



The 8th Design Conference
第8回デザインコンファレンス

Engineer's Studio®

FEMLEEG 最新機能紹介

(株) フォーラムエイト UC-1開発第1Group 解析支援チーム
柳 正吉

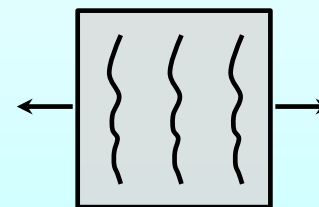
Engineer's Studio® の改訂

2009	Ver 1.0	初版リリース
	Ver 1.1	トラス構造(材端ピン結合)、活荷重、鋼製部材ひずみ照査
	Ver 1.2	Windows7対応
2010	Ver 1.3	平板要素コンタ図、初期断面力(梁,ばね)、固有値解析幾何剛性
	Ver 1.4	64bitソルバー切替、平板要素への面分布荷重
	Ver 1.5	道示断面計算
	Ver 1.6	PARDISO Sparse Matrix Solver、地盤ばね生成(平板)
2011	Ver 1.7	ケーブル要素、自動M-φ、自動M-θ、残留変位
2012	Ver 2.0	減衰要素、新道示対応、平板メッシュ分割
2013	Ver 2.1	限界状態、NEXCO二集M-θ
	Ver 3.0	2012コン示、荷重質量、平板コンタ切断MSN図
2014	Ver 3.1	道示の塑性率照査、道示バイリニア
	Ver 4.0	多点入力、結果保存選択機能、Rayleigh減衰拡張

Engineer's Studio® とは

- **有限要素法(FEM)プログラム**
(有限要素は、梁要素、平板要素、ケーブル要素、減衰要素)
- **3次元空間にモデルをつくる**

- 特徴 1 : 材料非線形 + 幾何学的非線形 (大変位)
特徴 2 : ファイバー要素
特徴 3 : 梁要素の断面計算・照査
特徴 4 : RC非線形平板要素
(分散ひび割れモデル)



ホーム モデル 結果 調査 結果レポート 調査レポート プラグイン

新規作成 開く 上書き保存 モデルチェック 固有値解析 FEM解析 編集モードに戻る 新視点をビュー ウィンドウ 調査 チェック 調査 FEM結果モードに戻る ナビゲーションパネル FEM解析メッセージ 断面計算メッセージ 表示/非表示

ナビゲーション

節点・要素 グループ 荷重 活荷重
モデルスケール 平板要素鉄筋 平板連結

表示設定

表示 名称 断面 色 LA PA

グループ表示
On/Off 未登録要素表示

グループ名	表示
top	<input checked="" type="checkbox"/>
whole except top	<input checked="" type="checkbox"/>

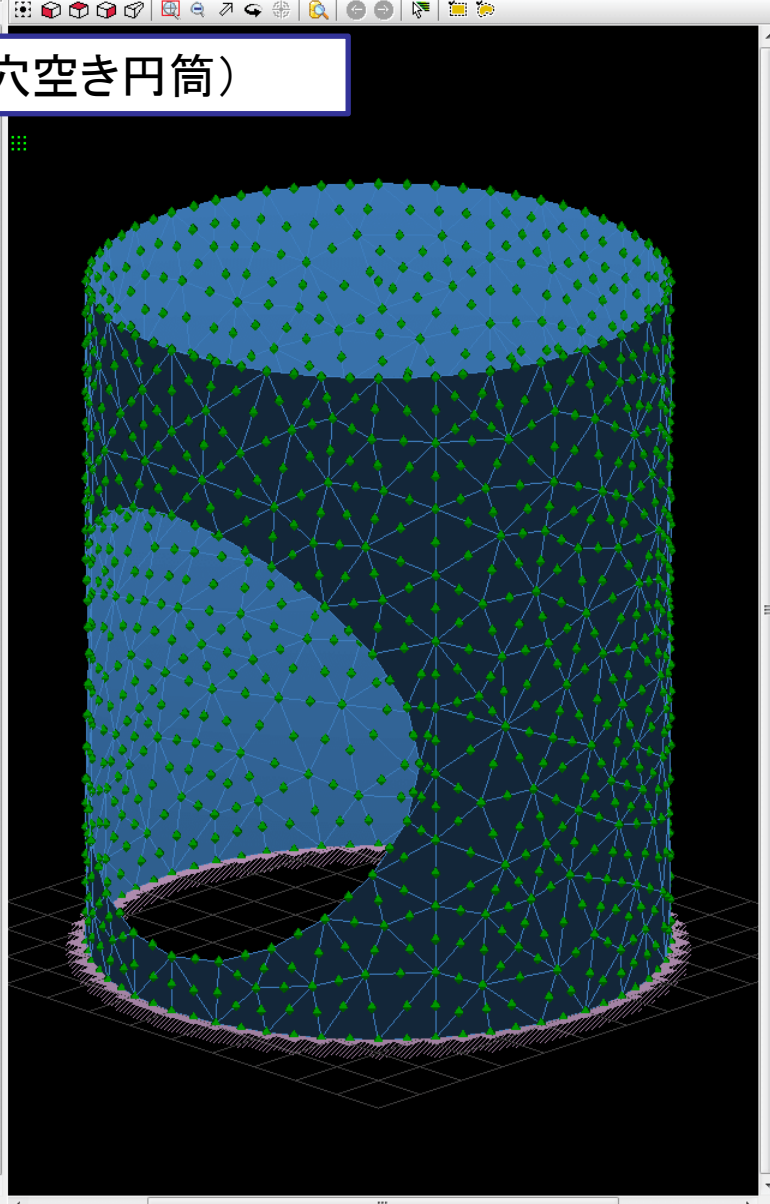
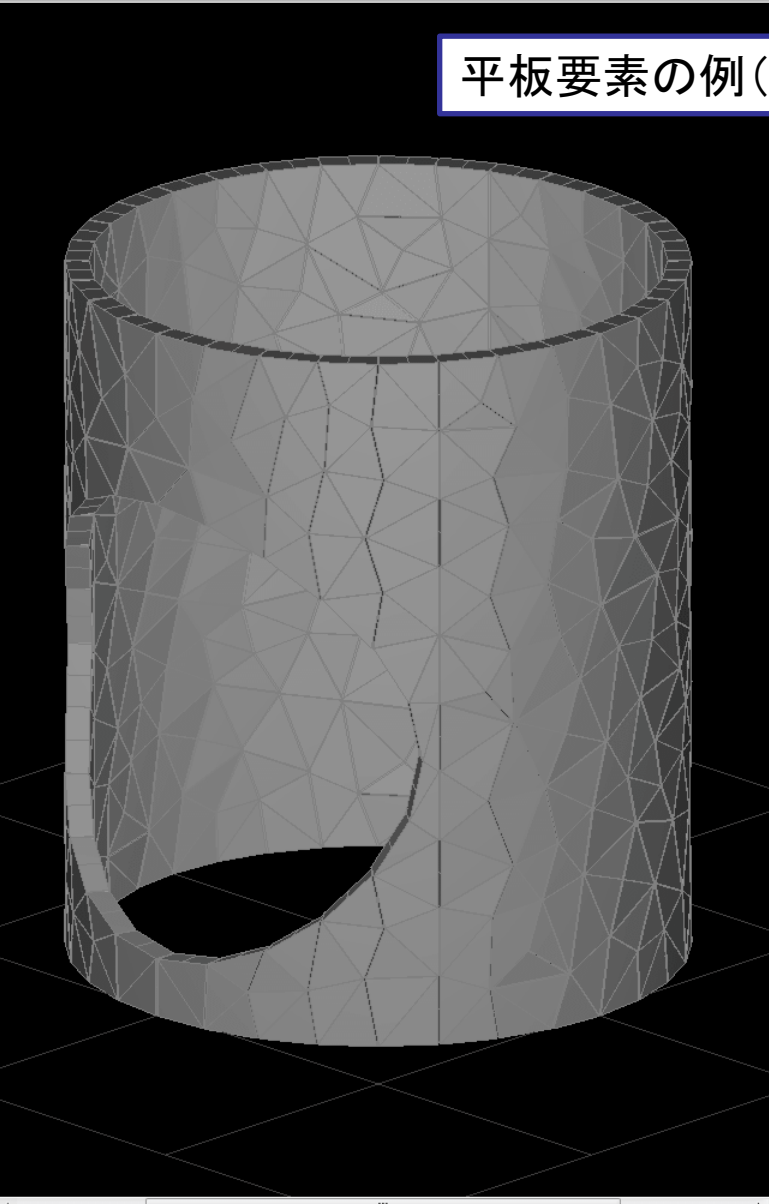
荷重表示
 荷重の表示
 数値表示

