

Session 6

CAD/GIS/CAE連携ワークフロー ケーススタディ2


シールドトンネルによる都市部近接施工 ライフラインの耐震検討 液状化解析

株式会社 CRCソリューションズ
社会基盤ソリューション部
システム開発チーム
馬淵 倉一
佐藤 貴俊

CAD/GIS/CAE Solution Fair **2005**

Design & Simulation




Sponsor  Cosponsor **Autodesk**

シールドトンネルによる都市部近接施工

- > 検討概要
- > 解析条件
- > 対策工
- > モデリングの紹介
- > 結果処理



Sponsor  Cosponsor **Autodesk**

検討概要

シールドによる都市部近接施工

■トンネル工事

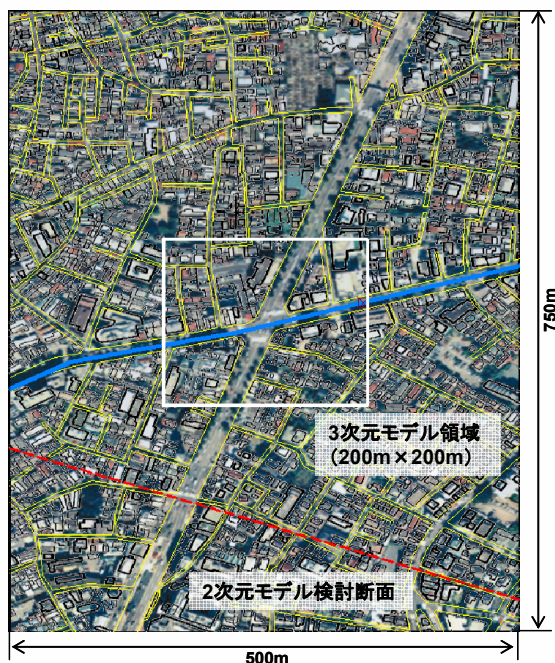
内回り線、外回り線の2本のトンネルを
泥水式シールド工法で施工する。

■検討項目

- ・トンネルに近接する重要構造物(地下鉄)の検討。
- ・道路に近接する重要構造物の検討。

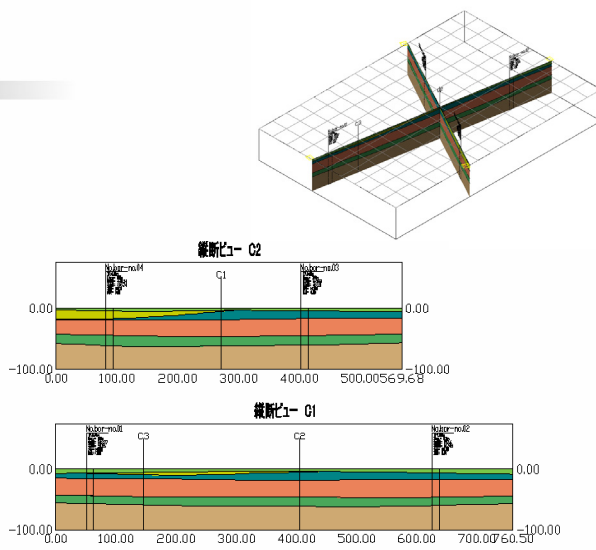
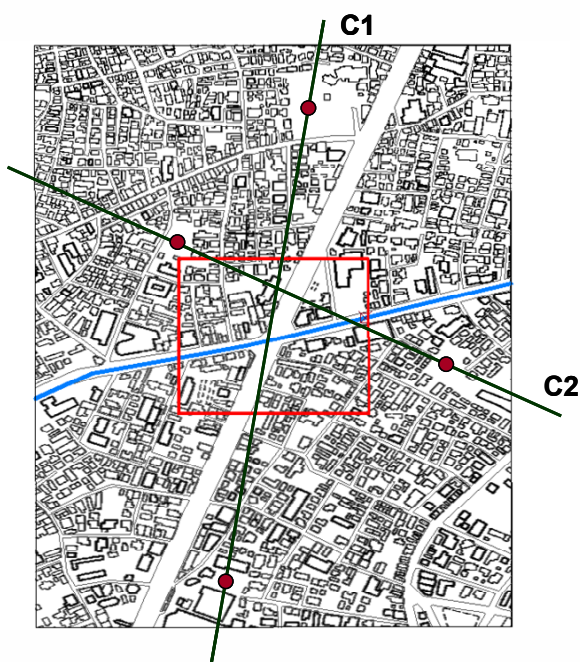
■解析検討

- ・地下鉄への検討は、3次元弾性FEM解析にて行う。
- ・上部工の重要構造物への検討は、2次元弾性FEM解析にて行う。



■参考資料
大断面双設泥水式シールドによる近接施工,トンネルと地下, 2005.6

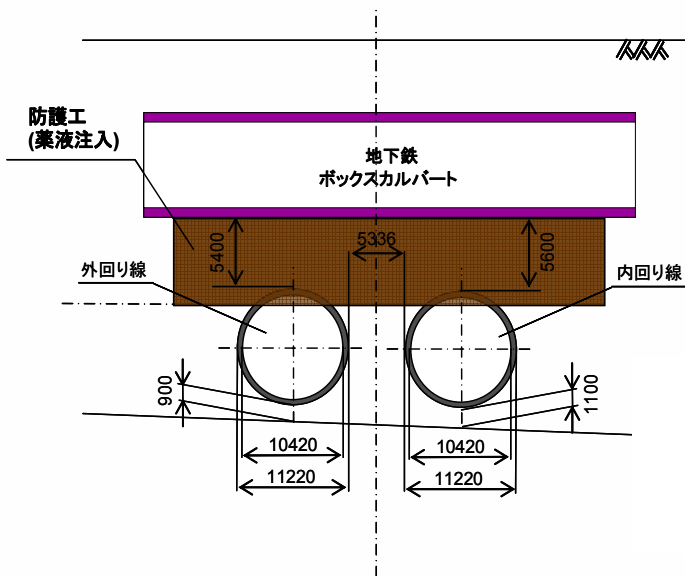
地盤物性



地盤物性値

地層	物性区分	E (kN/m ²)	ν	γ (kN/m ³)
ローム層		11200	0.3	18
東京層		98000	0.3	20
東京礫層		140000	0.3	20
江戸川層(粘)		84000	0.3	20
江戸川層(砂)		140000	0.3	20
基盤		140000	0.3	20
地盤改良		420000	0.3	20

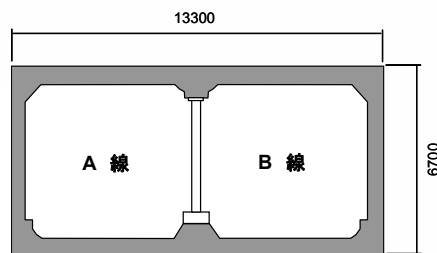
地下構造物



近接位置断面図

物性諸元

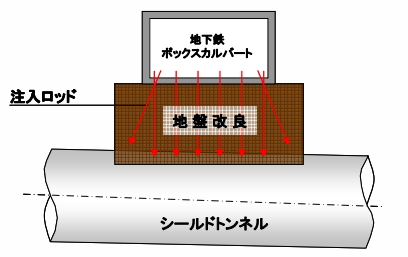
構造物	E (kN/m ²)	ν	γ (kN/m ³)
シールドトンネル	25000000	0.3	31.2
地下鉄	30000000	0.2	24.5



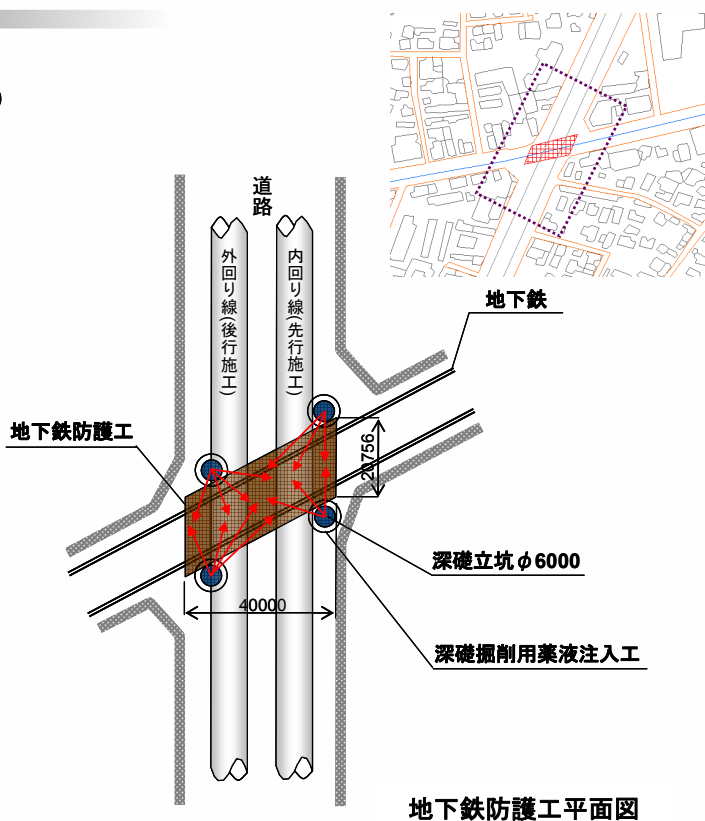
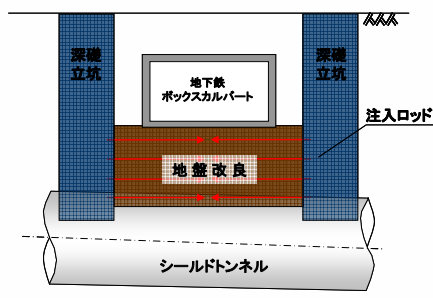
ボックス断面図

対策工

対策工①: 地下鉄内から地盤改良
(薬液注入工法または高圧噴射攪拌工法)



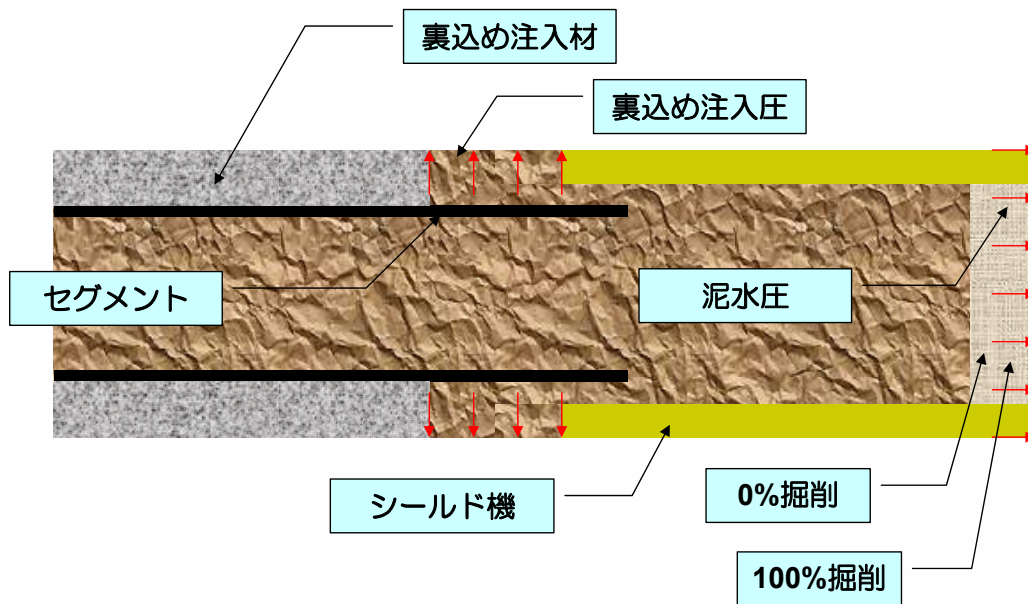
対策工②: 深礎から地盤改良
(水平薬液注入工法)



