

第1回『平林創生研究会』2011.11.11

平林地区の地盤性状と液状化危険度

大阪市立大学 大島昭彦

本日の講演メニュー

- 東日本大震災における浦安の液状化災害事例
- 大阪地域の地盤性状の電子モデル化
- 関西圏地盤情報ライブラリ
- 大阪地域の液状化予測と対策方法
- 平林地区の地盤性状と液状化危険度

1

東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）

- 2011年(平成23年) 3月11日(金) 午後2時46分18秒
- マグニチュード：9.0
- 死者：15,821名(90%が水死)，行方不明者：3931名，負傷者：5,932名，建物全壊：115,163戸

(2011/10/4現在)

1900年以前の主な巨大地震	発生年	場所と規模	被害
	1960年 5月22日	チリ M9.5	死者1655人。日本にも津波が押し寄せ、142人が死亡・行方不明
	1964年 3月28日	米アラスカ M9.2	死者128人。このうち、津波の死者が113人
	2004年 12月26日	インドネシア M9.1	スマトラ沖地震。死者・行方不明者は約22万人
	2011年 3月11日	日本 M9.0	東日本大震災
	1952年 11月4日	ロシア M9.0	カムチャツカ地震。死者はなかったが、ハワイでも3.5mの津波を観測
	1906年 1月31日	エウアドリ M8.8	死者500～1500人。太平洋の広い範囲で津波を観測
	2008年 5月12日	中国・四川 M7.9	死者・行方不明者約9万人、約37万人がけが
	2010年 1月12日	ハイチ M7.0	死者約22万人、30万人がけが

(日付は世界標準時。米地質調査所、気象庁調べ)

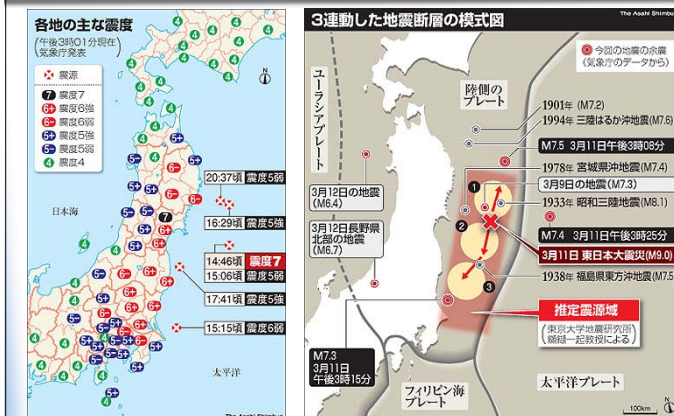
エネルギーは兵庫県南部地震の500倍

Mは0.2上がるとエネルギーは2倍となる

2

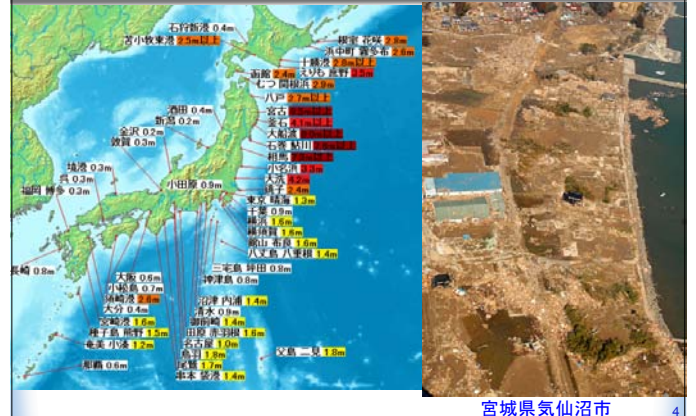
東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）

引用：The Asahi Shinbun



東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）

引用：The Asahi Shinbun



東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）

引用：The Asahi Shinbun



東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）

引用：Newscom Kyodo/WENN.com



東日本大震災での地盤災害

- 地盤災害として、東北地方の沿岸部で液状化被害、丘陵部で地すべりや斜面崩壊、道路・鉄道盛土の崩壊被害が起きている。
- また、地盤災害としては、地盤沈下（正しくは地震動による地殻変動）の問題も深刻である。
- しかし、地盤災害の多くは津波によってうち消されてしまっているケースが多い。
- ここでは、純粋な地盤災害といえる関東（千葉県、茨城県）の液状化被害とその原因を報告する。

7

今回の調査ルート(4/29~5/1)



参加者: 大島, 林, 丸吉, 鈴木(大阪市大メンバー)

4/29: 浦安市, 4/30: 旭市, 神栖市, 潮来市, 5/1: 稲敷市, 香取市, 我孫子市

8

関東地方の液状化被害の分布

引用: 国土交通省関東地方整備局



9

千葉県浦安市の調査(4/29)



新浦安駅11:55出発
徒歩 6 時間: 約20km

千葉県浦安市 入船 1 丁目



新浦安駅前のダイエー
段差: 15cm程度
【SCPIによる改良あり】
(噴砂採取: 砂①)

千葉県浦安市 入船 4 丁目



杭基礎:
抜け上がり

直接基礎:
沈下

典型的な建物被害

道路面から約30cm沈下

千葉県浦安市 明海4丁目



千葉県浦安市明海2丁目



千葉県浦安市 高洲4丁目



千葉県浦安市 日の出2丁目



千葉県浦安市 明海5丁目



千葉県浦安市 明海5丁目



千葉県浦安市 明海5丁目

引用：吉嶺充俊氏(首都大学東京)