ターゲット

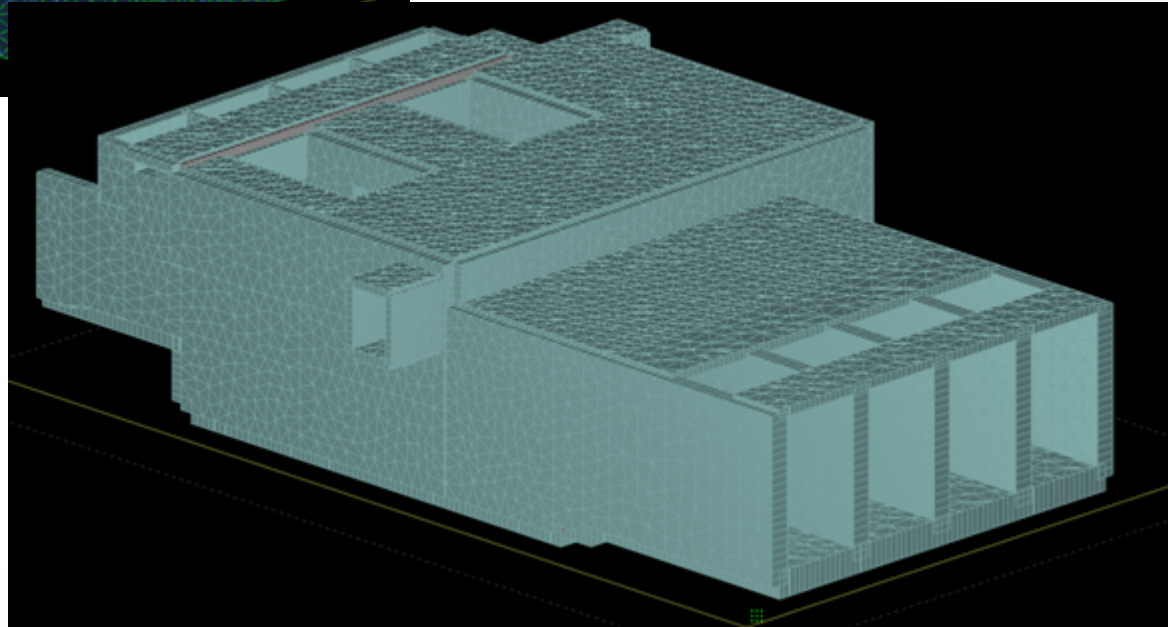
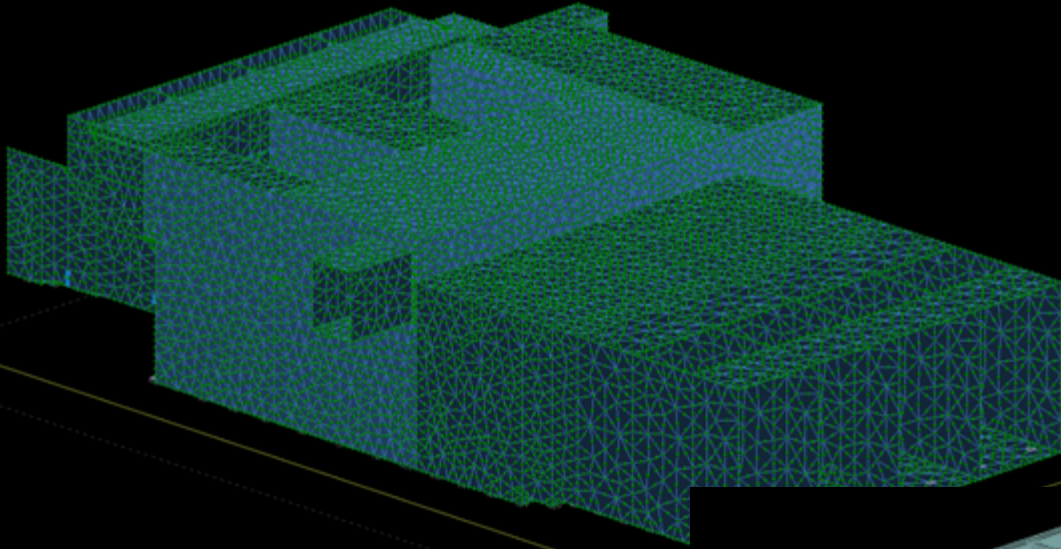
荷重	割増
基本荷重ケース	
User Case 1	
User Case 2	
組合せ荷重ケース	
ラン	

活荷重表示
 活荷重表示

平板要素の例(穴空き円筒)



平板要素の例(排水機場)

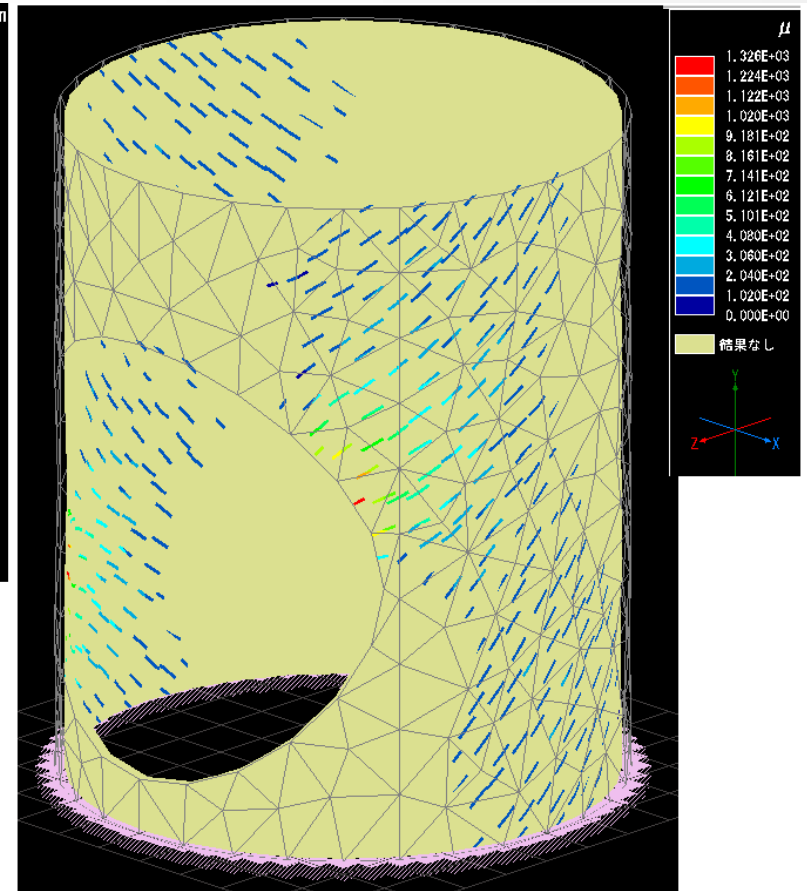
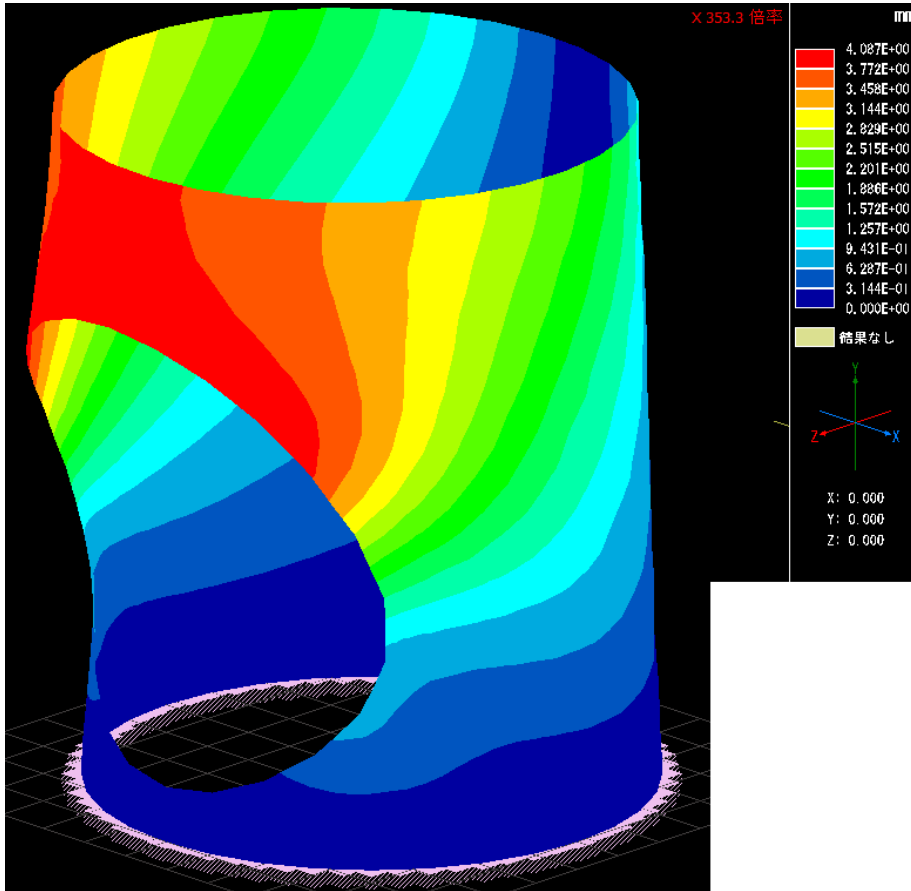