地下鉄防護工平面図

施工段階の設定（3次元）

■理想の3Dシールド掘削解析



施工段階の設定（3次元）

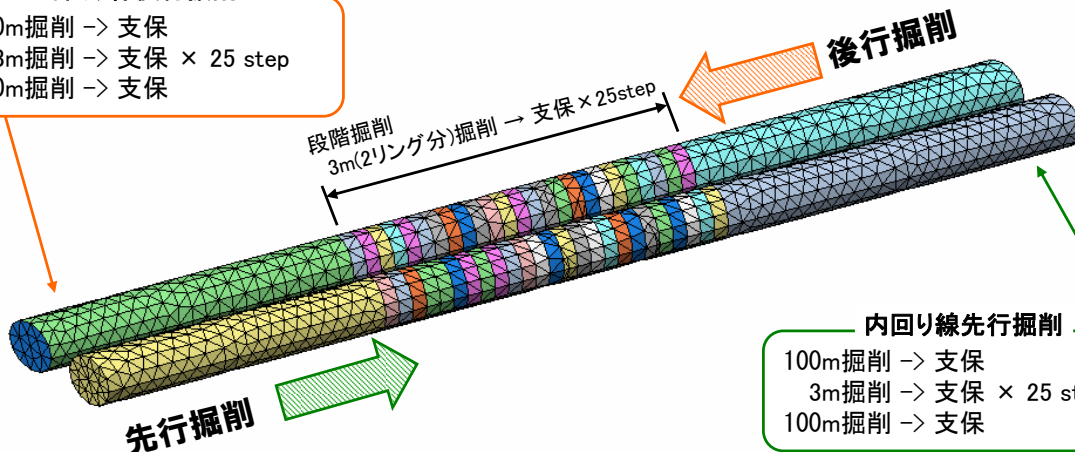
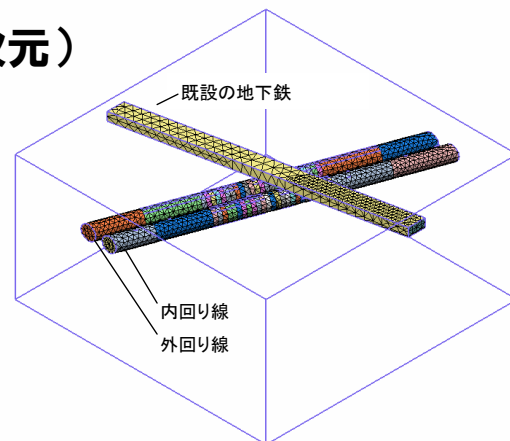
■3次元の施工段階モデル

目的: 対策工による既設地下鉄への優位性の確認

- ・地下鉄ボックスカルバートの変位量の比較
- ・施工ステップの簡略化

外回り線後行掘削

100m掘削 → 支保
3m掘削 → 支保 × 25 step
100m掘削 → 支保



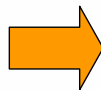
内回り線先行掘削

100m掘削 → 支保
3m掘削 → 支保 × 25 step
100m掘削 → 支保

施工段階の設定（2次元）

■2次元の施工段階モデル

目的: 地表面の重要構造物の検討



- ・地表面の沈下量の把握
- ・泥水圧の考慮

STEP1

初期応力状態

初期応力の計算(自重解析)

σ_0 : 地山の応力

STEP2

シールド掘進

応力解放35%

シールド掘削による解放荷重 ΔP を作用

$\Delta P = \alpha (\sigma_0 - P_1)$ P_1 : 泥水圧

α : 地山の抵抗を考慮し、35%解放

STEP3

セグメント設置

セグメントの設置

STEP4

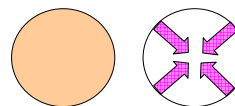
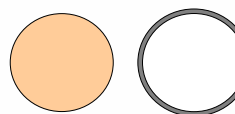
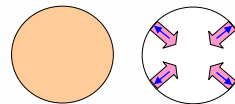
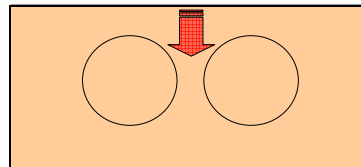
シールド完成

応力解放65%

残りの解放荷重 P を作用

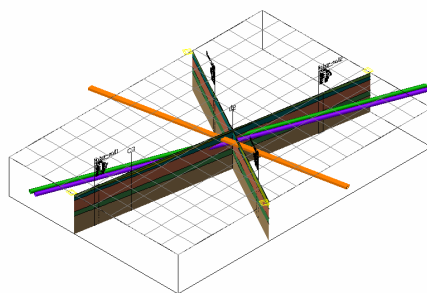
$P = \sigma_0 - \Delta P$

65%解放



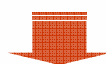
3次元モデリングの紹介

GEORAMA

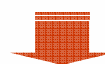


地盤モデル(地層境界)

構造モデル

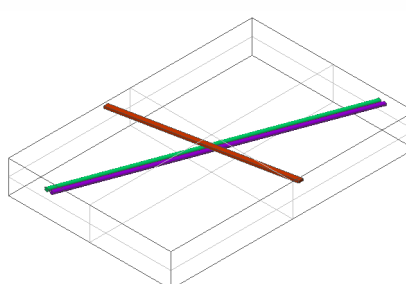
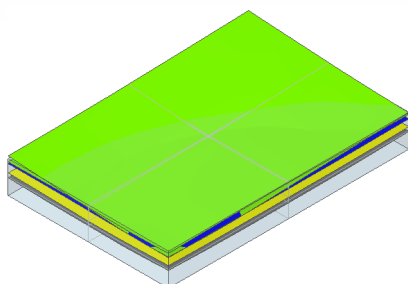


サーフェス出力



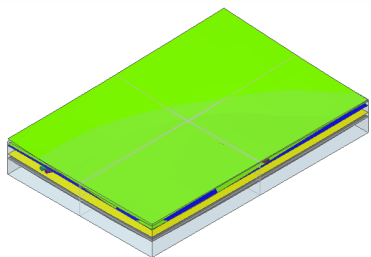
ソリッド出力

Soil Plus

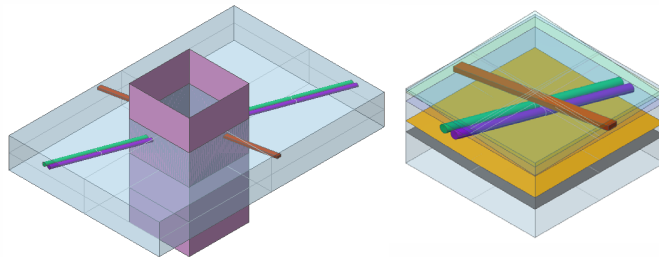


3次元モデリングの紹介

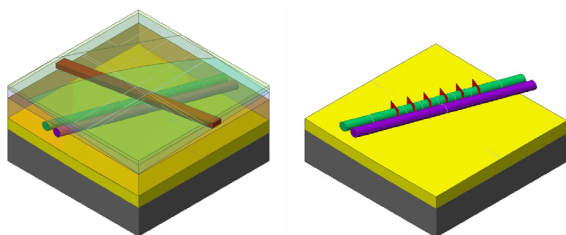
STEP 1 地層境界、構造モデルの読み込み



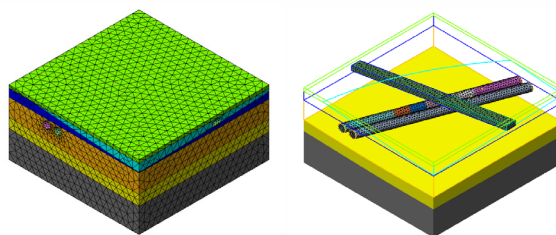
STEP 2 解析領域の切り出し



STEP 3 ソリッドの分割



STEP 4 メッシュ作成

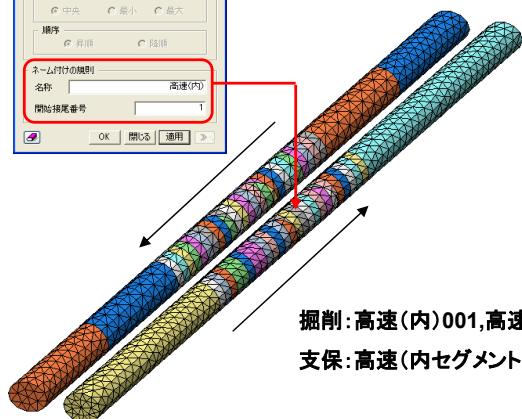
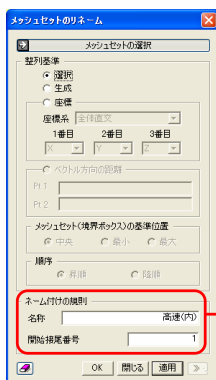


CAD/GIS/CAE Solution Fair 2005

3次元モデリングの紹介

■ 施工段階の設定

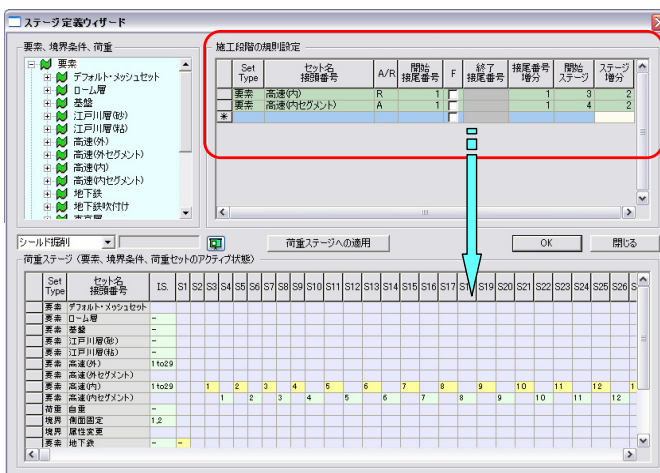
● 名前を規則正しく設定しておくことで、施工段階の設定がしやすい。



掘削: 高速(内)001, 高速(内)002, ...

支保: 高速(内セグメント)001, 高速(内(セグメント)002, ...

