

平成 14 年 2 月 28 日

記 者 各 位

東洋建設株式会社

## 三次元変形を取り入れた埋立展開シミュレーションシステム(SOPHIA)の開発 (三次元弾塑性有限要素解析を大規模埋立・造成事業の施工管理手法として初めて適用)

このたび、東洋建設は、大規模な埋立・造成事業において高精度な施工計画立案や施工管理が行える埋立展開シミュレーションシステム( SOPHIA : SOPHisticated Analysys ) を開発しました。当システムは、大規模な埋立・造成事業計画時や施工段階において埋立地盤の三次元弾塑性有限要素解析を逐次実施し、地盤変形予測をもとにした施工計画立案・施工管理を行えるもので、今までに例を見ない画期的なものです。以下にそのシステムについてご紹介します。

### 記

大規模な埋立・造成工事では、施工範囲が広いと、施工区域によって埋立土砂投入の時期が異なり、埋立投入土砂の荷重の伝播や埋立地盤の変形は三次元的で複雑な現象となります。当システムは、このような三次元的で複雑な現象を高い精度で予測することができる三次元弾塑性有限要素解析手法を取り入れた埋立展開シミュレーションシステムです。

地盤工学分野における三次元有限要素解析手法は、近年のコンピュータ性能の向上により身近なものとなりましたが、その解析用データ作製(モデリング)に多大な時間と労力を要することから、複雑な事例に対しての検証等に用いられる程度で、施工計画や施工管理に用いられることはほとんどありませんでした。当システムは、システム内に解析ルーチンを組み込むことにより、解析データ作製に要する手間を大幅に削減し、施工管理ツールとして三次元弾塑性有限要素解析手法の利用を初めて可能にした画期的なシステムです。また、施工履歴や進捗状況に基づいた施工展開の修正や実測沈下量と変形予測値との比較による観測修正も容易に行える施工管理システムです。

従来の埋立展開システムでは、埋立・造成地盤全体をメッシュ分割し、施工範囲、施工順序、施工能力を加味し、各メッシュでの施工時期、土厚、地盤の変形量を自動計算し、埋立施工展開を決定していました。この地盤変形予測手法は、任意の位置における埋立土砂の荷重による地盤の鉛直方向への圧密による一次的な沈下量の予測を基に行われてきました。この場合、施工時期の違い等による三次元的な現象を予測することは困難であり、観測修正を基本とした施工管理がメインとなっていました。また、埋立造成完了後も継続する残留沈下に対しても、三次元的な変形を考慮した将来の不等沈下予測やそれに対する的確な施工管理はできませんでした。

当システムでは、三次元弾塑性有限要素解析手法による精度の高い地盤の変形の逐次予測と埋立展開システムを組み合わせることにより、施工過程における出来型管理・予測をはじめ、将来の不等沈下予測やそれに対する的確な対策決定が可能となり、施工管理に加え将来の姿をシミュレーションすることも可能となりました。さらに、地盤変形の予測のみならず、異常発生時のメカニズム分析やその対策決定がリアルタイムに行うことができます。

当システムの開発により、大規模な埋立事業における設計、施工、品質管理に大きな効果をもたらすことができると確信いたします。

(お問い合わせ先)

東洋建設株式会社 総務部広報課 名 和 盛 雄

東京都千代田区神田錦町 3 - 7 - 1 TEL 0 3 - 3 2 9 6 - 4 6 1 1

# 埋立展開シミュレーションシステム (SOPHIA)

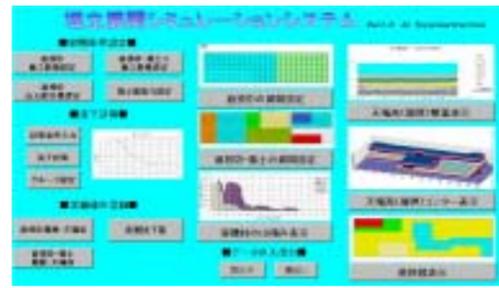
## システムの特徴

- 三次元有限要素解析による計画時、施工時の地盤の変形解析(逐次解析)
- 地盤の三次元変形解析値を基にした埋立展開シミュレーションによる施工展開決定
- 任意の時期の天端高(層厚)を断面図やコンター図で表示
- 施工履歴や進捗実績に基づいたきめ細かな施工展開のコントロール

