

液状化対策工法の検討結果

I. 格子状地中壁工法に対する解析モデルの検討

1. 検討目的

(1)2次元 FEM による改良地盤のモデル化

「液状化被災市街地における格子状地中壁工法の検討・調査について(ガイダンス(案))」では、2次元 FEM による改良地盤について、以下のモデル化の方法を示している。

格子状改良地盤による地盤の液状化防止効果は、周辺地盤（無対策地盤）も含めた2次元有限要素解析を実施して、格子内地盤の液状化に対する安全率であるFL値の分布を調べることで確認する。解析プログラムにはSuper FLUSH（等価線形解析）を用い、改良地盤と無対策地盤をそれぞれモデル化する（図7.7参照）。FLUSHでの解析では奥行き方向が単位長さ（1m）として行うため、格子状改良による改良壁を平行壁（紙面平行方向）と直交壁（紙面直交方向）に分ける。直交壁は奥行き方向に連続しているものとして改良体の材料定数を与えるが、平行壁は奥行き方向の格子間隔毎に壁が1枚となるように密度およびせん断剛性を換算する。さらに無対策地盤と平行壁を2重要素とし、平行壁は無対策地盤と節点を共有せず、左右端で直交壁と節点を共有させることで格子状改良の拘束効果を模擬する。

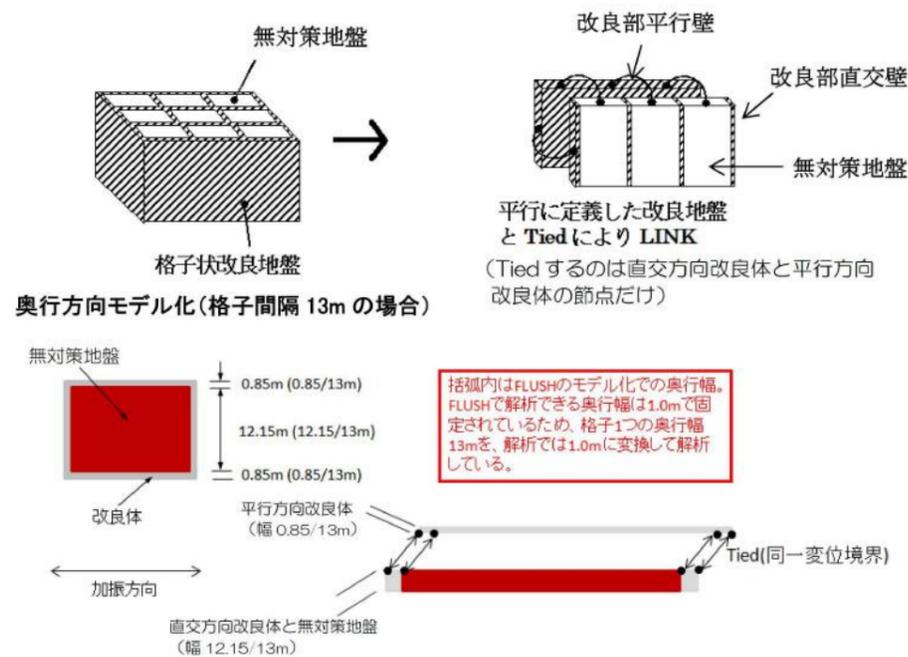


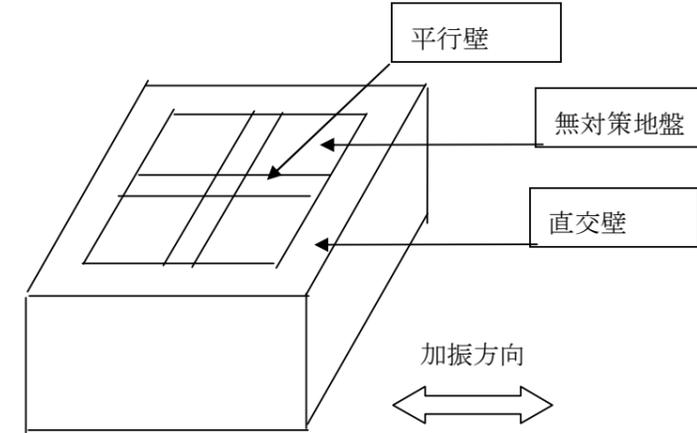
図 7.7 格子状改良地盤のモデル化

上記のモデルでは、直交壁位置で改良体と地盤変位が同一であることから、本検討では、平行壁と平行壁との間の地盤変位（ひずみ）は、平行壁と同一と仮定し、平行壁を2重要素として設定するのではなく、平行壁と地盤を複合体とした同一要素として扱い、改良体と地盤との等価剛性を与えたモデル化を行った。

(2)2次元等価剛性動的解析モデルの課題

1)2次元平面ひずみ等価剛性動的解析モデルの仮定事項

格子状地中壁は、3次元の地盤内に部分的に配置されている。



- 直交壁は、奥行き方向に連続していると仮定し、直交壁は改良体の剛性を与える。
- 平行壁と無対策地盤については、改良体と地盤の剛性を単位奥行き当たりに換算した剛性を設定する。
- 格子で囲まれた部分の平行壁と地盤の変位（ひずみ）は同一と仮定する。
- 地盤応力は、改良体と地盤の剛性比に応じて分担する。

2)2次元等価剛性動的解析モデルの課題

- 直交壁が奥行き方向に連続していると仮定しているため、実際より大きい剛性を与えることになる。
- 平行壁も奥行き方向に等間隔で連続していると仮定しているため、実際より大きい剛性を与えることになる。
- 平行壁と地盤の等価剛性は、複合体としての平均剛性を与えている。
- このため、平行壁と平行壁の中央部分の地盤は、水平方向の拘束を解析モデルでは大きめに与えることになる。
- 逆に平行壁近傍地盤では、水平方向の拘束が解析モデルでは、小さめに与えることになる。

(3)検討目的

- 格子状地中壁をモデル化した3次元動的解析を実施し、2次元動的解析結果と比較することにより、2次元動的解析との違いの程度を把握するとともに、2次元動的解析モデルの適用性について評価する。
- また、3次元モデルと2次元モデルで解析結果の差が大きい場合は、2次元動的解析結果に対する3次元への換算方法について検討する。

2. 検討フロー

(1) 2次元動的解析モデル適用性の検討

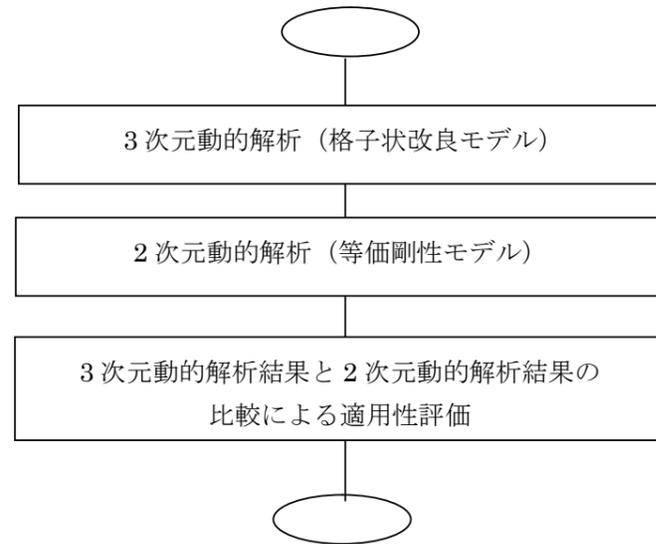


図- 格子状地中壁改良での2次元動的解析モデルの適用性の検討フロー

(2) 2次元解析結果に対する3次元への換算方法の検討

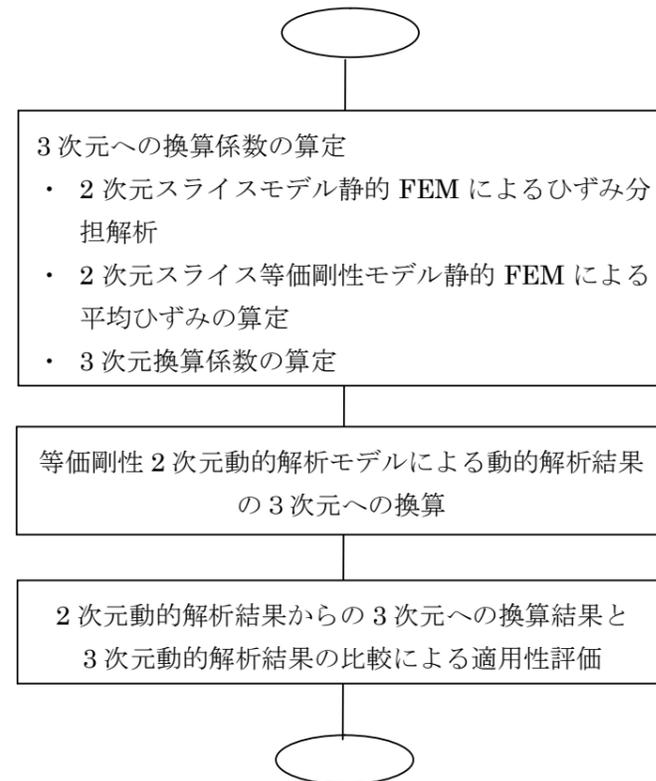


図- 格子状地中壁改良の2次元動的解析結果に対する3次元への換算方法の検討フロー

3. 2次元解析モデル適用性の検討

(1) 検討方法

格子状地中壁工法において、数種類の格子形状（格子間隔）を設定し、3次元動的解析と2次元動的解析を実施し、格子形状（格子間隔）の違いに応じた2次元モデルの適用性について検討する。

(2) 検討条件

1) 地盤条件

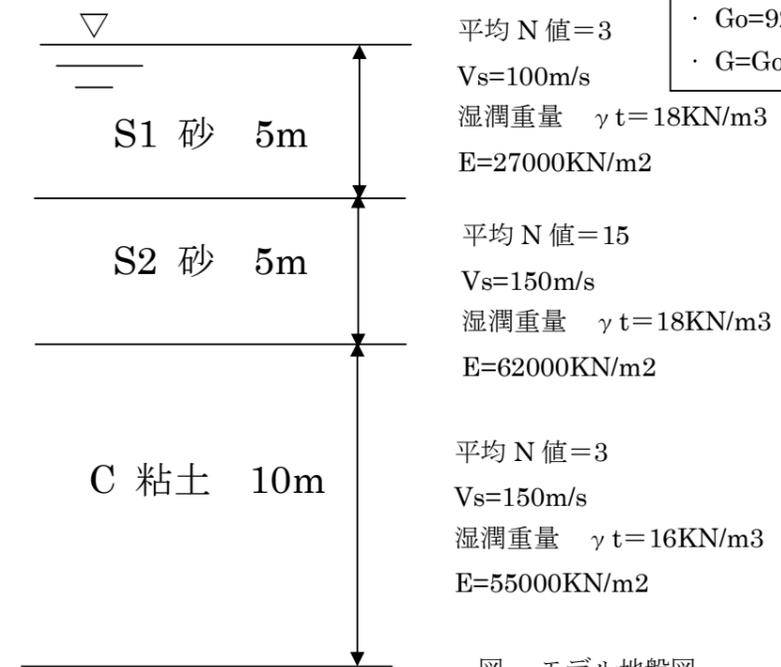
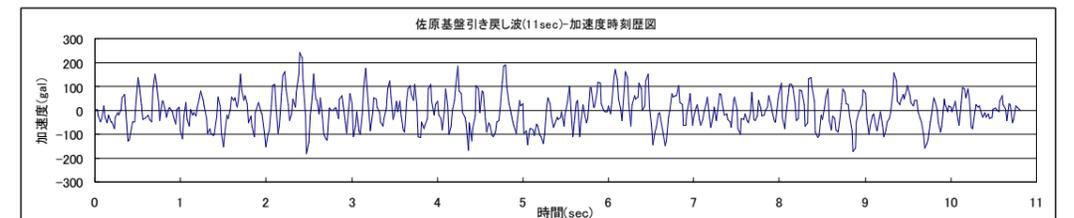