本来の姿は

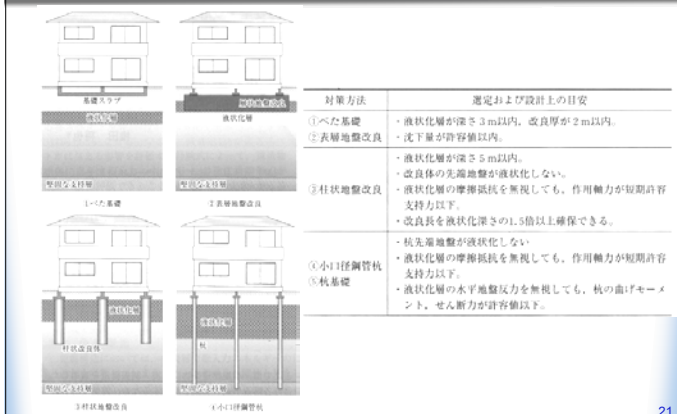
浦安市の被害状況



20

戸建住宅基礎の液状化補強対策

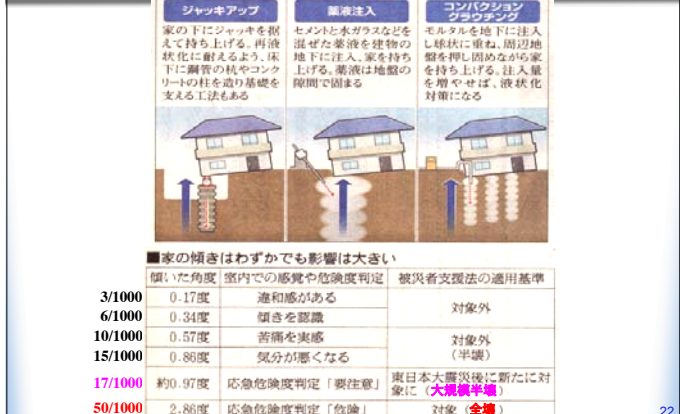
引用：真島, 他:基礎工



21

沈下修復工法

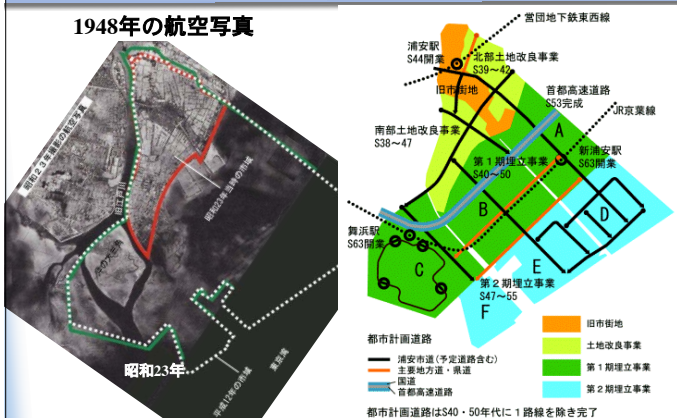
引用：朝日新聞



22

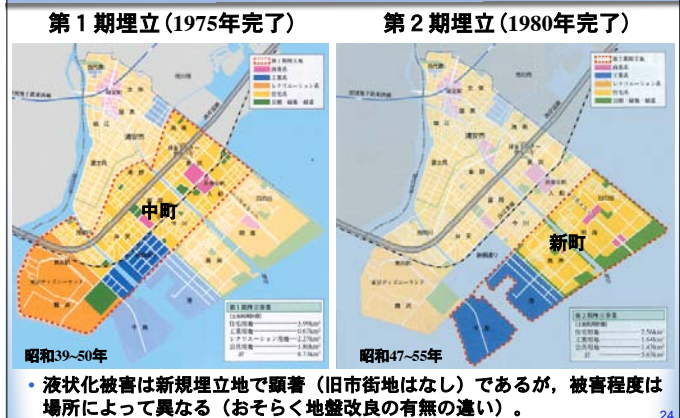
浦安市の埋立の歴史①

浦安市HP(浦安市史)より



浦安市の埋立の歴史②

浦安市HP(浦安市史)より



24

杭基礎構造物の抜け上がり量の分布

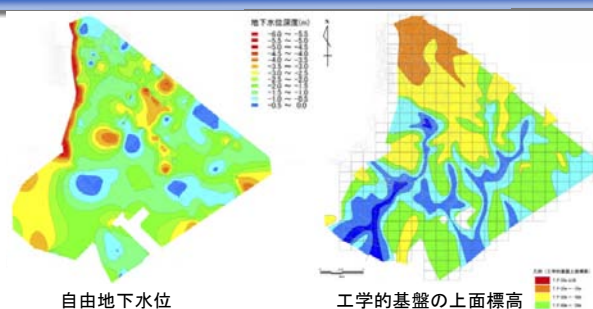
引用：千葉県環境研究センター



抜け上がり量≒表層の沈下量

25

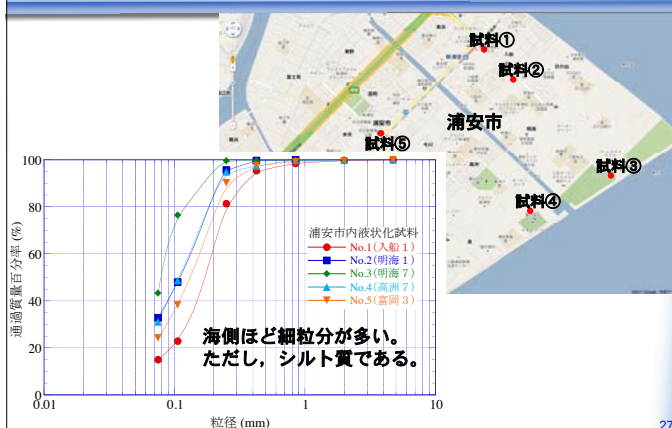
地下水位と基盤層の分布



- 地下水位が必ずしも液状化被害が大きい地域と対応していないが、地下水位が高いことが液状化発生につながったことは間違いない。
- 浦安市内にはおぼれ谷地形が見られ、この谷部には沖積粘土層がT.P. -60mを超えて堆積している。この原地形や軟弱な粘土層の存在が地表面の揺れに影響し、液状化発生に関わったとも考えられる。

26

浦安市で採取した噴砂の粒度



27

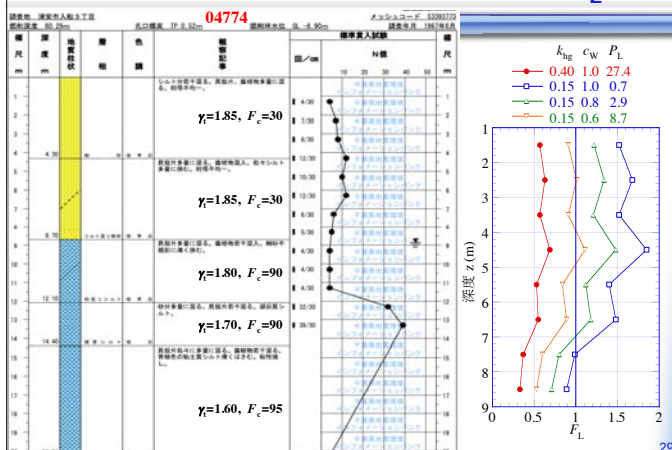
浦安市の土質柱状図の P_L 値算定例

柱状図引用：千葉県地質情報インフォメーションバンク



28

浦安市入船3丁目の土質柱状図と P_L 値



29

浦安市被害のまとめ

- 液状化の被害としては、構造物の抜け上がりと沈下・傾斜、埋設物の浮上、電柱の沈下、護岸の流動など。
- 液状化被害は新規埋立地で顕著であるが(旧市街地の液状化被害はほとんどない)、被害程度は場所によって異なる(おそらく地盤改良の有無の違い)。
- 液状化による地盤沈下量、および噴砂層厚は最大50cmであり、これまでにない激しい現象が起きたと考えられる。
- ただし、浦安市での地震動は150gal程度であり、それによる従来の液状化予測法では被害の大きさを説明できない。
- 浦安市の液状化による被害は、公共施設で約734億円、民間施設を加えると1,000億円以上と推定されている。
- 液状化現象は、市川市、船橋市、習志野市、千葉市の臨海部埋立地でも同様に起きたもよう。