ザインフェスティバル2010
「Engineer's StudioR, UWLCを用いた大規模排水機場の応答変位法による耐震照査法」
(株)三祐コンサルタンツ 総合技術アセットマネジメント部 副参事 堀 治啓 氏
の配付資料PPTより

平板要素の結果例

▼変位のコンタ図

▼ひび割れ図



節点				
名称	ステップ	δX (mm)	δY (mm)	δZ (mm)
N1	21	0.00282	0.00192	-0.04235
N2	21	0.00000	0.00000	0.00000
N3	21	-0.00322	-0.00001	0.00186
N4	21	-0.00311	0.00132	-0.01476
N5	21	-0.00290	0.00022	-0.00424
N6	21	-0.00093	0.00004	-0.01574
N7	21	0.00305	0.00880	-0.05471

平板要素 ひび割れ一覧				
名称	ステップ	配置角度 (°)	直交ひずみ (μ)	せん断ひずみ (μ)
E1-4-1-ひび割れ1	51	-35.8	1.77E+002	0.00E+000
E1-4-2-ひび割れ1	51	-35.6	1.08E+002	0.00E+000
E1-4-3-ひび割れ1	51	-35.1	2.03E+002	2.28E+001
E1-9-1-ひび割れ1	51	-30.3	1.28E+002	0.00E+000
E1-9-2-ひび割れ1	51	-34.4	1.45E+002	0.00E+000
E1-9-3-ひび割れ1	51	-34.3	1.63E+002	0.00E+000
E1-11-1-ひび割れ1	51	-33.6	1.73E+002	0.00E+000

鋼逆ローゼ橋の減衰要素の動的解析結果

減衰要素

速度べき乗型粘性ダンパー

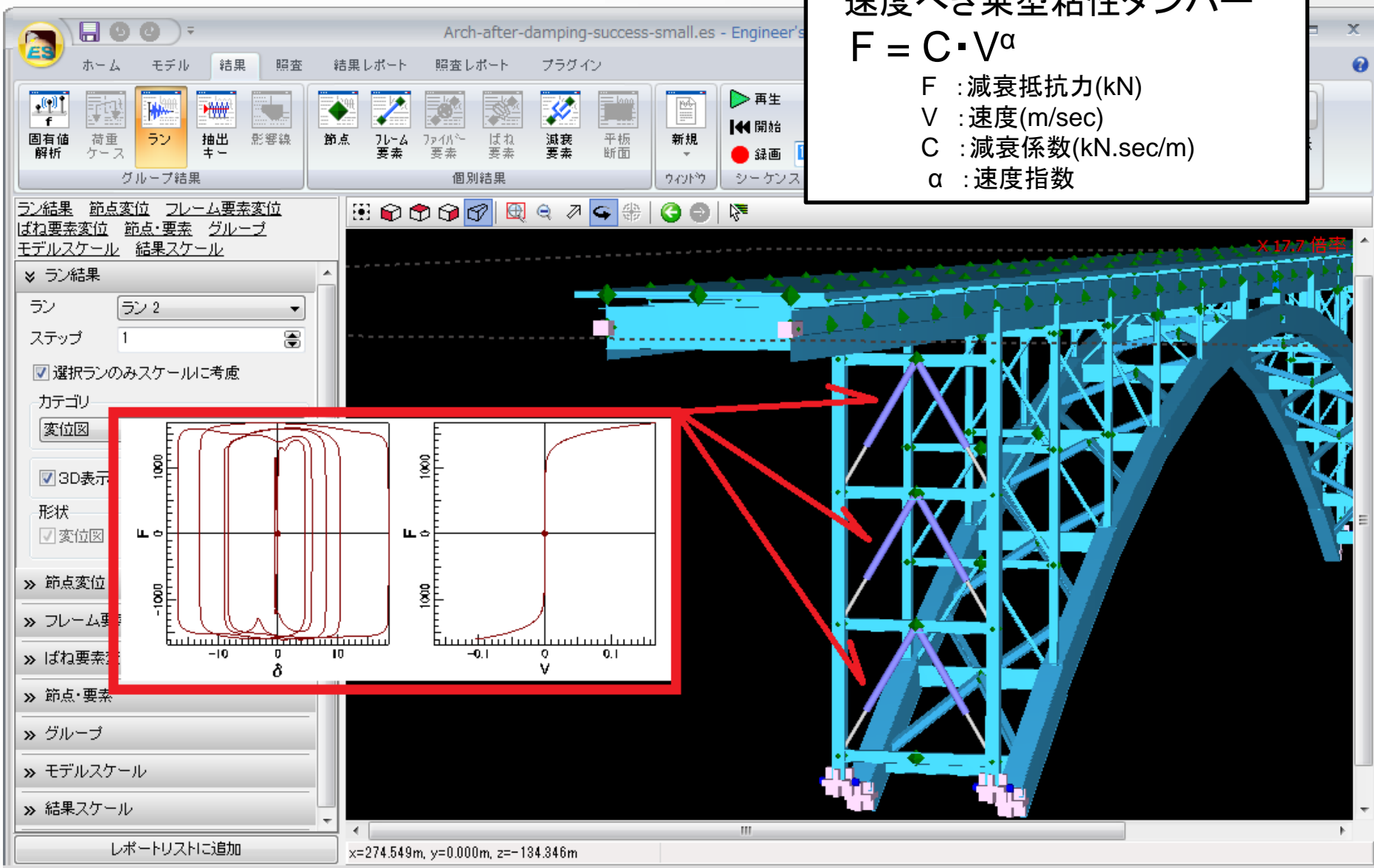
$$F = C \cdot V^\alpha$$

F : 減衰抵抗力(kN)

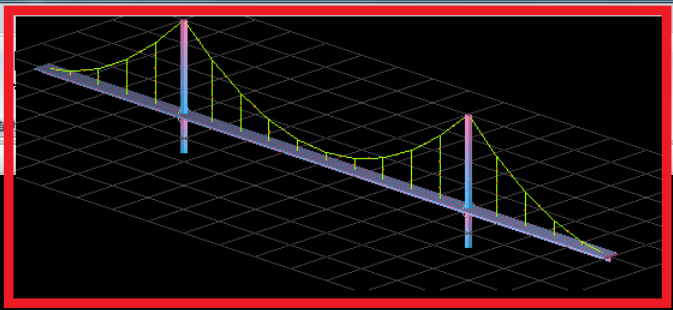
V : 速度(m/sec)