図- モデル地盤図

2) 入力地震動



3) 検討ケース

格子状地中壁は、100m×100mの範囲を想定する。

表- 動的解析検討ケース一覧表

ケース名	格子間隔	備考
無対策	—	
対策1	100m×100m	道路のみ
対策2	50mピッチ	道路+宅地内
対策3	25mピッチ	道路+宅地内

(3)3次元動的解析

1)解析モデル

加振方向は、X方向とする。

解析モデルは、XZ面を対称面としたハーフモデルとする。

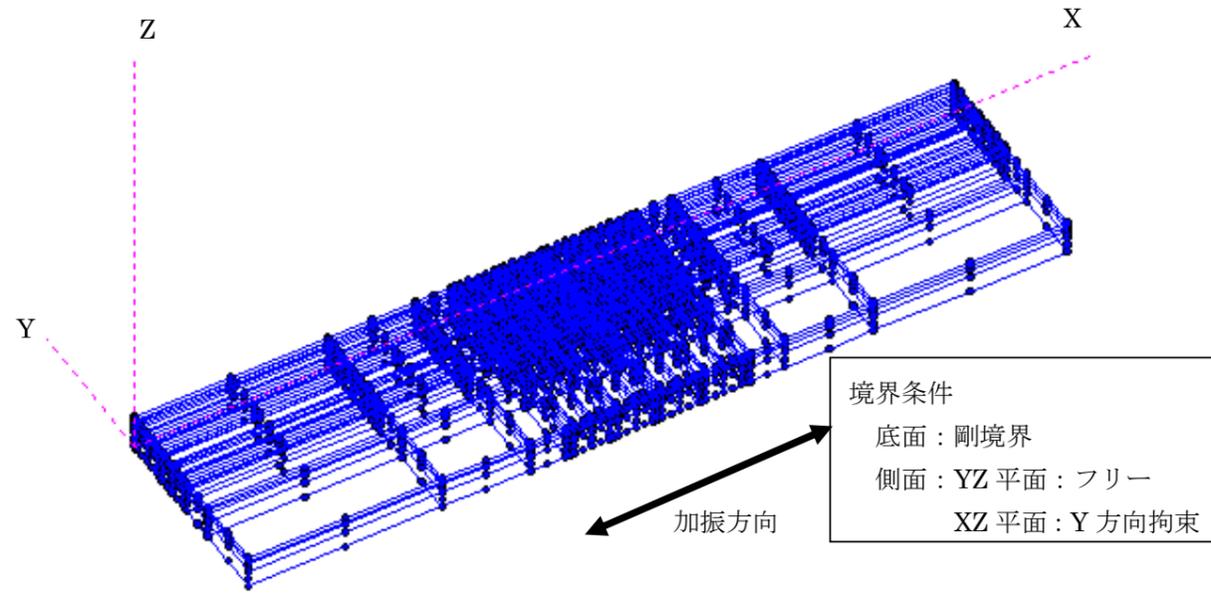


図- 3次元動的解析モデル図

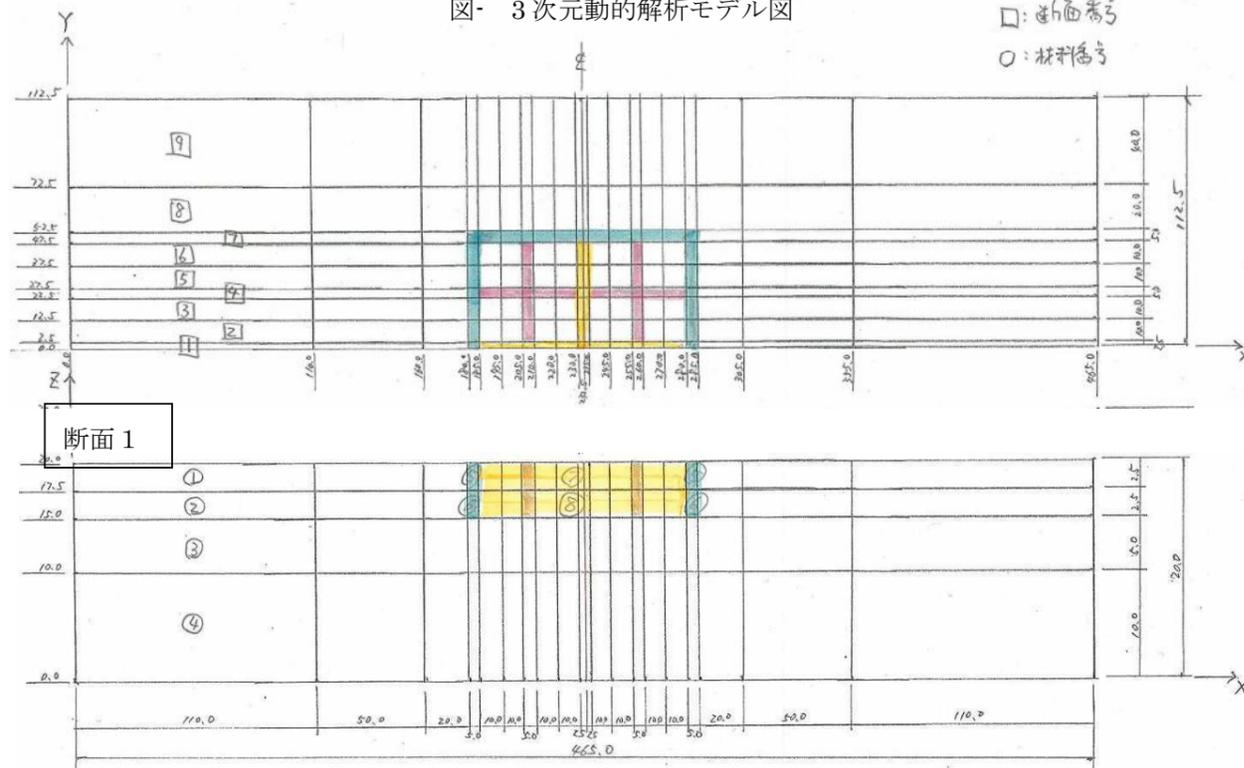


図- 3次元動的解析モデル材料番号図

2)解析パラメータ

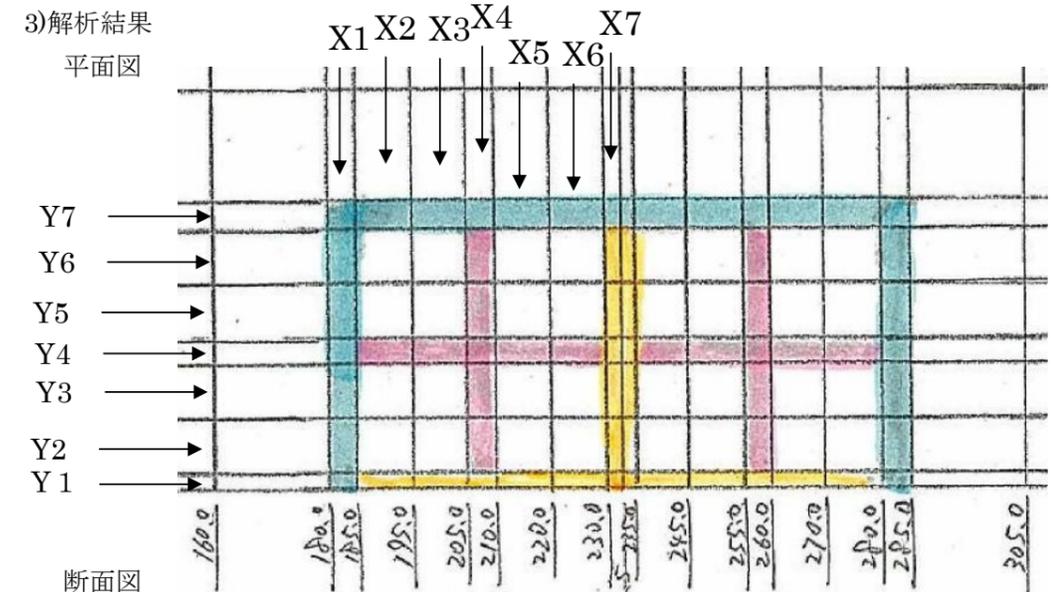
地盤剛性は、0.1%程度の地震時のひずみレベルを想定し、微小ひずみレベルの剛性の半分として線形弾性体として設定する。地盤の減衰定数は、10%とする。

表- 3次元動的解析モデルでの解析パラメータ一覧表

物性値 No	地盤区分	変形係数 E (KN/m ²)				備考
		無対策	対策1	対策2	対策3	
1	S1	27000	27000	27000	27000	
2	S1	27000	27000	27000	27000	
3	S2	62000	62000	62000	62000	
4	S2	55000	55000	55000	55000	
5	S1 道路	27000	115000	115000	115000	
6	S1 道路	27000	115000	115000	115000	
7	S1-50m 格子	27000	27000	115000	115000	
8	S1-50m 格子	27000	27000	115000	115000	
9	S1	27000	27000	27000	27000	
10	S1	27000	27000	27000	27000	
11	S1-25m 格子	27000	27000	27000	115000	
12	S1-25m 格子	27000	27000	27000	115000	

3)解析結果

平面図



断面図

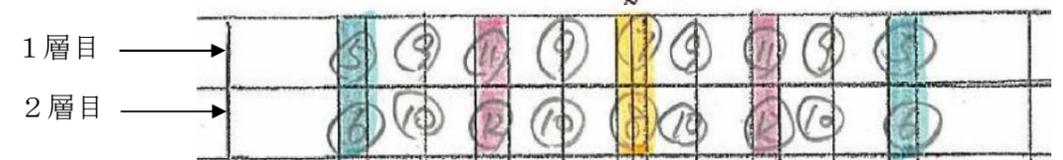


図- せん断ひずみ、せん断応力算定位置

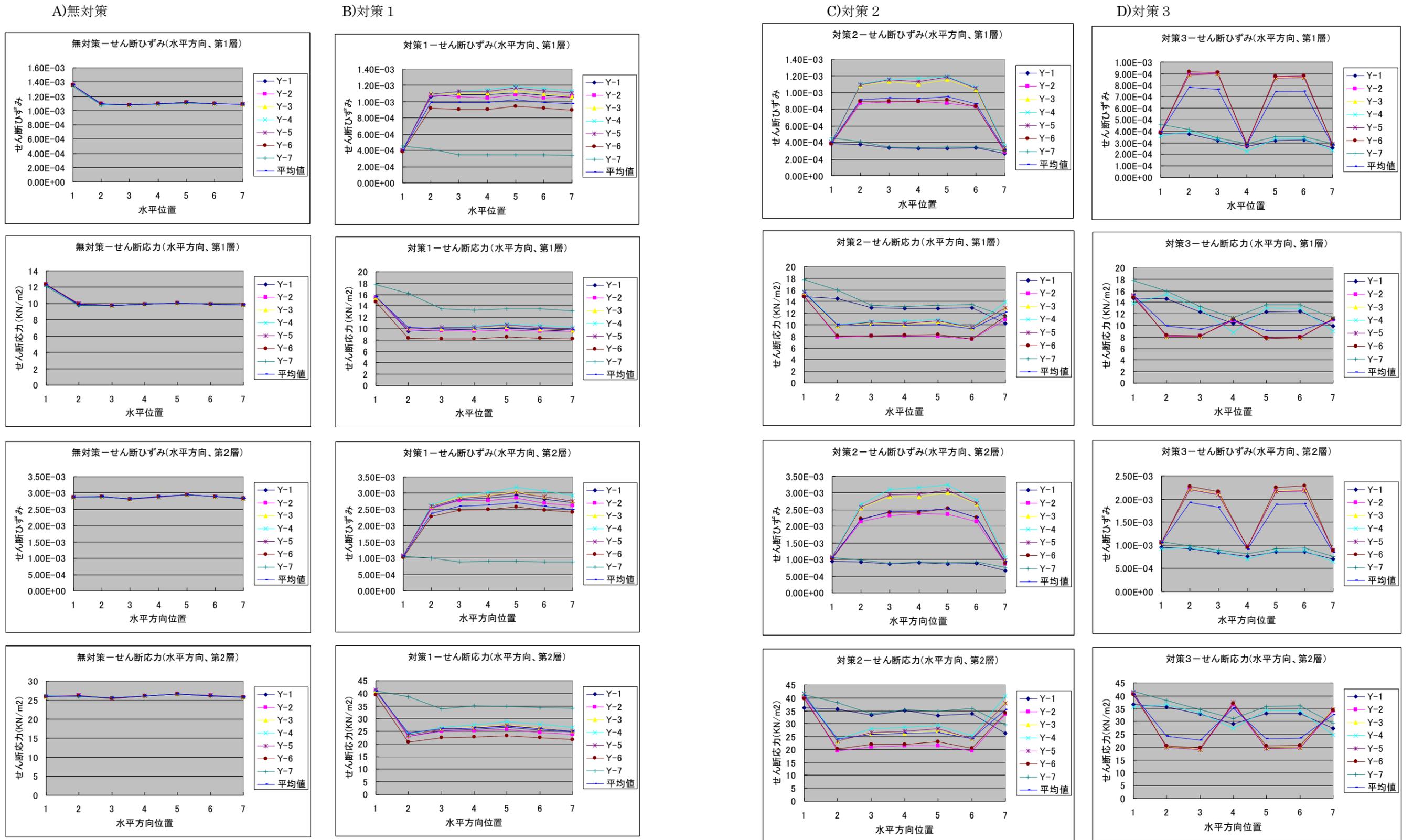


図- 3次元動の解析結果図

図- 3次元動の解析結果図

(4)2次元動的解析

1)解析モデル

解析モデルは、奥行き 1 m の 3次元モデルで作成し、境界条件として平面ひずみ条件とする。

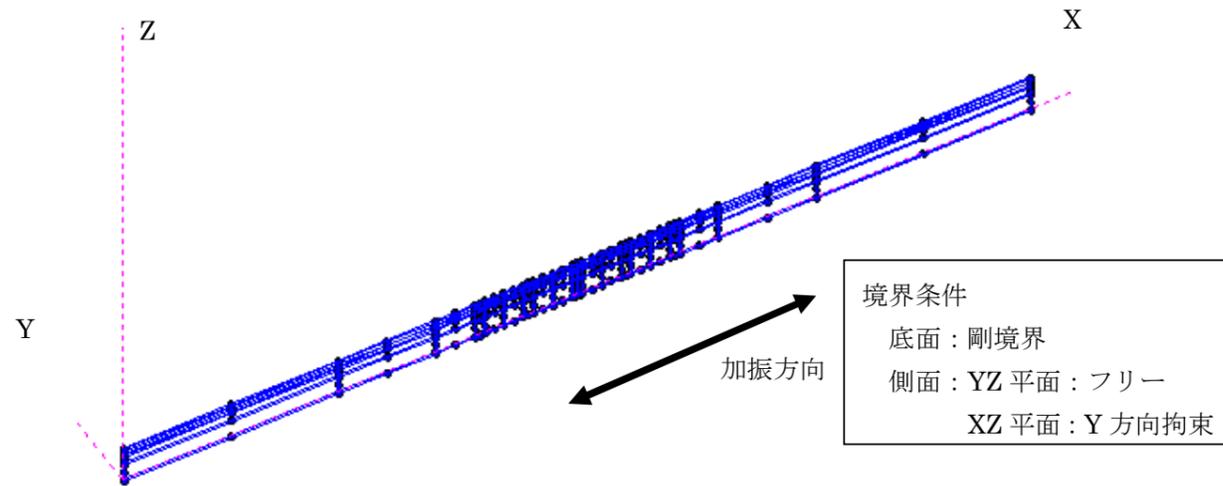


図- 2次元動的解析モデル図

2)解析パラメータ

地盤剛性は、0.1%程度の地震時のひずみレベルを想定し、微小ひずみレベルの剛性の半分として設定する。

地盤の減衰定数は、10%とする。

改良体の剛性は、微小ひずみレベルの剛性の半分とし、解析モデル幅内での改良体と地盤の平均剛性とする。

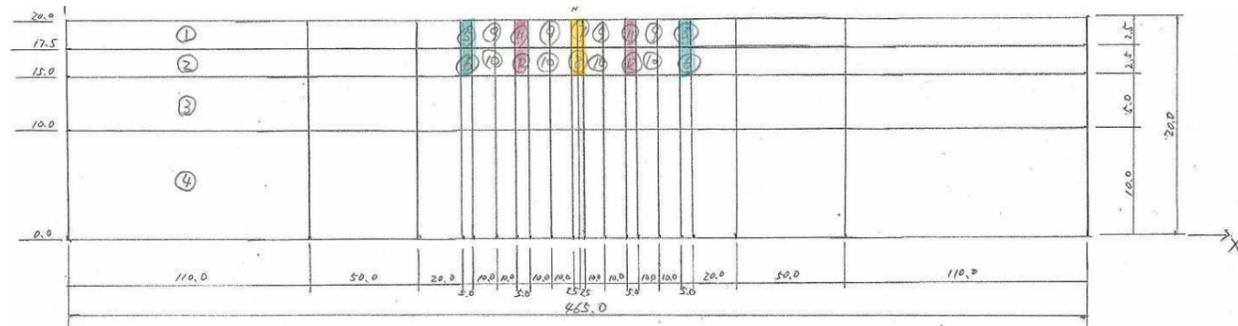


図- 2次元動的解析モデル材料番号図

A)格子状地中壁改良地盤のせん断剛性の算出

a)格子状地中壁改良モデル

図のとおり、道路1スパン分が奥行き方向に連続する仮定で算出する。

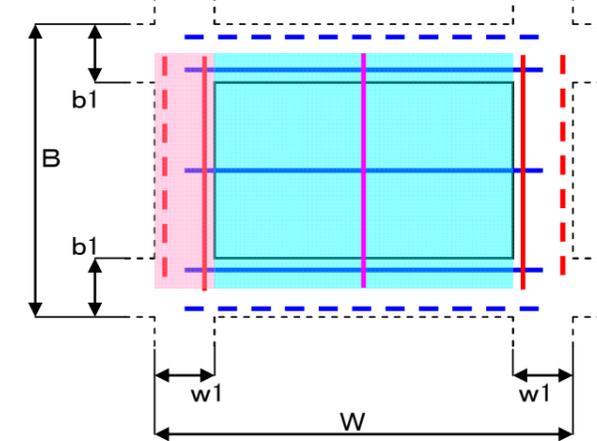


図- 格子状改良部モデル概念図

b)等価剛性

表- 地中壁と地盤と複合体の等価剛性一覧表

	改良壁 せん断剛性 Gw(KN/m2)	地盤 せん断剛性 Gj(KN/m2)	改良壁幅 ta(m)	地盤幅 tb(m)	全体幅 t(m)	等価剛性 Geq(KN/m2)	地盤 分担率 kj	改良壁 分担率 kw
対策1 道路	46500.0	27000.0	1.0	99.0	100.0	31380.0	0.85	0.15
対策2 道路+50m格子	46500.0	27000.0	2.0	98.0	100.0	35760.0	0.74	0.26
対策3 道路+25m格子	46500.0	27000.0	4.0	96.0	100.0	44520.0	0.58	0.42

B)解析パラメータ

表- 2次元動的解析モデルでの解析パラメータ一覧表

物性 値 No	地盤区分	変形係数 E (KN/m2)				備考
		無対策	対策1	対策2	対策3	
1	S1	27000	27000	27000	27000	
2	S1	27000	27000	27000	27000	
3	S2	62000	62000	62000	62000	
4	S2	55000	55000	55000	55000	
5	S1 道路	27000	115000	115000	115000	
6	S1 道路	27000	115000	115000	115000	
7	S1-50m 格子	27000	31380	115000	115000	
8	S1-50m 格子	27000	31380	115000	115000	
9	S1	27000	31380	35760	44520	
10	S1	27000	31380	35760	44520	
11	S1-25m 格子	27000	31380	35760	115000	
12	S1-25m 格子	27000	31380	35760	115000	

