



MIDAS
液状化分野
技術講座資料及び
解析事例集 **3/3**

Global Leader in Providing Engineering Solutions & Services

MIDAS ITは世界の技術者を支援します



世界 構造解析分野市場占有率1位(midas Gen/iGen)
韓国 建築分野/土木分野/地盤分野CAEソフト占有率1位
中国 土木/地盤構造解析分野市場占有率1位 (midas Civil, midas GTS)

建設業界	No.1	現地法人	8
海外代理店	35	使用国	110

About MIDAS IT

MIDAS ITは、工学技術用ソフトウェア開発および普及、そして構造分野のエンジニアリングサービスとウェブビジネス統合ソリューションを提供する会社です。

2000年9月に設立、現在は約600名のグローバル専門技術者が在籍し、日本、アメリカ、中国、インド、ロシア、イギリス、ドバイ、シンガポールの現地法人や35ヶ国の代理店など、全世界ネットワークを通し、110ヶ国に工学技術用ソフトウェアを販売する世界的な企業として成長しました。

また、技術者の皆様の技術力向上のために各分野別に技術講座を実施しており、今後もこのような技術講座を定期的に開催していきたいと考えております。

このようなセミナーには是非ともご参加頂けますようお願い申し上げます。



Dubai Tower



Palazzo Versace & D1 Tower



Odeon Tower

MIDAS

液状化分野

技術講座資料及び解析事例集 **3/3**

- | | | |
|-----------|---|---------|
| 01 | 粘性流体モデルに基づく2次元及び3次元問題を対象とした
液状化地盤の流動変形解析法
日本大学理工学部土木工学科 教授 小林 義和 先生 | 03-50 |
| 02 | SoilWorks for FLIP 主な機能特徴
株式会社マイダスイテイジヤパン | 51-64 |
| 03 | SoilWorks for FLIPリリースノート (Ver.150R2)
株式会社マイダスイテイジヤパン | 65-74 |
| 04 | SoilWorks for FLIPリリースノート (Ver.150R3)
株式会社マイダスイテイジヤパン | 75-78 |
| 05 | SoilWorks for FLIP リリースノート (Ver.200)
株式会社マイダスイテイジヤパン | 79-88 |
| 06 | SoilWorks for FLIP リリースノート (Ver.250)
株式会社マイダスイテイジヤパン | 89-102 |
| 07 | SoilWorks for FLIP リリースノート (Ver.300)
株式会社マイダスイテイジヤパン | 103-114 |
| 08 | SoilWorks for FLIP リリースノート (Ver.350)
株式会社マイダスイテイジヤパン | 115-121 |

01 粘性流体モデルに基づく2次元及び3次元問題を対象とした 液状化地盤の流動変形解析法

日本大学理工学部土木工学科 教授 小林 義和 先生

粘性流体モデルに基づく 2次元及び 3次元問題を対象とした 液状化地盤の流動変形解析法

小林 義和

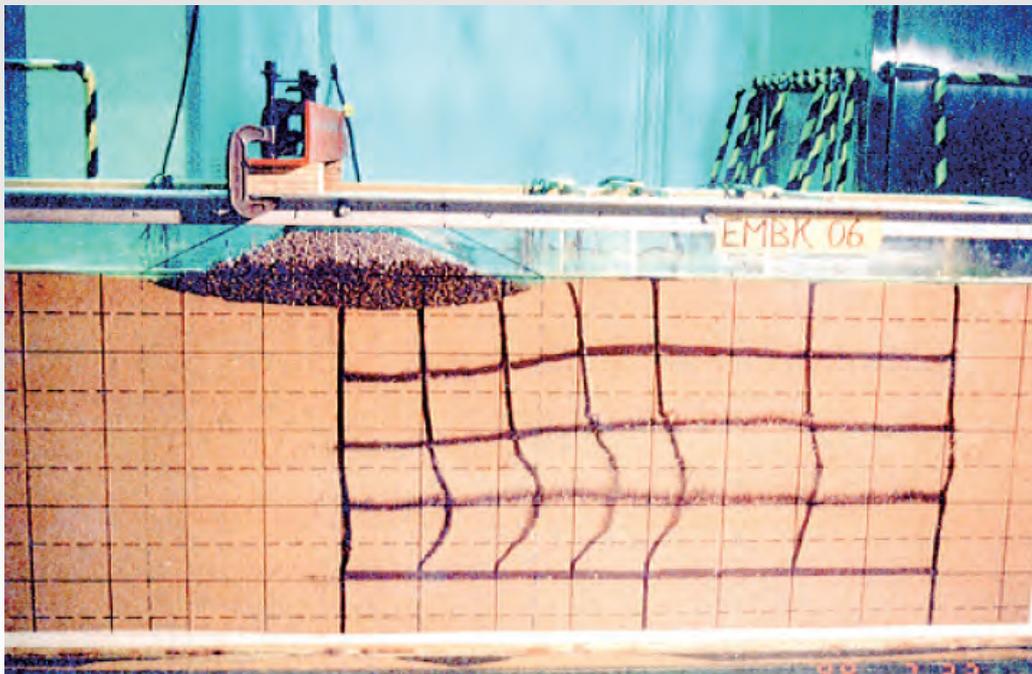
日本大学工学部土木工学科

2016年12月19日 於 地盤工学会

液状化地盤の流動はなぜ停止するのか？

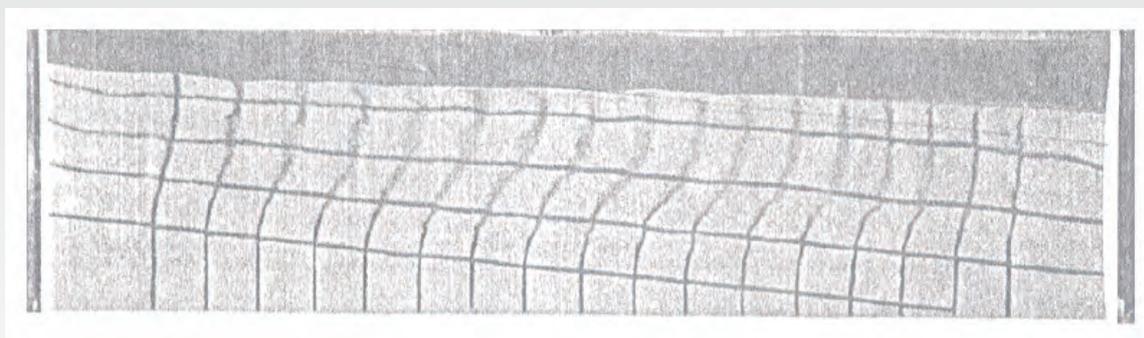
- 一般的な微小変形理論に基づく解析
 - 大ひずみによる体積膨張に伴う有効応力の回復と、それによる剛性回復

液状化地盤の流動はなぜ停止するのか？



振動台模型実験の結果 (盛土沈下)

液状化地盤の流動はなぜ停止するのか？



振動台模型実験の結果 (斜面流動)

液状化地盤の流動はなぜ停止するのか?

- ひょっとしたら、地盤の剛性及び強度が失なわれている完全液状化の状態では、異なるメカニズムで流動が停止するのではないか???
 - ポテンシャルエネルギー (剛性が 0 であることを想定しているため、ひずみエネルギーは除く) の最小点で流動が停止しているのでは?(エネルギー原理)
- ↓
- 幾何学的非線形性の考慮の必要性

大変形問題 (幾何学的非線形性) を考慮した数値解析手法

- アダプティブ有限要素法 (R Adaptivity, H Adaptivity)
- 粒子法 (SPH, MPS, MPM, その他)

液状化地盤の流動はなぜ停止するのか?

- ひょっとしたら、地盤の剛性及び強度が失なわれている完全液状化の状態では、異なるメカニズムで流動が停止するのではないか???
 - ポテンシャルエネルギー (剛性が0であることを想定しているため、ひずみエネルギーは除く) の最小点で流動が停止しているのでは?(エネルギー原理)
↓
 - 幾何学的非線形性の考慮の必要性
↓
 - 幾何学的非線形性を考慮した解析手法の計算コストの上昇
↓
 - 粘性流体モデルに基づく液状化地盤の流動解析法 (Towhata, 1996)

Ikuo Towhata, Roland P. Orense, and Hirofumi Toyota. Mathematical principles in prediction of lateral ground displacement induced by seismic liquefaction. Soils and Foundations, 1996.

粘性流体モデルによる液状化地盤の流動解析の目的

- 二次元及び三次元問題を対象として、幾何学的非線形性を考慮しつつ、液状化地盤の流動変形を少ない計算コストで、エネルギー原理に基づいて推定する
 - 精度はものすごく高くなくてよいので、簡略に、使えそうな仮定は使って計算コストの低減を図る。
 - 液状化地盤の水平流動変位の深さ方向の分布を、Sin 関数の重ね合わせで近似する。
 - 液状化地盤の水平流動の水平方向の分布については、有限要素法によって離散化する。
 - 液状化砂を粘性流体としてモデル化する。(完全液状化後の、液状化砂の剛性と強度が0である状態の変形の推定を対象とする)
 - ラグランジェの運動方程式により、エネルギー原理に基づいて液状化地盤の挙動を推定する。

二次元モデルを対象とした粘性流体モデルによる液状化地盤の流動変形解析

支配方程式

ラグランジェの運動方程式

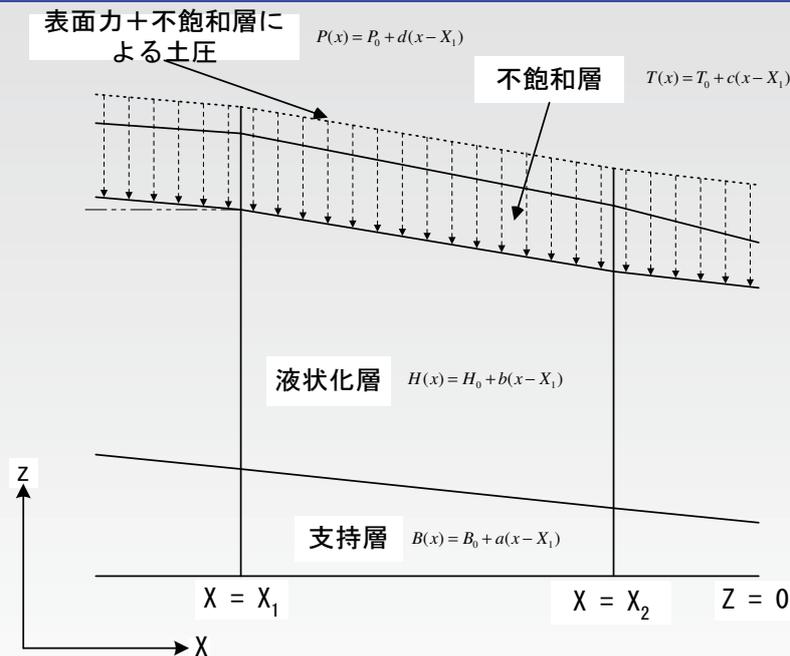
$$\frac{d}{dt} \left\{ \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right\} - \frac{\partial L}{\partial q_i} = - \frac{1}{2} \frac{\partial D}{\partial \dot{q}_i}$$

ただし、

$$L = K - P$$

であり、 K , P , D はそれぞれシステム全体における運動エネルギー、ポテンシャルエネルギー、消散エネルギーである。また、 q_i は一般化された変位である。

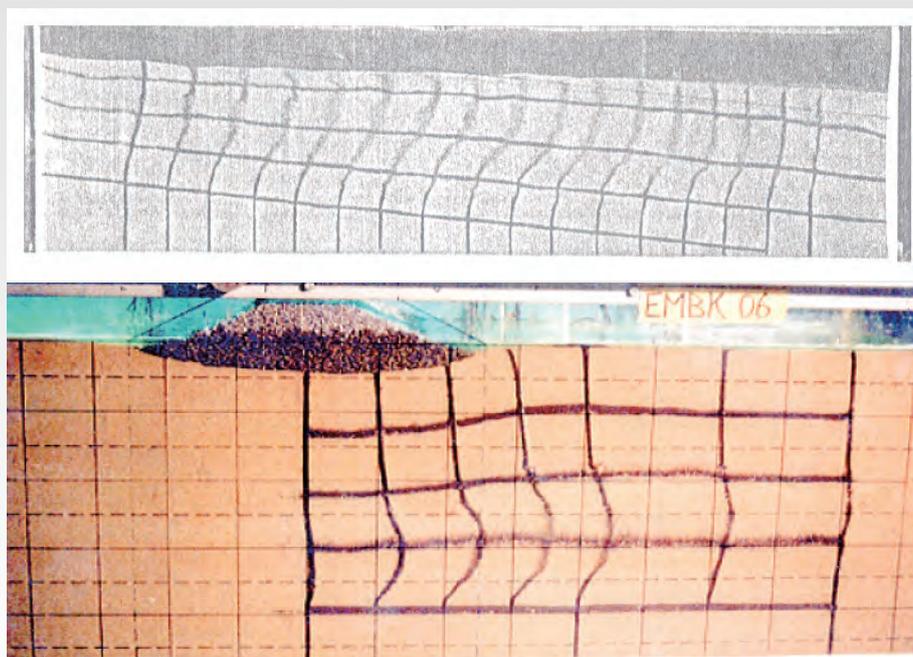
二次元解析モデル



$$B(x) = B_0 + a(x - X_1), H(x) = H_0 + b(x - X_1)$$

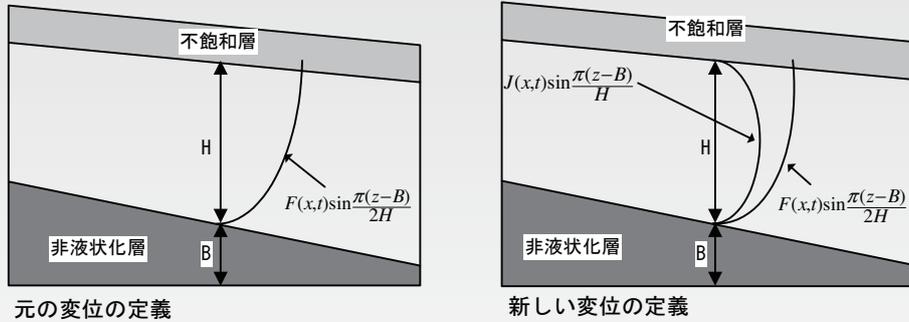
$$T(x) = T_0 + c(x - X_1), P(x) = P_0 + d(x - X_1)$$

水平変位の深さ方向分布



粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 二次元粘性流体モデルによる解析手法

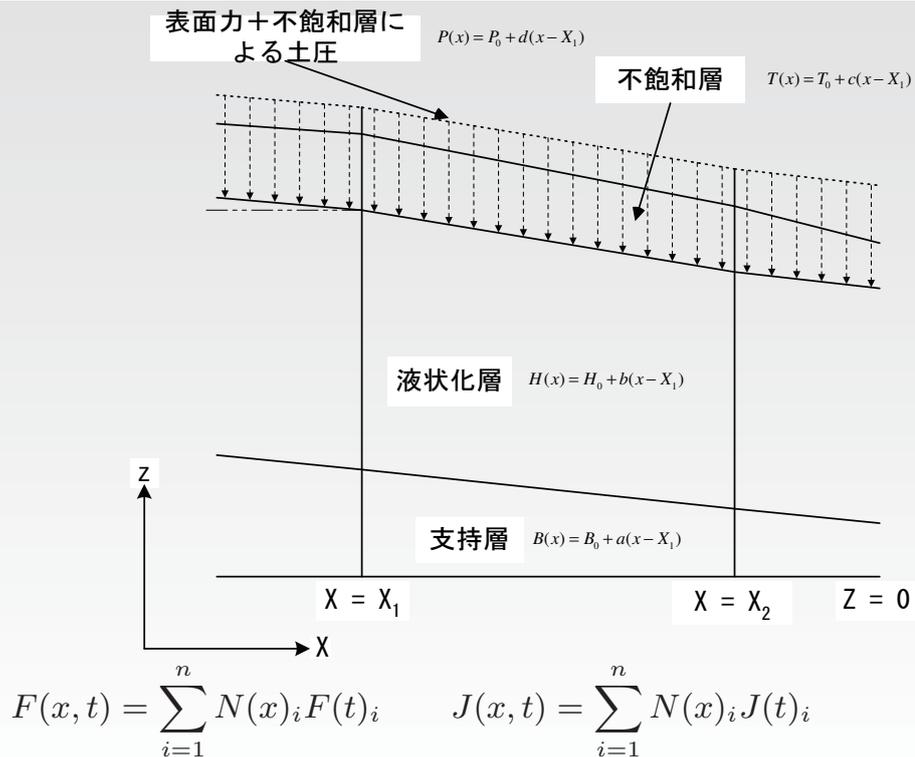
水平変位の深さ方向分布



$$u(x, z, t) = F(x, t) \sin \frac{\pi(z - B)}{2H} + J(x, t) \sin \frac{\pi(z - B)}{H}$$

粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 二次元粘性流体モデルによる解析手法

水平変位の水平方向の離散化



水平変位の水平方向の離散化

以降, F と J を, 以下のように記述する.

$$F(x, t) = [N] \{F\} = [F] \{N\}$$

$$J(x, t) = [N] \{J\} = [J] \{N\}$$

ただし,

$$\{N\} = \begin{Bmatrix} N_1(x) \\ N_2(x) \\ \vdots \\ N_n(x) \end{Bmatrix} \quad \{F\} = \begin{Bmatrix} F_1(t) \\ F_2(t) \\ \vdots \\ F_n(t) \end{Bmatrix} \quad \{J\} = \begin{Bmatrix} J_1(t) \\ J_2(t) \\ \vdots \\ J_n(t) \end{Bmatrix}$$

$$[N] = \{N\}^T \quad [F] = \{F\}^T \quad [J] = \{J\}^T$$

液状化層の鉛直変位

流動変形中の非圧縮性を仮定

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

二次元問題では, 平面ひずみ状態を想定しているため,

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

この非圧縮性条件式に, 水平変位式

$$u(x, z, t) = F(x, t) \sin \frac{\pi(z - B)}{2H} + J(x, t) \sin \frac{\pi(z - B)}{H}$$

を代入すると,

$$\begin{aligned} \frac{\partial w}{\partial z} &= -\frac{\partial u}{\partial x} \\ &= -\frac{\partial F}{\partial x} \sin \frac{\pi(z - B)}{2H} + \frac{\pi}{2H^2} F \{aH + (z - B)b\} \cos \frac{\pi(z - B)}{2H} \\ &\quad -\frac{\partial J}{\partial x} \sin \frac{\pi(z - B)}{H} + \frac{\pi}{H^2} J \{aH + (z - B)b\} \cos \frac{\pi(z - B)}{H} \end{aligned}$$

液状化層の鉛直変位

先程の微分方程式を解くと、

$$\begin{aligned}
 w &= \frac{2H}{\pi} \frac{\partial F}{\partial x} \cos \frac{\pi(z-B)}{2H} \\
 &+ \frac{\pi}{2H^2} F \left[\frac{2H}{\pi} \{aH + (z-B)b\} \sin \frac{\pi(z-B)}{2H} + \frac{4H^2b}{\pi^2} \cos \frac{\pi(z-B)}{2H} \right] \\
 &+ \frac{H}{\pi} \frac{\partial J}{\partial x} \cos \frac{\pi(z-B)}{H} \\
 &+ \frac{\pi}{H^2} J \left[\frac{H}{\pi} \{aH + (z-B)b\} \sin \frac{\pi(z-B)}{H} + \frac{H^2b}{\pi^2} \cos \frac{\pi(z-B)}{H} \right] + C
 \end{aligned}$$

ここで、液状化層底面における液状化砂の鉛直変位はあきらかに 0 であるため、

$$\begin{aligned}
 w|_{z=B} &= 0 \\
 &= -\frac{2H}{\pi} \frac{\partial F}{\partial x} - \frac{2b}{\pi} F + \frac{H}{\pi} \frac{\partial J}{\partial x} + \frac{b}{\pi} J + C \\
 C &= \frac{2H}{\pi} \frac{\partial F}{\partial x} + \frac{2b}{\pi} F - \frac{H}{\pi} \frac{\partial J}{\partial x} - \frac{b}{\pi} J
 \end{aligned}$$

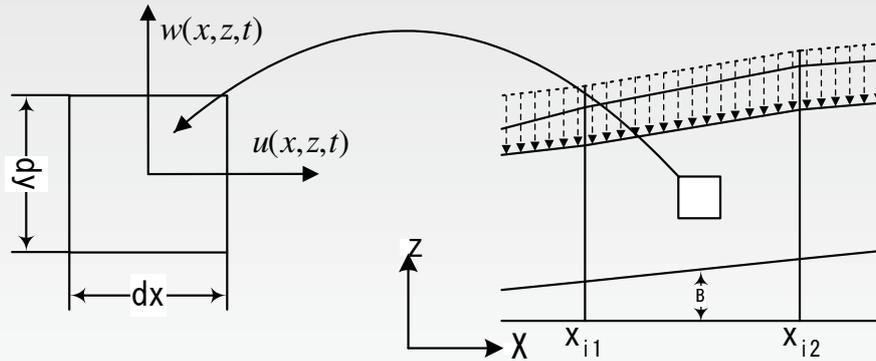
液状化層の鉛直変位

結果として、液状化砂の任意点における鉛直変位は、

$$\begin{aligned}
 w &= \frac{2}{\pi} \left\{ \cos \frac{\pi(z-B)}{2H} - 1 \right\} \left\{ H \frac{\partial F}{\partial x} + bF \right\} \\
 &+ \frac{1}{\pi} \left\{ \cos \frac{\pi(z-B)}{H} - 1 \right\} \left\{ H \frac{\partial J}{\partial x} + bJ \right\} \\
 &+ \frac{aH + (z-B)b}{H} \left\{ F \sin \frac{\pi(z-B)}{2H} + J \sin \frac{\pi(z-B)}{H} \right\}
 \end{aligned}$$

液状化層の運動エネルギー

$$K_l = \frac{1}{2} \int_{x_1}^{x_2} \int_B^{H+B} \rho_l (u^2 + w^2) dz dx$$



液状化層の運動エネルギー

液状化地盤中の微小要素 $dx dz$ における運動エネルギー

$$dK_l = \frac{1}{2} \rho_l (\dot{u}^2 + \dot{w}^2) dx dz$$

液状化地盤全体の運動エネルギー

$$K_l = \int \int \frac{1}{2} \rho_l (\dot{u}^2 + \dot{w}^2) dx dz = \sum_{i=1}^N \int_{x_{i1}}^{x_{i2}} \int_B^{H+B} \frac{1}{2} \rho_{li} (\dot{u}^2 + \dot{w}^2) dx dz$$

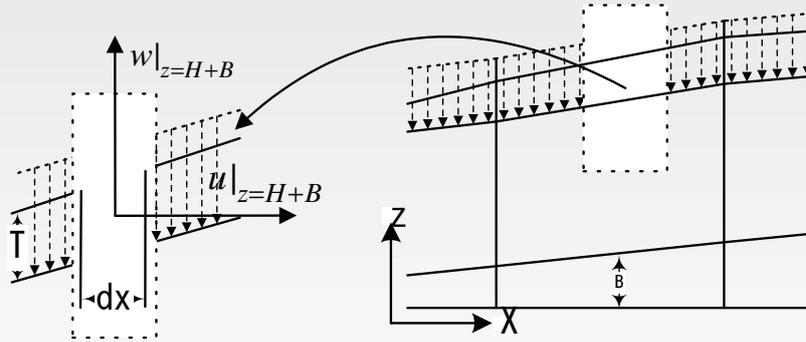
ここに, u と w の時間微分である

$$\begin{aligned} \dot{u}(x, z, t) &= \dot{F}(x, t) \sin \frac{\pi(z-B)}{2H} + \dot{J}(x, t) \sin \frac{\pi(z-B)}{H} \\ \dot{w}(x, z, t) &= \frac{2}{\pi} \left\{ \cos \frac{\pi(z-B)}{2H} - 1 \right\} \left\{ H \frac{\partial \dot{F}}{\partial x} + b \dot{F} \right\} \\ &\quad + \frac{1}{\pi} \left\{ \cos \frac{\pi(z-B)}{H} - 1 \right\} \left\{ H \frac{\partial \dot{J}}{\partial x} + b \dot{J} \right\} \\ &\quad + \frac{aH + (z-B)b}{H} \left\{ \dot{F} \sin \frac{\pi(z-B)}{2H} + \dot{J} \sin \frac{\pi(z-B)}{H} \right\} \end{aligned}$$

を代入する. このエネルギーの計算において, 鉛直方向には解析的な積分が可能である.

不飽和層の運動エネルギー

$$K_s = \frac{1}{2} \int_{x_1}^{x_2} \int_B^{H+B} \rho_{us} T \left(u|_{z=H+B}^2 + w|_{z=H+B}^2 \right) dz dx$$



不飽和層の運動エネルギー

不飽和層中の微小要素 $dx dz$ における運動エネルギー

$$K_{us} = \int \int_0^T \frac{1}{2} \rho_{us} (\dot{u}_{us}^2 + \dot{w}_{us}^2) dz dx = \sum_{i=1}^N \int_{x_{i1}}^{x_{i2}} \int_0^T \frac{1}{2} \rho_{usi} (\dot{u}_{us}^2 + \dot{w}_{us}^2) dz dx$$

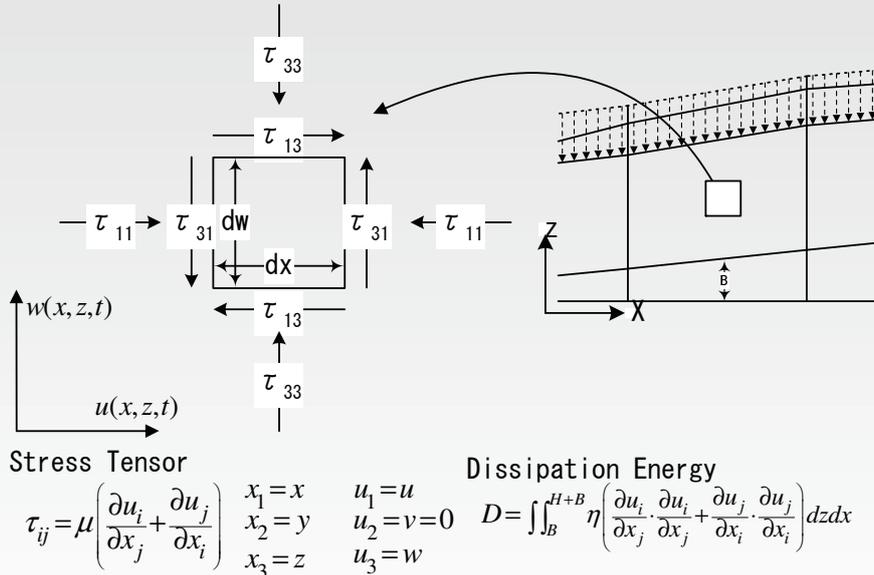
地表の不飽和層が、液状化層の上面と一体化して動くことを仮定すると、

$$\dot{u}_{us} = \dot{u}(x, z, t)|_{z=H+B} = \dot{F}$$

$$\dot{w}_{us} = \dot{w}(x, z, t)|_{z=H+B} = -\frac{2}{\pi} \left\{ H \frac{\partial \dot{F}}{\partial x} + b \dot{F} \right\} - \frac{2}{\pi} \left\{ H \frac{\partial J}{\partial x} + b J \right\} + (a+b) \dot{F}$$

となるので、これらを不飽和層の運動エネルギー式に代入する。

液状化層の消散エネルギー



液状化層の消散エネルギー

液状化砂はニュートン流体としてモデル化されているため、液状化層の微小要素 $dx dz$ における消散エネルギーは、

$$\begin{aligned} \tau_{ij} \dot{\epsilon}_{ij} dz dx &= \mu \left\{ \frac{\partial \dot{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \dot{u}_j}{\partial x_i} \right\} \frac{1}{2} \left\{ \frac{\partial \dot{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \dot{u}_j}{\partial x_i} \right\} dz dx \\ &= \mu \left[2 \left(\frac{\partial \dot{u}}{\partial x} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial \dot{w}}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial \dot{u}}{\partial z} \right)^2 \right] dz dx \end{aligned}$$

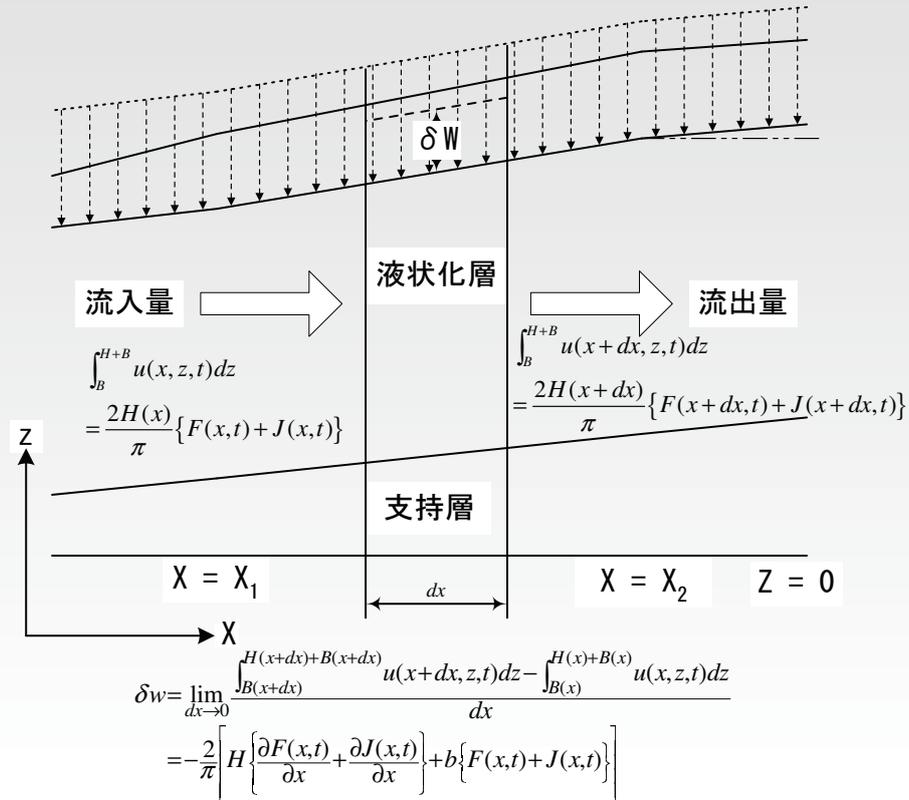
ただし、 $\frac{\partial \dot{w}}{\partial x}$ による項については、鉛直変位自体が小さいため、影響が小さいと考え、無視した。これを、解析対象範囲内で積分すると、液状化層における消散エネルギーが次のように求められる。

$$\begin{aligned} D_L &= \int \int_B^{H+B} \mu \left[2 \left(\frac{\partial \dot{u}}{\partial x} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial \dot{w}}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial \dot{u}}{\partial z} \right)^2 \right] dz dx \\ &= \sum_{i=1}^N \mu_i \int_{x_{i1}}^{x_{i2}} \int_B^{H+B} \left[2 \left(\frac{\partial \dot{u}}{\partial x} \right)^2 + 2 \left(\frac{\partial \dot{w}}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial \dot{u}}{\partial z} \right)^2 \right] dz dx \end{aligned}$$

ここで、等体積条件より、 $\frac{\partial u}{\partial x} = -\frac{\partial w}{\partial z}$ であることから、

$$D_L = \sum_{i=1}^N \mu_i \int_{x_{i1}}^{x_{i2}} \int_B^{H+B} \left[4 \left(\frac{\partial \dot{u}}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \dot{u}}{\partial z} \right)^2 \right] dz dx$$

液状化層のポテンシャルエネルギー



液状化層のポテンシャルエネルギー

$$\begin{aligned}
 F_{inflow} &= \int_B^{H+B} u(x, z, t) dz \\
 &= \int_B^{H+B} F(x, t) \sin \frac{\pi(z - B)}{2H} + J(x, t) \sin \frac{\pi(z - B)}{H} dz \\
 &= \frac{2H}{\pi} \{F(x, t) + J(x, t)\} \\
 F_{outflow} &= \int_B^{H+B} u(x + dx, z, t) dz \\
 &= \int_B^{H+B} F(x + dx, t) \sin \frac{\pi(z - B)}{2H} + J(x + dx, t) \sin \frac{\pi(z - B)}{H} dz \\
 &= \frac{2H}{\pi} \{F(x + dx, t) + J(x + dx, t)\}
 \end{aligned}$$

液状化層のポテンシャルエネルギー

$$\delta w = - \frac{F_{outflow} - F_{inflow}}{dx}$$

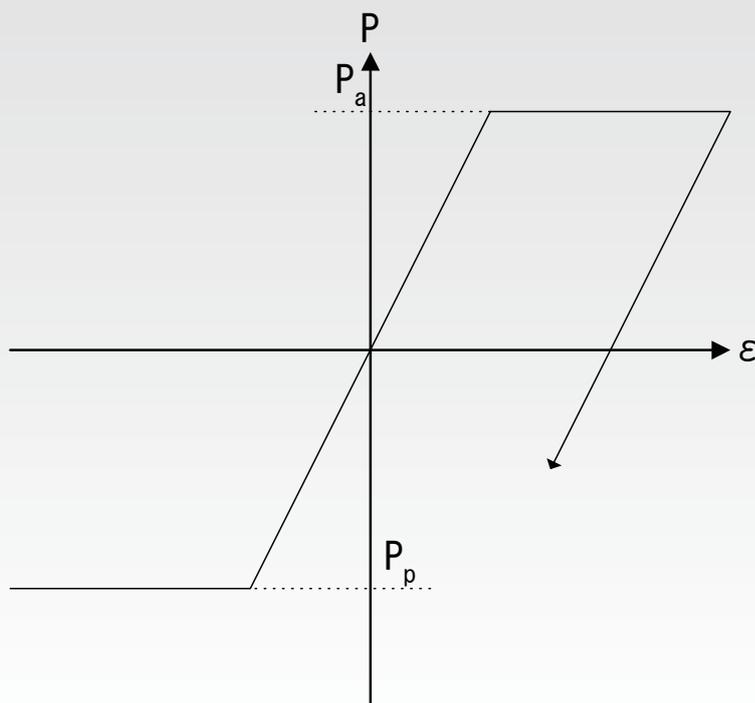
微小要素の長さ dx を無限小にとると、

$$\begin{aligned} \delta w(x, z, t) &= - \lim_{dx \rightarrow 0} \frac{F_{outflow} - F_{inflow}}{dx} \\ &= - \frac{\partial \frac{2H}{\pi} \{F + J\}}{\partial x} \\ &= - \frac{2}{\pi} \left[H \left\{ \frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial J}{\partial x} \right\} + b \{F + J\} \right] \end{aligned}$$

$$P_l = \int \int_B^{H+B+\delta w} \rho_l g z dz dx$$

$$\begin{aligned} P_l &= \int \int_B^{H+B+\delta w} \rho_l g z dz dx - \int \int_B^{H+B} \rho_l g z dz dx \\ &= \int \int_{H+B}^{H+B+\delta w} \rho_l g z dz dx = \sum_{i=1}^n \int_{x_{i1}}^{x_{i2}} \int_{H+B}^{H+B+\delta w} \rho_{li} g z dz dx \end{aligned}$$

不飽和層のひずみエネルギー



不飽和層のひずみエネルギー

不飽和層を線形弾性体とし、不飽和層が液状化層上面と一体となって挙動することを仮定すると、不飽和層の軸力によるひずみエネルギーは、

$$E_{ns} = \int \int_0^T \int_0^{\epsilon_{xx}} E \epsilon_{xx} d\epsilon dz dx = \sum_{i=1}^N \int \frac{1}{2} T E_i \epsilon_{xx}^2 dx$$