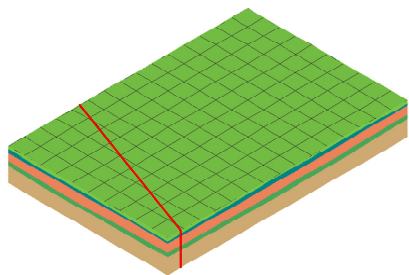
● メッシュ設定をリネームすることで、施工段階のウィザード機能を活用できる。



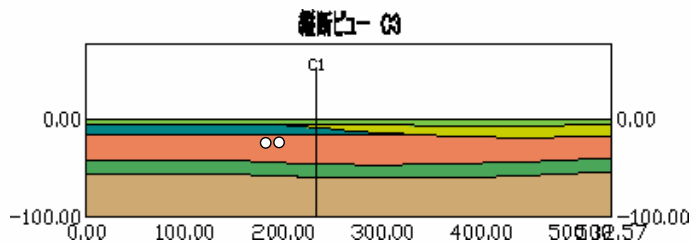
CAD/GIS/CAE Solution Fair 2005

2次元モデリングの紹介

GEORAMA



2次元断面の切り出し

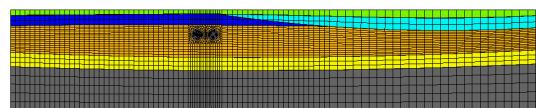
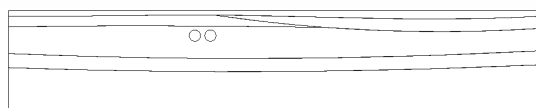


地層境界、トンネル断面



DXF 出力

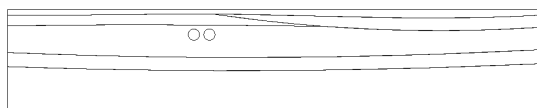
Soil Plus



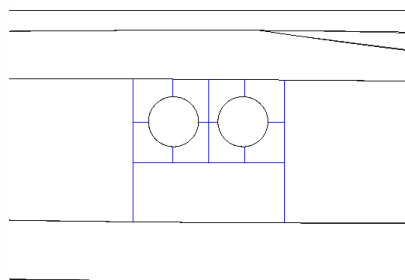
CAD/GIS/CAE Solution Fair 2005

2次元モデリングの紹介

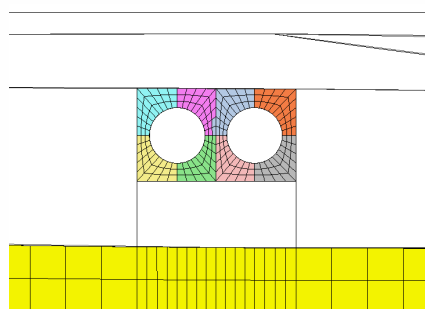
STEP 1 DXFファイルの読み込み



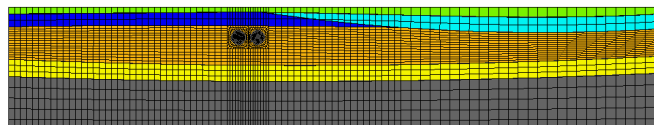
STEP 2 補助線の作成



STEP 3 各ブロックでメッシュ作成



STEP 4 全メッシュ作成

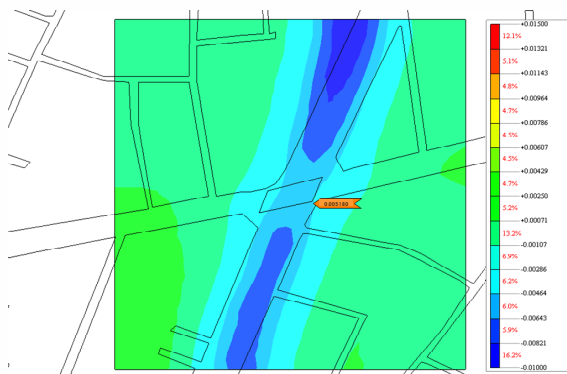


CAD/GIS/CAE Solution Fair 2005

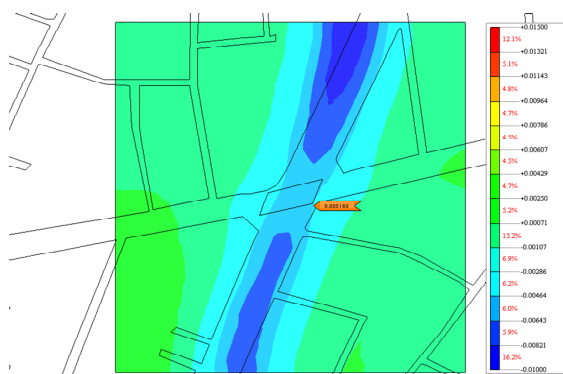
3次元モデルの解析結果

■ 地下鉄下面位置の沈下量

施工段階の過程	対策なし (mm)	対策あり (mm)	誤差
内回り全掘削時	-3.76	-3.76	0.07%
外回り地下鉄付近掘削時	-3.87	-3.87	0.10%
外回り全掘削時	-5.18	-5.16	0.33%



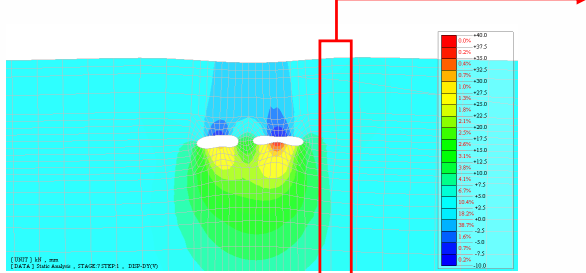
対策なし



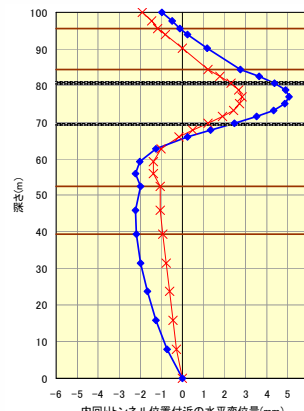
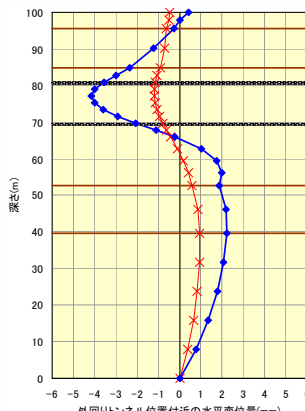
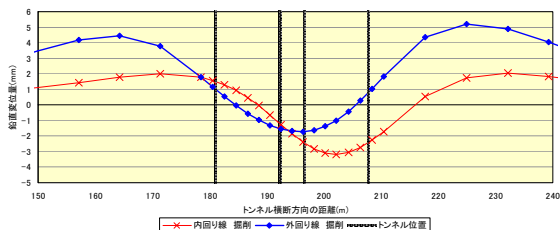
対策あり

2次元モデルの解析結果

■ 着目点の抽出



No	節点	X	Y	Z	STAGE1 STEP1 DISP-DX(V)	STAGE2 STEP1 DISP-DX(V)	STAGE3 STEP1 DISP-DX(V)
1	2582	217706	100000	0	0.000000	-1.578900	-2.520100
2	2586	217706	97765	0	0.709883	-1.666720	-2.177160
3	2181	217706	95529	0	0.376546	-1.520400	-1.913020
4	2185	217706	93293	0	0.556710	-1.242290	-1.589900
5	2184	217706	90159	0	0.445195	-0.741350	-0.950590
6	735	217706	84416	0	0.693207	-0.151663	-0.134466
7	750	217706	82606	0	0.493090	-0.012834	-0.030640
8	765	217706	80737	0	0.482604	0.111838	0.124124
9	780	217706	78867	0	0.472899	0.211170	0.266465
10	795	217706	76998	0	0.464206	0.285422	0.337740
11	810	217706	75131	0	0.455526	0.206793	0.330073
12	825	217706	73265	0	0.446917	0.066238	0.283417
13	840	217706	71458	0	0.438469	-0.143760	0.048109
14	855	217706	69622	0	0.430631	-0.399235	-0.163381
15	870	217706	67766	0	0.424000	-0.653527	-0.461542
16	885	217706	65950	0	0.390359	-0.861642	-0.652047
17	900	217706	62988	0	0.356630	-1.080660	-0.827819
18	915	217706	59825	0	0.316396	-1.281900	-0.896910
19	930	217706	55864	0	0.274842	-0.943210	-0.746518
20	945	217706	52502	0	0.230791	-0.694362	-0.552991
21	1481	217706	49596	0	0.228193	-0.598911	-0.484954
22	1480	217707	39470	0	0.218797	-0.498654	-0.369760
23	1962	217704	31576	0	0.199891	-0.342468	-0.254382
24	1975	217701	23662	0	0.176105	-0.203537	-0.214171
25	1788	217688	15788	0	0.123574	-0.217678	-0.161873
26	1701	217694	7994	0	0.067389	-0.123128	-0.095467
27	1614	217691	0	0	0.000000	0.000000	0.000000



● 解析結果を、簡単にテキスト出力することができるため、結果の整理がしやすい。

2次元モデルの解析結果

■ 着目点の抽出

カーブ上の分布図

カーブの定義
 2ポイントライン
 エッジの選択

分布図の方向
 (+) X方向 (+) Y方向 (+) Z方向
 (-) X方向 (-) Y方向 (-) Z方向
 2ポイントベクトル

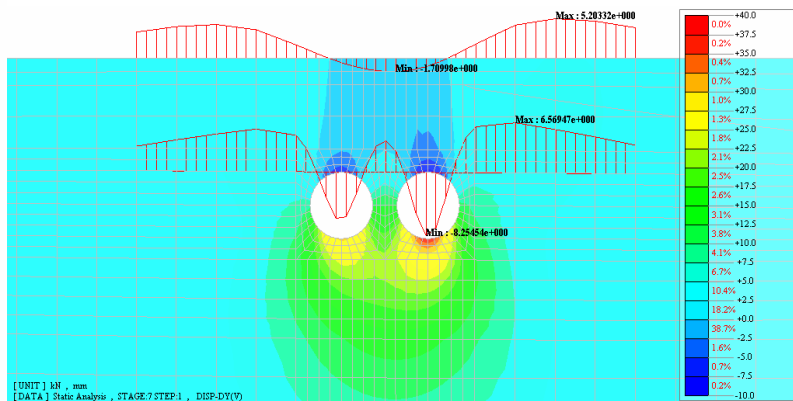
名称: トンネル上面 分割数: 50

地表面
 GL:-4.4m
 トンネル上面

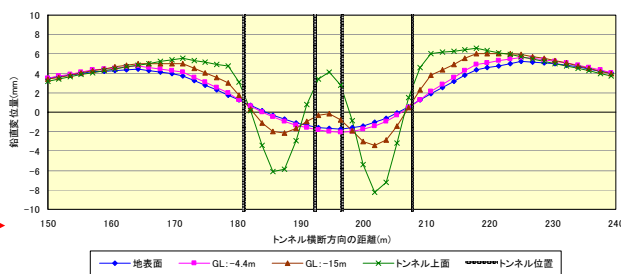
表示タイプ
 最大/最小値の表示

分布図のカラー: [赤色] 倍率: 0.4
 値のカラー: [黒色] サイズ: 10

テーブル 画面表示 閉じる



ID	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Value
1	239.92	100.00	0.00	4.8011
2	237.54	100.00	0.00	4.2400
3	235.76	100.00	0.00	4.4818
4	233.98	100.00	0.00	4.6834
5	232.17	100.00	0.00	4.9454
6	230.39	100.00	0.00	4.9804
7	228.60	100.00	0.00	5.0414
8	226.81	100.00	0.00	5.1234
9	225.02	100.00	0.00	5.0201
10	223.23	100.00	0.00	5.0291
11	221.45	100.00	0.00	4.9391
12	219.69	100.00	0.00	4.8444
13	217.91	100.00	0.00	4.7350
14	216.08	100.00	0.00	3.7108
15	214.20	100.00	0.00	3.3193
16	212.31	100.00	0.00	2.8211
17	210.42	100.00	0.00	1.8413
18	208.53	100.00	0.00	1.2309
19	206.64	100.00	0.00	0.8261
20	204.76	100.00	0.00	-0.0861
21	202.87	100.00	0.00	-0.8193
22	200.98	100.00	0.00	-1.6988
23	199.09	100.00	0.00	-1.2848
24	197.21	100.00	0.00	-1.4144
25	195.32	100.00	0.00	-1.3100
26	193.43	100.00	0.00	-1.8431
27	191.54	100.00	0.00	-1.5781
28	189.65	100.00	0.00	-1.2348
29	187.76	100.00	0.00	-0.7394
30	185.87	100.00	0.00	-0.3394
31	183.98	100.00	0.00	-0.3119
32	182.10	100.00	0.00	0.0460
33	180.21	100.00	0.00	0.0894
34	178.32	100.00	0.00	1.2362