(5)解析結果
算定位置

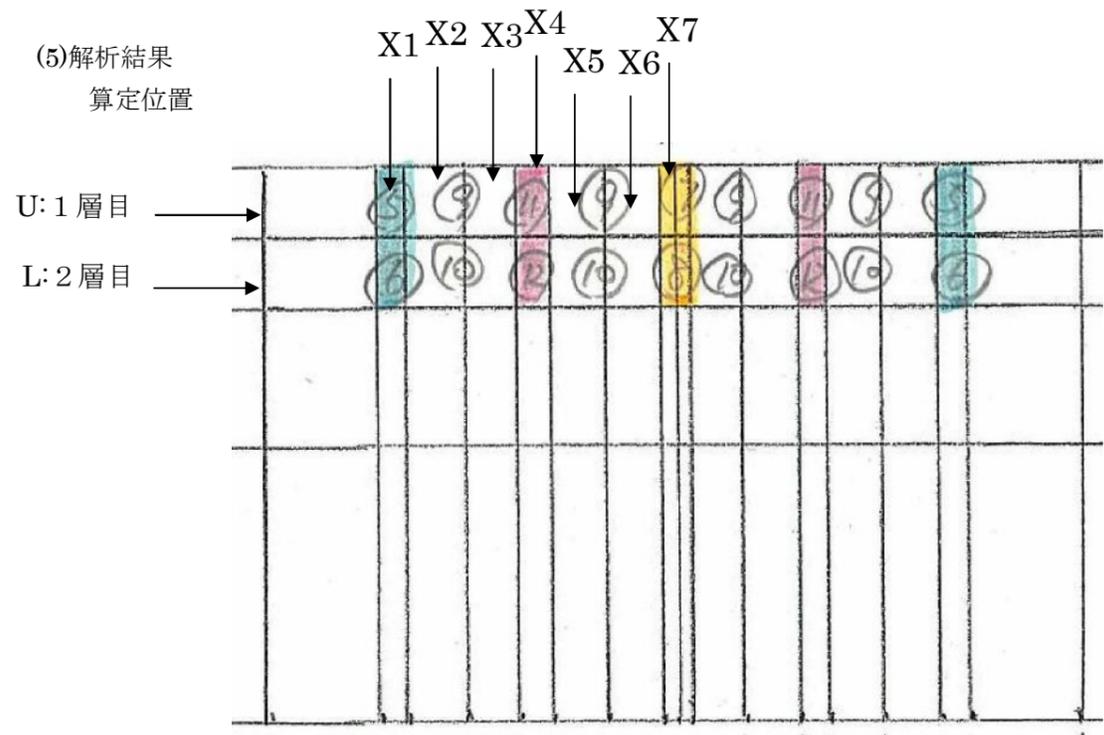


図- せん断ひずみ、せん断応力算定位置

1)せん断ひずみ、応力分布

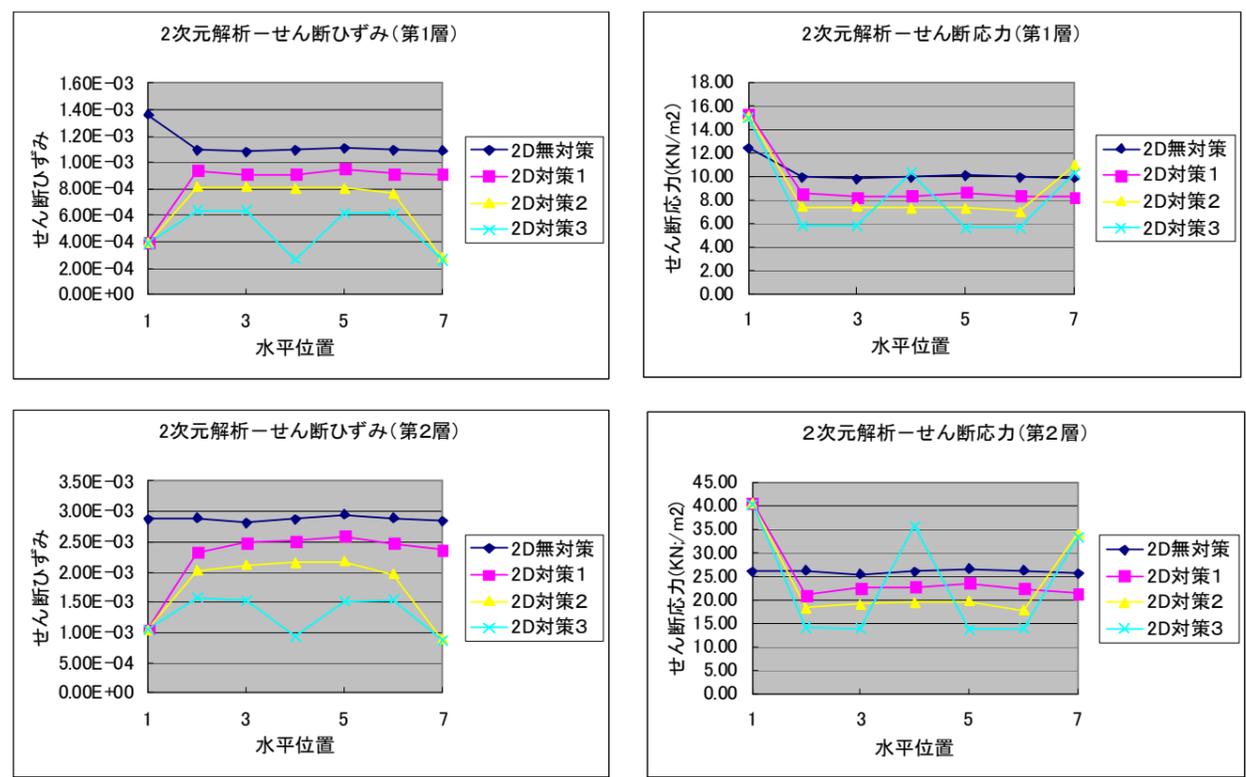


図- 2次元動的解析結果図

3.2 2次元等価剛性動的解析モデル適用性評価

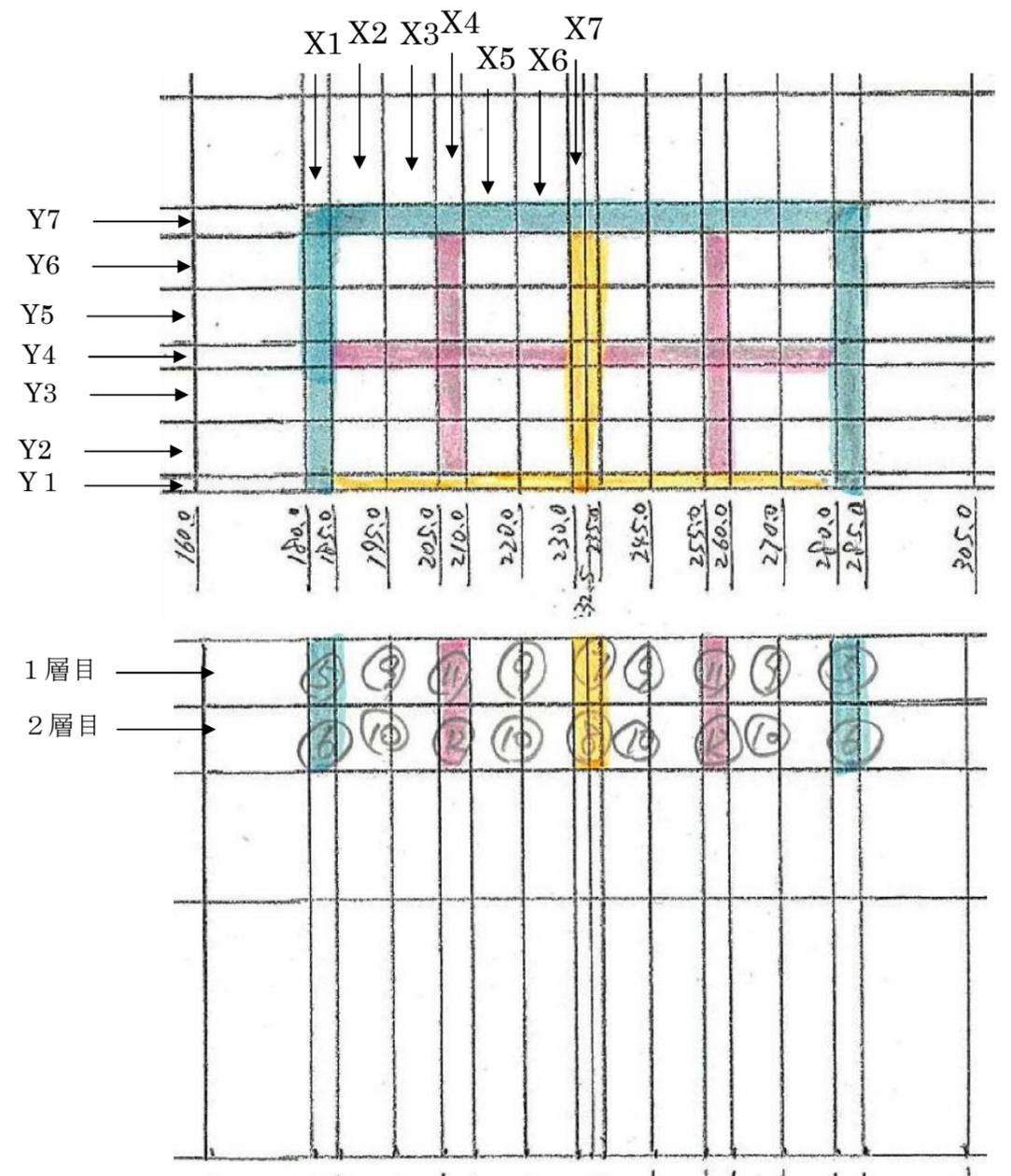


図- せん断ひずみ、せん断応力算定位置

1)無対策

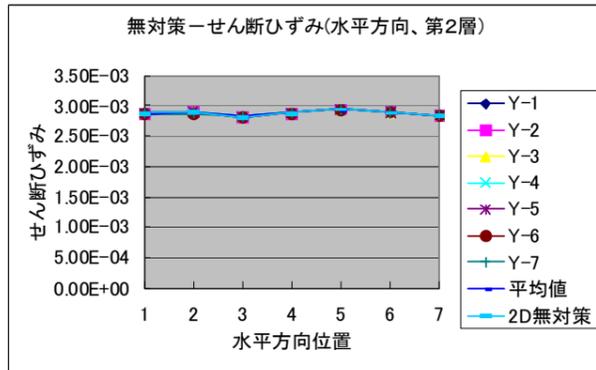
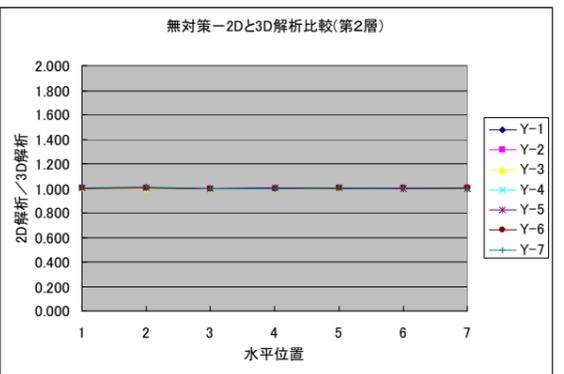
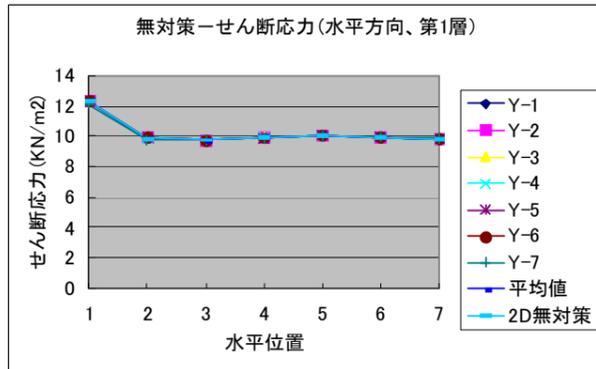
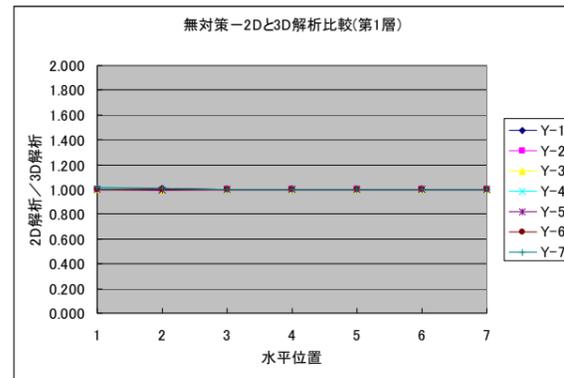
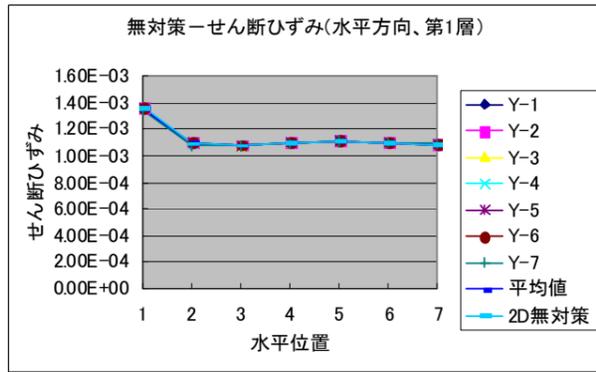


図- 2次元動的解析と3次元動的解析の比較図

2)対策1(100mピッチ)

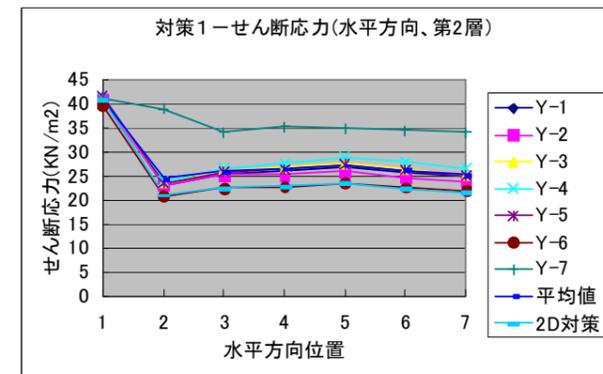
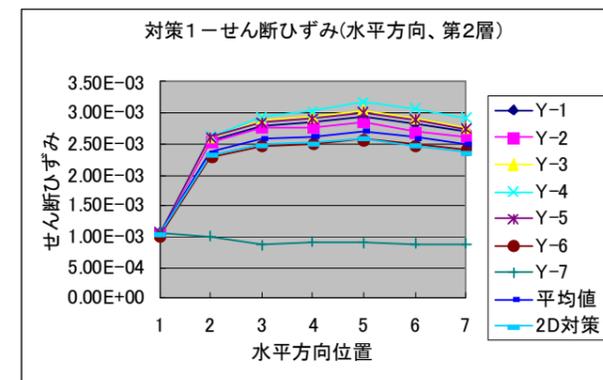
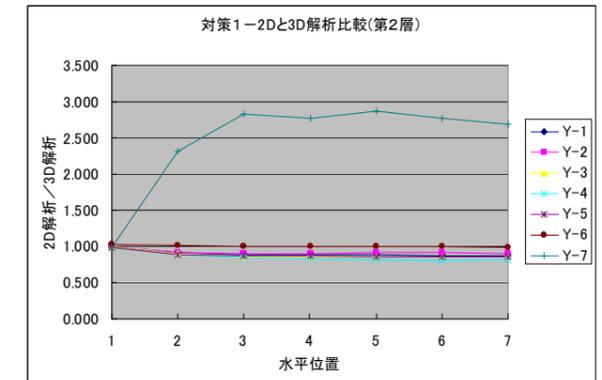
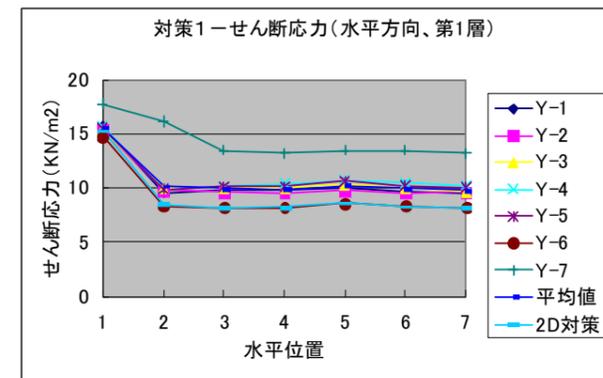
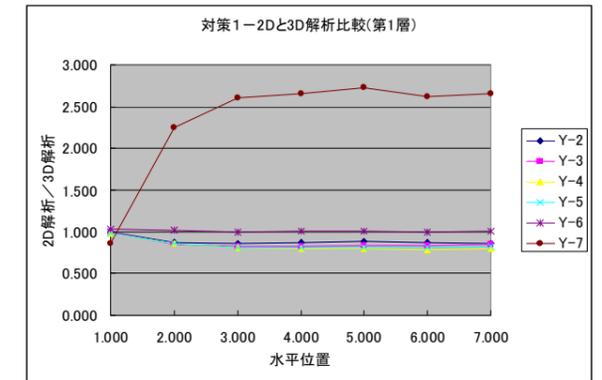
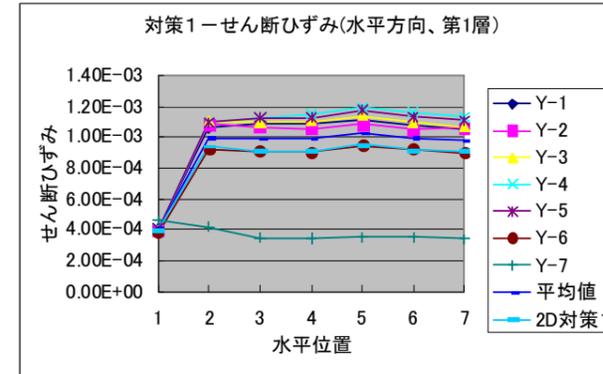
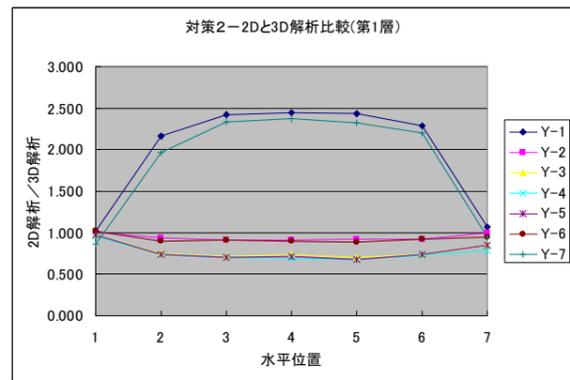
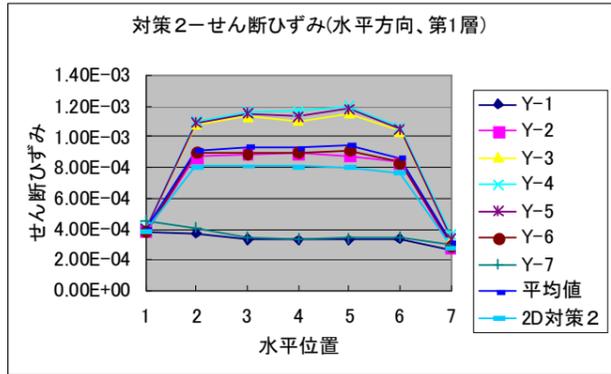