となる。ここで、地表面の水平変位は、

$$u(x, z, t)|_{z=H+B} = F$$

より、不飽和層における軸歪みエネルギーは、

$$E_{ns} = \sum_{i=1}^N \int_{x_{i1}}^{x_{i2}} \frac{1}{2} T E_i \left(\frac{\partial F}{\partial x} \right)^2 dx$$

不飽和層のひずみエネルギー

不飽和層を線形弾性体とし、不飽和層が液状化層上面と一体となって挙動することを仮定すると、不飽和層のせん断力によるひずみエネルギーは、

$$E_{ss} = \int \int_0^T \frac{1}{2} G (\epsilon_{zx}|_{z=H+B})^2 dz dx = \sum_{i=0}^N \int_{x_{i1}}^{x_{i2}} \frac{1}{2} T G_i (\epsilon_{zx}|_{z=H+B})^2 dx$$

ここで、地表面において、

$$\frac{\partial w}{\partial x} |_{z=H+B} = -\frac{2}{\pi} \left\{ H \left(\frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 J}{\partial x^2} \right) + 2b \left(\frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial J}{\partial x} \right) \right\}$$

であることから、

$$\begin{aligned} E_{ssi} &= \int_{x_{i1}}^{x_{i2}} \frac{1}{2} G_i T \left[-\frac{2}{\pi} \left\{ H \left(\frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 J}{\partial x^2} \right) + 2b \left(\frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial J}{\partial x} \right) \right\} \right]^2 dx \\ &= \frac{2}{\pi^2} G_i \int_{x_{i1}}^{x_{i2}} T \left\{ H^2 \left(\frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 J}{\partial x^2} \right)^2 \right. \\ &\quad \left. + 4bH \left(\frac{\partial^2 F}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 J}{\partial x^2} \right) \left(\frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial J}{\partial x} \right) \right. \\ &\quad \left. + 4b^2 \left(\frac{\partial F}{\partial x} + \frac{\partial J}{\partial x} \right)^2 \right\} dx \end{aligned}$$

支配方程式

ラグランジェの運動方程式

$$\frac{d}{dt} \left\{ \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right\} - \frac{\partial L}{\partial q_i} = - \frac{1}{2} \frac{\partial D}{\partial \dot{q}_i}$$

において、 q_i を F_i, J_i とし、それぞれで微分したものを並べると、

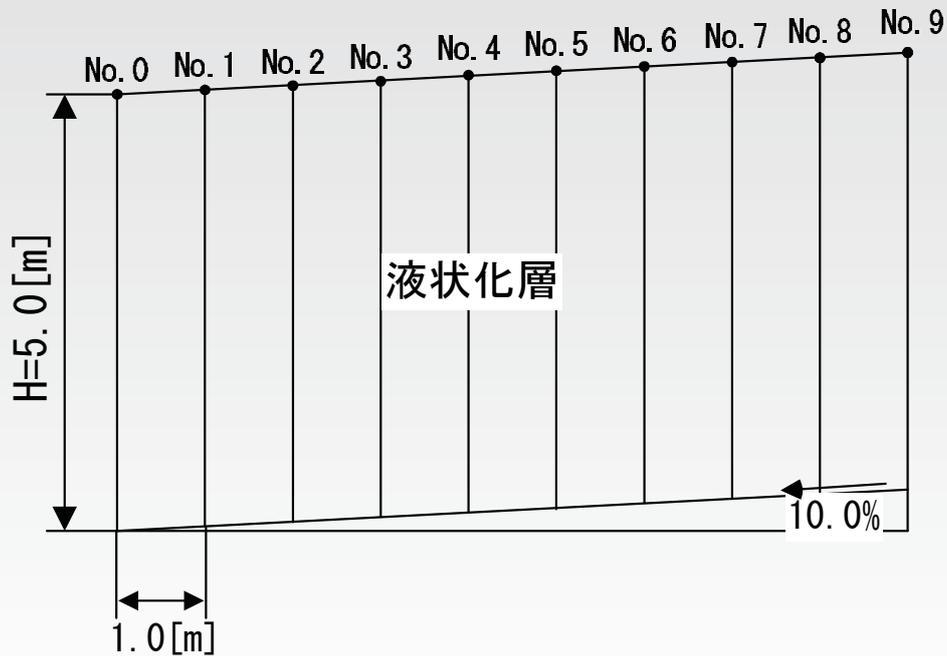
$$[M] \begin{Bmatrix} \ddot{F}_i \\ \ddot{J}_i \end{Bmatrix} + [C] \begin{Bmatrix} \dot{F}_i \\ \dot{J}_i \end{Bmatrix} + [K] \begin{Bmatrix} F_i \\ J_i \end{Bmatrix} = \{F\}$$

となり、一般的な時間積分法を使うことによって対象地盤の挙動を時間領域で求めることができる。

粘性流体モデルによる液状化地盤の流動解析の特徴

- 利点
 - 幾何学的非線形性 (大変形) を限定的にはあるが、考慮している。
 - 質量行列や剛性行列を作成する際には、鉛直方向については、解析的な積分が可能であるため、通常の2次元問題より各種行列の大きさが小さくなる。→解析コストが安い。
 - 完全液状化後の変形のみを対象としており、液状化砂を粘性流体としてモデル化しているため、複雑な構成方程式がなく、解析コストが安い。
- 欠点 (?)
 - 液状化砂の残留強度や剛性等を考慮していない。→発生しうる最大の変位が算出されるため、安全側の推定になっていると考えている。

二次元解析モデルの特徴

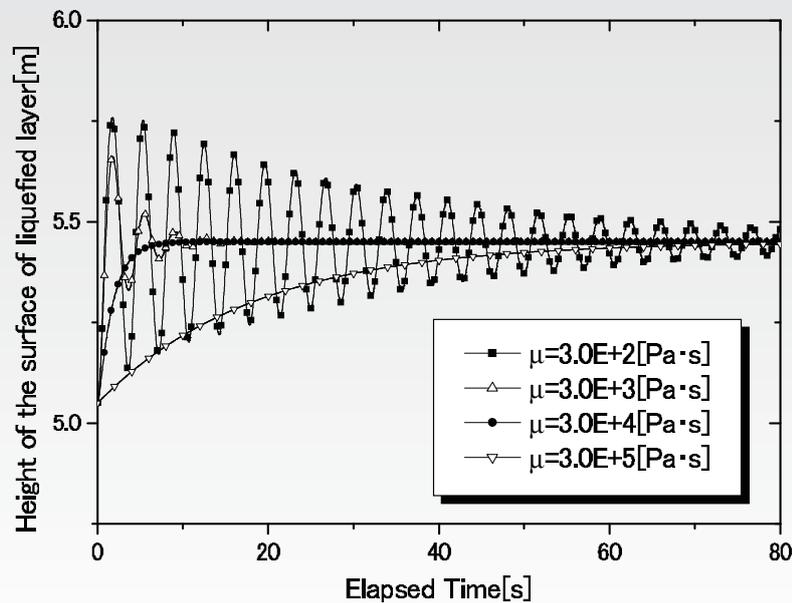


解析対象モデル (液状化層厚の変化なし)

粘性の影響

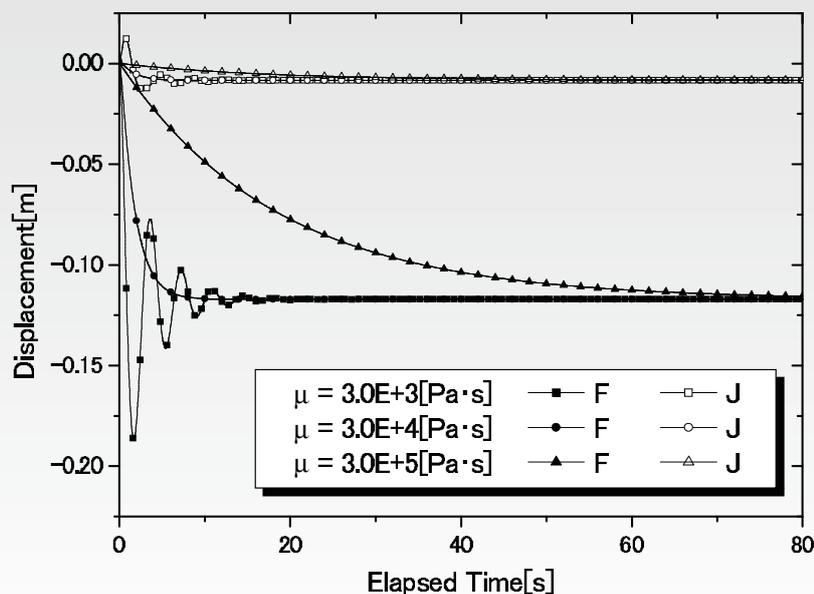
解析ケース	液状化砂の質量密度 [kg/m^3]	液状化砂の粘性係数 [$Pa \cdot s$]
Case1	1.9E+3	3.0E+2
Case2	1.9E+3	3.0E+3
Case3	1.9E+3	3.0E+4
Case4	1.9E+3	3.0E+5

粘性の影響



左端要素中央における流動による地表高の変化

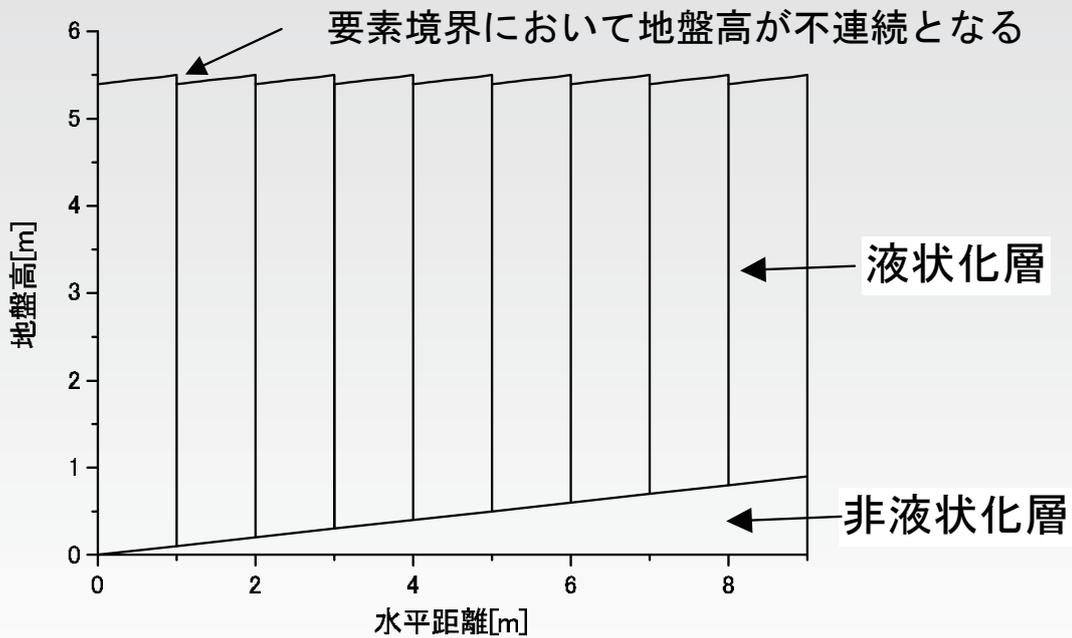
粘性の影響



節点番号1における流動量変化

粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 2 次元粘性流体モデルによる解析例

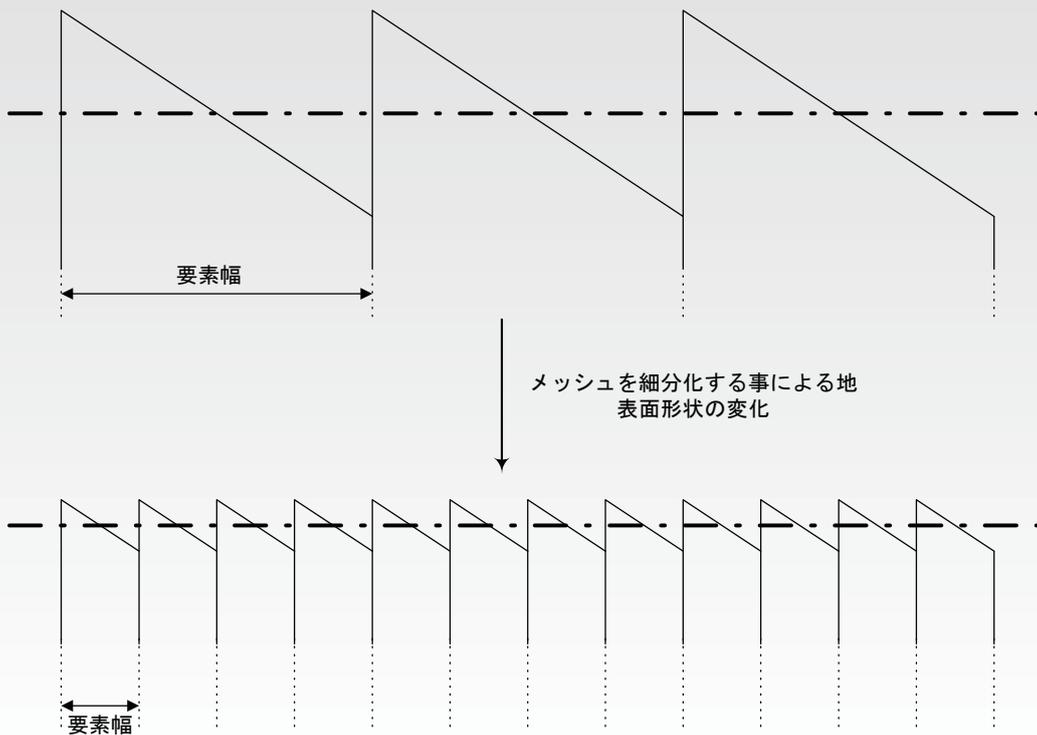
流動変形後の地表面形状 (液状化層厚の変化なし)



Case3 における地表面の最終変形形状

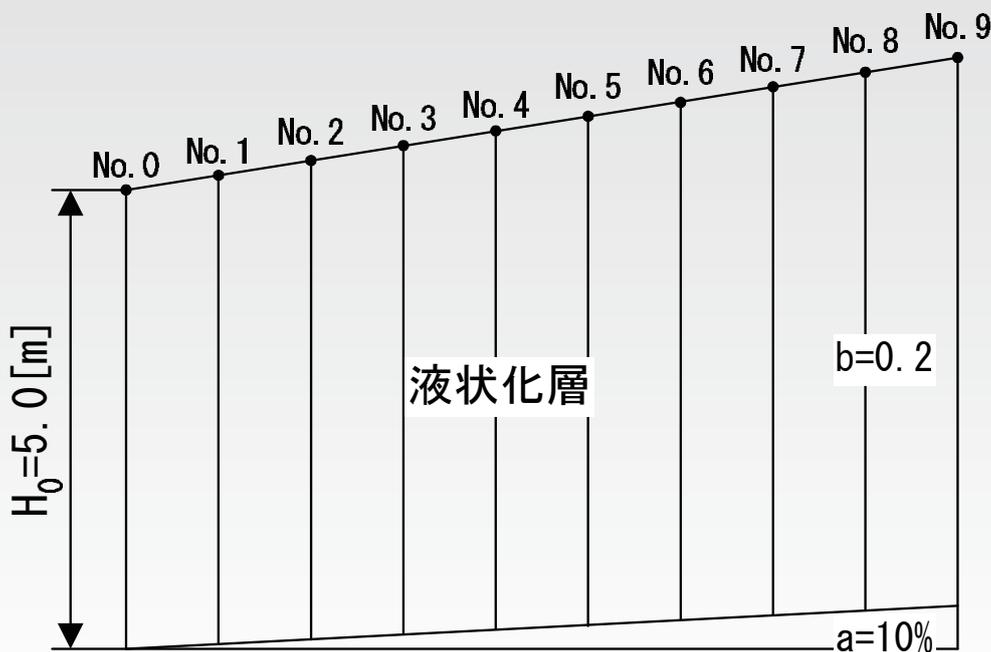
粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 2 次元粘性流体モデルによる解析例

流動変形後の地表面形状 (液状化層厚の変化なし)



要素分割をより細かくしたことによる地表面形状の変化

流動変形後の地表面形状 (液状化層厚の変化あり)



解析対象モデル

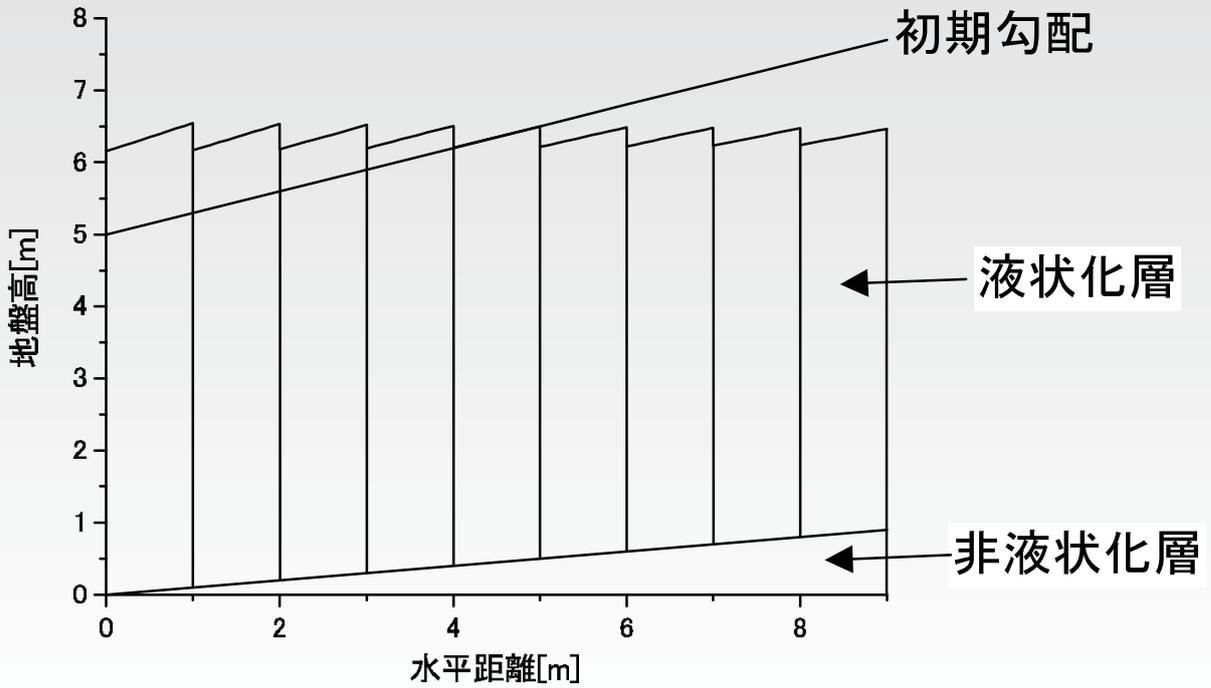
流動変形後の地表面形状 (液状化層厚の変化あり)

解析ケース	液状化砂の質量密度 [kg/m^3]	液状化砂の粘性係数 [$Pa \cdot s$]
Case1	1.9E+3	3.0E+3

検討に使用した物性値

粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 2 次元粘性流体モデルによる解析例

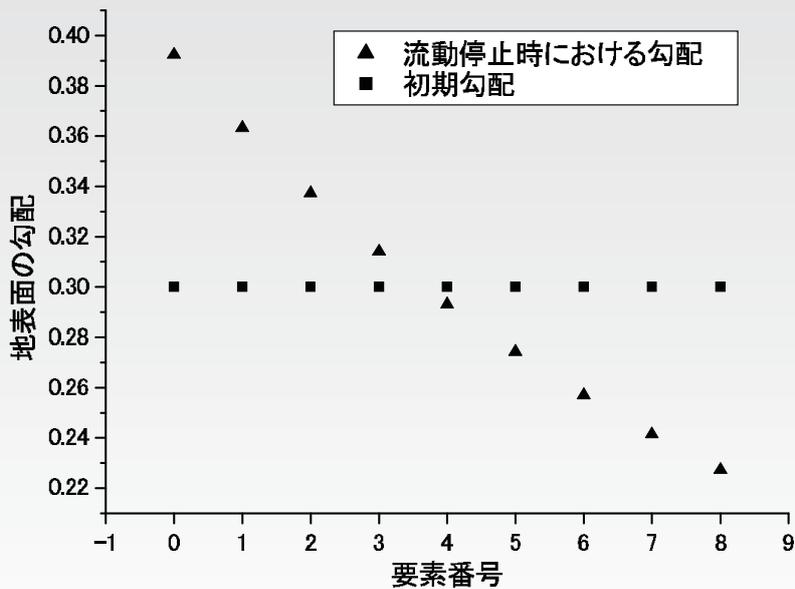
流動変形後の地表面形状 (液状化層厚の変化あり)



流動終了後の地表面形状

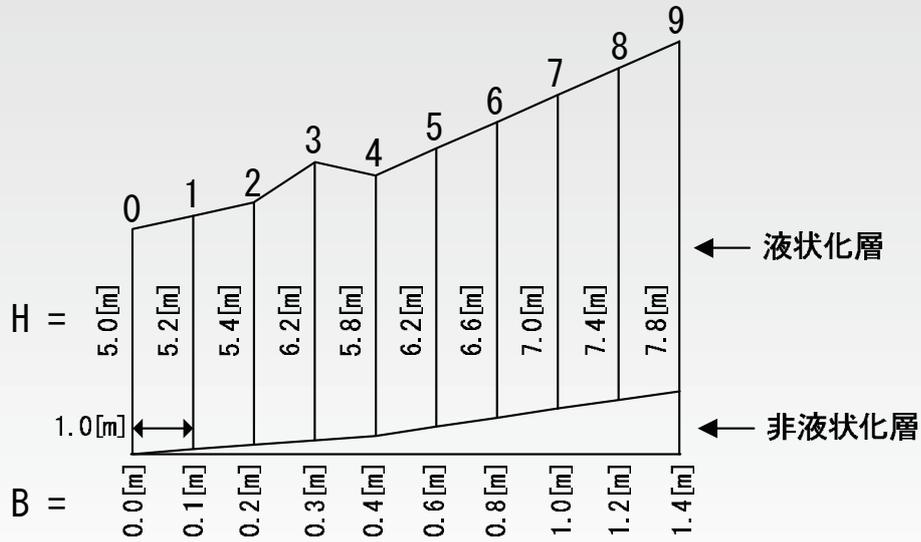
粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 2 次元粘性流体モデルによる解析例

流動変形後の地表面形状 (液状化層厚の変化あり)



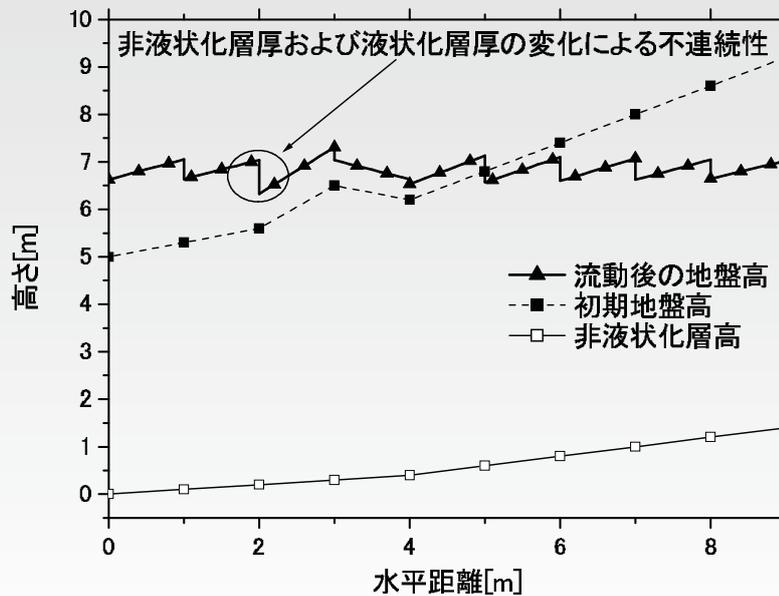
各要素における流動後と流動前の地表面勾配の比較

流動変形後の地表面形状 (液状化層厚と非液状化層厚の変化あり)



解析対象モデル

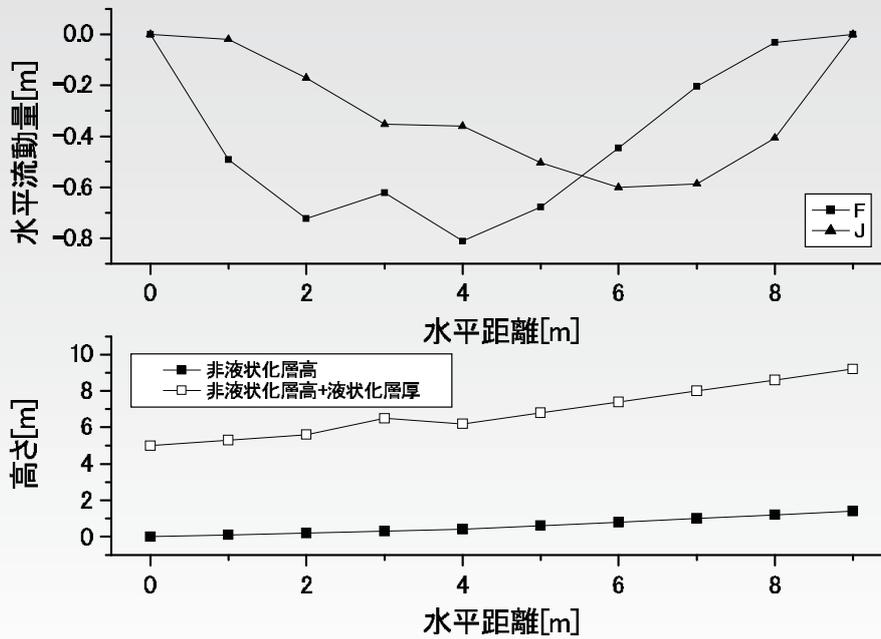
流動変形後の地表面形状 (液状化層厚と非液状化層厚の変化あり)



流動終了時の地盤形状

粘性流体モデルに基づく 2次元及び 3次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 2次元粘性流体モデルによる解析例

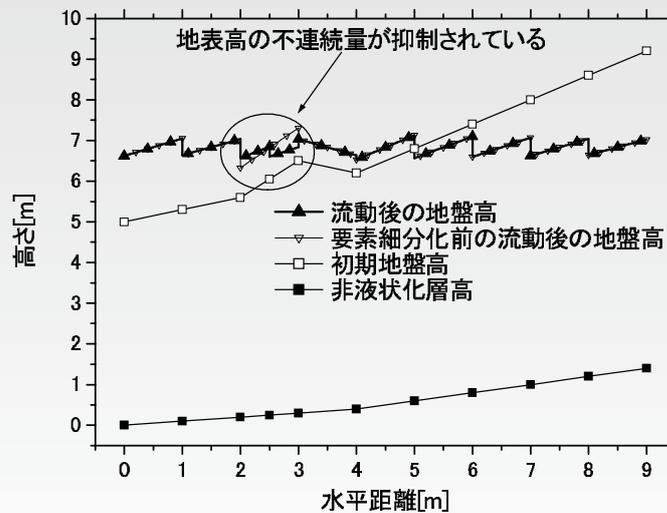
流動変形後の地表面形状 (液状化層厚と非液状化層厚の変化あり)



初期地表面形状と流動終了時の F モードおよび J モードの分布

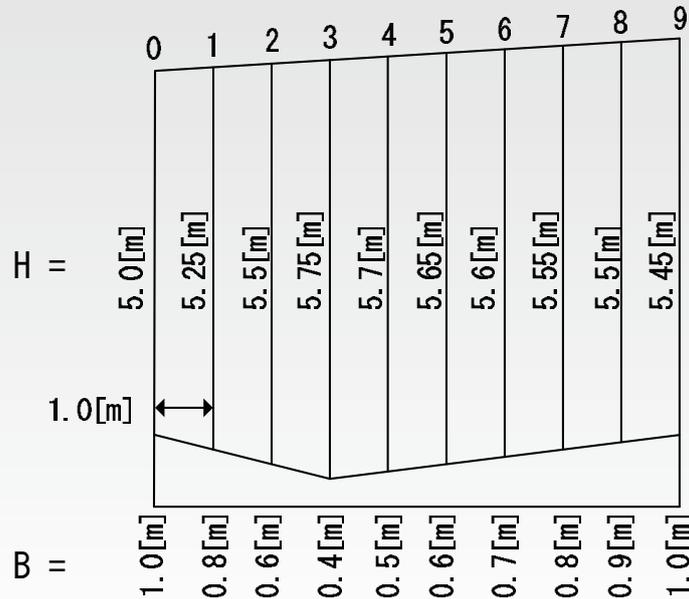
粘性流体モデルに基づく 2次元及び 3次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 2次元粘性流体モデルによる解析例

流動変形後の地表面形状 (液状化層厚と非液状化層厚の変化あり)



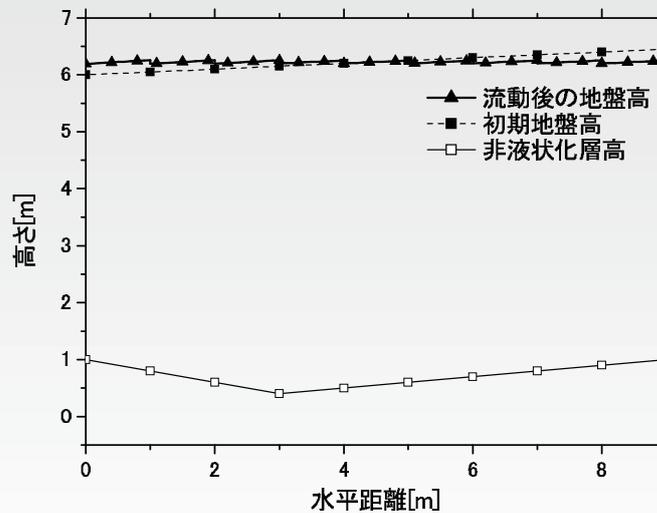
流動終了時の地盤形状 (地表面の不連続性が大きい場所に節点を追加した場合)

流動変形後の地表面形状 (液状化層厚の変化は大きいですが, 地表面高の変化は緩やか)



液状化層厚は急激に変化するけれども地表面高勾配は緩やかな地盤

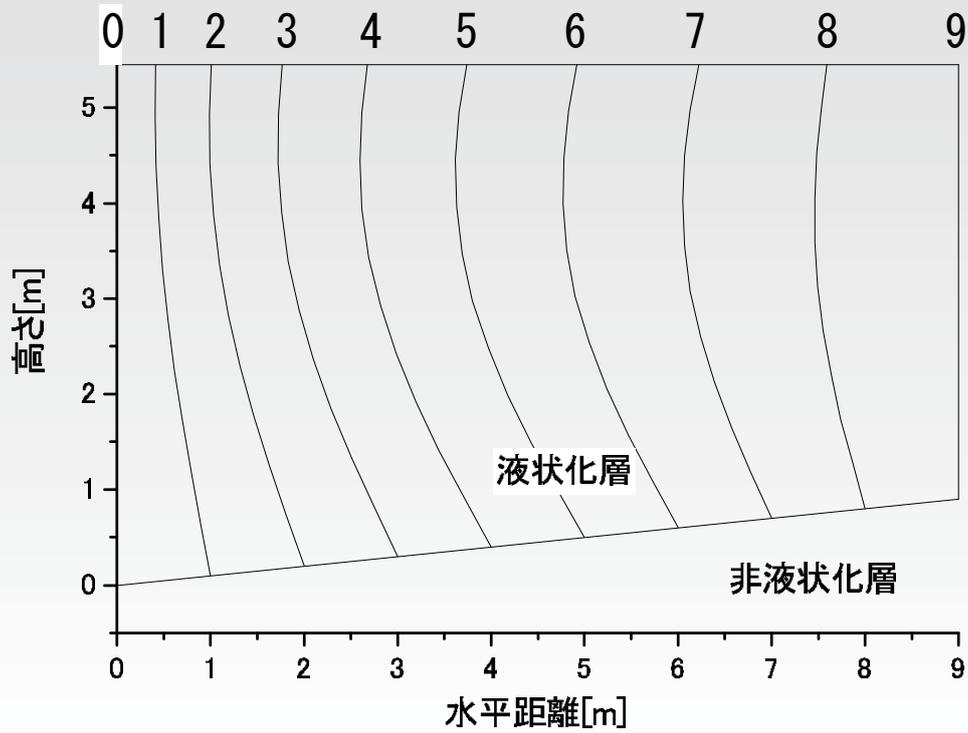
流動変形後の地表面形状 (液状化層厚の変化は大きいですが, 地表面高の変化は緩やか)



流動終了時の地盤形状

粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 2 次元粘性流体モデルによる解析例

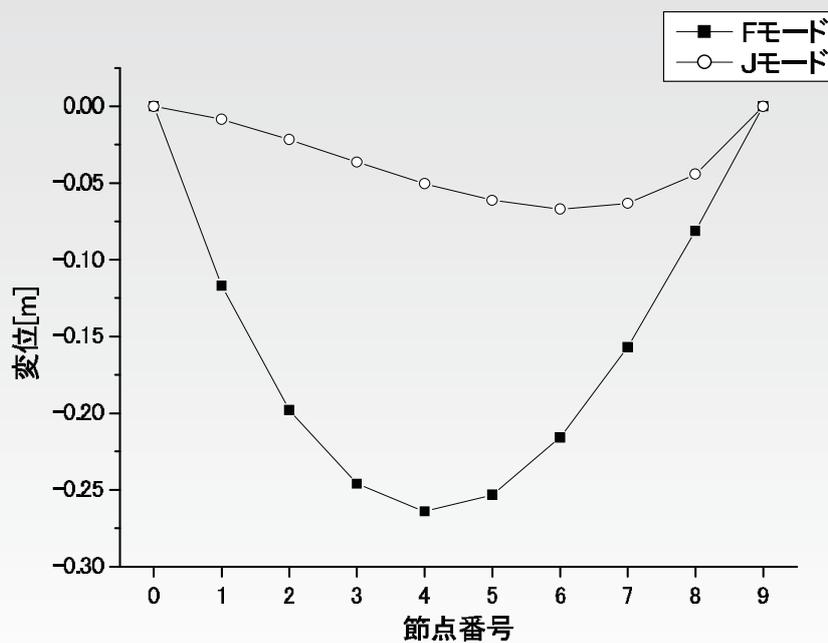
二次元解析モデルの特徴 (F モード及び J モードの成長特性)



