桟橋の弾塑性解析プログラム

N-Pier

Version-3.00

例題集

2007 年 10 月

独立行政法人　港湾空港技術研究所

鋼管杭協会

株式会社 海洋河川技術研究所

まえがき

１．データ作成例－１　斜杭式桟橋の簡単なモデル

２．データ作成例－２　事例集の直杭モデル

３．データ作成例－３　事例集の斜杭モデル

４．複雑なモデルのデータ作成例

５．１,２質点動的解析の例

注：１～５は別冊で、ページ番号は、たとえばデータ作成例３では、「3-○○」のようになっています。

まえがき

「港湾の施設の技術上の基準を定める省令」の改正と「港湾の施設の技術上の基準の細目を定める告示」が、本年４月１日に施行されました。これを受けて、その考え方や思想を設計実務に的確に反映させるための解説書として、また、技術者が具体的な事例に対処できるようにするための資料として（社）日本港湾協会から「港湾の施設の技術上の基準・同解説」が刊行される予定となっています。新しい基準では、構造物の設計法やその形状・材質などを細かく規定する仕様規定型の設計体系から、構造物に求められる性能のみを規定し、設計結果に至るプロセスを規定しない性能規定型の設計体系に移行します。

これに伴い桟橋の耐震設計法も大幅に変更されることになりました。「桟橋の弾塑性解析プログラム(N-Pier Ver.3.00)」は、新しい基準に対応するために Ver.2.00 からバージョンアップを図ったものです。主な改良項目は次の３点です。

1) 従来の N-pier は、Ｌ２地震時の弾塑性解析を行うために開発されたプログラムでしたが、今回はこれに加え、Ｌ１地震時や接岸時などの変動状態および永続状態に対して部分係数法（線形フレーム解析）によって性能照査を行える機能を追加しました。
2) Ｌ２地震時の非線形地盤バネの計算法は、従来の「道示」ベースの計算方法から、今回、「港湾」ベースの計算方法へ変更となりました。Ver.3.00 では、この新しい地盤バネの計算方法を採用しました。
3) 従来は、Ｌ１・Ｌ２地震に対しては応答スペクトルから求めた照査用震度と骨格曲線を用いて、応答変位を求めることを標準としていました。新基準では、L2 地震に対しては非線形動的解析を行い直接応答変位を求めることになりました。非線形動的解析には FLIP 等を用いた有限要素法解析と質点系の動的解析があります。Ver.3.00 では、後者の方法に対応して１質点及び２質点の動的解析用プログラムを用意しました。なお、Ｌ１地震に対しては 1)で述べたように部分係数法によって照査を行います。

これら N-Pier Ver.3.00 の改良にあわせ、マニュアルの整備も行いました。新マニュアルは次の 4 つです。

1) N-Pier 解説書
2) N-Pier 操作マニュアル
3) N-Pier 例題集（本文書）
4) N-Pier 計算理論マニュアル

1)では、N-Pier を用いて桟橋の設計を行う場合の基本事項について説明しています。新基準における変更点の整理、部分係数法による性能照査の具体的方法、L2 地震時の非線形構造モデルの説明、L2 地震時の質点系解析モデルの説明を主な内容としています。

2)は、実際に PC でデータを作成し、計算するユーザーのためのものであり、PC の操作方法について説明しています。

3)は、2)を補完するものであり、N-Pier で用意されている 16 のサンプルデータの内の 3 例について、具体的な計算条件を与え、それに対する入力データの作成方法を画面操作とあわせて説明しています。3 例の内の 2 例は、(財)沿岸技術研究センター発行の「港湾構造物設計事例集　平成 19 年　改訂版」を参考にしています。また、複雑なモデル、特殊な条件の場合のデータ作成方法についても説明しています。さらに、質点系動的解析の適用例もあわせて説明しています。

4)では、N-Pier の中心プログラムである構造解析プログラム NPILAN-SN の解析理論、インプットデータとアウトプットデータの説明を行っています。通常はこのマニュアルを見ることは少ないですが、計算の内容を深く理解する場合、N-Pier の計算結果に疑問が出た場合などには参照してください。

本例題集は、以下に示す５個の例によって構成されています。

① データ作成例－１　：　斜杭式桟橋の簡単なモデル（sample-1.prj）
② データ作成例－２　：　事例集の直杭モデル（事例集１.prj）
③ データ作成例－３　：　事例集の斜杭モデル（事例集 2.prj）
④ 複雑なモデルのデータ作成例
⑤ １，２質点動的解析の例

この内、①、②、③では N-Pier Ver.3.00 で用意されている 16 個のサンプルデータ（次ページの表参照）の内の「sample-1」、「事例集１」、「事例集２」についてデータ作成例を詳しく載せています。

ここに、事例集とは(財)沿岸技術研究センター発行の「港湾構造物設計事例集 平成 19 年改訂版 第２編 係留施設」のことです。作成例－２、３で示したものはあくまで「データの作成例」であり、同事例集に示された設計条件を用いて独自の判断で計算を行ったものであり、これによる計算結果と同事例集の結果は必ずしも一致するものではありません。

今回の新 N-Pier(Ver.3.00)では、従来のＬ２地震に対する検討だけでなく、同じ構造モデルを用いて部分係数法に基づく設計検討も行うことができます。作成例－２、３ではＬ１

地震時等を対象にした部分係数法に基づく設計検討、Ｌ２地震に対する検討の両方を行っています。また、作成例－２では、２質点動的解析の例も含みます。

サンプルデータ一覧表

No.	ファイル名	件　名	杭本数			ﾏｳﾝﾄﾞ	傾斜土層	土圧荷重	備考
			直杭	斜杭	合計				
1	Sample－1	斜杭式桟橋モデル	1	2	3	有	無	無	○
2	Sample－2	Ａ岸壁　直杭式桟橋	3	-----	3	有	無	無	
3	Sample－3	Ｂ岸壁　直杭式桟橋	4	-----	4	有	有	無	
4	Sample－4	Ｃ岸壁　斜杭式桟橋	2	4	6	有	有	無	
5	Sample－5	Ｄ岸壁　斜杭式桟橋	3	2	5	無	有	無	
6	Sample－6	Ｅ岸壁　斜杭式桟橋	3	1	4	有	有	有	
7	Sample－7	Ｆ岸壁　斜杭式桟橋	2	1	3	無	有	無	△
8	Sample－8	直杭式桟橋モデル	3	-----	3	有	無	無	△
9	Sample－9	Ｇ岸壁　斜杭式桟橋	3	2	5	有	無	無	△
10	Sample－10	Ｈ岸壁　斜杭式桟橋	5	1	6	有	有	有	
11	Sample－11	Ｉ岸壁　ｽﾄﾗｯﾄ式桟橋	1	1	2	無	無	有	△
12	Sample－12	道路橋　杭式橋脚	3	-----	3	無	無	無	△
13	Sample－13	杭式ドルフィン	1	2	3	無	無	無	
14	Sample－14	タイロッド式護岸	1	2	3	無	無	無	
15	事例集１	事例集直杭式桟橋	4	0	4	有	有	無	○
16	事例集２	事例集斜杭式桟橋	2	2	4	有	無	無	○

*) 各サンプルデータのモデル図は、次ページ以降を参照下さい。
　○は、「データ作成例－１,２,３」の対象モデルです。
　△は、「複雑なモデルのデータ作成例」の対象モデルです。

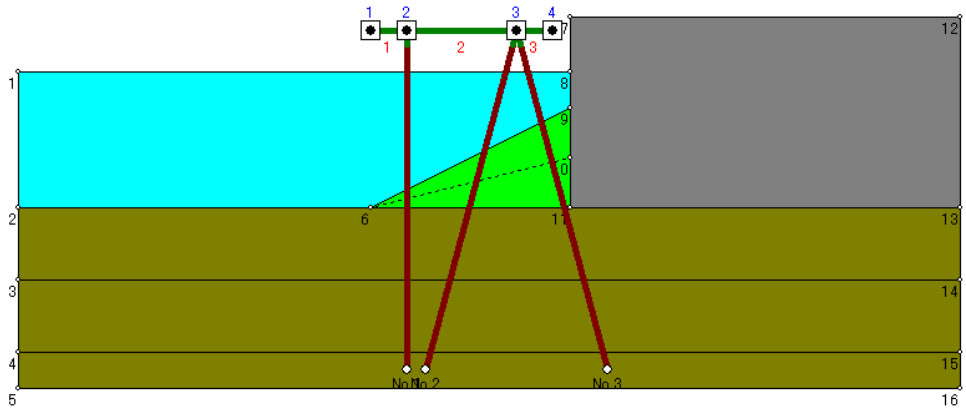
④の複雑なモデルのデータ作成例は、マウンドが複雑な場合、杭ごとに水平方向地盤バネ補正係数が異なる場合、ストラット式桟橋の場合、杭式橋脚で床版下面が土中にある場合など、モデルが複雑な場合の例を解説しています。

⑤の動的解析の例は、桟橋を１質点あるいは２質点（桟橋＋クレーン）でモデル化し、このモデルに対して動的解析を行う場合の例です。アウトプットの内容についても説明しています。

2007 年 10 月

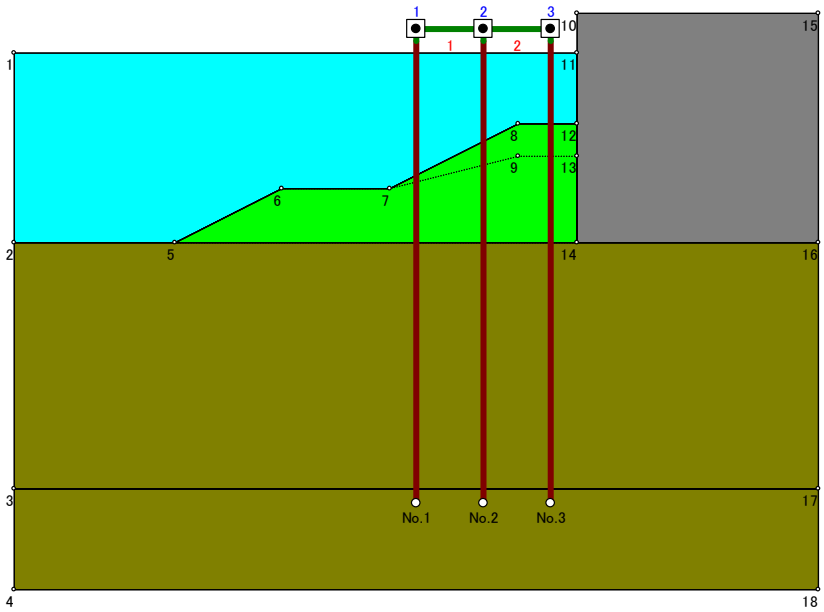
Sample-1

〔計算モデル図〕 sample-1



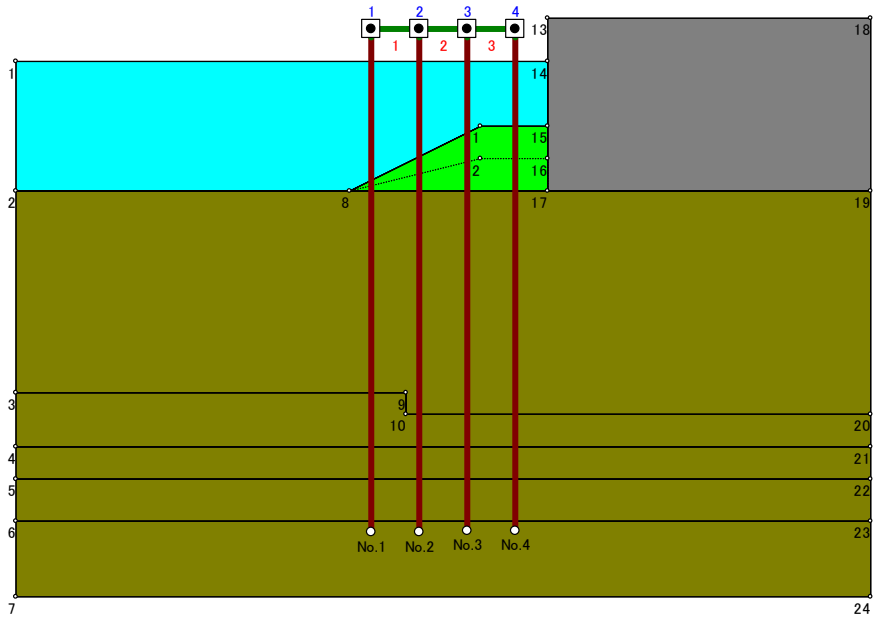
Sample-2

〔計算モデル図〕 sample-2



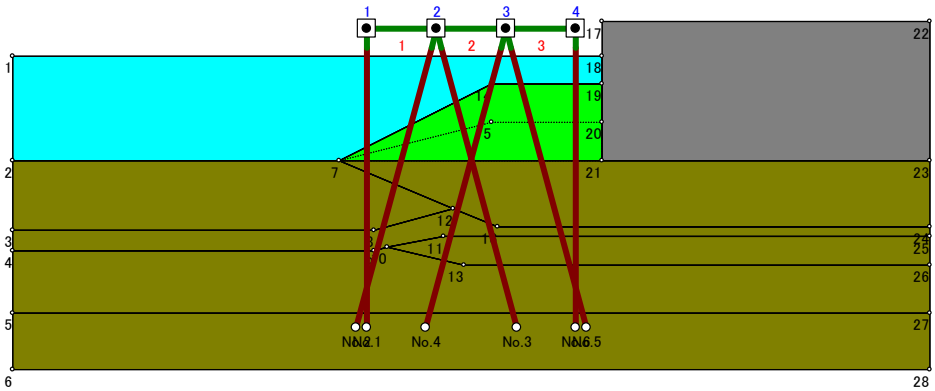
Sample-3

〔計算モデル図〕 sample-3



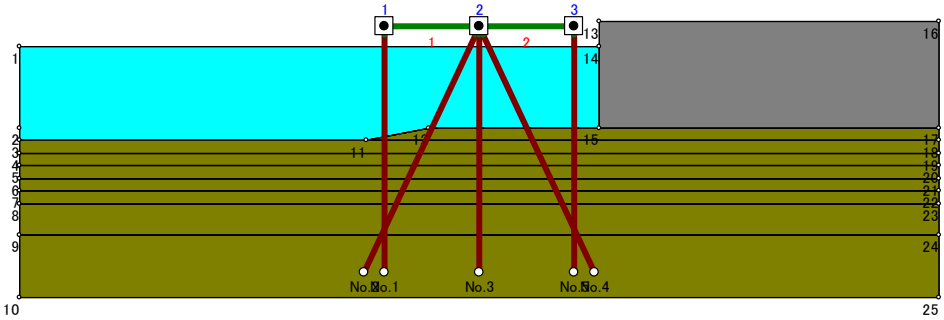
Sample-4

〔計算モデル図〕 sample-4



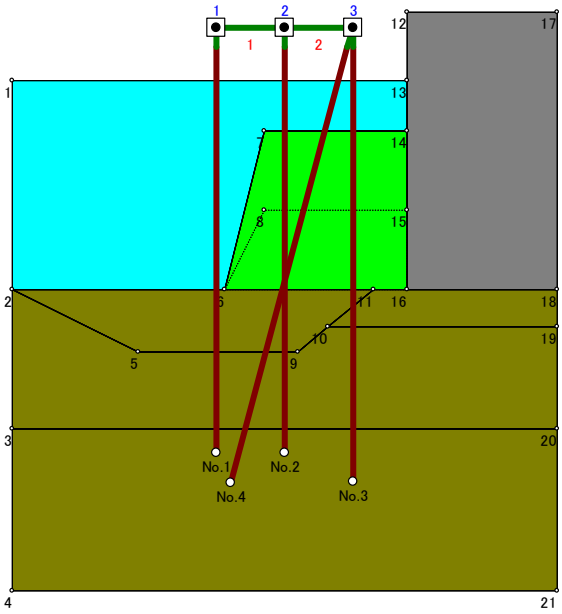
Sample-5

〔計算モデル図〕 sample-5



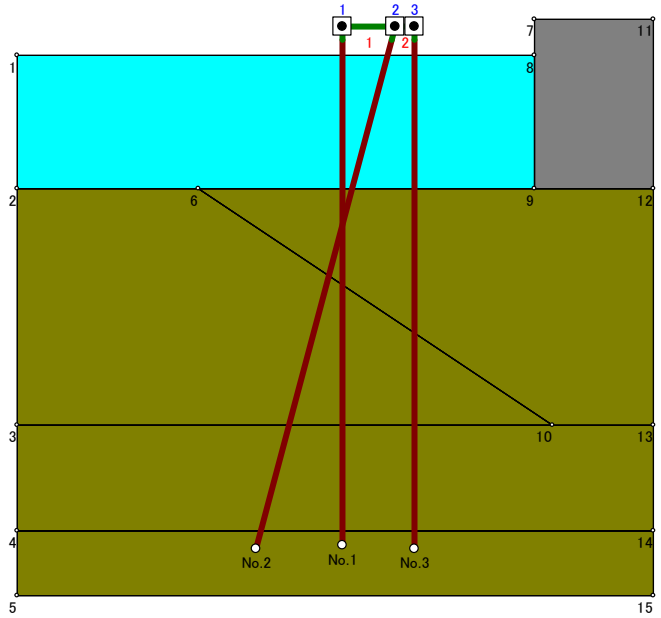
Sample-6

〔計算モデル図〕 sample-6



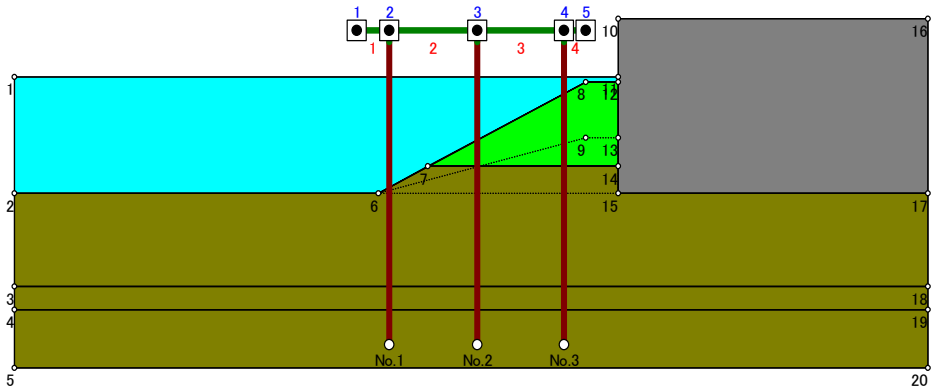
Sample-7

〔計算モデル図〕 sample-7



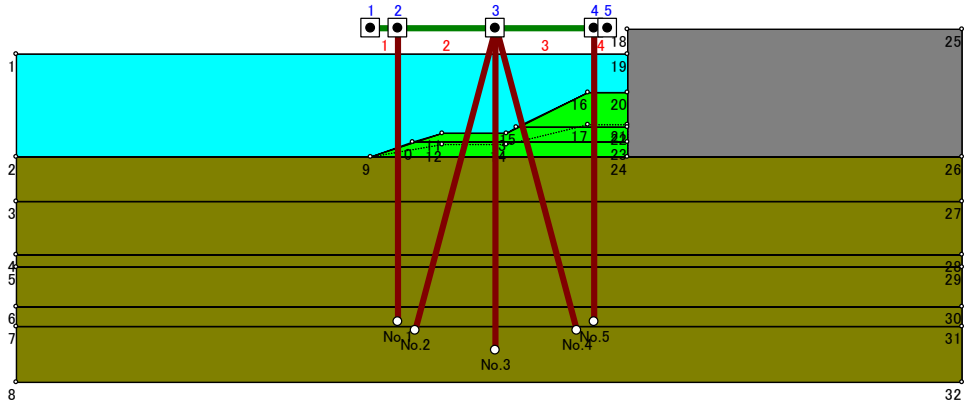
Sample-8

〔計算モデル図〕 sample-8 2007/07/11 modify



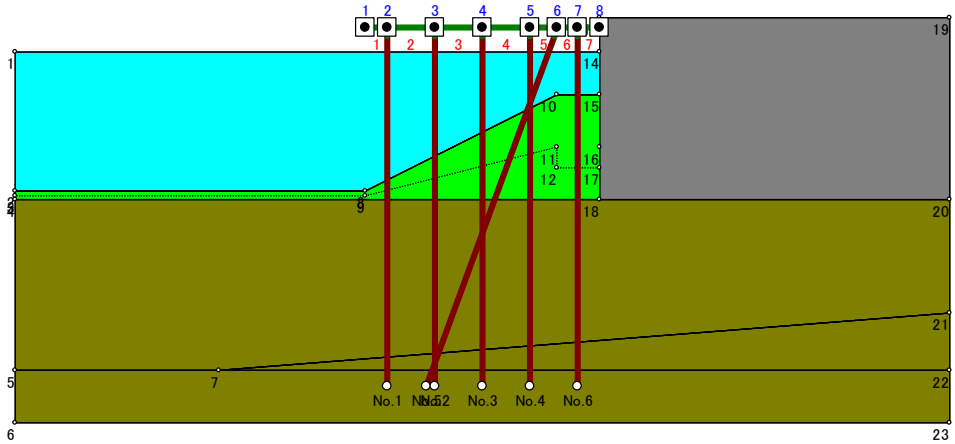
Sample-9

〔計算モデル図〕 sample-9

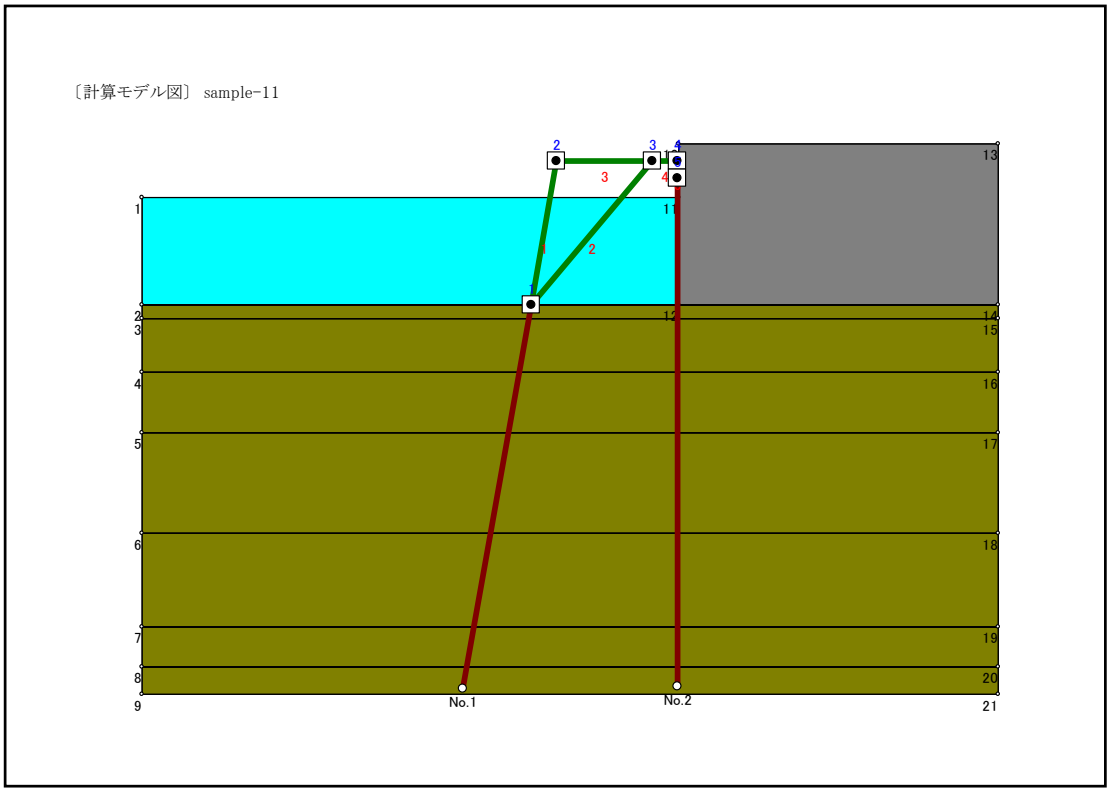


Sample-10

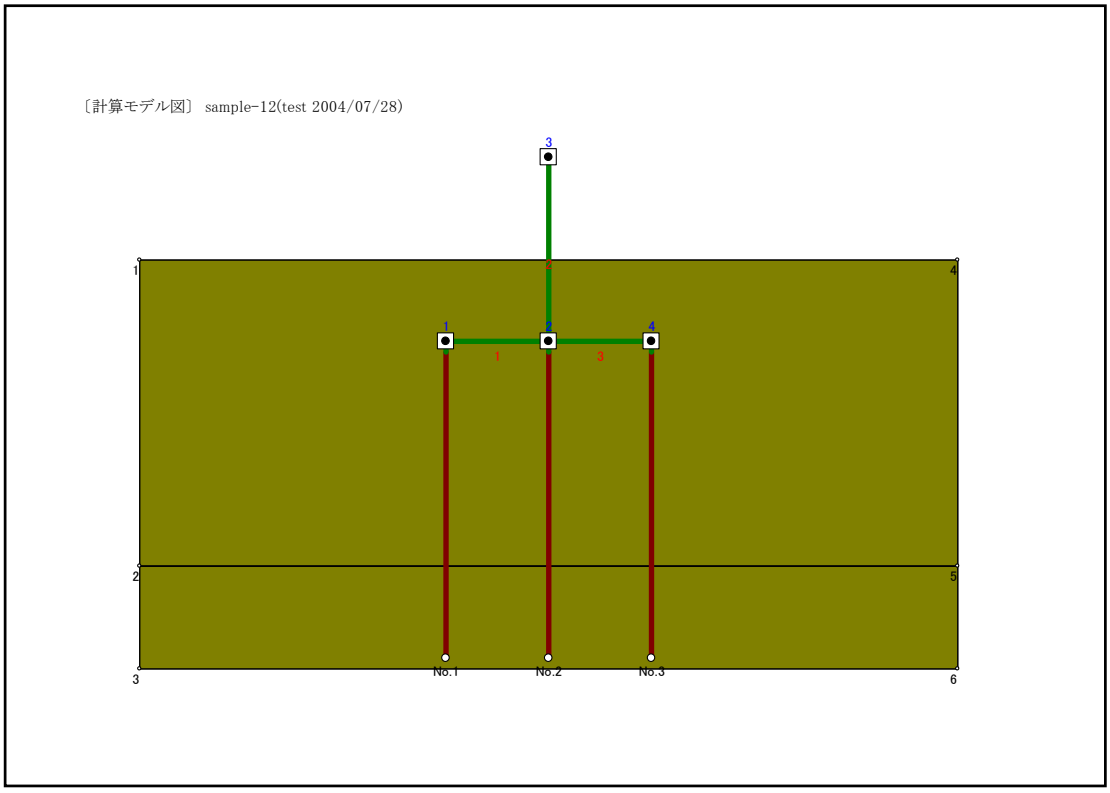
〔計算モデル図〕 sample-10



Sample-11

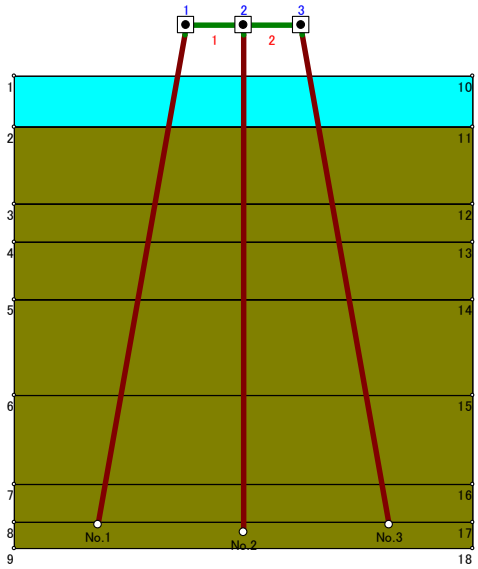


Sample-12



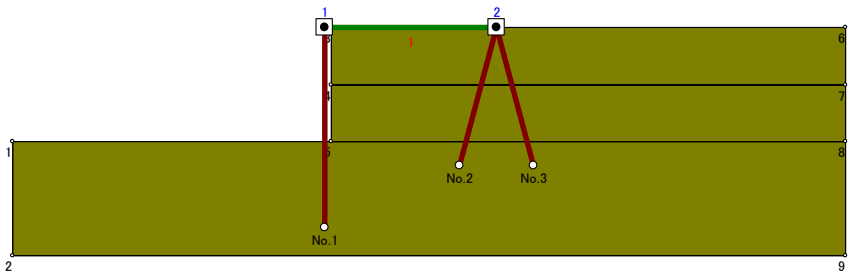
Sample-13

〔計算モデル図〕 sample-13

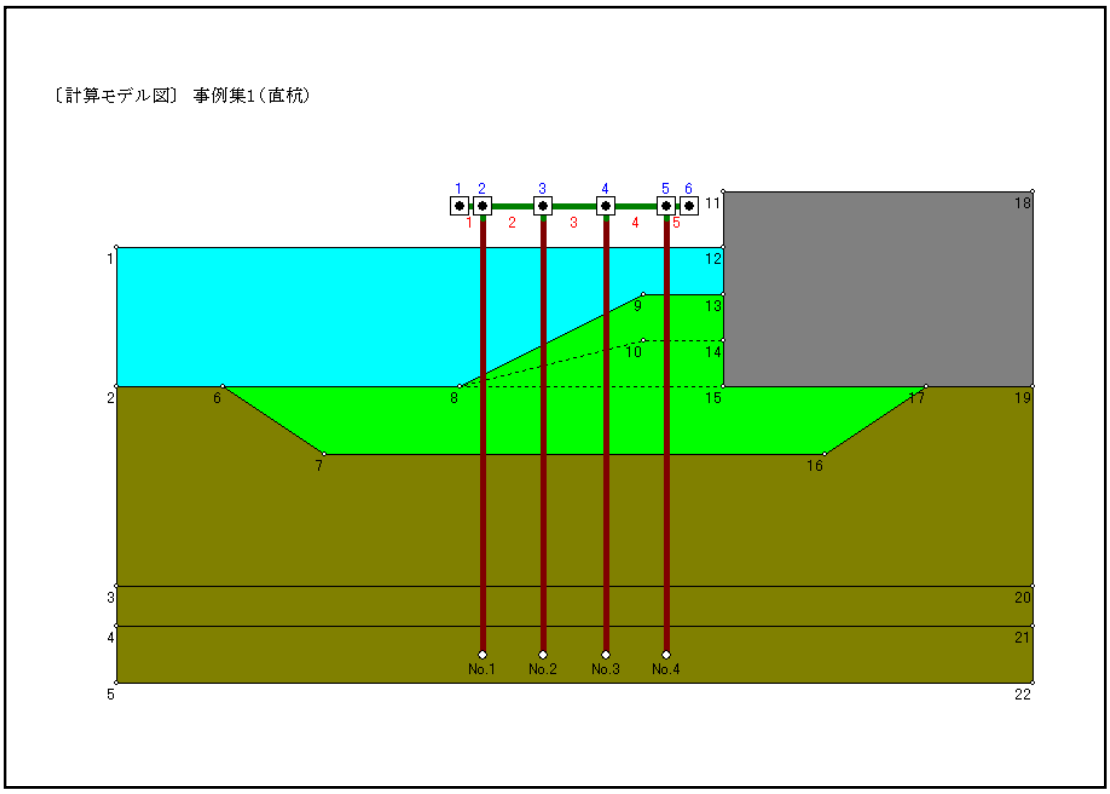


Sample-14

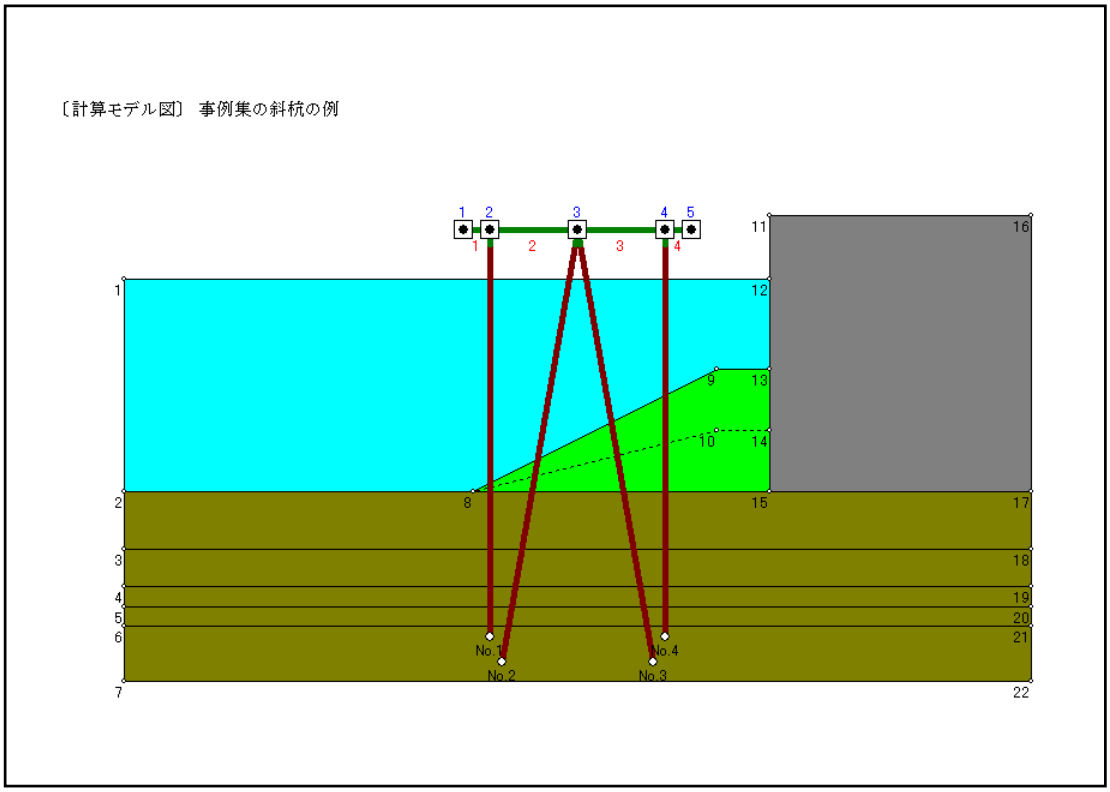
〔計算モデル図〕 sample-14 Tie-rod Model



事例集１


〔計算モデル図〕 事例集1（直杭）
No.1
No.2
No.3
No.4

事例集２


〔計算モデル図〕 事例集の斜杭の例
No.1
No.2
No.3
No.4

桟橋の弾塑性解析プログラム

N-Pier

Version-3.00

データ作成例－1

（簡易モデル　sample-1.prj）

2007 年 10 月

独立行政法人　港湾空港技術研究所

鋼管杭協会

株式会社 海洋河川技術研究所

目　次

１．まえがき 1
２．計算条件 2
　２．１　断面図 2
　２．２　骨組みモデル 2
　２．３　地盤条件 3
　２．４　杭の軸方向極限値と軸方向バネ 3
　２．５　荷重 4
３．データ作成 5
　３．１　新規作成 5
　３．２　基本条件の設定 8
　３．３　モデルの作成 10
　３．４　床版条件 14
　３．５　土質条件 15
　３．６　杭条件 16
　３．７　荷重条件 17
　３．８　モデルデータ（.prj ファイル）の保存 19
　３．９　計算用入力データ（.inp ファイル）の作成 19
　３．１０　計算実行 20
　３．１１　計算結果 22

１．まえがき

ここでは、N-Pier　Ver.3.00 によるデータ作成例を示します。インストール時に用意されているサンプルデータの内、「sample-1.prj」対応するものです。具体的には、斜杭式桟橋を例にＬ２地震時検討に対応するデータ作成を行います。

２．に計算条件を、３．にデータの作成手順を記載しています。本例は、Ver.2.00 で「データ作成例」として示したものです。計算条件は基本的に Ver.2.00 の時と同じですが、今回の港湾基準の改定に合わせて、一部変更しています。

本例は最も簡単な例です。より複雑なモデルについては次の例が用意してありますので、これらも参考にして下さい。

データ作成例－２　：　事例集*の直杭モデル（事例集 1.prj）
データ作成例－３　：　事例集*の斜杭モデル（事例集 2.prj）

なお、データ作成例－２、－３では、Ｌ２地震時の検討の他、部分係数法に基づく設計も行っています。

---

*)「港湾構造物設計事例集 平成 19 年 改訂版 第２編 係留施設」
(財)沿岸技術研究センター

２．計算条件

２．１　断面図

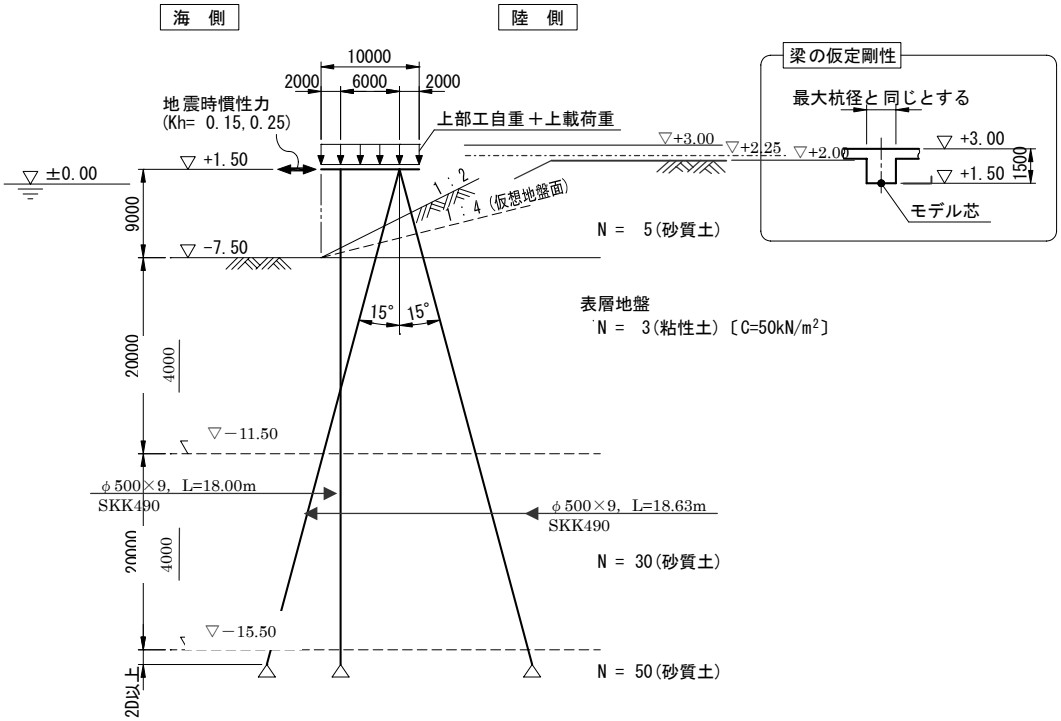


図-2.1　構造モデル

２．２　骨組みモデル

●奥行きの計算幅は 6.0m とする。

●桁は線形とし、剛域は考慮しない。

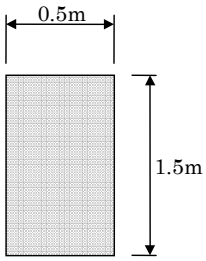
●床版高は 1.5m とする。梁は、幅×高さ＝0.5m×1.5m の長方形断面とする。

●断面積 A＝0.5m×1.5m＝0.75m^2、断面 2 次モーメント I＝0.5m×1.5m^3／12＝0.14063m^4 とする。

●桁の弾性係数 E＝25.0×10^{6}kN/m^2 とする。

●鋼管杭の材質は、SKK490（σy＝315.0 N/mm^2）を使用する。

●腐食代は考慮しない。



梁断面

２．３　地盤条件

表 2-1 に各地層の地盤条件を示す。

表 2-1　地盤条件

	N 値	γ’ (kN/m³)	C (kN/m²)	Φ (°)	備　　考
捨石マウンド	5	10.0	-----	28	
表層地盤	3	5.0	50.0	-----	粘性土
地盤１	30	10.0	-----	39	
地盤２	50	10.0	-----	40	根入れ深さは 2D とする

砂質土の内部摩擦角φ(°)は、N 値を用いて $\phi=\sqrt{12N}+20$ として求める。N>33 では全てφ=40°とする。

表 2-2 に各杭の仮想地表面水深を示す。なお、この仮想地表面水深はプログラムで自動計算されたものである。

表 2-2　各杭の仮想地表面水深

	直杭（海側）	斜杭（海側）	斜杭（陸側）
仮想地表面水深(m)	-7.00	-6.06	-5.01

地盤バネは「港湾構造物設計基準(平成 19 年 改訂版)」に従い以下の条件を用いて計算する。

●仮想地表面（前面水深と実地表面との 1／2 の高さ）を考慮する。
　仮想地表面より上の地盤重量は上載圧として扱わない。

●斜杭の地盤バネの補正を行う。また、この時の荷重の向きは陸から海とする。

●受働土圧計算時の L1 地震の震度は 0.1 とする。

●　$k_H=2\times1500\times N$　(kN/m³)

●粘性土地盤：$\eta_k\alpha_k=1.0$，$\eta_p\alpha_p=1.0$

●砂質土地盤：$\eta_k\alpha_k=1.0$，$\eta_p\alpha_p=1.0$

２．４　杭の軸方向極限値と軸方向バネ

杭の軸方向極限値および軸方向バネ Kv を表 2-3 に示す。
軸方向バネ Kv は下式より算出する。

$Kv= Kv_1\times Kv_2 /(Kv_1+ Kv_2)$

ここに、Kv_1：突出部の軸方向バネ(kN/m)

$Kv_1 = EA_1 / L_1$

Kv_2：地中部の軸方向バネ(kN/m)

$Kv_2 = aEA_2 / L_2$

a　　：補正係数

$a = 0.72 + 0.014L_2 / D$

E　　：弾性係数(2.0×10^8 kN/m^2)

A_1　：突出部の断面積(m^2)

A_2　：地中部の断面積(m^2)

L_1　：突出部の杭長(m)

L_2　：地中部の杭長(m)

表 2-3　杭の軸方向極限値と軸方向バネ

項目	直杭(海側)	斜杭(海側)	斜杭(陸側)
押込み上限値(kN)	2742	2789	2804
引抜き上限値(kN)	856	903	918
軸方向ばね(kN/m)	157886	155915	159323

２．５　荷重

上部工死荷重と上載荷重は等分布荷重で与える。解析では上部工の張出し部もモデル化しているため、以下の値に計算幅 6.0m をかけた値を入力する。

上部工死荷重：　30kN/m^2
上載荷重：　15kN/m^2
} (30＋15)×6＝270kN/m

上部工長さは 10m であり、全重量＝270kN/m ×10m＝2700kN とする。

地震慣性力は全重量×震度とし、これを杭頭の 2 ノードに等分して集中荷重で与える。表 2-4 に鉛直荷重（等分布荷重）と各ノードの地震慣性力（震度 Kh＝1.0）を示す。

表 2-4　鉛直荷重（等分布荷重）と地震慣性力（震度 Kh＝1.0）

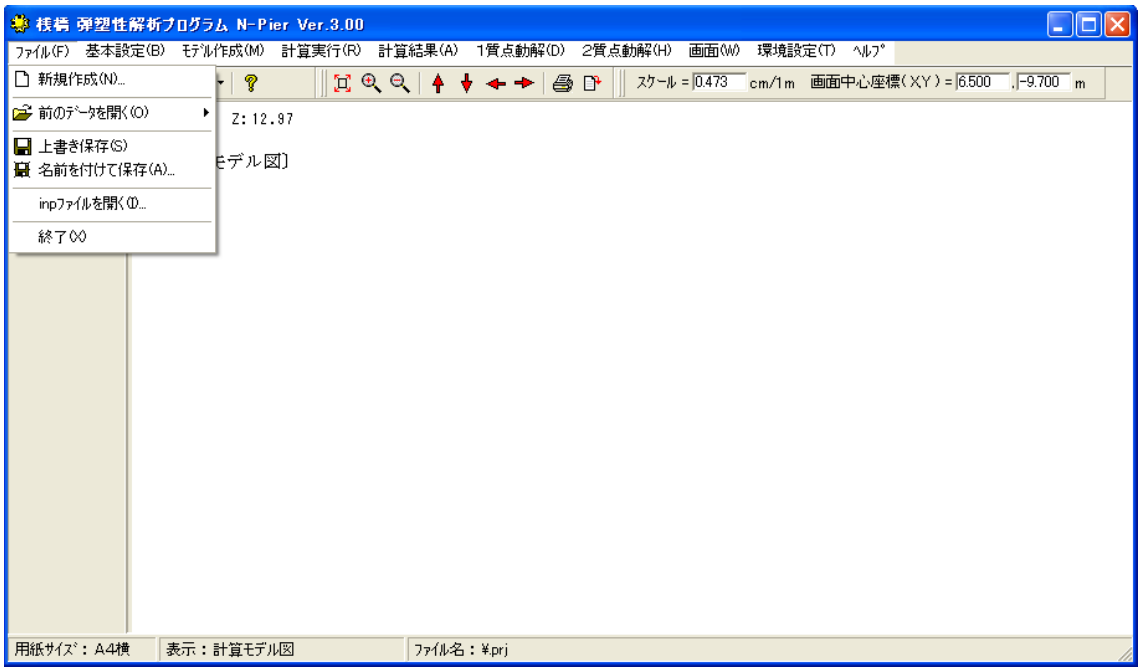
上部工長さ (m)	上部工鉛直荷重分布荷重 (kN/m)	地震時慣性力(kh＝1.0) 各ノードの集中荷重(kN)
10	270.0	1350

３．データ作成

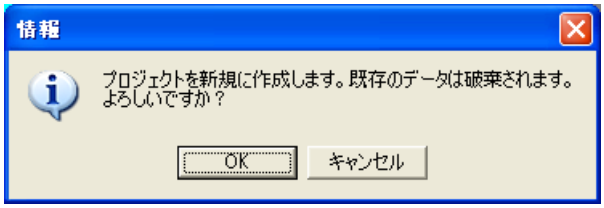
以下では、２．で示したモデルと計算条件について、データを新規作成する場合の手順を説明します。

３．１　新規作成

データの新規作成を行います。プログラムを起動すると下記の画面が表示されます。ここでファイル(F)をクリックし、その中の「新規作成」をクリックします。

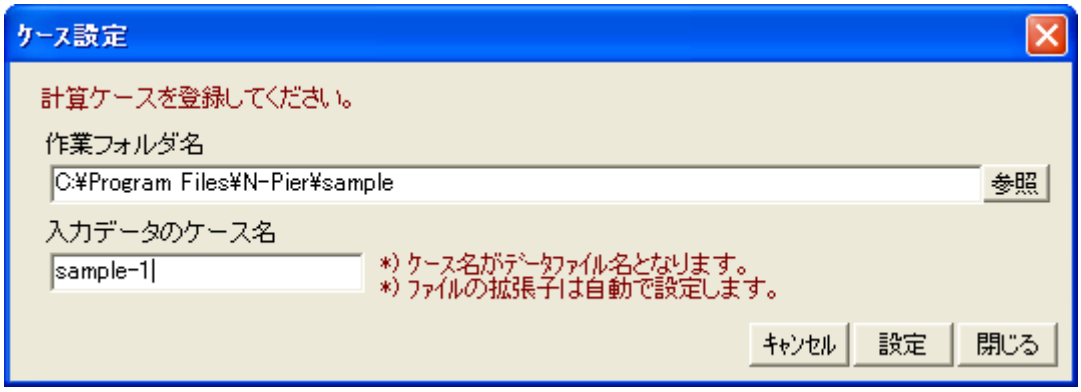


すると、次の確認画面が表示されるので、「OK」をクリックします。

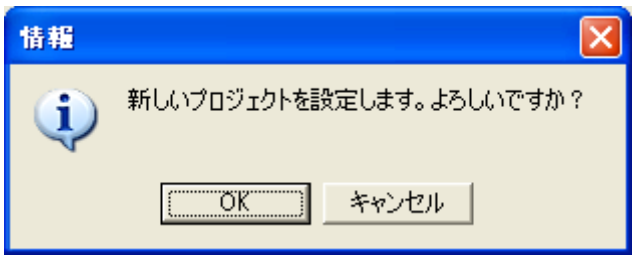


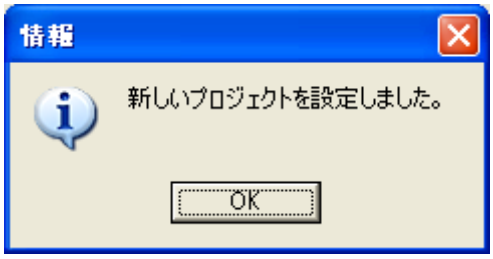
続いて以下の確認画面が表示されるので、「OK」をクリックしてください。

次にケース設定画面が表示されます。作業フォルダ名、入力データのケース名、計算ケースタイトルを入力します。

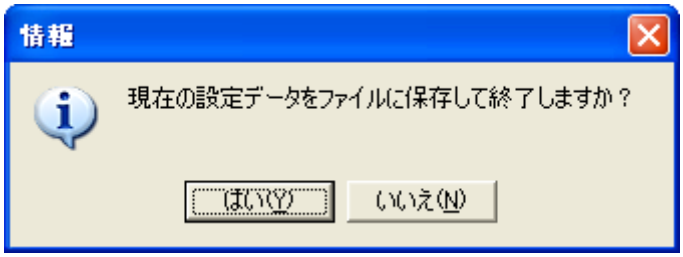


入力後、「設定」ボタンをクリックすると確認画面が表示されるので、「OK」をクリックしてください。

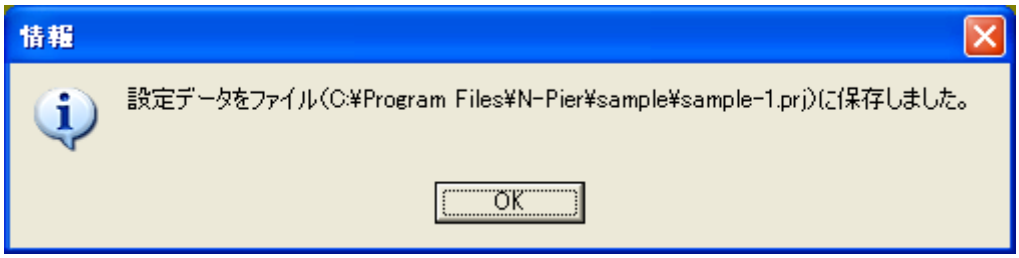




なお、計算を終了する時は、前ページ上の画面で終了(X)をクリックしてください。すると、次の確認画面が表示されるので、「はい(Y)」をクリックしてください。

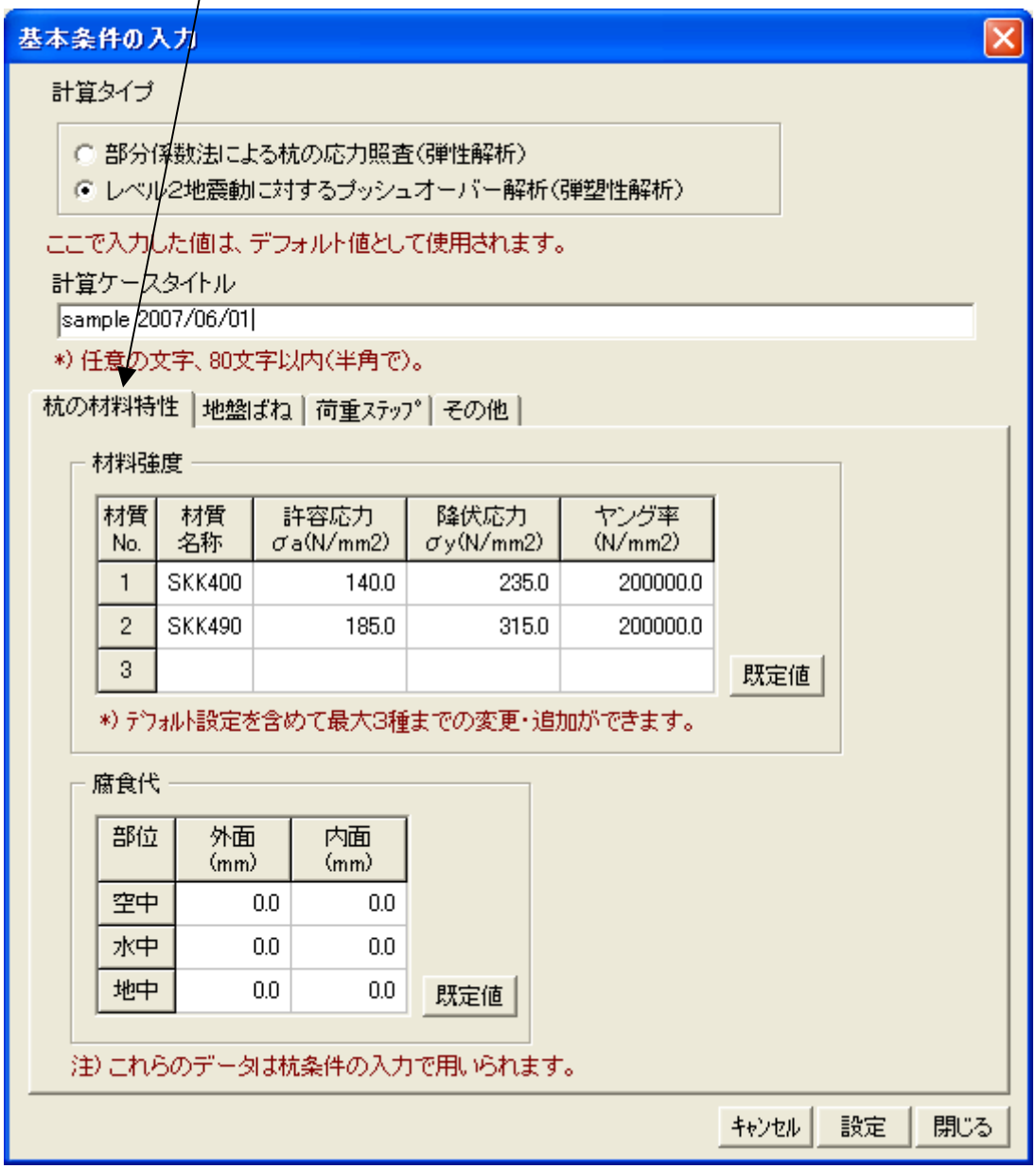


続いて以下の確認画面が表示されるので「OK」をクリックしてください。

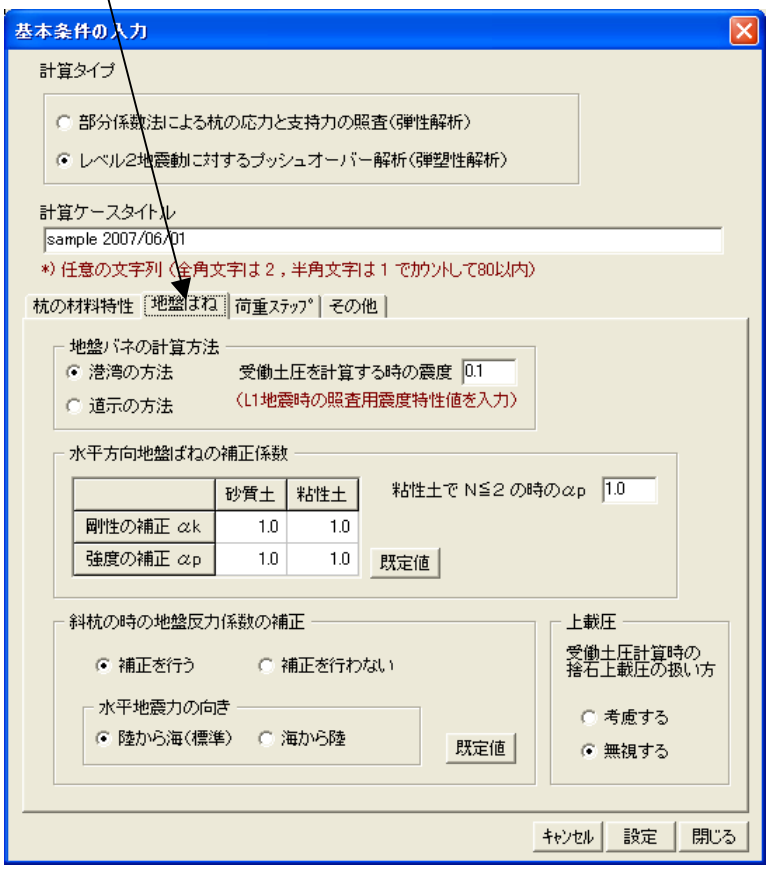


３．２　基本条件の設定

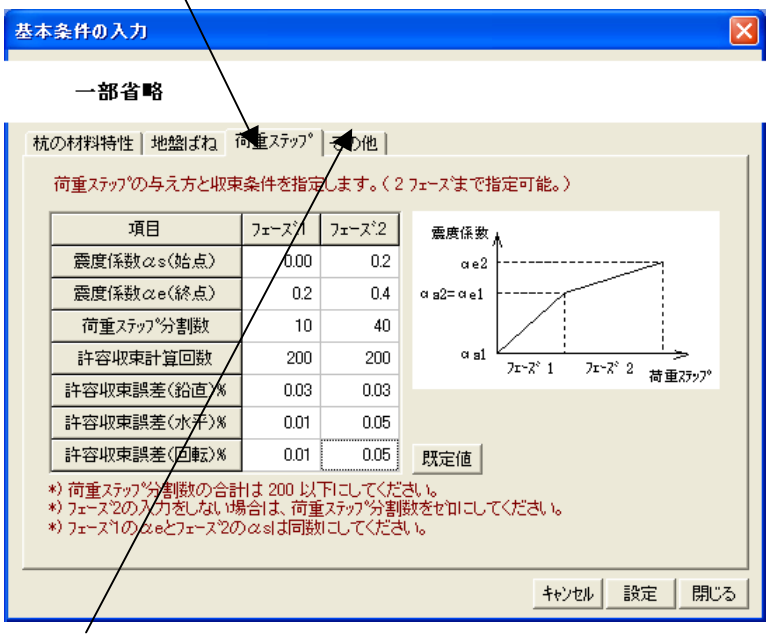
基本的な計算条件の入力を行います。画面左側の「基本条件」ボタンをクリックすると、下の画面が表示されます。先ず、計算タイプとして、レベル２地震動に対するプッシュオーバー解析を指定します。ここで、いくつかの基本条件を設定します。腐食代を考慮する場合は下記の材料特性で定義してください。今回は腐食代を考慮しないので設定の必要はありません。



地盤バネの設定は、２．３に示した条件に従い、次のように設定します。



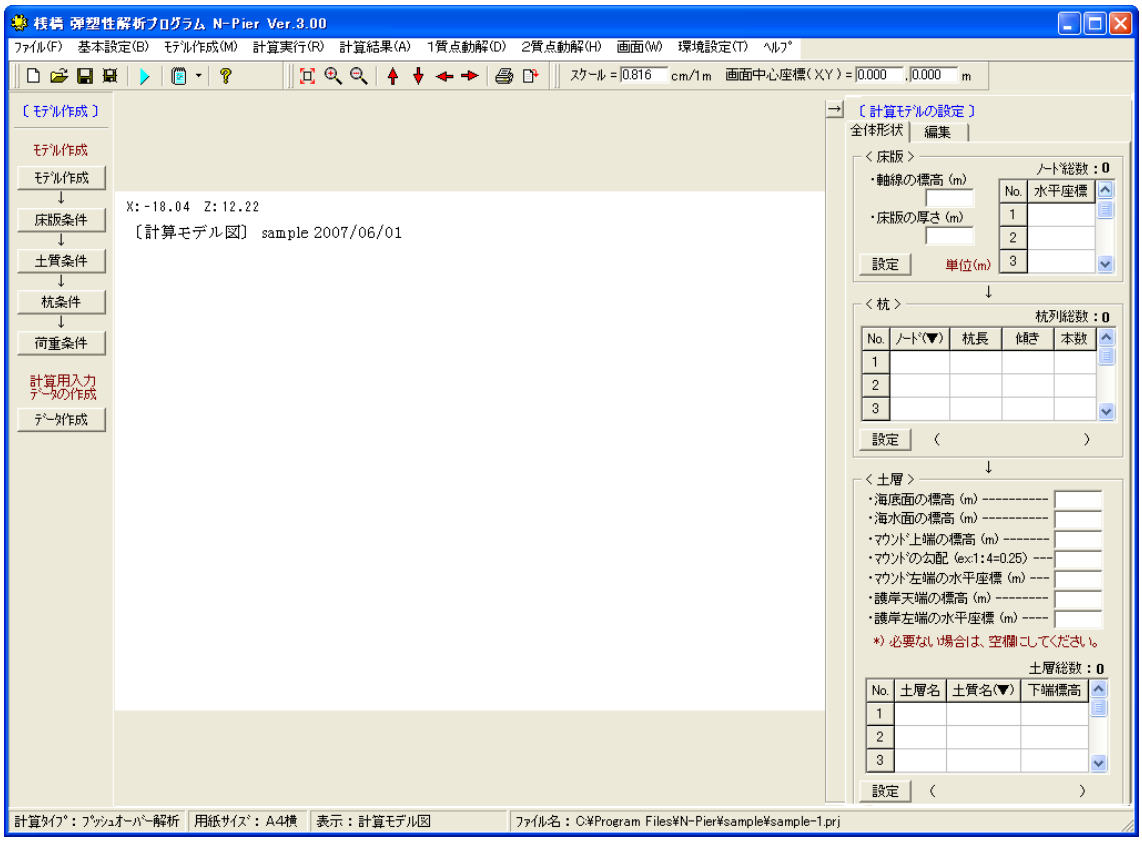
荷重ステップの設定では、フェーズ２の許容収束計算回数および各収束誤差を下に示すように変更します。通常は、荷重条件の変更は行いませんが、計算が収束しない時などには変更を行います。詳細については「操作マニュアル」の４．３を参照してください。



「その他」の変更はありません。

３．３　モデルの作成

まず最初に、構造モデルの全体形状を定義します。基本メニューの「モデル作成」を選択し、画面左側に表示された「モデル作成」ボタンをクリックします。この時、画面右側に２つのメニュー「全体形状」と「編集」が表示されるので、まず全体形状の入力を行います。

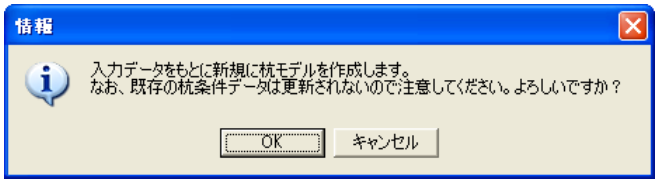


①床版モデルの作成

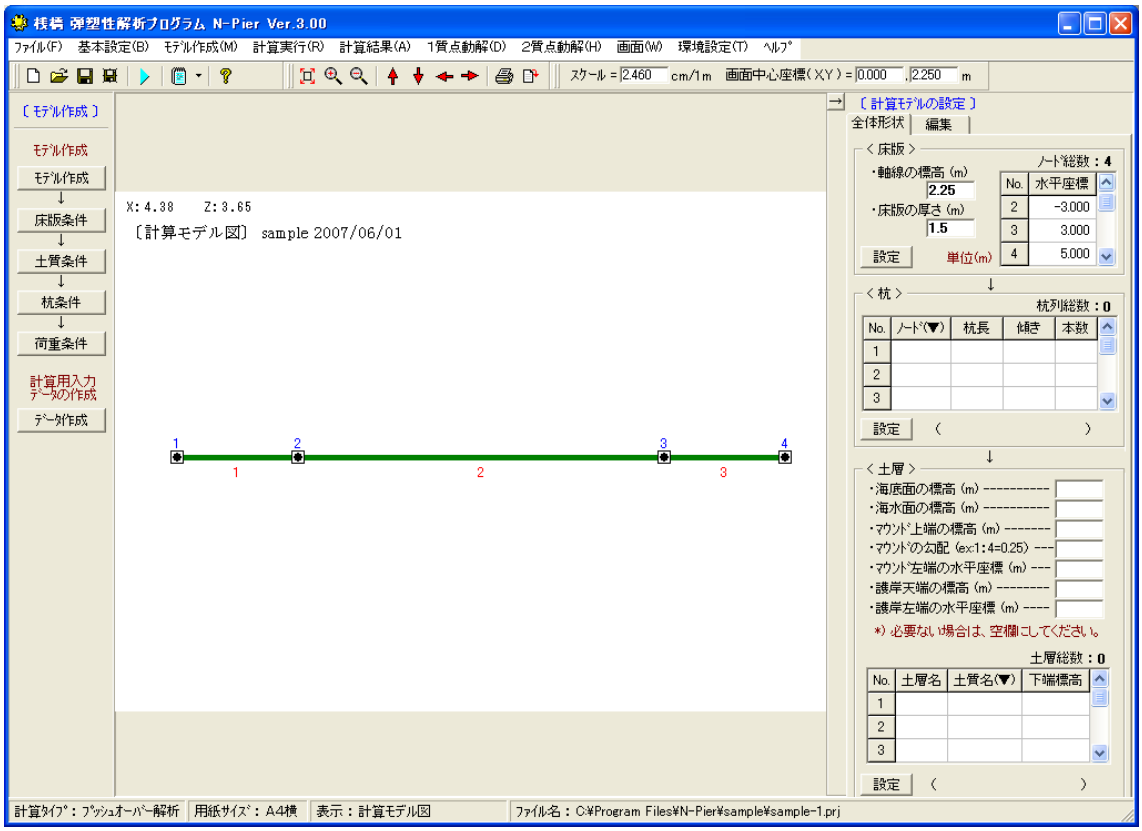
床版の軸線の標高、厚さ、梁ノードの水平座標を入力し、「設定」ボタンをクリックします。

床版の軸線の標高は、床版の中心線とし、図-2.1 より+2.25m とします。また床版の厚さは 1.5m です。水平座標の原点は任意ですが、通常は床版の中央とします。

確認画面が表示されるので、「OK」をクリックしてください。



床版モデルが表示されます。

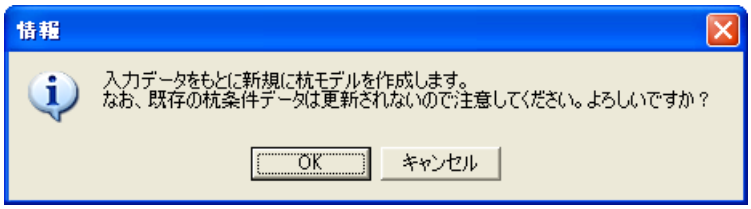


②杭モデルの作成

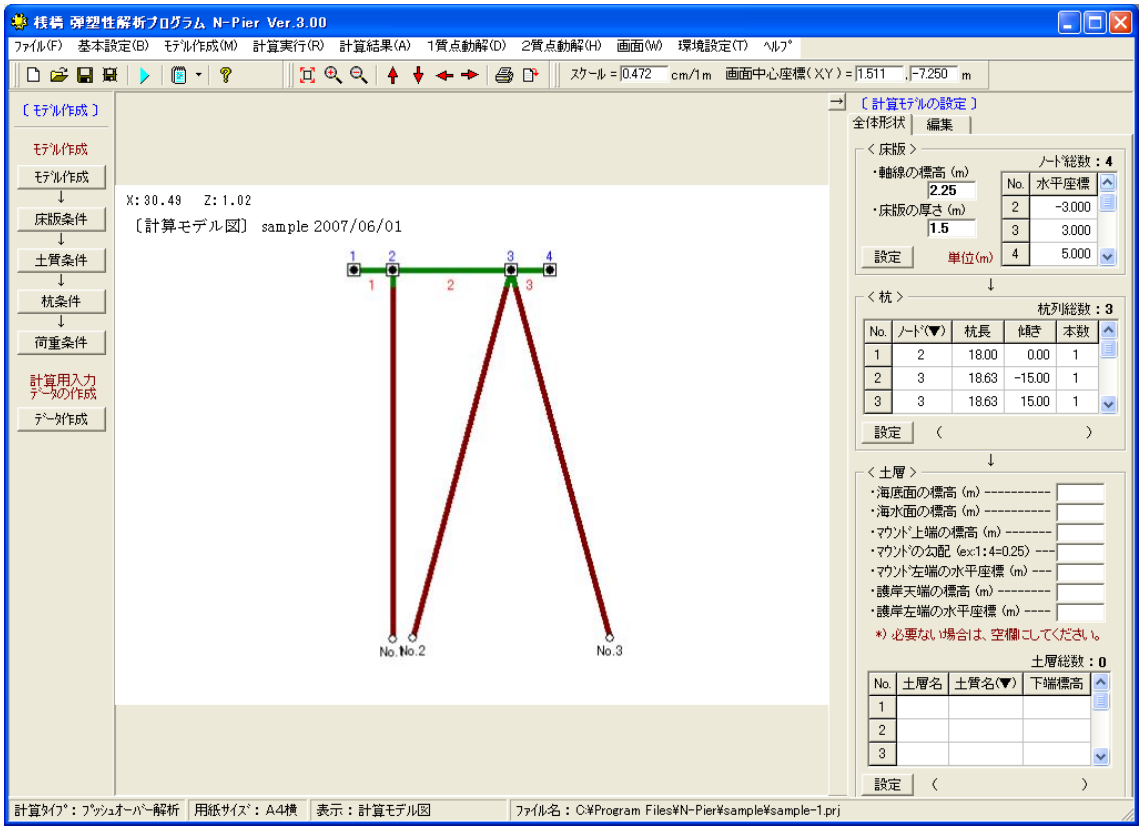
杭頭の梁ノード番号、杭長、杭傾きを入力し、「設定」ボタンをクリックします。

なお、「本数」は奥行き方向の杭の本数を示しますが、今回の場合は全て１本です。

確認画面が表示されるので「OK」をクリックしてください。



杭モデルが表示されます。



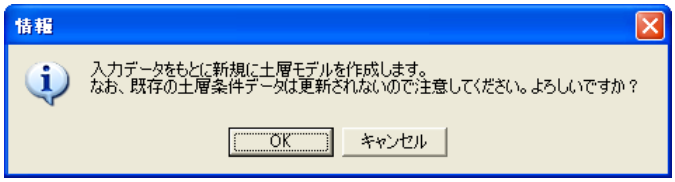
③土層モデル

海底面、海水面、マウンド上端の標高、マウンドの勾配、マウンド左端の水平座標、護岸天端の標高、護岸左端の水平座標、土層名、土質名、土層下端標高を入力し、「設定」ボタンをクリックします。