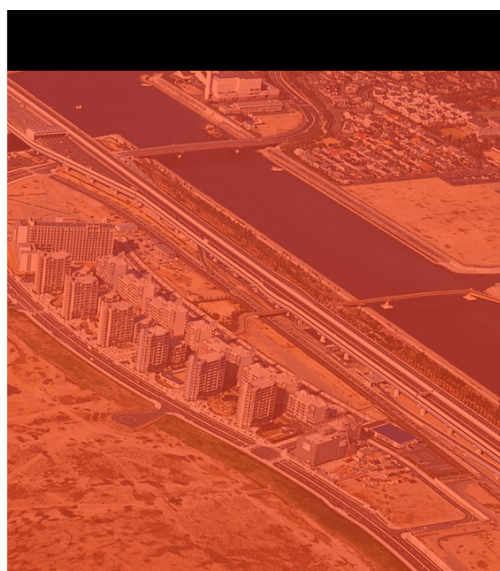


● 任意の位置で、解析結果を出力することができる。

CAD/GIS/CAE Solution Fair 2005

ライフラインの耐震検討

- > 検討概要
- > 入力地震動の評価
- > 解析条件
- > 結果処理



検討概要

地震対策の基本コンセプト

■ 予防対策

主要設備の耐震検討を実施し、被害を最小限にとどめるようにする。

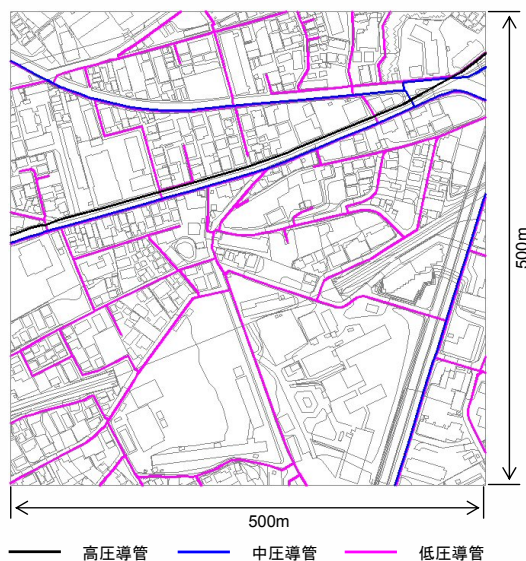
製造設備、高中圧導管、低圧導管の耐震検討

■ 緊急対策

供給ネットワークに多大な被害がある場合に迅速・的確にガス供給を遮断し、2次災害を防ぐ。

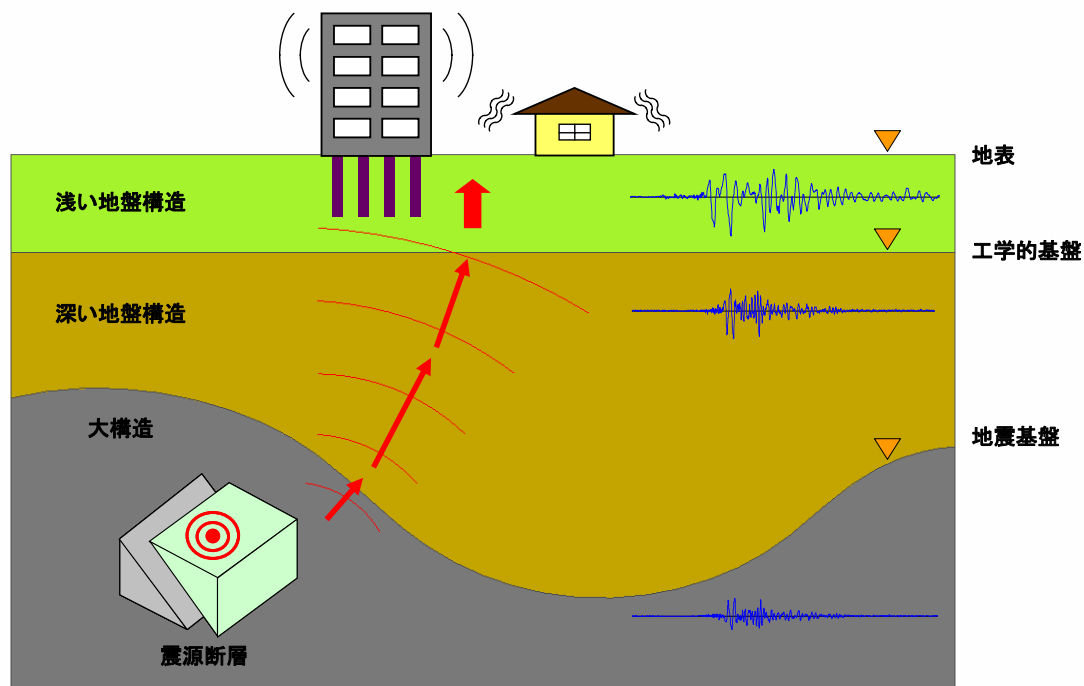
■ 復旧対策

供給停止した地区に対して全力をあげて早期復旧を図る。



■ 参考資料
東京ガスの地震防災システム 超高密度リアルタイム地震防災システム—SUPREME—
東京ガス株式会社 防災・供給センター 中山

入力地震動の評価

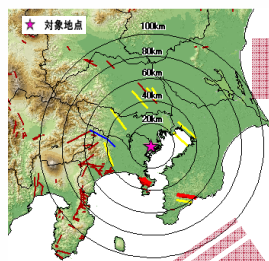


直下型地震 : 阪神・淡路地震、中越地震、...

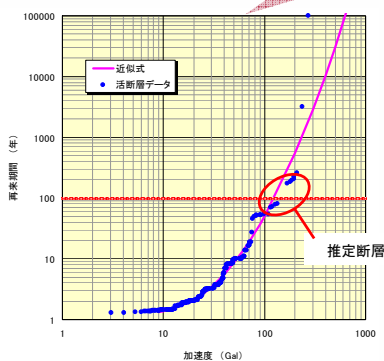
海溝型地震 : 関東地震、東海・東南海・南海地震、...

断層の推定

活断層地震の活動度

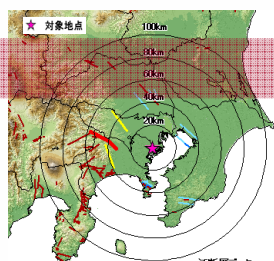


活断層データ 活動度
年超過確率より、
地震の再来期間を算出



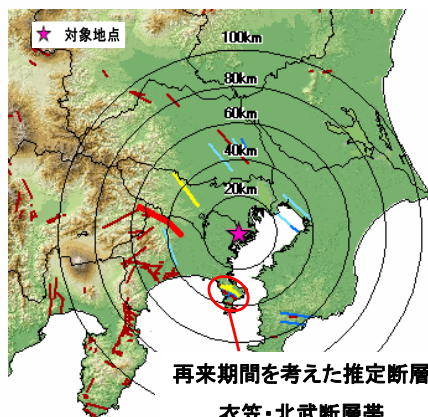
加速度と再来期間の関係

マグニチュードの推定 (松田式)



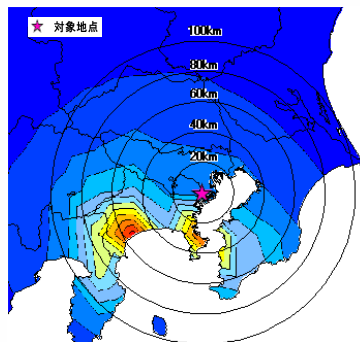
活断層データ
推定マグニチュードM
6.5 - 7.0
7.0 - 7.5
> 7.5
その他の断層

Mと断層最短距離から、
距離減衰式より算出



再来期間を考えた推定断層
衣笠・北武断層帯

加速度期待値の算出



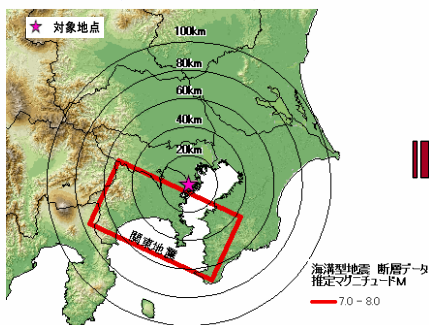
加速度期待値(gal)
0 100 200 300 400 500 600 800

活断層データ
加速度最大値(gal)
100 - 150
150 - 200
200 - 250
> 250

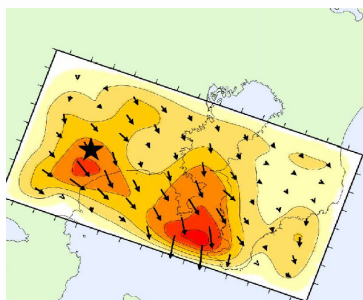
活断層マップ
活断層詳細デジタルマップより

地震の震源パラメータ

■海溝型地震: 歴史地震より、断層を特定し、断層モデルを構築



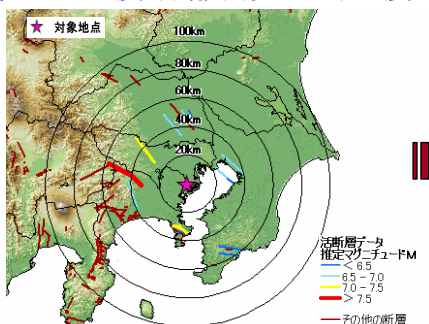
海溝型地震 断層データ
推定マグニチュードM
7.0 - 8.0



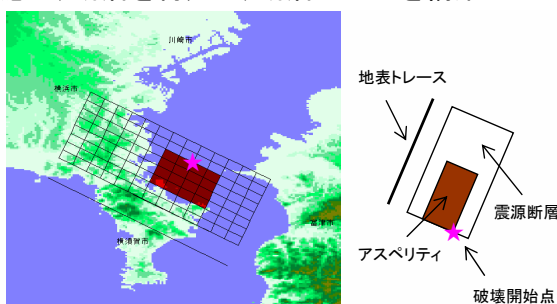
■参考文献

Kobayashi, Koketsu: Source Process of the 1923 Kanto Earthquake Inferred from Historical Geodetic, Telesismic, and Strong Motion Data, in press, 2004.