不飽和層が無い場合の流動終了時の地盤形状

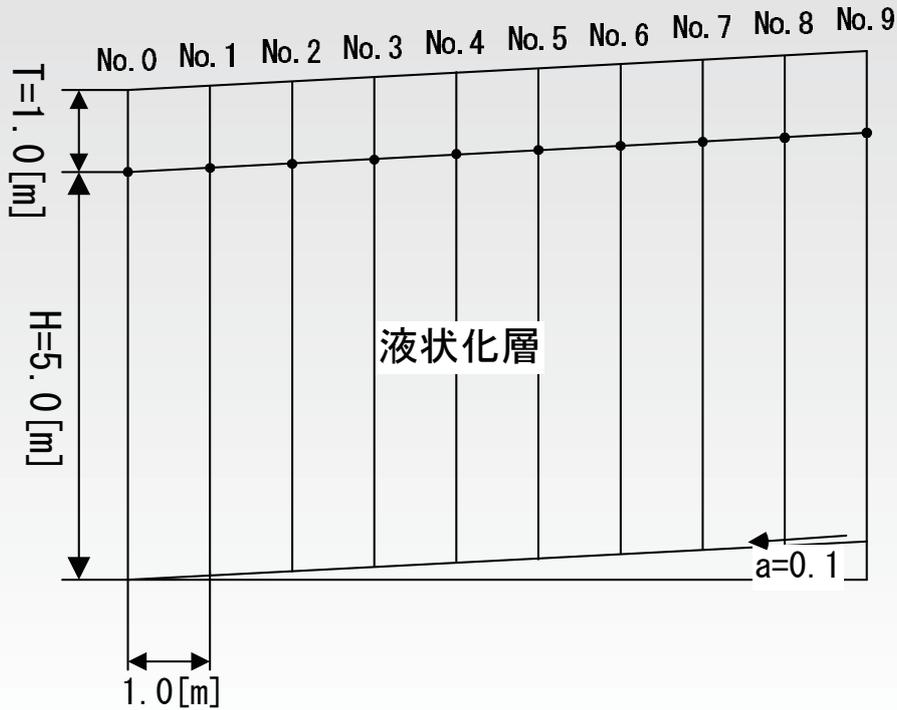
粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 2 次元粘性流体モデルによる解析例

二次元解析モデルの特徴 (F モード及び J モードの成長特性)



不飽和層が無い場合の流動終了時の F モード, J モードの分布

二次元解析モデルの特徴 (Fモード及びJモードの成長特性)



不飽和層を有する斜面モデル

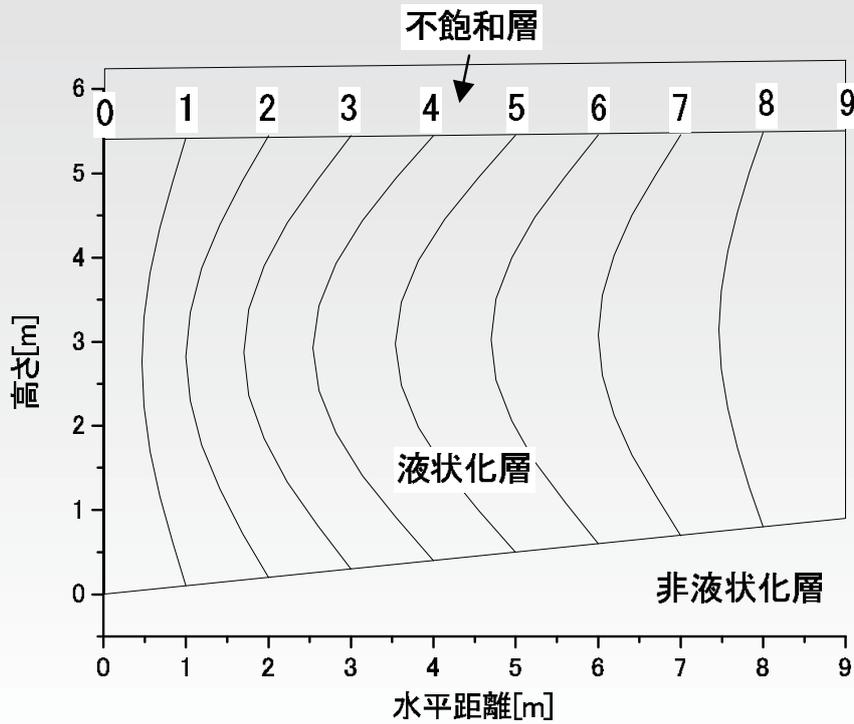
二次元解析モデルの特徴 (Fモード及びJモードの成長特性)

検討に使用した物性値

液状化砂の質量密度 [kg/m^3]	1.9E+3
液状化砂の粘性係数 [$Pa \cdot s$]	3.0E+4
不飽和層の質量密度 [kg/m^3]	1.6E+3
不飽和層のヤング率 [Pa]	1.0780E+5
不飽和層のせん断剛性 [Pa]	3.36875E+3

粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 2 次元粘性流体モデルによる解析例

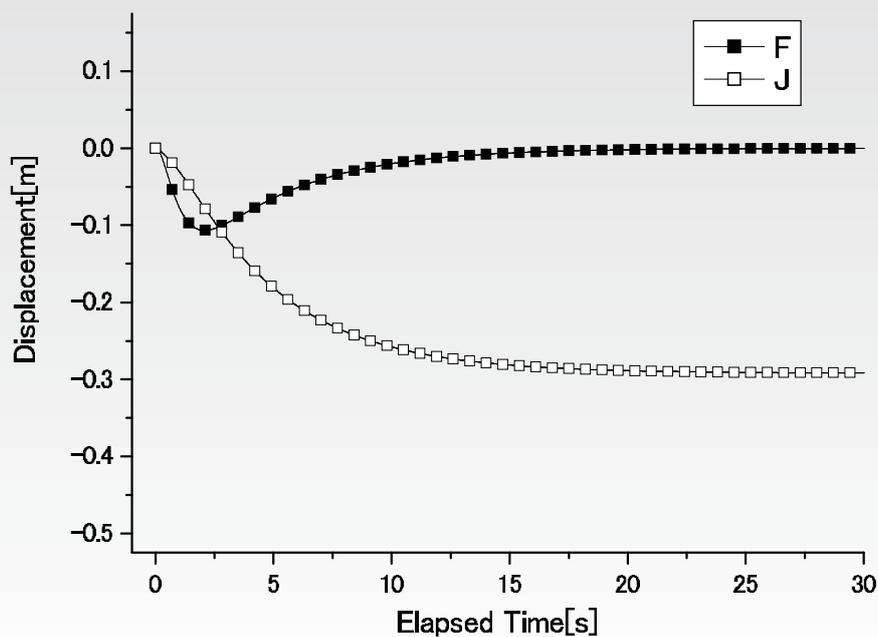
二次元解析モデルの特徴 (F モード及び J モードの成長特性)



不飽和層が有る場合の流動終了時の地盤形状

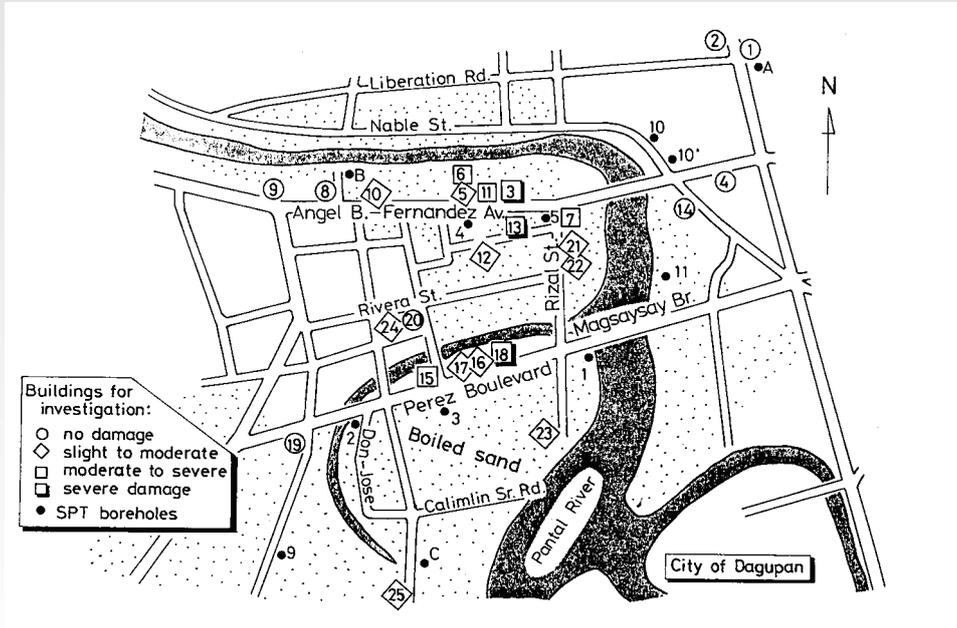
粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 2 次元粘性流体モデルによる解析例

二次元解析モデルの特徴 (F モード及び J モードの成長特性)



不飽和層を有する斜面モデルの節点 4 における F モードおよび J モードの時間変化

二次元解析モデルの実問題への適用例 (ダグパン市における浅い基礎の構造物の沈下, フィリピン地震 1990)



ダグパン市における地盤災害状況

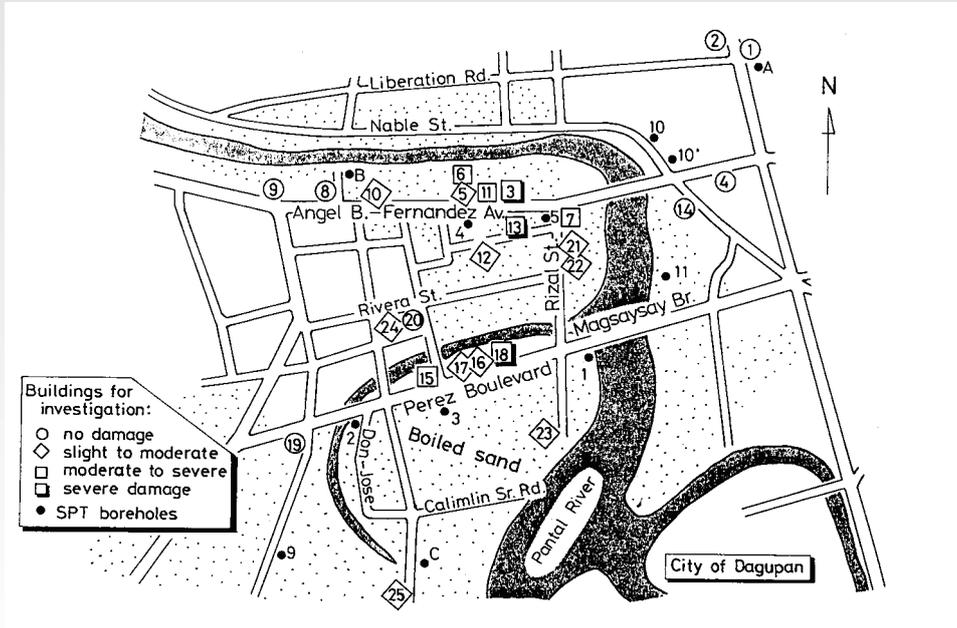
二次元解析モデルの実問題への適用例 (ダグパン市における浅い基礎の構造物の沈下, フィリピン地震 1990)

ダグパン市における構造物の傾斜による被害分類

Classification of Tilting	Approximate Angle of Tilt
NONE	0
Slight to Moderate	1 - 1.5 degrees
Moderate	2.0 degrees
Slight to Severe	2.5 degrees
Severe	greater than 3.0 degrees

粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 2 次元粘性流体モデルによる解析例

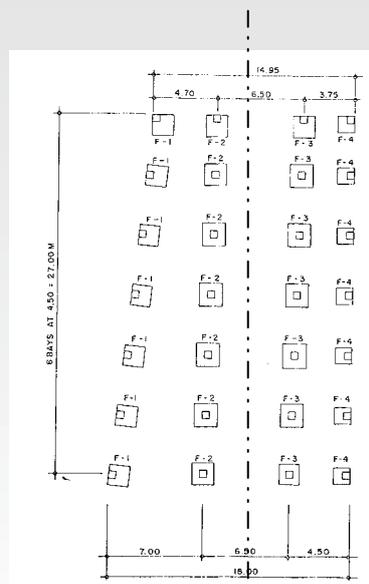
二次元解析モデルの実問題への適用例 (ダグパン市における浅い基礎の構造物の沈下, フィリピン地震 1990)



ダグパン市における地盤災害状況

粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 2 次元粘性流体モデルによる解析例

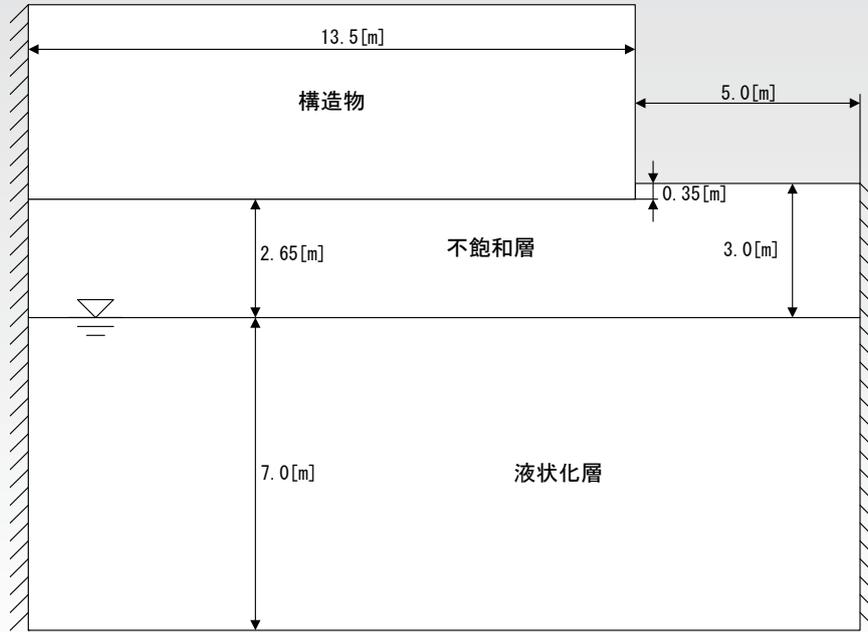
二次元解析モデルの実問題への適用例 (ダグパン市における浅い基礎の構造物の沈下, フィリピン地震 1990)



解析対象断面

解析対象構造物 (No.3) の平面図

二次元解析モデルの実問題への適用例 (ダグパン市における浅い基礎の構造物の沈下, フィリピン地震 1990)



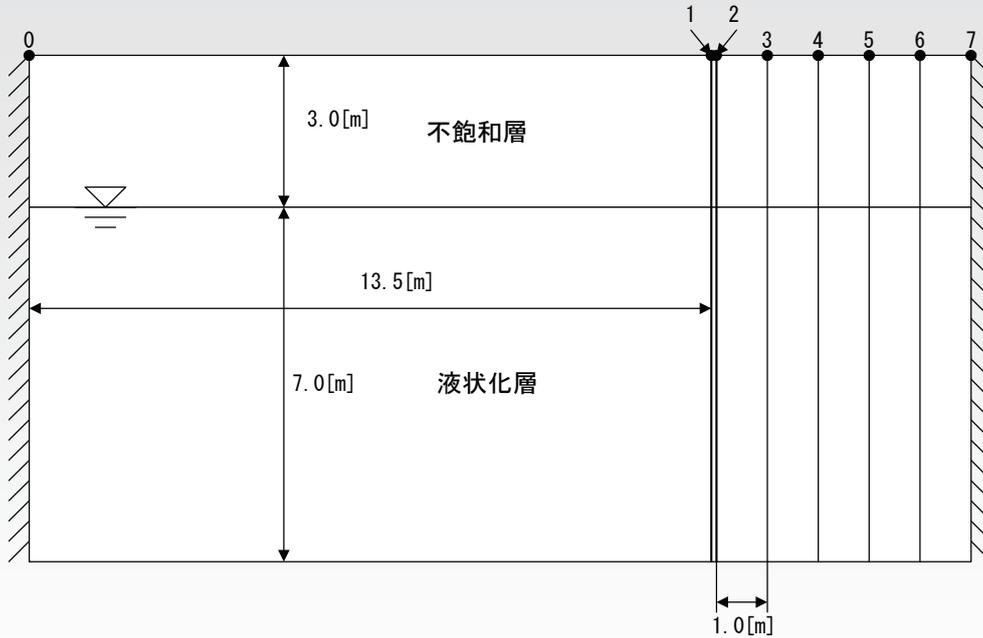
解析対象構造物 (No.3) のモデル図

二次元解析モデルの実問題への適用例 (ダグパン市における浅い基礎の構造物の沈下, フィリピン地震 1990)

ρ_l	1900 [kg/m ³]	: 液状化層の質量密度
ρ_s	1600 [kg/m ³]	: 不飽和層の質量密度
t	0.35 [m]	: 根入れ深さ
A_b	444.96 [m ²]	: 建物断面積
A_f	75.53 [m ²]	: フーチングの総断面積
P_a	62 [kPa]	: フーチングの接地圧
P_W	10.246 [kPa]	: 構造物による鉛直圧
P_C	4.581 [kPa]	: フーチング周辺の砂による鉛直圧補正量
P_{US}	41.912 [kPa]	: 構造物直下の不飽和層による鉛直圧
P	56.379 [kPa]	: 構造物直下における総鉛直圧
ρ_{str}	1918 [kg/m ³]	: 構造物部における不飽和層の質量密度
E	10780 [kPa]	: 不飽和層のヤング率
G	3668.75 [kPa]	: 不飽和層のせん断剛性
ϕ	30.0 °	: 不飽和層と構造物領域の境界における内部摩擦角
K_a	0.297173 [kPa]	: 不飽和層の主動土圧係数
K_0	0.5 [kPa]	: 不飽和層の静止土圧係数
K_p	10.09513 [kPa]	: 不飽和層の受動土圧係数

粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 2 次元粘性流体モデルによる解析例

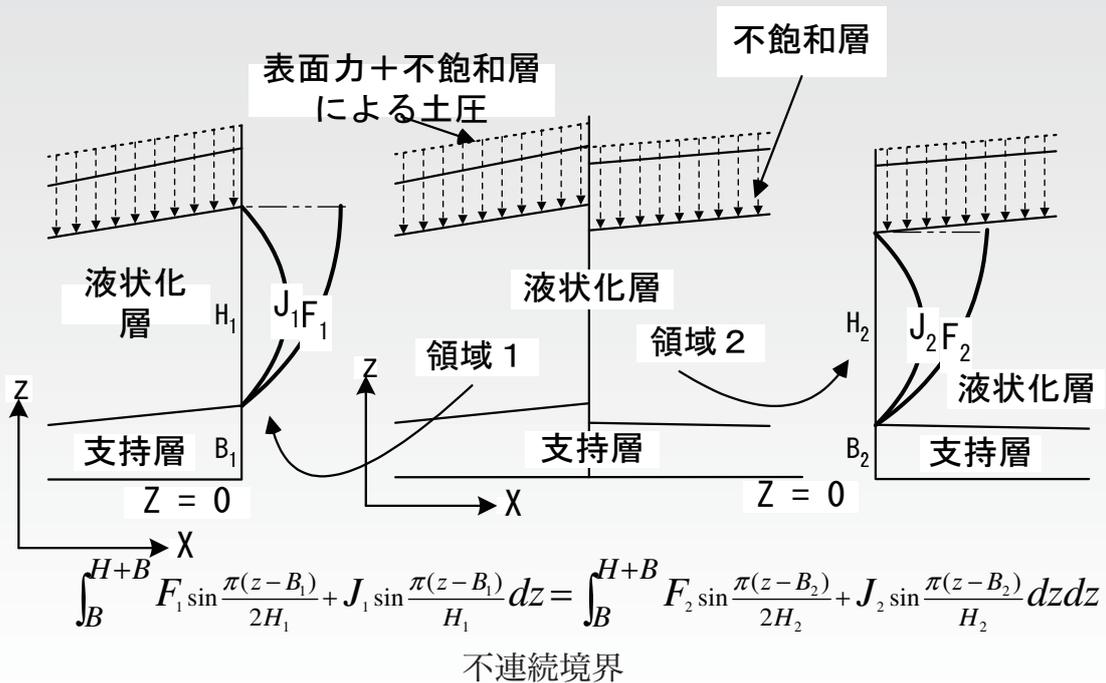
二次元解析モデルの実問題への適用例 (ダグパン市における浅い基礎の構造物の沈下, フィリピン地震 1990)



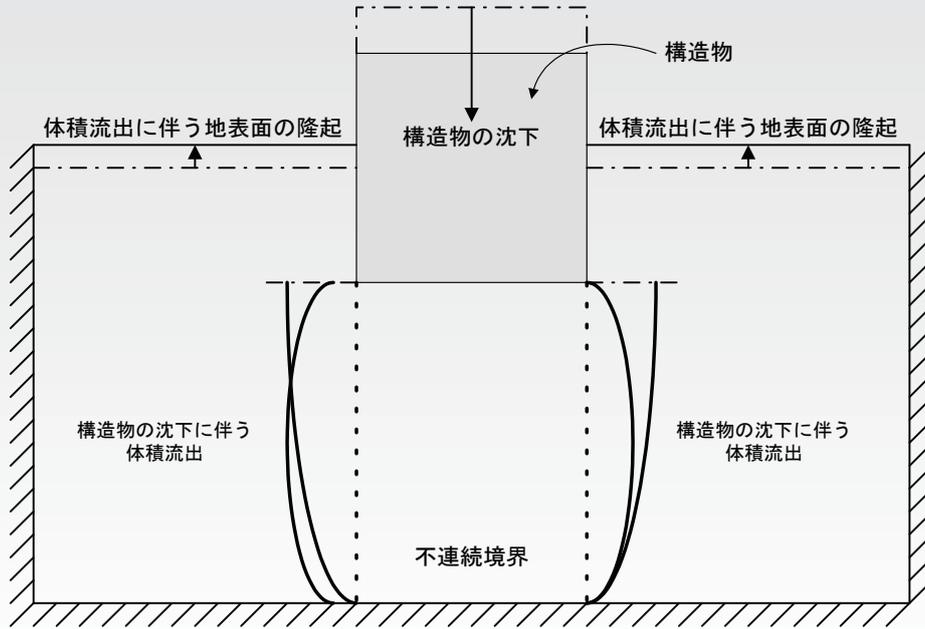
解析対象構造物 (No.3) のメッシュ図

粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 2 次元粘性流体モデルによる解析例

二次元解析モデルの実問題への適用例 (ダグパン市における浅い基礎の構造物の沈下, フィリピン地震 1990), 不連続境界の導入

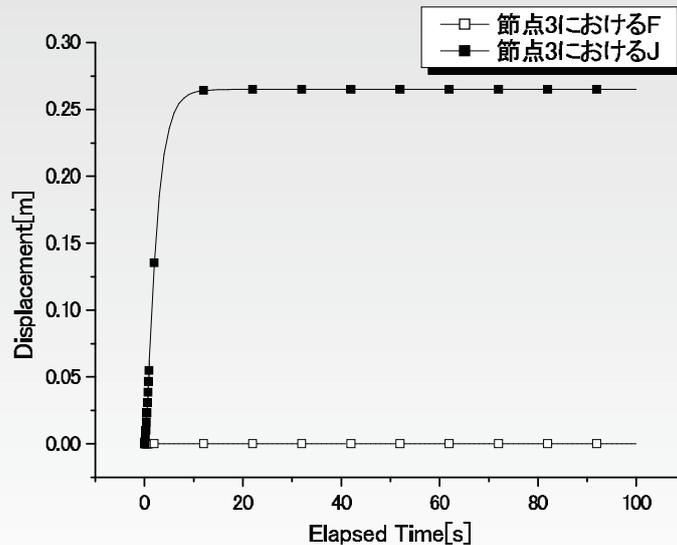


二次元解析モデルの実問題への適用例 (ダグパン市における浅い基礎の構造物の沈下, フィリピン地震 1990), 不連続境界の導入



不連続境界を利用した構造物の沈下解析

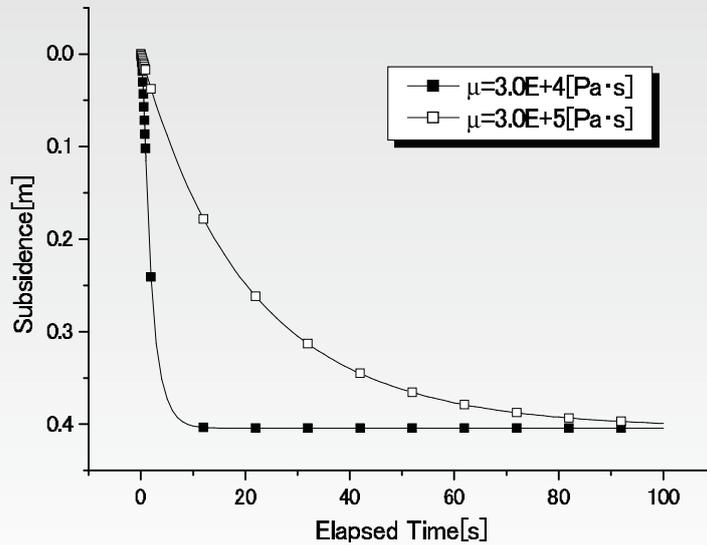
二次元解析モデルの実問題への適用例 (ダグパン市における浅い基礎の構造物の沈下, フィリピン地震 1990)



解析対象構造物 (No.3) の節点 3 における F モードと J モードの時系列

粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 2 次元粘性流体モデルによる解析例

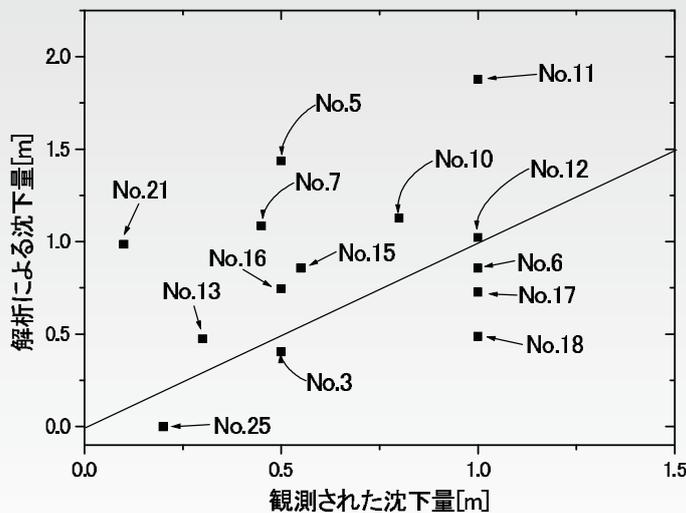
二次元解析モデルの実問題への適用例 (ダグパン市における浅い基礎の構造物の沈下, フィリピン地震 1990)



解析対象構造物 (No.3) の沈下量の時系列

粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
 ↳ 2 次元粘性流体モデルによる解析例

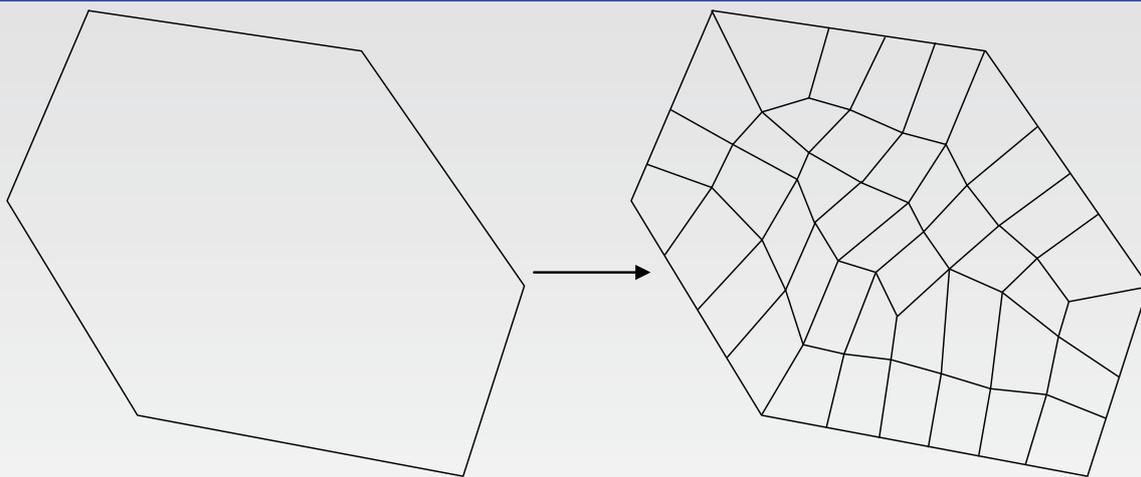
二次元解析モデルの実問題への適用例 (ダグパン市における浅い基礎の構造物の沈下, フィリピン地震 1990)



観測された沈下量と解析結果の比較

三次元モデルを対象とした粘性流体モデルによる液状化地盤の流動変形解析

三次元解析モデル



解析対象地盤

メッシュ分割後

$$B(x, y) = a_1 x + a_2 y + a_3 x y + a_4$$

$$H(x, y) = b_1 x + b_2 y + b_3 x y + b_4$$

$$T(x, y) = c_1 x + c_2 y + c_3 x y + c_4$$

$$P(x, y) = d_1 x + d_2 y + d_3 x y + d_4$$

三次元解析モデルにおける水平変位の深さ方向分布

$$\begin{aligned}
 u(x, y, z, t) &= F_u(x, y, t) \sin \frac{\pi(z-B)}{2H} + J_u(x, y, t) \sin \frac{\pi(z-B)}{H} \\
 v(x, y, z, t) &= F_v(x, y, t) \sin \frac{\pi(z-B)}{2H} + J_v(x, y, t) \sin \frac{\pi(z-B)}{H}
 \end{aligned}$$

液状化層の鉛直変位

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial w}{\partial z} &= -\frac{\partial u}{\partial x} - \frac{\partial v}{\partial y} \\
 &= -\frac{\partial F_u}{\partial x} \sin \frac{\pi(z-B)}{2H} - \frac{\partial J_u}{\partial x} \sin \frac{\pi(z-B)}{H} \\
 &\quad - \frac{\partial F_v}{\partial y} \sin \frac{\pi(z-B)}{2H} - \frac{\partial J_v}{\partial y} \sin \frac{\pi(z-B)}{H} \\
 &\quad + \frac{\pi \{(a_1 + a_3 y)H + (b_1 + b_3 y)(z-B)\}}{2H^2} F_u \cos \frac{\pi(z-B)}{2H} \\
 &\quad + \frac{\pi \{(a_1 + a_3 y)H + (b_1 + b_3 y)(z-B)\}}{H^2} J_u \cos \frac{\pi(z-B)}{H} \\
 &\quad + \frac{\pi \{(a_2 + a_3 x)H + (b_2 + b_3 x)(z-B)\}}{2H^2} F_v \cos \frac{\pi(z-B)}{2H} \\
 &\quad + \frac{\pi \{(a_2 + a_3 x)H + (b_2 + b_3 x)(z-B)\}}{H^2} J_v \cos \frac{\pi(z-B)}{H}
 \end{aligned}$$

液状化地盤の鉛直変位 (微分方程式を積分し, $w|_{z=B} = 0$ を適用)

$$\begin{aligned}
 w = & \frac{2H}{\pi} \frac{\partial F_u}{\partial x} \left\{ \cos \frac{\pi(z-B)}{2H} - 1 \right\} + \frac{2F_u}{\pi} (b_1 + b_3 y) \left\{ \cos \frac{\pi(z-B)}{2H} - 1 \right\} \\
 & + \frac{F_u}{H} \{ (a_1 + a_3 y)H + (b_1 + b_3 y)(z-B) \} \sin \frac{\pi(z-B)}{2H} \\
 & + \frac{H}{\pi} \frac{\partial J_u}{\partial x} \left\{ \cos \frac{\pi(z-B)}{H} - 1 \right\} + \frac{J_u}{\pi} (b_1 + b_3 y) \left\{ \cos \frac{\pi(z-B)}{H} - 1 \right\} \\
 & + \frac{J_u}{H} \{ (a_1 + a_3 y)H + (b_1 + b_3 y)(z-B) \} \sin \frac{\pi(z-B)}{H} \\
 & + \frac{2H}{\pi} \frac{\partial F_v}{\partial y} \left\{ \cos \frac{\pi(z-B)}{2H} - 1 \right\} + \frac{2F_v}{\pi} (b_2 + b_3 x) \left\{ \cos \frac{\pi(z-B)}{2H} - 1 \right\} \\
 & + \frac{F_v}{H} \{ (a_2 + a_3 x)H + (b_2 + b_3 x)(z-B) \} \sin \frac{\pi(z-B)}{2H} \\
 & + \frac{H}{\pi} \frac{\partial J_v}{\partial y} \left\{ \cos \frac{\pi(z-B)}{H} - 1 \right\} + \frac{J_v}{\pi} (b_2 + b_3 x) \left\{ \cos \frac{\pi(z-B)}{H} - 1 \right\} \\
 & + \frac{J_v}{H} \{ (a_2 + a_3 x)H + (b_2 + b_3 x)(z-B) \} \sin \frac{\pi(z-B)}{H}
 \end{aligned}$$

各種エネルギーの計算

液状化層の運動エネルギー

$$\begin{aligned}
 K_l &= \int_S \int_B^{H+B} \frac{1}{2} \rho_l g (\dot{u}^2 + \dot{v}^2 + \dot{w}^2) dz ds \\
 &= \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} \rho_{li} g \int_{S_i} \int_B^{H+B} (\dot{u}^2 + \dot{v}^2 + \dot{w}^2) dz ds
 \end{aligned}$$

不飽和層の運動エネルギー

$$\begin{aligned}
 K_{us} &= \int_S \int_0^T \frac{1}{2} \rho_s g (\dot{u}_{z=H+B}^2 + \dot{v}_{z=H+B}^2 + \dot{w}_{z=H+B}^2) dz ds \\
 &= \sum_{i=1}^N \int_{S_i} \frac{1}{2} \rho_{si} g T (\dot{u}_{z=H+B}^2 + \dot{v}_{z=H+B}^2 + \dot{w}_{z=H+B}^2) ds
 \end{aligned}$$

各種エネルギーの計算

ただし,

$$\begin{aligned}
 \dot{u}|_{z=H+B} &= \dot{F}_u \\
 \dot{v}|_{z=H+B} &= \dot{F}_v \\
 \dot{w}|_{z=H+B} &= -\frac{2H}{\pi} \frac{\partial \dot{F}_u}{\partial x} + \{(a_1 + a_3 y) + (b_1 + b_3 y)\} \dot{F}_u \\
 &\quad - \frac{2}{\pi} (b_1 + b_3 y) \dot{F}_u - \frac{2H}{\pi} \frac{\partial \dot{J}_u}{\partial x} - \frac{2}{\pi} (b_1 + b_3 y) \dot{J}_u \\
 &\quad - \frac{2H}{\pi} \frac{\partial \dot{F}_v}{\partial y} + \{(a_2 + a_3 x) + (b_2 + b_3 x)\} \dot{F}_v \\
 &\quad - \frac{2}{\pi} (b_2 + b_3 x) \dot{F}_v - \frac{2H}{\pi} \frac{\partial \dot{J}_v}{\partial y} - \frac{2}{\pi} (b_2 + b_3 x) \dot{J}_v
 \end{aligned}$$

各種エネルギーの計算

液状化層における消散エネルギー

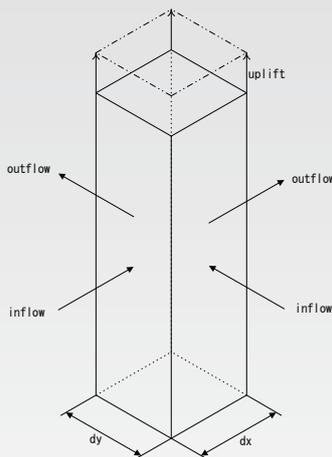
$$\begin{aligned}
 D &= \int_S \int_B^{H+B} \mu \left[4 \left(\frac{\partial \dot{u}}{\partial x} \right)^2 + 4 \left(\frac{\partial \dot{v}}{\partial y} \right)^2 + 4 \frac{\partial \dot{u}}{\partial x} \frac{\partial \dot{v}}{\partial y} \right. \\
 &\quad \left. + \left(\frac{\partial \dot{u}}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial \dot{v}}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial \dot{u}}{\partial y} + \frac{\partial \dot{v}}{\partial x} \right)^2 \right] ds \\
 &= \sum_{i=1}^N \int_{S_i} \int_B^{H+B} \mu_i \left[4 \left(\frac{\partial \dot{u}}{\partial x} \right)^2 + 4 \left(\frac{\partial \dot{v}}{\partial y} \right)^2 + 4 \frac{\partial \dot{u}}{\partial x} \frac{\partial \dot{v}}{\partial y} \right. \\
 &\quad \left. + \left(\frac{\partial \dot{u}}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial \dot{v}}{\partial z} \right)^2 + \left(\frac{\partial \dot{u}}{\partial y} + \frac{\partial \dot{v}}{\partial x} \right)^2 \right] dz ds
 \end{aligned}$$

各種エネルギーの計算

液状化層におけるポテンシャルエネルギー

$$\begin{aligned}
 P_l &= \int_S \int_B^{H+B+\delta w} \rho_l g z \, dz \, ds - \int_S \int_B^{H+B} \rho_l g z \, dz \, ds \\
 &= \int_S \int_{H+B}^{H+B+\delta w} \rho_l g z \, dz \, ds \\
 &= \sum_{i=1}^N \int_{S_i} \frac{1}{2} \rho_l g \{ \delta w^2 + 2(H+B)\delta w \} \, ds
 \end{aligned}$$

各種エネルギーの計算



$$\begin{aligned}
 F_{inflow} &= \int_B^{H+B} u(x, y, z, t) \, dy \, dz \\
 &\quad + \int_B^{H+B} v(x, y, z, t) \, dx \, dz \\
 F_{outflow} &= \int_B^{H+B} u(x+dx, y, z, t) \, dy \, dz \\
 &\quad + \int_B^{H+B} v(x, y+dy, z, t) \, dx \, dz
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_{outflow} - F_{inflow} &= \int_B^{H+B} u(x+dx, y, z, t) - u(x, y, z, t) \, dy \, dz \\
 &\quad + \int_B^{H+B} v(x, y+dy, z, t) - v(x, y, z, t) \, dx \, dz
 \end{aligned}$$

$$\delta w = - \frac{F_{outflow} - F_{inflow}}{dx \, dy}$$

各種エネルギーの計算

δw において, $dx \rightarrow 0$ と $dy \rightarrow 0$ の極限をとると,

$$\delta w(x, y, t) = - \int_B^{H+B} \frac{\partial u}{\partial x} dz - \int_B^{H+B} \frac{\partial v}{\partial y} dz$$

ここに, 水平変位の式を代入すると,

$$\begin{aligned} \delta w = & -\frac{2H}{\pi} \left(\frac{\partial F_u}{\partial x} + \frac{\partial F_v}{\partial y} + \frac{\partial J_u}{\partial x} + \frac{\partial J_v}{\partial y} \right) \\ & - \frac{2}{\pi} \{ (b_1 + b_3 y)(F_u + J_u) + (b_2 + b_3 x)(F_v + J_v) \} \end{aligned}$$

これを, 液状化層のポテンシャルエネルギー式

$$P_l = \sum_{i=1}^N \int_{S_i} \frac{1}{2} \rho_l g \{ \delta w^2 + 2(H+B)\delta w \} ds$$

に代入することによって, 液状化層のポテンシャルエネルギーを求める.