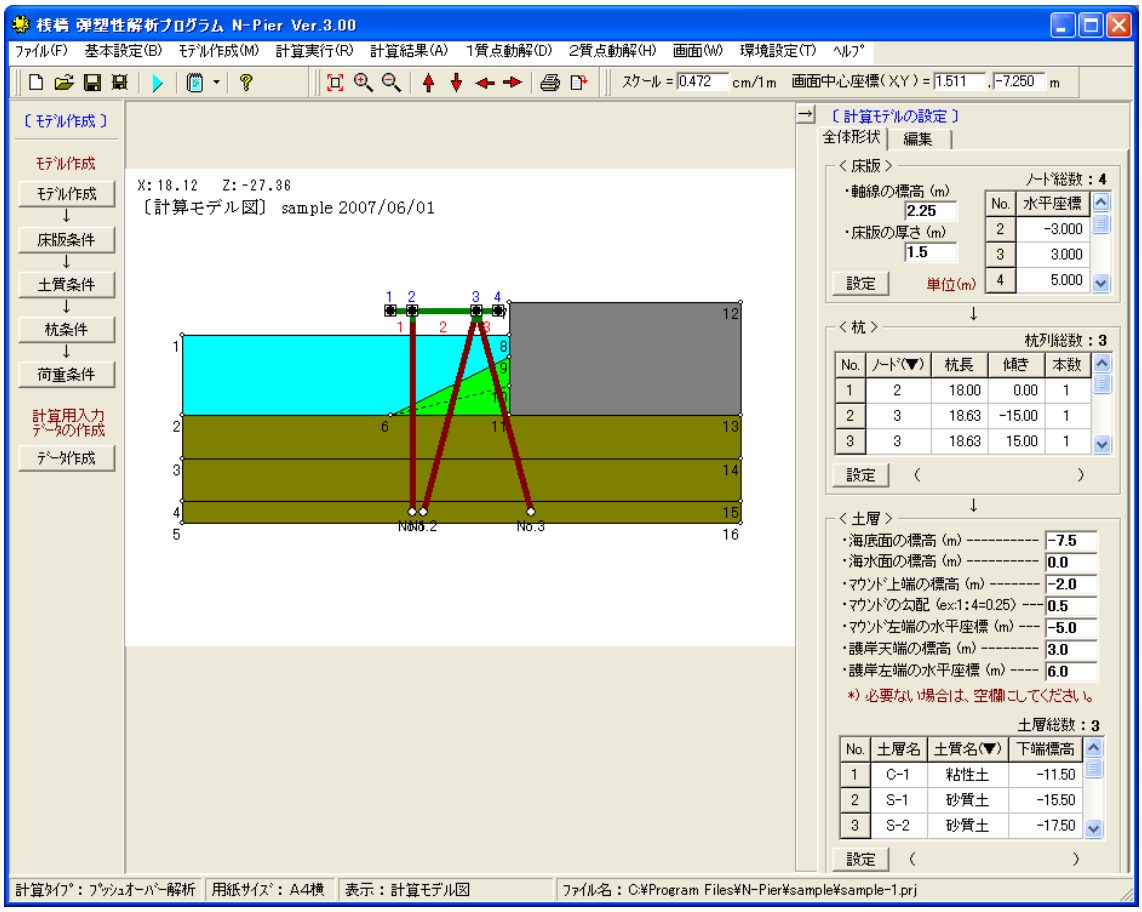
標高等は、図-2.1 の通り入力してください。マウンドの勾配は 1:2 なので 1/2＝0.5 を入力してください。護岸天端の標高と水平位置は適当な値を入力してください。これらは護岸表示のためだけに用いられ、計算には用いられません。

土層は上から順に入力します。土質名は入力欄をクリックして粘性土か砂質土を選択します。なお、マウンドは入力する必要がありません。

確認画面が表示されるので「OK」をクリックしてください。



海水領域、マウンド、土層モデルが表示されます。



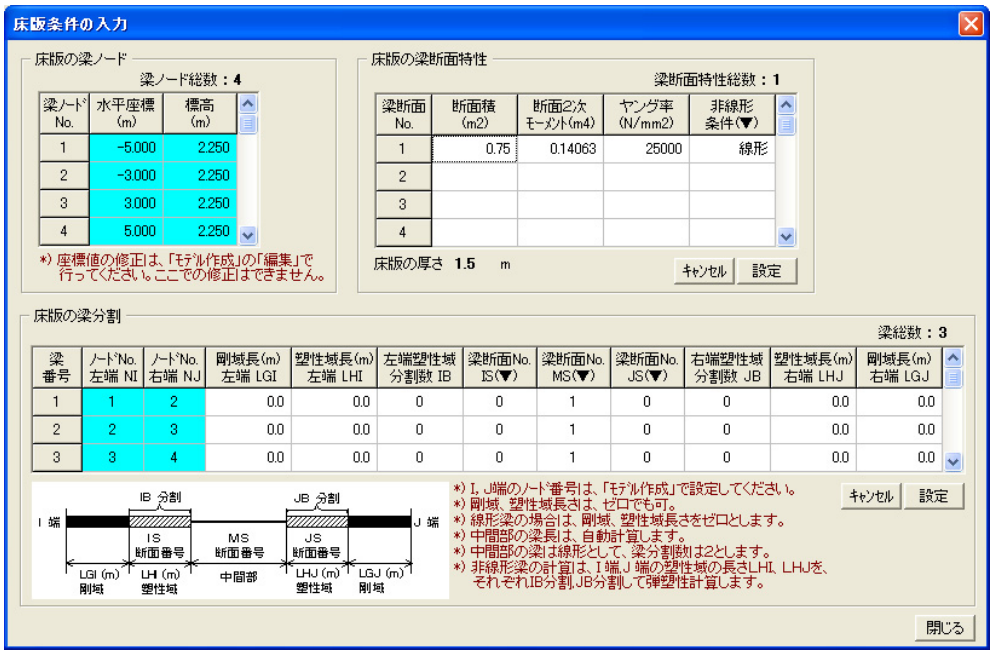
以上、「全体形状」だけでモデルを作成しました。今回は簡単なモデルなので、これで終わりですが、モデルの細かい修正は「編集」で行います。「編集」の具体的方法については、「操作マニュアル」を参照してください。具体例については、「データ作成例－２」あるいは「複雑なモデルのデータ作成例」を参照して下さい。

３．４　床版条件

床版条件を設定します。画面左側の「床版条件」ボタンをクリックします。まず、「床版の梁断面特性」で床版の断面積、断面２次モーメント、弾性係数、非線形条件を入力し、「設定」ボタンをクリックします。

次に「床版の梁分割」を入力し、「設定」ボタンをクリックします。全ての入力が終了したら「閉じる」ボタンをクリックします。

なお、梁断面が変化する時は、それぞれの断面特性を「床版の梁断面特性」で定義してください。そこで定義された梁断面 No. は、次の「床版の梁分割」で参照されます。ここでの例は剛域もなく、すべて同一の梁断面の最も簡単な例です。

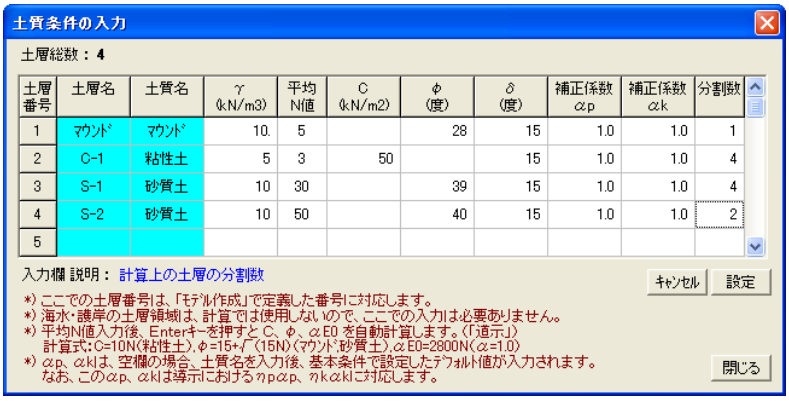


３．５　土質条件

土質条件を設定します。画面左側の「土質条件」ボタンをクリックします。土質定数を入力し、「設定」ボタンをクリックします。全ての入力が終了したら「閉じる」ボタンをクリックします。

Ｃ、φはＮ値から自動計算されますが、それを変更するときは上書きして下さい。

右端の「分割数」は、地盤バネを計算する位置を指定します。地表面付近は分割数を多く（分割間隔が杭径の１～２倍となるように)、深い部分の分割数は少なくします。なお、分割数の合計は 30 以下です。

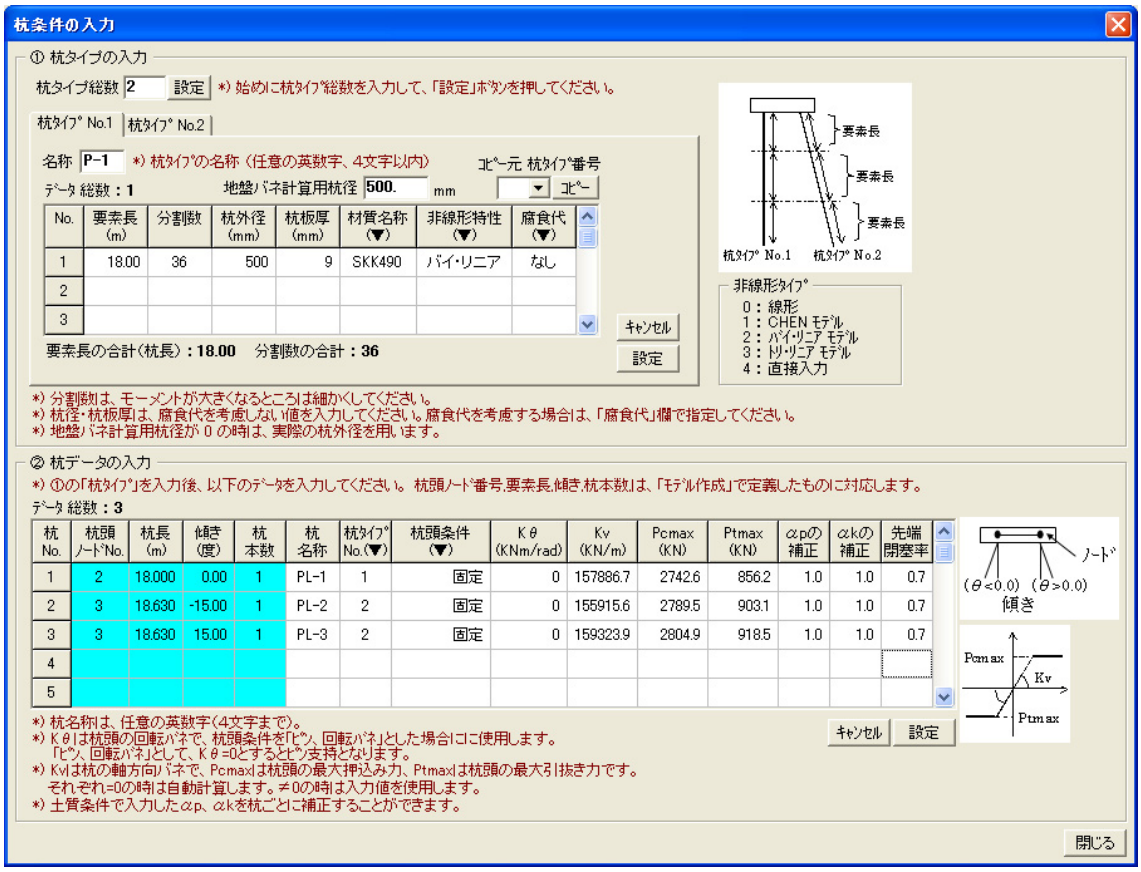


３．６　杭条件

杭条件を設定します。画面左側の「杭条件」ボタンをクリックします。まず、「杭タイプ」総数を入力し（今回の場合は 2)、「設定」ボタンをクリックします。次に各杭タイプ毎に杭タイプ項目を入力し、「設定」ボタンをクリックします。最後に各「杭データ」を入力し、「設定」ボタンをクリックします。全ての入力が終了したら「閉じる」ボタンをクリックします。

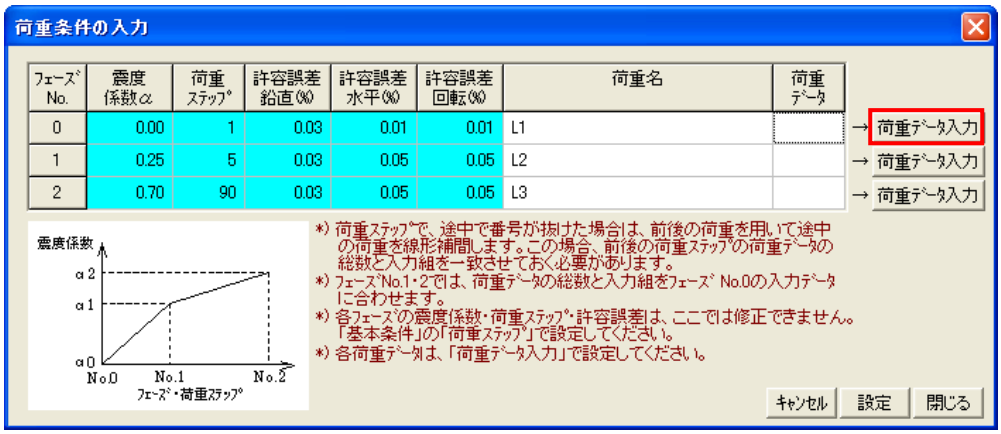
なお、「杭タイプ」において、杭の板厚や材質が途中で変化する時は、その長さ（要素長）ごとにデータを入力してください。また、その時の分割数は、杭の断面力の計算位置を定義します。杭の上部では分割間隔が 0.5～1.0m、下部では 1.0～1.5m 程度になるようにしてください。

また、今回の Ver.3.00 では Kv、Pcmax、Ptmax の自動計算機能が追加されました。杭の先端支持力を計算するため先端閉塞率を入力して下さい（本例では 0.7)。これらの値の自動計算は常に行われ、Kv、Pcmax、Ptmax の各入力欄が 0.0 の時、自動計算された値が計算に使用されます。0.0 でない時はその入力値がそのまま用いられます。自動計算された結果の表示方法は 3.11 に示します。

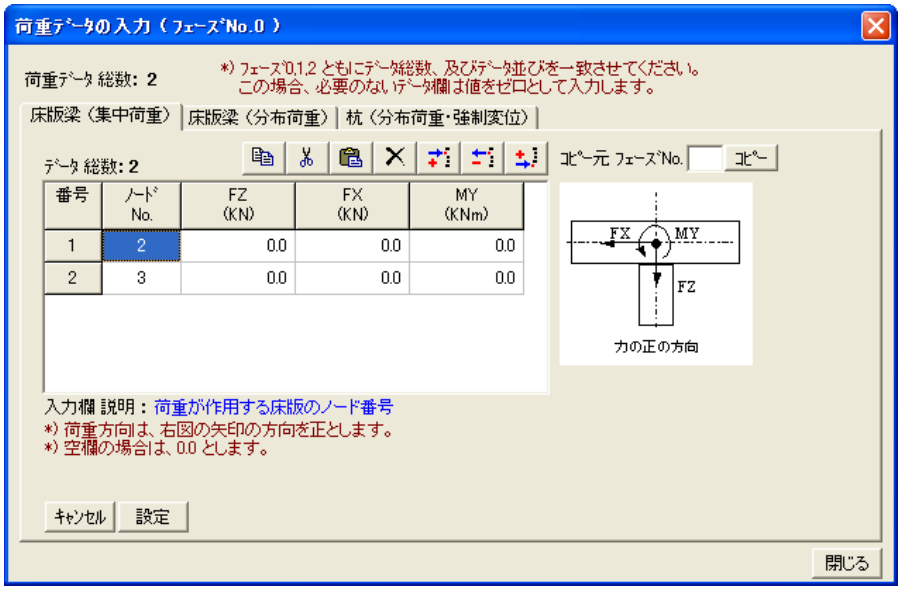


３．７　荷重条件

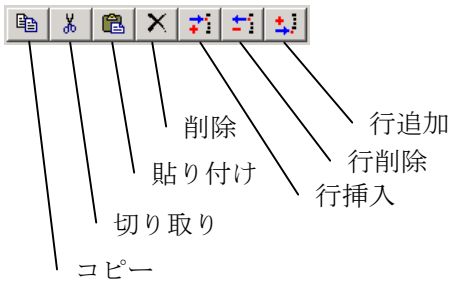
荷重条件を設定します。画面左側の「荷重条件」ボタンをクリックします。震度係数、荷重ステップ等は既に「基本条件の設定」－「荷重ステップ」で入力されています。ここではまず、荷重名を入力します。次にフェーズ 0 の「荷重データ入力」ボタンをクリックします。



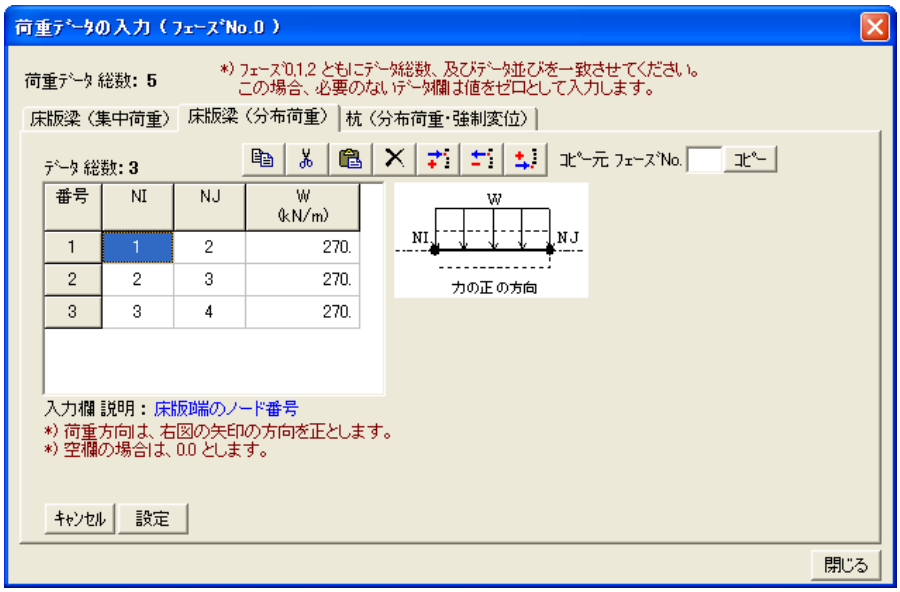
すると下記の画面が表示されます。最初に「床版梁（集中荷重）」を選択して、震度 0.0 の時の慣性力を集中荷重として入力し、「設定」ボタンをクリックします。



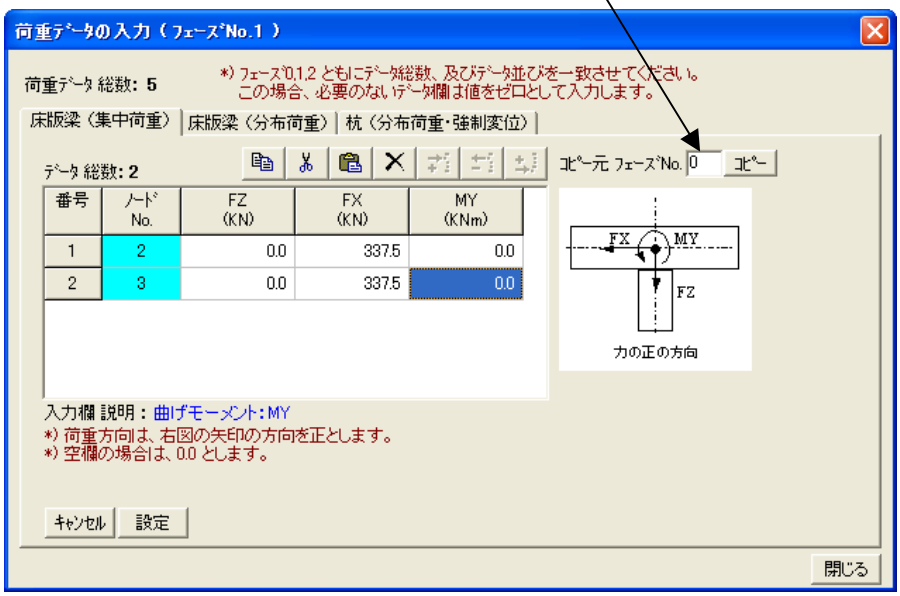
なお，荷重の追加や削除は，画面上のボタンで行います。



次に、「床版梁（分布荷重）」を選択して、床版の自重（270kN/m）を分布荷重として入力し、「設定」ボタンをクリックします。

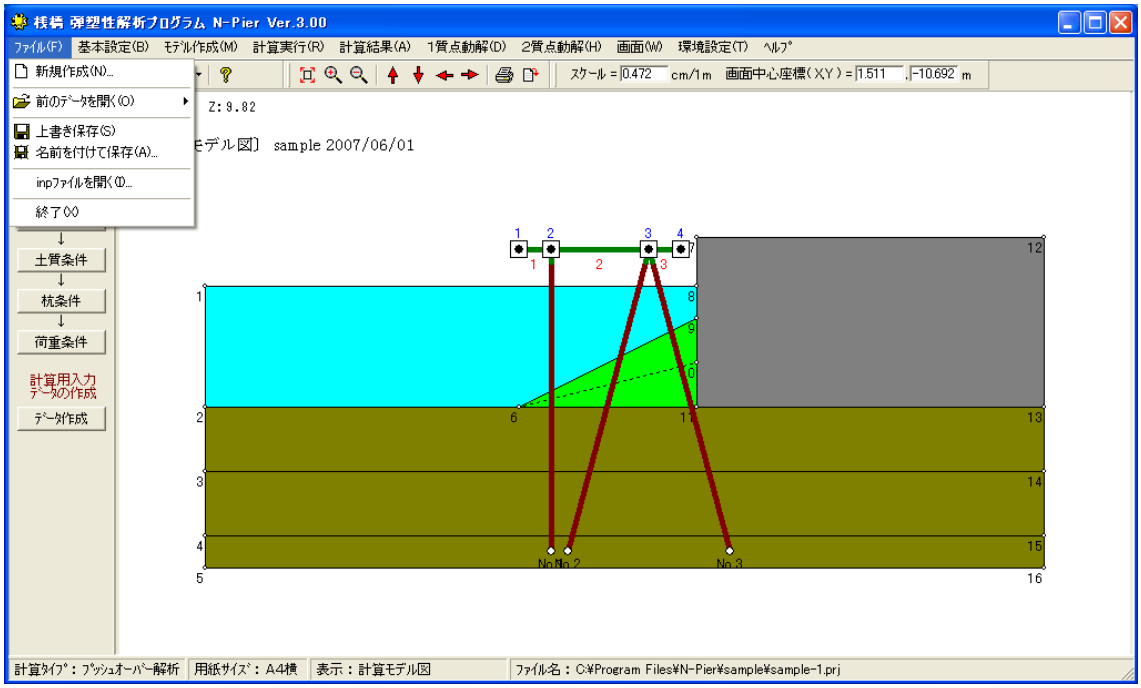


荷重の入力が終了したら「閉じる」ボタンをクリックします。フェーズ 1、2 も同様に入力し、最後に「荷重条件の入力」の「閉じる」ボタンをクリックします。なお、フェーズ 1、2 においては、集中荷重として、その時の震度に対応した地震慣性力(FX＝1350kN×震度)を入力します。フェーズ 1 の場合、ノード 2、ノード 3 の値は、FX＝1350×0.25＝337.5 です(表 2-4 参照)。なお、この時、フェーズ 0 のデータをコピーしてから修正すると便利です。

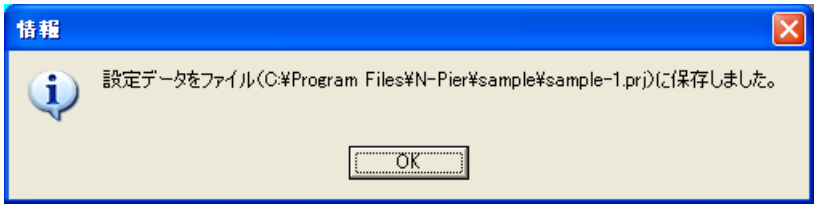


３．８　モデルデータ（.prj ファイル）の保存

ファイルメニューから「上書き保存(S)」をえらび、作成したデータを保存します。

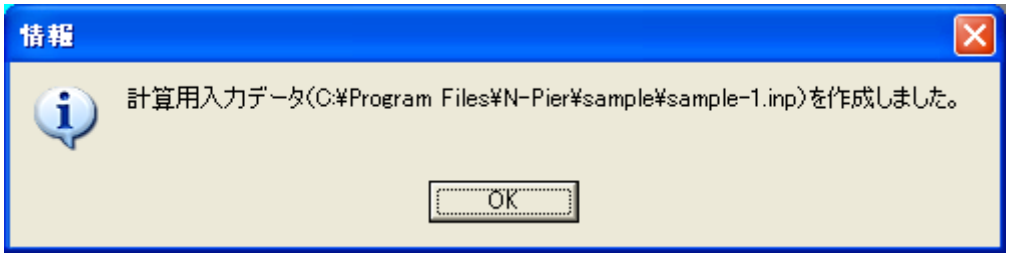


データが保存されると次の確認画面が表示されるので、「OK」をクリックします。



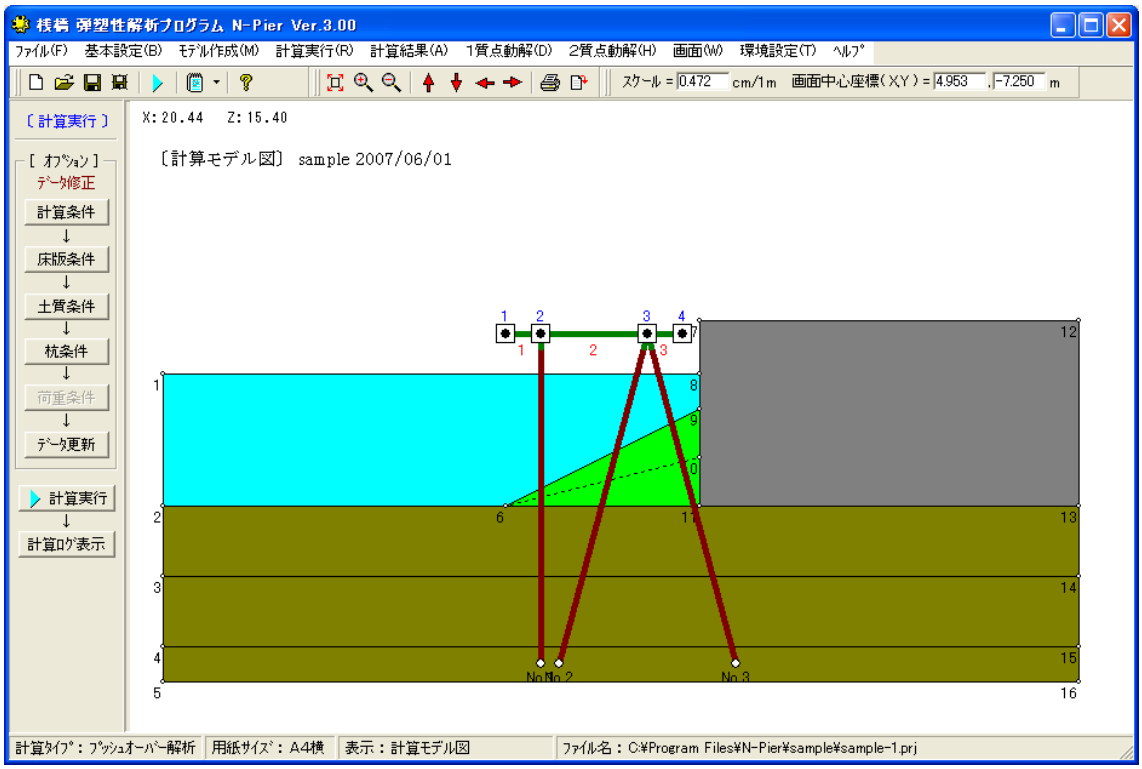
３．９　計算用入力データ（.inp ファイル）の作成

計算プログラム用の入力データを作成します。画面左側の「データ作成」ボタンをクリックします。データが作成されると次の確認画面が表示されるので、「OK」をクリックします。

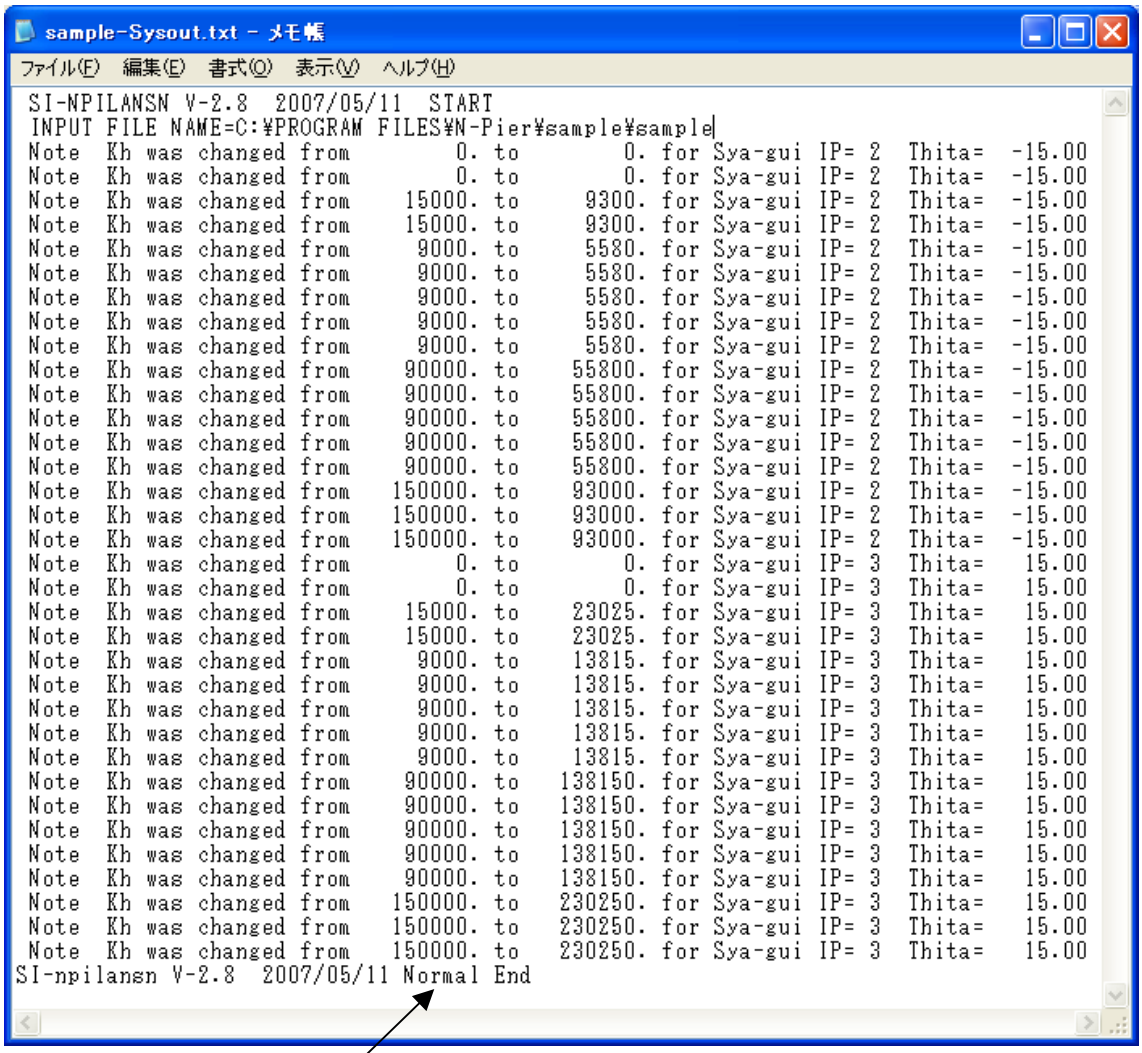


３．１０　計算実行

計算を実行します。基本メニューの「計算実行(R)」をクリックし、画面左側に表示された「計算実行」ボタンをクリックします。



計算時には黒い画面が表示され、計算終了後その画面は自動的に閉じます。その画面の内容は左下の「計算ログ表示」をクリックすることによって確認することができます。



sample-Sysout.txt - メモ帳

ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)

```
 SI-NPILANSN V-2.8  2007/05/11  START
 INPUT FILE NAME=C:¥PROGRAM FILES¥N-Pier¥sample¥sample
 Note  Kh was changed from        0. to        0. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from        0. to        0. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from    15000. to     9300. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from    15000. to     9300. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from     9000. to     5580. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from     9000. to     5580. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from     9000. to     5580. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from     9000. to     5580. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from     9000. to     5580. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from    90000. to    55800. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from    90000. to    55800. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from    90000. to    55800. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from    90000. to    55800. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from    90000. to    55800. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from   150000. to    93000. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from   150000. to    93000. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from   150000. to    93000. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -15.00
 Note  Kh was changed from        0. to        0. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
 Note  Kh was changed from        0. to        0. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
 Note  Kh was changed from    15000. to    23025. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
 Note  Kh was changed from    15000. to    23025. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
 Note  Kh was changed from     9000. to    13815. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
 Note  Kh was changed from     9000. to    13815. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
 Note  Kh was changed from     9000. to    13815. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
 Note  Kh was changed from     9000. to    13815. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
 Note  Kh was changed from     9000. to    13815. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
 Note  Kh was changed from    90000. to   138150. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
 Note  Kh was changed from    90000. to   138150. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
 Note  Kh was changed from    90000. to   138150. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
 Note  Kh was changed from    90000. to   138150. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
 Note  Kh was changed from    90000. to   138150. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
 Note  Kh was changed from   150000. to   230250. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
 Note  Kh was changed from   150000. to   230250. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
 Note  Kh was changed from   150000. to   230250. for Sya-gui IP= 3  Thita=   15.00
SI-npilansn V-2.8  2007/05/11 Normal End
```

右上の「×」ボタンでこの画面を閉じ、基本画面に戻ります。

計算終了のタイプには次の３つがあります。③の場合は、開発元へご連絡ください。

③Normal End

作用荷重が小さく、指定した荷重ステップの最後まで計算した（正常終了）

②Not Convergence

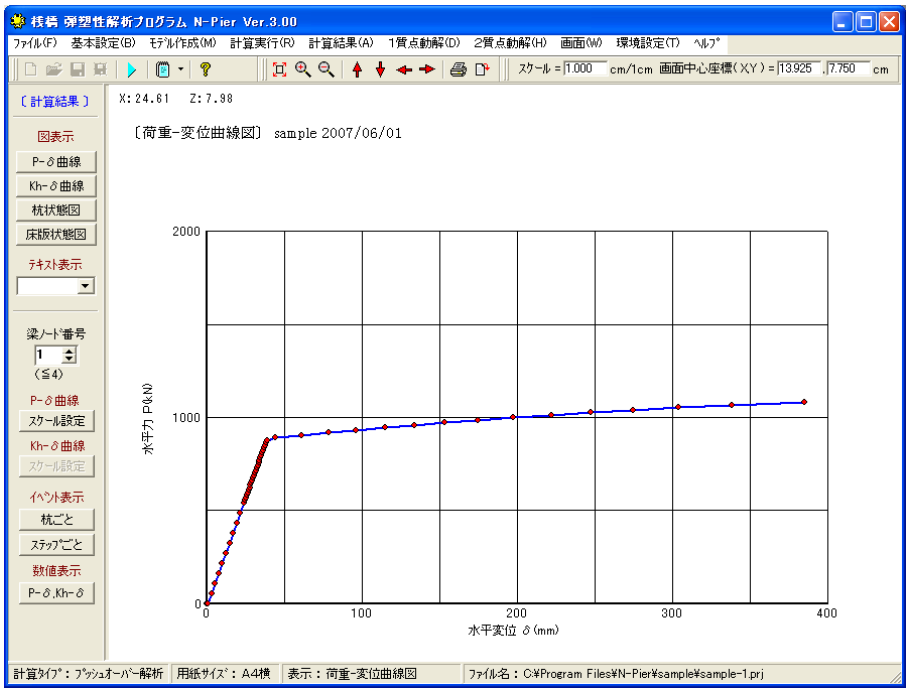
作用荷重が大きく、構造系が不安定となり、解が収束しなかった場合。

③その他

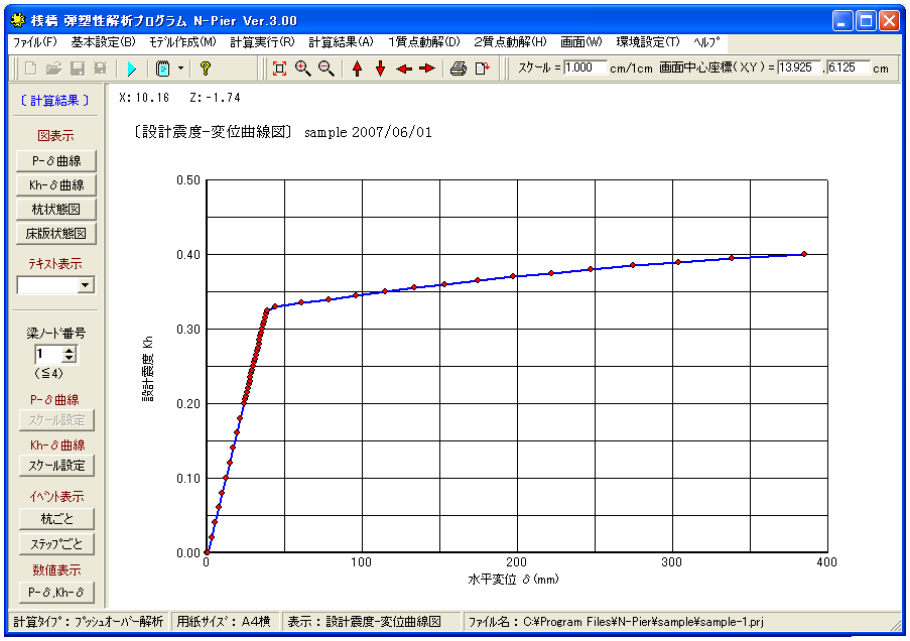
３．１１　計算結果

基本メニューの「計算結果(A)」をクリックし、画面左側に表示された「Ｐ－δ曲線」「杭状態図」「床版状態図」ボタンをクリックし、計算結果を表示・印刷します。

「Ｐ－δ曲線」、「Kh－δ曲線」を選択した時の結果を以下に示します。

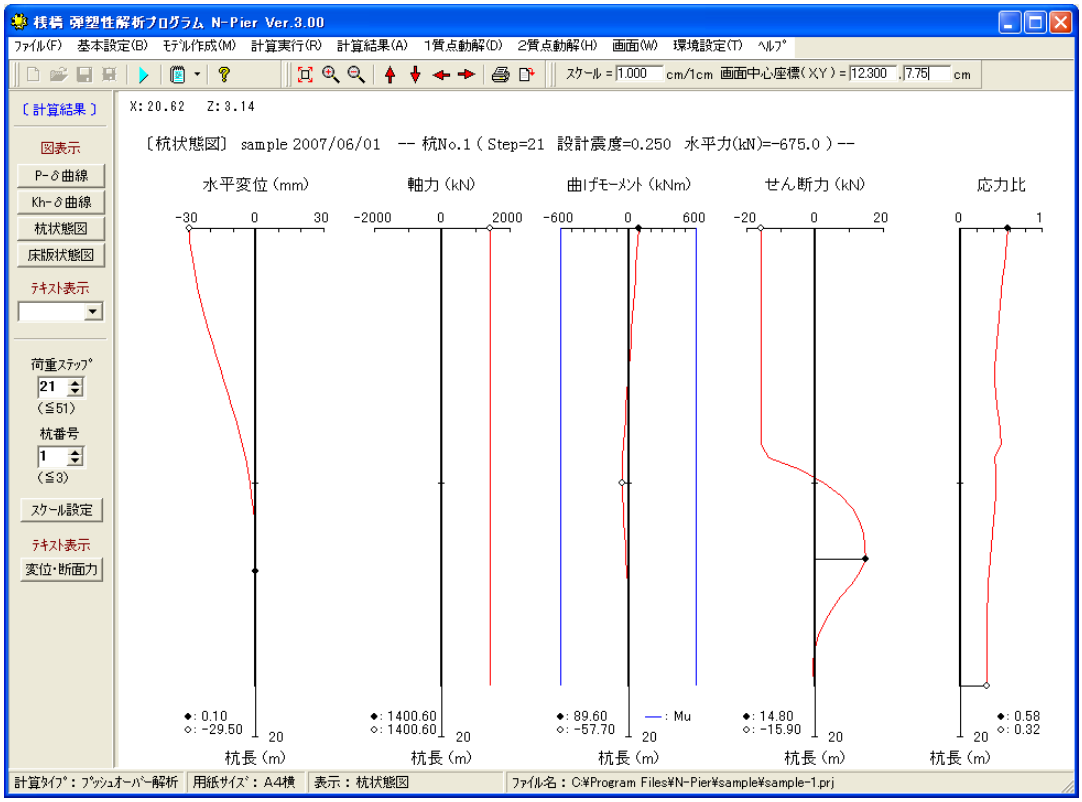


「Ｐ－δ曲線」

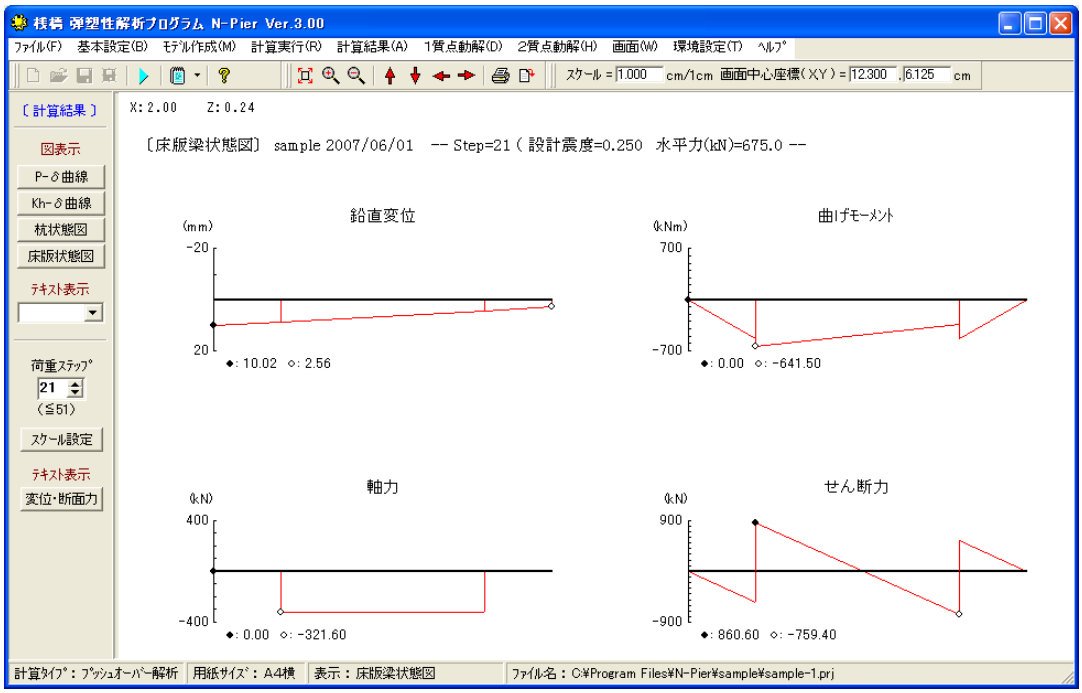


「Kh－δ曲線」

「杭状態図」を選択した時の結果を以下に示します。図化対象とする杭番号、荷重ステップ番号は画面左側のボタンをクリックして選んでください。



「床版状態図」を選択した時の結果を以下に示します。図化対象とする荷重ステップ番号は画面左側のボタンをクリックして選んでください。



杭のイベント表示の「杭ごと」を以下に示します。

```
〔 杭のイベント情報 〕---- 杭ごとに表示

ｽﾃｯﾌﾟ総数 --- 51
   杭総数 ---  3

< ｲﾍﾞﾝﾄ情報 >

最初に降伏した杭 ------------------------- No. 2 ( Step= 42,設計震度= 0.355,水平力(kN)=   958.5 )
最初に塑性ヒンジが発生した杭 ------------- No. 2 ( Step= 49,設計震度= 0.390,水平力(kN)=  1053.0 )
すべての杭が降伏したステップ ------------- Step= 46,設計震度= 0.375,水平力(kN)=  1012.5
すべての杭に塑性ヒンジが発生したステップ - Step=  0,設計震度= 0.000,水平力(kN)=      0.0

杭 No. 1
    (略)
 ( Step= 42,設計震度= 0.355,水平力(kN)=   958.5 ) ---
 ( Step= 43,設計震度= 0.360,水平力(kN)=   972.0 ) ---
 ( Step= 44,設計震度= 0.365,水平力(kN)=   985.5 ) --- 杭頭で降伏
 ( Step= 45,設計震度= 0.370,水平力(kN)=   999.0 ) ---
 ( Step= 46,設計震度= 0.375,水平力(kN)=  1012.5 ) --- 地中部で降伏
 ( Step= 47,設計震度= 0.380,水平力(kN)=  1026.0 ) ---
 ( Step= 48,設計震度= 0.385,水平力(kN)=  1039.5 ) ---
 ( Step= 49,設計震度= 0.390,水平力(kN)=  1053.0 ) ---
 ( Step= 50,設計震度= 0.395,水平力(kN)=  1066.5 ) --- 杭頭でヒンジ
 ( Step= 51,設計震度= 0.400,水平力(kN)=  1080.0 ) ---

杭 No. 2
    (略)
 ( Step= 40,設計震度= 0.345,水平力(kN)=   931.5 ) ---
 ( Step= 41,設計震度= 0.350,水平力(kN)=   945.0 ) ---
 ( Step= 42,設計震度= 0.355,水平力(kN)=   958.5 ) --- 杭頭で降伏
 ( Step= 43,設計震度= 0.360,水平力(kN)=   972.0 ) ---
 ( Step= 44,設計震度= 0.365,水平力(kN)=   985.5 ) ---
 ( Step= 45,設計震度= 0.370,水平力(kN)=   999.0 ) --- 地中部で降伏
 ( Step= 46,設計震度= 0.375,水平力(kN)=  1012.5 ) ---
 ( Step= 47,設計震度= 0.380,水平力(kN)=  1026.0 ) ---
 ( Step= 48,設計震度= 0.385,水平力(kN)=  1039.5 ) ---
 ( Step= 49,設計震度= 0.390,水平力(kN)=  1053.0 ) --- 杭頭でヒンジ
 ( Step= 50,設計震度= 0.395,水平力(kN)=  1066.5 ) ---
 ( Step= 51,設計震度= 0.400,水平力(kN)=  1080.0 ) ---

杭 No. 3
    (略)
 ( Step= 35,設計震度= 0.320,水平力(kN)=   864.0 ) ---
 ( Step= 36,設計震度= 0.325,水平力(kN)=   877.5 ) ---
 ( Step= 37,設計震度= 0.330,水平力(kN)=   891.0 ) --- 引き抜き限界
 ( Step= 38,設計震度= 0.335,水平力(kN)=   904.5 ) ---
 ( Step= 39,設計震度= 0.340,水平力(kN)=   918.0 ) ---
 ( Step= 40,設計震度= 0.345,水平力(kN)=   931.5 ) ---
 ( Step= 41,設計震度= 0.350,水平力(kN)=   945.0 ) ---
 ( Step= 42,設計震度= 0.355,水平力(kN)=   958.5 ) ---
 ( Step= 43,設計震度= 0.360,水平力(kN)=   972.0 ) ---
 ( Step= 44,設計震度= 0.365,水平力(kN)=   985.5 ) ---
 ( Step= 45,設計震度= 0.370,水平力(kN)=   999.0 ) ---
 ( Step= 46,設計震度= 0.375,水平力(kN)=  1012.5 ) --- 杭頭で降伏
 ( Step= 47,設計震度= 0.380,水平力(kN)=  1026.0 ) ---
 ( Step= 48,設計震度= 0.385,水平力(kN)=  1039.5 ) ---
 ( Step= 49,設計震度= 0.390,水平力(kN)=  1053.0 ) --- 地中部で降伏
 ( Step= 50,設計震度= 0.395,水平力(kN)=  1066.5 ) ---
 ( Step= 51,設計震度= 0.400,水平力(kN)=  1080.0 ) ---
```

杭のイベント表示の「ステップごと」を以下に示します。

```
〔 杭のイベント情報 〕---- ステップごとに表示

ｽﾃｯﾌﾟ総数 --- 51
   杭総数 ---  3

< ｲﾍﾞﾝﾄ情報 >

最初に降伏した杭 ---------------------------------- No. 2 ( Step= 42,設計震度= 0.355,水平力(kN)=   958.5 )
最初に塑性ヒンジが発生した杭 ---------------------- No. 2 ( Step= 49,設計震度= 0.390,水平力(kN)=  1053.0 )
すべての杭が降伏したステップ ---------------------- Step= 46,設計震度= 0.375,水平力(kN)=  1012.5
すべての杭に塑性ヒンジが発生したステップ --------- Step=  0,設計震度= 0.000,水平力(kN)=     0.0

ｽﾃｯﾌﾟ No. 1,設計震度= 0.000,水平力(kN)=     0.0   降伏した杭(本)=  0   塑性化した杭(本)=  0
 ( PileNo.  1 ) ---
 ( PileNo.  2 ) ---
 ( PileNo.  3 ) ---
                                          (略)
ｽﾃｯﾌﾟ No.41,設計震度= 0.350,水平力(kN)=   945.0   降伏した杭(本)=  0   塑性化した杭(本)=  0
 ( PileNo.  1 ) ---
 ( PileNo.  2 ) ---
 ( PileNo.  3 ) ---
ｽﾃｯﾌﾟ No.42,設計震度= 0.355,水平力(kN)=   958.5   降伏した杭(本)=  1   塑性化した杭(本)=  0
 ( PileNo.  1 ) ---
 ( PileNo.  2 ) --- 杭頭で降伏
 ( PileNo.  3 ) ---
ｽﾃｯﾌﾟ No.43,設計震度= 0.360,水平力(kN)=   972.0   降伏した杭(本)=  1   塑性化した杭(本)=  0
 ( PileNo.  1 ) ---
 ( PileNo.  2 ) ---
 ( PileNo.  3 ) ---
ｽﾃｯﾌﾟ No.44,設計震度= 0.365,水平力(kN)=   985.5   降伏した杭(本)=  2   塑性化した杭(本)=  0
 ( PileNo.  1 ) --- 杭頭で降伏
 ( PileNo.  2 ) ---
 ( PileNo.  3 ) ---
ｽﾃｯﾌﾟ No.45,設計震度= 0.370,水平力(kN)=   999.0   降伏した杭(本)=  2   塑性化した杭(本)=  0
 ( PileNo.  1 ) ---
 ( PileNo.  2 ) --- 地中部で降伏
 ( PileNo.  3 ) ---
ｽﾃｯﾌﾟ No.46,設計震度= 0.375,水平力(kN)=  1012.5   降伏した杭(本)=  3   塑性化した杭(本)=  0
 ( PileNo.  1 ) --- 地中部で降伏
 ( PileNo.  2 ) ---
 ( PileNo.  3 ) --- 杭頭で降伏
ｽﾃｯﾌﾟ No.47,設計震度= 0.380,水平力(kN)=  1026.0   降伏した杭(本)=  3   塑性化した杭(本)=  0
 ( PileNo.  1 ) ---
 ( PileNo.  2 ) ---
 ( PileNo.  3 ) ---
ｽﾃｯﾌﾟ No.48,設計震度= 0.385,水平力(kN)=  1039.5   降伏した杭(本)=  3   塑性化した杭(本)=  0
 ( PileNo.  1 ) ---
 ( PileNo.  2 ) ---
 ( PileNo.  3 ) ---
ｽﾃｯﾌﾟ No.49,設計震度= 0.390,水平力(kN)=  1053.0   降伏した杭(本)=  3   塑性化した杭(本)=  1
 ( PileNo.  1 ) ---
 ( PileNo.  2 ) --- 杭頭でヒンジ
 ( PileNo.  3 ) --- 地中部で降伏
ｽﾃｯﾌﾟ No.50,設計震度= 0.395,水平力(kN)=  1066.5   降伏した杭(本)=  3   塑性化した杭(本)=  2
 ( PileNo.  1 ) --- 杭頭でヒンジ
 ( PileNo.  2 ) ---
 ( PileNo.  3 ) ---
ｽﾃｯﾌﾟ No.51,設計震度= 0.400,水平力(kN)=  1080.0   降伏した杭(本)=  3   塑性化した杭(本)=  2
 ( PileNo.  1 ) ---
 ( PileNo.  2 ) ---
 ( PileNo.  3 ) ---
```

また、テキスト表示で、「sample-1.bane」を選択した時の例を以下に示します。

これは、「3.6 杭条件」で述べた杭頭バネ Kv、杭の極限支持力の自動計算の結果です。

```
+++ 杭番号:1 ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
・杭体
    φ(m)     t(m)     A(m2)     I(m4)      r(m)      L1(m)     L2(m)     L1/r     σy(N/mm2)     σcy(N/mm2)
   0.500    0.009    0.014  0.000418    0.174     8.500     9.500    48.956       3150.0          2477.7
・杭頭支持バネ
        E      φ(m)     A(m2)      Kv1        a       Kv2       Kv
      2E8     0.500     0.014  326651.8    0.986  288175.7  153104.9
・杭先端
    土質名     φ(m)    Ap(m2)      N1       N2        N        α       Rp
    砂質土     0.500     0.196    50.00    40.00    45.00     0.70   1855.5
・土層
  No    土質名       N値  C(kN/m2)   標高(m)  ～標高(m)  層厚L(m)     fmax   π・φ・L       Rf
   1    ﾏｳﾝﾄﾞ        5.0       0.0     -7.00     -7.50     0.50     10.0     0.785      7.9
   2    粘性土       3.0      50.0     -7.50    -11.50     4.00     50.0     6.283    314.2
   3    砂質土      30.0       0.0    -11.50    -15.50     4.00     60.0     6.283    377.0
   4    砂質土      50.0       0.0    -15.50    -16.50     1.00    100.0     1.571    157.1
・計算値
    Rp+Rf       Rf        Pa        Py  Kv(kN/m)    Pcmax    Ptmax
   2711.6    856.1    3439.7    4373.1  153104.9    2711.6    856.1
+++ 杭番号:2 ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
・杭体
    φ(m)     t(m)     A(m2)     I(m4)      r(m)      L1(m)     L2(m)     L1/r     σy(N/mm2)     σcy(N/mm2)
   0.500    0.009    0.014  0.000418    0.174     7.823    10.807    45.057       3150.0          2557.2
・杭頭支持バネ
        E      φ(m)     A(m2)      Kv1        a       Kv2       Kv
      2E8     0.500     0.014  354920.8    1.023  262725.8  150971.2
・杭先端
    土質名     φ(m)    Ap(m2)      N1       N2        N        α       Rp
    砂質土     0.500     0.196    50.00    39.95    44.98     0.70   1854.5
・土層
  No    土質名       N値  C(kN/m2)   標高(m)  ～標高(m)  層厚L(m)     fmax   π・φ・L       Rf
   1    ﾏｳﾝﾄﾞ        5.0       0.0     -6.06     -7.50     1.44     10.0     2.268     22.7
   2    粘性土       3.0      50.0     -7.50    -11.50     4.00     50.0     6.283    314.2
   3    砂質土      30.0       0.0    -11.50    -15.50     4.00     60.0     6.283    377.0
   4    砂質土      50.0       0.0    -15.50    -16.50     1.00    100.0     1.563    156.3
・計算値
    Rp+Rf       Rf        Pa        Py  Kv(kN/m)    Pcmax    Ptmax
   2724.7    870.2    3550.1    4373.1  150971.2    2724.7    870.2
+++ 杭番号:3 ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
・杭体
    φ(m)     t(m)     A(m2)     I(m4)      r(m)      L1(m)     L2(m)     L1/r     σy(N/mm2)     σcy(N/mm2)
   0.500    0.009    0.014  0.000418    0.174     6.743    11.887    38.838       3150.0          2684.1
・杭頭支持バネ
        E      φ(m)     A(m2)      Kv1        a       Kv2       Kv
      2E8     0.500     0.014  411753.5    1.053  245922.3  153965.5
・杭先端
    土質名     φ(m)    Ap(m2)      N1       N2        N        α       Rp
    砂質土     0.500     0.196    50.00    39.95    44.98     0.70   1854.5
・土層
  No    土質名       N値  C(kN/m2)   標高(m)  ～標高(m)  層厚L(m)     fmax   π・φ・L       Rf
   1    ﾏｳﾝﾄﾞ        5.0       0.0     -5.01     -7.50     2.49     10.0     3.906     39.1
   2    粘性土       3.0      50.0     -7.50    -11.50     4.00     50.0     6.283    314.2
   3    砂質土      30.0       0.0    -11.50    -15.50     4.00     60.0     6.283    377.0
   4    砂質土      50.0       0.0    -15.50    -16.50     1.00    100.0     1.563    156.3
・計算値
    Rp+Rf       Rf        Pa        Py  Kv(kN/m)    Pcmax    Ptmax
   2741.0    886.5    3726.3    4373.1  153965.5    2741.0    886.5
```

極限支持力（押込み／引抜き）　杭体強度（押込み／引抜き）　軸方向バネ強度の上限値（押込み／引抜き）

桟橋の弾塑性解析プログラム

N-Pier

Version-3.00

データ作成例－2

（事例集直杭モデル　事例集１.prj）

2007 年 10 月

独立行政法人　港湾空港技術研究所

鋼管杭協会

株式会社 海洋河川技術研究所

目　次

１．まえがき 1
２．計算条件 2
　２.１　断面図 2
　２.２　骨組モデル 2
　２.３　地盤条件 3
　２.４　杭の軸方向極限値と軸方向バネ 4
　２.５　Ｌ２地震検討時荷重条件 4
　２.６　部分係数法設計時荷重条件 4
３．データ作成（Ｌ２検討時） 6
　３.１　新規作成 6
　３.２　基本条件の設定 8
　３.３　モデルの作成 10
　３.４　床版条件 16
　３.５　土質条件 17
　３.６　杭条件 18
　３.７　荷重条件 19
　３.８　モデルデータ(.prj ファイル)の保存 21
　３.９　計算用入力データ（.inp ファイル）の作成 21
　３.１０　計算実行 22
　３.１１　計算結果 23
４．データ作成（部分係数設計時） 28
　４.１　計算タイプの選択 28
　４.２　モデル作成 29
　４.３　荷重条件 30
　４.４　モデルデータ(.prj ファイル)の保存 33
　４.５　計算用入力データ(.inp ファイル)の作成 33
　４.６　計算実行 34
　４.７　計算結果 34
５．２質点動的解析 39
　５.１　動的解析モデル 39
　５.２　動的解析プログラム起動 40
　５.３　地震波の指定 41
　５.４　計算条件入力 42
　５.５　計算実行 44

５.６　計算ログ表示 45
５.７　結果リスト表示 46
５.８　図化シート作成 46
５.９　図化表示 47
５.１０　動的解析結果 48

１．まえがき

ここでは、N-Pier Ver.3.00 による直杭式横桟橋のデータ作成例を示します。

２.に計算条件を、３.と４.にデータの作成手順を記載しています。また、５.では２質点動的解析の例も示しています。

ここでは、(財)沿岸技術研究センター発行の「港湾構造物設計事例集 平成 19 年 改訂版 第２編 係留施設」の第２章にある計算例を対象に、データを作成しています。なお、ここで示したものはあくまで「データの作成例」であり、同事例集に示された設計条件を用いて独自の判断で計算を行ったものであり、これによる計算結果と同事例集の結果は必ずしも一致するものではありません。

この資料の目的は、あくまで、データの作成などのプログラム使用方法を理解してもらう点にあり、その目的のためにのみご使用下さい。

今回の新 N-Pier Ver.3.00 では、従来のＬ２地震に対する検討だけでなく、同じ構造モデルを用いて部分係数法に基づく設計も行うことができます。通常はＬ１地震時等を対象に部分係数法に基づく設計を行い、設計断面を決めてからからＬ２地震に対する検討へ進みますが、構造モデルとしては最終的にＬ２地震時検討用のモデルを用いるので、データ作成例としては、３.でＬ２地震に対する検討例を、４.で部分係数法に基づく検討例を示しています。

その他のケースとして、次の例が用意してありますので、これらも参考にして下さい。

データ作成例－１　：　斜杭式桟橋の簡単なモデル（sample-1.prj）
データ作成例－３　：　事例集*の斜杭モデル（事例集 2.prj）

---

*)「港湾構造物設計事例集 平成 19 年 改訂版 第２編 係留施設」
(財)沿岸技術研究センター

2．計算条件

2.1　断面図

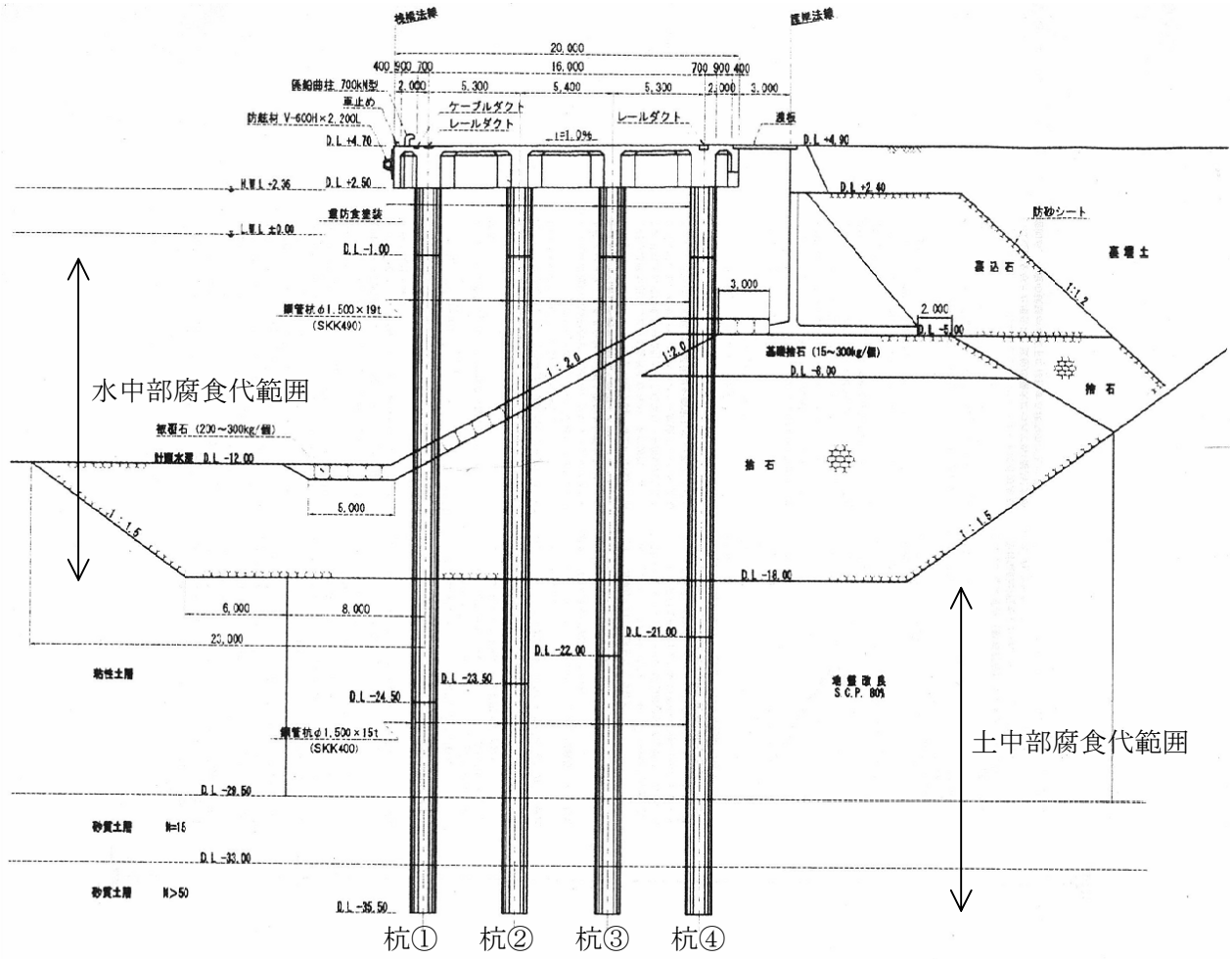


図-2.1　直杭式桟橋の標準断面図の例

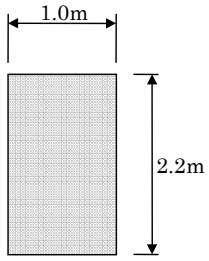
2.2　骨組モデル

●奥行きの計算幅は 5.0m とする。

●桁は線形とし、剛域は考慮しない。

●床版高は 2.2m とする。梁は、幅×高さ＝1.0m×2.2m の長方形断面とする。断面積 A＝1.0m×2.2m＝2.2m^2

断面 2 次モーメント I＝1.0m×2.2m^3／12＝0.887m^4



梁断面

●桁の弾性係数 E＝2.80×10^{4}N/m^2 とする。

●鋼管杭の材質およびサイズ：

上部　1500φ×19t　　SKK490（σy＝315.0 N/mm^2）

下部　1500φ×15t　　SKK400（σy＝235.0 N/mm^2）

弾性係数 E＝2.0×10^5N/mm^2

なお、床版高さ 2.2m の半分の部分を剛域として考慮する。

●鋼管杭の腐食代

杭頭部（-1.00m 以浅 重防食）tc＝0.00mm/年×50 年 ＝ 0.0mm

水中部及び捨て石部　　tc＝0.02mm/年×50 年 ＝ 1.0mm

土中部　　tc＝0.003mm/年×50 年＝ 0.15mm

なお、鋼管の腐食代は外面のみで考慮し、内面では考慮しない。

●仮想地表面（前面水深と実地表面との 1／2 の高さ）を考慮する。仮想地表面より上の地盤重量は上載圧として扱わない。

２.３　地盤条件

表 2-1 に各地層の地盤条件を示す。

表 2-1　地盤条件

	N 値	γ’ (kN/m^3)	C (kN/m^2)	Φ (°)	δ (°)	備　　考
捨石マウンド	18	10.0	-----	40	15	地盤バネ計算用Ｎ値＝5
SCP(As=80%)	8	9.08	-----	26	15	γ_t=0.8×20.0+0.2×15.4 =19.08 $\gamma' = \gamma_t$-10.0＝9.08
砂質土層１	15	10.0	-----	33	15	
砂質土層２	50	10.0	-----	40	15	

表 2-2 に各杭の仮想地表面水深を示す。なお、この仮想地表面水深はプログラムで自動計算されたものである。

表 2-2　各杭の仮想地表面水深

	杭①	杭②	杭③	杭④
仮想地表面水深(m)	-11.600	-10.275	-8.925	8.150

●受働土圧計算時の L1 地震の照査用震度の特性値は 0.18 とする。

●斜杭の地盤バネの補正を行う。また、この時の荷重の向きは陸から海とする。

●粘性土地盤：$\eta_k \alpha_k$＝1.0，$\eta_p \alpha_p$＝1.0

●砂質土地盤：$\eta_k \alpha_k$＝1.0，$\eta_p \alpha_p$＝1.0

２.４　杭の軸方向極限値と軸方向バネ

杭の軸方向極限値および軸方向バネ Kv を表 2-3 に示す。

表 2-3　杭の軸方向極限値と軸方向バネ

項目	杭①	杭②	杭③	杭④
押込み上限値(kN)	12107.01	12330.93	12559.93	12692.24
引抜き上限値(kN)	3625.41	3849.33	4078.33	4210.64
軸方向ばね(kN/m)	465263	465263	465263	465263

２.５　Ｌ２地震検討時荷重条件

上部工自重（w＝30kN/m²）と上載荷重（w＝10kN/m²）は床版上の分布荷重で与える。クレーン荷重は本ケースでは考慮しない。

全重量＝(30kN/m²＋10kN/m²)×5m×20m＝4000kN とする。

地震慣性力は全重量×震度とし、これを杭頭の４ノードに等分して集中荷重で与える。

表 2-4　Ｌ２地震検討時荷重

	荷　　重	摘　　要
上部工鉛直荷重	4000/20=200 (kN/m)	床版上分布荷重
地震時慣性力(kh＝1.0) 各ノードの水平方向荷重	1000 (kN)	集中荷重

２.６　部分係数法設計時荷重条件

施設タイプは、下記の内「耐震強化施設(特定)」とする。

耐震強化施設(特定)／耐震強化施設(標準)／耐震強化施設以外

荷重条件は次のＤとし、荷重の向きは「海→陸」、「海←陸」２ケースとする。各ケースの荷重を表 2-5 に示す。

Ａ：接岸時・牽引時・クレーン作業時
Ｂ：暴風時
Ｃ：Ｌ１地震時（杭混在なし）
Ｄ：Ｌ１地震時（杭混在あり）

表 2-5　部分係数法設計時荷重

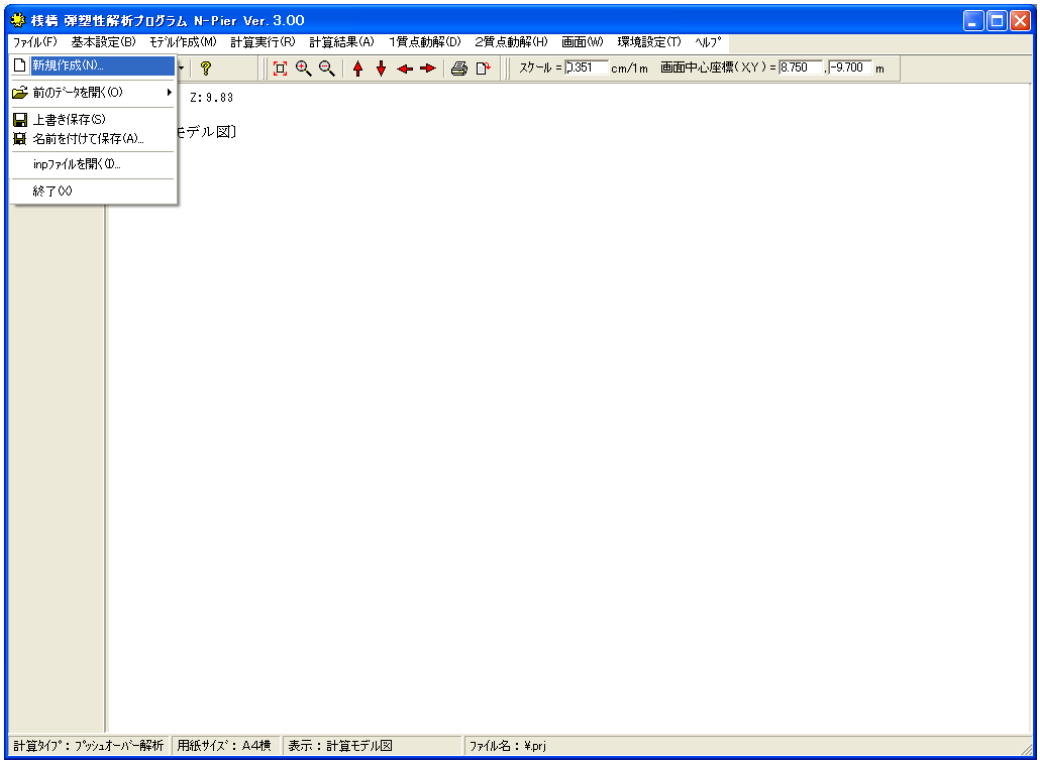
荷重 No.	条　件	荷重の 向き	データ	摘　　要
1	Ｄ：Ｌ１地震時 クレーン考慮 （杭混在あり）	海→陸	・上部工自重 30kN/m^2×5m＝150kN/m ・上載荷重 10kN/m^2×5m＝ 50kN/m 合計 200kN/m ・クレーン移動荷重； 杭①頂部 鉛直力＝ 556kN 水平力＝ 120kN 杭④頂部 鉛直力＝4689kN 水平力＝1029kN ・地震水平力； 桟橋総重量＝4000kN （＝200kN/m×20m） 水平震度：0.25 ∴水平力　＝　4000×0.25 ＝　1000kN （各ノード 250kN ずつ）	レベル１地震動 （海側→陸側）
2	Ｄ：Ｌ１地震時 クレーン考慮 （杭混在あり）	陸→海	・上部工自重 30kN/m^2×5m＝150kN/m ・上載荷重 10kN/m^2×5m＝ 50kN/m 合計 200kN/m ・クレーン移動荷重； 杭①頂部 鉛直力＝5246kN 水平力＝1149kN ・地震水平力； 桟橋総重量＝4000kN （＝200kN/m×20m） 水平震度：0.25 ∴水平力　＝　4000×0.25 ＝　1000kN （各ノード 250kN ずつ）	レベル１地震動 （陸側→海側）

