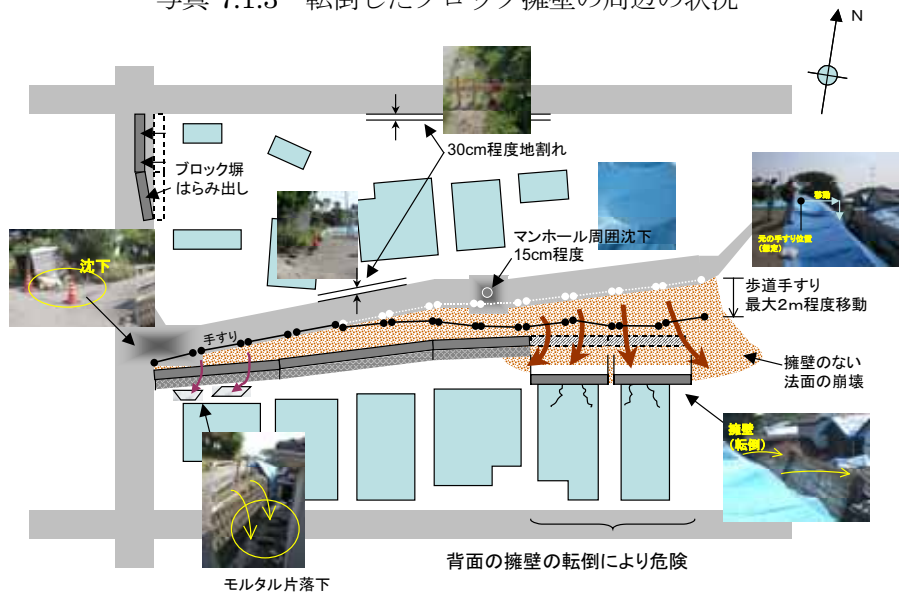


図-7.1.2 転倒したブロック擁壁と周辺状況の関係



写真-7.1.4 は、斜面地でモルタル吹き付け壁面が崩壊した事例で、隣接する住宅の外壁に崩壊土が達している。この他に、写真-7.1.5 に示すようなL型擁壁とブロック塀の土留めの被害が確認された。



写真-7.1.4 モルタル吹き付け壁面の崩壊



壁高 2m 程度の L 型擁壁



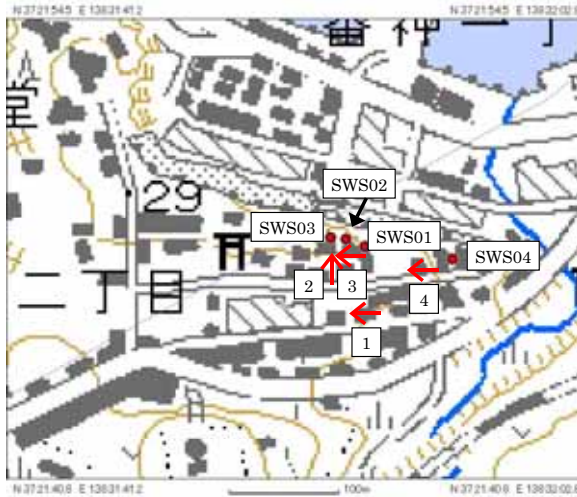
ブロック土留め壁体のねじれ



ブロック土留めの変形と背面地盤の陥没・段差

写真-7.1.5 番神町における擁壁の被害状況

番神町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-7.13に、表面波探査結果を図-7.1.4に示す。表層より2~4m以深に粘性土層が見られ、比較的良好な地盤と考えられる。また、番町では海側の被災した宅地では、地下水位は井戸の水位から判断するとGL.約-9mであり、これらの範囲では液状化の可能性は低いと考えられる。



スウェーデン式サウンディング  
試験と表面波探査の位置

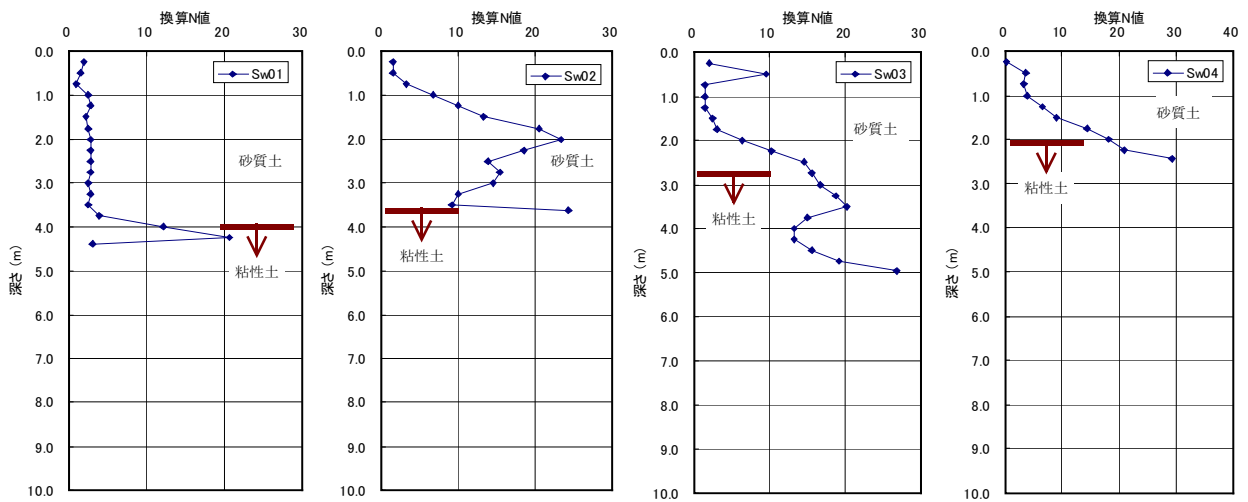
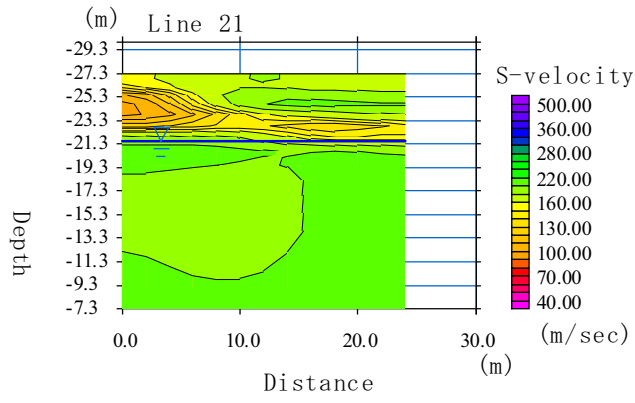
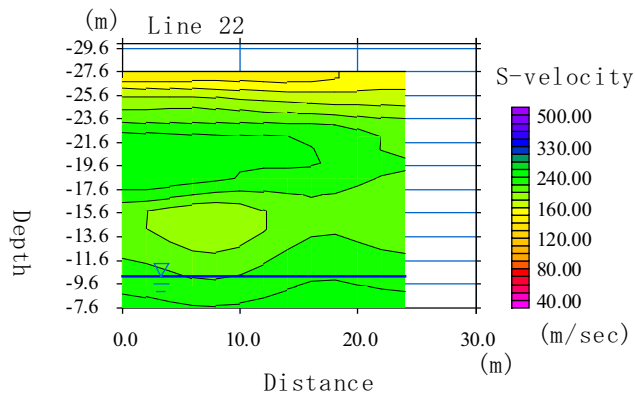


