

- 1．はじめに
- 2．地震動および地殻変動情報
  - 2．1 地震概要（気象庁 暫定）
  - 2．2 震度分布
  - 2．3 地震動分布（K-Net 資料）
  - 2．4 地震断層
  - 2．5 地震断層と警固断層の関係
  - 2．6 地震変位量（国土地理院資料）
  - 2．7 過去の地震
- 3．玄界島での地震時被害調査の概要と結果
  - 3．1 玄界小・中学校の地盤被害
    - 3．1．1 玄界小学校の地盤被害
    - 3．1．2 玄界中学校の地盤被害
  - 3．2 急傾斜地擁壁の被害状況とその特色
    - 3．2．1 はじめに
    - 3．2．2 急傾斜地擁壁の被害状況
    - 3．2．3 被害の特色
    - 3．2．4 災害復旧への提言
  - 3．3 玄界島遠見山ルートでの地震被害調査結果
    - 3．3．1 調査の目的と調査結果の要旨
    - 3．3．2 調査結果
- 4．西浦地区の斜面被害調査の概要と結果
- 5．志賀島地区の斜面被害調査の概要と結果
- 6．自然・埋立て地盤における液状化調査と港湾施設の被害調査の概要と結果
  - 6．1 はじめに
  - 6．2 液状化発生地点の分布および噴砂の粒度特性
  - 6．3 液状化被害の概要
    - 6．3．1 岸壁・護岸の被害
    - 6．3．2 道路の被害
    - 6．3．3 液状化に伴う地盤の流動
    - 6．3．4 その他の液状化被害
  - 6．4 港湾施設被害の概要
  - 6．5 今後の調査研究方針
- 7．警固断層周辺部の地質・地盤特性と被害調査の概要と結果
- 8．今後の調査方針

## 福岡県西方沖地震による被害調査結果の報告（速報第 3 報）

地盤工学会調査団

## 1. はじめに

去る 2005 年 3 月 20 日(日)に発生した福岡県西方沖の地震により、福岡市を中心とした九州北部地域において多大な被害が発生した。地盤工学会では、調査委員会（委員長：善功 企 九州大学教授・西部地区自然災害資料センター長）を組織し、地震発生直後から精力的な調査活動を行ってきた。その調査結果は、3 月 22 日(火)に「初動調査結果(第一報)」、3 月 26 日(土)に「調査結果第二報」として、地盤工学会の HP にアップロードされている。第二報には、玄界島、福岡市内中心部および福岡市沿岸域を土木学会調査団(団長：大塚久哲・九州大学教授)と合同で調査し、その夕方に開かれた記者発表の内容が掲載されている。その時点での調査結果から言えることを 4 つの項目に分け、社会に向けて情報発信している。

本報は、26 日以降に行われた調査を含めて今までに実施した調査から、地震動、玄界島の小・中学校の地盤被害と急傾斜地の擁壁被害、西浦地区と志賀島における斜面災害、福岡市沿岸域の液状化被害と港湾施設の被害などについて、その状況および想定される被災原因等を地盤工学的な視点から速報（第三報）として報告するものである。まだ十分な考察や検討ができていない部分も多々あるが、現段階での速報的な調査結果であることをご理解頂きたい。調査結果をとりまとめ、互いに情報を共有し、共通的な認識をもつことによって、今後より効果的な調査活動が行えるものと考えている。

表 1.1 は、実質的な調査および結果のとりまとめを行った団員をまとめている。図 1.1 は、今回報告をする調査地点や範囲を示したものである。



図 - 1.1 調査領域の概要

表 - 1.1 地盤工学会調査団 名簿

氏名	所属機関	所在地・e-mail
善 功企(団長)	九州大学大学院工学研究院 建設デザイン部門	〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 Tel. & Fax 092-642-3316 e-mail:zen@civil.kyushu-u.ac.jp
安福規之(幹事)	九州大学大学院工学研究院 建設デザイン部門	〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 Tel. 092-642-3284 e-mail: yasufuku@civil.kyushu-u.ac.jp
落合英俊	九州大学大学院工学研究院 建設デザイン部門	〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 Tel. 092-642-3283 e-mail: ochiai@civil.kyushu-u.ac.jp
陳光斉	九州大学大学院工学研究院 建設デザイン部門	〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 Tel. & Fax 092-642-4406 e-mail: chen@civil.kyushu-u.ac.jp
大嶺聖	九州大学大学院工学研究院 建設デザイン部門	〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 Tel. & Fax 092-642-3285 e-mail: oominecivil.kyushu-u.ac.jp
笠間清伸	九州大学大学院工学研究院 建設デザイン部門	〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 Tel. & Fax 092-642-4399 e-mail: hiramatu@civil.kyushu-u.ac.jp
小林泰三	九州大学大学院工学研究院 建設デザイン部門	〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 Tel. & Fax 092-642-3285 e-mail: t-koba@civil.kyushu-u.ac.jp
永瀬英生	九州工業大学工学部 建設社会工学科	〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 Tel. & Fax 093-884-3111 e-mail: nagase@civil.kyutech.ac.jp
廣岡明彦	九州工業大学工学部 建設社会工学科	〒804-8550 北九州市戸畑区仙水町 1-1 Tel. & Fax 093-884-3113 e-mail: ahirooka@civil.kyutech.ac.jp
佐藤研一	福岡大学工学部 社会デザイン工学科	〒814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1 Tel. 092-871-6631 (内線 6464) Fax 092-865-6031 e-mail: sato@fukuoka-u.ac.jp
烏野 清	九州共立大学工学部 土木工学科	〒807-8585 北九州市八幡西区自由ヶ丘 1-8 Tel. & Fax 093-693-3226 e-mail: uno@kyukyo-u.ac.jp
前田良刀	九州共立大学工学部 土木工学科	〒807-8585 北九州市八幡西区自由ヶ丘 1-8 Tel. & Fax 093-693-3229 e-mail: maeda@kyukyo-u.ac.jp
岩尾雄四郎	佐賀大学理工学部 都市工学科	〒840-8502 佐賀市本庄町 1 Tel. 0952-28-8687 e-mail:iwaoy@cc.saga-u.ac.jp
林 重徳	佐賀大学低平地研究センタ ー	〒840-8502 佐賀市本庄町 1 Tel. 0952-28-8627 e-mail:hayashi@ilt.saga-u.ac.jp
坂井 晃	佐賀大学理工学部 都市工学科	〒840-8502 佐賀市本庄町 1 Tel. 0952-28-8572 e-mail: sakaia@cc.saga-u.ac.jp
柴 錦春	佐賀大学低平地研究センタ ー	〒840-8502 佐賀市本庄町 1 Tel. 0952-28-8580 e-mail: chai@ilt.saga-u.ac.jp
日野剛徳	佐賀大学低平地研究センタ ー	〒840-8502 佐賀市本庄町 1 Tel. 0952-28-8612 e-mail: hino@ilt.saga-u.ac.jp
平松浩三	(株)ウエスコ	〒700-0003 岡山市島田本町 2-5-35 Tel. 086-254-2460 e-mail: k-hiramatsu@wesco.co.jp
田上 裕	基礎地盤コンサルタンツ(株) 九州支社	〒814-0022 福岡市早良区原 2-16-17 Tel.092-831-2512 Fax.092-831-5445 e-mail: tanoue.yutaka@kiso.co.jp

古閑美津久	国際航業(株) 九州支社	〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 3-6-3 e-mail:
松浦一樹	(株)ダイヤコンサルタント九州支社	〒812-0018 福岡市博多区住吉 2-9-2 ニッセイ同和損保博多ビル e-mail: K.Matsuura@diaconsult.co.jp
矢ヶ部秀美	(株)ダイヤコンサルタント九州支社	〒812-0018 福岡市博多区住吉 2-9-2 ニッセイ同和損保博多ビル e-mail:H.Yakabe@diaconsult.co.jp
岩本直樹	(株)ダイヤコンサルタント九州支社	〒812-0018 福岡市博多区住吉 2-9-2 ニッセイ同和損保博多ビル e-mail: N.Iwamoto@diaconsult.co.jp
山口弘志	中央開発(株)九州事業部	〒814-0103 福岡市城南区鳥飼 6-3-27 e-mail: yamaguchi.h@ckcnet.co.jp
木寺佐和記	西日本技術開発(株)	〒810-0004 福岡市中央区渡辺通り 1-1-1 電気ビルサンセルコ別館 10階 Tel.092-737-5310 Fax. 092-737-5318 e-mail: s-kidera@wjec.co.jp
佐藤秀文	日本地研(株)	〒816-0094 福岡市博多区諸岡 5丁目 25-25 e-mail: satohi@chiken.co.jp
橋村賢次	日本地研(株)	〒816-0094 福岡市博多区諸岡 5丁目 25-25 e-mail:hasimura@chiken.co.jp
山内淑人	(財)地域地盤環境研究所 九州地盤環境研究所	〒810-0074 福岡市中央区大手門 3丁目 5-1 大手門第一法規ビル 5F Tel. 092-762-8650 Fax. 092-726-3877 e-mail:yamauchi@kyushu.geor.or.jp
和田 弘	ライト工業(株)九州支店	〒812-0043 福岡市博多区堅粕 1丁目 28-44 e-mail:hiromu_w@raito.co.jp
小野山祐治	ライト工業(株)九州支店	〒812-0043 福岡市博多区堅粕 1丁目 28-44 e-mail:yjonoyama@nifty.com
内田 宏	ライト工業(株)九州支店	〒812-0043 福岡市博多区堅粕 1丁目 28-44 e-mail:h-uchida@raito.co.jp

## 2. 地震動および地殻変動情報

### 2.1 地震概要（気象庁 暫定）

時間： 2005年3月20日10時53分  
 震源地： 福岡県西方沖（33.90°N、130.20°E）  
 深さ： 9km  
 規模： M7

### 2.2 震度分布

震度5弱以上の市町村は表-2.1に示されている。図-2.2に震度分布が示されている。注目すべき点としては、震度6弱の福岡市と佐賀県みやき町の間には震度4の幅広い地域が存在し、地盤の地震への応答特性が現れていると考えられる。

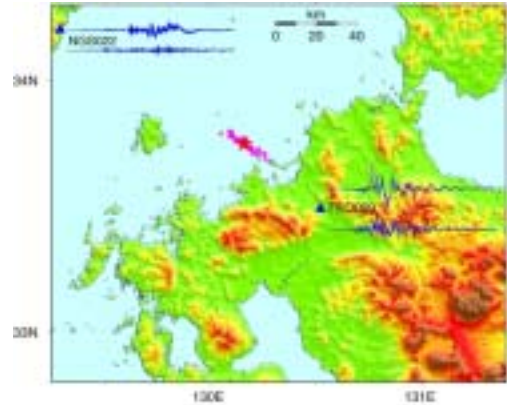


図 - 2.1 震源位置図(東大地震研 HP より)

表 - 2.1 震度5弱以上の各市町村（内閣府報告より）

震度6弱	福岡県	福岡市(中央区、東区)、前原市
	佐賀県	みやき町
震度5強	福岡県	須恵町、新宮町、志摩町、大川市、福岡市(西区、早良区)、碓井町、春日市、久留米市、久山町、粕屋町、二丈町、穂波町
	佐賀県	上峰町、七山村
	長崎県	杵岐市
震度5弱	福岡県	福岡市(博多区、城南区)、大野城市、若宮町、高田町、福津市、柳川市、夜須町、篠栗町、志免町、遠賀町、宗像市、大島村、小郡市、朝倉町、うきは市(旧浮羽町)、大木町、那珂川町、宇美町、中間市、直方市、飯塚市、筑穂町、大刀洗町
	佐賀県	久保田町、千代田町、白石町、小城市、唐津市、鳥栖市、諸富町、川副町、神埼町、嬉野町、多久市、大和町、三田川町、三瀬村、江北町、東与賀町、北方町
	大分県	中津市

### 2.3 地震動分布（K-Net 資料）

平戸：355Gal 鎮西：329Gal 唐津：316Gal 福岡：276Gal 飯塚：265Gal  
 前原：260Gal 久留米：239Gal 玄海：228Gal 行橋：213Gal 松浦：205Gal  
 大名：489Gal (株式会社建設技術研究所データ)

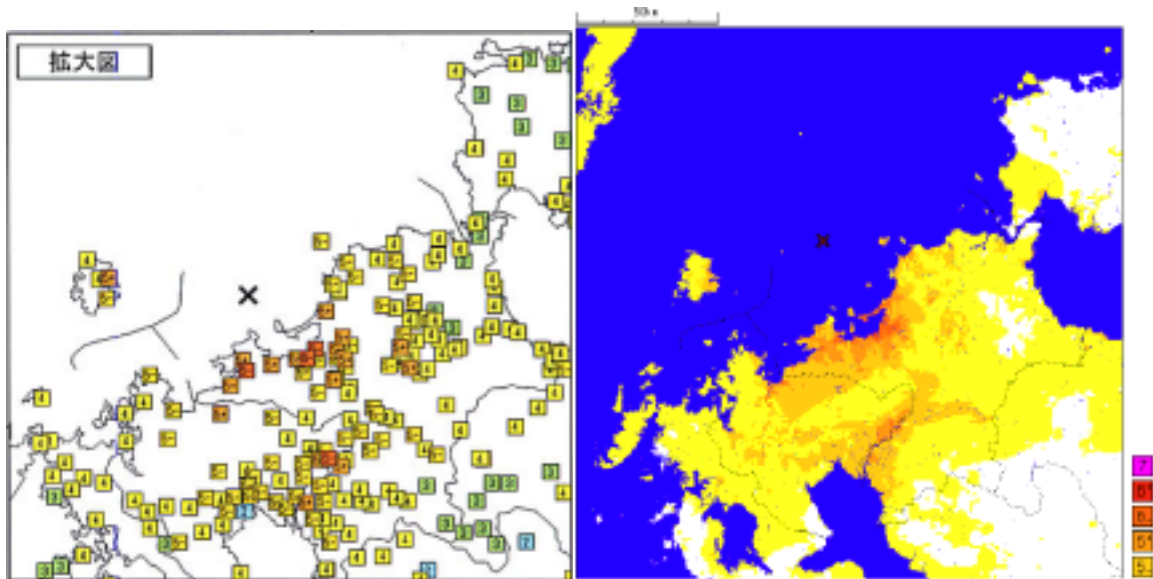


図 - 2.2 震度分布（気象庁資料より）

### 2.4 地震断層

地震断層は図 - 2.3 に示す北西 - 南東方向のほぼ垂直に立った断層面を持つ左横ずれ断層である。IRIS-DMC から収集した広帯域地震計記録 (P 波上下動 31, SH 波 4) を用いた解析結果、下記のような震源パラメータが得られた (東大地震研)。

走向角:  $302^\circ$

傾斜角:  $87^\circ$

深 さ:  $H = 12 \text{ km}$

すべり角:  $-5^\circ$

断層面積:  $S = 15 \text{ km} \times 15 \text{ km}$

食い違い:  $D_{\text{max}} = 1.4 \text{ m}$

地震モーメント  $M_0$   $8.7 \times 10^{18} \text{ Nm}$

モーメントマグニチュード:  $M_w = 6.6$

破壊継続時間 (主破壊):  $T = 8 \text{ s}$

また、GPS 連続観測で得られた地震時の地殻変動から推定される断層モデルは以下のようになっている (国土地理院)。

走向角:  $303^\circ$

傾斜角:  $81^\circ$

深さ:  $H = 0 \text{ km}$

すべり角:  $-4^\circ$

断層面積:  $S = 30 \text{ km} \times 20 \text{ km}$

食い違い:  $D_{\text{max}} = 0.56 \text{ m}$

地震モーメント  $M_0$   $8.7 \times 10^{18} \text{ Nm}$

モーメントマグニチュード:  $M_w = 6.6$

以上求められた地震のモーメントマグニチュード ( $M_w 6.6$ ) と比べると、気象庁のマグニチュード ( $M_j 7.0$ ) はやや大き目に求まっている。これは、1)  $M_j$  と  $M_w$  の推定に用いる地震波の周期帯の違い; 2) 西南日本の表面波の距離減衰項の補正がまだ完全ではないこと; 3) 用いた観測点分布 (震源距離、場所) の違いなど複数の原因が挙げられる。