３． データ作成（Ｌ２検討時）

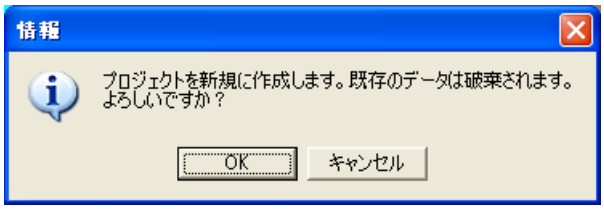
以下では、２.で示したモデルと計算条件について、データを新規作成する場合の手順を説明します。

３.１　新規作成

データの新規作成を行います。プログラムを起動すると下記の画面が表示されます。ここでファイル(F)をクリックし、その中の「新規作成」をクリックします。

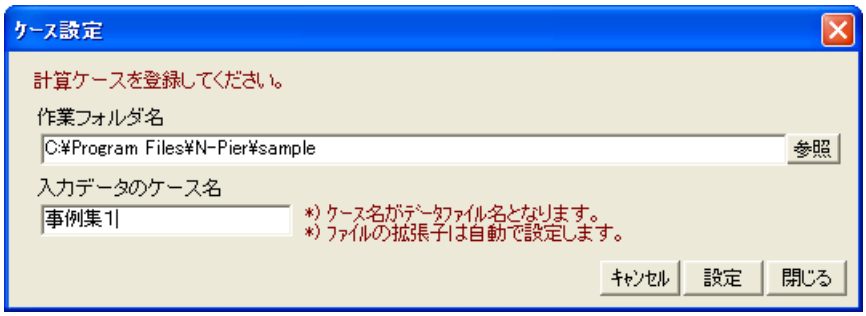


すると、次の確認画面が表示されるので、「OK」をクリックします。

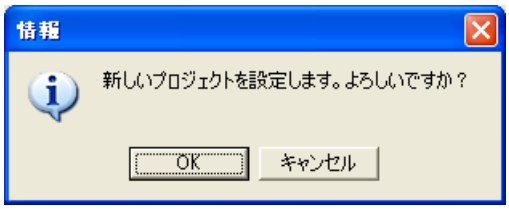


続いて以下の確認画面が表示されるので、「OK」をクリックしてください。

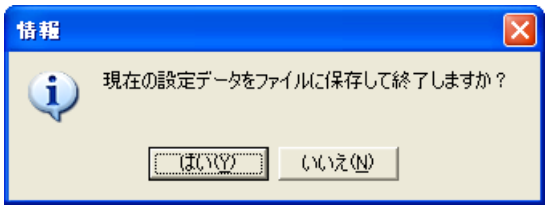
次にケース設定画面が表示されます。作業フォルダ名、入力データのケース名、計算ケースタイトルを入力します。



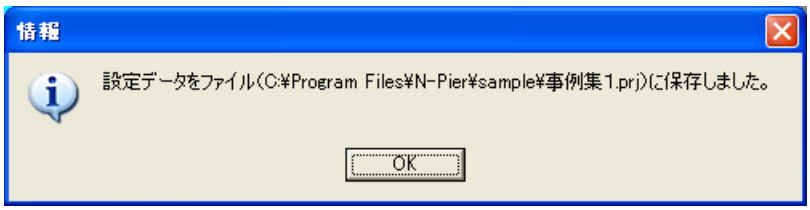
入力後、「設定」ボタンをクリックすると確認画面が表示されるので、「OK」をクリックしてください。



なお、計算を終了する時は、前ページ上の画面で終了(X)をクリックしてください。すると、次の確認画面が表示されるので、「はい(Y)」をクリックしてください。



続いて以下の確認画面が表示されるので「OK」をクリックしてください。

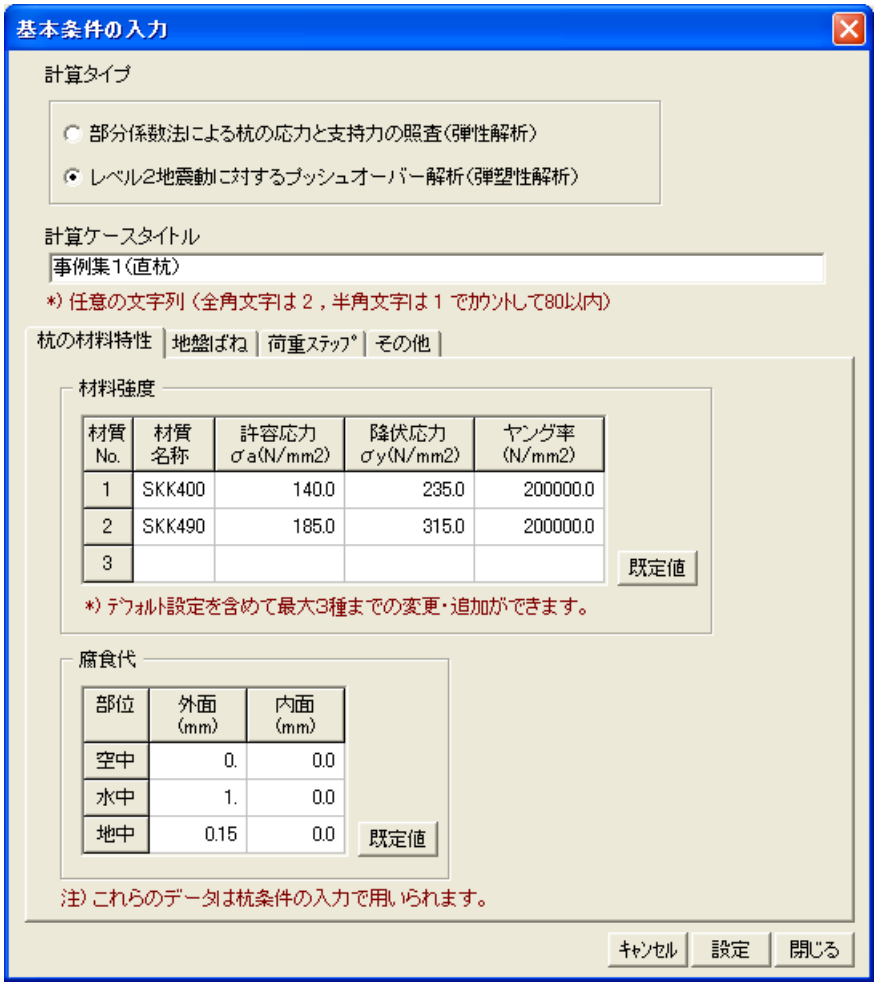


３.２　基本条件の設定

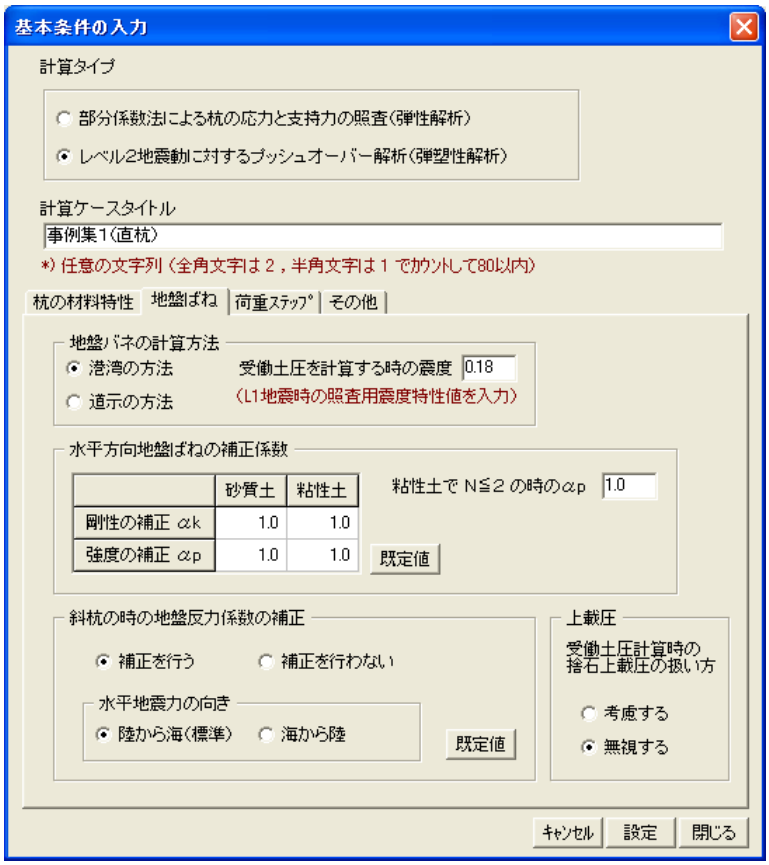
基本的な計算条件の入力を行います。画面左側の「基本条件」ボタンをクリックすると、下の画面が表示されます。ここで、いくつかの基本条件を設定します。先ず、計算タイプとして、「レベル２地震動に対するプッシュオーバー解析(弾塑性解析)」を指定し、計算ケースタイトルを入力します。

次に、＜杭の材料特性＞、＜地盤バネ＞、＜荷重ステップ＞、＜その他＞の順に条件を入力します。

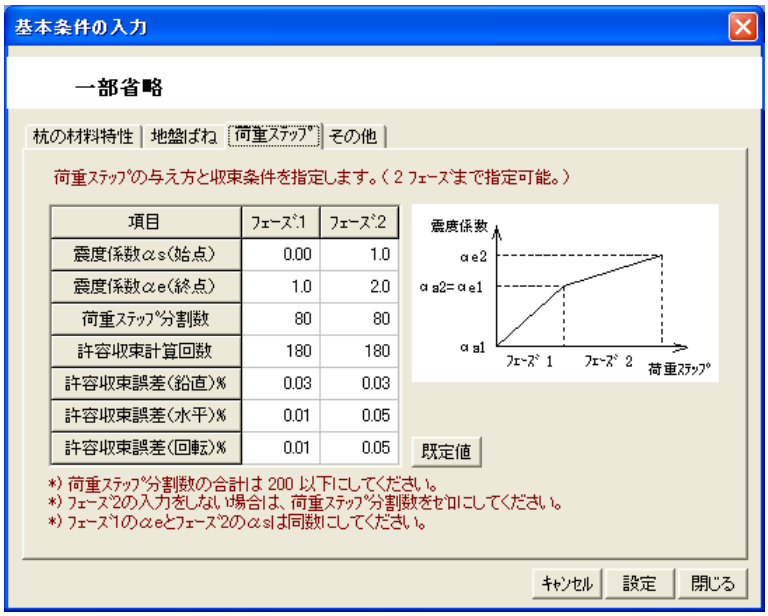
＜杭の材料特性＞では「材料強度」と「腐蝕代」を入力します。「材料強度」は規定値をそのまま使います。本例では、腐食代は外面だけを考慮するので、所定の数値を入力します。



＜地盤バネ＞の設定は、２．３に示した条件に従い、次のように設定します。

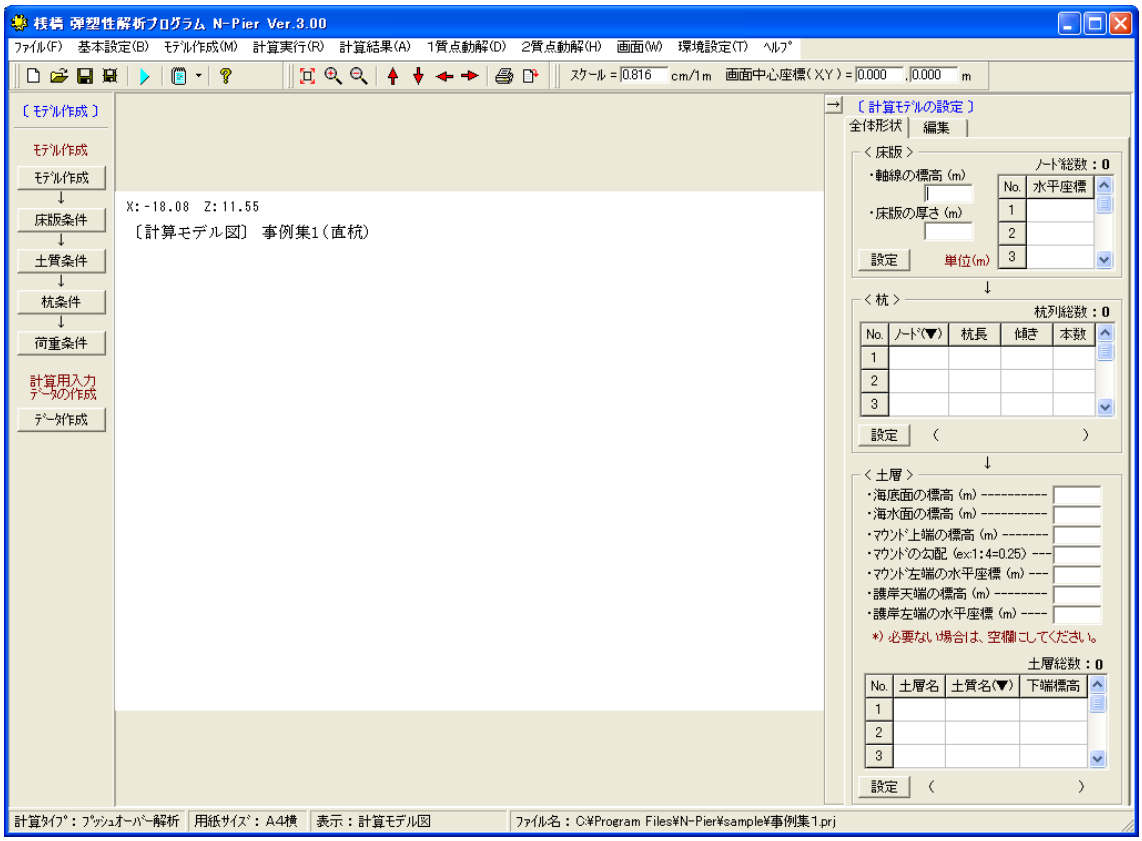


＜荷重ステップ＞の設定では、フェーズ 2 の許容収束計算回数および各収束誤差を下に示すように変更します。通常は、荷重ステップ条件の変更は行いませんが、計算が収束しない時などには変更を行います。詳細については「操作マニュアル」の 4.3 を参照してください。＜その他＞の変更は、本例ではありません。



3.3　モデルの作成

まず最初に、構造モデルの全体形状を定義します。基本メニューの「モデル作成」を選択し、画面左側に表示された「モデル作成」ボタンをクリックします。この時、画面右側に２つのメニュー「全体形状」と「編集」が表示されるので、まず全体形状の入力を行います。

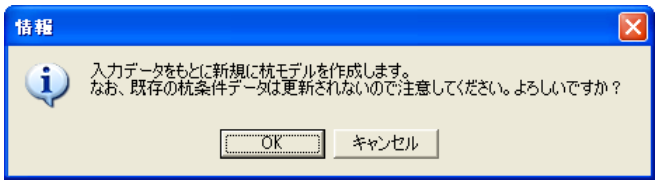


①床版モデルの作成

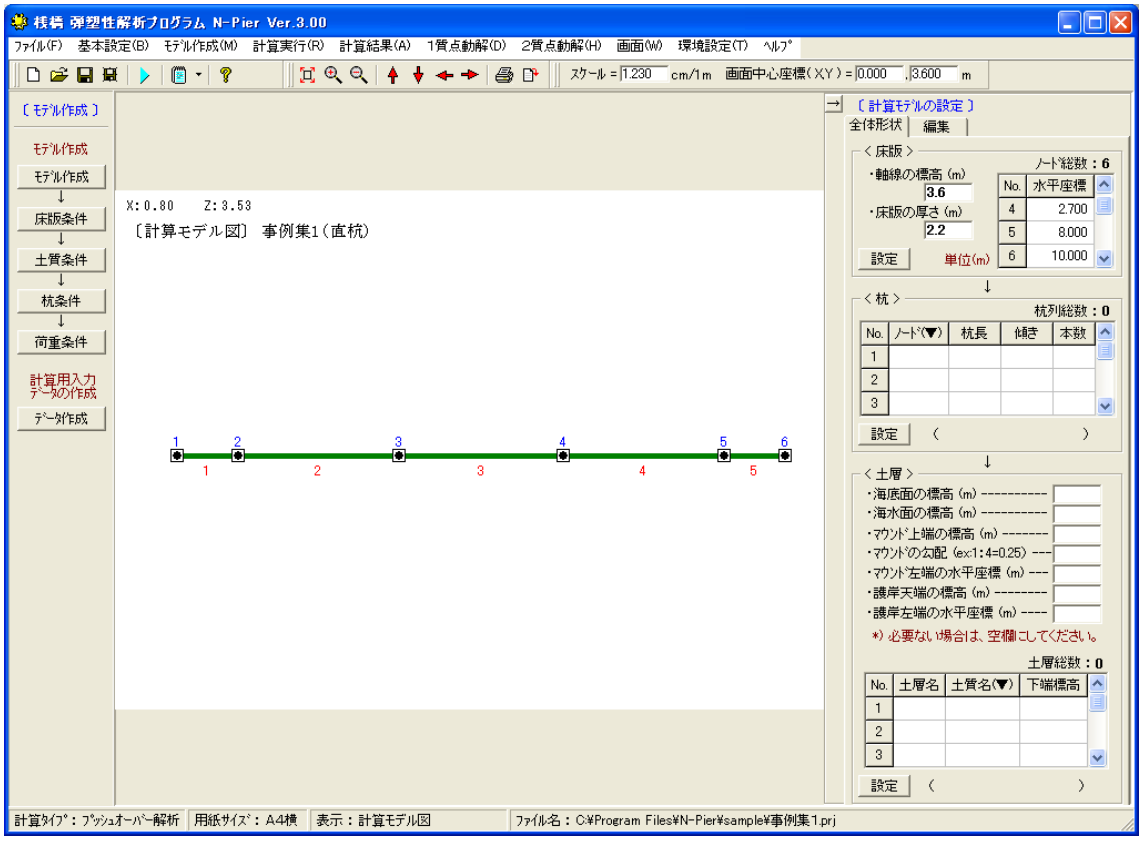
床版の軸線の標高、厚さ、梁ノードの水平座標を入力し、「設定」ボタンをクリックします。

床版の軸線の標高は、床版の中心線とし、図-2.1より+3.6m とします。また床版の厚さは 2.2m です。水平座標の原点は任意ですが、通常は床版の中央とします。

確認画面が表示されるので、「OK」をクリックしてください。



床版モデルが表示されます。

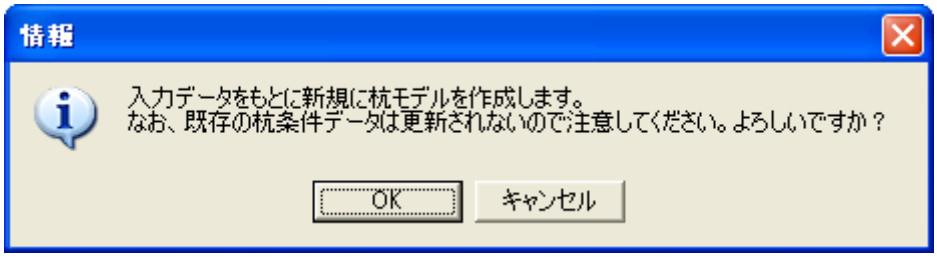


②杭モデルの作成

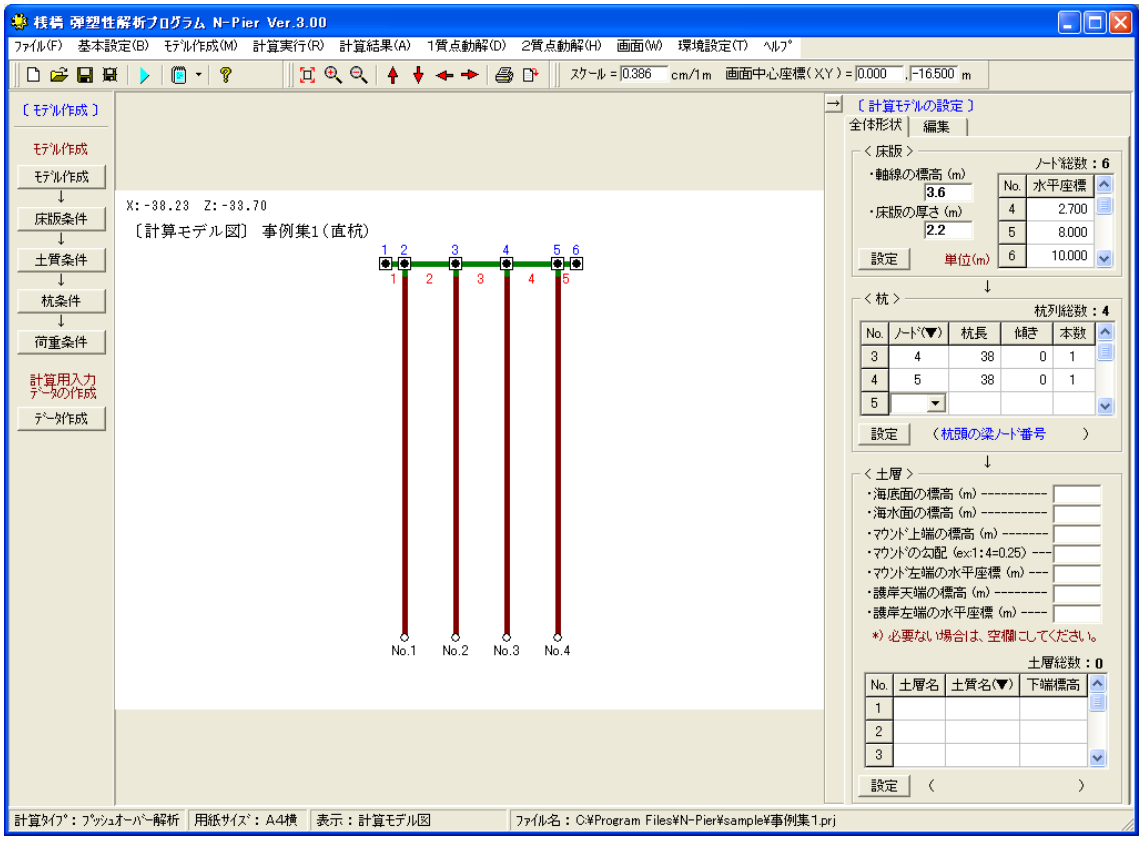
杭頭の梁ノード番号、杭長、杭傾きを入力し、「設定」ボタンをクリックします。杭長は、床版下からの長さですから、今回の場合は2.5+35.5=38.0mとなります。

なお、「本数」は奥行き方向の杭の本数を示しますが、今回の場合は全て1本です。

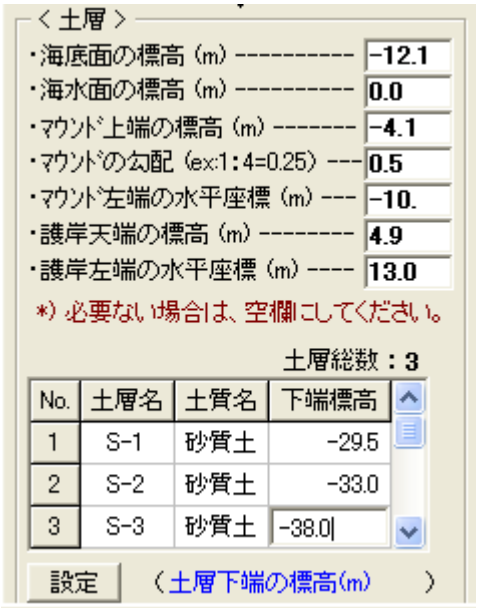
確認画面が表示されるので「OK」をクリックしてください。



杭モデルが表示されます。



③土層モデル



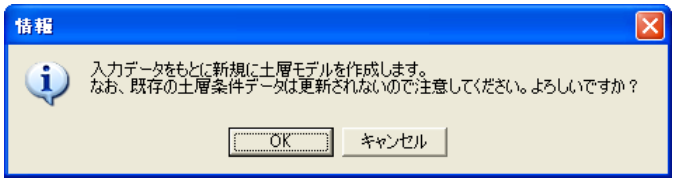
海底面、海水面、マウンド上端の標高、マウンドの勾配、マウンド左端の水平座標、護岸天端の標高、護岸左端の水平座標、土層名、土質名、土層下端標高を入力し、「設定」ボタンをクリックします。

標高等は、図-2.1 の通り入力してください。マウンドの勾配は 1:2 なので 1/2＝0.5 を入力してください。護岸天端の標高と水平位置は適当な値を入力してください。これらは護岸表示のためだけに用いられ、計算には用いられません。

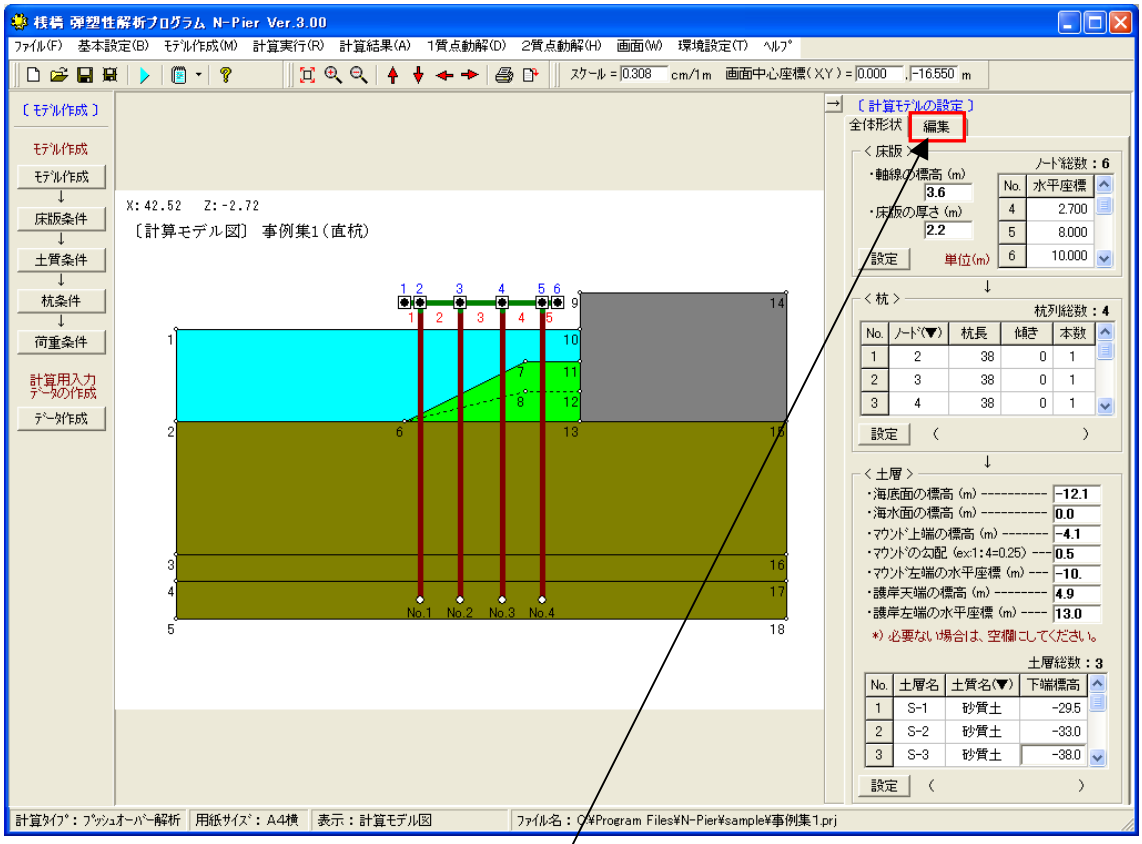
海底面高さは、被覆石層の中間と考えるので、「-12.0 － 0.2/2 ＝ -12.1」とします。

土層は上から順に入力します。土質名は入力欄をクリックして粘性土か砂質土を選択します。なお、マウンドは入力する必要がありません

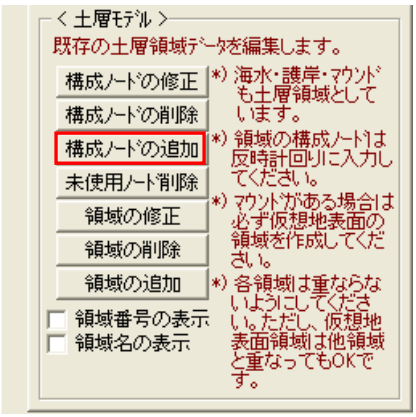
確認画面が表示されるので「OK」をクリックしてください。



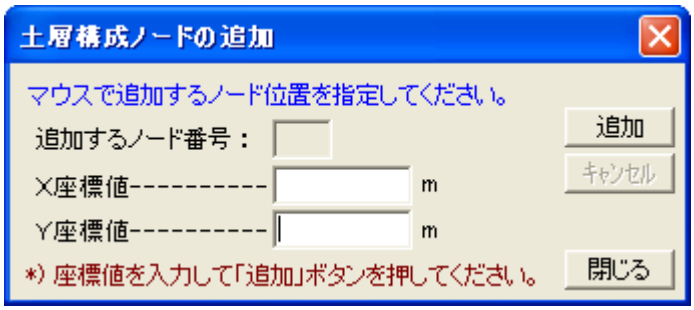
海水領域、マウンド、土層モデルが表示されます。



以上、「全体形状」だけでモデルを作成しましたが、捨石領域、地盤改良領域の設定が不十分なので、［計算モデル設定］の「編集」ボタンをクリックして修正します。



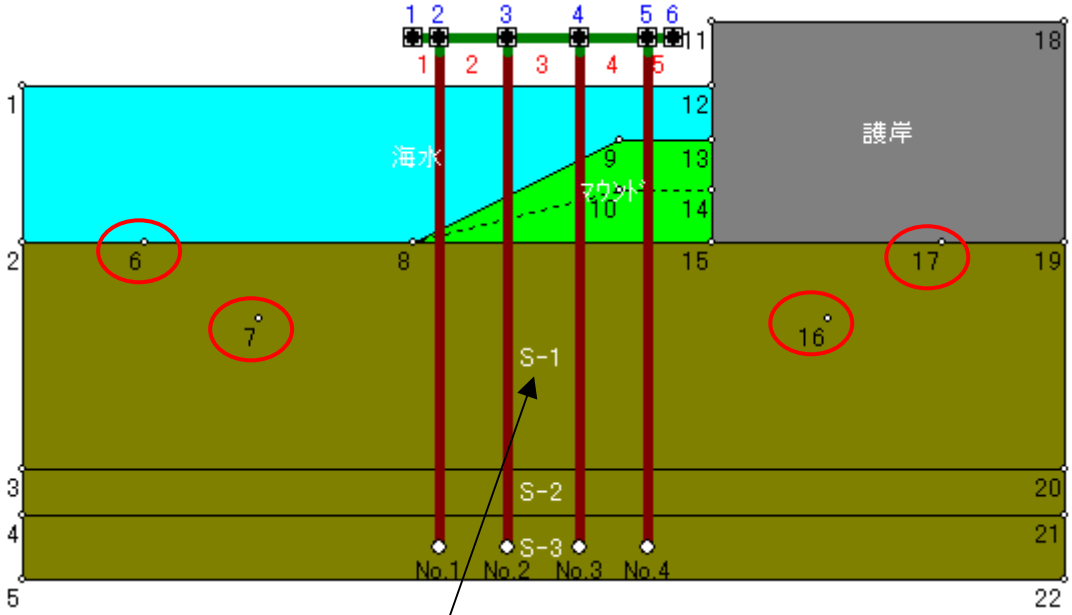
詳細な編集方法は、「操作マニュアル」を参照して下さい。ここでは、まず＜土層モデル＞の「構成ノードの追加」ボタンをクリックします。



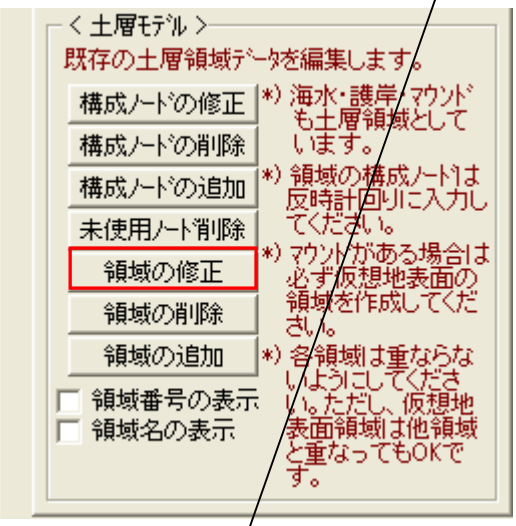
「土層ノードの追加」画面が表示されたら、下図における６番付近をクリックします。クリック点のおよその座標値が表示されるので正しい座標値を入力し、追加ボタンをクリックします。正しい位置にノードが表示し直されます。これを、４ノード分繰り返します。４回繰り返す間、画面に表示される番号そのものは、6, 7, 16, 17 等ではありませんが、最終的にはこの番号になるはずです。今回のノード番号と座標は以下の通りです。

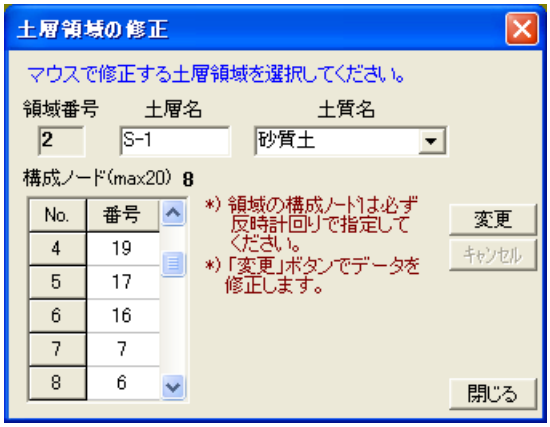
６番：（ -30.65 ， -12.10 ）　　１７番：（ 30.65 ， -12.10 ）

７番：（ -21.80 ， -18.00 ）　　１６番：（ 21.80 ， -18.00 ）



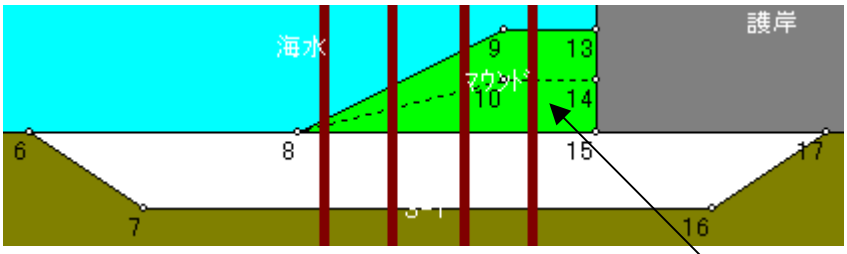
追加したノードを使って、「領域の修正」を行います。



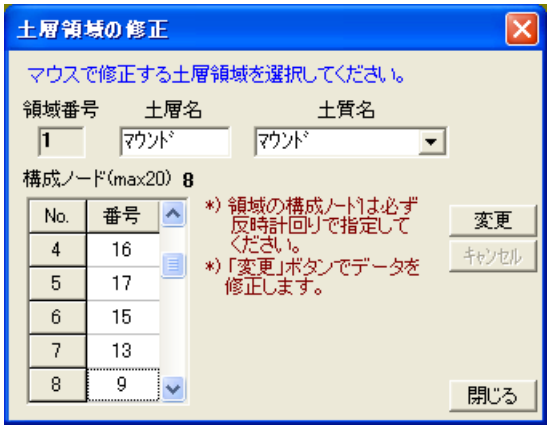


先ず、土層「S-1」をマウスでクリックすると、領域番号・土層名・土質名および現在の構成ノード「2, 3, 20, 19」が表示されます。これを、「2, 3, 20, 19, 17, 16, 7, 6」に直し、「変更」ボタンをクリックします。

下図のようになります。



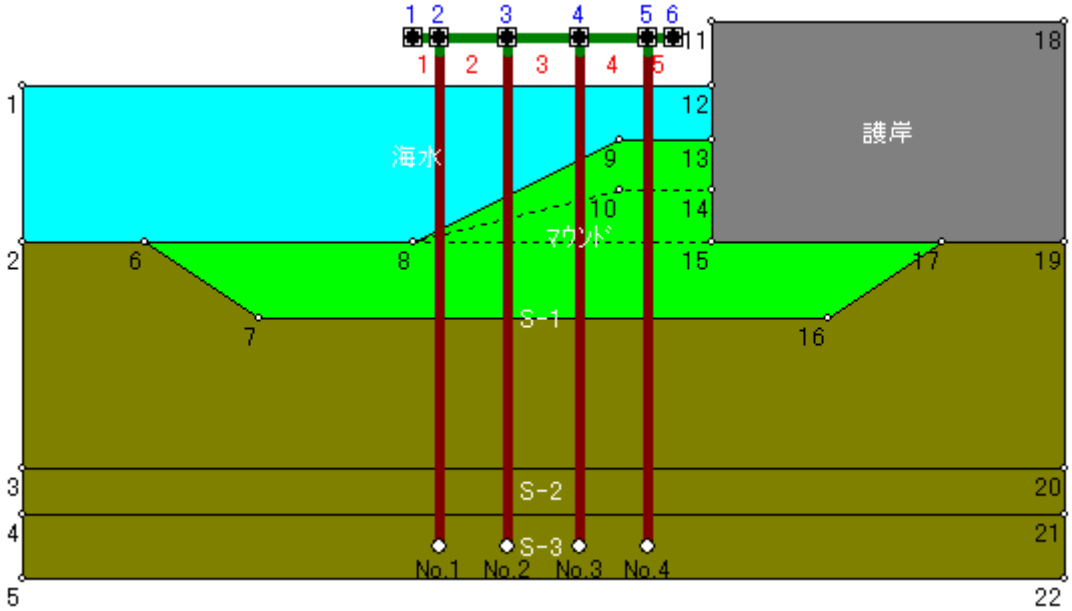
次にマウンド領域を修正します。



先ず、土層「マウンド」をマウスでクリックすると、現在の構成ノード「8, 15, 13, 9」が表示されます。

これを、「8, 6, 7, 16, 17, 15, 13, 9」に直し、「変更」ボタンをクリックします。

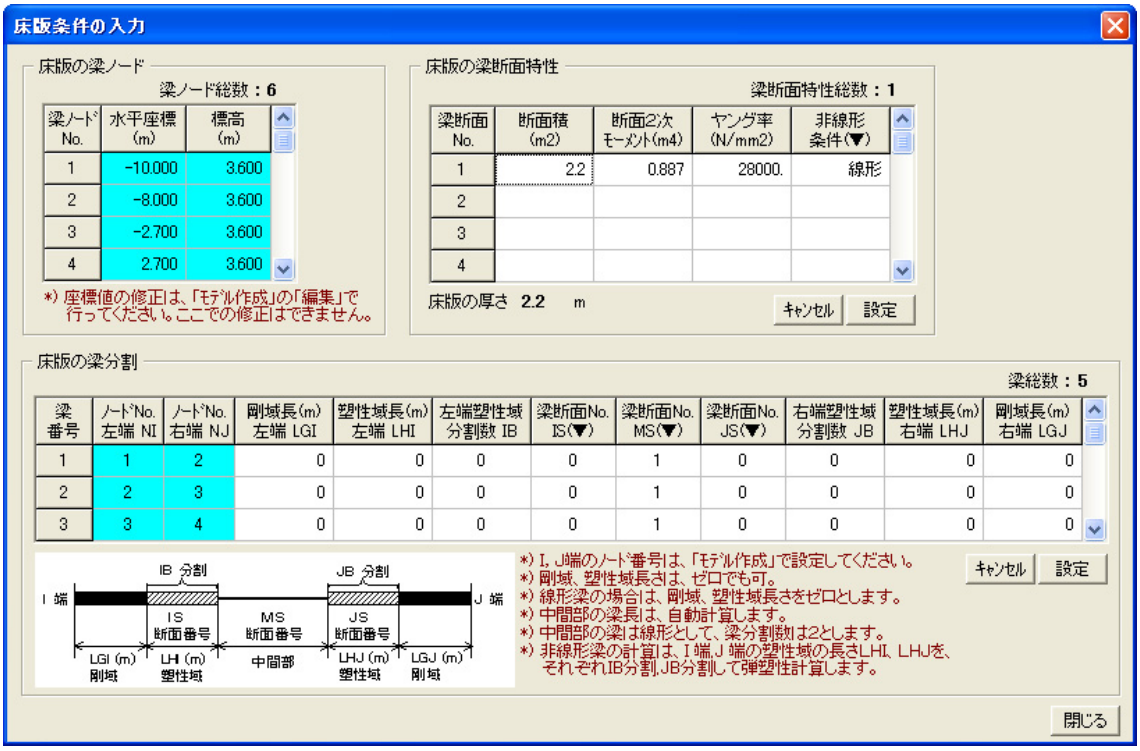
下図のようになり、これで土層領域の修正は終わります。



3.4　床版条件

床版条件を設定します。画面左側の「床版条件」ボタンをクリックします。まず、「床版の梁断面特性」で床版の断面積、断面 2 次モーメント、弾性係数、非線形条件を入力し、「設定」ボタンをクリックします。次に「床版の梁分割」を入力し、「設定」ボタンをクリックします。全ての入力が終了したら「閉じる」ボタンをクリックします。

なお、梁断面が変化する時は、それぞれの断面特性を「床版の梁断面特性」で定義してください。そこで定義された梁断面 No.は、次の「床版の梁分割」で参照されます。



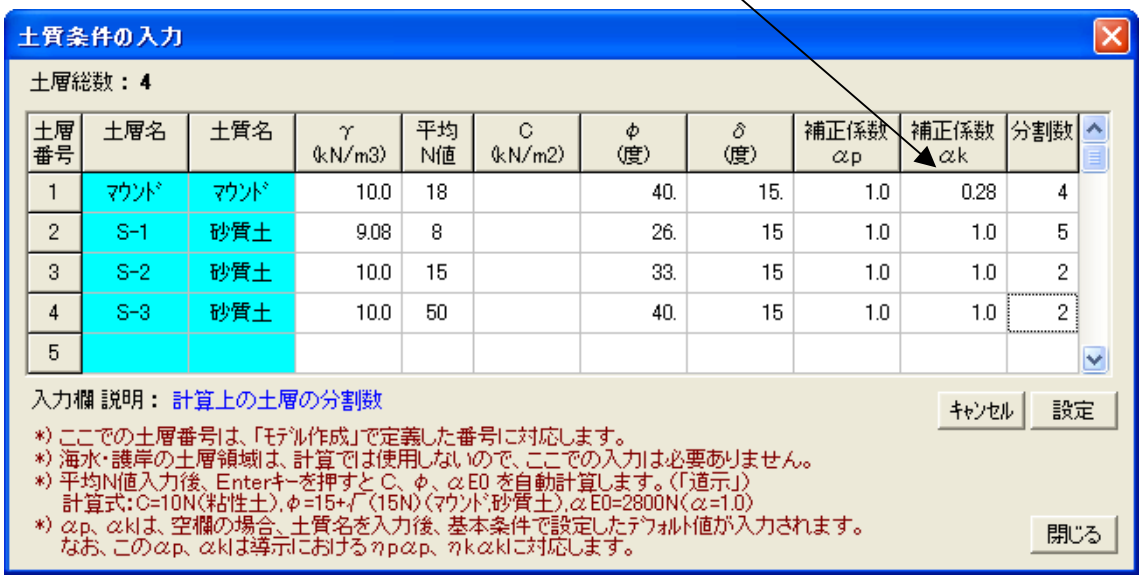
３.５　土質条件

土質条件を設定します。画面左側の「土質条件」ボタンをクリックします。土質定数を入力し、「設定」ボタンをクリックします。全ての入力が終了したら「閉じる」ボタンをクリックします。

右端の「分割数」は、地盤バネを計算する位置を指定します。地表面付近は分割数を多く（分割間隔が杭径の１～２倍となるように）、深い部分の分割数は少なくします。なお、分割数の合計は 30 以下です。

土層１の平均Ｎ値は 18 ですが、水平方向地盤バネ計算のＮ値は５とします。したがって、平均Ｎ値＝18、補正係数αｋ＝5/18≒0.28 を入力します。

注）Ｎ値を５，補正係数αｋ＝1.０としても地盤反力係数は正しく計算されます。ただ、後述する杭の極限支持力 Pcmax、Ptmax の計算でもこのＮ値を用います。このため、ここでは支持力計算用のＮ値 18 を入力し、それをαｋで補正します。

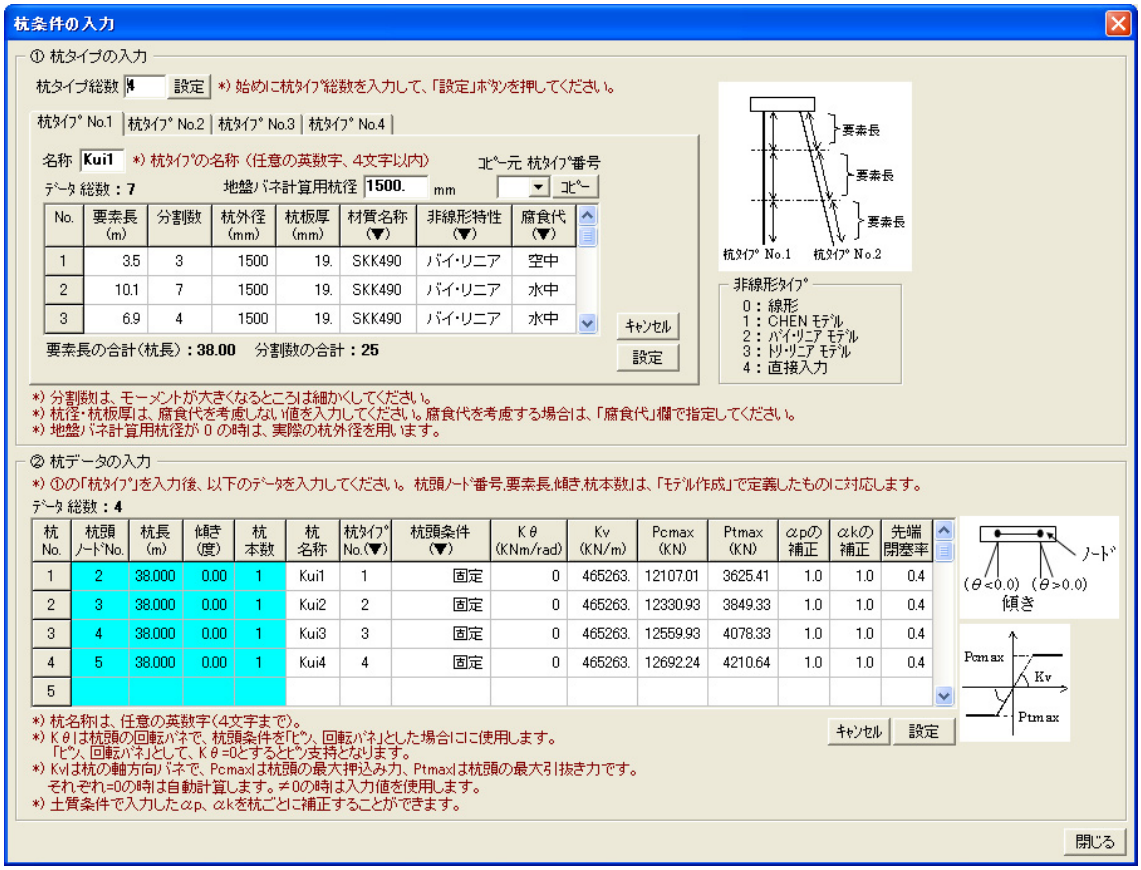


3.6　杭条件

杭条件を設定します。画面左側の「杭条件」ボタンをクリックします。まず、「杭タイプ」総数を入力し（今回の場合は 4)、「設定」ボタンをクリックします。次に各杭タイプ毎に杭タイプ項目を入力し、「設定」ボタンをクリックします。最後に各「杭データ」を入力し、「設定」ボタンをクリックします。全ての入力が終了したら「閉じる」ボタンをクリックします。

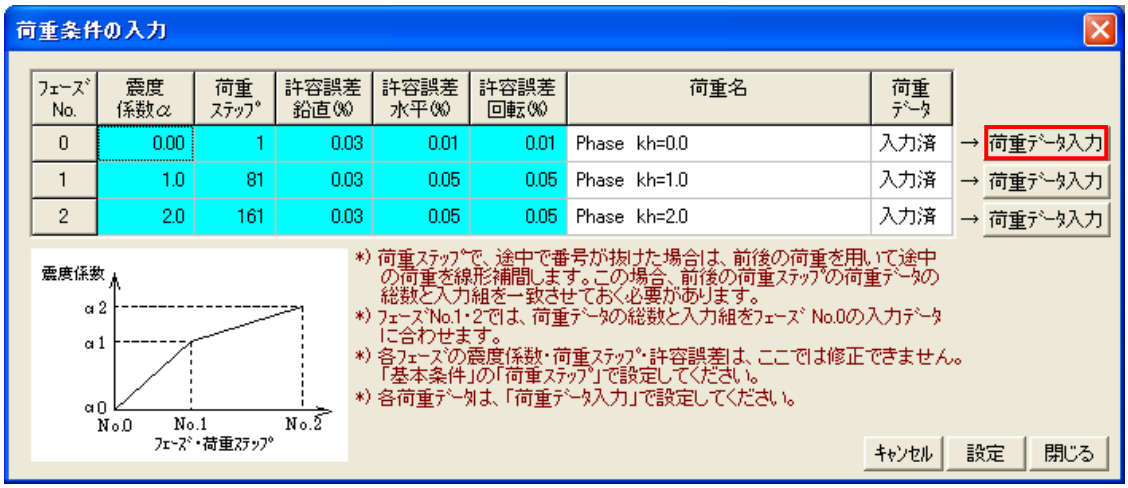
なお、「杭タイプ」において、杭の板厚や材質が途中で変化する時は、その長さ（要素長）ごとにデータを入力してください。また、その時の分割数は、杭の断面力の計算位置を定義します。杭の上部では分割間隔が 0.5～1.0m、下部では 1.0～1.5m 程度になるようにしてください。腐食代の指定もここで行います。

「杭データ」で杭の支持力を計算するための杭先端の閉塞率は 0.4 としました。また、Kv、Pcmax、Ptmax 欄には表 2-3 の値を入力します。

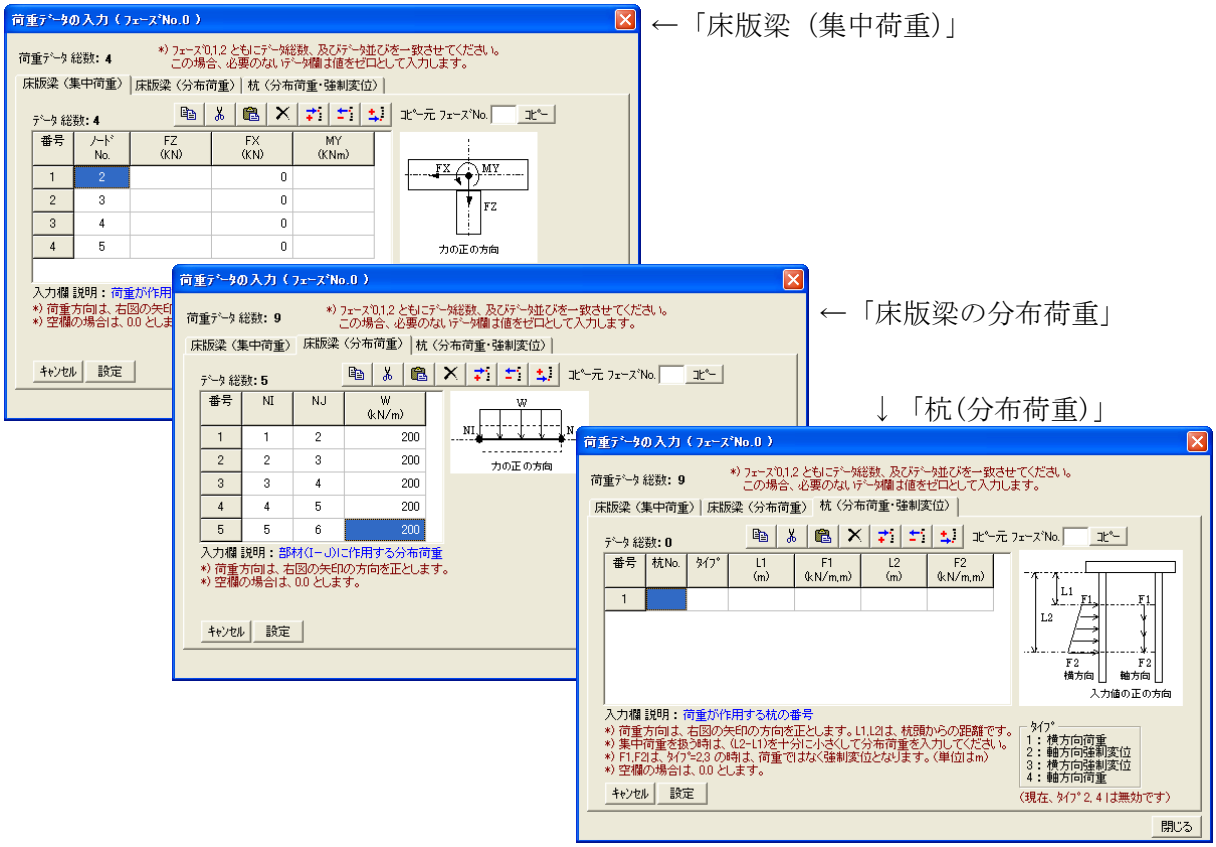


3.7　荷重条件

荷重条件を設定します。画面左側の「荷重条件」ボタンをクリックします。震度係数、荷重ステップ等は既に「基本条件の設定」－「荷重ステップ」で入力されています。ここではまず、荷重名を入力します。次にフェーズ 0 の「荷重データ入力」ボタンをクリックします。



すると下記の画面が表示されます。最初に「床版梁（集中荷重）」を選択して、震度 0.0 の時の慣性力を床版梁の集中荷重として、自重を「床版梁の分布荷重」として入力し、「設定」ボタンをクリックします。杭（分布荷重・強制変位は本ケースでは使いません）。

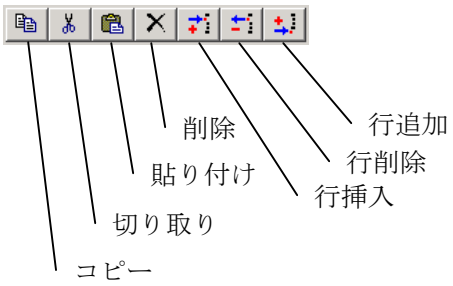


←「床版梁（集中荷重）」

←「床版梁の分布荷重」

↓「杭(分布荷重)」

なお，荷重の追加や削除は，画面上のボタンで行います。



荷重の入力が終了したら「閉じる」ボタンをクリックします。フェーズ 1、2 も同様に入力し、最後に「荷重条件の入力」の「閉じる」ボタンをクリックします。

なお、フェーズ１、２の時の入力データは次の通りです(表 2-4 参照)が、フェーズ 0 のデータをコピーしてから修正すれば便利です。

←フェーズ No. 1
↓

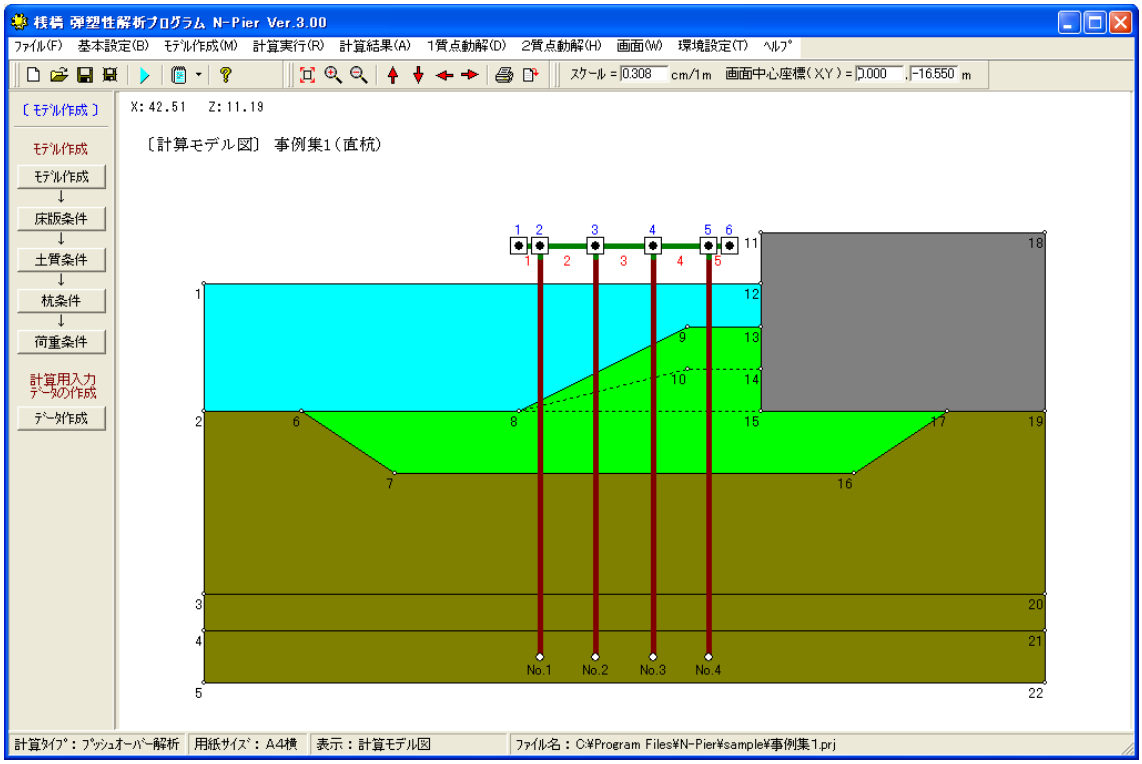
震度に応じた水平力
（向き：海→陸）

自重なので、フェーズ、震度に依らずかわりません。

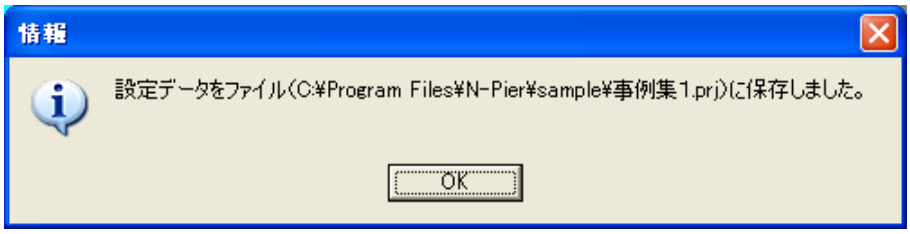
↑
フェーズ No. 1 →

3.8　モデルデータ(.prj ファイル)の保存

作成したモデルのデータを保存します。ファイルメニューから「上書き保存(S)」ボタンをクリックします。

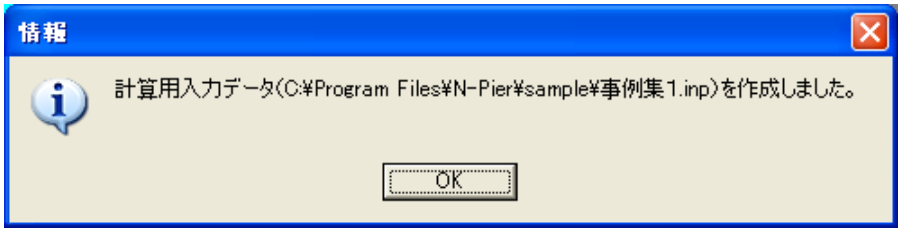


データが保存されると次の確認画面が表示されるので、「OK」をクリックします。



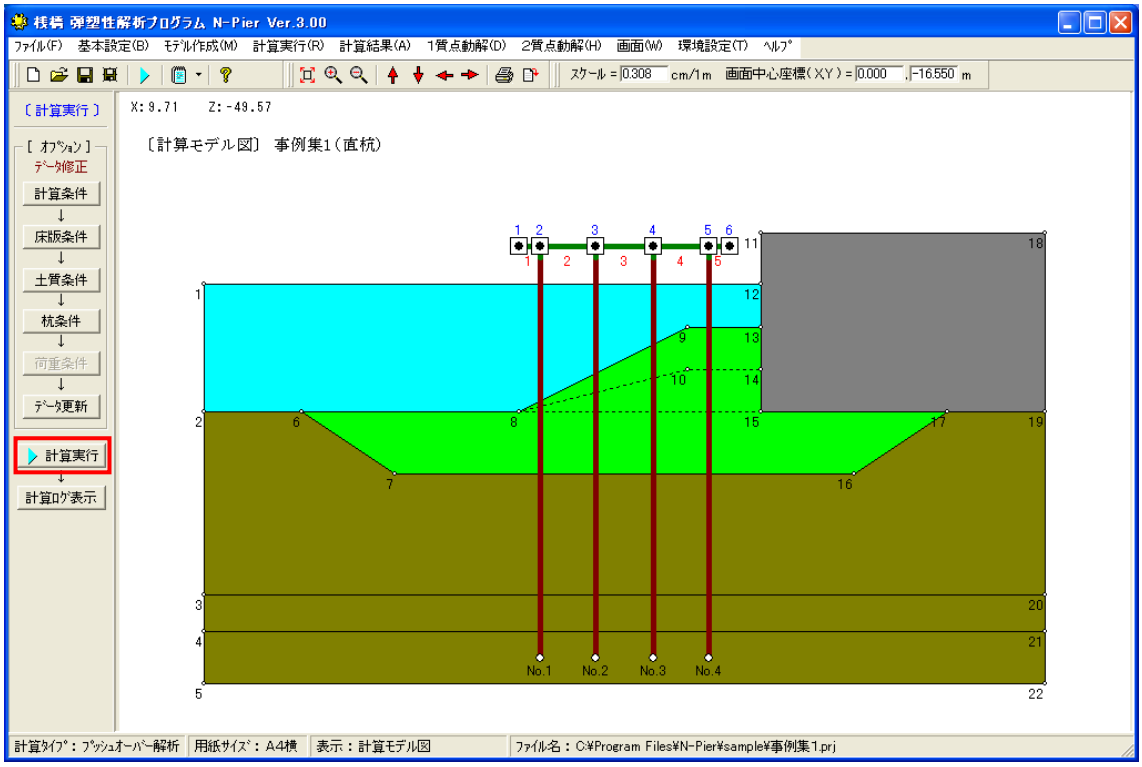
3.9　計算用入力データ（.inp ファイル）の作成

計算プログラム用の入力データを作成します。画面左側の「データ作成」ボタンをクリックします。データが作成されると次の確認画面が表示されるので、「OK」をクリックします。