埋立・造成地盤全体の施工展開や施工時の天端高の調整をより定量的に評価できるように、また、これらの一連の作業を効率的に行なえるように三次元変形を取り入れた埋立展開シミュレーションシステムを施工管理に導入

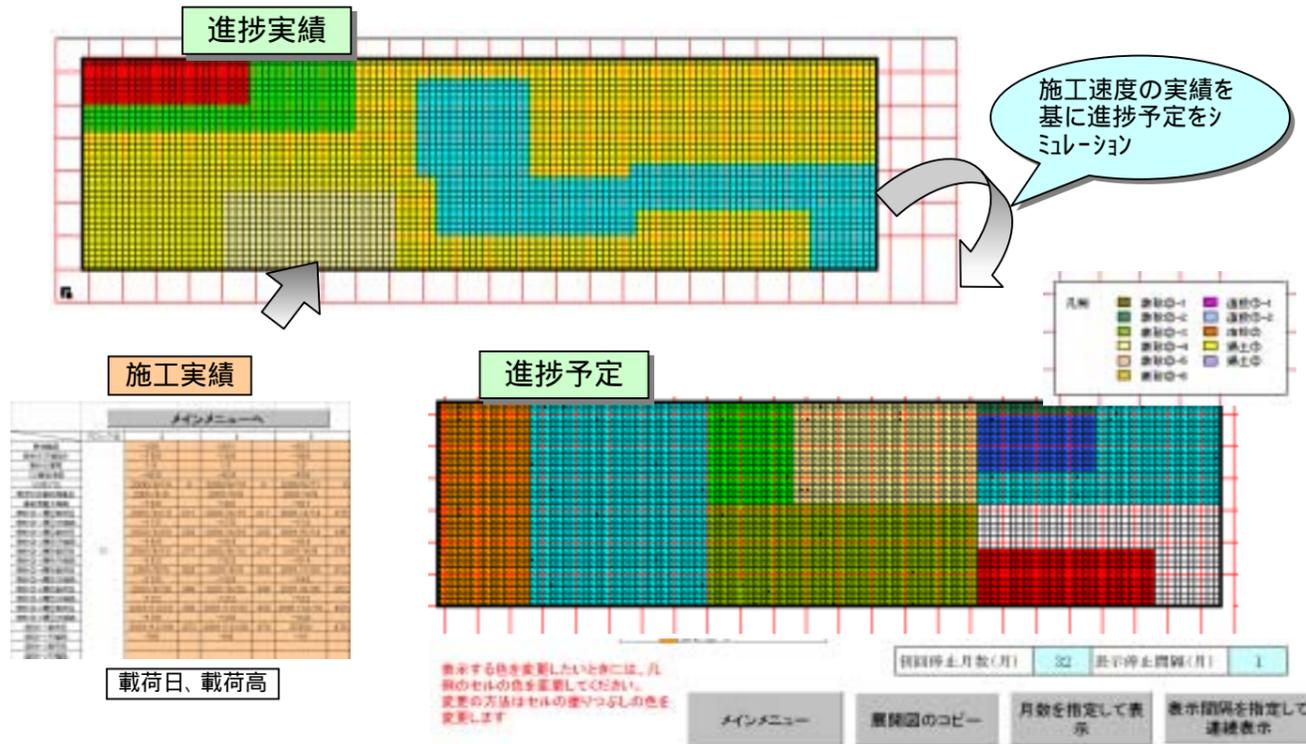
## 埋立展開シミュレーションシステム

- 埋立地盤全体を数十メートルメッシュに分割
- 施工範囲、順序および施工能力等を加味した埋立地盤全体の变形予測により各メッシュの施工時期の自動計算
- 施工履歴等を反映した任意位置、任意時期での天端高さが予測可能
- 進捗実績と実測沈下量の取り込みによる容易な観測修正