C : 減衰係数(kN.sec/m)

α : 速度指数

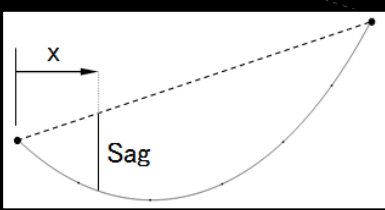
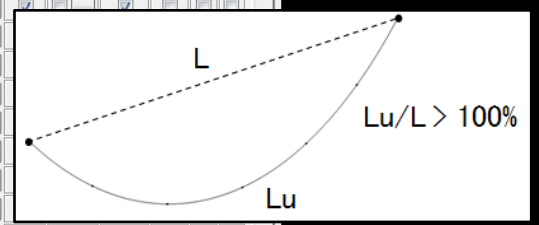
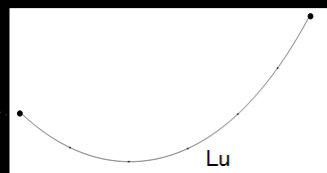
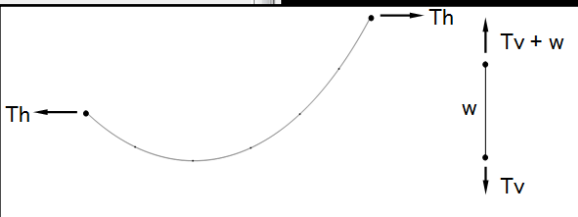
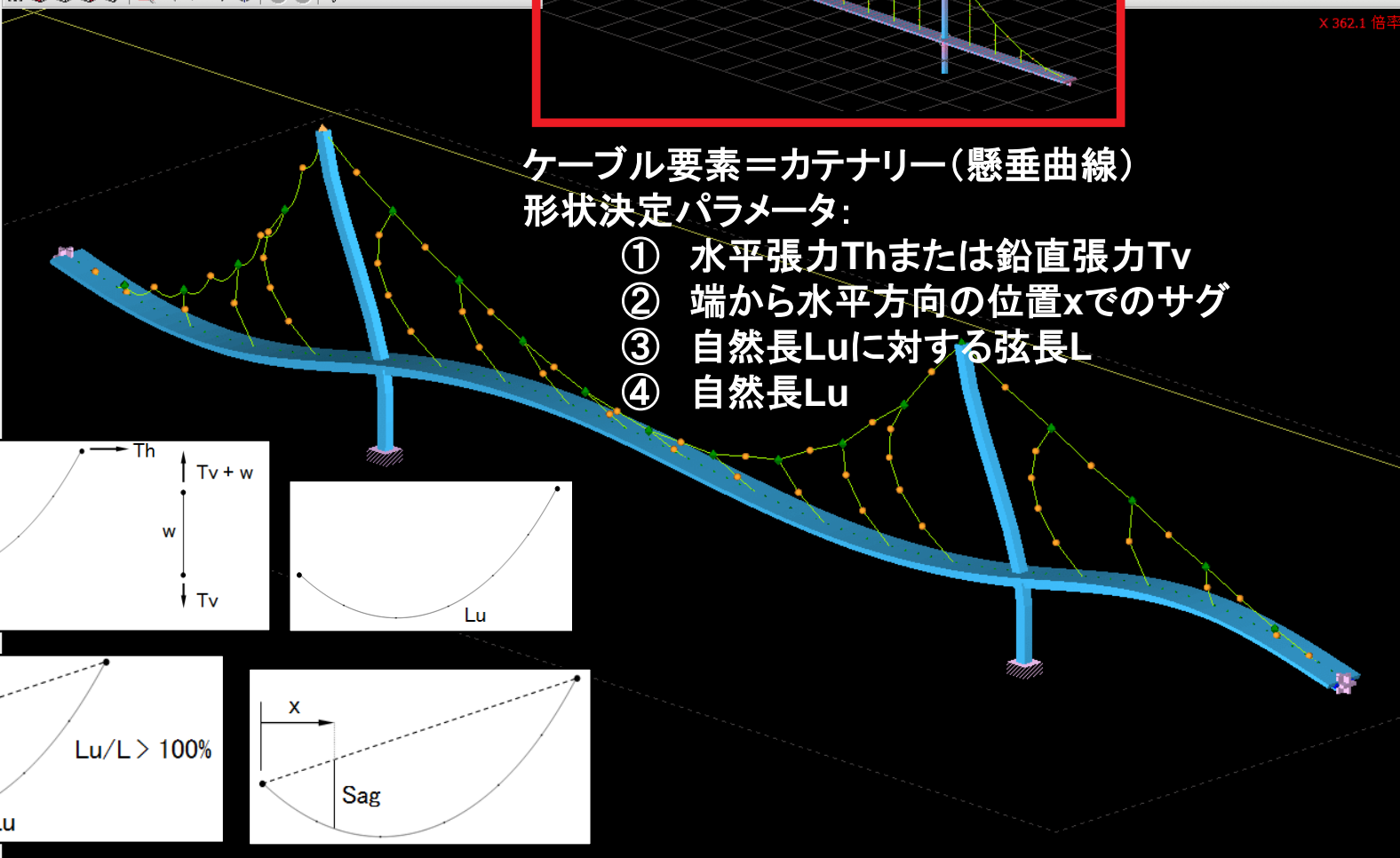


ケーブル要素の例(吊橋)

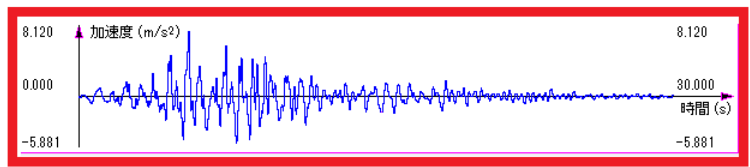


ケーブル要素=カタナリー(懸垂曲線)
形状決定パラメータ:

- ① 水平張力 T_h または鉛直張力 T_v
- ② 端から水平方向の位置 x でのサグ
- ③ 自然長 L_u に対する弦長 L
- ④ 自然長 L_u



名称	ステップ	δX (mm)	δY (mm)	δZ (mm)
1	556	0.00000	0.00000	0.00000
2	556	-0.02679	-0.56217	0.00000
3	556	-0.05312	-1.11412	0.00000
4	556	-0.07898	-1.64567	0.00000
5	556	-0.10436	-2.14674	0.00000
6	556	-0.12927	-2.60744	0.00000
7	556	-0.15368	-3.01880	0.00000



Engineer's Studio® Ver 4 の新機能

1. 多点入力に対応

(時刻歴加速度、時刻歴強制変位、時刻歴荷重)

2. 結果保存選択機能

(保存対象節点要素指定、グループで最大最小、ステップの間引き保存など)

3. Rayleigh減衰拡張

(節点別質量比例型粘性減衰)



多点入力

(時刻歴荷重、時刻歴加速度、時刻歴強制変位)

シーケンス荷重 : 'Sequence1'