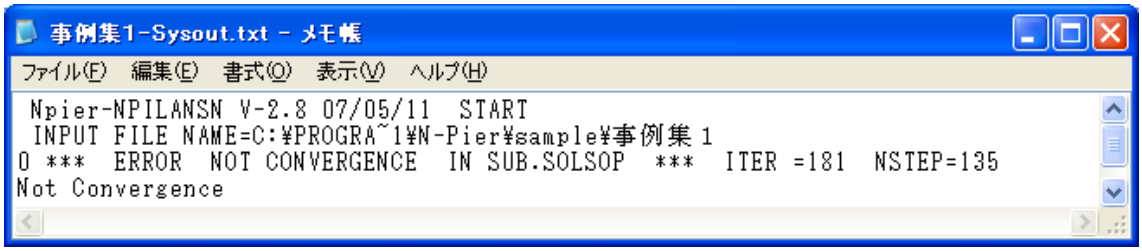


３.１０　計算実行

計算を実行します。基本メニューの「計算実行(R)」をクリックし、画面左側に表示された「計算実行」ボタンをクリックします。



計算が過程は、「計算ログ表示」ボタンをクリックして確認します。



この画面は、右上の「×」ボタンで画面を閉じ、基本画面に戻ります。

計算終了のタイプには次の３つがあります。③の場合は、開発元へご連絡ください。

③Normal End

作用荷重が小さく、指定した荷重ステップの最後まで計算した（正常終了）

②Not Convergence

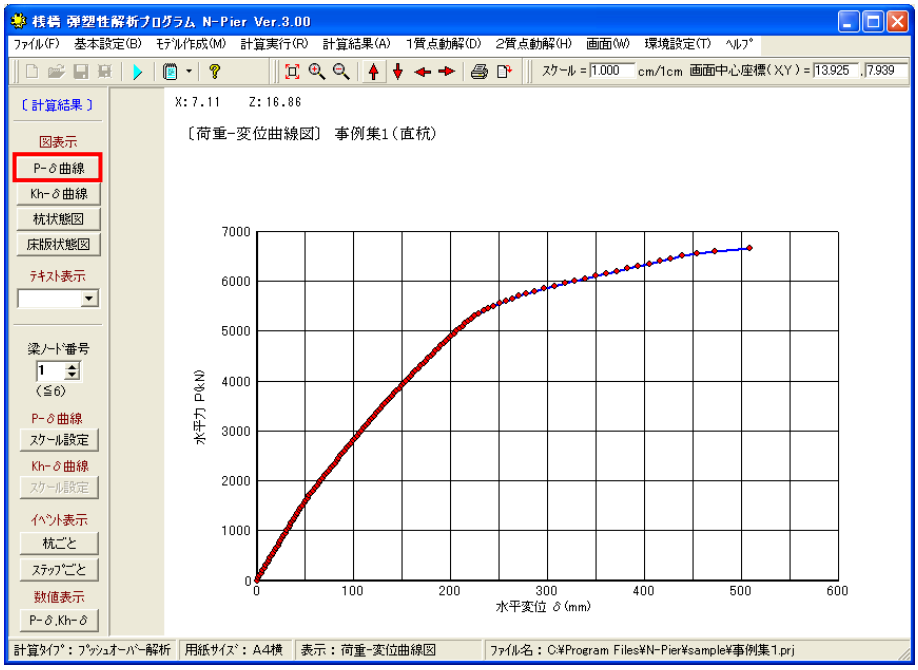
作用荷重が大きく、構造系が不安定となり、解が収束しなかった場合。

③その他

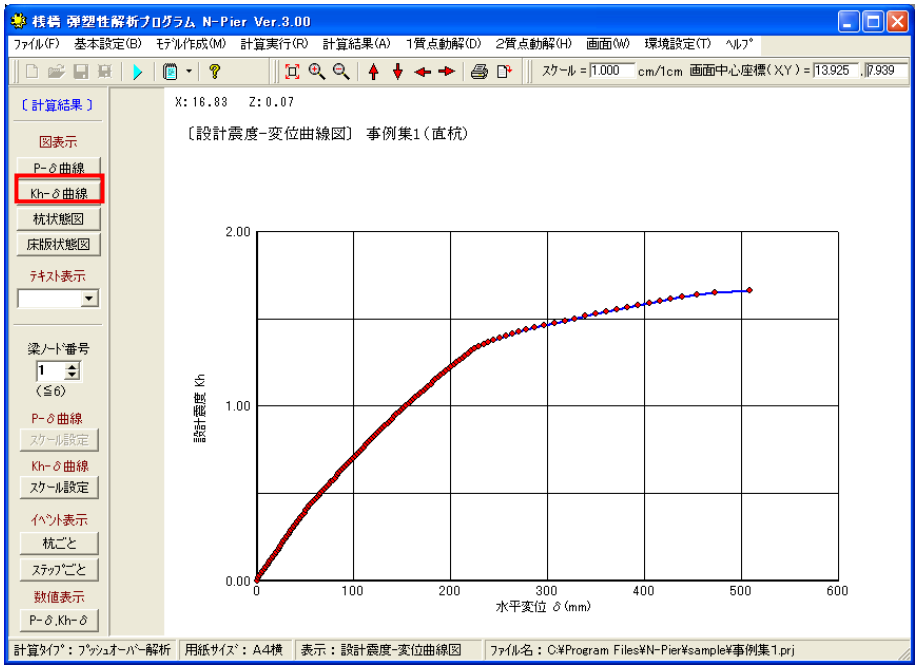
３．１１　計算結果

基本メニューの「計算結果(A)」をクリックし、画面左側に表示された「Ｐ－δ曲線」「杭状態図」「床版状態図」ボタンをクリックし、計算結果を表示・印刷します。

「Ｐ－δ曲線」、「Kh－δ曲線」をクリックした時の結果を以下に示します。

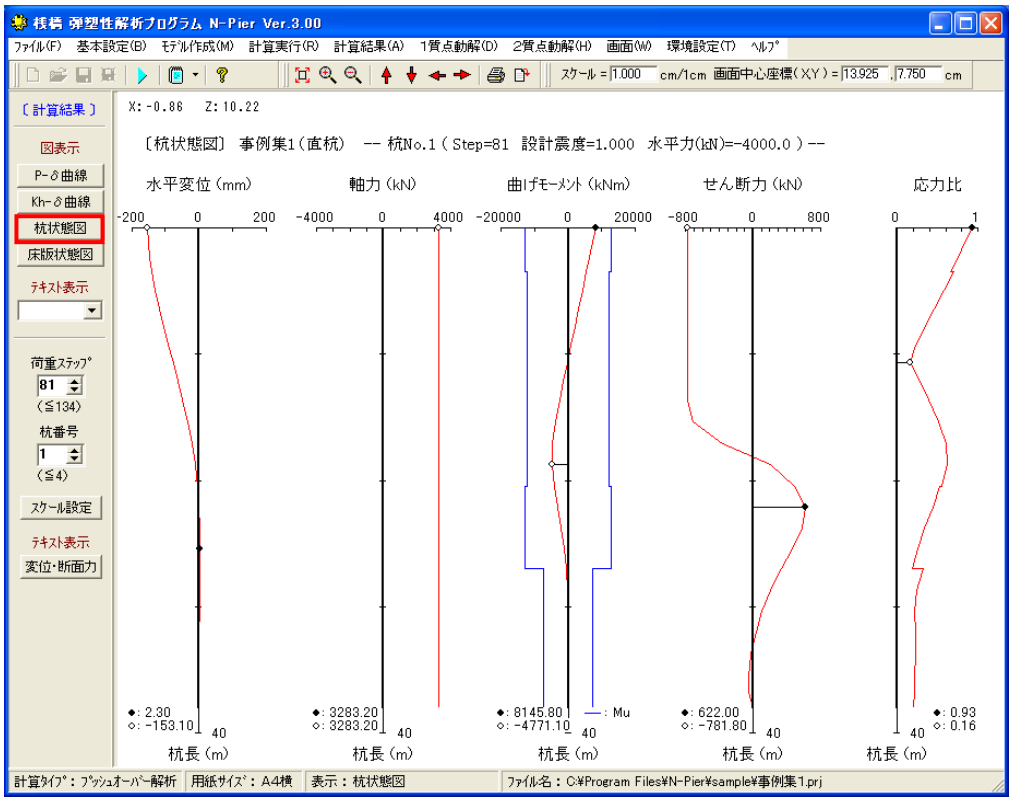


「Ｐ－δ曲線」

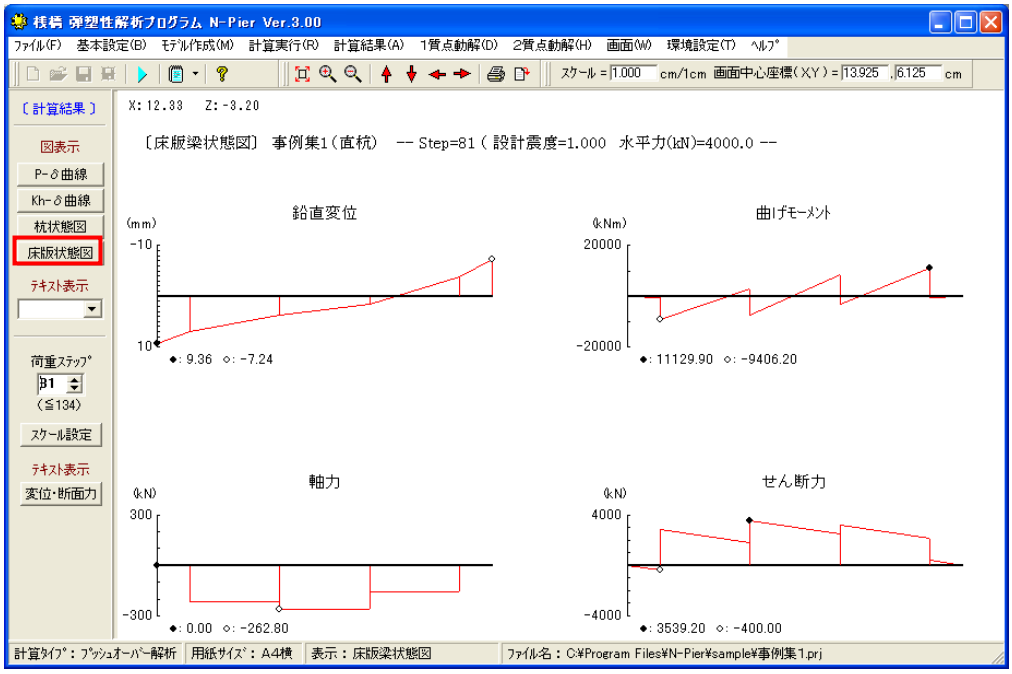


「Kh－δ曲線」

「杭状態図」を選択した時の結果を以下に示します。図化対象とする杭番号、荷重ステップ番号は画面左側のボタンをクリックして選んでください。



「床版状態図」を選択した時の結果を以下に示します。図化対象とする荷重ステップ番号は画面左側のボタンをクリックして選んでください。



イベント表示（杭毎）を下に示します。

```
〔 杭のイベント情報 〕---- 杭ごとに表示

ｽﾃｯﾌﾟ総数 ---134
   杭総数 ---  4

< ｲﾍﾞﾝﾄ情報 >

最初に降伏した杭 ---------------------------------- No. 3 ( Step= 77,設計震度= 0.950,水平力(kN)=  3800.0 )
最初に塑性ヒンジが発生した杭 ---------------------- No. 3 ( Step=100,設計震度= 1.237,水平力(kN)=  4950.0 )
すべての杭が降伏したステップ ---------------------- Step= 88,設計震度= 1.087,水平力(kN)=  4350.0
すべての杭に塑性ヒンジが発生したステップ --------- Step=114,設計震度= 1.413,水平力(kN)=  5650.0

杭 No. 1
 ( Step=  1,設計震度= 0.000,水平力(kN)=     0.0 ) ---
 ( Step=  2,設計震度= 0.013,水平力(kN)=    50.0 ) ---
 ( Step=  3,設計震度= 0.025,水平力(kN)=   100.0 ) ---
 ( Step=  4,設計震度= 0.038,水平力(kN)=   150.0 ) ---
 ( Step= 84,設計震度= 1.038,水平力(kN)=  4150.0 ) ---
 ( Step= 85,設計震度= 1.050,水平力(kN)=  4200.0 ) ---
 ( Step= 86,設計震度= 1.063,水平力(kN)=  4250.0 ) ---
 ( Step= 87,設計震度= 1.075,水平力(kN)=  4300.0 ) ---
 ( Step= 88,設計震度= 1.087,水平力(kN)=  4350.0 ) --- 杭頭で降伏
 ( Step= 89,設計震度= 1.100,水平力(kN)=  4400.0 ) ---
 ( Step= 90,設計震度= 1.112,水平力(kN)=  4450.0 ) ---
 ( Step= 91,設計震度= 1.125,水平力(kN)=  4500.0 ) ---
 ( Step= 92,設計震度= 1.138,水平力(kN)=  4550.0 ) ---
 ( Step= 93,設計震度= 1.150,水平力(kN)=  4600.0 ) ---
 ( Step= 94,設計震度= 1.163,水平力(kN)=  4650.0 ) ---

     一部省略

 ( Step=103,設計震度= 1.275,水平力(kN)=  5100.0 ) ---
 ( Step=104,設計震度= 1.288,水平力(kN)=  5150.0 ) ---
 ( Step=105,設計震度= 1.300,水平力(kN)=  5200.0 ) ---
 ( Step=106,設計震度= 1.313,水平力(kN)=  5250.0 ) ---
 ( Step=107,設計震度= 1.325,水平力(kN)=  5300.0 ) ---
 ( Step=108,設計震度= 1.337,水平力(kN)=  5350.0 ) ---
 ( Step=109,設計震度= 1.350,水平力(kN)=  5400.0 ) ---
 ( Step=110,設計震度= 1.362,水平力(kN)=  5450.0 ) ---
 ( Step=111,設計震度= 1.375,水平力(kN)=  5500.0 ) --- 地中部で降伏
 ( Step=112,設計震度= 1.388,水平力(kN)=  5550.0 ) ---
 ( Step=113,設計震度= 1.400,水平力(kN)=  5600.0 ) ---
 ( Step=114,設計震度= 1.413,水平力(kN)=  5650.0 ) --- 杭頭で降伏,杭頭でヒンジ
 ( Step=115,設計震度= 1.425,水平力(kN)=  5700.0 ) ---
 ( Step=116,設計震度= 1.438,水平力(kN)=  5750.0 ) --- 地中部で降伏
 ( Step=117,設計震度= 1.450,水平力(kN)=  5800.0 ) ---
 ( Step=118,設計震度= 1.462,水平力(kN)=  5850.0 ) ---
 ( Step=119,設計震度= 1.475,水平力(kN)=  5900.0 ) ---
 ( Step=120,設計震度= 1.487,水平力(kN)=  5950.0 ) ---
 ( Step=121,設計震度= 1.500,水平力(kN)=  6000.0 ) ---
 ( Step=122,設計震度= 1.513,水平力(kN)=  6050.0 ) ---
 ( Step=123,設計震度= 1.525,水平力(kN)=  6100.0 ) ---
 ( Step=124,設計震度= 1.538,水平力(kN)=  6150.0 ) ---
 ( Step=125,設計震度= 1.550,水平力(kN)=  6200.0 ) ---
 ( Step=126,設計震度= 1.563,水平力(kN)=  6250.0 ) ---
 ( Step=127,設計震度= 1.575,水平力(kN)=  6300.0 ) ---
 ( Step=128,設計震度= 1.587,水平力(kN)=  6350.0 ) ---
 ( Step=129,設計震度= 1.600,水平力(kN)=  6400.0 ) ---
 ( Step=130,設計震度= 1.612,水平力(kN)=  6450.0 ) ---
 ( Step=131,設計震度= 1.625,水平力(kN)=  6500.0 ) ---
 ( Step=132,設計震度= 1.638,水平力(kN)=  6550.0 ) ---
 ( Step=133,設計震度= 1.650,水平力(kN)=  6600.0 ) ---
 ( Step=134,設計震度= 1.663,水平力(kN)=  6650.0 ) ---

 （以下、杭 No.2 以降は省略）
```

また、テキスト表示で、「事例集１.bane」を選択した時の例を以下に示します。これは、杭頭バネ Kv、極限支持力を自動計算した結果です。

```
+++ 杭番号:1 ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
・杭体
    φ(m)     t(m)    A(m2)     I(m4)      r(m)     L1(m)     L2(m)     L1/r     σy(N/mm2)    σcy(N/mm2)
   1.498    0.018    0.084    0.0229     0.523    14.100    23.900   26.945        3150.0        2926.7
・杭頭支持バネ
        E     φ(m)     A(m2)       Kv1         a       Kv2        Kv
      2E8    1.498     0.084 1187121.4     0.943  660687.2  424457.3
・杭先端
    土質名     φ(m)    Ap(m2)        N1        N2         N         α        Rp
    砂質土    1.498     1.762     50.00     29.60     39.80      0.40    8417.7
・土層
  No    土質名       N値  C(kN/m2)   標高(m) ～標高(m)  層厚L(m)      fmax   π・φ・L        Rf
   1    ﾏｳﾝﾄﾞ      18.0       0.0   -11.60   -18.00      6.40      36.0    30.119    1084.3
   2    砂質土      8.0       0.0   -18.00   -29.50     11.50      16.0    54.120     865.9
   3    砂質土     15.0       0.0   -29.50   -33.00      3.50      30.0    16.471     494.1
   4    砂質土     50.0       0.0   -33.00   -35.50      2.50     100.0    11.765    1176.5
・計算値
    Rp+Rf        Rf        Pa        Py  Kv(kN/m)    Pcmax    Ptmax
  12038.6    3620.9   24494.4   26363.0  424457.3   12038.6    3620.9

+++ 杭番号:2 ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
・杭体
    φ(m)     t(m)    A(m2)     I(m4)      r(m)     L1(m)     L2(m)     L1/r     σy(N/mm2)    σcy(N/mm2)
   1.498    0.018    0.084    0.0229     0.523    12.775    25.225   24.412        3150.0        2978.4
・杭頭支持バネ
        E     φ(m)     A(m2)       Kv1         a       Kv2        Kv
      2E8    1.498     0.084 1310247.5     0.956  634200.1  427349.7
・杭先端
    土質名     φ(m)    Ap(m2)        N1        N2         N         α        Rp
    砂質土    1.498     1.762     50.00     29.60     39.80      0.40    8417.7
・土層
  No    土質名       N値  C(kN/m2)   標高(m) ～標高(m)  層厚L(m)      fmax   π・φ・L        Rf
   1    ﾏｳﾝﾄﾞ      18.0       0.0   -10.28   -18.00      7.72      36.0    36.355    1308.8
   2    砂質土      8.0       0.0   -18.00   -29.50     11.50      16.0    54.120     865.9
   3    砂質土     15.0       0.0   -29.50   -33.00      3.50      30.0    16.471     494.1
   4    砂質土     50.0       0.0   -33.00   -35.50      2.50     100.0    11.765    1176.5
・計算値
    Rp+Rf        Rf        Pa        Py  Kv(kN/m)    Pcmax    Ptmax
  12263.1    3845.4   24926.7   26363.0  427349.7   12263.1    3845.4

+++ 杭番号:3 ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
・杭体
    φ(m)     t(m)    A(m2)     I(m4)      r(m)     L1(m)     L2(m)     L1/r     σy(N/mm2)    σcy(N/mm2)
   1.498    0.018    0.084    0.0229     0.523    11.425    26.575   21.833        3150.0        3031.0
・杭頭支持バネ
        E     φ(m)     A(m2)       Kv1         a       Kv2        Kv
      2E8    1.498     0.084 1465068.9     0.968  609929.8  430645.6
・杭先端
    土質名     φ(m)    Ap(m2)        N1        N2         N         α        Rp
    砂質土    1.498     1.762     50.00     29.60     39.80      0.40    8417.7
・土層
  No    土質名       N値  C(kN/m2)   標高(m) ～標高(m)  層厚L(m)      fmax   π・φ・L        Rf
   1    ﾏｳﾝﾄﾞ      18.0       0.0    -8.93   -18.00      9.07      36.0    42.708    1537.5
   2    砂質土      8.0       0.0   -18.00   -29.50     11.50      16.0    54.120     865.9
   3    砂質土     15.0       0.0   -29.50   -33.00      3.50      30.0    16.471     494.1
   4    砂質土     50.0       0.0   -33.00   -35.50      2.50     100.0    11.765    1176.5
・計算値
    Rp+Rf        Rf        Pa        Py  Kv(kN/m)    Pcmax    Ptmax
  12491.8    4074.1   25367.2   26363.0  430645.6   12491.8    4074.1

+++ 杭番号:4 ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
・杭体
    φ(m)     t(m)    A(m2)     I(m4)      r(m)     L1(m)     L2(m)     L1/r     σy(N/mm2)    σcy(N/mm2)
   1.498    0.018    0.084    0.0229     0.523    10.600    27.400   20.256        3150.0        3063.2
・杭頭支持バネ
        E     φ(m)     A(m2)       Kv1         a       Kv2        Kv
      2E8    1.498     0.084 1579095.4     0.976  596275.3  432834.5
・杭先端
```

土質名	φ(m)	Ap(m2)	N1	N2	N	α	Rp
砂質土	1.498	1.762	50.00	29.60	39.80	0.40	8417.7

・土層

No	土質名	N値	C(kN/m2)	標高(m)	～標高(m)	層厚L(m)	fmax	π・φ・L	Rf
1	ﾏｳﾝﾄﾞ	18.0	0.0	-8.10	-18.00	9.90	36.0	46.590	1677.3
2	砂質土	8.0	0.0	-18.00	-29.50	11.50	16.0	54.120	865.9
3	砂質土	15.0	0.0	-29.50	-33.00	3.50	30.0	16.471	494.1
4	砂質土	50.0	0.0	-33.00	-35.50	2.50	100.0	11.765	1176.5

・計算値

Rp+Rf	Rf	Pa	Py	Kv(kN/m)	Pcmax	Ptmax
12631.5	4213.8	25636.3	26363.0	432834.5	12631.5	4213.8

極限支持力
(押込み／引抜き)

杭体強度
(押込み／引抜き)

軸方向バネ強度の上限値
(押込み／引抜き)

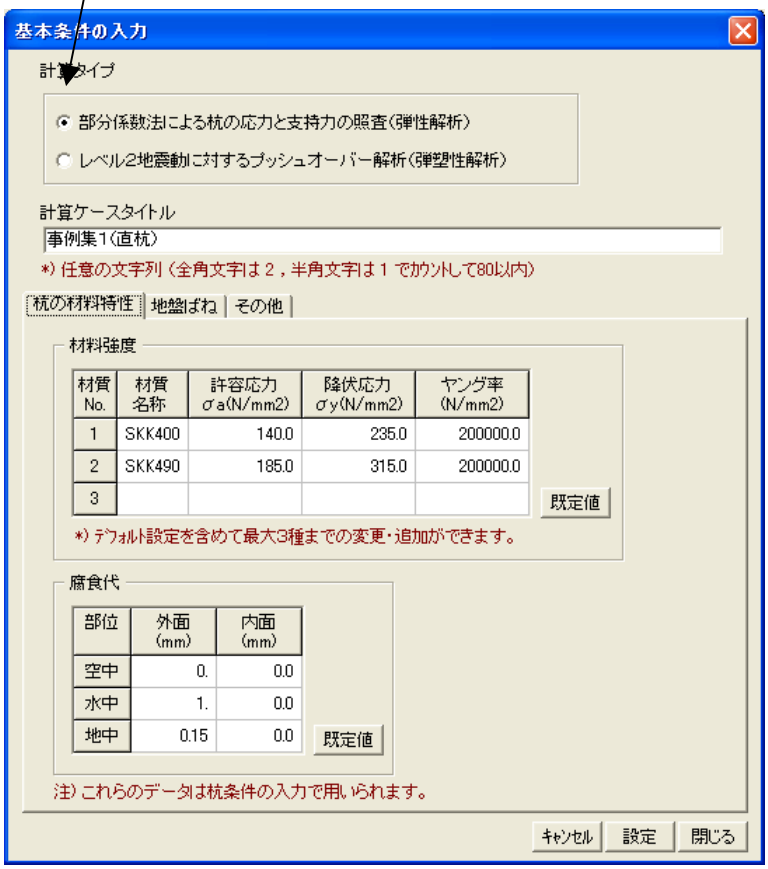
４． データ作成（部分係数設計時）

以下では、Ｌ２検討に用いたモデルをそのまま用いて部分係数設計時の計算をする場合の手順を説明します。

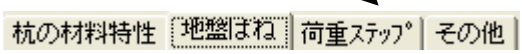
４.１　計算タイプの選択

「基本設定(R)」メニューを選び、「基本条件の入力」画面の計算タイプで、「部分係数法による杭の応力照査(弾性解析)」を選び、設定ボタンを押します。

Ｌ２検討用のモデルが既に作成されている場合、ここでの追加入力の必要はありません。Ｌ２検討用のモデルが作成されていない時は、３.２を参照してモデルを作成します。



Ｌ２解析時には、下記の４個のタブシートがありますが、部分係数法の場合は、３番目の「荷重ステップ」タブシートはありません。荷重条件ごとのデータは「モデル作成(M)」の「荷重条件」で入力します。

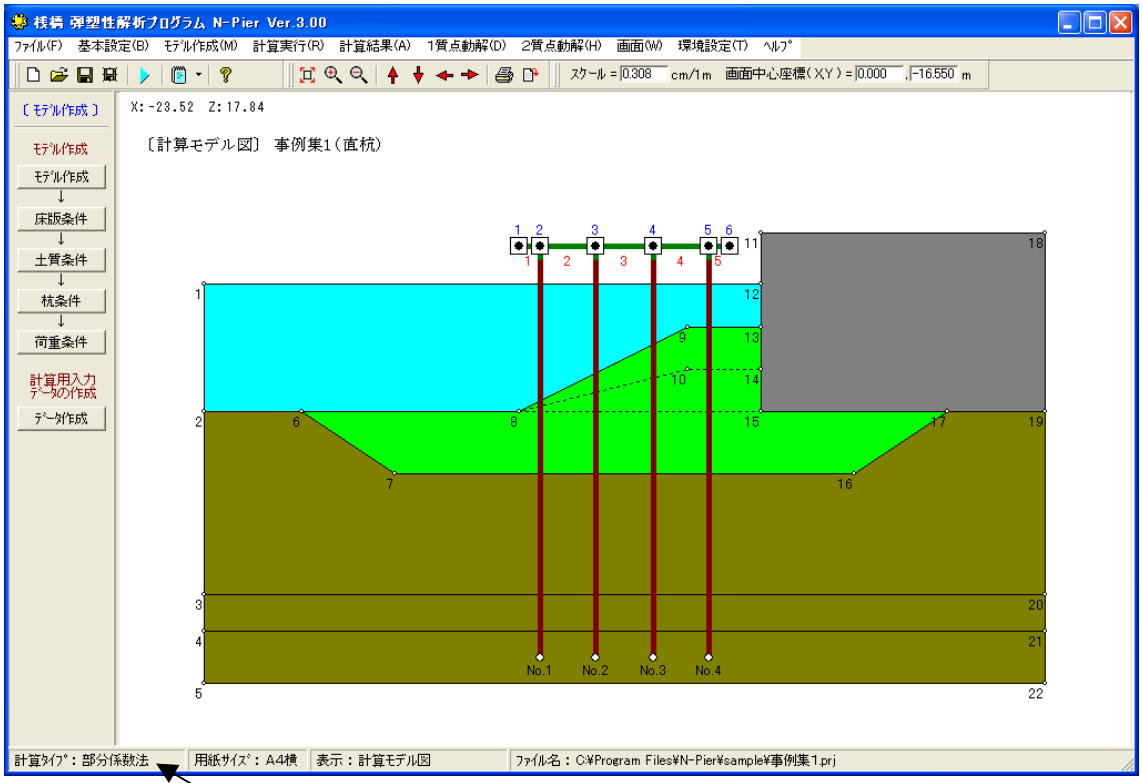


４.２　モデル作成

既に、Ｌ２用のモデルが作成されている場合は、何もせず、次の４.３に進んでください。

新規にモデルを作成する場合は、「モデル作成(M)」メニューを選び、床版条件・土質条件・杭条件・荷重条件を順次設定します。荷重条件を除けば、３.３で説明したＬ２解析の時と全く同じように行います。

下に、杭条件まで入力した画面を示します。

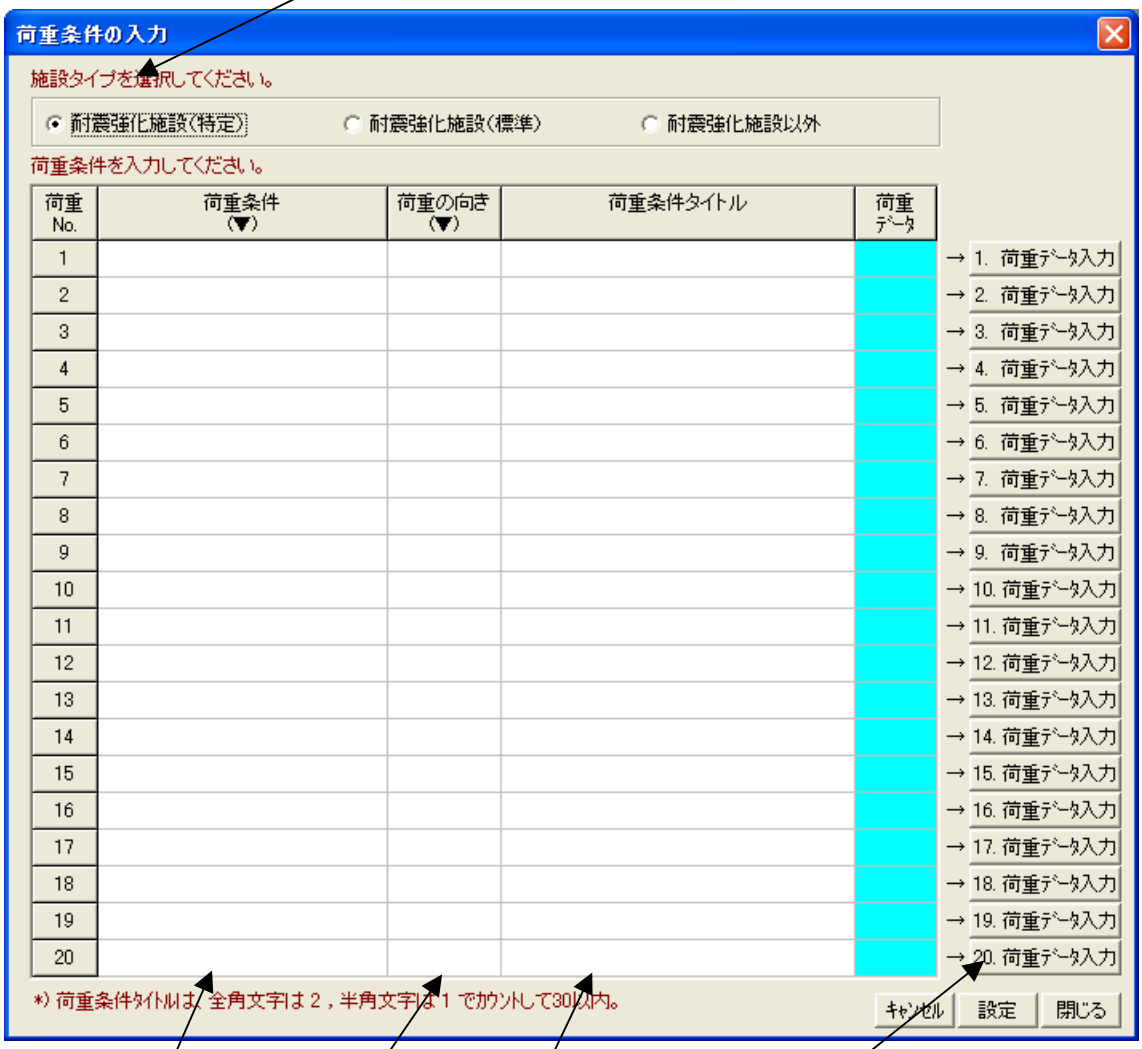


基本条件の「計算タイプ入力」で部分係数法による杭の応力と支持力の照査（弾性解析）を選択しているので、画面左下には、「部分係数法」と表示されます。

４.３　荷重条件

画面左側の「荷重条件」ボタンを選択します。「荷重条件の入力」画面が表示されるので、施設タイプを「耐震強化施設(特定)、耐震強化施設(標準)、耐震強化施設以外」の３タイプの中から選択します。今の場合、耐震強化施設(特定)を選びます。

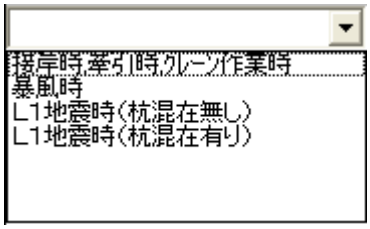
続いて①荷重条件、②荷重の向き、③荷重条件タイトル、④荷重データを順に入力します。



荷重ケースは、最大 20 ケースまで入力できます。各ケース(荷重 No)に付き、下記を入力します。

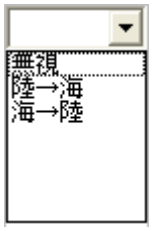
①荷重条件、②荷重の向き、③荷重条件タイトル、④荷重データ

①荷重条件



左記のドロップダウンリストボックスの中から、荷重の種類を選びます。これと、前に選択した施設タイプの組み合わせに応じて、使用する部分係数が決定されます。

②荷重の向き



左記のドロップダウンリストボックスの中から、荷重の向きを選びます。これを用いて斜杭の水平地盤バネ定数の補正を行います。

③荷重条件タイトル

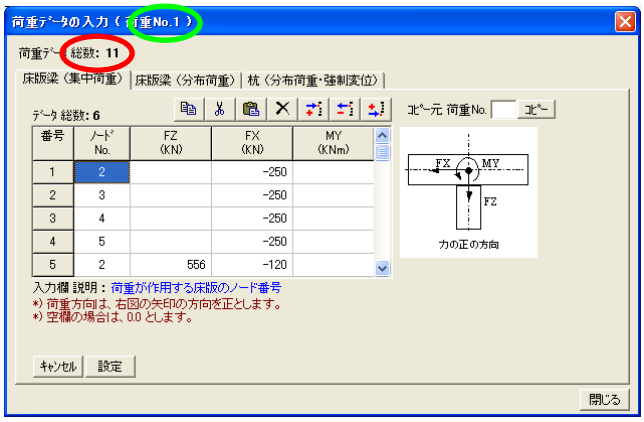
荷重ケースに対応する任意のタイトルを入力します。

「④荷重データ」入力後、「設定」ボタンをクリックし、次に「閉じる」ボタンをクリックし、入力を終了します。

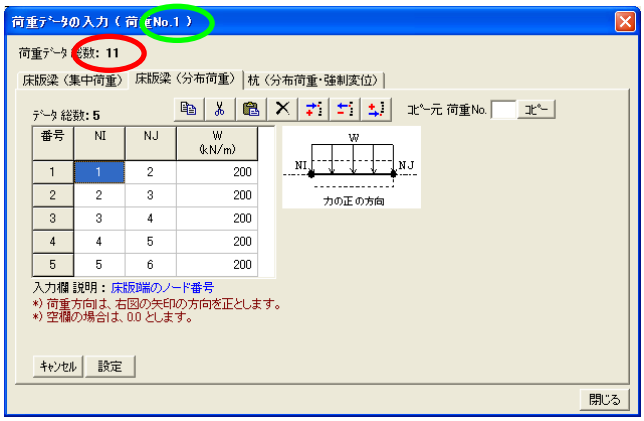
④荷重データ

実際の荷重データは、画面右側の「no.荷重データ入力」ボタンを押して入力します。入力データの数値は、表 2-5 を参照して下さい。荷重 No.=１の画面例を表示しますが、「設定」ボタンをクリックして入力値を設定し、入力が終了したら「閉じる」ボタンをクリックします。

３個のタブがあるので、データに応じてタブを選びます。



床版上の集中荷重入力画面
（今回は６個入力）



床版上の分布荷重入力画面
（今回は５個入力）

杭に作用する分布荷重･強制変位入力画面
（今回は０個入力）

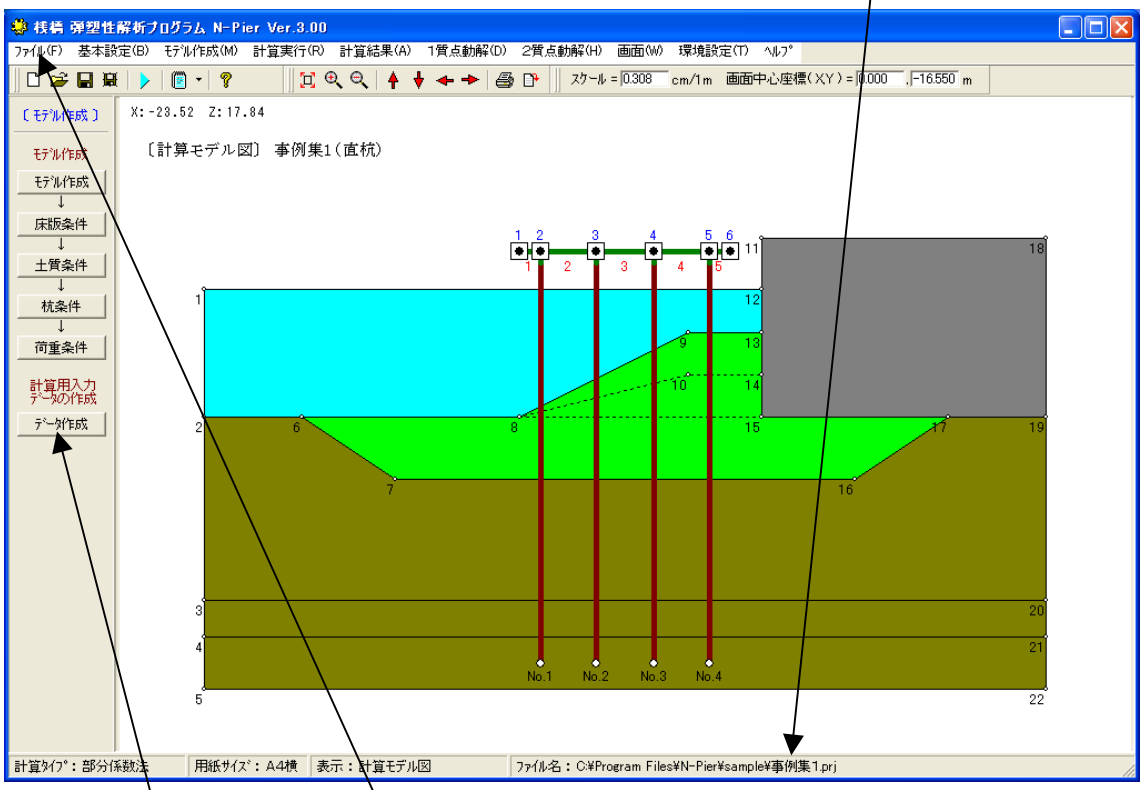
◯は「荷重ケース No.」、◯は、この荷重 No.の有効なデータ総数で、３タブ分の合計数で、今回の例では、１１（＝６＋５＋０）個です。

４.４　モデルデータ(.prj ファイル)の保存

荷重条件を設定したら、「ファイルメニュー」の「上書き保存」をえらび、作成したモデル（「○○.prj」ファイル）を更新します。既にＬ２解析のモデルが作成してあれば、それに内容が追加されて上書きされることになります。この操作は、4.1 で示した計算タイプ毎に行います。

４.５　計算用入力データ(.inp ファイル)の作成

次に、画面左側の「計算用入力データの作成［データ作成］」ボタンを選択し、計算モジュールに引き渡す「○○_係数法.inp」ファイルを作成します。ここに、○○は、3.1 で指定しているケース名です。



「○○.prj ファイル」

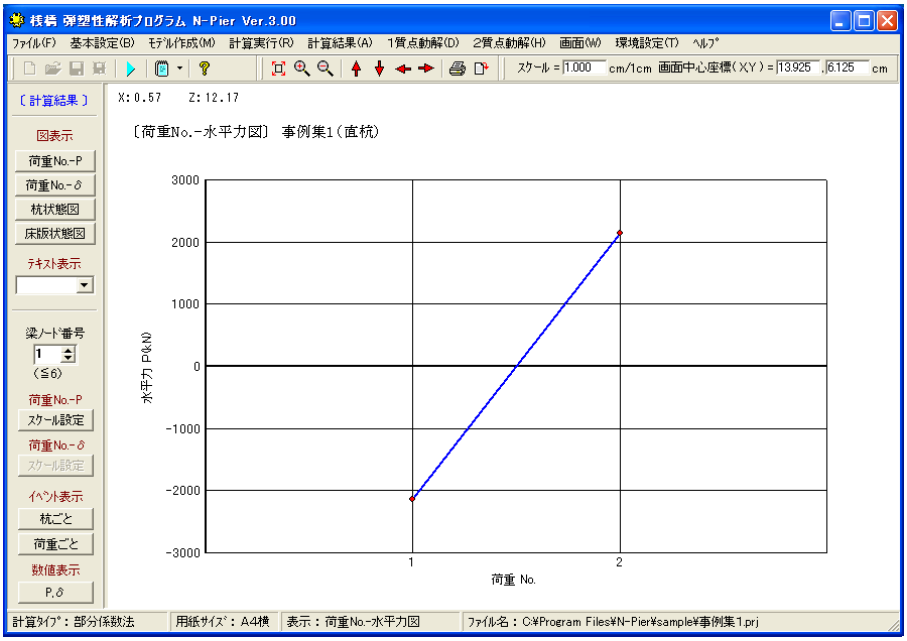
「○○_係数法.inp」ファイル

4.6　計算実行

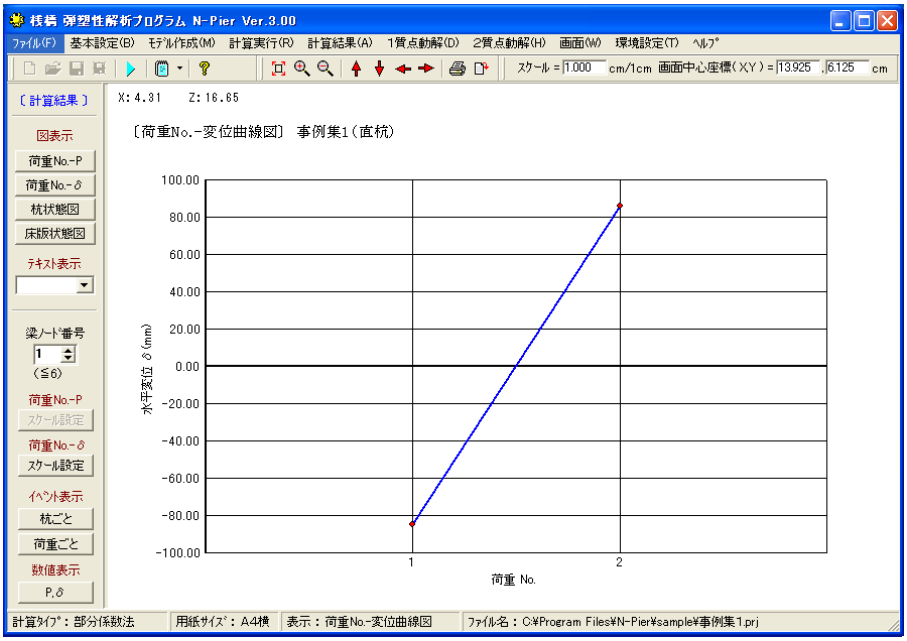
「計算実行(R)」メニューを選んで、画面左側の「計算実行」ボタンをクリックすると、4.3 で入力した荷重ケース数の計算ログが表示されますが、すぐに消えますので、内容確認には「計算ログ表示」ボタンをクリックし、確認します。

4.7　計算結果

計算結果は、図表示中の「荷重 No.－P」、「荷重 No.－δ」、「杭状態図」、「床版状態図」とイベント表示の「杭ごと」、「荷重ごと」を載せます。

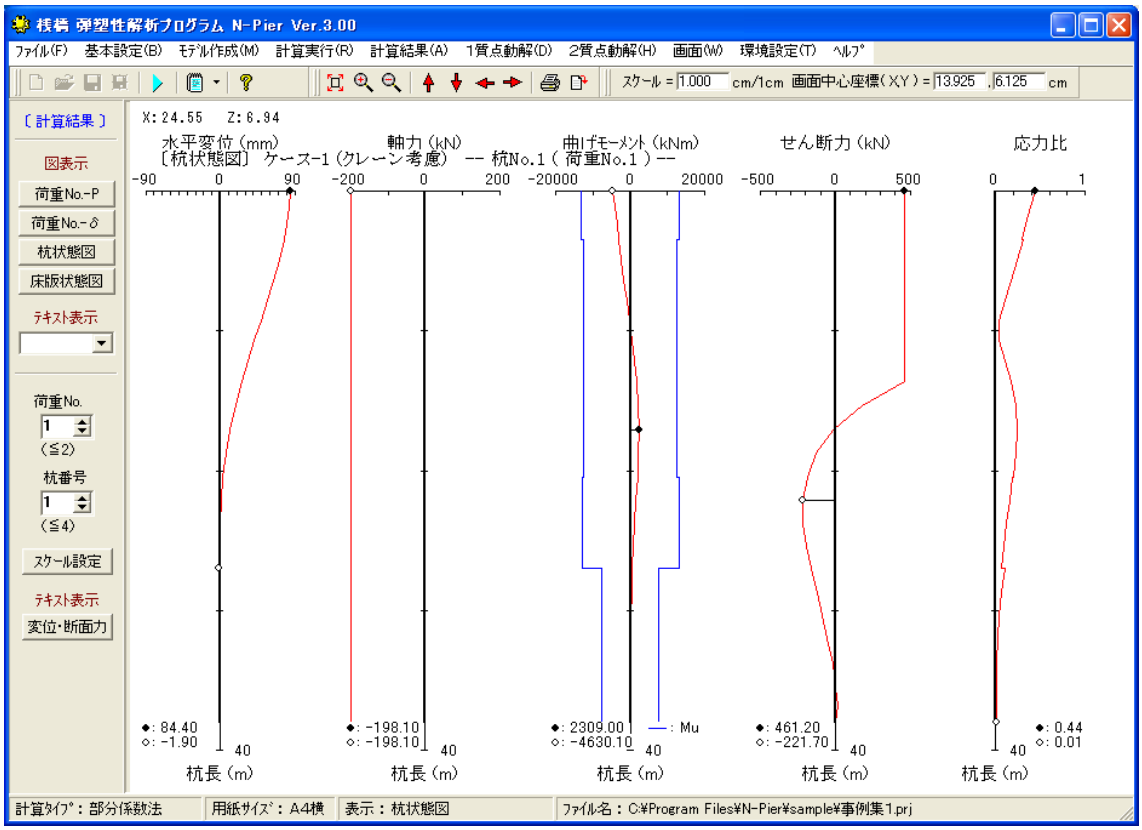


荷重 No.-P 図

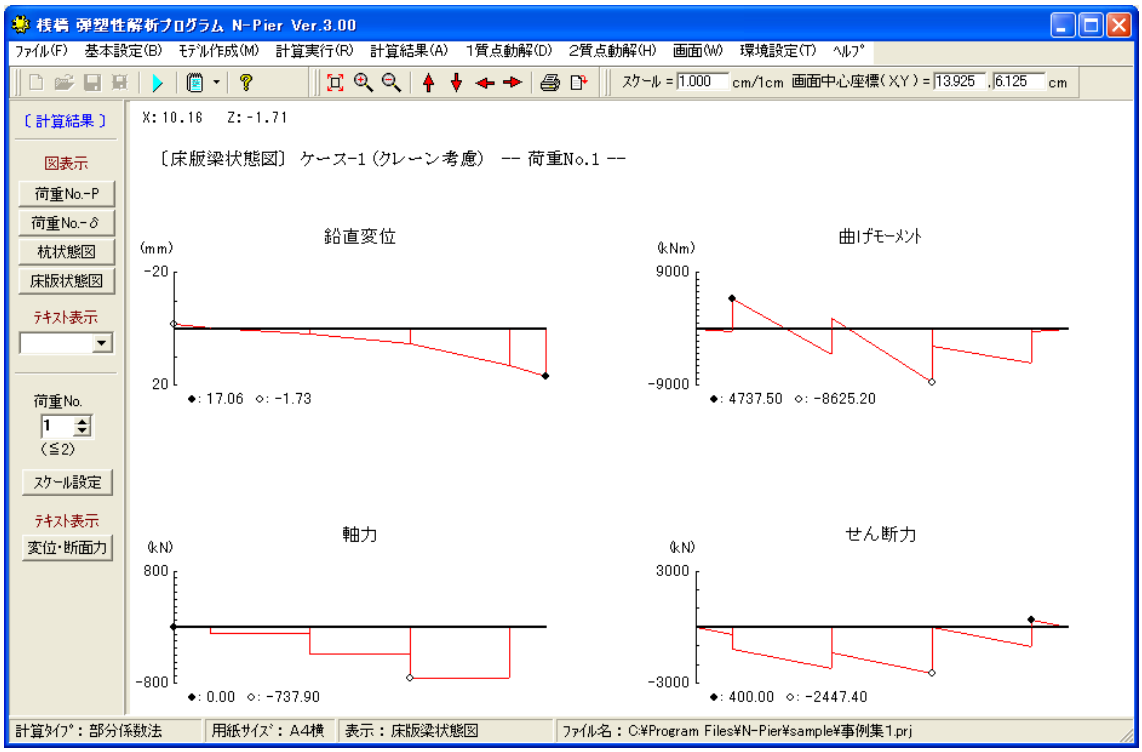


荷重 No.-δ 図

杭状態図


桟橋 弾塑性解析プログラム N-Pier Ver.3.00
ファイル(F) 基本設定(B) モデル作成(M) 計算実行(R) 計算結果(A) 1質点動解(D) 2質点動解(H) 画面(W) 環境設定(T) ヘルプ
スケール = 1.000 cm/1cm 画面中心座標(X,Y) = 13.925 ,6.125 cm
〔計算結果〕
図表示
荷重No.-P
荷重No.-δ
杭状態図
床版状態図
テキスト表示
荷重No.
1
(≦2)
杭番号
1
(≦4)
スケール設定
テキスト表示
変位・断面力
X: 24.55 Z: 6.94
水平変位 (mm)
軸力 (kN)
曲げモーメント (kNm)
せん断力 (kN)
応力比
〔杭状態図〕 ケース-1 (クレーン考慮) -- 杭No.1 (荷重No.1) --
-90 0 90
-200 0 200
-20000 0 20000
-500 0 500
0 1
◆: 84.40
◇: -1.90
◆: -198.10
◇: -198.10
◆: 2309.00
◇: -4630.10
: Mu
◆: 461.20
◇: -221.70
◆: 0.44
◇: 0.01
40
杭長 (m)
計算タイプ：部分係数法
用紙サイズ：A4横
表示：杭状態図
ファイル名：C:¥Program Files¥N-Pier¥sample¥事例集1.prj

床版状態図


桟橋 弾塑性解析プログラム N-Pier Ver.3.00
ファイル(F) 基本設定(B) モデル作成(M) 計算実行(R) 計算結果(A) 1質点動解(D) 2質点動解(H) 画面(W) 環境設定(T) ヘルプ
スケール = 1.000 cm/1cm 画面中心座標(X,Y) = 13.925 ,6.125 cm
〔計算結果〕
図表示
荷重No.-P
荷重No.-δ
杭状態図
床版状態図
テキスト表示
荷重No.
1
(≦2)
スケール設定
テキスト表示
変位・断面力
X: 10.16 Z: -1.71
〔床版梁状態図〕 ケース-1 (クレーン考慮) -- 荷重No.1 --
鉛直変位
(mm)
-20
20
◆: 17.06 ◇: -1.73
曲げモーメント
(kNm)
9000
-9000
◆: 4737.50 ◇: -8625.20
軸力
(kN)
800
-800
◆: 0.00 ◇: -737.90
せん断力
(kN)
3000
-3000
◆: 400.00 ◇: -2447.40
計算タイプ：部分係数法
用紙サイズ：A4横
表示：床版梁状態図
ファイル名：C:¥Program Files¥N-Pier¥sample¥事例集1.prj

イベント表示の「杭ごと」を以下に示します。

〔 杭のイベント情報 〕---- 杭ごとに表示

荷重総数 --- 2
杭総数 --- 4

< 照査結果 >

	杭体の応力照査		杭の支持力の照査			
杭 No. 1	UCmax	発生位置(m)	Pd(kN)	Rud(kN)	Rud/Pd	判定
荷重No. 1	0.44	0.0	-189	1448	7.68	OK
荷重No. 2	0.57	0.0	6157	7945	1.29	OK
杭 No. 2	UCmax	発生位置(m)	Pd(kN)	Rud(kN)	Rud/Pd	判定
荷重No. 1	0.52	0.0	806	8094	10.04	OK
荷重No. 2	0.53	0.0	2639	8094	3.07	OK
杭 No. 3	UCmax	発生位置(m)	Pd(kN)	Rud(kN)	Rud/Pd	判定
荷重No. 1	0.58	0.0	2342	8245	3.52	OK
荷重No. 2	0.57	0.0	829	8245	9.95	OK
杭 No. 4	UCmax	発生位置(m)	Pd(kN)	Rud(kN)	Rud/Pd	判定
荷重No. 1	0.63	0.0	5845	8337	1.43	OK
荷重No. 2	0.54	0.0	-819	1686	2.06	OK

応力度比の最大値　設計用軸力 (+:圧縮、-:引張)　設計用軸方向抵抗　耐力作用比

イベント表示の「荷重ごと」を以下に示します。

〔 杭のイベント情報 〕---- 荷重ごとに表示

荷重総数 --- 2
杭総数 --- 4

< 照査結果 >

	杭体の応力照査		杭の支持力の照査			
荷重No. 1	UCmax	発生位置(m)	Pd(kN)	Rud(kN)	Rud/Pd	判定
杭No. 1	0.44	0.0	-189	1448	7.68	OK
杭No. 2	0.52	0.0	806	8094	10.04	OK
杭No. 3	0.58	0.0	2342	8245	3.52	OK
杭No. 4	0.63	0.0	5845	8337	1.43	OK
荷重No. 2	UCmax	発生位置(m)	Pd(kN)	Rud(kN)	Rud/Pd	判定
杭No. 1	0.57	0.0	6157	7945	1.29	OK
杭No. 2	0.53	0.0	2639	8094	3.07	OK
杭No. 3	0.57	0.0	829	8245	9.95	OK
杭No. 4	0.54	0.0	-819	1686	2.06	OK

テキスト表示の「⑥杭の変位、断面力、応力、歪み等」の例をを以下に示します。

設計用軸力　　設計用軸方向抵抗　耐力作用比

```
pile. file=C:¥PROGRA~1¥N-Pi  (title)          Pier Hight=  0.18(m)
 ケース-1（クレーン考慮）                                                    Npier-NPILANSN V-2.8 07/05/11
 STEP=  1   F-H=  2149.0(kN)   ALF= 0.000  DEL-B=   25.1(mm)  KMI= 0.00065(1/d)     ITER=  3
  PILE NO.= 1   IMAX= 32  (Ten.) Pd,Rud,Rud/Pd=      189.      1448.      7.675
  1   0.00    -0.4   198.1   84.4  0.00066 -4630.1   461.2  0.073    138.6    2.1( 0.007)   315.0  0.440      10112.2      13127.2
  2   1.17    -0.4   198.1   83.0  0.00171 -4092.0   461.2  0.064    122.7    2.1( 0.007)   315.0  0.390      10112.2      13127.2
  3   2.33    -0.4   198.1   80.4  0.00263 -3553.9   461.2  0.056    106.9    2.1( 0.007)   315.0  0.339      10112.2      13127.2
  4   3.50    -0.4   198.1   76.9  0.00342 -3015.8   461.2  0.050     91.0    2.1( 0.007)   315.0  0.289      10112.2      13127.2
  5   3.50    -0.4   198.1   76.9  0.00342 -3015.8   461.2  0.050     96.1    2.3( 0.007)   315.0  0.305       9569.6      12419.3
  6   4.94    -0.4   198.1   71.3  0.00427 -2350.4   461.2  0.040     75.4    2.3( 0.007)   315.0  0.239       9569.6      12419.3
  7   6.39    -0.4   198.1   64.7  0.00490 -1684.9   461.2  0.029     54.7    2.3( 0.007)   315.0  0.174       9569.6      12419.3
  8   7.83    -0.4   198.1   57.3  0.00533 -1019.4   461.2  0.018     34.0    2.3( 0.007)   315.0  0.108       9569.6      12419.3
  9   9.27    -0.4   198.1   49.4  0.00554  -353.9   461.2  0.007     13.3    2.3( 0.007)   315.0  0.042       9569.6      12419.3
 10  10.71    -0.4   198.1   41.4  0.00555   311.6   461.2  0.006     12.0    2.3( 0.007)   315.0  0.038       9569.6      12419.3
 11  12.16    -0.4   198.1   33.5  0.00535   977.1   461.2  0.017     32.7    2.3( 0.007)   315.0  0.104       9569.6      12419.3
 12  13.60    -0.4   198.1   26.0  0.00493  1642.6   461.2  0.028     53.4    2.3( 0.007)   315.0  0.169       9569.6      12419.3
 13  13.60    -0.4   198.1   26.0  0.00493  1642.6   461.2  0.028     53.4    2.3( 0.007)   315.0  0.169       9569.6      12419.3
 14  15.33    -0.4   198.1   18.1  0.00420  2178.9   177.6  0.037     70.1    2.3( 0.007)   315.0  0.222       9569.6      12419.3
 15  17.05    -0.4   198.1   11.6  0.00335  2309.0   -12.7  0.039     74.1    2.3( 0.007)   315.0  0.235       9569.6      12419.3
 16  18.77    -0.4   198.1    6.6  0.00249  2177.9  -128.5  0.037     70.0    2.3( 0.007)   315.0  0.222       9569.6      12419.3
 17  20.50    -0.4   198.1    3.0  0.00172  1897.7  -188.5  0.031     61.3    2.3( 0.007)   315.0  0.195       9569.6      12419.3
 18  20.50    -0.4   198.1    3.0  0.00172  1897.7  -188.5  0.031     58.5    2.2( 0.007)   315.0  0.186      10030.8      13020.9
 19  22.13    -0.4   198.1    0.6  0.00114  1558.4  -221.7  0.025     48.4    2.2( 0.007)   315.0  0.154      10030.8      13020.9
 20  23.75    -0.4   198.1   -0.8  0.00067  1196.7  -218.7  0.020     37.7    2.2( 0.007)   315.0  0.120      10030.8      13020.9
 21  25.38    -0.4   198.1   -1.6  0.00033   859.0  -194.4  0.015     27.7    2.2( 0.007)   315.0  0.088      10030.8      13020.9
 22  27.00    -0.4   198.1   -1.9  0.00009   570.7  -159.4  0.012     19.1    2.2( 0.007)   315.0  0.061      10030.8      13020.9
 23  27.00    -0.4   198.1   -1.9  0.00009   570.7  -159.4  0.013     23.0    2.6( 0.011)   235.0  0.098       5917.5       7693.0
 24  28.67    -0.4   198.1   -1.9 -0.00011   337.3  -120.8  0.008     14.6    2.6( 0.011)   235.0  0.062       5917.5       7693.0
 25  30.33    -0.4   198.1   -1.6 -0.00022   166.2   -85.5  0.005      8.5    2.6( 0.011)   235.0  0.036       5917.5       7693.0
 26  32.00    -0.4   198.1   -1.2 -0.00026    48.5   -57.1  0.002      4.3    2.6( 0.011)   235.0  0.018       5917.5       7693.0
 27  32.00    -0.4   198.1   -1.2 -0.00026    48.5   -57.1  0.002      4.3    2.6( 0.011)   235.0  0.018       5917.5       7693.0
 28  33.75    -0.4   198.1   -0.8 -0.00027   -15.0   -18.5  0.002      3.1    2.6( 0.011)   235.0  0.013       5917.5       7693.0
 29  35.50    -0.4   198.1   -0.3 -0.00026   -26.7     2.1  0.002      3.6    2.6( 0.011)   235.0  0.015       5917.5       7693.0
 30  35.50    -0.4   198.1   -0.3 -0.00026   -26.7     2.1  0.002      3.6    2.6( 0.011)   235.0  0.015       5917.5       7693.0
 31  36.75    -0.4   198.1    0.0 -0.00025   -12.7    15.5  0.002      3.1    2.6( 0.011)   235.0  0.013       5917.5       7693.0
 32  38.00    -0.4   198.1    0.3 -0.00025     0.0     0.0  0.001      2.6    2.6( 0.011)   235.0  0.011       5917.5       7693.0
```

位置 (m)　軸方向変位 (mm)　軸力 (kN)　水平変位 (mm)　回転角 (rad)　曲げモーメント (kN･m)　せん断力 (kN)　ひずみ (%)　発生応力 (N/mm²)　軸力による応力 σa (N/mm²)　軸力による U.C.　降伏応力 or 座屈応力 (N/mm²)　応力比　降伏モーメント My(kN･m)　塑性モーメント Mp(kN･m)

```
  PILE NO.= 2   IMAX= 33 (Comp.) Pd,Rud,Rud/Pd=     -806.      8094.     10.036
  1   0.00     1.8  -846.8   84.5  0.00050 -5261.3   547.0 -0.086   -164.2   -9.1( 0.031)   297.9  0.523       9886.4      13113.0
  2   1.17     1.8  -846.8   83.2  0.00169 -4623.2   547.0 -0.076   -145.3   -9.1( 0.031)   297.9  0.463       9886.4      13113.0
  3   2.33     1.8  -846.8   80.6  0.00273 -3985.0   547.0 -0.066   -126.5   -9.1( 0.031)   297.9  0.403       9886.4      13113.0
  4   3.50     1.8  -846.8   76.9  0.00361 -3346.8   547.0 -0.060   -107.7   -9.1( 0.031)   297.9  0.344       9886.4      13113.0
  5   3.50     1.8  -846.8   76.9  0.00361 -3346.8   547.0 -0.060   -113.8   -9.6( 0.032)   297.8  0.363       9343.7      12404.4
  6   4.99     1.8  -846.8   70.8  0.00457 -2531.8   547.0 -0.046    -88.4   -9.6( 0.032)   297.8  0.283       9343.7      12404.4
  7   6.48     1.8  -846.8   63.5  0.00526 -1716.8   547.0 -0.033    -63.1   -9.6( 0.032)   297.8  0.202       9343.7      12404.4
   略

 14  15.73     1.8  -846.8   14.4  0.00384  2436.6    37.9 -0.045    -85.5   -9.6( 0.031)   315.0  0.271       9343.7      12404.4
 15  17.32     1.8  -846.8    9.0  0.00300  2378.8   -99.8 -0.044    -83.7   -9.6( 0.031)   315.0  0.266       9343.7      12404.4
 16  18.91     1.8  -846.8    4.8  0.00221  2149.2  -180.6 -0.040    -76.5   -9.6( 0.031)   315.0  0.243       9343.7      12404.4
 17  20.50     1.8  -846.8    1.9  0.00152  1826.2  -219.4 -0.034    -66.5   -9.6( 0.031)   315.0  0.211       9343.7      12404.4
 18  20.50     1.8  -846.8    1.9  0.00152  1826.2  -219.4 -0.033    -63.4   -9.2( 0.029)   315.0  0.201       9804.9      13006.6
 19  21.88     1.8  -846.8    0.1  0.00104  1510.7  -234.9 -0.028    -54.1   -9.2( 0.029)   315.0  0.172       9804.9      13006.6
 20  23.25     1.8  -846.8   -1.0  0.00065  1191.1  -226.9 -0.023    -44.6   -9.2( 0.029)   315.0  0.142       9804.9      13006.6
 21  24.63     1.8  -846.8   -1.7  0.00035   893.6  -204.1 -0.019    -35.7   -9.2( 0.029)   315.0  0.113       9804.9      13006.6
 22  26.00     1.8  -846.8   -2.0  0.00014   633.7  -173.1 -0.017    -28.0   -9.2( 0.029)   315.0  0.089       9804.9      13006.6
 23  26.00     1.8  -846.8   -2.0  0.00014   633.7  -173.1 -0.019    -33.7  -11.1( 0.047)   235.0  0.144       5700.8       7668.7
 24  27.50     1.8  -846.8   -2.1 -0.00006   401.6  -136.1 -0.014    -25.5  -11.1( 0.047)   235.0  0.108       5700.8       7668.7
 25  29.00     1.8  -846.8   -1.9 -0.00019   224.5  -100.6 -0.011    -19.1  -11.1( 0.047)   235.0  0.081       5700.8       7668.7
   略

 32  36.75     1.8  -846.8    0.0 -0.00024   -14.0    17.9 -0.006    -11.6  -11.1( 0.047)   235.0  0.049       5700.8       7668.7
 33  38.00     1.8  -846.8    0.3 -0.00023     0.0     0.0 -0.006    -11.1  -11.1( 0.047)   235.0  0.047       5700.8       7668.7
```

PILE NO.= 3　IMAX= 33 (Comp.) Pd,Rud,Rud/Pd=　-2342.　8245.　3.521

1	0.00	5.3	-2458.8	83.9	0.00115	-5239.4	599.7	-0.095	-180.9	-26.5(0.087)	303.1	0.577	9325.1	13001.9
2	1.17	5.3	-2458.8	81.8	0.00233	-4539.8	599.7	-0.084	-160.3	-26.5(0.087)	303.1	0.512	9325.1	13001.9
3	2.33	5.3	-2458.8	78.5	0.00334	-3840.2	599.7	-0.073	-139.6	-26.5(0.087)	303.1	0.447	9325.1	13001.9
4	3.50	5.3	-2458.8	74.1	0.00418	-3140.6	599.7	-0.065	-119.0	-26.5(0.087)	303.1	0.381	9325.1	13001.9
5	3.50	5.3	-2458.8	74.1	0.00418	-3140.6	599.7	-0.066	-125.7	-28.0(0.092)	303.1	0.403	8782.4	12287.1
6	5.08	5.3	-2458.8	66.7	0.00510	-2191.2	599.7	-0.050	-96.2	-28.0(0.092)	303.1	0.309	8782.4	12287.1
7	6.67	5.3	-2458.8	58.1	0.00569	-1241.7	599.7	-0.035	-66.6	-28.0(0.092)	303.1	0.215	8782.4	12287.1
8	8.25	5.3	-2458.8	48.8	0.00596	-292.2	599.7	-0.019	-37.1	-28.0(0.092)	303.1	0.121	8782.4	12287.1
9	8.25	5.3	-2458.8	48.8	0.00596	-292.2	599.7	-0.019	-37.1	-28.0(0.092)	303.1	0.121	8782.4	12287.1
10	9.78	5.3	-2458.8	39.7	0.00590	626.0	599.7	-0.025	-47.5	-28.0(0.092)	303.1	0.154	8782.4	12287.1
11	11.31	5.3	-2458.8	30.9	0.00554	1544.3	599.7	-0.040	-76.0	-28.0(0.092)	303.1	0.245	8782.4	12287.1
12	12.84	5.3	-2458.8	22.9	0.00490	2215.3	292.1	-0.051	-96.9	-28.0(0.089)	315.0	0.308	8782.4	12287.1
13	14.38	5.3	-2458.8	16.0	0.00410	2482.6	70.3	-0.055	-105.3	-28.0(0.089)	315.0	0.334	8782.4	12287.1
14	15.91	5.3	-2458.8	10.4	0.00327	2467.2	-79.6	-0.055	-104.8	-28.0(0.089)	315.0	0.333	8782.4	12287.1
15	17.44	5.3	-2458.8	6.0	0.00248	2268.1	-172.1	-0.052	-98.6	-28.0(0.089)	315.0	0.313	8782.4	12287.1
16	18.97	5.3	-2458.8	2.7	0.00177	1962.4	-220.9	-0.047	-89.1	-28.0(0.089)	315.0	0.283	8782.4	12287.1
17	20.50	5.3	-2458.8	0.5	0.00117	1607.3	-238.7	-0.040	-78.0	-28.0(0.089)	315.0	0.248	8782.4	12287.1
18	20.50	5.3	-2458.8	0.5	0.00117	1607.3	-238.7	-0.039	-74.4	-26.7(0.085)	315.0	0.236	9243.6	12894.6
19	21.83	5.3	-2458.8	-0.8	0.00077	1288.7	-235.8	-0.034	-65.0	-26.7(0.085)	315.0	0.206	9243.6	12894.6
20	23.17	5.3	-2458.8	-1.6	0.00045	985.8	-216.6	-0.029	-56.0	-26.7(0.085)	315.0	0.178	9243.6	12894.6
21	24.50	5.3	-2458.8	-2.0	0.00022	715.5	-187.6	-0.028	-48.0	-26.7(0.085)	315.0	0.152	9243.6	12894.6
22	24.50	5.3	-2458.8	-2.0	0.00022	715.5	-187.6	-0.032	-57.8	-32.3(0.137)	235.0	0.246	5162.1	7478.8
23	26.00	5.3	-2458.8	-2.2	-0.00001	462.1	-149.8	-0.027	-48.8	-32.3(0.137)	235.0	0.208	5162.1	7478.8
24	27.50	5.3	-2458.8	-2.0	-0.00015	266.0	-112.1	-0.023	-41.8	-32.3(0.137)	235.0	0.178	5162.1	7478.8
25	29.00	5.3	-2458.8	-1.7	-0.00023	123.8	-78.3	-0.020	-36.7	-32.3(0.137)	235.0	0.156	5162.1	7478.8
26	30.50	5.3	-2458.8	-1.4	-0.00026	28.0	-50.5	-0.018	-33.3	-32.3(0.137)	235.0	0.142	5162.1	7478.8
27	32.00	5.3	-2458.8	-1.0	-0.00025	-31.1	-29.5	-0.018	-33.4	-32.3(0.137)	235.0	0.142	5162.1	7478.8
28	32.00	5.3	-2458.8	-1.0	-0.00025	-31.1	-29.5	-0.018	-33.4	-32.3(0.137)	235.0	0.142	5162.1	7478.8
29	33.75	5.3	-2458.8	-0.6	-0.00023	-53.9	0.6	-0.019	-34.2	-32.3(0.137)	235.0	0.146	5162.1	7478.8
30	35.50	5.3	-2458.8	-0.2	-0.00021	-38.2	14.9	-0.018	-33.6	-32.3(0.137)	235.0	0.143	5162.1	7478.8
31	35.50	5.3	-2458.8	-0.2	-0.00021	-38.2	14.9	-0.018	-33.6	-32.3(0.137)	235.0	0.143	5162.1	7478.8
32	36.75	5.3	-2458.8	0.1	-0.00020	-14.4	19.2	-0.018	-32.8	-32.3(0.137)	235.0	0.139	5162.1	7478.8
33	38.00	5.3	-2458.8	0.3	-0.00020	0.0	0.0	-0.018	-32.3	-32.3(0.137)	235.0	0.137	5162.1	7478.8

位置 (m)　軸方向変位 (mm)　軸力 (kN)　水平変位 (mm)　回転角 (rad)　曲げモーメント (kN･m)　せん断力 (kN)　ひずみ (%)　発生応力 (N/mm²)　軸力による応力 σa (N/mm²) or 座屈応力 (N/mm²)　軸力による U.C.　降伏応力　応力比　降伏モーメント My(kN･m)　塑性モーメント Mp(kN･m)

PILE NO.= 4　IMAX= 33 (Comp.) Pd,Rud,Rud/Pd=　-5845.　8337.　1.426

1	0.00	13.2	-6137.6	83.1	0.00193	-4479.5	541.1	-0.104	-198.1	-66.1(0.216)	306.3	0.635	8044.1	12349.0
2	1.17	13.2	-6137.6	80.2	0.00293	-3848.2	541.1	-0.094	-179.5	-66.1(0.216)	306.3	0.576	8044.1	12349.0
3	2.33	13.2	-6137.6	76.3	0.00378	-3216.9	541.1	-0.084	-160.9	-66.1(0.216)	306.3	0.517	8044.1	12349.0
4	3.50	13.2	-6137.6	71.5	0.00448	-2585.6	541.1	-0.077	-142.3	-66.1(0.216)	306.3	0.458	8044.1	12349.0
5	3.50	13.2	-6137.6	71.5	0.00448	-2585.6	541.1	-0.079	-150.3	-69.8(0.228)	306.3	0.483	7501.4	11598.9
6	5.05	13.2	-6137.6	63.9	0.00521	-1746.9	541.1	-0.065	-124.2	-69.8(0.228)	306.3	0.401	7501.4	11598.9
7	6.60	13.2	-6137.6	55.4	0.00566	-908.2	541.1	-0.052	-98.1	-69.8(0.228)	306.3	0.318	7501.4	11598.9
8	6.60	13.2	-6137.6	55.4	0.00566	-908.2	541.1	-0.052	-98.1	-69.8(0.228)	306.3	0.318	7501.4	11598.9
9	8.14	13.2	-6137.6	46.5	0.00583	-72.5	541.1	-0.038	-72.1	-69.8(0.228)	306.3	0.235	7501.4	11598.9
10	9.69	13.2	-6137.6	37.6	0.00571	763.2	541.1	-0.049	-93.6	-69.8(0.228)	306.3	0.303	7501.4	11598.9
11	11.23	13.2	-6137.6	29.1	0.00531	1598.9	541.1	-0.063	-119.6	-69.8(0.222)	315.0	0.380	7501.4	11598.9
12	12.78	13.2	-6137.6	21.3	0.00466	2199.0	250.9	-0.073	-138.3	-69.8(0.222)	315.0	0.439	7501.4	11598.9
13	14.32	13.2	-6137.6	14.7	0.00387	2416.7	43.7	-0.076	-145.1	-69.8(0.222)	315.0	0.461	7501.4	11598.9
14	15.87	13.2	-6137.6	9.4	0.00306	2369.5	-94.4	-0.075	-143.6	-69.8(0.222)	315.0	0.456	7501.4	11598.9
15	17.41	13.2	-6137.6	5.3	0.00229	2153.1	-177.9	-0.072	-136.9	-69.8(0.222)	315.0	0.434	7501.4	11598.9
16	18.96	13.2	-6137.6	2.2	0.00162	1841.2	-220.2	-0.067	-127.2	-69.8(0.222)	315.0	0.404	7501.4	11598.9
17	20.50	13.2	-6137.6	0.2	0.00106	1487.8	-233.5	-0.060	-116.1	-69.8(0.222)	315.0	0.369	7501.4	11598.9
18	20.50	13.2	-6137.6	0.2	0.00106	1487.8	-233.5	-0.058	-110.8	-66.7(0.212)	315.0	0.352	7962.6	12236.7
19	22.00	13.2	-6137.6	-1.1	0.00065	1141.2	-224.8	-0.053	-100.6	-66.7(0.212)	315.0	0.319	7962.6	12236.7
20	23.50	13.2	-6137.6	-1.8	0.00034	822.2	-198.5	-0.051	-91.1	-66.7(0.212)	315.0	0.289	7962.6	12236.7
21	23.50	13.2	-6137.6	-1.8	0.00034	822.2	-198.5	-0.060	-109.9	-80.5(0.343)	235.0	0.468	3932.8	6384.0
22	24.92	13.2	-6137.6	-2.1	0.00009	564.0	-165.2	-0.055	-100.7	-80.5(0.343)	235.0	0.428	3932.8	6384.0
23	26.33	13.2	-6137.6	-2.1	-0.00008	355.3	-129.6	-0.051	-93.2	-80.5(0.343)	235.0	0.397	3932.8	6384.0
24	27.75	13.2	-6137.6	-1.9	-0.00018	196.0	-95.8	-0.048	-87.5	-80.5(0.343)	235.0	0.373	3932.8	6384.0
25	29.17	13.2	-6137.6	-1.6	-0.00023	81.7	-66.3	-0.046	-83.5	-80.5(0.343)	235.0	0.355	3932.8	6384.0
26	30.58	13.2	-6137.6	-1.3	-0.00025	5.5	-42.3	-0.044	-80.7	-80.5(0.343)	235.0	0.344	3932.8	6384.0
27	32.00	13.2	-6137.6	-0.9	-0.00024	-40.8	-24.1	-0.045	-82.0	-80.5(0.343)	235.0	0.349	3932.8	6384.0
略														
31	35.50	13.2	-6137.6	-0.1	-0.00019	-37.9	15.9	-0.045	-81.9	-80.5(0.343)	235.0	0.349	3932.8	6384.0
32	36.75	13.2	-6137.6	0.1	-0.00019	-13.9	18.7	-0.045	-81.0	-80.5(0.343)	235.0	0.345	3932.8	6384.0
33	38.00	13.2	-6137.6	0.3	-0.00018	0.0	0.0	-0.044	-80.5	-80.5(0.343)	235.0	0.343	3932.8	6384.0

