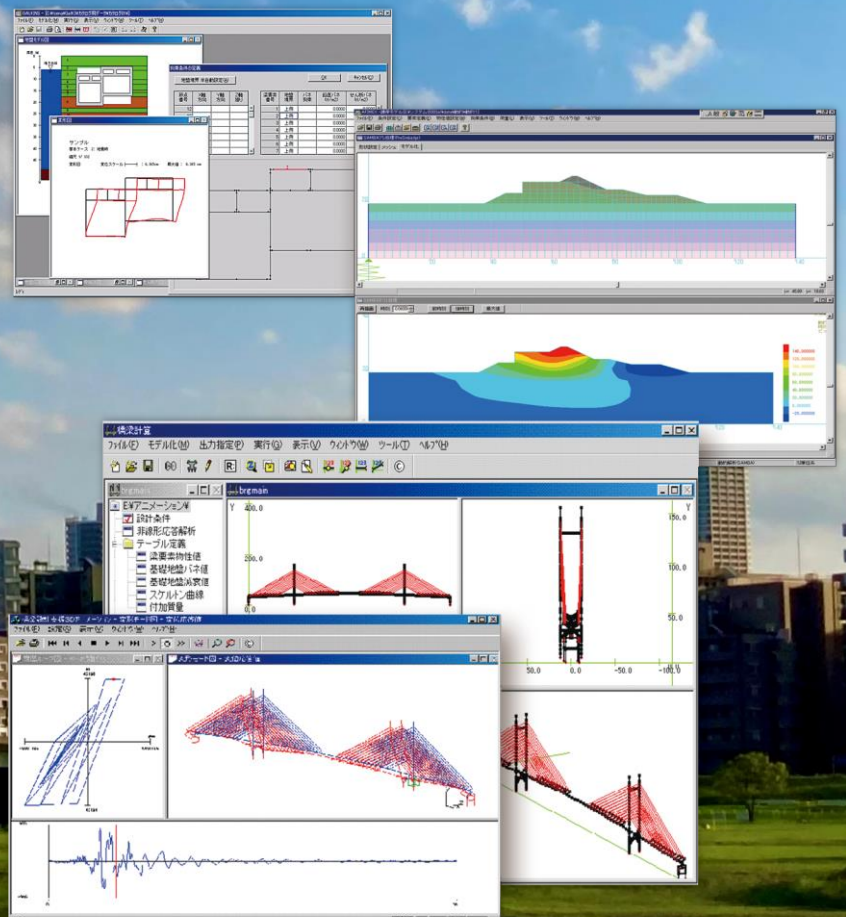


解析支援サービス（土木構造物）

富士通Japan株式会社



解析支援サービス

- FCENAシリーズの開発者が解析支援を行います。
- 照査判定結果（OK、NG）が「OK」になるまで、繰り返し解析支援を行います。

解析メニュー <9種類の解析支援をご提供>

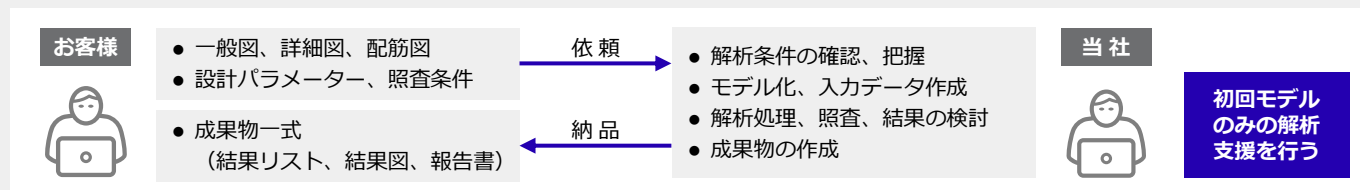
- | | | |
|------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 1. 地中構造物（横断）の耐震解析 | 5. 橋梁・橋脚の耐震解析、
地盤と構造物の連成解析 | 8. 3次元斜面安定計算 |
| 2. 河川土構造物の液状化解析 | 6. 2次元地盤・土構造物のFEM解析 | 9. 地盤の地震応答解析および
液状化判定 |
| 3. 河川RC構造物の耐震解析 | 7. 地震時の液状化による構造物被害予測 | |
| 4. 揚排水機場および上下水道施設の耐震解析 | | |