30

千葉・茨城県の液状化被害のまとめ

- 千葉県旭市(砂鉄採取後の埋戻し地盤), 茨城県神栖市(建材砂利採取後の埋戻し地盤), 潮来市日の出(干拓地), 稲敷市西代, 香取市佐原, 我孫子市布佐(それぞれ旧河道の埋立地)で, 激しい液状化現象が発生している。
- 利根川, 霞ヶ浦堤防も亀裂, 陥没などの損傷が発生した。これは基礎地盤の液状化による側方流動によると考えられる。
- 液状化被害は, 脆弱な人工改変地(埋立地, 干拓地, 盛土)で発生している。
- 今回の液状化は, 揺れの大きさの割には被害が大きいことから, 継続時間が長い海溝型地震動による影響が大きい。今後の液状化予測にその影響を検討する必要がある。
- また, 戸建住宅の液状化被害が大きかったことから, 今後, 住宅地盤の液状化対策の必要性が問われると考えられる。

31

浦安での地盤調査(一斉試験)

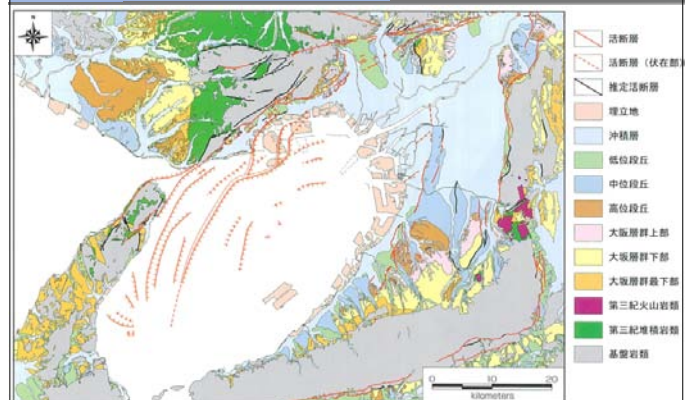
- 目的
 - 浦安で液状化を詳細に調べ
 - 各種サウン
- 実施予定のサウ
 - 標準貫入試験
 - 動的コーン貫入試験
 - 静的コーン貫入試験
 - 回転貫入試験
- 実施場所: 2地点(液状化が激しかった地点と軽い地点)
- 実施時期: 11/7~11/13(現在進行中)

