

4. 液状化被害（永瀬・廣岡・平松）

4.1 はじめに

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も認められている。ここでは、液状化被害の速報として、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。

4.2 液状化発生地点の分布および噴砂の粒度特性

図 4.1 は、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。液状化発生は、地震後、地表面上に分布する噴砂跡の存在より判断した。また、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。図 4.1 より、液状化発生地点はほとんど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、点在しているため、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、液状化発生の範囲はさらに広がる可能性がある。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 4.1～4.8 に示す。

図 4.2 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 4.2 の結果では、平均粒径 $D_{50}=0.15\sim1.0\text{mm}$ 、均等係数 $U_c=2.4\sim7.0$ となっており、今回調査した噴砂試料は、百道浜の一つの試料を除外すれば、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関連についても調べる必要がある。

4.3 液状化被害の概要

(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 4.9、4.10 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 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。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バースでも大きな被害が発生している。写真 4.11、4.12 にイベントバー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 4.13、14 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 4.15 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 4.16 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。

（2）道路の被害

アイランドシティのほぼ中央部で、道路 1 号線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 4.17、4.18 にその被害状況を示す。この箇所は埋立過程において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 の埋設管が設置されている。この隆起により埋設管も破損したことが明らかになっている。また、

道路1号線に沿って、電柱がランダムな方向に傾斜するとともに噴砂跡が確認されている。本被害については、まだ十分な検討がなされていないため、原因が明らかになっていない。今後、原因究明を目的として詳細な調査研究を行う必要がある。

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。

(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4.19、4.20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け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4.21、4.22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発生している。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。