支援形態 <2種類のパターンより選択可能>

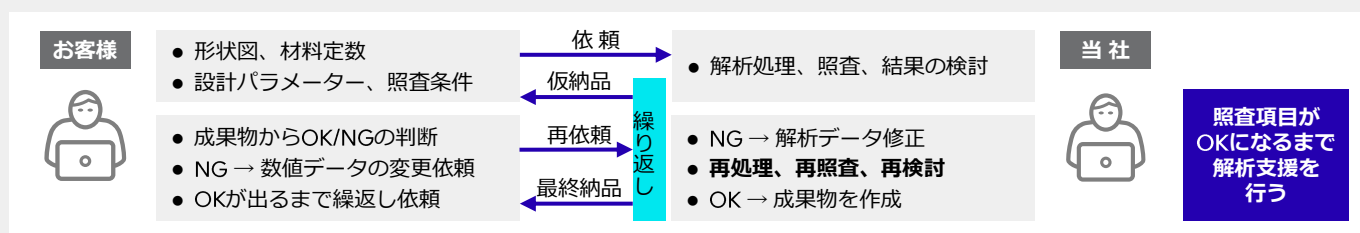
■ 解析支援フロー

- | | |
|------------|-------------------------------------|
| ● モデル作成 | : 一般図、詳細図、配筋図等の各図面から、入力データを作成 |
| ● 解析&計算 | : 解析&計算・結果の分析および評価 |
| ● 解析結果図の提供 | : 解析結果図、および結果リスト、CSV結果ファイルを提供 |
| ● 報告書作成 | : システムが自動作成（お客様既定のフォーマットは別途ご相談ください） |
| ● 解析データの提供 | : 解析&計算に使用した入力データを提供 |