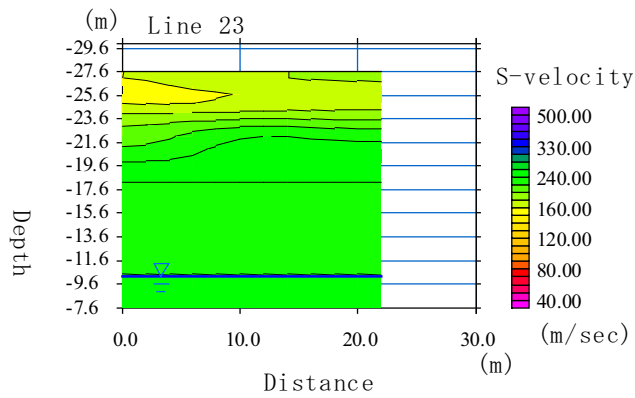
図-7.1.3 番神町におけるスウェーデン式サウンディング試験結果



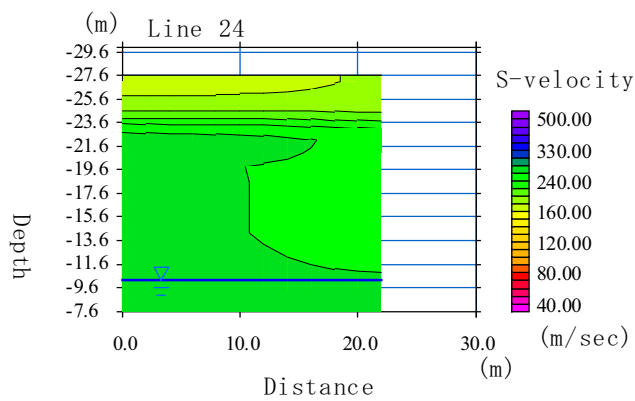
測線 1



測線 2



測線 3



測線 4

図-7.1.4 番神町における表面波探査結果



## 7.2 刈羽村

刈羽村では、液状化や液状化に伴う裏山の崩壊により、多くの家屋に被害が発生していた。写真-7.2.1に、裏山の崩壊による被害を示す。砂丘からなる裏山の崩壊により、住宅背面の外壁に土砂が1~2mの高さにわたって積み上がり、窓等を破ったケースである。写真-7.2.2は、新築された平屋が地盤変動により上向きに突き上げられた例である。建物の写真右側の部分は、前面のコンクリート製道路盤のため水平方向の変位が建物左側より相対的に小さかったが、左側は水平方向の支持が小さかったので、約60cm右側より押しだされた形で建物がちぎれていた。

図-7.2.1、図-7.2.2には、この敷地内で実施した（SWS 試験）及び表面波探査試験の結果を示す。この通り沿いの他の住宅敷地では、地表面から約3~6mで締まった砂の支持層が存在しているが、この敷地では、深度10mまでSWS試験による貫入が可能であり、周辺地域と比較すると地盤がやや軟弱であると判断できる。

調査地域の中心付近において、砂丘頂部から斜面下方に向かった測線で表面波探査を行なった。図-7.2.3に解析結果を示す。この結果から判断すると、地層構成が砂丘斜面とさらに下方の平坦地ではかなり異なっている。砂丘斜面では深度数m以浅では新期砂丘に相当する比較的緩んだ砂層であるが、数m以深では古砂丘（番神砂層）もしくは安田層に相当する締まった砂層と思われる。一方、平坦地では深度10m程度までS波速度は100m/s程度であり、沖積粘土層が厚く堆積していると思われる。

図-7.2.4に、当該地域における基礎・地盤の被害状況の一例を示す。裏山の崩壊による土砂圧が基礎等に作用して敷地と共に建物が前面にわずかに押出された例である。また、図-7.2.5は、新潟県中越地震による当該地域の液状化現象を教訓として地下水位低下工法（暗渠工、ドレン）を採用した事例であるが、被害はごく軽微にとどまっていた。



写真-7.1.1 砂丘斜面の崩壊による住宅の外壁等の破壊例



被災住宅 前面



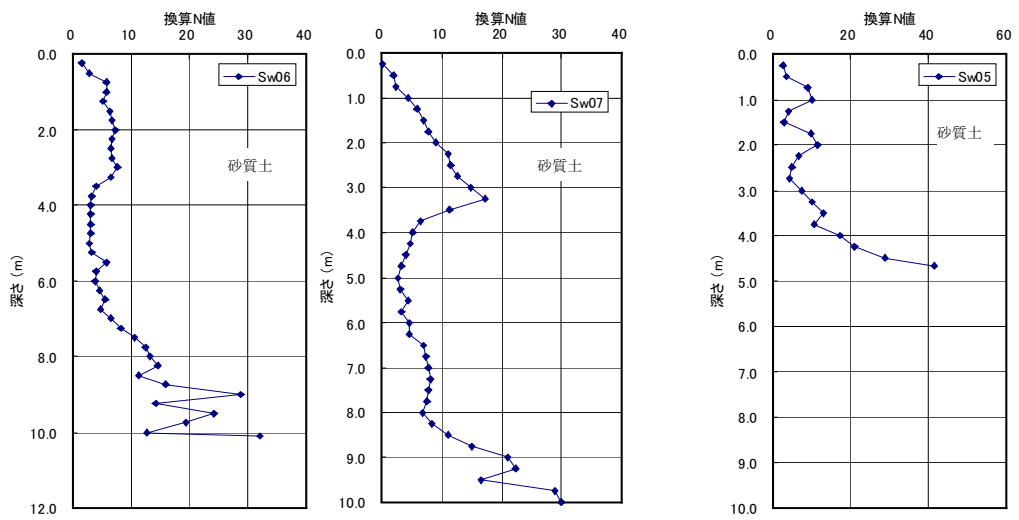
被災住宅 崖面側



崖側の建物基礎が押し上げられた状況

写真-7.2.2

液状化に伴う住宅背面側の崖の地盤変動により下方から突き上げられた住宅



当該被災敷地内

他の刈羽村内の敷地

図-7.2.1 被災敷地内のスウェーデン式サウンディング試験結果

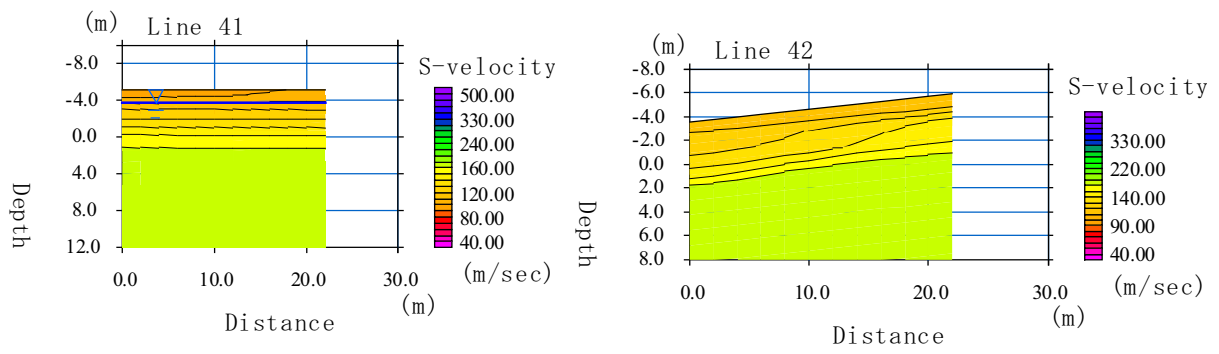
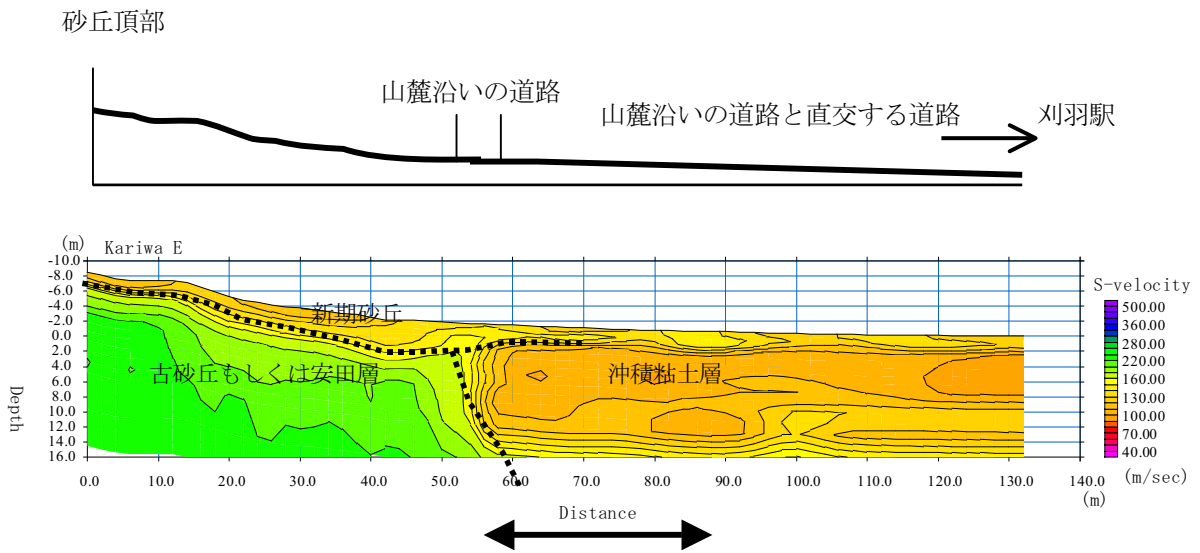