## 2.5 地震断層と警固断層の関係

今回の地震の震源地は福岡市に既存の警固断層に非常に近いので、両者の関係について以下のような見解が報道された。

1) 地震の余震域(今回の地震を引き起こした海底活断層, 以下海底活断層と称する)は、警固断層の走向延長方向に位置し(図 - 2.4), 性状が類似する(表 - 2.2)ことから、両者の関連が指摘された(3/22 読売九州版 HP 記事)。

2) 地震調査研究推進本部・地震調査委員会は、余震域(海底活断層)南西端は、警固断層の北西端と 10 km 以上離れていることから、海底活断層と警固断層は別の断層であるとの見解を示した(3/22 読売九州版 HP 記事)。

注: 地震・活断層研究の分野では、過去の事例から 2 条の活断層が 5 km 以上離れていると、別の起震断層とみなしている(図 - 2.5, 例えば松田(1990))。

3) また、余震域(海底活断層)の北東約 4 km の地点には、海上保安庁水路部(1996)により、活断層及び向斜軸(以下、海保断層と称する)が図示されているが、余震域とは一致しない(図 - 2.4)ことから、地震調査委員会は、今回の地震は、警固断層、海保断層とは別の未知の活断層が引き起こしたとの見解を示した(3/21 朝日 HP 記事)。

4) 旧地質調査所・海洋地質部が 1985 年 6 月に実施した海洋地質調査データによると、余震域の直上に北東上がりの海底面の段差が認められている(図 - 2.4, 図 - 2.6)。また、海上保安庁水路部(1996)は、警固断層北西延長上の博多湾内に、垂直変位が不明な推定断層を図示している(図 - 2.7)。

5) 福岡市断層調査研究会(1998)は、上記海上保安庁水路部(1996)とほぼ同じ地点で地層の引きずり込みを確認しており、警固断層が博多湾まで約 3.5 km延長するとしている。今後、海底活断層、警固断層、海保断層の連続関係を確認するには、博多湾及びその周辺海域での詳細な調査が必要である。

地震調査委員会・津村委員長は、「余震も順調に減少してきており、経過を注意する必要はあるものの、今回の地震が警固断層に大きな影響を与えていることはない」としている(3/22 読売九州版 HP 記事)。一方、(独)産業総合研究所・活断層研究センターによると、今回の地震で警固断層に数 bar 程度の負荷が増加し、警固断層が活動しやすくなった点を指摘しており、ここ数年間注意が必要である。

表 - 2.2 断層諸元比較表

	海底活断層	警固断層 <sup>*1</sup>	海保断層 <sup>*2</sup>
走 向	NW - SE <sup>*3</sup>	NW - SE	NW - SE
傾 斜	鉛直 - 高角度東傾斜 <sup>*4</sup>	鉛直 - 高角度東傾斜	ほぼ鉛直
長 さ	約 22 km <sup>*5</sup>	18.5 km	約 10 km
変位の向き	左ずれ <sup>*6</sup>	西上がり左ずれ	東上がり・西上がり <sup>*8</sup>
単位変位量	0.56 - 1.4m <sup>*7</sup>	0.7 - 0.9m	-
最新活動時期	2005.3.20	約 5,000-16,000 年前	約 7,500 - 10,000 年前
平均活動間隔	-	約 15,000 - 26,000 年	-
平均変位速度	-	4 - 7 cm/1,000 年	-

\*1)福岡県(1996)による

\*2)海上保安庁水路部(1996)による

\*3)余震域の走向を読み取り

\*4)例えば東大地震研，国土地理院解析結果

\*5)防災科研 Hi-net の余震データを図 - 2.4 から読み取り

\*6)例えば気象庁資料

\*7)例えば東大地震研，国土地理院解析結果

\*8)横ずれのため、見かけ東上がりになったり西上がりになったりすると考えられる

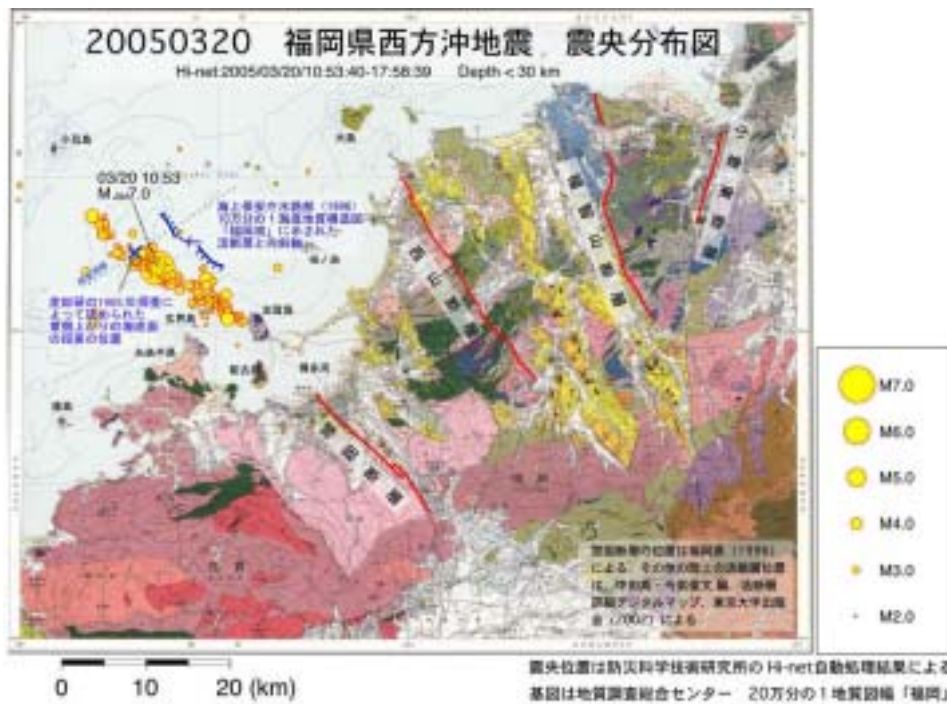
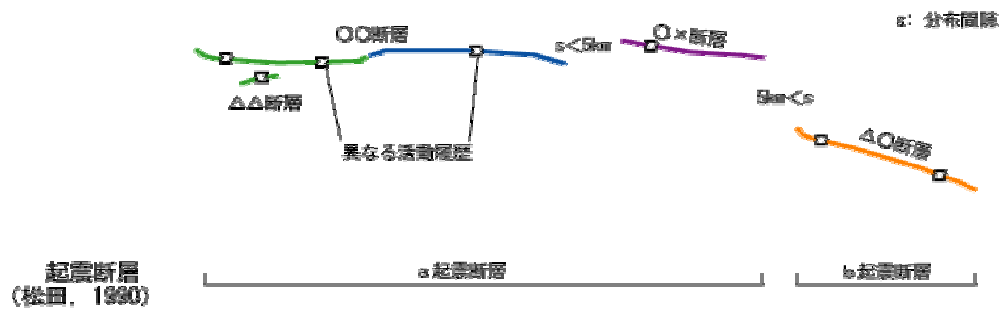


図 - 2.4 震央位置及び周辺の活断層位置図

活動セグメント A B C (活断層研究センターHP より)

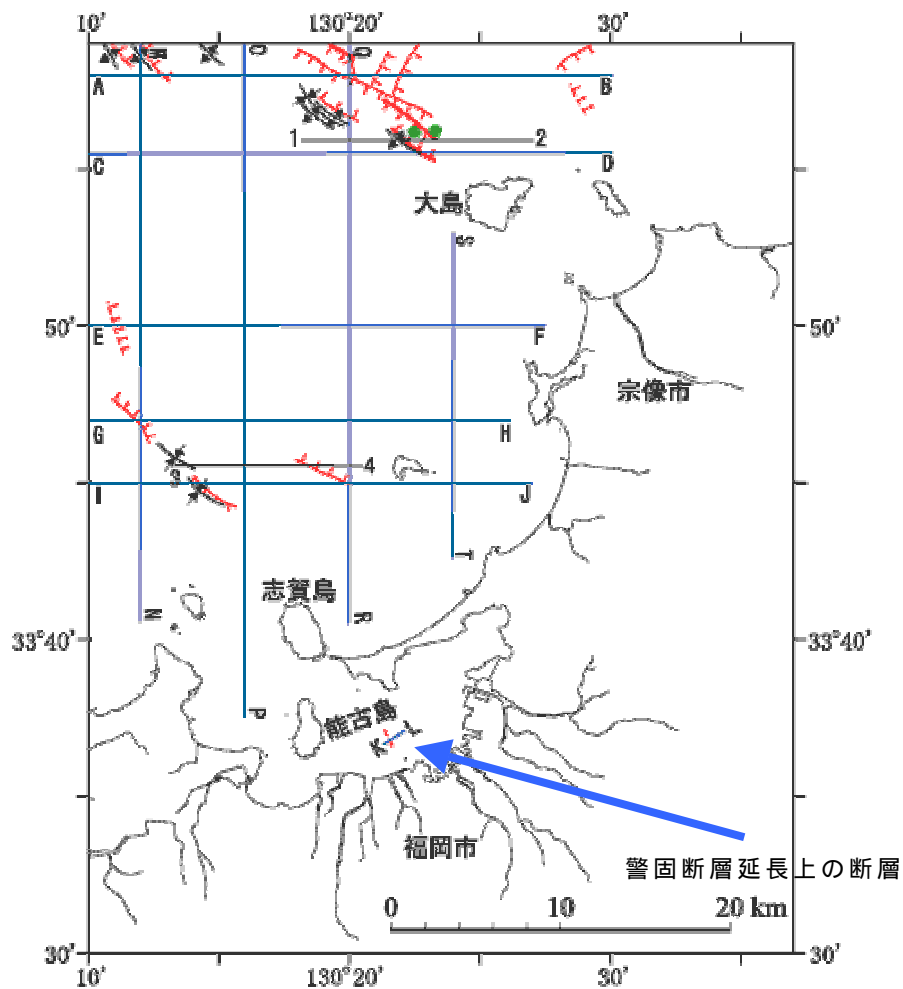


起震断層と活動セグメントの模式図

図 - 2.5 起震断層と活動セグメントの模式図 (活断層研究センターHP より)







- 凡例
- Ⅱ層以下を切る断層
  - - 垂直変位が不明な推定断層
  - Ⅲ層以下を切る断層 (破線は推定断層)
  - ピストンコアリング位置
  - ↗ 向斜軸
  - ↖ 背斜軸
  - K—L 地層断面測線
- 赤色で示した断層は  
50万年前以降に活動  
した可能性がある活断層

図 - 2.7 博多湾海底地質構造図 (海上保安庁 HP より)

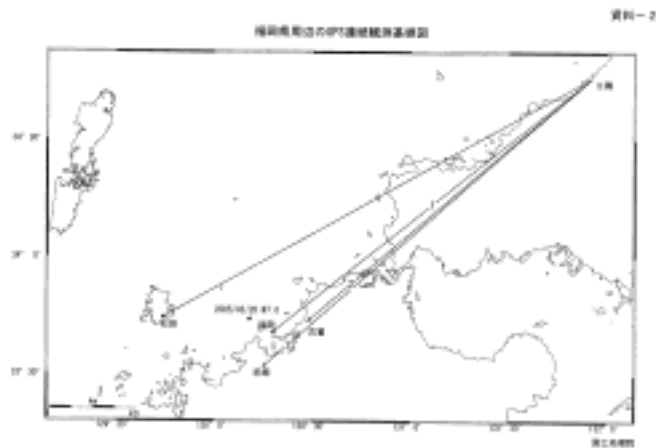


図 - 2.8 GPS 観測基線 (国土地理院資料)

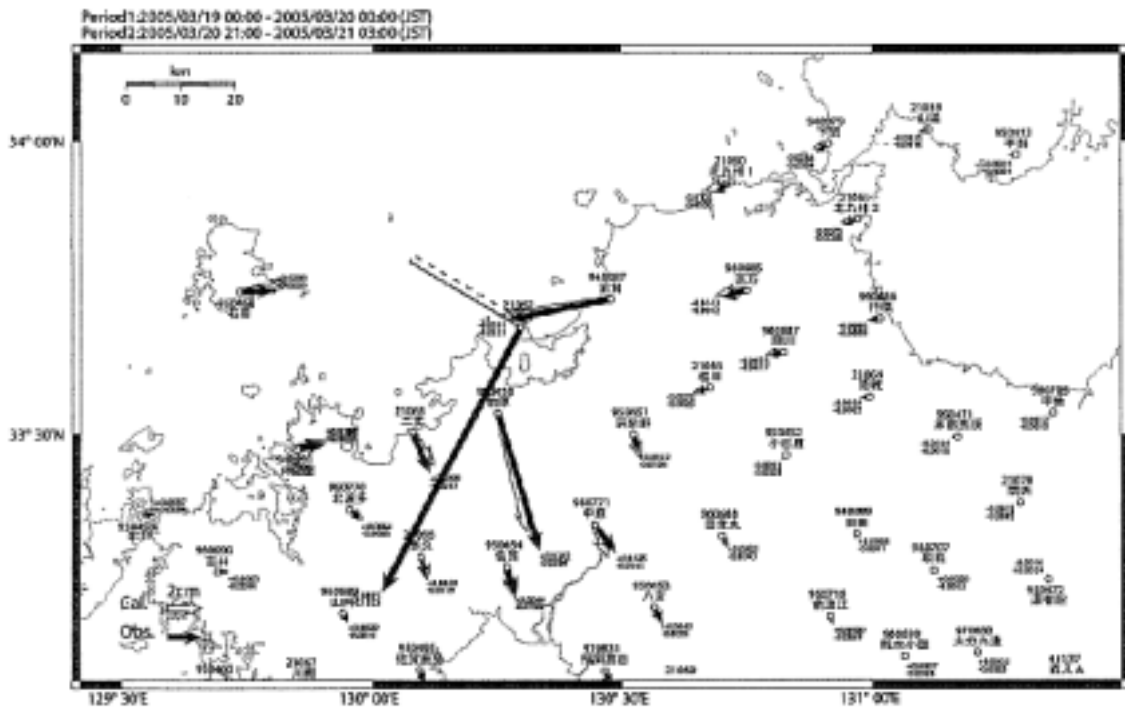


図 - 2.9 地震時の地殻変動（観測と計算値、国土地理院資料）

## 2.7 過去の地震

福岡市周辺では、1898年にM6.0、1929年にM5.1の地震が、また壱岐周辺では1700年にM7の地震が発生していた。

## 引用文献

- ・ 福岡県(1996)：西山断層系，水縄断層系及び警固断層系に関する調査委託報告書．第 編 警固断層系についての調査結果 平成 8 年 12 月．p136．
- ・ 福岡市断層調査研究会(1998)：福岡市市民局 第 3 次警固断層調査業務委託報告書．
- ・ 海上保安庁水路部(1996)：10 万分の 1 海底地質構造図「福岡湾」．
- ・ 松田時彦(1990)：最大地震規模による日本列島の地震分帯図．地震研彙報，vol.65，p.289-319．