不飽和層のポテンシャルエネルギーの計算

$$P_s = \sum_{i=1}^N \int_{S_i} P w(x, y, z, t)|_{z=H+B} ds$$

ここで,

$$\begin{aligned} w|_{z=H+B} = & -\frac{2H}{\pi} \left(\frac{\partial F_u}{\partial x} + \frac{\partial J_u}{\partial x} + \frac{\partial F_v}{\partial y} + \frac{\partial J_v}{\partial y} \right) \\ & - \frac{2}{\pi} \{ (b_1 + b_3 y)(F_u + J_u) + (b_2 + b_3 x)(F_v + J_v) \} \\ & + \{ (a_1 + a_3 y) + (b_1 + b_3 y) \} F_u + \{ (a_2 + a_3 x) + (b_2 + b_3 x) \} F_v \end{aligned}$$

支配方程式

三次元モデルにおいても、支配方程式としてラグランジェの運動方程式を

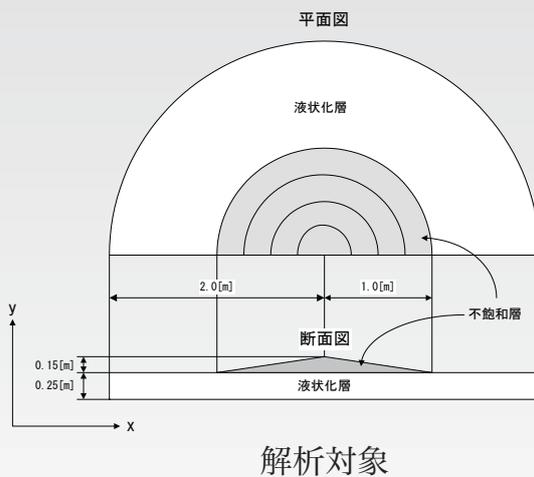
$$\frac{d}{dt} \left\{ \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right\} - \frac{\partial L}{\partial q_i} = -\frac{1}{2} \frac{\partial D}{\partial \dot{q}_i}$$

において、 q_i を F_{ui} , F_{vi} , J_{ui} , J_{vi} とし、それぞれで微分したものを並べると、

$$[M] \begin{Bmatrix} \ddot{F}_{ui} \\ \ddot{F}_{vi} \\ \ddot{J}_{ui} \\ \ddot{J}_{vi} \end{Bmatrix} + [C] \begin{Bmatrix} \dot{F}_{ui} \\ \dot{F}_{vi} \\ \dot{J}_{ui} \\ \dot{J}_{vi} \end{Bmatrix} + [K] \begin{Bmatrix} F_{ui} \\ F_{vi} \\ J_{ui} \\ J_{vi} \end{Bmatrix} = \{F\}$$

となり、一般的な時間積分法を使うことによって対象地盤の挙動を時間領域で求めることができる。

円錐台盛土の沈下に関する振動台模型実験



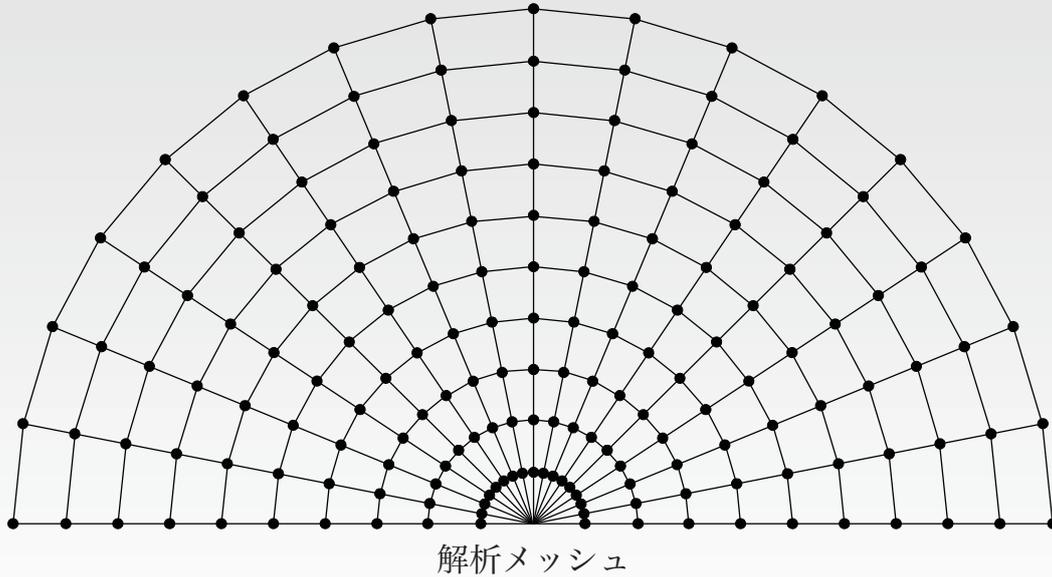
実験に使用された材料の物性

液状化砂の単位体積重量 [kN/m^3]	18.0
盛土の単位体積重量 (礫) [kN/m^3]	13.3

(Sasaki et al., Mechanism of permanent displacement of ground caused by seismic liquefaction. Soils and Foundations, Vol. 32, No. 3, pp. 79-96, Sept. 1992.)

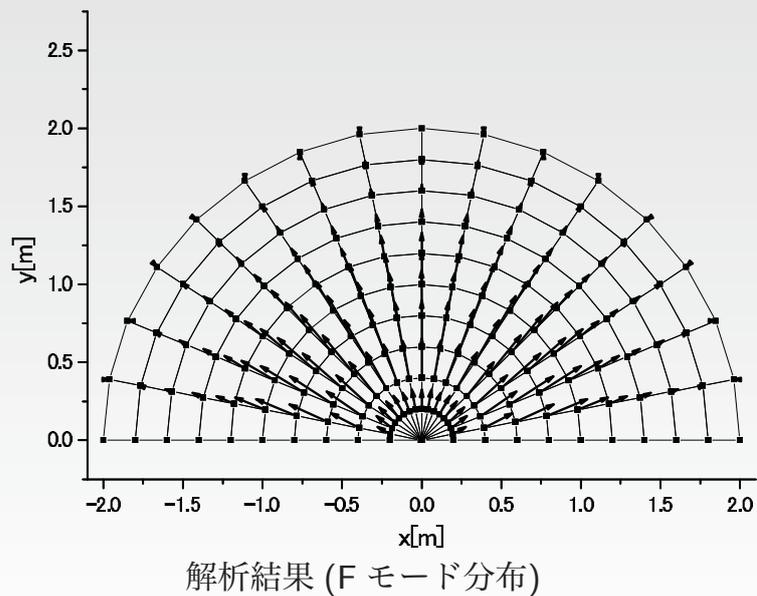
粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
└ 3 次元粘性流体モデルによる解析例

円錐台盛土の沈下に関する振動台模型実験

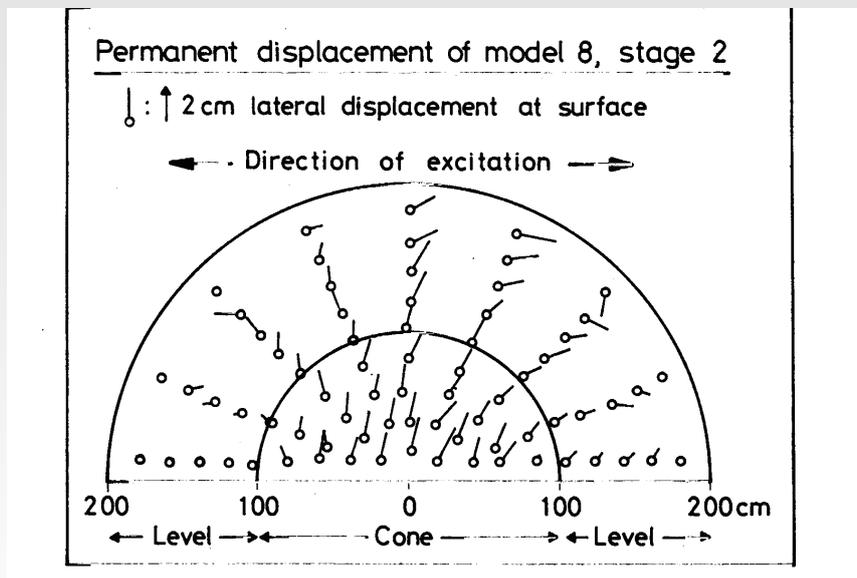


粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法
└ 3 次元粘性流体モデルによる解析例

円錐台盛土の沈下に関する振動台模型実験

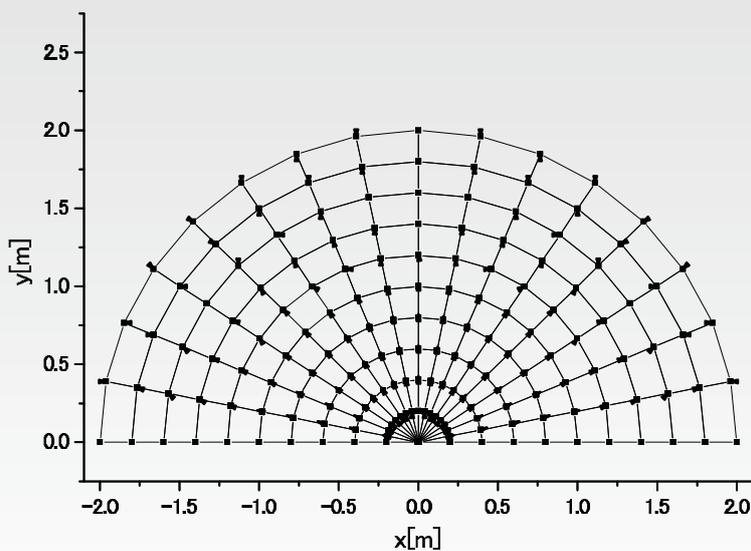


円錐台盛土の沈下に関する振動台模型実験



解析結果 (実験結果 (地表面の変位ベクトル))

円錐台盛土の沈下に関する振動台模型実験



解析結果 (Jモード分布)

粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法

└ 3 次元粘性流体モデルによる解析例

能代市前山の液状化による地盤の水平流動解析 (1983 年 日本海中部地震)



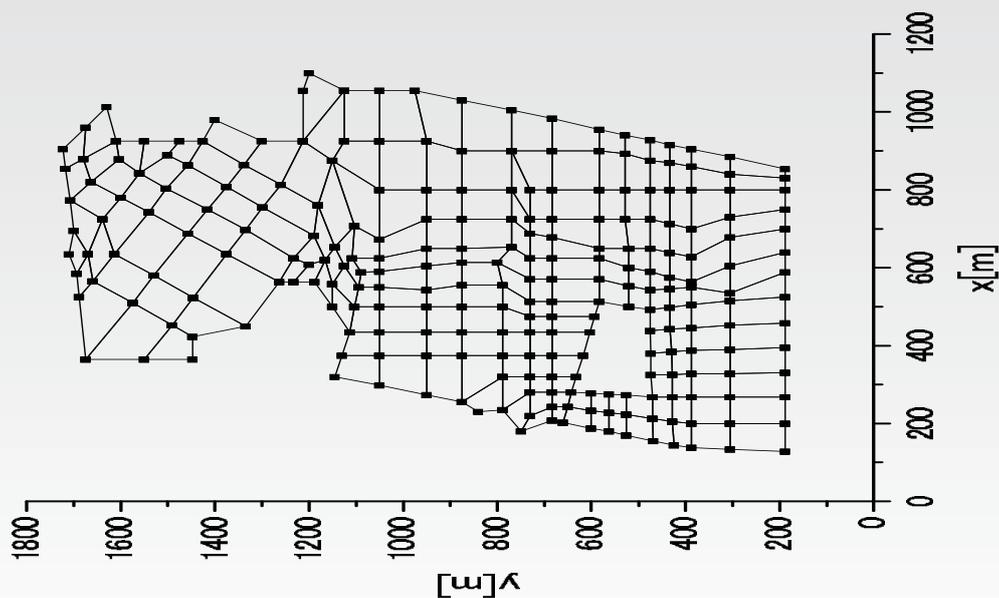
解析対象

(文部省科学研究費 (no.58022002) 自然災害特別研究突発災害研究成果自然災害科学総合研究班 1983 年日本海中部地震による災害の総合的調査研究, 1984)

粘性流体モデルに基づく 2 次元及び 3 次元問題を対象とした液状化地盤の流動変形解析法

└ 3 次元粘性流体モデルによる解析例

能代市前山の液状化による地盤の水平流動解析 (1983 年 日本海中部地震)



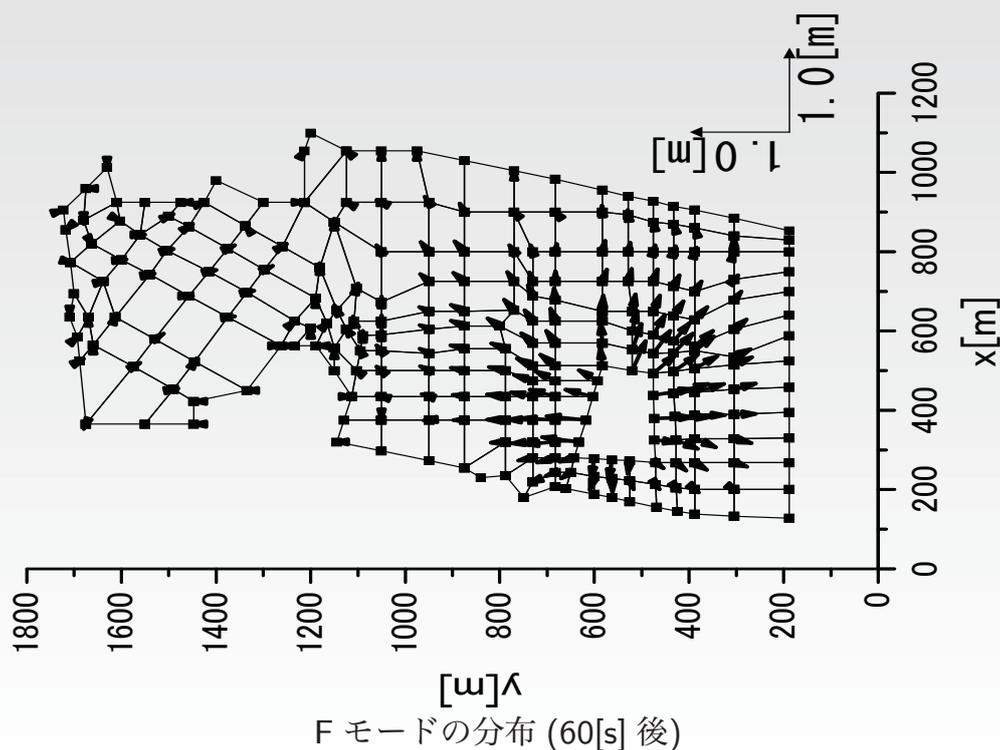
解析メッシュ

能代市前山の液状化による地盤の水平流動解析 (1983年 日本海中部地震)

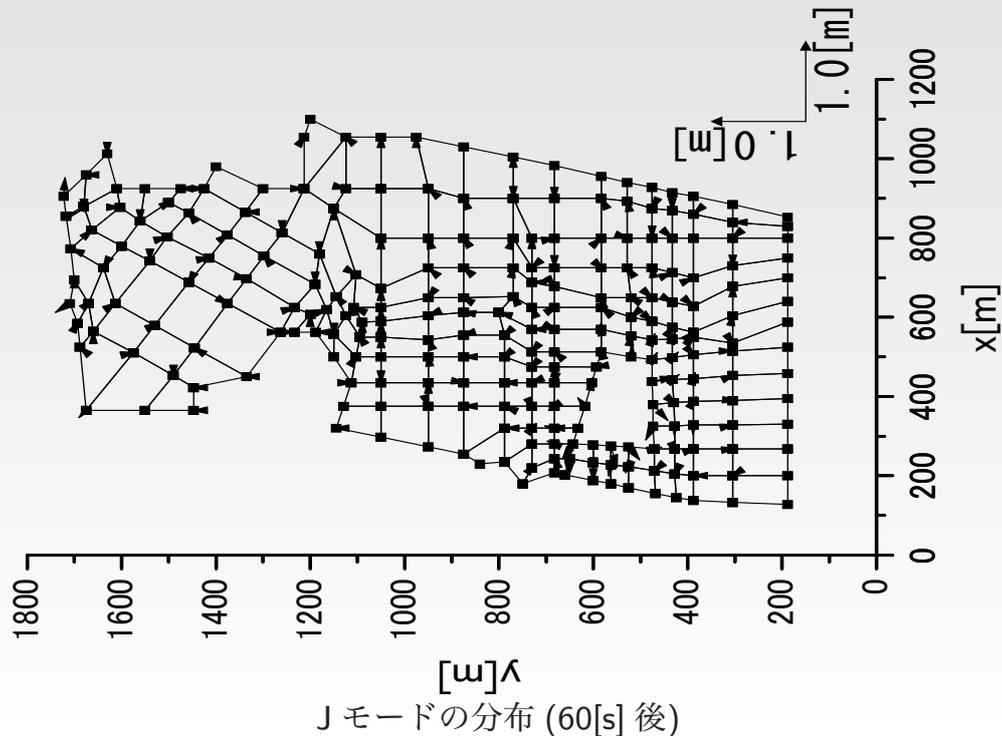
能代市前山の液状化による地盤の水平流動解析条件

不飽和層ヤング率 [pa]	1.078E+7
不飽和層ポアソン比	0.3
不飽和層質量密度 [kg/m^3]	1.602E+3
液状化層質量密度 [kg/m^3]	1.796E+3
液状化層粘性係数 [pa · s]	3.0E+5
継続時間 [s]	60.0

能代市前山の水平流動 (1983年 日本海中部地震)



能代市前山の水平流動 (1983年 日本海中部地震)



まとめ

粘性流体モデルによる液状化地盤の流動解析では

- 完全液状化後の流動が最終的な流動量の大部分を占めていると仮定し、その状態での流動量を推定することとした。
 - 完全液状化後の液状化砂の挙動を再現するために、液状化砂を粘性流体としてモデル化した。
 - 流動の駆動力としては、地震応答による慣性力は無視し、重力による流動のみを対象とした。
- 水平流動量の鉛直方向分布については、模型実験の知見に基づいて sin 関数の重ね合わせで表現した。
- 幾何学的非線形性の影響を考慮するため、ポテンシャルエネルギーの計算の際に、変形による地盤形状の変化を考慮した。
- 水平流動量の水平方向の分布については、有限要素法で離散化した。
- 剛性行列や質量行列を作成する際に、鉛直方向については解析的な積分が可能であり、節点を配置をする必要はないので、解析コストが安い。

ご清聴ありがとうございました。

02 SoilWorks for FLIP主な機能特徴

株式会社マイダスアイティジャパン



SoilWorks for FLIP

主な機能特徴

SoilWorks for **FLIP**

SoilWorks for FLIP® is Intensive and CAD-like Pre/Post-Processor for FLIP®.
FLIP® is an effective stress analysis method developed by the Japanese Port and Airport Research Institute, which evaluates residual displacements with consideration of the effect of liquefaction and dynamic interaction between structures and their foundations.



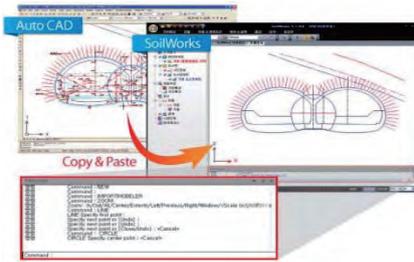
SoilWorks for FLIP | Enhancement

Pre-Processing

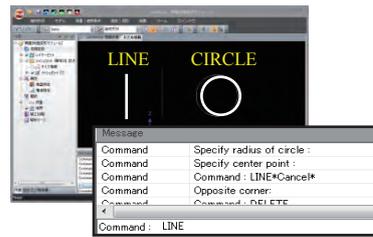
1. CADのような形状作成・修正機能

- AutoCAD感覚の使いやすいモデリングや修正機能
 1. CADで形状をレイヤー整理したりDXFに変換しなくても、「Ctrl+C」でコピーしてSoilWorks上で「Ctrl+V」で読み込む
 2. AutoCAD同様のコマンドキー入力による形状作成・修正
- 閉じていない領域や線が繋がっている形状を自動修正 - 面の自動生成、不要な線の整理など

• Auto CADからCopy&Paste

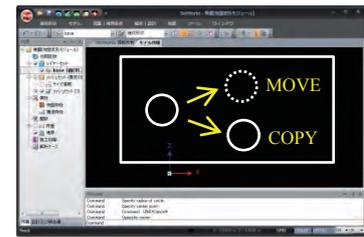


• Auto CAD同様のコマンド入力



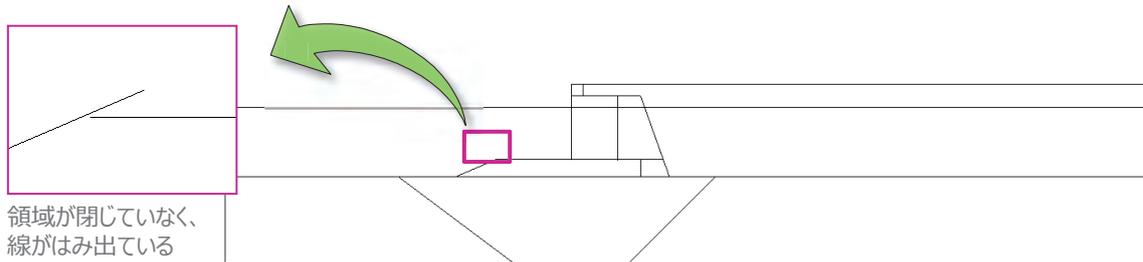
“line”コマンドで、直線作成
“circle”コマンドで、円作成

• Auto CAD同様の簡単な形状修正

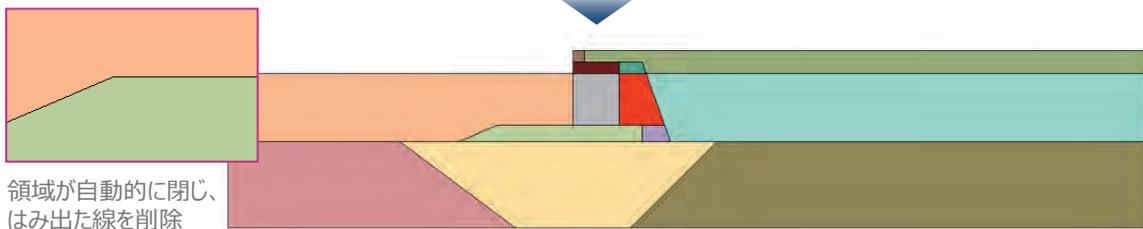


“move”コマンドで、形状移動
“copy”コマンドで、形状コピー

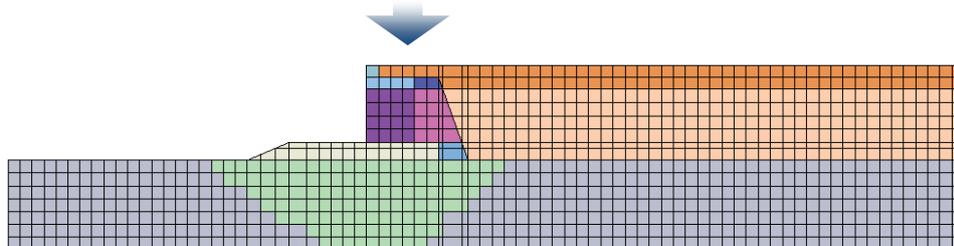
• 幾何形状 > 面の自動生成、線の整理



[CADから読み込んだ幾何形状]



[面の自動生成、線の整理]



[直交メッシュ機能を使った要素生成]

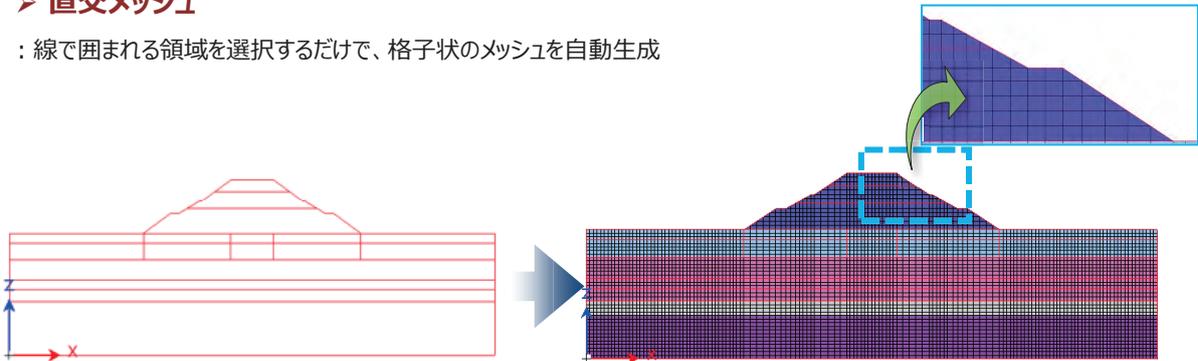
SoilWorks for FLIP | Enhancement

2. 多様なメッシュ生成機能

- SoilWorks for FLIPでは形状の特徴に合わせて最適なメッシュが生成できる多様なメッシュ生成方法を提供します。
- 直交メッシュ、マップドメッシュ、オートメッシュ、パターン分割

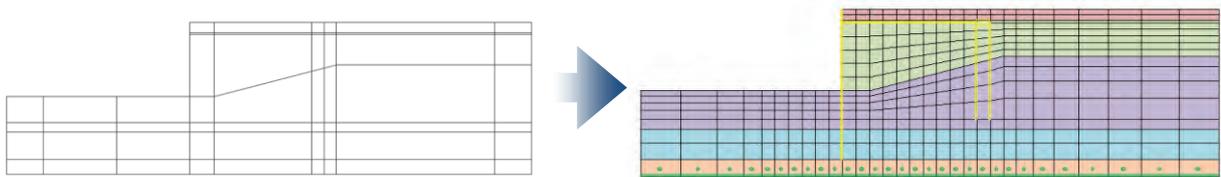
➤ 直交メッシュ

: 線で囲まれる領域を選択するだけで、格子状のメッシュを自動生成



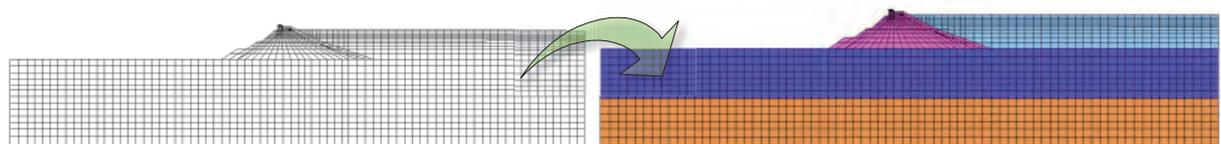
➤ マップドメッシュ

: 等分割数や要素サイズを指定するだけで作成可能



➤ オートメッシュ

: AutoCADで作成した複雑な2次元モデルに対して「ワンクリック」でメッシュ生成



➤ パターン分割

: 領域ごとに要素の粗密さが異なる場合、互いの境界で節点が共有されていない部分をパターンを指定して連結



応力の集中する部分だけ細分割

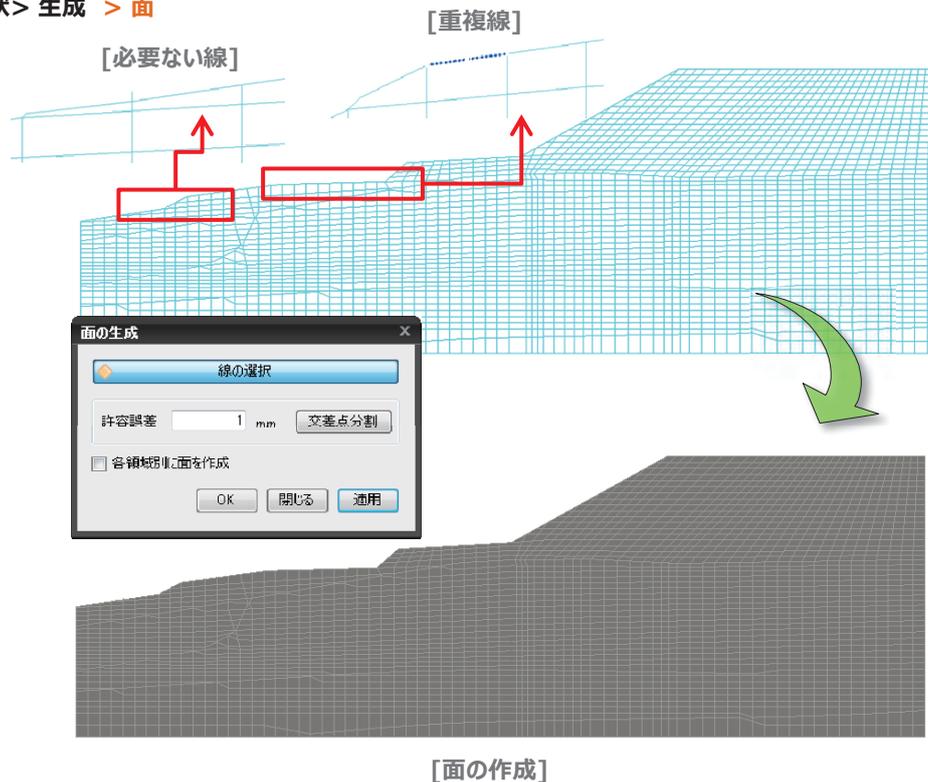
パターンタイプを指定し、分割する要素を選択すると、粗い領域と細かい領域を自動連結

SoilWorks for FLIP | Enhancement

3. 面作成機能の改善

- 線で閉じた領域にメッシュを作成する際、線が繋がっていないとメッシュが作成できません。面作成機能はこの時に利用します。
- 既存の面作成機能は全体の領域に自動作成しましたが、SoilWorks250では領域別に面を作成することができます。
- 面の作成時は、誤差範囲を指定して必要ない線と重複線を自動削除し作成します。
- 間違った線が多い場合は、線の補完計算にメモリの使用量が多くなって時間が掛ります。

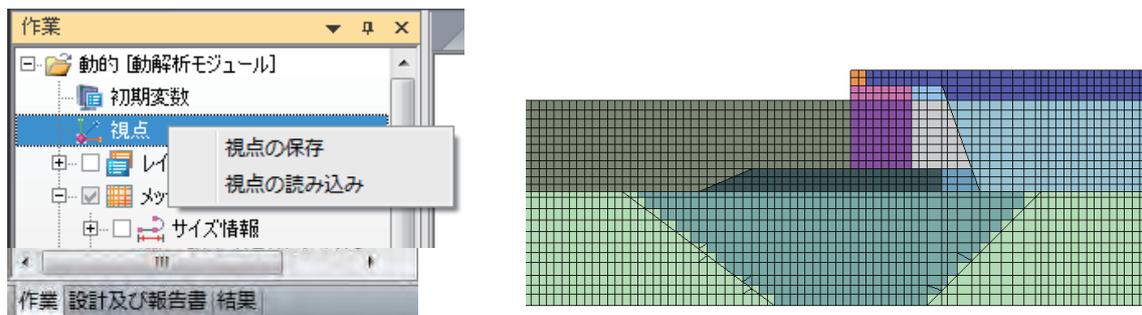
• 幾何形状 > 生成 > 面



4. 視点保存機能

- 今表示している**視点の状態(視点位置、拡大範囲)**を保存し、作業中に保存した視点(同じ範囲)の状態に戻ることができます。作業ツリーの'視点'項目をマウス右クリックして'視点の保存'、または'視点の読み込み'を利用して以前保存した情報を再利用することができます。同じ視点や表示サイズの結果図をキャプチャーする時に活用できます。

• 作業ツリー > 視点



SoilWorks for FLIP | Enhancement

5. ソルバー入力カードの読み込み

- 既存に作成したソルバー入力ファイル (*.d) を読み込みます。

- メイン アイコン > 読み込み > ソルバー入力カード(*.d)



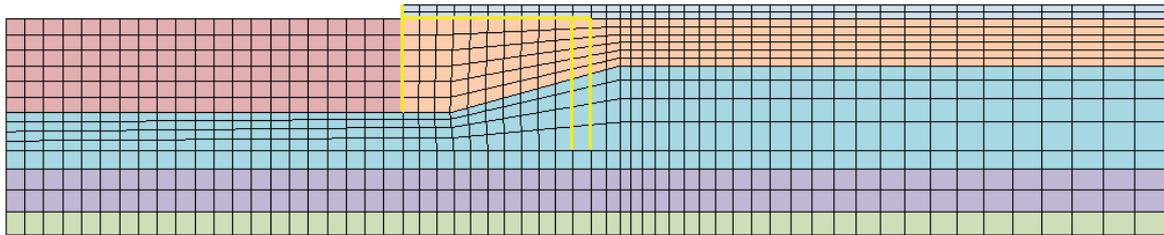
[読み込みメニュー]