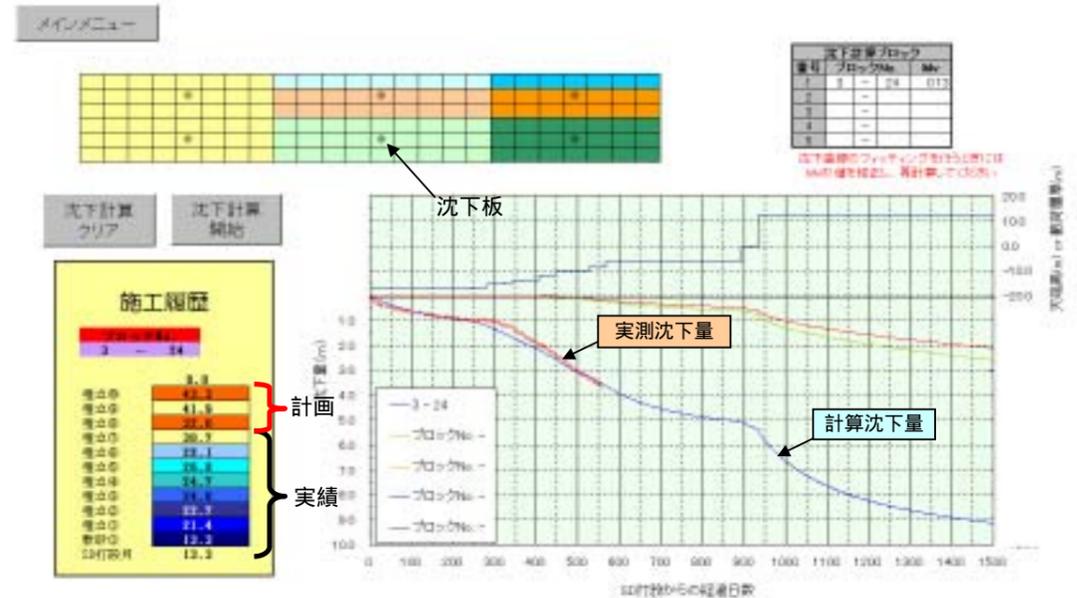
## 施工実績を反映した埋立展開シミュレーション

三次元変形予測と施工実績(施工速度)に基づく進捗予定をシミュレーションすることで、施工速度の調整や施工範囲の見直しの必要有無等を事前に確認しながら施工を進めることができます。



## 埋立・造成地盤全体の三次元変形予測と実測沈下量によるすばやい観測修正

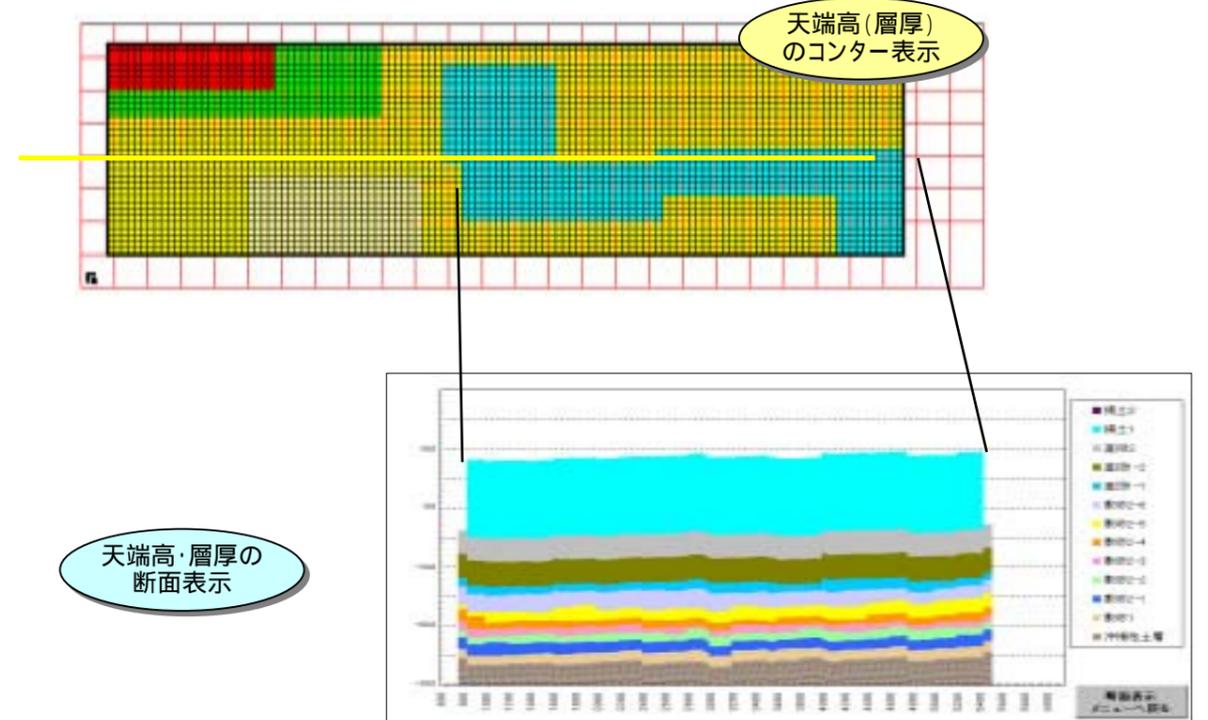
埋立地内に設置された計測地点での実測沈下量と予測沈下量のフィッティングを簡単に行え、フィッティング結果は自動的に埋立地盤全域に反映されます。これにより、実測沈下を反映させた埋立地盤全体の沈下・変形予測が可能となります。