### 3. 玄界島での地震時被害調査の概要と結果

#### 3.1 玄界小学校・中学校の地盤被害

##### 3.1.1 玄界小学校の地盤被害

玄界小学校の敷地は、図-3.1 に示すように標高 60m 前後の南南東向き斜面に盛土をして造成されている。小学校は、南に開く港のある集落からは北東方向の高台に位置している。地形的には、島の背骨的な山体（最高峰の標高 218.3m）が北北西 - 南南東に延びているが、そのちょうど南南東の端の斜面に当たる。地形的な特徴として、海岸から標高 50m 前後までは急傾斜面なのだが、遷急線があり、そこから標高 70m までは一旦なだらかな斜面となる。この面に小学校の他、愛宕神社、玄界島公園、配水施設などの公共施設がある。小学校は、このなだらかな斜面が最も広がった箇所に建設されたと推定される。斜面は標高 70m からは、また勾配が急となり標高 120m ぐらいまで急斜面が続く。更にその上位は玄武岩のなすメサ状のゆるやかな斜面となっている。

地盤被害としては、図-3.2 に示す西側の玄関付近の盛土擁壁（石積み擁壁）が瓦解して一部校舎の基礎に影響しているものを除けば、東側のグラウンドに生じている開口クラックや段差が顕著な地盤被害である。

グラウンドに生じている主なクラック（写真-3.1）は、グラウンド端に設けられている石積み擁壁とほぼ平行に走っており、主なクラックは 3 条で派生したクラックも入れると断面図では 5 条を確認している。また、グラウンドの南端付近には明らかに周辺地盤に比べて凹んでいる沈下領域が観察される。

また、このグラウンドの沈下が以前から徐々にあったと類推される痕跡が認められた。校舎側からグラウンドに下りるコンクリート製の階段に、今回の地震動での直接的な変形ではなく、以前から何度も修復された跡が見受けられる。階段が折れ曲がるような変形をしており、その原因は定かではないが、グラウンドに生じた沈下領域がこの階段の変形位置に連なることから、盛土地盤の一連の沈下現象（材料が良くなかったか、水が廻りやすい構造がある）の可能性が高い。

小学校の南側境界には 3m~7m の擁壁が設けられている。西側から校舎に平行な南向きのり面はテンサーを用いた補強土壁、校舎を過ぎて離れの教室がある下のり面南南東向きのり面ではブロック積み擁壁、グラウンド下の 7m に及ぶのり面は石積み擁壁（モルタルによる間詰め）が設けられている。補強土壁は材料のテンサーの損傷はあるものの変位を吸収して破壊までには至っていない。ブロック積み擁壁は目地部から前へせり出す変形が見られる。石積み擁壁は頭部が倒れるような変形を見せており、擁壁天盤で地山と最大 6cm の開きを生じている（写真-3.2）。石積み擁壁の一部に縦クラックが発生しているが開口幅は数 mm と小さい。

グラウンド上の配水施設下にある通学路にも盛土側が沈下するような変状があり、更に配水施設はコンクリート製の直壁（L 型擁壁）であるが、側面で転倒するようなズレが観察できる。

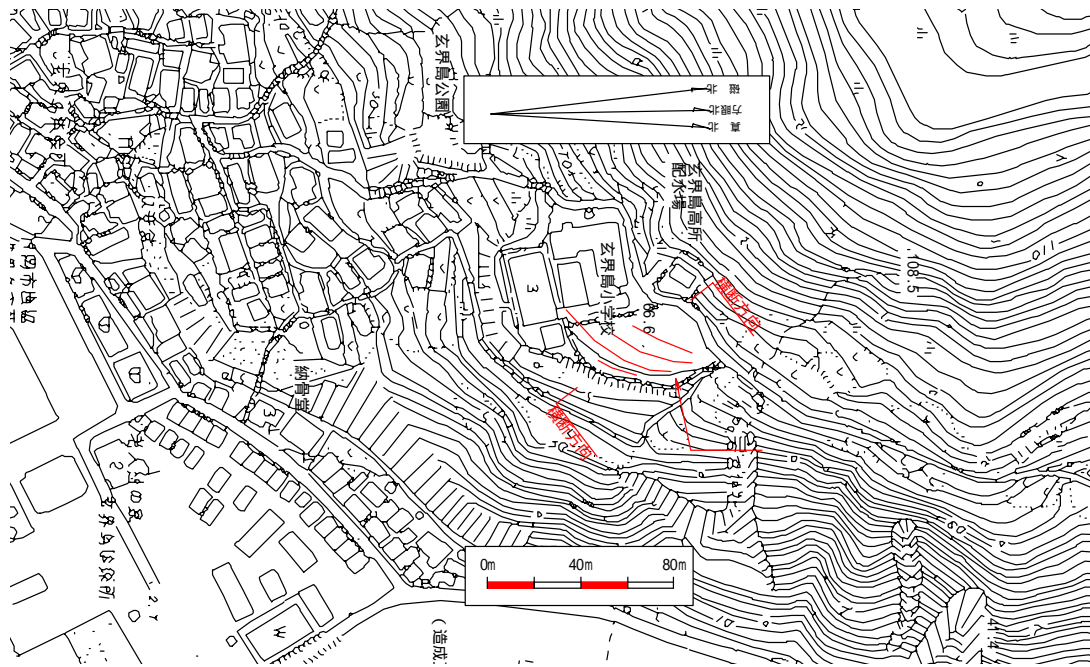


図-3.1 玄界島小学校の地形図

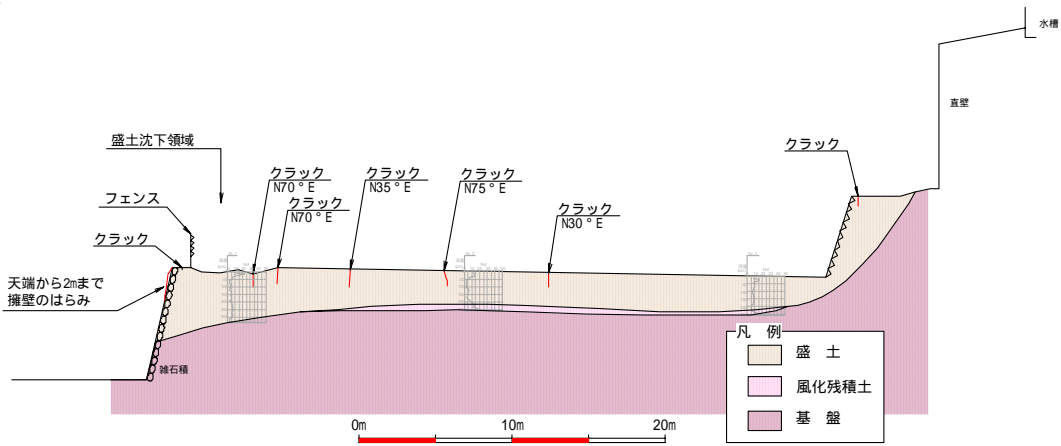


図-3.2 玄界島小学校の地層断面図



写真-3.1 グランドのクラック状況



写真-3.2 擁壁変状状況

### 3.1.2 玄界中学校の地盤被害

玄界中学校の敷地は、標高 40m 前後の東向き斜面を開削・造成されている(図-3.3)。玄界小学校から通学路でほぼ北へ約 250m 離れている。中学校へは島の周回道路から分岐した乗用車が通れる幅員の進入路がある。中学校の敷地より下に、島の配水施設が設けられている。中学校周辺の地形は、玄界島で最も高い標高の平坦な山体の東向き斜面で、深く開析された谷が海に出る前の斜面中腹に当たる。古い時代に崩壊・浸食された地形で、現在は集水地形をしている。標高 50m~60m 間は、小学校付近でも見られる緩斜面があり、そこを利用して敷地が造成されたものと考えられる。

校舎の敷地内の地盤被害としては、2 方向に動きが読み取れるグラウンドの開口クラック群、グラウンド端の石積み擁壁の変状、校舎とグラウンドとの間にあるコンクリート製の階段のすべり(沈下)等がある。

グラウンドの開口クラック(写真-3.3)には、グラウンド東側端の石積み擁壁にほぼ平行に走る 7 条のクラックと狭い範囲ではあるが、校舎方向に円弧状に並ぶ数条のクラックとが認められる。擁壁に平行なクラック群の断面を図-3.4 に示す。この断面で実施した簡易貫入試験の結果によると、グラウンドの広い範囲が風化花崗岩の地山を切り取って整形された部分であり、グラウンド東側の擁壁付近で約 1m の盛土となっている。グラウンドの校舎側に生じている円弧状のクラックは盛土が局部的に厚かったためと考えられる。そのほか、グラウンド周りの構造物に生じている変状としては、グラウンド東側の石積み擁壁の隅角部に明瞭な開口クラック(写真-3.4)が生じており、擁壁が東側へ押し出されたための変位と考える。また、グラウンドから学校への侵入路に向かう階段に大きなズレが生じており、階段側からの力が進入路の路面を沈下させているような動きが見られる。これも剛なものが東側に瞬間的に押し出された形を示しているようである。

グラウンドの土層状況から判断すると、盛土の土圧による変形では十分に説明することができなく、風化花崗岩まで含めた地山の動きが問題となると。この観点で、周辺地山に生じた変状を追跡したところ、次のような現象が見つかり、グラウンドを含む規模の大きな地すべりが生じた可能性があることを指摘した。

#### 海岸からの進入路付近の落石・崩壊

海岸から中学校への進入路沿いには、舗装面に圧縮性のクラックが 3 箇所、また落石(雑石積みの崩壊)および表層崩壊(地震性かもしれない)が認められる(写真-3.4)。

#### 周回道路の構造物(擁壁・舗装)の変形

周回道路と進入路との分岐付近では、コンクリート構造物(擁壁や側溝等)に繰り返し補修をしていっている形跡が認められる。

#### 周回道路の崩壊

規模の大きな崩壊が海岸沿いの周回道路に生じている。

通学路より上の斜面の調査で、すべり頭部の特徴的な地形である段差地形、水気の多いところにしか育たない植物の存在、倒木や根曲がりした樹木等が発見された(写真-3.5)。

これらの現象が生じている点を結ぶと図に示すような地すべりブロックが浮かび上がる。特徴的には凸形斜面であること、すべり土塊中腹に緩斜面を伴っていることが挙げられる。

これらの変状を更に詳細に調査すると共に、地すべりの可能性があるかと判断されれば、地すべり対策に向けた調査計画を提案したい。

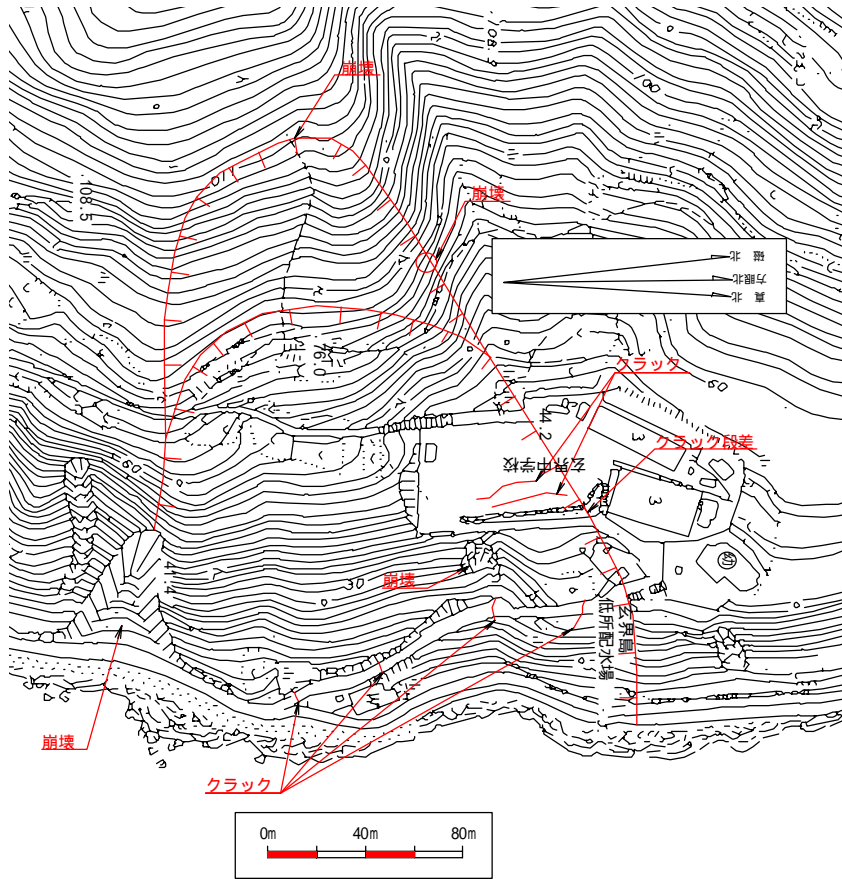


図-3.3 玄界中学校の地形図

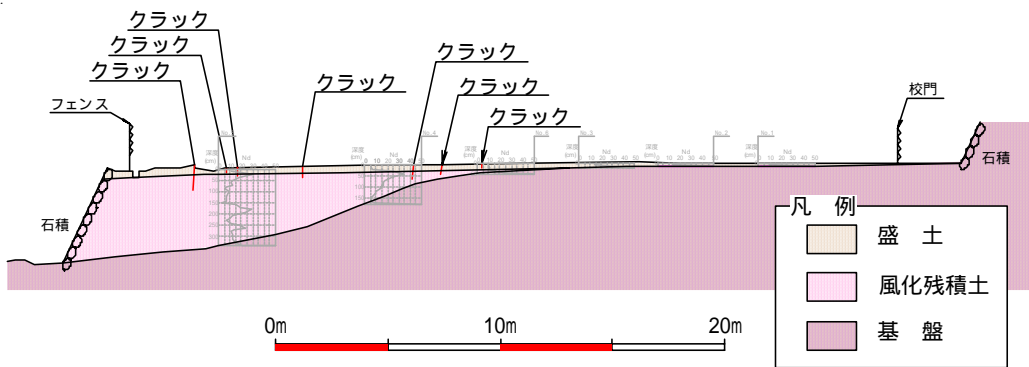


図-3.4 玄界島中学校の断面図



写真-3.3 グラウンドのクラック



写真-3.4 擁壁の縦クラックおよび路面の隆起



写真-3.5 地すべり想定ブロックの頭部崩壊

## 3.2 急傾斜地擁壁の被害状況とその特色

### 3.2.1 はじめに

2005年3月20日に発生した福岡沖地震は、玄界島（福岡市西区）の北西沖約8km、深さ約9kmを震源としている。この地震の震源地に近い玄界島では百七十三棟が全半壊、住民のほぼ全員である約七百人が島外へ避難した。

特に、写真-3.6に示すように斜面に密集して建てられた家屋が多い玄界島では、宅地擁壁と宅地の被害が甚大であった。ここでは、3月26日に地盤工学会、土木学会の合同で行った玄界島第一次調査における急傾斜地擁壁等の被害調査結果についてまとめる。

### 3.2.2 急傾斜地擁壁の被害状況

急傾斜地に構築された玄界島の宅地擁壁やのり面工について14箇所の調査を行った。

#### (1) 宅地擁壁

玄界島の宅地擁壁の特徴は、ほとんどが海岸から上げた雑石（玄武岩玉石 500mm前後）を積み上げた擁壁であるということである。

この石の積み方には2通りあり、雑石を積み上げて間詰めコンクリートが施されていない空石積み方式とコンクリートで間詰めした練り積み方式とがある。（写真-3.7、写真-3.8）

宅地擁壁のほとんどが練り積み方式であるが、空積み方式も数箇所あり、崩壊している。また、同じ練り積み方式でも、背面の地盤や基礎地盤によって崩壊や変状の度合いが異なっている。

#### (2) 公共施設擁壁

公共施設では重力式コンクリート擁壁（写真-3.9）やコンクリートブロック積み擁壁（写真-3.10）が主として施工されている。これらは、比較的損傷が少ない傾向にあった。一定の基準をもって設計・施工された公共構造物は被害が少ないと言える。また、少ない例ではあるが、ジオテキスタイル（テプサー）を用いた補強盛土壁（写真3.11）が2例あった。この補強盛土壁の被害は、補強材の露出部が部分的に破断しているが、崩壊までには至っていない。







