

9. ポートアイランド・六甲アイランドの被害状況

9.1 概要

ポートアイランド(第1期)・(第2期), 六甲アイランドは, 神戸港の沖合い, 水深10~15mの海域を埋立造成した人工島で, それぞれの埋立時期は, ポートアイランド(第1期): 昭和41年度~55年度, 六甲アイランド: 昭和47年度~平成4年度, ポートアイランド(第2期): 昭和61年度~現在造成中となっている。

埋立に用いられている土砂は, 神戸市西部の山地の宅地造成により発生したものが大部分を占める。埋立土砂の土質は, ポートアイランドでは主としてまさ土(風化花崗岩)であり, 六甲アイランドでは主として神戸層群の砂岩, 泥岩, 凝灰岩を破碎した土砂となっている。ポートアイランド(第2期)では神戸層群の砂岩, 泥岩, 凝灰岩を破碎した土砂および大阪層群の土砂が主体である。

島内の建物構造についてみると, ポートアイランドでの都市機能ゾーンでは中層~高層ビルは鉄骨鉄筋コンクリート(SRC造), 鉄筋コンクリート(RC造)が主体であり, 港湾機能ゾーンでは鉄筋コンクリート, 鉄骨構造(S造)が主体である。また, 六甲アイランドでの建物構造は, 基本的にはポートアイランドと同様であり, 一戸建てについては低層のプレハブ形式が主体となっている。

これら人工島での被害状況は, 上記3~8章で述べた神戸市街地域における被害とはやや異なり, 海上部の埋立地盤に起因する「護岸の損壊」, 「護岸近傍の橋梁基礎の被害」, 「地盤の液状化」が多くみられ, 建物の倒壊等の被害は市街地域に比べ少ない。

以下にその被害状況の特徴を概説し, 詳細については後節で述べる。

①護岸部の破壊に伴う被害

ポートアイランド, 六甲アイランドの護岸はその全てが少なからず被害を受けている。すなわち, 護岸はほとんどが海側へ移動しており, また, 沈下・傾斜も全体に観察される。さらに, 護岸の移動に伴い, 護岸背後地が幅10~20mにわたり, 深さ1~2mで陥没している。

ポートアイランドおよび六甲アイランドの護岸はその大部分が海底下の沖積粘土層を床掘り・置き換えした置換砂上に捨石堤, ケーソンを据え付けることにより築造されており, 地震動による背面土圧の増加, ケーソン底面の摩擦抵抗の低下等が重なったために, 護岸の海側への移動や沈下・傾斜を生じたものと判断される。その結果, 護岸背後が空洞となり, 背後地盤の陥没を引き起こしているものと考えられる。

護岸の南側が第2期工事により埋立てられているポートアイランド南護岸のポートピアランドよりも西側および海側に消波ブロックを設置しているポートアイランド(第2期)区域の南西護岸部分では比較的変状が少ない。

②護岸近傍の橋梁基礎の被害

上記①で述べた護岸の海側への移動・沈下に伴い, 護岸付近の地盤もそれに引きずられる形で側方流動・沈下を生じている。そのために, 護岸近傍の橋脚基礎の移動・傾斜がみられ, 市街地と人工島を結ぶ道路橋および新交通システムに大きな被害を与えている。

六甲ライナーでは, 島側護岸付近において橋脚の傾斜に伴い, 桁の落下がみられる。

③地盤の液状化に伴う被害

ポートアイランドにおいては外周部の港湾機能ゾーンのかなりの範囲で液状化が観察さ

れ、六甲アイランドにおいても同様に外周部(特に、北部)で液状化がみられる。ポートアイランド(第2期)においても、小規模ながら液状化による噴砂が観察されている。

液状化の範囲・被害状況は、用いられた埋立材(土砂)の種類、地盤改良工事の有無によって大きく異なるようである。また、ポートアイランドの南護岸沿いの駐車場、道路およびポートアイランド(第2期)区域のK-CAT付近では、100mmを超える礫の噴出も確認されている。

④ 建物の被害

ポートアイランド、六甲アイランドでの建物の被害は、市街地での被害に比べて比較的少ない。これは、建物が新耐震設計基準施行以降に建てられていること、木造の建物が少ないこと等によるものと思われる。

建物の被害としては、杭基礎建物周辺地盤の沈下・陥没、直接基礎建物の傾斜・不等沈下が主であり、建物自体の被害としては、壁の亀裂・窓ガラスの損傷がみられる。

⑤ 道路・新交通の被害

道路の被害は、外周部での液状化の顕著な区域および護岸に近い部分では、沈下・亀裂・陥没等の被害を大きく生じている。

新交通の被害は、上記②で述べたとおり護岸に近い橋脚の傾斜・桁の落下や損傷がみられ、島内全路線で橋脚フーチング周辺地盤の沈下に伴い大きな段差を生じている。

9. 2 ポートアイランド

9. 2. 1 建物の被害状況

ポートアイランドでは、島の中央部に住宅・商業ビル等の都市機能ゾーンが、外周部に倉庫・流通関連施設等の港湾機能ゾーンが配置されている。

ポートアイランドにおける建物の被害の主なものは次のとおりである。

- ① 建物周辺地盤の沈下・陥没・フーチング下部の空洞化
- ② 直接基礎建物の傾斜・不等沈下
- ③ 建物の損傷(壁・柱の亀裂, 窓ガラスの破損)
- ④ 地下埋設管・ケーブルの損傷
- ⑤ 液状化および岸壁の押し出しによる周辺地盤の沈下・陥没

各被害状況は以下のとおりである。

(i) 建物周辺地盤の沈下・陥没・フーチング下部の空洞化

地盤沈下は、島のほとんど全域で発生しており、建物と周辺地盤との相対沈下量は最大で80cmを確認している。沈下量は、全体的には、島の中心部ほど少なく、周辺部に行くほど大きくなる傾向がみられる(写真-9.2.1, 9.2.2)。また、未改良区域での沈下が、地盤改良区域よりもかなり大きくなっている。これは、護岸ケーソンの海側への転倒・膨らみ出しに伴う護岸背後地の沈下・側方流動が大きく発生し、護岸に近い部分ほど沈下が大きくなっていることが一つの原因と考えられる。さらに、島の中心部の都市機能用地では地盤改良工事(主としてサンドドレーン工)が施工されているが、周辺部の港湾機能用地では地盤改良工事がほとんど実施されていないため、地盤の液状化が激しく発生しており、側方流動や噴砂の結果、沈下が大きくなっているものと考えられる。

島の中心部の都市機能用地での建物と周辺地盤との相対沈下量の調査結果を、図-9.2.1に示した。これによれば、港島中町3丁目の住宅区域および港島中町6～7丁目付近での相対沈下量は10cm未満と小さく、港島中町2丁目の北埠頭駅西側区域および港島中町4丁目の中央市民病院周辺で50cm以上の相対沈下となっている(写真-9.2.1)。

建物周辺の陥没は、特に杭基礎建物のフーチング外周部で顕著であり、陥没幅は1～2m程度、深さは所により1mを超える(写真-9.2.3～9.2.6)。

建物周辺部に土が露出しているところでは陥没として地表面に現れているが、舗装があるところでは地表面に陥没として現れていないが、建物との間の開口亀裂からフーチング下部の空洞を確認することができる。

(ii) 直接基礎建物の傾斜・不等沈下

直接基礎の建物は、周辺地盤とともに沈下しており、建物と周辺地盤との相対沈下はほとんどみられない。しかし、地盤の沈下は一定ではないと考えられ、そのために建物が傾斜していると判断されるものがみられる。特に、港湾施設の倉庫群は、直接基礎構造物が多く、周辺地盤との相対沈下はほとんどみられないが、岸壁の押し出しに伴う背面地盤の沈下に引き込まれる形で不等沈下し、海側に傾斜しているものがみられる(写真-9.2.7)。

また、周辺地盤よりも建物の沈下が大きく、1階床面が外周部よりも低くなっている建物もみられる。

(iii) 建物の損傷(壁・柱の亀裂, 窓ガラスの破損)

建物の損傷としては、10階建て以上の高層のマンション壁面で、X型亀裂が発生して

いる。柱の亀裂はほとんどみられない。(イター)の被害状況

窓ガラスの損傷は全体には少なく、ごく一部のビルで確認される程度である。

(iv)地下埋設管・ケーブルの損傷 被害の発生場所は次のとおりである。

電気・ガス・上下水道などの主要なライフラインの損傷は、今回の調査では確認できていない。

島内では、周辺地盤から建物への取り込み部に、不等沈下に対応できるようなフレキシブルな構造のものを用いているビルが多いため、損傷は少ないものと思われる。

散水栓用の水道管や街灯などの小規模な地下埋設管およびケーブルの破断・損傷は、多くの地点において確認された。

(v)液状化および岸壁の押し出しによる周辺地盤の沈下・陥没 高いところでは、液状化

液状化に伴う噴砂は島内の広い範囲で発生している。特に、外周部の港湾機能ゾーンにおいては、ほぼ全域に近い範囲で砂・泥水の噴出が確認されている(写真-9.2.8)。

建物周辺では、植え込み・グラウンド・通路での発生が激しく、地面に発生した亀裂に沿って噴砂孔が並んでいるのがみられる(写真-9.2.9, 9.2.10)。

港島小学校(港島中町3丁目)のプールサイドでは、写真-9.2.11に示したように、噴砂の圧力でブロックが押し上げられた様子が確認できる。

護岸部においては岸壁の押し出しにより背後地盤は陥没しており、護岸よりもやや内陸側へ入った部分から液状化の噴砂が見られる。

ポートライナー(第2線)の地中埋設管および下水道管沿いに発生したものが多く(写真-9.2.12, 9.2.13)。また、護岸部では、亀裂や陥没の発生が多く、噴砂が多量に見られる。

道路埋設管では、大きな陥没は確認されていない。中央分離帯や歩道沿いの植え込み部いずれも土が噴出しているところ(写真-9.2.14)で、小規模な陥没がみられる。

ポートアイランド(第2線)工事区域では、周辺部において地盤の亀裂や陥没が多く見られる。

(1)1) 積石部・沈下

積石の転倒・沈下・崩壊等は島内全域で確認された。特に、道路部よりも商業する宅地が高いところでは、宅地積石の四方整形により、歩道部の積石が車道部へ倒れ、その結果積石が転倒破壊するケースが多くみられた(写真-9.2.15)。

また、積石部は車道と下部地盤の状況が異なるためか、積石部だけが車道よりも大きく沈下するところもみられた。

(1)2) 液状化に伴う噴砂

港島中町3丁目の公園P1住宅周辺の道路を除くほとんどの道路で、液状化に伴う噴砂がみられた(写真-9.2.16, 9.2.17)。

噴砂は、土の崩壊する中央分離帯や歩道沿いの植え込み部にもじた亀裂や、車道と積石との目地、排水溝集水井から地表面に噴出しており、その噴出した砂の厚さは、高いところでは70～300mmにもなっている。