## 任意の時期の天端高(層厚)を断面図やコンター図で表示

進捗実績(予定)から得られた各メッシュの施工履歴を基に計算された沈下量を用いて、埋立地盤全体の天端高(層厚)を断面図やコンター図に表示することができます。

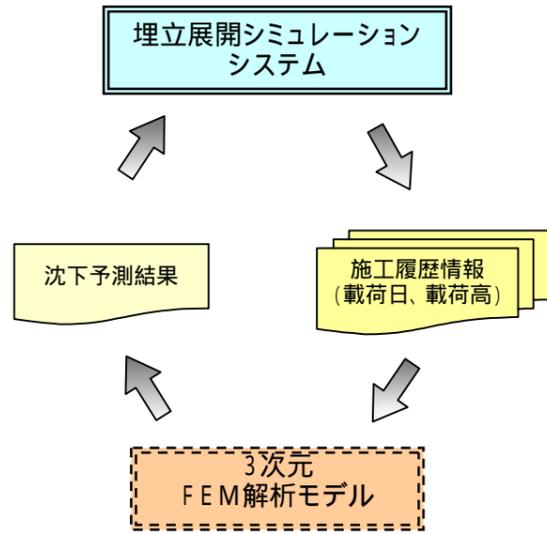
天端高の将来の予測結果等から将来的に段差が生じる箇所や施工時に天端高の調整が必要な箇所等をあらかじめ確認し、その対策を施すことができ、地盤造成完了後の不等沈下等を抑制できます。



### 三次元弾塑性有限要素解析を用いた地盤変形予測による情報化施工

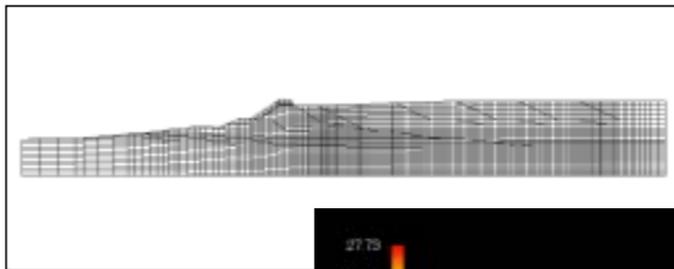
施工履歴情報（载荷日、载荷高）を用いて、三次元弾塑性有限要素解析モデル（関口・太田モデル、下荷面モデル、SDモデル-マクロエレメント）へのデータ引渡しを行い解析を実行します。

土/水連成3次元有限要素解析により埋立展開シミュレーションシステム内で施工展開の検証や実測値との比較・検討によりパラメータの修正に対応でき、変形の予測精度をさらに高められます。また、この解析結果を施工管理システムにフィードバックすることにより、施工過程を考慮した精度の高い施工管理が行えます。

