６）解析結果に基づく液状化判定

工学的基盤から地震動を入力して FEM モデル全体の地震応答解析を行い、地盤の最大せん断応力 $\tau_{xy}$ を求め、その値を用いて液状化判定を行った。検討手順を以下に示す。

地震応答解析結果から、検討位置における最大せん断応力 $\tau_{xy}$ の深度分布を求める。なお、地盤のせん断応力評価において、地震応答解析で得られる最大せん断応力 $\tau_{xy}$ を液状化判定の外力として用いる等価なせん断応力 $\tau_{eff}$ に換算する際の補正係数は地震のマグニチュード（M）を考慮して、次式を用いた。

$\gamma_n = 0.1(M-1)$　　(5)

したがって、M=9.0 に対しては $\gamma_n=0.8$ となる。

以上より、等価なせん断応力比は次式で表される。

$\tau_{eff}/\sigma_z' = \gamma_n \times \tau_{xy}/\sigma_z'$　　(6)

ここに、$\sigma_z'$ は検討深さにおける有効応力である。

一方、液状化強度については、格子状改良を実施しても格子内地盤の液状化強度は変化しないものとし、建築基礎構造設計指針[9)]に基づいてＮ値から算定した。

液状化強度比は $\tau_l/\sigma_z'$ と表されるので、液状化に対する安全率 FL は下記の式で求められる。

$FL = (\tau_l/\sigma_z') / (\tau_{eff}/\sigma_z')$　　(7)

７）検討結果

ア）解析結果の応答値

図 4.2.2-15～4.2.2-21 に地震応答解析結果を示す。出力位置は未改良域の①周辺地盤、改良域の②道路部中央、③宅地 1(道路近傍)、④宅地 2(道路から 5 軒目)である。また、格子状改良がある図 4.2.2-16～4.2.2-21 については、改良域の応答として格子状改良に囲まれた未改良地盤の「格子内地盤」および格子状改良体(平行壁)の「改良体」の応答値も併せて表示している。

未対策の case0 では出力位置による応答値の差はない。地表の加速度応答値は 150cm/s$^2$ 程度である。格子状改良がある case1-1～case3-2 では、加速度や地盤変位については未対策と大きな差は見られないが、せん断応力に大きな差が見られる。すなわち、格子状改良を実施した深度において、改良体に大きなせん断応力が発生し、格子内地盤のせん断応力が小さくなっている。

宅地 1 の出力位置における case1-1 から case3-2 のせん断応力の分布を case0 の未対策と比較して示したのが図 4.2.2-22 である。宅地部に格子状改良がない case2 で格子内地盤のせん断応力が未対策に最も近く、格子状改良が最も密に配置された case1-1 では格子内地盤のせん断応力が未対策よりかなり小さい。格子状改良をある程度密に配置させると、地盤に発生するせん断応力を低減できることがわかる。

イ）解析結果に基づく FL 値

図 4.2.2-23～4.2.2-29 は図 4.2.2-15～4.2.2-21 のせん断応力を用いて算定した FL 値の深度分布である。未対策の case0 ではいずれの出力位置においても FL<1 となり液状化発生の可能性が高い。格子状改良が最も密に配置された case1-1 では、道路および宅地の位置において FL>1 となり、格子状改良の実施により液状化の防止が図られることがわかる。また、FL 値も全てのケースの中で最も大きい。検討したケースのうち、全ての深度で FL>1 が確保できるケースは case1-1 の他に case1-2 だけであった。つまり、1 住戸ごとに改良壁で囲わないと液状化が防止できない結果となった。

ウ）地下水位 2m とした場合

今回設定した地盤条件では地下水位 GL-1m であったが、1 住戸ごとに改良壁で囲わなかったケースでは FL>1 を確保することができなかった。ただし、4 住戸ごとに囲うケースでの FL 値は 1 をわずかに下回る程度であった。そこで、地下水位を GL-2m とした場合の検討を行った。図 4.2.2-30～4.2.2-36 に FL 値の深度分布を地下水位 GL-1m の結果と比較して示す。いずれのケースでも地下水位を GL-2m とすると GL-1m の場合より FL 値が大きくなる。また、全深度について FL>1 となるケースは地下水位 GL-1m の時は case1-1 と 1-2 だけであったが、GL-2m とすると case1-3 と case3-1 も FL>1 となることがわかった。

地下水位 GL-2m は、浦安市内の地盤でも場所によってはあり得ると考えられる。また、GL-1m の地下水位の地盤でも地下水低下工法として実施する大規模な水位低下ではなく、表層の水を自然流下によって排水させるなどの方法によって GL-2m の水位を確保できることも考えられる。従って、地下水位 GL-2m の条件では 4 住戸ごとに改良壁で囲うケースでも液状化防止が確保できる可能性があることがわかった。

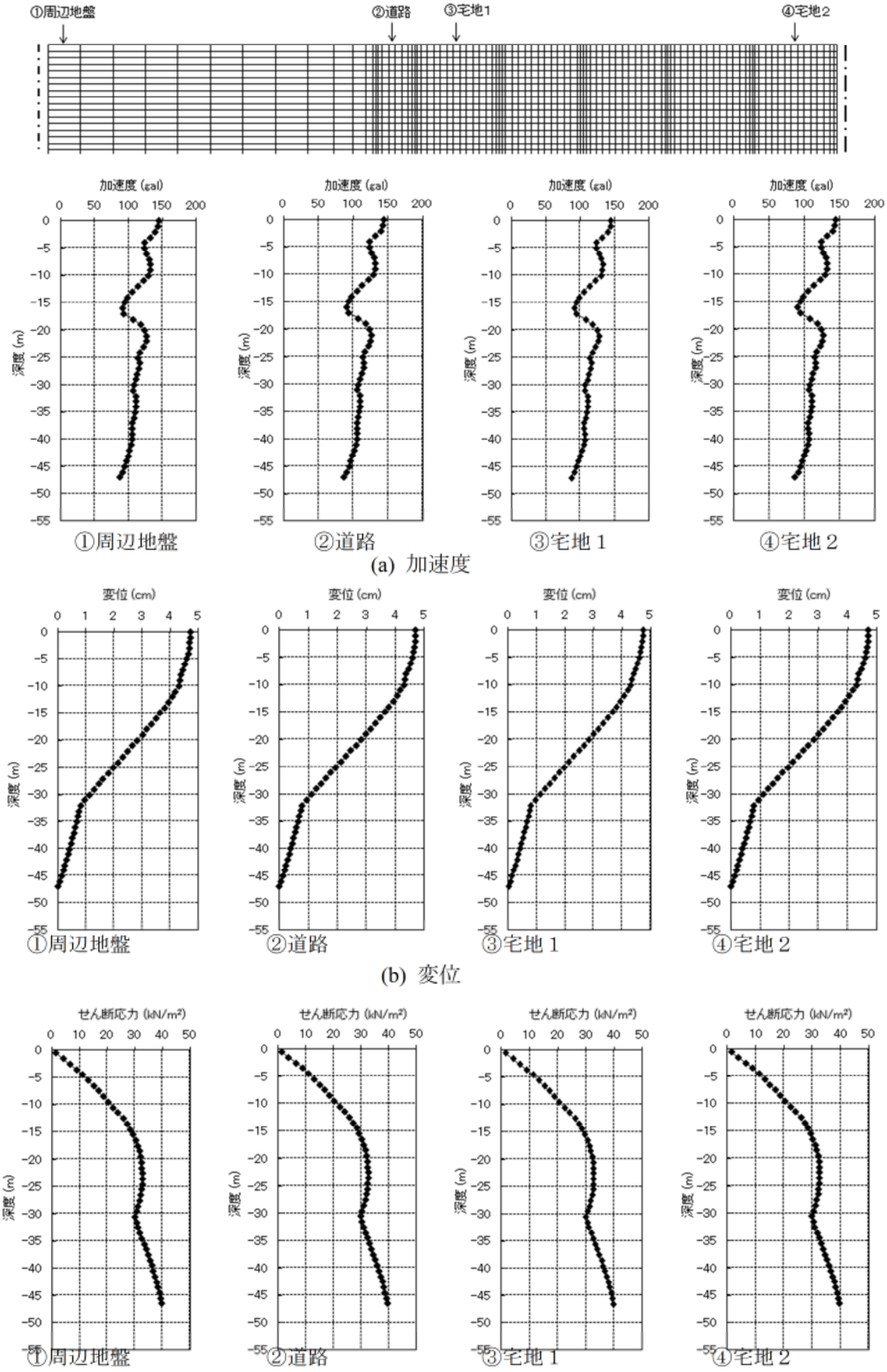
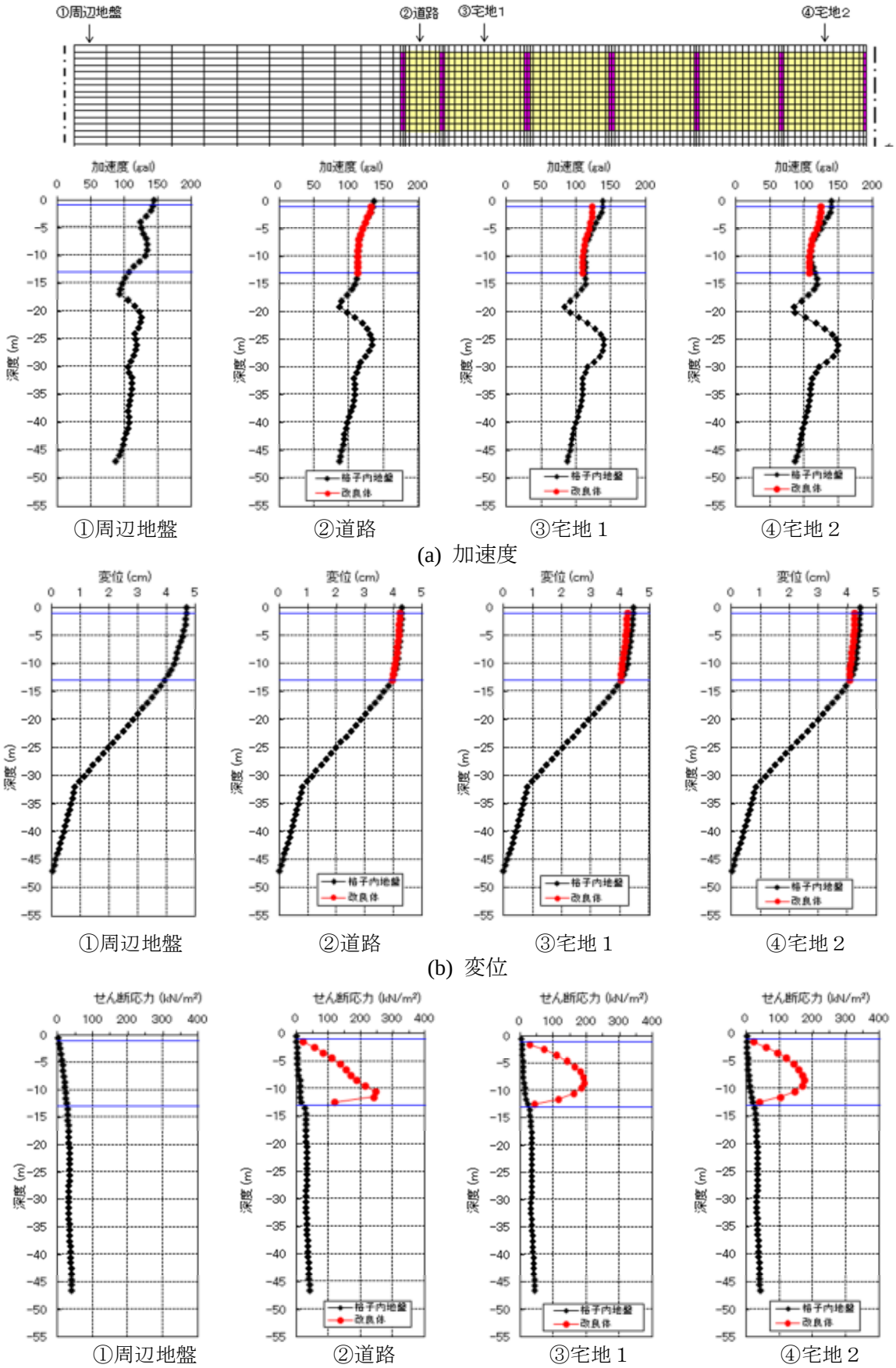



