

4 . 液状化被害（永瀬）

4.1 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こととする。

4.2 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 - 4.1 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。なお、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 - 4.2 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 - 4.3 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）を示したものであり、図 - 4.4 は福岡市西部周辺で踏査を実施した調査地点（緑丸、赤丸）について同様に示したものである。

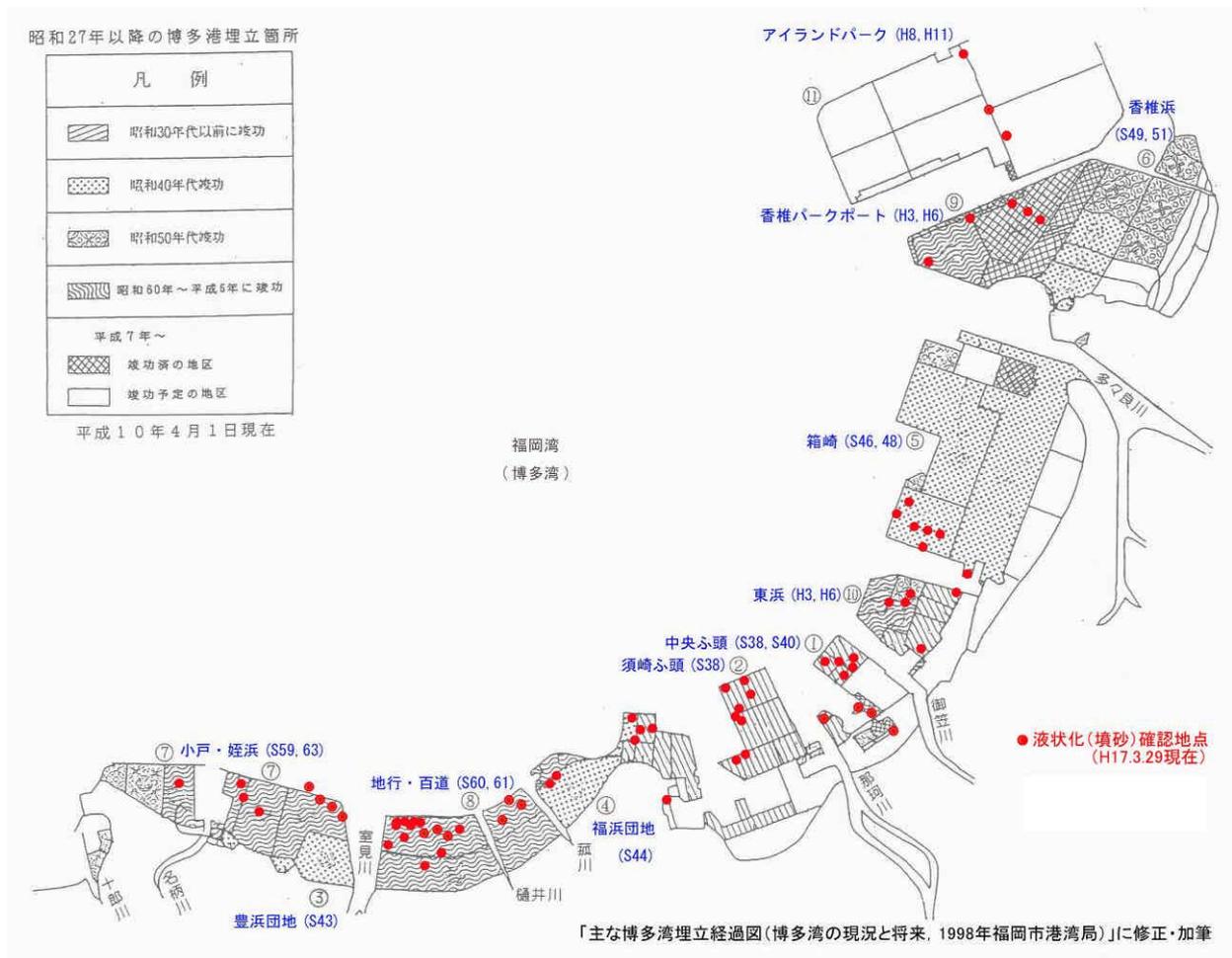


図 - 4.1 博多湾の沿岸域での液状化発生地点の分布図

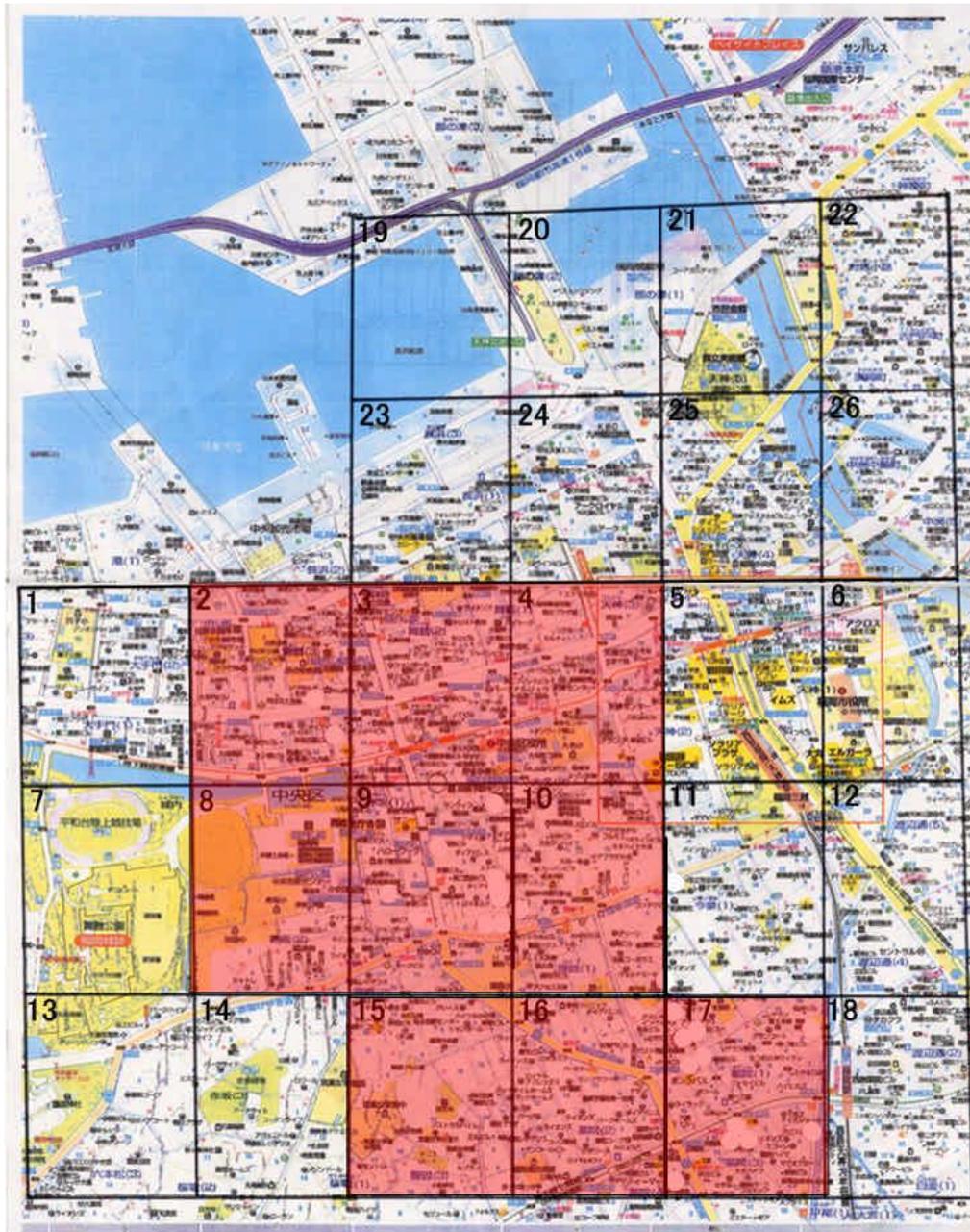


図 - 4.2 福岡市中心内陸部で実施した液状化踏査域（赤く塗られた領域）

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 - 4.1 ~ 4.10 に示す。



図 - 4.3 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）



図 - 4.4 福岡市西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）

図 - 4.5 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、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多く調べている。図 - 4.5 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，荒津，箱崎埠頭）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の種類の間連についても調べる必要がある。



写真 - 4.1 百道浜 RKB 会館駐車場での噴砂跡



写真 - 4.2 百道浜 Panasonic 駐車場での噴砂跡



写真 - 4.3 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 - 4.4 荒津コスモ石油前での噴砂跡