(2) 新交通(ポートライナー)の被害状況

損傷の程度およびその発生原因の違いから、対象区画を下記のとおり3区画に分類し、それぞれの区画での被害状況を以下に説明する。

9. 2. 2 道路・新交通(ポータライナー)の被害状況

(1) 道路の被害状況

ポータアイランドにおける道路の被害の主なものは次のとおりである。

- ①沈下・不等沈下
- ②亀裂・段差・陥没
- ③縁石転倒・沈下
- ④液状化に伴う噴砂

各被害状況は以下のとおりである。

(i)沈下・不等沈下

ポータライナー路線沿いの道路では、平均で50～60cm、大きいところでは1m近い沈下が発生していると考えられる。

沈下はほとんどが不等沈下であり、部分的には大きな波打ちとなって現れているところがみられる(写真-9.2.12)。特に、マンホール部、地下埋設管路線では、周辺部に比べて相対的に沈下が少なくなる傾向にあり、不等沈下を生じる大きな要因となっている。

隣接する宅盤が道路面よりも高いところでは、宅盤の側方変形が加わり、道路の損傷が大きくなる傾向がみられる。

(ii)亀裂・段差・陥没

道路面の亀裂は、構造物基礎(たとえば、ポータライナー橋脚基礎)に起因したもの、マンホールなどの地中埋設物および下水道管路沿いに発生したものが多く(写真-9.2.13, 9.2.14)。交差点部では、亀裂や段差の発生が多く、噴砂が多量に見られる。

道路舗装部分では、大きな陥没は確認されていない。中央分離帯や歩車道間の植え込み部(いずれも土が露出しているところ)で、小規模な陥没がみられる。

ポータアイランド(第2期)工事区域では、周辺部において地盤の亀裂や陥没が多く見られる。

(iii)縁石転倒・沈下

縁石の転倒・沈下・波打ちは島内全域で確認された。特に、道路面よりも隣接する宅盤が高いところでは、宅盤盛土の側方変形により、歩道部の舗装が車道側へ押され、その結果縁石が転倒破壊するケースが多くみられた(写真-9.2.15)。

また、縁石部は車道と下部地盤の状況が異なるためか、縁石部だけが車道よりも大きく沈下するところもみられた。

(iv)液状化に伴う噴砂

港島中町3丁目の公団P I住宅周辺の道路を除くほとんどの道路で、液状化に伴う噴砂がみられた(写真-9.2.16, 9.2.17)。

噴砂は、土の露出する中央分離帯や歩車道間の植え込み部に生じた亀裂や、車道と縁石との目地、排水溝集水柵から地表部に噴出しており、その噴出した砂の厚さは、厚いところでは20～30cmにもなっている。

(2) 新交通(ポータライナー)の被害状況

損傷の程度およびその発生原因の違いから、対象範囲を下記の4区間に分類し、それぞれの区間での被害状況を以下に概説する。

(i)市街地側護岸部(神戸大橋北側の護岸部, P 56~69)

この区間は最も被害の大きい区間である。

上部工についてはP 56~63の7径間が橋脚の傾斜のため撤去されている(写真-9.2.18)。また、桁連結部での南北方向、上下方向のずれが認められる。一方、下部工については、上記の橋脚が一様に西側へ傾いており、ポートターミナル駅南端のP 70ではケーソン基礎の沈下により取付部との段差が生じている(写真-9.2.19)。この原因としては、強い上下動を受けたことと、周囲地盤の液状化によるものと考えられる。

(ii)海上部(神戸大橋に平行する海上部, P 70~100)

特に重大な損傷は認められないが、ゲルバー部の沓が水平方向に回転するなどの損傷を受け、桁が横方向に若干ずれている箇所がある。

(iii)ポートアイランド側護岸部(P 101~103)

市街地側ほどではないが、護岸部の側方移動の影響により橋脚が基礎から傾いている箇所がある(写真-9.2.20)。

また、支承の損傷により桁連結部で段差や横方向ずれが生じている。

(iv)ポートアイランド内陸部(P 104~242)

大きな損傷は認められないが、全般的に地盤沈下(最大8.5cm)が生じているため、橋脚基礎部分が地上に飛び出した形となっている(写真-9.2.21)。

上部工については、沓の破損による桁の沈下、南から北への移動による桁の接触が数箇所認められる程度である。

下部工のうち鋼製橋脚の損傷は認められないが、RC橋脚では南北方向の強い揺れによる段落とし部の水平亀裂が10数基で発生している(写真-9.2.22)。

9. 2. 3 港湾施設の被害状況

ポートアイランドの港湾施設は、全域にわたって大きな被害を受けている。

(i)北側護岸

ポートアイランド北側護岸は、主に物揚げ場とライナーバースよりなるが、北公園を挟む物揚げ場の被害程度が大きい。また、北埠頭第6コンテナバースは、港島トンネル工事現場となっているが、護岸の傾斜、沈下など大きな被害が生じている。

写真-9.2.23は、北埠頭北側のライナーバースの被害状況である。護岸が海側に押し出されて傾き、背面地盤が広範囲にわたって陥没している。陥没は倉庫まで及んでおり、フェンス等にゆがみが生じている。

物揚げ場東側の被害状況は、護岸が海側に大きく押し出され、背面地盤が大きく陥没して倉庫まで被害が及んでいる。写真-9.2.24は、物揚げ場中央部の状況であるが、東側同様護岸が海側に押し出されて傾き、沈下している。このため、背面地盤が大きく陥没し、一部は水没している。段差は1m程度である。被害は倉庫の基礎まで及んでいる。

北公園東側護岸の被害状況は、護岸が前面に押し出されて傾き、沈下している。背面の道路及び遊歩道が広範囲に陥没している。北側の栈橋付近は水没している。

写真-9.2.25は、神戸大橋西側の被害状況である。護岸が海側に押し出され、背面地盤が陥没している。段差は1m程度である。背面地盤の広範囲で護岸に平行する開口亀裂が多数発生している。

写真-9.2.26は、保税上屋付近の護岸の被害状況である。護岸が海側に押し出されて、沈下している。背面地盤も陥没しており、一部は水没している。

北西岸壁の物揚げ場の被害は大きく、護岸が約3m程度海側に押し出され、1.5m程度沈下している。このため、背面地盤が広範囲にわたって陥没しており、一部は水没している。

(ii)西側護岸

西側護岸は、水深-12mのコンテナバースである。護岸が海側に押し出されて、背面地盤が陥没している。このため、ガントリークレーンの脚が座屈している。

写真-9.2.27は、コンテナバースの被害状況である。護岸が海側に押し出されて、背面地盤が陥没している。ガントリークレーンの後脚レール基礎は残っているが、沈下およびゆがみが生じている。ガントリークレーンの一部に前脚の座屈が見られ、その他にも車輪のはずれ、レールのゆがみが生じている。

コンテナバース南端護岸では、護岸が海側に押し出されて沈下し、背面地盤が陥没している。段差は2m程度である。ガントリークレーンの被害は、車輪がレールからはずれた程度である。

(iii)東側護岸

東側護岸は、北から北埠頭、中埠頭、南埠頭からなる。北埠頭・南埠頭は、コンテナバース、中埠頭はライナーバースとなっている。被害は全域にわたって生じており、特に、コーナー付近の被害が大きい。

南東護岸の化学品埠頭では、護岸が海側に1m程度押し出されて、50cm程度沈下している。背面地盤は陥没し、段差は80cm程度である。倉庫が傾き、壁、フェンスにゆがみを生じている。

写真-9.2.28は、南埠頭のコンテナバースの被害状況である。護岸が海側に押し出され、

背面地盤が陥没している。段差は約2m程度である。ガントリークレーンの基礎は沈下せずに残っているが、レールにゆがみがみられる。

写真-9.2.29は、南埠頭と中埠頭の間にある物揚場の被害状況である。護岸が海側に押し出され、背面地盤が陥没している。

物揚場南端ではコンクリート護岸が損壊している。また、物揚場は護岸が海側に押し出されて傾いている。中央部付近は沈下が大きい。背面の道路が陥没し、波を打っている。段差は1.5m程度である(写真-9.2.30)。

北埠頭南側のコンテナバスでは、護岸が海側に押し出されて傾き、背面地盤が陥没している。段差は2.5m程度である。ガントリークレーンのレールは杭基礎となっているため大きな沈下はないが、波を打ったりゆがんだりしている。

写真-9.2.31は、北埠頭東側の被害状況である。護岸が海側に押し出され傾いたために、背面の道路が陥没している。電柱や樹木が倒れている。

写真-9.2.32は、北埠頭北東コーナー付近の被害状況である。護岸の沈下は1.2m程度である。護岸の開口部より、海水が侵入して、空洞化している。

(iv)第1期南側護岸および第2期地区護岸

第1期南側護岸は、前面をポートアイランド(第2期)工事により埋め立てられているために、ほとんど変状はみられない。ただ東側の一部は埋め立てがまだ海面以下のため、護岸が海側に傾き、背面道路が陥没している。

写真-9.2.33~9.2.35は、第2期地区南西端護岸の被害状況である。この付近はコーナー部でもあり、護岸が傾き、沈下等の被害が生じている。また、護岸背後には護岸に平行な亀裂がみられる。開口幅は数cm~数十cmである。

写真-9.2.36は、第2期地区東側護岸の被害状況である。護岸が海岸に押し出されて傾き、沈下している。

写真-9.2.37は、第2期地区内にあるK-CATの被害状況である。護岸が海側に少し押し出されて、背面地盤に50cm程度の段差ができています。K-CAT区域は地盤改良が実施されているため、護岸近傍を除いて被害の程度が比較的少なくなっている。