■直下型地震: 距離減衰式より地震の再来期間を考慮し、断層を特定し、断層モデルを構築



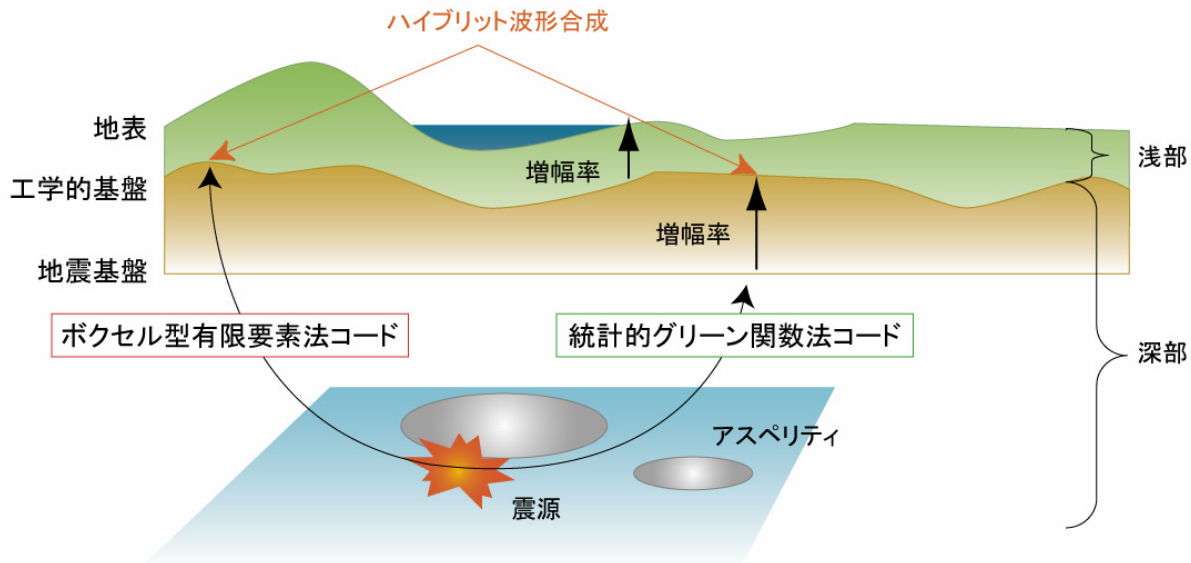
活断層データ
推定マグニチュードM
6.5 - 7.0
7.0 - 7.5
> 7.5
その他の断層



■参考文献

三浦半島断層群の地震を想定した強震動評価: 地震調査研究推進本部, 地震調査委員会, 平成15年.

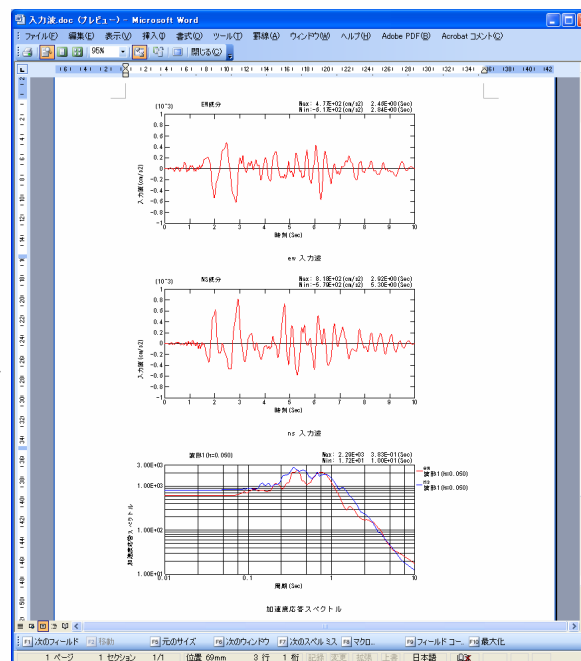
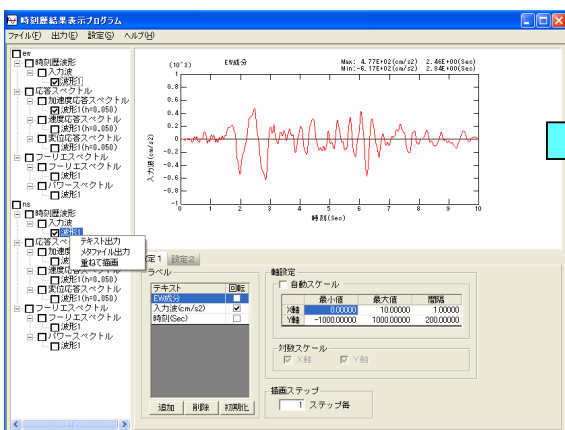
入力地震動算定の概念



入力地震波の取りまとめ

入力地震波の確認

- ・地震波形の出力
- ・フーリエスペクトル、パワースペクトルの出力
- ・応答スペクトルの出力
- ・レポート出力機能

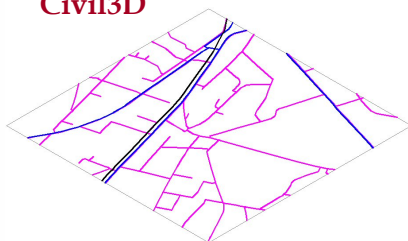


htmlに出力し、MS-Wordに読み込む

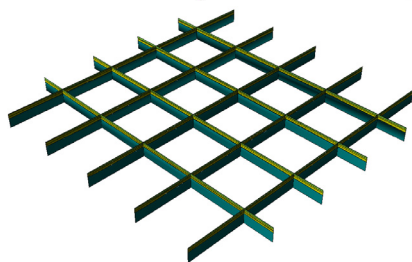
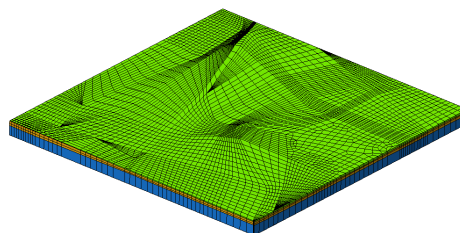
解析モデル

Civil3D

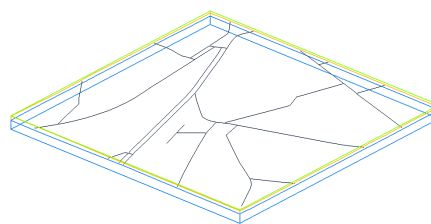
SoilPlus



地層構造、属性



応答値

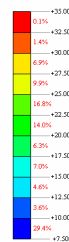
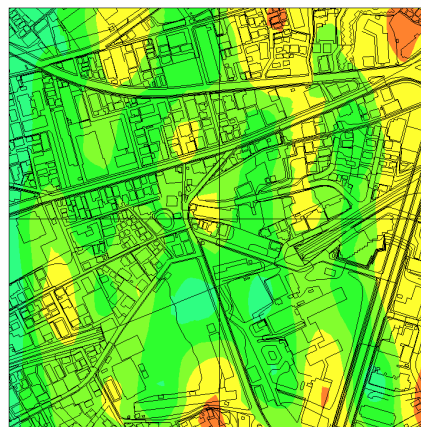
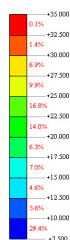
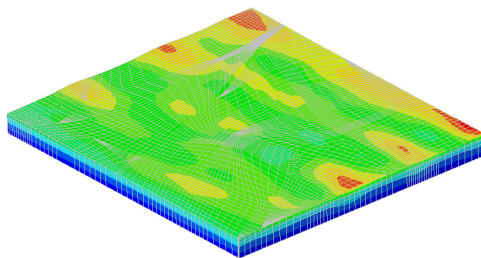
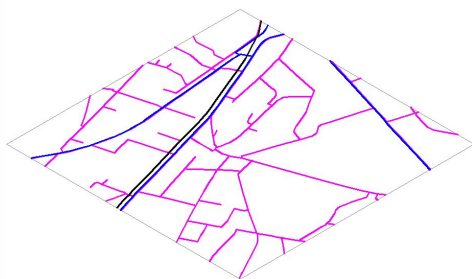


管:ビーム要素、継ぎ手部:パネ要素

CAD/GIS/CAE Solution Fair 2005

結果処理

■ 解析結果と地図を重ねた表示



最大加速度を地図と重ねて表示

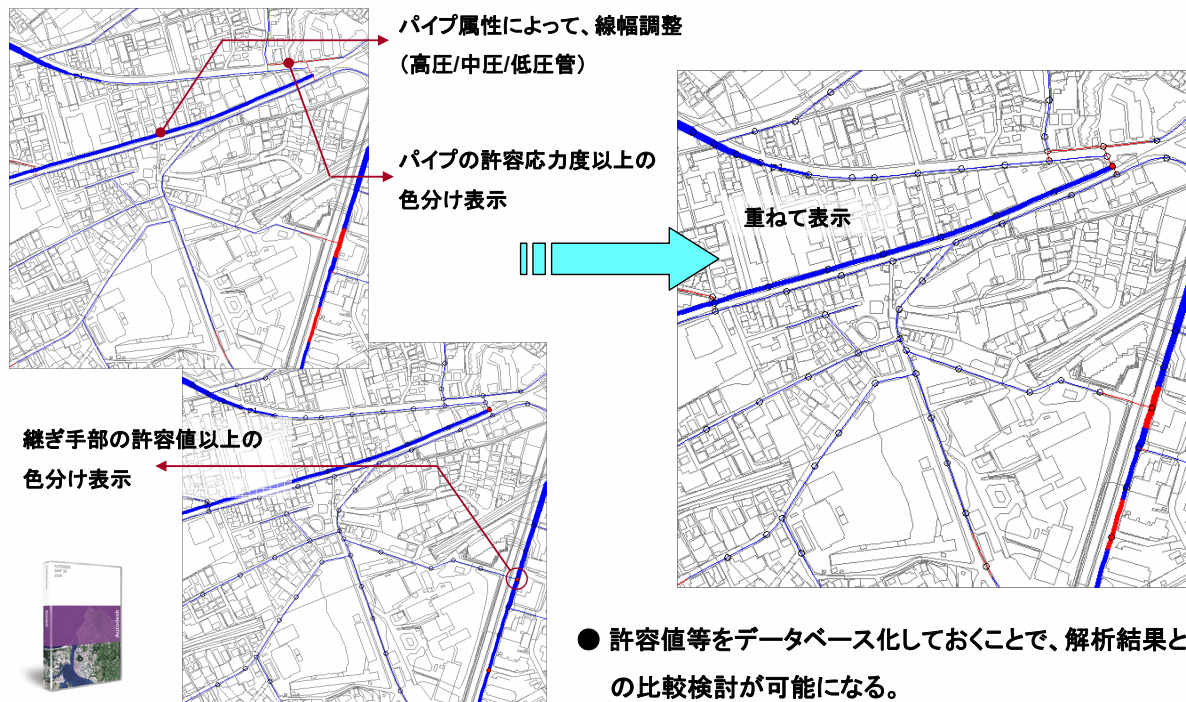
- 解析結果と地図を重ねることで、解析結果の分析がしやすい。
- 解析結果が、より現実的なものとして把握しやすい。