(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

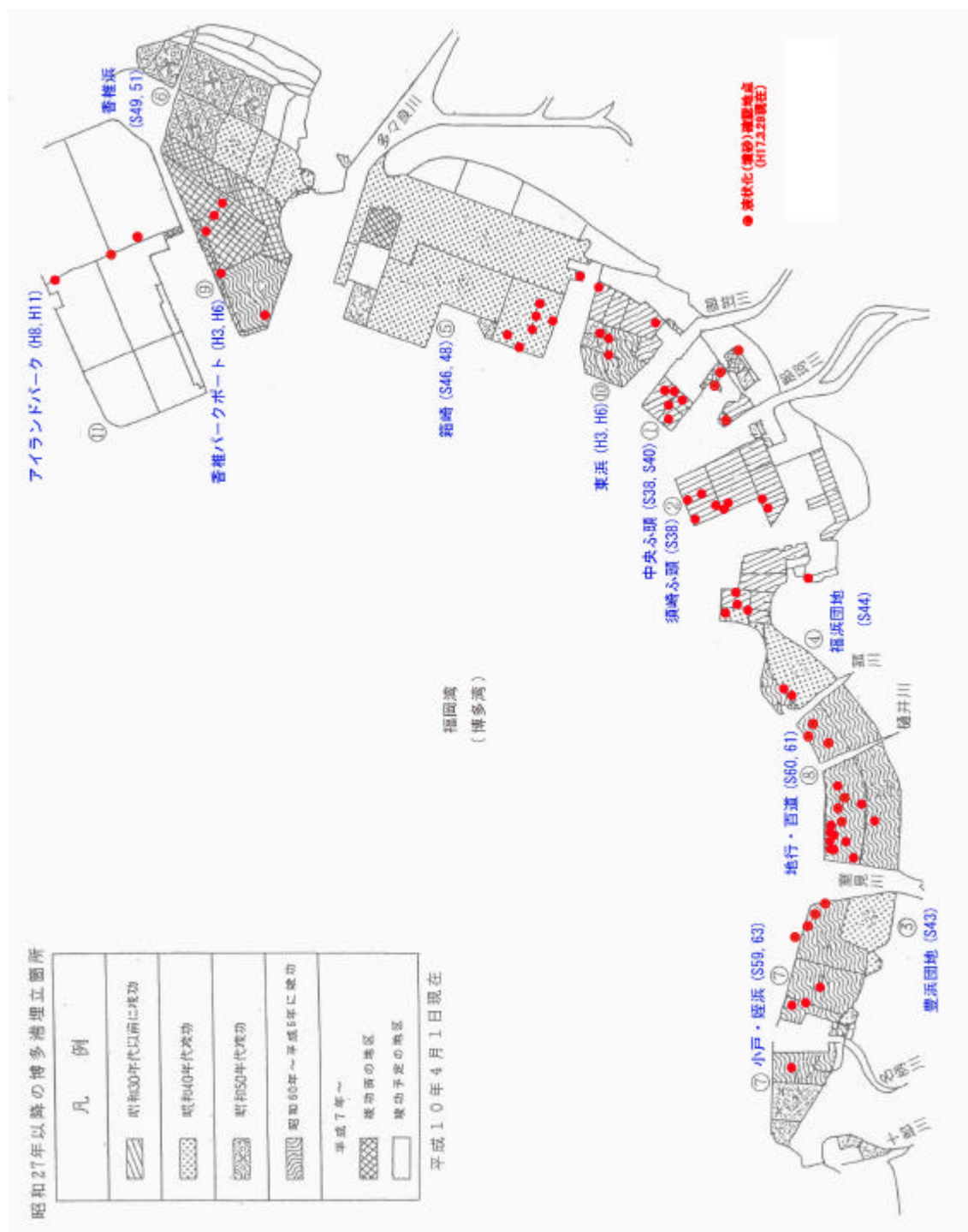


図 4.1 液状化発生地点の分布図

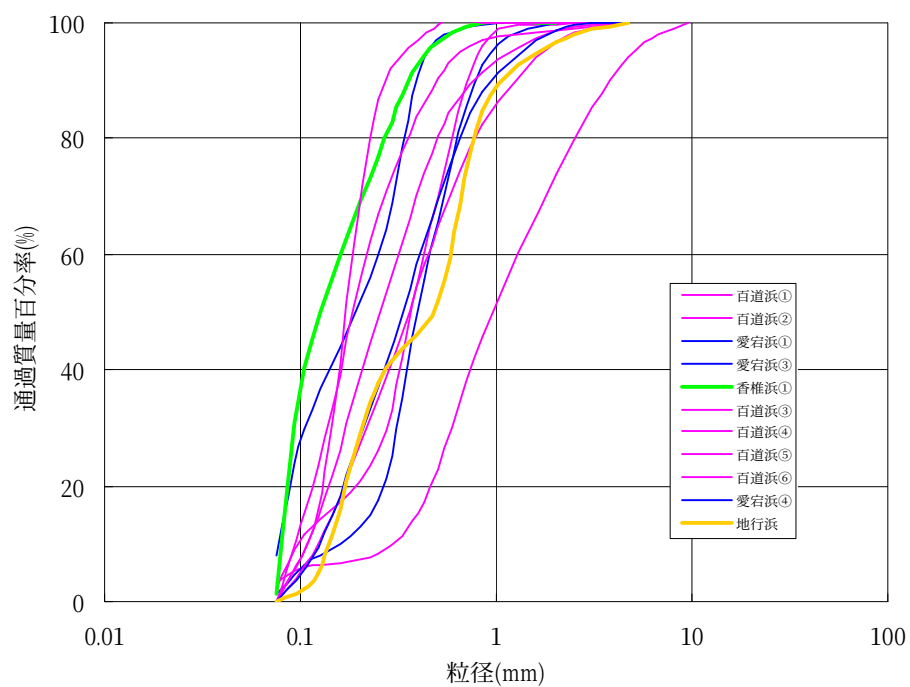


図 4.2 噴砂の粒径加積曲線

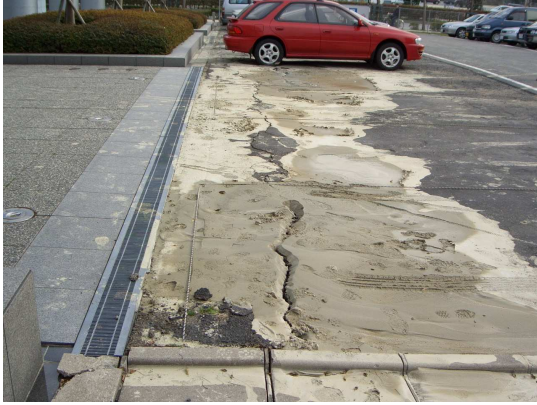


写真 4.1 百道浜 RKB 会館駐車場での噴砂跡



写真 4.4 荒津コスモ石油前での噴砂跡



写真 4.2 百道浜 Panasonic 社駐車場での噴砂跡



写真 4.7 中央埠頭イベントバースでの噴砂跡



写真 4.3 ヤフードーム裏シーサイドもち海浜公園駐車場での噴砂跡



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 4.10 中央埠頭 7 号岸壁の被害状況



写真 4.8 海の中道公園内での噴砂跡



写真 4.11 中央埠頭イベントバースの被害状況