■ パターン ① 初回モデルのみの解析支援（モデル作成、解析処理）を行います。



■ パターン ② 照査判定結果が「OK」になるまで、繰り返しの解析支援を行います。



解析メニューのご紹介

1. 地中構造物（横断）の耐震解析（GALKINS、CULQUAKE、AFIMEX-GT、LIQUEUR）（1/2）

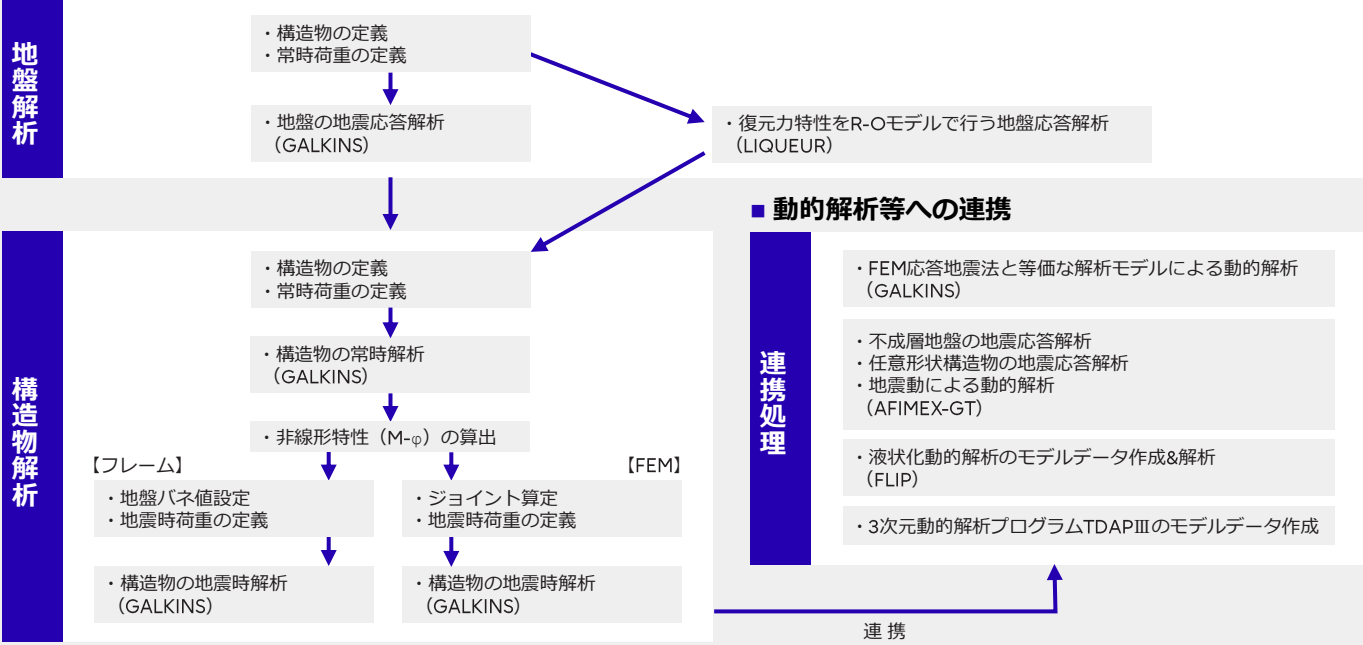
地中構造物の横断方向の線形・非線形地震応答解析を行います

設計基準	① 東京外郭環状道路基準	地盤の 解析手法	① 1次元多層地盤モデル（重複反射理論）による地震応答解析
	② 首都高速・阪神高速道路基準		② 均質表層地盤モデルによる簡便法
	③ 道路土工基準		③ 地盤応答値の直接入力
	④ トンネル標準示方書〔開削工法編〕準拠		
	⑤ NEXCO 設計要領第二集 カルバート建設編		
	⑥ 道路プレキャストコンクリート工耐震設計要領 -カルバート編-		
非線形特性 (MSSの)	① 道路橋示方書・同解説（平成14年）	構造物の 解析手法	① FEMによる応答震度法
	② 道路橋示方書・同解説（平成24年）(平成29年)		② FEMによる動的解析法
	③ コンクリート標準示方書		③ フレーム法による応答変位法
成果物	① 作図出力（地盤応答値図、骨組図、変形図、断面力図、非線形特性図、耐力照査図）		
	② リスト&CSV出力（地盤応答、変形、曲げモーメント、軸力、せん断力）		
	③ 照査（曲げモーメント、せん断力、層間変形角、破壊形態、等）		

1. 地中構造物（横断）の耐震解析（GALKINS、CULQUAKE、AFIMEX-GT、LIQUEUR）（2/2）

応答変位法、応答震度法による耐震解析への流れと動的解析等への連携

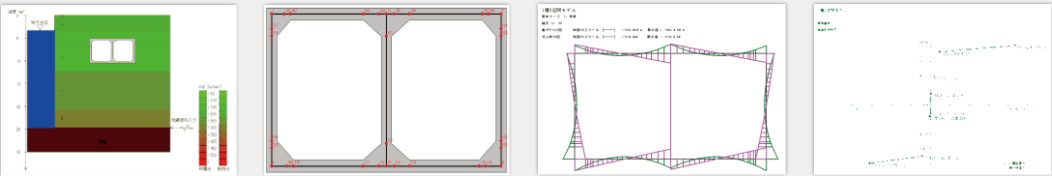
■ 処理の流れ



解析内容	対象構造物	納品物	実績
・ 地中線状構造物（横断方向）を対象とし、レベル1、2地震動による構造物のねばりを考慮した耐震解析を行います。 ・ 阪神高速、首都高速、外環道路、NEXCO、RPCAの各基準に対応した耐震解析を行います。	・ 上下水道 ・ トンネル ・ 共同溝 ・ 地下駐車場	・ 計算結果リスト ・ 変形図 ・ 断面力図 ・ CSV結果ファイル	・ 道路（BOXカルバート）の解析 ・ 函渠工・U型擁壁の解析 ・ 地下トンネル（横断）の解析 ・ 地下歩行者専用通路の解析 ・ 空港横断地下道の解析