図-7.2.2 被災敷地内の表面波探査結果



地盤構造が急変しているためやや精度が悪い

図-7.2.3 被災敷地内の表面波探査結果

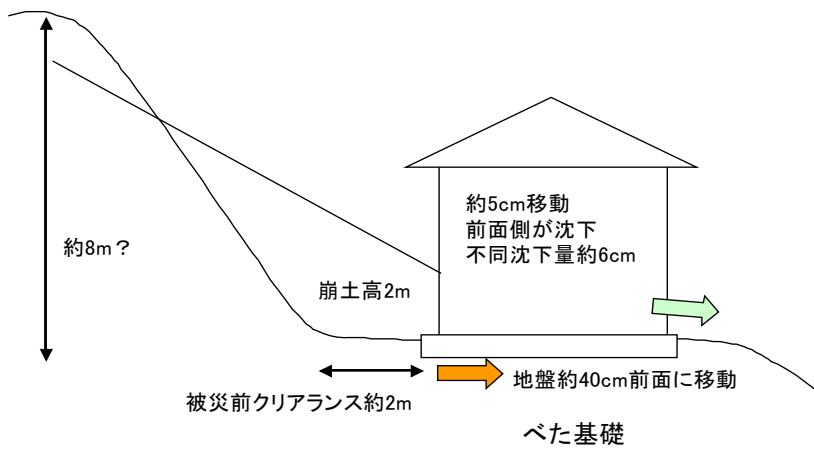


図-7.2.4 当該地域における基礎・地盤の被害状況

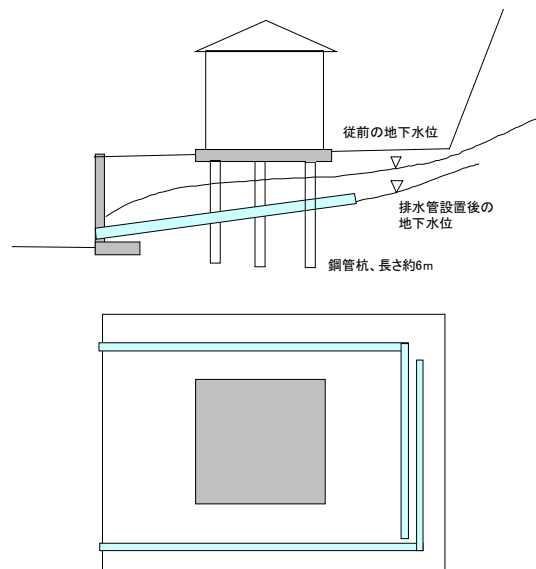


図-7.2.5 排水管（ドレン）を建物下に配して、地下水位を低減した構法



### 7.3 松波・橋場地区

松波・橋場地区には、旧河道を埋めたと考えられる地域で液状化被害が多発した。液状化被害地域を図-7.3.1に、新旧地形図の比較を図-7.3.2に、調査地の表層地質を図-7.3.3に、調査地の微地形分類を図-7.3.4にそれぞれ示す。また、写真-7.3.1に松波地区の被害概要を示した。段差・地割れは、地層・地形の境界（針葉樹林（被覆砂丘））と低地（三角州）で生じていた。松波地区で液状化被害が特に顕著であった地域の延長線上に、倒れた樹木や鯖石川改修祈念公園内の大きな地割れが位置すると考えられている。

聞き取り調査や旧地形図によると松波地区は、35～40年前に開発された宅地である。鯖石川を渡る直前の松波2丁目では、旧河道との境界と考えられる部分で数十cmの段差が生じ、この段差の直上に立つ住宅は大破し、建築物の不同沈下は最大60cm程度であった。また、不同沈下量10cm、傾斜角10/1000を超える場合も少なからず認められた。

図-7.3.5には、この地区の地震後の道路面高低差を示す。国道352号に平行した方向では最大約2.5m、直交する方向では最大2m程度に達している。松波地区で実施した表面波探査の結果を図-7.3.6に、スウェーデン式サウンディング試験結果を図-7.3.7にそれぞれ示す。

鯖石川を越えた橋場地区でも液状化被害が多発した。橋場地区では、2004年中越地震でも液状化被害が発生しており、2006年に地盤調査を行なっている。図-7.3.8に、2006年に実施した表面波探査結果とスウェーデン式サウンディング試験の例を示す。液状化が発生したのは主に旧河道であり、旧河道内の主に砂質土と思われる埋土が液状化したと考えられる。旧河道の外周は粘土質であり、旧河道の砂質系との差異が認められる。

橋場地区では、深度10m程度までS波速度は100m/s程度であり数m以深は概粘性土主体と考えられる。一方、松波地区では、約5m以浅はS波速度120～150m/sでやや緩んだ砂質土、5m以深は150～200m/sで締まった砂質土と考えられる。このような橋場地区と松波地区の土質の違いは、図-7.3.3に示した表層地質図と一致している。また、松波地区は、一般に地盤が良好と考えられており、微地形分類で被害を受けなかった範囲は、被覆砂丘、被害を受けた範囲は三角州に分類されており、S波速度や被害の違いはこのような地盤環境の違いに起因していると考えられる。

なお、今回、橋場地区で聞き取り調査を実施したが、住民の多くは、前回よりも液状化に伴う地盤変動が少ないと感じていたようであった。また、前回の中越地震以降に建設された数棟の戸建て住宅に関しては、柱状改良や鋼管杭を設置していた場合が多いためか、不同沈下はほとんど認められなかった。