図 4.2.2-15　地震応答解析結果（Case0）




①周辺地盤　②道路　③宅地１　④宅地２

(a) 加速度

①周辺地盤　②道路　③宅地１　④宅地２

(b) 変位

①周辺地盤　②道路　③宅地１　④宅地２

(c) せん断応力

図 4.2.2-16　地震応答解析結果（Case1-1）

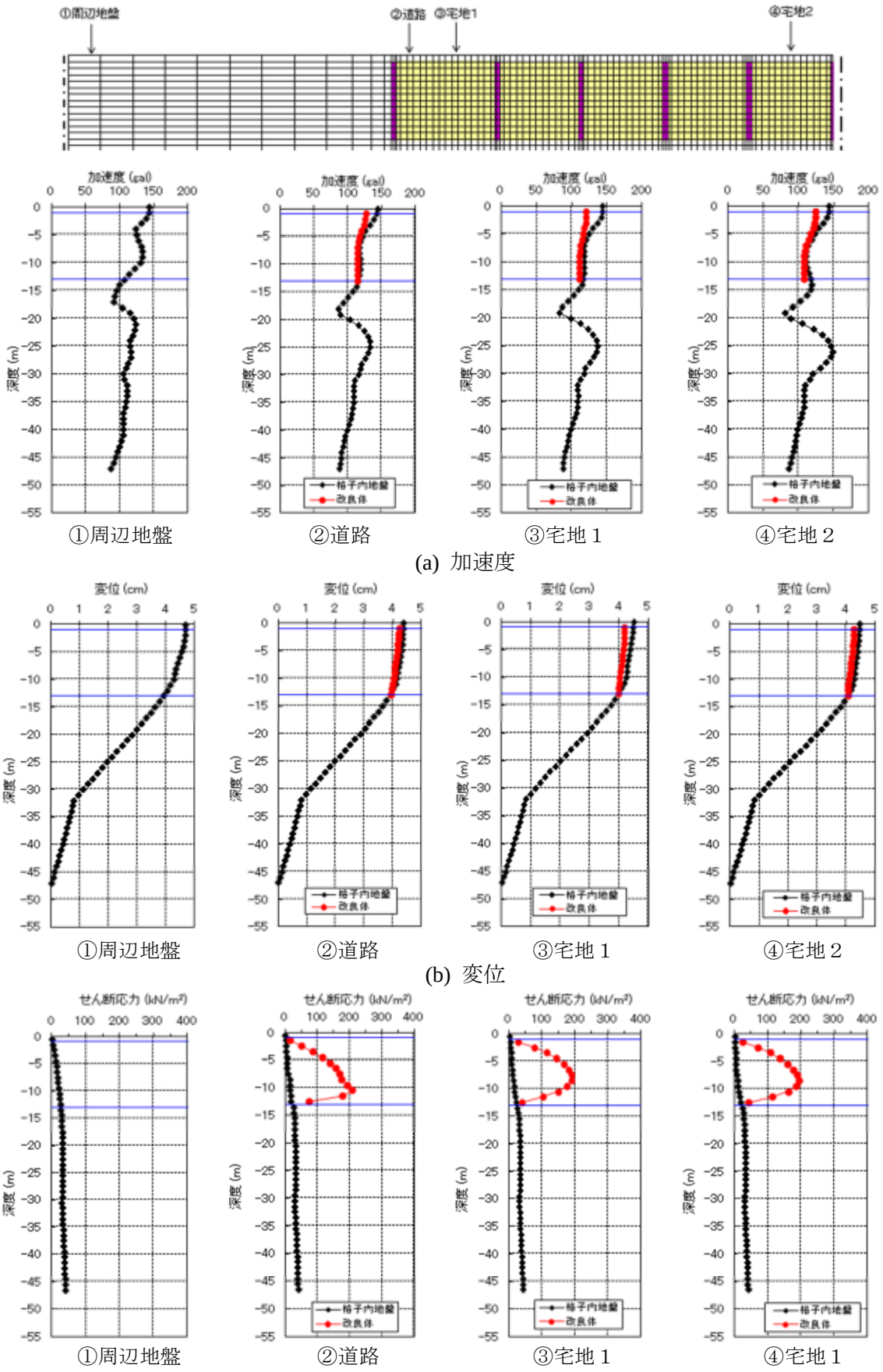



図 4.2.2-17　地震応答解析結果（Case1-2）

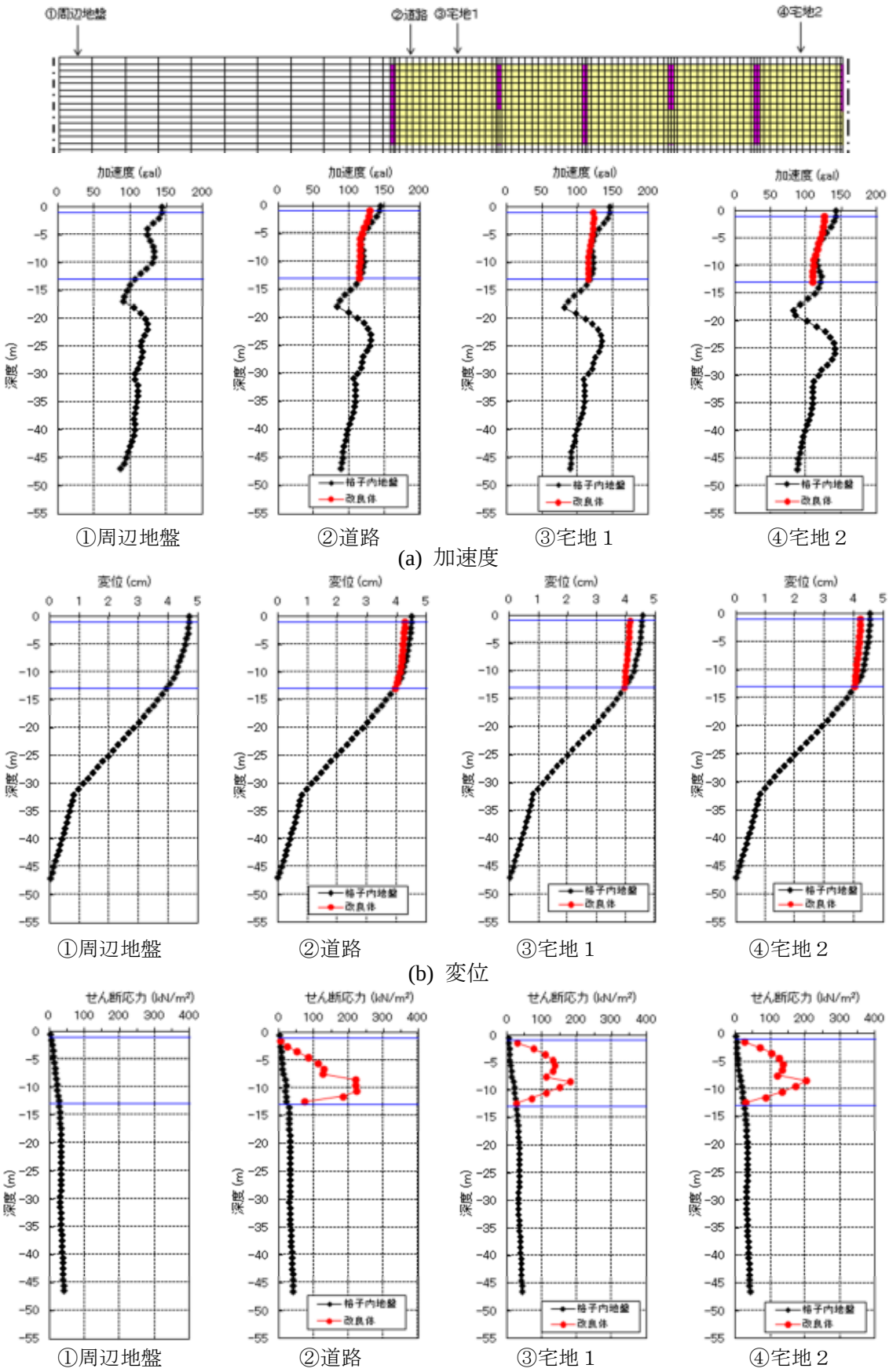



図 4.2.2-18　地震応答解析結果（Case1-3）

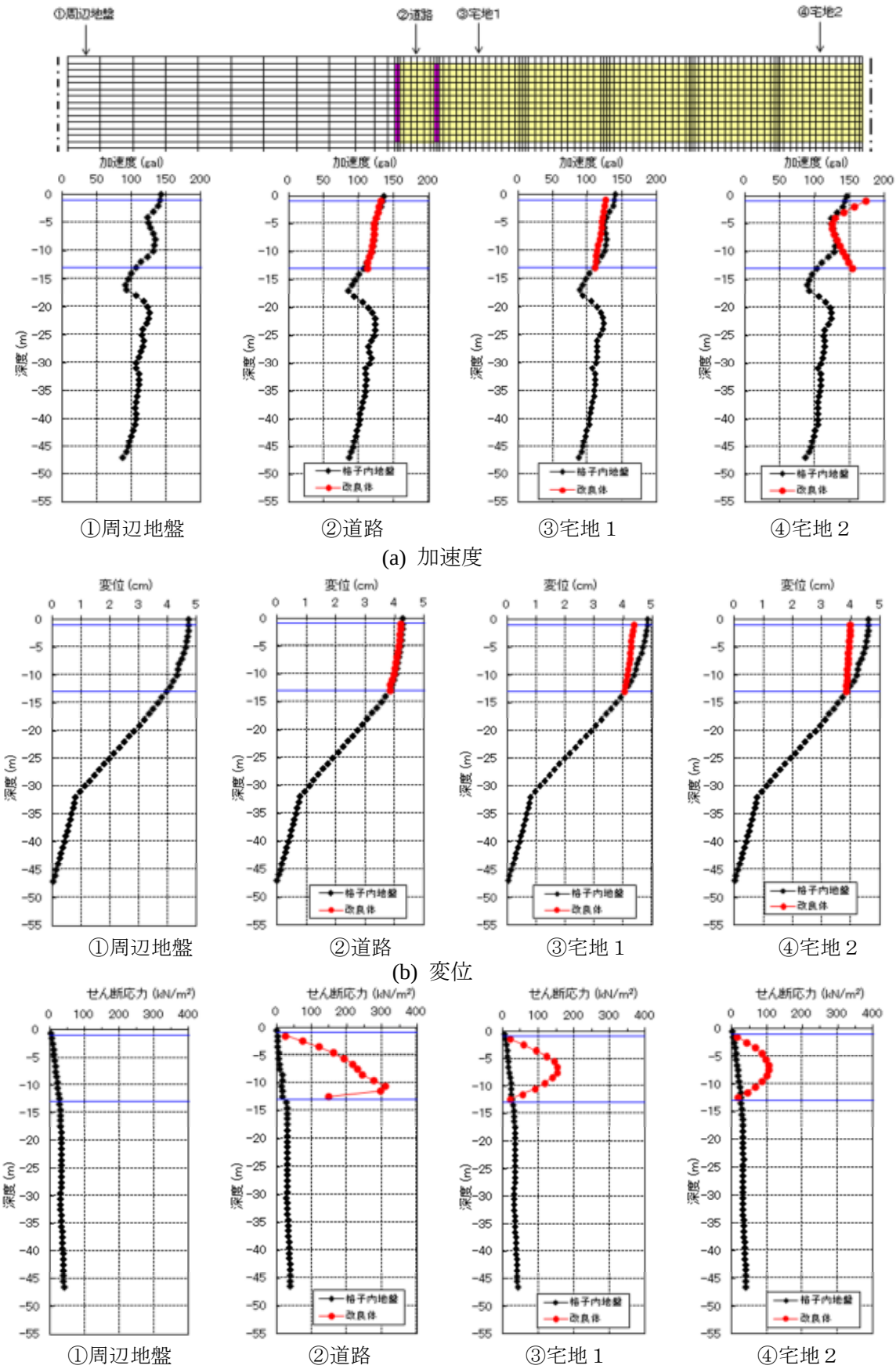
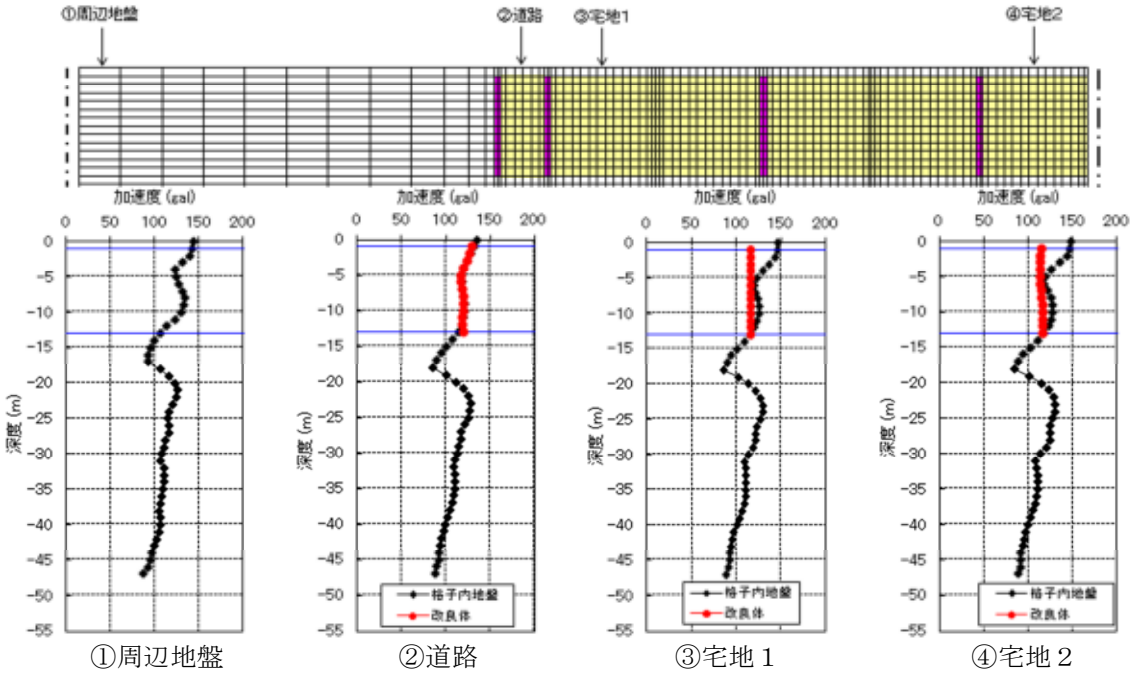
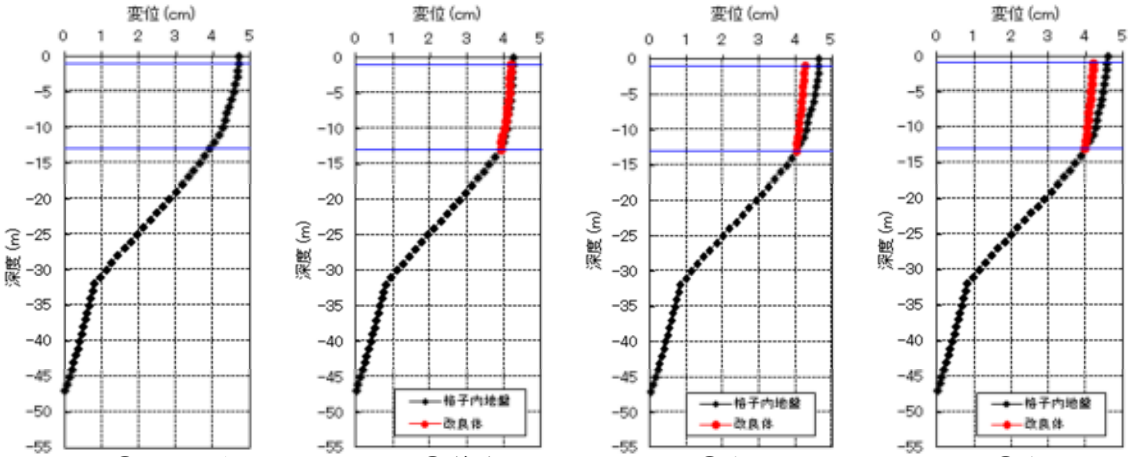