図- 2次元動的解析と3次元動的解析の比較図

3) 対策 2 (50m ピッチ)



4) 対策 3 (25m ピッチ)

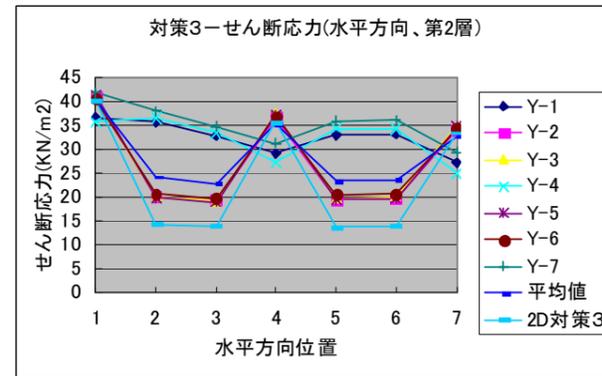
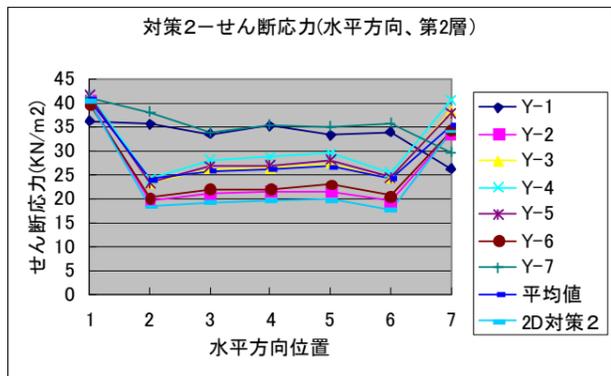
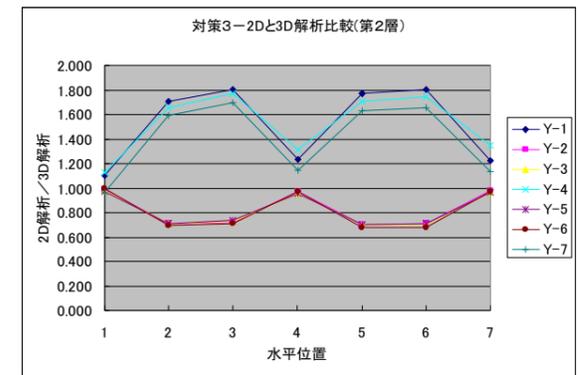
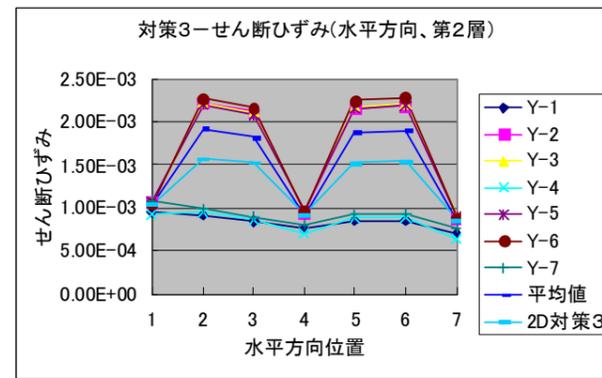
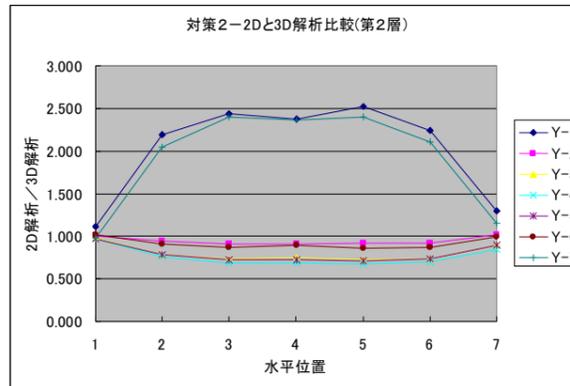
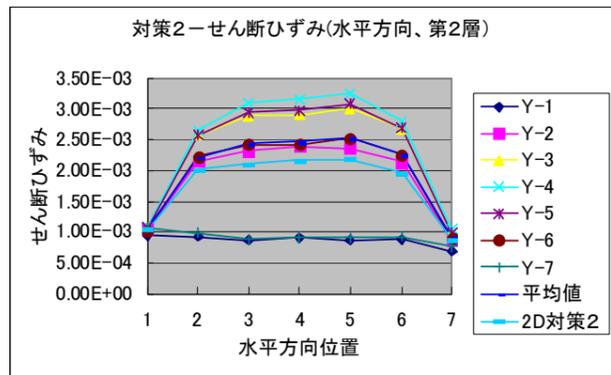
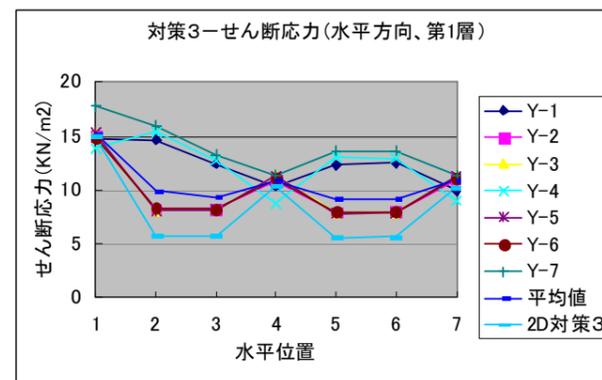
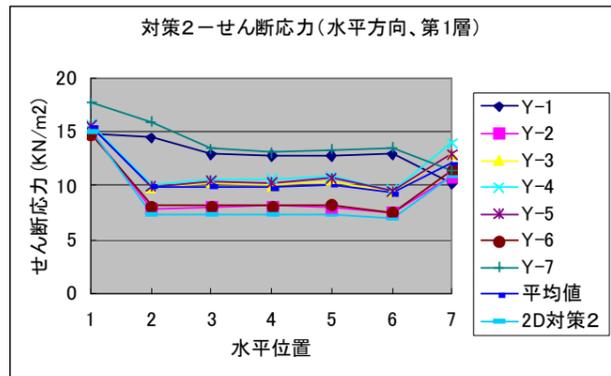
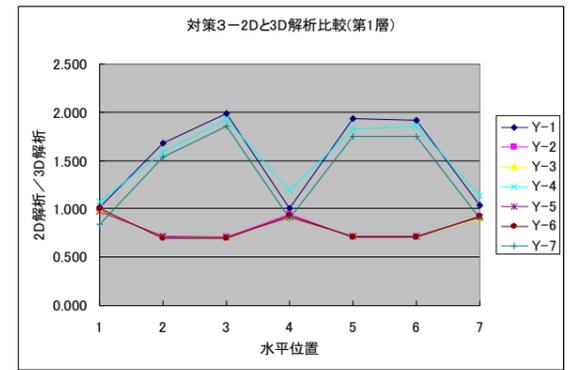
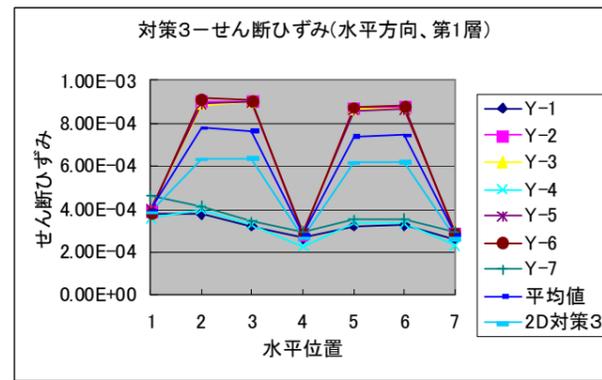


図- 2次元動的解析と3次元動的解析の比較図

図- 2次元動的解析と3次元動的解析の比較図

4. 2次元動的解析結果に対する3次元への換算方法の検討

(1) 検討目的

2次元動的解析結果と3次元動的解析結果を比較した結果、2次元解析は3次元解析に比べ、場所によっては3割程度小さな応力となることが明らかとなった。

このため、3次元解析による検討を実施することが望ましいが、設計実務においては時間と費用の関係から3次元解析を用いることが困難な場合が多い。

本検討は、2次元静的FEM解析を用いた2次元状態から3次元状態への換算係数を用いることにより2次元動的解析結果に対して3次元動的解析状態を概ね得ることができる換算方法について検討する。

(2) 2次元解析結果に対する3次元への換算の考え方

3次元解析では、改良体と地盤の剛性比に応じて変形、ひずみが生じる。

深度方向に改良体が連続していると仮定すると、深度方向に単位幅を持った2次元平面ひずみモデルを用いることにより改良体と地盤の剛性比に応じた応力・変形状態を求めることができる。

これを改良体と地盤を複合体とした等価剛性モデルでの応力・変形との比をとることにより等価剛性モデルに対する3次元換算係数を算定する。

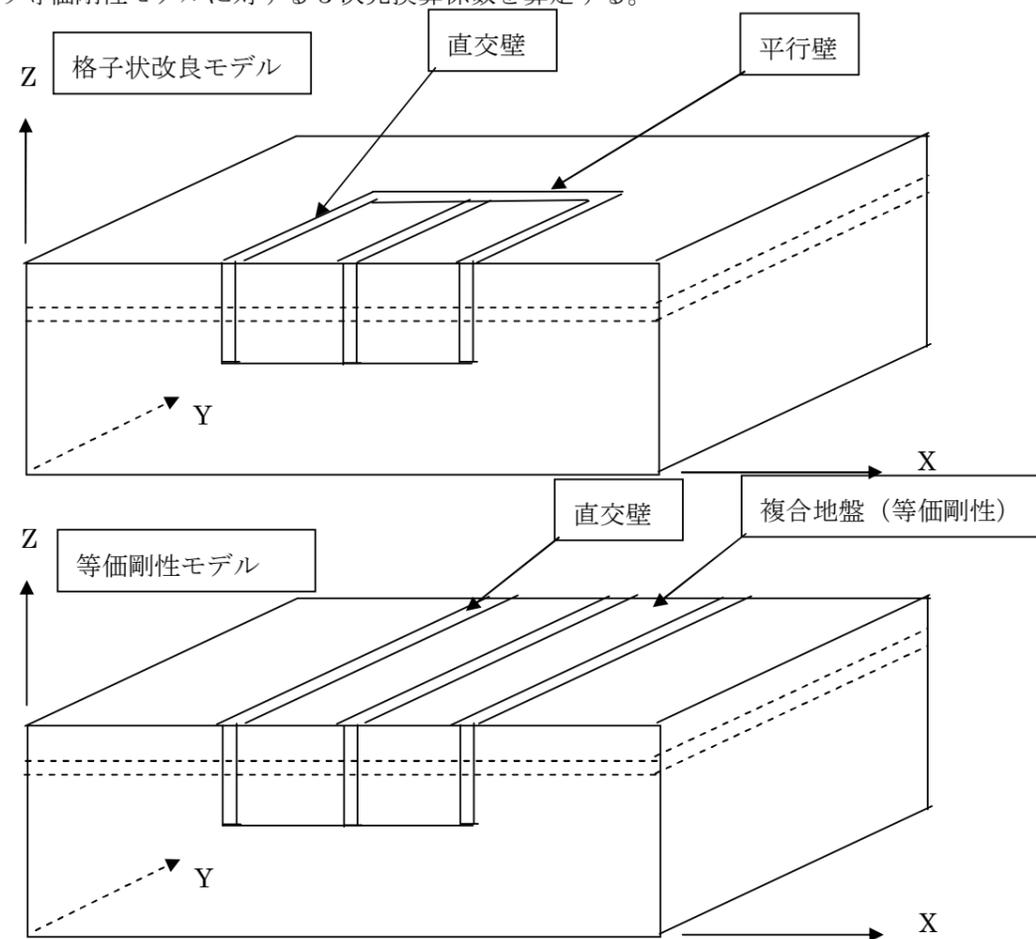


図- 3次元 FEM モデル

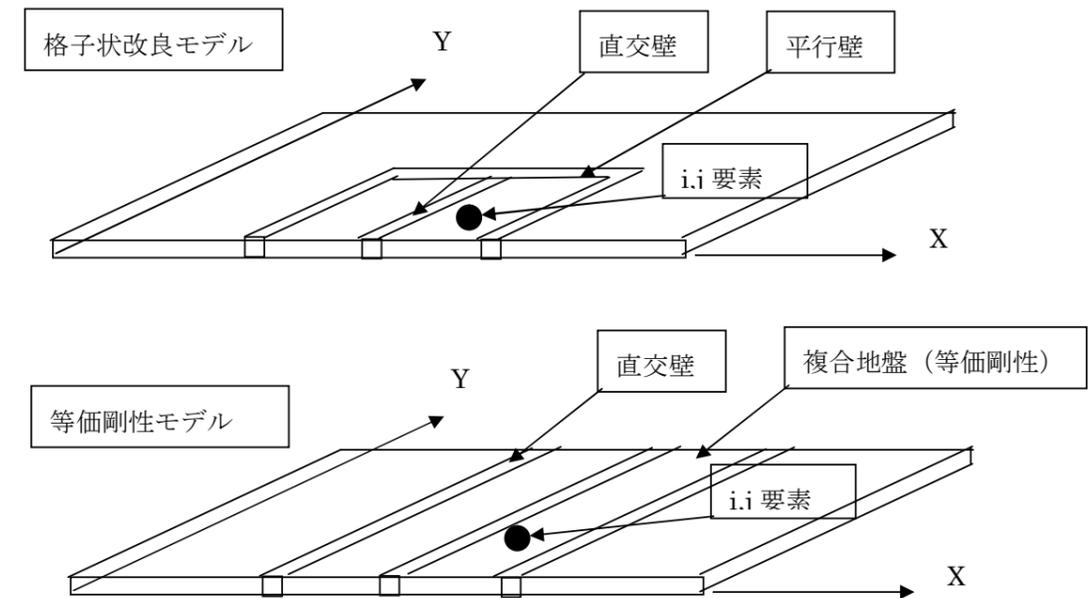


図- 2次元 FEM スライスモデル

等価剛性モデルから格子状改良モデルへの換算係数は、2次元 FEM スライスモデルに水平 (X 軸) 方向に単位の慣性力を静的に作用させた時の要素の歪を算定し、下式により求める。

$$C3Dij = \epsilon msij / \epsilon eqij$$

ここに、 $C3Dij$: 2次元スライスモデル XY 平面上の i,j メッシュ位置の等価剛性モデル解析結果から格子状改良モデルへの換算係数

$\epsilon msij$: 格子状改良モデル解析での i,j メッシュ位置の直ひずみ

$\epsilon eqij$: 等価剛性モデル解析での i,j メッシュ位置の直ひずみ

(3) 2次元動的解析に対する3次元への換算係数の算定

1) 2次元スライス格子状改良静的解析モデルによる格子内応力・歪分担率の算定

A) 算定方法

改良体及び地盤の剛性を考慮した深度方向に単位の深さを取った2次元平面歪モデル(2次元スライスモデル)を構築する。

これに、単位の水平方向慣性力を静的に作用させた場合の格子内の応力、歪の分布を算定する。

2次元スライス格子状改良モデル

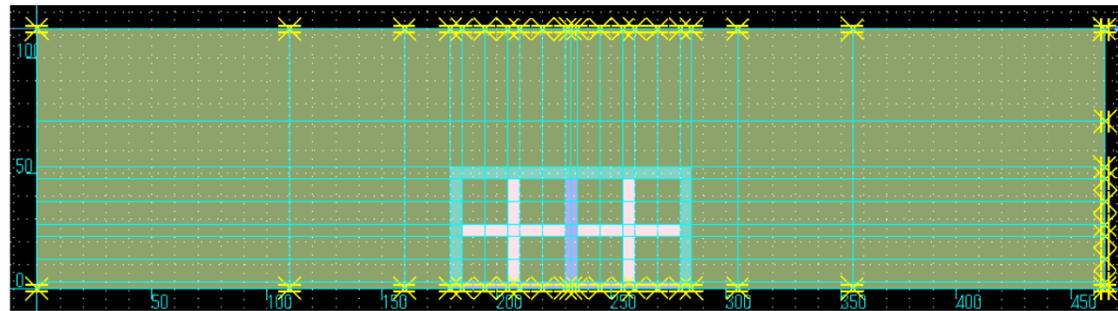


図- 2次元スライス格子状改良静的解析モデル

B) 解析パラメータ

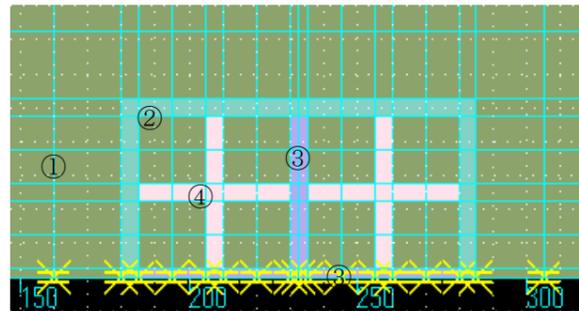


図- 2次元スライス格子状改良解析モデル物性値番号図

表- 2次元スライス格子状改良静的解析モデルでの解析パラメータ一覧表

物性値 No	地盤区分	変形係数 E (KN/m ²)				備考
		無対策	対策1	対策2	対策3	
1	地盤 S1	27000	27000	27000	27000	
2	道路改良	27000	115000	115000	115000	
3	50m 格子改良	27000	27000	115000	115000	
4	25m 格子改良	27000	27000	27000	115000	