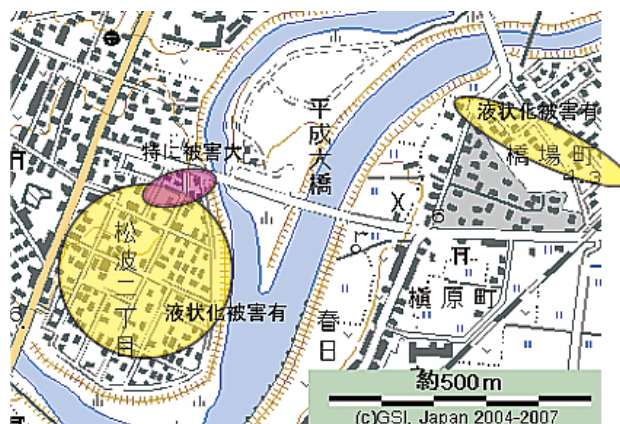


図-7.3.1 松波・橋場地区の被害地域

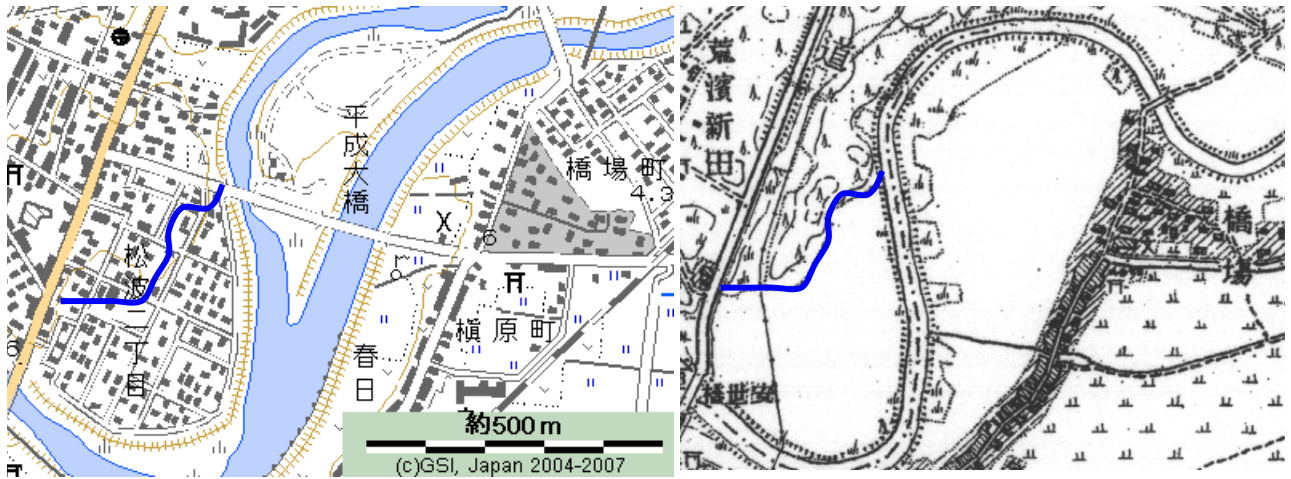


図-7.3.2 松波・橋場地区の新旧地形図の比較（右：旧地形（明治45年）  
（青線は旧地形図における針葉樹林の低地の境界線）

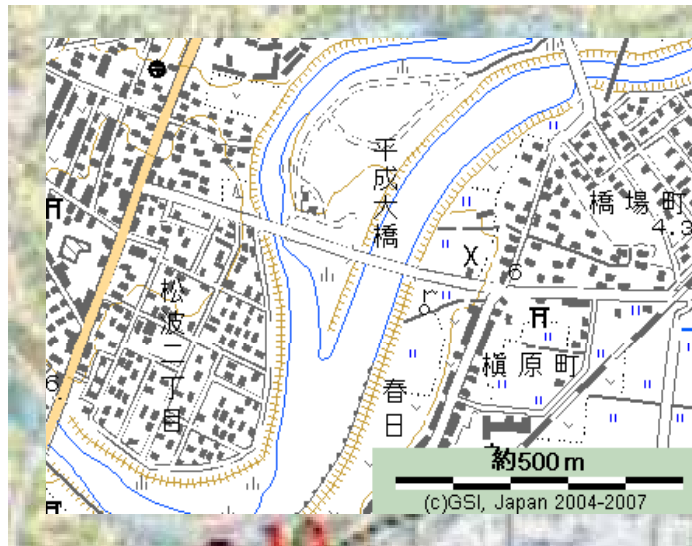


図-7.3.3 調査地の表層地質（黄色：新期砂丘堆積層、白：沖積平野堆積層）

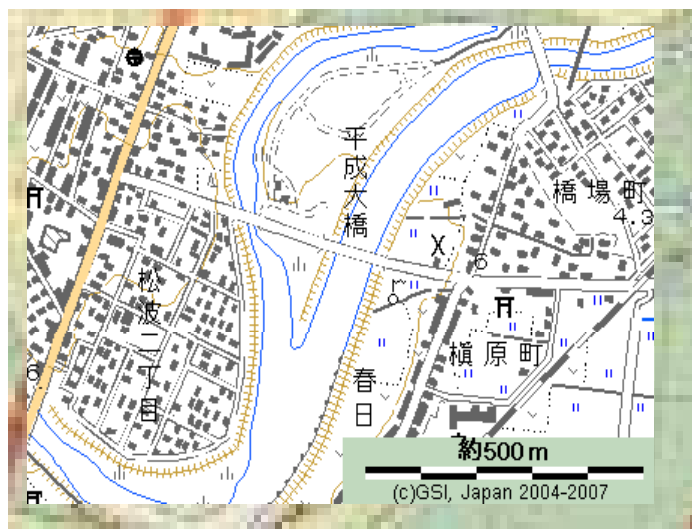


図-7.3.4 調査地の微地形区分（緑：三角州、黄色：被覆砂丘）





写真-7.3.1 松波地区の被害概要

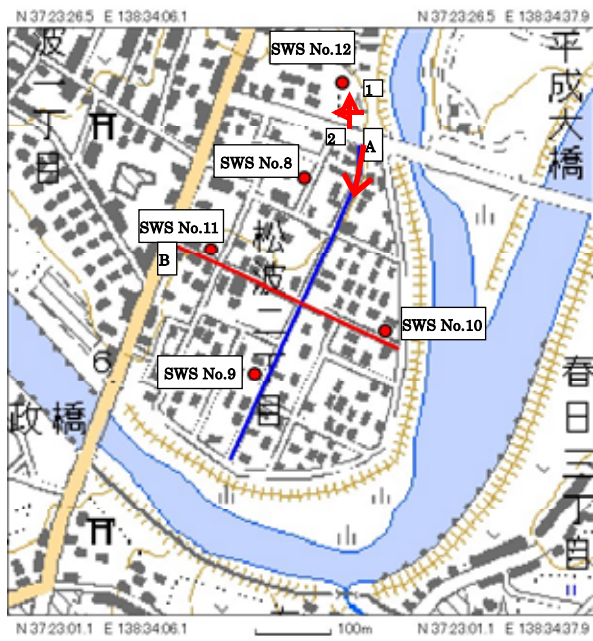
上段左：松波地区において地盤変動による被害が甚大であった地点の状況

上段右：上記の地点において建物の不同沈下を増大させたと考えられる擁壁の変形

中段左：川に沿った道路の変形に伴う電信柱の傾斜

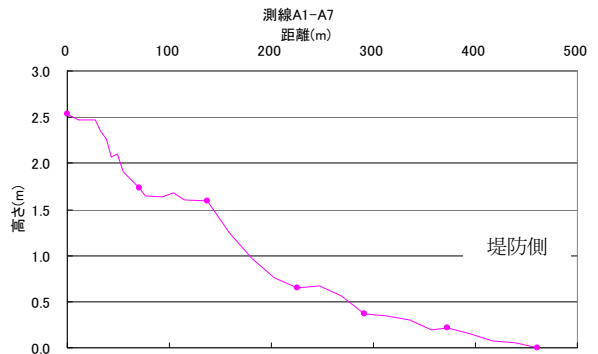
中段右：松波地区の液状化に伴う地割れの延長線沿いにあった川沿いの樹木の倒壊

下段左・右：松波地区の地割れの延長線上にある考えられる鯖石川改修記念公園内の地割

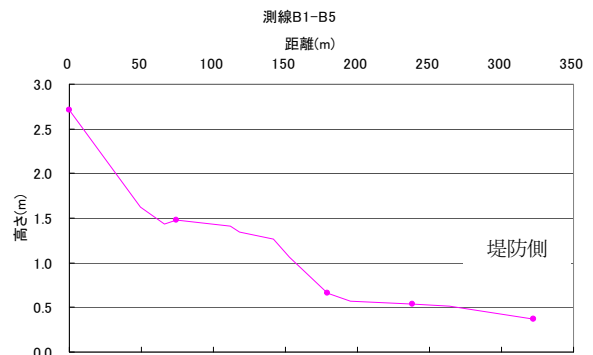


各測定、計測の位置

(レベル、スウェーデン式サウンディング試験、  
表面波探査)