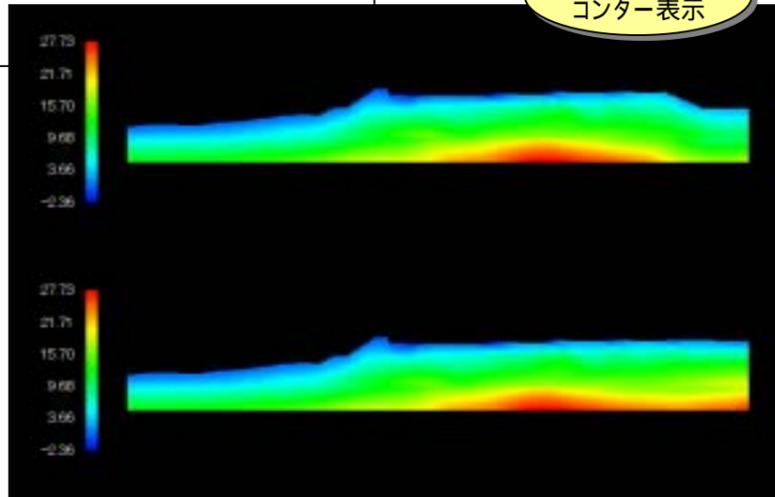


また、2次元性の卓越した一般部においては、2次元FEM解析で対応することも可能です。

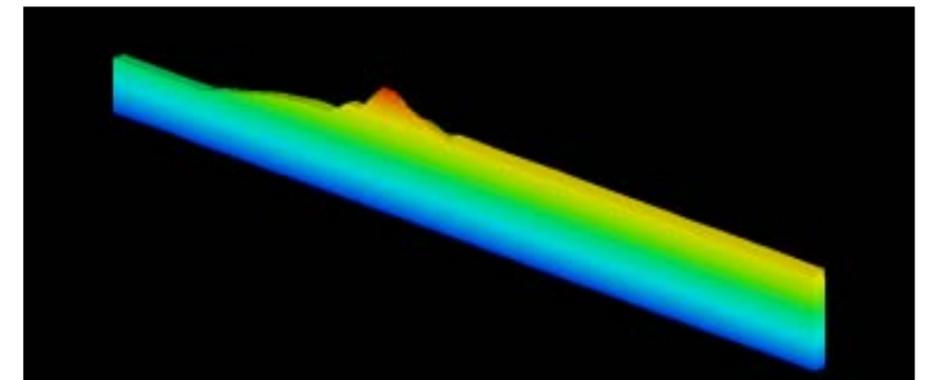
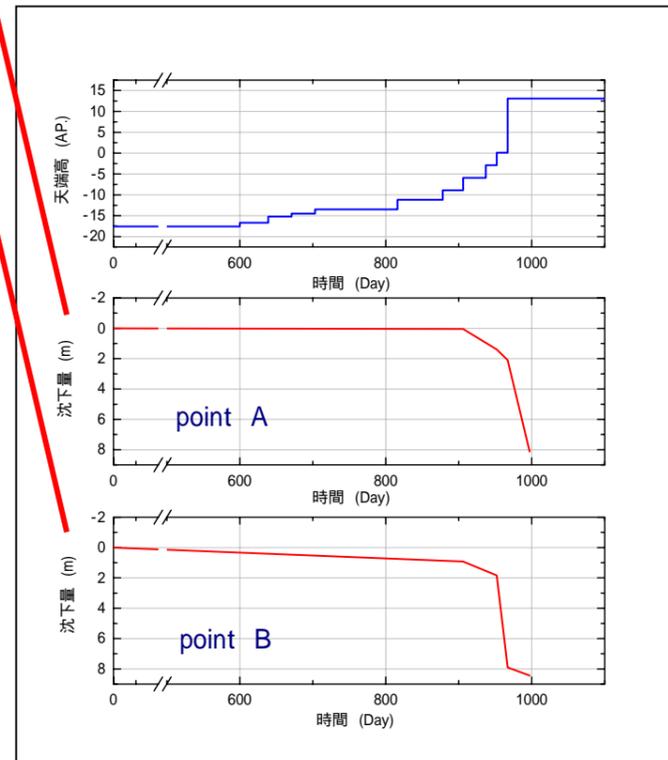