図 4.2.2-19　地震応答解析結果（Case2）



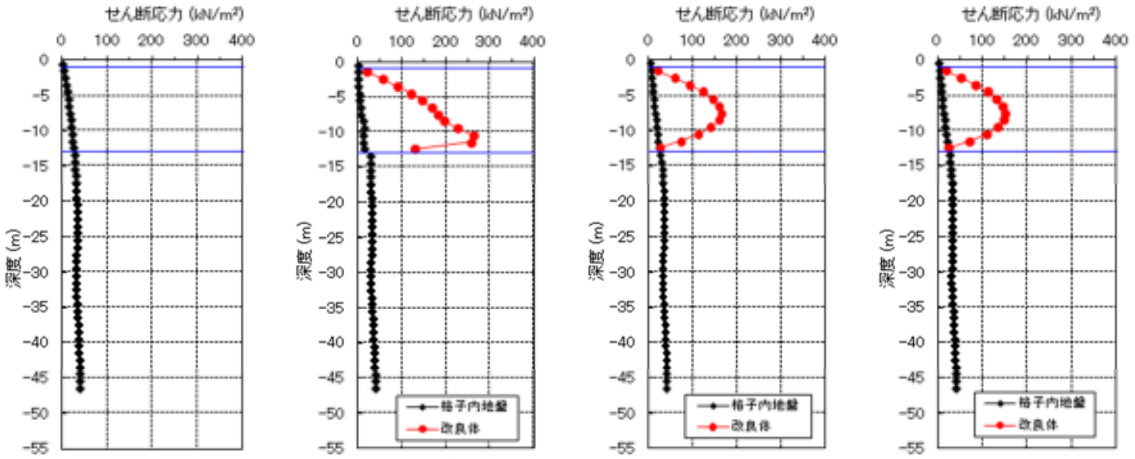

①周辺地盤　②道路　③宅地１　④宅地２

(a) 加速度




①周辺地盤　②道路　③宅地１　④宅地２

(b) 変位




①周辺地盤　②道路　③宅地１　④宅地２

(c) せん断応力

図 4. 2. 2-20　地震応答解析結果（Case3-1）

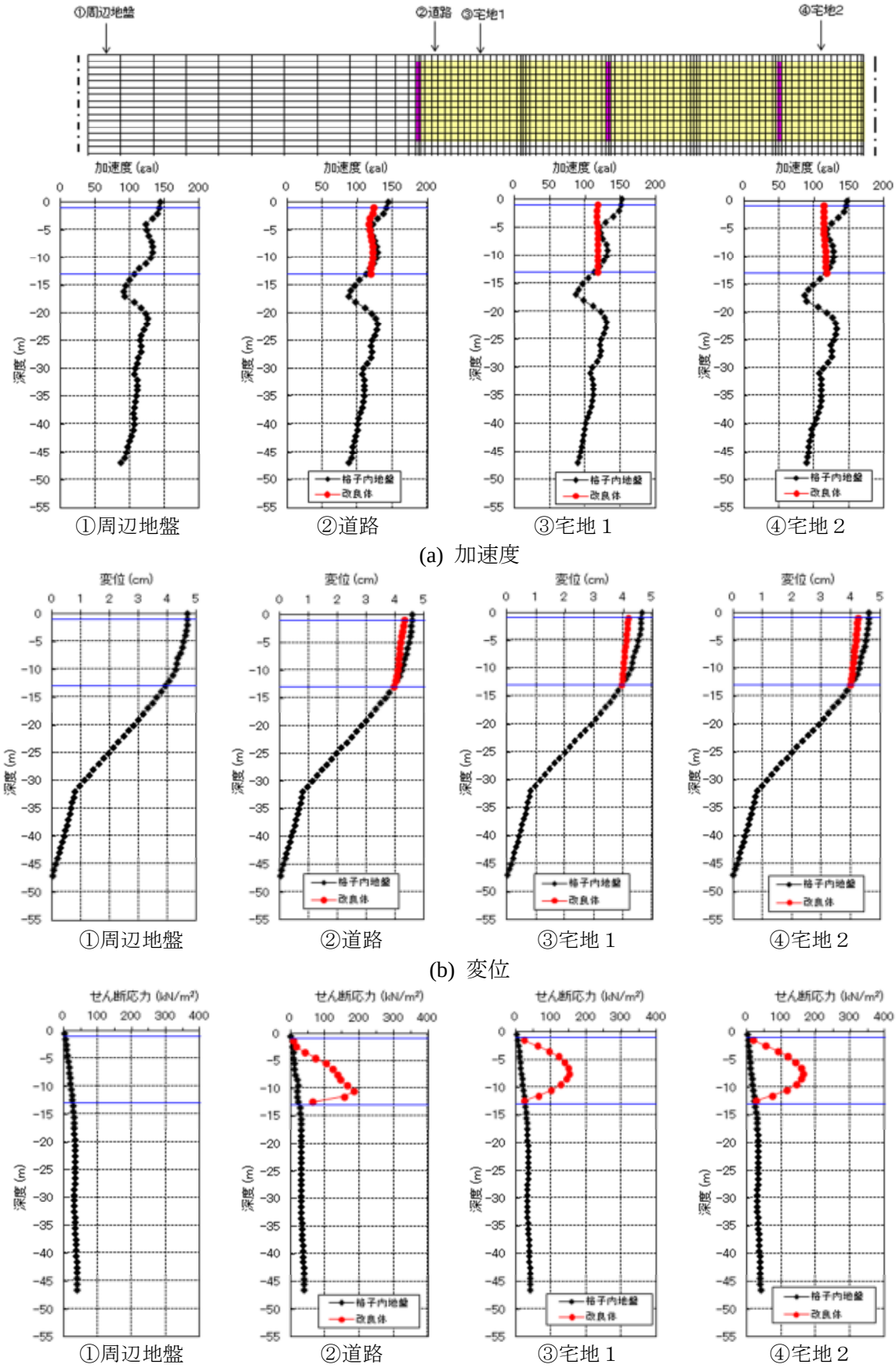
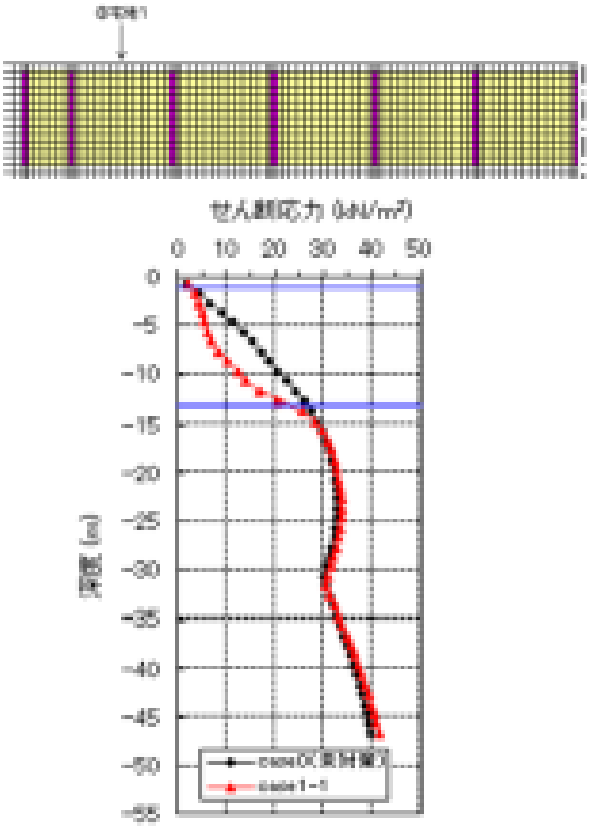
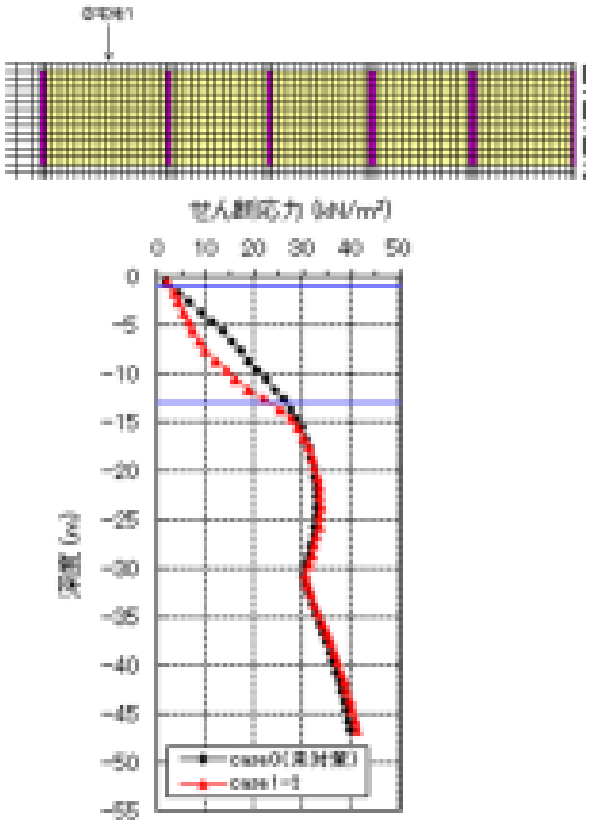