### (3) その他（のり面工他）

急傾斜対策事業としてののり面工について、現地調査を2箇所行った。1箇所は吹付のり枠工(写真-3.12)での施工, もう1箇所は上部が吹付のり枠工で下部がアンカー付き擁壁工(写真-3.13)である。何れも吹付のり枠工の鉄筋コンクリートはり自体に損傷はないが、のり面工全体が地震動により前方に押し出されている。このため擁壁等の隣接構造物に開口亀裂が発生したり、付帯するモルタル吹付工にクラックが発生したりしている。しかし、のり面の崩壊までには至っていない。

アンカー工は、のり枠工下部のコンクリート擁壁に設置されているが、地震動により過剰な張力が発生し、頭部定着くさびがスリップしている。アンカーテンドンの破断は生じていないが、補修・補強については詳細な調査が必要である。



### 3.2.3 被害の特色

玄界島の急傾斜地は南向きである。地震動は北西-南東の断層面に沿った横ずれ地震で発生したため、南面の擁壁やのり面の被害が顕著である。宅地擁壁の角部では、写真-3.14 に示すように側面部に開口亀裂が発生している。

宅地の地盤はマサ土が主体であり、崩壊部には未風化の花崗岩は見受けられない。また、盛土・切土境界が明確ではないが、一般に擁壁背面は盛土であることが多いと想定される。のり面部については、切土と推察される。擁壁の崩壊面での地盤の状態を観察するとかなりルーズである。



今回の地震による急斜面上の構造物である擁壁等の被災状況や特色をまとめるに当たり、被災状況に影響を与えた素因には、擁壁構造の違い、擁壁やのり面の向き、擁壁基礎地盤や背面地盤が切土であるか盛土であるか、また、その量の違いなどが考えられる。

地表踏査の結果からこれらの素因と各構造物の被害の状況および特色の関係についてまとめると、表-3.1のように表すことができる。

表 - 3.1 擁壁およびのり面の被害状況・特色のまとめ

タイプ	雑石空積み擁壁	雑石練り積み擁壁	コンクリートブロック積み擁壁	重力式コンクリート擁壁	補強土(テンサー巻き込み式)	切土のり面工	
						吹付のり砕工	アンカー工
概略図							
頻度・適用箇所	数箇所あり(宅地)	多数あり(宅地)	数箇所あり(主として公共施設)	数箇所あり(主として公共施設)	2箇所(公園, 学校)	3箇所(急傾斜対策事業)	1箇所(急傾斜対策事業)
高さ・勾配と被害状況	1mの高さでも崩壊しているところがあり, 主に1:0.1勾配。	1.5mの高さではクラック程度で収まっている。2.7m程度で崩壊している箇所がある。1:0.3勾配。	5m程度まででは縦クラックが発生する程度。1:0.4勾配。	2mまでの重力式擁壁がある。若干前に転倒し, 背面が開く程度。1:0.3勾配。	3mの高さで1:0.4勾配, はらみ出しと巻き込み部テンサーの切断あり。	のり面勾配1:1.2, 一体となって前に押し出されている。	法面勾配1:1.2, 擁壁勾配1:0.5。アンカー頭部のくさびがスリップして脱落している。
控え幅	控えの幅(擁壁の厚さ)が小さいほど変状が大きくなる傾向にあった。						
背面・基礎の土質	マサ土を主体とした地山あるいは盛土。 明確な判断は難しいが, 基礎の部分が盛土の場合, 大きな被害が生じているように思える。					マサ土の地山。	
向き	東 - 西向きの壁に比べて南向きの壁に損傷が甚大。						
擁壁被害の程度	大  小						
被害写真							

### 3.2.4 現状における震災復旧に向けての留意点

今後の宅地の復旧工事を計画するに当たり、南面の急斜面に現状の宅地復旧を行うには、倒壊家屋の撤去や崩壊がれきの撤去などが必要となる。また、現状の急斜面に擁壁を再構築するには段数が多くなり、造成面積との費用対効果も懸念されるところである。このようなことから、今後の復旧工事を検討する上での留意点をいくつか示す。

- (1) 現在の斜面に宅地を復旧するか、別の平地を造成して代替え地とするかの学術的な検討や全体的に地すべり的な変状が生じているのかどうかの判断には、より詳細な地盤調査が必要である。その上で、現実的な調査計画や復旧計画の立案が必要であろう
- (2) 例えば、南面の斜面を利用した現位置での宅地復旧を行うとすると、区画整理が必要となる。
- (3) この場合、逆T式擁壁などの高盛土に適應した造成面積を広くできる工法は、急峻な斜面域を想定すると有効な方法の1つとして挙げられよう。
- (4) 今回の地震で平地に建った建物の被害が比較的少なかった事を考えると、埋立地を利用して代替え宅地を造成する方法もひとつの案として考えられる。ただし、この場合には液状化判定、液状化防止策、沈下防止等の地盤改良等の処置、あるいは津波への対策等に関係した十分な調査が求められよう。

### 3.3 玄界島遠見山ルート地震被害調査結果

#### 3.3.1 調査の目的と調査結果の要旨

地震被害調査は玄界島集落から玄界島の最高点である遠見山(標高218.3m)にかけてのルート(約700m)について実施した。調査目的と得られた結果および評価の要旨は以下の通りである。

- (1) 玄界島集落の北西背面側斜面における地震被害の把握
  - ・高さ1m以上の空石積み擁壁崩壊を3カ所で確認した。いずれも玄武岩平石を谷積みしている。
- (2) 集落北西側の遠見山で報告されている地割れ等の状況確認と、麓側集落に与える影響の評価
  - ・斜面部の開口亀裂を山頂三角点付近と標高175m~200mにかけての2カ所(計5列)で確認した。
  - ・開口亀裂は地震動によって古い表層崩壊ブロックが南南東へ数十cm動いたことに起因する「表層崩壊ブロックの後背亀裂および側方亀裂」と評価した。
  - ・亀裂は北北西~北西方向に伸びており、開口幅は15~30cm、垂直変位量は20~60cmであった。
  - ・ブロックの移動は地震動による一時的なものと考えられ、古くから表層崩壊を繰り返してきた履歴が残っていることなどから、麓側集落への危急的な影響はほとんどないと評価できる。
- (3) 遠見山の玄武岩キャップロック下限位置と、キャップロック崩壊に起因する斜面崩壊の把握
  - ・玄武岩キャップロックの分布下限は、明確な境界露頭を確認できなかったが、玄武岩特有の暗紫褐色表土の分布と地形の緩急線判読結果から標高140m±10m付近に位置すると推定した。
  - ・キャップロックの崩壊に起因する斜面崩壊は、集落北西斜面では認められなかった。

#### 3.3.2 調査結果

##### (1) 集落北西斜面の地震被害(石積み擁壁崩壊)

図-3.5に示すように、集落北西側で確認した石積み擁壁の被害は、畑地に設けられた空石積み擁壁が2カ所崩壊し、さらに登山道沿いの空石積み擁壁が1カ所で崩壊していた。いずれも崩壊方向は斜面方向で、玄武岩の平石を間詰めなしで谷積みしており、擁壁控えは約20~30cm程度(裏込め無し)であった。

写真-3.14に示すLoc32601の石積み擁壁は、GL-0.7mまで盛土されており、以深礫混じり粘土質砂主体の崩積土からなっていた。崩壊幅は約2.9m、崩壊高さ約1.2m、奥行きは約0.3mであった。盛土の山中式土壌硬度計貫入量(以下貫入量)は約16mm、崩積土の貫入量は約25mmという結果が得られている。

写真-3.15に示すLoc32602の石積み擁壁は、緩いまさ土からなり、崩壊幅は約6.6m、崩壊高さ約2.7m、奥行きは約0.4mであった。まさ土の貫入量は13mmであった。

これらの崩壊箇所から斜面中腹付近の山道にかけては所々で石積み擁壁が崩壊している。

写真-3.16に示す山道沿いLoc32603の空石積み擁壁では、崩壊幅1.4m、崩壊高さ1.4m、奥行き0.6mにわたり崩壊していた。土質は暗褐色の粘土質細砂からなる崩積土で、貫入量は9mmと比較的低い値を示す。

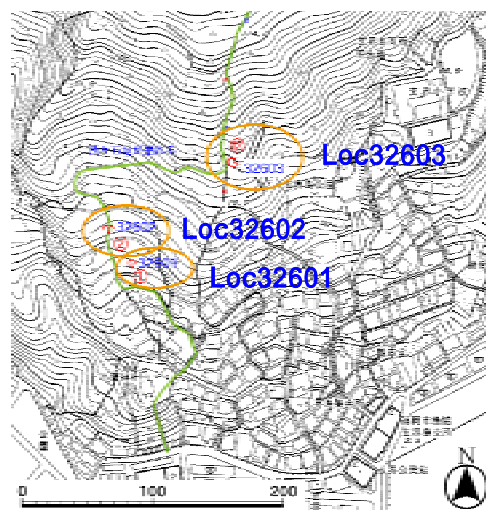


図-3.5  
崩壊石積み擁壁位置(橙丸)



写真 - 3.14 Loc32601 空石積擁壁崩壊状況

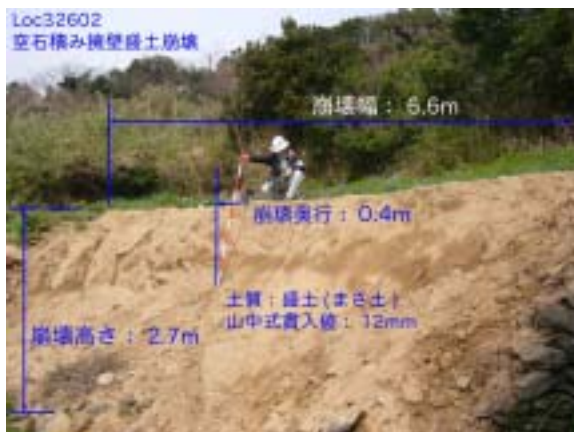


写真 - 3.15 Loc32602 空石積擁壁崩壊状況



写真 - 3.16 Loc32603 登山道沿いの空石積擁壁崩壊状況

## (2) 遠見山における地割れ(開口亀裂)の状況とその評価

遠見山の地割れ(開口亀裂)は、標高175~200mにかけての斜面(Loc32604, Loc32606: 4列)と、標高218.3mの山頂三角点付近(Loc32605: 2列)の合計2カ所でのべ6列の亀裂を確認した。

### a) 標高175m~200m区間斜面における開口亀裂状況

図-3.6に示すように、山頂南側の標高175~200m区間において確認した開口亀裂は合計4列あり、N40°W方向へ南南東に伸びる尾根を切るように、それぞれ5~8m間隔で配列している。北側から2列目の亀裂は標高205m付近を冠頂部とする古い滑落崖と連続しており、この第2列を挟む3列(Loc32606: 写真-3.17~3.19)とやや南側に離れた1列(Loc32604)の合計4列より構成されている。また、尾根の東側では比高3~4mでN20°W方向に伸びる古い滑落崖も認められるが、いずれの亀裂もこの滑落崖の西側で収束している。

現地において確認した開口亀裂の延長は、古い滑落崖から連続する第2列で最大3.2m、その北側の第1列で8m前後南側の第3列で7m、最も南側にある4列は途切れ途切れながらのべ10m程度であった。いずれの亀裂も開口幅15~30cm前後であり、第3列以外の亀裂は南西側ブロックが最大30cm程度沈下し、第2列は北東側ブロックが相対的に30cm程度沈下している。

第4列の近傍に位置する電柱はN10°W方向に傾斜し、その根元が約13cm程度開口していた。他の電柱はほとんど傾斜していないことから、この電柱を含めた亀裂の南西側ブロック(土塊)が十数cm程度の水平変位量をもって南南東方向へ移動した可能性がある。

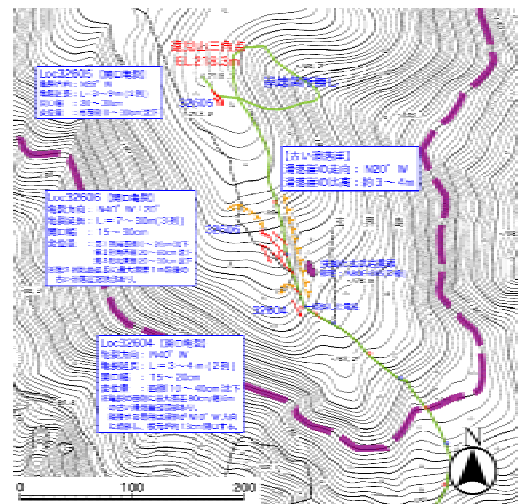


図 - 3.6 開口亀裂位置図

これらの開口亀裂は古い表層崩壊微地形沿いに位置しており、古い表層崩壊ブロックが地震動によって滑動したために生じた後背亀裂・側方亀裂ならびに小規模な滑落崖冠頂部と位置づけられる。表層崩壊の方向は南南東方向(S10°E)と推定される。微地形観察と開口亀裂状況から、表層崩壊は地すべり性の大規模崩壊に発展するおそれはなく、麓集落への影響はほとんどないと評価される。

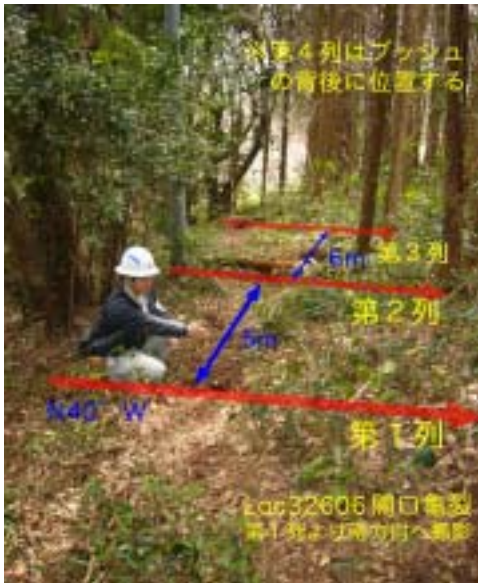


写真 - 3.17 Loc32606(1)北 南 N40°W 方向に並列する開口亀裂



写真 - 3.18 Loc32606(2)西 東 N40°W 方向に伸びる第2列の開口亀裂



写真 - 3.19 Loc32606(3)南 北 古い滑落崖から連続する第2列の滑落崖冠頂部(比高 60cm)



写真 - 3.20 Loc32605 西 東 N55°W 方向に伸びる開口亀裂

#### b) 山頂三角点付近における開口亀裂状況

山頂部Loc32605では、N55°W方向に2列の開口亀裂を確認した。亀裂延長は最大9m、開口幅は20~30cmで南西側のブロックが最大30cm相対的に沈下している(写真-3.20)。亀裂の西側には、比高数十cmの古い不明瞭な滑落崖があり、今回の亀裂は崩壊ブロックの北東側の側方亀裂に相当すると評価される。

#### (3) 遠見山玄武岩キャップロックの分布とその評価

遠見山山頂部には約百万年前に噴出したアルカリ玄武岩が噴出しており(20万分の1地質図幅「福岡」,1993年)、いわゆるキャップロックを形成している。キャップロックの下限付近を起点とした表層崩壊が発生しているケースが多く、この点に留意して地質境界の確認と崩壊箇所の関係を調査した。

踏査の結果、玄武岩キャップロックの下限を示す新鮮な露頭は確認できず、明確な境界の特定はできなかった。踏査で確認した幾つかの玄武岩露頭はいずれも著しく風化して軟質化しており、周辺土壌はこれらの強風化玄武岩に由来する特有の暗紫褐色を呈している。このため風化土壌の分布について調査したところ、標高140mから上下10~20mの範囲まで玄武岩土壌が明確に分布しており、また地形の緩急線もこのレベルにあることから、キャップロックの下限想定線を図-3.7に示すように設定した。