写真 - 4.5 中央埠頭イベントバスでの噴砂跡



写真 - 4.6 中央埠頭7号岸壁の背後での噴砂跡



写真 - 4.7 アイランドシティでの噴砂跡



写真 - 4.8 海の中道公園内での噴砂跡



写真 - 4.9 志摩中学校グラウンドでの噴砂跡



写真 - 4.10 志摩町野北の水田での噴砂跡

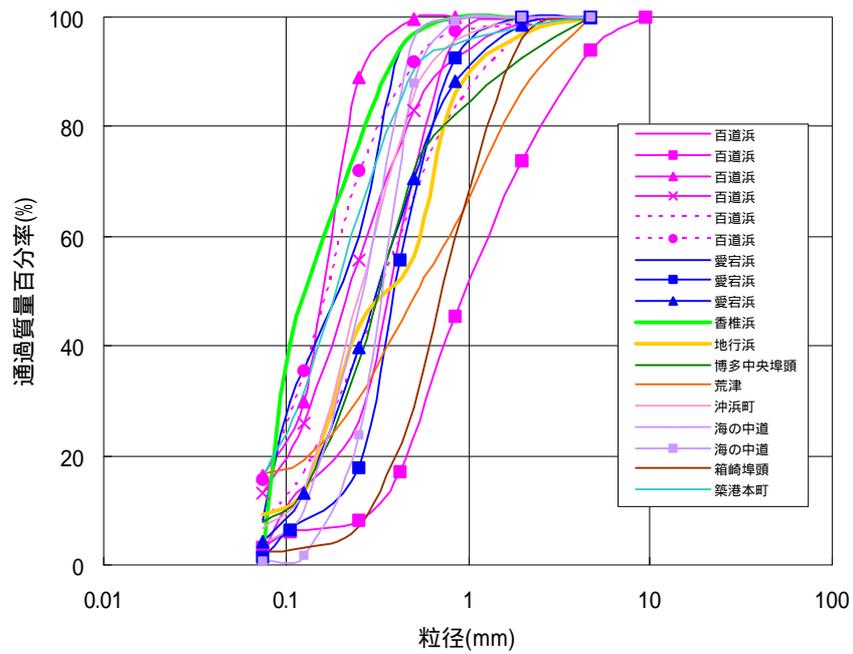


図 - 4.5 噴砂の粒径加積曲線

4.3 液状化被害の概要

4.3.1 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 - 4.11, 4.12 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 - 4.6 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い出され、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 - 4.13, 4.14) 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 - 4.15, 4.16 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



写真 - 4.11 中央埠頭 7 号岸壁の被害状況



写真 - 4.12 中央埠頭 7 号岸壁の被害状況



写真 - 4.13 中央埠頭 7 号岸壁の被害状況
(2005/3/21 撮影)



写真 - 4.14 中央埠頭 7 号岸壁の被害状況
(2005/3/26 撮影)

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-4.17, 4.18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-4.19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-4.20はその崩壊現場を



写真 - 4.15 中央埠頭イントバースの被害状況



写真 - 4.16 中央埠頭イベントバースの被害状況



写真 - 4.17 箱崎埠頭6号岸壁の段差



写真 - 4.18 箱崎埠頭6号岸壁の被害状況



写真 - 4.19 博多埠頭先端部サンセットパークの被害状況



写真 - 4.20 アイランドシティ B4 仮護岸の崩壊



写真 - 4.21 アイランドシティ中央の交差点での道路の隆起



写真 - 4.22 アイランドシティ中央の交差点での道路の隆起

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。

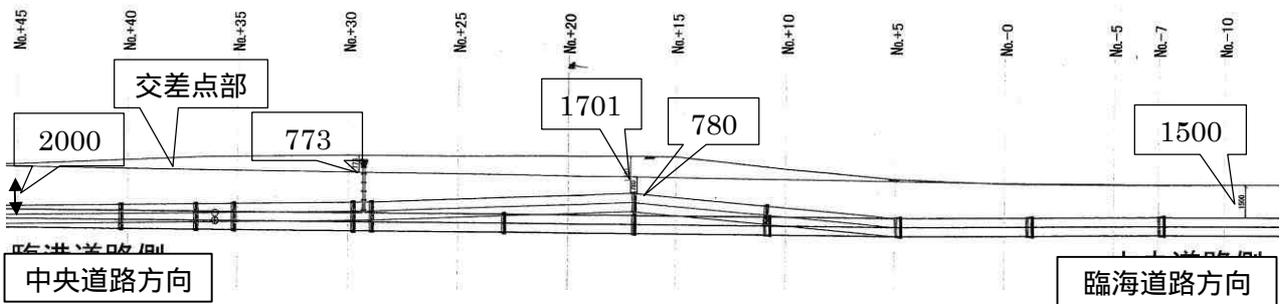


図 - 4.6 埋設管の浮き上がり状況

4.3.2 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1m程度隆起する被害が発生している。写真 - 4.21, 4.22 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、中央道路から臨港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 - 4.6)、漏水が生じ機能に支障が生じたことが報告されている。中央道路と平行な旧 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。

4.3.3 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 - 4.23, 4.24 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って70m程度であっ



写真 - 4.23 海の中道海浜公園（光と風の広場）
内での地盤の流動



写真 - 4.24 海の中道海浜公園（光と風の広場）
内での地盤の流動

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 - 4.25, 4.26 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 - 4.25 中央埠頭イベントバースでの地盤
の流動



写真 - 4.26 中央埠頭イベントバースでの地盤
の流動

4.3.4 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¹⁾。

4.4 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、福岡県域での状況は概ね把握できたので、佐賀県での情報を提供していただき、より広い範囲内でのとりまとめを行う。
- (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。

参考文献

- 1) 安田進(2005): 福岡県沖の地震による液状化被害の調査速報