５．　２質点動的解析

５.１　動的解析モデル

重量

桟橋　　W_1　：　4,000.　kN（＝5m×20m×（30＋10kN/㎡））

クレーン W_2　：　5,245.6 kN

減衰定数

桟橋　　h_1：　10%

クレーン　h_2：　1%

バネ定数

桟橋　　：弾性限界　　震度 1.28、変位 0.177m

終局限界　　震度 1.62、変位 0.385m

から、図 5-1 の非線形バネ特性とします。

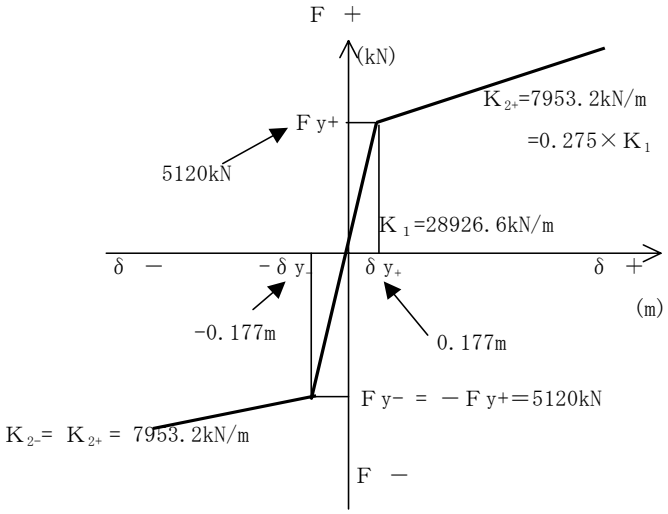


図 5.1　桟橋の非線形バネ特性

クレーン　：　9391.7kN/m（$=W_2/g\times(2\pi/T_2)^2$　免震装置なし、T_2=1.5sec）

1320.7kN/m（$=W_2/g\times(2\pi/T_2)^2$　免震装置あり、T_2=4.0sec）

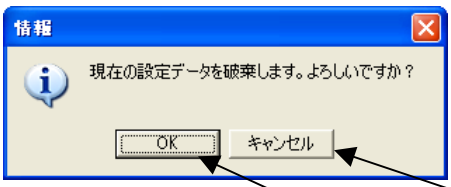
地震波　最大 300gal、1995 年兵庫県南部地震（-79m 基盤２Ｅ波）、300 秒間

（サンプルデータ：Seis-exB.seis）

なお、操作マニュアル冒頭の「N-Pier の構成と使用方法」にも説明がありますように、N-Pier 本体の構造解析プログラム NPILAN-SN と２質点動的解析プログラム MASS-2 とは、連動していません。従って、動的解析用の非線形バネ特性はユーザーが骨格曲線を見て、独自に作成する必要があります。

5.2　動的解析プログラム起動

基本メニューの「２質点動解」をクリックすると、プログラムは次のように尋ねてきます。



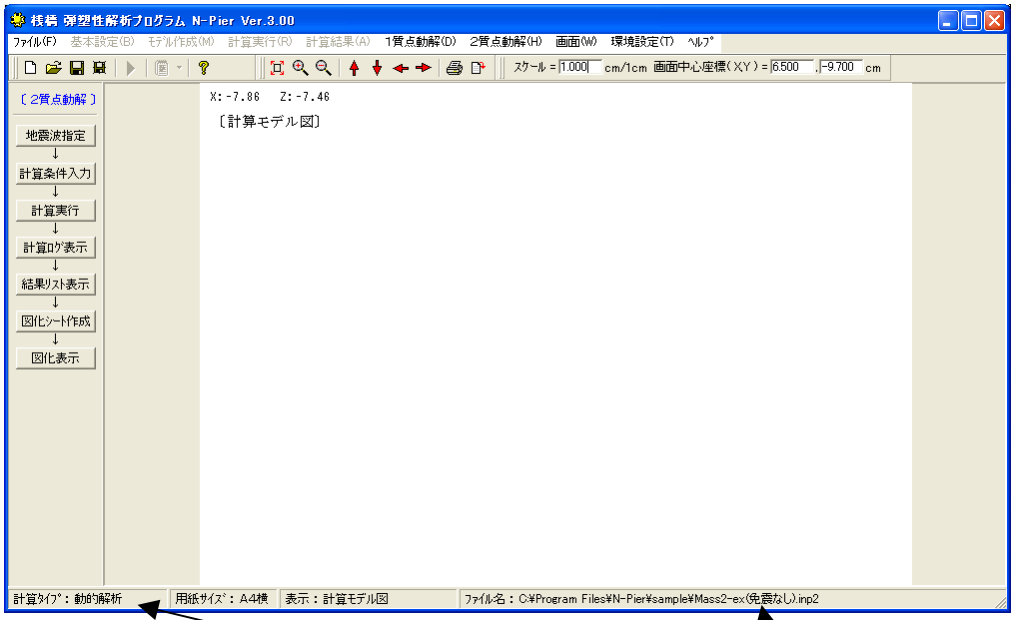
それまでの.prj ファイル、.inp ファイル等が保存済みであれば、「OK」をクリックします。下記画面が表示されます。

.prj ファイル、.inp ファイル等を保存したい場合は、「キャンセル」をクリックし、.prj ファイルの場合は「ファイル(F)」に戻り、.inp ファイルの場合は「計算用入力データ作成(3.9、4.4 参照)」等にもどり、破棄しないで保存の操作をします。

通常は、ここの操作に入る前にデータ保存されていますので、「OK」をクリックします。

起動画面左側の表示が以下のようになります。

ここで、２質点系動的解析の計算条件入力、計算、及び結果表示を行います。



この段階で画面左下部分は、「動的解析」と表示されます。

5.3 計算条件入力まで終わった段階で画面右下に、入力条件ファイル名が表示されます。

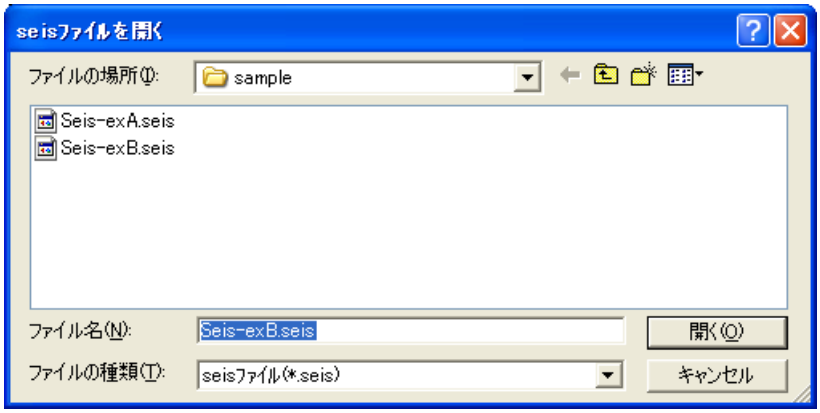
操作マニュアル冒頭の「N-Pier の構成と使用方法」にも説明がありますように、N-Pier 本体の構造解析プログラム NPILAN-SN と２質点動的解析プログラム MASS-2 とは、連動していません。従って、動的解析用の非線形バネ特性はユーザーが骨格曲線を見て、独自に作成する必要があります（5.4 参照）。

5.3　地震波の指定

はじめに、入力地震波の設定を行います。

「地震波指定」ボタンを押すと、以下の確認画面が表示されます。

「OK」ボタンを押すと、以下のファイル指定画面が表示されるので、ここで読み込む入力地震波ファイル（*.seis）を指定してから、「開く(O)」をクリックしてください。



なお、入力地震波ファイル（*.seis）は、ユーザーがあらかじめ作成しておく必要があります。その作成方法については、操作マニュアル「6.8 地震データの作成方法」を参照してください。地震波データの作り方は、１質点動的解析も２質点動的解析も共通です。

本ケースで使用したデータの波形は図 5-2 の通りです（サンプルデータ：Seis-exB.seis）。

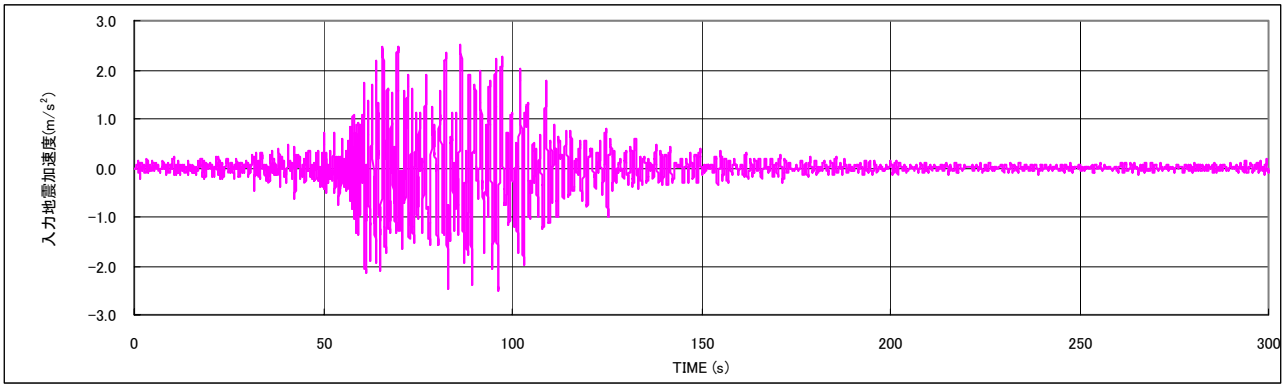
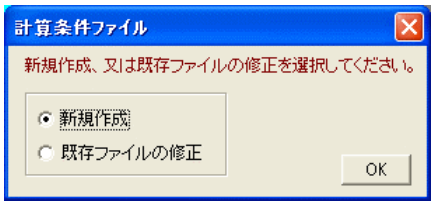


図 5.2　入力地震加速度の時刻歴

５.４　計算条件入力

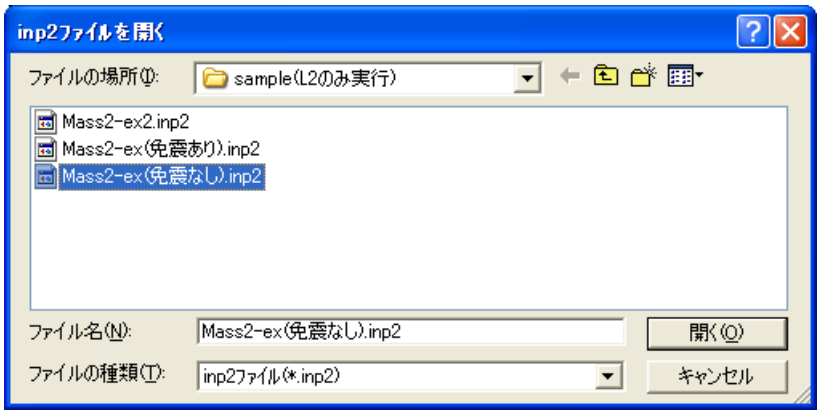
「計算条件入力」ボタンをクリックすると、以下の選択画面が表示されます。



ここで、「新規作成」、又は「既存ファイルの修正」を選択して、「OK」ボタンをクリックします。「新規作成」を択した場合は、次ページの「計算条件入力」画面が表示されます（データ欄はすべて空白です)。

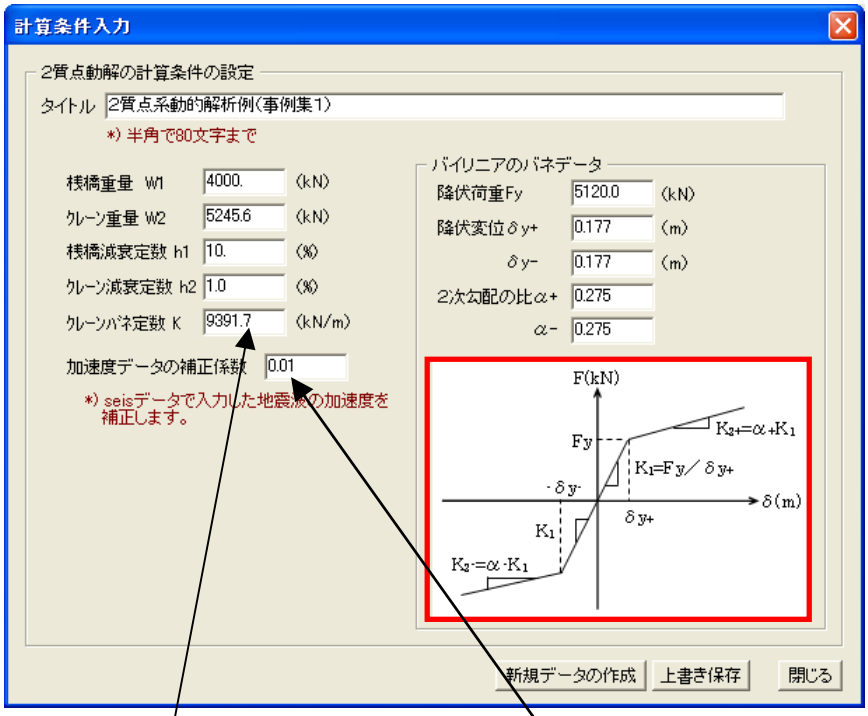
「既存ファイルの修正」を選択した場合は、以下の確認画面が表示されます。

「OK」ボタンをクリックすると、以下のファイル指定画面が表示されるので、ここで読み込む既存の２質点動的解析の計算条件ファイル（*. inp2）を指定します。



ファイルを選択（免震装置なしの場合は「Mass2-ex(免震なし)」を、免震装置ありの場合は「Mass2-ex(免震あり)」を選択）して「開く(O)」ボタンを押すと、以下の計算条件入力画面が表示されます。

画面には、ファイルから読み込んだ計算条件データが表示されます。



クレーンのバネ定数で、免震装置「なし」の場合。「あり」の時は、「1320.7」とします。

入力データは下記の３種類で、入力後「新規データの作成」か「上書き保存」をクリックします。

① 計算のタイトル

② 桟橋の重量、クレーン重量

桟橋、クレーンの減衰定数･･･各系の減衰定数を％単位で入力します。

加速度データの補正係数･････5.3 で指定した地震波データの補正係数。

(gal 単位データを m/sec にする換算係数あるいは、

最大値加速度を変更するための倍率係数。この場合 0.01)

クレーンのバネ定数･････････線形とします。

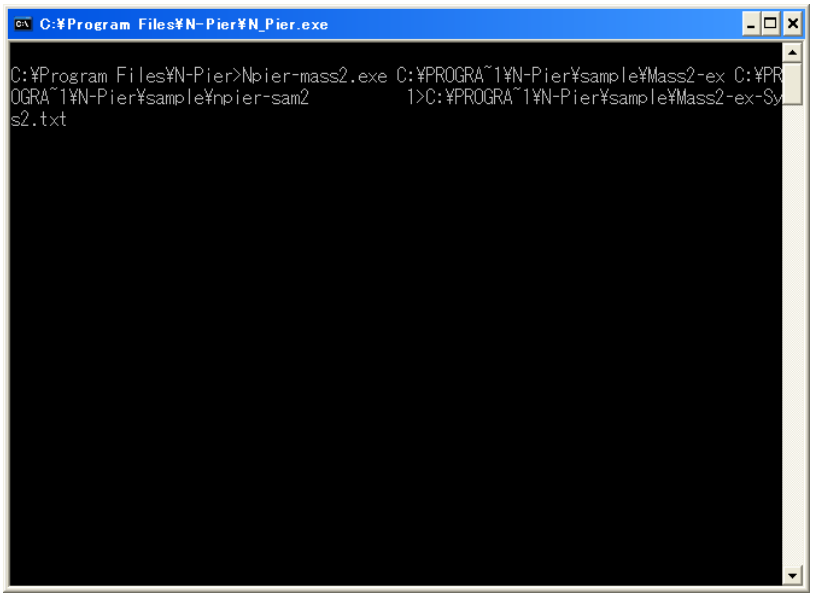
③ バイリニアのバネデータ･･･プッシュオーバー解析で得られている桟橋の復元特性を上記画面右下赤枠の図で表わされるバイリニア型骨格曲線でモデル化するための諸数値。

１次勾配 K_1 は＋方向(海→陸)、－方向(海←陸)とも同じとしますが、降伏点と２次勾配はそれぞれ一般には＋方向、－方向では必ずしも一致しませんので、これを決めるための諸数値として、δy-、α-も入力します（詳細は、「N-Pier 解説書」の 5.を参照下さい)。

なお、動的解析の計算時間は、地震波データで与える「加速度データの数」と「加速度データの時間間隔」の積で決まります。本ケースでは、30000×0.01＝300 秒です。

５.５　計算実行

「計算実行」ボタンを押すと、以下のように DOS 画面が表示され計算が実行されます。

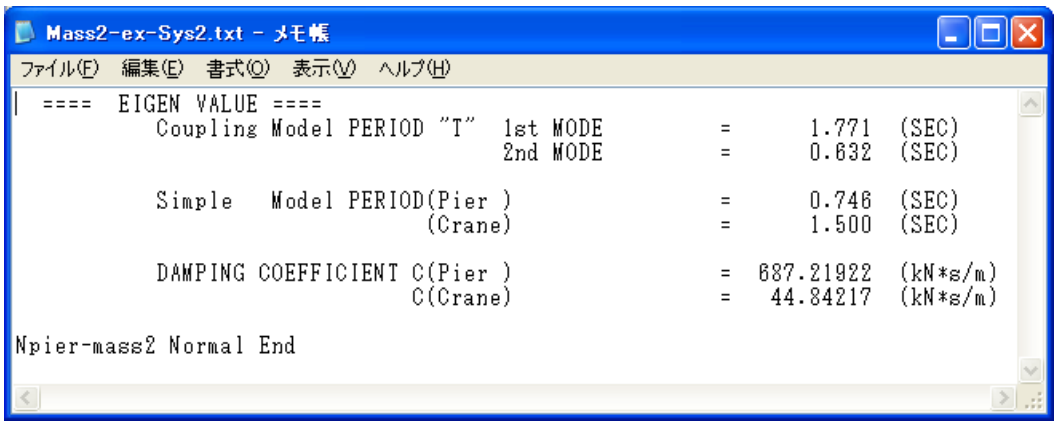


この画面は、計算が終了すると自動的に閉じられます。

計算終了後、「計算ﾛｸﾞ表示」ボタンをクリックすると計算ログファイルを開きます。このリストで、計算が正常に終わっているかどうかを確認してください。

5.6　計算ログ表示

「計算ログ表示」ボタンを押すと、以下のように計算ログファイルをテキスト表示します。



ここで、計算が正常に終わっている（Npier-mass2 Normal End）かどうかを確認してください。もう少し詳しい情報は、5.4 で選択あるいは設定した計算条件ファイル（○○○.inp2 ファイル）があるフォルダーの○○○.out2 ファイルをエディターで開いて確認して下さい。

Coupling Model PERIOD “T”は、１次および２次の固有振動周期を表しています；

１次固有振動周期　＝ 1.771 sec

２次固有振動周期　＝ 0.832 sec

Simple Model PERIOD(Pier)は、桟橋単体の固有振動周期です；

$T_1 = 2\pi\sqrt{W_1/(g K_1)}$

$= 2\pi\sqrt{(4000/(9.8 \cdot 5120/0.177))} = 0.746$ sec

Simple Model PERIOD(Crane)は、クレーン単体の固有振動周期です；

$T_2 = 2\pi\sqrt{W_2/(g K_2)}$

$= 2\pi\sqrt{(5245.6/(9.8 \cdot 9391.7))} = 1.500$ sec

DAMPING　COEFFICIENT は、桟橋、クレーンを単体で考えた時の減衰係数です；

$C_1 = \alpha_1 [M_1] = h_1 \times 4\pi / T_1 \times [M_1]$

$= 0.1 \times 4\pi / 0.746 \times (4000/9.8) = 687.2$ (kN*s/m)

$C_2 = \alpha_2 [M_2] = h_2 \times 4\pi / T_2 \times [M_2]$

$= 0.01 \times 4\pi / 1.500 \times (5245.6/9.8) = 44.8$ (kN*s/m)

（α１，α２は桟橋・クレーンをそれぞれ１質点系で考えた時のレーレー減衰のαで、βは０です。）

5.7　結果リスト表示

「結果ﾘｽﾄ表示」ボタンを押すと、計算結果のリストファイルをテキスト表示します。

Mass2-ex.dat2 - メモ帳

ファイル(F)　編集(E)　書式(O)　表示(V)　ヘルプ(H)

2質点系動的解析例（事例集１）
300000

No.	TIME (s)	GROUND-ACC // (m/s^2) //	ACC1(ABS) (m/s^2)	VEL1(REL) (m/s)	DIS1(REL) (m)	FORCE1 // (kN) //	ACC2(ABS) (m/s^2)	VEL2(REL) (m/s)	DIS2(REL) (m)	FORCE2 (kN)
1	0.0000E+00	-2.4108E-09	-2.8380E-12	1.2040E-12	4.0133E-16	0.0000E+00	-1.4137E-13	1.2053E-12	4.0178E-16	0.0000E+00
11	1.0000E-02	-1.1695E-07	-3.5663E-10	1.8730E-10	4.0036E-13	7.5973E-09	-1.6905E-11	1.8803E-10	4.0213E-13	1.1112E-11
21	2.0000E-02	-2.0637E-06	-1.0307E-08	5.3688E-09	1.7715E-11	3.8319E-07	-4.7026E-10	5.4007E-09	1.7815E-11	6.7626E-10
31	3.0000E-02	-1.7319E-05	-1.3906E-07	7.1251E-08	3.0516E-10	6.9928E-06	-6.1441E-09	7.1810E-08	3.0727E-10	1.5092E-08
41	4.0000E-02	-9.2414E-05	-1.0017E-06	4.9782E-07	2.6491E-09	6.3458E-05	-4.2877E-08	5.0282E-07	2.6724E-09	1.7619E-07
51	5.0000E-02	-3.7363E-04	-5.0768E-06	2.4473E-06	1.5419E-08	3.8025E-04	-2.1138E-07	2.4773E-06	1.5585E-08	1.3051E-06
61	6.0000E-02	-1.2018E-03	-2.0202E-05	9.4426E-06	6.8860E-08	1.7351E-03	-8.1951E-07	9.5807E-06	6.9748E-08	7.1297E-06
71	7.0000E-02	-3.1112E-03	-6.5152E-05	2.9367E-05	2.4862E-07	6.3847E-03	-2.5686E-06	2.9832E-05	2.5241E-07	3.1091E-05
81	8.0000E-02	-6.6269E-03	-1.7480E-04	7.5497E-05	7.4598E-07	1.9486E-02	-6.6803E-06	7.7097E-05	7.5948E-07	1.1249E-04
91	9.0000E-02	-1.1804E-02	-3.9915E-04	1.6398E-04	1.9030E-06	5.0466E-02	-1.4755E-05	1.6823E-04	1.9440E-06	3.4651E-04
101	1.0000E-01	-1.7831E-02	-7.9138E-04	3.0663E-04	4.2088E-06	1.1312E-01	-2.8258E-05	3.1646E-04	4.3170E-06	9.2771E-04
111	1.1000E-01	-2.3235E-02	-1.3884E-03	5.0267E-04	8.2138E-06	2.2337E-01	-4.7917E-05	5.2285E-04	8.4673E-06	2.1976E-03
121	1.2000E-01	-2.6776E-02	-2.1972E-03	7.3669E-04	1.4386E-05	3.9519E-01	-7.3592E-05	7.7403E-04	1.4921E-05	4.6795E-03
131	1.3000E-01	-2.8372E-02	-3.1994E-03	9.8651E-04	2.2996E-05	6.3703E-01	-1.0493E-04	1.0498E-03	2.4026E-05	9.0889E-03
141	1.4000E-01	-2.9135E-02	-4.3719E-03	1.2360E-03	3.4113E-05	9.5137E-01	-1.4240E-04	1.3358E-03	3.5948E-05	1.6319E-02
151	1.5000E-01	-3.0428E-02	-5.7060E-03	1.4827E-03	4.7707E-05	1.3375E+00	-1.8787E-04	1.6310E-03	5.0773E-05	2.7420E-02
161	1.6000E-01	-3.2810E-02	-7.2107E-03	1.7338E-03	6.3783E-05	1.7952E+00	-2.4434E-04	1.9444E-03	6.8631E-05	4.3589E-02
171	1.7000E-01	-3.5861E-02	-8.9004E-03	1.9966E-03	8.2423E-05	2.3269E+00	-3.1505E-04	2.2849E-03	8.9753E-05	6.6171E-02
181	1.8000E-01	-3.8719E-02	-1.0783E-02	2.2725E-03	1.0376E-04	2.9361E+00	-4.0307E-04	2.6554E-03	1.1443E-04	9.6671E-02
191	1.9000E-01	-3.9969E-02	-1.2840E-02	2.5495E-03	1.2737E-04	3.6256E+00	-5.1066E-04	3.0459E-03	1.4293E-04	1.3676E-01
201	2.0000E-01	-3.9178E-02	-1.5030E-02	2.8077E-03	1.5468E-04	4.3936E+00	-6.3966E-04	3.4377E-03	1.7535E-04	1.8824E-01
211	2.1000E-01	-3.6439E-02	-1.7292E-02	3.0251E-03	1.8389E-04	5.2320E+00	-7.9188E-04	3.8095E-03	2.1161E-04	2.5305E-01
221	2.2000E-01	-3.2887E-02	-1.9562E-02	3.1873E-03	2.1500E-04	6.1272E+00	-9.6983E-04	4.1472E-03	2.5142E-04	3.3315E-01
231	2.3000E-01	-2.9676E-02	-2.1792E-02	3.2925E-03	2.4744E-04	7.0626E+00	-1.1770E-03	4.4485E-03	2.9443E-04	4.3052E-01
241	2.4000E-01	-2.7470E-02	-2.3953E-02	3.3485E-03	2.8069E-04	8.0225E+00	-1.4175E-03	4.7203E-03	3.4030E-04	5.4705E-01
251	2.5000E-01	-2.6401E-02	-2.6027E-02	3.3671E-03	3.1429E-04	8.9940E+00	-1.6956E-03	4.9734E-03	3.8878E-04	6.8456E-01
261	2.6000E-01	-2.6239E-02	-2.8007E-02	3.3596E-03	3.4794E-04	9.9676E+00	-2.0153E-03	5.2176E-03	4.3974E-04	8.4475E-01
271	2.7000E-01	-2.6599E-02	-2.9887E-02	3.3340E-03	3.8142E-04	1.0937E+01	-2.3802E-03	5.4596E-03	4.9312E-04	1.0292E+00

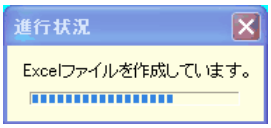
時刻　入力加速度　　質点１(桟橋)　　質点２（クレーン）

加速度・速度・変位・バネ反力　　加速度・速度・変位・バネ力

（上記リストで、[ABS]は絶対を、[REL]は相対を意味します）

5.8　図化シート作成

「図化ｼｰﾄ作成」ボタンを押すと、計算結果をまとめた Excel ファイルを作成します。
Excel ファイルの作成中は、以下のように進行状況画面が表示されます。



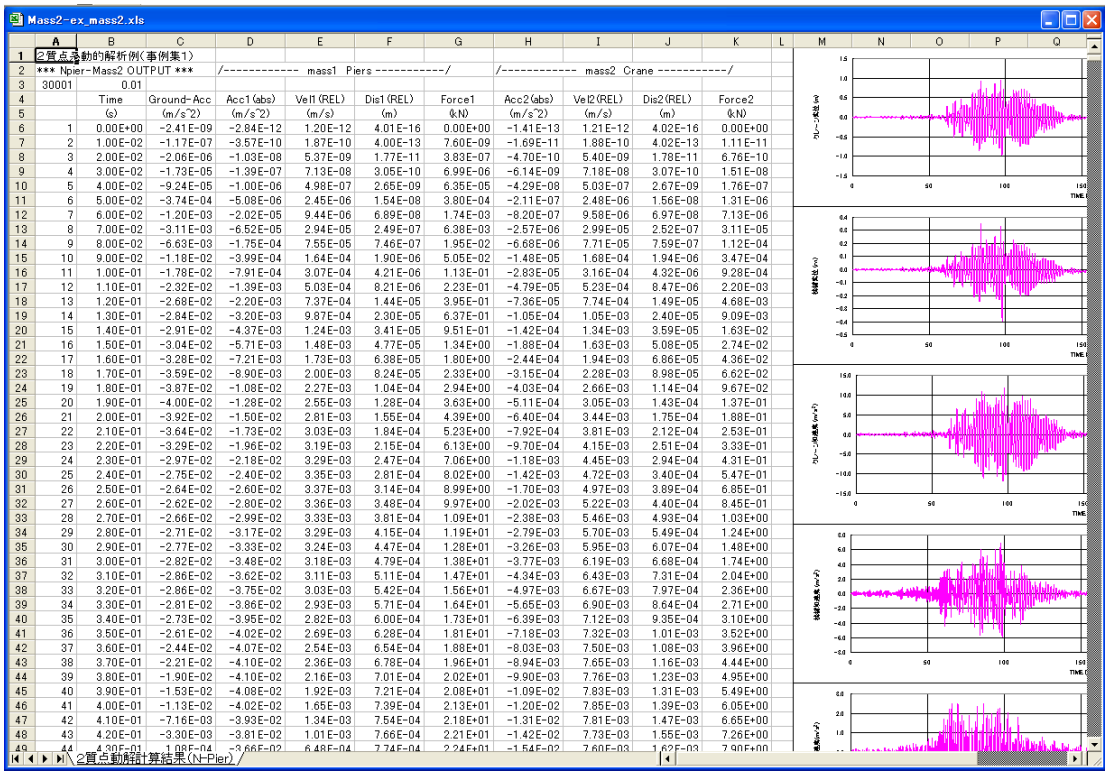
Excel ファイルが作成されると、以下の画面が表示されます。

５.９　図化表示

「図化表示」ボタンを押すと、５.８で作成した Excel ファイルを表示します。

このファイルには、計算結果の数値と時刻歴のグラフが作成されます。

以下はサンプルデータ（Seis-exB.seis、Mass2-ex(免震なし)）の結果です。



Mass2-ex_mass2.xls

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	2質点動的解析例(事例集1)										
2	*** Npier-Mass2 OUTPUT ***			/---------- mass1 Piers ----------/				/---------- mass2 Crane ----------/			
3	30001	0.01									
4		Time	Ground-Acc	Acc1(abs)	Vel1(REL)	Dis1(REL)	Force1	Acc2(abs)	Vel2(REL)	Dis2(REL)	Force2
5		(s)	(m/s^2)	(m/s^2)	(m/s)	(m)	(kN)	(m/s^2)	(m/s)	(m)	(kN)
6	1	0.00E+00	-2.41E-09	-2.84E-12	1.20E-12	4.01E-16	0.00E+00	-1.41E-13	1.21E-12	4.02E-16	0.00E+00
7	2	1.00E-02	-1.17E-07	-3.57E-10	1.87E-10	4.00E-13	7.60E-09	-1.69E-11	1.88E-10	4.02E-13	1.11E-11
8	3	2.00E-02	-2.06E-06	-1.03E-08	5.37E-09	1.77E-11	3.83E-07	-4.70E-10	5.40E-09	1.78E-11	6.76E-10
9	4	3.00E-02	-1.73E-05	-1.39E-07	7.13E-08	3.05E-10	6.99E-06	-6.14E-09	7.18E-08	3.07E-10	1.51E-08
10	5	4.00E-02	-9.24E-05	-1.00E-06	4.98E-07	2.65E-09	6.35E-05	-4.29E-08	5.03E-07	2.67E-09	1.76E-07
11	6	5.00E-02	-3.74E-04	-5.08E-06	2.45E-06	1.54E-08	3.80E-04	-2.11E-07	2.48E-06	1.56E-08	1.31E-06
12	7	6.00E-02	-1.20E-03	-2.02E-05	9.44E-06	6.89E-08	1.74E-03	-8.20E-07	9.58E-06	6.97E-08	7.13E-06
13	8	7.00E-02	-3.11E-03	-6.52E-05	2.94E-05	2.49E-07	6.38E-03	-2.57E-06	2.99E-05	2.52E-07	3.11E-05
14	9	8.00E-02	-6.63E-03	-1.75E-04	7.55E-05	7.46E-07	1.95E-02	-6.68E-06	7.71E-05	7.59E-07	1.12E-04
15	10	9.00E-02	-1.18E-02	-3.99E-04	1.64E-04	1.90E-06	5.05E-02	-1.48E-05	1.68E-04	1.94E-06	3.47E-04
16	11	1.00E-01	-1.78E-02	-7.91E-04	3.07E-04	4.21E-06	1.13E-01	-2.83E-05	3.16E-04	4.32E-06	9.28E-04
17	12	1.10E-01	-2.32E-02	-1.39E-03	5.03E-04	8.21E-06	2.23E-01	-4.79E-05	5.23E-04	8.47E-06	2.20E-03
18	13	1.20E-01	-2.68E-02	-2.20E-03	7.37E-04	1.44E-05	3.95E-01	-7.36E-05	7.74E-04	1.49E-05	4.68E-03
19	14	1.30E-01	-2.84E-02	-3.20E-03	9.87E-04	2.30E-05	6.37E-01	-1.05E-04	1.05E-03	2.40E-05	9.09E-03
20	15	1.40E-01	-2.91E-02	-4.37E-03	1.24E-03	3.41E-05	9.51E-01	-1.42E-04	1.34E-03	3.59E-05	1.63E-02
21	16	1.50E-01	-3.04E-02	-5.71E-03	1.48E-03	4.77E-05	1.34E+00	-1.88E-04	1.63E-03	5.08E-05	2.74E-02
22	17	1.60E-01	-3.28E-02	-7.21E-03	1.73E-03	6.38E-05	1.80E+00	-2.44E-04	1.94E-03	6.86E-05	4.36E-02
23	18	1.70E-01	-3.59E-02	-8.90E-03	2.00E-03	8.24E-05	2.33E+00	-3.15E-04	2.28E-03	8.98E-05	6.62E-02
24	19	1.80E-01	-3.87E-02	-1.08E-02	2.27E-03	1.04E-04	2.94E+00	-4.03E-04	2.66E-03	1.14E-04	9.67E-02
25	20	1.90E-01	-4.00E-02	-1.28E-02	2.55E-03	1.28E-04	3.63E+00	-5.11E-04	3.05E-03	1.43E-04	1.37E-01
26	21	2.00E-01	-3.92E-02	-1.50E-02	2.81E-03	1.55E-04	4.39E+00	-6.40E-04	3.44E-03	1.75E-04	1.88E-01
27	22	2.10E-01	-3.64E-02	-1.73E-02	3.03E-03	1.84E-04	5.23E+00	-7.92E-04	3.81E-03	2.12E-04	2.53E-01
28	23	2.20E-01	-3.29E-02	-1.96E-02	3.19E-03	2.15E-04	6.13E+00	-9.70E-04	4.15E-03	2.51E-04	3.33E-01
29	24	2.30E-01	-2.97E-02	-2.18E-02	3.29E-03	2.47E-04	7.06E+00	-1.18E-03	4.45E-03	2.94E-04	4.31E-01
30	25	2.40E-01	-2.75E-02	-2.40E-02	3.35E-03	2.81E-04	8.02E+00	-1.42E-03	4.72E-03	3.40E-04	5.47E-01
31	26	2.50E-01	-2.64E-02	-2.60E-02	3.37E-03	3.14E-04	8.99E+00	-1.70E-03	4.97E-03	3.89E-04	6.85E-01
32	27	2.60E-01	-2.62E-02	-2.80E-02	3.36E-03	3.48E-04	9.97E+00	-2.02E-03	5.22E-03	4.40E-04	8.45E-01
33	28	2.70E-01	-2.66E-02	-2.99E-02	3.33E-03	3.81E-04	1.09E+01	-2.38E-03	5.46E-03	4.93E-04	1.03E+00
34	29	2.80E-01	-2.71E-02	-3.17E-02	3.29E-03	4.15E-04	1.19E+01	-2.79E-03	5.70E-03	5.49E-04	1.24E+00
35	30	2.90E-01	-2.77E-02	-3.33E-02	3.24E-03	4.47E-04	1.28E+01	-3.26E-03	5.95E-03	6.07E-04	1.48E+00
36	31	3.00E-01	-2.82E-02	-3.48E-02	3.18E-03	4.79E-04	1.38E+01	-3.77E-03	6.19E-03	6.68E-04	1.74E+00
37	32	3.10E-01	-2.86E-02	-3.62E-02	3.11E-03	5.11E-04	1.47E+01	-4.34E-03	6.43E-03	7.31E-04	2.04E+00
38	33	3.20E-01	-2.86E-02	-3.75E-02	3.03E-03	5.42E-04	1.56E+01	-4.97E-03	6.67E-03	7.97E-04	2.36E+00
39	34	3.30E-01	-2.81E-02	-3.86E-02	2.93E-03	5.71E-04	1.64E+01	-5.65E-03	6.90E-03	8.64E-04	2.71E+00
40	35	3.40E-01	-2.73E-02	-3.95E-02	2.82E-03	6.00E-04	1.73E+01	-6.39E-03	7.12E-03	9.35E-04	3.10E+00
41	36	3.50E-01	-2.61E-02	-4.02E-02	2.69E-03	6.28E-04	1.81E+01	-7.18E-03	7.32E-03	1.01E-03	3.52E+00
42	37	3.60E-01	-2.44E-02	-4.07E-02	2.54E-03	6.54E-04	1.88E+01	-8.03E-03	7.50E-03	1.08E-03	3.96E+00
43	38	3.70E-01	-2.21E-02	-4.10E-02	2.36E-03	6.78E-04	1.96E+01	-8.94E-03	7.65E-03	1.16E-03	4.44E+00
44	39	3.80E-01	-1.90E-02	-4.10E-02	2.16E-03	7.01E-04	2.02E+01	-9.90E-03	7.76E-03	1.23E-03	4.95E+00
45	40	3.90E-01	-1.53E-02	-4.08E-02	1.92E-03	7.21E-04	2.08E+01	-1.09E-02	7.83E-03	1.31E-03	5.49E+00
46	41	4.00E-01	-1.13E-02	-4.02E-02	1.65E-03	7.39E-04	2.13E+01	-1.20E-02	7.85E-03	1.39E-03	6.05E+00
47	42	4.10E-01	-7.16E-03	-3.93E-02	1.34E-03	7.54E-04	2.18E+01	-1.31E-02	7.81E-03	1.47E-03	6.65E+00
48	43	4.20E-01	-3.30E-03	-3.81E-02	1.01E-03	7.66E-04	2.21E+01	-1.42E-02	7.73E-03	1.55E-03	7.26E+00
49	44	4.30E-01	1.08E-04	-3.66E-02	6.48E-04	7.74E-04	2.24E+01	-1.54E-02	7.60E-03	1.62E-03	7.90E+00

2質点動解計算結果(N-Pier)

なお、この時作成される Excel ファイルの名称は、○○○_mass2.xls です（Excel2007 以降は、拡張子が xlsm です）。

ここで、○○○は 5.4 で選択した○○○.inp2 ファイルのファイル名です。ユーザーは必要に応じて図表名などこのファイルを変更・修正してください。

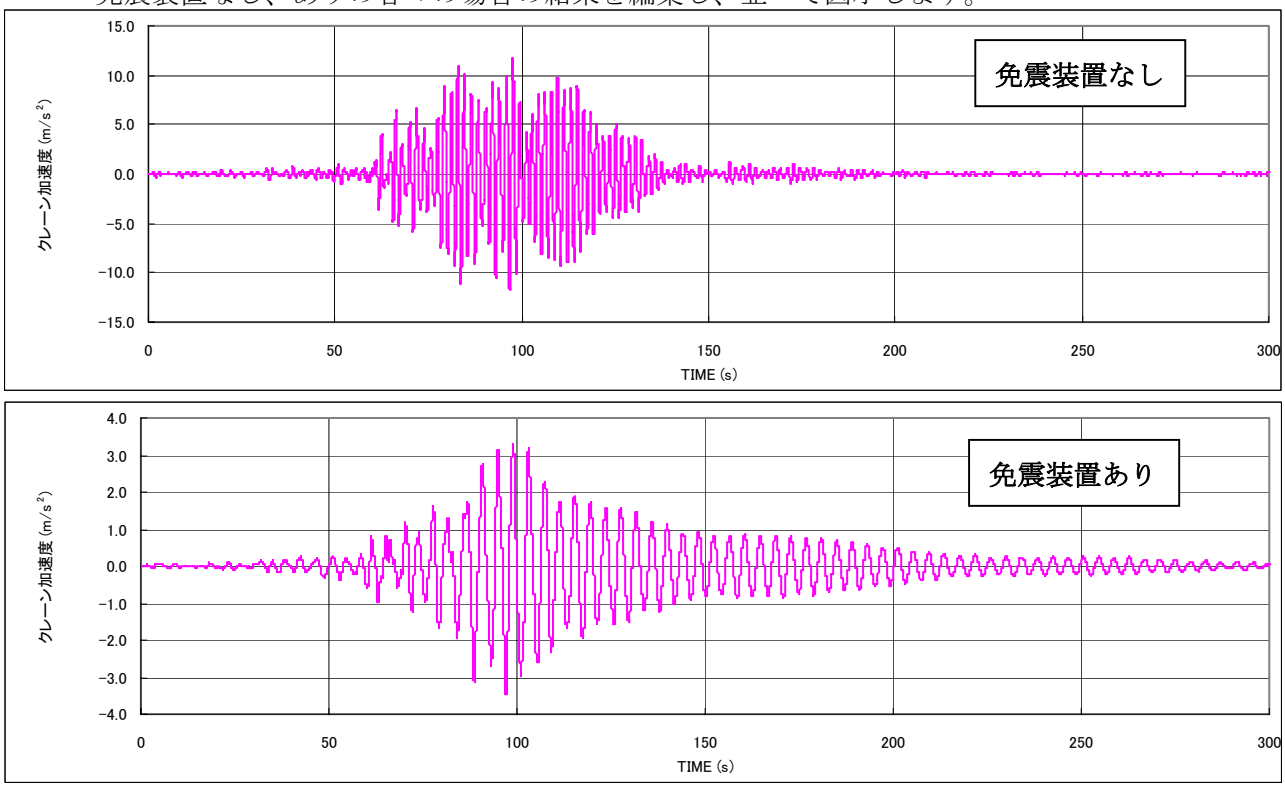
Excel 上で印刷を指示すると、次のものが標準として印刷されるようになっています。

１ページ目：クレーン変位時系列図
　　桟橋変位時系列図
　　クレーン応答加速度時系列図
　　桟橋応答加速度時系列図

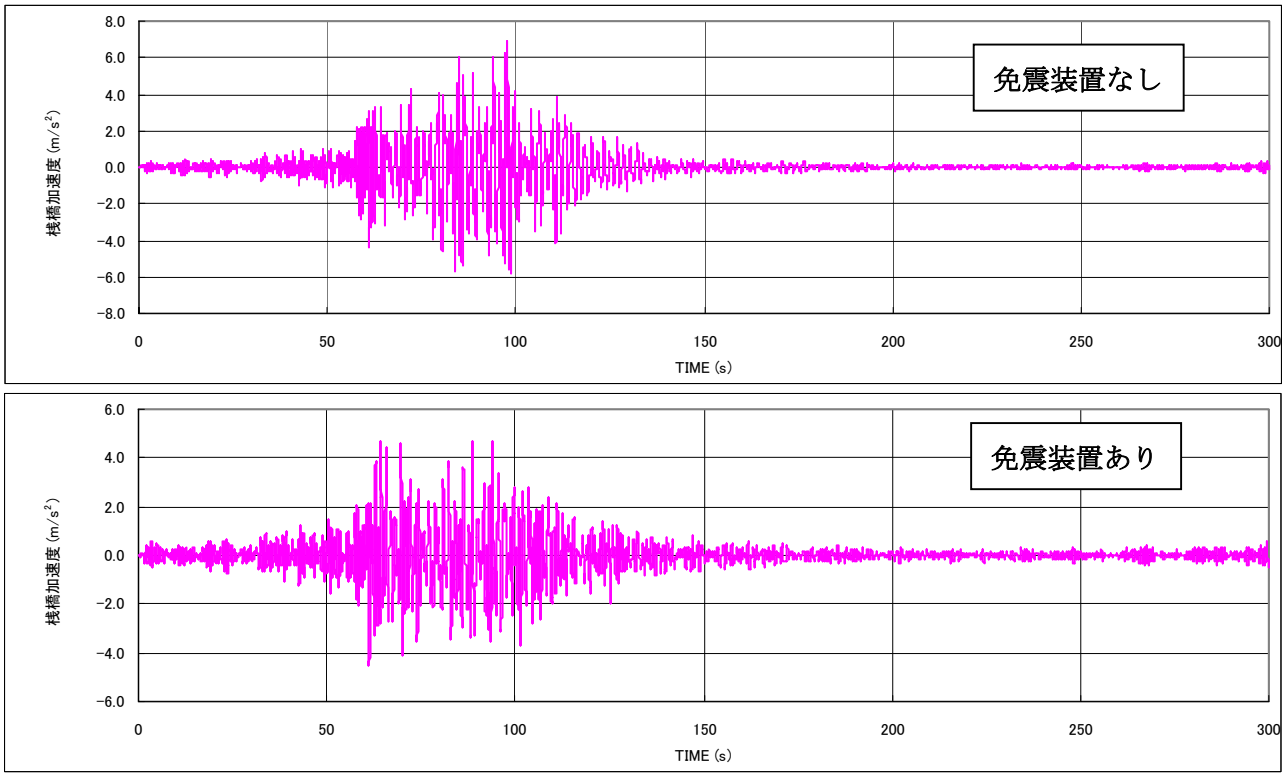
２ページ目：クレーンせん断力時系列図
　　桟橋せん断力時系列図
　　桟橋の変位・復元力の関係履歴図
　　（用紙は、Ａ４サイズ、縦置き）

５.１０　動的解析結果

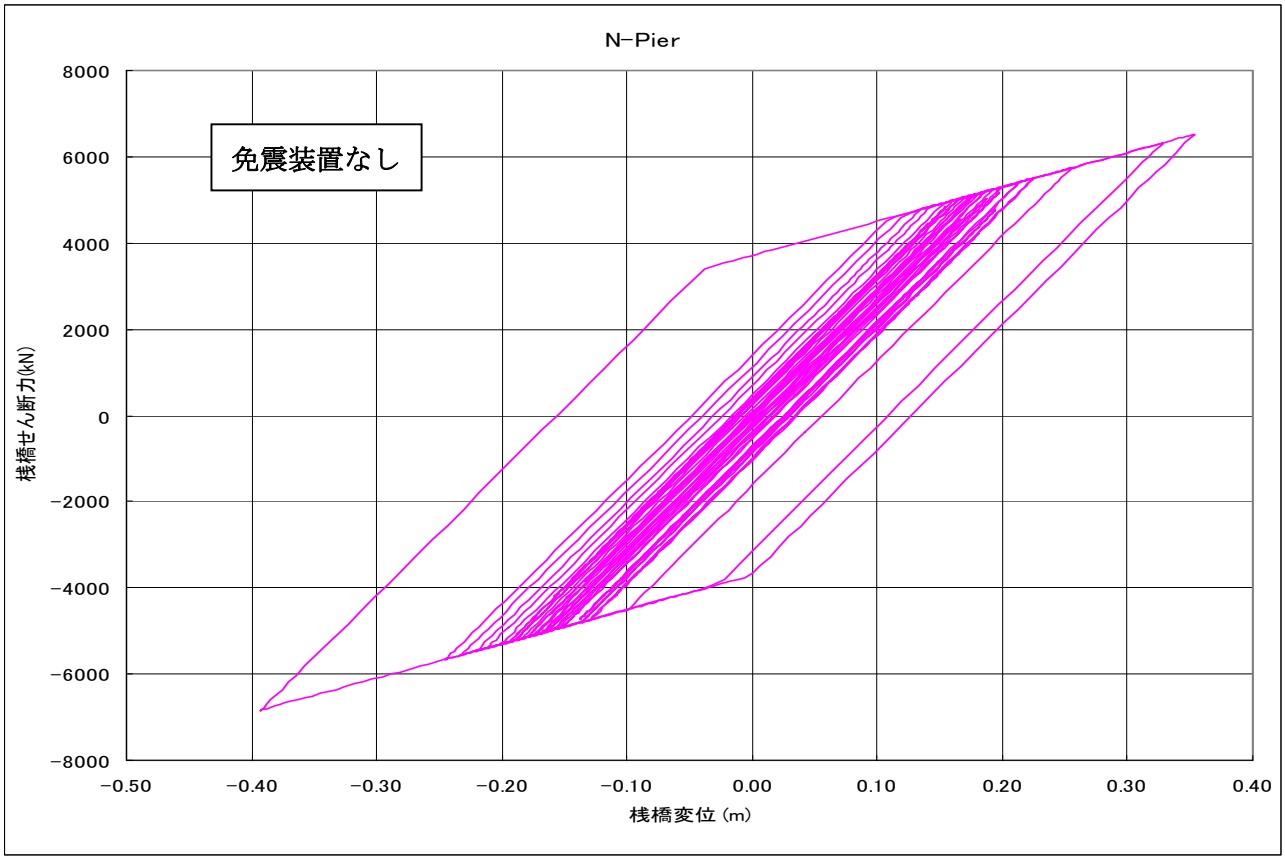
免震装置なし、ありの各々の場合の結果を編集し、並べて図示します。

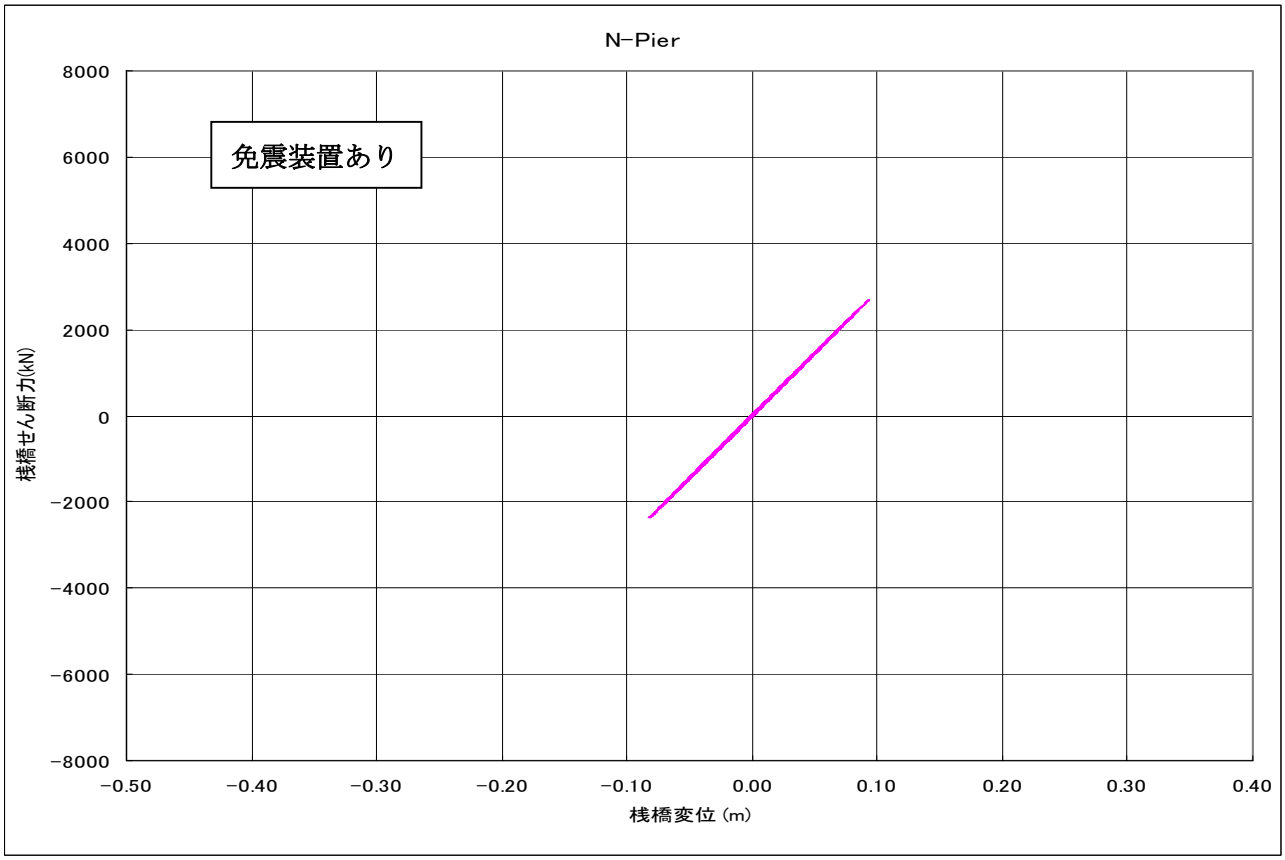


図－5.2　クレーン応答加速度



図－5.3　桟橋の応答加速度


N-Pier
免震装置なし
8000
6000
4000
2000
0
-2000
-4000
-6000
-8000
桟橋せん断力(kN)
-0.50
-0.40
-0.30
-0.20
-0.10
0.00
0.10
0.20
0.30
0.40
桟橋変位 (m)


N-Pier
免震装置あり
8000
6000
4000
2000
0
-2000
-4000
-6000
-8000
桟橋せん断力(kN)
-0.50
-0.40
-0.30
-0.20
-0.10
0.00
0.10
0.20
0.30
0.40
桟橋変位 (m)

図－5.4　桟橋復元力図

桟橋の弾塑性解析プログラム

N-Pier

Version-3.00

データ作成例－3

（事例集斜杭モデル　事例集２.prj）

2007 年 10 月

独立行政法人　港湾空港技術研究所

鋼管杭協会

株式会社 海洋河川技術研究所

目　　次

１．まえがき 1
２．計算条件 2
　２.１　断面図 2
　２.２　骨組モデル 2
　２.３　地盤条件 3
　２.４　杭の軸方向極限値と軸方向バネ 4
　２.５　Ｌ２地震検討時荷重条件 4
　２.６　部分係数法設計時荷重条件 5
３．データ作成（Ｌ２検討時） 7
　３.１　新規作成 7
　３.２　基本条件の設定 9
　３.３　モデルの作成 13
　３.４　床版条件 17
　３.５　土質条件 18
　３.６　杭条件 19
　３.７　荷重条件 20
　３.８　モデルデータ(.prj ファイル)の保存 22
　３.９　計算用入力データ（.inp ファイル）の作成 23
　３.１０　計算実行 23
　３.１１　計算結果 25
４．データ作成（部分係数設計時） 30
　４.１　計算タイプの選択 30
　４.２　モデル作成 31
　４.３　荷重条件 32
　４.４　モデルデータ(.prj ファイル)の保存 35
　４.５　計算用入力データ(.inp ファイル)の作成 35
　４.６　計算実行 36
　４.７　計算結果 36

１．まえがき

ここでは、N-Pier Ver.3.00 による斜め組杭式桟橋のデータ作成例を示します。

２．に計算条件を、３．と４．にデータ作成手順を記載しています。

ここでは、(財)沿岸技術研究センター発行の「港湾構造物設計事例集 平成 19 年 改訂版 第２編 係留施設」の第３章にある計算例を対象に、データを作成しています。なお、ここで示したものはあくまで「データの作成例」であり、同事例集に示された設計条件を用いて独自の判断で計算を行ったものであり、これによる計算結果と同事例集の結果は必ずしも一致するものではありません。

この資料の目的は、あくまで、データの作成などのプログラム使用方法を理解してもらう点にあり、その目的のためにのみ使用下さい。

今回の新 N-Pier(Ver.3.00)では、従来のＬ２地震に対する検討だけでなく、同じ構造モデルを用いて部分係数法に基づく設計も行うことができます。通常はＬ１地震時等を対象に部分係数法に基づく設計を行い、設計断面を決めてからからＬ２地震に対する検討へ進みますが、構造モデルとしては最終的にＬ２地震時検討用のモデルを用いるので、データ作成例としては、３．でＬ２地震に対する検討例を、４．で部分係数法に基づく検討例を示しています。

別のケースとして、次の例が用意してあります。これらも参考にして下さい。

データ作成例－１　：　斜杭式桟橋の簡単なモデル（sample-1.prj）
データ作成例－２　：　事例集*の直杭モデル（事例集１.prj）

---

*)「港湾構造物設計事例集 平成 19 年 改訂版 第２編 係留施設」
(財)沿岸技術研究センター

2．計算条件

2.1　断面図

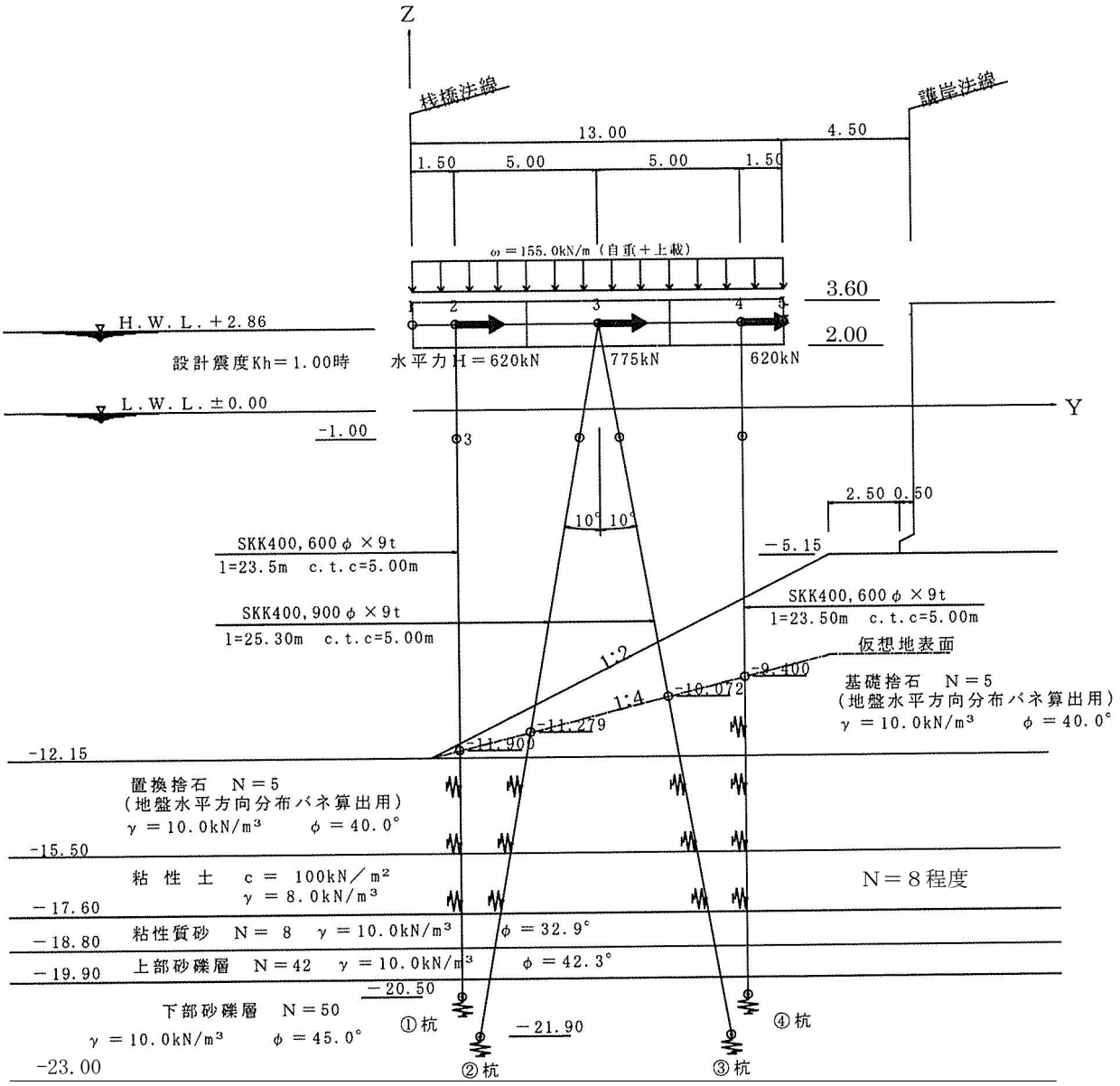


図-2.1　構造モデル

2.2　骨組モデル

・奥行きの計算幅は5.0mとする。

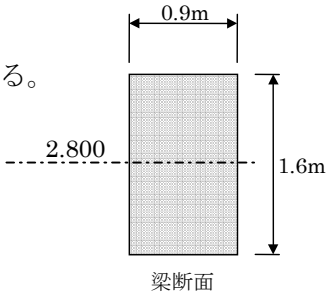
・桁は線形とし、剛域は考慮しない。軸線位置は標高2.8mとする。

・桁剛性等は次の通りとする。

断面積：　A＝0.9m×1.6m＝1.44m²

断面2次モーメントI＝0.9m×1.6m³／12＝0.3072m⁴

弾性係数E＝2.5×10⁴N/mm²



・鋼管杭の材質　：全杭 SKK400（σy＝235.0 N/mm²）とする。

サイズ：①杭・④杭　　600φ×9t

②杭・③杭　　900φ×9t

弾性係数 E＝2.0×10⁵N/mm²

なお、床版(桁)の高さ 1.6m の半分の部分を剛域として考慮する。

・鋼管杭の腐食代

杭頭部（-1.00m 以浅 重防食）tc＝0.00mm/年×50 年＝0.0mm

水中部（-1.00m～海底面）　　tc＝0.01mm/年×50 年＝0.5mm

土中部（海底面位深）　　tc＝0.03mm/年×50 年＝1.5mm

なお、鋼管の腐食代は外面のみ考慮し、内面では考慮しない。

・仮想地表面（前面水深と実地表面との 1／2 の高さ）を考慮する。

2.3　地盤条件

表 2-1 に各地層の地盤条件を示す。

表 2-1　地盤条件

	N 値	γ' (kN/m³)	C (kN/m²)	Φ (°)	δ (°)	備考
マウンド	18	10.0	-----	40	15	地盤バネ計算用Ｎ値=5
置換捨石	18	10.0	-----	40	15	〃　　=5
粘 性 土	8	8.0	100.0		15	
粘性質砂	8	10.0	-----	32.9	15	
上部砂礫層	42	10.0	-----	42.3	15	
下部砂礫層	50	10.0	-----	45.0	15	

表 2-2 に各杭の仮想地表面水深を示す。なお、この仮想地表面水深はプログラムで自動計算されたものである。

表 2-2　各杭の仮想地表面水深

	①杭	②杭	③杭	④杭
仮想地表面水深(m)	-11.900	-11.279	-10.072	-9.400

●受働土圧計算時のＬ１地震の照査用震度の特性値は 0.13 とする。

●斜杭の地盤バネの補正を行う。また、この時の荷重の向きは海から陸とする。

●粘性土地盤：$\eta_k \alpha_k$＝1.0，$\eta_p \alpha_p$＝1.0

●砂質土地盤：$\eta_k \alpha_k$＝1.0，$\eta_p \alpha_p$＝1.0

２.４　杭の軸方向極限値と軸方向バネ

杭の軸方向極限値および軸方向バネ Kv を表 2-3 に示す。

表 2-3　杭の軸方向極限値と軸方向バネ

項目	直杭(海側) ①杭	斜杭(海側) ②杭	斜杭(陸側) ③杭	直杭(陸側) ④杭
押込み上限値 (kN)	2537	4661	4789	2799
引抜き上限値 (kN)	979	1931	2066	1150
軸方向ばね (kN/m)	123679	168066	167994	124799

２.５　Ｌ２地震検討時荷重条件

上部工死荷重と上載荷重は等分布荷重で与える。解析では上部工の張出し部もモデル化しているため、以下の値に計算幅 5.0m をかけた値を入力する。

上部工死荷重：　21kN/m^2
上載荷重　　：　10kN/m^2
→　(21＋10)×5＝155kN/m

上部工長さは 13m であり、全重量＝155kN/m ×13m＝2,015kN とする。

地震慣性力は全重量×震度とし、これを杭頭の３ノードに等分して集中荷重で与える。表 2-4 に鉛直荷重（等分布荷重）と各ノードの地震慣性力（震度 Kh＝1.0）を示す。

表 2-4　鉛直荷重（等分布荷重）と地震慣性力（震度 Kh＝1.0）

上部工長さ (m)	上部工鉛直荷重分布荷重 (kN/m)	地震時慣性力(kh＝1.0) 各ノードの集中荷重(kN)
13	155 (全荷重＝155×13m＝2015kN)	ノード２　625 ノード３　775 ノード４　625 計　2015

２.６　部分係数法設計時荷重条件

施設タイプは、下記の内「耐震強化施設(標準)」とする。

耐震強化施設(特定)／**耐震強化施設(標準)**／耐震強化施設以外

荷重条件は次の４種類の内Ａ・Ｃを想定し、荷重の向きの組み合わせ、その他の条件の組み合わせで、計算ケース数としては全５ケースとする。表 2-5 に各ケースの設計荷重を示す。

Ａ：接岸時・牽引時・クレーン作業時
Ｂ：暴風時
Ｃ：Ｌ１地震時（杭混在なし）
Ｄ：Ｌ１地震時（杭混在あり）

表 2-5　部分係数法設計時荷重

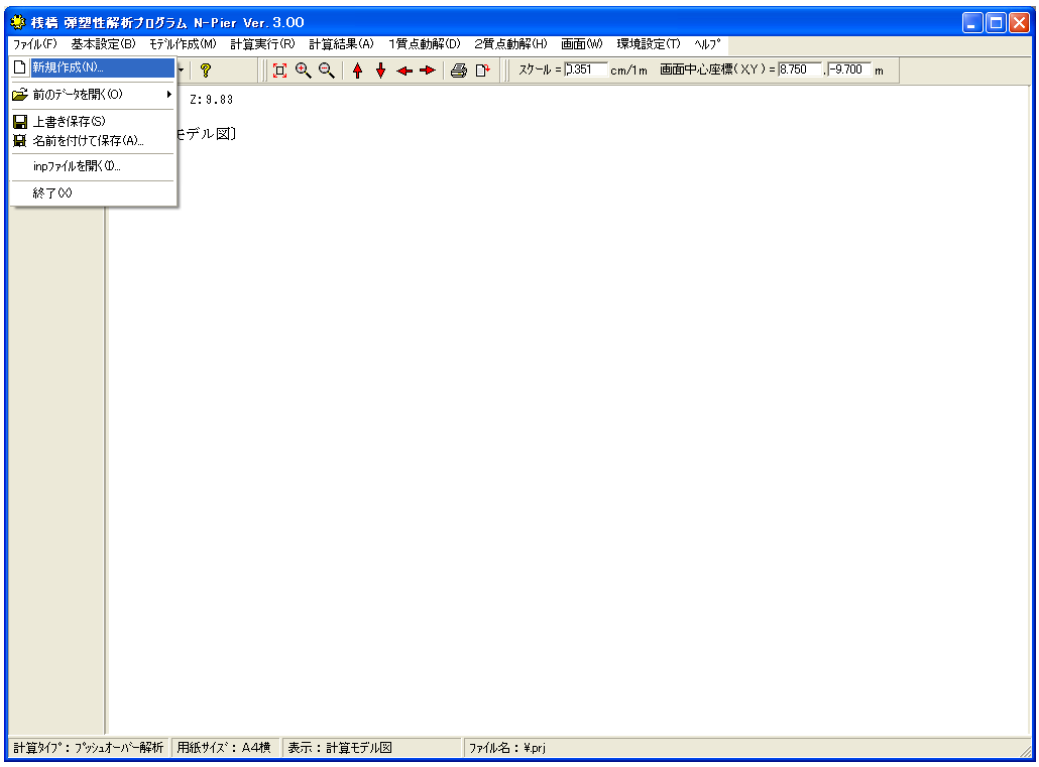
荷重 No.	条　件	荷重の 向き	データ	摘　　要
1	A： 接岸時・ 牽引時・ ｸﾚｰﾝ作業時	無視	・上部工自重＋桟橋部載荷重； 21kN/m×5m＋ 20kN/m×5m＝205kN/m ・渡版自重＋渡版部載荷重； (71.3＋100.)×4.5／2 ＝385.4kN	通常作業時 （渡版部は、半分のみ考慮）
2	A： 接岸時・ 牽引時・ ｸﾚｰﾝ作業時	海→陸	・No.1 と同じ鉛直荷重 ・平行接岸時水平力； 228kN×1.35＝307.8kN	平行接岸時
3	A： 接岸時・ 牽引時・ ｸﾚｰﾝ作業時	海→陸	・No.1 と同じ鉛直荷重 ・偏心接岸時水平力； 171kN×1.35＝230.9kN	偏心接岸時
4	C：L１地震時 （杭混在なし）	海→陸	・上部工自重＋桟橋部載荷重； 21kN/m×5m＋ 10kN/m×5m＝155kN/m ・渡版自重＋渡版部載荷重； (71.3＋50.)×4.5／2 ＝272.9kN ・地震水平力； (18.9+9.0)×13.0m＋ (12.83+9.)×4.5m ＋ (0.24+0.36+0.24)×5.0m ＝467kN (＝117+234+117 で 杭頭に分配)	レベル１地震動 （海側→陸側）
5	C：L１地震時 （杭混在なし）	陸→海	・No.４と同じ荷重 ただし、水平力は反対向き	レベル１地震動 （陸側→海側）

３．データ作成（Ｌ２検討時）

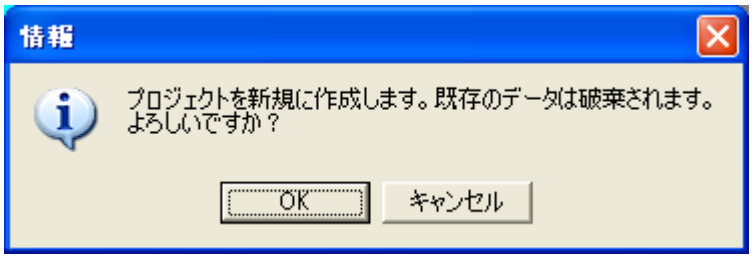
以下では、２．で示したモデルと計算条件について、データを新規作成する場合の手順を説明します。