前述の開口亀裂群は全て玄武岩分布域内で確認されているが、玄武岩の節理面(N80E-68S)と開口亀裂の方向(北西)には相関がみられない。また、今回の地震において島の南斜面に限った場合、このキャップロック下限境界を起点としている表層崩壊はみられず、今のところキャップロックに起因する大規模な表層崩壊のおそれはないと評価できる。

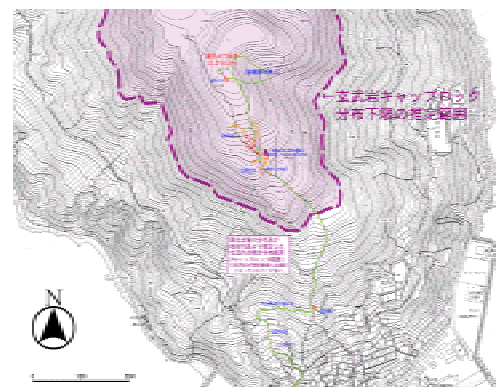


図 - 3.7 玄武岩キャップロックの推定分布範囲



## 4. 西浦地区の斜面被害調査の概要と結果

### 4.1 調査結果（その1）

西浦地区では、民家裏のコンクリートブロック塀が延長 25m で倒壊し、民家に倒れかかっている。この地盤災害が最も規模が大きい。民家に隣接する裏斜面は、南向きの丘陵（標高 56m）性の山体（細尾根）に連なる緩斜面の裾部に当たり、段々畑として利用されている。民家に隣接する畑地と、更に一段高い平坦面に、それぞれ連続するクラックが発生しており、山裾に近い方のクラックの延長は 28m に及んでいる。断面を示すと、図 4-2 のようになる。地質は花崗岩の風化残積土（マサ）で、地山の露頭では砂粒が粗くハンマーで容易に掘れる程度の強さを持っている。畑地の土性はシルト混じりの粗粒砂（人工的な土地改変）であり、現在、サンプリングをした試料を用いて土質試験を実施中である。この民家裏の擁壁の転倒崩壊は、地震時の土圧によるものか、隣接の畑地に生じているクラックを頭部とする円弧すべりか、について現在検討を加えている。

緩斜面を登る林道沿いには、路面または路肩付近に開口したクラックや段差が発生した箇所が多く認められる。盛土が地震動によって切り盛り境よりズレを生じているものであり、崩壊したのり面の向きに特徴はない。盛土材料は周辺のマサ土であり、林道建設時に片切り片盛りで作られ、盛土勾配が 1:1.0 よりきつく、のり高も 3m より高い箇所によく発生している。

民家裏の畑地より上の緩斜面に地すべり性の動きがないかを調査したが、深く削られた木場道（上から伐採木を搬出する際に作られた道）沿いに、小崩壊や落石が認められる程度で、大きな地すべりの徴候は発見できていない。花崗岩の風化したマサからなる山であり、深層風化が進んでいるものの、地すべり性の地形は認められない（段差地形はあるが一時果樹園として人工的に改変された地形である）。

西浦地区災害状況平面図

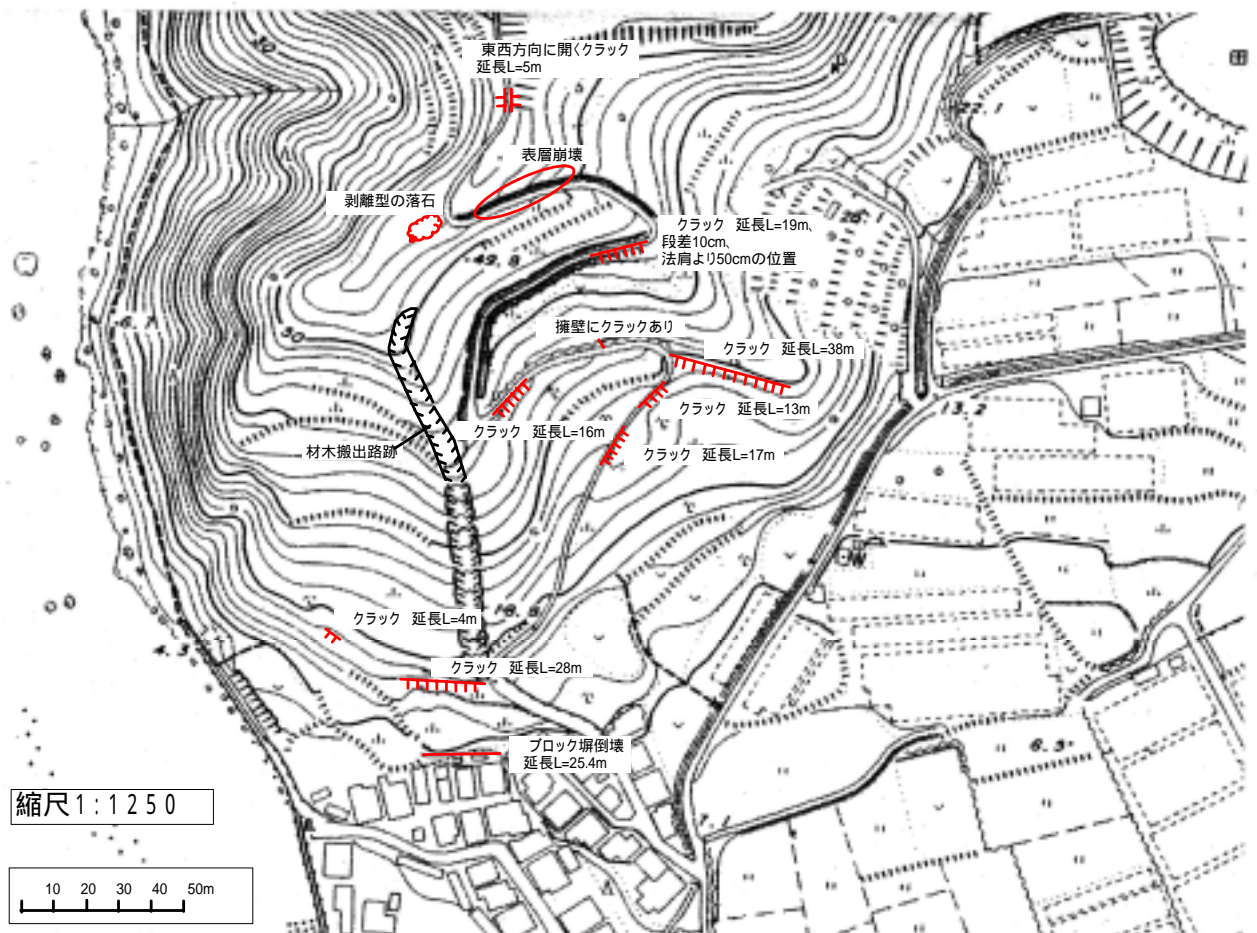


図-4.1 西ノ浦地区地形図



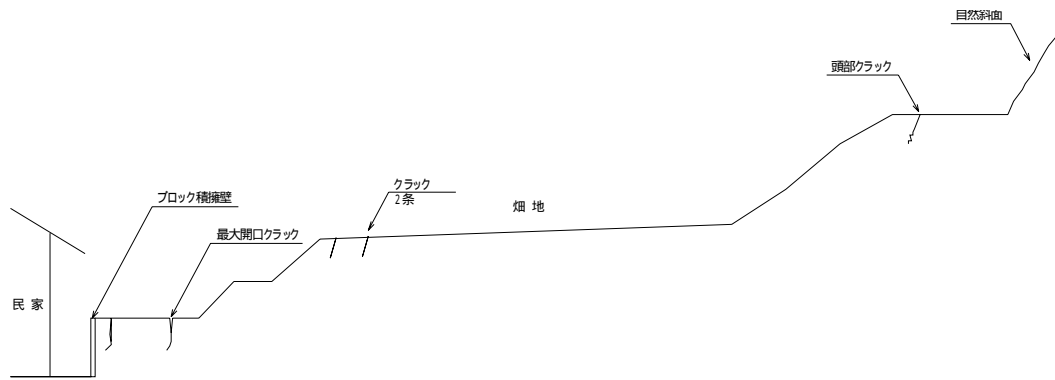


図-4.2 西ノ浦地区斜面断面図



写真-4.1 斜面末端部ブロック積み擁壁の転倒による土砂の流出



写真-4.2 頭部クラック



写真-4.3 斜面端部ブロック塀の崩壊



写真-4.4 斜面端部ブロック塀の崩壊

## 4.2 調査結果(その2)

西浦漁港北側の南向き斜面の地山に、幅約75mに亘りクラックが発生。斜面末端部のブロック積み擁壁(H1.5m)が転倒、集落全体に土砂流出跡が認められた。



写真 - 4.5 西浦地区全景



写真 - 4.6 斜面末端部ブロック積み擁壁の  
転倒による土砂の流出

山腹斜面に発生したクラックの方向性は一定方向ではなく、東 西、南 北、北東 南西方向と規則性は無い。クラック発生箇所は、地形的に急傾斜を呈する斜面上位の平坦面に散在している。



写真 - 4.7 頭部クラック

但し、亀裂発生箇所は地形的に典型的な馬蹄形を呈する地すべり地形を呈しており、その規模は幅150m、奥行き200mと判読できる。

ブロック東側サイド部には木馬道(キンバミチ)も有り、ガリの発達も著しく、その段差地形から旧地すべりサイドクラックに相当するものと考えられる。

地質的には、周辺が風化花崗岩の分布に対して、クラックが散見される。地すべりブロック内は、褐色を呈する崩積土(2次マサ)であり、周辺状況とは明らかに異なる。

クラック発生位置及びその分布状況から、地震により土圧の増大が考えられる急傾斜斜面上位箇所での変状だと考えられ、大きな地塊の移動の可能性は小さいと推測されるが、地形、地質及びクラックの方向性がランダムである点から、土塊が一体となって移動する地すべりの可能性も否定できない。

## 5. 志賀島地区の斜面被害の概要と結果

### (1) 志賀島循環線 西側(弘地区)の斜面災害

#### 【山側斜面】

- ・ 道路は片切り・片盛りの形で建設されている。
- ・ 山側斜面は凸～直線斜面で2箇所の表層崩壊が発生している。
- ・ 地震動によって表面の風化殻が表層崩壊を起こしたもので同時に樹木等がずれ落ちている。崩壊深さはせいぜい30cm以下であり、これは地震動による典型的な表層崩壊と解釈できる。
- ・ 志賀島型の花崗閃緑岩の風化作用は、深層風化型ではなく、表面から浅いところに堅岩(CMないしCHクラスの岩盤)があるものと推定できる。風化殻はシルト混じりの粗粒砂である(一部鬼マサ状・・・ハンマーで容易に潰せる)。
- ・ 崩壊跡には、節理が発達して褐色化した弱風化岩(CLクラス)が現れている。物性的にはN値50以上を示すものと想定される。
- ・ 復旧対策としては、道路面に崩落した土砂・樹木等を除去し、斜面に残留する不安定風殻を整形した後、モルタル吹付等による法面保護工を実施した方が良い。恒久的な対応としては、鉄筋挿入工等による補強土工が考えられる。ただ、周辺の道路のり面对策として施工されているモルタル吹付工で破局的な被害が生じていない(一部開口クラックが生じているのが認められたが)ため、今後の詳細調査(ボーリング等で風化岩盤の性状を調べる)結果で検討すべきであろう。

#### 【海側の盛土】

- ・ 道路面に最大15cmの段差が出来上がっており、その延長は126mに及んでいる。
- ・ 海側の擁壁は、下が重力式擁壁、上がブロック積み擁壁の混合擁壁である。
- ・ 今回の地震動で変状している区間には、従前から路肩付近が沈下するような変状を繰り返していたと類推される箇所がある。
- ・ 混合擁壁には明瞭な圧縮性のクラックは認められない。部分的に重力式擁壁の目地から水平方向に伸びるヘアークラックが認められるところもあるが、今回の地震によるものかは特定できない。
- ・ 原因としては、盛土部の地震動によるすべりによって擁壁全体が転倒するような動きをして、路面に段差を生じたものと考えられるが、擁壁の変位やその健全性については、今後検証していく必要がある。
- ・ 対策工としては、擁壁の健全性が確保できていれば、路面段差をオーバーレイによって解消させることが考えられる。擁壁が転倒する動きがあると判断されれば、擁壁をアンカー工法等によって地山に縫いつける必要が生じる。