2) 2次元スライス等価剛性静的モデルによる応力・歪分担率の算定

A) 算定方法

改良体と地盤を複合体とした等価剛性での深度方向に単位の深さを取った2次元平面歪モデル(2次元スライスモデル)を構築する。

これに、単位の水平方向慣性力を静的に作用させた場合の複合地盤の応力、歪の分布を算定する。

2次元スライス等価剛性モデル

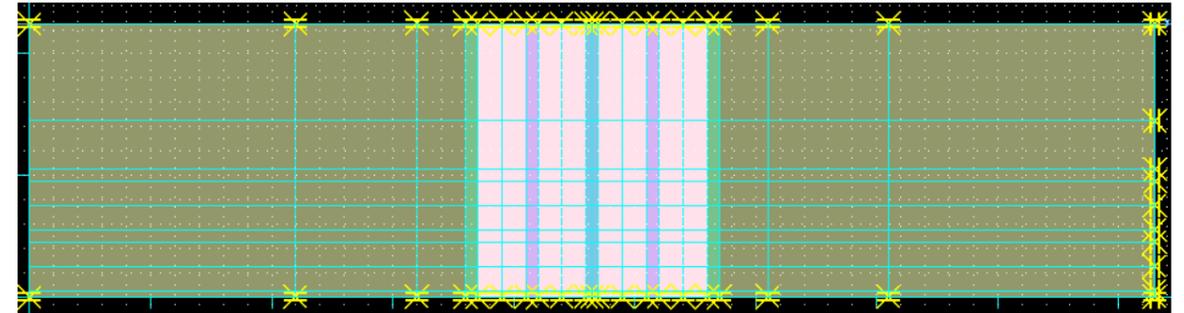


図- 2次元スライス等価剛性静的解析モデル

B) 解析パラメータ

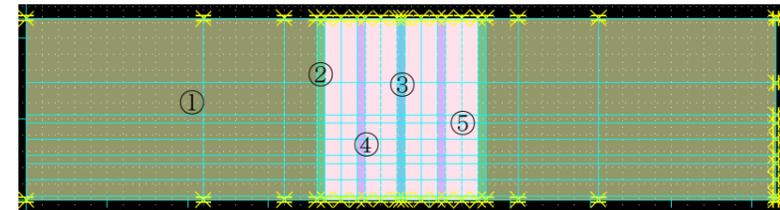
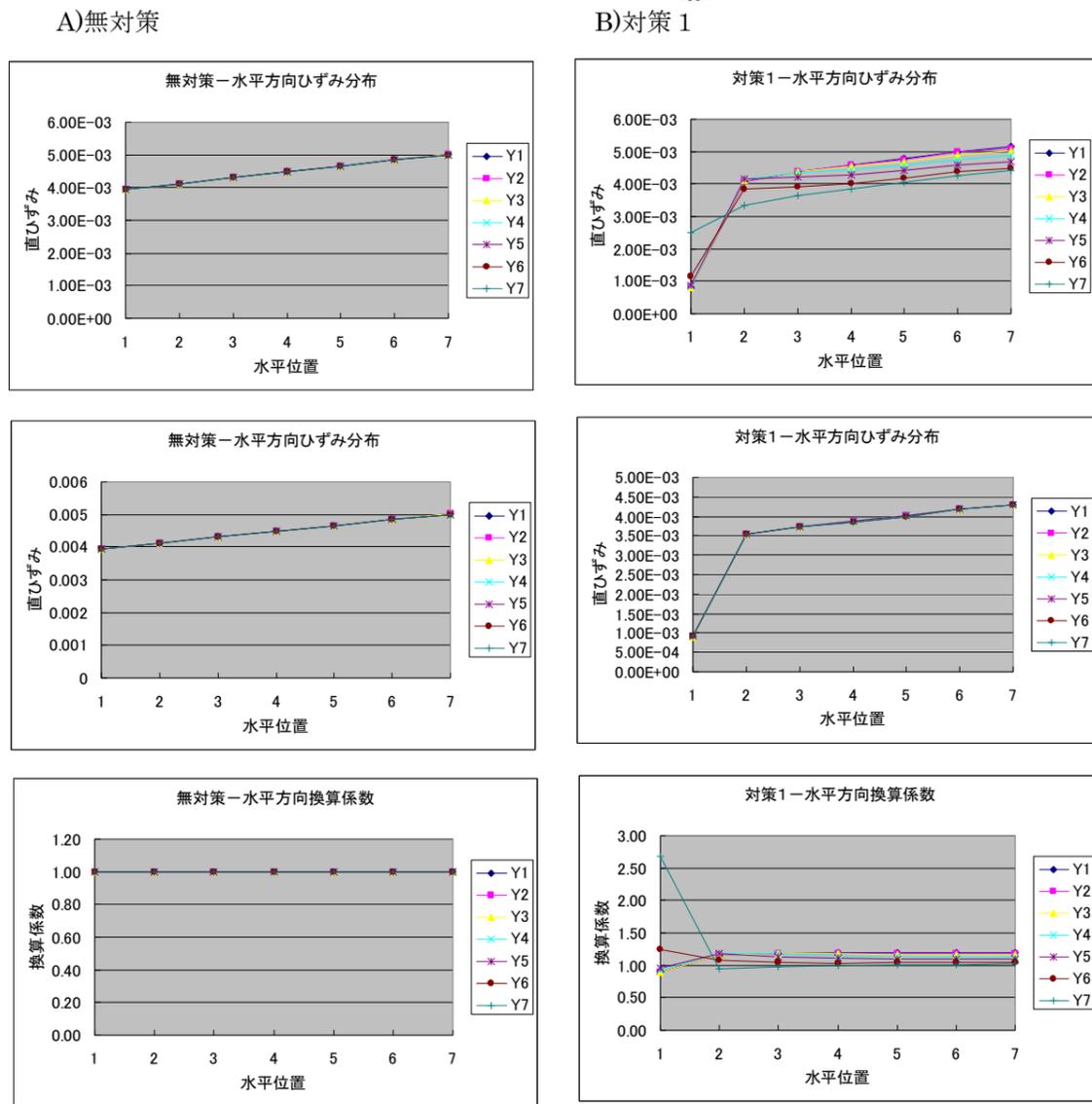
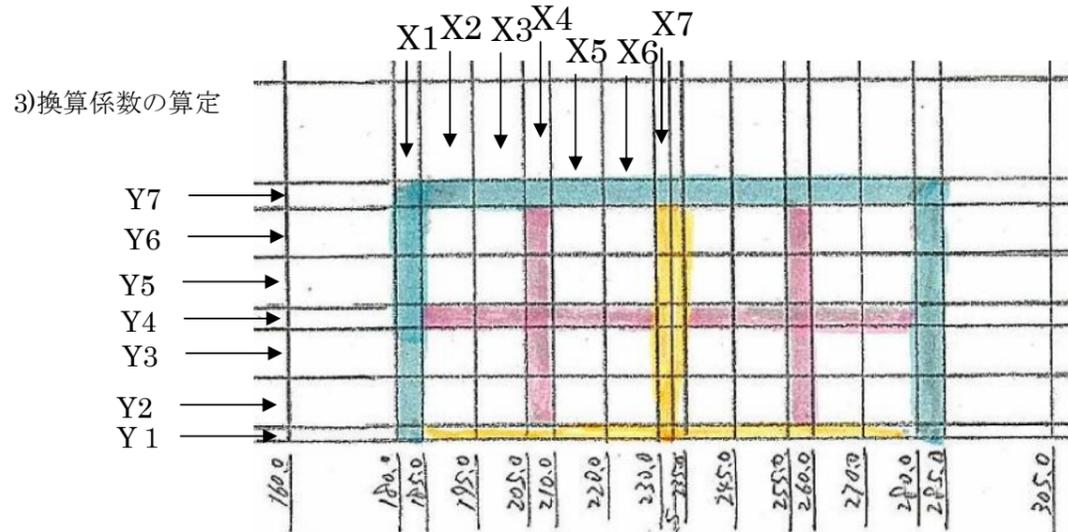


図- 2次元スライス等価剛性解析モデル物性値番号図

表- 2次元スライス等価剛性静的解析モデルでの解析パラメータ一覧表

物性値 No	地盤区分	変形係数 E (KN/m ²)				備考
		無対策	対策1	対策2	対策3	
1	地盤 S1	27000	27000	27000	27000	
2	道路改良	27000	115000	115000	115000	
3	50m 格子改良	27000	27000	115000	115000	
4	25m 格子改良	27000	27000	27000	115000	
5	複合地盤	27000	31380	35760	44520	等価剛性



C) 対策2

D) 対策3

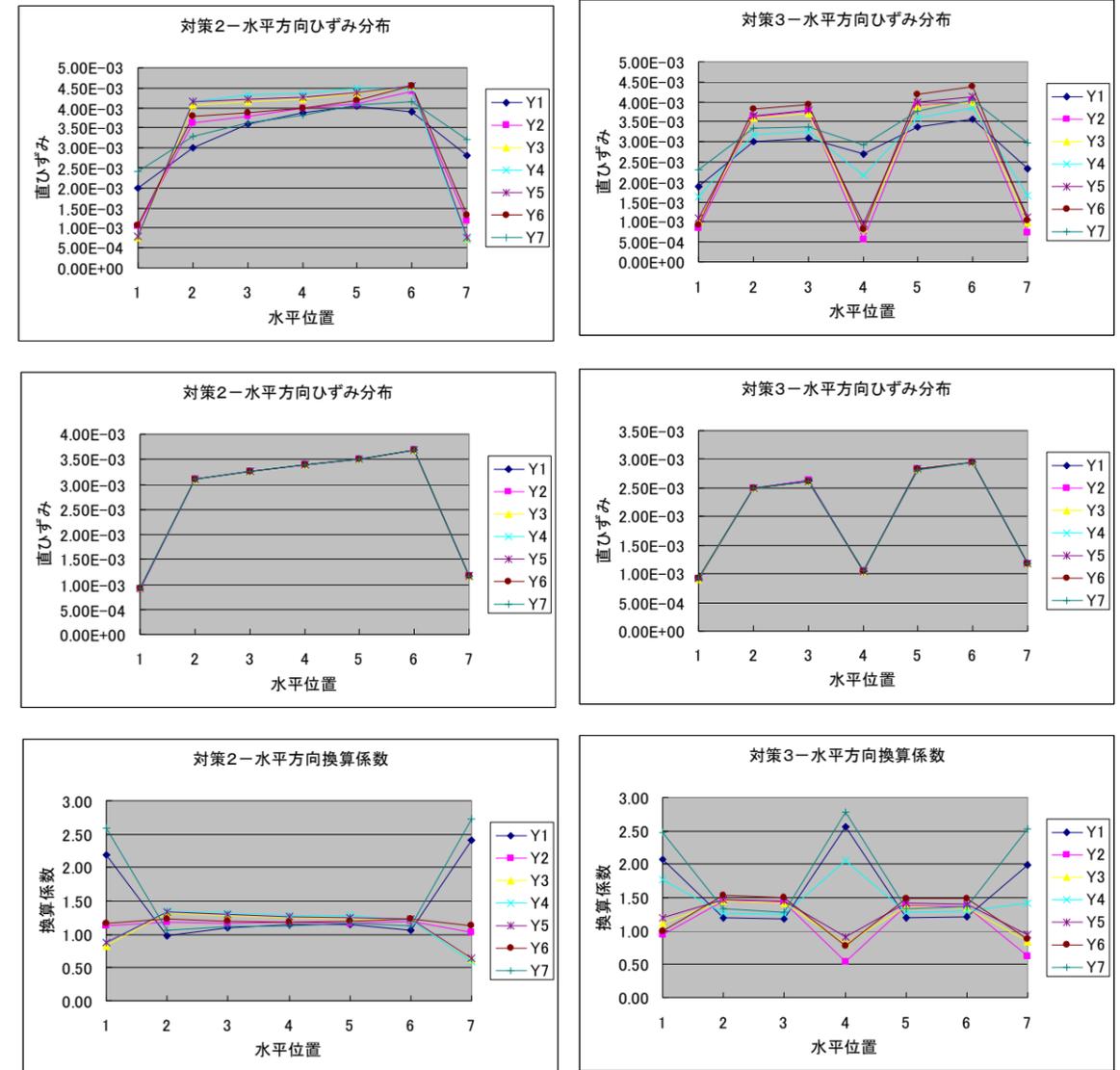


図- 2次元等価剛性モデルから3次元モデルへの換算係数

図- 2次元等価剛性モデルから3次元モデルへの換算係数

(4)3次元換算結果と3次元解析結果の比較による適用性評価

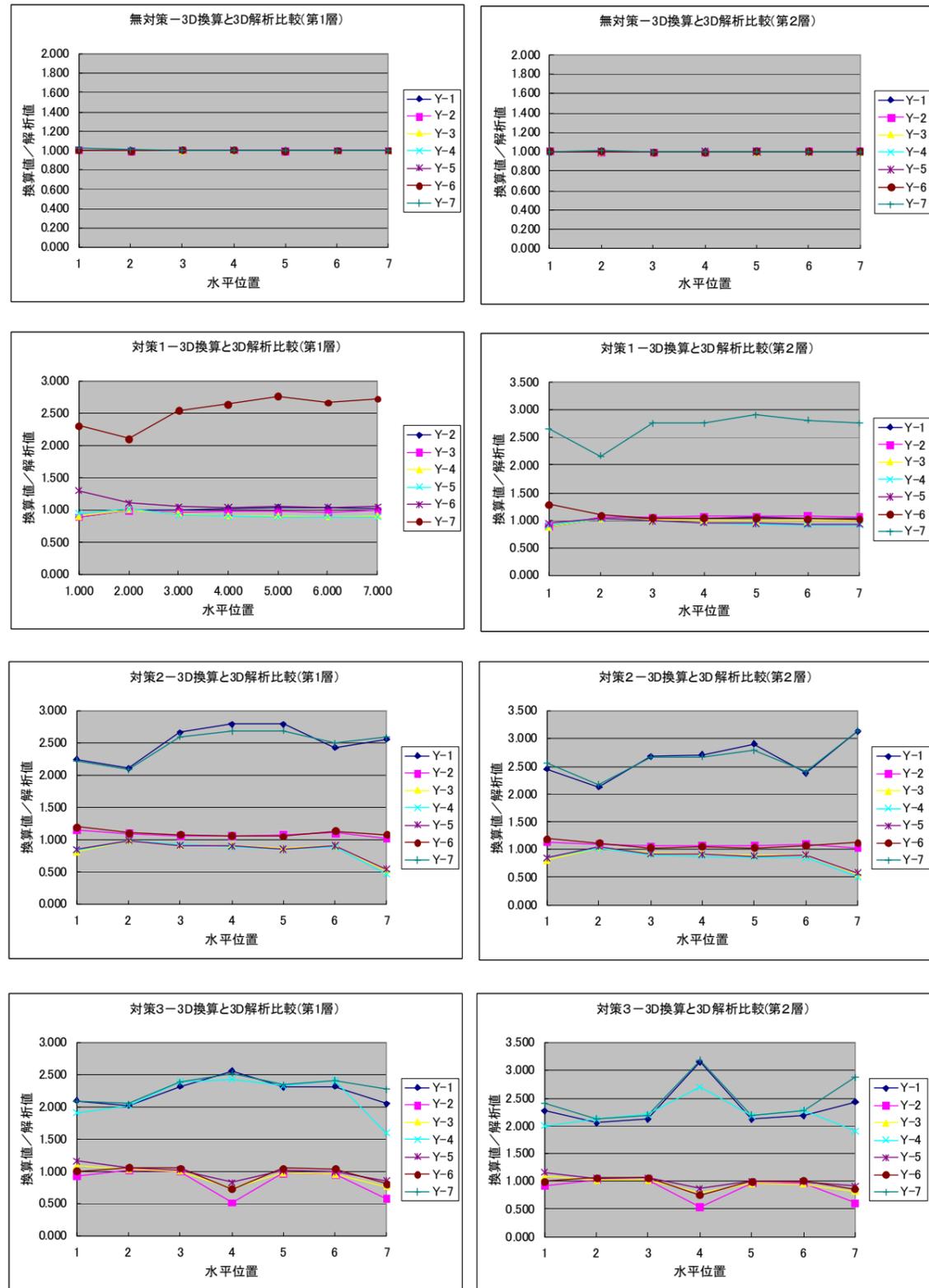


図- 2次元動的解析結果の3次元換算結果と3次元動的解析結果の比較

5. 2次元動的解析結果に対する3次元への換算チャートの作成

5.1 目的

2次元動的解析結果から3次元への換算は、改良体と地盤の剛性比と改良体の格子ピッチに応じた2次元FEM格子状改良モデルと2次元FEM等価剛性モデルによる対応する地盤の応力・変形の比を取るにより算定できるが、地盤条件、格子形状に応じてそのつど計算を行うことは非常に煩雑である。