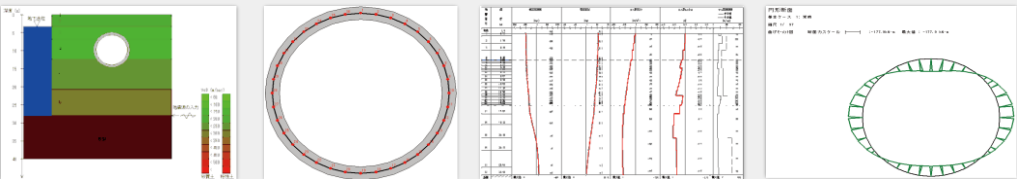
■ 例1-1 地中構造物 — 静的な耐震解析/初回モデルのみの計算

● 節点数：138 ● 要素数：139 ● ケース数※：2 ● 工期：3日間 ● 解析支援サービス費：500,000円（税別）



■ 例1-2 地中構造物 — 動的な耐震解析/照査項目がOKになるまでの計算

● 節点数：44 ● 要素数：44 ● ケース数※：2 ● 工期：6日間 ● 解析支援サービス費：650,000円（税別）



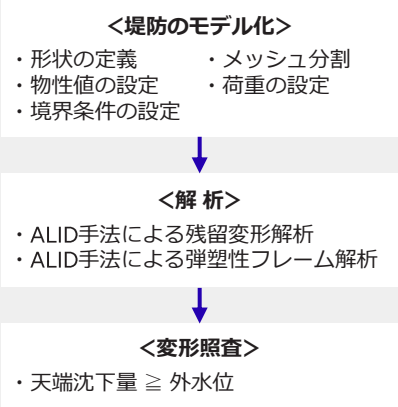
※ケース数：2の内訳は、常時、地震時の解析を行います。

価格	解析モデル	初回ケースの価格（税別）	追加ケースの価格（税別）
	単ボックス、U型	480,000円～	100,000円～
	2連ボックス	500,000円～	100,000円～

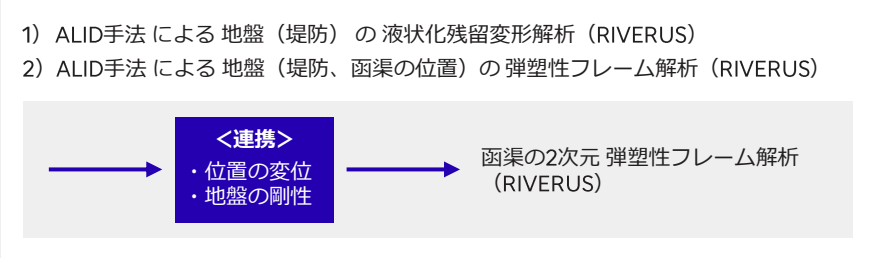
2. 河川土構造物の液状化解析（RIVERUS）

ALID手法による河川土構造物（堤防）の液状化解析を行います

■ 処理の流れ



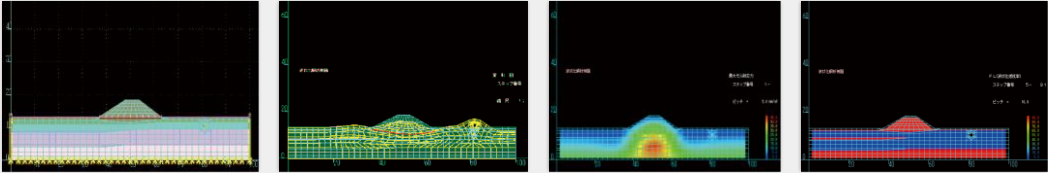
■ 解析の種類



解析内容	対象構造物	納品物	実績
● 「河川構造物の耐震性能照査指針・解説令和2年2月」に基づき河川堤防および樋門の液状化に伴う残留変形解析（ALID手法）により、変形量を照査します。	● 堤防 ● 樋門-土堤	● 計算結果リスト ● 報告書（自動出力） ● 変形図 ● 断面力図 ● CSV結果ファイル	● 地盤（堤防）の液状化残留変形解析 ● 地盤（堤防、函渠の位置）の弾塑性フレーム解析