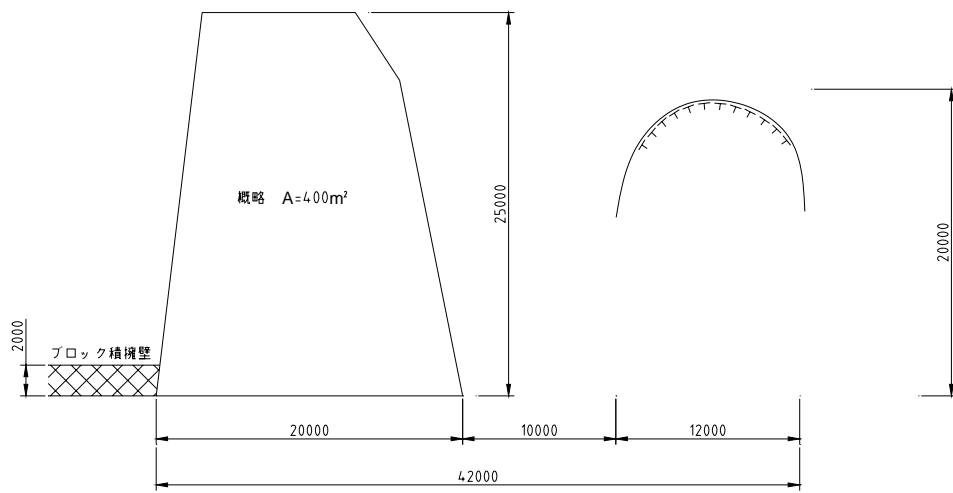


図-5.1 志賀島西側斜面崩壊状況

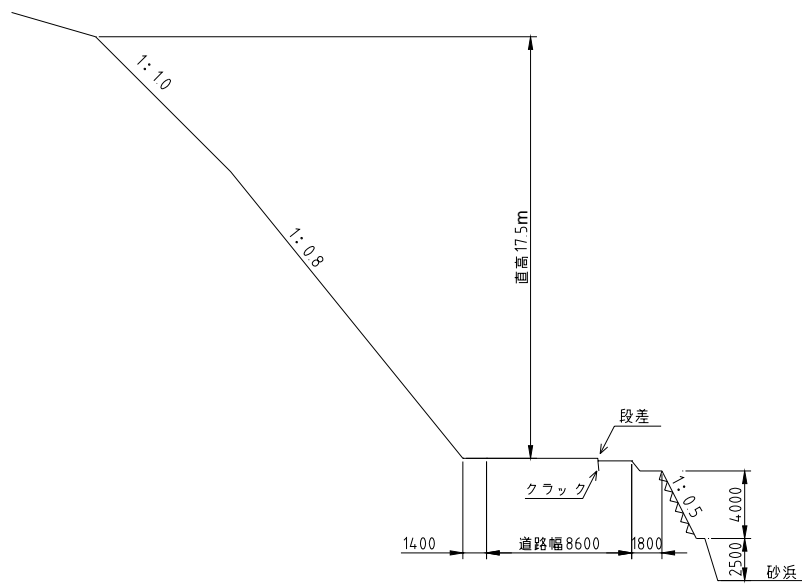


図-5.2 斜面崩壊現場断面図



写真-5.1 斜面崩壊の状態



写真-5.2 道路陥没状況

## (2) 志賀島循環線 東側の岩盤崩壊

- ・ 今回の地震で崩壊している東側の周回道路は、急斜面が直接海に接する海岸沿いを通っている区間に当たる。
- ・ この崩壊区間は、以前から小崩壊・落石を繰り返していた斜面である。
- ・ 対策としては、待ち受けるに「重力式擁壁＋落石防止柵工」および岩盤突出部にモルタル吹付工が施工されていた。
- ・ 余震が続いており、現在も小崩落を繰り返しているため、地質的には、十分な調査が進んでいない。道路、海岸からの目視観察および航空写真の判読から、志賀島型花崗閃緑岩に暗緑色の閃緑岩が貫入しているゾーンではないかと推察される。落石の中に閃緑岩、花崗岩のほか超塩基性岩で捕獲岩様の岩種も見られる。  
ここでは、崩壊部の凸部を形成している多亀裂性岩盤部を閃緑岩、崩壊頭部や閃緑岩の周辺に分布していて風化が著しく進む岩盤（一部マサ化したもので、弘地区の岩質と酷似するもの）を志賀島型花崗閃緑岩とする。
- ・ この斜面では、花崗閃緑岩の強風化部および閃緑岩の弱風化部が地震動によって表層崩壊および岩盤崩壊を起こしている。
- ・ 崩壊頭部には花崗閃緑岩の強風化部が認められる。厚さは場所により変化しているが、道路に落石が崩落している箇所では 10m 前後あり、更に北側の斜面では 20m 以上に及ぶものが確認できる。黄褐色～灰褐色で節理面が発達し岩質も脆弱化した岩盤（CL～Dクラス岩盤）である。
- ・ 航空写真によると、この風化の進む花崗閃緑岩では、表層に形成されていた風化殻（マサ土）の部分が流れ落ちているのが認められる。ただし、下からの目視では、圧倒的に多量に崩落している閃緑岩の角礫状化した崩土（落石堆）のために隠れている。
- ・ 閃緑岩の弱風化部は、岩片自体は非常に硬質であるが不規則な亀裂が発達しており、全体としては、緑灰色の多亀裂性岩盤となっている。
- ・ 弱風化部の多亀裂性岩盤は凸形の斜面をなしており、日常的に落石の危険があり、モルタル吹付工が施工されていた。地震時のモルタル吹付工の老朽化程度が不明だが、今回の崩壊で、モルタル吹付自体も剥離・崩落しており、吹付工の一部が岩盤に付着残留するのが認められる。
- ・ 道路を埋める崩土は、主に閃緑岩の人头大～径 1m 程度の角礫からなっている。崩壊跡に残留した形で突出する多亀裂性の岩盤に隣接する起点側および終点側岩盤がそれぞれ崩落し 2 筋の落石堆を形成している。
- ・ 目視観察していた 3 月 27 日、ちょうど余震（震度 1 程度）に遭遇したが、突出岩盤の終点側の一部が大きく崩落するのが確認された。
- ・ 最新の航空写真と地震直後の写真とを比べると、崩壊が周辺に拡大し、崩土量が約 3 倍程度に増加していることがわかった。これは、本震によって不安定化した多亀裂性岩盤および風化岩盤が余震のために崩落したものと考える。この斜面については、今後の二次災害を考えると余震が収まるまでは、立ち入りを禁止すべきである。

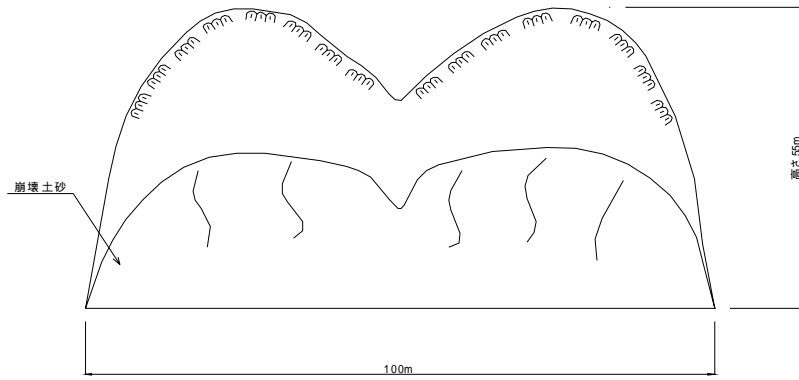


図-5.3 志賀島東側崩壊状況

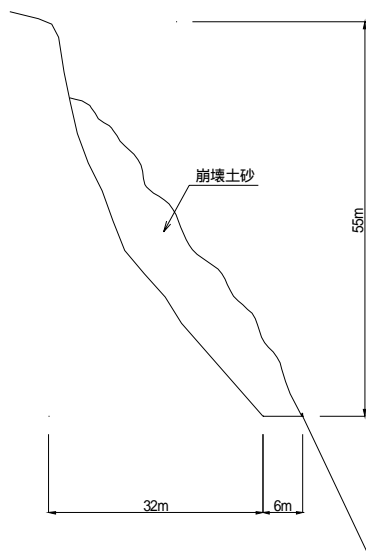


図-5.4 斜面崩壊断面図



写真-5.3 斜面崩壊状況



写真-5.4 斜面上部の状況



写真-5.5 斜面崩壊状況



写真-5.6 斜面崩壊状況

## 6. 自然・埋立て地盤における液状化調査と港湾施設の被害調査の概要と結果

### 6.1 はじめに

福岡県西方沖地震により、博多湾の沿岸域を中心にして、地盤の液状化が発生し、それによる構造物の被害が認められている。ここでは、被害速報として、液状化発生地点の分布およびその地点で採取した噴砂の粒度特性、液状化被害の概要についてまとめるとともに、それ以外の港湾施設の被害についてもその概要を示す。

### 6.2 液状化発生地点の分布および噴砂の粒度特性

液状化発生の有無についての判断は、地震後、地表面上に分布する噴砂跡の存在が確認できるか否かによるものとし、ここでは噴砂跡を確認できた地点を液状化発生地点とし整理することを試みる。図 - 6.1 は、博多湾の沿岸域を中心として今回の地震で液状化の発生が確認された地点を丸印でプロットしたものである。尚、この図には博多湾の埋立て経過についても年代別にハッチングで示している。続いて、図 - 6.2 は、福岡市中心部を中心として実施した内陸部での液状化調査域を示したものである。この踏査においては、地震発生後数日経過してから実施したものの、噴砂跡やその他の液状化の痕跡を発見することはできなかった。また、図 - 6.3 は福岡市東部周辺で踏査を実施した調査地点（緑丸、赤丸）と液状化（噴砂跡）が確認された地点（赤丸）を示したものである。

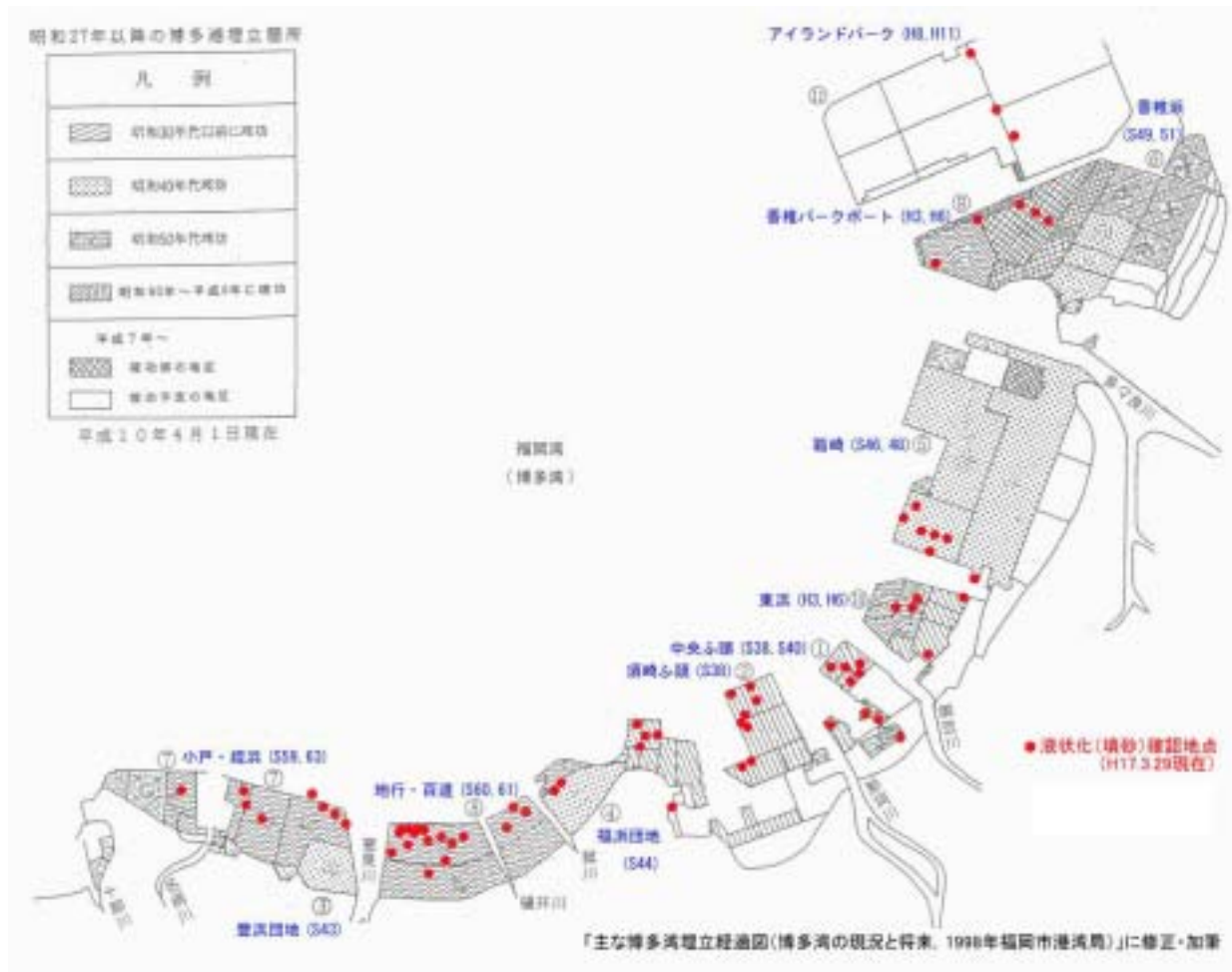


図 - 6.1 博多湾の沿岸域での液状化発生地点の分布図



以上より、液状化発生地点の多くがほぼ埋立地に集中していることが分かる。しかしながら、それらの地点は、埋立地内でも全域に分布しているのではなく、点在している。これより、2000年鳥取県西部地震などの過去の地震における液状化発生状況と比較すると、今回の地震における液状化の程度はそれほど激しくはないと判断される。ただし、現在までの調査において、東方では新宮漁港の埋立地、西方では糸島郡志摩町の中学校校庭、北方では海の中道海浜公園でそれぞれ液状化したことも確認されており、これから液状化発生の範囲は広がる可能性も否定できない。今後、地震後の時間経過を考慮すると、聞き取り調査等を広く一般に行う必要がある。また、一般に埋立て年数が長くなるほど、液状化が発生しにくくなることが知られているが、そのような傾向は今のところ認められていない。これについては、まだ十分な調査がなされていないため、今後の検討課題としたい。なお、各地で観測された噴砂跡の様子を写真 - 6.1 ~ 6.8 に示す。

図 - 6.4 には、いくつかの液状化発生地点で採取した噴砂の粒径加積曲線を示している。噴砂の粒度特性については、現在までに、主に愛宕浜や百道浜といった西側の埋立地で採取した試料について調べている。図 - 6.4 の結果では、平均粒径  $D_{50} = 0.08 \sim 1.06\text{mm}$ 、均等係数  $U_c = 2.4 \sim 7.1$  となっており、今回調査した噴砂試料は、一部の試料（百道浜）を除外すれば、比較的粒度の良い中砂から粒径のそろった細砂に分類される。なお、各埋立地で採取した噴砂には色や臭いなどの違いも認められた。今後、液状化発生と埋立材



図 - 6.2 福岡市中心内陸部で実施した液状化踏査域（赤く塗られた領域）



図 - 6.3 福岡市東部周辺で踏査を実施した地点と液状化地点（赤丸の地点でのみ噴砂跡を確認、緑丸の地点では噴砂跡を確認できず）

の種類の間連についても調べる必要がある。



写真 - 6.1 百道浜 RKB 会館駐車場での噴砂跡



写真 - 6.2 百道浜 Panasonic 駐車場での噴砂跡



写真 - 6.3 ヤフードーム裏シーサイドももち  
海浜公園駐車場での噴砂跡



写真 - 6.4 荒津コスモ石油前での噴砂跡



写真 - 6.5 中央埠頭イベントバスでの噴砂跡



写真 - 6.6 中央埠頭7号岸壁の背後での噴砂跡



写真 - 6.7 アイランドシティでの噴砂跡



写真 - 6.8 海の中道公園内での噴砂跡

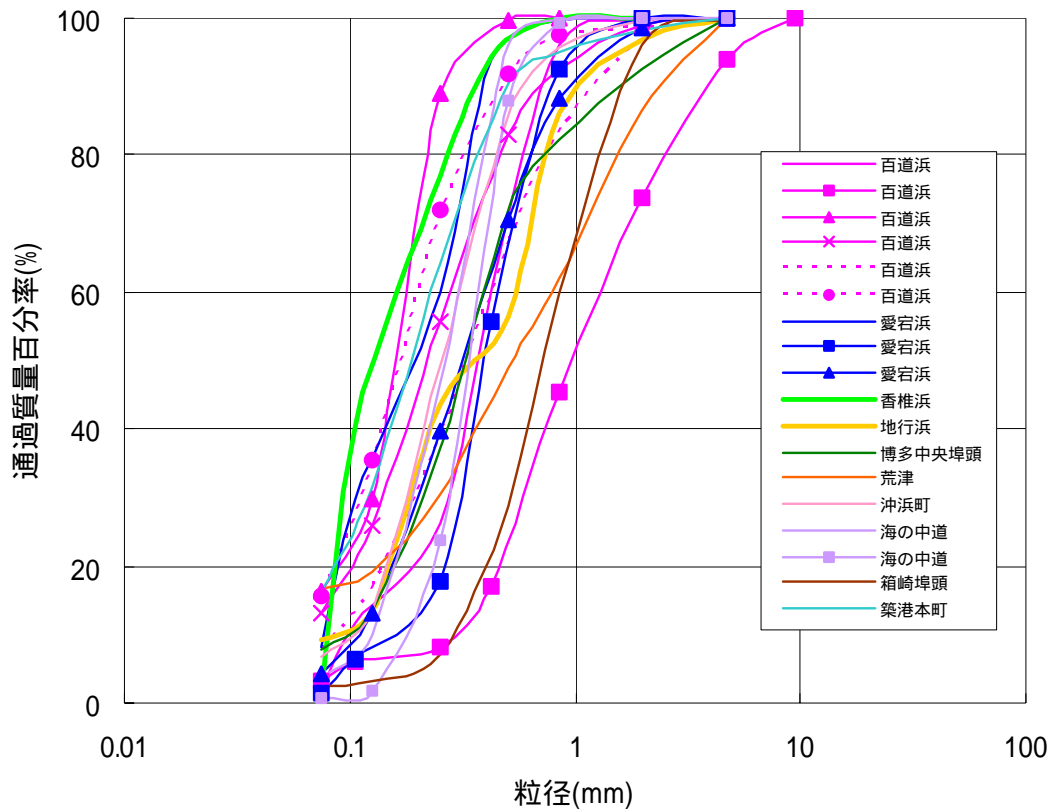


図 - 6.4 噴砂の粒径加積曲線

### 6.3 液状化被害の概要

#### 6.3.1 岸壁・護岸の被害

博多湾の港湾施設の中で、埋立地の周囲にある岸壁・護岸構造物がいくつかの箇所で液状化による被害を受けている。被害の大きい岸壁は中央埠頭，博多埠頭，須崎埠頭など、警固断層の推定位置に