- 凡 例
- : 被害が大きい部分
 - : 被害がみられる部分
 - : 主な亀裂
 - ①... ④... : 写真位置

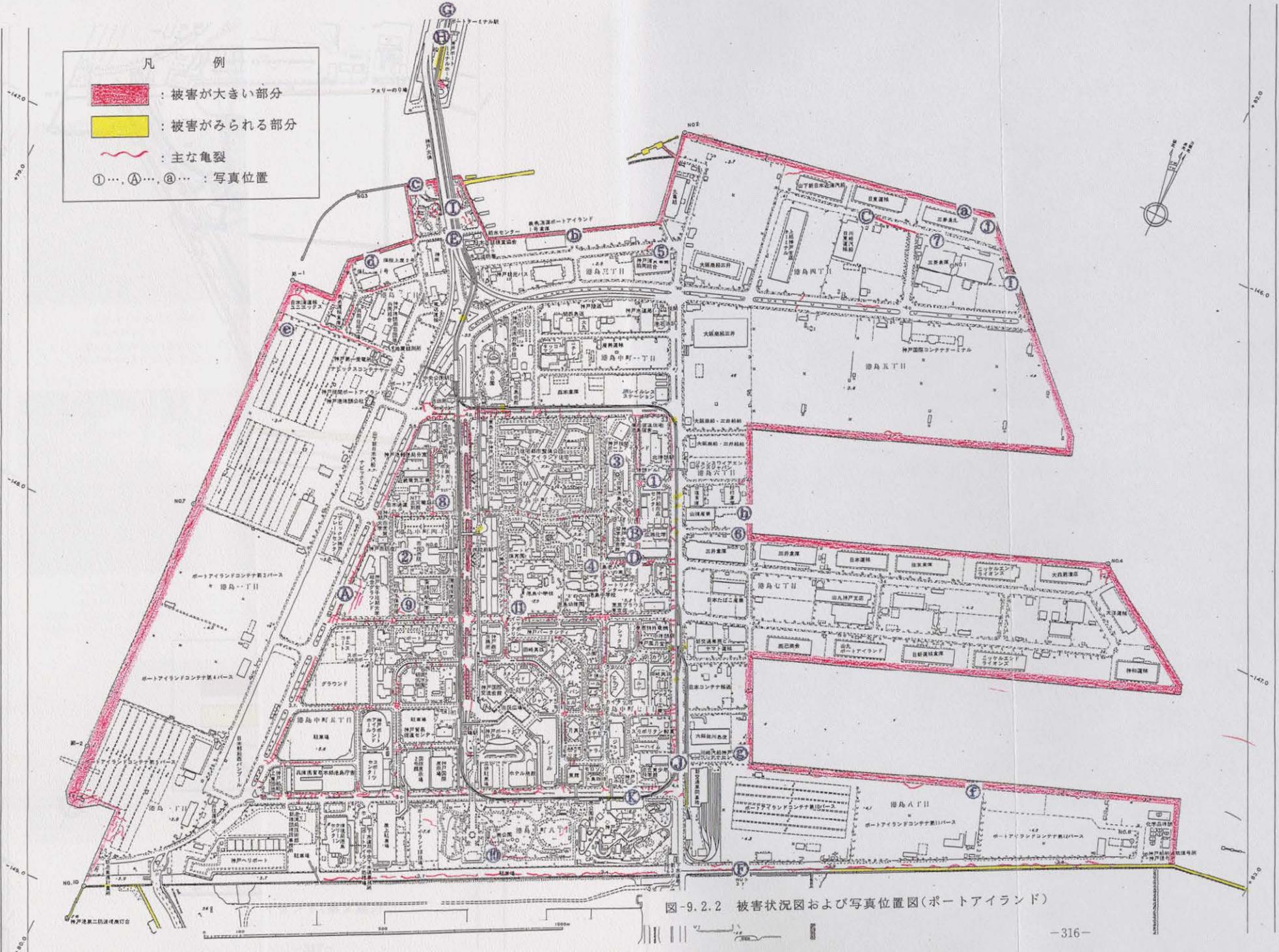


図-9.2.2 被害状況図および写真位置図(ポートアイランド)

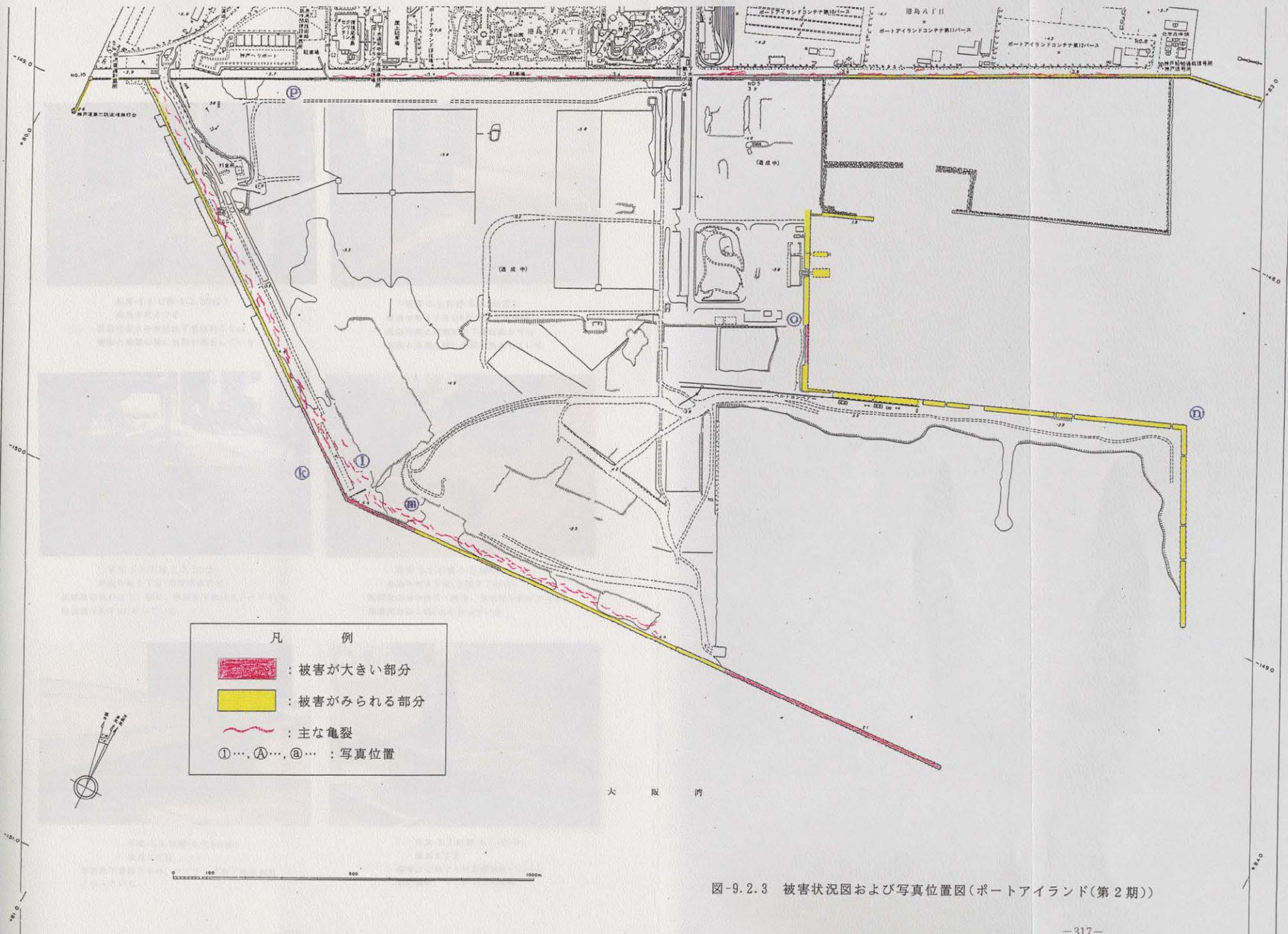


図-9.2.3 被害状況図および写真位置図(ポートアイランド(第2期))



写真-9.2.1(図-9.2.2の①)
 港島中町2丁目
 周辺地盤との相対沈下量は約60cm
 建物と地盤の間に空洞が発生している



写真-9.2.2(図-9.2.2の②)
 港島中町4丁目(神戸中央市民病院)
 周辺地盤との相対沈下量は約60cm
 建物と地盤の間に空洞が発生している



写真-9.2.3(図-9.2.2の③)
 港島中町2丁目(市営港島住宅)
 基礎周辺部の沈下・陥没。相対沈下量は20~40cm,
 陥没幅は約2mとなっている



写真-9.2.4(図-9.2.2の④)
 港島中町2丁目(公団PI住宅)
 基礎周辺部の沈下・陥没、相対沈下量は30cm,
 陥没深さは1m以上となっている



写真-9.2.5(図-9.2.2の⑤)
 港島3丁目
 相対沈下量は70cm、フーチングの下部は空洞
 となっている



写真-9.2.6(図-9.2.2の⑥)
 港島6丁目
 護岸に近接する杭基礎建物における
 杭の傾斜、フーチングの損傷



写真-9.2.7(図-9.2.2の㉗)
港島4丁目
地盤の不等沈下に伴い建物の傾斜がみられる



写真-9.2.8(図-9.2.2の㉘)
港島中町4丁目
液状化に伴い玄関部が1m以上陥没している



写真-9.2.9(図-9.2.2の㉙)
港島中町4丁目(看護短大グラウンド)
グラウンドに入った亀裂に沿って噴砂孔が並ぶ
亀裂は西方向に200m以上延びている



写真-9.2.10(図-9.2.2の㉚)
港島中町8丁目(南公園)
公園内の遊歩道・植え込み部の連続した
亀裂からかなりの規模の噴砂がみられる



写真-9.2.11(図-9.2.2の㉛)
港島中町3丁目(港島小学校プール)
液状化に伴う噴砂の圧力によりプールサイドの
ブロックが押し上げられている



写真-9.2.12(図-9.2.2の㊸)
港島中町4丁目
花壇部分に波打ちが顕著に認められる



写真-9.2.13(図-9.2.2の㊹)
港島中町2丁目(市営港島住宅東側)
地下埋設物に起因すると考えられる道路面
への亀裂がみられる



写真-9.2.14(図-9.2.2の㊺)
港島4丁目
道路に発生した段差(写真中央部で60cm),
東西方向に連続する



写真-9.1.15(図-9.2.2の㊻)
港島中町2丁目(市営港島住宅東側)
緑石の転倒と液状化に伴う噴砂がみられる



写真-9.2.16(図-9.2.2の㊼)
港島1丁目
北公園付近の道路部の液状化



写真-9.2.17(図-9.2.2の㊽)
港島8丁目(第10パーズ南側)
護岸部の目地からの噴砂、φ100mm以上の
礫も混じる



写真-9.2.18(図-9.2.2の㉔)
 ポートターミナル駅北側付近
 ピアが西側へ傾いている



写真-9.2.19(図-9.2.2の㉕)
 ポートターミナル駅
 取付部の沈下状況。



写真-9.2.20(図-9.2.2の㉖)
 港島2丁目付近(P101)
 橋脚が傾き、桁同士が突き当たっている



写真-9.2.21(図-9.2.2の㉗)
 港島7丁目付近(P189)
 周辺部の地盤沈下により、橋脚フーチング部
 が地上に突き出ている(全路線で認められる)



写真-9.2.22(図-9.2.2の㉘)
 港島中町8丁目付近(P180)
 橋脚部コンクリートに水平方向の亀裂が
 みられる(最大幅5mm角落ち)