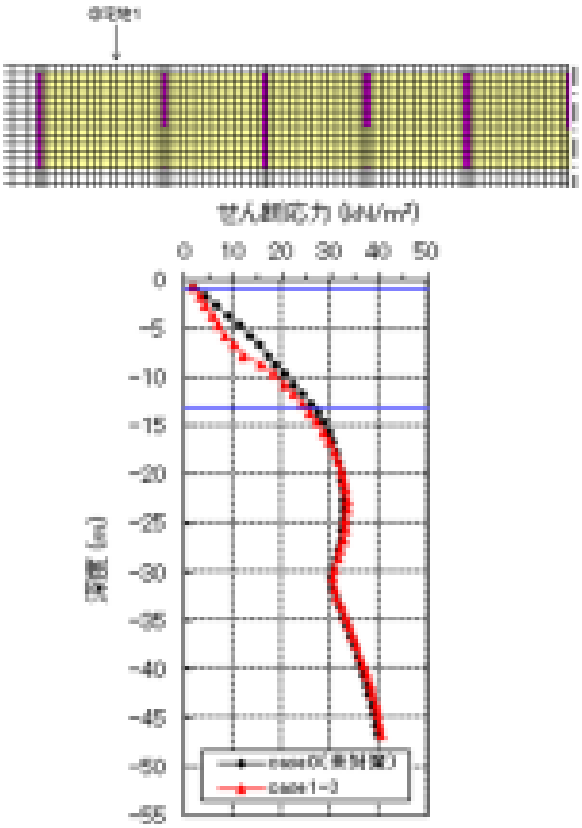

図 4. 2. 2-21　地震応答解析結果（Case3-2）



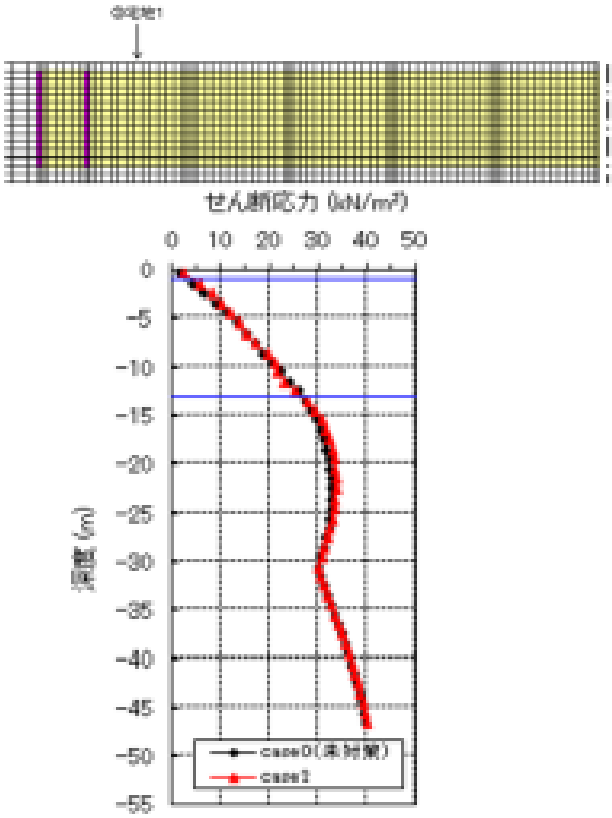

(1)CASE1（道路２重+１住戸毎改良）




(2)CASE1-2（道路＋１住戸毎改良①）

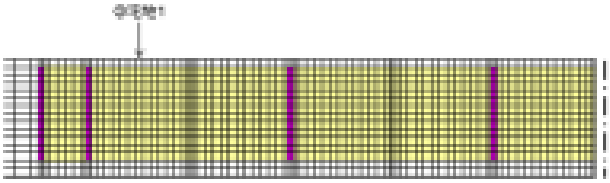


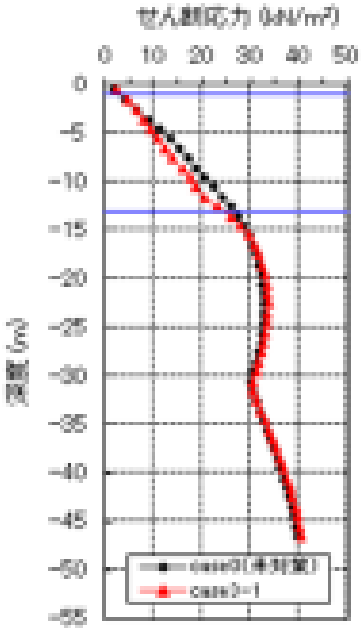

(3)CASE1-3（道路＋１住戸毎改良②）



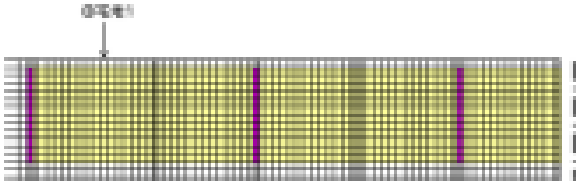

(4)CASE2（道路部のみ）

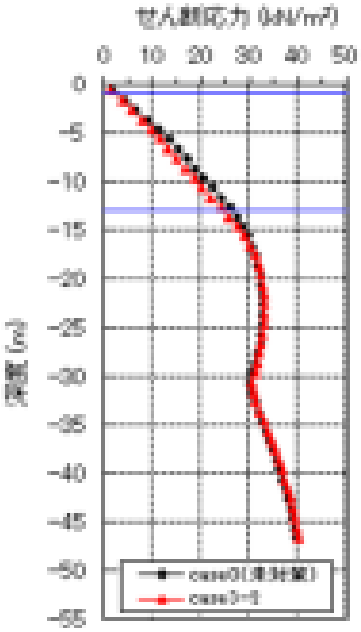
図 4.2.2-22　格子内地盤と未対策のせん断応力の比較（宅地１）






(5)CASE3-1（道路 2 重＋4 住戸毎改良）






(6)CASE3-2（道路＋4 住戸毎改良）

図 4.2.2-22　格子内地盤と未対策のせん断応力の比較（宅地１）（つづき）

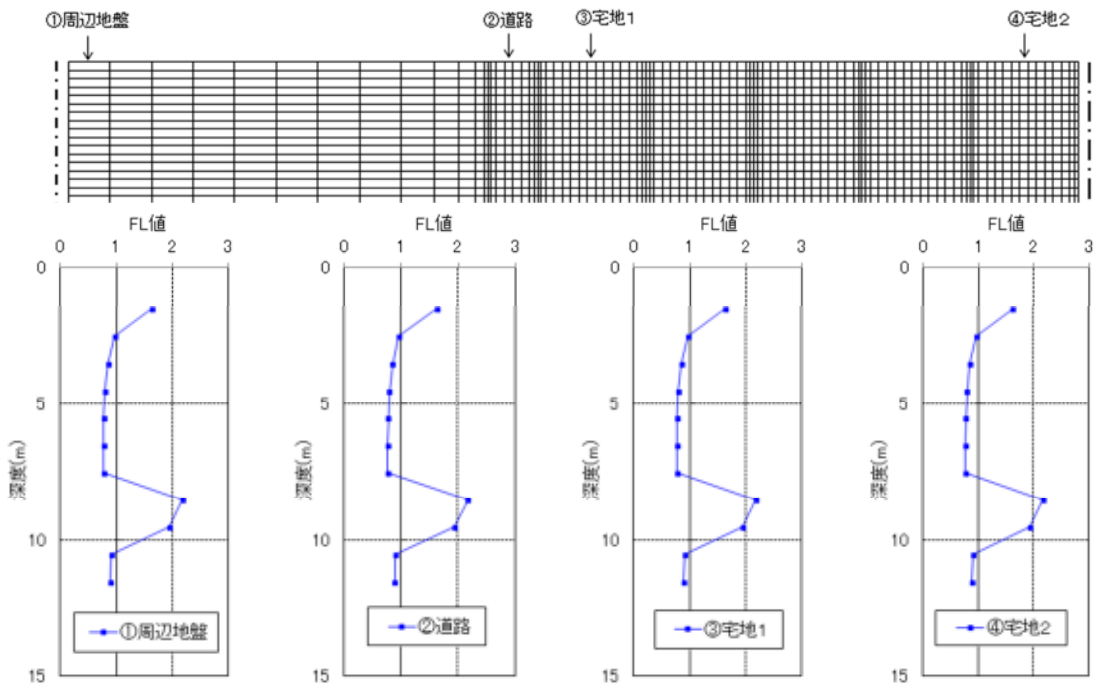



図 4.2.2-23　液状化検討対象層の FL 値分布【Case0・地下水位 GL-1m】

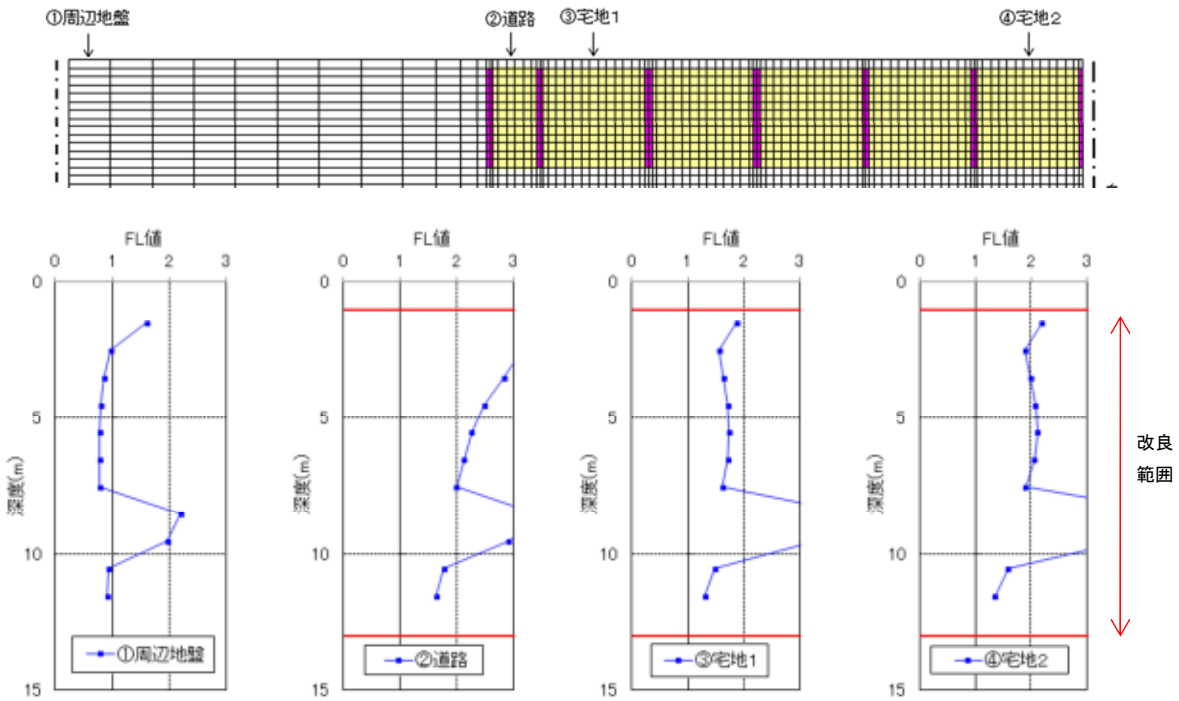



図 4.2.2-24　液状化検討対象層の FL 値分布【Case1-1・地下水位 GL-1m】

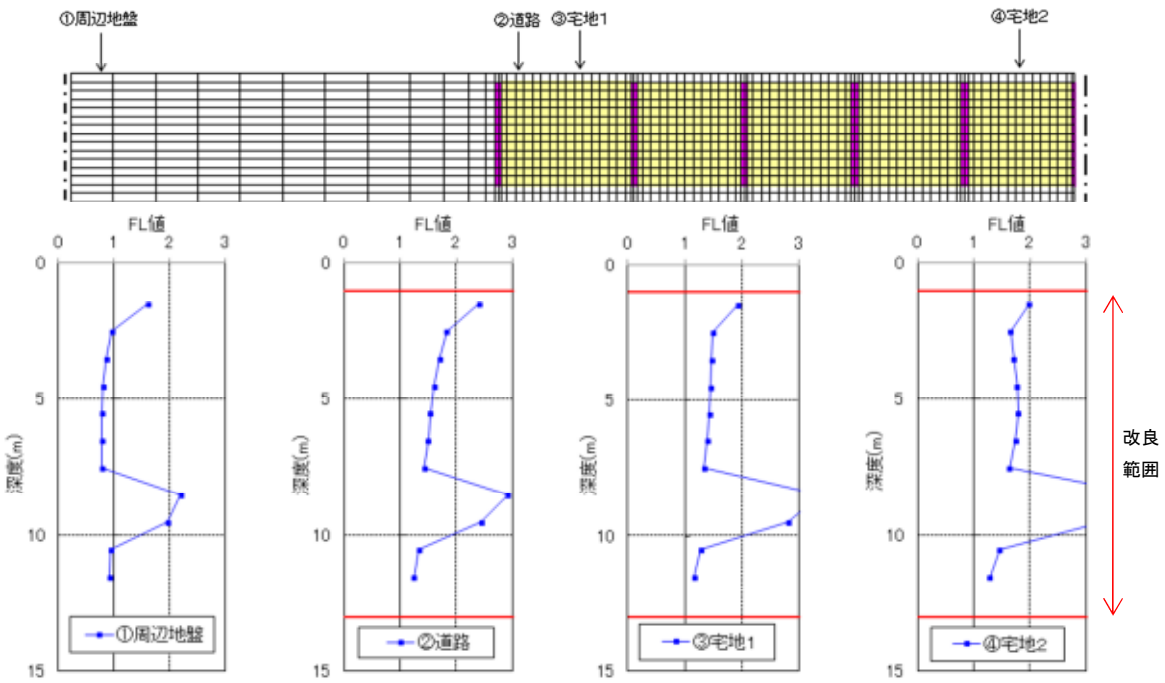



図 4.2.2-25　液状化検討対象層の FL 値分布【Case1-2・地下水位 GL-1m】

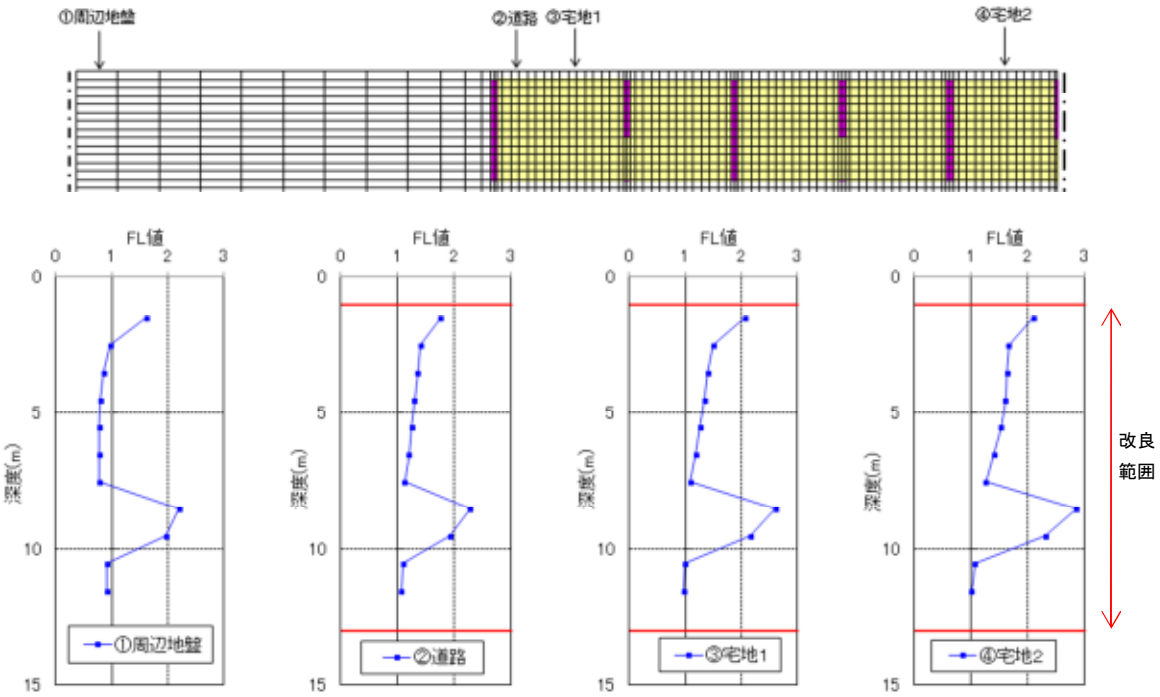



図 4.2.2-26　液状化検討対象層の FL 値分布【Case1-3・地下水位 GL-1m】

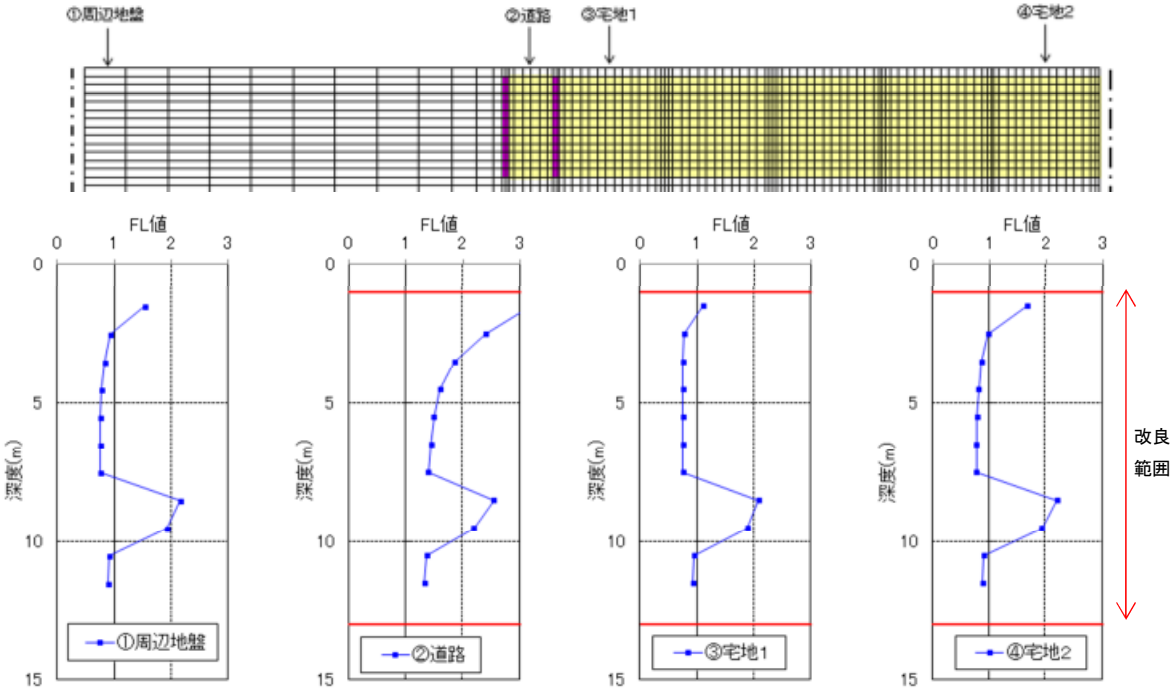



図 4.2.2-27　液状化検討対象層の FL 値分布【Case2・地下水位 GL-1m】

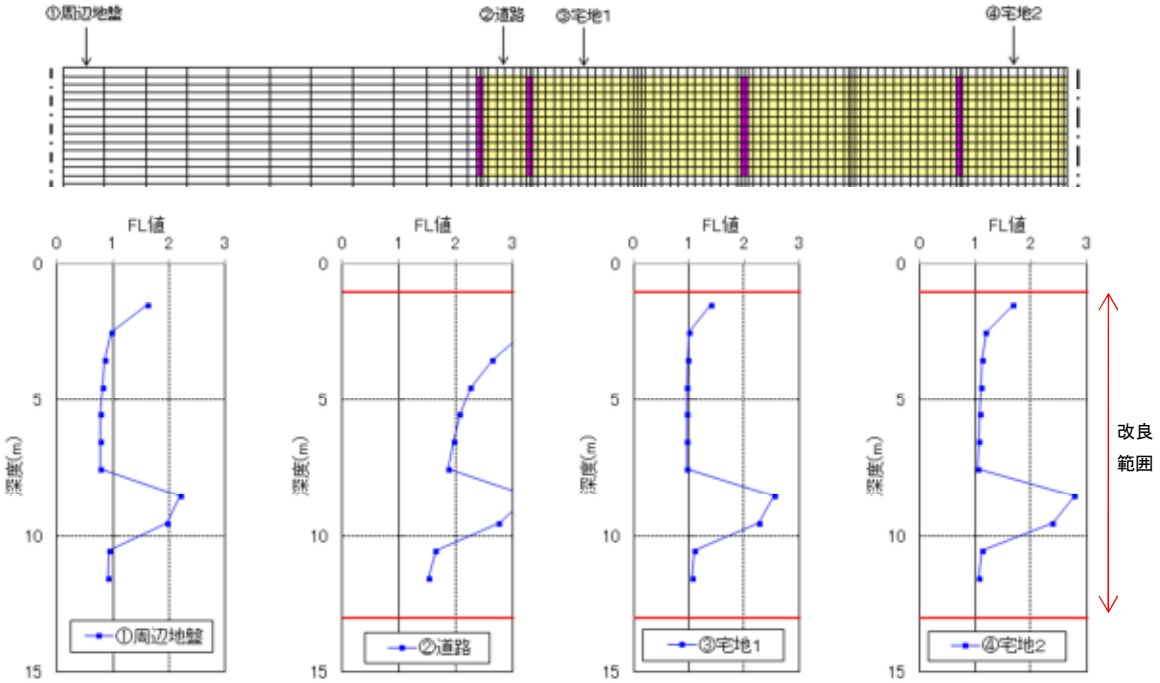



図 4.2.2-28　液状化検討対象層の FL 値分布【Case3-1・地下水位 GL-1m】

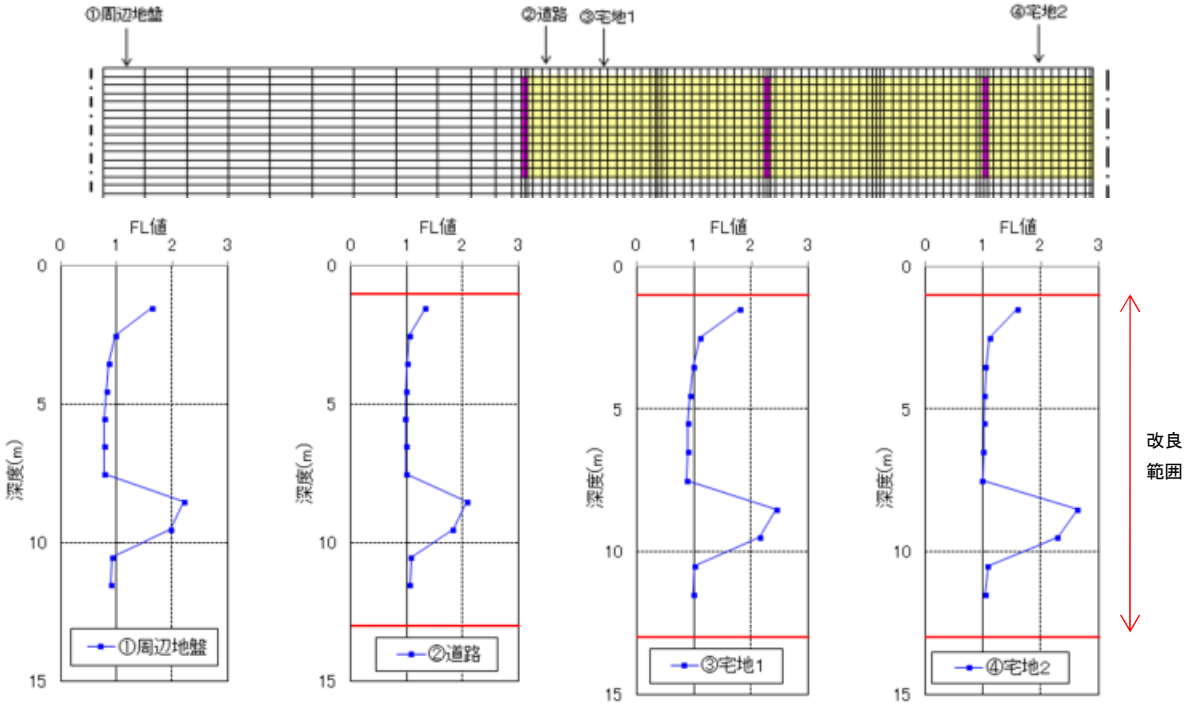



図 4.2.2-29　液状化検討対象層の FL 値分布【Case3-2・地下水位 GL-1m】

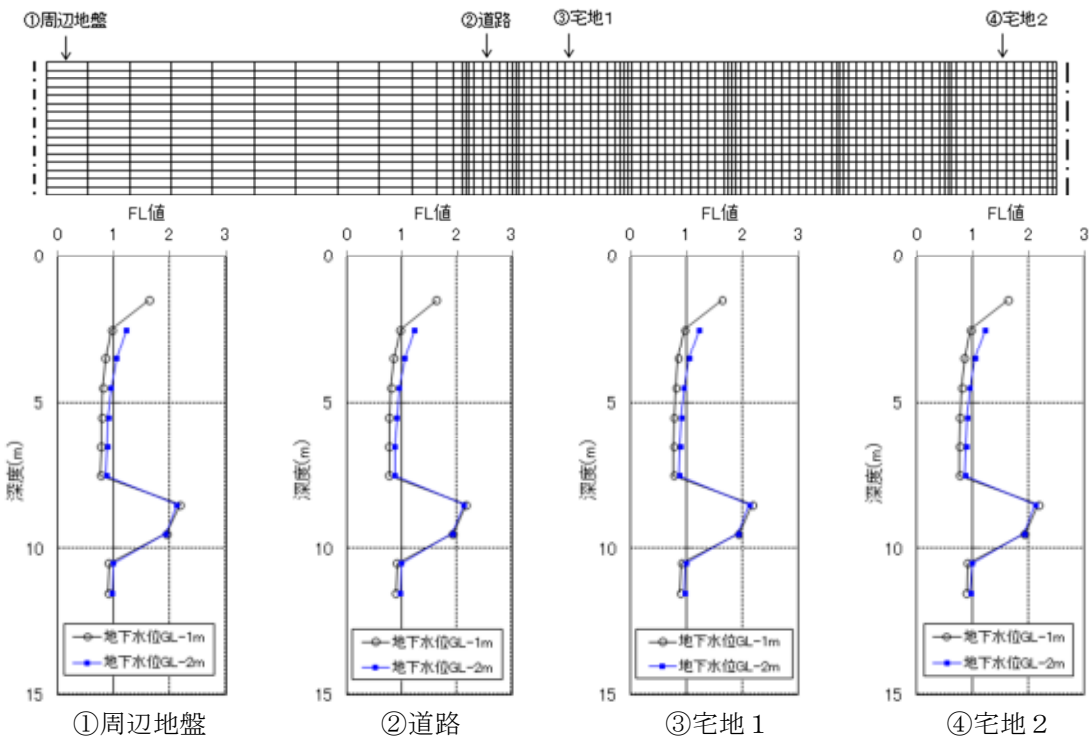



図 4.2.2-30　地下水位の違いによる FL 値分布【Case0】

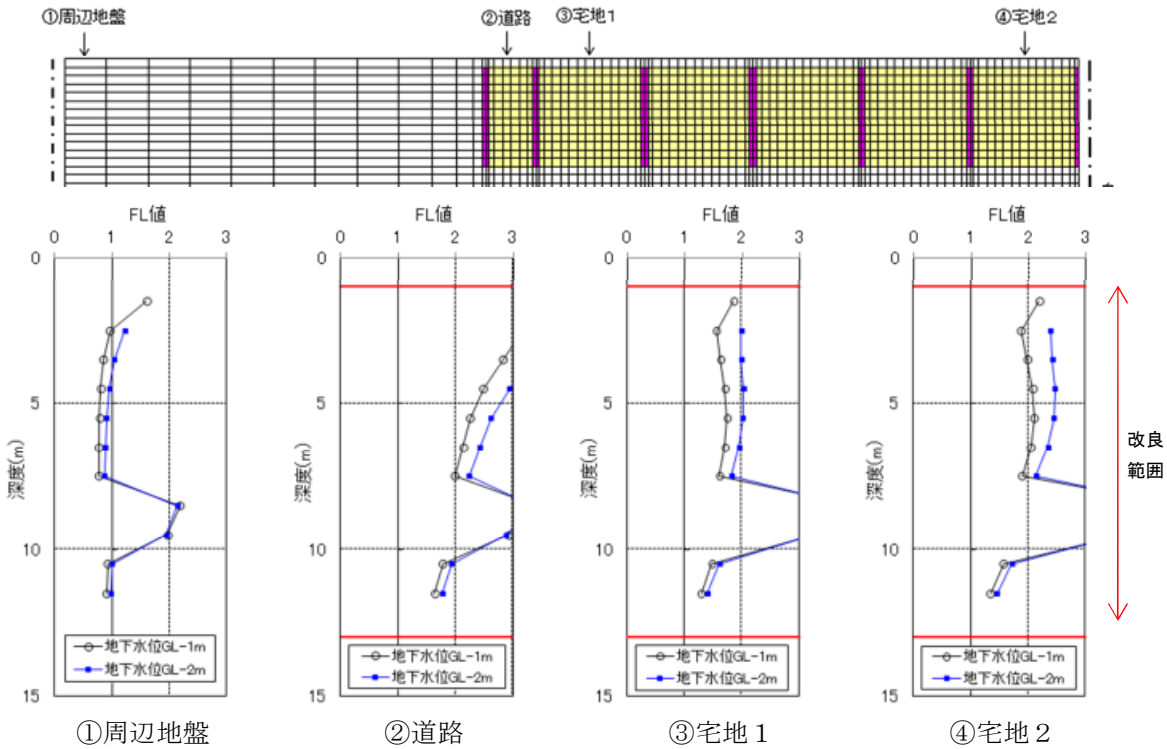



図 4.2.2-31　地下水位の違いによる FL 値分布【Case1-1】

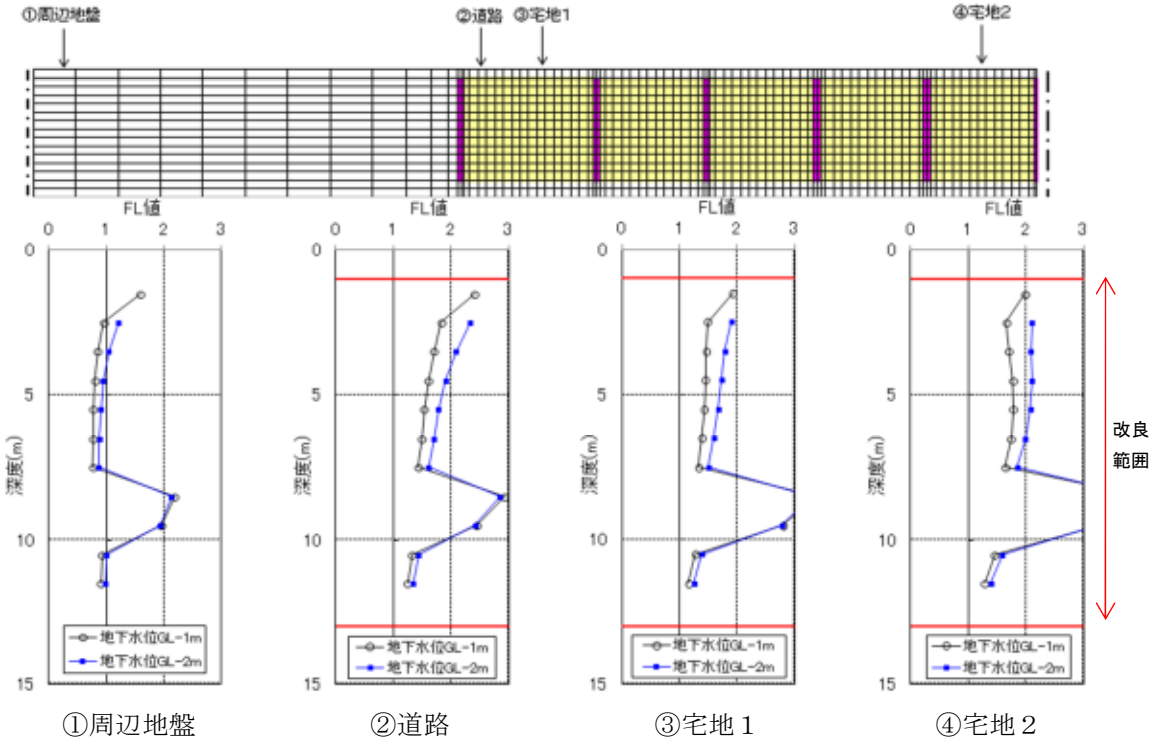



図 4.2.2-32　地下水位の違いによる FL 値分布【Case1-2】

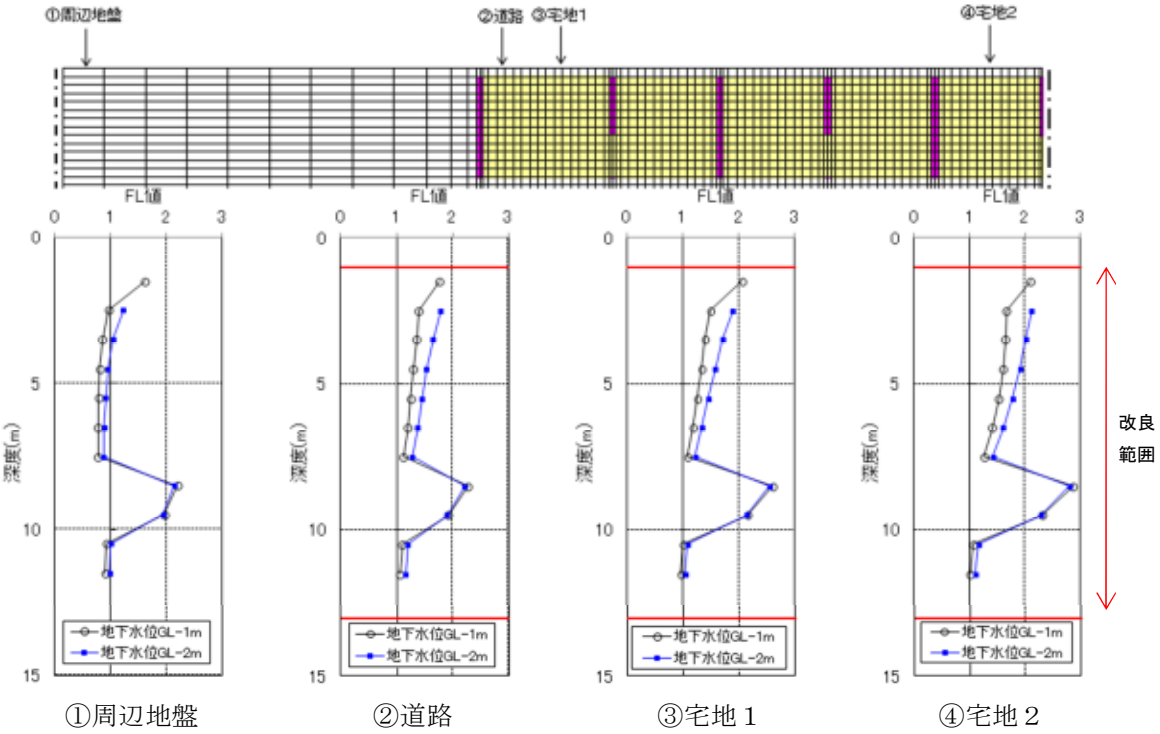



図 4.2.2-33　地下水位の違いによる FL 値分布【Case1-3】

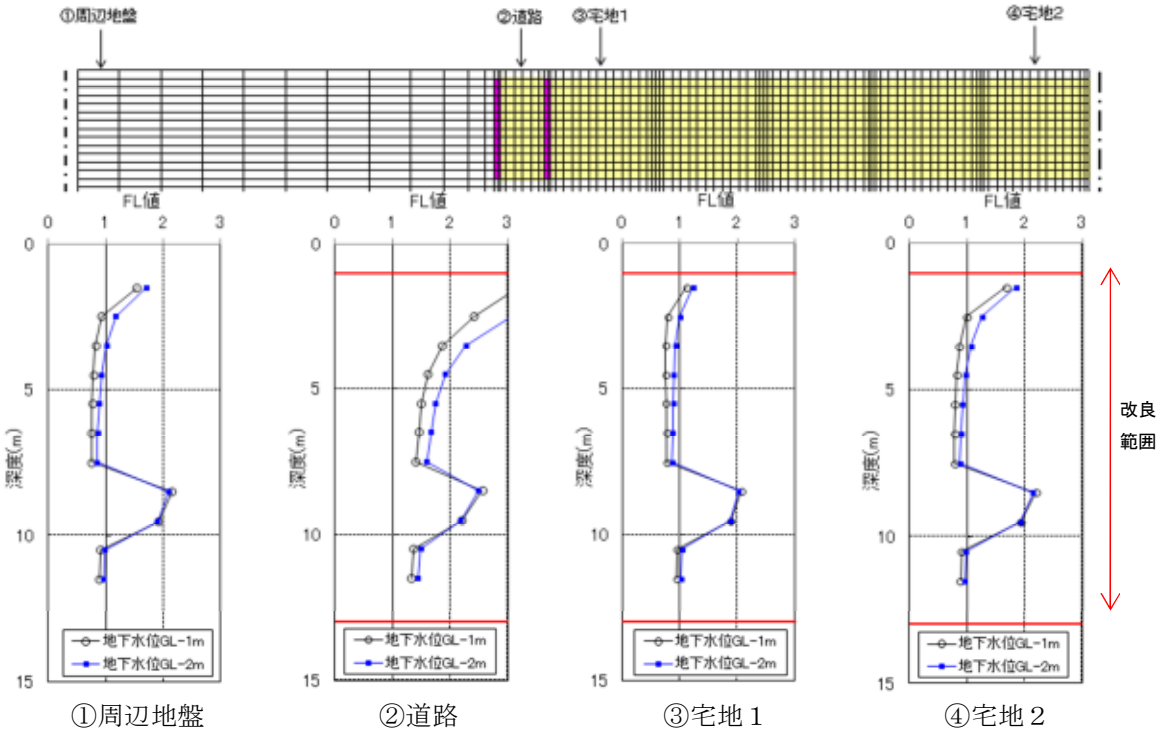



図 4.2.2-34　地下水位の違いによる FL 値分布【Case2】

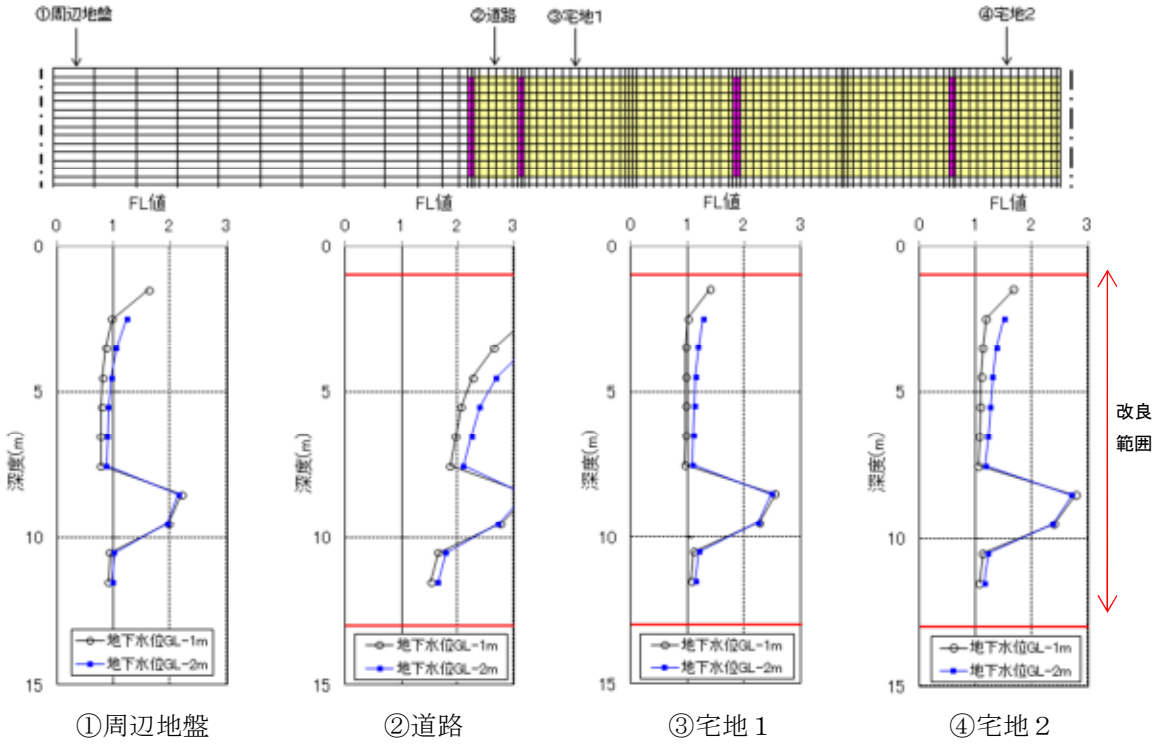



図 4.2.2-35　地下水位の違いによる FL 値分布【Case3-1】

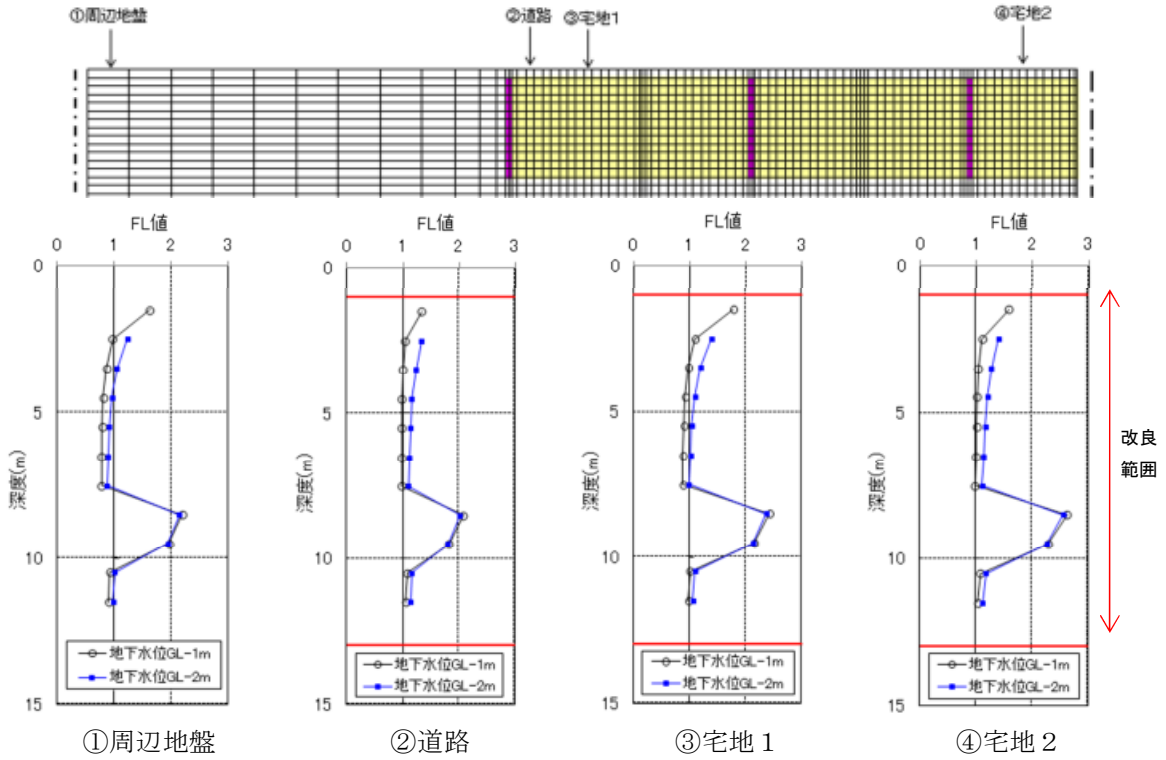



図 4.2.2-36　地下水位の違いによる FL 値分布【Case3-2】

（２）改良体の安定性の検討

１）検討概要

地震時応力に対して格子状地盤改良に発生する最大せん断応力が許容値(許容せん断応力度)以内かどうかを確認する。

２）改良体のせん断強度

改良体のせん断強度は日本建築センター指針[8)]より

$f_\tau = \min(0.3F_c + \sigma_n \tan\phi,\ 0.5Fc)$