32

大阪地域の地盤環境

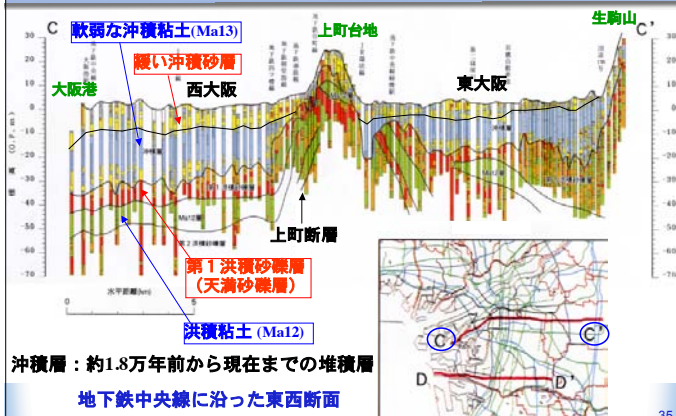


大阪湾とその周辺の表層地質図



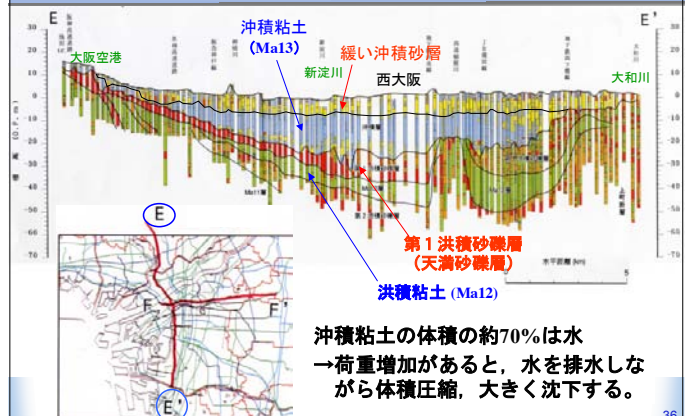
34

大阪平野の東西断面



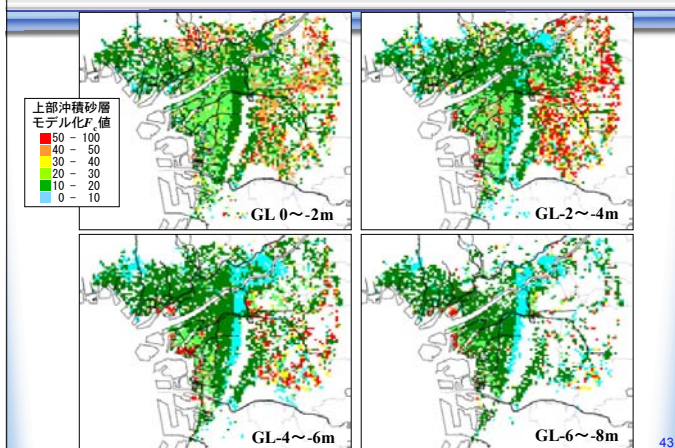
35

大阪平野の南北断面



36

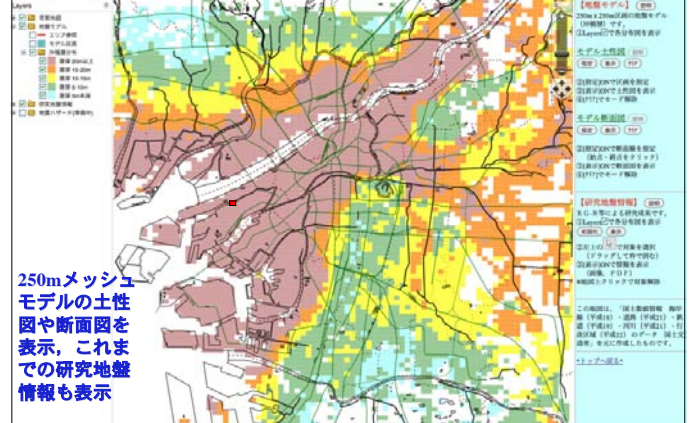
上部沖積砂層の F_c の深度別の平面分布



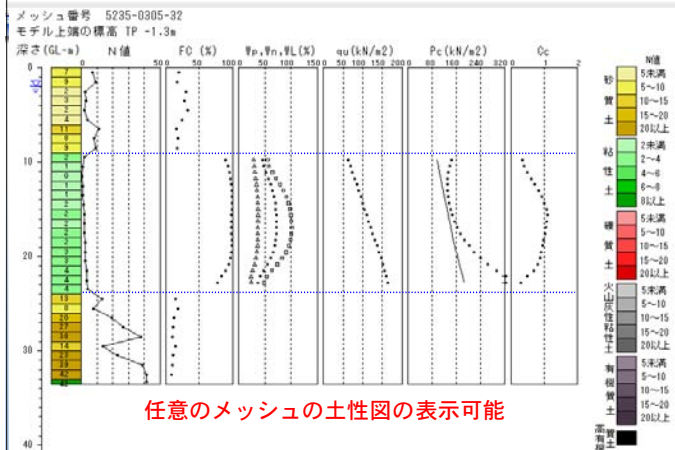
43

関西圏地盤情報ライブラリへの提供①

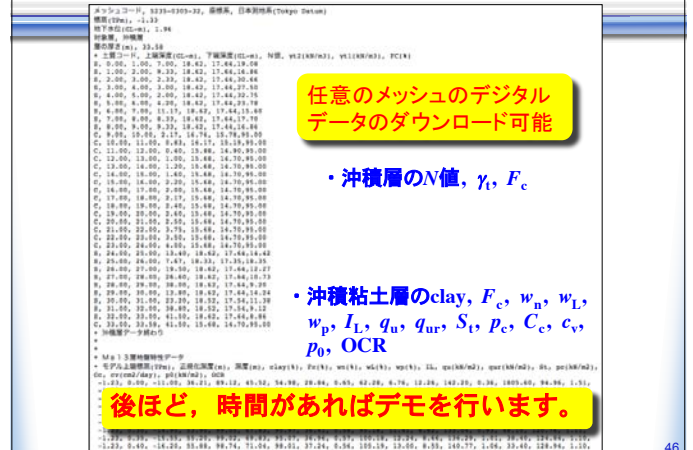
<http://geo-library.jp/>



関西圏地盤情報ライブラリへの提供②



関西圏地盤情報ライブラリへの提供③



46

大阪地域における液状化予測の目的

- 上部沖積砂層は、大阪地域全体に緩く堆積している。
- 現在でも地下水汲上げ規制が有効なため、地下水位が高位化している。



地震時の液状化危険度が高い

- 海溝型の東南海・南海地震や直下型の上町断層系地震が起こった際には、大きな液状化被害が予想される。

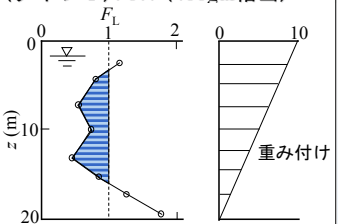
液状化危険度の分布を事前に把握し、その対策を検討することは重要な課題

47

今回の液状化の予測方法

- 先の電子モデル化地盤における層厚、 N 値、 F_c 値などの地盤特性を用いて、道路橋示方書による予測方法を用いる。
 - 水平震度：海溝型地震動 (タイプ I) : 0.4 (400gal相当) 直下型地震動
 - 地下水位：250mメッシュボーリングデータの平均孔内水
 - 液状化指標

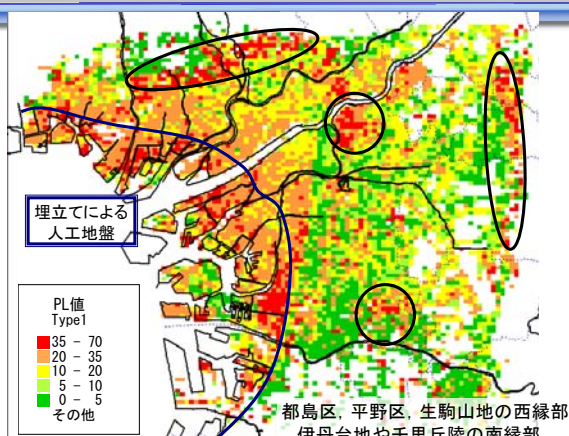
$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L) \cdot w(z) dz$$



P_L 値	液状化
0~5	液状化はほとんどなし、被害なし
5~10	液状化の程度は小さい、構造物への影響はほとんどない
10~20	液状化は中程度、構造物によっては影響の出る可能性がある
20~35	激しい液状化、噴砂が多く、直接基礎の建物が傾く場合あり
35以上	非常に激しい液状化、大規模な噴砂と構造物の被害