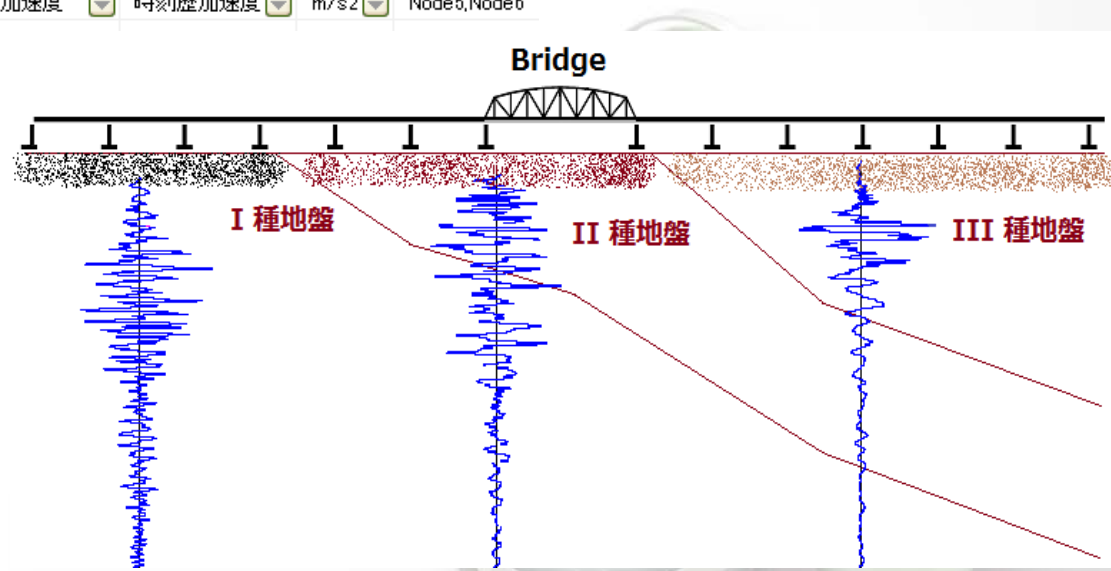
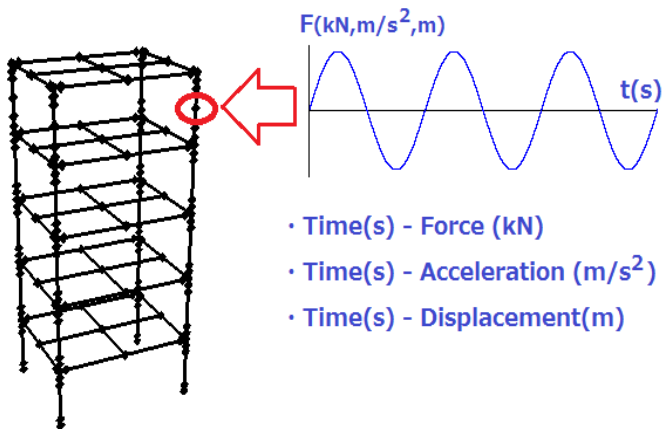
シーケンス荷重

単調増加 <Dead Load (St.)>
動的荷重 <4 波形>
<終了>

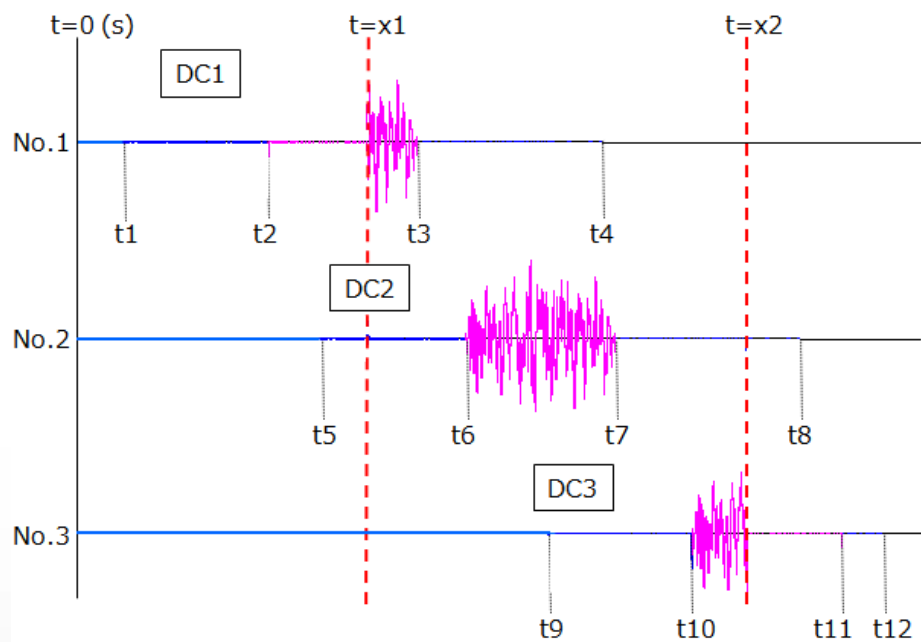
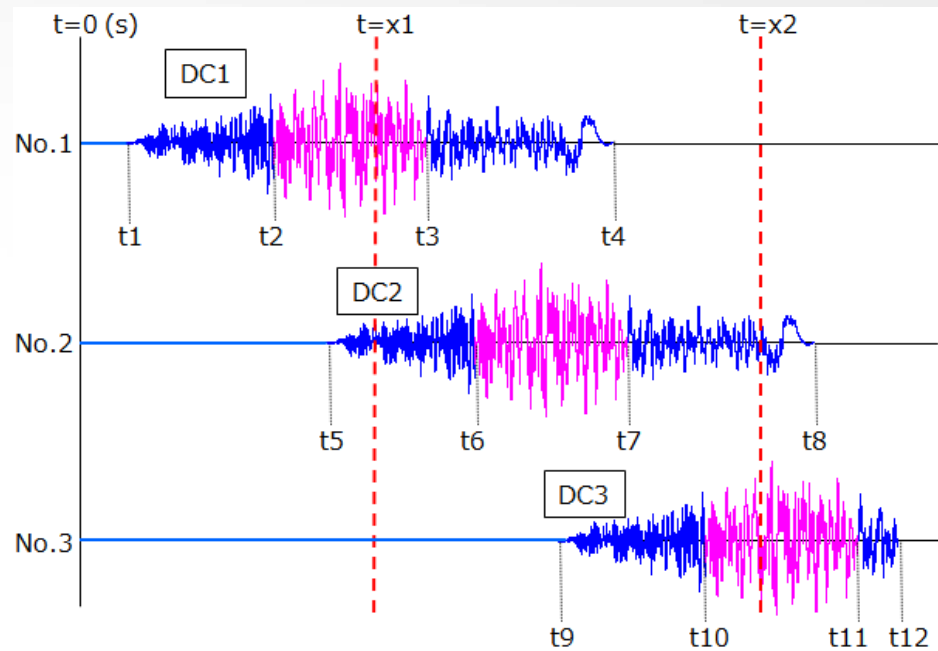
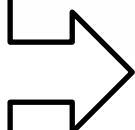
シーケンス時間設定

設定項目	値
継続時間種別	選択範囲
開始時刻 (s)	0.000
終了時刻 (s)	6.000
継続時間 (s)	6.000
積分時間間隔 (s)	0.020
ステップ数	300

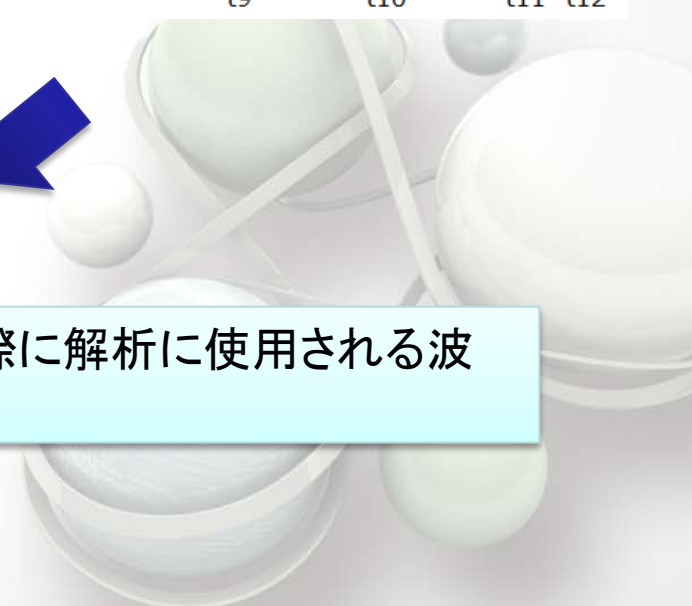
No.	種別	入力波	単位	対象節点
1	地盤全体	地震波	m/s ²	<全支点>
2	節点荷重	時刻歴荷重	kN	Node1,Node2
3	節点強制変位	時刻歴変位	m	Node3,Node4
4	節点加速度	時刻歴加速度	m/s ²	Node5,Node6