であるが、$\sigma_n \tan\phi$ の項を無視して $f_\tau = 0.3F_c$ とすると

$f_c = 1.5\ N/mm^2$ では $f_\tau = 450\ kN/m^2$

３）検討結果

解析結果より、改良体平行壁に生じる最大せん断応力と安全率は以下の通りである。なお、最大せん断応力は各ケースとも道路部で発生している。この結果より、Case2 では短期許容せん断応力を満足していないため道路における短い壁または宅地部に壁を追加して安全率1.5を確保する必要がある。

①CASE 1-1

最大せん断応力：246.51 kN/m²

安全率 Fs＝450 / 246.51＝1.8＞1.5（短期）

②CASE 1-2

最大せん断応力：206.61 kN/m²

安全率 Fs＝450 / 206.61＝2.2＞1.5（短期）

③CASE 1-3

最大せん断応力：223.39 kN/m²

安全率 Fs＝450 / 223.39＝2.0＞1.5（短期）

④CASE 2

最大せん断応力：309.53 kN/m²

安全率 Fs＝450 / 309.53＝1.45＜1.5（短期）

⑤CASE 3-1

最大せん断応力：263.60 kN/m²

安全率 Fs＝450 / 263.60＝1.7＞1.5（短期）

⑥CASE 3-2

最大せん断応力：184.73 kN/m²

安全率 Fs＝450 / 184.73＝2.4＞1.5（短期）

（３）地盤の許容応力度の検討

１）検討方法

宅地部について FL＞1 を確保できたケースについて短期許容応力度の確認を行った。検討手順は次の通りである。

①解析結果に基づく FL 値の算定

②過剰間隙水圧比（$\gamma_u$）の算定

$\gamma_u = FL^{-7}$

③土の単位体積重量（$\gamma_1$）の低減

$\gamma_1 = (1 - \gamma_u)\gamma_{10}$

$\gamma_{10}$：低減前の単位体積重量

④告示式により短期許容応力度 qa を算定

$q_a = 2/3\ (i_r \beta \gamma_1 BN_\gamma + i_q \gamma_2 D_f N_q)$

⑤判定

$q_a > \sigma'_{Z3}$

$\sigma'_{Z3}$:建物接地圧（長期）と地中応力による荷重

２）検討結果

宅地部において全ての深度で FL＞1 となった以下の条件に対して地盤の許容応力度を検討したところ、全てのケースで建物接地圧より十分大きな許容応力度が確保できることがわかった。

・地下水位 GL-1m：CASE1-1, 1-2

・地下水位 GL-2m：CASE1-3, 3-1

①CASE1-1(地下水位 GL-1m)

**1. 土層条件と荷重条件**

| 接地圧(長期)q | 奥行B | 幅L | Θ | |
|---|---|---|---|---|
| kN/m2 | m | m | 度 | rad. |
| 15 | 8 | 11 | 30 | 0.524 |

過剰水圧考慮した鉛直応力↓

| 土層名 | 上端(GL) | 下端(GL) | 層厚(m) | FL | ru | $\gamma_{10}$(kN/m$^3$) | $\gamma_1$(kN/m$^3$) | $\sigma'z_1$ | $\sigma'z_2$ | 荷重q | $\sigma'z_3=\sigma'z_1+q$ | $\gamma_2Df=\sigma'z_2+q$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bs | 0 | -1 | 1 | | 0.000 | 18.0 | 18.0 | 0.00 | 0.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| Bs | -1 | -2 | 1 | **1.858** | 0.013 | 8.0 | 7.9 | 18.00 | 18.00 | 11.86 | 29.86 | 29.86 |
| Fs | -2 | -3 | 1 | **1.559** | 0.045 | 8.0 | 7.6 | 26.00 | 25.90 | 9.62 | 35.62 | 35.52 |