読み込み対応データ

1. 節点情報
2. 要素情報
 - マルチスプリング要素、線形平面要素、流体要素
 - 線形梁要素、ジョイント要素
3. 材料情報
 - 読み込みに対応する要素の材料

Note

1. 非線形梁要素の場合、線形梁として読み込みます。



[*.dファイルから読み込んだデータ]

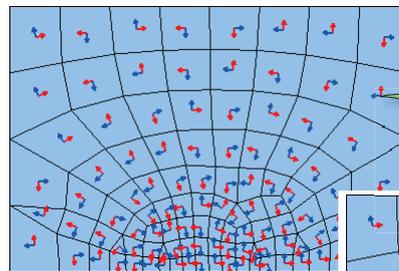
6. 要素座標系変更(線要素、平面要素)

- 1次元要素と2次元要素の要素座標系を特定の要素を基準に整列します。

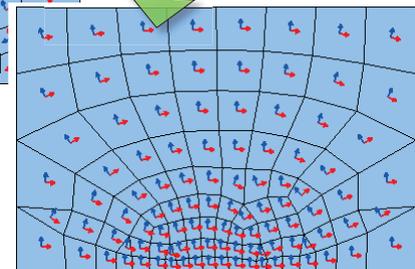
- モデル > 要素 > 要素座標系変更



[要素座標系変更ダイアログ]



[2D 要素座標系の変更前]



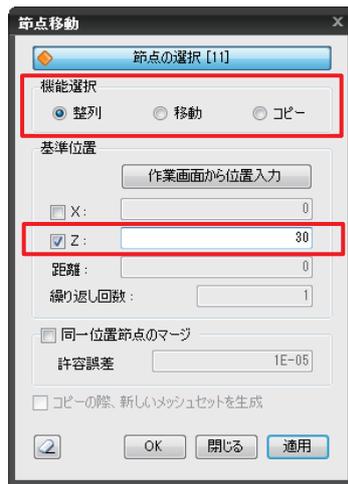
[2D要素座標系の変更後]

SoilWorks for FLIP | Enhancement

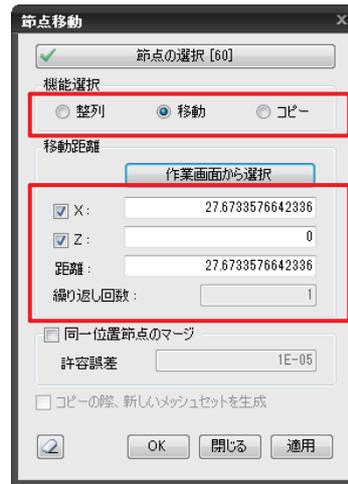
7. 節点の 整列/移動/コピー

- 節点を整列/移動/コピーする機能です。基準位置（移動距離）を直接入力するか、作業画面から選択して入力することができます。複数のメッシュセット単位での一貫作業も可能です。
- 選択した節点で構成されたメッシュ情報がある場合は、メッシュの移動/コピーも可能です。

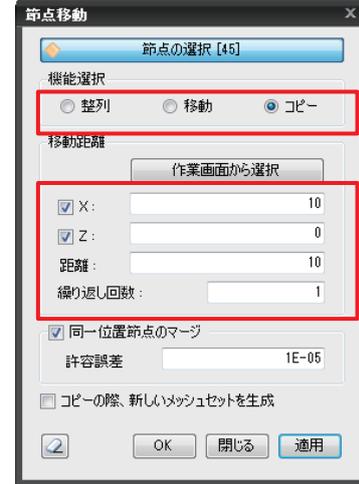
• モデル > 節点 > 整列/移動/コピー



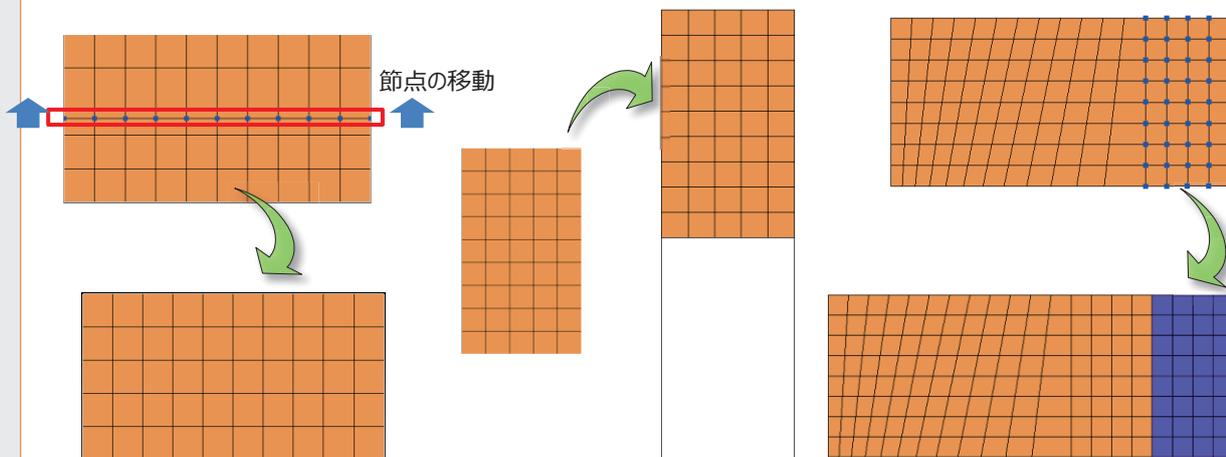
[節点の整列]



[節点の移動]



[節点のコピー]



- 選択した一列の節点を基準位置/作業画面から選択し移動位置に移動

- 選択した節点を移動距離/作業画面から入力して移動する位置に移動

- 選択した節点と要素を移動距離/作業画面から直接入力してコピーする位置にコピー

SoilWorks for FLIP | Enhancement

8. ジョイント要素の自動生成

- ジョイント要素を簡単に生成するための各種の生成方法を提供します。
 - 梁要素で生成：両側、片側にだけジョイント要素を生成できます。
- 矢板の受動側にだけジョイント要素を配置する場合に有効です。

• モデル > 要素 > ジョイント要素

9. 水位線：任意線を使った水位線の定義

- 要素エッジに関係なく、任意の線を使って水位線が定義できます。
- 「線に交差する要素を水位下と見なす」オプションを利用すると、メッシュを生成した後も自由に水位の定義が可能です。

• 荷重 | 境界条件 > 水位線 > 水位線

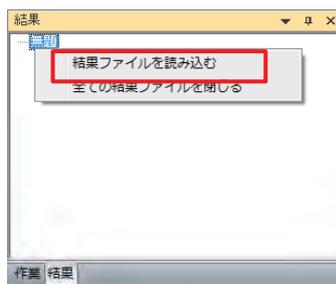
SoilWorks for FLIP | Enhancement

Post-Processing

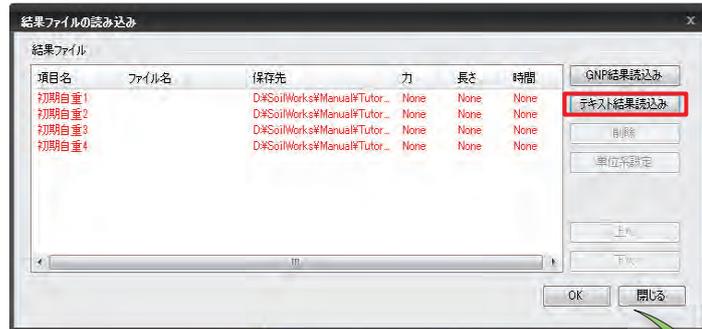
1. 結果ファイルの読み込み

- SoilWorks for FLIPで解析したFLIPの解析結果を読み込みます。FLIPで計算されたテキスト結果ファイル（32番～39番ファイル）が入っているフォルダをクリックして読み込みます。
- 以前に解析した結果を確認する場合は、先に入力カードを読込んでから手動で結果ファイルを読み込みます。

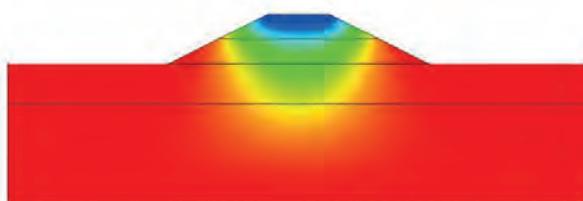
• 結果ツリー > 結果ファイルを読み込む



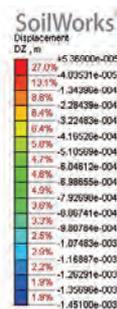
[結果ツリー]



[結果ファイルの指定]



[結果表示]

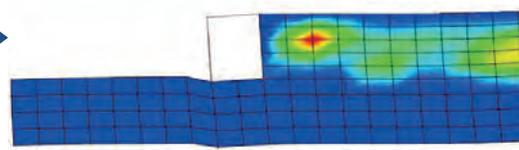
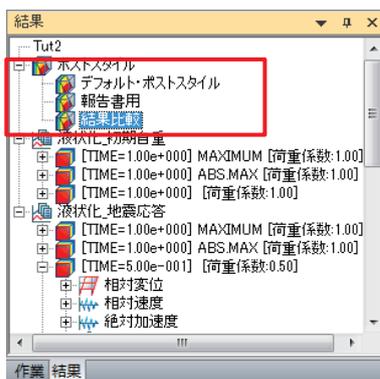


[単位系指定]

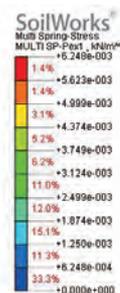
2. 機能追加 - ポストスタイルの保存

- 現在表示しているポスト図の設定を結果ツリーに保存し、他の結果データを確認する際に適用することができます。コンテキストメニューの'追加'メニューを利用し、現在表示している各種のグラフック表現の設定を保存します。

• 結果ツリー > ポスト処理スタイル



[保存したポストスタイル]



SoilWorks for FLIP | Enhancement

3. 機能追加 – ポストプロパティの設定

- 結果表示時にコンター図や変形図などに対して詳細な表示設定ができます。

コンター図

プロパティ

- コンタースタイル: 塗りつぶし
- コンターラインの表示: False
- コンターラインのカラー: 0, 0, 0
- コンターラインの太さ: 1
- 最大/最小値の設定: True
 - 最大値: -5.11841e-001
 - 最小値: -2.49789e-001
- 指定範囲以外のコンター: 指定カラー
- 実際値でコンター表示: False

リアルタイム

Displacement
DXZ, m

- 6.1% +1.95507e-002
- 5.2% +1.83288e-002
- 4.5% +1.71069e-002
- 4.1% +1.58849e-002
- 3.6% +1.46630e-002
- 3.4% +1.34411e-002
- 3.4% +1.22192e-002
- 3.9% +1.09973e-002
- 3.9% +9.77535e-003
- 4.1% +8.55343e-003
- 4.0% +7.33151e-003
- 3.9% +6.10960e-003
- 4.2% +4.88768e-003
- 4.3% +3.66576e-003
- 4.5% +2.44384e-003
- 8.1% +1.22192e-003
- 32.6% +0.00000e+000

[コンター図]

等値線図

プロパティ

- 値: -3.95034e-001
- 表示しない値: 指定値以外
- プレビュー: False
- 数値: 追加
- 値1: -2.49491e-001
- 値2: -3.95034e-001

リアルタイム

Nodal Seepage
Pore Pressure, kN/m²

- 2.7% +1.39581e+002
- 6.6% +1.27610e+002
- 7.1% +1.15539e+002
- 6.3% +1.03467e+002
- 5.7% +9.13964e+001
- 6.7% +7.93253e+001
- 6.2% +6.72542e+001
- 7.1% +5.51831e+001
- 8.6% +4.31120e+001
- 10.6% +3.10410e+001
- 9.7% +1.89699e+001
- 9.2% +6.89800e+000
- 9.2% -5.17229e+000
- 3.2% -1.72434e+001
- 0.7% -2.93145e+001
- 0.3% -4.13855e+001

[等値線図]

- 上図のようにポストプロパティウィンドウの多様なオプションを利用すると、結果表示をまとめることができます。
- 変形図、コンター図、等値線図、凡例、値、ベクトル、断面力図、その他、アニメーション オプションを提供

4. 機能追加 – テーブル結果のグラフ出力

- テーブル結果をグラフで出力する機能です。(グラフの詳細オプションは時刻歴結果グラフと同じです。)

結果 > 結果表示 > テーブル

SoilWorks 情報共有 モデル情報 結果情報 変位結果テーブル						
Node			Step	DX	DZ	
ID	X (m)	Z (m)				
1	解析ケース: 1					
2	1	0	37	EQ. LINEAR - MAX	2.452E-001	6.197E-001
3	2	0	38.7	EQ. LINEAR - MAX	2.473E-001	6.225E-001
4	3	0	40.4	EQ. LINEAR - MAX	2.474E-001	6.220E-001
5	4	3.538	37	EQ. LINEAR - MAX	2.457E-001	6.364E-001
6	5	3.538	38.7	EQ. LINEAR - MAX	2.478E-001	6.335E-001
7	6	3.538	40.4	EQ. LINEAR - MAX	2.479E-001	6.266E-001
8	7	6.992	37	EQ. LINEAR - MAX	2.462E-001	6.485E-001
9	8	6.992	38.7	EQ. LINEAR - MAX	2.483E-001	6.401E-001
10	9	6.992	40.4	EQ. LINEAR - MAX	2.486E-001	6.259E-001

[テーブル結果の確認]

Table/Graph

グラフ定義: Table/Graph

グラフオプション: 最小/最大値を考慮 現在のグラフ設定も使用

X軸: Z

Y軸: Y

Y軸最小値以下削除: 削除

Y軸最大値以上削除: 削除

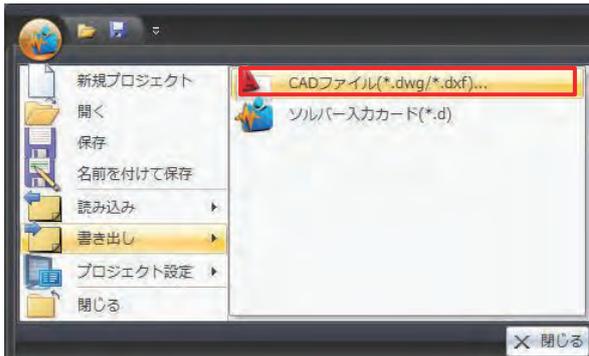
イメージ出力:

SoilWorks for FLIP | Enhancement

5. 結果図のDXF[DWG]へ書き出し

- 以前バージョンではモデルの形状情報だけをDWG/DXFに書き出しましたが、SoilWorks for FLIP V150では**解析結果情報もCADファイルで書き出せる**ように拡張しました。

- メインアイコン > 書き出し > CADファイル(*.dwg/dxf)

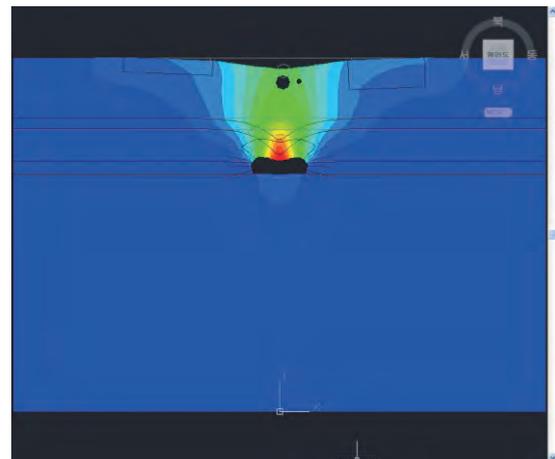


- モデル作成モードで、“メインアイコン > 書き出し > CADファイル” ボタンをクリックすると、以前と同じく形状情報を書き出します。

- 結果表示モードで、“メインアイコン > 書き出し > CADファイル”ボタンをクリックすると、現在表示している結果図をCADファイルに書き出せます。
(モデル作成モードの形状情報(*.DWG)と、結果表示モードの結果図(*_post.DWG)の同時出力)



[モデル形状をCAD上に出力した例(*.DWG)]



[結果図の書き出し例(*.DWG)]

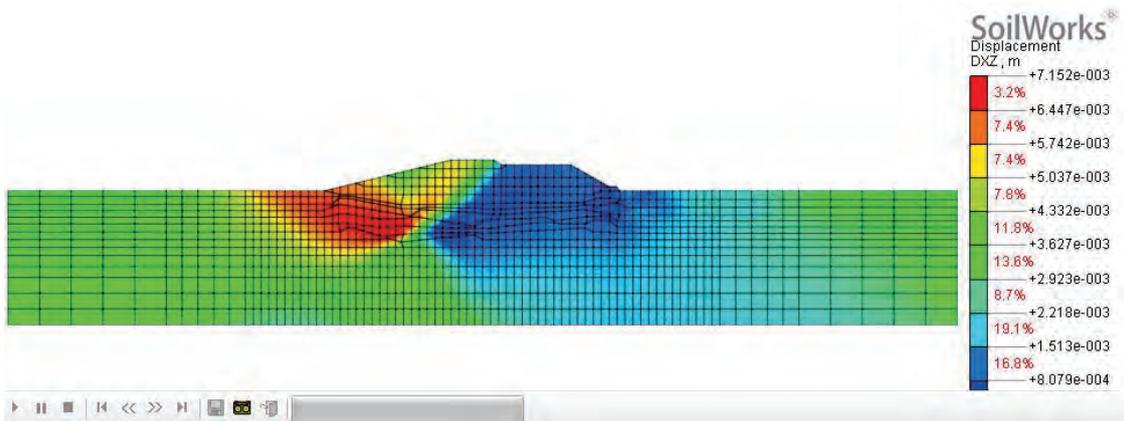
- 結果表示モードで、この機能を利用すると表示した結果図をそのままCADファイルで書き出せます。例えば、変形前の形状や変形後の形状、メッシュエッジなど **結果図で設定した内容**や**プロパティウィンドウで設定した結果表示内容を考慮し**、CADファイルに書き出せます。
例外) 連続結果に設定した場合は不連続の結果で出力されます。モデル作成モードのラベルは対象外です。
- コンター図の場合、凡例のラベル別にレイヤーセットに分けてCADファイルを生成します。

SoilWorks for FLIP | Enhancement

6. 機能追加 – アニメーション機能

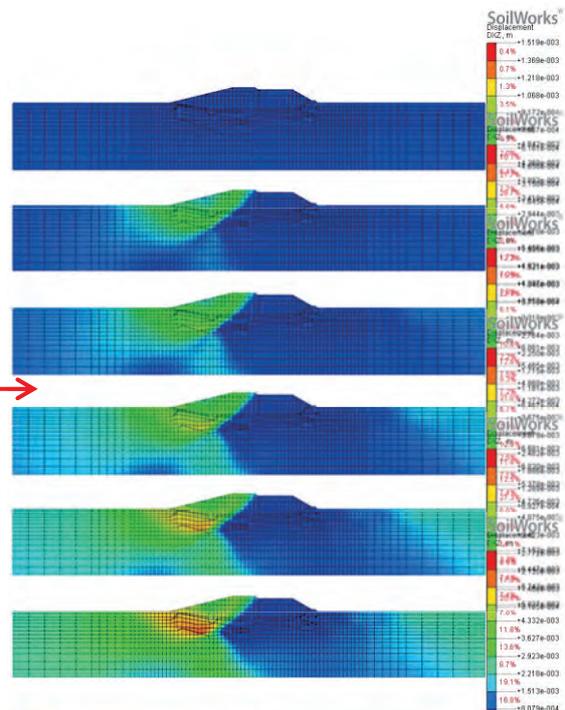
- 出力中の結果をアニメーション状態で確認します。アニメーションは ***.avi ファイル** に保存できます。
- '0' 値の初期結果から計算が完了する結果までを'半周期当たりのフレーム数' に分けて出力し、'1秒当たりのフレーム数'に 入力した数値でアニメーションの進行速度が決まります。アニメーションのコマ(イメージファイル)は'半周期当たりのフレーム数' に入力した数で出力されます。

• 結果 > 詳細結果 > アニメーション



プロパティ	
アニメーション	
コンター・アニメーション	True
繰り返しタイプ	半周期を繰り返す
半周期当たりのフレーム数	8
増加アニメーション	False
増加アニメーションのフレーム数	20
イメージ出力	True
イメージ種類	PNG
ファイル名	Image
ファイルの保存先	C:\Users\maqickim\Desktop
<input type="checkbox"/> リアルタイム	適用

[アニメーションのプロパティ・ウィンドウとイメージファイル出力]

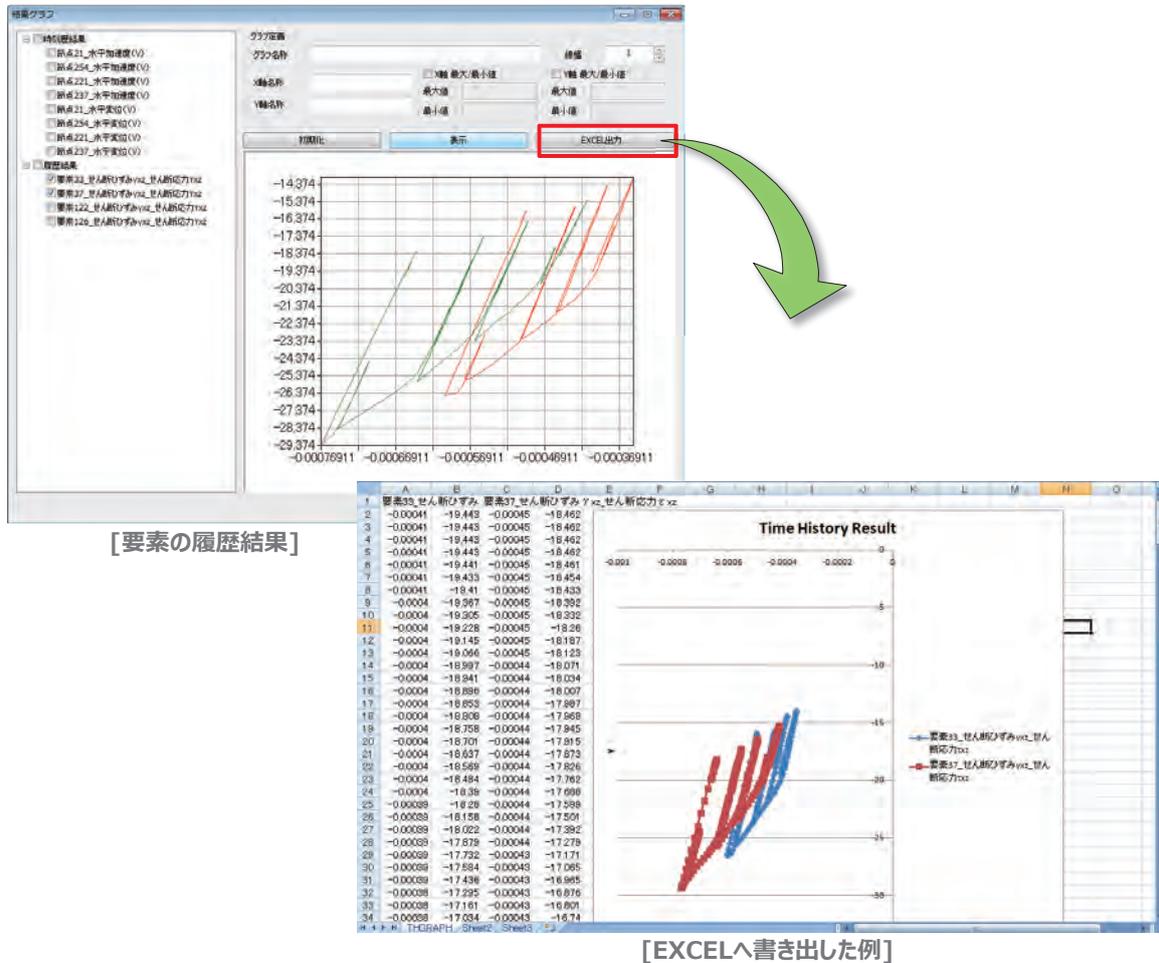


SoilWorks for FLIP | Enhancement

7. 結果グラフの機能改善 : EXCEL出力、履歴グラフ

- 時刻歴結果（24番ファイル）、履歴結果（25番ファイル）の時刻歴解析/履歴結果をグラフ表示します。
- 時刻歴結果グラフに‘グラフオプション’と‘グラフスタイル’を利用すると、線の色/幅/種類の変更、出力範囲指定、X/Y軸の分割数の指定などが多様な設定ができます。
- グラフ結果をEXCELへ書き出します。

- 結果 > 時刻歴結果 > 結果グラフ

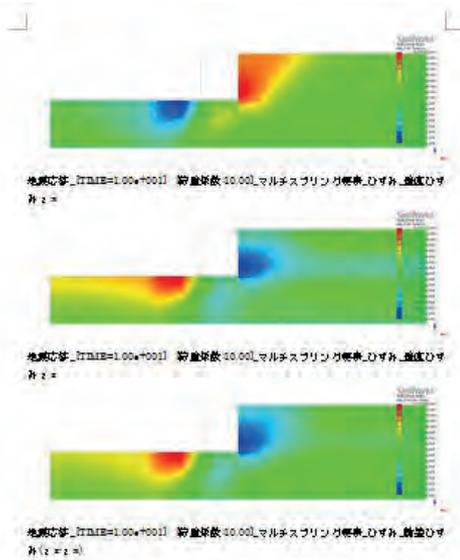


SoilWorks for FLIP | Enhancement

8. 結果図の一括出力

- 解析図を一括出力します。選択した結果図をイメージ形式に出力するか、出力と同時に結果図をWordファイルに貼り付けることができます。書き出した図はデータファイルのあるフォルダの下に保存されます。
- 結果表示状態(ポストスタイル)を適用することができ、結果図の様式を揃えることができます。

・ 結果 > 結果出力 > 結果図の一括出力

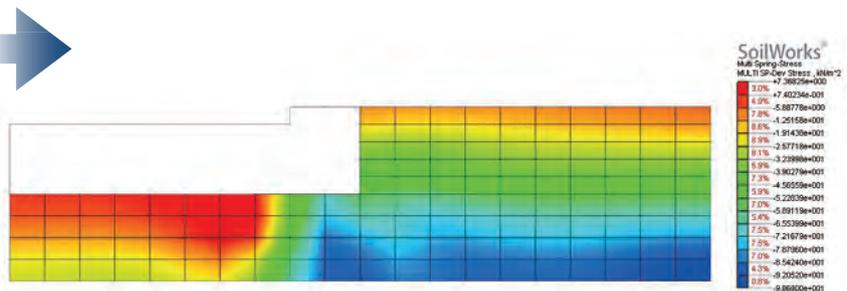


[Wordファイルに書き出した例]

9. 追加的な 結果項目の表示 - 最大せん断力、軸差ひずみ、軸差応力など

- FLIPで書き出した結果を使い、良く使う機能を自動演算して表示します。
- コンター図や結果テーブルから数値結果として確認することができます。

・ 結果ツリー > ポスト処理スタイル



[軸差応力のコンター]

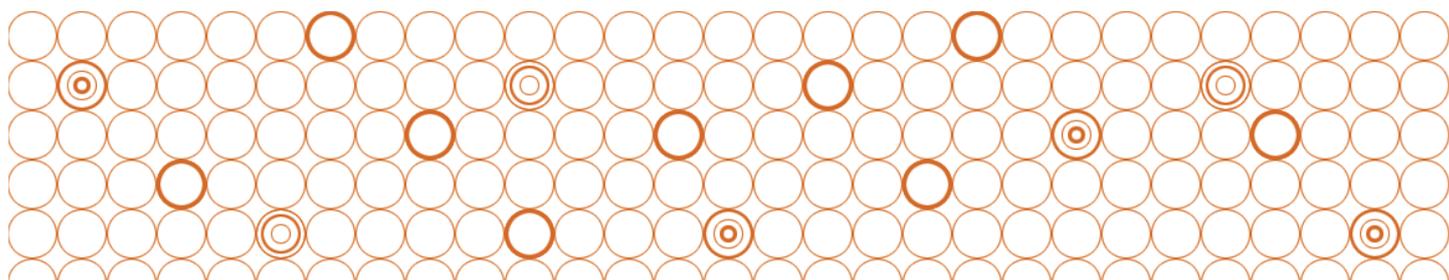
03 SoilWorks for FLIPリリースノート (Ver.150R2) 株式会社マイダスアイティジャパン



SoilWorks for FLIP リリースノート(Ver.150R2)

SoilWorks for FLIP

SoilWorks for FLIP® is Intensive and CAD-like Pre/Post-Processor for FLIP®.
FLIP® is an effective stress analysis method developed by the Japanese Port and Airport Research Institute, which evaluates residual displacements with consideration of the effect of liquefaction and dynamic interaction between structures and their foundations.



Enhancements

■ Pre Processing

1. [機能追加] 自由節点の削除	3
2. [機能改善] ソルバー入力カードの読み込み改善	3
3. [機能改善] ジョイント要素の機能改善	4
4. [機能改善] 要素詳細表示の機能改善	4
5. [機能変更] 材料の重さを重量単位に変更	5
6. [機能変更] FLIP実行ファイルの経路制約	5
7. [機能変更] 間隙水要素の出力条件変更	6
8. [不具合改善] 築堤解析から動的解析連携時の節点、要素の出力順序	6

■ Post Processing

1. [機能追加] 結果図の一括出力	7
2. [機能改善] 軸差ひずみ、軸差応力の結果追加	7
3. [機能改善] 結果グラフの機能改善：EXCEL出力、履歴グラフ	8
4. [不具合改善] 結果の読み込みで最大値結果が時系列に含まれて読み込まれる不具合の改善	8

■ その他

1. [その他] 製品名の変更	8
-----------------	---

Pre-Processing

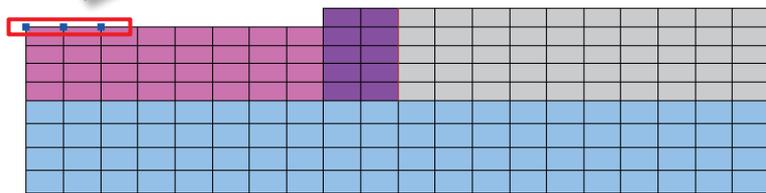
1. 機能追加 – 自由節点の削除

- 要素に繋がっていない自由節点を検索して削除します。解析前のデータ・チェックのときに有効です。

・モデル > 節点 > 自由節点の削除



[自由節点の削除ダイアログ]



[自由節点の検索]

2. 機能改善 – ソルバー入力カードの読み込み改善

- ソルバー入力ファイル (*.d) の読み込み時の制限をいくつか解除しました。

・メイン アイコン > 読み込み > ソルバー入力カード(*.d)



[読み込みメニュー]

・改善内容

- 以下のように材料物性値の入力制限値を解除しました。
 - 質量密度に"0.0"を許容
 - マルチスプリング要素の σ_{ma} に"0.0"を許容
- ソルバー入力カードのコマンドは1行を空けるのが原則ですが、「MATE」コマンドは改行しなくても使用でき、この場合にも読み込みできるように改善しました。

```

HEAP #築堤解析↓
 210 309 11 2 2 0 0 4 0 1 0 0 0 5 0 1↓
 2↓
###築堤解析 1↓
MATE ↓
 1 9 原地盤###原地盤↓
 98.0 1.313E+05 0.5 3.424E+05 0.5 0.33 0.01 0.0↓
    
```

[*.dファイルのMATEコマンド]

SoilWorks for FLIP | Enhancement

SoilWorks for FLIP Ver.150R2 Release Note

3. 機能改善 – ジョイント要素の機能改善

- 既存はジョイントの両側が必ず平面要素で繋がっていることが前提であり、下図のように矢板の片側にだけ平面要素が存在するとジョイントが作成されませんでした。このような場合にもジョイント要素が生成できるように改善しました。
- 梁要素の両側にジョイント要素を生成する場合に、ジョイントだけでなく、自動生成されるMPCのメッシュセットも左側と右側に分けて登録するように改善しました。

• モデル > 要素 > 詳細表示

[梁要素の片側にジョイント生成]

[梁要素の両側にジョイント生成]

[梁要素の片側別に生成されたMPCメッシュセット]

4. 機能改善 – 要素詳細表示の機能改善

- ジョイント要素まで表示するように改善しました。要素の構成節点で赤い番号は開始点を意味します。
- マウスホイール(真ん中ボタン)を使って詳細図を拡大縮小したり、印刷したり図形式として出力するように改善しました。

• モデル > 要素 > 詳細表示

[梁とジョイント要素の詳細表示]

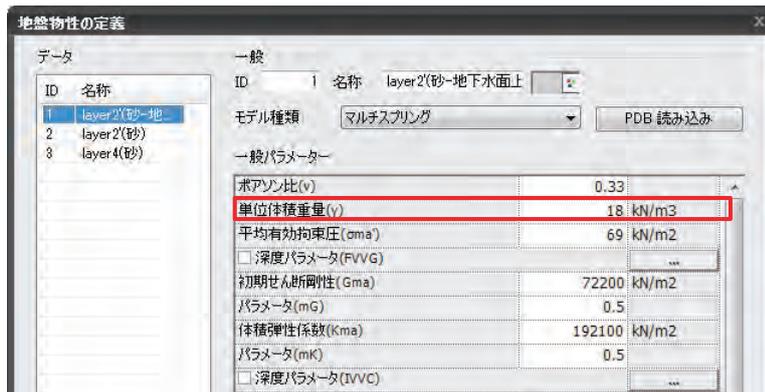
[拡大した要素詳細表示]

[コンテキストメニュー]

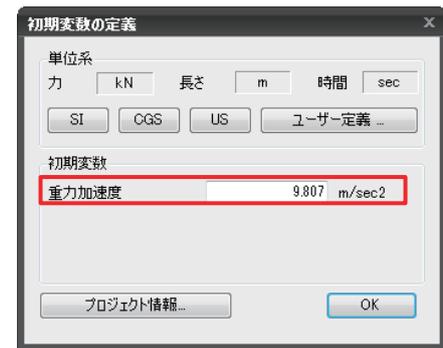
5. 機能変更 – 材料の重さを重量単位に変更

- SoilWorks for FLIPでは単位系にtonfやKNといった重量の単位系を使用しています。従い、材料や部材の重さを表す時も統一して重量の単位で表すように変更しました。
- 尚、KNやNで単位重量を定義した場合、ソルバー入力カードには「初期変数の定義」で指定した重力加速度で割った質量密度の値を出力します。一方、ソルバー入力カードの読み込み時は、質量密度の値を単位体積重量に変換して読み込みます。

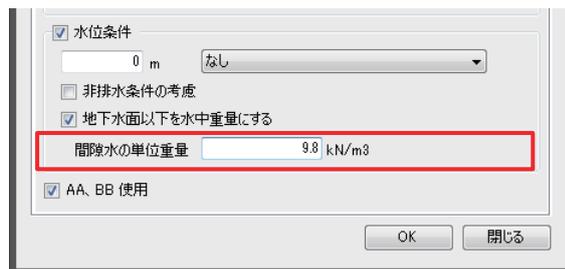
• モデル > 地盤物性 > 属性 解析 > 解析ケース > 解析制御



[地盤物性の定義]



[初期変数の定義]

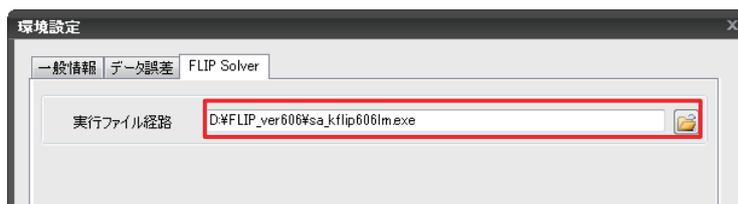


[解析制御]