このため、あらかじめ想定される改良体と地盤の剛性比率と格子ピッチに対して上記計算を実施しておくことにより、簡易に3次元換算係数を得ることができるようになることを目的とする。

5.2 換算チャートの作成方法

(1)換算係数の算定方法

3次元解析では、改良体と地盤の剛性比に応じて変形、ひずみが生じる。

深度方向に改良体が連続していると仮定すると、深度方向に単位幅を持った2次元平面ひずみモデルを用いることにより改良体と地盤の剛性比に応じた応力・変形状態を求めることができる。これを改良体と地盤を複合体とした等価剛性モデルでの応力・変形との比をとることにより等価剛性モデルに対する3次元換算係数を算定する。

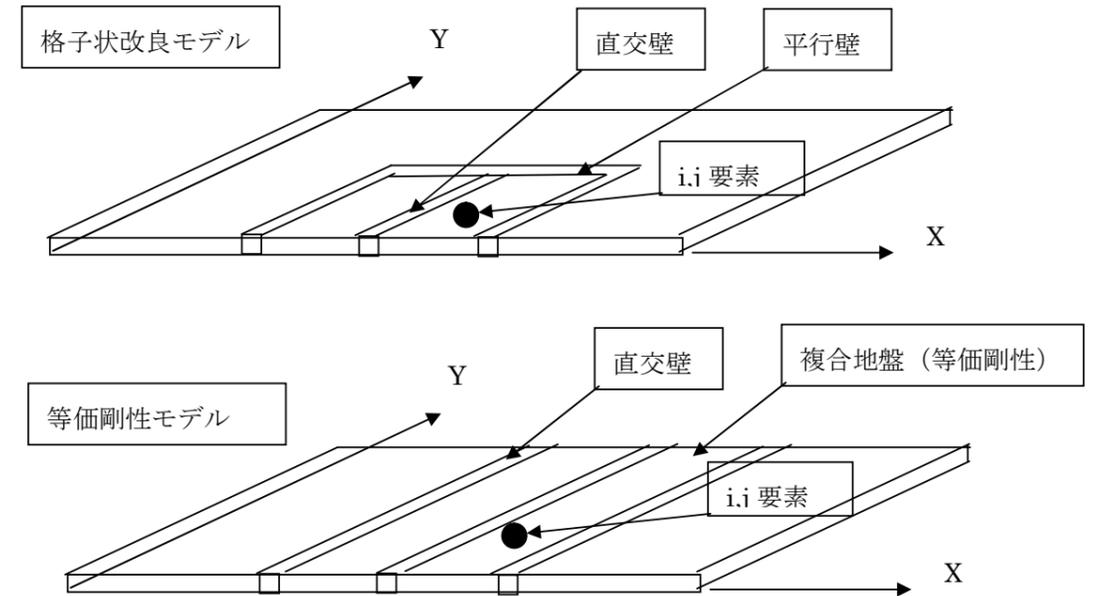


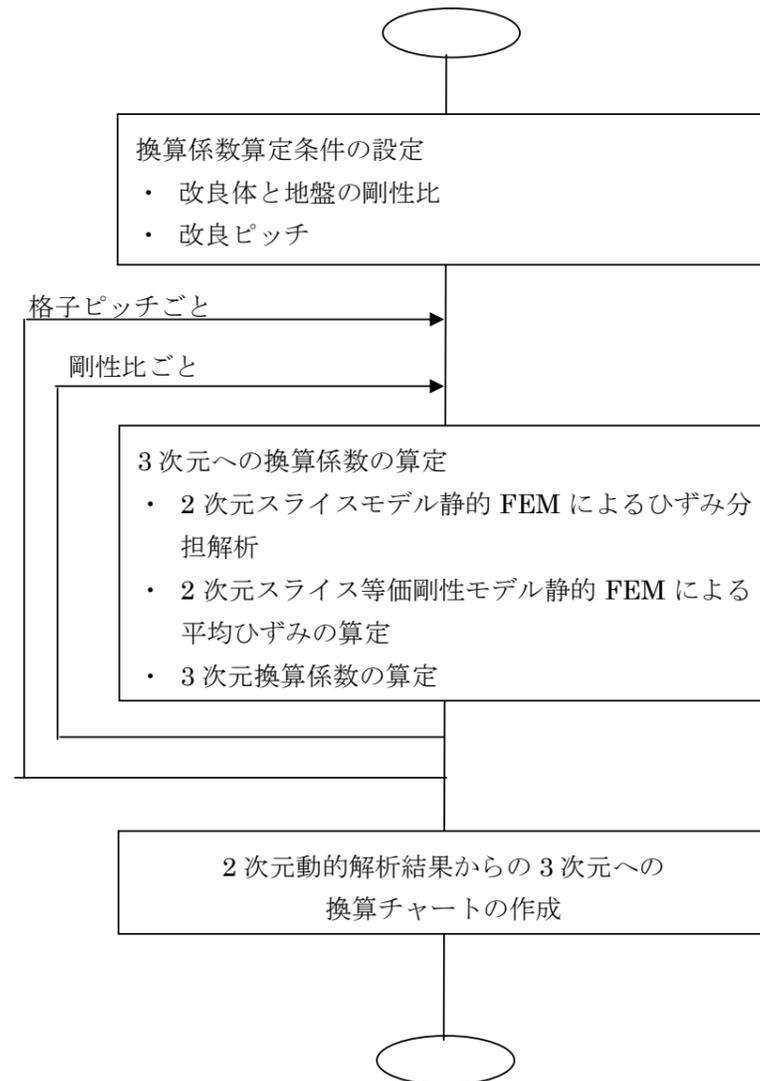
図- 2次元 FEM スライスモデル

等価剛性モデルから格子状改良モデルへの換算係数は、2次元 FEM スライスモデルに水平 (X 軸) 方向に単位の慣性力を静的に作用させた時の要素の歪を算定し、下式により求める。

$$C3Dij = \varepsilon msij / \varepsilon eqij$$

ここに、 $C3Dij$: 2次元スライスモデル XY 平面上の i,j メッシュ位置の等価剛性モデル解析結果から格子状改良モデルへの換算係数
 $\varepsilon msij$: 格子状改良モデル解析での i,j メッシュ位置の直ひずみ
 $\varepsilon eqij$: 等価剛性モデル解析での i,j メッシュ位置の直ひずみ

5.3 換算チャートの作成フロー



図・ 格子状改良の2次元動的解析結果に対する3次元への換算チャートの作成フロー

5.4 解析条件

(1)解析ケース

表・ 地盤と改良体の剛性比解析ケース一覧表

ケース名	地盤剛性	改良体
剛性比 1	1	1 0
剛性比 2	1	3 0
剛性比 3	1	5 0

表・ 改良体格子ピッチ解析ケース一覧表

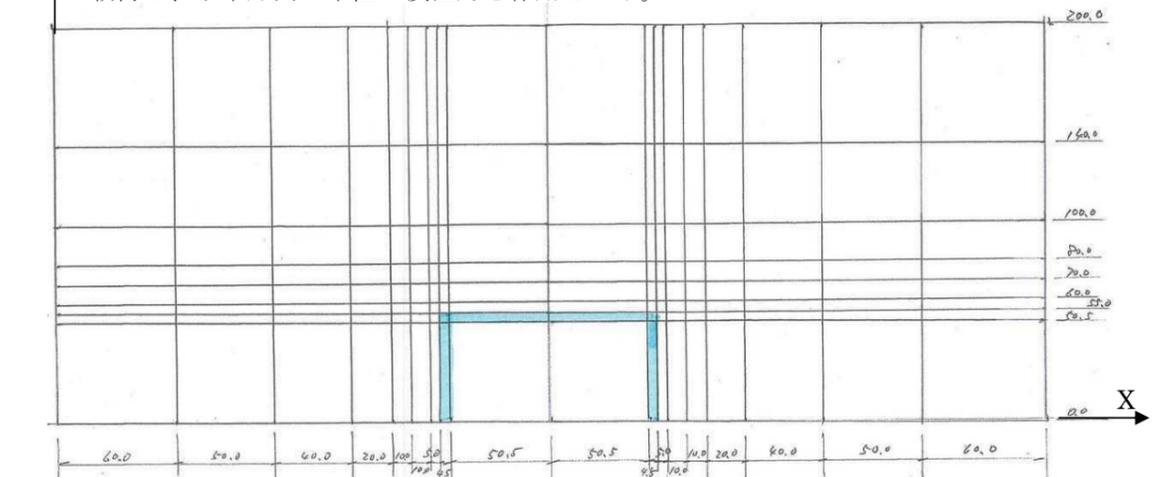
ケース名	格子ピッチ
無対策	—
対策 1	1 0 0 m × 1 0 0 m
対策 2	5 0 m × 5 0 m
対策 3	2 5 m × 2 5 m
対策 4	1 2. 5 m × 1 2. 5 m

表・ 道路部改良列数

ケース名	道路部改良列数
1 列改良	1 列 (改良幅 1 m)
2 列改良	2 列 (改良幅 2 m)

(2)解析モデル

格子状改良領域は、100m×100mとする。
 解析モデルは、X軸を対象軸とした半断面モデルとする。
 载荷は、水平方向に単位の慣性力を作用させる。



図・ 2次元スライス静的解析モデル図 (全体図)

○数字は材料番号

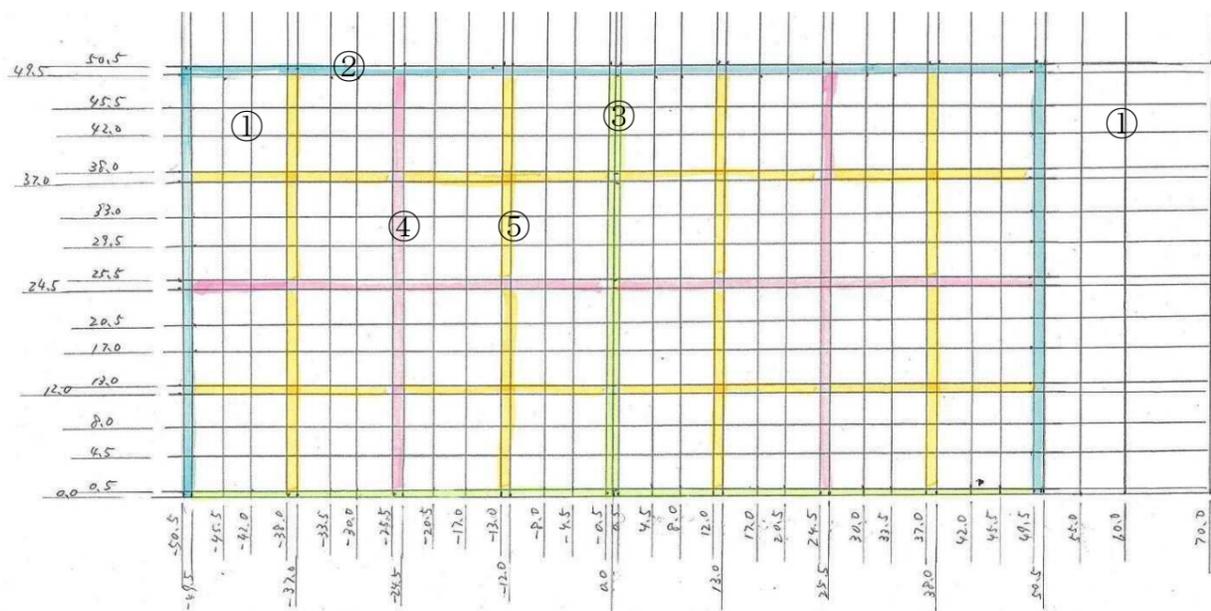


図- 2次元スライス格子状改良解析モデル図 (改良部拡大図)

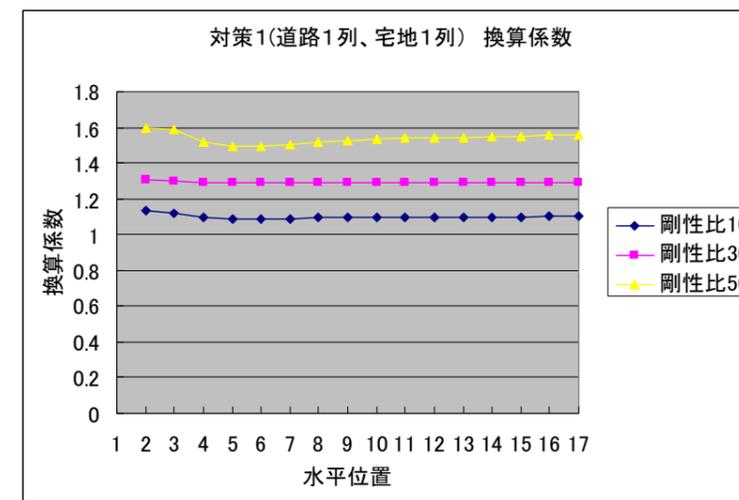
5.5 2次元動的解析結果を3次元へ換算する換算係数の算定

(1)道路1列改良

1)対策1 (100m格子、道路のみ)

対策1 換算係数

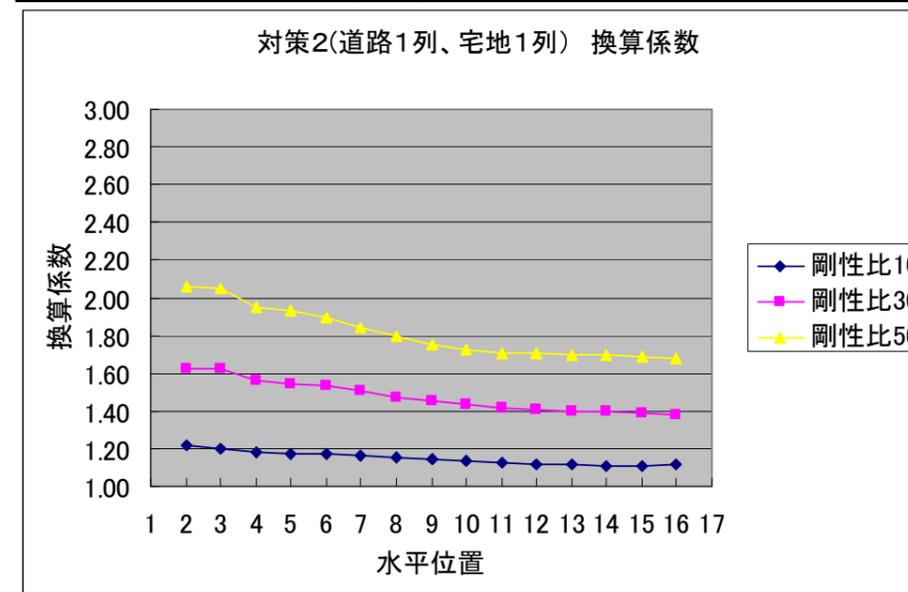
	X-1	X-2	X-3	X-4	X-5	X-6	X-7	X-8	X-9	X-10	X-11	X-12	X-13	X-14	X-15	X-16	X-17
剛性比10		1.14	1.12	1.10	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
剛性比30		1.31	1.30	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29
剛性比50		1.60	1.59	1.52	1.50	1.49	1.51	1.52	1.53	1.53	1.54	1.54	1.54	1.55	1.55	1.55	1.56