| Fs | -3 | -4 | 1 | **1.631** | 0.033 | 8.0 | 7.7 | 34.00 | 33.54 | 7.96 | 41.96 | 41.50 |
| Fs | -4 | -5 | 1 | **1.704** | 0.024 | 8.0 | 7.8 | 42.00 | 41.28 | 6.70 | 48.70 | 47.97 |
| Fs | -5 | -6 | 1 | **1.735** | 0.021 | 8.0 | 7.8 | 50.00 | 49.09 | 5.71 | 55.71 | 54.80 |
| Fs | -6 | -7 | 1 | **1.708** | 0.024 | 8.0 | 7.8 | 58.00 | 56.92 | 4.93 | 62.93 | 61.85 |
| Fs | -7 | -8 | 1 | **1.614** | 0.035 | 8.0 | 7.7 | 66.00 | 64.73 | 4.30 | 70.30 | 69.03 |
| As1 | -8 | -9 | 1 | **4.007** | 0.000 | 8.0 | 8.0 | 74.00 | 72.45 | 3.78 | 77.78 | 76.23 |
| As1 | -9 | -10 | 1 | **3.285** | 0.000 | 8.0 | 8.0 | 82.00 | 80.45 | 3.35 | 85.35 | 83.80 |
| As2 | -10 | -11 | 1 | **1.475** | 0.066 | 7.0 | 6.5 | 90.00 | 88.44 | 3.00 | 93.00 | 91.44 |
| As2 | -11 | -12 | 1 | **1.294** | 0.165 | 7.0 | 5.8 | 97.00 | 94.98 | 2.69 | 99.69 | 97.67 |

**2. 許容支持力qaの計算（国交省告示1113号（平成13年7月）を利用）**

着目深度での支持力を計算する。

$qa= 2/3*(i_c\alpha CNc+i_\gamma\beta\gamma_1N_\gamma+i_q\gamma_2D_fN_q)$

| $i_c$ | $i_\gamma$ | $i_q$ |
|---|---|---|
| 1.0 | 1.0 | 1.0 |

| | Bs | Fs | As1 | As2 |
|---|---|---|---|---|
| $\phi$ | 26.0 | 23.9 | 32.3 | 26.8 |
| Nc | 22.2 | 19.2 | 36.5 | 23.6 |
| Nq | 11.8 | 9.5 | 24.1 | 13.0 |
| N$\gamma$ | 7.9 | 5.7 | 23.3 | 9.2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ | 1.145 | =1+0.2B/L | B:短辺＝B'+2Ztan$\phi$ |
| $\beta$ | 0.355 | =.5-0.2B/L | L:長辺＝L'+2Ztan$\phi$ |

| 土層名 | 着目GL | 粘着力c (kN/m2) | $i_c\alpha cNc$ | $i_\gamma\beta\gamma_1BN\gamma$ | $i_q\gamma_2DfNq$ | qa (kN/m2) | $\sigma'z_3$ | 判定 (qa>$\sigma'z_3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bs | 0 | 0 | 0 | 405.450 | 0.00 | 270.3 | 15.00 | OK |
| Bs | -1 | 0 | 0 | 177.946 | 352.28 | 353.5 | 29.86 | OK |
| Fs | -2 | 0 | 0 | 125.739 | 339.10 | 309.9 | 35.62 | OK |
| Fs | -3 | 0 | 0 | 124.633 | 396.23 | 347.2 | 41.96 | OK |
| Fs | -4 | 0 | 0 | 123.662 | 458.06 | 387.8 | 48.70 | OK |
| Fs | -5 | 0 | 0 | 122.802 | 523.22 | 430.7 | 55.71 | OK |