比較的近いところに集中していると推察される。

中央埠頭の先端部にある 7 号岸壁 (-5.5m) での被害状況を写真 - 6.9, 6.10 に示す。この箇所では、岸壁が海側に最大 1m 程度はらみだし、背後にあるエプロン部が 1.2m 程度沈下する甚大な被害が発生している。本岸壁は L 型ブロック式岸壁であり、この構造物のすぐ背後では、写真 - 6.6 に示したように、噴砂跡が確認されている。これらのことから、本岸壁の被害は、主に地震時の慣性力と背後地盤の液状化により生じたものと考えられる。なお、地震後の観測では、被害を受けた岸壁に開口亀裂が生じているため、そこから背後の埋立土が波浪により吸出され、背後地盤の沈下が次第に増大していることが確認されている。今後、陥没等の 2 次災害の危険があるため、早急に応急対策を行う必要がある。(写真 - 6.11, 6.12) このような現象は他のいくつかの被災岸壁でも同様に確認されている。

中央埠頭の付け根に位置するイベントパスでも大きな被害が発生している。写真 - 6.13, 6.14 にイベントパスの被害状況を示す。この箇所は 20~30m の幅で海側に突き出ている突堤であるため、両側の岸壁 (-4m) が海側に 20cm 程度はらみだし、突堤の地盤では沈下とともに、多数の陥没が生じている。陥没していない部分も地下に空洞があって今後陥没する可能性があるため、危険な状態にあると考えられる。本岸壁も L 型形式であり、突堤の背後地盤では噴砂跡が確認されているため、本被害は本埠頭の先端部と同様の原因で生じたものと思われる。なお、突堤の背後地盤では地表面がなだらかに傾斜しているため、斜面上方から海に向かって液状化に伴う地盤の流動現象が発生していたが、これについては後述することとする。

箱崎埠頭においては、6 号岸壁 (-7.5m) で背後に 30~50cm の段差が生じている。この被害状況を写真 - 6.15, 6.16 に示す。本岸壁は控え矢板形式であり、表面はコンクリートスラブが施工されている。背後地盤では液状化が発生していることから、岸壁構造物、すなわち主矢板および控え



写真 - 6.9 中央埠頭 7 号岸壁の被害状況



写真 - 6.10 中央埠頭 7 号岸壁の被害状況



写真 - 6.11 中央埠頭 7 号岸壁の被害状況  
(2005/3/21 撮影)



写真 - 6.12 中央埠頭 7 号岸壁の被害状況  
(2005/3/26 撮影)

矢板が一体となって海側に押し出され、スラブ面と背後地盤との間に段差が大きく生じたものと考えられる。ここでは暗渠配水管が破断する被害も認められた。このように、本岸壁の被害はL型岸壁の被害とは明らかに異なっており、構造形式による被害の相違が認められた。

その他の埠頭については、博多埠頭の先端部(サンセットパーク)などにおいても岸壁が被害を受けており、その背後地盤では液状化発生が確認されている。この被害状況を写真 - 6.17 に示す。

アイランドシティでは、西側に位置する B4 仮護岸の一部が崩壊し、埋立土砂が海中に流出する被害が生じている。写真 - 6.18 はその崩壊現場を示したものである。この原因は今のところ明らかではないが、上部盛土の基礎であり、護岸の本体である盛砂部が液状化して、盛土全体が海側に向けてすべり破壊を起こしたのではないかと考えられる。



写真 - 6.13 中央埠頭イントバースの被害状況



写真 - 6.14 中央埠頭イベントバースの被害状況



写真 - 6.15 箱崎埠頭 6 号岸壁の段差



写真 - 6.16 箱崎埠頭 6 号岸壁の被害状況



写真 - 6.17 博多埠頭先端部サンセットパークの被害状況



写真 - 6.18 アイランドシティ B4 仮護岸の崩壊



写真 - 6.19 アイランドシティ中央の交差点での道路の隆起



写真 - 6.20 アイランドシティ中央の交差点での道路の隆起

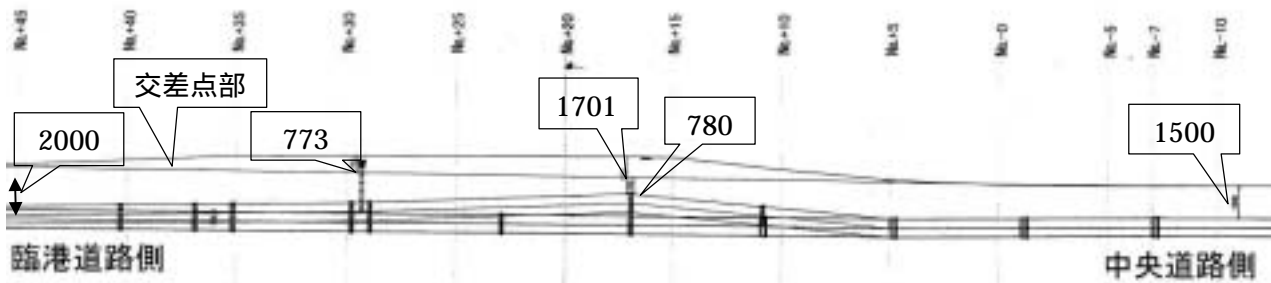


図 - 6.5 埋設管の浮き上がり状況

### 6.3.2 道路の被害

アイランドシティのほぼ中央部で、臨港道路と中央道路の交差点付近において、道路が局部的に 1 m 程度隆起する被害が発生している。写真 - 6.19, 6.20 にその被害状況を示す。この箇所は埋立過程において旧 A1 仮護岸が配置されたところであり、現在その地中には直径 80cm の埋設管が、臨港道路から中央道路に左折するように湾曲した後、旧仮護岸の盛砂上部を横切るように設置されている。この隆起により埋設管の明確な破損はまだ確認されていないが、埋設管も一部浮き上がり(図 - 6.5)、漏水が生じ機能に支障が生じたことが報告されている。臨港道路と平行な旧 A1 仮護岸沿いでは、電柱がランダムな方向に傾斜するとともに、噴砂跡が隆起箇所を含む前後 200m 区間で確認されており、N 値 10 未満の飽和した砂層である盛砂が液状化を起こしていたことは明らかである。

その他の道路の被害としては、いくつかの埋立地で路面が波打っているところがあった。

### 6.3.3 液状化に伴う地盤の流動

このタイプの被害に分類されるものとして、2 つの例を紹介する。一つは、海の中道海浜公園内にある「光と風の広場」において、液状化に伴う地盤の流動と見られる現象が発生している。写真 - 6.21, 6.22 にその被害状況を示す。この広場では、カモ池という池に向かってなだらかに傾斜した地盤において、池に平行な地割れが多数発生し、また、多くの地点で噴砂跡が認められている。簡単な測量により測定した流動量は 8m 程度で、流動が起こった範囲は池の縁から斜面上方に向かって 70m 程度であった。また、被災範囲は長さ 250m 程度で、最大亀裂深さは 1.4m 程度であった。このような被害形態から、本斜面地は液状化に伴う地盤の流動で大きく変位したものと推察される。ただし、本広場の造



写真 - 6.21 海の中道海浜公園（光と風の広場）内での地盤の流動



写真 - 6.22 海の中道海浜公園（光と風の広場）内での地盤の流動

成履歴や地盤のデータ、噴砂の物理特性等を調べ、液状化層および非液状化層に関する検討を行い、本被害のメカニズムを明確にする必要がある。

もう一つの例は、中央埠頭のイベントバースのすぐ背後で地盤の流動と見られる被害が発生している。写真 - 6.23, 6.24 はその被害状況を示したものである。この箇所でも、地盤が緩やかに海側に傾斜しており、その斜面地に地割れが多数生じている。また、多くの地点で液状化の発生も確認している。これについても、今後詳細な調査を行い、被害のメカニズムを明らかにする必要がある。



写真 - 6.23 中央埠頭イベントバースでの地盤の流動

#### 6.3.4 その他の液状化被害

その他の液状化被害としては、海の中道海浜公園の「光と風の広場」の入口付近あるトイレが周辺地盤の液状化により不同沈下していた。また、小型タンクで液状化により沈下した事例やマンホールなどの地中構造物が浮き上がった事例も報告されている<sup>1)</sup>。

#### 6.4 港湾施設被害の概要

博多港の国有港湾施設（航路・泊地の水域施設を除く全 43 施設）について、国土交通省が実施した現地調査によると、37 施設について被災が報告されている。

現地調査の結果、アイランドシティ及び香椎パークポートの国際コンテナターミナルについては軽微な被災であり、写真-6.25, 6.26 のように港としての機能は十分確保されており、国際コンテナ輸送への影響は生じていない。しかし、穀物ターミナルである須崎埠頭については船舶の着岸は可能であるが、写真-6.27, 6.28 のように背後の民間の荷役施設（ベルトコンベア部を中心とした）に被害が生じており、穀物の荷役には大幅な影響が生じる懸念がある。また、前述のように、中央埠



写真 - 6.24 中央埠頭イベントバースでの地盤の流動



写真 - 6.25 アイランドシティ国際コンテナターミナルの現況



写真 - 6.26 アイランドシティ国際コンテナターミナルの現況



写真 - 6.27 須崎埠頭 (-11m) 岸壁背後の地盤沈下



写真 - 6.28 須崎埠頭 (-11m) 岸壁背後の荷役施設の被害状況

頭においては-5.5m 岸壁が大規模な被災を受けており(写真 - 6.29), 隣接する岸壁も被災を受け, 施設の利用に影響が出ている。

今後, 被災の大きな施設を中心に施設変位の測量や水中部の変状の確認など, 施設の健全度の詳細調査が国土交通省により行われる予定である。調査の結果, 仮に施設の健全度に異常のある場合, 速やかに復旧方針を確定し, 災害復旧要求の手続きが行われる。

尚, 主要な国有施設 15 施設の被災状況及び今後の対応については, 表 - 6.1 の通りである。その他国有港湾施設以外でも被害が発生しており, 福岡市西部の西浦漁港, 玄海島の漁港にも須崎埠頭や中央埠頭と同様な被害が発生している。



写真 - 6.29 中央埠頭 7号 (-5.5m) 岸壁法線のはらみだしと背後地盤の沈下状況



表-6.1 博多港の主要な国有港湾施設の被災状況と今後の対応について

発表：博多港湾・空港整備事務所

番号	地区名	施設名	被災状況		現状の利用制限	当面の対応
	須崎ふ頭	岸壁(-11m) 延長 553m 穀物類 (外貿バルク)	岸壁本体は目地の開き、背後埋立地を支える L 型擁壁の沈下・活動・崩壊(要調査)及び、それに伴う渡版の浮いた状態である。目視の限りでは船舶の接岸は可能。しかし、背後のベルトコンベア基礎が延長方向で約 500cm にわたり 30～50cm 程度沈下しており、ベルトコンベアの使用する荷役は困難な状況。		・背後渡版及びふ頭用地への進入を禁止する必要がある ・エプロンのみの利用は可能(穀物の横持ちが生じるが、倉庫出入口の要空洞化対策)	・背後渡版及びふ頭用地への進入を禁止するよう管理者に要請 ・L 型擁壁の変位を調査し岸壁への影響等を確認する。 【要緊急調査】L 型擁壁の変位調査(水中・空洞実態)
	須崎ふ頭	岸壁(-7.5m) 延長 130m 木製品鋼材等 (外内貿バルク)	岸壁本体は目地の開き、背後埋立地を支える L 型擁壁の沈下・滑動・崩壊及び、それに伴う渡版の浮いた状態である。目視の限りでは船舶の接岸は可能。しかし、-11m と同様、背後埋立地が沈下しており、通行ルート確保等の応急措置が必要。		・背後渡版及びふ頭用地は沈下しており利用できない状況 ・エプロンのみの利用は可能(穀物の横持ちが生じるが、倉庫出入口の要空洞化対策)	・背後渡版及びふ頭用地への進入を禁止するよう管理者に要請 【要緊急調査】L 型擁壁の変位調査(水中・空洞実態)
	中央ふ頭	岸壁(-10m) 延長 556m 日用品農産物等 (外内貿 RORO)	全延長 556m において、岸壁法線から背後のコンクリートとアスファルトの境界に開き(5cm 程度)及び段差(最大 35cm)があり、目視の限りでは、応急的な使用は可能と思われる。係船柱 70t(17 番、20 番、25 番、30 番)4 基基礎にクラック有り使用不可		・該当係船柱の使用禁止を船社に周知する必要がある	・被災係船柱については使用させない。使用可能な係船柱(35t 含)で対応 【要緊急調査】岸壁変位および堤体基礎部の変状調査
	中央ふ頭	岸壁(-5.5m) 延長 360m 鋼材紙パルプ (内貿バルク)	法線のはらみだし有り。全延長 360m において岸壁法線から背後アスファルト部分に開き及び段差(70cm 程度)有り。目視の限りでは使用は困難と思われる。		・立ち入り不可	・法線出入、天端高の調査が必要 【要緊急調査】岸壁変位および堤体基礎部の変状調査
	中央ふ頭	岸壁(-7.5m) 延長 390m 紙パルプ他 (内貿バルク)	全延長 390m において、ふ頭用地が陥没し、岸壁法線から背後のコンクリートとアスファルトの境界に 30cm 程度の段差有り。岸壁(-7.5m)と岸壁(-5.5m)の隅角部において、陥没及びふ頭用地の液状化有り。目視の限りにおいては全延長の使用は困難と思われる。		・先端部より 160m 間は最大で 26cm 本体滑動及び沈下のため使用困難	・使用できない160m 以外は当面どおり利用を行う 【要緊急調査】岸壁変位および堤体基礎部の変状調査
	博多ふ頭	岸壁(-7.5m) 延長 147m 飲料水衣料 (内貿フェリー)	ふ頭用地に岸壁法線と並行にクラックが有るが、クラック幅が小さく通常の利用は可能と思われる。		・供用中(利用に制限なし)	
	箱崎ふ頭	5 号岸壁(-12m) 延長 240m 中古建設機械 (外貿)	本体 240m	本体の被災はない 背後埋立地に沈下・目地開きがあるが利用には支障ないと思われる。	・供用中(利用に制限なし)	
			取付 54m	法線が 7cm 程度前に出ている模様 舗装に沈下及びクラックがある。	・供用中(利用に制限なし)	
	箱崎ふ頭	13 号岸壁(-12m) 延長 240m 穀物類産業機械 (外貿バルク)	本体の被災はない		・供用中(利用に制限なし)	
	箱崎ふ頭	12 号岸壁(-12m) 延長 240m 穀物類 (外貿バルク)	本体の被災はない。背後埋立側にわずかな目地開きがある程度		・供用中(利用に制限なし)	
	香椎 PP	かもめ大橋	橋本体には異常はないが、香椎側の取付道路との境界に若干の目地の開き(上下方向 1cm・水平方向 5cm)があるものの応急的な使用は可能と思われる。		・車両通行の問題なし	
	香椎 PP	岸壁先端取付護岸	法線のはらみ(傾き)があり、舗装と上部工に段差が生じている。また、法線背後 10m の位置に全延長に渡ってクラックが生じているが機能上大きな問題はないと思われる。		・エプロン通行についての注意喚起	・法線出入、天端高の調査必要 【要緊急調査】岸壁変位および堤体基礎部の変状調査
	香椎 PP	岸壁(-13m) 延長 600m ゴム製品等 (外貿コンテナ)	背後コンテナヤード(レール基礎を除く)に沈下が生じており棧橋と背後埋立地をつなぐ渡版に欠けや金物変形が生じている。また取付護岸の沈下により境界部に段差が生じている。コンテナ船の着岸、荷役には特段の支障は生じないと思われる。		・境界部の段差については博多港ふ頭(株)にて応急処置済み。 ・当面の使用可能	
	香椎 PP	岸壁(-11m) 延長 190m 青果取り合わせ品 (内外貿バルク)	岸壁のはらみだしにより岸壁-13m と法線のずれが生じている。(6cm 程度)また、法線から 5m と 20m の位置の舗装部分にクラックが生じている。また液状化現象も生じている模様である。		・供用中(利用に制限なし)	・法線出入、天端高、水中部の調査必要 【要緊急調査】岸壁変位および堤体基礎部の変状調査
	アイランドシティ	岸壁(-11m) 延長 190m 電気機械取り合わせ品等 (外貿 RORO)	岸壁のはらみだしにより岸壁-14m と法線のずれが生じている。(20cm 程度)また、法線から 4m の位置の舗装部分にクラックが生じ、クラック部に盛り上がりの一部生じている。岸壁両端に沈下あり。		・供用中(利用に制限なし)	・法線出入、天端高、水中部の調査必要 【要緊急調査】岸壁変位および堤体基礎部の変状調査
	アイランドシティ	岸壁(-14m) 延長 330m 家具ゴム製品等 (外貿コンテナ)	背後コンテナヤード(レール基礎を除く)に沈下及びクラックが生じている。また L 型擁壁の沈下により背後埋立地棧橋と背後埋立地をつなぐ渡版に傾きが生じている。コンテナ船の着岸、荷役には特段の支障は生じないと思われる。		・境界部の段差については博多港ふ頭(株)にて応急処置済み。 ・当面の使用可能	