- 複数の波形に対応
- 各波形で範囲選択が可能
- 全体で範囲選択が可能



実際に解析に使用される波形



Up&Coming107号

<http://www.forum8.co.jp/topic/up107-support-topics-ES.htm>

サポートトピックス/Engineer's Studio®

多点入力の注意点は？

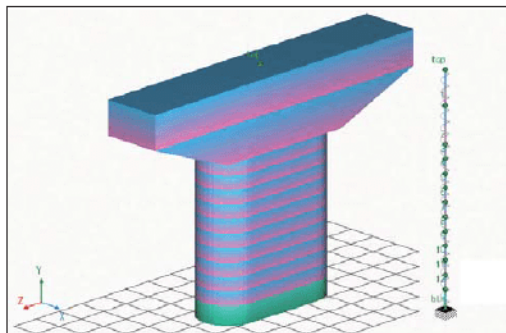
保守・サポート
サービス
関連情報

はじめに

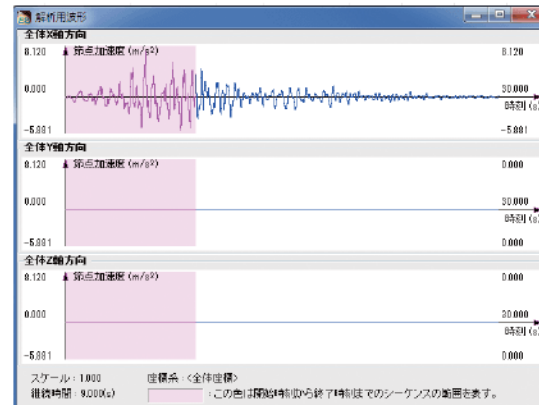
Engineer's Studio® Ver 4.00.00では多点入力の機能が追加されました。本稿では、多点入力と従来の地震波形入力の相違点や注意点を具体的な解析事例をみながら解説します。

サンプルデータ「MultiPointInput-RCPier.es」

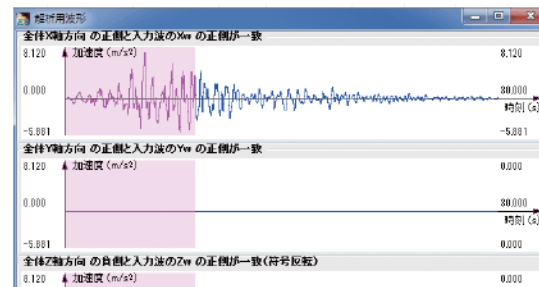
Engineer's Studio®をインストールしたフォルダに上記サンプルデータがあります(図1)。このモデルは、単柱RC橋脚の柱基部をM-φ要素でモデル化した動的解析です。



■図1 サンプルデータ「MultiPointInput-RCPier.es」モデル図



■図2 ラン1の設定「地盤全体」



結果保存選択機能

(保存対象節点要素指定、グループで最大最小、ステップの間引き保存など)

The screenshot displays the 'Engineer's Studio' interface. A red box highlights the '抽出と保存' (Save and Extract) menu item in the left sidebar and the '節点抽出クエリ' (Node Extraction Query) dialog box. The dialog box contains a table for selecting extraction keys.

抽出キーの成分を選択してください。
各成分をクリックする度にオンとオフを切り替えることができます。

	δX	δY	δZ	θX	θY	θZ
変位	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
速度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
相対 加速度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
絶対 加速度	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
反力	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

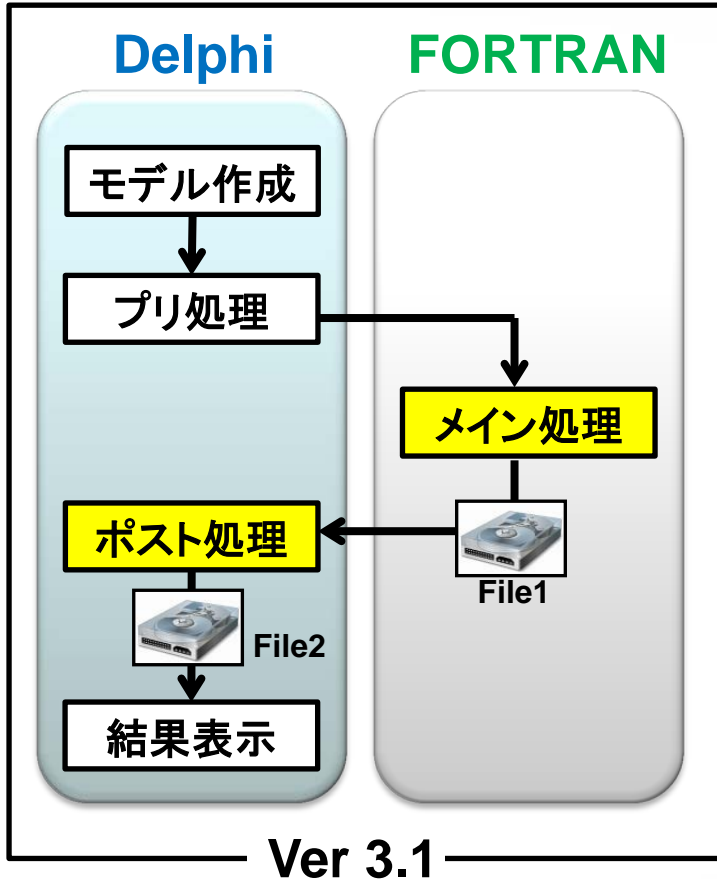
OK キャンセル

抽出と保存

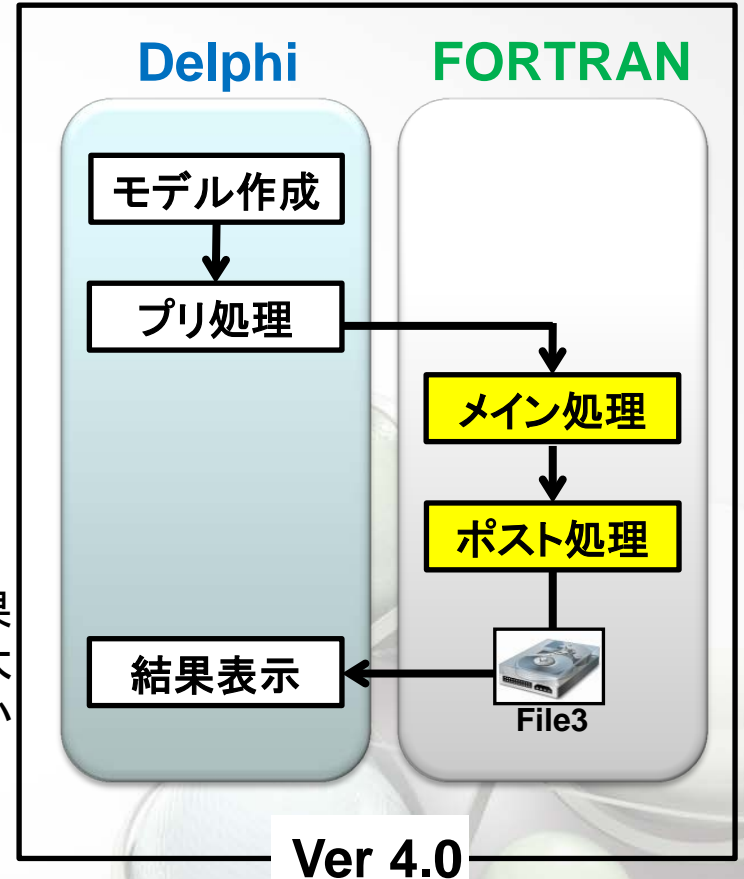
- 節点抽出クエリ
- 節点時刻歴クエリ
- フレーム要素抽出クエリ
- フレーム要素時刻歴クエリ
- ばね要素抽出クエリ

クエリ名称	グループ名称
▶ 節点クエリ1	モデル全体
節点クエリ2	VIULSV1
節点クエリ3	モデル全体
節点クエリ4	モデル全体
節点クエリ5	モデル全体
節点クエリ6	モデル全体
節点クエリ7	モデル全体
節点クエリ8	モデル全体
節点クエリ9	モデル全体
節点クエリ10	モデル全体
節点クエリ11	モデル全体
節点クエリ12	モデル全体