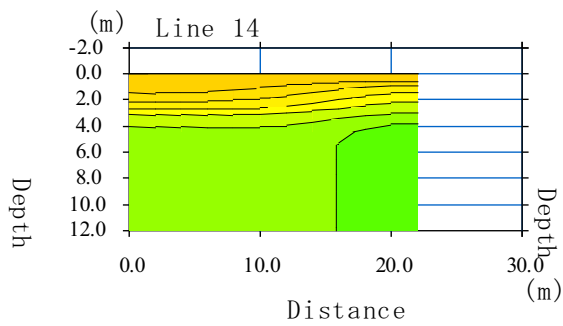


A: 国道 352 号に平行な道路

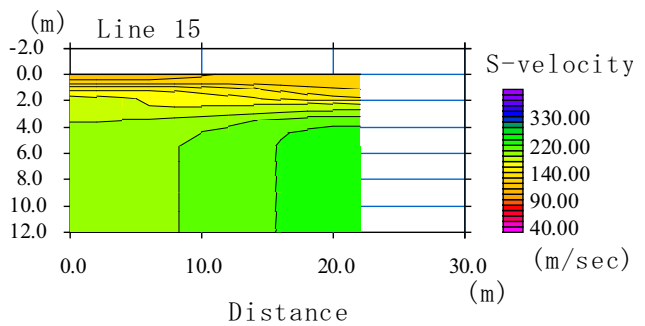


B: 国道 352 号に直交する道路

図-7.3.5 道路面のレベル測定結果



松波第1公園 測線 1



松波第1公園 測線 2

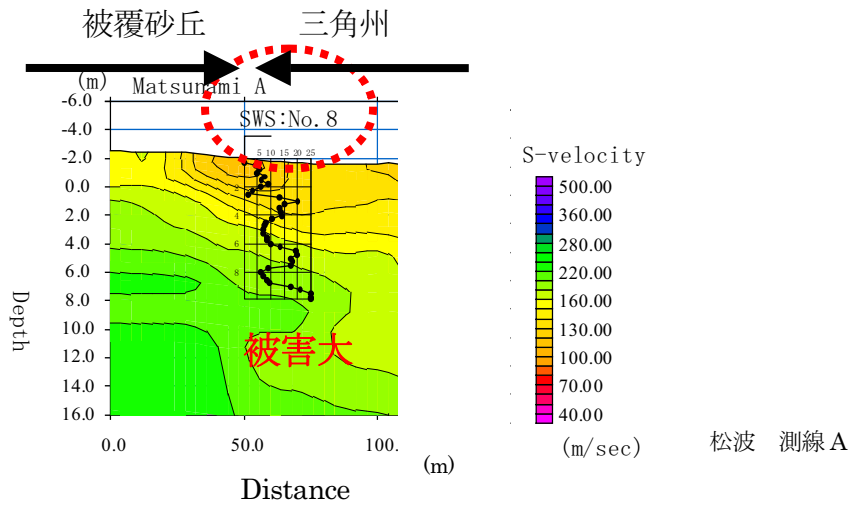


図-7.3.6 表面波探査結果



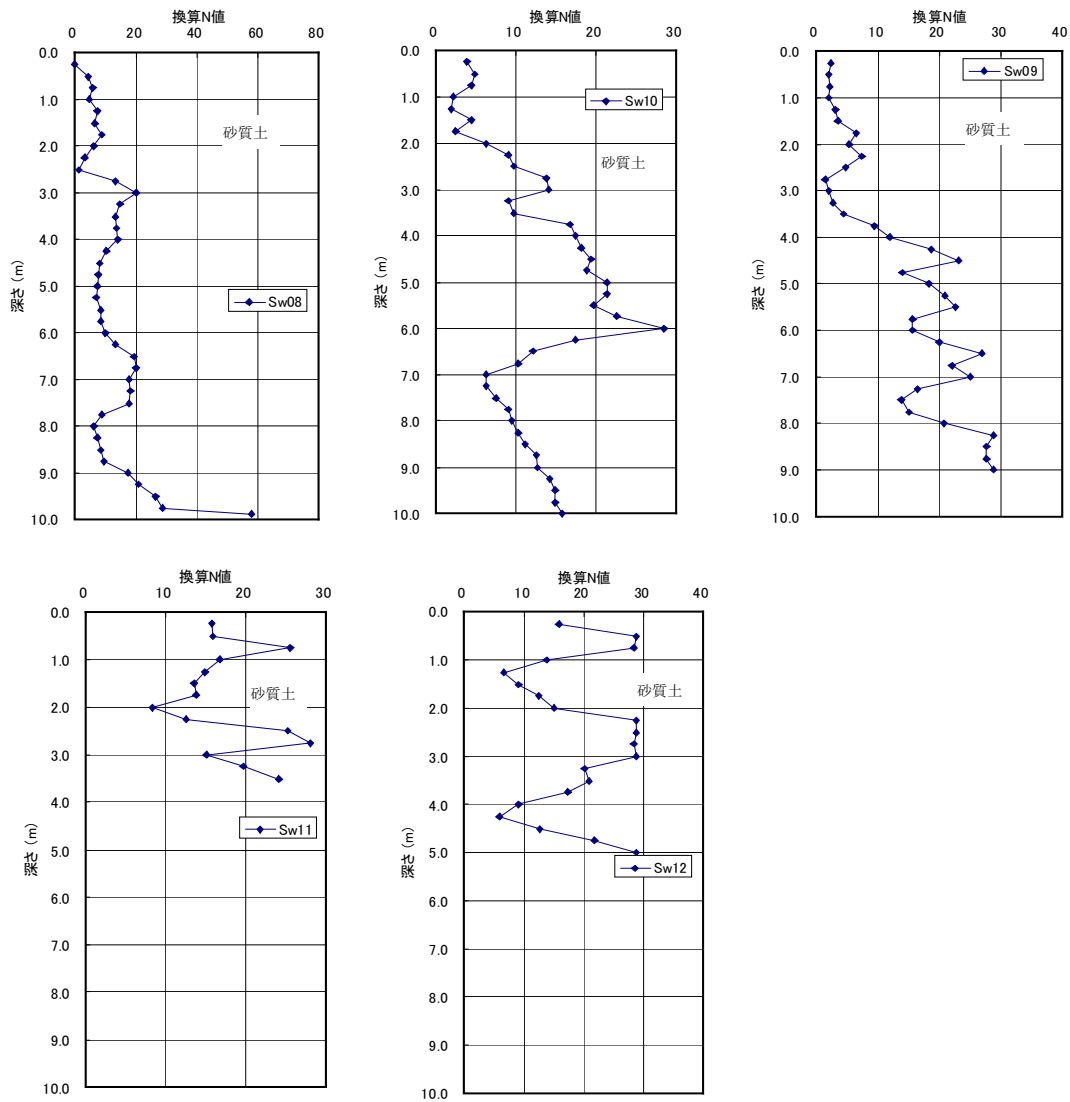


図-7.3.7 スウェーデン式サウンディング試験結果

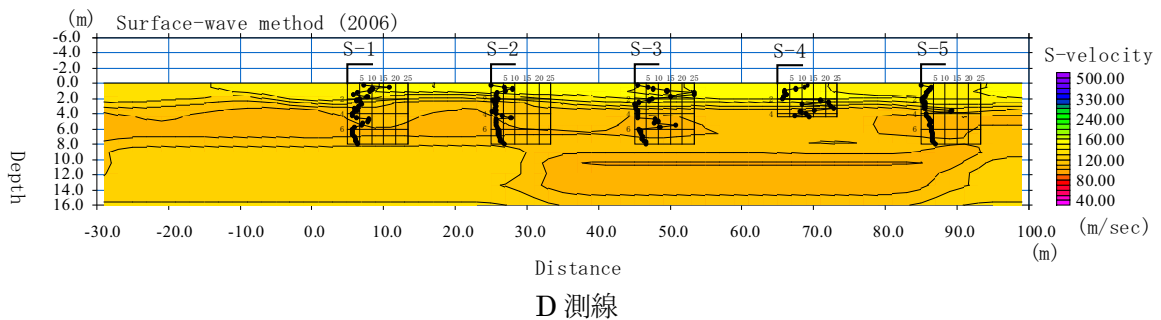
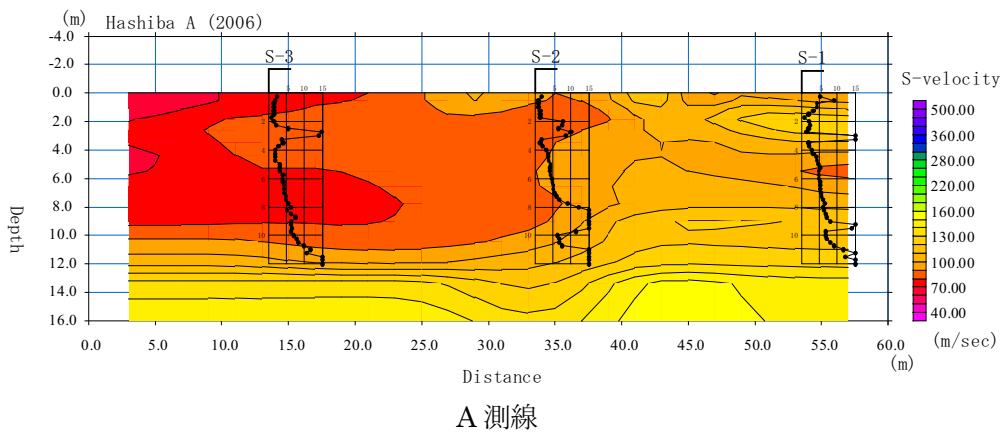
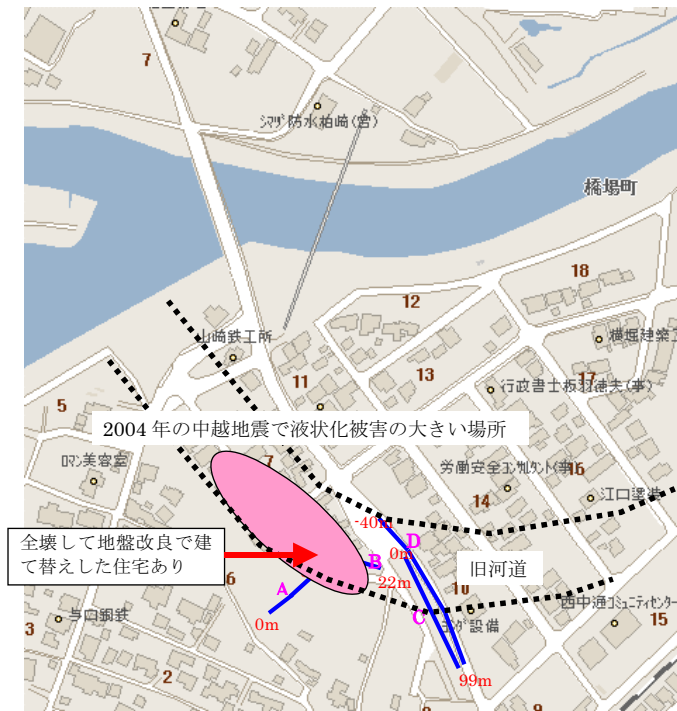