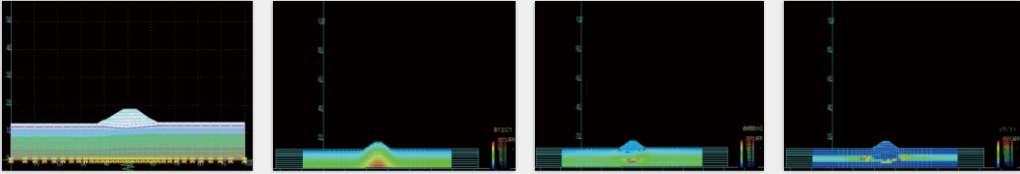
■ 例2-1 堤防 — 液状化残留変形解析/初回モデルのみの計算

● 節点数：538 ● 要素数：496 ● ステージ数：5 ● 工期：3日間 ● 解析支援サービス費：450,000円（税別）



■ 例2-2 堤防 — 液状化残留変形解析/照査項目がOKになるまでの計算

● 節点数：456 ● 要素数：412 ● ステージ数：5 ● 工期：10日間 ● 解析支援サービス費：600,000円（税別）



■ 土構造物の液状化残留変形解析支援サービス

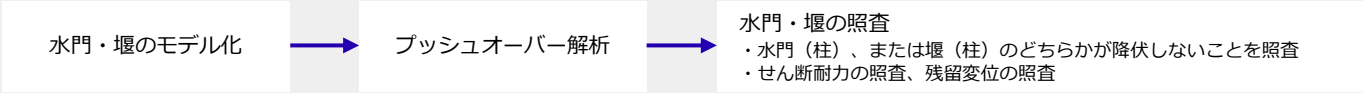
価格	解析モデル	初回ケースの価格（税別）	追加ケースの価格（税別）
	2次元堤防モデル	450,000円 ～	150,000円 ～

● 500～600節点程度のモデルで、剛性低下率の算定、液状化判定（FL値計算）を実施した場合の例です。

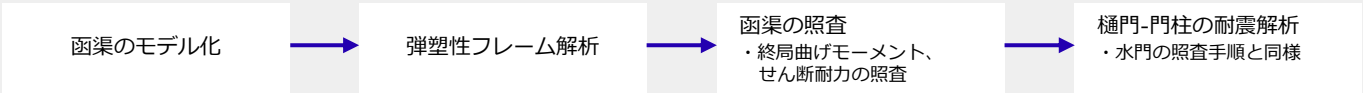
3. 河川RC構造物の耐震解析（RIVERUS、EARMEST、AFIMEX-GT、TDAPⅢ）

河川RC構造物（堰・水門・樋門）の耐震解析を行います

■ 水門・堰の照査手順



■ 函渠の照査手順



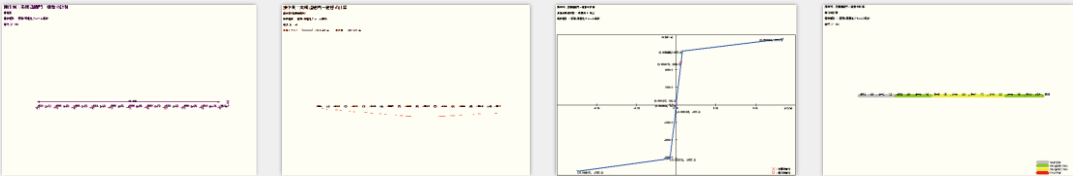
■ 解析の種類

- 2次元 河川RC構造物（フレーム）の地震時保有水平耐力計算～照査（RIVERUS）
- 3次元 河川RC構造物（フレーム）の非線形時刻歴応答解析（EARMEST、TDAPⅢ）
- 2次元 地盤（FEM）＋河川RC構造物（フレーム）の非線形動的解析（AFIMEX-GT、TDAPⅢ）