2)対策2 (50m格子)

対策2 換算係数

	X-1	X-2	X-3	X-4	X-5	X-6	X-7	X-8	X-9	X-10	X-11	X-12	X-13	X-14	X-15	X-16	X-17
剛性比10		1.22	1.20	1.18	1.17	1.17	1.16	1.15	1.14	1.13	1.13	1.12	1.12	1.11	1.11	1.12	
剛性比30		1.63	1.62	1.56	1.55	1.53	1.50	1.47	1.45	1.43	1.42	1.41	1.40	1.40	1.39	1.38	
剛性比50		2.06	2.05	1.95	1.93	1.90	1.84	1.79	1.75	1.73	1.71	1.70	1.70	1.70	1.69	1.67	



○数字は材料番号

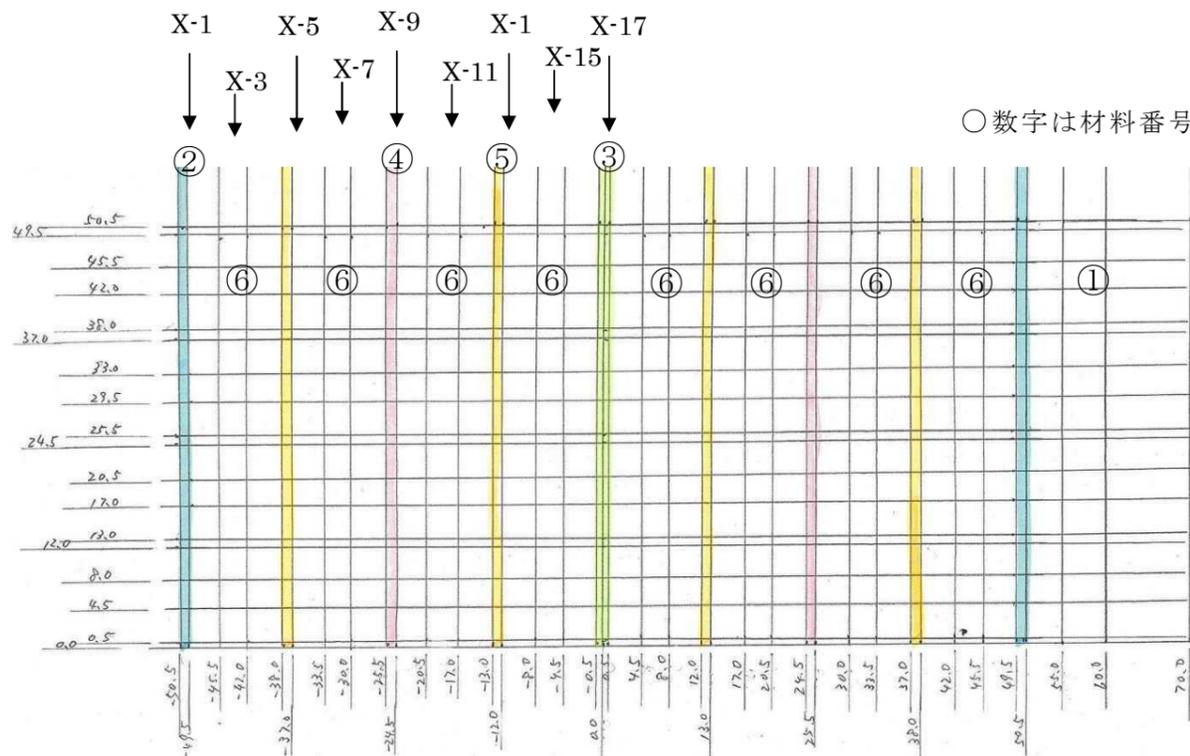
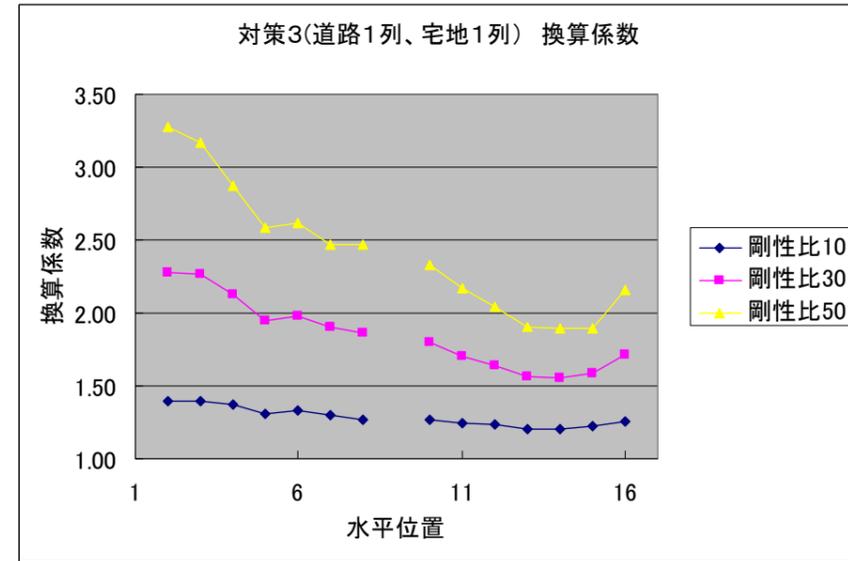


図- 2次元スライス等価剛性解析モデル図 (改良部拡大図)

3) 対策3 (2.5 m 格子)

対策3 換算係数

	X-1	X-2	X-3	X-4	X-5	X-6	X-7	X-8	X-9	X-10	X-11	X-12	X-13	X-14	X-15	X-16	X-17
剛性比10		1.39	1.40	1.37	1.31	1.33	1.30	1.27		1.26	1.24	1.23	1.20	1.20	1.22	1.25	
剛性比30		2.28	2.26	2.13	1.95	1.98	1.90	1.87		1.80	1.70	1.64	1.57	1.55	1.58	1.71	
剛性比50		3.27	3.17	2.87	2.58	2.62	2.47	2.47		2.33	2.17	2.05	1.91	1.89	1.90	2.16	

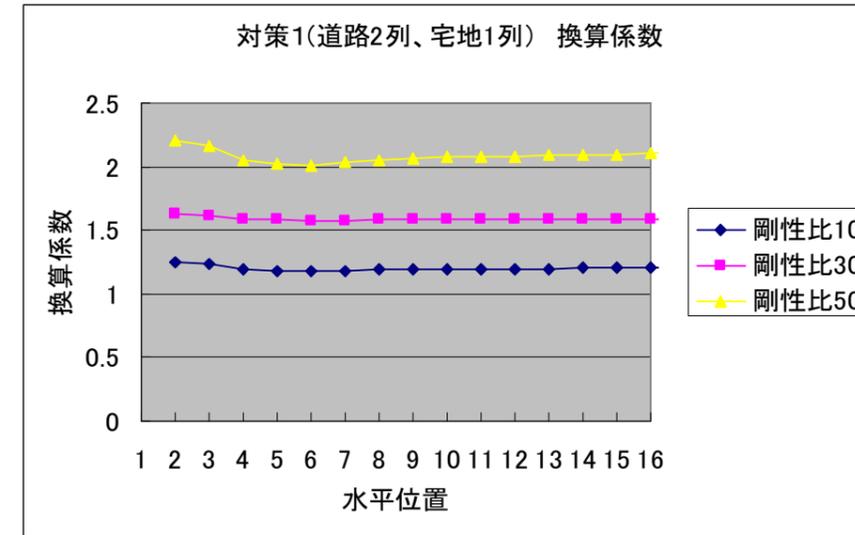


(2) 道路2列改良

1) 対策1 (1.00 m 格子、道路のみ)

対策1 換算係数

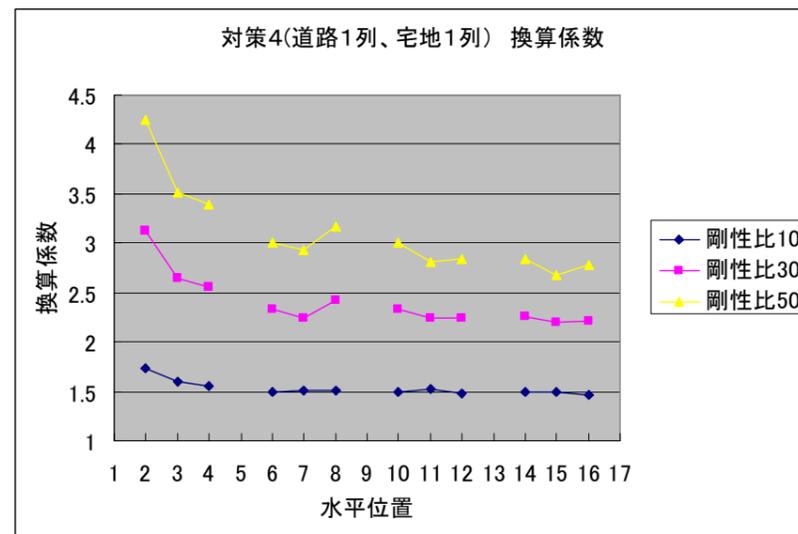
	X-1	X-2	X-3	X-4	X-5	X-6	X-7	X-8	X-9	X-10	X-11	X-12	X-13	X-14	X-15	X-16	X-17
剛性比10		1.24	1.23	1.19	1.18	1.18	1.18	1.19	1.19	1.19	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.21
剛性比30		1.63	1.61	1.59	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59	1.59
剛性比50		2.21	2.17	2.06	2.02	2.01	2.03	2.05	2.06	2.07	2.08	2.09	2.09	2.09	2.10	2.10	2.11



4) 対策4 (1.2.5 m 格子)

対策4 換算係数

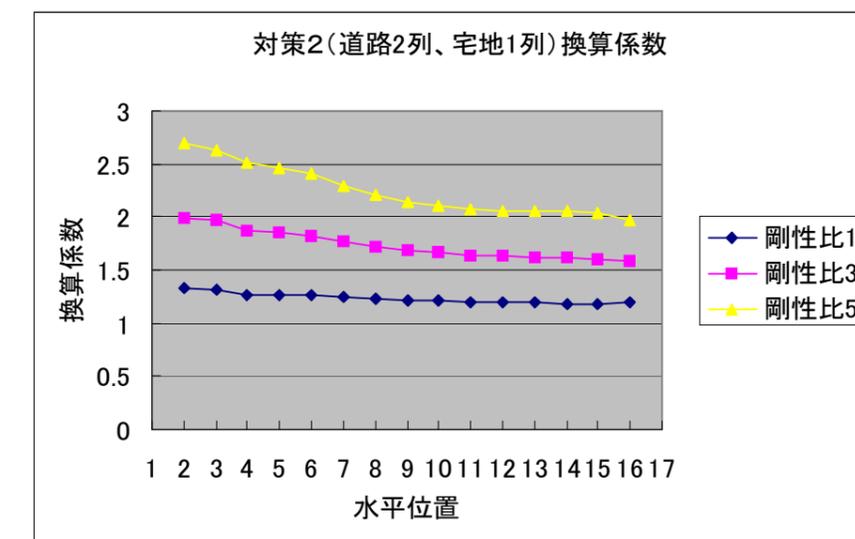
	X-1	X-2	X-3	X-4	X-5	X-6	X-7	X-8	X-9	X-10	X-11	X-12	X-13	X-14	X-15	X-16	X-17
剛性比10		1.74	1.60	1.56		1.49	1.51	1.51		1.50	1.52	1.47		1.49	1.49	1.47	
剛性比30		3.12	2.65	2.56		2.33	2.24	2.42		2.34	2.24	2.24		2.25	2.19	2.22	
剛性比50		4.25	3.52	3.39		3.00	2.94	3.16		3.01	2.82	2.83		2.84	2.68	2.77	



2) 対策2 (5.0 m 格子)

対策2(道路2列、宅地1列) 換算係数

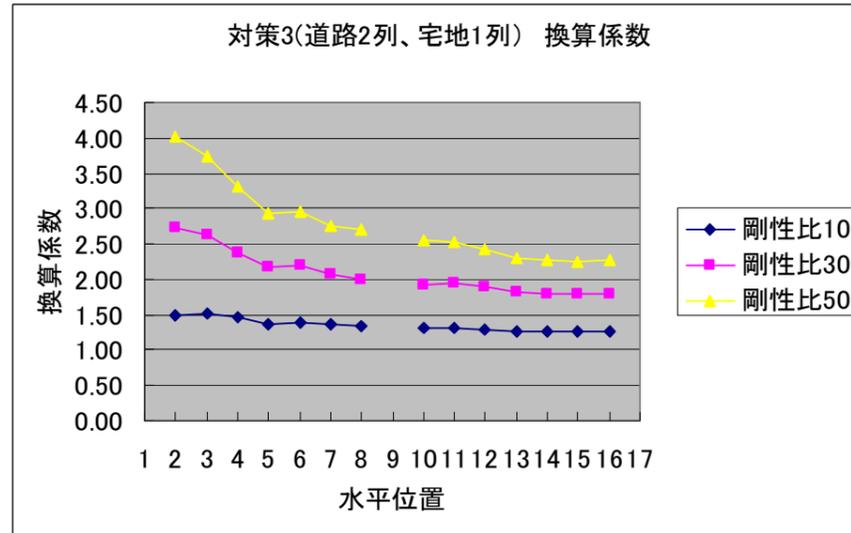
	X-1	X-2	X-3	X-4	X-5	X-6	X-7	X-8	X-9	X-10	X-11	X-12	X-13	X-14	X-15	X-16	X-17
剛性比10		1.32	1.31	1.27	1.26	1.26	1.24	1.23	1.22	1.21	1.20	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	
剛性比30		1.99	1.97	1.87	1.85	1.82	1.77	1.72	1.69	1.66	1.64	1.63	1.62	1.62	1.60	1.58	
剛性比50		2.70	2.64	2.51	2.46	2.40	2.30	2.20	2.14	2.10	2.07	2.06	2.06	2.06	2.03	1.98	



3) 对策3 (2.5m格子)

对策3(道路2列、宅地1列) 换算系数

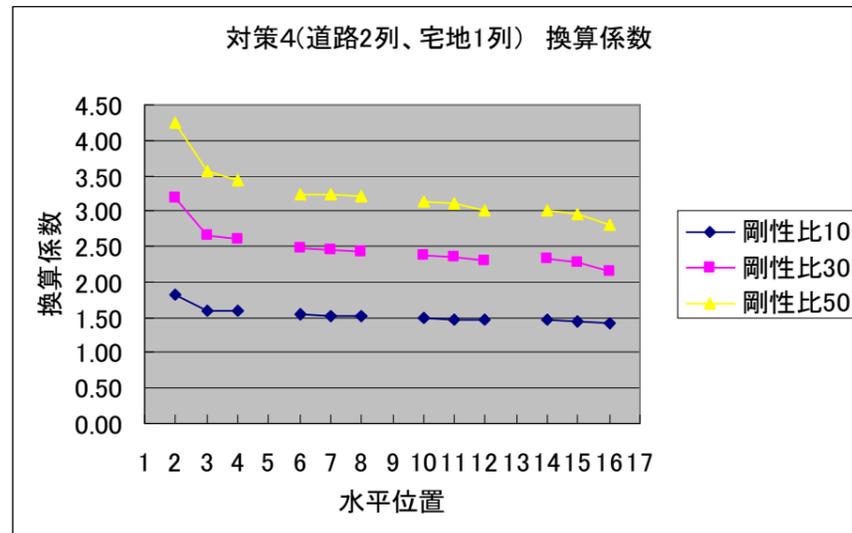
	X-1	X-2	X-3	X-4	X-5	X-6	X-7	X-8	X-9	X-10	X-11	X-12	X-13	X-14	X-15	X-16	X-17
刚性比10		1.50	1.51	1.46	1.36	1.38	1.35	1.33		1.31	1.31	1.30	1.27	1.27	1.27	1.27	
刚性比30		2.73	2.63	2.39	2.17	2.19	2.08	2.00		1.93	1.94	1.89	1.81	1.80	1.79	1.79	
刚性比50		4.01	3.74	3.31	2.94	2.96	2.76	2.72		2.55	2.53	2.43	2.29	2.27	2.25	2.26	



4) 对策4 (1.2.5m格子)

对策4(道路2列、宅地1列)