写真-9.2.23(図-9.2.2の㉓)
 ポートアイランド北東護岸
 ライナーバースの被害状況



写真-9.2.24(図-9.2.2の㉔)
 ポートアイランド北側護岸
 物揚場 背面地盤の陥没



写真-9.2.25(図-9.2.2の㉕)
 ポートアイランド北側護岸
 神戸大橋西側 背面地盤の陥没



写真-9.2.26(図-9.2.2の㉖)
 ポートアイランド北側護岸
 保税上屋付近 背面地盤の陥没



写真-9.2.27(図-9.2.2の㊸)
 ポートアイランド西側護岸
 第1コンテナバース 地盤の陥没



写真-9.2.28(図-9.2.2の㊹)
 ポートアイランド南埠頭
 コンテナバース 背面地盤の陥没



写真-9.2.29(図-9.2.2の㊺)
 ポートアイランド東側護岸
 物揚場 護岸のはらみ出し状況



写真-9.2.30(図-9.2.2の㊻)
 ポートアイランド東側護岸
 北埠頭 護岸背面道路の陥没状況



写真-9.2.31(図-9.2.2の㊼)
 ポートアイランド東側護岸
 北埠頭 道路の陥没状況



写真-9.2.32(図-9.2.2の㊽)
 ポートアイランド東側護岸
 北埠頭 護岸の損壊

9.2.3 大野アイランド

9.2.3.1 建設中の被害状況

大野アイランド(第2期)の被害状況は、築港期間中の被害状況と、



写真-9.2.33(図-9.2.3の㉔)
ポートアイランド(第2期)南西護岸
護岸の沈下・傾斜



写真-9.2.34(図-9.2.3の㉕)
ポートアイランド(第2期)南西護岸
護岸の沈下・傾斜と護岸背後の亀裂



写真-9.2.35(図-9.2.3の㉖)
ポートアイランド(第2期)南西護岸
護岸に平行する背後地の亀裂



写真-9.2.36(図-9.2.3の㉗)
ポートアイランド(第2期)東側護岸
護岸コーナー付近の被害状況

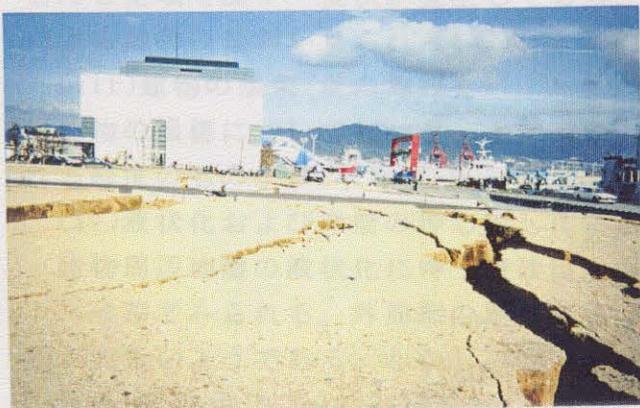


写真-9.2.37(図-9.2.3の㉘)
ポートアイランド(第2期)
K-CAT付近 地盤の亀裂・段差



写真-9.2.38(図-9.2.3の㉙)
ポートアイランド(第2期)
地盤の液状化に伴う噴砂

9. 3 六甲アイランド

9. 3. 1 建物の被害状況

六甲アイランドの中央部は、都市機能ゾーンが配置され、その北半分には既に高層マンション・商業ビル・ホテル・一戸建て街区等が整備されている。南半分は現在建設中または予定地となっている。島の外周部は、ポートアイランドと同様に、倉庫・流通関連施設等の港湾機能ゾーンとなっている。

六甲アイランドでの建物の被害は、ポートアイランドと比べて少なく、主なものは次のとおりである。

- ①建物周辺地盤の沈下・陥没・フーチング下部の空洞化
 - ②直接基礎建物の傾斜・不等沈下
 - ③建物の損傷(壁の亀裂)
 - ④液状化および岸壁の押し出しによる周辺地盤の沈下・陥没
- 各被害状況は以下のとおりである。

(i)建物周辺地盤の沈下・陥没・フーチング下部の空洞化

沈下は、量的にはポートアイランドに比べて少ないものの、同様に島のほとんど全域で発生しており、建物と周辺地盤との相対沈下量は都市機能ゾーンでは最大50cmを確認している。沈下量の分布は、中央部の六甲ライナー両側で小さく、周辺部で大きくなっている。また、ポートアイランドと同様に未改良区域での沈下が、地盤改良区域よりもかなり大きくなっている。

建物と周辺地盤との相対沈下量の調査結果を、図-9.3.1に示した。これによれば、向洋町中1丁目および5丁目の六甲ライナー両側、向洋町中2丁目のイーストコート6番街西側での相対沈下量は10cm未満と小さく、向洋町中1丁目のイーストコート5番街東部および向洋町中2丁目の向洋中学校北東部で50cm以上の相対沈下となっている。

建物周辺の陥没は、やはり、杭基礎建物のフーチング外周部で顕著である(写真-9.3.1~9.3.3)。

一戸建て街区では、ほとんど変状は認められない。

(ii)直接基礎建物の傾斜・不等沈下

直接基礎建物の沈下被害規模は、ポートアイランドに比べると小さい。しかし、島のほとんど全域で沈下・変状が発生しており、港湾機能ゾーンでの倉庫においては、不等沈下による建物の傾斜が見られる(写真-9.3.4)。

(iii)建物の損傷(壁の亀裂)

建物の損傷についても、ポートアイランドに比べて少なく、壁面に亀裂が部分的にみられる程度のものが多い(写真-9.3.5, 9.3.6)。

(iv)液状化および岸壁の押し出しによる周辺地盤の沈下・陥没

建物周辺地盤の液状化に伴う噴砂は、内陸部の都市機能ゾーンでは、植え込み・グラウンド・通路で見られる。外周部の港湾機能ゾーンでは、島北部において液状化による噴砂範囲が大きいようである。しかし、ポートアイランドでの状況に比べて、全般にその規模は小さい(写真-9.3.7~9.3.10)。

9. 3. 2 道路・新交通(六甲ライナー)の被害状況

(1) 道路の被害状況

六甲アイランドでは、ポートアイランドに比較して全体に被害が少なく、道路の被害の主なものは次のとおりである。

①沈下・不等沈下

②亀裂・陥没

③縁石転倒

④液状化に伴う噴砂

各被害状況は以下のとおりである。

(i)沈下・不等沈下

六甲ライナー路線沿いは、橋脚フーチング部と周辺部とで沈下量が異なり、遊歩道敷石の不等沈下、目地の乱れを生じている(写真-9.3.11)。

(ii)亀裂・陥没

道路面の亀裂は、構造物基礎に起因したもの、マンホールなどの地中埋設物および下水道管路沿いに発生したものが多く。

交差点部では亀裂が多く発生している(写真-9.3.12)。ただし、亀裂の数はポートアイランドに比べて非常に少なく、段差を生じているものはほとんどみられない。

護岸に近い部分では、岸壁の押し出しによる背後地盤の沈下・陥没が生じており、舗装路面にも数条の亀裂が生じている(写真-9.3.13)。

(iii)縁石転倒

縁石の転倒は周辺部で確認されている(写真-9.3.14)。ただし、ポートアイランドに比べて被害は全体に少なく、その程度も軽い。

(iv)液状化に伴う噴砂

液状化に伴う噴砂は、北部及び東部において顕著である。

噴砂は、土の露出する中央分離帯や歩車道間の植え込み部に生じた亀裂や、車道と縁石との目地、歩道の敷石目地から地表部に噴出している(写真-9.3.15, 9.3.16)。

(2) 新交通(六甲ライナー)

損傷の程度およびその発生原因の違いから、対象範囲を下記の4区間に分類し、それぞれの区間での被害状況を以下に概説する。

(i)市街地側護岸部(六甲大橋北側, P80・81, P U82・83, P D82~85)

この区間では、地震動とともに護岸の崩壊が加わったことで、構造物に対する被害を大きくしている。

上部工では沓の破損による桁の移動・転倒、また、それに伴う桁とピアとの接触・破壊等が見られる。下部工についても傾斜が発生し、鋼製橋脚の基部では塗装の剥離が発生している。これらの損傷は、海に近づくほど著しくなり、最も海側に位置するP D85では、桁の転落の危険もある(写真-9.3.17)。

また、地盤が20~30cm程度沈下しているため、基礎工への影響が懸念される。

(ii)海上部(六甲大橋と併設される区間)

六甲大橋の被害は、ピポット支承の破壊(写真-9.3.18)など(i)区間を上回るものがある。

また、中央径間の斜張橋部と側径間の鋼箱桁とで、破損の状況が異なっている事が特徴である。斜張橋部分では一見した所、タワーやケーブル部には大きな変状は見られなかったが、遠景で見ると若干桁が垂れ下がっているように見受けられる。この区間でのみ、添架物が落下している事などからみても、桁に激しい上下動があったものと推測される。したがって、新交通でも桁同士の継目で垂直方向を主とする変位が見られる。

側径間部では、RC橋脚と鋼製ラーメン橋脚との継目に当たる沓が、完全に破壊している箇所が多く、これに伴う水平変位も相当量発生している。

特に陸上部と連結する箇所では、護岸の変位と相まって桁の転倒・落橋(U-Line, 六甲アイランド側)が発生している。

(iii)六甲アイランド側護岸部(P U 91~98, P D 93~99, P 100~103)

ここでも、上記(i)区間と同様の現象が発生している。ただし、護岸の崩壊の程度は島側がひどく、その分新交通への影響も大きくなっている。

この区間では、特に海に近い臨海部と、それよりも内側に位置する部分とで同一被害発生原因であっても、被害レベルにはかなりの差が認められる。

臨海部では、護岸の崩壊による橋脚の海側への傾斜が大きく、P U 91では落橋している(写真-9.3.19)。

橋脚の傾斜は、内陸に向かって徐々に軽微にはなっていくが、上下線、各々P U 93, P D 95付近まで発生している。この結果、この区間では沓の破損・桁の移動・遊間の拡大などが見受けられる。これより内陸側でも、上部工が海側に引っ張られる形で桁遊間が拡大している。

基礎地盤については30cm程度沈下しており、橋脚のフーチング部がその分地上へ浮きだした様に見える。ここでもまた、基礎工への影響が懸念される(写真-9.3.20)。

(iv)六甲アイランド内陸部(P 104~P 140, P Y 01~12, A Y 1)

島の内陸部では他区間と同様の地盤沈下の発生以外、主たる被害は見受けられない。この区間では桁の動いた形跡は見られるが、構造物への影響は軽微であると思われる。

北側護岸と同様な被害を受けている。ただし、護岸の沈下・沈下は、北側護岸に比べると比較的軽微である。護岸が崩壊(崩壊)に押し出され、崩壊したために固定クレーンが傾いている。コンテナベースもガントリークレーンの軌道間が約10%の幅で全域におおって陥没している。沈没は1.5~2.0m程度である。このため、ガントリークレーンも車輪がレールからはずれたり、後部が崩壊するなど被害を受けている。

(11)南側護岸

南側護岸は、西から第3~第5コンテナベース、マリンパーク、K-A中心、第6~第7コンテナベースと連なり、被害の形態は前述した北側護岸や西側護岸と同様であるが、西側護岸に比べて被害の程度は大きいようである。