## 6.5 今後の調査研究方針

上記のとおり，これまでの調査ではまだ十分に検討がなされていないため，不明確な点が多く残されている。今後は，それらを明らかにするために，以下のような調査研究を実施することが必要である。

- (1) 今回の地震における液状化被害の発生箇所について，福岡県および佐賀県の両県の範囲内でとりまとめを行う。
- (2) 沿岸域の地盤情報（ボーリングデータなど）について資料収集を行い，液状化発生地点との関連性について照査・解析（液状化判定など）を実施する。
- (3) 液状化発生地点で採取した噴砂試料を用いて物理試験などを実施し，液状化試料の物理的特性について照査を行う。
- (4) 埋立地で液状化被害が集中しているため，博多湾における埋立の変遷について調査を行い，液状化発生地点との関連性について照査を実施する。
- (5) 岸壁形状と被害程度・被害形状について調査を実施し，地震時における岸壁の信頼性に対して評価を行う。

## 参考文献

- 1) 安田進 (2005): 福岡県沖に地震による液状化被害の調査速報

### 7.1 警固断層周辺部の被害調査の概要と結果

現在、福岡市市街域において建造物の被害の状況と地盤特性との関連性について検討を進めているところであり、地盤工学的な視点に立った検討結果の報告は、次報にさせていただきたい。ここでは、市街域、特に被害の大きかった不整形地盤からなる警固断層周辺域における建造物の被害の状況を写真等によって紹介する。



警固断層近傍のマンション 1F ピロティー部 せん断破壊



同上 1F ピロティー部 せん断破壊 拡大



警固断層近傍のマンション 構造壁部 せん断破壊



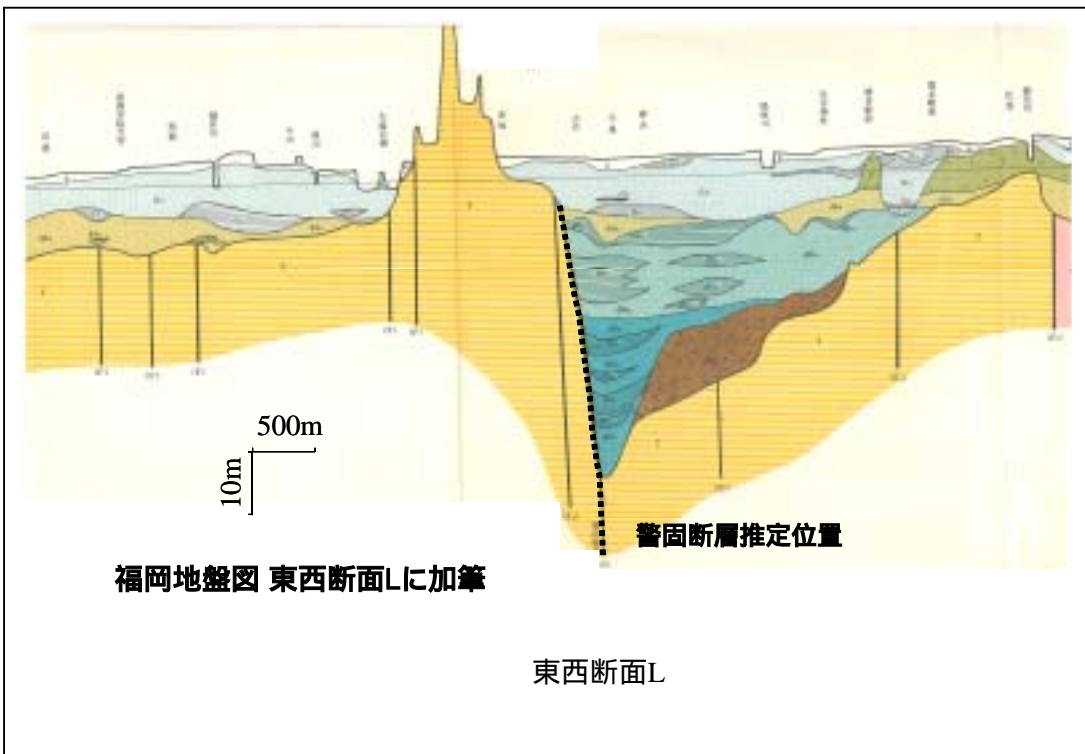
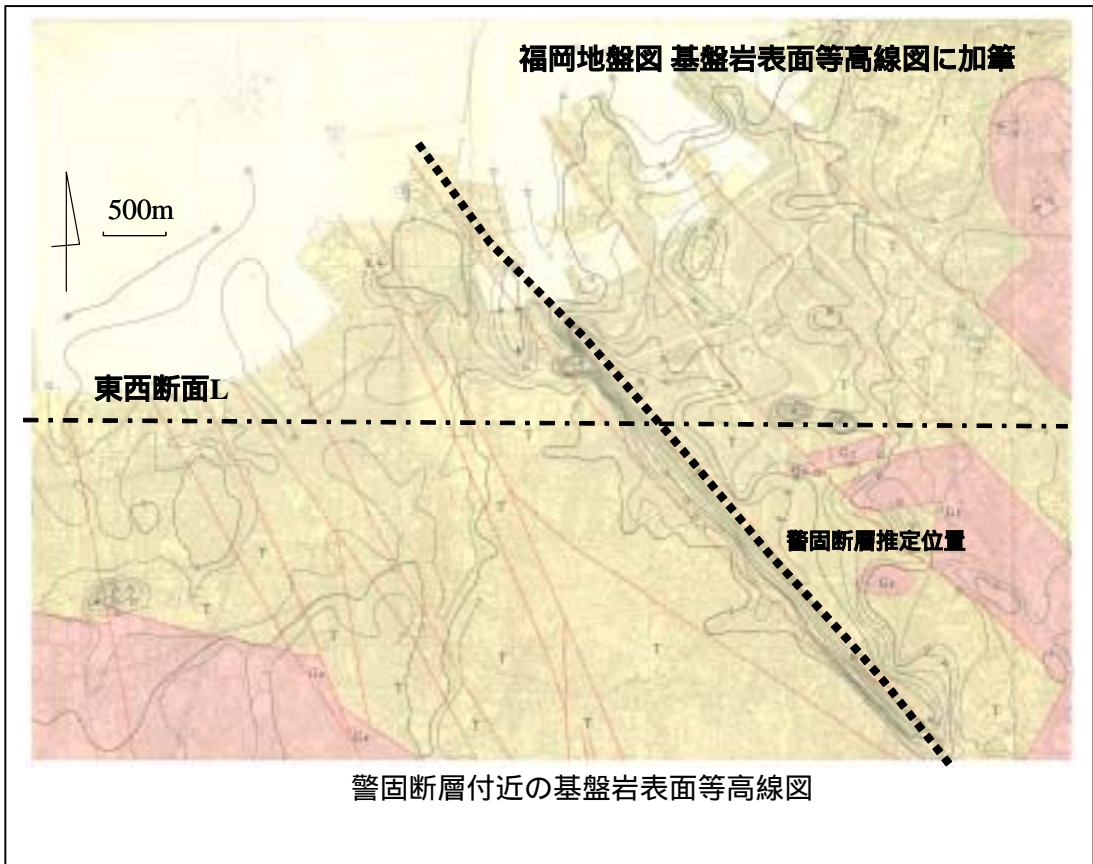
警固断層近傍のお寺 土壁の破損

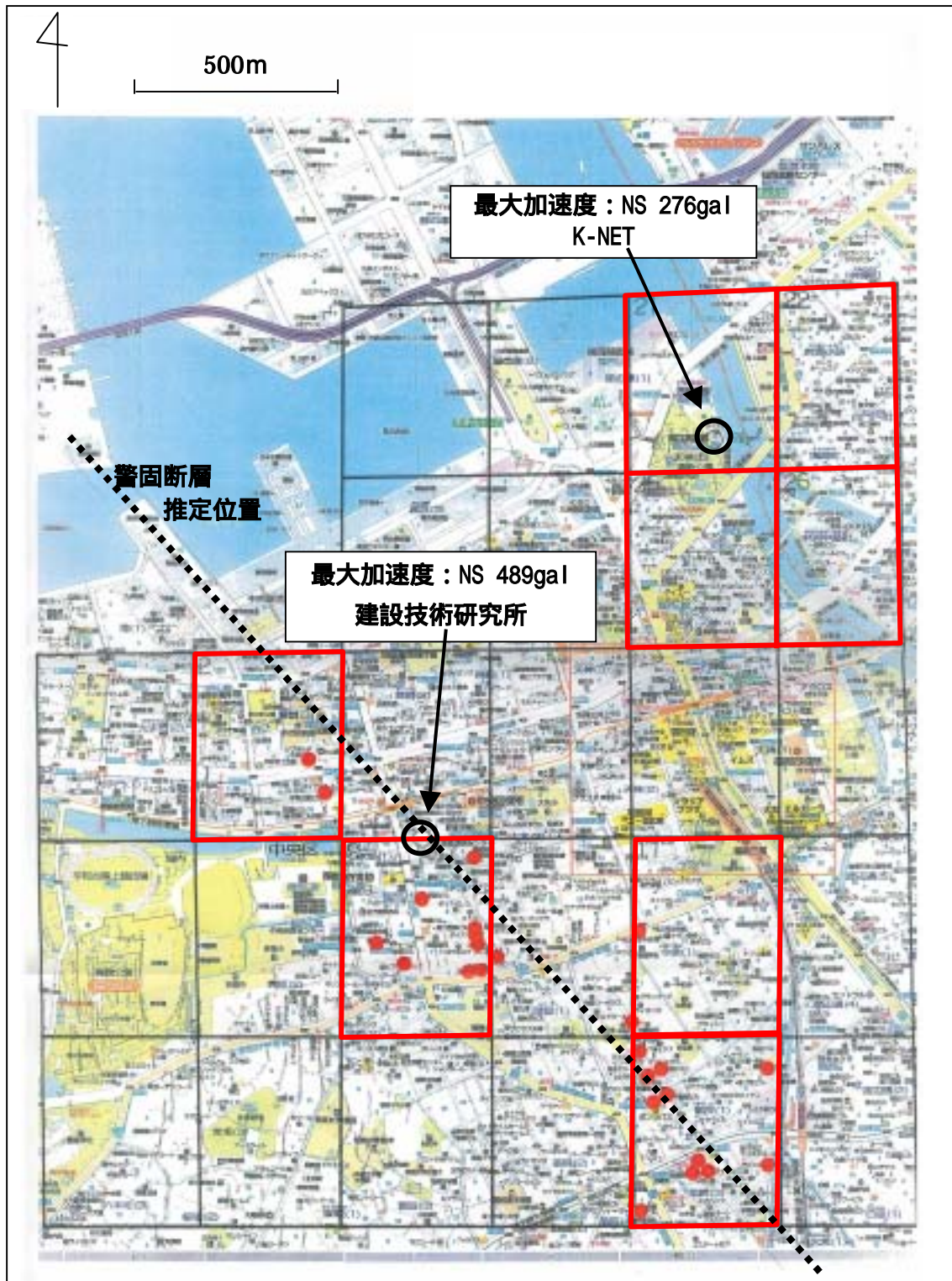


警固断層近傍の無筋ブロック壁(南北向き)の転倒



警固断層近傍の鉄筋入りブロック壁(南北向き)の転倒





警固断層近傍 非木造建築物被害分布 (  2005/3/26 調査済みブロック )  
 ( 地盤工学会・土木学会地震災害共同調査団 2005/3/26 プレス発表資料に加筆 )

北東部の4ブロックに比べて、警固断層近傍の4ブロックでの、非木造建築物における本体構造に影響を及ぼしていると考えられる被害が多く発生している。

## 8. 今後の調査について

### (1) 玄界島小学校および中学校を含む地すべり

玄界島は、志賀島型花崗岩を覆った玄武岩のキャップロック構造で特徴付けられる地質構造を持っている。この形は、長崎県や佐賀県でよく知られている北松型地すべりの構造と似ている。すなわち、降雨が玄武岩岩盤に貯留されやすく、それによって常時下位の地層に地下水を供給し深層まで風化させやすい。特に第三紀層の頁岩等に地下水を供給し、地すべりを助長させるものである。玄界島の地形を読むと、地すべり地形らしいものが数多く読みとれる。深層風化が進む花崗岩（マサ）地帯で、地すべり（緩慢なすべり面を境にしたクリープ性の動き）が本当にあるのか、地震動で生じたいろいろな変状が地すべりの特徴を持っているのかについて、小学校および中学校の敷地を含む地すべり地形のゾーンにおいて詳細な二次調査を行う予定である。

### (2) 玄界島における擁壁・宅地の被害状況の詳細な把握

- ・宅地ごとでの断面形状、地盤特性を把握するための調査を行う予定である。

### (3) 志賀島循環線東向き斜面の岩盤崩壊

志賀島の崩壊斜面については、余震によって更に崩壊が拡大していていることがわかった。余震が続く限りは斜面内や頭部の調査ができない状態である。二次調査としては、斜面にどのような不安定要因を抱えているのかを探るものとし、海岸や道路側から遠巻きで目視観察（望遠レンズによる写真撮影、双眼鏡による観察等を行う）し、ノンプリズム測距によって簡易横断測量を行い、崩壊土量・崩壊規模（幅、深さ、斜長）、残留した不安定岩塊の分布などを把握する予定である。

### (4) 西浦地区における斜面災害について

- ・民家の裏で発生した擁壁の崩壊のメカニズムを理解するために、調査断面を基づく動的な円弧すべり解析と地震時土圧の計算を行う予定である。
- ・その結果を参考にした総合的な判断に基づく、学術の立場からの対策技術の検討を行う。

### (5) 自然・埋立て地盤における液状化調査と港湾施設の被害調査

- ・6.5節に今後の調査方針が示されている。

### (6) 市街地域における被害状況と地盤特性との関連性

- ・特に被害の多く見られた地域における地質断面図を把握し、被害状況と地盤特性との関連性について詳細な検討を加える。
- ・いくつかの地質断面を選択して、地盤特性と地震動との関連性を把握する