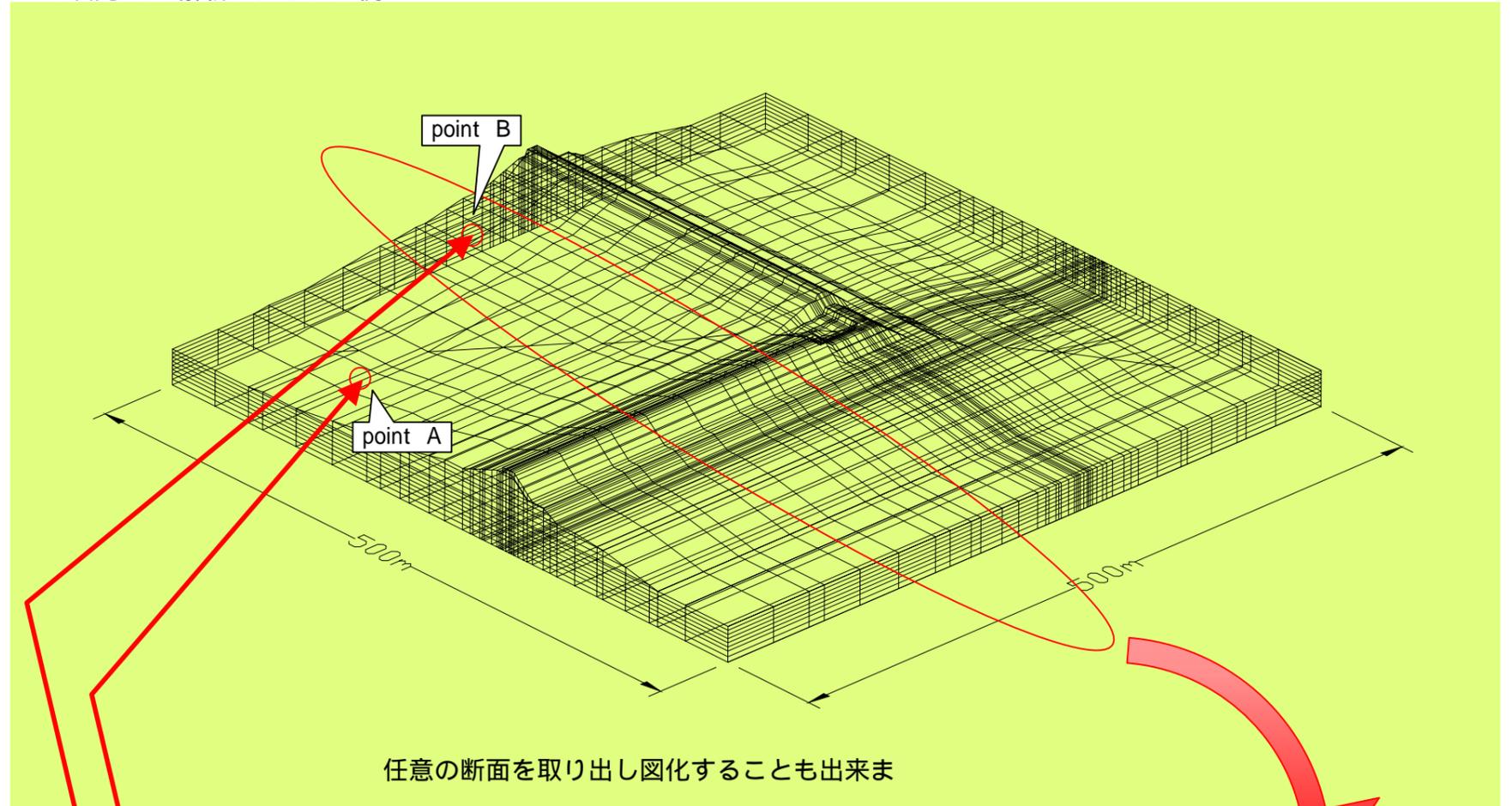
### 2次元FEM解析のメッシュ例



2次元FEM解析結果の表示例



### 3次元FEM解析のメッシュ例



コンター図  
応力、間隙水圧、等高線等の分布を可視化することが出来ます。  
沈下量グラフ  
任意の地点の沈下量等を取り出しグラフ化することが出来ます。