３.１　新規作成

データの新規作成を行います。プログラムを起動すると下記の画面が表示されます。ここでファイル(F)をクリックし、その中の「新規作成」をクリックします。

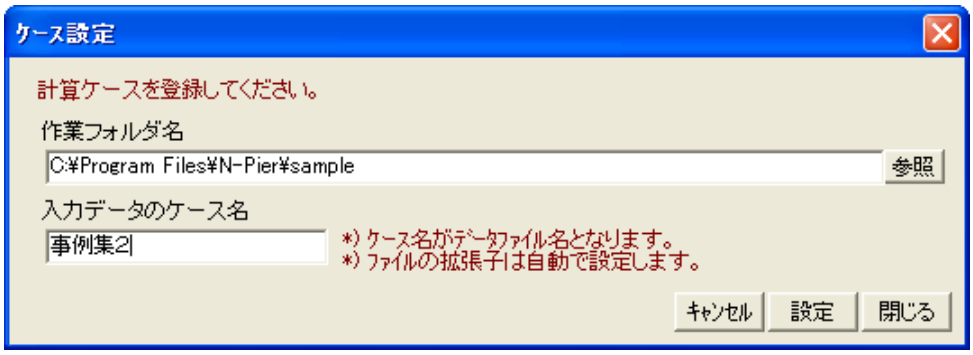


すると、次の確認画面が表示されるので、「OK」をクリックします。

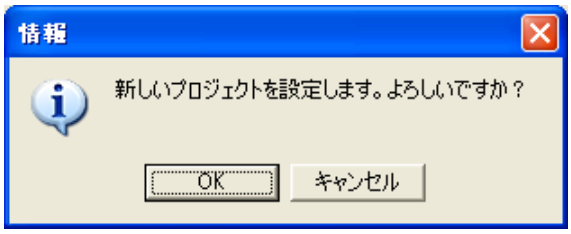


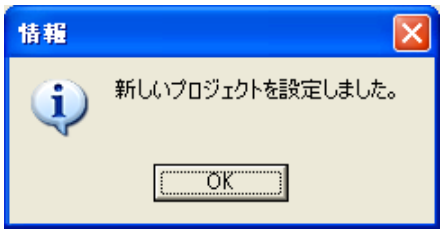
続いて以下の確認画面が表示されるので、「OK」をクリックしてください。

次にケース設定画面が表示されます。作業フォルダ名、入力データのケース名、計算ケースタイトルを入力します。

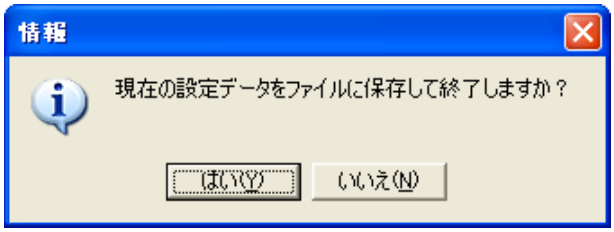


入力後、「設定」ボタンをクリックすると確認画面が表示されるので、「OK」をクリックしてください。

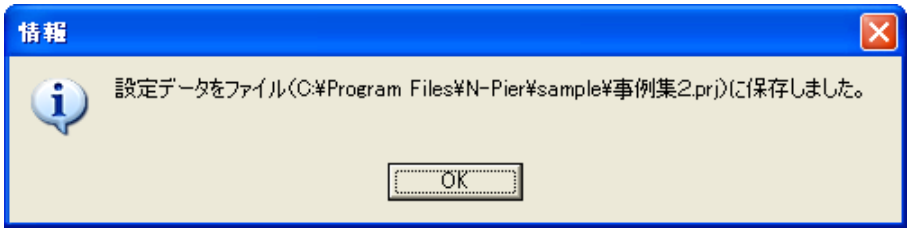




なお、計算を終了する時は、前ページ上の画面で終了(X)をクリックしてください。すると、次の確認画面が表示されるので、「はい(Y)」をクリックしてください。



続いて以下の確認画面が表示されるので「OK」をクリックしてください。



３.２　基本条件の設定

基本的な計算条件の入力を行います。画面左側の「基本条件」ボタンをクリックすると、下の画面が表示されます。ここで、いくつかの基本条件を設定します。先ず、計算タイプとして、「レベル２地震動に対するプッシュオーバー解析(弾塑性解析)」を指定し、計算ケースタイトルを入力します。

次に、＜杭の材料特性＞、＜地盤バネ＞、＜荷重ステップ＞、＜その他＞の順に条件を入力します。

＜杭の材料特性＞

「材料強度」は規定値をそのまま使います。

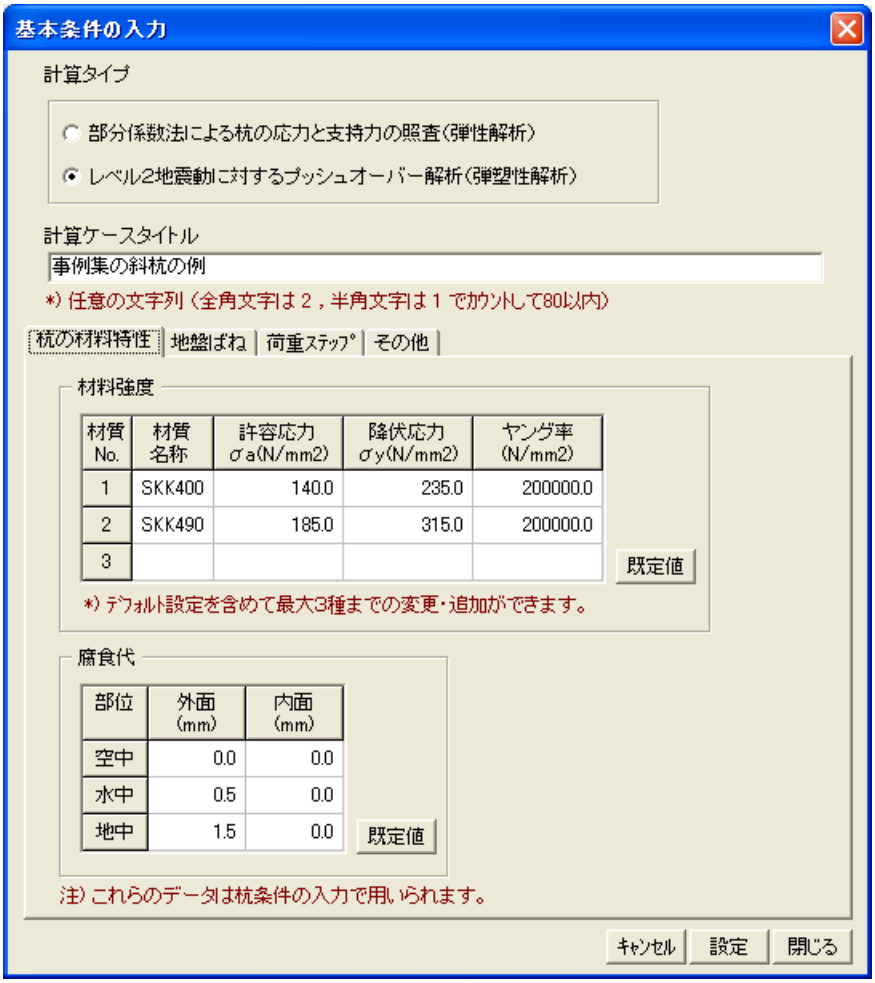
本例では、「腐食代」は外面だけを考慮するので、所定の数値を入力します。

今回のケースでは、腐食代を次のように考慮します。(規定値は、すべて 0.0 です。)

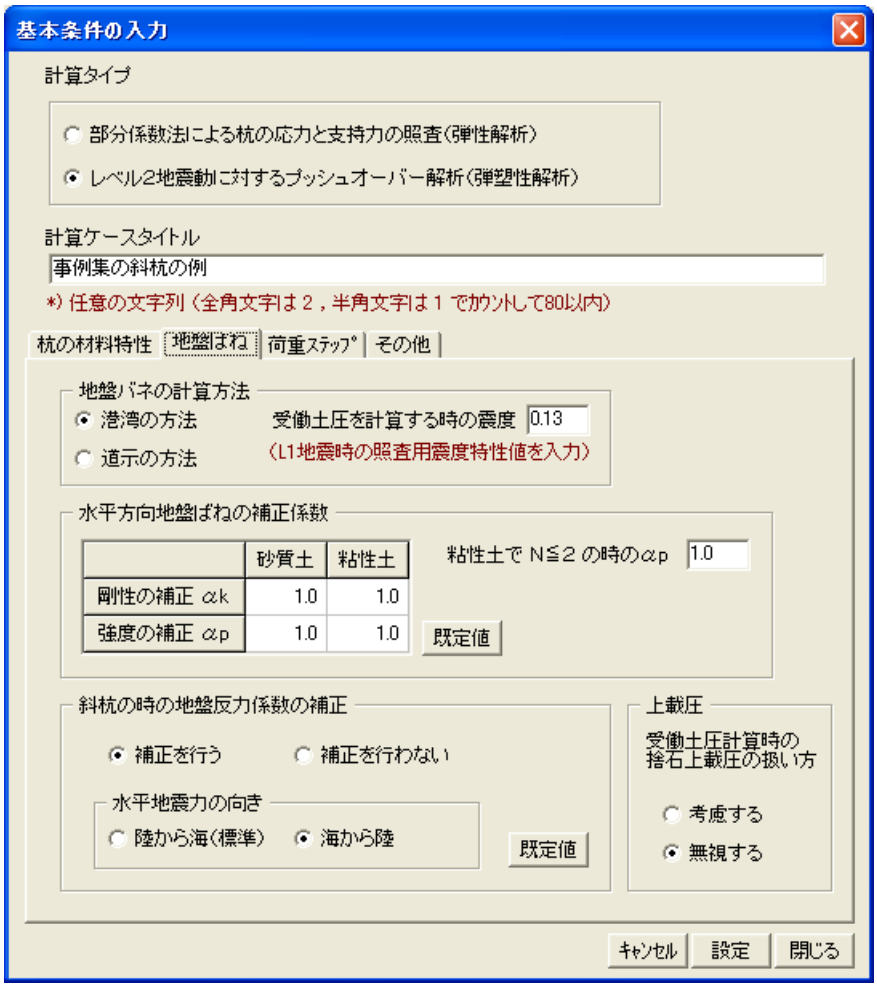
杭頭部（-1.00m 以浅　重防食）tc＝0.00mm/年×50 年＝0.0mm

水中部（-1.00m～海底面）　　tc＝0.01mm/年×50 年＝0.5mm

土中部（海底面位深）　　tc＝0.03mm/年×50 年＝1.5mm



＜地盤ばね＞



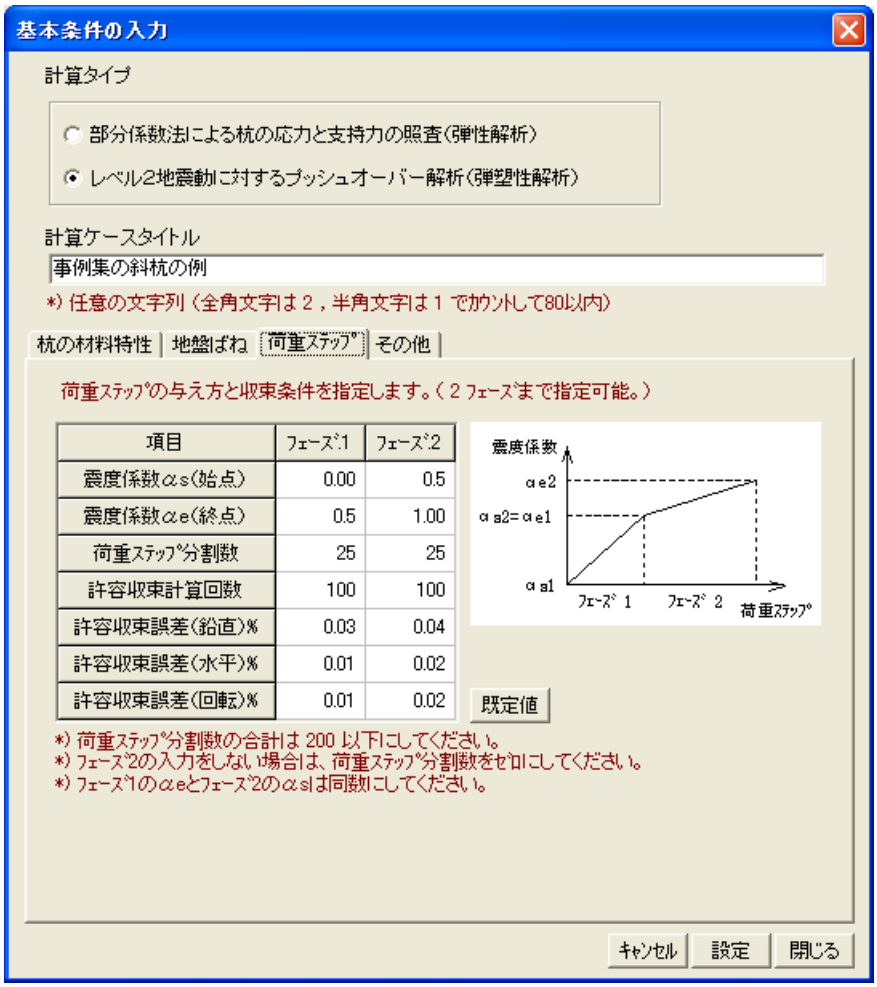
計算方法は、「港湾の方法」が標準です。また、地震時受働土圧の計算に用いる震度はL1 地震時の照査用震度の特性値とし、今回はｋch＝0.13 です。

なお、水平方向地盤ばねの補正係数は、「道示の方法」を選んだ場合、次の値が標準値となります。「港湾の方法」ではすべて 1.0 とします。これらの値は「規定値」をクリックすると自動的にセットされるようになっています。

	砂質土	粘性土
剛性の補正係数αｋ	1.5	1.5
強度の補正係数αｐ	3.0	1.5

＜荷重ステップ＞

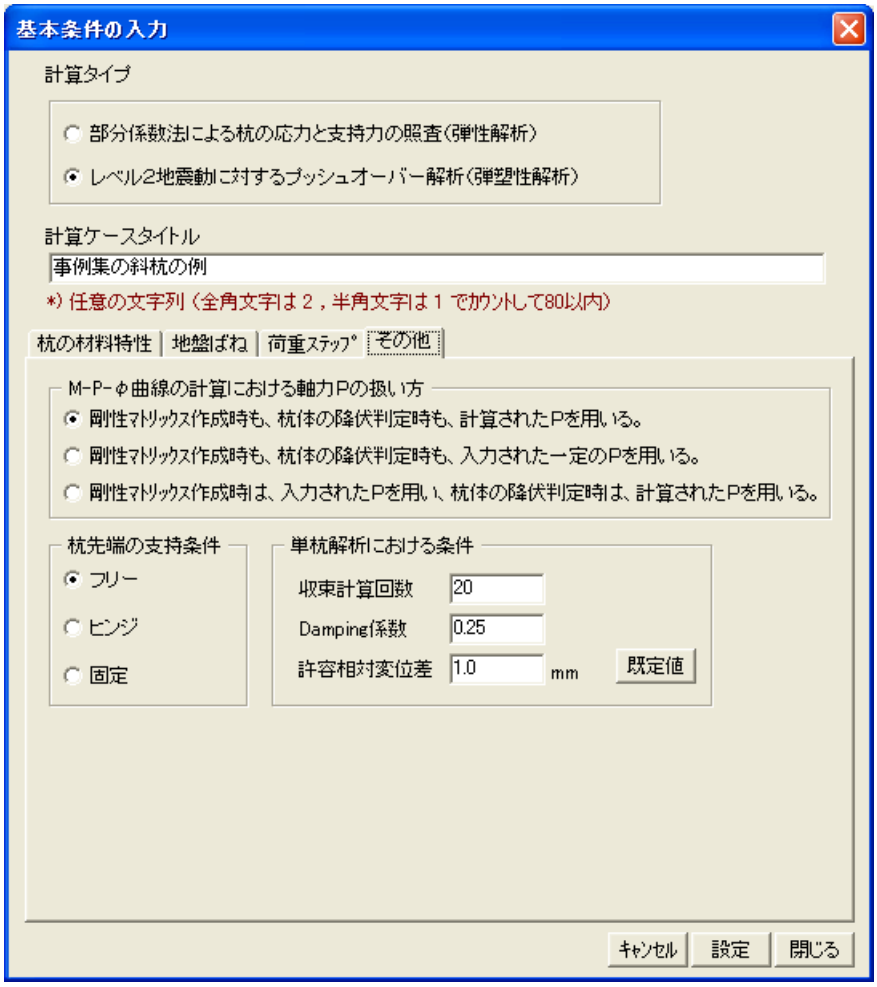
本計算では、フェーズ 2 の許容収束計算回数および各収束誤差を下に示すように変更します。（「計算タイプ」としてを部分係数法を指定しているときは表示されません）



本計算では、変更後、「設定」ボタンおよび「閉じる」ボタンを選択し、荷重ステップ条件の設定を終了します。通常は、このような変更は必要ありませんが、計算が収束しない時などは必要となります。詳細については「操作マニュアル」の４．３を参照してください。

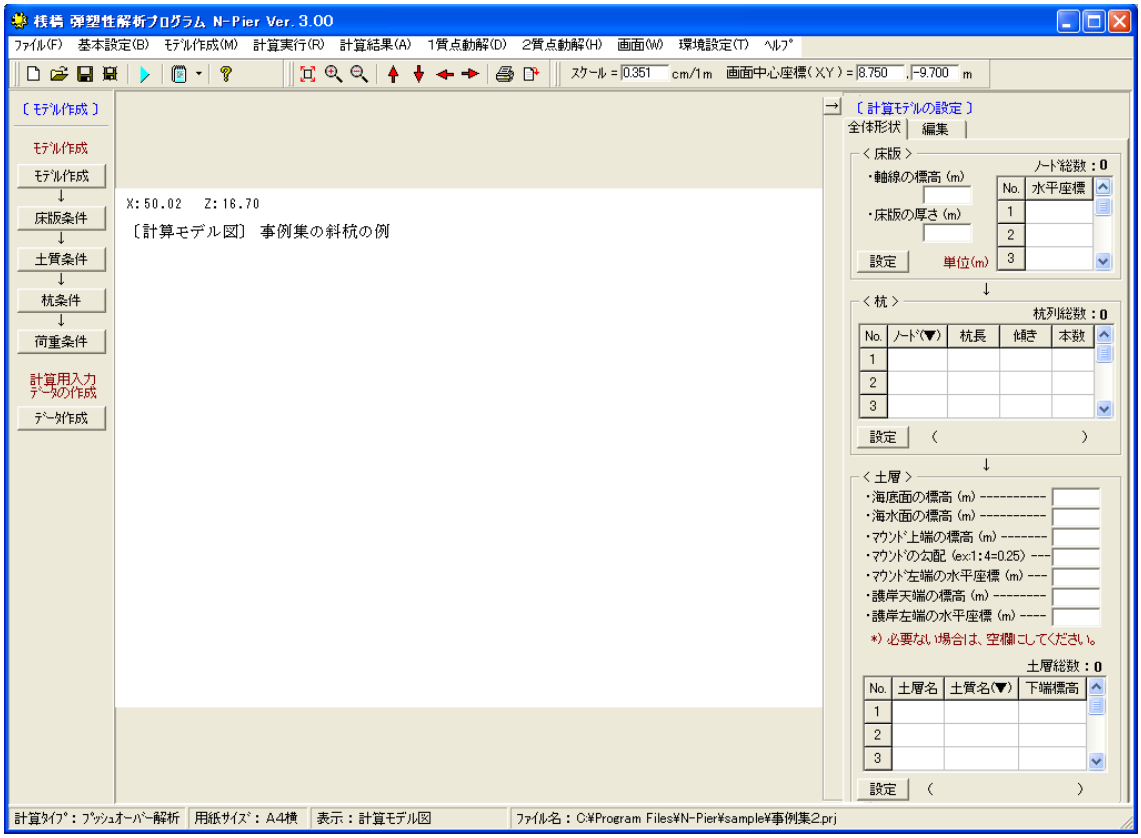
＜その他＞

ここでの変更はありません。



3.3　モデルの作成

まず最初に、構造モデルの全体形状を定義します。基本メニューの「モデル作成」を選択し、画面左側に表示された「モデル作成」ボタンをクリックします。この時、画面右側に２つのメニュー「全体形状」と「編集」が表示されるので、まず全体形状の入力を行います。

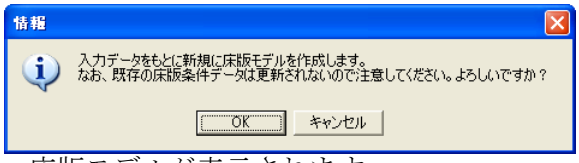


①床版モデルの作成

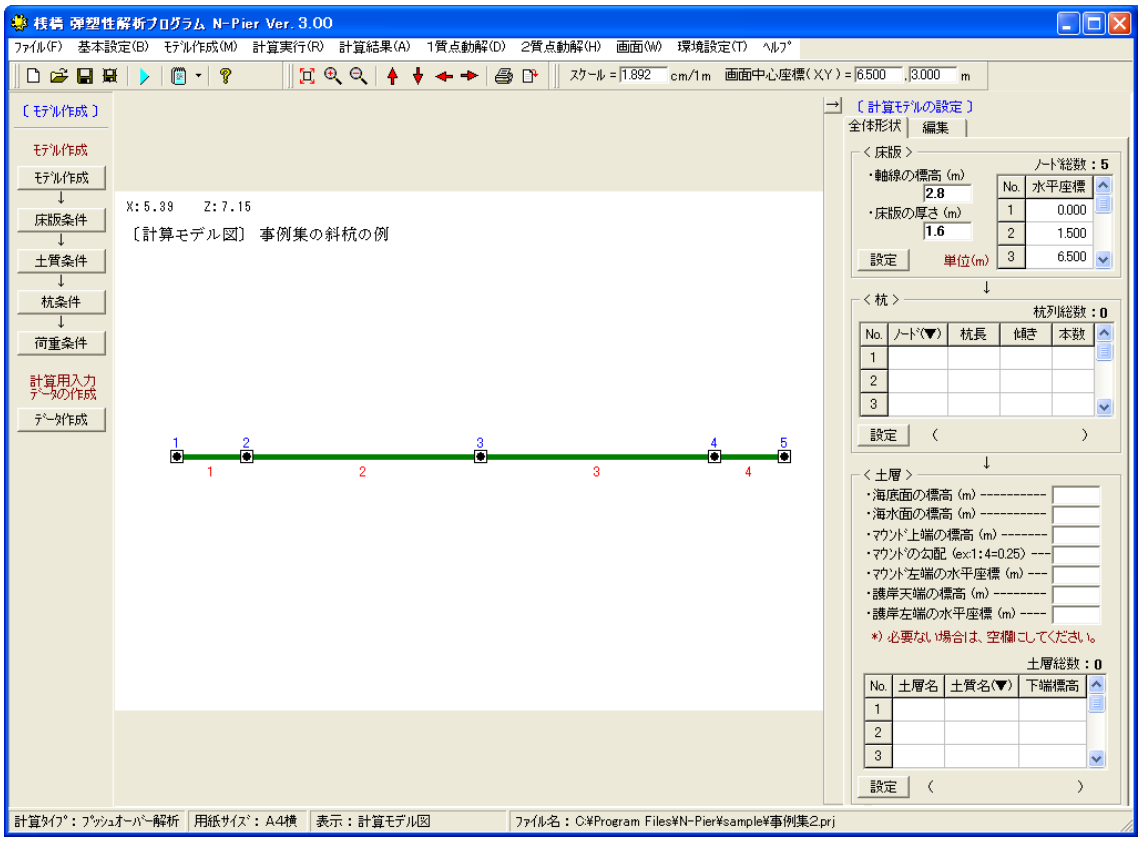
床版の軸線の標高、厚さ、梁ノードの水平座標を入力し、「設定」ボタンをクリックします。

床版の軸線の標高は、床版の中心線とし、図-2.1 より +2.8m とします。また床版の厚さは本ケースでは 1.6m とします。ノードの水平座標は左から順に 0.0、1.5、6.5、11.5、13.0m を入力し設定ボタンを押します。水平座標の原点は任意であり、今回は床版左端としました。

確認画面が表示されるので、「OK」をクリックしてください。



床版モデルが表示されます。



②杭モデルの作成

＜杭＞　杭列総数：4

No.	ノード	杭長	傾き	本数
1	2	22.5	0.00	1
2	3	24.27	-10.00	1
3	3	24.27	10.00	1

設定　（杭の奥行き本数　）

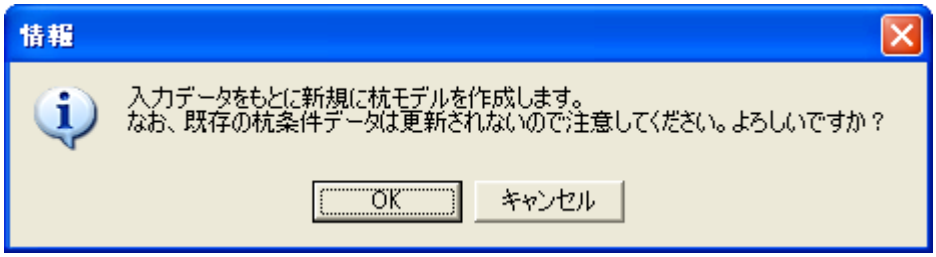
杭頭の梁ノード番号、杭長、杭傾きを入力し、「設定」ボタンをクリックします。

なお、「本数」は奥行き方向の杭の本数を示しますが、今回の場合は全て１本です。

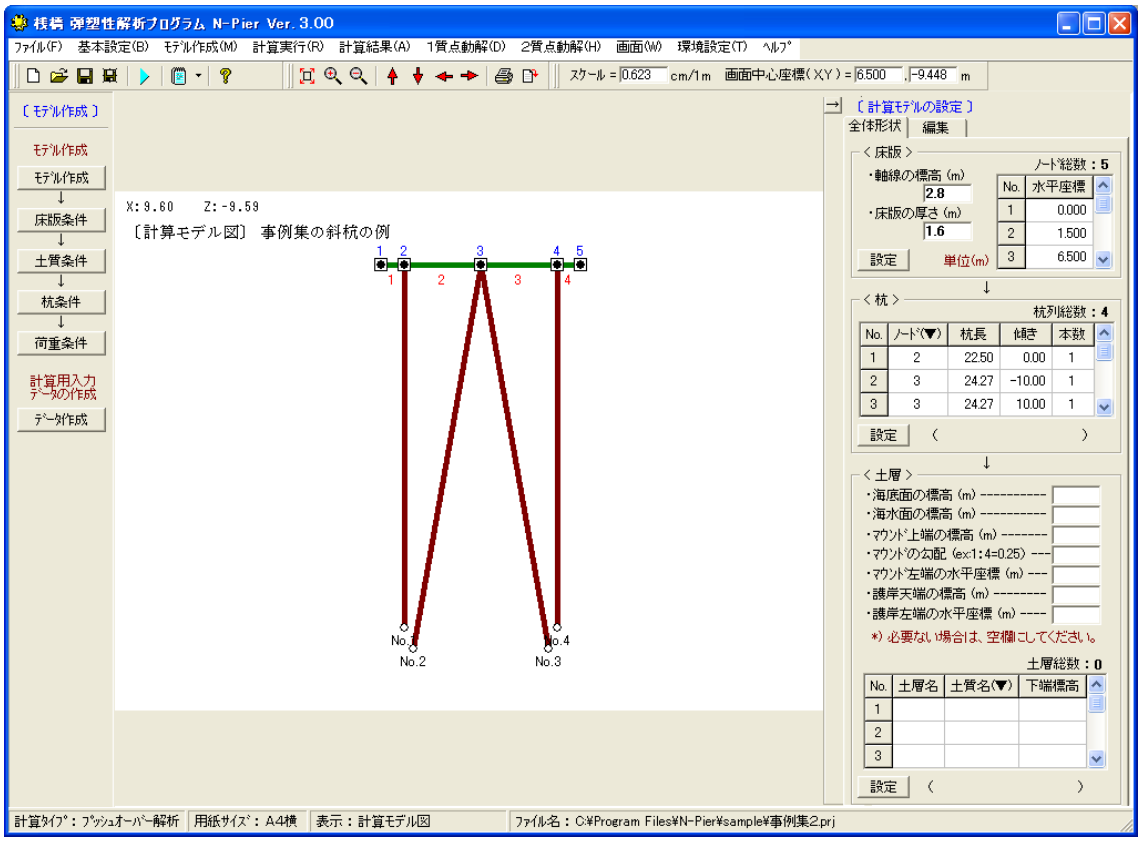
①杭、④杭の長さは、20.5+3.0m＝23.5m

②杭、③杭の長さは、(21.9+3.0)/cos10°　＝25.28m

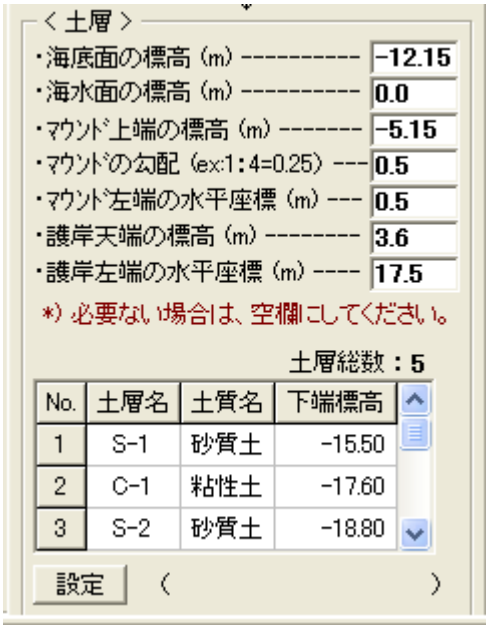
確認画面が表示されるので「OK」をクリックしてください。



杭モデルが表示されます。



③土層モデル

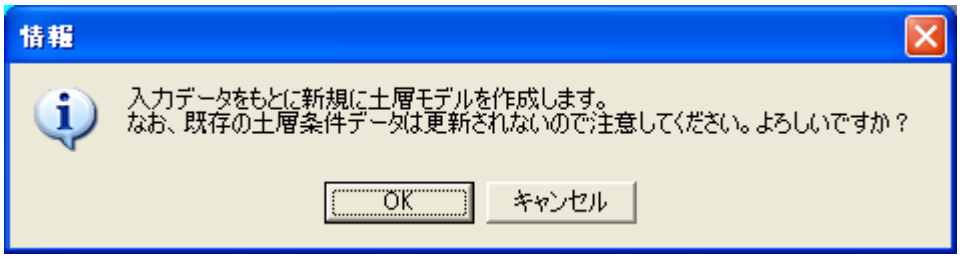


海底面、海水面、マウンド上端の標高、マウンドの勾配、マウンド左端の水平座標、護岸天端の標高、護岸左端の水平座標、土層名、土質名、土層下端標高を入力し、「設定」ボタンをクリックします。下部砂礫層（S-4）の下端標高は「-23.0m」としました。

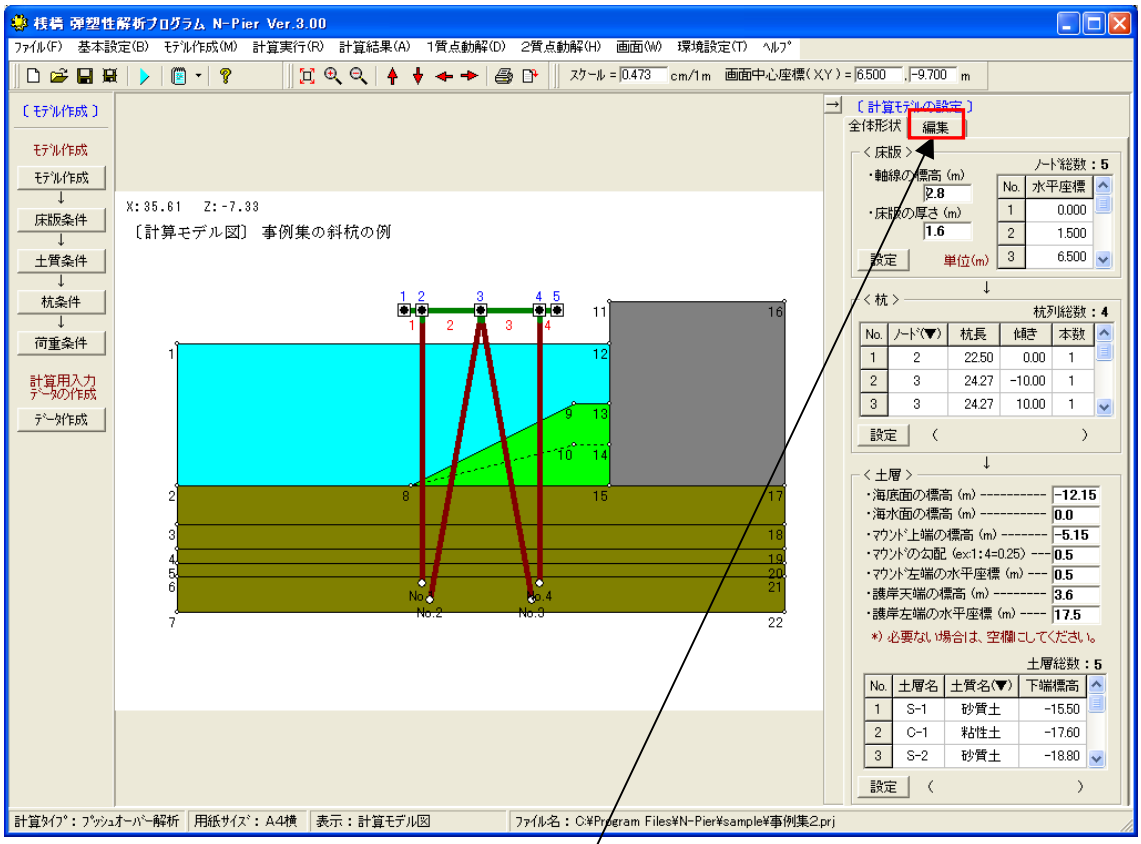
標高等は、図-2.1 の通り入力してください。マウンドの勾配は 1:2 なので 1/2＝0.5 を入力してください。護岸天端の標高と水平位置は適当な値を入力してください。これらは護岸表示のためだけに用いられ、計算には用いられません。

土層は上から順に入力します。土質名は入力欄をクリックして粘性土か砂質土を選択します。なお、マウンドは入力する必要がありません。

確認画面が表示されるので「OK」をクリックしてください。



海水領域、マウンド、土層モデルが表示されます。



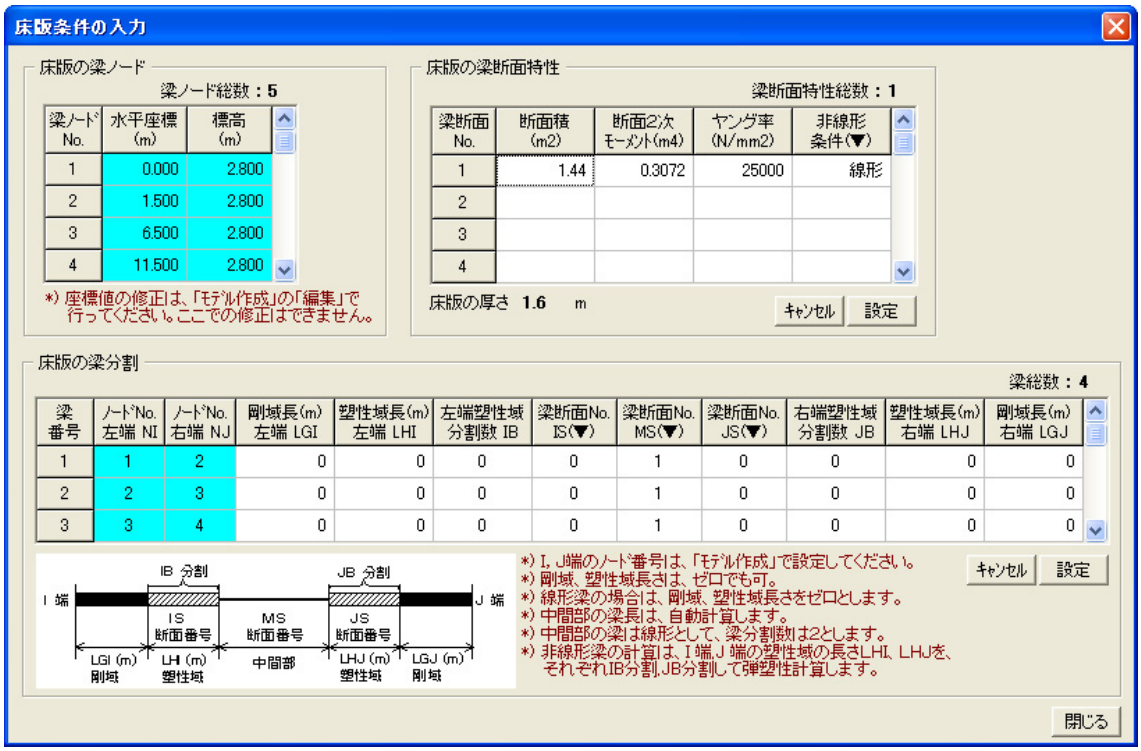
以上、「全体形状」だけでモデルを作成しました。今回は簡単なモデルなので、これで終わりですが、モデルの細かい修正は「編集」で行います。「編集」の具体的方法については、「操作マニュアル」を参照してください。具体例については、「データ作成例－２」あるいは「複雑なモデルのデータ作成例」を参照して下さい。

3.4　床版条件

床版条件を設定します。画面左側の「床版条件」ボタンを選択します。まず「床版の梁断面特性」で、床版の断面積、断面 2 次モーメント、弾性係数、非線形条件を入力し、「設定」ボタンをクリックします（各数値は、２.２骨組モデルに示してあります)。

次に「床版の梁分割」を入力し、「設定」ボタンをクリックします。全ての入力が終了したら「閉じる」ボタンをクリックします。

なお、梁断面が変化する時は、それぞれの断面特性を「床版の梁断面特性」で定義してください。そこで定義された梁断面 No.は、次の「床版の梁分割」で参照されます。



3.5　土質条件

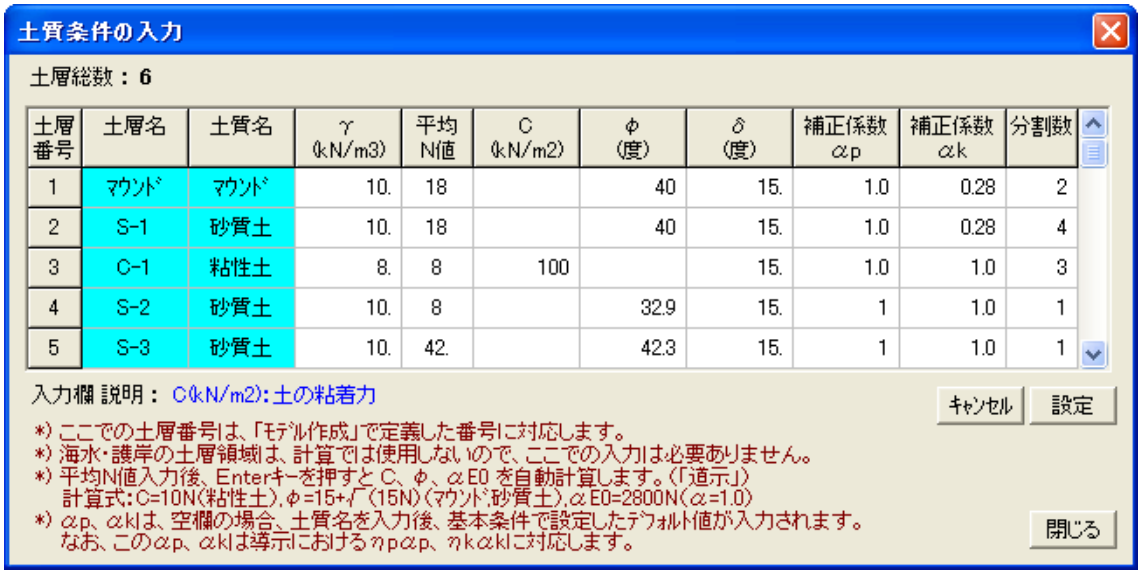
土質条件を設定します。画面左側の「土質条件」ボタンを選択します。土質定数を入力し、「設定」ボタンをクリックします。全ての入力が終了したら「閉じる」ボタンをクリックします。

土層１、２の平均N値は 18 ですが、水平方向地盤バネ計算のN値は５とします。したがって、平均N値＝18、補正係数αk＝5/18≒0.28 を入力します。

注）N値を５，補正係数αk＝1.0 としても地盤反力係数は正しく計算されます。ただ、後述する杭の極限支持力 Pcmax、Ptmax の計算でもこのN値を用います。このため、ここでは支持力計算用のN値 18 を入力し、それをαk で補正します。

土層３の粘性土層では、N値は８とします。また、粘着力C＝100kN/㎡も入力。土層４・５・６は、N値を入力した時の自動計算値φを、それぞれ 32.9°、42.3°、45.0°に置き換え入力します。

右端の「分割数」は、地盤バネを計算する位置を指定します。地表面付近は分割数を多く（分割間隔が杭径の１～２倍となるように）、深い部分の分割数は少なくします。なお、分割数の合計は 30 以下です。



土層番号	土層名	土質名	γ (kN/m3)	平均N値	C (kN/m2)	φ (度)	δ (度)	補正係数 αp	補正係数 αk	分割数
1	ﾏｳﾝﾄﾞ	ﾏｳﾝﾄﾞ	10.	18		40	15.	1.0	0.28	2
2	S-1	砂質土	10.	18		40	15.	1.0	0.28	4
3	C-1	粘性土	8.	8	100		15.	1.0	1.0	3
4	S-2	砂質土	10.	8		32.9	15.	1	1.0	1
5	S-3	砂質土	10.	42.		42.3	15.	1	1.0	1

3.6　杭条件

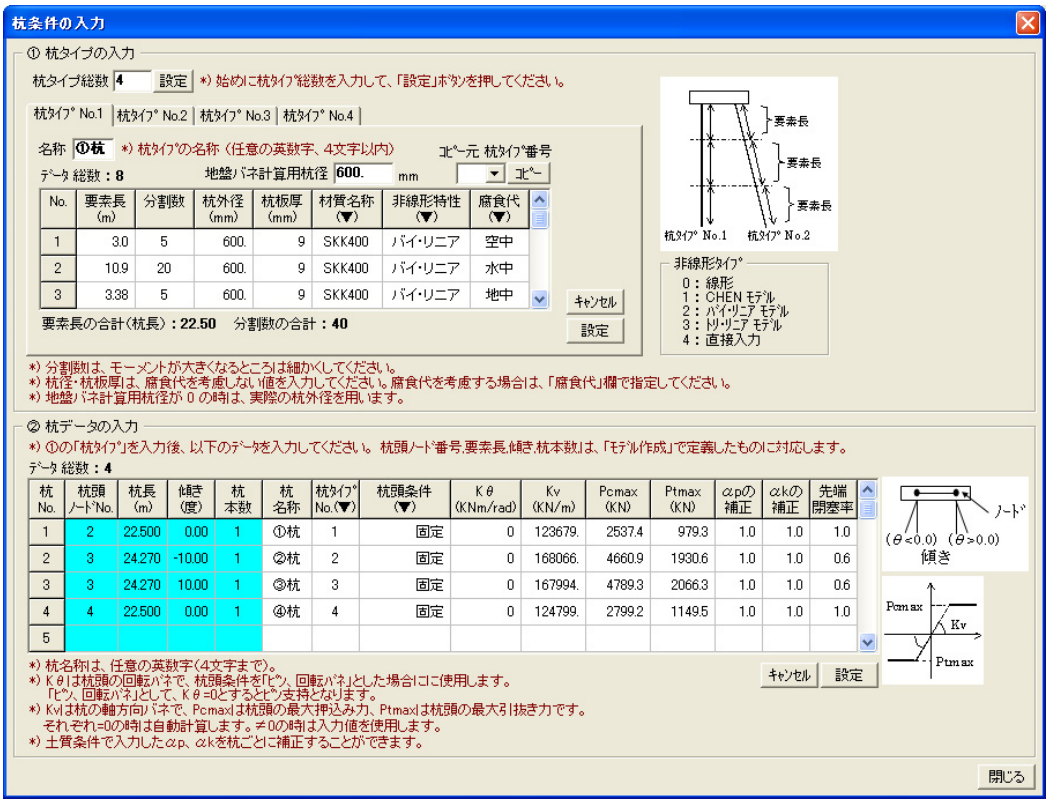
杭条件を設定します。画面左側の「杭条件」ボタンをクリックします。

まず、「①杭タイプの入力」で、杭タイプ総数を入力し（今回の場合は 4)、右側の「設定」ボタンをクリックします。次に各杭タイプ毎に杭タイプ項目を入力しますが、今回のデータでは空中部・水中部・地中部で腐食代が違うので、それぞれの長さごとに入力し、最後に「設定」ボタンをクリックします。

次に「②杭データの入力」で、杭頭バネ Kv 等（表-2.3 参照）の所要データを入力し、「設定」ボタンをクリックします。全ての入力が終了したら「閉じる」ボタンをクリックします。

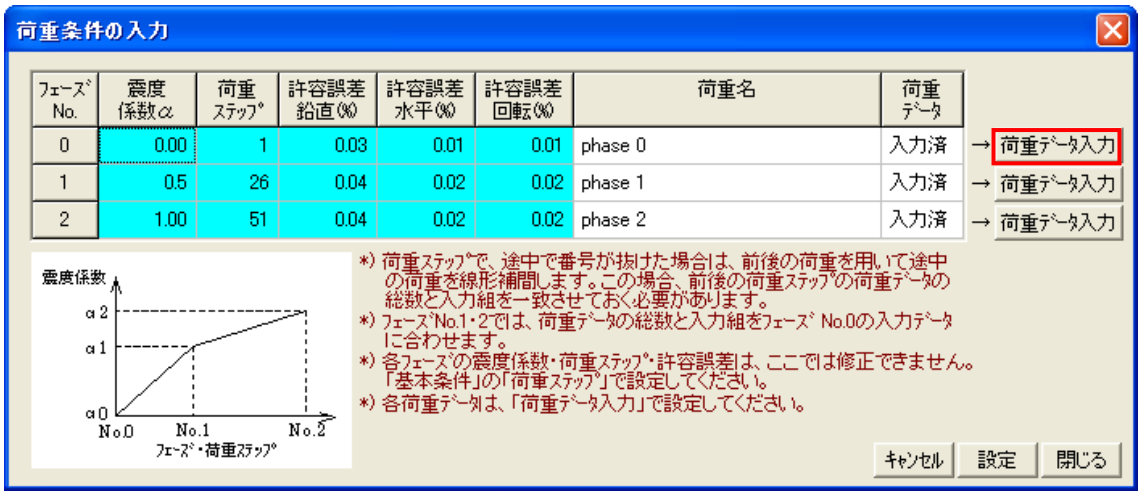
なお、「①杭タイプの入力」において、杭の板厚や材質が途中で変化する時は、その長さ（要素長）ごとにデータを入力してください。また、その時の分割数は、杭の断面力の計算位置を定義します。杭の上部では分割間隔が 0.5～1.0m、下部では 1.0～1.5m 程度になるようにしてください。

また、今回の Ver.3.00 では Kv、Pcmax、Ptmax の自動計算機能が追加されました。杭の先端支持力を計算するため先端閉塞率を入力して下さい。これらの値の自動計算は常に行われ、Kv、Pcmax、Ptmax の各入力欄が 0.0 の時、自動計算された値が計算に使用されます。0.0 でない時はその入力値がそのまま用いられます。自動計算された結果の表示方法は 3.11 に示します。

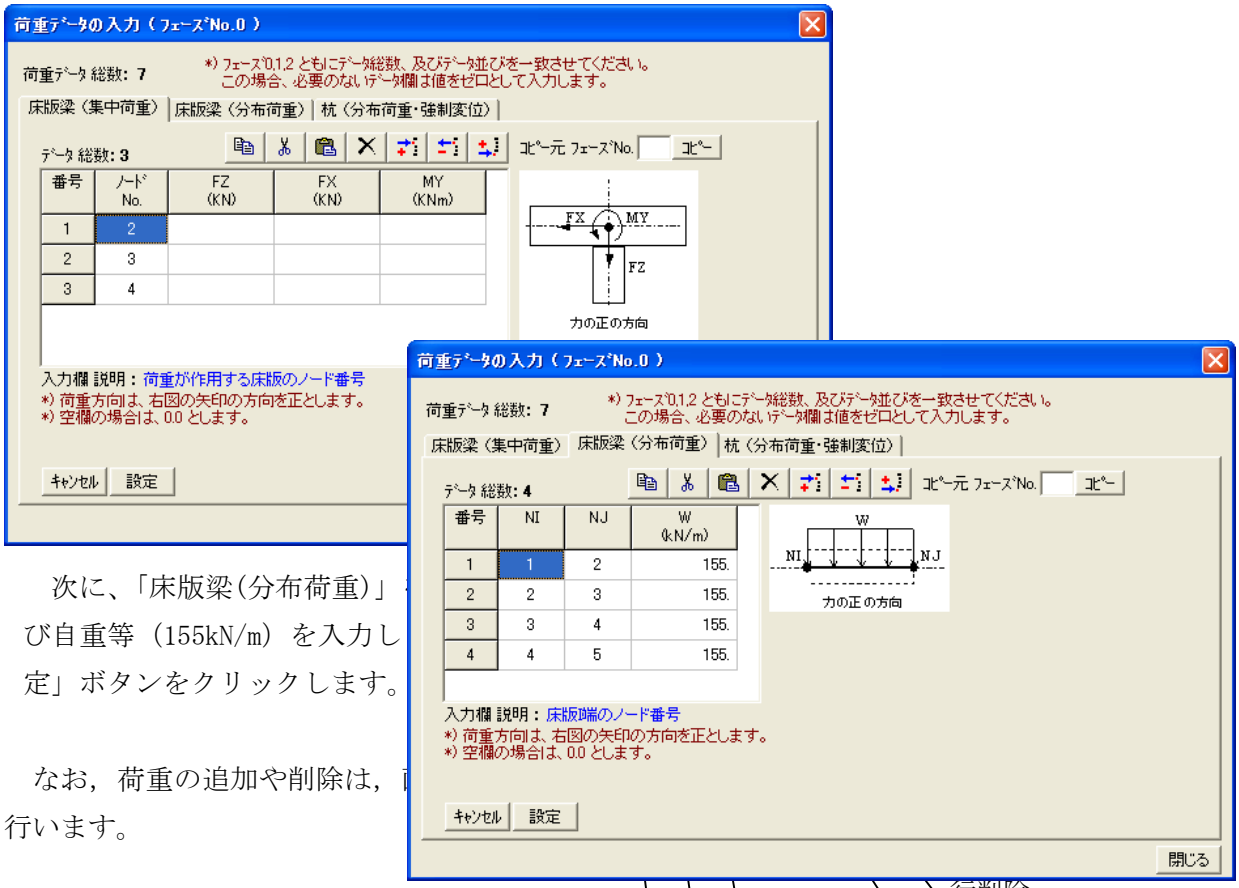


3.7　荷重条件

荷重条件を設定します。画面左側の「荷重条件」ボタンをクリックします。震度係数、荷重ステップ等は既に「基本条件の設定」－「荷重ステップ」で入力されています。ここではまず、荷重名を入力します。次にフェーズ０の「荷重データ入力」ボタンをクリックします。



すると下記の画面が表示されます。最初に「床版梁（集中荷重）」を選択して、震度 0.0 の時の慣性力を集中荷重として入力し、「設定」ボタンをクリックします。

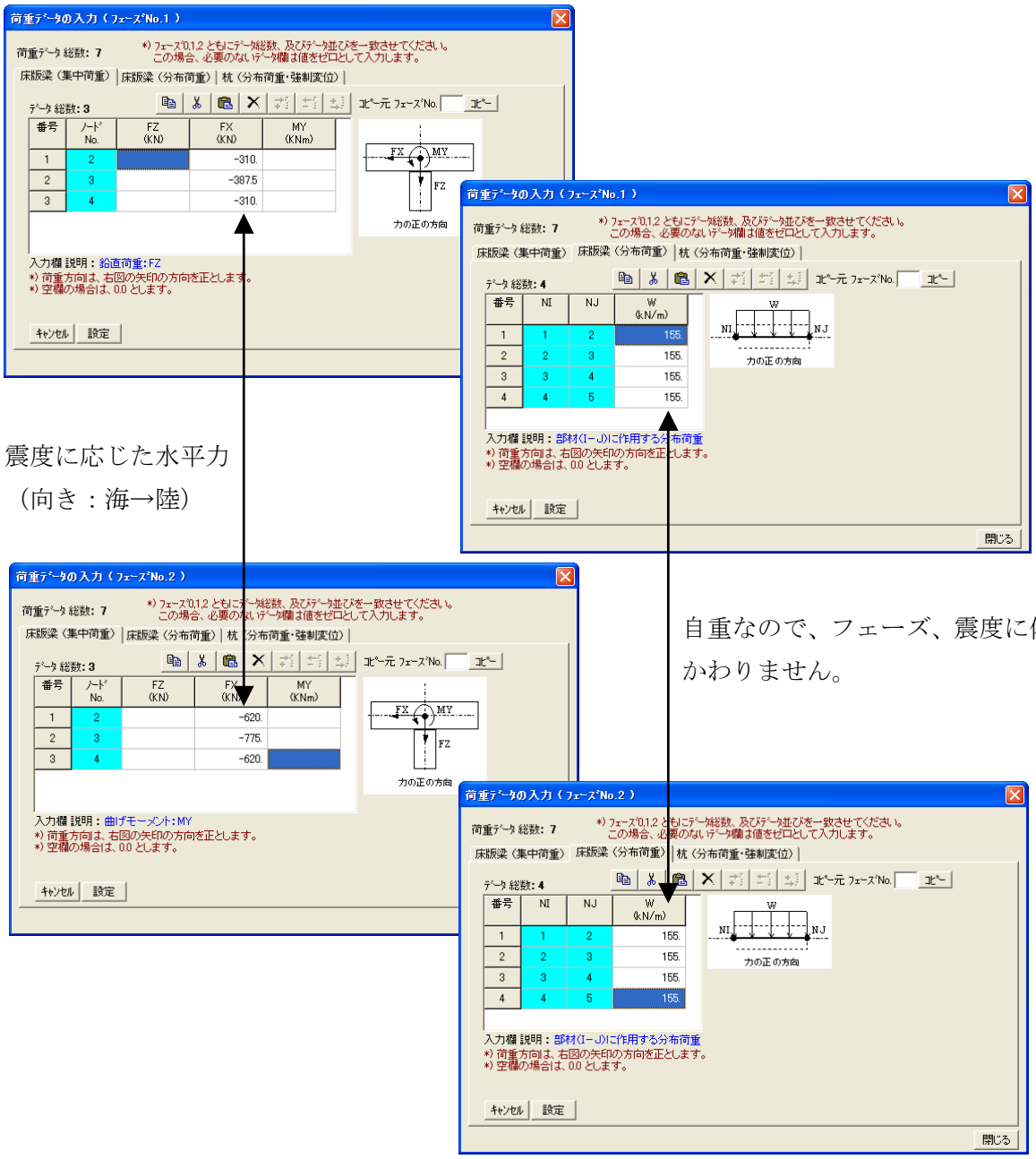


次に、「床版梁(分布荷重)」
び自重等（155kN/m）を入力し
定」ボタンをクリックします。

なお，荷重の追加や削除は，
行います。

貼り付け
行削除
行挿入
切り取り
コピー

フェーズ１（kh=0.5 相当時）、２（kh=1.0 相当時）のデータ入力画面は次の通りです。この時、フェーズ０のデータをコピーしてから値を修正すると便利です。



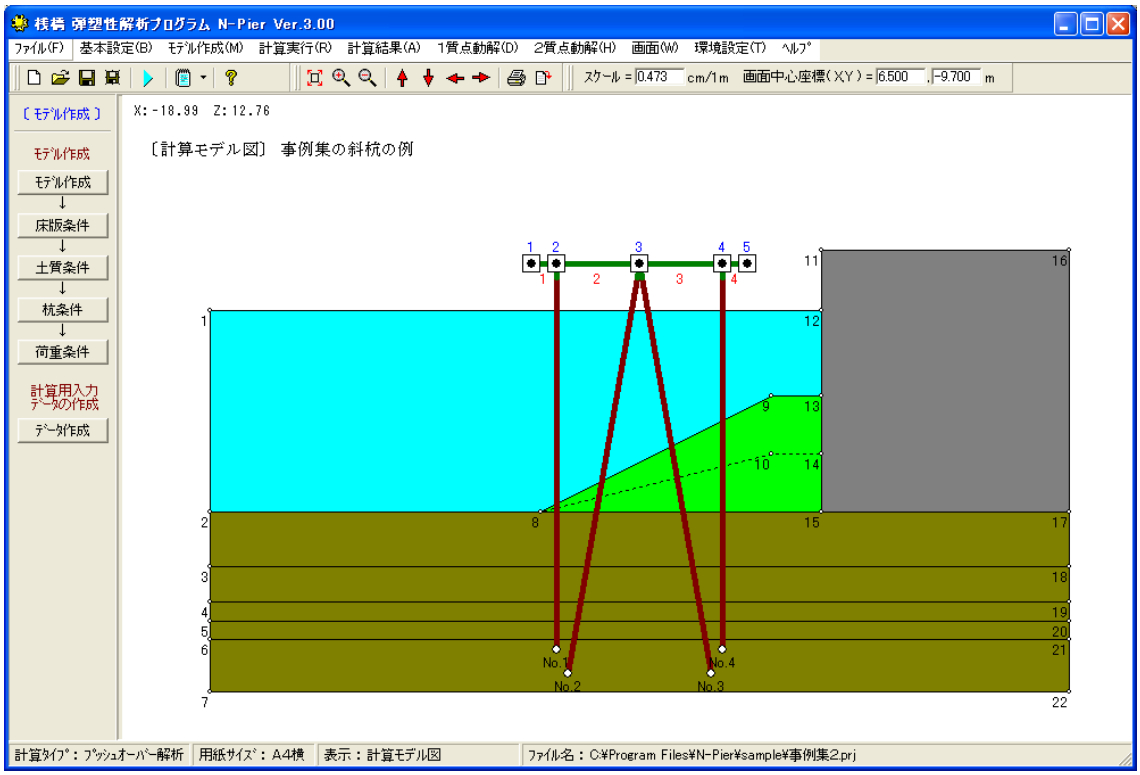
震度に応じた水平力
（向き：海→陸）

自重なので、フェーズ、震度に依らずかわりません。

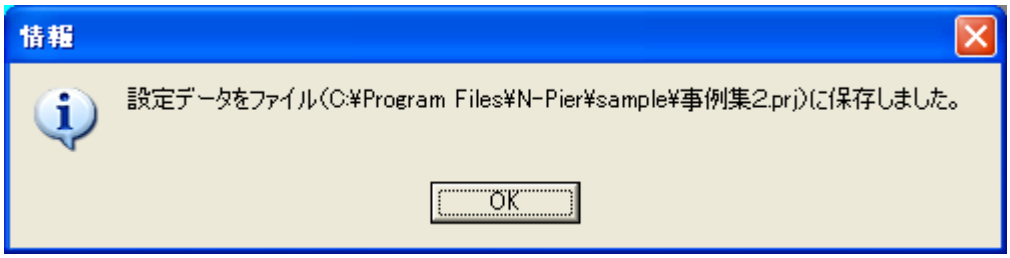
今回のデータでは、杭部材に直接作用させる分布荷重・強制変位はありません。

３.８　モデルデータ(.prj ファイル)の保存

作成したモデルのデータを保存します。「ファイルメニュー」の「上書き保存」ボタンをクリックします。

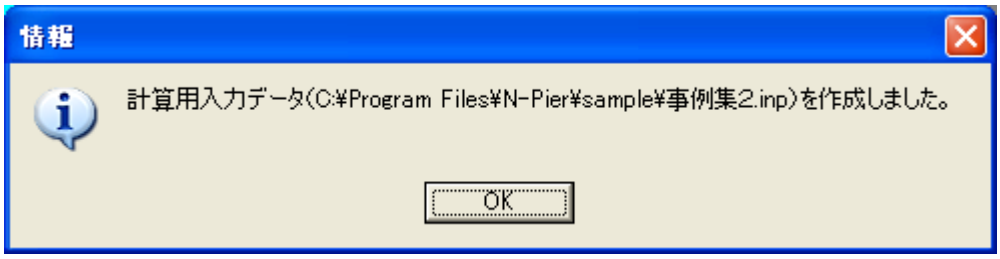


データが保存されると次の確認画面が表示されるので、「OK」をクリックします。



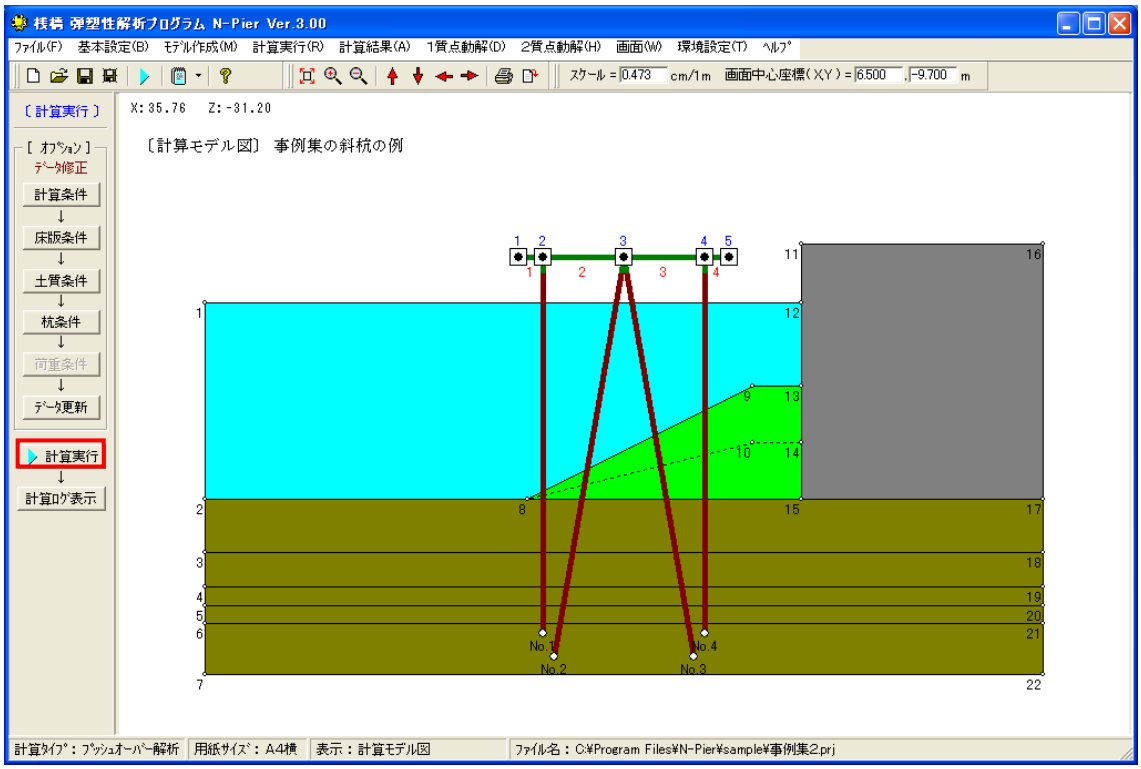
３.９　計算用入力データ（.inp ファイル）の作成

計算プログラム用の入力データを作成します。画面左側の「データ作成」ボタンをクリックします。データが作成されると次の確認画面が表示されるので、「OK」をクリックします。



３.１０　計算実行

計算を実行します。基本メニューの「計算実行(R)」をクリックし、画面左側に表示された「計算実行」ボタンをクリックします。



計算が終了して画面左下の「計算ログ表示」ボタンをクリックすると（N-pier Ver.3.00 メイン画面の環境設定でユーザが設定済みの）テキスト・エディターが起動され、計算ログが表示されます（次ページ参照）。

事例集2-Sysout.txt - メモ帳

ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)

```
 Npier-NPILANSN V-2.8 07/05/11  START
 INPUT FILE NAME=C:¥PROGRA~1¥N-Pier¥sample¥事例集２
 Note  Kh was changed from        0. to        0. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from        0. to        0. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from    15120. to    20261. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from    15120. to    20261. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from    15120. to    20261. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from    15120. to    20261. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from    15120. to    20261. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from    15120. to    20261. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from    15120. to    20261. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from    24000. to    32160. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from    24000. to    32160. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from    24000. to    32160. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from    24000. to    32160. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from    24000. to    32160. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from    24000. to    32160. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from   126000. to   168840. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from   126000. to   168840. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from   150000. to   201000. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from   150000. to   201000. for Sya-gui IP= 2  Thita=  -10.00
 Note  Kh was changed from        0. to        0. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from        0. to        0. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from    15120. to    11189. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from    15120. to    11189. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from    15120. to    11189. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from    15120. to    11189. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from    15120. to    11189. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from    15120. to    11189. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from    15120. to    11189. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from    15120. to    11189. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from    24000. to    17760. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from    24000. to    17760. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from    24000. to    17760. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from    24000. to    17760. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from    24000. to    17760. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from    24000. to    17760. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from   126000. to    93240. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from   126000. to    93240. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from   150000. to   111000. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
 Note  Kh was changed from   150000. to   111000. for Sya-gui IP= 3  Thita=   10.00
0 ***  ERROR  NOT CONVERGENCE  IN SUB.SOLSOP  ***  ITER =101  NSTEP= 40
Not Convergence
```

エディタ右上の「×」ボタンでこの画面を閉じ、N-Pier 基本画面に戻ります。

計算終了のタイプには次の３つがあります。③の場合は、開発元へご連絡ください。

③Normal End

作用荷重が小さく、指定した荷重ステップの最後まで計算した（正常終了）

②Not Convergence

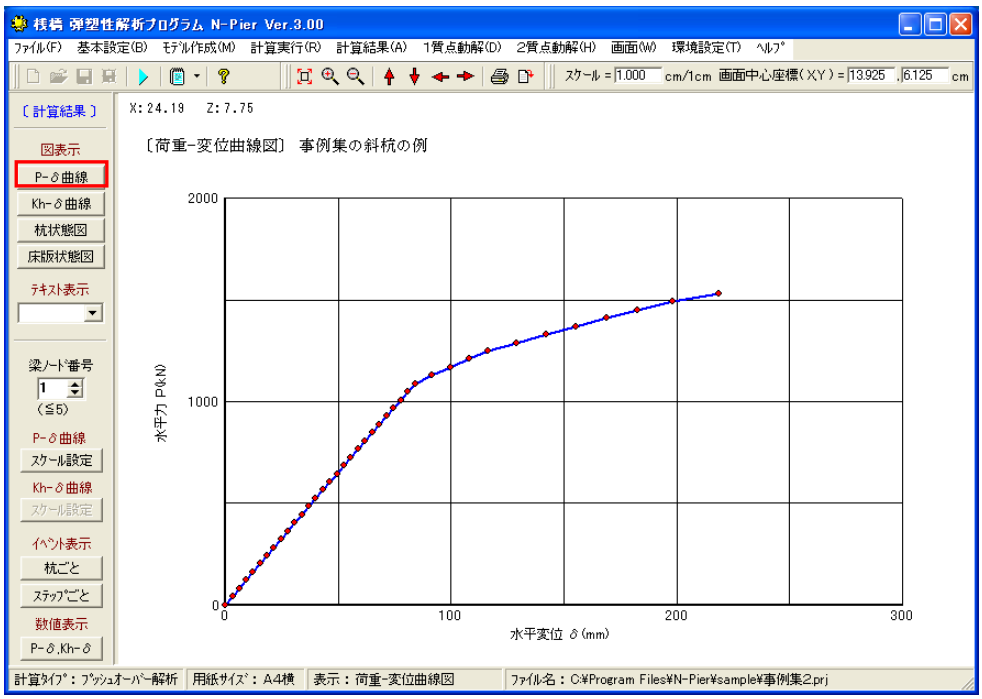
作用荷重が大きく、構造系が不安定となり、解が収束しなかった場合。

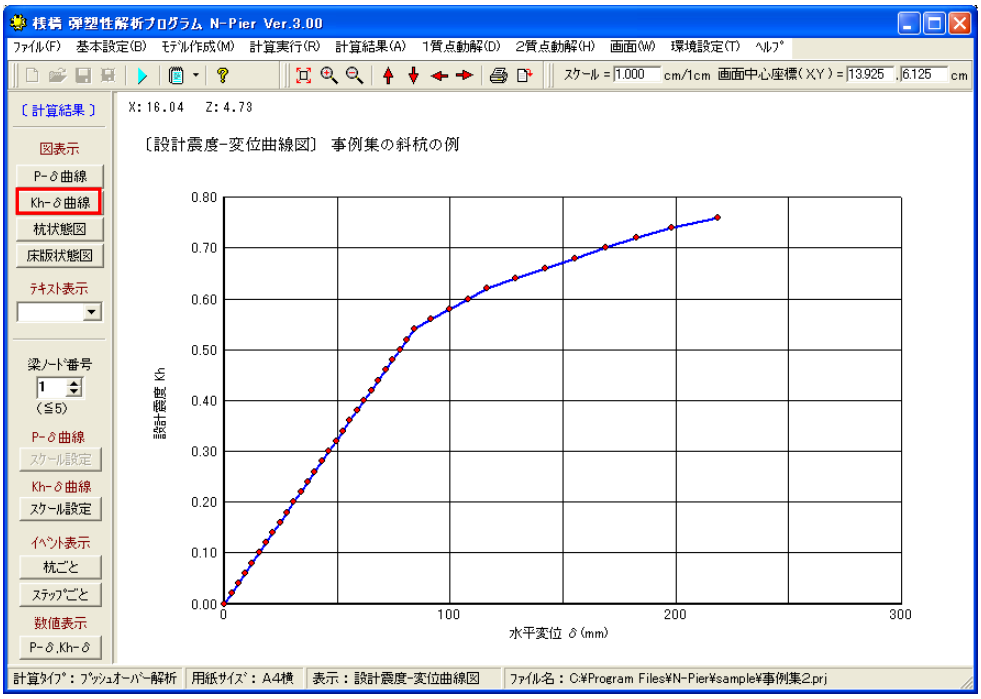
③その他

3.11　計算結果

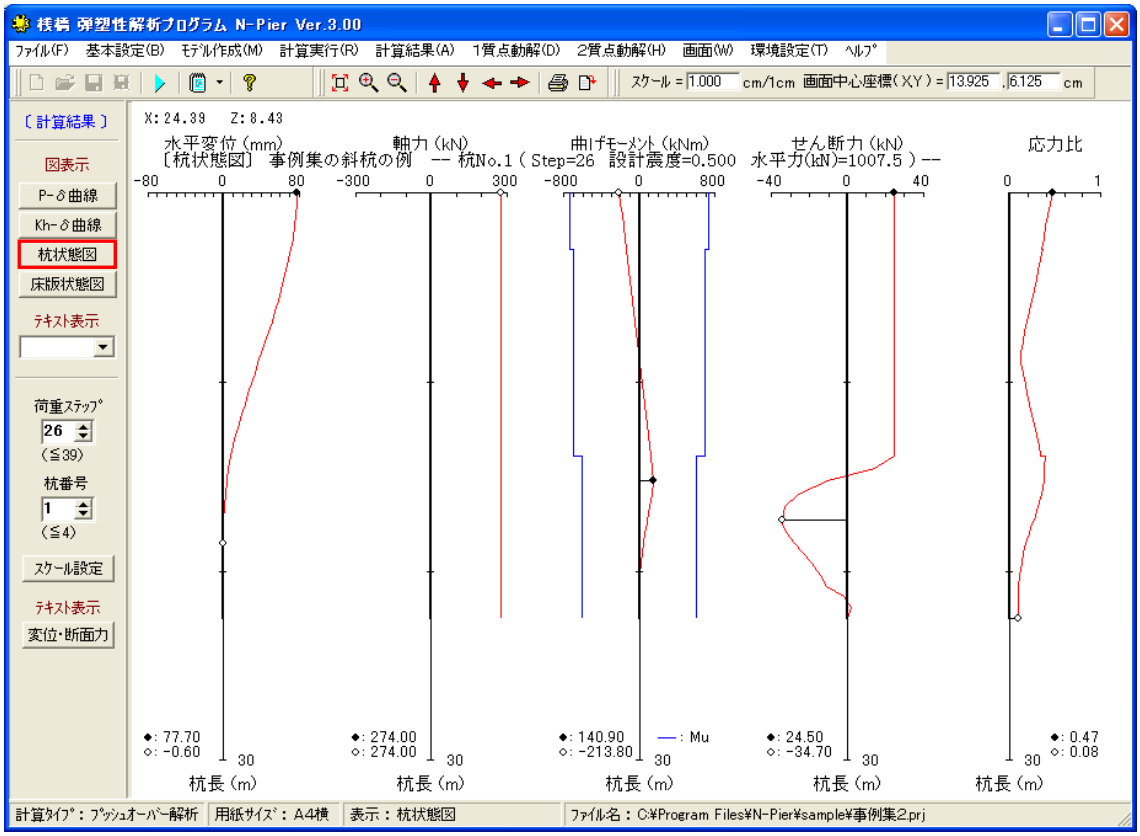
基本メニューの「計算結果(A)」をクリックし、画面左側に表示された「Ｐ－δ曲線」「杭状態図」「床版状態図」ボタンをクリックし、計算結果を表示・印刷します。