図-7.3.8 2006年に実施した橋場地区での地盤調査結果  
表面波探査とスウェーデン式サウンディング試験結果

図-7.3.9 および図-7.3.10 には、小規模微動アレイ探査結果、図 7.3.11 には常時微動観測結果を示す。微動アレイ探査結果では、橋場地区では深度 10m 近くまで S 波速度が 100m/s 程度であるのに対して、松波地区では深度 5m 付近から 150m/s 以上となっており、両地点の地盤構造の違いがわかる。橋場と松波では、このような両地点の地盤構造の違いにより、地震動が異なった可能性も考えられ、液状化被害の有無については今後詳細な検討が必要である。常時微動測定の結果では、両地点とも 1～1.5Hz 付近にピークが見られ大きな違いはない。

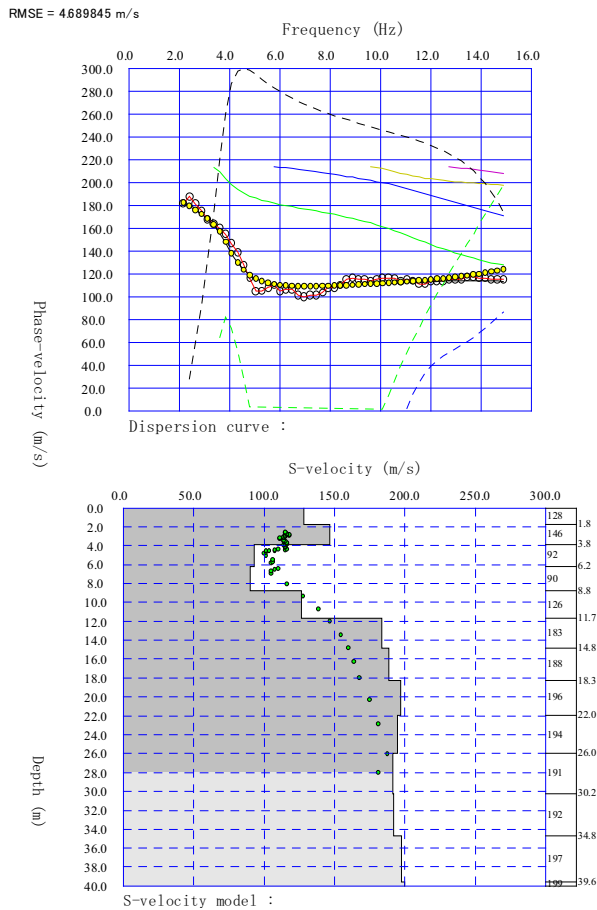


図-7.3.9 微動アレイ探査結果  
(微動 A : 柏崎市橋場地区)

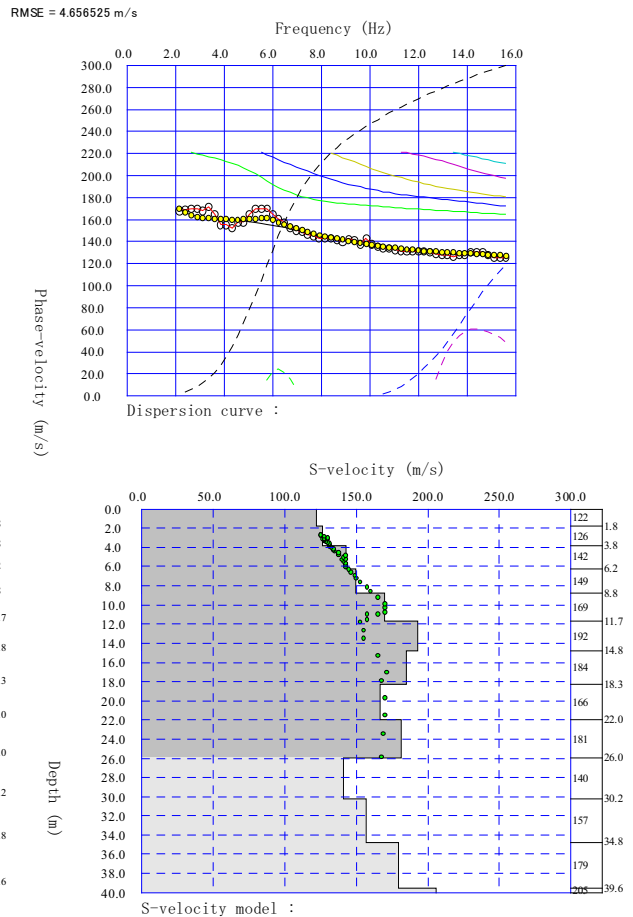


図-7.3.10 微動アレイ探査結果  
(微動 B : 柏崎市松波地区)

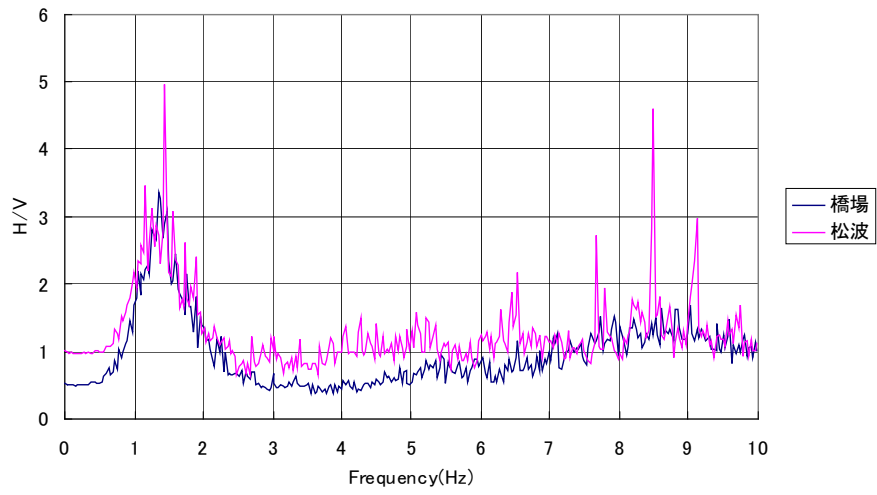


図-7.3.11 常時微動測定結果（柏崎市松波・橋場地区）



## 7.4 その他の地区

### 1) 池の峰団地

池の峰団地における擁壁の被災状況を写真-7.4.1 に示す。外周部の擁壁がはらみ、一部の擁壁接合部で鉄筋が破断していた。



被災状況の全景（応急措置済）



裏側



接合部右側の擁壁がはらみ出ている



擁壁上部 団地内外周道路



擁壁接合部の状況

写真-7.4.1 池の峰団地の被災状況

## 2) 半田地区

半田地区における擁壁の被災状況を写真-7.4.2 に示す。半田地区は、新潟県中越地震においても被害が顕著であった地域であり、新潟県中越地震との被害状況等を比較することにした。