6. 機能変更 – FLIP実行ファイルの経路制限

- FLIP実行ファイルの経路名に空白があると登録できないように変更しました。
- FLIPの実行バッチファイルでは「Program Files」のようにソルバー経路に空白があると、「C:¥Progra~1¥」のように縮約して指定する必要がありますが、縮約の規則がOSのバージョン別に少しずつ違い、OSバージョンに依存させないため、空白のある経路名を許容しないように変更しました。

• ツール > 環境設定 > FLIP Solver



[FLIPソルバーの経路指定]

7. 機能変更 – 間隙水要素の出力条件変更

- 間隙水要素は地下水位以下の地盤に対して自動的に出力していますが、出力条件を解析制御の「非排水条件の考慮」から単に「水位条件」をチェックすれば出力するように変更しました。

・解析 > 解析ケース > 解析制御

[ジョイント要素の生成位置]

8. 不具合改善 – 築堤解析から動的解析連携時の節点、要素の出力順序

- 液状化解析など、静的解析と動的解析を連携する場合、各ソルバー入力カード(静的、動的)における節点、要素は同じ順序で記述する必要があります。動的解析における初期応力の読み込みは、ここで記述した順序で読み込むため、順序が同じでないと正常に初期応力が読み込まれません。
- 既存は築堤解析から動的解析を連携する場合、節点や要素の記述順序が異なっており、同じくするように修正しました。

・ソルバー入力カード

[節点情報]

77	COOR↓			
78	1	0	-32	-8↓
79	2	0	-32	-10.5↓
80	3	0	-32	-13↓
81	4	0	-32	-15.5↓
82	5	0	-32	-18↓
83	6	0	-28	-8↓
84	7	0	-28	-10.5↓

[初期解析]

65	COOR↓			
66	1	0	-32	-8↓
67	2	0	-32	-10.5↓
68	3	0	-32	-13↓
69	4	0	-32	-15.5↓
70	5	0	-32	-18↓
71	6	0	-28	-8↓
72	7	0	-28	-10.5↓

[連携する動的解析]

[要素情報]

259	ELEM ↓					
260	1	1	1	2	7	6↓
261	2	1	2	3	8	7↓
262	3	1	3	4	9	8↓
263	4	1	4	5	10	9↓

571	309	501	214	96	101	219↓
572	↓					
573	BOUN ↓					
574	#SIDE BOUNDARY(L)↓					
575	1	0	1	0	0	0↓

[初期解析]

289	ELEM ↓					
290	1	1	1	2	7	6↓
291	2	1	2	3	8	7↓
292	3	1	3	4	9	8↓
293	4	1	4	5	10	9↓

601	309	501	214	96	101	219↓
602	#SIDE VISCOUS BOUNDARY(L)↓					
603	31040101	1	2	↓		
604	31140102	2	3	↓		
605	31240103	3	4	↓		
606	31340104	4	5	↓		
607	#SIDE VISCOUS BOUNDARY(R)↓					
608	31440201	247	216	↓		

動的解析にだけ使用する
粘性境界は要素の最後
記述

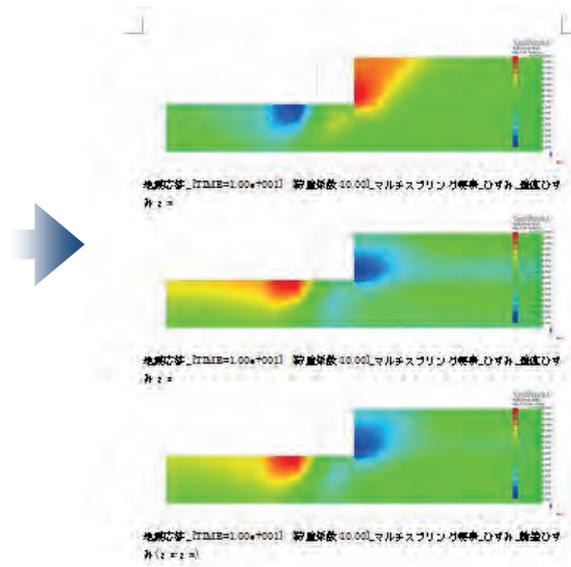
[連携する動的解析]

Post-Processing

1. 機能追加 – 結果図の一括出力

- 解析図を一括出力します。選択した結果図をイメージ形式に出力するか、出力と同時に結果図をWordファイルに貼り付けることができます。書き出した図はデータファイルのあるフォルダの下に保存されます。
- 結果表示状態(ポストスタイル)を適用することができ、結果図の様式をそろえることができます。

・ 結果 > 結果出力 > 結果図の一括出力

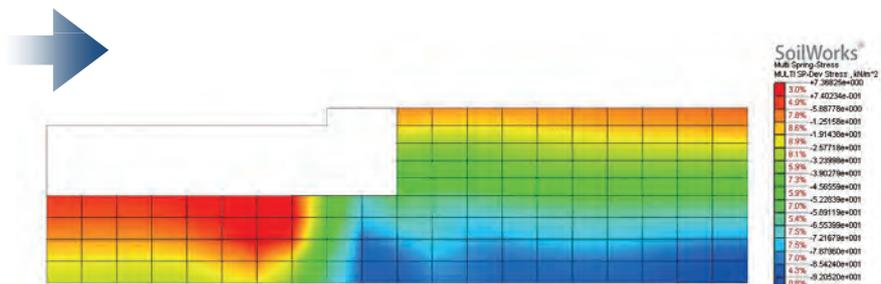


[Wordファイルに書き出した例]

2. 機能改善 – 軸差ひずみ、軸差応力の結果追加

- 結果項目に軸差ひずみと軸差応力を追加しました。それぞれFLIPの結果ファイル-35番ファイル、36番ファイル-から自動計算されます。コンター図だけでなく、結果テーブルからも数値結果を確認できます。

・ 結果ツリー > ポスト処理スタイル



[軸差応力のコンター]

3. 機能改善 – 結果グラフの機能改善 : EXCEL出力、履歴グラフ

- 履歴結果の場合、グラフ表示形式がドット形式で見にくかったですが、ラインタイプに変更しました。
- グラフ結果をEXCELへ書き出す際、書き出す数値データの数が500個を超えると書き出せない制限を改善し、データの数に関係なくEXCELへ書き出せるように改善しました。

• 結果 > 時刻歴結果 > 結果グラフ

[要素の履歴結果]

[EXCELへ書き出した例]

4. 不具合改善 – 結果の読み込みで最大値結果が時系列に含まれて読み込まれる不具合の改善

- 結果の読み込みにおいて、計算したソルバーのバージョンによっては、最大値の結果が時刻歴結果項目に含まれて読み込まれる不具合があり、改善しました。
- 一度結果データを読み込むと、「*.GNP」というSoilWorks for FLIPの結果中間ファイルが生成されますので、既存の間違って読み込まれたデータを再度読み込むためには、該当の結果フォルダにあるGNPファイルを削除してから読み込んでください。

その他

1. その他 – 製品名の変更

- 製品名を「SoilWorks/FLIP」から「**SoilWorks for FLIP**」に変更しました。

04 SoilWorks for FLIPリリースノート (Ver.150R3)

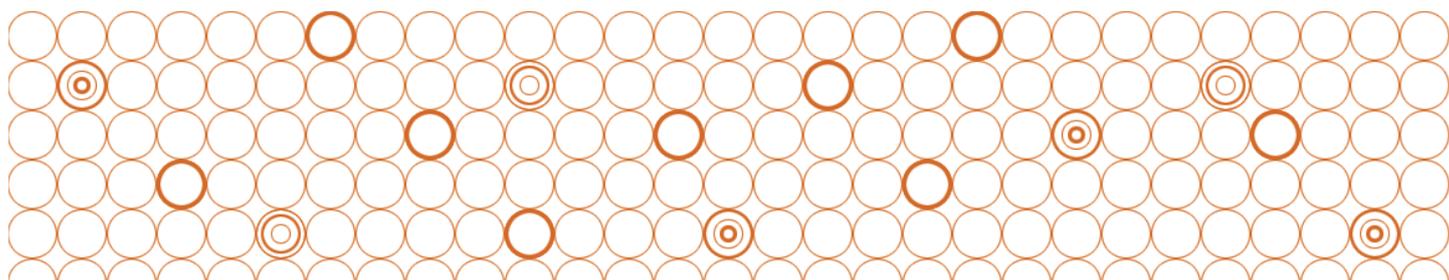
株式会社マイダスアイティジャパン



SoilWorks for FLIP リリースノート(Ver.150R3)

SoilWorks for FLIP

SoilWorks for FLIP® is Intensive and CAD-like Pre/Post-Processor for FLIP®.
FLIP® is an effective stress analysis method developed by the Japanese Port and Airport Research Institute, which evaluates residual displacements with consideration of the effect of liquefaction and dynamic interaction between structures and their foundations.



Enhancements

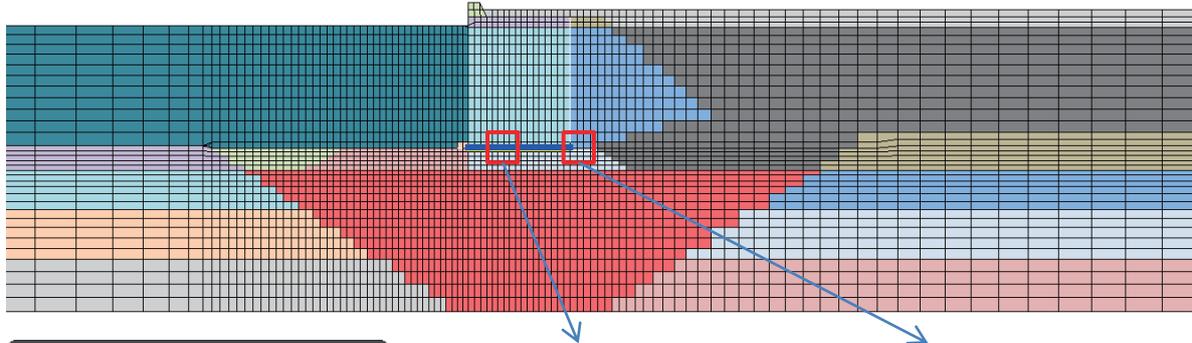
■ Pre Processing

1. **[機能改善]** 水平配置された梁に対するジョイント作成 3
2. **[不具合改善]** ソルバー入力カード出力：線形梁要素の部材特性の出力 3
3. **[不具合改善]** ソルバー入力カード出力：多段階の築堤解析を使用した場合の自由地盤部の出力 3
4. **[不具合改善]** ソルバー入力カード出力：材料物性の数が多い場合の地下水面以下の材料出力 3

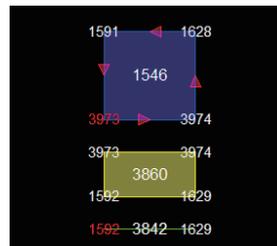
1. 機能改善 – 水平配置された梁に対するジョイント作成

- 水平配置された梁要素の周りにジョイントを作成する際、既存は対象の梁要素が1個しか選択できず、1個ずつジョイント要素を作成する必要がありましたが、V150R3では複数の梁要素に対して一度の操作で複数のジョイントが作成できるように改善しました。

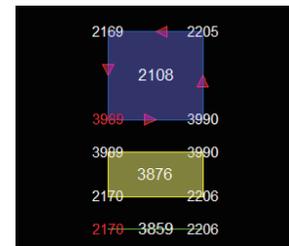
・モデル> 要素 > ジョイント要素



[水平配置された複数の梁へジョイント生成]



[水平配置された梁の上部に生成された複数のジョイント]



2. 不具合改善 – ソルバー入力カード出力：線形梁要素の部材特性の出力

- 線形梁要素の材料特性がソルバー入力カードに正しく出力しなかった不具合を修正しました。
- ソルバー入力カードにおける梁要素の材料特性(MATEコマンドのIEL=2)で、質量密度が0、Kill=1の”要素処理を行わない”と出力されていた不具合を改善しました。

3. 不具合改善 – ソルバー入力カード出力：多段階の築堤解析を使用した場合の自由地盤部の出力

- 多段階の築堤解析の後に動的解析を行う際、動的解析の自由地盤部データが一部正しく出力しなかった不具合を修正しました。
- 自由地盤部の材料特性が築堤解析の1段階のデータを参照していたため、一部の要素の材料でKill=1と出力されていた不具合を改善しました。

4. 不具合改善 – ソルバー入力カード出力：材料物性の数が多い場合の地下水面以下の材料出力

- 地下水面以下の要素の材料には水中質量を自動計算していますが、材料物性の数が多いと、自動出力される地下水面以下の材料(水中質量を使用)が一部出力しなかった不具合を修正しました。

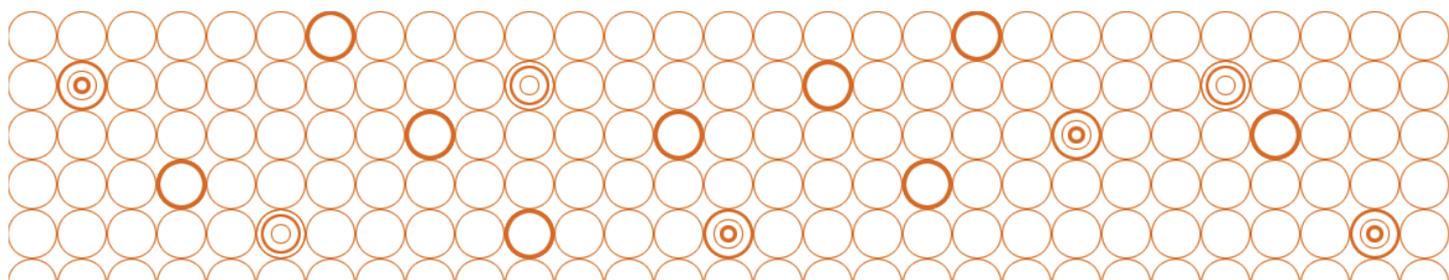
05 SoilWorks for FLIリリースノート (Ver.200)
株式会社マイダスアイティジャパン



SoilWorks for FLIP リリースノート(Ver.200)

SoilWorks for FLIP

SoilWorks for FLIP® is Intensive and CAD-like Pre/Post-Processor for FLIP®.
FLIP® is an effective stress analysis method developed by the Japanese Port and Airport Research Institute, which evaluates residual displacements with consideration of the effect of liquefaction and dynamic interaction between structures and their foundations.



Enhancements

■ Pre Processing

1. [機能追加] 地盤物性、構造特性のテーブル入力	3
2. [機能改善] ソルバー入力カードの読み込み改善	4
3. [機能改善] 「自由地盤からの反力を考慮」オプション追加	4
4. [機能改善] 形状に対する交差点スナップ	5
5. [機能改善] 1D要素の要素座標系変更の拡張	5
6. [機能追加] 作業ツリー 整列機能の追加	6
7. [不具合改善] ソルバー入力カード出力：築堤段階における材料のKill処理	6
8. [不具合改善] ソルバー入力カード出力：流体要素の動水圧拘束	6
9. [不具合改善] ソルバー入力カード出力：カードが出力しない	6

■ Post Processing

1. [機能改善] 結果ファイルの読み込み	7
2. [機能改善] 結果図の一括出力	8
3. [機能改善] 結果グラフの機能改善：EXCEL出力	8

Pre-Processing

1. [機能追加] 地盤物性、構造特性のテーブル入力

- 地盤物性や構造特性をテーブルを使って入力することができます。
- 既存の入力ダイアログから入力したデータも「物性テーブル」から確認することができます。

• モデル > 属性 > 物性テーブル

• 物性テーブルの対象要素

- マルチスプリング要素
- 線形平面要素
- 非線形梁要素
- 線形梁要素
- 線形バネ要素
- 杭-地盤相互作用バネ要素

• 物性テーブル入力方法

- EXCELで整理した物性データをコピーして、SoilWorks for FLIPの“物性テーブル”に貼り付けて入力
- SoilWorks for FLIPの“物性テーブル”上で直接入力
- EXCELデータを利用した入力例

■ステップ1 EXCELで整理した物性データを必須項目だけをコピー

ID	Name	γ (kN/m ³)	σ _{ma} (kN/m ²)	G _{ma} (kN/m ²)	K _{ma} (kN/m ²)	ν	n	C (kN/m ²)	φf [deg]	HMAX	φp [deg]
layer4(砂)	19.6133	157	168200	447530	0.5	0.5	0.33	0	44	0.3	30
layer3(粘土)	14.709975	140	74970	199470	0.5	0.5	0.33	0	39	0.3	0

■ステップ2 物性テーブルの「Name」欄をクリックして、キーボードの「Ctrl+V」キーを押して貼り付け

ID	Name	γ (kN/m ³)	σ _{ma} (kN/m ²)	G _{ma} (kN/m ²)	K _{ma} (kN/m ²)	ν	n	C (kN/m ²)	φf [deg]	HMAX
*										

■ステップ3 貼り付けたデータ以外の項目には内部で設定されているデフォルト値が自動入力

ID	Name	γ (kN/m ³)	σ _{ma} (kN/m ²)	G _{ma} (kN/m ²)	K _{ma} (kN/m ²)	ν	n	C (kN/m ²)	φf [deg]	HMAX
1	layer4(砂)	19.6133	157	168200	447530	0.5	0.33	0	44	0.3
2	layer3(粘土)	14.709975	140	74970	199470	0.5	0.33	0	39	0.3
*										

- 物性テーブルの入力時の注意事項は[サンプルExcelファイル“tMatPorp.xlsx”](#)をご確認下さい。
サンプルExcelファイル“tMatPorp.xlsx”はインストール先の「Tutorials」フォルダに入っています。

SoilWorks for FLIP | Enhancement

SoilWorks for FLIP Ver.200 Release Note

2. [機能改善] ソルバー入力カードの読み込み改善

- ソルバー入力ファイル(*.d)の読み込みで、「変位拘束条件」、「MPC」データが新たに追加対応されました。
- 読み込み時に物性別にメッシュセットを区分して読み込むようになりました。

• メイン アイコン > 読み込み > ソルバー入力カード(*.d)



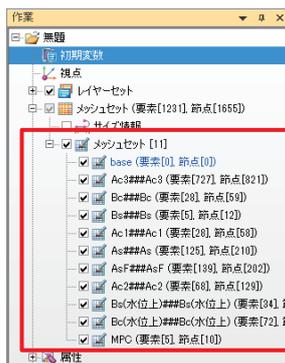
[読み込みメニュー]

• 読み込み対応データ

1. 節点情報
 2. 要素情報
 - マルチスプリング要素、線形平面要素、流体要素
 - 線形梁要素、ジョイント要素
 3. 材料情報
 - 読み込みに対応する要素の材料
- <追加対応したデータ>
4. 変位拘束条件
 5. MPC

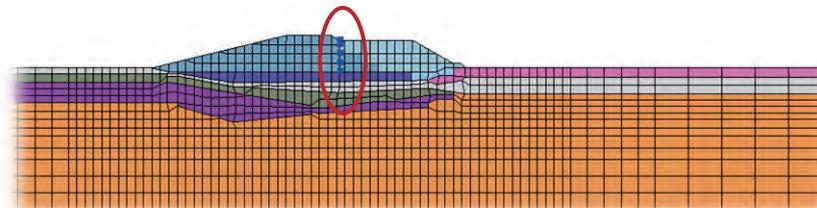
Note

1. 非線形梁要素の場合、線形梁として読み込みます。



※ 物性別にメッシュセットを自動的に区分して読み込む

自動的に読み込まれたMPC情報

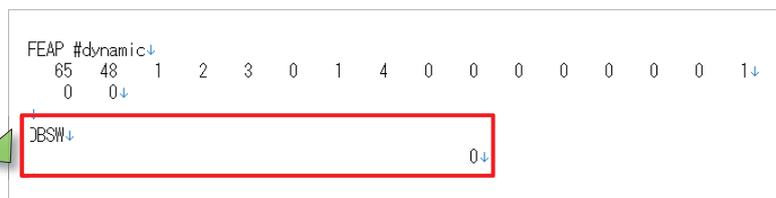
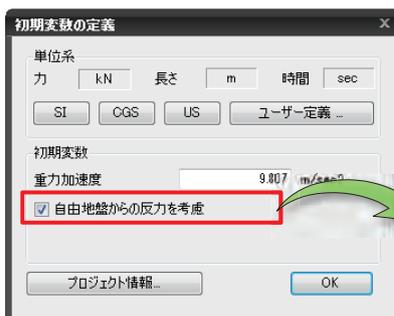


[* .dファイルから読み込んだデータ]

3. [機能改善] 「自由地盤からの反力を考慮」オプション追加

- 既存は自由地盤からの反力を考慮しないことを固定設定していましたが、ユーザーが選択できるようにオプション化しました。
- 「自由地盤からの反力を考慮」をチェックオンすると、動的解析のソルバー入力カードでDBSWの50コラムに"0"を出力します。

• メイン アイコン > プロジェクト設定 > 初期変数



[出力されたソルバー入力カード]

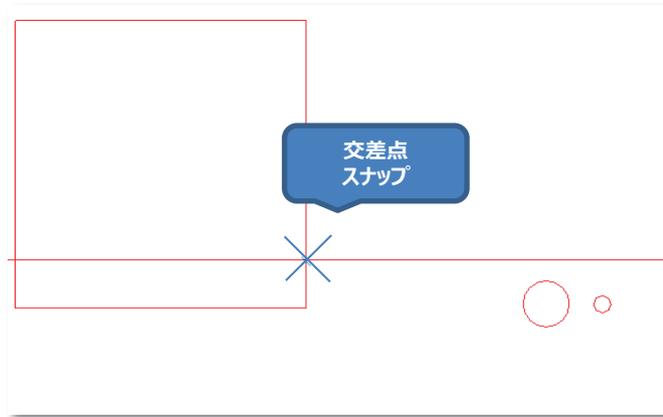
4. [機能改善] 形状に対する交差点スナップ

- CADオブジェクトのスナップオプションで交差点スナップオプションを追加しました。

- 作業画面右下 OSNAP メニューでマウス右ボタンをクリック > **Settings**



[スナップ設定 > オブジェクトスナップ]



- 交差点スナップは線と線が交差する位置をスナップするオプションです。
“幾何形状>生成”や“幾何形状>移動” コマンドなどでスナップが利用できます。

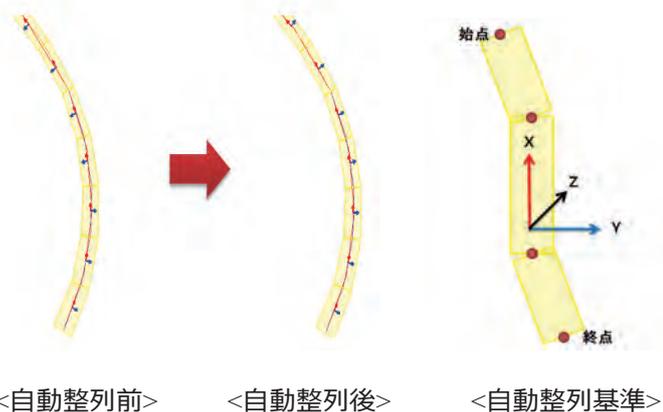
5. [機能改善] 1D要素の要素座標変更の拡張

- 1D要素の要素座標系変更機能に“連結した要素の自動整列”オプションを追加しました。
- 連結した1D要素の要素座標系が揃っていないくて、結果表示で断面力図が逆転する場合に使用します。

- モデル > 要素 > 要素座標系変更 > **1D要素**



[要素座標系変更 > 1D要素]



- 1D要素に適用できる機能です。連結されている1D要素に該当オプションを実行すると、上図のように同じ方向で要素座標系を整列することができます。
- 連結されている1D要素の両端の節点でX座標が大きい節点が“始点”で、小さい節点が“終点”となり、要素座標系のX軸は始点から終点に向かう方向に設定されます。要素座標系のY軸はX軸と直角を成す全体座標系のXZ平面上に設定されます。

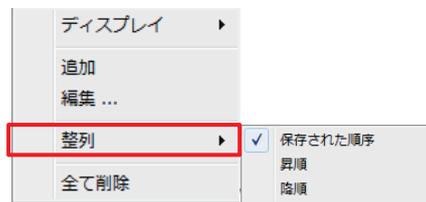
6. [機能追加] 作業ツリー-整列機能の追加

- モデル作成時の作業ツリーの整列機能を追加しました。

・ 整列対象

- レイヤセット
- メッシュセット>シード情報
- メッシュセット>メッシュセット
- 属性>地盤物性
- 属性>構造特性
- 関数 /荷重 /境界 /解析ケース

・ 整列方法



- 標準の整列方法は“保存された順序”で、“保存された順序”はユーザーが作成、追加した順で整列する方法です。
- “昇順”は整列対象を名称順で整列する方法です。

整列方法を“昇順”に設定すると、該当の対象を名前順に整列します。(降順も同じ)



- “属性>地盤物性”と“属性>構造特性”は、名称ではなく、IDに対する昇順/降順で整列します。

7. [不具合改善] ソルバー入力カード出力：築堤段階における材料のKill処理

- 複数の施工段階を持つデータで、モデルによって構造部材や一部の地盤材料の「要素処理パラメータ Kill」が正しく出力されない不具合を修正しました。

8. [不具合改善] ソルバー入力カード出力：流体要素の動水圧拘束

- 動的解析ファイルにおいて、モデルによって流体要素の動水圧の拘束が正しく出力されない不具合を修正しました。

9. [不具合改善] ソルバー入力カード出力：カードが出力しない

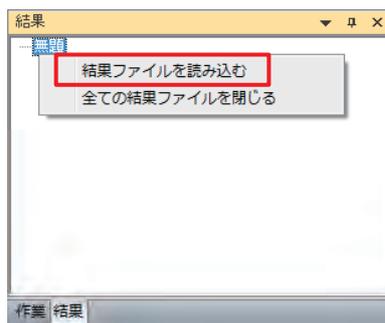
- ユーザー定義の剛性を持つ非線形バネがあると、ソルバー入力カード自体が出力されない不具合を修正しました。
- 外部で作成したソルバー入力カード(*.dファイル)を読み込んでから、ソルバー入力カードを出力すると、出力されない不具合を修正しました。

Post-Processing

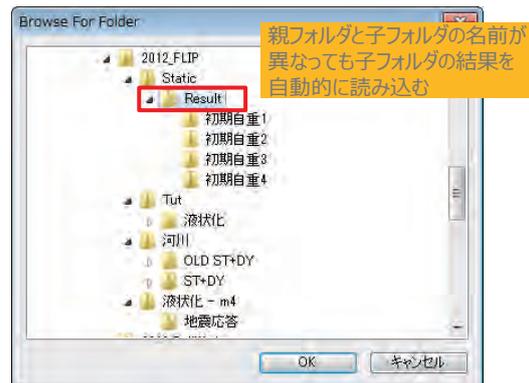
1. [機能改善] 結果ファイルの読み込み

- 施工段階の結果を読み込む際に、親フォルダを選択してその中の子フォルダ(施工段階別フォルダ)の結果を自動的に読み込むために、親フォルダと子フォルダの名前に規則を設けていました。
- しかし、施工段階別のフォルダ名を自由に変更できない不便があり、V200では名前による規則を無くしました。

• 結果ツリー > 結果ファイルを読み込む



[結果ツリー]



[結果の入っているフォルダの選択]

• 既存の読み込み規則

以下の2つの条件を満足する必要がありました。

1. 選択したフォルダの中に以下のファイルのいずれかがあれば選択できます。
 - Flip.gnp (SoilWorks for FLIPの結果中間ファイル)
 - Flip.24, Flip.25
 - Flip.32, Flip.33, Flip.34, Flip.35, Flip.36, Flip.38, Flip.39
2. 施工段階結果の場合、該当のフォルダの直下の子フォルダの名前が選択したフォルダと同じ名前で始まり、名前の後に数字がついているフォルダがあると選択できます。(直下の子フォルダだけ)



• V200の読み込み規則

施工段階の結果でも以下の1つの条件だけを満足すると、結果を読み込むように変更しました。

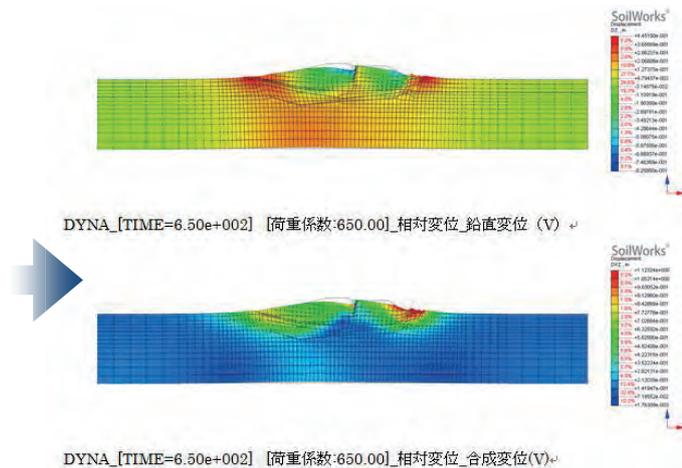
1. 選択したフォルダの中に以下のファイルのいずれかがあると選択できます。
 - Flip.gnp (SoilWorks for FLIPの結果中間ファイル)
 - Flip.24, Flip.25
 - Flip.32, Flip.33, Flip.34, Flip.35, Flip.36, Flip.38, Flip.39

Post-Processing

2. [機能改善] 結果図の一括出力

- 既存は変形前の状態でしか結果図が一括出力できなかったものを、現在表示している変形状態のままで一括出力できるように改善しました。

結果 > 結果出力 > 結果図の一括出力

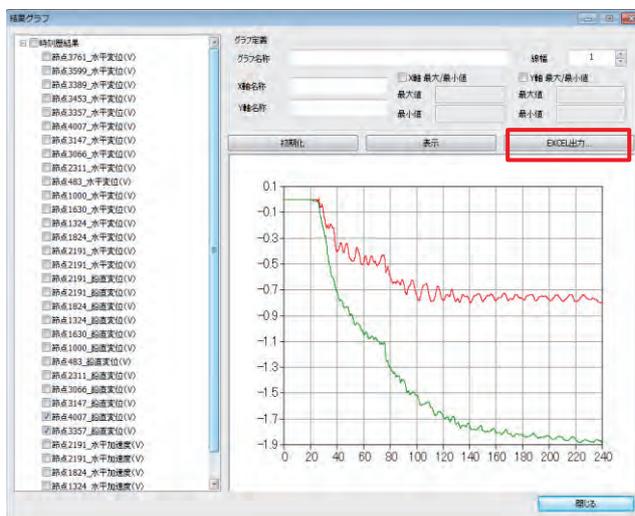


[変形前 + 変形後の表示状態で一括出力した例]

3. [機能改善] 結果グラフの機能改善 : EXCEL出力

- グラフ結果をEXCELへ書き出すと数値データの出力と同時にEXCEL上でグラフを自動作成していたため、書き出す数値データの数が32,000個を超えるとEXCELのグラフ作成制限に掛かって出力自体ができませんでした。
- V200ではデータの数が32,000個を超えると数値データだけを書き出し、EXCELへ出力できるように改善しました。

結果 > 時刻歴結果 > 結果グラフ



	A	B	C	D
1	1 節点4007_鉛直変位(V) 1 節点3357_鉛直変位(V)			
2	0	0	0	0
3	0.01	0	0.01	0
4	0.02	0	0.02	0
5	0.03	0	0.03	0
6	0.04	0	0.04	0
7	0.05	0	0.05	0
8	0.06	0	0.06	0
9	0.07	0	0.07	0
10	0.08	0	0.08	0
11	0.09	0	0.09	0
12	0.1	0	0.1	0
13	0.11	0	0.11	0
14	0.12	0	0.12	0
15	0.13	0	0.13	0
16	0.14	0	0.14	0
17	0.15	0	0.15	0
18	0.16	0	0.16	0
19	0.17	0	0.17	0
20	0.18	0	0.18	0
21	0.19	0	0.19	0
22	0.2	0	0.2	0

[EXCEL出力結果 : 数値結果だけ出力]

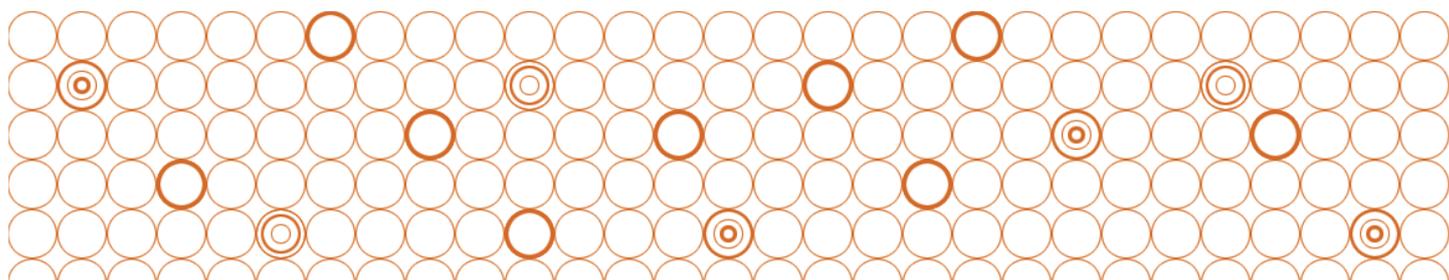
06 SoilWorks for FLIPリリースノート (Ver.250)
株式会社マイダスアイティジャパン



SoilWorks for FLIP リリースノート(Ver.250)

SoilWorks for FLIP

SoilWorks for FLIP® is Intensive and CAD-like Pre/Post-Processor for FLIP®.
FLIP® is an effective stress analysis method developed by the Japanese Port and Airport Research Institute, which evaluates residual displacements with consideration of the effect of liquefaction and dynamic interaction between structures and their foundations.