写真 4.9 中央埠頭 7 号岸壁の被害状況



写真 4.12 中央埠頭イベントバースの被害状況



写真 4.13 箱崎埠頭 6 号岸壁の段差



写真 4.16 アイランドシティ B4 仮護岸の崩壊

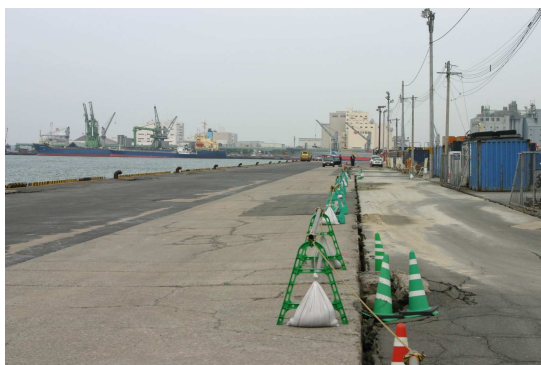


写真 4.14 箱崎埠頭 6 号岸壁の被害状況



写真 4.17 アイランドシティ 1 号線交差点での道路の隆起

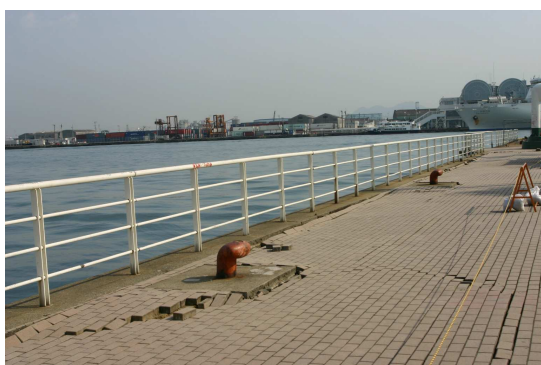


写真 4.15 博多埠頭先端部サンセットパークの被害状況



写真 4.18 アイランドシティ 1 号線交差点での道路の隆起



写真 4.19 海の中道海浜公園（光と風の広場）内での地盤の流動



写真 4.22 中央埠頭イベントバースでの地盤の流動



写真 4.20 海の中道海浜公園（光と風の広場）内での地盤の流動

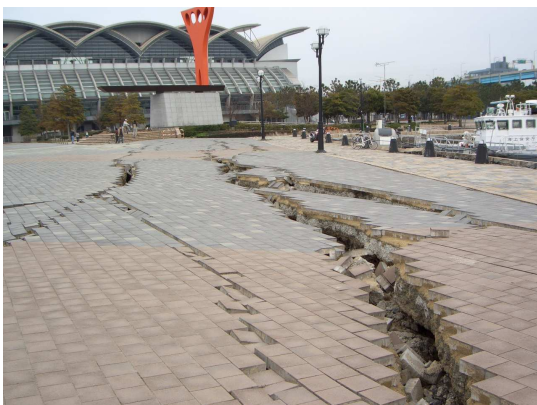


写真 4.21 中央埠頭イベントバースでの地盤の流動