南側護岸では、護岸が崩壊(崩壊)に押し出され、大きく沈下している。被害も他の区間に比べると大きいようである。これらの被害の変状によりガントリークレーンの軌道が大きくゆがんでいる。写真-9.3.21は、崩壊したガントリークレーンの状況である。このクレーンは六甲アイランド西側護岸部の第3コンテナベースにあり、他のガントリークレーンも同様、沈没が顕著して傾いている。

写真-9.3.21は、第4~第5コンテナベースの被害状況である。護岸が崩壊に押し出され

9. 3. 3 港湾施設の被害状況

六甲アイランドでは、護岸の傾斜・沈下が全域にわたって見られ、大きな被害を受けている。その被害状況は次のようなものが見られる。

- ・護岸 …………… 押し出し、傾斜、沈下、はらみだし、特にコーナー部の損傷が激しい。
- ・背面地盤（ 17° 凹部） …… 沈下（陥没）、段差、開口亀裂の発生等
- ・倉庫、その他 …………… 傾斜、沈下、基礎の損壊、壁の亀裂等

護岸の押し出しと背面地盤の陥没は、複合する形で発生しており、大きな被害状況となっている。

このほか、荷上げ用のクレーン（ガントリークレーン等）、倉庫などの建物、照明施設などの構造物も被害を受けており、地震動による水平方向の力や地盤の液状化により護岸が海側に押し出され、背面地盤の移動や陥没が生じたことによって、被害が発生したものと考えられる。

(i) 北側護岸

六甲アイランド北東部の岸壁はフェリー乗り場となっているが、フェリーの乗降ゲートが大きな被害を受けている。護岸が海側へ傾き、背面地盤に亀裂が入り、ゲートが落下している。また、ゲートの周囲が陥没しており、落差は1.5～2.0m程度である。

写真-9.3.21は、背面地盤が陥没したために生じたフェリー乗降ゲートの被害状況である。

写真-9.3.22は、六甲アイランド中央部物揚場護岸の被害状況である。護岸が前面にはらみ出して傾き、背面地盤が陥没し、開口亀裂が無数に発生している。

六甲アイランド北西部のランパースでは、護岸の傾斜・沈下及び背面地盤の陥没が認められる。これらの変状のため、ガントリークレーンがレールからはずれ、後方へ傾くなどの被害が出ている(写真-9.3.23)。

(ii) 西側護岸

西側護岸は主としてコンテナバースとランパースよりなり、そのほとんどが北側護岸と同様な被害を受けている。ただ、護岸の傾斜・沈下は、北側護岸に比べると比較的軽微である。護岸が海側(前面)へ押し出され、傾斜したために固定クレーンが傾いている。

コンテナバースもガントリークレーンの脚柱間が約10mの幅で全域にわたって陥没している。段差は1.5～2.0m程度である。このため、ガントリークレーンも車輪がレールからはずれたり、後脚が座屈するなどの被害を受けている。

(iii) 南側護岸

南側護岸は、西から第3～第5コンテナバース、マリパーク、K-ACT、第6～第7コンテナバースと連なり、被害の形態は前述した北側護岸や西側護岸と同様であるが、両護岸に比べて被害の程度は大きいようである。

南側護岸では、護岸が海側(前面)に押し出され、大きく沈下している。傾きも他の地区に比べると大きいようである。これら地盤の変状によりガントリークレーンの軌道が大きくゆがんでいる。写真-9.3.24は、倒壊したガントリークレーンの状況である。このクレーンは六甲アイランド南西側岸壁の第3コンテナバースにあり、他のガントリークレーンも前脚、後脚が座屈して傾いている。

写真-9.3.25は、第4～第5コンテナバースの被害状況である。護岸が海側に押し出され

たために、背面地盤のエプロン部が10～15m幅で陥没している。段差は2m程度であり、一部は水没している。

写真-9.3.26は、野鳥公園の被害状況であるが、石積み護岸が海側に押し出され、背面地盤が陥没している。これに続くマリパークは、親水性護岸となっているが、護岸が海側に傾いて沈下しており、背面の階段部分にも30cm～1.0m程度の開口亀裂が多数発生している。陥没箇所も随所にみられ、段差は50cm～1.5m程度である(写真-9.3.27)。

K-ACTでは、護岸が海側に押し出され、傾斜・沈下している。そのため、積み降ろしゲートが南側へ傾き、背面のエプロン部も15m幅で陥没している。

写真-9.3.28は、第6～第7コンテナバースの被害状況であるが、護岸が海側に押し出されて傾いている。ガントリークレーンの脚柱間が護岸に沿って陥没しており、このためガントリークレーンの前脚が座屈している。

(iv)東側護岸

東側護岸は、南からライナーバース、トランパーバース、内陸物揚げ場、内貿バースよりなる。

写真-9.3.29は、東南端護岸の被害状況である。護岸が海側へ1.5m程度押し出されている。背面地盤には開口亀裂が多数発生し、コーナ付近は陥没している。

写真-9.3.30は、ライナーバースの被害状況であるが、護岸が海側に押し出されて傾いている。このためクレーンの軌道は波を打ったり、ゆがんだ状態となっている。

写真-9.3.31は、トランパーバース東端コーナー部の被害状況である。護岸が海側へ押し出され傾いており、目地部分に1.2mの段差を生じている。背面のエプロン部分も陥没し、コンクリート舗装が損壊している。護岸の開口部より海水が浸入し、裏込め土が流出している。

写真-9.3.32は、(W～Z)トランパーバース付近の被害状況である。護岸の傾き・ずれは比較的軽微であり、背面地盤の陥没箇所も既に土砂により埋められている。ガントリークレーンが後方へ傾いているものの、クレーンの軌道のゆがみに比較して小さいといえる。

(V～R)トランパーバースでは、背面地盤が広範囲に陥没している。段差は2m程度であり、一部は水没している。東端部においては、護岸が約1m程度海側に押し出され、傾いている。

内貿バースでは、護岸が波打ち、背面地盤が陥没する等の被害を受けている。



写真-9.3.1(図-9.3.2の①)

向洋町中1丁目

建物と周辺地盤との相対沈下量は約50cmで、フーチング側面が露出する



写真-9.3.2(図-9.3.2の②)

向洋町中5丁目

建物と周辺地盤との相対沈下量は約40cmで、埋設されてあった塩ビ管が破損する



写真-9.3.3(図-9.3.2の③)

向洋町中2丁目(市立向洋中学校)

相対沈下量は50cm、建物には部分的に亀裂が入る



写真-9.3.4(図-9.3.2の④)

向洋町東3丁目

地盤の不等沈下に伴い建物の傾斜がみられ、基礎部が部分的に破損する



写真-9.3.5(図-9.3.2の⑤)

向洋町中5丁目

壁面には亀裂がみられる

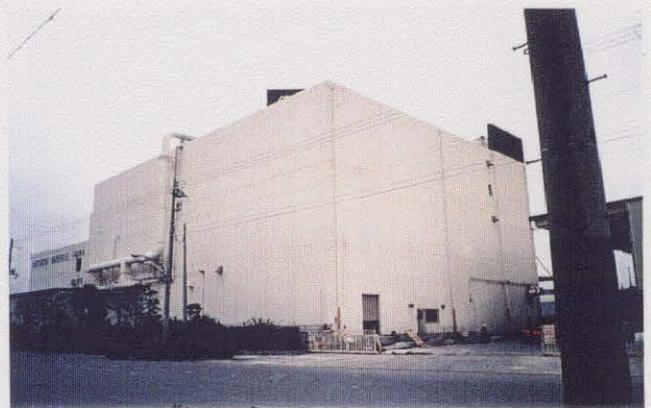


写真-9.3.6(図-9.3.2の⑥)

向洋町西2丁目

壁面には亀裂がみられる



写真-9.3.7(図-9.3.2の⑦)
向洋町西1丁目
岸壁の押出しにより背面地盤に亀裂が入る



写真-9.3.8(図-9.3.2の⑧)
向洋町西3丁目
岸壁の押出しによる背面地盤の陥没状況

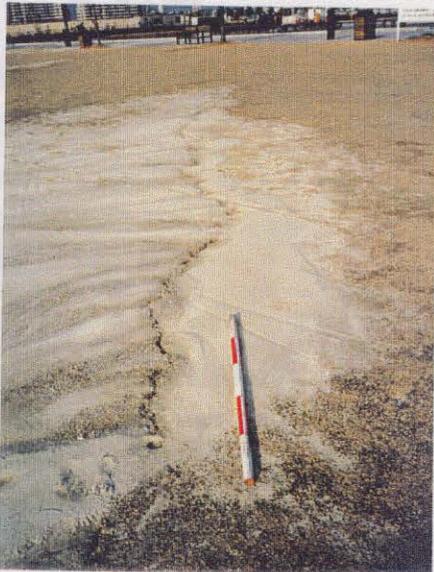


写真-9.3.9(図-9.3.2の⑨)
向洋町中4丁目(六甲愛ランド館付近)
芝生部分の亀裂から液状化に伴う噴砂が
みられる



写真-9.3.10(図-9.3.2の⑩)
向洋町東(南東側護岸背後地)
液状化に伴う噴砂

写真-9.3.11(図-9.3.2の⑪)
向洋町中1丁目
護岸壁にみられる噴砂跡

写真-9.3.12(図-9.3.2の⑫)
向洋町中1丁目
護岸壁にみられる噴砂跡



写真-9.3.11(図-9.3.2の㊸)
向洋町中7丁目
遊歩道敷石の不等沈下



写真-9.3.12(図-9.3.2の㊹)
向洋町中5丁目(ウエストゲートブリッジ南)
交差点付近に幅10cm程度の亀裂が数本みられる



写真-9.3.13(図-9.3.2の㊺)
向洋町東 丁目(第6パーズ)
舗装打ち継ぎ目にみられる亀裂



写真-9.3.14(図-9.3.2の㊻)
向洋町中5丁目
交差点部の縁石転倒



写真-9.3.15(図-9.3.2の㊼)
向洋町中1丁目
歩道部にみられる噴砂跡



写真 9.3.16(図-9.3.2の㊽)
向洋町中2～3丁目
植え込み部にみられる噴砂孔(φ1.0～2.0cm)