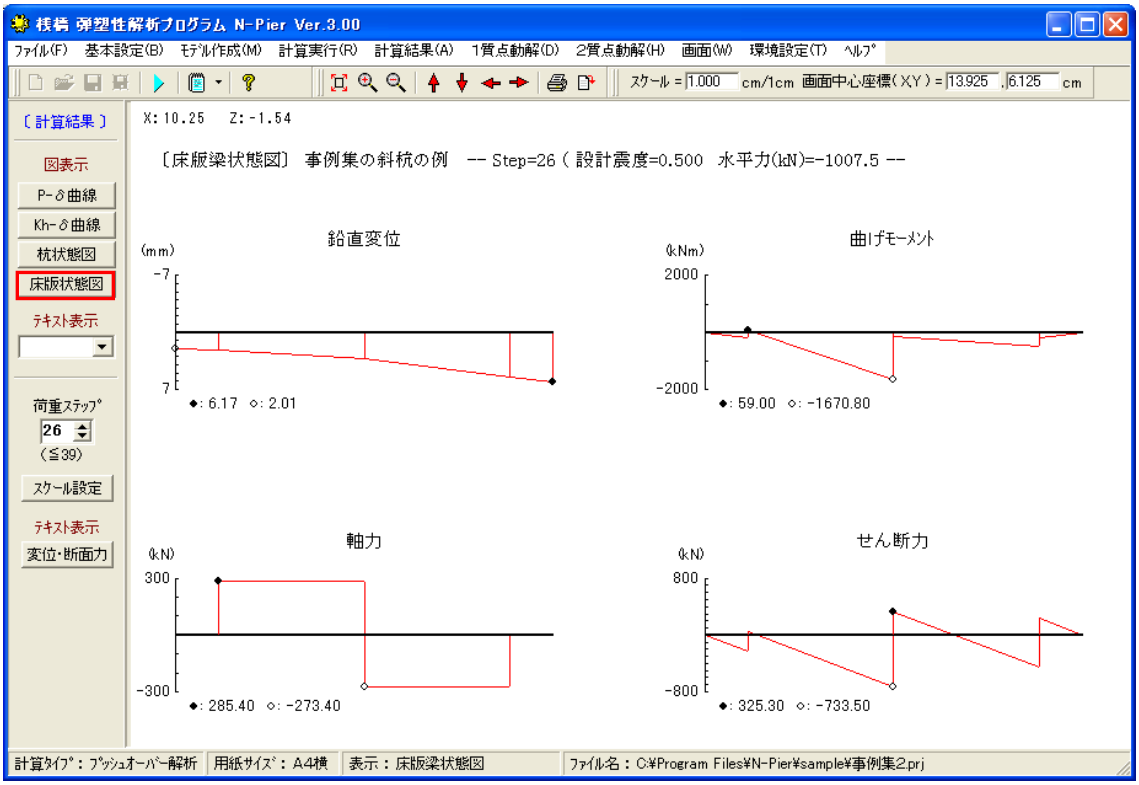
「P-δ曲線」および、「Kh-δ」を選択した時の結果を以下に示します。





「杭状態図」および「床版状態図」を選択した時の結果を以下に示します。図化対象とする杭番号、荷重ステップ番号は画面左側のボタンをクリックして選んでください。





イベント表示（杭毎）の結果を下に示します。

```
〔 杭のイベント情報 〕---- 杭ごとに表示
ｽﾃｯﾌﾟ総数 --- 39
   杭総数 ---  4
< ｲﾍﾞﾝﾄ情報 >
最初に降伏した杭 ---------------------------------- No. 3 ( Step= 26,設計震度= 0.500,水平力(kN)= -1007.5 )
最初に塑性ヒンジが発生した杭 ---------------------- No. 3 ( Step= 32,設計震度= 0.620,水平力(kN)= -1249.3 )
すべての杭が降伏したステップ ---------------------- Step= 37,設計震度= 0.720,水平力(kN)= -1450.8
すべての杭に塑性ヒンジが発生したステップ --------- Step=  0,設計震度= 0.000,水平力(kN)=      0.0

杭 No. 1
 ( Step=  1,設計震度= 0.000,水平力(kN)=      0.0 ) ---
     一部略
 ( Step= 35,設計震度= 0.680,水平力(kN)= -1370.2 ) ---
 ( Step= 36,設計震度= 0.700,水平力(kN)= -1410.5 ) ---
 ( Step= 37,設計震度= 0.720,水平力(kN)= -1450.8 ) --- 杭頭で降伏
 ( Step= 38,設計震度= 0.740,水平力(kN)= -1491.1 ) ---
 ( Step= 39,設計震度= 0.760,水平力(kN)= -1531.4 ) --- 地中部で降伏

杭 No. 2
 ( Step=  1,設計震度= 0.000,水平力(kN)=      0.0 ) ---
     一部略
 ( Step= 28,設計震度= 0.540,水平力(kN)= -1088.1 ) ---
 ( Step= 29,設計震度= 0.560,水平力(kN)= -1128.4 ) --- 引き抜き限界
 ( Step= 30,設計震度= 0.580,水平力(kN)= -1168.7 ) ---
 ( Step= 31,設計震度= 0.600,水平力(kN)= -1209.0 ) --- 杭頭で降伏
 ( Step= 32,設計震度= 0.620,水平力(kN)= -1249.3 ) ---
 ( Step= 33,設計震度= 0.640,水平力(kN)= -1289.6 ) --- 地中部で降伏
 ( Step= 34,設計震度= 0.660,水平力(kN)= -1329.9 ) ---
 ( Step= 35,設計震度= 0.680,水平力(kN)= -1370.2 ) ---
 ( Step= 36,設計震度= 0.700,水平力(kN)= -1410.5 ) ---
 ( Step= 37,設計震度= 0.720,水平力(kN)= -1450.8 ) ---
 ( Step= 38,設計震度= 0.740,水平力(kN)= -1491.1 ) --- 杭頭でヒンジ
 ( Step= 39,設計震度= 0.760,水平力(kN)= -1531.4 ) ---

杭 No. 3
 ( Step=  1,設計震度= 0.000,水平力(kN)=      0.0 ) ---
     一部略
 ( Step= 25,設計震度= 0.480,水平力(kN)=  -967.2 ) ---
 ( Step= 26,設計震度= 0.500,水平力(kN)= -1007.5 ) --- 杭頭で降伏
 ( Step= 27,設計震度= 0.520,水平力(kN)= -1047.8 ) ---
 ( Step= 28,設計震度= 0.540,水平力(kN)= -1088.1 ) --- 地中部で降伏
 ( Step= 29,設計震度= 0.560,水平力(kN)= -1128.4 ) ---
 ( Step= 30,設計震度= 0.580,水平力(kN)= -1168.7 ) ---
 ( Step= 31,設計震度= 0.600,水平力(kN)= -1209.0 ) ---
 ( Step= 32,設計震度= 0.620,水平力(kN)= -1249.3 ) --- 杭頭でヒンジ
 ( Step= 33,設計震度= 0.640,水平力(kN)= -1289.6 ) --- 地中部でヒンジ
 ( Step= 34,設計震度= 0.660,水平力(kN)= -1329.9 ) ---
 ( Step= 35,設計震度= 0.680,水平力(kN)= -1370.2 ) ---
 ( Step= 36,設計震度= 0.700,水平力(kN)= -1410.5 ) ---
 ( Step= 37,設計震度= 0.720,水平力(kN)= -1450.8 ) ---
 ( Step= 38,設計震度= 0.740,水平力(kN)= -1491.1 ) ---
 ( Step= 39,設計震度= 0.760,水平力(kN)= -1531.4 ) --- 押し込み限界

杭 No. 4
 ( Step=  1,設計震度= 0.000,水平力(kN)=      0.0 ) ---
 ( Step= 35,設計震度= 0.680,水平力(kN)= -1370.2 ) ---
 ( Step= 36,設計震度= 0.700,水平力(kN)= -1410.5 ) ---
 ( Step= 37,設計震度= 0.720,水平力(kN)= -1450.8 ) --- 杭頭で降伏
 ( Step= 38,設計震度= 0.740,水平力(kN)= -1491.1 ) ---
 ( Step= 39,設計震度= 0.760,水平力(kN)= -1531.4 ) ---
```

また、テキスト表示で、「事例集２.bane」を選択した時の例を以下に示します。これは、３．６で述べた杭頭のKv、杭の極限支持力の自動計算結果を示します。

```
+++ 杭番号:1 ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
・杭体
    φ(m)     t(m)     A(m2)     I(m4)      r(m)     L1(m)     L2(m)     L1/r    σy(N/mm2)    σcy(N/mm2)
   0.599    0.009    0.016  0.000687    0.209    13.900     8.600    66.573       2350.0        1679.7
・杭頭支持バネ
        E     φ(m)     A(m2)      Kv1        a      Kv2       Kv
      2E8    0.599     0.016 226883.5    0.921 337737.8 135714.2
・杭先端
   土質名     φ(m)    Ap(m2)       N1       N2        N        α       Rp
   砂質土    0.599     0.282    50.00    34.13    42.06     1.00   3556.1
・土層
  No    土質名       N値  C(kN/m2)   標高(m)  ～標高(m)  層厚L(m)     fmax   π・φ・L       Rf
   1     ﾏｳﾝﾄﾞ      18.0       0.0   -11.90   -12.15     0.25     36.0     0.470     16.9
   2    砂質土      18.0       0.0   -12.15   -15.50     3.35     36.0     6.304    226.9
   3    粘性土       8.0     100.0   -15.50   -17.60     2.10    100.0     3.952    395.2
   4    砂質土       8.0       0.0   -17.60   -18.80     1.20     16.0     2.258     36.1
   5    砂質土      42.0       0.0   -18.80   -19.90     1.10     84.0     2.070    173.9
   6    砂質土      50.0       0.0   -19.90   -20.50     0.60    100.0     1.129    112.9
・計算値
    Rp+Rf       Rf       Pa       Py  Kv(kN/m)    Pcmax    Ptmax
   4518.0    962.0   2648.6   3705.6 135714.2    2648.6    962.0

+++ 杭番号:2 ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
・杭体
    φ(m)     t(m)     A(m2)     I(m4)      r(m)     L1(m)     L2(m)     L1/r    σy(N/mm2)    σcy(N/mm2)
   0.899    0.009    0.024   0.00236    0.315    13.475    10.795    42.798       2350.0        2007.8
・杭頭支持バネ
        E     φ(m)     A(m2)      Kv1        a      Kv2       Kv
      2E8    0.899     0.024 352942.8    0.888 391267.6 185559.2
・杭先端
   土質名     φ(m)    Ap(m2)       N1       N2        N        α       Rp
   砂質土    0.899     0.635    50.00    41.77    45.89     0.60   5242.9
・土層
  No    土質名       N値  C(kN/m2)   標高(m)  ～標高(m)  層厚L(m)     fmax   π・φ・L       Rf
   1     ﾏｳﾝﾄﾞ      18.0       0.0   -11.27   -12.15     0.88     36.0     2.485     89.4
   2    砂質土      18.0       0.0   -12.15   -15.50     3.35     36.0     9.461    340.6
   3    粘性土       8.0     100.0   -15.50   -17.60     2.10    100.0     5.931    593.1
   4    砂質土       8.0       0.0   -17.60   -18.80     1.20     16.0     3.389     54.2
   5    砂質土      42.0       0.0   -18.80   -19.90     1.10     84.0     3.107    261.0
   6    砂質土      50.0       0.0   -19.90   -21.90     2.00    100.0     5.652    565.2
・計算値
    Rp+Rf       Rf       Pa       Py  Kv(kN/m)    Pcmax    Ptmax
   7146.5   1903.6   4774.4   5588.2 185559.2    4774.4   1903.6

+++ 杭番号:3 ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
・杭体
    φ(m)     t(m)     A(m2)     I(m4)      r(m)     L1(m)     L2(m)     L1/r    σy(N/mm2)    σcy(N/mm2)
   0.899    0.009    0.024   0.00236    0.315    12.269    12.001    38.966       2350.0        2060.7
・杭頭支持バネ
        E     φ(m)     A(m2)      Kv1        a      Kv2       Kv
      2E8    0.899     0.024 387649.8    0.907 359380.9 186490.2
・杭先端
   土質名     φ(m)    Ap(m2)       N1       N2        N        α       Rp
   砂質土    0.899     0.635    50.00    41.77    45.89     0.60   5242.9
・土層
  No    土質名       N値  C(kN/m2)   標高(m)  ～標高(m)  層厚L(m)     fmax   π・φ・L       Rf
   1     ﾏｳﾝﾄﾞ      18.0       0.0   -10.08   -12.15     2.07     36.0     5.840    210.2
   2    砂質土      18.0       0.0   -12.15   -15.50     3.35     36.0     9.461    340.6
   3    粘性土       8.0     100.0   -15.50   -17.60     2.10    100.0     5.931    593.1
```

4	砂質土	8.0	0.0	-17.60	-18.80	1.20	16.0	3.389	54.2
5	砂質土	42.0	0.0	-18.80	-19.90	1.10	84.0	3.107	261.0
6	砂質土	50.0	0.0	-19.90	-21.90	2.00	100.0	5.652	565.2

・計算値

Rp+Rf	Rf	Pa	Py	Kv(kN/m)	Pcmax	Ptmax
7267.3	2024.4	4900.2	5588.2	186490.2	4900.2	2024.4

+++ 杭番号:4 ++++++

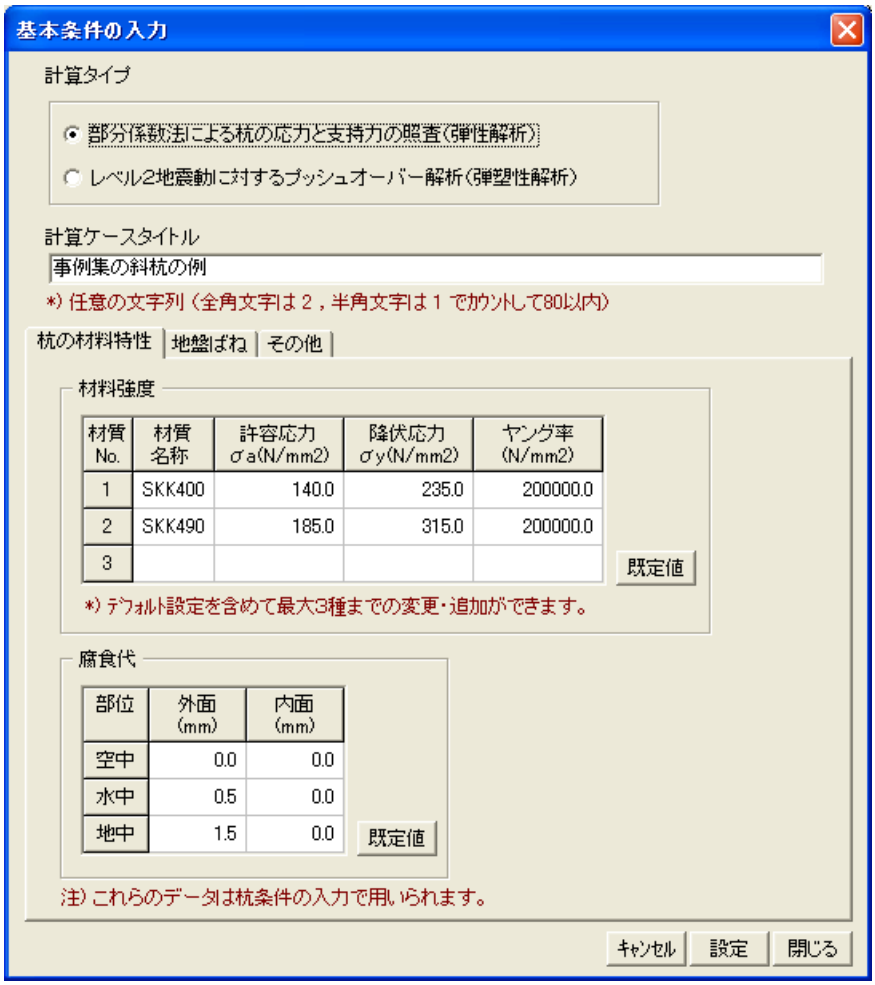
４．データ作成（部分係数設計時）

以下では、Ｌ２検討に用いたモデルをそのまま用いて部分係数設計時の計算をする場合の手順を説明します。

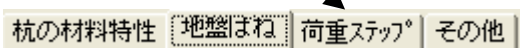
４.１　計算タイプの選択

「基本設定(R)」メニューを選び、「基本条件の入力」画面の計算タイプで、「部分係数法による杭の応力照査(弾性解析)」を選び、設定ボタンを押します。

Ｌ２検討用のモデルが既に作成されている場合、ここでの追加入力の必要はありません。Ｌ２検討用のモデルが作成されていない時は、３.２を参照してモデルを作成します。



Ｌ２解析時には、下記の４個のタブシートがありますが、部分係数法の場合は、３番目の「荷重ステップ」タブシートはありません。荷重条件ごとのデータは「モデル作成(M)」の「荷重条件」で入力します。

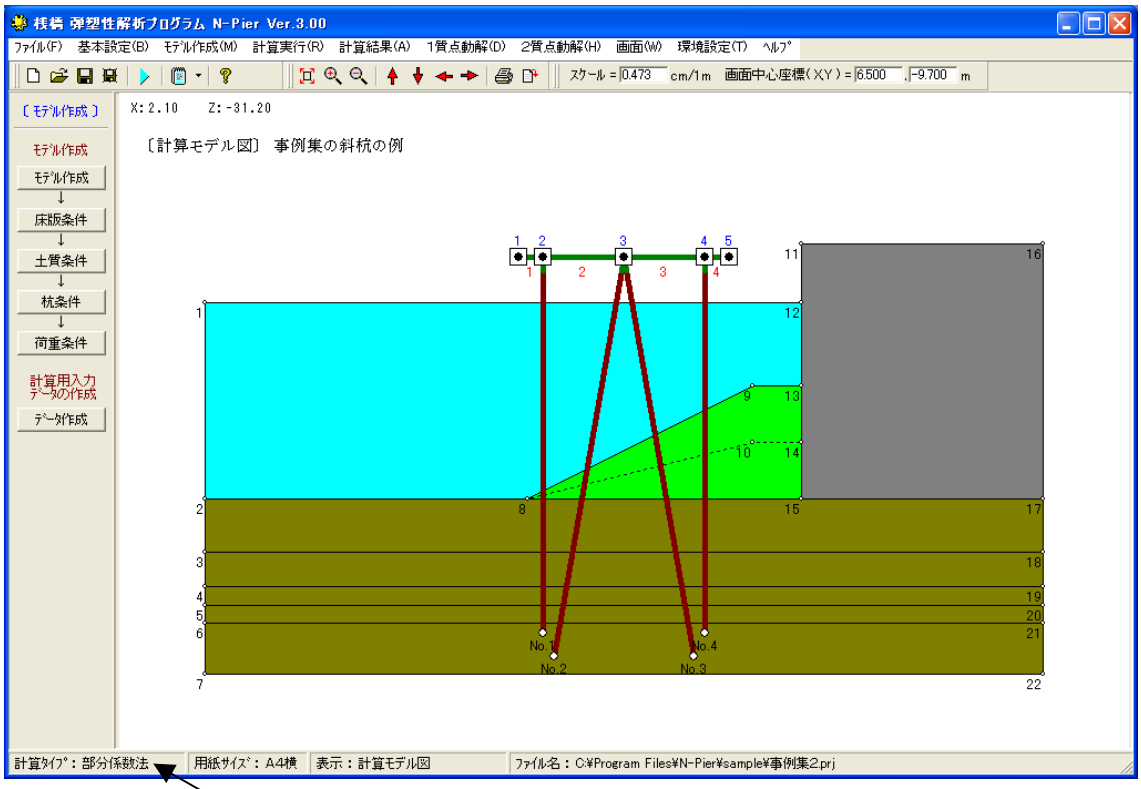


４.２　モデル作成

既に、Ｌ２用のモデルが作成されている場合は、何もせず、次の４.３に進んでください。

新規にモデルを作成する場合は、「モデル作成(M)」メニューを選び、床版条件・土質条件・杭条件・荷重条件を順次設定します。荷重条件を除けば、３.３で説明したＬ２解析の時と全く同じように行います。

下に、杭条件まで入力した画面を示します。



基本条件の「計算タイプ入力」で部分係数法による杭の応力と支持力の照査（弾性解析）を選択しているので、画面左下には、「部分係数法」と表示されます。

4.3　荷重条件

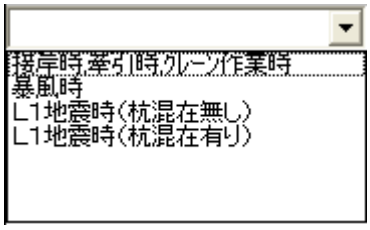
画面左側の「荷重条件」ボタンを選択します。「荷重条件の入力」画面が表示されるので、施設タイプを「耐震強化施設(特定)、耐震強化施設(標準)、耐震強化施設以外」の３タイプの中から選択します。今の場合、耐震強化施設(標準)を選びます。

続いて①荷重条件、②荷重の向き、③荷重条件タイトル、④荷重データを順に入力します。

荷重ケースは、最大 20 ケースまで入力できます。各ケース(荷重 No)に付き、下記を入力します。

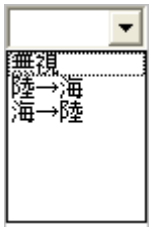
①荷重条件、②荷重の向き、③荷重条件タイトル、④荷重データ

①荷重条件



左記のドロップダウンリストボックスの中から、荷重の種類を選びます。これと、前に選択した施設タイプの組み合わせに応じて、使用する部分係数が決定されます。

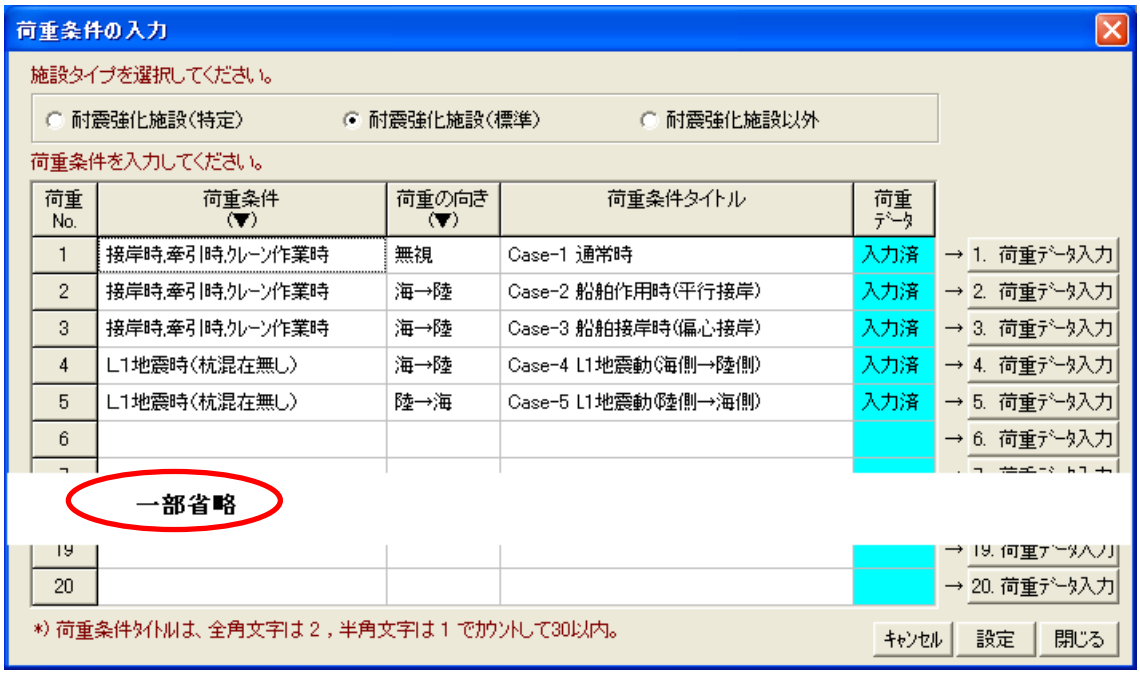
②荷重の向き



左記のドロップダウンリストボックスの中から、荷重の向きを選びます。これを用いて斜杭の水平方向地盤バネの補正を行います。

③荷重条件タイトル

荷重ケースに対応する任意のタイトルを入力します。

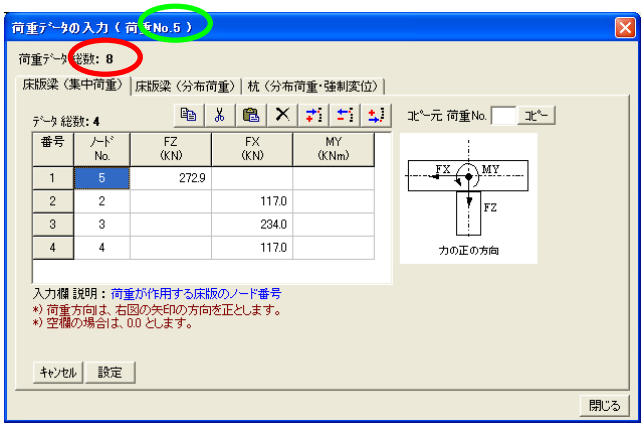


「④荷重データ」入力後、「設定」ボタンをクリックし、次に「閉じる」ボタンをクリックし、入力を終了します。

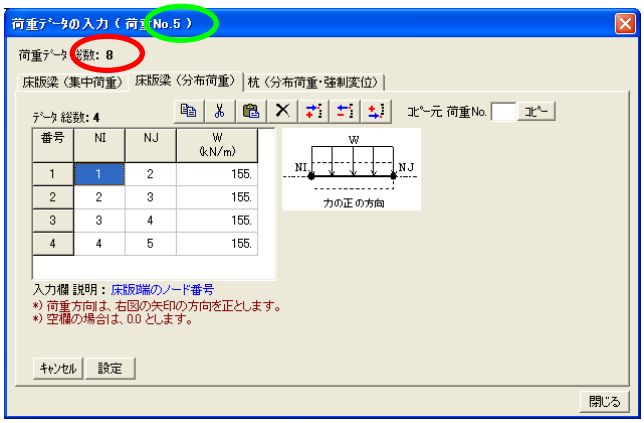
④荷重データ

実際の荷重データは、画面右側の「no.荷重データ入力」ボタンを押して入力します。入力データの数値は、表 2-5 を参照して下さい。荷重 No.=５の画面例を表示しますが、「設定」ボタンをクリックして入力値を設定し、入力が終了したら「閉じる」ボタンをクリックします。

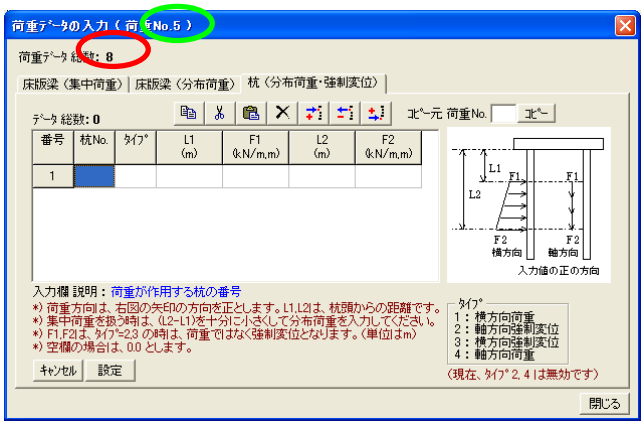
３個のタブがあるので、データに応じてタブを選びます。



床版上の集中荷重入力画面
（今回は４個入力）



床版上の分布荷重入力画面
（今回は４個入力）



杭に作用する分布荷重・強制変位入力画面
（今回は０個入力）

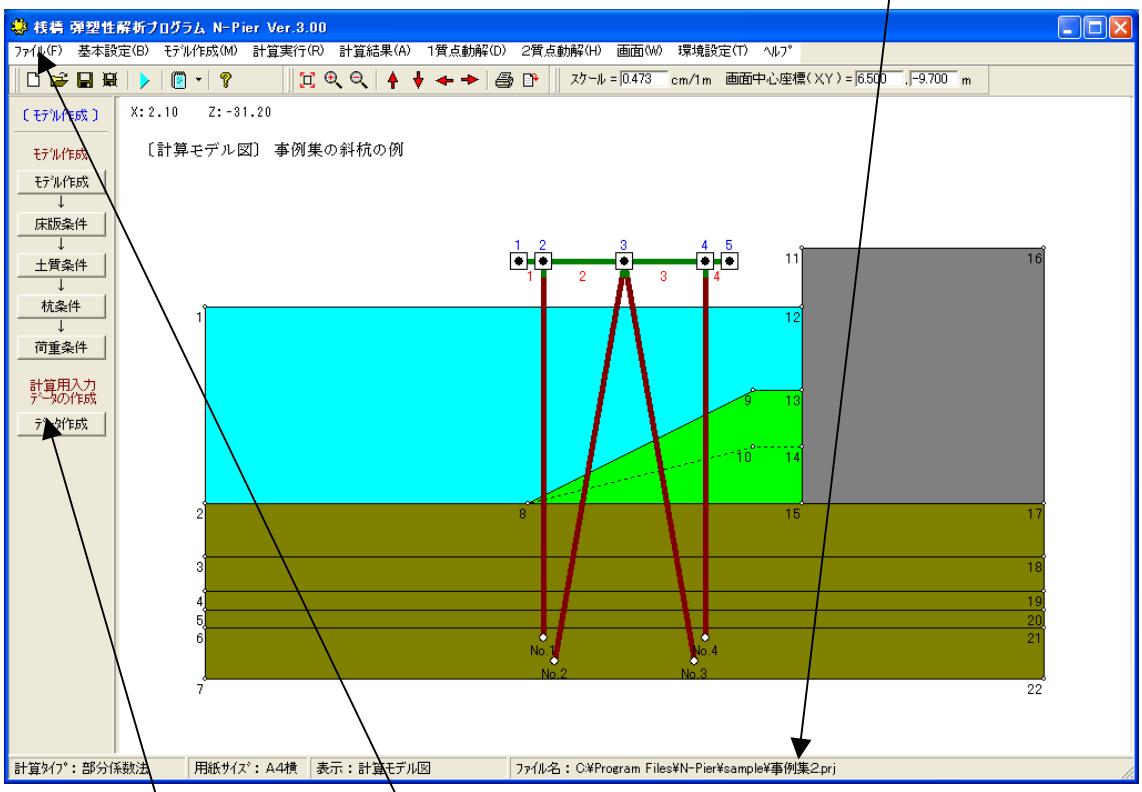
は「荷重ケース No.」、 は、この荷重 No.の有効なデータ総数で、３タブ分の合計数で、今回の例では、８（＝４＋４＋０）個です。

４.４　モデルデータ(.prj ファイル)の保存

荷重条件を設定したら、「ファイルメニュー」の「上書き保存」をえらび、作成したモデル（「○○.prj」ファイル）を更新します。既にＬ２解析のモデルが作成してあれば、それに追加されることになります。この操作は、4.1 で示した計算タイプ毎に行います。

４.５　計算用入力データ(.inp ファイル)の作成

次に、画面左側の「計算用入力データの作成［データ作成］」ボタンを選択し、計算モジュールに引き渡す「○○_係数法.inp」ファイルを作成します。ここに、○○は、3.1 で指定しているケース名です。



「○○.prj ファイル」

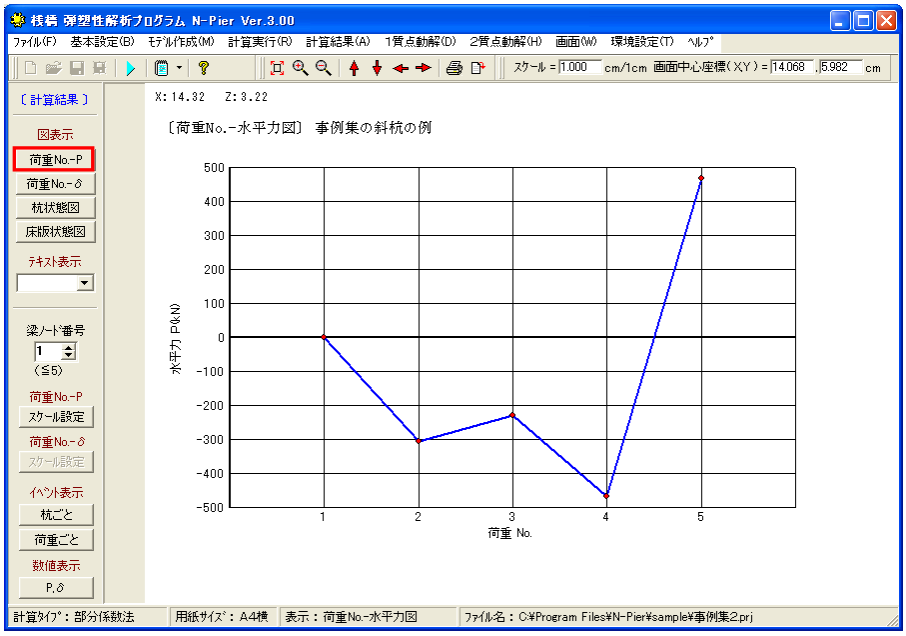
「○○_係数法.inp」ファイル

4.6　計算実行

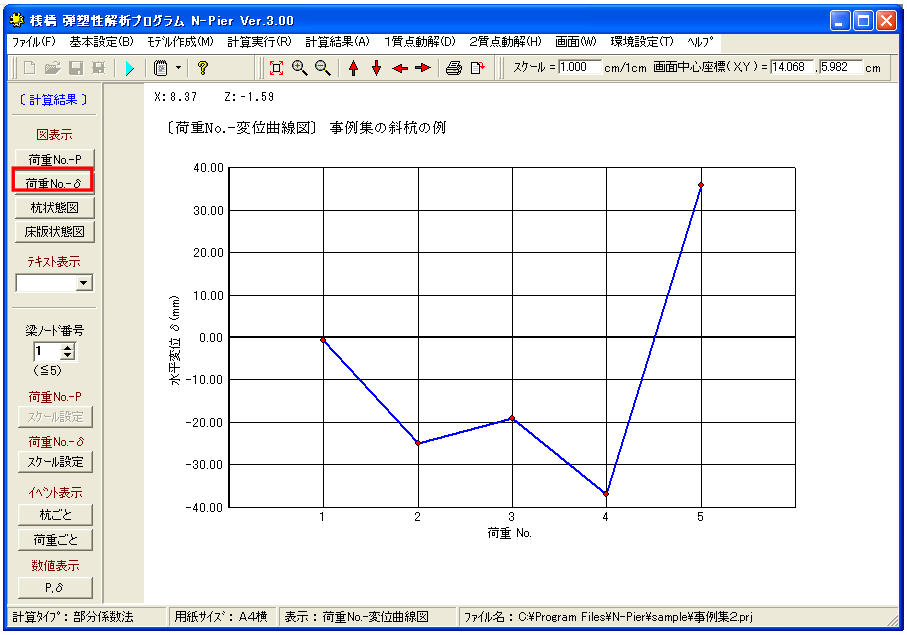
「計算実行(R)」メニューを選んで、画面左側の「計算実行」ボタンをクリックすると、4.3 で入力した荷重ケース数の計算ログが表示されますが、すぐに消えますので、内容確認には「計算ログ表示」ボタンを押し、確認します。

4.7　計算結果

計算結果は、図表示中の「荷重 No.－P」、「荷重 No.－δ」、「杭状態図」、「床版状態図」とイベント表示の「杭ごと」、「荷重ごと」を載せます。

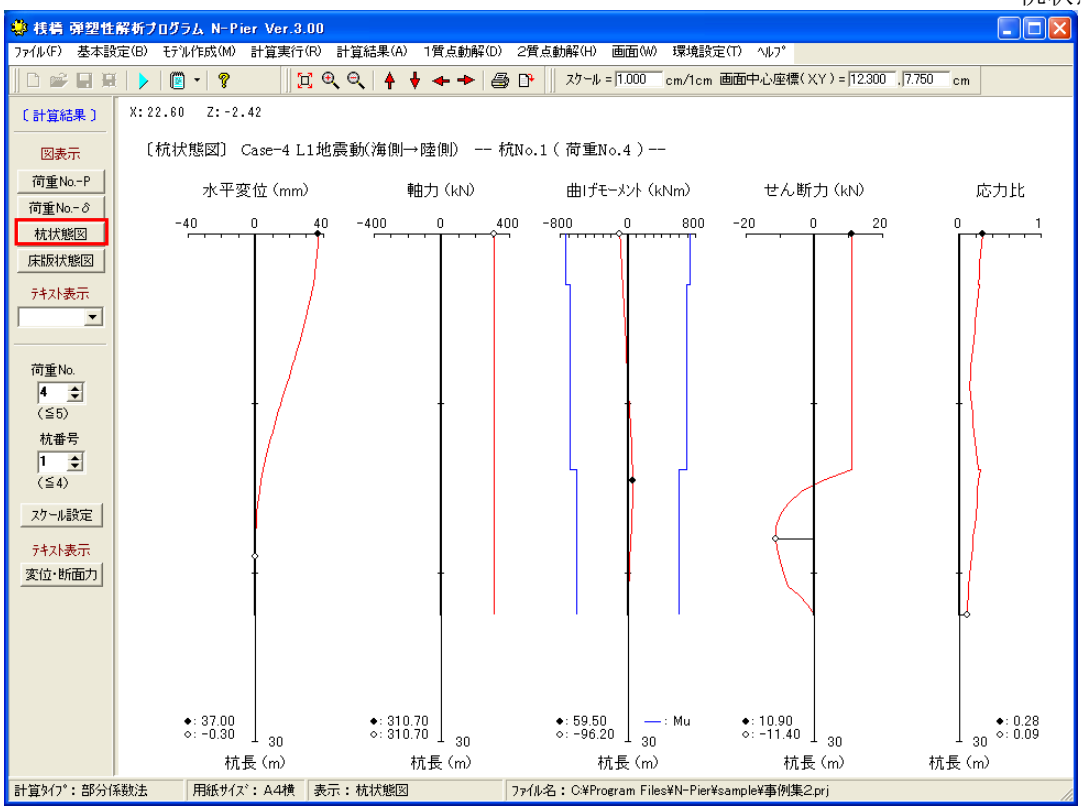


荷重 No.-P 図

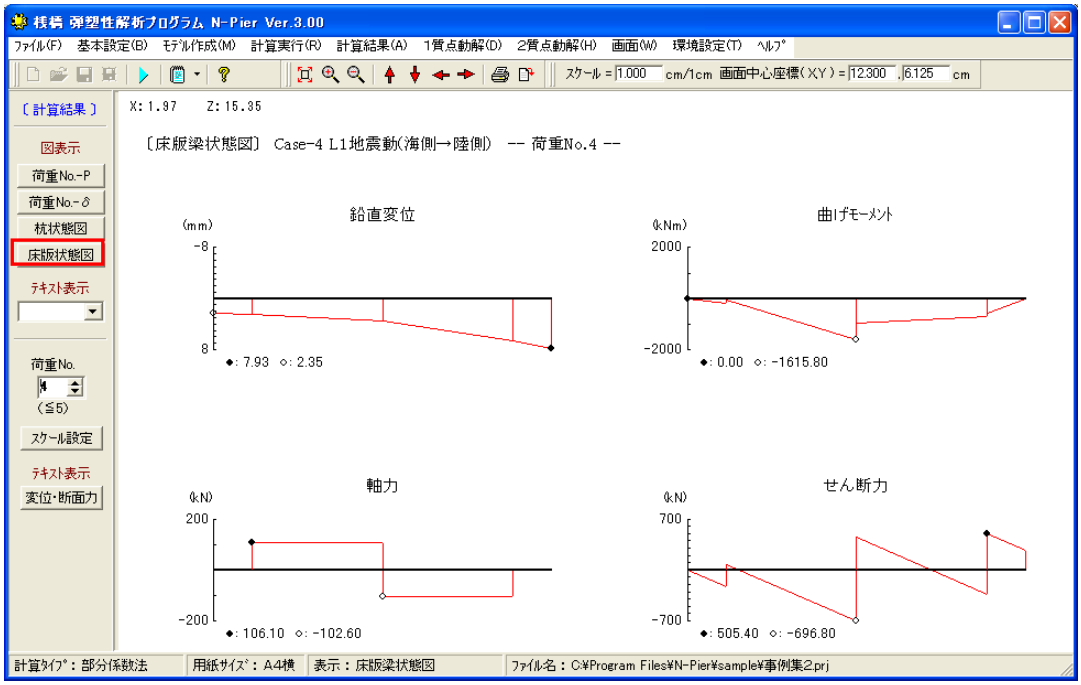


荷重 No.-δ 図

杭状態図


橋 弾塑性解析プログラム N-Pier Ver.3.00
ファイル(F) 基本設定(B) モデル作成(M) 計算実行(R) 計算結果(A) 1質点動解(D) 2質点動解(H) 画面(W) 環境設定(T) ヘルプ
スケール = 1.000 cm/1cm 画面中心座標(XY) = 12.300 , 7.750 cm
〔計算結果〕
X: 22.60 Z: -2.42
図表示
荷重No.-P
荷重No.-δ
杭状態図
床版状態図
テキスト表示
荷重No.
4
(≦5)
杭番号
1
(≦4)
スケール設定
テキスト表示
変位・断面力
〔杭状態図〕 Case-4 L1地震動(海側→陸側) -- 杭No.1 (荷重No.4) --
水平変位 (mm)
軸力 (kN)
曲げモーメント (kNm)
せん断力 (kN)
応力比
-40 0 40
-400 0 400
-800 0 800
-20 0 20
0 1
◆: 37.00
◇: -0.30
◆: 310.70
◇: 310.70
◆: 59.50
◇: -96.20
—: Mu
◆: 10.90
◇: -11.40
◆: 0.28
◇: 0.09
30
杭長 (m)
計算タイプ: 部分係数法
用紙サイズ: A4横
表示: 杭状態図
ファイル名: C:¥Program Files¥N-Pier¥sample¥事例集2.prj

床版状態図


橋 弾塑性解析プログラム N-Pier Ver.3.00
ファイル(F) 基本設定(B) モデル作成(M) 計算実行(R) 計算結果(A) 1質点動解(D) 2質点動解(H) 画面(W) 環境設定(T) ヘルプ
スケール = 1.000 cm/1cm 画面中心座標(XY) = 12.300 , 6.125 cm
〔計算結果〕
X: 1.97 Z: 15.35
図表示
荷重No.-P
荷重No.-δ
杭状態図
床版状態図
テキスト表示
荷重No.
4
(≦5)
スケール設定
テキスト表示
変位・断面力
〔床版梁状態図〕 Case-4 L1地震動(海側→陸側) -- 荷重No.4 --
鉛直変位
(mm)
-8
8
◆: 7.93 ◇: 2.35
曲げモーメント
(kNm)
2000
-2000
◆: 0.00 ◇: -1615.80
軸力
(kN)
200
-200
◆: 106.10 ◇: -102.60
せん断力
(kN)
700
-700
◆: 505.40 ◇: -696.80
計算タイプ: 部分係数法
用紙サイズ: A4横
表示: 床版梁状態図
ファイル名: C:¥Program Files¥N-Pier¥sample¥事例集2.prj

イベント表示の「杭ごと」を以下に示します。

〔 杭のイベント情報 〕---- 杭ごとに表示

荷重総数 --- 5
杭総数 --- 4

< 照査結果 >

	杭体の応力照査		杭の支持力の照査			
杭 No. 1	UCmax	発生位置(m)	Pd(kN)	Rud(kN)	Rud/Pd	判定
荷重No. 1	0.23	13.9	524	1807	3.45	OK
荷重No. 2	0.28	0.0	465	1807	3.88	OK
荷重No. 3	0.26	13.9	480	1807	3.77	OK
荷重No. 4	0.28	0.0	311	2982	9.60	OK
荷重No. 5	0.34	0.0	491	2982	6.07	OK

	杭体の応力照査		杭の支持力の照査			
杭 No. 2	UCmax	発生位置(m)	Pd(kN)	Rud(kN)	Rud/Pd	判定
荷重No. 1	0.17	3.0	749	2859	3.82	OK
荷重No. 2	0.14	0.0	42	2859	67.32	OK
荷重No. 3	0.14	0.0	219	2859	13.04	OK
荷重No. 4	0.30	0.0	-502	761	1.52	OK
荷重No. 5	0.55	0.0	1629	4717	2.90	OK

	杭体の応力照査		杭の支持力の照査			
杭 No. 3	UCmax	発生位置(m)	Pd(kN)	Rud(kN)	Rud/Pd	判定
荷重No. 1	0.19	12.3	796	2907	3.65	OK
荷重No. 2	0.42	12.3	1501	2907	1.94	OK
荷重No. 3	0.36	12.3	1325	2907	2.19	OK
荷重No. 4	0.54	0.0	1662	4796	2.88	OK
荷重No. 5	0.37	0.0	-463	810	1.75	OK

	杭体の応力照査		杭の支持力の照査			
杭 No. 4	UCmax	発生位置(m)	Pd(kN)	Rud(kN)	Rud/Pd	判定
荷重No. 1	0.40	11.4	1004	1875	1.87	OK
荷重No. 2	0.49	11.4	1065	1875	1.76	OK
荷重No. 3	0.47	11.4	1050	1875	1.79	OK
荷重No. 4	0.45	11.4	835	3094	3.70	OK
荷重No. 5	0.47	0.0	646	3094	4.78	OK

応力度比の最大値　設計用軸力 (+:圧縮、-:引張)　設計用軸方向抵抗　耐力作用比

イベント表示の「荷重ごと」を以下に示します。

〔 杭のイベント情報 〕---- 荷重ごとに表示

荷重総数 --- 5
杭総数 --- 4

< 照査結果 >

荷重No. 1	杭体の応力照査 UCmax	発生位置(m)	杭の支持力の照査 Pd(kN)	Rud(kN)	Rud/Pd	判定
杭No. 1	0.23	13.9	524	1807	3.45	OK
杭No. 2	0.17	3.0	749	2859	3.82	OK
杭No. 3	0.19	12.3	796	2907	3.65	OK
杭No. 4	0.40	11.4	1004	1875	1.87	OK

荷重No. 2	杭体の応力照査 UCmax	発生位置(m)	杭の支持力の照査 Pd(kN)	Rud(kN)	Rud/Pd	判定
杭No. 1	0.28	0.0	465	1807	3.88	OK
杭No. 2	0.14	0.0	42	2859	67.32	OK
杭No. 3	0.42	12.3	1501	2907	1.94	OK
杭No. 4	0.49	11.4	1065	1875	1.76	OK

荷重No. 3	杭体の応力照査 UCmax	発生位置(m)	杭の支持力の照査 Pd(kN)	Rud(kN)	Rud/Pd	判定
杭No. 1	0.26	13.9	480	1807	3.77	OK
杭No. 2	0.14	0.0	219	2859	13.04	OK
杭No. 3	0.36	12.3	1325	2907	2.19	OK
杭No. 4	0.47	11.4	1050	1875	1.79	OK

荷重No. 4	杭体の応力照査 UCmax	発生位置(m)	杭の支持力の照査 Pd(kN)	Rud(kN)	Rud/Pd	判定
杭No. 1	0.28	0.0	311	2982	9.60	OK
杭No. 2	0.30	0.0	-502	761	1.52	OK
杭No. 3	0.54	0.0	1662	4796	2.88	OK
杭No. 4	0.45	11.4	835	3094	3.70	OK

荷重No. 5	杭体の応力照査 UCmax	発生位置(m)	杭の支持力の照査 Pd(kN)	Rud(kN)	Rud/Pd	判定
杭No. 1	0.34	0.0	491	2982	6.07	OK
杭No. 2	0.55	0.0	1629	4717	2.90	OK
杭No. 3	0.37	0.0	-463	810	1.75	OK
杭No. 4	0.47	0.0	646	3094	4.78	OK

応力度比の最大値　設計用軸力 (+:圧縮、-:引張)　設計用軸方向抵抗　耐力作用比

桟橋の弾塑性解析プログラム

N-Pier

Version-3.00

複雑なモデルのデータ作成例

（sample-7.prj、sample-8.prj、sample-9.prj、
sample-11.prj、sample-12.prj）

2007 年 10 月

独立行政法人　港湾空港技術研究所

鋼管杭協会

株式会社 海洋河川技術研究所

複雑なモデルのデータ作成例

　以下の５個の特別な例について、具体的なデータの作成方法とその時の注意事項について説明します。カッコ内には関係するサンプルデータ名を示します。

(１)マウンドの途中に原地盤がある場合(sample-8)

(２)複雑なマウンド形状の場合(sample-9)

(３)杭種が２以上で各々水平方向地盤バネの補正係数が異なる場合(sample-7,sample-11)

(４)ストラット式桟橋の場合(sample-11)

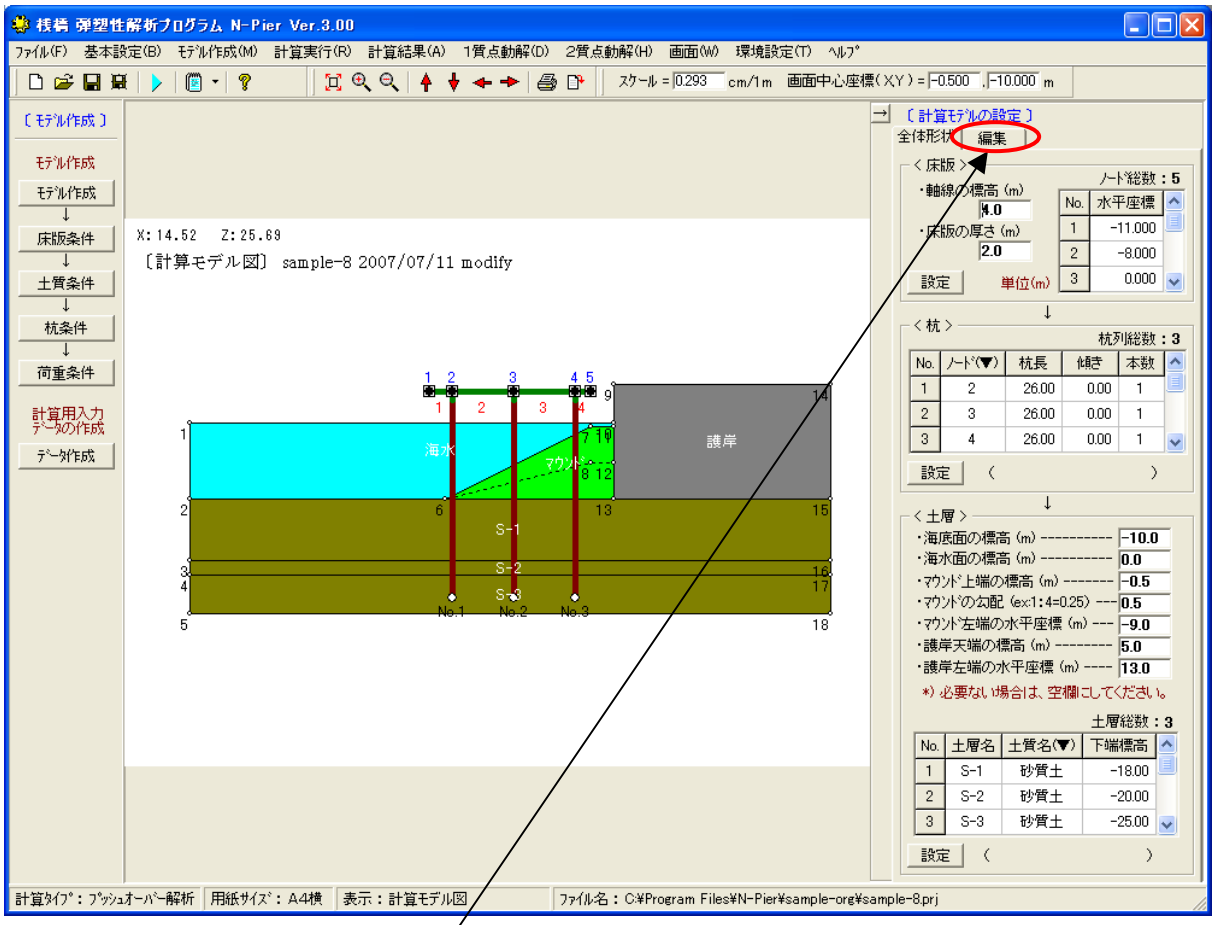
(５)杭式橋脚で床版下面が土中にある場合(sample-12)

(1)　マウンドの途中に原地盤がある場合

sample-8 を例に、〔モデル作成－全体形状〕で作成したマウンド形状を〔計算モデルの設定－編集〕でマウンドの途中に原地盤がある場合のモデルを編集するケースを以下に示します。

①　基本モデルの作成

通常通り、〔計算モデルの設定－全体形状〕で、必要データを与える。下図に入力例とその時の作成されたモデルを示します。



次に、〔計算モデルの設定－編集〕で、計算モデルを編集します（次ページ以降参照）。

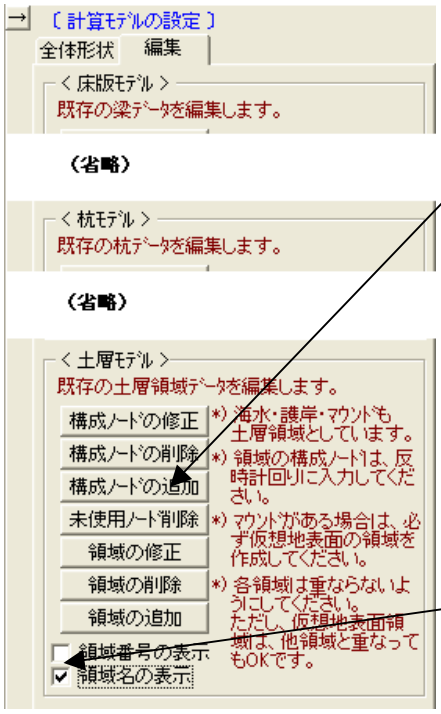
② マウンド形状および原地盤領域範囲の修正

〔計算モデルの設定－編集〕において修正を行う。その手順を以下に示します。

1) 構成ノードの追加

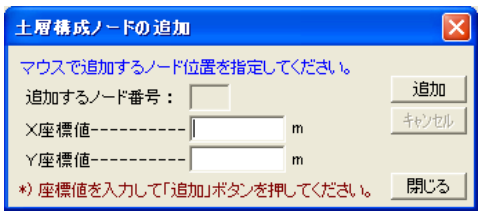
追加ノード：（－4.5 ,－7.7 ）、（13.0 , －7.7 ）

画面右側＞編集メニュー＞土層モデル＞〔構成ノードの追加〕を先ずクリックします。

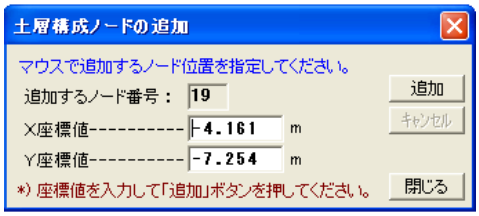


モデル図内で土層領域番号あるいは領域名を表示させる時はここをクリックします。

下の画面が表示されるので、マウンド内原地盤位置を決めるためのノード位置付近をモデル図上でクリックします。

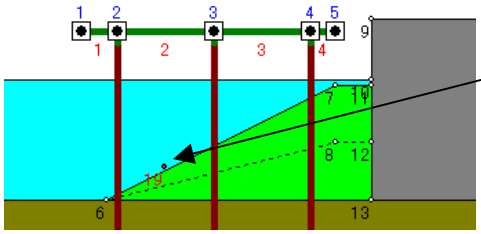


クリックした点が仮のノード位置として認識されその座標値が表示されます。



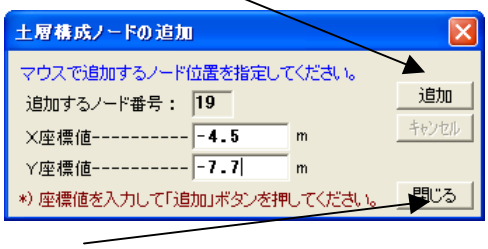
これまでのノード数は 18。

仮番号 19 のクリック位置の座標値



クリック位置

表示されている座標値（−4.151 ， −7.254）に対し、正しい座標値（−4.5 ,−7.7 ）を入力して、「追加」ボタンをクリックします。



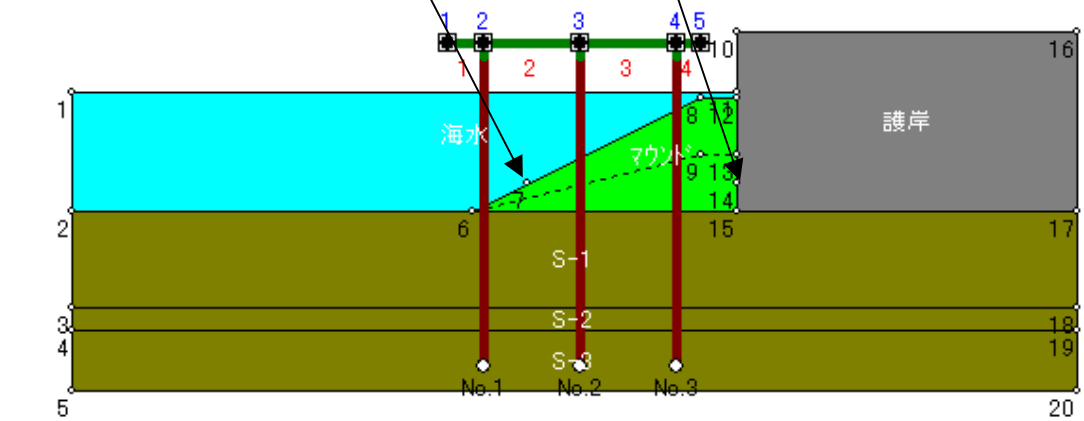
「閉じる」ボタンをクリックすると、正しい座標値位置にノードが追加されます。

この時、ノード番号はモデル全体を考慮して、自動的にふり直されます。

マウンド内原地盤位置を決めるためのノードとして、もう一点（13.0 ， −7.7 ）を追加するため、上記の構成ノードの追加操作を、もう一度反復します。

ノードを 2 個追加した結果は、下図の通りです。

追加ノード　7 ：（−4.5 ,−7.7 ）　14 ：（13.0 ， −7.7 ）

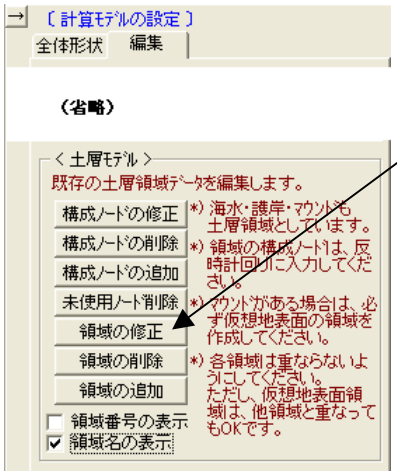


2)　〔領域の修正〕を用いて、マウンドと海水の領域を 1)で追加したノードを用いて新たに定義します。

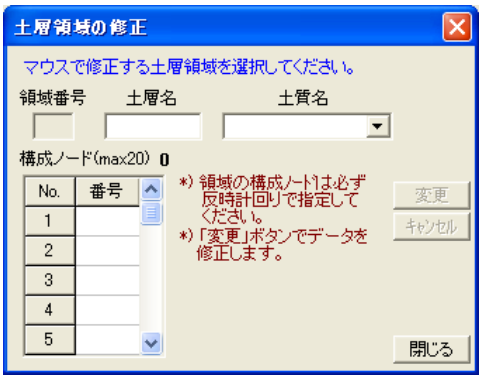
領域：マウンドの定義　　7-14-12-8

領域：Ｓ－１の定義　　2-3-18-17-15-14-7-6

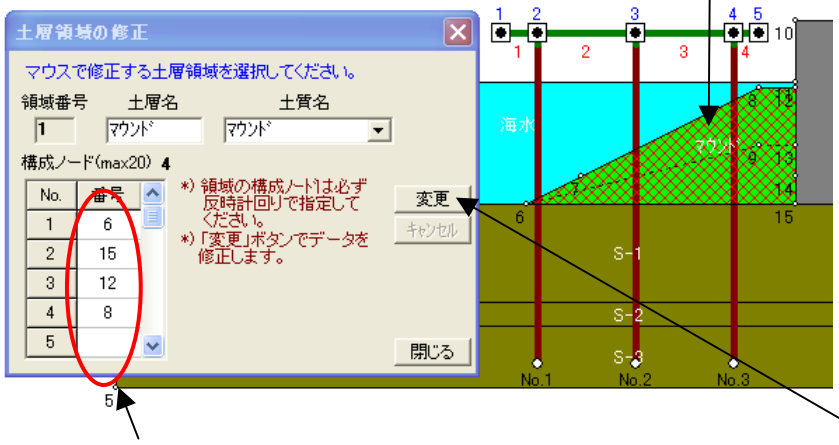
画面右側＞編集メニュー＞土層モデル＞〔領域の修正〕を先ずクリックします。



下記画面が表示されるので、モデル図上の修正したい領域「マウンド」をクリックします。

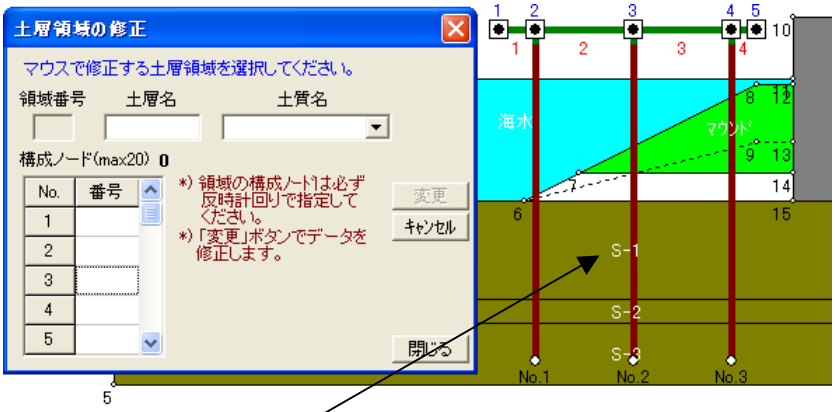


修正前のクリックしたマウンド領域が、赤線でハッチングされ、上記画面には土層名・土質名・構成ノードが表示されます。



現在の構成ノード「6-15-12-8」を「7-14-12-8」に修正して、「変更」ボタンをクリックします。

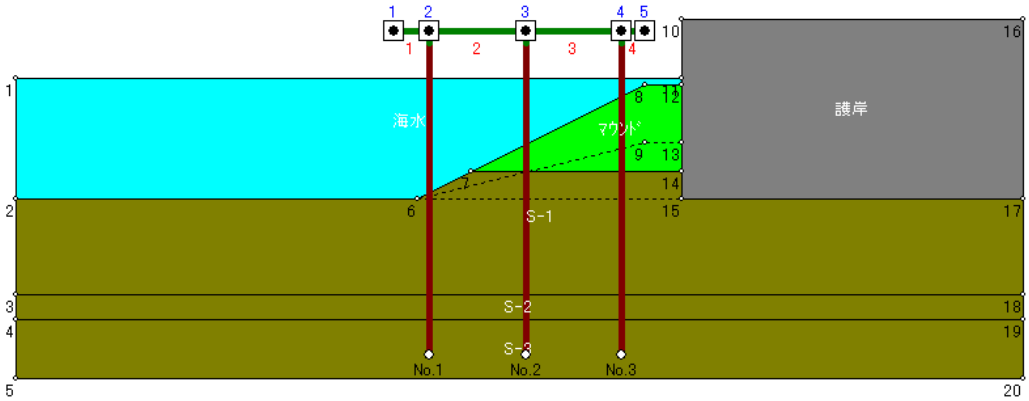
マウンド領域が変更され、また未定義領域「6-15-14-7」が中抜きで表示されます。



この状態で、領域 S-1 を選択し、表示される修正前の S-1 構成ノード「2-3-18-17」を「2-3-18-17-15-14-7-6」に変更します。

最終結果を下図に示します。

〔計算モデル図〕 sample-8 2007/07/11 modify



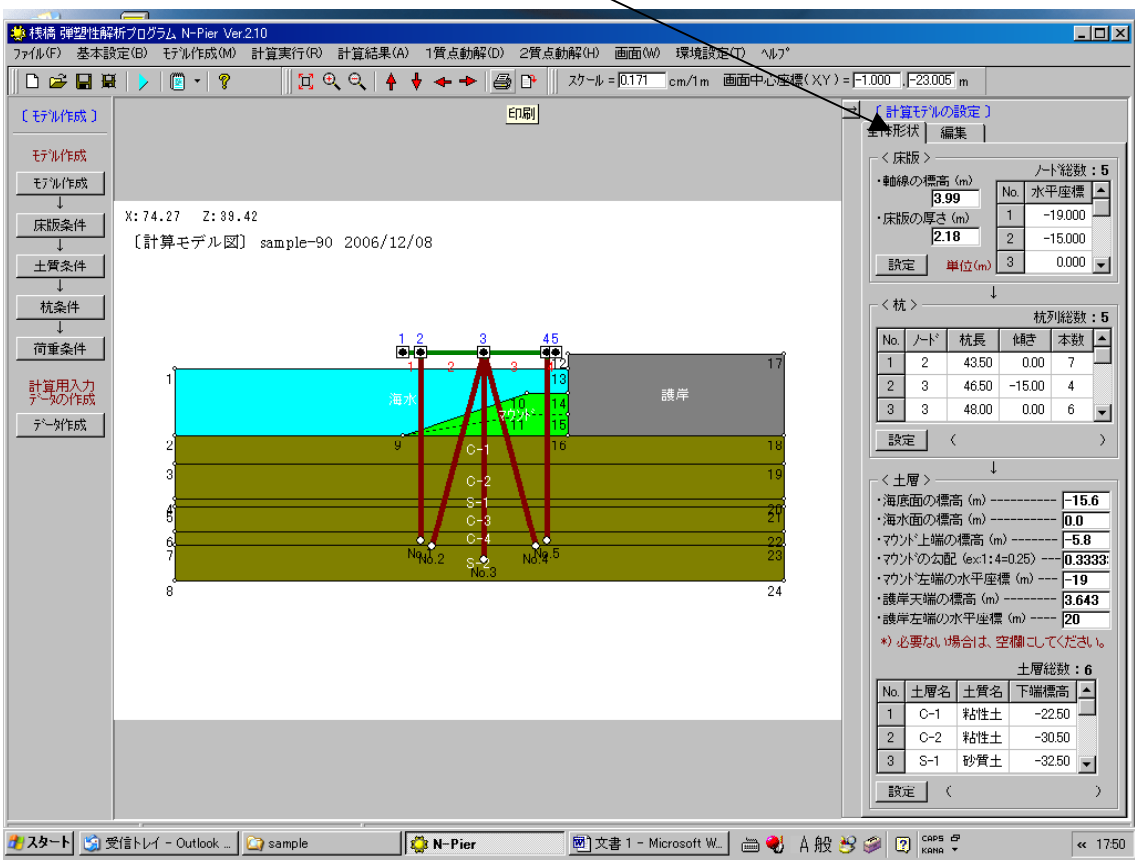
これで、マウンド内に原地盤が残る場合のモデル作成が完成します。

(2)　複雑なマウンド形状の場合

sample-9 を例に、〔計算モデルの設定－全体形状〕で作成したマウンド形状を〔計算モデル設定－編集〕でマウンド形状および仮想地表面を編集するケースを以下に示します。

①　基本モデルの作成

通常の通り、〔計算モデルの設定－全体形状〕で必要データを与える。下図に入力例とその時作成されたモデルを示します。

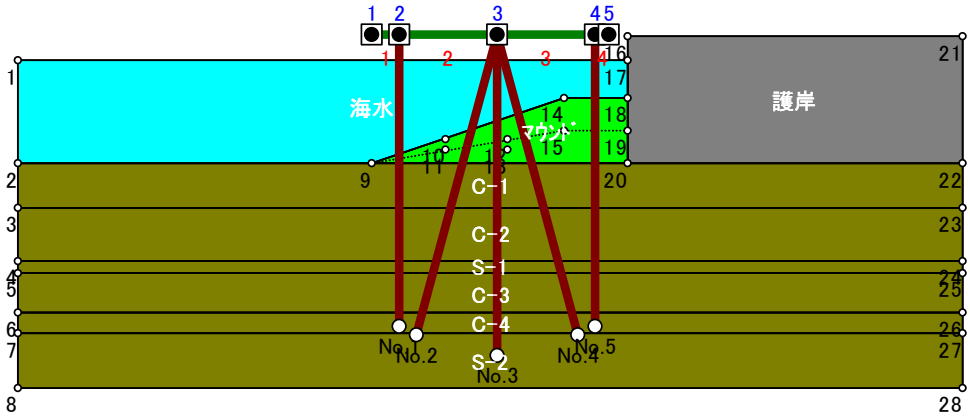


② マウンド形状および仮想地表面の修正

〔計算モデルの設定ー編集〕において修正を行う。その手順を以下に示します。

1) 編集メニューの中の土層モデルの中の〔構成ノードの追加〕を用いて必要なノードを追加する。結果を下図に示す。修正に必要な 4 個のノード 10、11、12、13 を追加しました。

〔計算モデル図〕 sample-90 2006/12/08



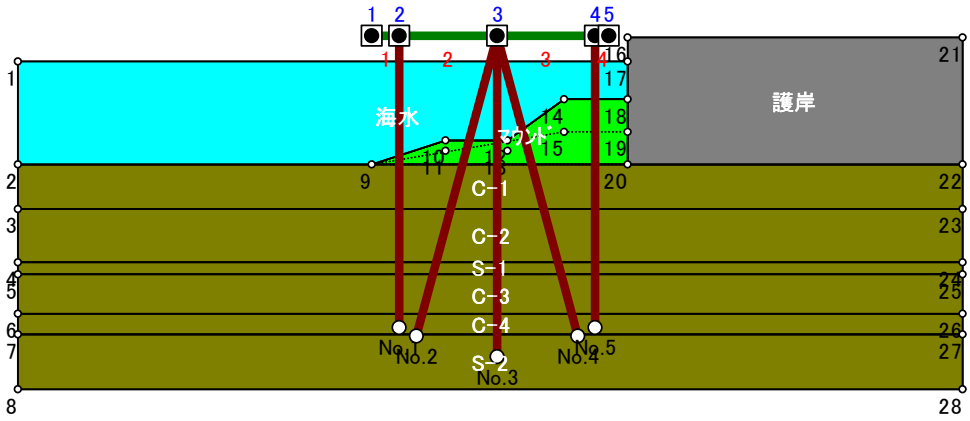
2) 〔領域の修正〕を用いて、マウンドと海水の領域を 1)で追加したノードを用いて新たに定義します。