Enhancements

■ Pre Processing

1. [機能追加] 要素分割	3
2. [機能追加] CAD機能の拡張	3
3. [機能改善] 反力の結果出力	4
4. [機能改善] 圧力/節点荷重を用いた解析でのカード出力	4
5. [機能改善] ファイルを開く際の結果スキップオプション	5

■ Post Processing

1. [機能追加] 要素コンターの表示	6
2. [機能追加] イメージ図保存機能	6
3. [機能追加] 凡例の水平表示	7
4. [機能追加] ポストスタイル読み込み/出力	7
5. [機能追加] ライン上分布図	8
6. [機能追加] 結果演算機能	9
7. [機能改善] 出力間隔の設定	10
8. [機能改善] 結果テーブル・結果抽出の時間出力	11
9. [機能改善] 結果照会機能の改善	11
10. [機能改善] ポスト処理CAD機能拡張	12

■ 不具合の改善

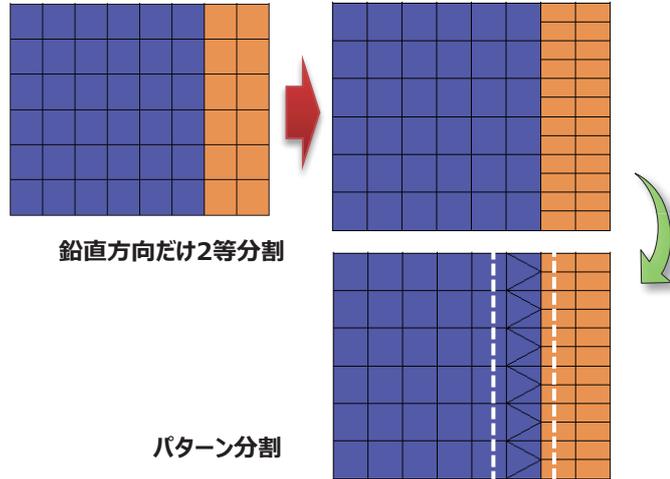
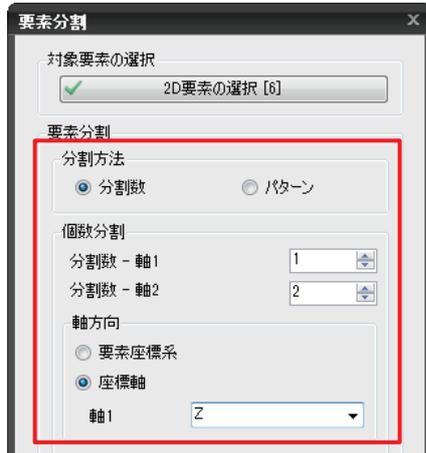
1. 梁の質量密度の算出	13
2. MPCの出力	13
3. 杭-地盤相互バネの出力	13
4. 非線形バネ定義	13

Pre-Processing

1. [機能追加] 要素分割

- 既存のパターンメッシュ機能に座標系を基準に等分割する機能が追加されました。

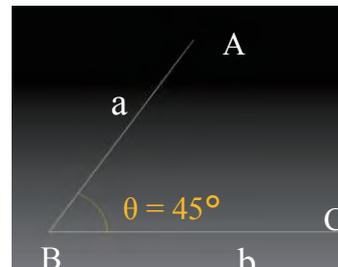
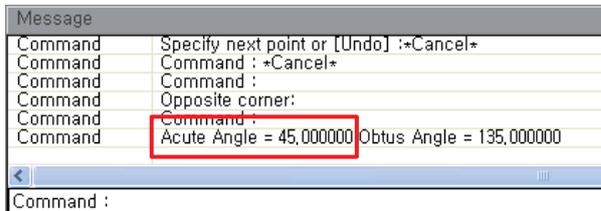
・モデル > 要素 > 要素分割



2. [機能追加] CAD機能の拡張

- プリモード(モデル作成モード)において、線と線との間の角度(Measuring Angle)を測定できる機能を追加しました。
- CAD Object Snapでサイズ指定したポイントをスナップできる機能を追加しました。

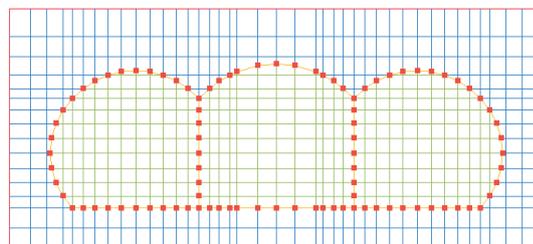
・コマンドライン > Angle



・作業画面右クリック > *ONSANP OPTION*



[スナップ設定 > シードスナップ]



[シードスナップで作成したメッシュ線]

- シード(Seed) スナップはユーザーがサイズ指定したポイントをスナップして幾何形状を作成するときに、そのポイントを基準点として扱うことができます。“幾何形状>生成”と“幾何形状>移動” コマンド実行中に動作します。

Pre-Processing

3. [機能改善] 反力の結果出力

- ・ 築堤解析および自重解析において、[出力制御]で[反力]チェックボックスがオンになった場合に、[出力節点セット]で設定した節点に対して、反力出力用のカードが正常に生成できるように改善しました。

・ 解析 > 出力制御 > 出力節点セット



反力を出力したい節点を選択し、[時刻歴出力]チェックボックスをオフにして、[追加]します。



対象となる出力節点セットを[現段階で追加するデータセット]に追加し、[出力制御]で[反力]チェックボックスをオンにします。

4. [機能改善] 圧力/節点荷重を用いた解析でのカード出力

- ・ 圧力/節点荷重を用いた解析において、入力カードにPROP命令と実行時に必要なその他のパラメータカードを出力するようにしました。

・ 解析 > 実行 > 解析

FORC ^d	56	0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3 ^d		
^d										
DIST ^d	64	62	0	2	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	1.0 ^d
					0.0	0.0	0.0	2 ^d		
PROP			2		0 ^d					
#Other Parameter For PROP Command ^d										
	2	0	0.0	999.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0 ^d
	3	0	0.0	999.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0 ^d

荷重データ

PROP命令

追加のデータ

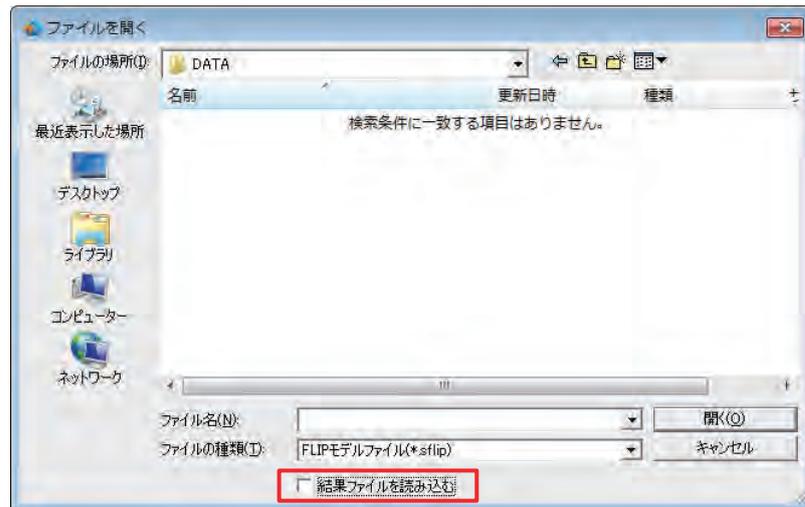
[入力カード例]

Pre-Processing

5. [機能改善] ファイルを開く際の結果スキップオプション

- ファイルを開く際に、結果の読み込みを行わないオプションを追加しました。これまでは、ファイルに対応した結果がある場合には、自動で結果を読み込むようになっていました。結果の容量が大きい場合など、ファイルを開くのに時間がかかってしまっていました。

• 開く



チェックをオフにすると、結果の読み込みをスキップします。

Post-Processing

1. [機能追加] 要素コンターの表示

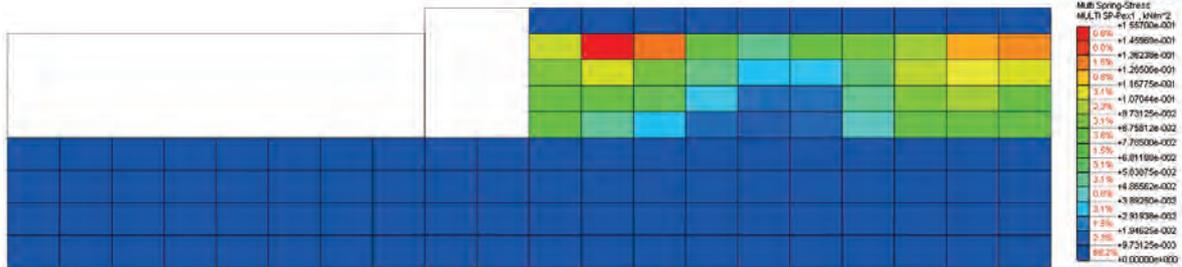
- 要素で出力される結果を各要素に対して単一色で表示する要素コンターを表示できるようにしました。これまでは、要素の結果を節点で平均化した値を用いてコンターを描画していました。

結果 > 詳細結果 > 表示形式



結果リボンメニューの「詳細結果」-「表示形式」の「節点平均値」をチェックオフすると表示できます。

要素コンター表示設定

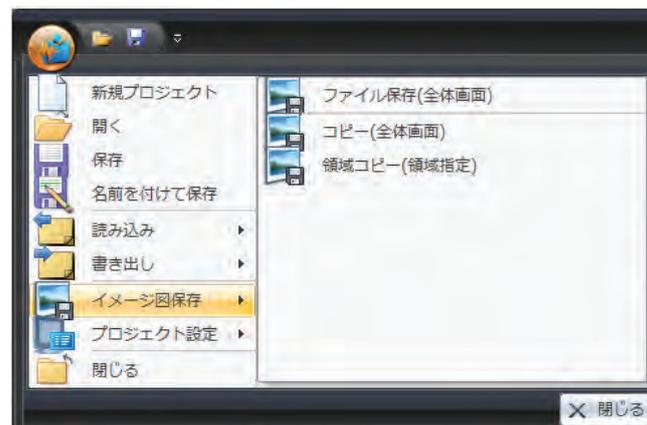


[要素コンターの表示例]

2. [機能追加] イメージ図保存機能

- グラフィックウィンドウ内の画面をキャプチャして保存する機能を追加しました。ファイルとして保存もしくはクリップボードへコピーすることができます。クリップボードへのコピーでは、画面内の領域選択を行うことができます。

イメージ図保存 > ファイル保存/コピー（全画面）/領域コピー（領域指定）



[イメージ図保存]

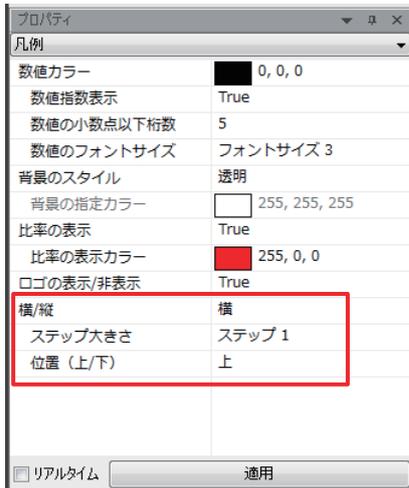
イメージ図は、JPEG、BMP、PNGのいずれかの方法で保存することができます。

Post-Processing

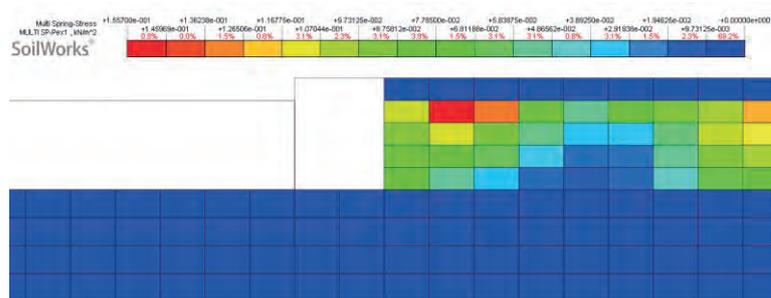
3. [機能追加] 凡例の水平表示

- 凡例を水平表示できるようにしました。

- プロパティウィンドウ > 凡例 > 横/縦



[凡例の設定]

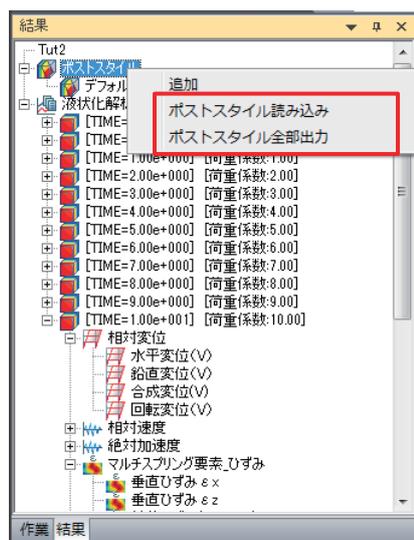


[凡例の水平表示例]

4. [機能追加] ポストスタイル読み込み/出力

- ポスト処理において用いている表示設定を出力/読み込みできるように改善しました。これにより、異なるモデルファイルでも統一した表示設定を行うことができるようになります。

- 結果ツリー > ポストスタイル > 全部出力/読み込み



[ポストスタイル読み込み/出力]

ポストスタイルは、拡張子*.pvsのファイルとして保存されます。

Post-Processing

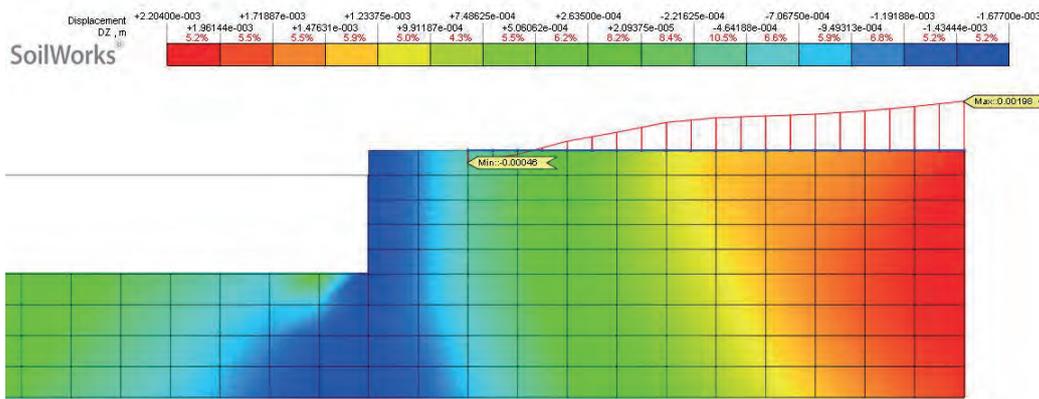
5. [機能追加] ライン上分布図

- コンター図表示時に、指定した任意のライン(2ポイント、直線、曲線)上に分布図を表示できるようにしました。ライン上の値は、近接する節点から近似されます。

結果 > 詳細結果 > ライン上分布図



[ライン上分布図]



[ケーソン背後の地表面鉛直変位量の表示例]

ID	X	Z	Value
1	8	2	-4.613E-004
2	10	2	-2.939E-004
3	12	2	-1.574E-004
4	14	2	1.071E-004
5	16	2	3.716E-004
6	18	2	5.496E-004
7	20	2	7.276E-004
8	22	2	9.253E-004
9	24	2	1.123E-003
10	26	2	1.217E-003
11	28	2	1.310E-003
12	30	2	1.345E-003
13	32	2	1.380E-003
14	34	2	1.417E-003
15	36	2	1.453E-003
16	38	2	1.517E-003
17	40	2	1.581E-003
18	42	2	1.672E-003
19	44	2	1.762E-003
20	46	2	1.869E-003
21	48	2	1.975E-003

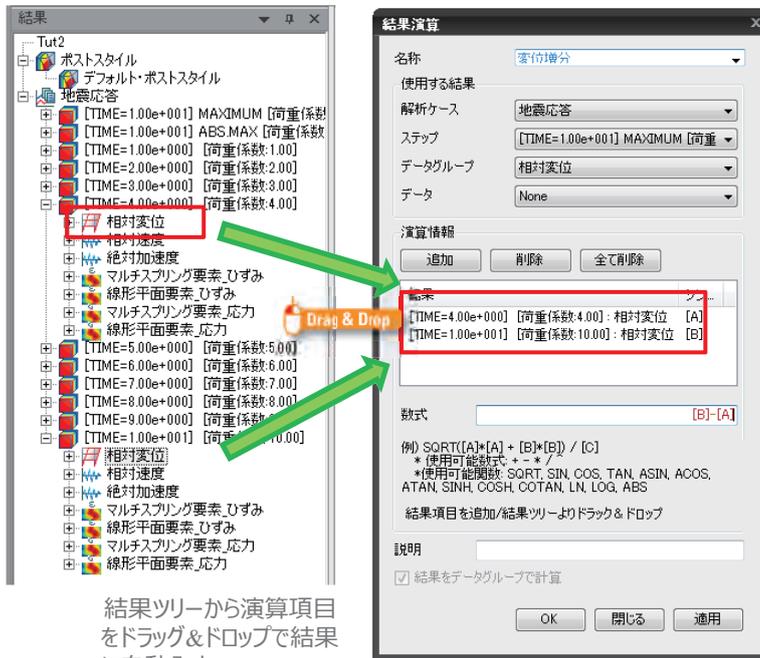
[ライン上分布図結果のテーブル出力例]

Post-Processing

6. [機能追加] 結果演算機能

- 出力された結果をツリーに表示された項目間で数式計算できるようにしました。任意の時間ステップ間の変位増分の計算などご活用いただけます。

・ 結果 > 詳細結果 > 結果演算



結果ツリーから演算項目をドラッグ&ドロップで結果に自動入力



新規生成された結果ケース

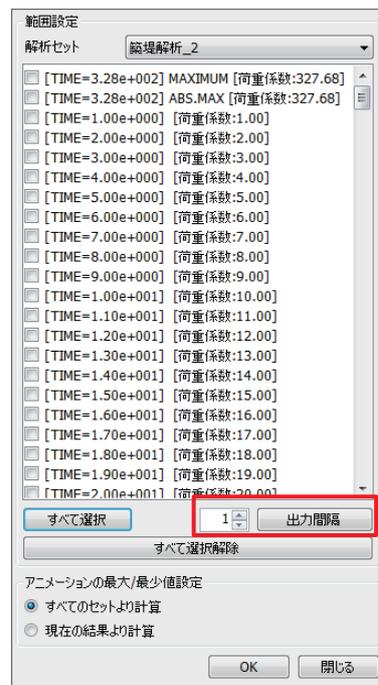
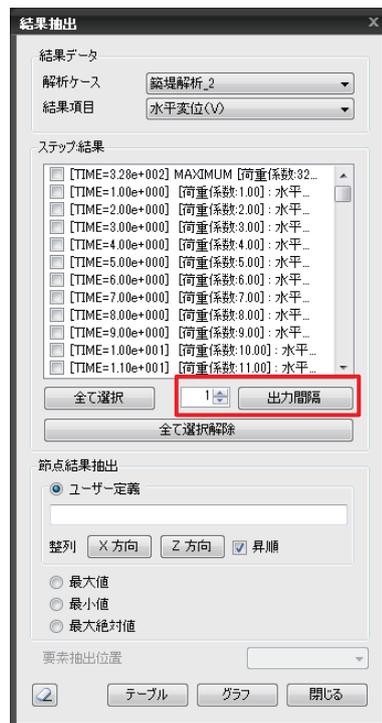
[結果演算の使用例]

Post-Processing

7. [機能改善] 出力間隔の設定

- 結果抽出、アニメーションの範囲設定で出力間隔を設定できるように改善しました。これにより、任意に設定した等間隔での結果の抽出、アニメーションの表示ができるようになり、効率的な結果評価作業を行うことができます。

- 結果 > 詳細結果 > 結果抽出/ステップの指定



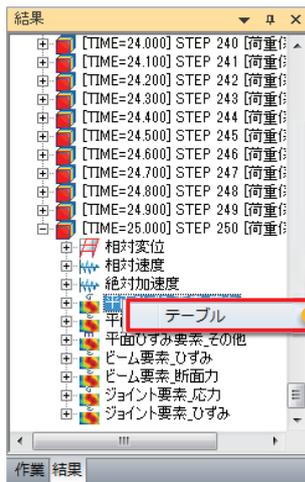
[出力間隔の設定画面]

Post-Processing

8. [機能改善]結果テーブル・結果抽出の時間出力

- 結果テーブルに時間項が追加されました。
- これより、解析前に出力節点や出力要素を指定しなくても、解析後に任意の節点や要素に対して、簡単に時刻履歴グラフを描くことができます。

- 結果ツリー > テーブル
- 結果 > 詳細結果 > 結果抽出



[結果ツリー]

Step	時間	SX	SZ	SY	SXZ	SZ-SX
[TIME=25.000] STEP 250 [荷重係数:25.00]	25.00000	1.068E+001	2.609E+001	1.755E+001	1.267E+001	1.702E+001
[TIME=25.000] STEP 250 [荷重係数:25.00]	25.00000	1.902E+001	8.962E+000	1.417E+001	1.932E+000	-1.005E+001
[TIME=25.000] STEP 250 [荷重係数:25.00]	25.00000	1.137E+001	1.026E+001	1.084E+001	-9.385E+000	-1.111E+001
[TIME=25.000] STEP 250 [荷重係数:25.00]	25.00000	1.161E+001	2.408E+000	1.205E+001	-8.468E-001	-1.920E+001
[TIME=25.000] STEP 250 [荷重係数:25.00]	25.00000	8.834E+001	2.213E+001	1.914E+001	1.083E-002	3.790E+000
[TIME=25.000] STEP 250 [荷重係数:25.00]	25.00000	1.135E+000	7.362E+000	6.592E+000	1.019E-001	1.227E+000
[TIME=25.000] STEP 250 [荷重係数:25.00]	25.00000	1.179E+002	1.915E+001	7.113E+001	9.663E+000	-9.877E+001
[TIME=25.000] STEP 250 [荷重係数:25.00]	25.00000	6.025E-001	6.832E+000	3.717E+000	-8.544E-001	6.230E+000
[TIME=25.000] STEP 250 [荷重係数:25.00]	25.00000	1.351E+001	2.558E+001	3.554E+001	1.445E+001	-1.793E+001
[TIME=25.000] STEP 250 [荷重係数:25.00]	25.00000	1.771E+000	8.024E+000	8.370E+000	-2.568E+000	-7.470E-001
[TIME=25.000] STEP 250 [荷重係数:25.00]	25.00000	1.167E+001	3.335E+001	3.180E+001	6.843E+000	1.688E+000

[結果テーブルの時間出力]



[詳細結果 > 結果抽出]

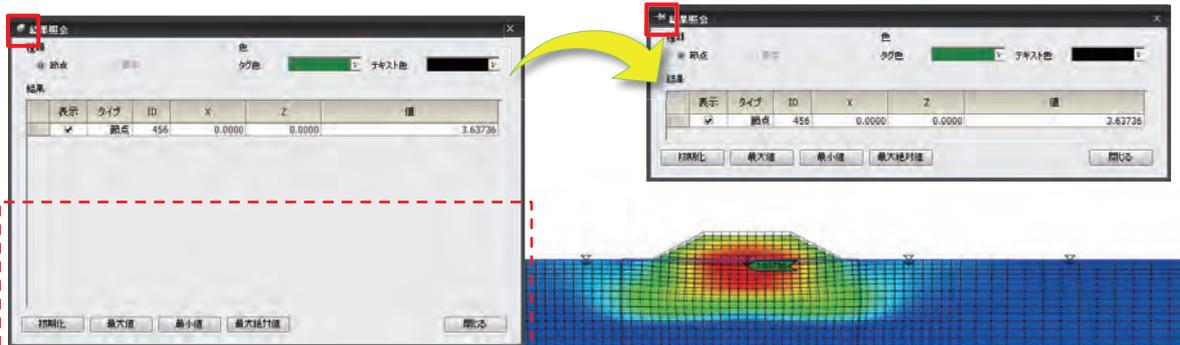
ステップ	時間	節点:15
[TIME=0.100] STEP 1	0.10000	-2.64061E
[TIME=0.200] STEP 2	0.20000	9.17955E
[TIME=0.300] STEP 3	0.30000	1.34210E
[TIME=0.400] STEP 4	0.40000	-3.00116E
[TIME=0.500] STEP 5	0.50000	-4.02696E
[TIME=0.600] STEP 6	0.60000	-8.42158E
[TIME=0.700] STEP 7	0.70000	-1.16137E
[TIME=0.800] STEP 8	0.80000	-1.19249E
[TIME=0.900] STEP 9	0.90000	-1.06137E

[結果抽出テーブル]

9. [機能改善]結果照会機能の改善

- 結果照会機能で調べたい節点・要素の結果を表示するときにダイアログが大きくて図が見えない場合に、縮小ボタンをクリックしてダイアログを縮小することができます。

- 結果 > 詳細結果 > 結果照会



ダイアログが大きくて図が見えない場合使用



Post-Processing

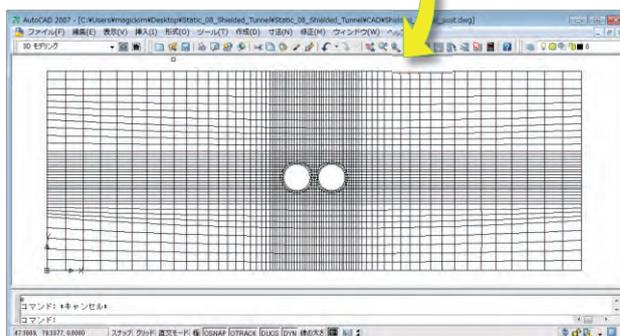
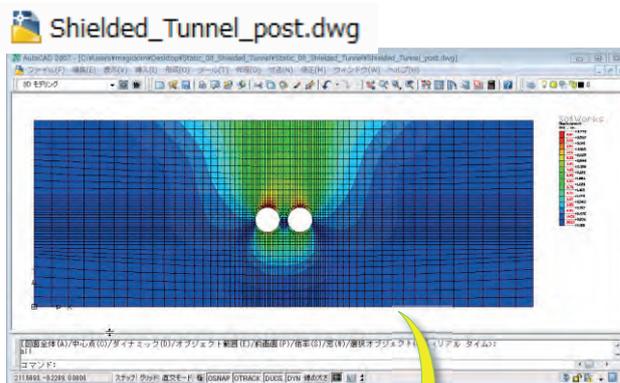
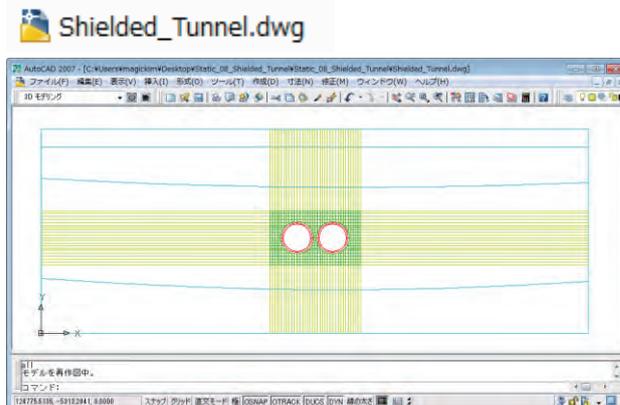
10. [機能改善] ポスト処理CAD機能拡張

- ポストモードでオブジェクトの大きさが調整できるZoom機能を追加しました。
- ポストモードで結果をCADファイルとして出力する際、情報を各Layer別に分けて登録するように改善しました。

• コマンドライン > Zoom



• 書き出し > CADファイル(*.dwg/dxf/dgn)



Layer情報で表示/非表示でメッシュエッジのみ表示



Layer別に情報を登録して、CADファイルを書き出す

- ポストモードで“メインアイコン > 書き出し > CADファイル”をクリックして、表示した結果をCADファイルとして出力します。プリで作成された情報は *.DWG、ポストで表示した *_post.DWG で同時に生成されます。
- ポストモードでこの機能を利用してユーザーが表示させたものを、そのまま CADファイルで書き出せます。例えば、変形前/後形状、メッシュエッジなどの詳細結果内容とプロパティウィンドウで設定した内容を反映した状態のファイルが生成されます。変形前/後形状、メッシュエッジなどを Layer別に分けて保存することができます。

不具合の改善

1. 梁の質量密度の算出

- 梁要素において、有効単位体積重量から質量密度を算出する際に用いる重力加速度の値が、[プロジェクト設定]-[初期変数]で設定できる重力加速度の値に関わらず一定の値となっていました。[プロジェクト設定]-[初期変数]で設定した重力加速度を用いるようにしました。

2. MPCの出力

- MPCの設定で、[RY固定]にチェックしても入力データに反映されていませんでした。MPCのRY固定を出力するようにしました。

3. 杭-地盤相互バネの出力

- 杭-地盤相互バネを生成する際に、地盤相互バネのIX1とIX2が逆になっていました。新バージョンで、杭-地盤相互バネを生成すると問題ないのですが、旧バージョンで生成した杭-地盤相互バネは、新バージョンで生成し直す、もしくは要素テーブルでNode1とNode2を入れ替えるなどの措置が必要となります。

4. 非線形バネ定義

- 非線形バネの定義で、履歴曲線の定義にユーザー定義を用いた場合、入力した履歴データと表示される図が整合しない現象がありました。入力した履歴データと表示される図が整合するようにしました。

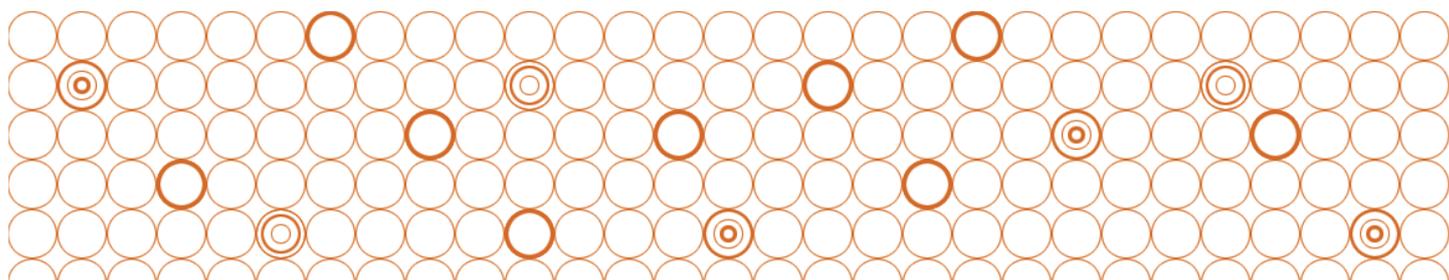
07 SoilWorks for FLIPリリースノート (Ver.300)
株式会社マイダスアイティジャパン



SoilWorks for FLIP リリースノート(Ver.300)

SoilWorks for FLIP

SoilWorks for FLIP® is Intensive and CAD-like Pre/Post-Processor for FLIP®.
FLIP® is an effective stress analysis method developed by the Japanese Port and Airport Research Institute, which evaluates residual displacements with consideration of the effect of liquefaction and dynamic interaction between structures and their foundations.



Enhancements

■ Pre Processing

1. [機能追加] 押し出しメッシュ	3
2. [機能追加] カクテルグラス要素	4
3. [機能改善] MPCの接続自由度の追加	6
4. [機能改善] 拘束条件への間隙水自由度の追加	6
5. [機能改善] 節点流量/面流量	7
6. [機能改善] 解析/出力制御データの機能拡張	8
7. [機能改善] .dファイルの読み込み	9

■ Post Processing

1. [機能追加] カクテルグラス要素の結果読み込み	10
2. [機能追加] 表示形式のデフォルト変更	10

■ 不具合の改善

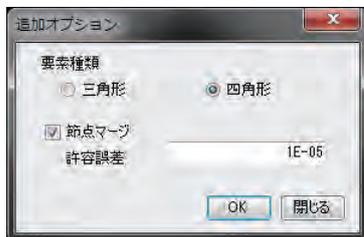
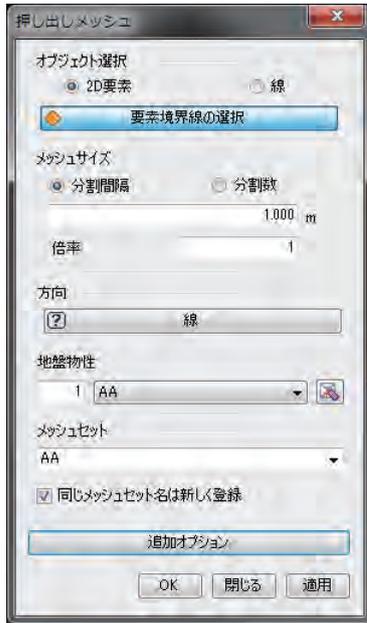
1. 梁の断面二次モーメントの読み込み	11
2. メッシュセットの特性制御	11
3. 結果の読み込み	11
4. 凡例の単位系	11

Pre-Processing

1. [機能追加] 押し出しメッシュ

- 2D要素のエッジもしくは線を押し出して、2D要素を生成する機能を追加しました。

・モデル > メッシュ > 押し出しメッシュ



オブジェクト選択

メッシュを生成する規準になる対象を選択します。

2D要素

押し出し規準になる2D要素の要素線を選択します。

線

押し出し規準になる線を選択します。(線にはサイズ指定をしておく必要があります。)

メッシュサイズ

要素の大きさを入力します。

分割間隔

要素の分割間隔を指定します。

分割数

要素の分割数を指定します。

倍率

押し出し作業過程で要素の大きさが変化する倍率を入力します。

方向

ガイド方向になる線を選択します。

地盤物性

生成する要素に適用する地盤物性を選択します。

新しく地盤物性を定義するか、既存の地盤物性を修正・削除する場合は右側の地盤材料の定義 ボタンをクリックします(モデル > 属性 > 地盤物性を呼び出します)。

メッシュセット

メッシュセットの名称を入力します。デフォルトでは地盤物性や構造特性リストから選択した名称がメッシュセット名として登録されます。

名称を変更する場合はメッシュセットリストから直接書き換えます。

同じメッシュセット名は新しく登録

既に同じ名称のメッシュセットがある場合、新しいメッシュセット名で生成します

[追加オプション]

種類

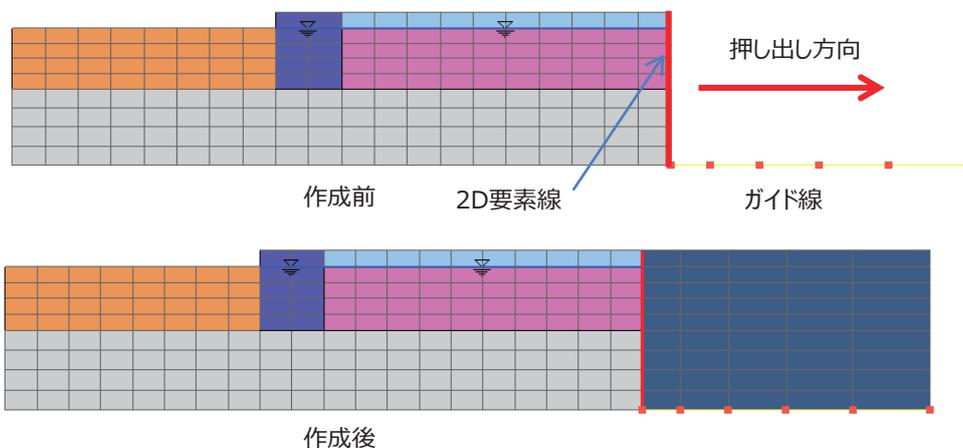
三角形や四角形など、要素の形を選択します。

四角形

四角形の要素でメッシュを生成します。

節点マージ

許容誤差を入力して、許容誤差のない節点をマージしながらメッシュを生成します。



<作成例>

Pre-Processing

2. [機能追加] カクテルグラス要素

- カクテルグラス要素の材料を定義する機能を追加しました。 FLIPバージョン7.2.3に対応。

・モデル > 属性 > 地盤特性/物性テーブル

ID	名称
1	カクテルグラス

一般
ID 1 名称 カクテルグラス
モデル種類 カクテルグラス PDB 読み込み

一般パラメータ

ポアソン比(v)	0.33
有効単位体積重量(γef)	18 kN/m3
平均有効拘束圧(ρa)	50 kN/m2
初期せん断剛性(Gma)	100000 kN/m2
パラメータ(mG)	0.5
正規圧密体積弾性係数(KLa)	280000 kN/m2
過圧密体積弾性係数(KUa)	280000 kN/m2
パラメータ(nK)	0.5
粘着力(C)	30 kN/m2
内部摩擦角(φf)	40 [deg]
マルチスプリング1/4円当たりのバネ数	6
間隙率(n)	0.45
間隙水の体積弾性係数(WkF)	2200000 kN/m2
<input type="checkbox"/> 液状化パラメータ	...
<input type="checkbox"/> 非液状化時のダイレイタンス考慮	
<input type="checkbox"/> 隣接ジョイントのせん断強度参照	
奥行き方向の幅	0 m
参照基準変位のステップ	0
ガウスの求積法の次数	2
SRJ法次数	1
<input checked="" type="checkbox"/> Yminの自動計算 (FAABB)	0 m
減衰定数	0.2
PRO	0 kN/m2

初期化 追加 修正 削除 閉じる

<カクテルグラス要素>

ポアソン比(v)

ポアソン比。側方粘性境界条件のVpの算定に利用。通常は、0.33に固定。

単位体積重量(γ)

単位体積重量(土と間隙水の複合物としての単位体積重量)