写真-9.3.17(図-9.3.2の㉔)
住吉浜町
桁の転倒



写真-9.3.18(図-9.3.2の㉕)
六甲大橋部
沓座の破壊、耐震連結装置が破損し、沓が変位している



写真-9.3.19(図-9.3.2の㉖)
向洋町西1丁目(PU91)
PU91の海側への傾斜により、落橋している
海上部の桁も変位しているのがみられる



写真-9.3.20(図-9.3.2の㉗)
向洋町西1丁目(PU95)
周辺部の地盤沈下により、橋脚フーチング部
が地上に突き出ている



写真-9.3.21(図-9.3.2の㉔)
六甲アイランド北東護岸
ダイヤモンドフェリー乗り場の被害状況



写真-9.3.22(図-9.3.2の㉕)
六甲アイランド北護岸
物揚場の被害状況



写真-9.3.23(図-9.3.2の㉖)
六甲アイランド北西護岸
トランパース 背面地盤の陥没



写真-9.3.24(図-9.3.2の㉗)
六甲アイランド南側護岸 第3バース
ガントリークレーンの被害



写真-9.3.25(図-9.3.2の㉘)
六甲アイランド南側護岸 第5バース
背面地盤の陥没



写真-9.3.26(図-9.3.2の㉙)
六甲アイランド南側護岸
野鳥公園 石積み護岸の被害状況



写真-9.3.27(図-9.3.2の㉔)
六甲アイランド南側護岸
マリンパーク 親水性護岸の被害



写真-9.3.28(図-9.3.2の㉕)
六甲アイランド南側護岸 第6バース
ガントリークレーンの被害



写真-9.3.29(図-9.3.2の㉖)
六甲アイランド南東護岸 第7バース
護岸の変状



写真-9.3.30(図-9.3.2の㉗)
六甲アイランド東護岸 ライナーバース
背面地盤の陥没



写真-9.3.31(図-9.3.2の㉘)
六甲アイランド東護岸 トランパーバース
護岸の損壊状況



写真-9.3.32(図-9.3.2の㉙)
六甲アイランド東護岸 トランパーバース
背面地盤の陥没

9. 4 考 察

(1) 地盤沈下について

ポートアイランド、六甲アイランドにおいては人工島のほとんど全域において地盤沈下が発生している。

絶対的な地盤沈下量は、詳細な水準測量等の実施を待つ必要があるが、概略的な沈下量は、前出の図-9.2.1、図-9.3.1に示した「杭基礎建物と周辺地盤との相対沈下量」により確認することができる。図示した相対沈下量は、杭基礎建物の壁に残る地震前の地盤位置と近接する位置での地震後の地盤面との差を測定したもので、都市機能ゾーンを主体に調査したものである。

両人工島共に島の中央部よりも周辺部の方が沈下が大きくなる傾向がみられる。これは、護岸の外側への移動（島の膨張）に伴う護岸付近の引き込み沈下がみられること、中央部での都市機能ゾーンでは周辺部の港湾機能ゾーンに比べてサンドドレーン工を主体とした地盤改良工事が実施されている区域が多いこと、またそのために港湾機能ゾーンでは都市機能ゾーンに比べて地盤の液状化が大きく発生していること等が要因として考えられる。これらの要因が相互に作用して中央部よりも周辺部の方が沈下が大きくなっているものと判断される。

ポートアイランドと六甲アイランドでの地盤改良施工区域を示したものが、図-9.4.1および図-9.4.2である。これと図-9.2.1、図-9.3.1とを対照してみると、サンドドレーンによる地盤改良施工区域での地盤沈下が少ないことがわかる。サンドドレーン工は本来沖積粘土層の圧密沈下を促進するために施工されたものであるが、今回の調査結果から埋立土の締め固めによる効果がある程度発揮されたため、地震による沈下が少なかったものと考えられる。プレローディング工法による地盤改良実施区域においても、神戸中央市民病院付近を除いて全般にやや沈下量が少なくなる傾向がみられる。神戸中央市民病院付近で大きな相対沈下が発生しているが、その原因は現時点では不明である。

未改良部では、ポートアイランドの港島小学校・港島中学校のように島の中央部においても、40cmを上回る相対沈下が発生している。また、ポートライナーの中埠頭駅から北埠頭駅東側の岸壁に近い部分では70～80cmを超える相対沈下が確認されている。六甲アイランドでは、都市機能ゾーン東端付近の向洋中学校などで大きな相対沈下が観測されている。

このように、地盤改良区域では沈下がかなり少なくなることが確認できる。しかし、改良部の周辺部（未改良部との境界付近）では未改良部に引きずられる形で大きな相対沈下が発生している部分もみられる。