海水の定義　　1-2-9-10-12-14-18-17

マウンドの定義　　9-20-18-14-12-10

結果を下図に示します。

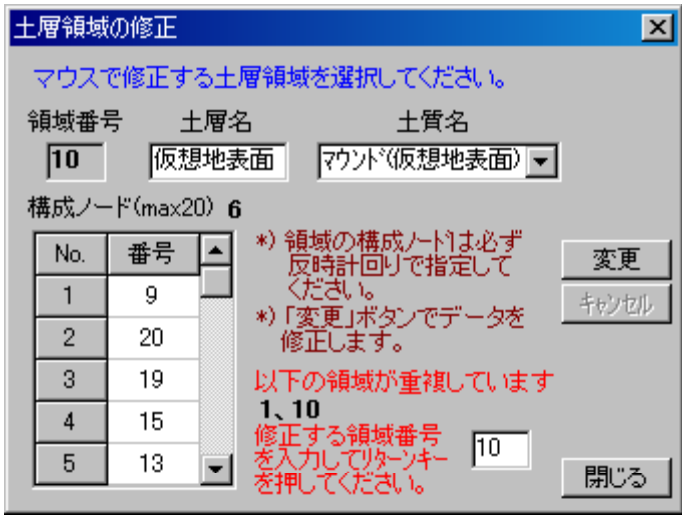
〔計算モデル図〕 sample-90 2006/12/08



3)　〔領域の修正〕を用いて、仮想地表面を再定義します。

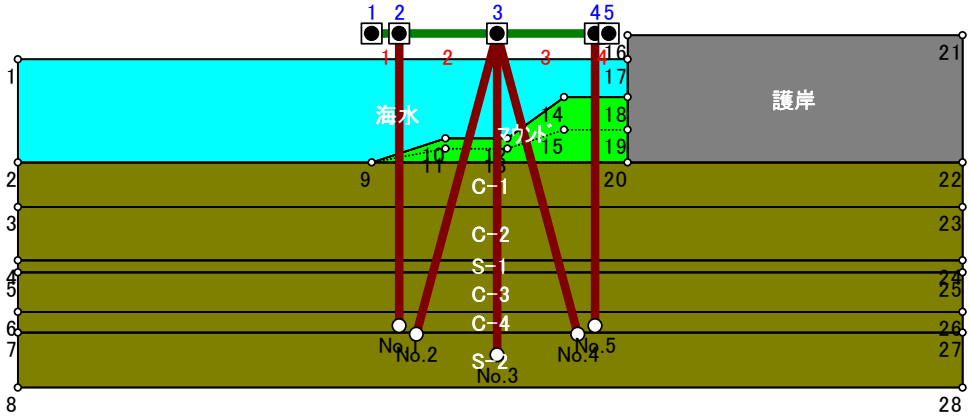
前図の仮想地表面部分(マウンドの点線部の下)をクリックすると下の画面が表示されるので、右下の欄に「10」を入力してリターンキーをおして、続いて仮想地表面の領域を以下のように再定義しします。

仮想地表面の定義　　9-20-19-15-13-11



結果を以下に示す。

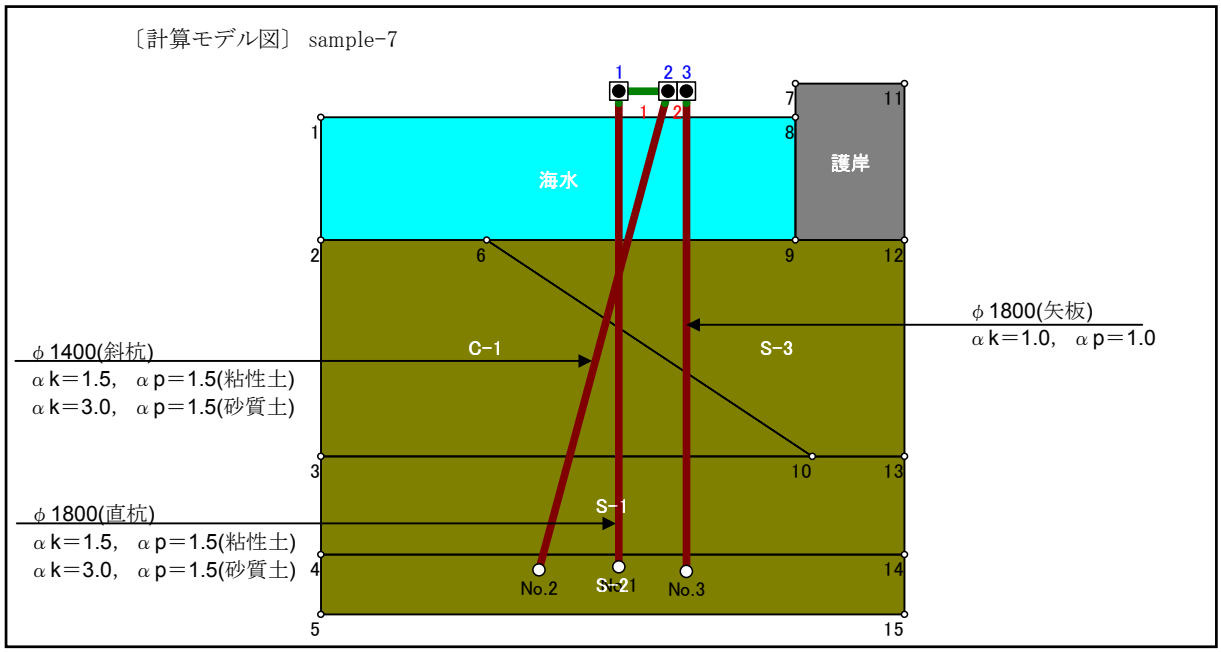
〔計算モデル図〕 sample-90　2006/12/08



(3) 杭種が 2 以上で各々水平方向地盤バネの補正係数が異なる場合

➡ <u>データ作成後、データ修正</u>

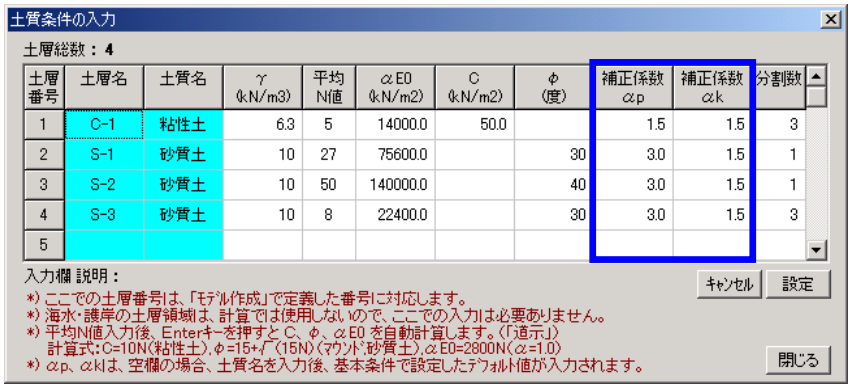
例：sample-7【水平方向地盤バネ補正係数が異なる杭と矢板を使用】



sample-7 を例に、水平方向地盤バネの補正係数（剛性補正係数αk および強度補正係数αp）が異なる杭を使用する場合の各補正係数のデータ作成方法を以下に示します。

①〔モデル作成－土質条件〕でのデータ作成

最初に通常通り、〔モデル作成－土質条件〕においてデータを作成します。



土質条件の入力

土層総数：4

土層番号	土層名	土質名	γ (kN/m3)	平均N値	αE0 (kN/m2)	C (kN/m2)	φ (度)	補正係数 αp	補正係数 αk	分割数
1	C-1	粘性土	6.3	5	14000.0	50.0		1.5	1.5	3
2	S-1	砂質土	10	27	75600.0		30	3.0	1.5	1
3	S-2	砂質土	10	50	140000.0		40	3.0	1.5	1
4	S-3	砂質土	10	8	22400.0		30	3.0	1.5	3
5										

入力欄 説明：
*) ここでの土層番号は、「ﾓﾃﾞﾙ作成」で定義した番号に対応します。
*) 海水・護岸の土層領域は、計算では使用しないので、ここでの入力は必要ありません。
*) 平均N値入力後、Enterｷｰを押すと C、φ、αE0 を自動計算します。(「道示」)
計算式:C=10N(粘性土),φ=15+√(15N)(ﾏｳﾝﾄﾞ砂質土),αE0=2800N(α=1.0)
*) αp、αkは、空欄の場合、土質名を入力後、基本条件で設定したﾃﾞﾌｫﾙﾄ値が入力されます。

キャンセル 設定 閉じる

〔モデル作成－土質条件〕では剛性補正係数αk、強度補正係数αp は 1 ケースのみの入力です。よって、〔モデル作成－土質条件〕でのデータ作成後は全杭の水平方向地盤バネ補正係数は

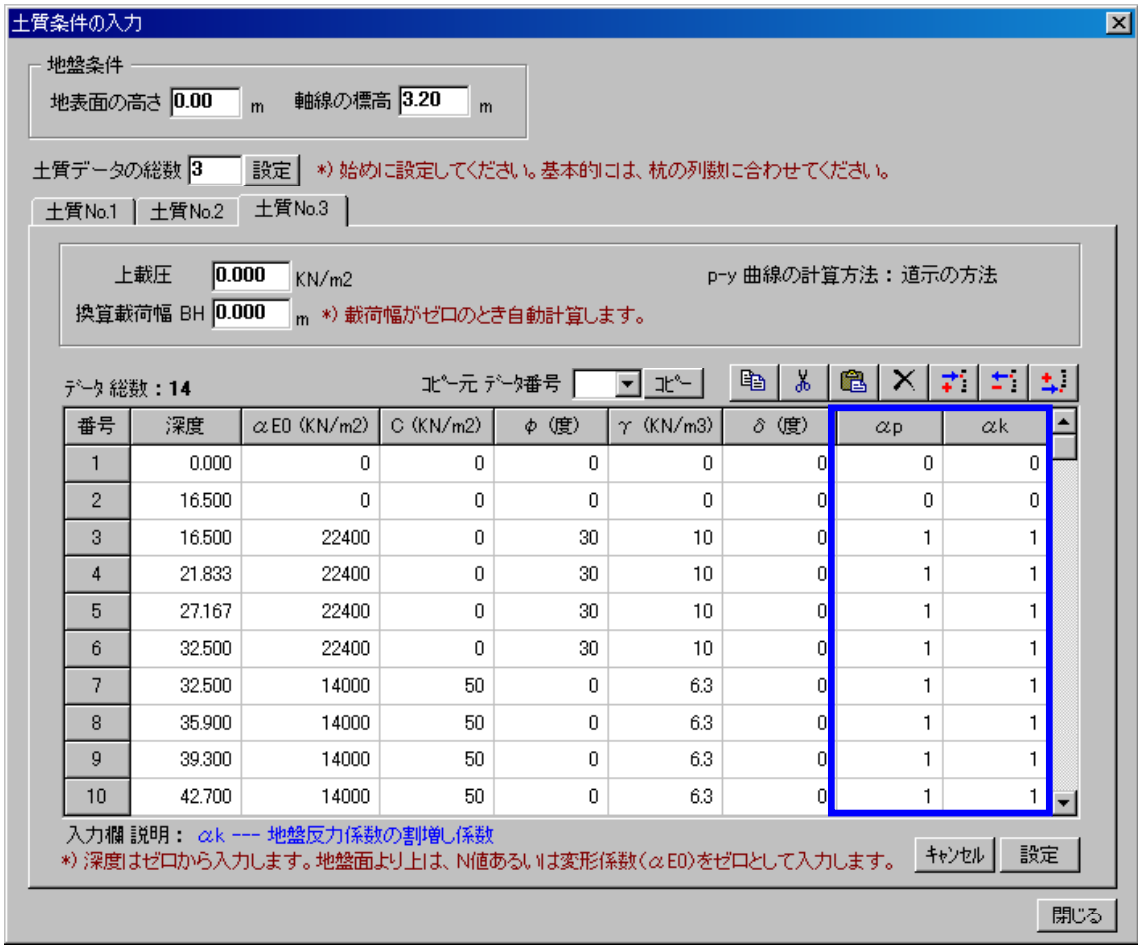
αk=1.5, αp=1.5(粘性土)

αk=3.0, αp=1.5(砂質土)

となっています。矢板の各補正係数はαk=1.0, αp=1.0 であるため、データの修正を要します。　そこでまず、他条件のデータを入力し終えたら、データを保存し計算プログラム用データ（○○○.inp）作成します。

②〔計算実行－データ修正－土質条件〕でのデータ修正

次に、〔計算実行－データ修正－土質条件〕において矢板の水平方向地盤バネの各補正係数のデータを修正します。



番号	深度	αE0 (KN/m2)	C (KN/m2)	φ (度)	γ (KN/m3)	δ (度)	αp	αk
1	0.000	0	0	0	0	0	0	0
2	16.500	0	0	0	0	0	0	0
3	16.500	22400	0	30	10	0	1	1
4	21.833	22400	0	30	10	0	1	1
5	27.167	22400	0	30	10	0	1	1
6	32.500	22400	0	30	10	0	1	1
7	32.500	14000	50	0	6.3	0	1	1
8	35.900	14000	50	0	6.3	0	1	1
9	39.300	14000	50	0	6.3	0	1	1
10	42.700	14000	50	0	6.3	0	1	1

〔計算実行－データ修正－土質条件〕の各土質条件の入力において、矢板に該当する土質 No. の各補正係数を修正します。上の例では土質Ｎｏ.３を修正しています。なお、土質番号と杭の番号は一致しています。

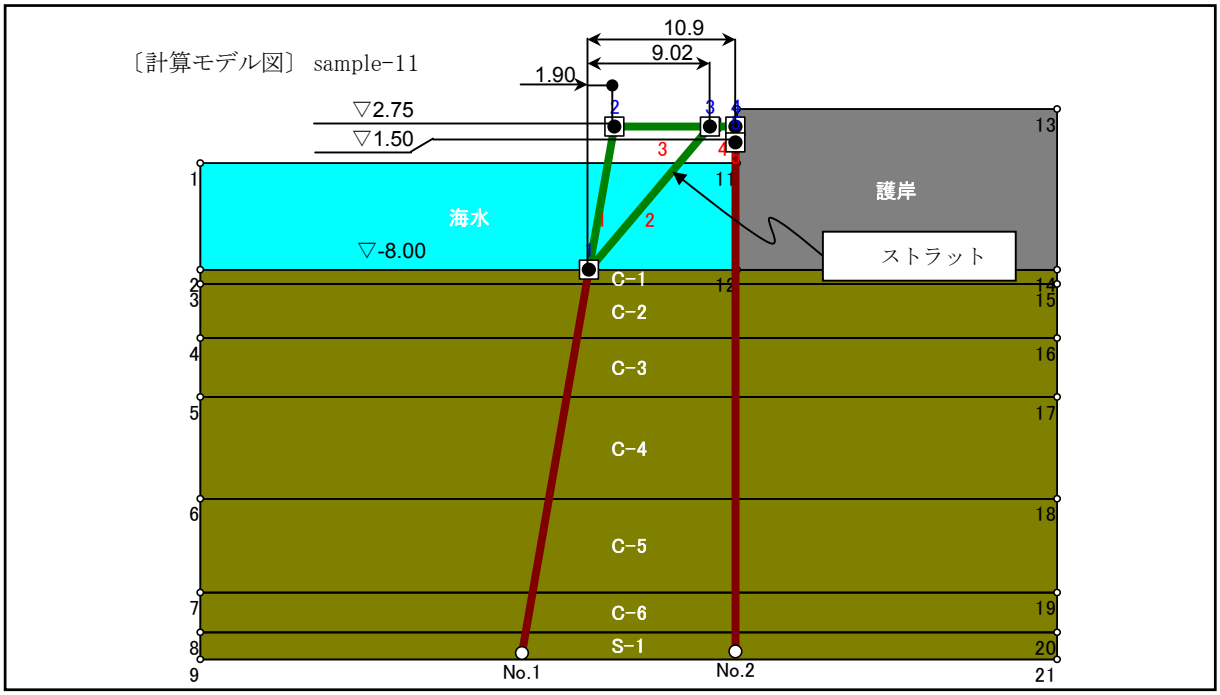
〔計算実行－データ修正－データ作成〕でデータを作成し、〔計算実行－データ修正－データ保存〕でデータを保存し、最後に計算を実行する。なお、モデル作成－データ作成で新たに計算用データを作成した時は、上記の修正は無効になるので再度データの修正を行う必要がある。

なお、Version3.00 では杭ごとにαp、αk を修正する機能が追加されていますが、それらは杭ごとに一定の倍率をかけて修正するものであり、砂質土と粘性土が混在する場合は、すべてを正しく修正することはできません。そのような場合には、ここで述べた方法で修正する必要があります。

(4) ストラット式桟橋の場合

➡ <u>データ作成方法</u>

例：sample-11【ストラット式桟橋】



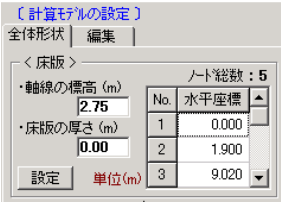
梁要素の断面特性

要素番号	部　材	面積A (m^2)	断面２次モーメントＩ (m^4)	弾性係数Ｅ (N/mm^2)
1	鋼管(φ1800×25)	0.1394	0.0549	200000
2	鋼管(φ1100×19)	0.0645	0.0094	200000
3，4	床版(1.5×2.5m)	3.7500	1.9530	27000
5	剛域	6.0000	5.0000	27000

sample-11 を例に、ストラット式桟橋のデータ作成方法を以下に示します。

①〔モデル作成－全体形状〕でのデータ作成

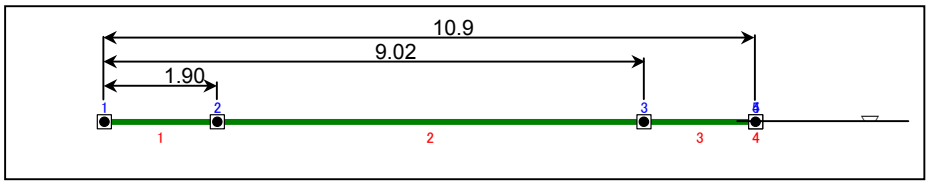
最初に通常通り、〔モデル作成－全体形状－床版〕において、軸線の標高・床版の厚さ・水平座標を入力します。



sample-11 では、床版厚をゼロとし、原点をノード番号 1 に取っています。水平座標は上図に示すように、ノード 1＝0.00

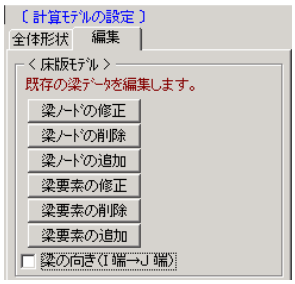
ノード 2＝1.90
ノード 3＝9.02
ノード 4，5＝10.90

と入力します。データを入力し終え、「設定」ボタンを押すと次頁のように床版が作成されます。

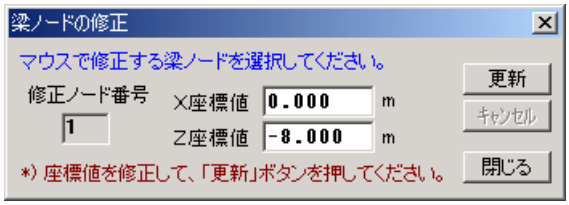


②〔計算モデルの設定－編集〕でのデータ編集

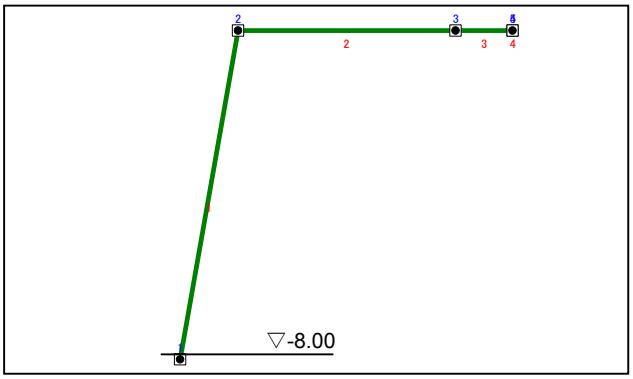
次に、〔計算モデルの設定－編集－床版〕において、ストラットの形状を作成します。



1)「梁ノードの修正」でノード 1 の Z 座標を「-8.00」と編集します。

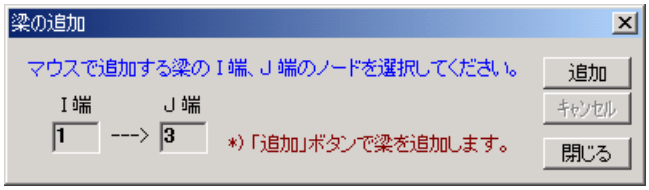


更新すると、下図のようになります。

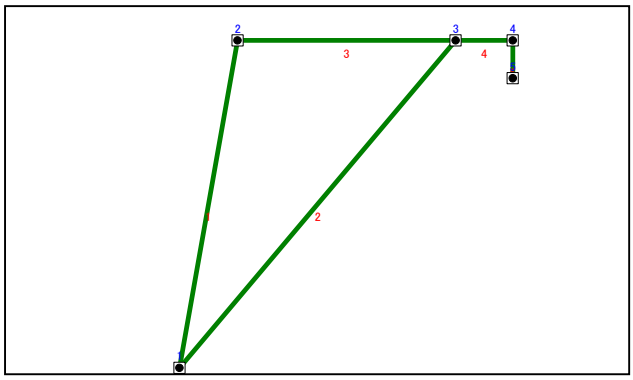


同様にノード 5 の Z 座標も「1.50」と編集します。

2)「梁要素の追加」でノード 1 と 3 を端点とする要素を追加します。



追加すると、次頁のようになります。

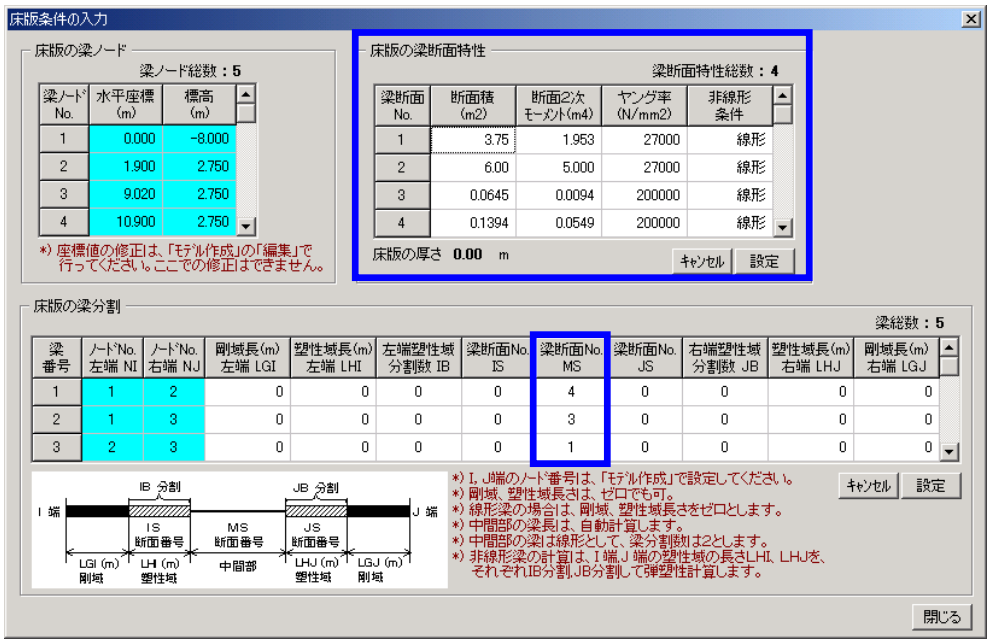


以上で、ストラットの形状が作成されました。

③〔モデル作成－床版条件〕でのデータ作成

〔モデル作成－床版条件〕では通常通り、データ入力を行います。

sample-11 では断面特性を 4 断面（前頁の表参照）入力し、「床版の梁分類の梁断面 No.」で各要素の梁断面 No.を選択します。

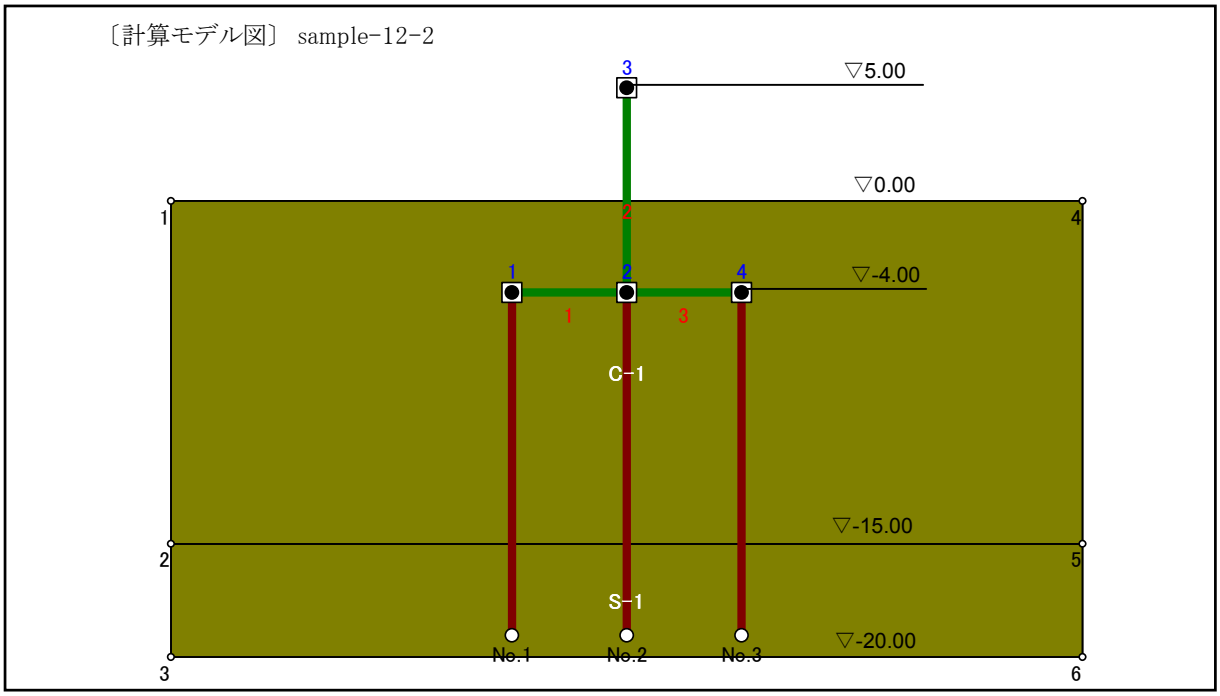


土質・杭・荷重については通常通りの入力となります。なお、陸側の矢板の地盤バネ補正係数は、海側の斜杭とは異なるので、(3)の sample-7 の例と同様に地盤バネ補正係数を別途修正する必要があります。

(5) 杭式橋脚の例で、床版下面が土中にある場合

➡ 標高の取り方に注意

例：sample-12【床版を橋脚フーチングとしてデータを作成】



床版データで入力する部材が土中にある場合は、モデル作成－全体形状で、上図のように海底面の標高を 0.00、また、床版軸線の標高を負値としてデータを作成します。このときの土質データは、海底面から入力します。

標高以外のデータ作成方法は通常通りです。

桟橋の弾塑性解析プログラム

N-Pier

Version-3.00

１,２質点動的解析の例

2007 年 10 月

独立行政法人　港湾空港技術研究所

鋼管杭協会

株式会社 海洋河川技術研究所

目　　次

１．　１質点動的解析 1
　１.１　計算条件 1
　１.２　計算結果 2
２．　２質点動的解析 6
　２.１　計算条件 6
　２.２　計算結果 7
３．　地震データの作成方法 12

使用したサンプルデータ;

地震データ　　：Seis-exA.seis
１質点動的解析の計算条件　：Mass1-ex1.inp1
２質点動的解析の計算条件　：Mass2-ex2.inp2

データ作成例－２にも、２質点動的解析の例があります

地震データ　　：Seis-exB.seis
計算条件(免震あり)　　：Mass2-ex(免震あり).inp2
計算条件(免震なし)　　：Mass2-ex(免震なし).inp2

１．　１質点動的解析

１.１　計算条件

質点の重量：　　WT=3000.0(kN)

非線形ばね特性：　　降伏　　Fy_+ = 900（kN）

δy_+ = 0.06（m）

δy_- = 0.04（m）

１次勾配　　K_1 = Fy_+／δy_+

= 900 / 0.060

= 15000（kN/m）

２次勾配の比　α_+ = K_{2+}/K_1 = 0.200　（＋側）

２次勾配の比　α_- = K_{2-}/K_1 = 0.150　（－側）

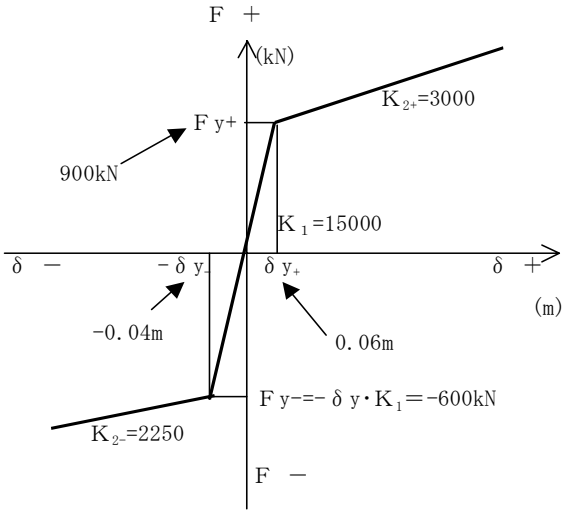


図-1.１　非線形バネ特性

入力加速度データ　：　　八戸基盤波を用い、最大値加速度を 300gal とする。

計算時間は 20sec

加速度値の倍率　　ASCL=0.01765

※使用データは最大値が 170gal であるので、最大値が 3.0m/sec² となるように ASCL=3.0/170=0.01765 とする。

（詳細は、３．地震データの作成方法を参照。）

減衰定数　　：　５％

この時のN-Pier へのデータ入力画面を図-1.２に示す。なお、この画面の前後で行う N-Pier の操作例については、「データ作成例－２」の５.を参照して下さい。

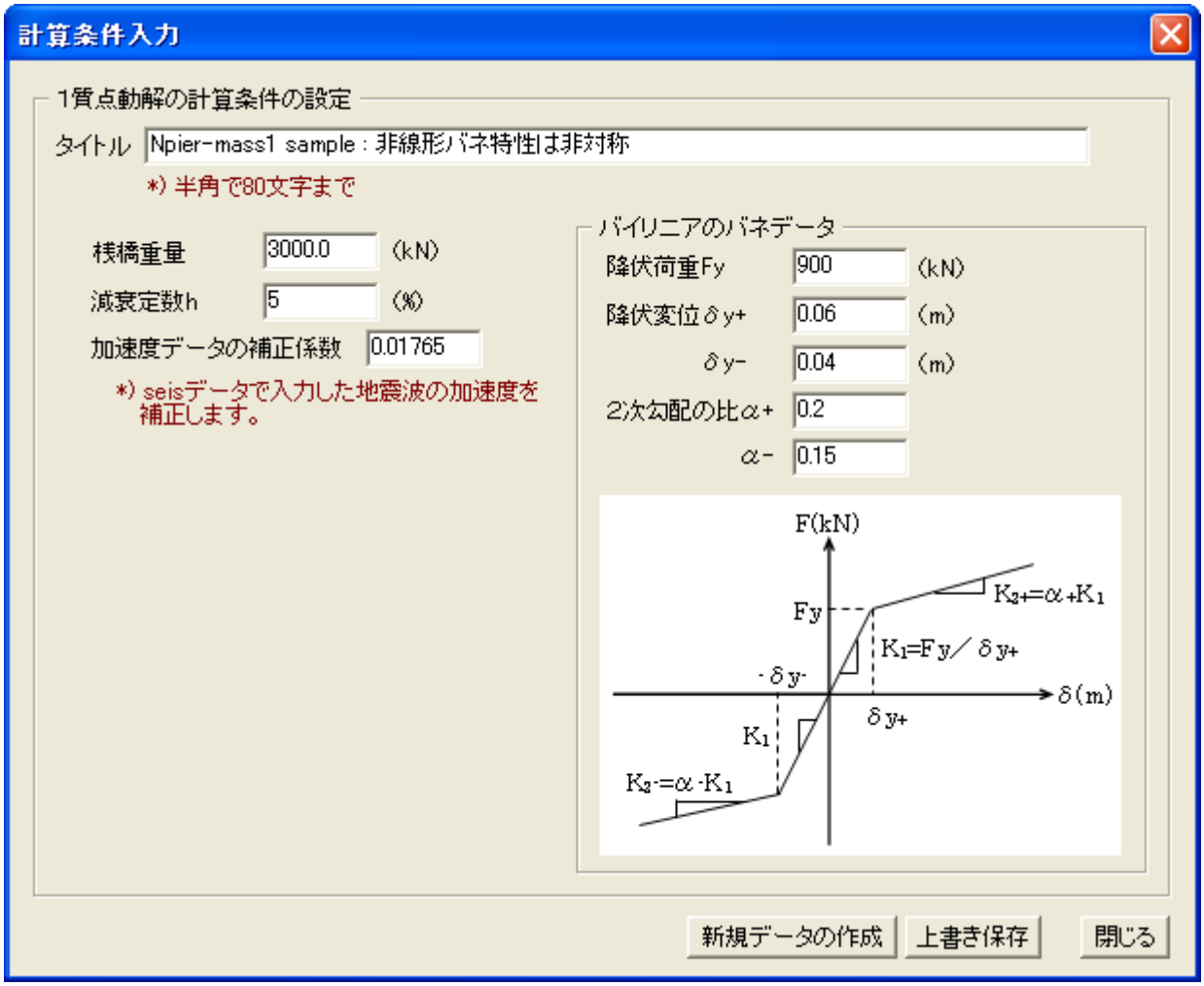


図-1.2　データ入力画面

1.2　計算結果

計算結果の時刻歴を図-1.3に示す。また、質点変位と復元力の履歴を図-1.4に示す。図-1.3においては、上段より順に以下の内容となっている。

- 地盤加速度
- 桟橋の絶対加速度
- 桟橋の速度
- 桟橋の変位
- 桟橋の復元力

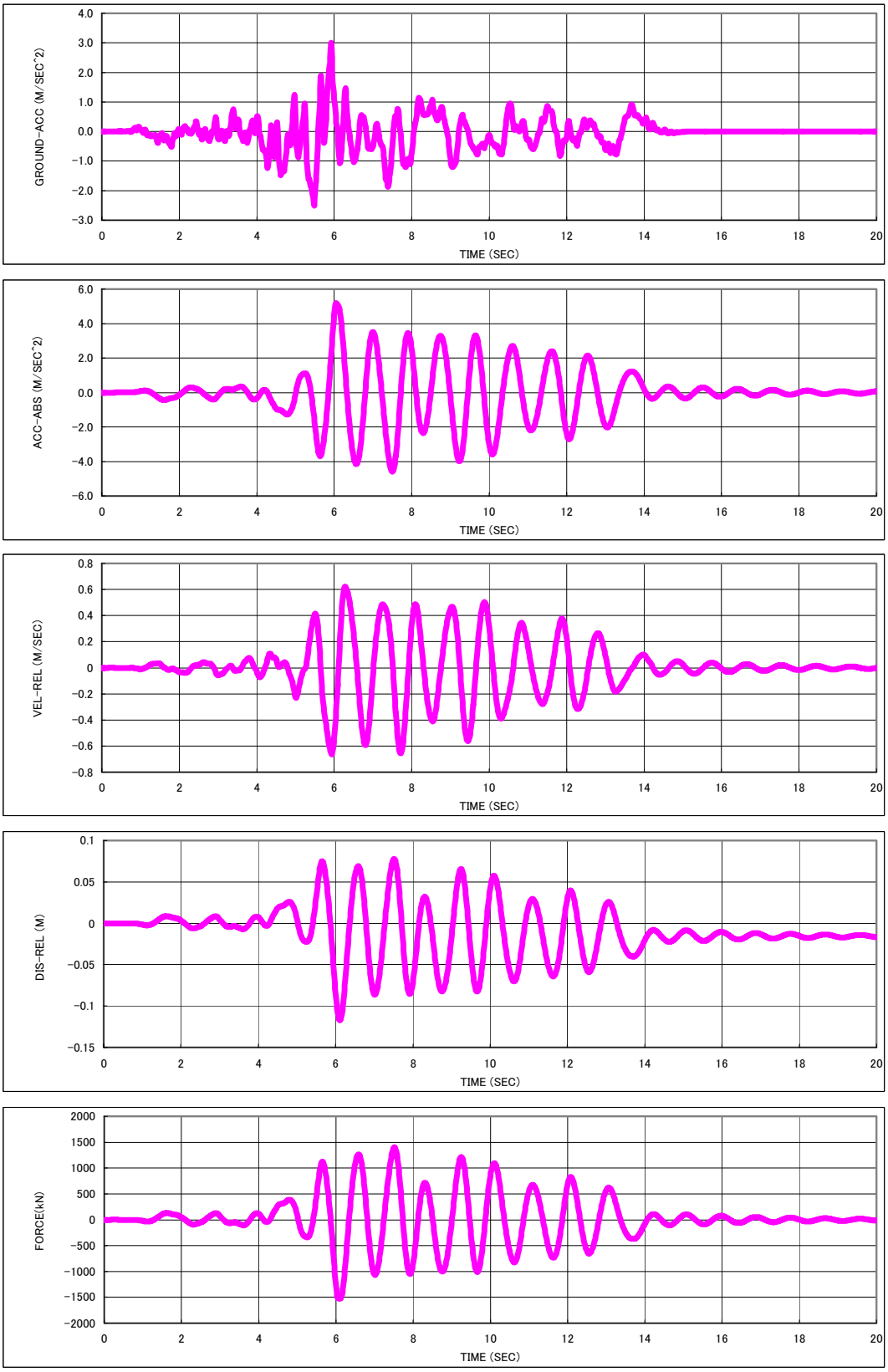


図-１.３　１質点非線形動的プログラムによる計算結果（時刻歴）

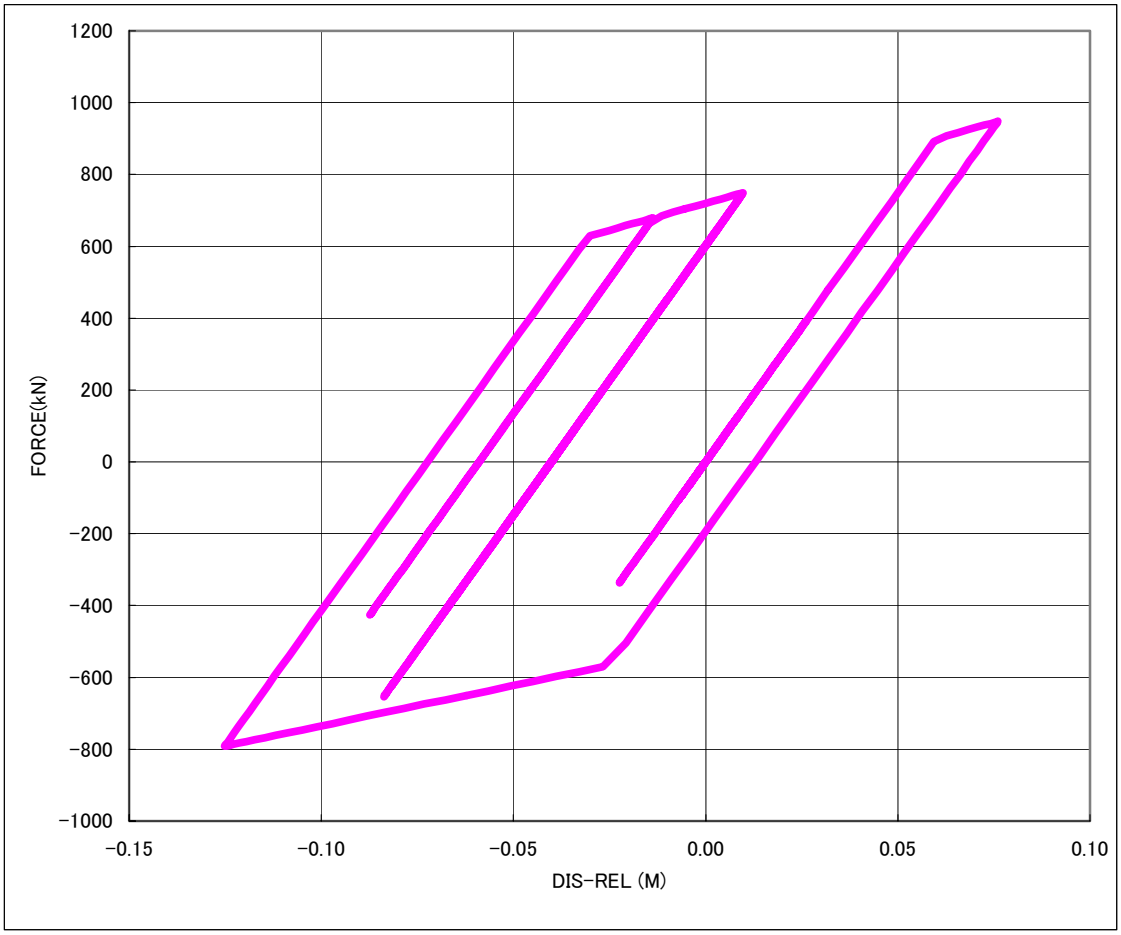


図-１.４　１質点非線形動的プログラムによる計算結果（桟橋変位・復元力関係履歴）

また、固有周期などが、「計算条件ファイル名.out1」のファイル名で次のような内容で作成されるので、テキストエディター等で確認する。

① 計算条件ファイルのベタリスト
② 地震波データについて
③ 入力した計算条件と固有周期など

固有周期　$T_1 = 2\pi\{(WT/g)/K_1\}^{0.5} = 2\pi\{(3000/9.8)/15000\}^{0.5} = 0.898$（sec）

プログラムではレーレー減衰（$C=\alpha M+\beta K$）を用いる。この時減衰定数ｈ、固有角振動数ωとは $2.0\times h\times\omega = \alpha+\beta\omega^2$ の関係がある。実際には $\beta=0.0$ とした質量比例減衰を用いる。この時の係数αおよびＣは、固有振動の減衰定数を $h_1=5.00$（%）としたので、

$$\alpha = 2.0\times h_1\times\omega_1 = 2.0\times h_1\times(2\pi/T_1) = 2.0\times 0.05\times(2\pi/0.898) = 0.700$$

$$C = \alpha M+\beta K = 0.700\times 3000/9.8 = 214.28571 \text{（kN･sec/m）}$$

となる。

＜「計算条件ファイル名.out1」＞

```
①
＜1質点系非線形動的解析＞  Input ： Mass1-ex1.inp1      Seis-exA.seis
      *---.----1----.----2----.----3----.----4----.----5----.----6----.----7----.----8
    1 Npier-mass1 sample ： 非線形バネ特性は非対称                                    1
    2                              5            0.01765                              2
    3     3000.0       900      0.06       0.2      0.04      0.15                   3
    4 END                                                                             4
      *---.----1----.----2----.----3----.----4----.----5----.----6----.----7----.----8 End

②
 ****  SEISMIC DATA  ****

    FILE NAME                                        = Seis-exA.seis
    TITLE
     [ 2000WAVE001 1968 SOUTH HACHINOHE-S TOKACHI (m/sec^2) *                        ]

    NUMBER OF STEPS                                  =       2020  (STEP)
    TIME STEP                                        =      0.010  (SEC)
    ACCELERATION SCALE FACTOR                        =    0.01765


③
 ****  BILINEAR MODEL  ****

    NUMBER OF NUMERICAL INTEGRATION POINTS           =      20200  (STEP)
    TIME INTERVAL OF NUMERICAL INTEGRATION           =      0.001  (SEC)

    WEIGHT OF SYSTEM                                 =     3000.0  (kN)

    DAMPING RATIO "h"                                =       5.00  (%)

    YIELDING FORCE(Pier )                            =      900.0  (kN)
    YIELDING DISPLACEMENT(+)                         =      0.060  (m)
    YIELDING DISPLACEMENT(-)                         =      0.040  (m)
    YIELDING STIFFNESS                               =    15000.0  (kN/m)
     SECONDARY GRADIENT  (+)                         =    0.20000
     SECONDARY GRADIENT  (-)                         =    0.15000


    EIGEN PERIOD "T"                                 =      0.898  (SEC)
    MASS PROPORTIONAL DAMPING COEFFICIENT "ALPHA"    =      0.700
          DAMPING COEFFICIENT C(Pier )               =  214.28571  (kN*s/m)

 ****  Npier-mass1 Normal End  ****
```

２．　２質点動的解析

２.１　計算条件

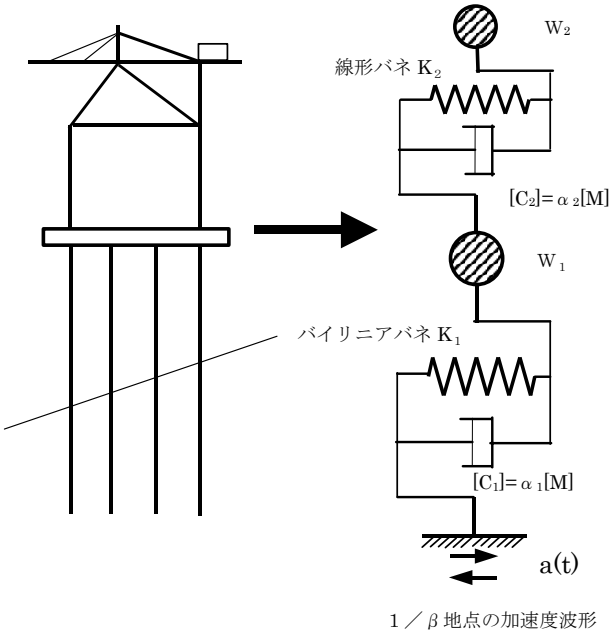


図-２.１　解析モデル

質点の重量：

クレーン：W_2= 2000.0(kN)

桟橋　　：W_1= 3000.0(kN)

バネ特性：

クレーン－線形バネ　K_2＝2500（kN/m）

桟橋　　－バイリニアバネ；

＋側降伏力　　FY　＝　1500（kN）

＋側降伏変位　　δy_+ ＝　0.100（m）

－側降伏変位　　δy_- ＝　0.100（m）

１次勾配　　K_1　＝　FY/DY_+

＝　1500 / 0.1

＝　15000（kN/m）

２次勾配の比　$\alpha_+ = K_{2+}／K_1$　＝　0.100　（＋側）

２次勾配の比　$\alpha_- = K_{2-}／K_1$　＝　0.100　（－側）

減衰特性：

桟橋に対して、　　h_1＝10%

クレーンに対して、　　h_2＝ 2%

入力加速度データ：

八戸基盤波のデータを使用する。最大加速度は 450gal とする。

加速度値の倍率　　ASCL=0.026475

※ 使用データは最大値が 170gal であるので、最大値が 4.5m/sec^2 となるように ASCL=4.5／170=0.026475 とする。

（詳細は、３．地震データの作成方法を参照。）

この時の N-Pier へのデータ入力画面を図-２.２に示す。なお、この画面の前後で行う N-Pier の操作例については、「データ作成例－２」の５.を参照して下さい。

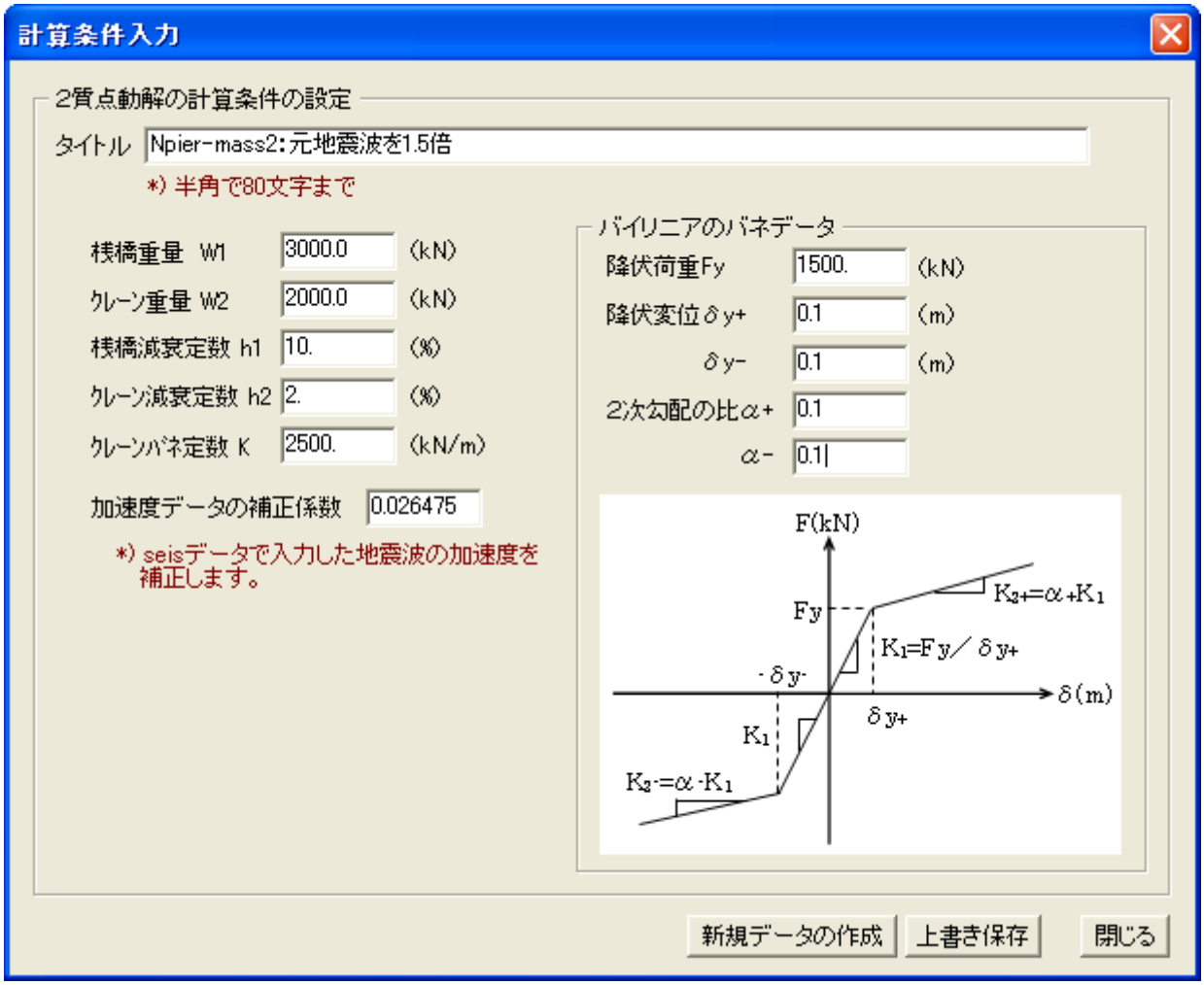


図-２.２　入力画面

２.２　計算結果

計算結果の時刻歴を図-２.３、図-２.４に示す。また、質点変位と復元力の履歴を図-２.５に示す。図-２.３においては、上段より順に以下の内容となっている。

- クレーン変位
- 桟橋変位
- クレーン絶対加速度
- 桟橋絶対加速度
- 地盤絶対加速度（入力地震波）

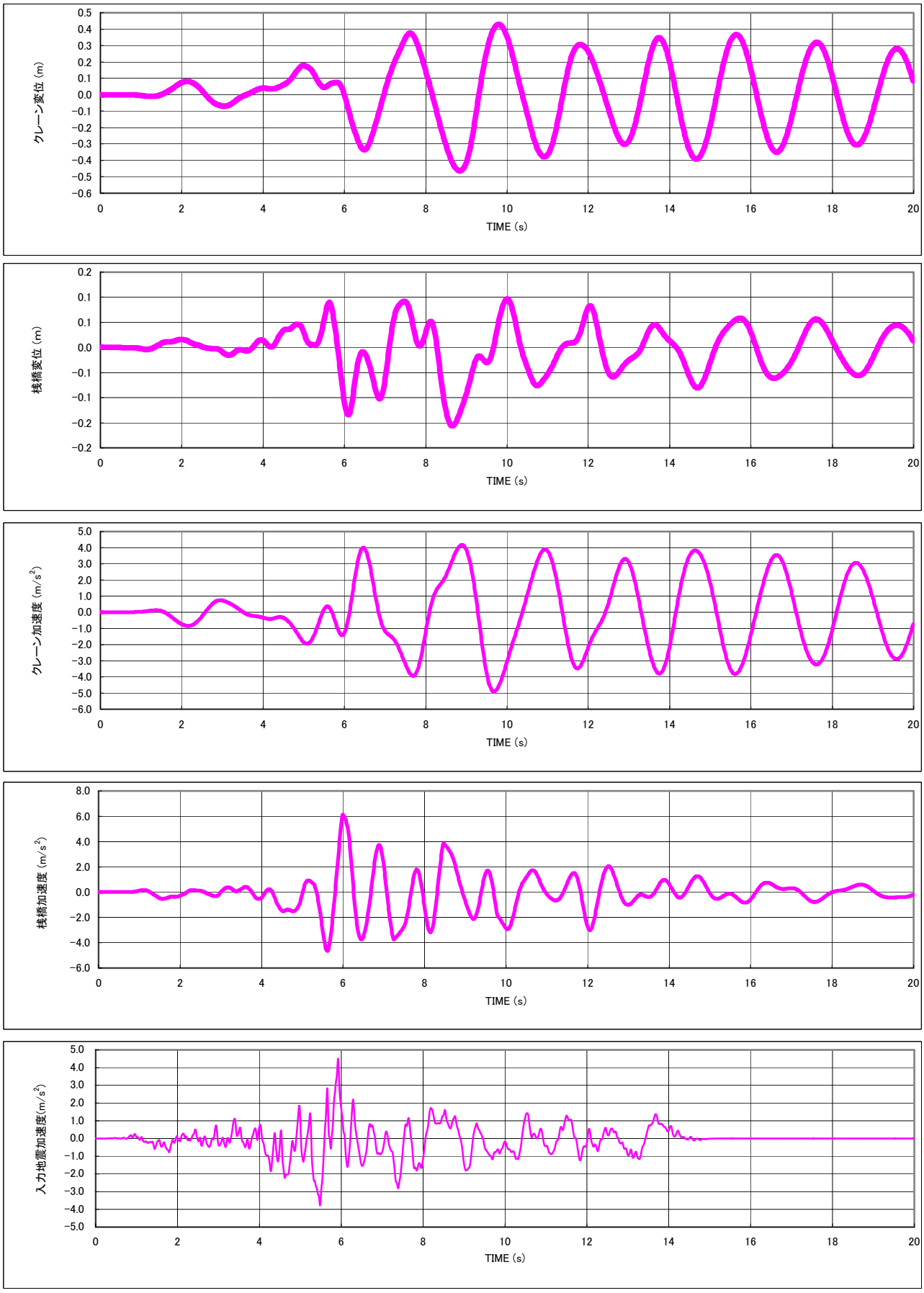


図-２.３　２質点非線形動的プログラムによる計算結果（応答変位・応答加速度）

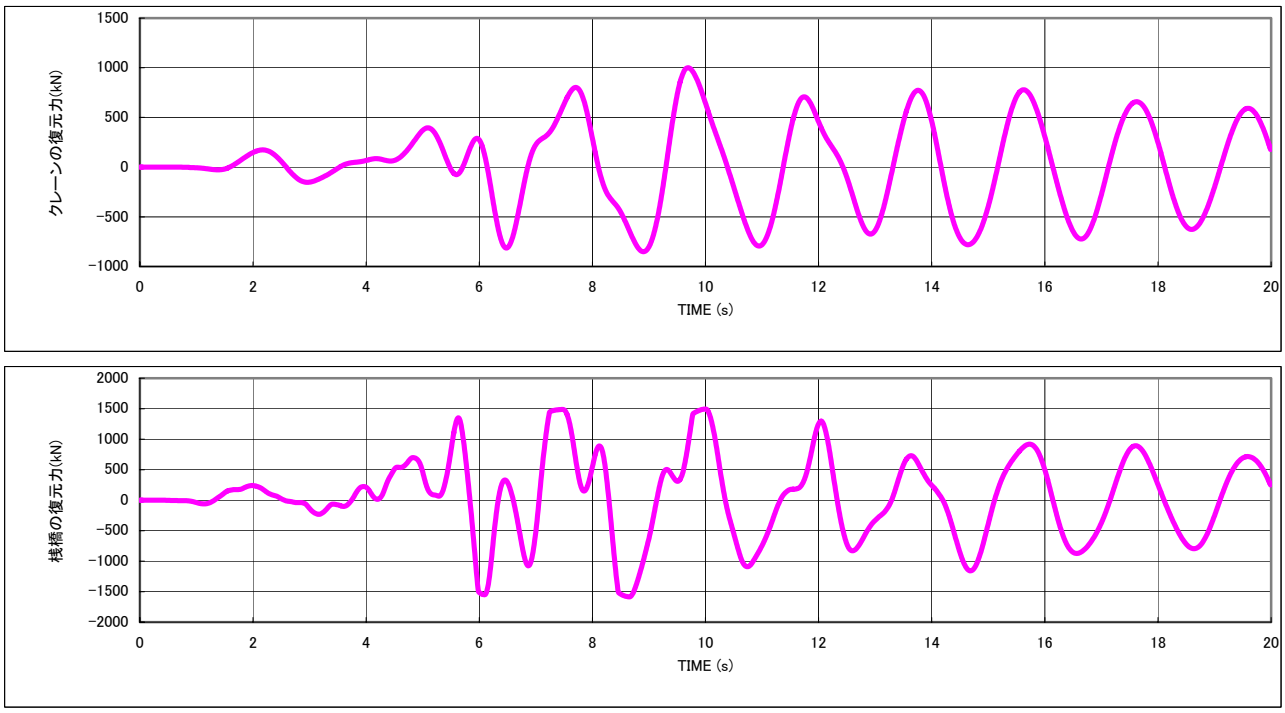


図-２.４　２質点非線形動的プログラムによる計算結果（復元力）

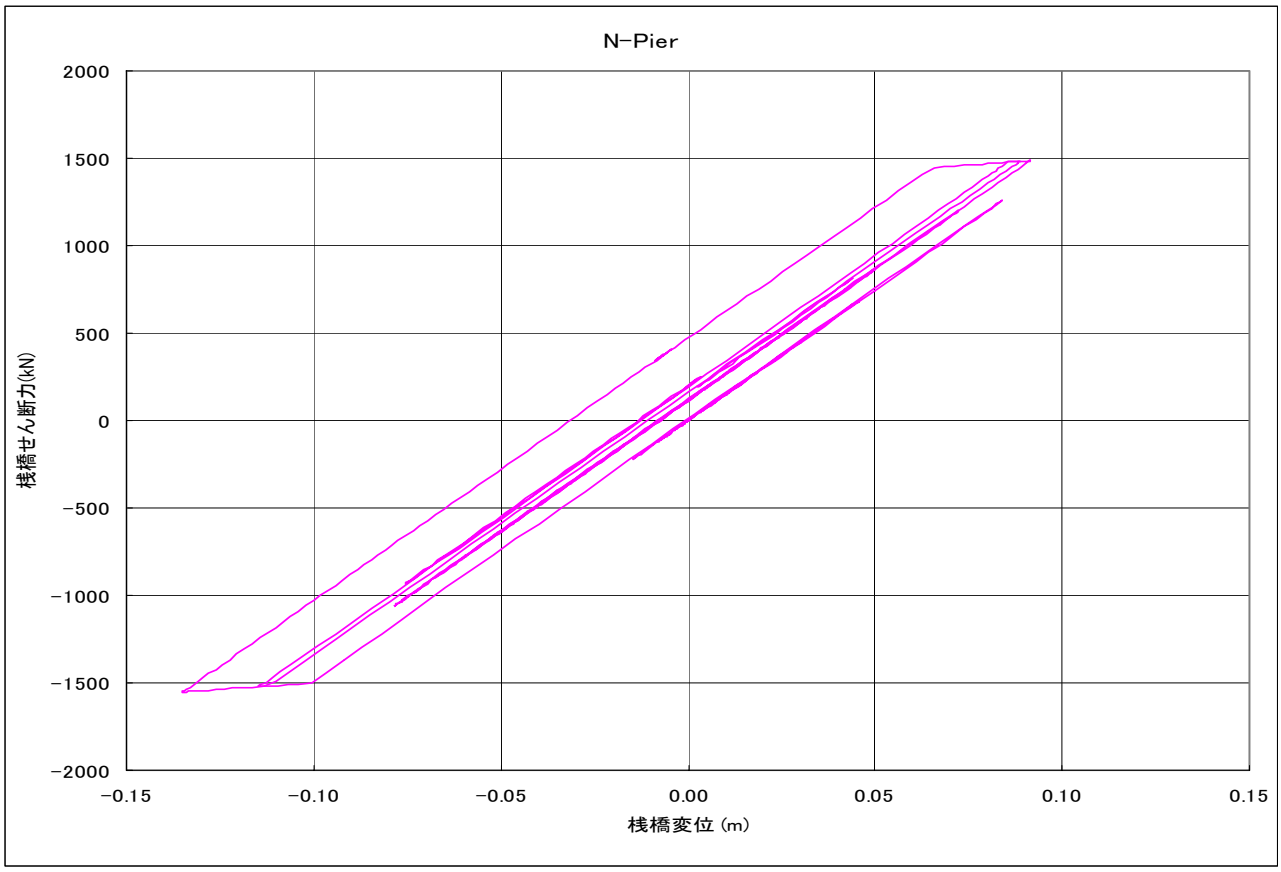


図-２.５　２質点非線形動的プログラムによる計算結果（桟橋の変位・復元力関係履歴）

また、固有周期などが、「計算条件ファイル名.out2」のファイル名で次のような内容で作成されるので、テキストエディター等で確認する。

① 計算条件ファイルのベタリスト
② 地震波データについて
③ 入力した計算条件と固有周期など

この内、③の固有周期等について解説すると次の通りである。

固有振動特性：　桟橋とクレーン１体化モデルにおける固有円振動周期ωは、次式の解として求まる;

$$\begin{vmatrix} (K_1+K_2)-\omega^2 m_1 & -K_2 \\ -K_2 & K_2-\omega^2 m_2 \end{vmatrix} = 0$$

$m_1 = W_1 / g$

$m_2 = W_2 / g$

$\therefore \quad \omega_1 = 3.181 \quad (\mathrm{rad/s})$

$\omega_2 = 7.700 \quad (\mathrm{rad/s})$

固有周期；　$T_1 = 2\pi / \omega_1 = 2\pi / 3.183 = 1.975\ (\mathrm{s})$

$T_2 = 2\pi / \omega_2 = 2\pi / 7.700 = 0.816\ (\mathrm{s})$

一方、桟橋およびクレーンそれぞれの単体としての固有周期と減衰特性を、１質点系の場合と同様にして計算すると次のようになる。減衰は質量比例減衰として、その時の係数αを計算する。

単体固有周期 桟橋　$T_1' = 2\pi \{ m_1/K_1 \}^{0.5} = 2\pi \{(3000/9.8)/15000\}^{0.5} = 0.898$ (sec)

クレーン　$T_2' = 2\pi \{ m_2/K_1 \}^{0.5} = 2\pi \{(2000/9.8)/2500\}^{0.5} = 1.795$ (sec)

単体減衰特性 桟橋　$\alpha_1 = 2 \cdot h_1 \cdot \omega_1' = 2 \cdot 0.1 \cdot (2\pi / T_1') = 2 \times 0.10 \times (2\pi / 0.898) = 1.4$

$C_1' = \alpha_1 \times m_1 = 1.4 \times 3000/9.8 = 428.57143$ (kN*s/m)

クレーン　$\alpha_2 = 2 \cdot h_2 \cdot \omega_2' = 2 \cdot 0.02 \cdot (2\pi / T_2') = 2 \times 0.02 \times (2\pi / 1.795) = 0.14$

$C_2' = \alpha_2 \times m_2 = 0.14 \times (2000/9.8) = 28.57143$ (kN*s/m)

ここに、桟橋の減衰定数 $h_1 = 0.10$（10%）、クレーンの減衰定数 $h_2 = 0.02$（２%）とした。

桟橋、クレーン全体としての動的解析では、剛性は連成させているが、減衰については上記の減衰特性をそのまま使っている。

＜「計算条件ファイル名.out2」＞

---

①

```
<2質点系非線形動的解析>          Input : Mass2-ex2.inp2                  Seis-exA.seis
     *---.----1----.----2----.----3----.----4----.----5----.----6----.----7----.----8
   1 Npier-mass2：元地震波を1.5倍                                                    1
   2                          10.        2.   0.026475                              2
   3     3000.0     1500.     0.1       0.1       0.1       0.1                      3
   4     2000.0     2500.                                                            4
   5 END                                                                             5
     *---.----1----.----2----.----3----.----4----.----5----.----6----.----7----.----8 End
```

②

```
 ****  SEISMIC DATA  ****

    FILE NAME                                        = Seis-exA.seis
    TITLE
     [ 2000WAVE001 1968 SOUTH HACHINOHE-S TOKACHI (m/sec^2) *                        ]

    NUMBER OF STEPS                                  =       2020  (STEP)
    TIME STEP                                        =      0.010  (SEC)
    ACCELERATION SCALE FACTOR                        =    0.02647
```

③

```
 ****  BILINEAR MODEL(Pier )      LINEAR MODEL(Crane) ****

    NUMBER OF EARTHQUAKE RECORD POINTS               =      20200  (STEP)
    TIME INTERVAL OF NUMERICAL INTEGRATION           =      0.001  (SEC)

    WEIGHT OF SYSTEM     Pier                        =     3000.0  (kN)
                         Crane                       =     2000.0  (kN)

    DAMPING RATIO "h"    Pier                        =      10.00  (%)
                         Crane                       =       2.00  (%)

    YIELDING FORCE(Pier )                            =     1500.0  (kN)
    YIELDING DISPLACEMENT(+)                         =      0.100  (m)
    YIELDING DISPLACEMENT(-)                         =      0.100  (m)
    YIELDING STIFFNESS                               =    15000.0  (kN/m)
     SECONDARY GRADIENT  (+)                         =    0.10000
     SECONDARY GRADIENT  (-)                         =    0.10000


    CRANE ELASTIC STIFFNESS                          =     2500.0  (kN/m)

 ====  EIGEN VALUE ====
          Coupling Model PERIOD "T"  1st MODE        =      1.975  (SEC)
                                     2nd MODE        =      0.816  (SEC)

          Simple   Model PERIOD(Pier )               =      0.898  (SEC)
                                (Crane)              =      1.795  (SEC)

          DAMPING COEFFICIENT C(Pier )               =  428.57142  (kN*s/m)
                              C(Crane)               =   28.57143  (kN*s/m)


 ****  Npier-mass2 Normal End  ****
```

３． 地震データの作成方法

(1)　地震波データファイルの名称

地震波データファイルは、地震波時刻歴をテキストファイルで作成し、○○○○○.seisの名称で所定の箇所に保存する。ここに○○○○○は適当な名前で、「.seis」は決められた拡張子である。

(2)　地震波データファイルの書式

地震波データは、地震波時刻歴を次のフォーマットに合わせて記述して作成する。

1	タイトルデータ（１レコード）
	EQNM(20)
	20A4
	タイトル

2	コントロールデータ（１レコード）		
	MSTP	DELT	FORM
	I10	F10.0	A10
	加速度データのデータ数	加速度データの時間間隔 (sec)	加速度データのフォーマット
	*1)		(df=(10F8.0))

*1)　MAX=60000

3	加速度データ(デフォルト時)									(フォーマットに従い必要レコード数分作成、単位はm/secとする)
	EQRC(I)	EQRC(I)	EQRC(I)	EQRC(I)	EQRC(I)	EQRC(I)	EQRC(I)	EQRC(I)	EQRC(I)	EQRC(I)
	F8.0	F8.0	F8.0	F8.0	F8.0	F8.0	F8.0	F8.0	F8.0	F8.0
	加速度 (m/s²)	加速度 (m/s²)	加速度 (m/s²)	加速度 (m/s²)	加速度 (m/s²)	加速度 (m/s²)	加速度 (m/s²)	加速度 (m/s²)	加速度 (m/s²)	加速度 (m/s²)

(3)　地震波データ例

```
*---.----1----.----2----.----3----.----4----.----5----.----6----.----7----.----8
 2000WAVE001 1968 SOUTH HACHINOHE-S TOKACHI (m/sec^2) *                          Rec.   1
      2020      0.010              (10F8.0)                                       Rec.   2
    0.000     0.000     0.000     0.000     0.000     0.000     0.000     0.000     0.000     0.000   Rec.   3
    0.000     0.000     0.000     0.000     0.000     0.000     0.000     0.000     0.000     0.000   Rec.   4
   -0.120    -0.070    -0.010    -0.070    -0.190    -0.210    -0.090     0.060     0.090     0.030   Rec.   5
    0.030     0.160     0.310     0.390     0.410     0.460     0.550     0.570     0.430     0.250   Rec.   6
       (略)
 -104.140-104.820-107.990-113.770-118.520-120.150-121.690-127.600-136.920-142.560   Rec.  57
 -138.290-125.540-111.610-101.660 -93.960 -83.600 -68.790 -51.880 -35.050 -17.630   Rec.  58
    0.910    17.920    30.430    40.940    56.810    80.770   103.060   107.040    85.180    48.560   Rec.  59
   17.970     5.020     3.480    -0.530   -11.740   -21.730   -20.480    -8.440     5.220    14.570   Rec.  60
   23.310    38.200    58.890    77.490    88.050    93.310   100.280   111.030   120.990   126.710   Rec.  61
  131.960   143.200   159.500   170.140   164.360   142.550   116.220    96.870    86.580    79.680   Rec.  62
   71.530    62.990    56.430    50.560    41.620    29.110    17.760    12.210    10.990     7.400   Rec.  63
   -3.350   -19.280   -34.280   -44.660   -51.510   -57.110   -60.770   -59.660   -52.950   -43.500   Rec.  64
       (略)
*---.----1----.----2----.----3----.----4----.----5----.----6----.----7----.----8
```

この地震波の最大値