擁壁隅部の破壊



隣地擁壁との間に隙間



コンクリート擁壁のはらみ



L型擁壁のすべり

写真-7.4.2 半田地区の擁壁被災状況

### 3) 北条地区

北条地区は、新潟県中越地震においても被害が顕著であった地域であり、被害状況等を比較するため調査を行った。新潟県中越地震での被災地域は、接道道路等復旧されていた。聞き取り調査から、危険地域として柏崎市から住宅の建設は禁止されているとのことであった。

今回の地震においても、ほぼ同一の地域で地盤の移動が確認された。道路面等の被災状況を写真-7.4.3 に示す。

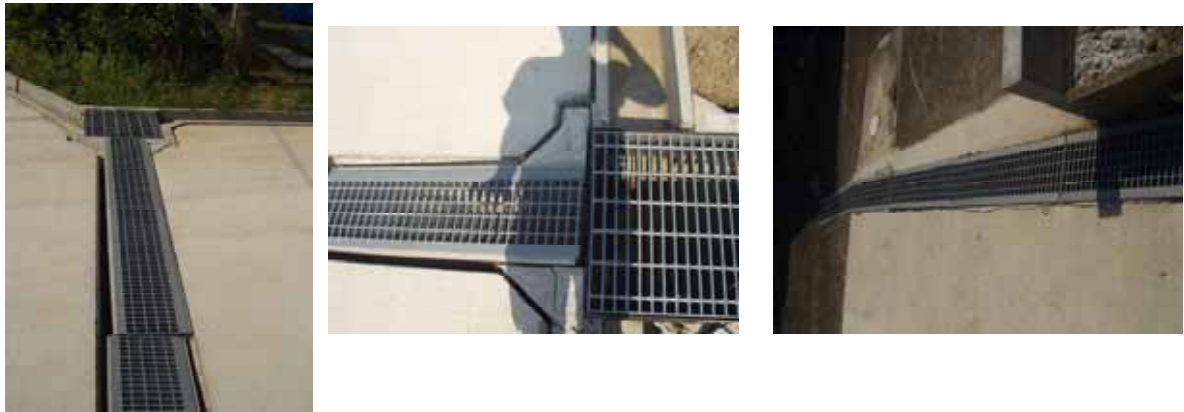


写真-7.4.3 北条地区の被災状況

### 4) 山本団地

山本団地では、液状化及びそれに起因すると考えられる裏山の崩壊により、住宅や宅地・擁壁に数多くの被害が発生した（図-7.4.1 参照）。写真-7.4.4 には、住宅や擁壁等の被害状況を示す。

この団地周辺は、表層地質図から判断すると、崖上が砂丘、崖下が低地に位置する地形等の境界付近に位置する。聞き取り調査によると、地震時には、玄関脇の地盤から水が1m程度吹き上げたとのことである。図-7.4.2 には、この地域で実施したほぼ平坦な低地での表面波探査の結果を示す。推定されるせん断波速度の値は100cm/sec程度と小さく、粘土質の可能性も考えられる。

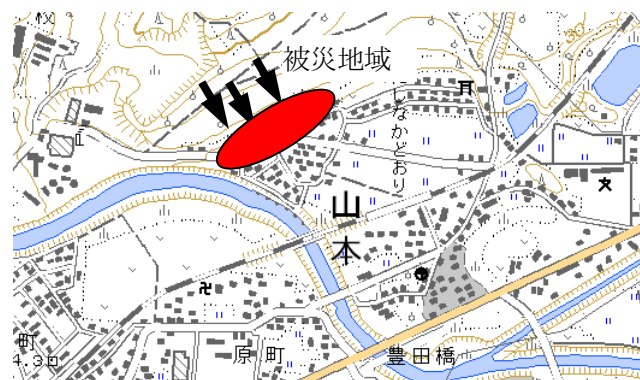


図-7.4.1 山本地区の被災状況





写真-7.4.4 山本団地における擁壁の被害例

上段：裏山の崩壊による崖下住宅への危害

中段：増し積み擁壁の被害

下段：敷地全体のすべり等により前面に押し出された擁壁



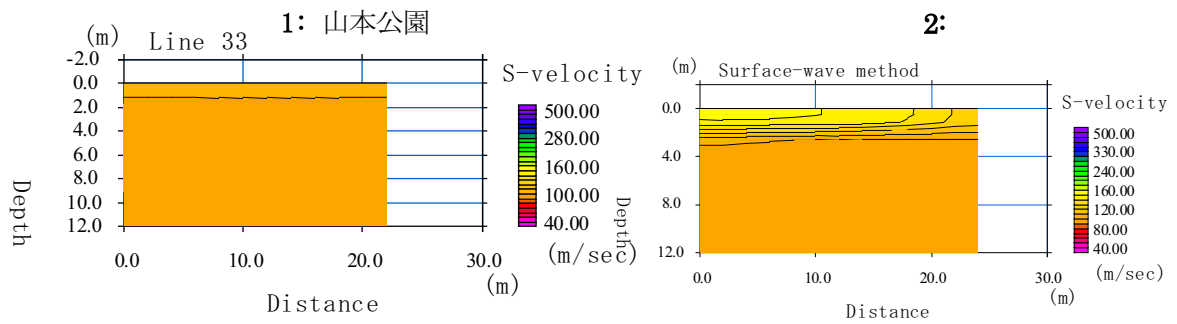
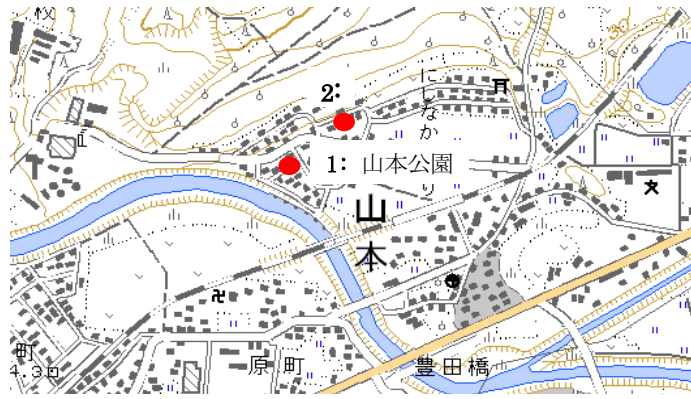


図-7.4.2 表面波探査の状況

#### 4) 柏崎市内での表面波探査

柏崎市内全域の地盤概要と被害の関係や宅地被害の状況を把握するため、多くの地域で表面波探査などを実施した。図-7.4.3 に代表的な地点の結果を示す。市内中心地の公園において低速度層となる傾向が見られる。