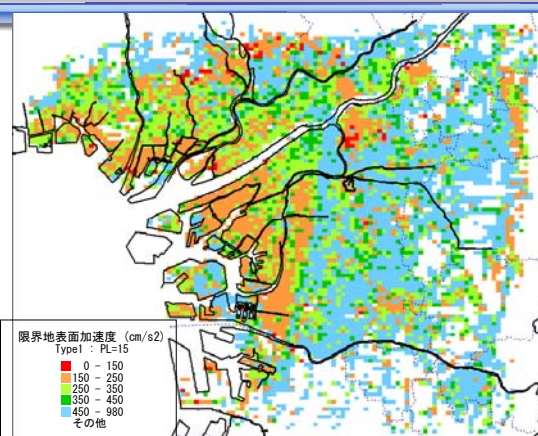
48

P_L 値の平面分布（海溝型地震動）



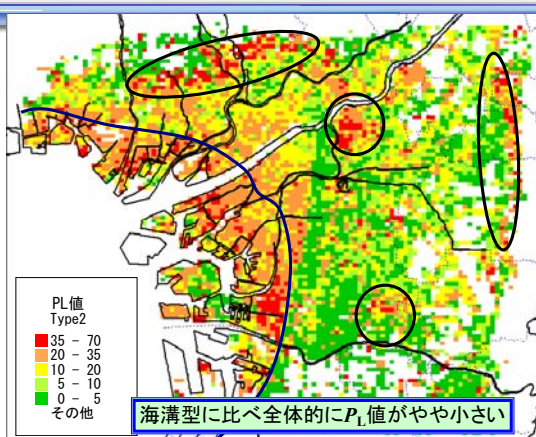
49

限界加速度の平面分布（海溝型地震動）



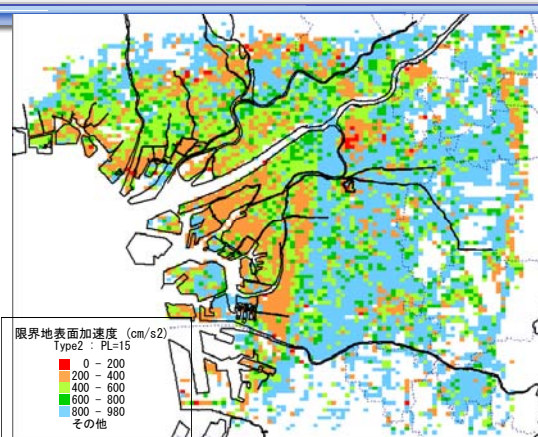
50

P_L 値の平面分布（直下型地震動）



51

限界加速度の平面分布（直下型地震動）



52

地下水位低下による液状化対策の効果

- 液状化対策・・・液状化の3条件（緩い砂、地下水位以下、地震）をはずせばよい。
- 中でも緩い地盤を密にする締固め工法が最も確実な対策方法であるが、都市の市街地での適用は困難である。



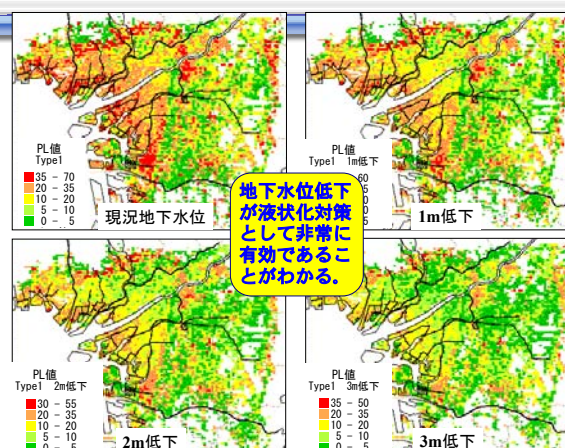
- 地下水位低下による液状化対策は、地下水位高位化問題の解決にもつながる。
- 先に示したように、地盤の許容沈下量を5cmと仮定すると、**沖積砂層の地下水位は2～3m低下可能**であることがわかってる。



- 現況地下水位から、1, 2, 3m水位を低下させた場合の液状化予測を行い、その対策効果を調べた。

53

地下水位低下による P_L 値の分布



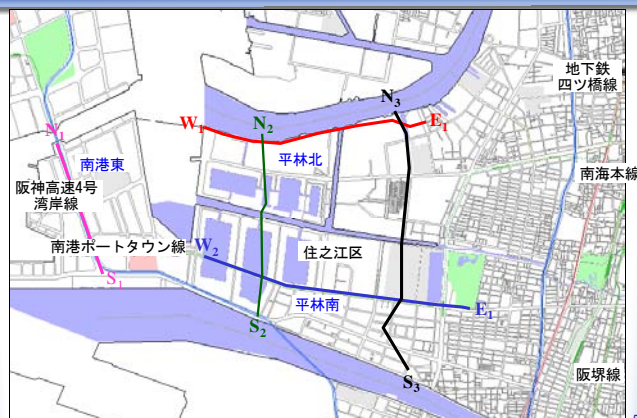
54

液状化予測のまとめ

- モデル化した250mメッシュ毎の沖積砂層の地盤特性（土質区分、 N 値、粒度など）を用いて、これまでよりも精度の高い液状化予測ができた。
- 西宮から西大阪地域に至る埋立による人工地盤および都島区、平野区、さらに伊丹台地や千里丘陵の南縁部、生駒山地の西縁部などで、液状化危険度が高いことがわかった。
- 現況地下水位より3m程度地下水位を下げると、全体的に液状化危険度は低くなることから、地下水位低下が液状化対策として非常に有効であることが確認できた。