最大変形+最大加速度分布

CAD/GIS/CAE Solution Fair 2005

結果処理

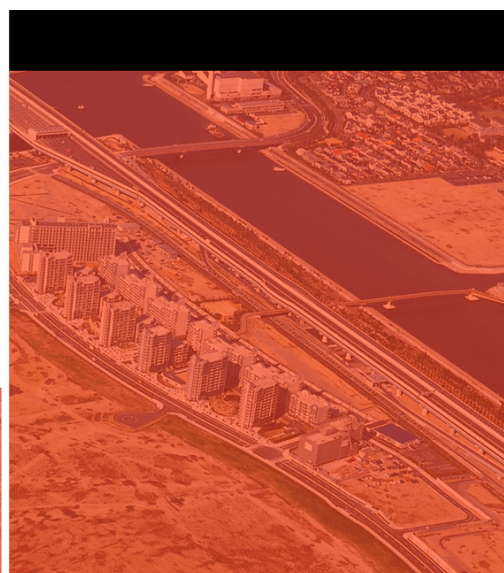
■ GISでの活用例



CAD/GIS/CAE Solution Fair 2005

3次元モデルによる液状化解析

- > 検討概要
- > 解析条件
- > 結果処理



検討概要

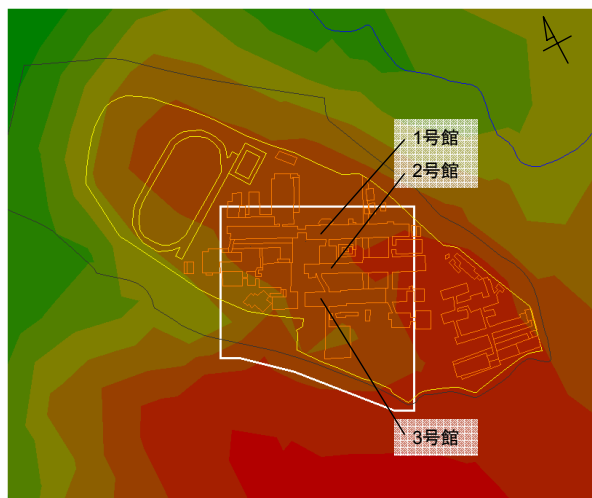
3次元液状化解析による検討

■被害状況

2004年新潟中越地震により、長岡高専3号館に大きな被害が発生した。

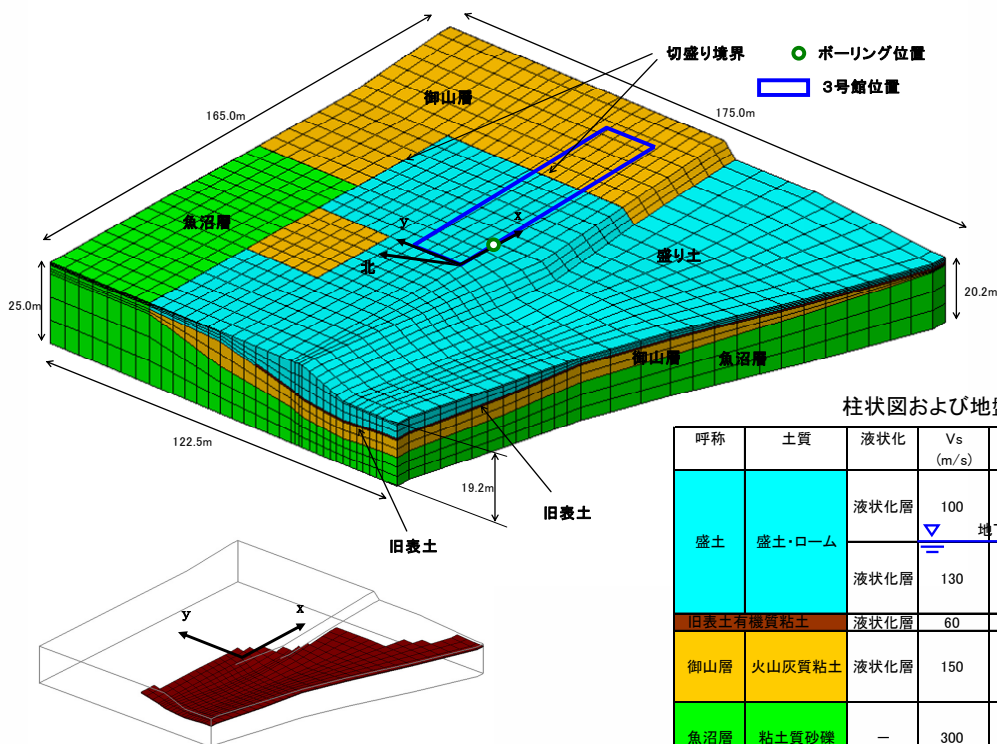
■解析検討

複雑な地盤震動と地盤の破壊メカニズムを解明するため、長岡高専3号館周辺の切盛り地盤を3次元FEMモデルでモデル化する。



■参考資料
福武毅芳・尾上篤生・堀田洋之：切盛り地盤の三次元等価線形解析による安定性の検討，宅地地盤の安全性と性能評価に関するシンポジウム，pp39-46，地盤工学会，2005.7

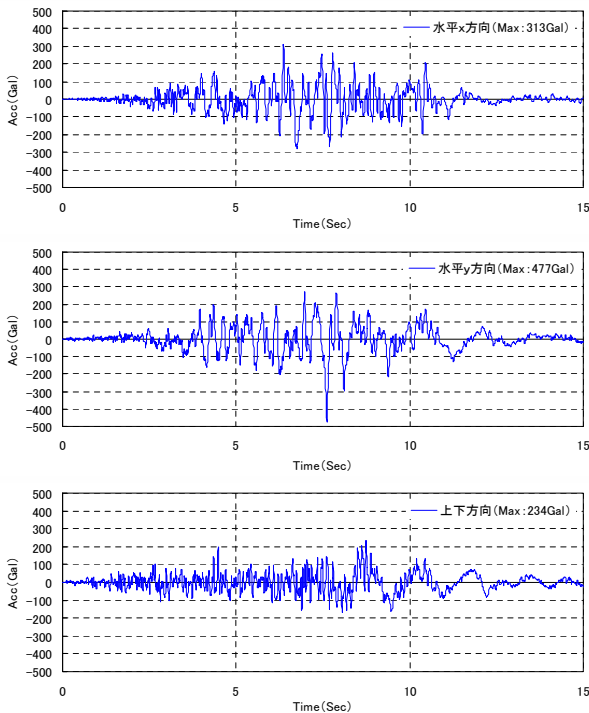
解析条件



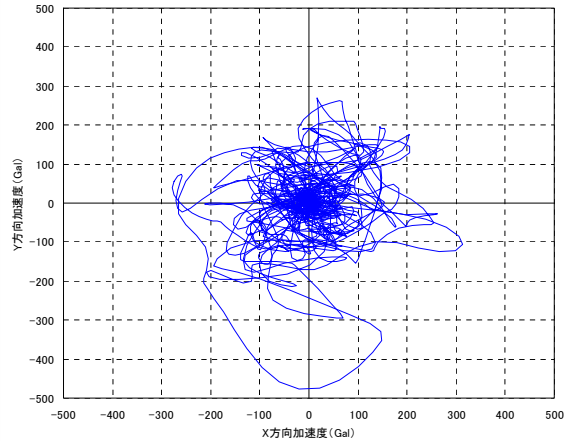
柱状図および地盤物性

呼称	土質	液状化	Vs (m/s)	γ (kN/m ³)	γ_r ($\times 10^{-4}$)	hmax
盛土	盛土・ローム	液状化層	100	16.2	8.7	0.20
		液状化層	130	16.2	14.3	0.20
旧表土	有機質粘土	液状化層	60	13.7	16.2	0.20
御山層	火山灰質粘土	液状化層	150	16.7	水位浅 8.8	0.20
					水位深 17.7	0.20
魚沼層	粘土質砂礫	-	300	17.6	水位浅 1.8	0.22
					水位深 4.3	0.22

入力地震波



防災科研長岡支所雪氷研究所で観測された地中基盤波(水平2方向)

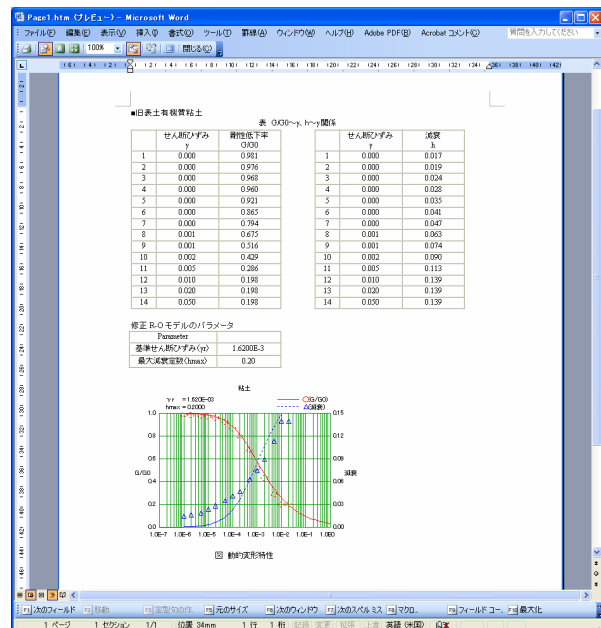
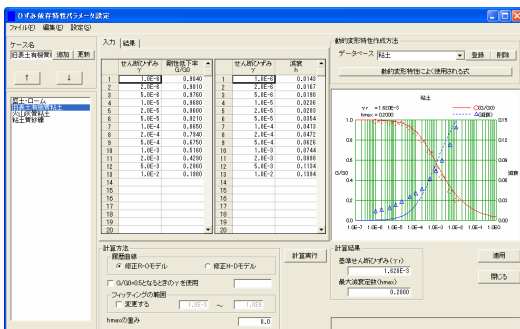


防災科研長岡支所雪氷研究所で観測された地中基盤波 (E+F波)

物性値の取りまとめ

動的変形特性のパラメータ設定

- ・物性値の管理
- ・ $G/G_0 \sim \gamma$ 、 $h \sim \gamma$ 関係のデータベース化
- ・よく使用される式からの参照
- ・パラメータの自動算定機能
- ・レポート出力機能

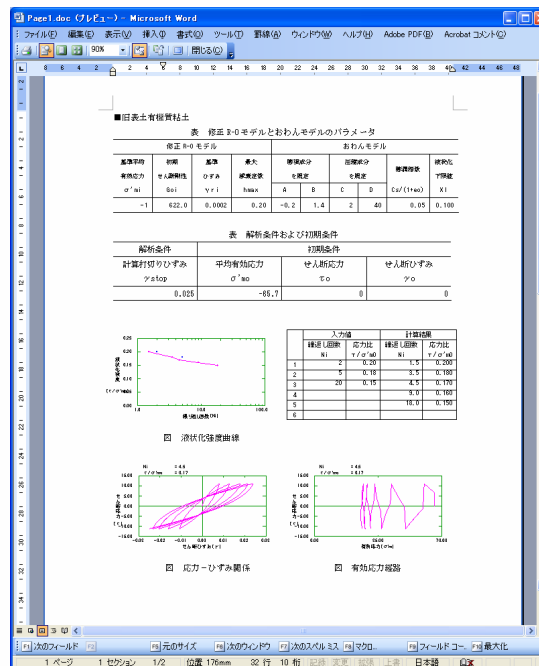
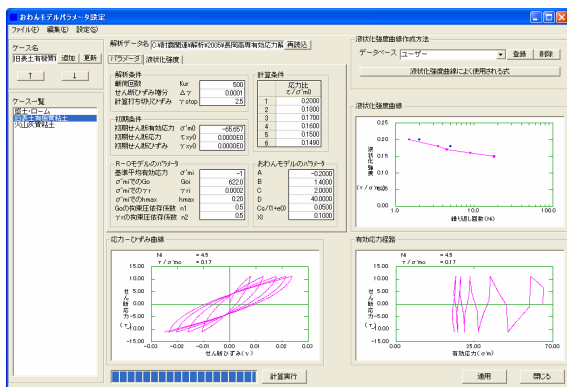