| Fs | -6 | 0 | 0 | 122.036 | 590.52 | 475.0 | 62.93 | OK |
| Fs | -7 | 0 | 0 | 121.349 | 659.08 | 520.3 | 70.30 | OK |
| As1 | -8 | 0 | 0 | 489.072 | 1834.73 | 1549.2 | 77.78 | OK |
| As1 | -9 | 0 | 0 | 486.681 | 2016.94 | 1669.1 | 85.35 | OK |
| As2 | -10 | 0 | 0 | 169.202 | 1185.22 | 902.9 | 93.00 | OK |
| As2 | -11 | 0 | 0 | 168.533 | 1266.02 | 956.4 | 99.69 | OK |

## ②CASE1-2(地下水位 GL-1m)

**1. 土層条件と荷重条件**

| 接地圧(長期)q | 奥行B | 幅L | Θ | |
|---|---|---|---|---|
| kN/m2 | m | m | 度 | rad. |
| 15 | 8 | 11 | 30 | 0.524 |

過剰水圧考慮した鉛直応力↓

| 土層名 | 上端(GL) | 下端(GL) | 層厚(m) | FL | ru | $\gamma_{10}$(kN/m$^3$) | $\gamma_1$(kN/m$^3$) | $\sigma'z_1$ | $\sigma'z_2$ | 荷重q | $\sigma'z_3=\sigma'z_1+q$ | $\gamma_2Df=\sigma'z_2+q$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bs | 0 | −1 | 1 | | 0.000 | 18.0 | 18.0 | 0.00 | 0.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| Bs | −1 | −2 | 1 | **1.925** | 0.010 | 8.0 | 7.9 | 18.00 | 18.00 | 11.86 | 29.86 | 29.86 |
| Fs | −2 | −3 | 1 | **1.487** | 0.062 | 8.0 | 7.5 | 26.00 | 25.92 | 9.62 | 35.62 | 35.54 |
| Fs | −3 | −4 | 1 | **1.459** | 0.071 | 8.0 | 7.4 | 34.00 | 33.42 | 7.96 | 41.96 | 41.38 |
| Fs | −4 | −5 | 1 | **1.451** | 0.074 | 8.0 | 7.4 | 42.00 | 40.85 | 6.70 | 48.70 | 47.55 |
| Fs | −5 | −6 | 1 | **1.431** | 0.081 | 8.0 | 7.3 | 50.00 | 48.26 | 5.71 | 55.71 | 53.97 |
| Fs | −6 | −7 | 1 | **1.390** | 0.100 | 8.0 | 7.2 | 58.00 | 55.61 | 4.93 | 62.93 | 60.54 |
| Fs | −7 | −8 | 1 | **1.322** | 0.142 | 8.0 | 6.9 | 66.00 | 62.81 | 4.30 | 70.30 | 67.11 |
| As1 | −8 | −9 | 1 | **3.374** | 0.000 | 8.0 | 8.0 | 74.00 | 69.67 | 3.78 | 77.78 | 73.46 |
| As1 | −9 | −10 | 1 | **2.793** | 0.001 | 8.0 | 8.0 | 82.00 | 77.67 | 3.35 | 85.35 | 81.03 |
| As2 | −10 | −11 | 1 | **1.268** | 0.190 | 7.0 | 5.7 | 90.00 | 85.67 | 3.00 | 93.00 | 88.66 |
| As2 | −11 | −12 | 1 | **1.157** | 0.360 | 7.0 | 4.5 | 97.00 | 91.34 | 2.69 | 99.69 | 94.03 |