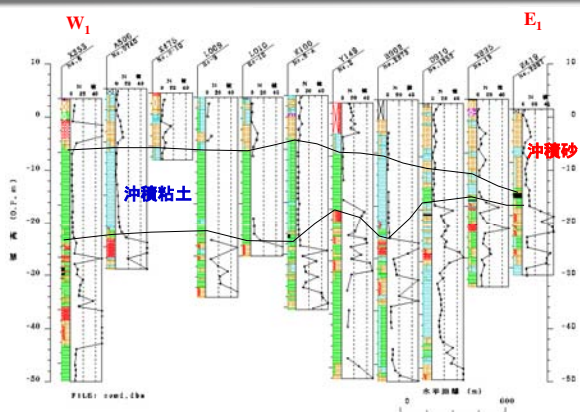
55

平林地区の地盤性状（断面位置図）



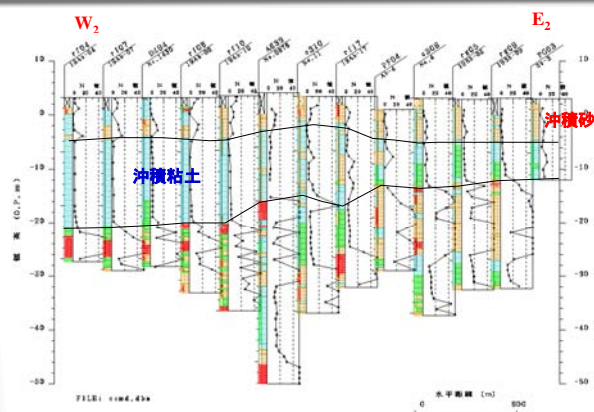
56

平林北地区の東西断面 W_1-E_1



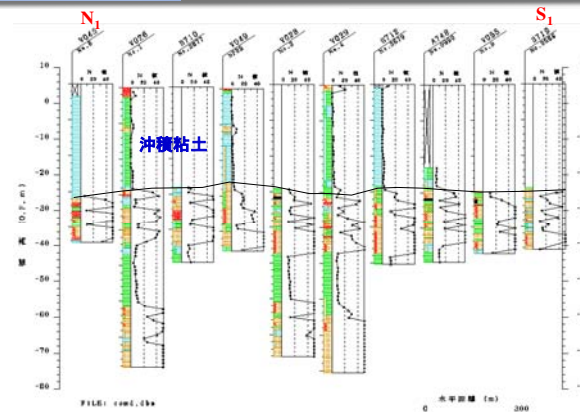
57

平林南地区の東西断面 W_2-E_2



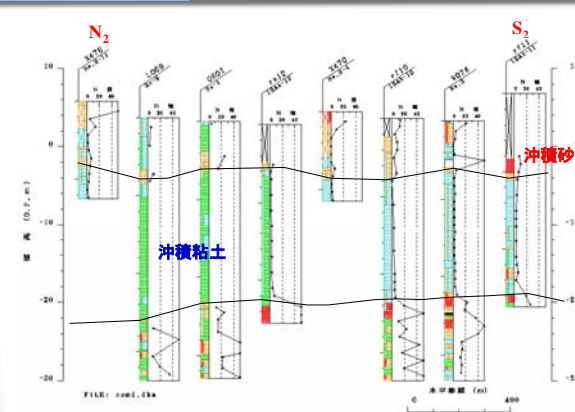
58

南港東地区の南北断面 N_1-S_1



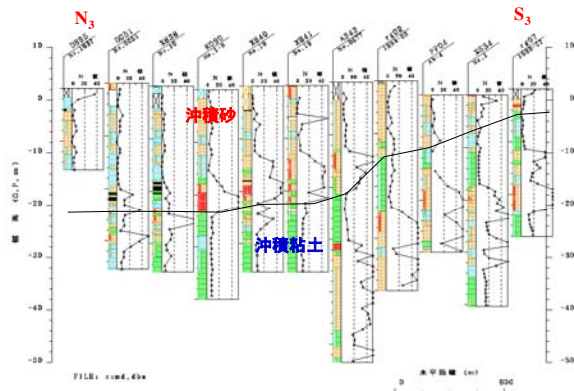
59

平林地区の南北断面 N_2-S_2



60

南港東地区の南北断面N₃-S₃



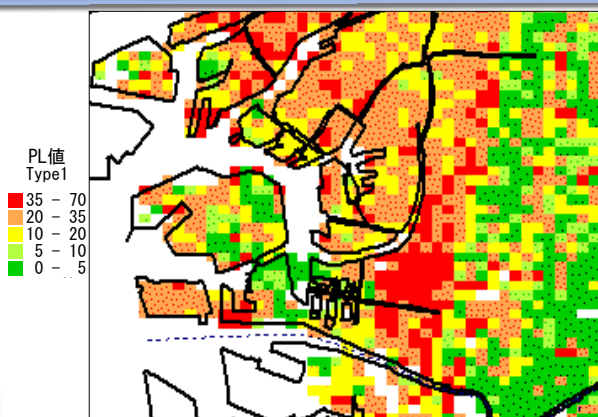
61

平林地区の地盤性状と液状化危険度



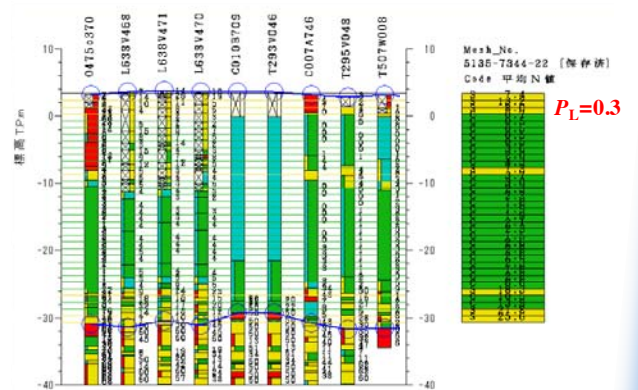
62

平林地区周辺の液状化危険度



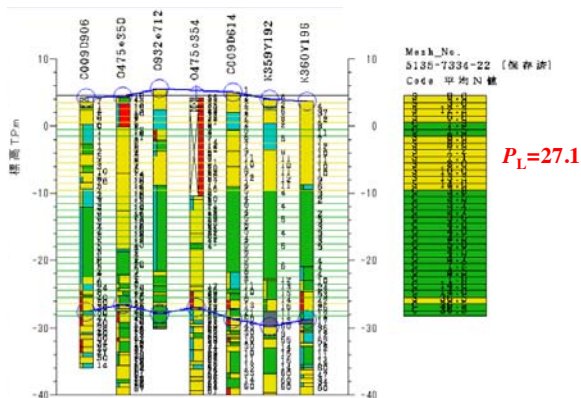
63

地区 1 (南港東)



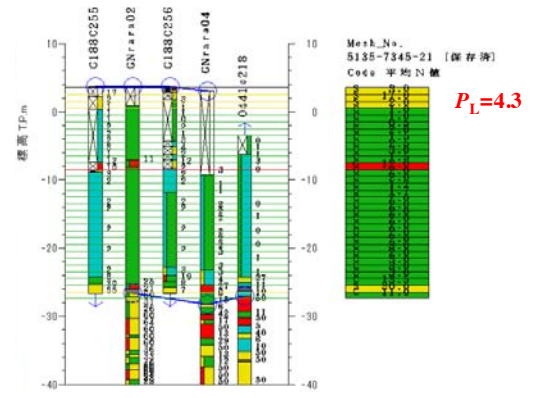
64

地区 2 (南港東)



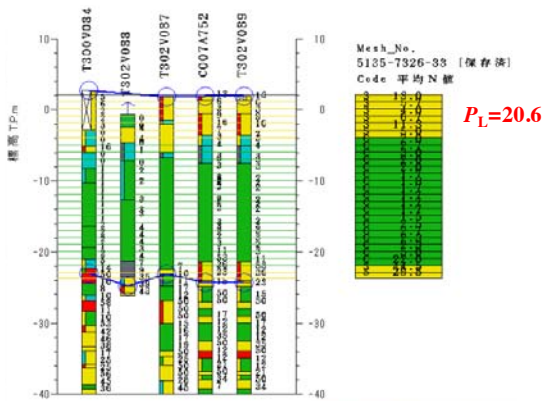
65

地区 3 (南港東)



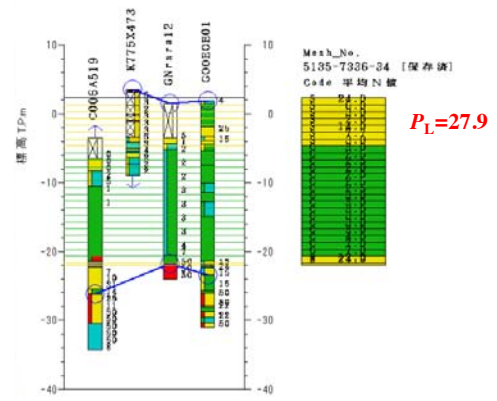
66

地区 4 (平林南)