htmlに出力し、MS-Wordに読み込む

物性値の取りまとめ

液状化のパラメータ設定

- ・物性値の管理
- ・液状化強度曲線のデータベース化
- ・レポート出力機能

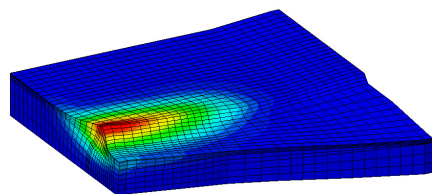


htmlに出力し、MS-Wordに読み込む

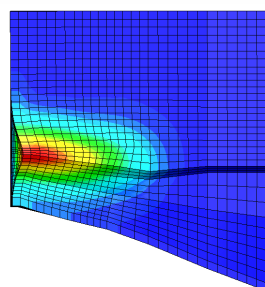
CAD/GIS/CAE Solution Fair 2005

固有値解析結果

■ 1次固有周期:0.43sec



[SR1] hnf_01
[DATA] D04A_Anshu_Dna_MODE: 1, VECTOR:032720

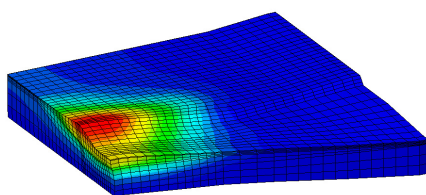


[SR1] hnf_01
[DATA] D04A_Anshu_Dna_MODE: 1, VECTOR:032720

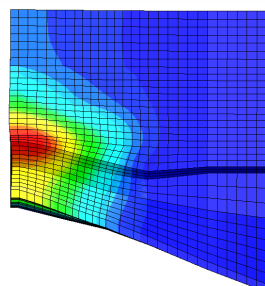


1次固有モード

■ 2次固有周期:0.40sec



[SR2] hnf_02
[DATA] D04A_Anshu_Dna_MODE: 2, VECTOR:032720



[SR2] hnf_02
[DATA] D04A_Anshu_Dna_MODE: 2, VECTOR:032720



2次固有モード

CAD/GIS/CAE Solution Fair 2005

固有値解析結果の取りまとめ

レーリー減衰のパラメータ設定

- ・パラメータ設定支援ツール
- ・パラメータの自動算定機能
- ・レポート出力機能

モード大数 | 振動数 (Hz) | 周期 (Sec) | X方向 | Y方向 | Z方向 | 有効質量比 | モード減衰

1	2.924100	0.430000	338.740000	15.410000	-75.894000	0.133500	0.000000	0.000000
2	2.953300	0.339400	-49.470000	888.300000	-30.588000	0.002800	0.174000	0.001100
3	2.954200	0.376800	5.855200	201.880000	2.301700	0.000000	0.046700	0.000000
4	2.764900	0.355200	927.300000	-52.180000	-17.880000	0.122000	0.003100	0.000400
5	2.872000	0.348200	195.220000	357.920000	10.848000	0.043700	0.148300	0.000100
6	2.889400	0.346100	346.010000	415.480000	5.016100	0.197300	0.000000	0.000000
7	2.977700	0.339900	414.150000	160.300000	27.362000	0.198300	0.023700	0.000000
8	3.006800	0.322400	150.170000	71.095000	-14.397000	0.025900	0.005800	0.000200
9	3.085800	0.324100	1.811900	260.770000	15.745000	0.000000	0.000000	0.000000
10	2.157100	0.317300	103.240000	-21.325000	-7.441500	0.030500	0.001100	0.000100
11	3.215300	0.311000	111.020000	162.760000	-75.245000	0.014100	0.030400	0.000200
12	3.238800	0.309000	-16.398000	176.790000	33.002000	0.000300	0.035800	0.001200
13	3.338400	0.300300	63.070000	32.450000	-32.375000	0.004800	0.001200	0.001200
14	3.364600	0.297700	144.720000	-4.854700	30.419000	0.024000	0.000000	0.001100
15	3.388300	0.295800	129.710000	-73.784000	-42.197000	0.019300	0.006200	0.000200
16	3.419800	0.292400	184.270000	26.970000	-60.470000	0.043300	0.000000	0.004200
17	3.510900	0.284800	34.550000	158.570000	-59.535000	0.001400	0.025800	0.003500
18	3.520400	0.284100	-59.452000	30.878000	-10.385000	0.005500	0.001100	0.000100
19	3.577800	0.278500	55.790000	-33.238000	-20.840000	0.003800	0.007900	0.000500
20	3.628900	0.273700	-42.200000	-20.199000	-42.770000	0.002100	0.000500	0.000200

計算条件
 $\alpha = 6.708170E-1$
 $\beta = 1.109320E-3$

有効質量比のフィルタ
 指定方法: 入力
 モード大数 | 振動数 | 減衰係数
 1 | 2.924100 | 0.000000
 2 | 2.953300 | 0.000000
 振動数範囲: 0.000000 Hz ~ 20.500000 Hz

計算結果
 $C = \alpha M + \beta K$
 $\alpha = 6.708170E-1$
 $\beta = 1.109320E-3$

モード大数 | 振動数 (Hz) | 周期 (Sec) | X方向 | Y方向 | Z方向 | 有効質量比 | モード減衰

1	2.9241	0.4300	-338.7400	15.4100	-75.8940	0.1335	0.0000	0.0000
2	2.9533	0.3394	-49.4700	888.3000	-30.5880	0.0028	0.1740	0.0011
3	2.9542	0.3768	5.8552	201.8800	2.3017	0.0000	0.0467	0.0000
4	2.7649	0.3552	927.3000	-52.1800	-17.8800	0.1220	0.0031	0.0004
5	2.8720	0.3482	195.2200	357.9200	10.8480	0.0437	0.1483	0.0001
6	2.8894	0.3461	346.0100	415.4800	5.0161	0.1973	0.0000	0.0000
7	2.9777	0.3399	414.1500	160.3000	27.3620	0.1983	0.0237	0.0000
8	3.0068	0.3224	150.1700	71.0950	-14.3970	0.0259	0.0058	0.0002
9	3.0858	0.3241	1.8119	260.7700	15.7450	0.0000	0.0000	0.0000
10	2.1571	0.3173	103.2400	-21.3250	-7.4415	0.0305	0.0011	0.0001
11	3.2153	0.3110	111.0200	162.7600	-75.2450	0.0141	0.0304	0.0002
12	3.2388	0.3090	-16.3980	176.7900	33.0020	0.0003	0.0358	0.0012
13	3.3384	0.3003	63.0700	32.4500	-32.3750	0.0048	0.0012	0.0012
14	3.3646	0.2977	144.7200	-4.8547	30.4190	0.0240	0.0000	0.0011
15	3.3883	0.2958	129.7100	-73.7840	-42.1970	0.0193	0.0062	0.0002
16	3.4198	0.2924	184.2700	26.9700	-60.4700	0.0433	0.0000	0.0042
17	3.5109	0.2848	34.5500	158.5700	-59.5350	0.0014	0.0258	0.0035
18	3.5204	0.2841	-59.4520	30.8780	-10.3850	0.0055	0.0011	0.0001
19	3.5778	0.2785	55.7900	-33.2380	-20.8400	0.0038	0.0079	0.0005
20	3.6289	0.2737	-42.2000	-20.1990	-42.7700	0.0021	0.0005	0.0002

レポート減衰パラメータ (C = $\alpha M + \beta K$)

Parameter	振動数 1	減衰係数 h
α	5.708170E-1	0.0000
β	1.109320E-3	0.0000

減衰

モード大数 | 振動数 (Hz) | 周期 (Sec) | X方向 | Y方向 | Z方向 | 有効質量比 | モード減衰

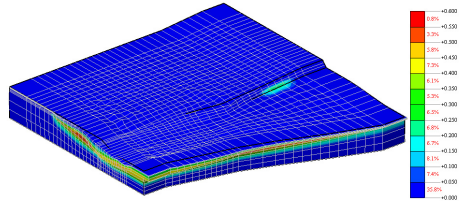
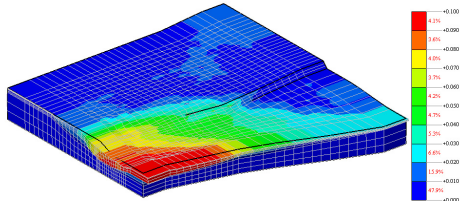
$\alpha = 6.708170E-1$
 $\beta = 1.109320E-3$

htmlに出力し、MS-Wordに読み込む

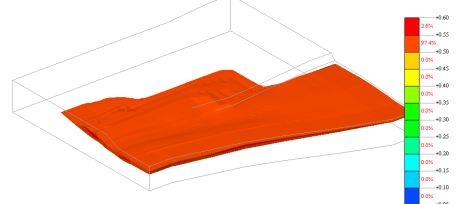
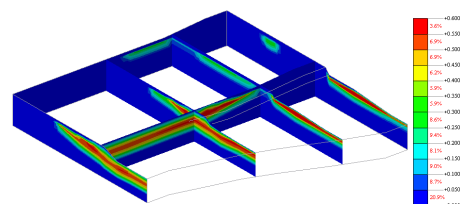
CAD/GIS/CAE Solution Fair 2005