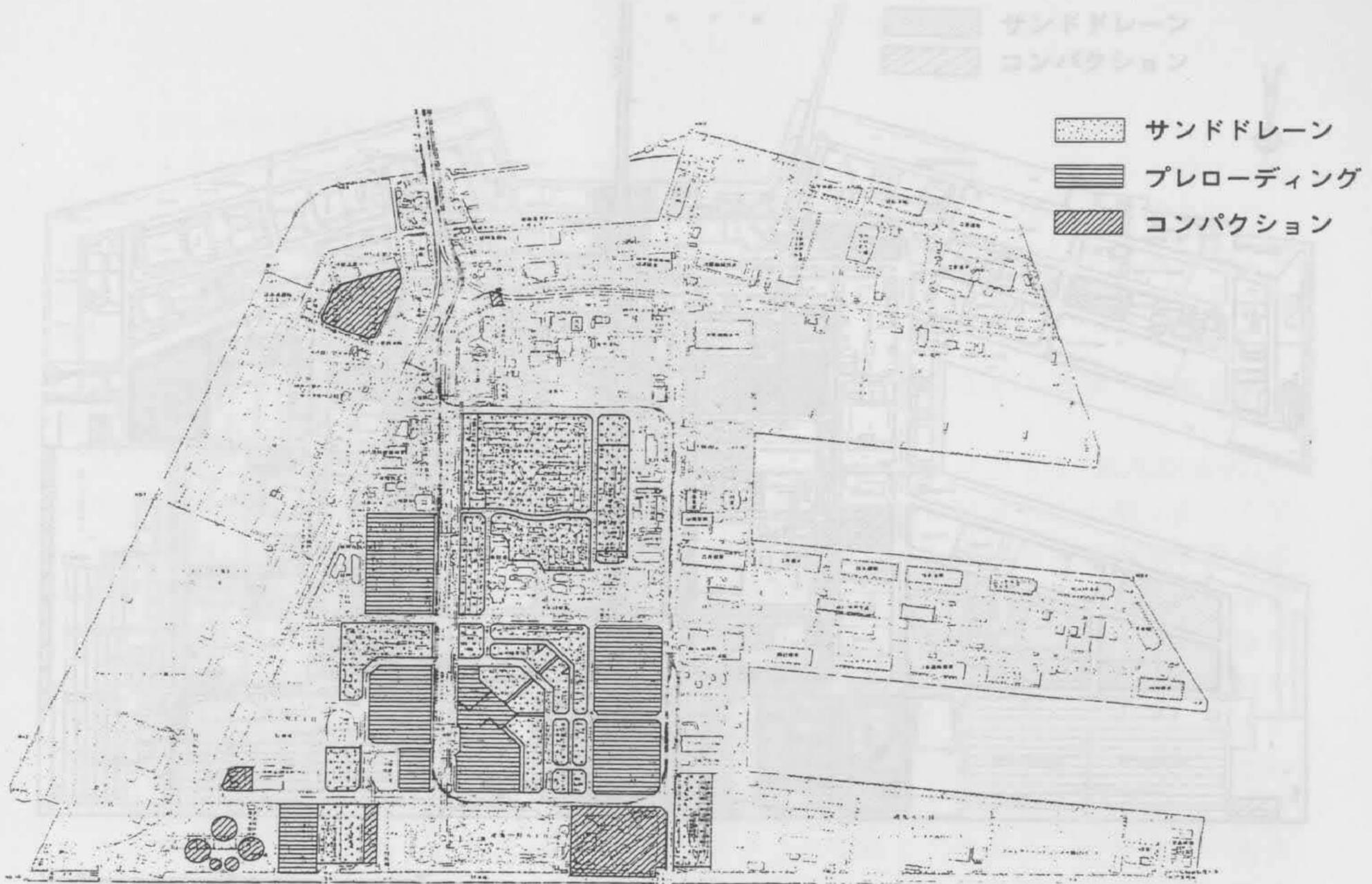


図-9.4.1 ポートアイランド（第1期）での地盤改良区域とその種類

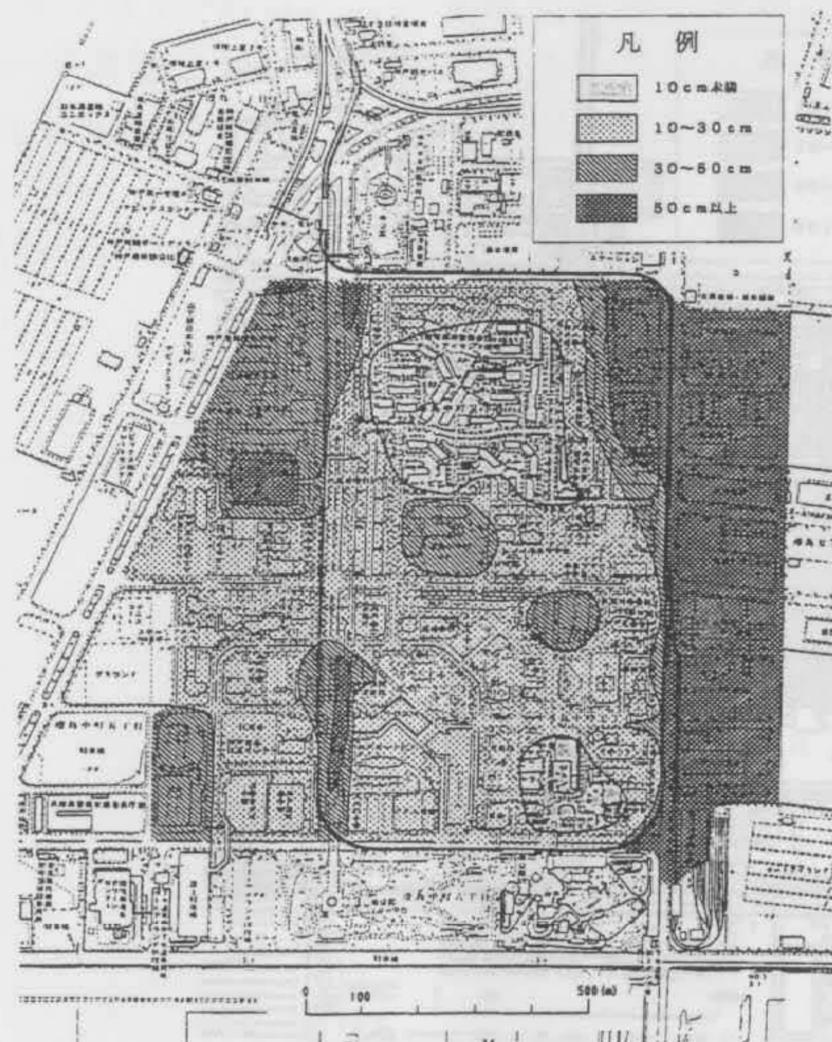


図-9.2.1 杭基礎建物と周辺地盤との相対沈下量（ポートアイランド）

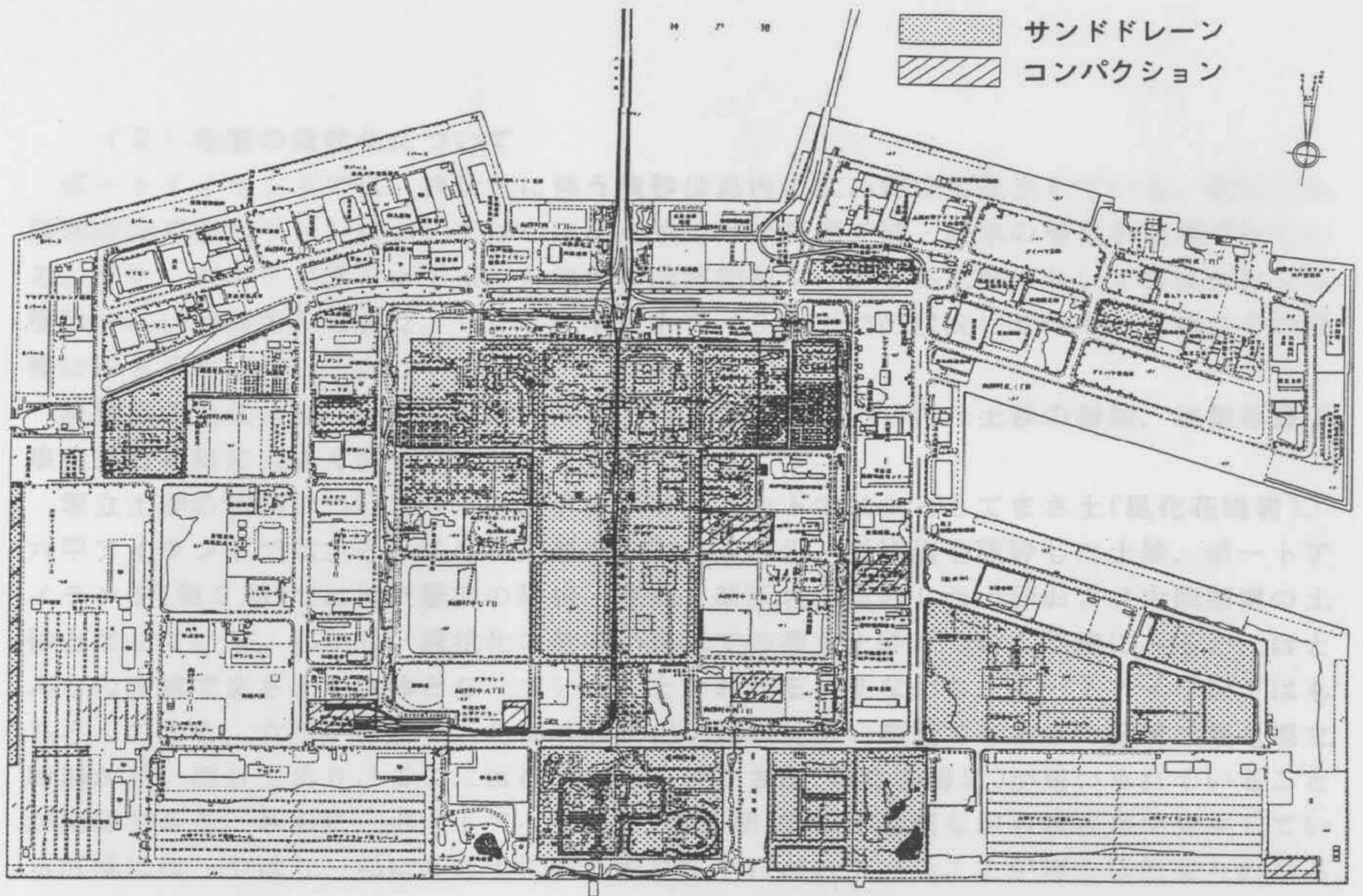


図-9.4.2 六甲アイランドでの地盤改良区域とその種類

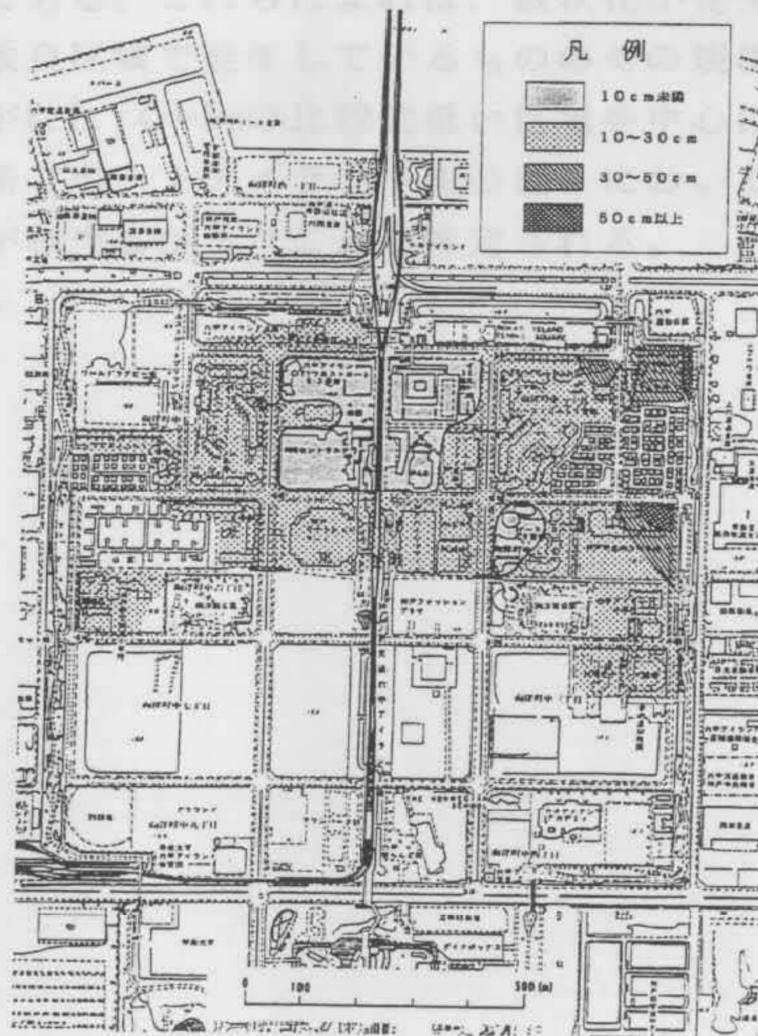


図-9.3.1 杭基礎建物と周辺地盤との相対沈下量（六甲アイランド）

(2) 地盤の液状化について

ポートアイランドでは、液状化に伴う噴砂は島内の広い範囲で発生している。特に、外周部の港湾機能ゾーンにおいては、ほぼ全域に近い範囲で砂・泥水の噴出が確認されている。また、六甲アイランドでは、外周部の港湾機能ゾーンの島北部において液状化による噴砂が広い範囲でみられた。しかし、ポートアイランドでの状況に比べて、全般にその規模は小さくなっている。

液状化の発生状況（場所・範囲・規模）は、埋立に用いられた土砂の種類、地盤改良工事実施の有無に大きく関係していると判断できる。

埋立土砂の種類についてみると、ポートアイランドでは主としてまさ土（風化花崗岩）、六甲アイランドでは主として神戸層群の砂岩・泥岩・凝灰岩を破碎した土砂、ポートアイランド（第2期）では神戸層群の砂岩・泥岩・凝灰岩を破碎した土砂および大阪層群の土砂となっている。しかし、液状化の激しい区域での埋立土砂について詳細にみると、ほとんどの区域でまさ土が主体となっていたことがわかる。すなわち、ポートアイランドはもちろんのこと、六甲アイランド北部の液状化が比較的広い範囲でみられた区域は最も埋立時期が早い部分であり、ここには横尾山からのまさ土（風化花崗岩）が用いられていることが確認できる。さらに、ポートアイランド（第2期）での小規模ながら液状化が発生している区域には、やはり一部にまさ土による埋立てが行われていることが埋立経歴よりわかる。このように、液状化が激しい区域の埋立土砂はまさ土を主体としており、液状化が小規模であった区域は主として神戸層群や大阪層群を起源とする土砂により埋立てられていることがわかる。

液状化が確認された区域を示したものが、図-9.4.3（ポートアイランド第1期）および図-9.4.4（六甲アイランド）である。これらによれば、液状化が発生しているのは未改良区域が主体である（一部地盤改良区域で発生しているもののその規模は全般に小さい）。

今回の地震では地盤高がK.P.+4～5mの比較的低い区域を中心に液状化が発生しているが、地盤高K.P.+10mを越える所（ポートアイランド南公園）においても大規模な液状化が確認されており、噴砂の圧力が相当高かったことが推定される。