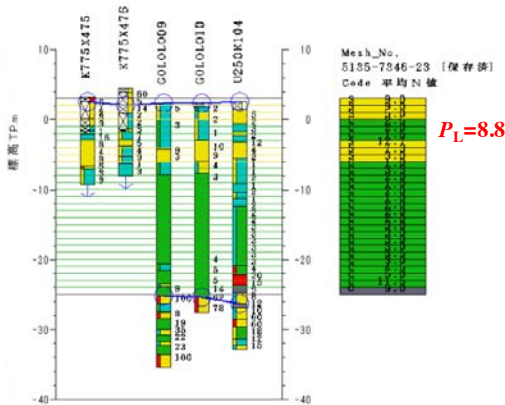
67

地区 5 (平林北)



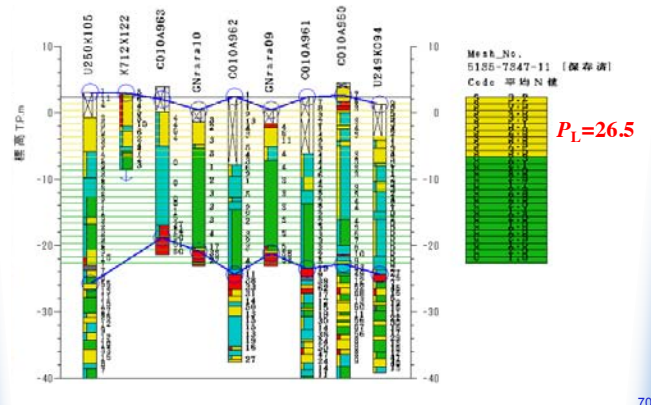
68

地区 6 (平林北)



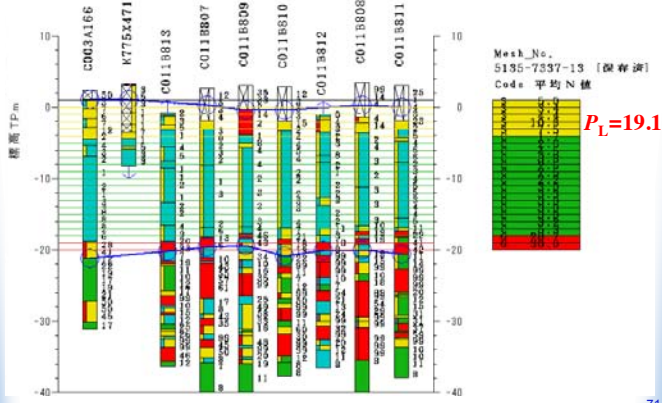
69

地区 7 (平林北)



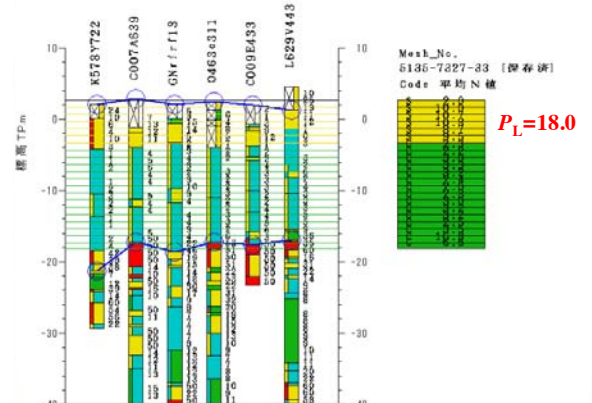
70

地区 8 (平林南)



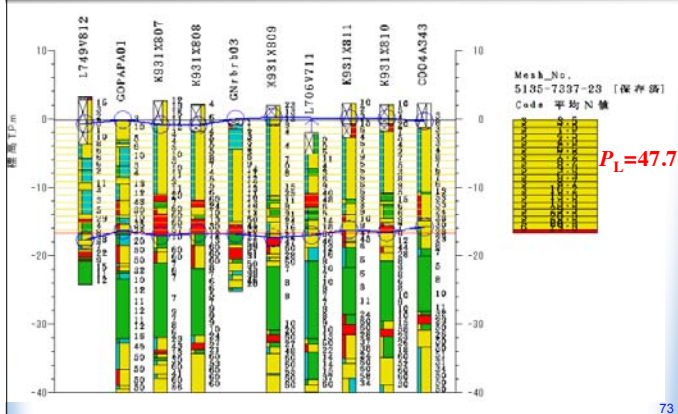
71

地区 9 (平林南)



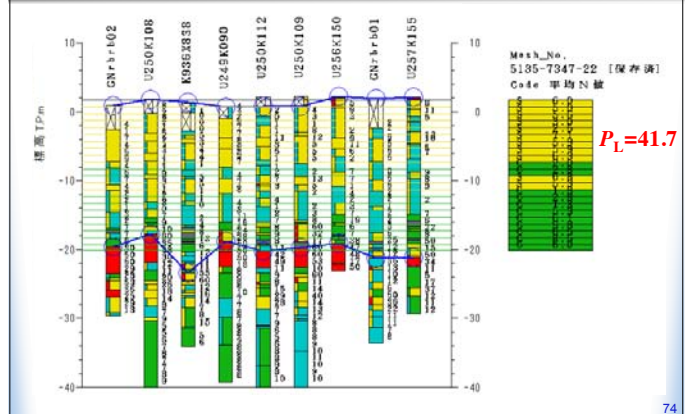
72

地区10 (柴谷)



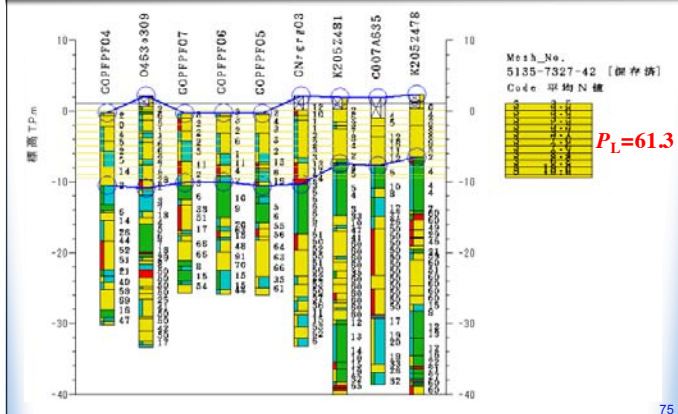
73

地区11 (柴谷)



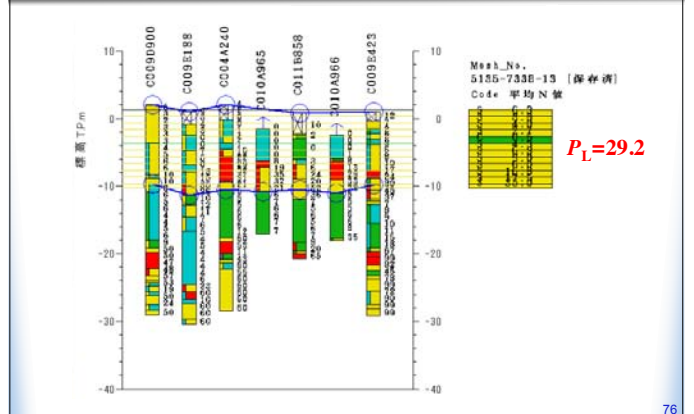
74

地区12 (泉)