有効応力解析結果

各種用途に応じた解析結果表示



● 複数の結果を表示することで、解析結果が把握しやすい。



● 地層の中を確認する。

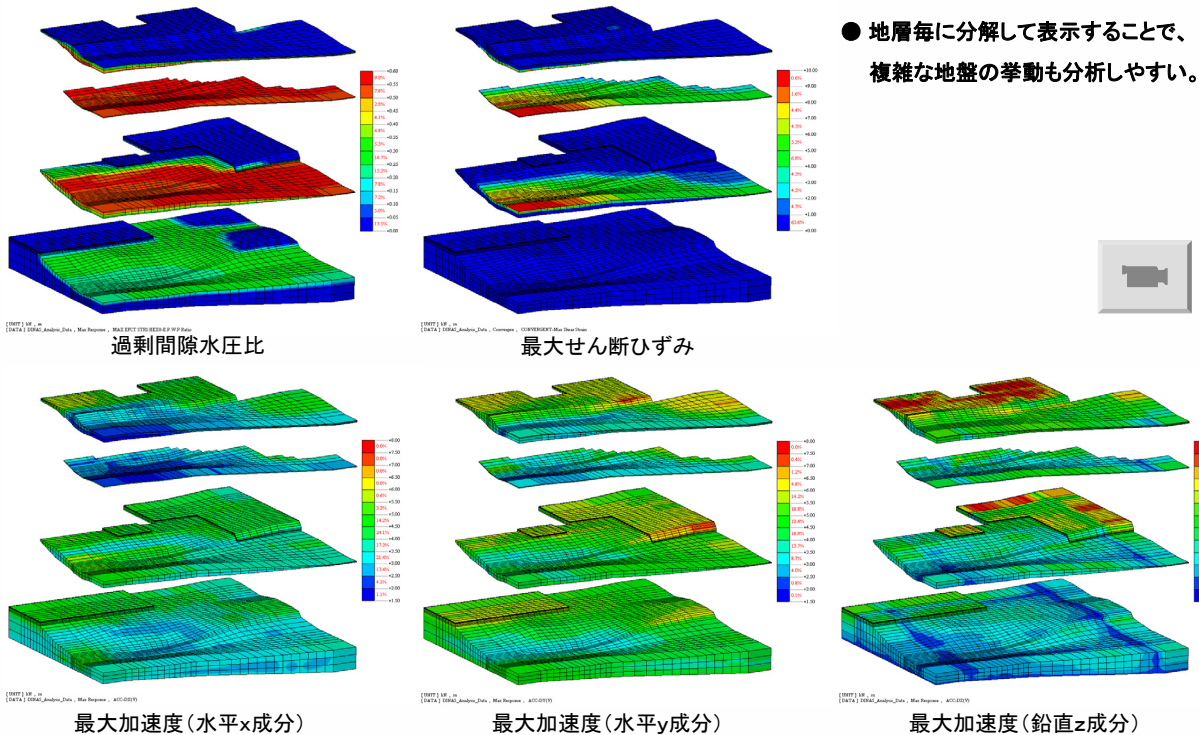
● ある特定の値を表示する。

動的解析結果

CAD/GIS/CAE Solution Fair 2005

有効応力解析結果

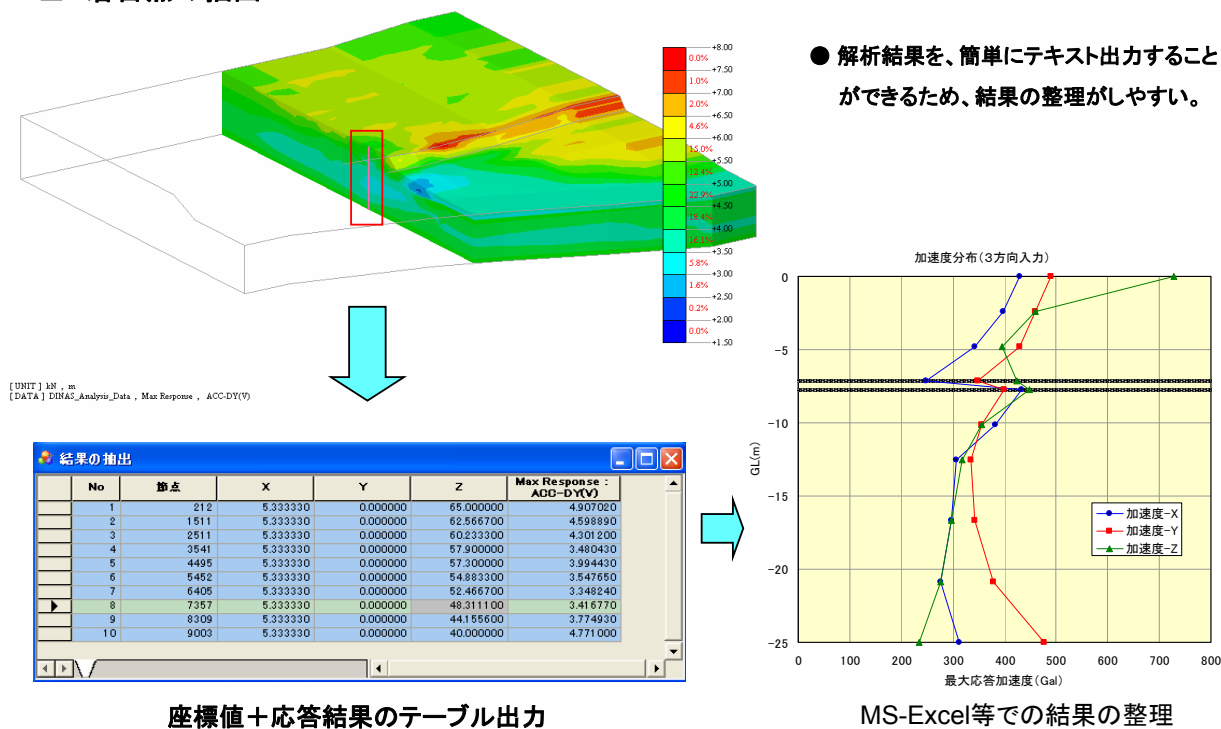
パーティションプロットを用いた結果の分析



CAD/GIS/CAE Solution Fair 2005

有効応力解析結果

着目点の抽出



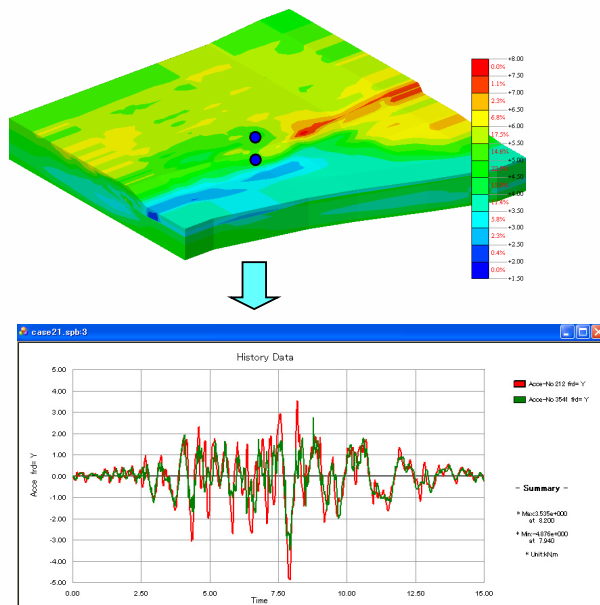
座標値+応答結果のテーブル出力

MS-Excel等での結果の整理

CAD/GIS/CAE Solution Fair 2005

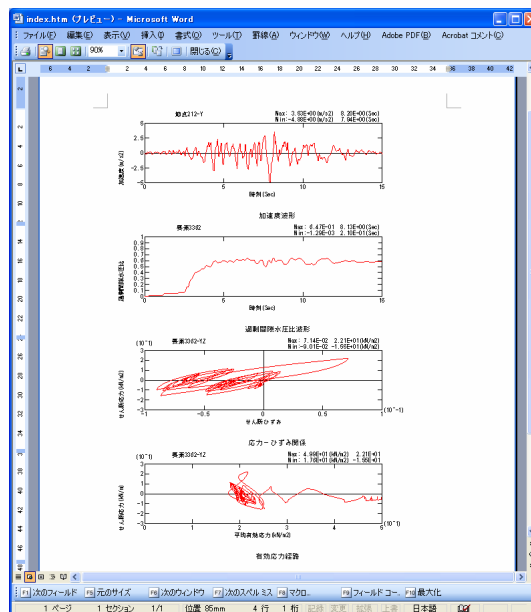
有効応力解析結果

■ 時刻歴応答値のレポート出力



- モデル上で時刻歴結果を確認できるため、解析結果を把握しやすい。
- 重ね書き図が簡単にプロットできるため、解析結果の分析がしやすい。

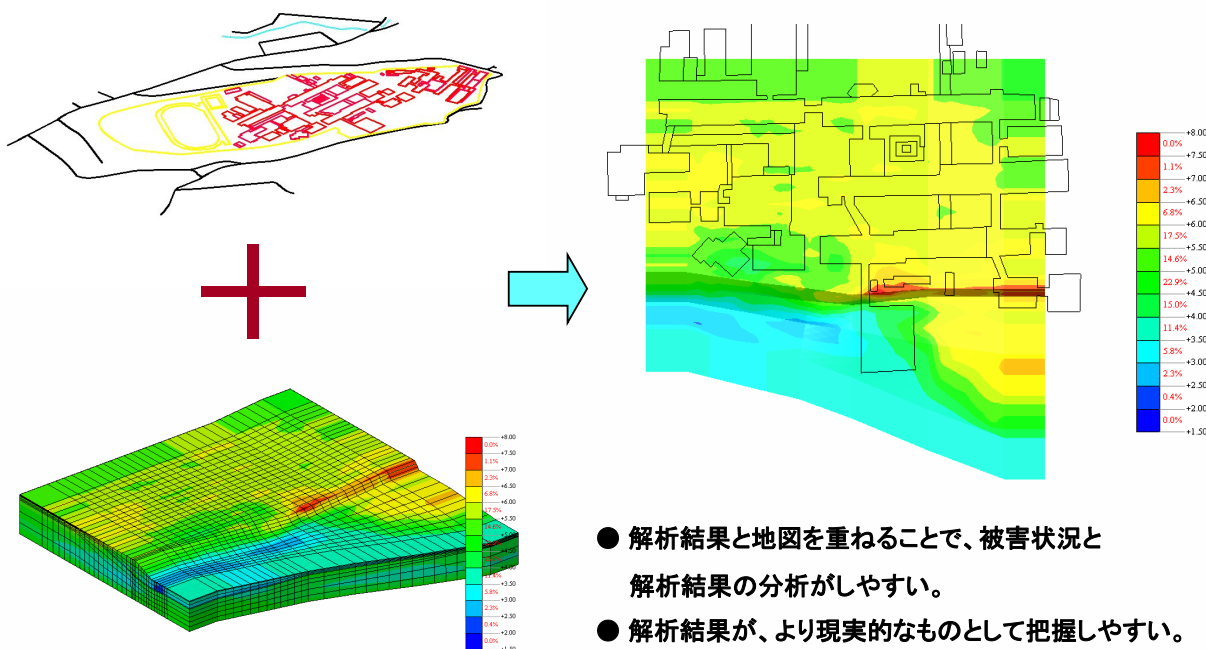
● 複数の解析結果を一度に同じレイアウトで整理できる。



CAD/GIS/CAE Solution Fair 2005

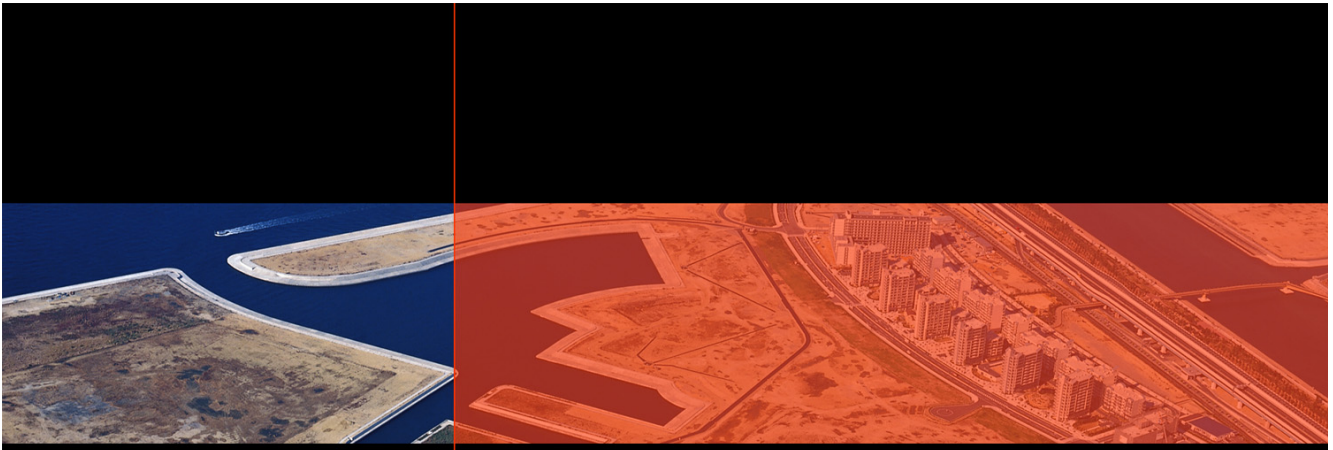
有効応力解析結果

■ 解析結果と地図を重ねた表示



- 解析結果と地図を重ねることで、被害状況と解析結果の分析がしやすい。
- 解析結果が、より現実的なものとして把握しやすい。

CAD/GIS/CAE Solution Fair 2005



Sponsor **CRC** sciences Cosponsor **Autodesk**