プログラムの構造変更



File1:全節点結果
File2:二次結果大
File3:二次結果小



1. ポスト処理をDelphiからFORTRANへ移動
2. 中間ファイル作成を2回から1回へ減少
3. メイン処理の構造変更
4. ポスト処理自体の性能向上(メモリマネージャ改善)

※ 変更がない処理

- ファイバー、ばね要素の損傷結果
- ばね要素の時刻歴結果
- 着目点間Mmax機能

Rayleigh減衰拡張

(節点別質量比例型粘性減衰)

Rayleigh減衰のときに、各節点に対して α を直接指定可能。 α は質量行列に乗じる係数。

ナビゲーション

入力
表示設定
モデル情報

モデル特性 節点と要素 支点 荷重
抽出と保存 性能基準 固有値解析と減衰
照査設定 限界状態照査

減衰定数

名称	計算SW	シーケンス荷重	支点ケース	分布ばねケース
ラン: LG_Type2_No.1	<input checked="" type="checkbox"/>	II-II-1 LG	Support1	<<なし>>

要素 支点 節点

状態	名称	タイプ	α
■	1	任意設定	0.99900
■	2	任意設定	0.99900
■	3	任意設定	0.99900
■	4	任意設定	0.99900
■	5	任意設定	0.99900
■	6	任意設定	0.00000
■	7	任意設定	0.00000
▶	8	任意設定	0.00000
■	47	デフォルト	0.25326
■	49	デフォルト	0.25326
■	51	デフォルト	0.25326
■	53	デフォルト	0.25326
■	55	デフォルト	0.25326
■	57	デフォルト	0.25326
■	9	デフォルト	0.25326
■	10	デフォルト	0.25326

減衰一覧
減衰定数
減衰モデル
フレーム剛性低減
ばね要素剛性低減

FEMLEEG とは

- **有限要素法(FEM)プログラム**
(有限要素は、梁要素、プレート/シェル要素、ソリッド要素)
- **3次元空間にモデルをつくる**

特徴 1 : 3次元ソリッド要素
特徴 2 : 多彩な解析機能(構造解析/伝熱解析/熱応力解析)
特徴 3 : オープンで汎用なシステム
特徴 4 : コマンド形式によるバッチ実行

FEMLEEG Ver5.0

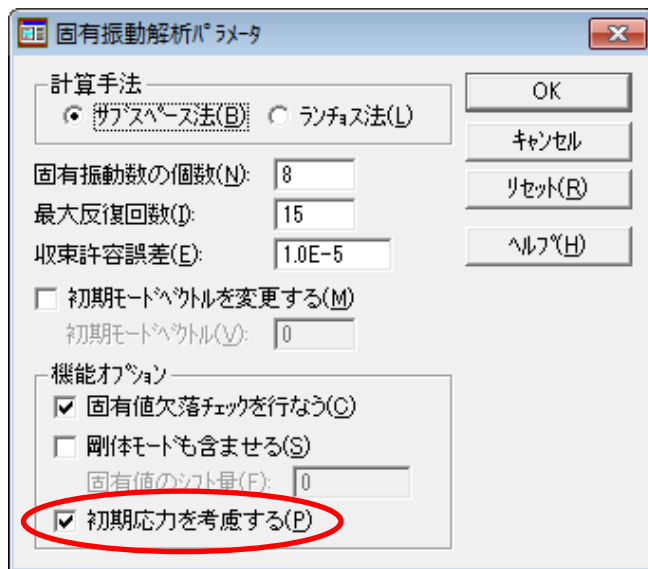
新機能

- 初期応力を考慮した固有振動解析
- 埋め込み鉄筋要素の円弧状生成配置
- 低次PENTA要素の精度向上
- 要素内変分布（台形分布）荷重
- ビュー情報の保存・呼び出し機能
- 凡例レベルの登録機能



初期応力を考慮した固有振動解析

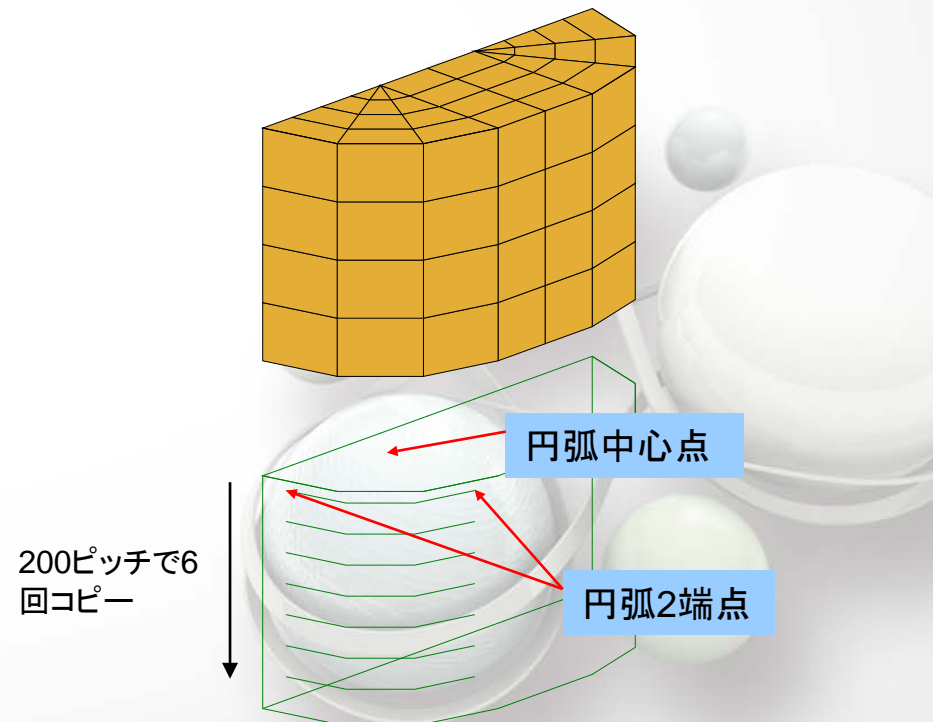
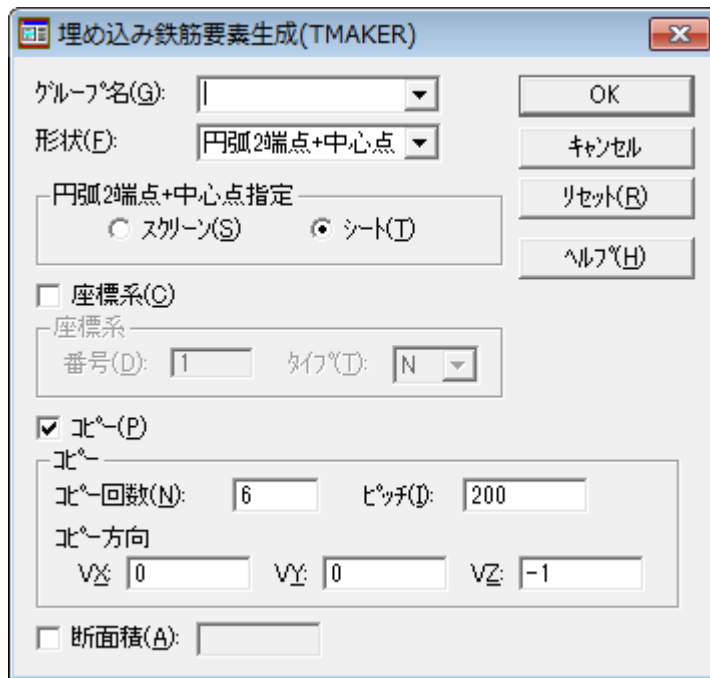
- 従来の標準的な固有振動解析に加えて、重力作用下、遠心力作用下、温度応力下等の初期応力が発生している状態での構造物の固有振動数を求めることができるようになりました。



	固有振動数 (Hz)	
	初期応力なし	初期応力あり
1次	107.4	123.7
2次	464.9	499.7
3次	1017.8	1023.1
4次	1201.1	1242.1
5次	2062.8	2111.3