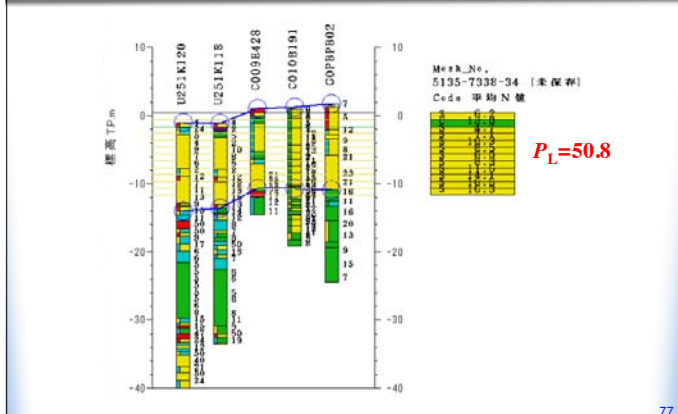
75

地区13 (西加賀屋)



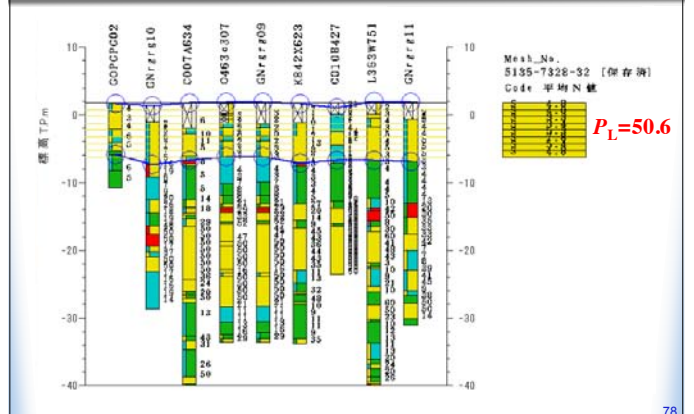
76

地区14 (西加賀屋)



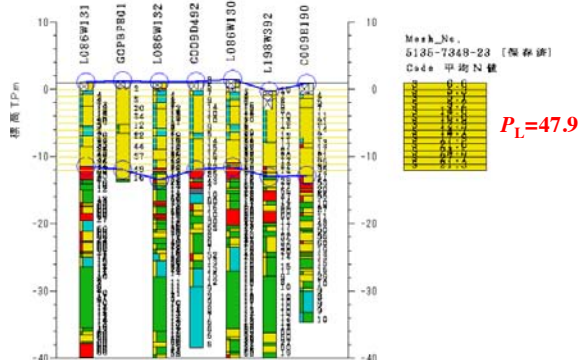
77

地区15 (御崎)



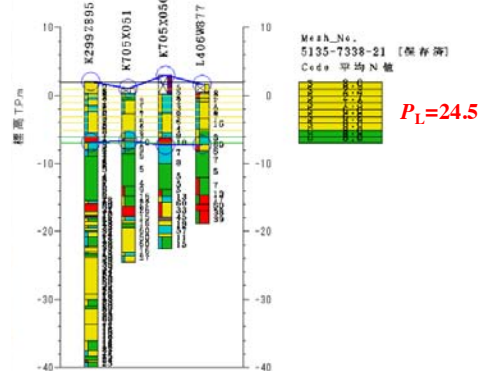
78

地区16 (中加賀屋)



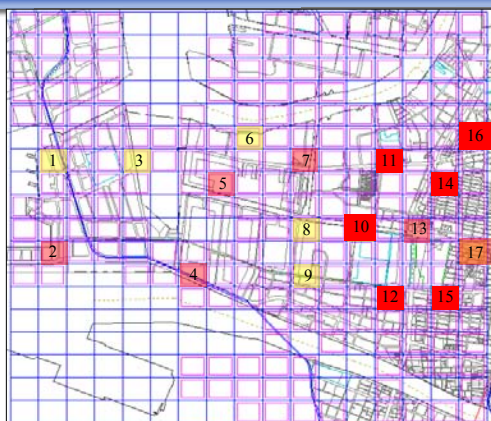
79

地区17 (御崎)



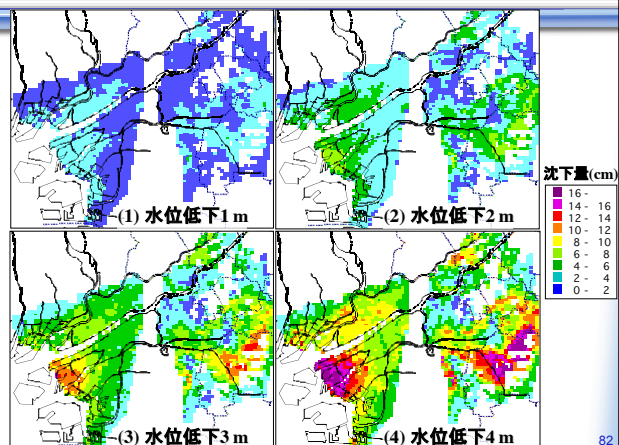
80

平林地区の地盤性状と液状化危険度



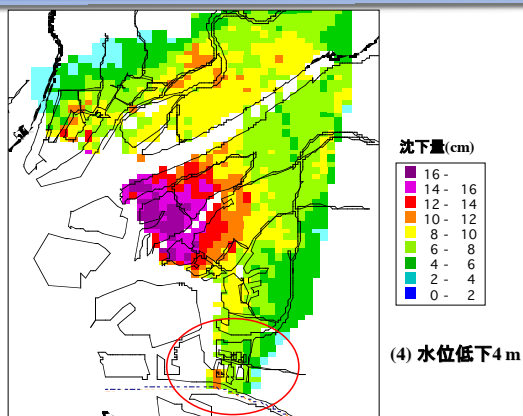
81

沖積砂層の水位低下による沈下量



82

大阪地域の沈下のしやすさ



83

平林地区の地盤特性と液状化危険度のまとめ

- 全体に沖積層が厚く堆積している。
- 西側ほど沖積粘土層が厚く堆積しており、埋立等の荷重増加によって沈下の問題を有している。
- 東側ほど沖積砂層が厚く堆積しており、液状化危険度が高い状態にある。

84