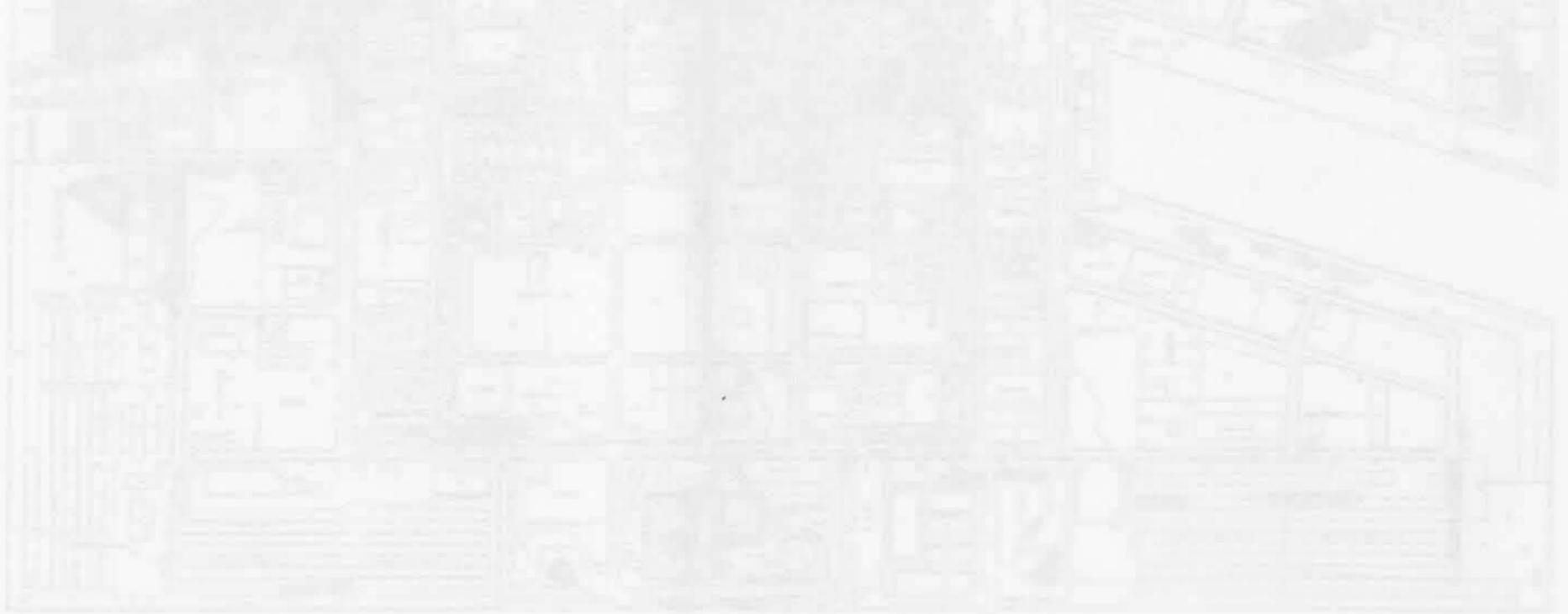


図 9.4.4 六甲アイランドでの液状化発生状況

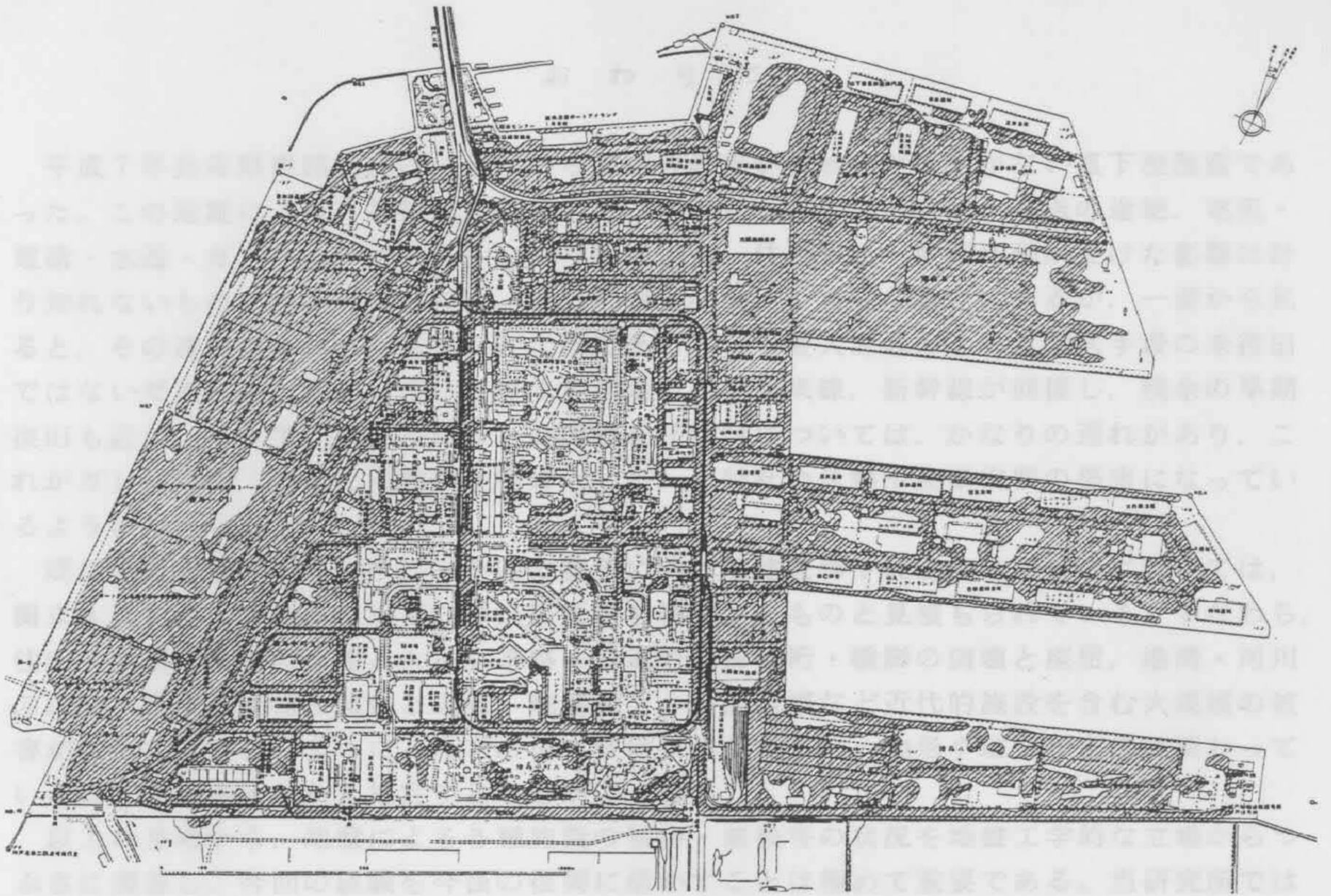


図-9.4.3 ポートアイランド第1期での液状化発生区域

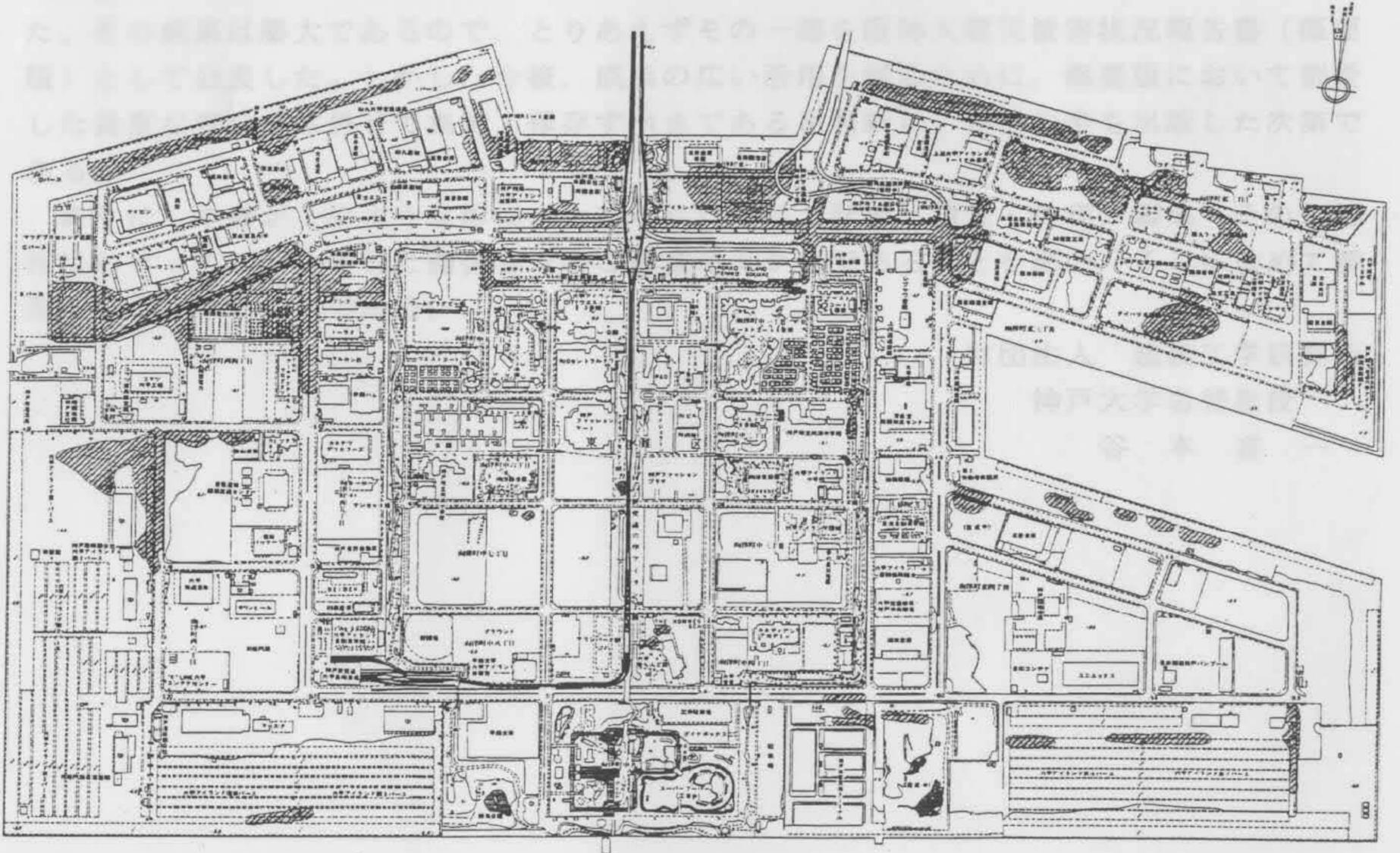


図-9.4.4 六甲アイランドでの液状化発生区域

おわりに

平成7年兵庫県南部地震は、未だかつて近代都市が経験したことがない直下型激震であった。この地震により、多数の人的被害をこうむるとともに、交通・輸送の途絶、電気・電話・水道・ガスなどライフラインの寸断により、住民生活・救護活動が受けた影響は計り知れないものがあった。その後、復旧・復興に向けて活発な動きはあるが、一面から見ると、その速度は十分とは言えないようである。その最大課題の1つは輸送手段の未復旧ではないだろうか。鉄道については4月初旬にJR在来線、新幹線が回復し、残余の早期復旧も近づいてきている。しかし、道路および港湾については、かなりの遅れがあり、これがガレキ処理・応急住宅建設を初めとして、一般社会活動や産業復興の傷害になっているように思われる。

既に報道されているように、今回の震災における建造物や社会施設の被害については、関東大震災および海外のいずれの大震災をも凌駕するものと見積もられている。すなわち、住宅・各種建築物の倒壊と火災、道路・鉄道の高架橋桁・橋脚の倒壊と座屈、港湾・河川の岸壁・護岸構造物の傾倒と破壊、地盤沈下、斜面崩壊など近代的施設を含む大規模の被害が発生した。このように、災害のタイプは多様であるが、地形や地質が密接に関わっていることは被害分布から推定することができる。

以上の見地から、地盤による各種施設の被害・無被害の状況を地盤工学的な立場からつぶさに調査し、今回の経験を今後の復興に活かすことは極めて重要である。当研究所では地震直後より調査団を組織して野外調査を実施し、その成果の整理・検討作業を進めてきた。その成果は膨大であるので、とりあえずその一部を阪神大震災被害状況報告書（概要版）として公表した。しかし、今後、成果の広い活用を図るために、概要版において割愛した貴重な資料をも併せて集積・保存すべきであると判断し、本報告書を出版した次第である。

最後に、本書がこのような形にまとめられたのは、計画・調査・整理・編集・その他雑務にわたって、尽力された関係各位のご熱意のおかげであることを思い、ここに改めて深謝の意を表するものである。

財団法人 建設工学研究所
神戸大学名誉教授
谷 本 喜 一

阪神大震災被害状況調査 報告書

平成7年4月26日 複写・製本
平成7年4月30日 発 行

発 行 者 財団法人 建設工学研究所
〒657 神戸市灘区鶴甲1丁目3番10号
TEL (078) 851-1850

複写・製本 株式会社 淀川工技社
〒540 大阪市中央区大手通1丁目2番1号
TEL (06) 943-8765

※ 許可なく複製を禁ず