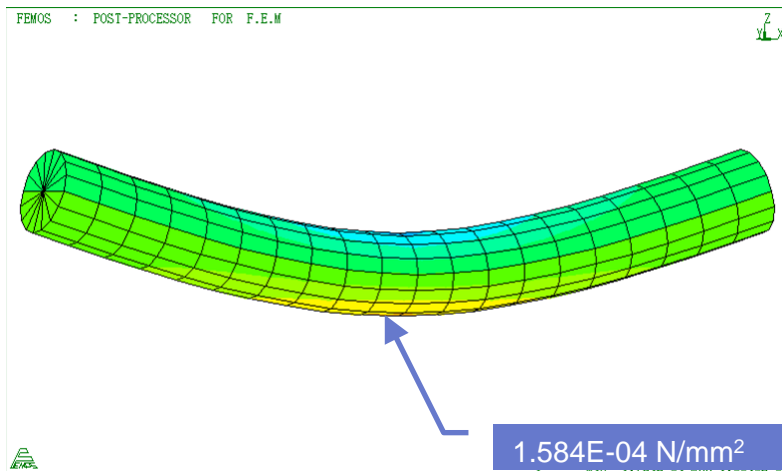
埋め込み鉄筋要素の円弧状生成配置

- 埋め込み鉄筋要素を従来の直線状の生成配置に加え、円弧状にも生成配置できるようになりました。

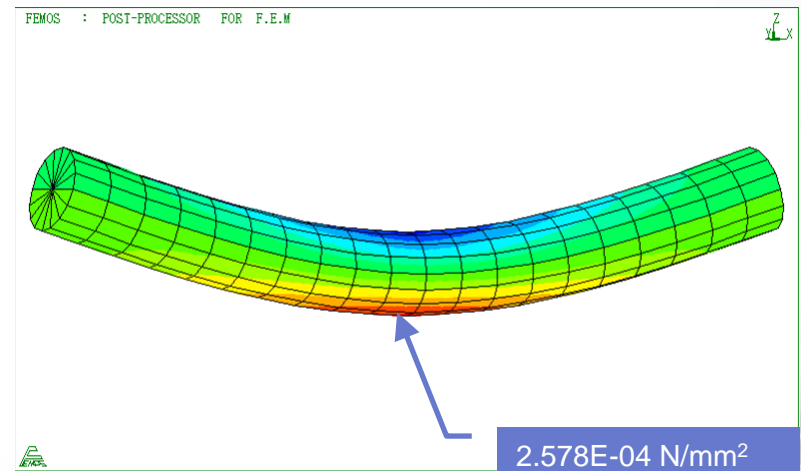


低次PENTA要素の精度向上

- HEXA要素の構成節点を縮退した剛性マトリックスを選択できるようになり、特に曲げ問題において低次PENTA要素の精度が向上しました。



Ver.4.3

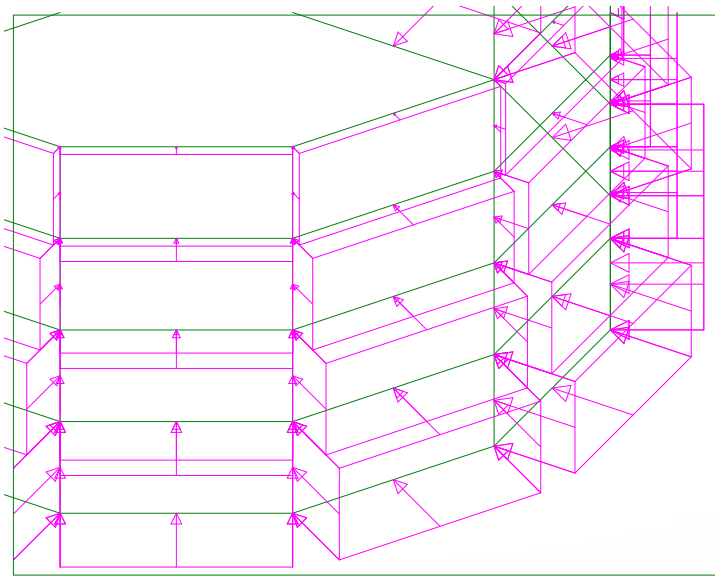


Ver.5.0

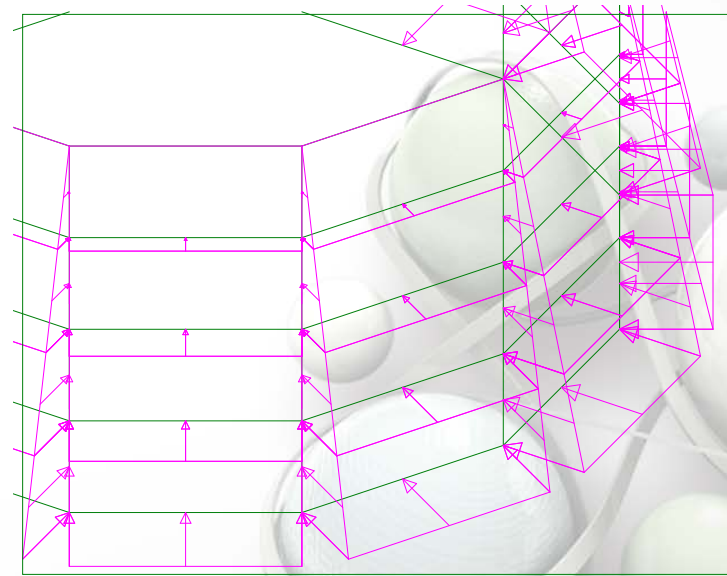
理論解 応力値 2.55E-4N/ mm²

要素内変分布（台形分布）荷重

- Ver5では要素内の変分布荷重が設定できるようになり、指定分布強度を忠実に反映できるようになりました。



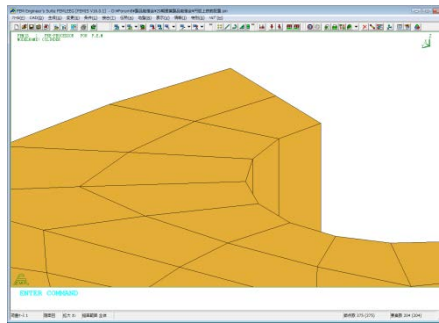
Ver.4.3



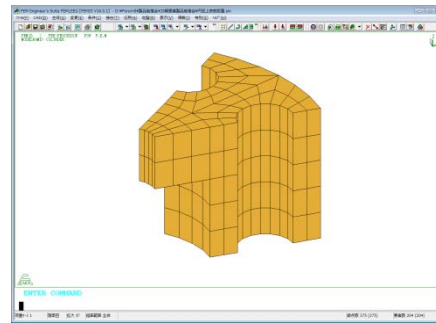
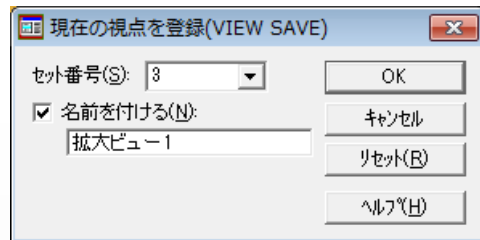
Ver.5.0

ビュー情報の保存・呼び出し機能

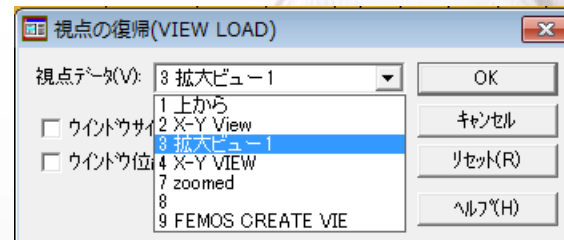
- 現在のビュー情報（視点位置、拡大状態、ウィンドウ位置・サイズ等）を登録し、いつでもその登録時点のビュー状態に戻すことができるようになりました。



登録



呼び出し



凡例レベルの登録機能

- 凡例レベルを登録し、濃淡図、グラフ等のコマンドを実行する際に、登録一覧から凡例レベルを選択できるようになりました。