**2. 許容支持力qaの計算(国交省告示1113号(平成13年7月)を利用)**

着目深度での支持力を計算する。

$qa= 2/3*(i_c\alpha CNc+i_\gamma\beta\gamma_1N_\gamma+i_q\gamma_2DfNq)$

| $i_c$ | $i_\gamma$ | $i_q$ |
|---|---|---|
| 1.0 | 1.0 | 1.0 |

| | Bs | Fs | As1 | As2 |
|---|---|---|---|---|
| $\phi$ | 26.0 | 23.9 | 32.3 | 26.8 |
| Nc | 22.2 | 19.2 | 36.5 | 23.6 |
| Nq | 11.8 | 9.5 | 24.1 | 13.0 |
| N$\gamma$ | 7.9 | 5.7 | 23.3 | 9.2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ | 1.145 | =1+0.2B/L | B:短辺＝B'+2Ztan$\phi$ |
| $\beta$ | 0.355 | =.5−0.2B/L | L-長辺＝L'+2Ztan$\phi$ |

| 土層名 | 着目GL | 粘着力c (kN/m2) | $i_c\alpha cNc$ | $i_\gamma\beta\gamma_1BN\gamma$ | $i_q\gamma_2DfNq$ | qa (kN/m2) | $\sigma'z_3$ | 判定 (qa>$\sigma'z_3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bs | 0 | 0 | 0 | 405.450 | 0.00 | 270.3 | 15.00 | OK |
| Bs | −1 | 0 | 0 | 177.946 | 352.28 | 353.5 | 29.86 | OK |
| Fs | −2 | 0 | 0 | 125.739 | 339.32 | 310.0 | 35.62 | OK |
| Fs | −3 | 0 | 0 | 124.633 | 395.10 | 346.5 | 41.96 | OK |
| Fs | −4 | 0 | 0 | 123.662 | 453.99 | 385.1 | 48.70 | OK |
| Fs | −5 | 0 | 0 | 122.802 | 515.33 | 425.4 | 55.71 | OK |
| Fs | −6 | 0 | 0 | 122.036 | 578.03 | 466.7 | 62.93 | OK |
| Fs | −7 | 0 | 0 | 121.349 | 640.75 | 508.1 | 70.30 | OK |
| As1 | −8 | 0 | 0 | 489.072 | 1768.00 | 1504.7 | 77.78 | OK |
| As1 | −9 | 0 | 0 | 486.681 | 1950.18 | 1624.6 | 85.35 | OK |
| As2 | −10 | 0 | 0 | 169.202 | 1149.22 | 878.9 | 93.00 | OK |
| As2 | −11 | 0 | 0 | 168.533 | 1218.76 | 924.9 | 99.69 | OK |

## ③CASE1-3(地下水位 GL-2m)

**1. 土層条件と荷重条件**

| 接地圧(長期)q | 奥行B | 幅L | Θ | |
|---|---|---|---|---|
| kN/m2 | m | m | 度 | rad. |
| 15 | 8 | 11 | 30 | 0.524 |

過剰水圧考慮した鉛直応力↓

| 土層名 | 上端(GL) | 下端(GL) | 層厚(m) | FL | ru | $\gamma_{10}$(kN/m$^3$) | $\gamma_1$(kN/m$^3$) | $\sigma'z_1$ | $\sigma'z_2$ | 荷重q | $\sigma'z_3=\sigma'z_1+q$ | $\gamma_2Df=\sigma'z_2+q$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bs | 0 | −1 | 1 | | 0.000 | 18.0 | 18.0 | 0.00 | 0.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| Bs | −1 | −2 | 1 | | 0.000 | 8.0 | 8.0 | 18.00 | 18.00 | 11.86 | 29.86 | 29.86 |
| Fs | −2 | −3 | 1 | 1.894 | 0.011 | 8.0 | 7.9 | 26.00 | 26.00 | 9.62 | 35.62 | 35.62 |
| Fs | −3 | −4 | 1 | 1.708 | 0.024 | 8.0 | 7.8 | 34.00 | 33.91 | 7.96 | 41.96 | 41.87 |
| Fs | −4 | −5 | 1 | 1.580 | 0.041 | 8.0 | 7.7 | 42.00 | 41.72 | 6.70 | 48.70 | 48.42 |
| Fs | −5 | −6 | 1 | 1.461 | 0.070 | 8.0 | 7.4 | 50.00 | 49.39 | 5.71 | 55.71 | 55.11 |
| Fs | −6 | −7 | 1 | 1.342 | 0.127 | 8.0 | 7.0 | 58.00 | 56.83 | 4.93 | 62.93 | 61.76 |
| Fs | −7 | −8 | 1 | 1.221 | 0.248 | 8.0 | 6.0 | 66.00 | 63.81 | 4.30 | 70.30 | 68.11 |
| As1 | −8 | −9 | 1 | 2.547 | 0.001 | 8.0 | 8.0 | 74.00 | 69.83 | 3.78 | 77.78 | 73.61 |
| As1 | −9 | −10 | 1 | 2.140 | 0.005 | 8.0 | 8.0 | 82.00 | 77.82 | 3.35 | 85.35 | 81.17 |
| As2 | −10 | −11 | 1 | 1.083 | 0.571 | 7.0 | 3.0 | 90.00 | 85.78 | 3.00 | 93.00 | 88.77 |
| As2 | −11 | −12 | 1 | 1.046 | 0.729 | 7.0 | 1.9 | 97.00 | 88.78 | 2.69 | 99.69 | 91.47 |

**2. 許容支持力qaの計算(国交省告示1113号(平成13年7月)を利用)**

着目深度での支持力を計算する。

$qa= 2/3*(i_c\alpha CNc+i_\gamma\beta\gamma_1N_\gamma+i_q\gamma_2D_fN_q)$

| $i_c$ | $i_\gamma$ | $i_q$ |
|---|---|---|
| 1.0 | 1.0 | 1.0 |

| | Bs | Fs | As1 | As2 |
|---|---|---|---|---|
| $\phi$ | 26.0 | 23.9 | 32.3 | 26.8 |
| Nc | 22.2 | 19.2 | 36.5 | 23.6 |
| Nq | 11.8 | 9.5 | 24.1 | 13.0 |
| N$\gamma$ | 7.9 | 5.7 | 23.3 | 9.2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ | 1.145 | =1+0.2B/L | B:短辺＝B'+2Ztan$\phi$ |
| $\beta$ | 0.355 | =.5−0.2B/L | L:長辺＝L'+2Ztan$\phi$ |

| 土層名 | 着目GL | 粘着力c (kN/m2) | $i_c\alpha cNc$ | $i_\gamma\beta\gamma_1BN\gamma$ | $i_q\gamma_2DfNq$ | qa (kN/m2) | $\sigma'z_3$ | 判定 (qa>$\sigma'z_3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bs | 0 | 0 | 0 | 405.450 | 0.00 | 270.3 | 15.00 | OK |
| Bs | −1 | 0 | 0 | 177.946 | 352.28 | 353.5 | 29.86 | OK |
| Fs | −2 | 0 | 0 | 125.739 | 340.10 | 310.6 | 35.62 | OK |
| Fs | −3 | 0 | 0 | 124.633 | 399.76 | 349.6 | 41.96 | OK |
| Fs | −4 | 0 | 0 | 123.662 | 462.28 | 390.6 | 48.70 | OK |
| Fs | −5 | 0 | 0 | 122.802 | 526.16 | 432.6 | 55.71 | OK |
| Fs | −6 | 0 | 0 | 122.036 | 589.71 | 474.5 | 62.93 | OK |
| Fs | −7 | 0 | 0 | 121.349 | 650.34 | 514.5 | 70.30 | OK |
| As1 | −8 | 0 | 0 | 489.072 | 1771.73 | 1507.2 | 77.78 | OK |
| As1 | −9 | 0 | 0 | 486.681 | 1953.67 | 1626.9 | 85.35 | OK |
| As2 | −10 | 0 | 0 | 169.202 | 1150.67 | 879.9 | 93.00 | OK |
| As2 | −11 | 0 | 0 | 168.533 | 1185.62 | 902.8 | 99.69 | OK |

## ④CASE3-1(地下水位 GL-2m)

**1. 土層条件と荷重条件**

| 接地圧(長期)q | 奥行B | 幅L | Θ | |
|---|---|---|---|---|
| kN/m2 | m | m | 度 | rad. |
| 15 | 8 | 11 | 30 | 0.524 |

過剰水圧考慮した鉛直応力↓

| 土層名 | 上端(GL) | 下端(GL) | 層厚(m) | FL | ru | $\gamma_{10}$(kN/m$^3$) | $\gamma_1$(kN/m$^3$) | $\sigma'z_1$ | $\sigma'z_2$ | 荷重q | $\sigma'z_3=\sigma'z_1+q$ | $\gamma_2Df=\sigma'z_2+q$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bs | 0 | −1 | 1 | | 0.000 | 18.0 | 18.0 | 0.00 | 0.00 | 15.00 | 15.00 | 15.00 |
| Bs | −1 | −2 | 1 | | 0.000 | 8.0 | 8.0 | 18.00 | 18.00 | 11.86 | 29.86 | 29.86 |
| Fs | −2 | −3 | 1 | 1.276 | 0.181 | 8.0 | 6.5 | 26.00 | 26.00 | 9.62 | 35.62 | 35.62 |
| Fs | −3 | −4 | 1 | 1.184 | 0.307 | 8.0 | 5.5 | 34.00 | 32.55 | 7.96 | 41.96 | 40.51 |
| Fs | −4 | −5 | 1 | 1.141 | 0.396 | 8.0 | 4.8 | 42.00 | 38.10 | 6.70 | 48.70 | 44.79 |
| Fs | −5 | −6 | 1 | 1.117 | 0.460 | 8.0 | 4.3 | 50.00 | 42.93 | 5.71 | 55.71 | 48.64 |
| Fs | −6 | −7 | 1 | 1.097 | 0.522 | 8.0 | 3.8 | 58.00 | 47.25 | 4.93 | 62.93 | 52.18 |
| Fs | −7 | −8 | 1 | 1.071 | 0.617 | 8.0 | 3.1 | 66.00 | 51.07 | 4.30 | 70.30 | 55.37 |
| As1 | −8 | −9 | 1 | 2.479 | 0.002 | 8.0 | 8.0 | 74.00 | 54.13 | 3.78 | 77.78 | 57.91 |
| As1 | −9 | −10 | 1 | 2.237 | 0.004 | 8.0 | 8.0 | 82.00 | 62.12 | 3.35 | 85.35 | 65.47 |
| As2 | −10 | −11 | 1 | 1.191 | 0.294 | 7.0 | 4.9 | 90.00 | 70.09 | 3.00 | 93.00 | 73.08 |
| As2 | −11 | −12 | 1 | 1.141 | 0.398 | 7.0 | 4.2 | 97.00 | 75.03 | 2.69 | 99.69 | 77.72 |

**2. 許容支持力qaの計算(国交省告示1113号(平成13年7月)を利用)**

着目深度での支持力を計算する。

$qa= 2/3*(i_c\alpha CNc+i_\gamma\beta\gamma_1N_\gamma+i_q\gamma_2D_fN_q)$

| $i_c$ | $i_\gamma$ | $i_q$ |
|---|---|---|
| 1.0 | 1.0 | 1.0 |

| | Bs | Fs | As1 | As2 |
|---|---|---|---|---|
| $\phi$ | 26.0 | 23.9 | 32.3 | 26.8 |
| Nc | 22.2 | 19.2 | 36.5 | 23.6 |
| Nq | 11.8 | 9.5 | 24.1 | 13.0 |
| N$\gamma$ | 7.9 | 5.7 | 23.3 | 9.2 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ | 1.145 | =1+0.2B/L | B:短辺＝B'+2Ztan$\phi$ |
| $\beta$ | 0.355 | =.5−0.2B/L | L:長辺＝L'+2Ztan$\phi$ |

| 土層名 | 着目GL | 粘着力c (kN/m2) | $i_c\alpha cNc$ | $i_\gamma\beta\gamma_1BN\gamma$ | $i_q\gamma_2DfNq$ | qa (kN/m2) | $\sigma'z_3$ | 判定 (qa>$\sigma'z_3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bs | 0 | 0 | 0 | 405.450 | 0.00 | 270.3 | 15.00 | OK |
| Bs | −1 | 0 | 0 | 177.946 | 352.28 | 353.5 | 29.86 | OK |
| Fs | −2 | 0 | 0 | 125.739 | 340.10 | 310.6 | 35.62 | OK |
| Fs | −3 | 0 | 0 | 124.633 | 386.78 | 340.9 | 41.96 | OK |
| Fs | −4 | 0 | 0 | 123.662 | 427.69 | 367.6 | 48.70 | OK |
| Fs | −5 | 0 | 0 | 122.802 | 464.43 | 391.5 | 55.71 | OK |
| Fs | −6 | 0 | 0 | 122.036 | 498.19 | 413.5 | 62.93 | OK |
| Fs | −7 | 0 | 0 | 121.349 | 528.67 | 433.3 | 70.30 | OK |
| As1 | −8 | 0 | 0 | 489.072 | 1393.86 | 1255.3 | 77.78 | OK |
| As1 | −9 | 0 | 0 | 486.681 | 1575.75 | 1375.0 | 85.35 | OK |
| As2 | −10 | 0 | 0 | 169.202 | 947.28 | 744.3 | 93.00 | OK |
| As2 | −11 | 0 | 0 | 168.533 | 1007.43 | 784.0 | 99.69 | OK |

（4）まとめ

浦安市を対象とした標準地盤モデルに対して道路・宅地一体型の液状化対策として、格子状地盤改良を適用した場合について、等価線形解析（FLUSH）を用いてL1相当地震動に対する対策効果を検討した。本節で得られた結論は以下の通りである。

①住戸を1戸ごとに改良壁で囲う仕様であれば、宅地側の液状化に対する安全率FLは1.0を上回ることがわかった。

②住戸を4戸ごとに改良壁で囲う仕様では、宅地側のFL値はわずかに1.0を下回る結果となった。

③設定した検討条件は地下水位GL-1mであったが、地下水位をGL-2mとした場合について検討したところ、4住戸ごとに改良壁を囲う仕様についてもFL>1.0を上回るケースがあることが確認できた。従って、格子状改良だけで宅地側の安全性が確保できない場合でも、他工法との併用により安全性が確保できる可能性があることがわかった。