	X-1	X-2	X-3	X-4	X-5	X-6	X-7	X-8	X-9	X-10	X-11	X-12	X-13	X-14	X-15	X-16	X-17
刚性比10		1.82	1.60	1.58		1.53	1.51	1.52		1.49	1.46	1.46		1.48	1.43	1.42	
刚性比30		3.19	2.66	2.60		2.47	2.44	2.43		2.37	2.35	2.30		2.32	2.26	2.15	
刚性比50		4.26	3.56	3.43		3.23	3.23	3.21		3.13	3.11	3.00		3.02	2.97	2.80	



液状化対策工法の検討結果

2. 対策工法の詳細検討

格子状地中壁対策工法については、改良体と地盤を複合地盤とした等価剛性モデルとして2次元動的解析により検討を行っている。

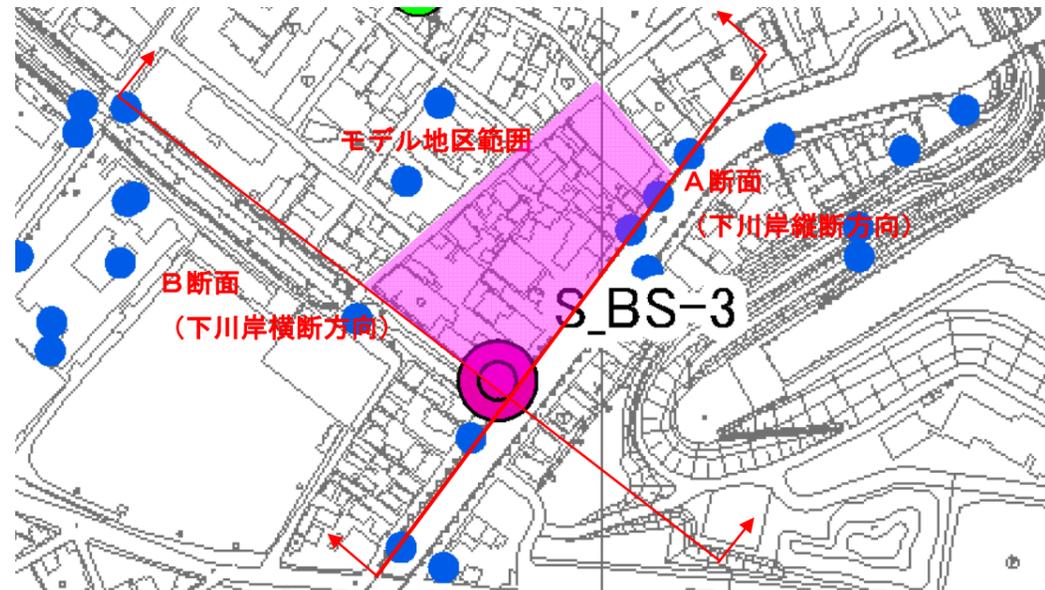
モデル地盤における3次元動的解析と2次元動的解析を比較した結果、2次元スライス格子モデルと2次元等価剛性モデルによる静的解析での換算係数を用いることにより、2次元動的解析結果を3次元へ概ね換算できることが明らかとなった。ここでは3次元への換算チャートを用いた換算を行い、対策工についての詳細検討を行った。

2.1 対策条件

(1) 検討位置

以下に示すモデル地区4箇所について、それぞれ2方向で断面を設定して検討を実施した。

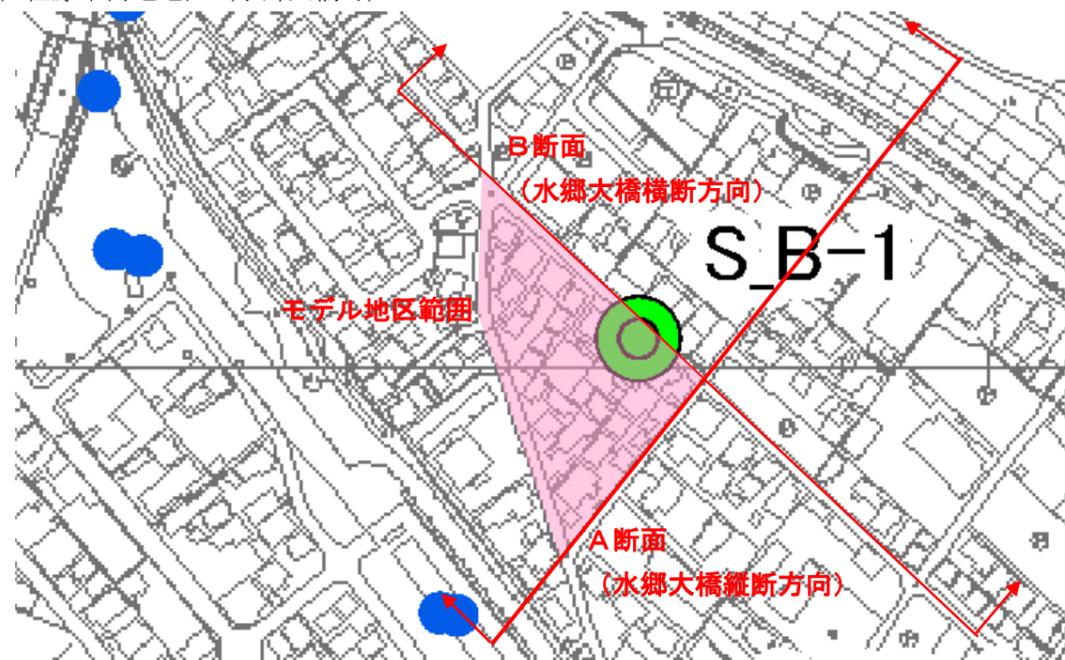
1) 佐原市街地地区（下川岸）



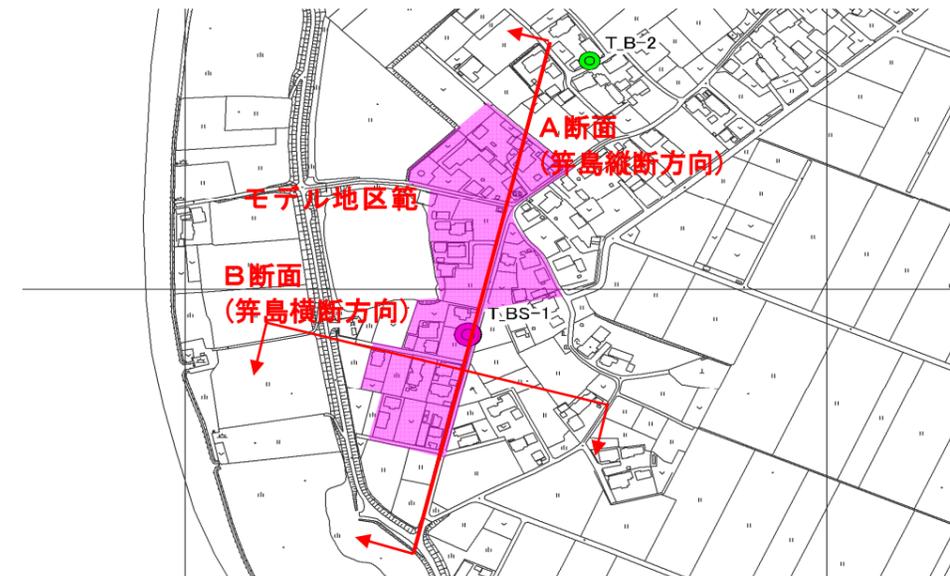
2) 小見川市街地（新開町）



2) 佐原市街地地区（水郷大橋町）



4) 利根川以北地区（筈島）

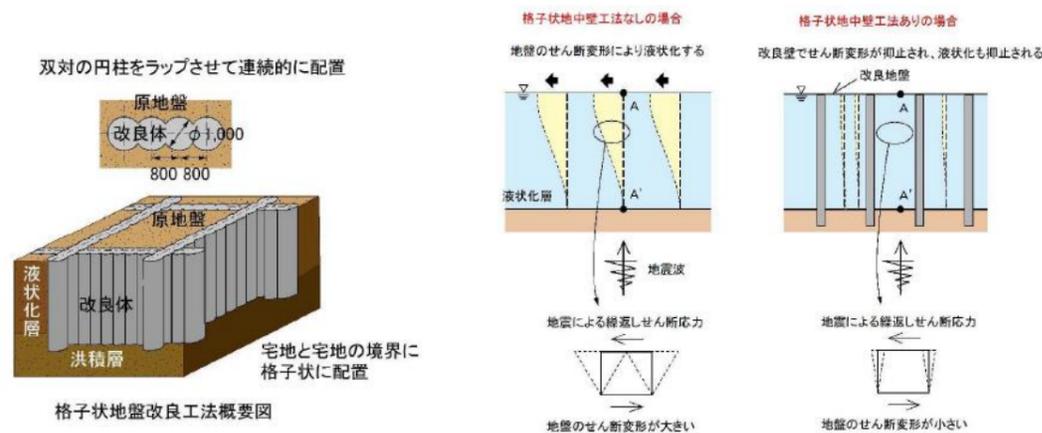


(2) 検討工法

1) 格子状地中壁改良工法

地中に柱列状の固化壁を造成し、これらを格子状に配置し液状化地盤を囲い込むことで、地盤のせん断変形を抑制し液状化を抑制する工法。

改良径φ1000mmの地盤改良をラップさせて地中壁を構築することを基本とし、道路、民地境界を利用して格子を形成するよう配置する。



上表より、佐原市街地（下川岸）は地下水低下工法では必要な地下水低下量、それに伴う圧密沈下量が大きく適用が難しい。水郷大橋町は液状化による沈下は計算上小さいが、表層（Fs、As1層）の液状化を防止する必要があるため、格子状地中壁改良工法を考える（地下水低下工法の概算工費は算出）。

小見川市街地は地下水低下による圧密沈下が大きいため、2工法を比較する必要がある。府馬地区ではどちらの工法も成立するため、経済性で有利と考えられる地下水低下工法を検討する。利根川以北では計算上、地下水位低下工法も成立するが、対象地区が水田に囲まれている周辺状況もあわせると、格子状地中壁改良工法が無難と考えられる（地下水低下工法の概算工費は算出）。

b) モデル地区における検討工法

簡易評価シートによる評価結果より、以下の対策工法を検討することとした。

1. 佐原市街地地区（下川岸）
 - ・ 格子状地中壁改良工法
2. 佐原市街地地区（水郷大橋町）
 - ・ 格子状地中壁改良工法
3. 小見川市街地地区（新開町）
 - ・ 格子状地中壁改良工法
4. 利根川以北地区（筈島）
 - ・ 格子状地中壁改良工法

2) モデル地区における検討工法の選定

a) 簡易評価シート（国総研）による評価結果

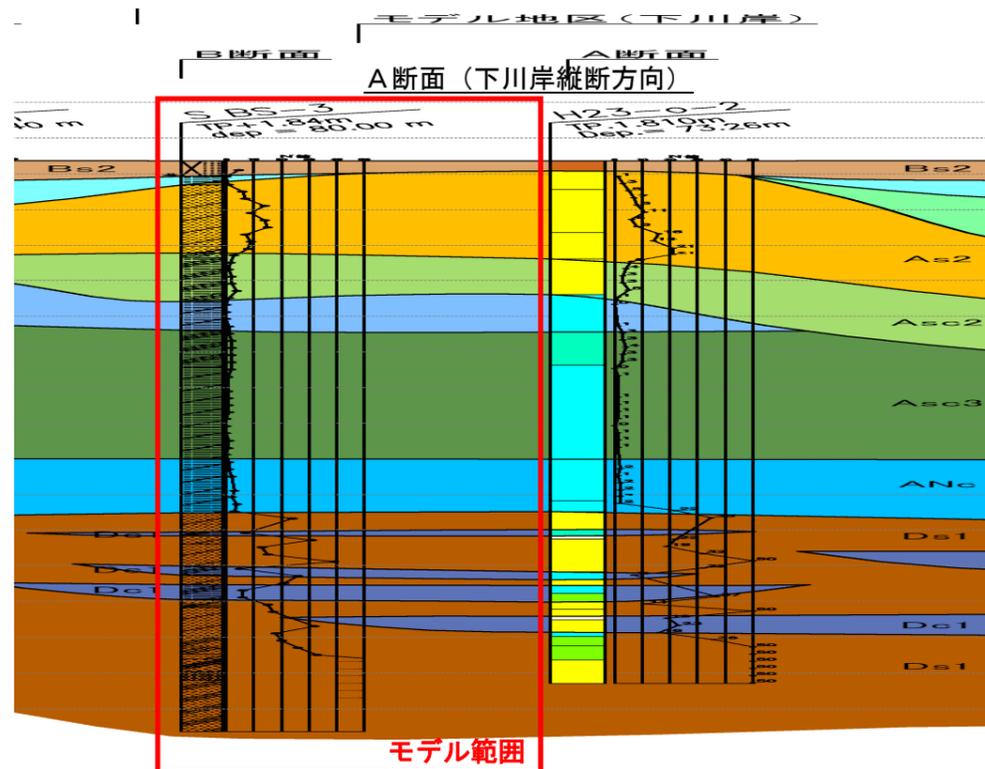
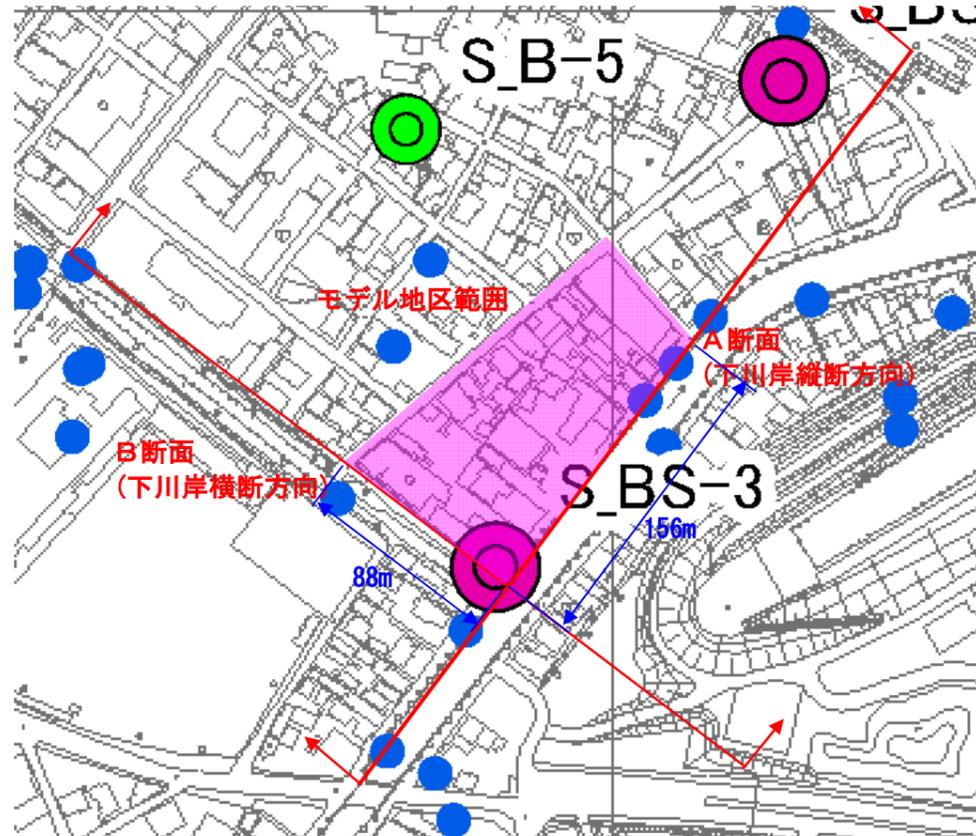
	格子状地中壁改良工法			地下水低下工法					備考
	改良仕様	対策後沈下量	適用性	現況地下水位	地下水低下量	対策後沈下量	圧密沈下量	適用性	
佐原市街地地区 (下川岸)	6m×10m	9.1cm	○	GL-0.84m	6.5m	9.0cm	131.0cm	×	
佐原市街地地区 (水郷大橋町)	10m×10m	3.1cm	○	GL-1.30m	0.0m	5.0cm	0.0cm	—	地下水低下工法は対象外 追加SWSIによりFs,As1層の N値を見直した場合。 液状化しないよう対策した
	8m×10m	2.9cm	○	GL-1.30m	2.2m	4.0cm	10.0cm	△	
小見川市街地地区 (新開町)	20m×15m	6.7cm	○	GL-1.40m	1.6m	8.0cm	17.0cm	△	
府馬地区 (おおくすニュータウン)	20m×15m	2.8cm	○	GL-0.55m	2.9m	8.0cm	4.0cm	○	
利根川以北地区 (筈島)	6m×10m	9.6cm	○	GL-0.80m	1.7m	5.0cm	5.0cm	△	

2.2 佐原市街地地区（下川岸）

2.2.1 検討断面

(1) モデル断面位置

以下の地区を対象にモデル化を行った。



ボーリング柱状図