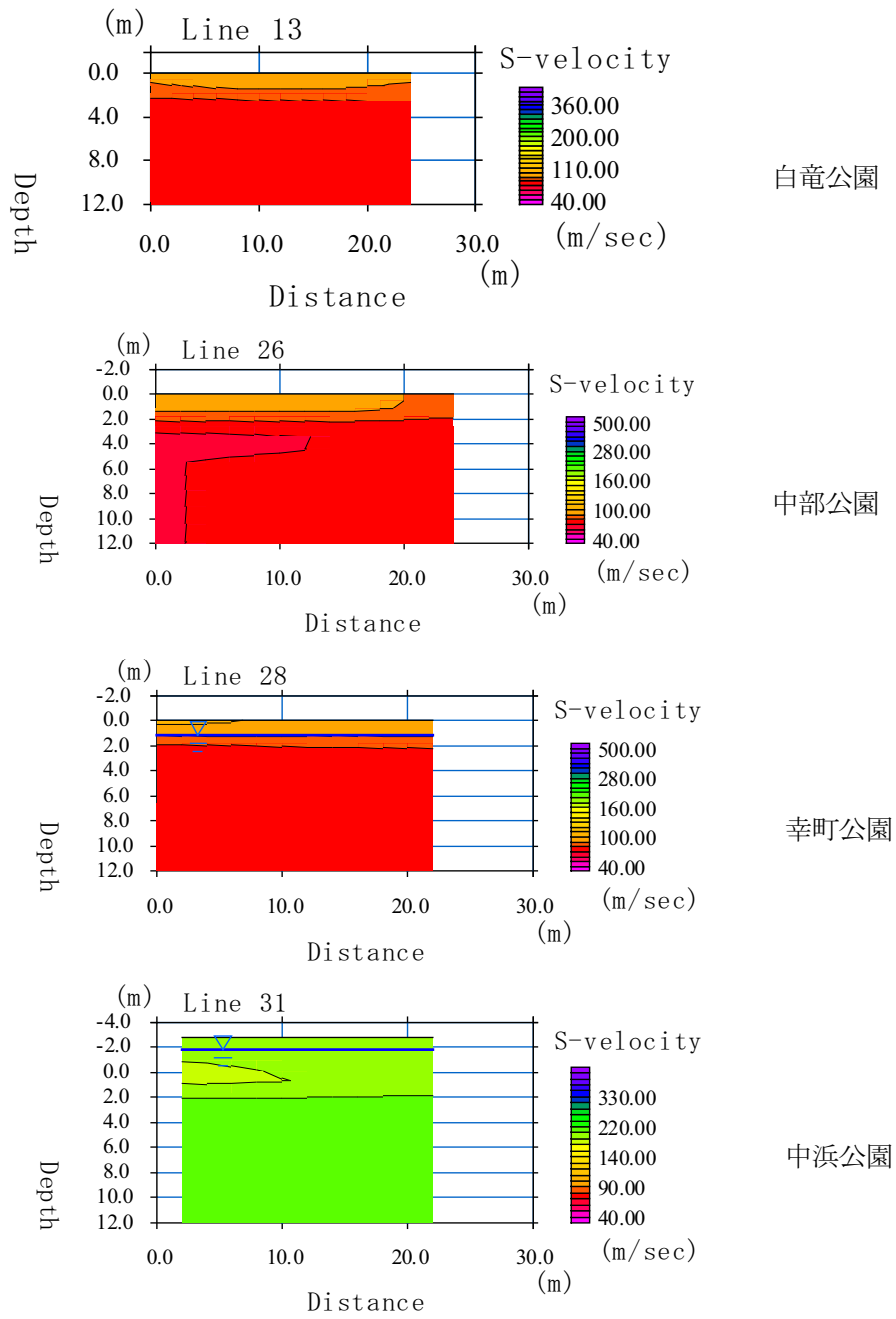


図-7.4.3 柏崎市内の表面波探査結果

## 8. 基礎及び擁壁の被害

### 8.1 戸建て住宅の基礎

写真-8.1.1、写真-8.1.2に基礎の被害状況を示す。これらの大半は、液状化や地盤変動に伴って生じている。基礎の被害の殆どは、木造住宅の基礎であり、古い無筋やブロックなど、現在の規準を満足しないものが大半である。



写真-8.1.1 基礎構造の被害例  
(コーナー部に集中しやすい被害)



写真-8.1.2 基礎等の被害

上段：モルタルを吹き付けた崖の崩壊により、東石が飛び出した例

中段：崖上の住宅の基礎のひび割れ（住宅の不同沈下量は概ね10cm程度）

下段：不同沈下による住宅内部の被害（床材の離間、ふすまの枠のゆがみ）



## 8.2 一般建築物の基礎

一般建築物の基礎の被害はほとんど認められなかったが、柏崎市沿岸部の杭基礎と考えられる RC 建物の建物外周付近での地盤の陥没（建物の相対的な浮き上がり）や松波地区の鉄骨 2 階建て事務所及び木造集合住宅等があげられる（写真-8.2.1、写真-8.2.2、写真-8.2.3）。

写真-8.2.2 及び写真-8.2.3 は、築 15 年ほどの建物であり、鉄骨造は直接基礎、木造も直接基礎である。この地区は、かつては旧河道沿いの低地（三角州）であったが、数十年前（30～40 年前）に整理された宅地である。いずれの建物も不同沈下による壁の亀裂やドアの開閉不良などが著しい状況であった。傾斜の方向は、建物背面側であり、高さ 1m 程度のブロック擁壁（通常ブロック塀を擁壁利用したもの）が前面道路側に押し出されることにより、建物がより沈下したものと考えられる。1m 程度のブロック擁壁の基礎は、通常、前面の道路面より下 50cm 程度にあると考えられるので、擁壁の基礎が液状化により沈下したため、建物もより大きく傾斜したと考えられる。



写真-8.2.1 建物周辺地盤の陥没  
杭基礎建物（RC造）  
建物周辺の地盤沈下は平均 30cm 程度  
（最大 70cm 程度）



写真-8.2.2 鉄骨造 2 階の建物の不同沈下  
（基礎形式：直接基礎、数十 cm の不同沈下）



写真-8.2.3 液状化による木造建物の被害状況  
(基礎形式：直接基礎、数十 cm の不同沈下)

### 8.3 宅地・擁壁の被害

写真-8.3.1～写真-8.3.2には種々の擁壁の被害状況を示す。ブロック塀の土留めや吹きつけモルタルで覆った擁壁だけでなく、間知ブロックやL型擁壁にも被害が認められた。

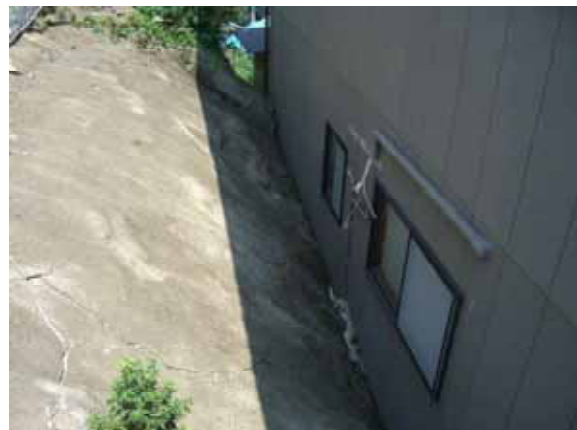


写真-8.3.1 種々の擁壁の被害例

間知ブロックの壁体の破損、コーナー部の破壊や押し出し、  
擁壁の崩壊に伴う隣接住宅への崩土など





写真-8.3.2 種々の擁壁の被害例

コーナー部、増し積み部などに集中しやすい。低い土留めや擁壁上の扉などの場合でも面外方向に対する抵抗機能が乏しく倒壊した例も数多く認められた。



## 9. まとめ

主な調査地点における被害状況を示す。

1) 番神町では、海側及び山側の崖面付近で地盤変動が生じ、多く宅地が危険となっていた。全壁高4~5m程度の間知ブロック積み（練り積み造）の転倒、ブロック土留めの倒壊、L型擁壁の傾斜などにより、崖上及び崖下の建築物にも被害が生じていた。

2) 刈羽村は、前回の新潟県中越地震において砂丘斜面上の住宅・宅地の液状化被害が顕著であったが、今回の地震でも同一の地域で再液状化による被害が発生した。前回の地震で解体撤去された後に新たに建設された住宅において、裏山の崩壊で建物外壁に土砂圧が作用するなど大きな被害が生じた事例も認められた。

3) 松波地区では、液状化による被害が著しく、聞き取り調査などから判断すると周辺一体が1m程度沈下した地点もあると考えられる。最も被害が顕著であった範囲には段差や地割れが生じ、周辺の直接基礎の住宅及び事務所建物に大きな被害をもたらしていた。段差や地割れが顕著であった地点は、地形図において地形等が変化する境界（被覆砂丘（旧地形図では針葉樹林）と三角州）に近い。建物基礎の土留め擁壁が存在し、この擁壁が大きく変形したことで背面地盤上の建物の不同沈下被害を増大させたと考えられる事例も認められた。

4) 山本団地では裏山のがけの崩壊や周辺全体の地盤変動による被害が顕著であった。液状化によって地下水が1mほど吹き上げられた被害も認められており、液状化がこの地区の住宅・宅地の被害に密接にかかわっていると考えられる。裏山の崩壊、崖下の擁壁が前面側に数十cm押し出されて側溝がつぶれた被害も発生していた。

### 【謝辞】

本調査における地盤調査は、敷地を所有する建築主の方々のご協力により実現したものである。調査の実施に際しては、国際地震工学センターで研修中のJICA研修生並びに敷地基礎分科会・同作業WG関係者（耐震化率向上を目指した普及型耐震改修技術の開発、H18~20）の方々のご協力を得た。林宏一氏（応用地質株）には、JICA研修生（Yu Shinzhou）の研修指導者として、解析等のご協力を得た。また、被災地におけるレベル測定に際しては、大塚研究室（長岡技術科学大学）のご協力を得た。記して感謝する次第である。