Note

ソルバー入力カードには単位体積重量を重力加速度で割った質量密度で出力します。

平均有効拘束圧(Pa)

Gma、KLa、KUaに対応する平均有効拘束圧(> 0.0 : 圧縮が正)

初期せん断剛性(Gma)

平均有効拘束圧Paに対応する初期せん断剛性

パラメータ(mG)

パラメータmG

正規圧密体積弾性係数(KLa)

平均有効拘束圧Paに対応する正規圧密の場合の体積弾性係数

過圧密体積弾性係数(KUa)

平均有効拘束圧Paに対応する過圧密の場合の体積弾性係数

パラメータ(nK)

パラメータnK

粘着力(C)

カクテルグラス要素ではゼロ

内部摩擦角(φf)

内部摩擦角

マルチスプリング1/4円当たりのバネ数

マルチスプリング・モデル1/4円当たりのスプリング本数

間隙率(n)

間隙率。間隙水要素(排水条件)の間隙率。小数表示で指定します。45%ならば0.45と設定。

液状化パラメータ

変相角(φP) 0 [deg]

ε dcm 0

γ ε dc 0

γ ε d 0

rk 0

q1 0

q2 0

q4 0

s1 0

c1 0

qus 0

その他パラメータ

hmaxL 0

rk* 0

lk 2

rγ 0

rrmtnp 0

I868SW 1

OK 閉じる

<液状化パラメータ>

Pre-Processing

間隙水の体積弾性係数(WKf)

間隙水の体積弾性係数

液状化パラメータ

液状化パラメータを設定する場合には、チェックボックスをオンにする。

非液状化時のダイレンタンシー考慮

カクテルグラス要素のIDL_{SW}に対応するフラグ

オンの場合は、IDL_{SW}=0、オフの場合は、IDL_{SW} = -1、液状化パラメータにチェックが入っている場合は、IDL_{SW}=1。

隣接ジョイントのせん断強度参照

隣接するジョイント要素がある場合に、そのジョイント要素がせん断強度を算定する際にカクテルグラス要素の応力を参照することを許可するかしないかのスイッチ。

奥行き方向の幅

奥行き方向の幅。

参照基準変位のステップ

要素力算定の際に参照する基準変位

ガウスの求積法の次数

ガウスの求積法の次数(1 ≤ L ≤ 3)

SRI法次数

要素積分にSRI法を用いるか否かを選択と積分次数の指定。

Yminの自動計算(FAABB)

Pminを自動計算するか否かを指定します。チェックオンの場合は、FAABB値を入力します。

減衰定数(Hmax)

減衰定数Hmax

PRO

PRY

過圧密除荷応力(降伏応力)Prの初期算定式の係数。

レーレー減衰

解析制御で指定した全体のレーレー減衰を適用するか、要素別に指定するかを指定します。

反復計算手法

非線形反復計算法の種類を指定します。

収束判定基準値

収束計算打ち切り誤差

X方向透水係数

Y方向透水係数

ここで指定する透水係数は、土質力学で通常用いられる透水係数(単位：m/s等)を間隙水の単位体積重量で割った値とする。



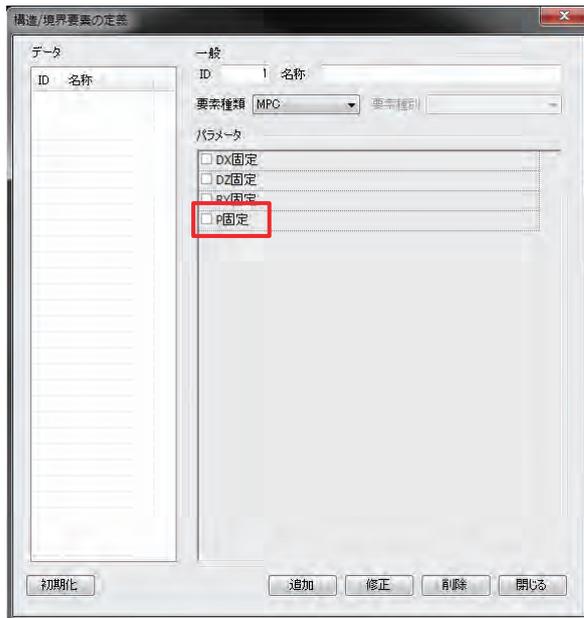
<物性テーブルのカクテルグラス要素>

Pre-Processing

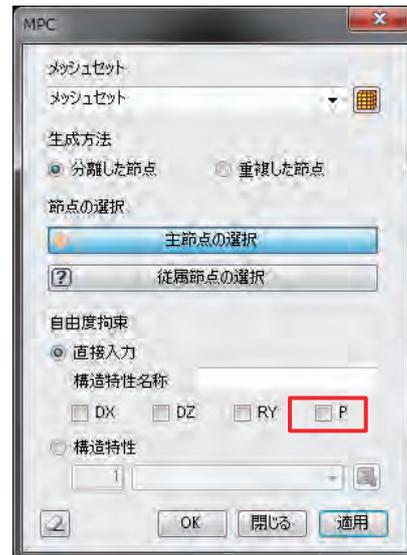
3. [機能追加] MPCの接続自由度の追加

- MPCの接続自由度に間隙水自由度(P)を定義する機能が追加されました。

- モデル > 属性 > 構造特性
- モデル > 要素 > MPC



<構造/境界要素の定義>

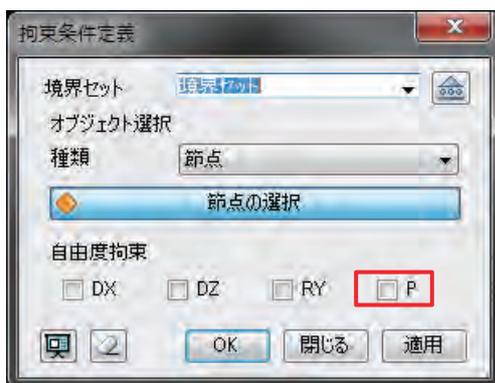


<MPC>

4. [機能追加] 拘束条件への間隙水自由度の追加

- 拘束条件において間隙水自由度(P)を定義する機能が追加されました。

- 荷重/境界条件 > 境界 > 拘束条件/テーブル(拘束条件)



<拘束条件定義>

Boundary Set	Node	DX	DZ	RY	P
境界セット	155	0	0	0	1
境界セット	150	0	0	0	1
境界セット	145	0	0	0	1
境界セット	140	0	0	0	1
境界セット	135	0	0	0	1
境界セット	130	0	0	0	1
境界セット	125	0	0	0	1
境界セット	120	0	0	0	1
境界セット	115	0	0	0	1
境界セット	110	0	0	0	1
境界セット	105	0	0	0	1
境界セット	100	0	0	0	1
境界セット	95	0	0	0	1
境界セット	90	0	0	0	1
境界セット	85	0	0	0	1
境界セット	80	0	0	0	1
境界セット	75	0	0	0	1
境界セット	70	0	0	0	1
境界セット	65	0	0	0	1

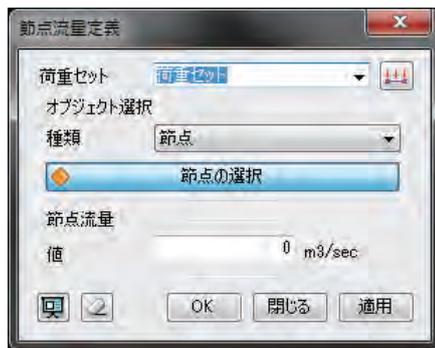
<テーブル(拘束条件)>

Pre-Processing

5. [機能追加] 節点流量/面流量

- FLIPの排水解析で用いることができる、節点流量/面流量を定義する機能が追加されました。

- 荷重/境界条件 > 静的荷重 > 節点流量/面流量/テーブル(節点流量/面流量)



<節点流量>



<面流量>

Load Set	Node	Value (m3/sec)
荷重セット	5	10.0000
荷重セット	4	10.0000
荷重セット	3	10.0000
荷重セット	2	10.0000
荷重セット	1	10.0000

<節点流量テーブル>

Load Set	Element	Side	Uniform	PW1 (m3/sec/m2)	PW2 (m3/sec/m2)
荷重セット	201 #4		Uniform	10.0000	
荷重セット	202 #4		Uniform	10.0000	

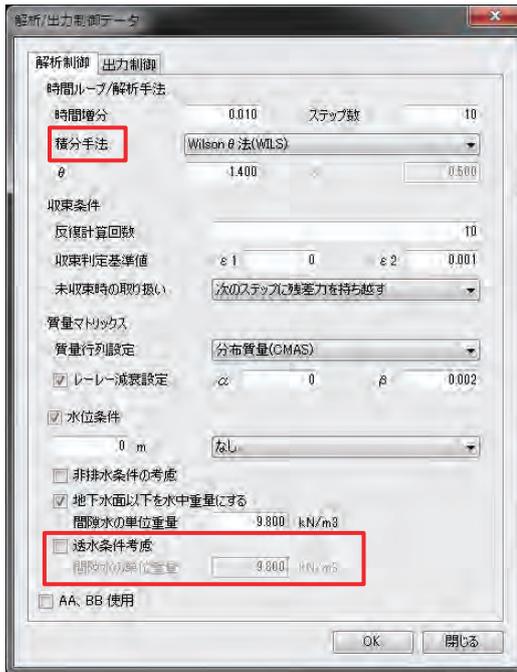
<面流量テーブル>

Pre-Processing

6. [機能追加] 解析/出力制御データの機能拡張

- FLIPの排水解析に対応するために解析/出力制御データの機能を拡張しました。

- 解析 > 施工段階 > 施工段階定義
- 解析 > 解析制御 > 解析ケース(初期自重/動的解析)



<解析制御>

積分手法

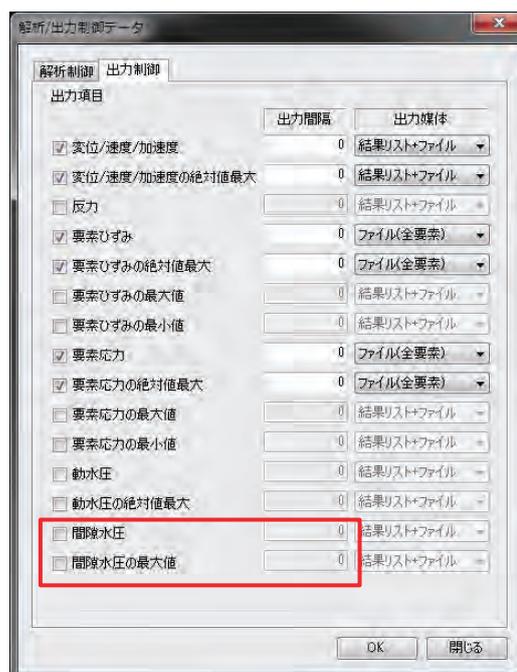
積分手法としてSSpj法を選択できるようになりました。排水解析実行時に利用できます。

透水条件考慮

このチェックボックスをオンにすると、排水解析用の実行マクロ命令が出力されます。

※デフォルト値の変更

- 収束判定基準値 ϵ_1 のデフォルト値をゼロにしました。
- レーレー減衰の α のデフォルト値をゼロにしました。



<出力制御>

間隙水圧

排水条件での間隙水圧の出力設定を行えるようにしました。

間隙水圧の最大値

排水条件での間隙水圧の最大値の出力設定を行えるようにしました。

Pre-Processing

7. [機能改善] .dファイルの読み込み

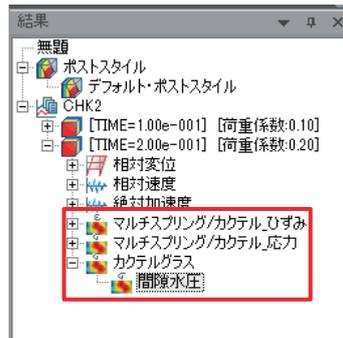
- マルチスプリング要素のMATEカードの読み込みで5枚目、6枚目のカードがない場合(NEXT=0、1)でも読み込めるように改善しました。これまでは、5枚目と6枚目のカードがないと、.dファイル読み込み時にエラーとなっていました。
- マルチスプリング要素のMATEカードの読み込みで、LRがゼロでも読み込めるように改善しました。
- はり要素のMATEカードの読み込みで、Lがゼロでも読み込めるように改善しました。
- 線形平面要素のMATEカードの読み込みでLRがゼロでも読み込めるように改善しました。

Post-Processing

1. [機能追加] カクテルグラス要素の結果読み込み

- カクテルグラス要素を含むモデルで解析結果を読み込めるようにしました。また、排水解析時の間隙水圧の値も読み込めるようにしました。

・結果



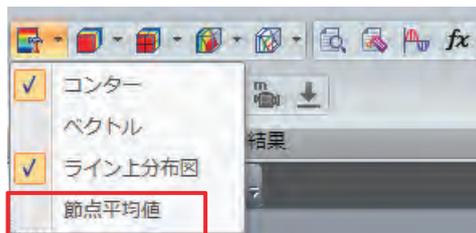
カクテルグラス要素の読み込みに対応したのに伴い、[結果]ツリーの名称をマルチスプリング/カクテル_ひずみ、マルチスプリング/カクテル_応力と変更しました。

[結果ツリーの表示例]

2. [機能追加] 表示形式のデフォルト変更

- 表示形式の節点平均値のチェックをデフォルトではずすようにしました。要素の結果を表示すると、デフォルト設定で要素コンター表示となります。

・結果 > 詳細結果 > 表示形式(節点平均値)



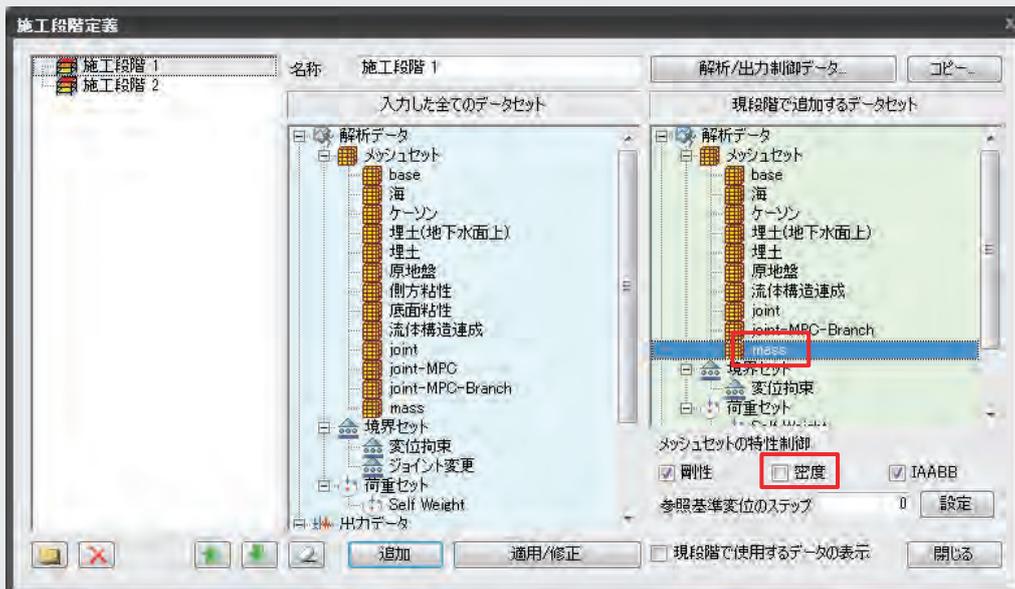
不具合の改善

1. 梁の断面二次モーメントの読み込み

- ・.dファイルの読み込みの際に、はり要素のMATEカードの断面二次モーメントをスキップしていました。はり要素の断面二次モーメントを読み込むように修正しました。

2. メッシュセットの特性制御

- ・節点質量要素を含むメッシュセットにおいて、[メッシュセットの特性制御]の[密度]チェックボックスをオフにしても質量がゼロで出力できるように修正しました。施工段階定義でのみ利用可能です。



3. 結果の読み込み

- ・FLIPのバージョンが公開版の6.06で行った解析結果を読み込んだ場合、結果が正しくツリーの登録されないケースがありました。FLIPバージョン6.06の解析結果でも正しく読み込むように修正しました。
- ・はり要素の結果を含む、24番ファイルを読み込んで、はり要素の結果が読み込まれないケースがありました。24番ファイルを正しく読み込むように修正しました。
- ・出力要素セットにおいて、はり要素とマルチスプリング要素を設定し、36番ファイルにはり要素の結果を出力した場合、正しく結果が読み込まれないケースがありました。これらの結果を正しく読み込むように修正しました。

4. 凡例の単位系

- ・間隙水圧の単位系表示が無単位となっていたのを設定した単位系で表示するように修正しました。
- ・過剰間隙水圧比の単位系表示が設定した単位系となっていたのを無単位で表示するように修正しました。

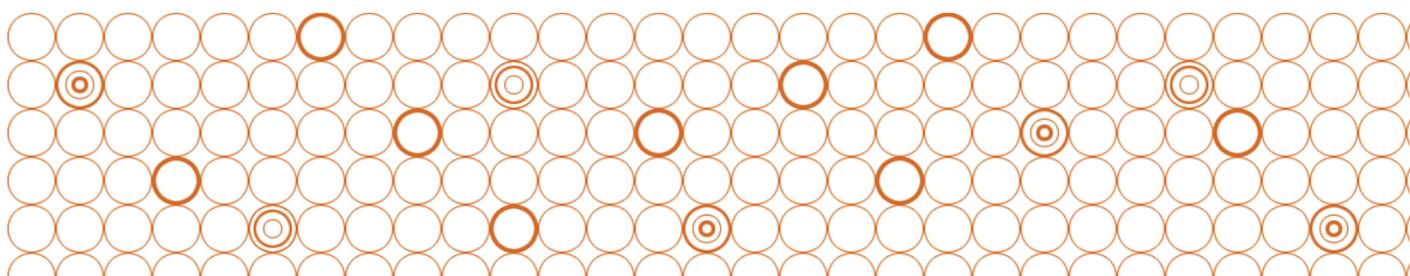
08 SoilWorks for FLIPリリースノート (Ver.350)
株式会社マイダスアイティジャパン



SoilWorks for FLIP リリースノート(Ver.350)

SoilWorks for FLIP

SoilWorks for FLIP® is Intensive and CAD-like Pre/Post-Processor for FLIP®.
FLIP® is an effective stress analysis method developed by the Japanese Port and Airport Research Institute, which evaluates residual displacements with consideration of the effect of liquefaction and dynamic interaction between structures and their foundations.



Enhancements

■ Pre Processing

1. [機能追加] 施工段階定義	-----	3
2. [機能追加] モデルのシュリンク表示	-----	4
3. [機能改善] 入力データへの節点の出力	-----	5
4. [機能改善] 64bit版FLIP用バッチファイル出力	-----	5

■ 不具合の改善

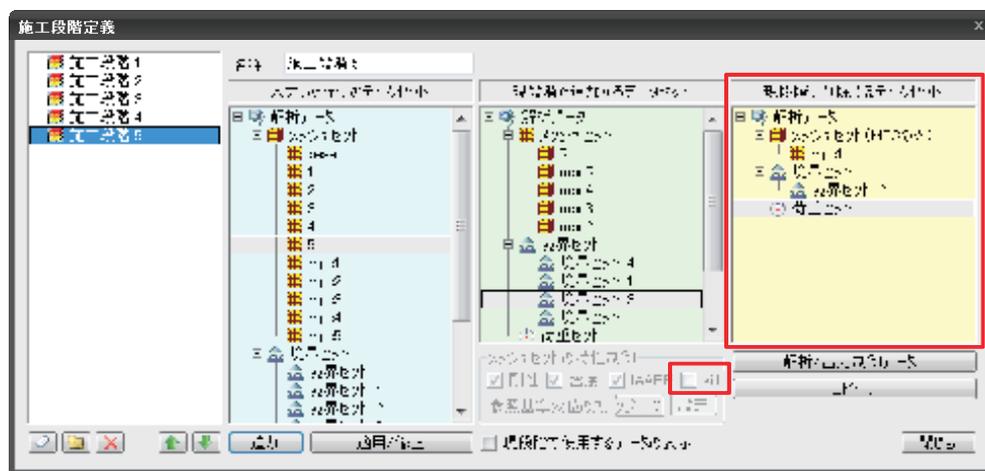
1. 修正武田モデル	-----	6
2. 粘性境界	-----	6
3. 非線形バネ要素	-----	6
4. 節点集中質量要素	-----	6
5. 物性テーブル	-----	6
6. 荷重読み込み	-----	6
7. 施工段階	-----	6

Pre-Processing

1. [機能追加] 施工段階定義

- [解析]-[施工段階]-[施工段階定義]の機能を大幅に拡張しました。
- [現段階で削除するデータセット]を追加し、前段階で追加した荷重条件、拘束条件、メッシュセット(MPCのみ)を除外できるようにしました。
- [メッシュセットの特性制御]に[kill]チェックボックスを追加し、強制的にkill=1を設定できるようにしました。
- 施工段階の途中でも[属性変更]が有効になるようにしました。
- MPCは、[現段階で追加するデータセット]に追加された段階以降に出力するようにしました。

• 解析 > 施工段階 > 施工段階定義



[施工段階定義]ダイアログボックス

現段階で追加するデータセット

ここに追加されたデータセットは、次のように取り扱われる；

- メッシュセット → これ以降の施工段階で要素処理される(kill=0)。MPCの場合は、カードが書き出される。これ以前の施工段階では要素処理されない(kill=1)。MPCの場合は、カードが書き出されない。
- 境界セット → これ以降の施工段階で対応するカードが書き出される。これ以前の施工段階では対応するカードは書き出されない。

属性変更を含む境界セットが追加された場合、変更が反映される。動的解析の解析ケースでも同じ境界セットを追加することで、変更後の物性を維持できる。

- 荷重セット → これ以降の施工段階で対応するカードが書き出される。これ以前の施工段階では対応するカードは書き出されない。

現段階で削除するデータセット

ここに追加されたデータセットは、次のように取り扱われる；

- メッシュセット → これ以降の施工段階でカードが書き出されない。(MPCのみ)
- 境界セット → これ以降の施工段階で対応するカードが書き出されない。
- 荷重セット → これ以降の施工段階で対応するカードが書き出されない。

メッシュセットの特性制御

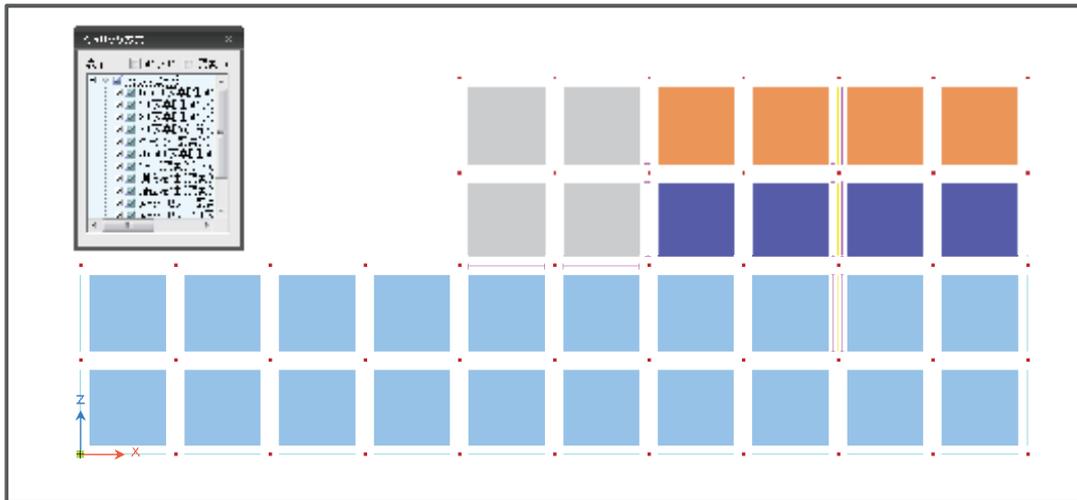
[kill]チェックボックス：選択したメッシュセットに対して、このチェックボックスをオンにすると、以降の施工段階で、強制的にkill=1とする。施工段階を通して、kill=1としたい要素がある場合に用いる。

Pre-Processing

2. [機能追加] モデルのシュリンク表示

- モデルのシュリンク表示をできるようにしました。

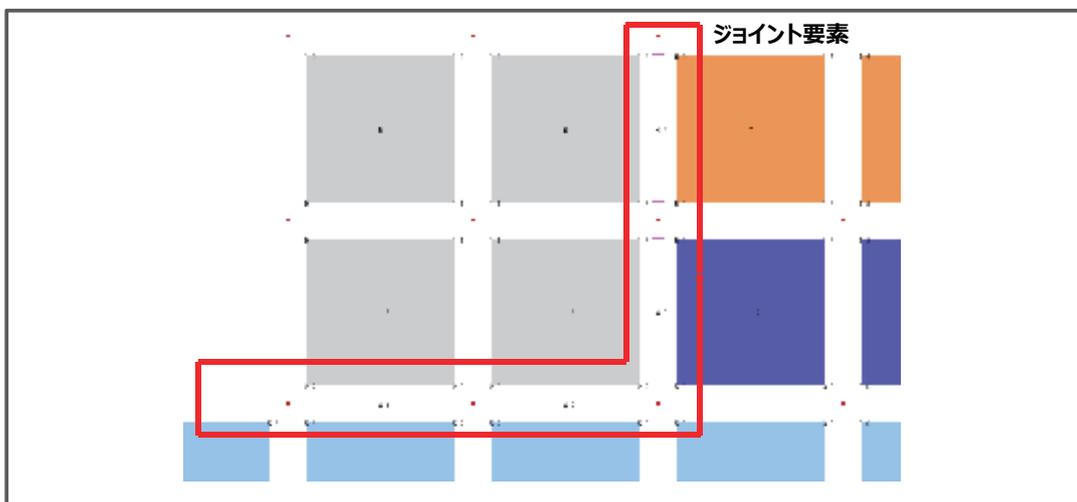
• モデル > オブジェクト情報 > シュリンク表示



シュリンク表示

シュリンク表示は、メッシュセットごとに表示を行う。[メッシュセット]の各項目のチェックボックスのオン/オフで表示を切り替えることができる。

[節点ID]、[要素ID]チェックボックスをオンにすると、それぞれのIDが表示される。



Pre-Processing

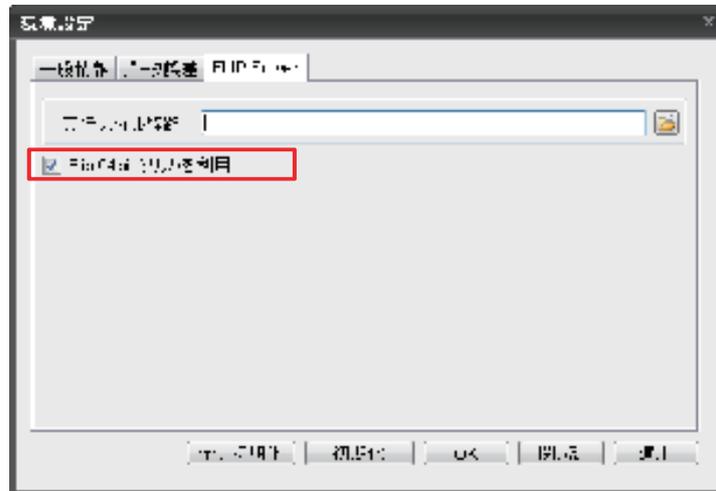
3. [機能改善] 入力データへの節点の出力

- 入力データに出力する節点の順番を節点ID順から、X座標が小さい順に出力するようにしました。FLIPで計算を行う際に、出力された節点の順で座標の位置が大きく異なるような場合、計算時間が長くなります。そのため、これを回避するためには節点のリナンバを行う必要がありました。この改善により、節点のリナンバを行うことなく、計算時間の問題を回避できるようになりました。

4. [機能改善] 64bit版FLIP用バッチファイル出力

- 64bit版FLIP用のバッチファイルを出力するオプションを追加しました。64bit版のFLIPは、32bit版のFLIPとバッチの構成が異なっており、SoilWorks for FLIPで出力したままでは、64bit版FLIPを用いた解析を行うことができませんでした。

- モデル > オブジェクト情報 > シュリンク表示



Flip64bit版ソルバを利用

このチェックボックスをオンにすると、出力されるバッチファイルが64bit版に対応したものになる。チェックボックスをオンにした場合には、[実行ファイル経路]に64bit版FLIPの実行ファイルを指定する必要がある。

不具合の改善

1. 修正武田モデル

- 修正武田モデルを使用した場合に、入力カードを出力すると、常にkill=1が出力されていました。解析で利用する場合には、kill=0を出力するようにしました。
- 地下水位より下の自動生成される修正武田モデルにおいて、IEL=2が出力されていました。修正武田モデルを示すIEL=50を出力するようにしました。

2. 粘性境界

- カクテルグラス要素を用いて作成されたメッシュに側方、底面粘性境界を設定しようとすると、Warningが出力され、粘性境界が生成されませんでした。カクテルグラス要素を用いた場合でも、粘性境界が生成できるように修正しました。

3. 非線形バネ要素

- 非線形バネ要素でレーレー減衰を要素別(IRYL=1)にすると、NEXTの位置に”1”を出力してしまい、解析でエラーとなっていました。正しい位置に値を出力するように修正しました。

4. 節点集中質量要素

- 施工段階定義において、メッシュセットを追加した施工段階ではない段階でも、入力カードに成分値が出力されていました。[現段階で追加するデータセット]に追加した施工段階でのみ値を出力するようにしました。

5. 物性テーブル

- 物性テーブルで物性値を編集すると、物性に割り当てられていた物性色が変更されました。編集しても物性色が変わらないようにしました。

6. 荷重読み込み

- flip.dファイルから読み込んだ圧力荷重(分布荷重)の方向が間違っていて読み込まれるケースがありました。荷重の方向が正しく読み込まれるように修正しました。

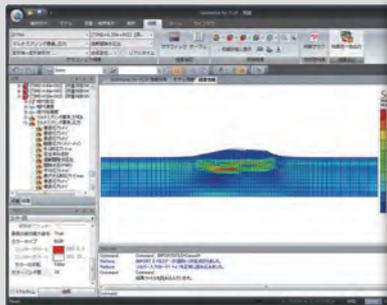
7. 施工段階

- SoilWorks for FLIP バージョン310を用いた場合、過去バージョンのファイルに複数の施工段階があった場合に、施工段階を修正しようとすると、エラーが出力されていました。過去バージョンのファイルを開いて、施工段階を修正しても正しく変更が反映されるようにしました。



MIDAS Total Solution

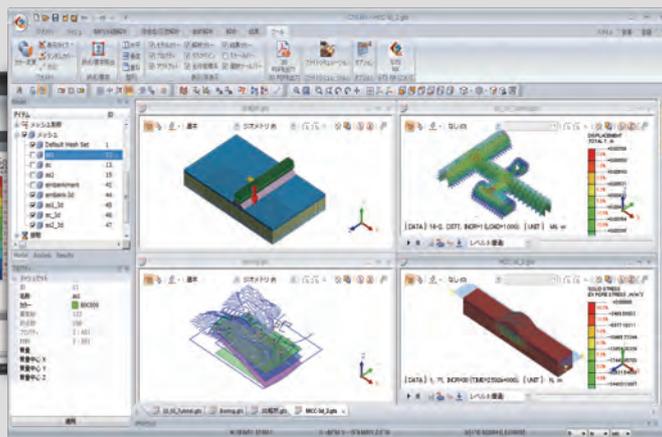
建設分野プログラム



SoilWorks for FLIP

FLIP専用のプリ・ポスト

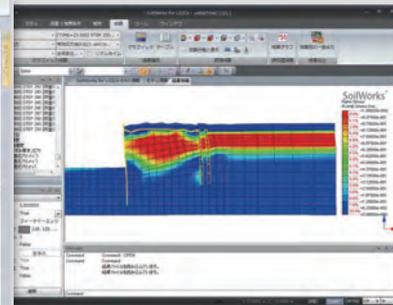
SoilWorks for FLIPはFLIP「地震時の液状化による構造物被害予測プログラム」専用のプリ・ポストです。SoilWorksの操作性をそのまま継承しており、AutoCAD感覚でデータを作成することができます。データ作成後は、FLIPを起動させ計算を実行することもでき、FLIP解析のための統合された作業環境を提供します。



GTS NX

GTS NX - 地盤分野汎用解析システム

GTS NXは最先端PRE-Postと解析機能を搭載した新しい概念の地盤汎用解析プログラムです。GTS NXは最新のOS環境変化に合わせて64ビット、並列処理を適用した統合ソルバを搭載しており、初心者も使いやすいように直観的なリボンメニュー形式を用意しております。また、様々な解析機能、圧倒的に速い解析速度、優れているグラフィック表現および結果整理機能などを提供します。



SoilWorks for LIQCA

LIQCA専用のプリ・ポスト

SoilWorks for LIQCAはLIQCA専用のプリ・ポストです。SoilWorksの操作性をそのまま継承しており、AutoCAD感覚でデータを作成することができます。データ作成後は、LIQCAを起動させ計算を実行することもでき、LIQCA解析のための統合された作業環境を提供します。
※ LIQCAは1987年京都大学の岡 二三生教授をはじめとするLIQCA開発グループにより開発された有効応力に基づく液状化解析プログラムです。

MIDAS Family Programs

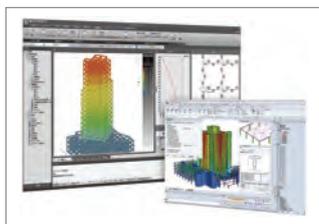
MIDAS 製品紹介

MIDAS Family Program は

最先端CAE(Computer Aided Engineering) ソリューションです。

建築

Building Engineering



midas iGen

建築分野の
汎用構造解析および
許容応力度計算

midas eGen

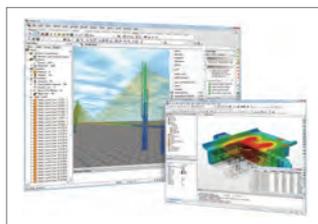
保有耐力自動計算+構造計画/
設計最適化システム
CAD 基盤モデリング

midas Drawing

世界初 2次元情報CADプログラム
構造図自動生成

土木

Bridge Engineering



midas Civil

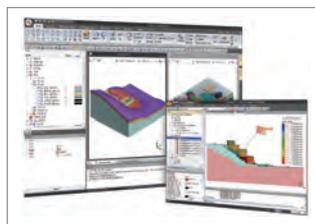
土木分野の
汎用構造解析および
最適設計システム

midas FEA

建設分野の
非線形解析および
詳細解析システム

地盤

Geotechnical Engineering



SoilWorks

2次元地盤汎用解析/設計
プログラム

SoilWorks for FLIP

液状化解析プログラム
FLIP用のプリ・ポスト

SoilWorks for LIQCA

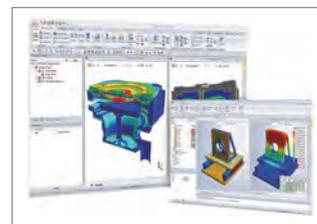
液状化解析プログラム
LIQCA用のプリ・ポスト

GTS NX

2次・3次元地盤汎用解析
プログラム

機械

Mechanical Engineering



midas NFX

機械分野の
汎用構造解析システム

midas FX+

有限要素解析汎用の
プリ・ポスト処理プログラム

MIDAS

液状化 分野

Change is Chance



株式会社マイダスイティジャパン

〒101-0021 東京都千代田区外神田5-3-1 秋葉原OSビル7F

TEL 03-5817-0787 | FAX 03-5817-0784 | e-mail g.support@midasit.com

Copyright© Since 1989 MIDAS Information Technology Co., Ltd. All rights reserved.

<http://jp.midasuser.com/geotech>