解析内容	対象構造物	納品物	実績
「河川構造物の耐震性能照査指針・解説 令和2年2月」に基づき河川堤防、堰、水門、樋門の耐震解析を行います。 - RC構造物は地震時保有水平耐力計算～照査を行います。	- 堰 - 水門 - 樋門-門柱 - 樋門-函渠	- 計算結果リスト - 報告書（自動出力） - 変形図 - 断面力図 - CSV結果ファイル	- 水門の耐震解析 - 樋門-門柱の耐震解析 - 樋門-函渠の耐震解析 - 堰の耐震解析 - 頭首工の耐震解析

■ 例3-1 柔構造樋門（堤防と連携）－耐震解析/初回モデルのみの計算

- 節点数：33 ● 要素数：10 ● ケース数※：2 ● 工期：3日間 ● 解析支援サービス費：300,000円（税別）



■ 例3-2 門柱－耐震解析/照査項目がOKになるまでの計算

- 節点数：138 ● 要素数：139 ● ケース数※：2 ● 工期：6日間 ● 解析支援サービス費：600,000円（税別）



※ケース数：2の内訳は、常時、地震時の解析を行います。

■ 2次元河川RC構造物の耐震解析

価格	解析モデル	初回ケースの価格（税別）	追加ケースの価格（税別）
	単柱堰＋ラーメン形式門柱	400,000円～	200,000円～

■ 3次元河川RC構造物の耐震解析

価格	解析モデル	初回ケースの価格（税別）	追加ケースの価格（税別）
	単柱堰＋ラーメン形式門柱	450,000円～	200,000円～

4. 橋梁・橋脚の耐震解析、地盤と構造物の連成解析（TDAPⅢ、EARMEST）

汎用3次元動的解析プログラムTDAPⅢを用いて構造物の耐震解析を行います

- 橋梁の2次元/3次元耐震解析、構造物（橋梁、建屋）と地盤の連成解析等を行います
- ソリッド要素、シェル要素、軸対称要素、骨組要素、ファイバー要素、バネ要素でモデル化します

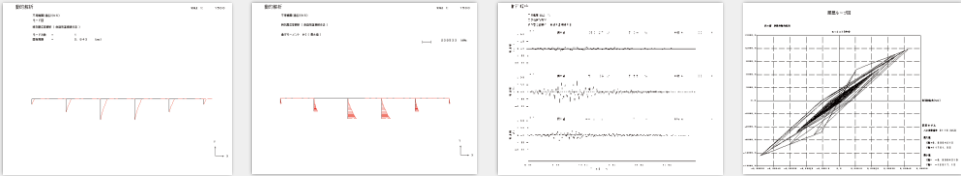
道路橋示方書（平成29年）に対応した橋梁の耐震解析を行います

- 橋脚の地震時保有水平耐力法計算、橋梁のプッシュオーバー解析、非線形動的解析を行います
- 骨組要素、スカラーバネ要素でモデル化します

解析内容	対象構造物	納品物	実績
● 道路橋示方書（平成29年11月）に対応し、2次元/3次元の骨組モデル、FEMモデルによる道路橋および地中構造物の耐震解析を行います。 【EARMEST、TDAPⅢ】 ・静的解析 ・地震時保有水平耐力法計算 ・プッシュオーバー解析 ・線形時刻歴応答解析 ・非線形時刻歴応答解析 【TDAPⅢ】 ・地中埋設物の応答変位解析 ・港湾施設の耐震解析	【EARMEST、TDAPⅢ】 ・桁橋 ・ラーメン橋 ・CFT高架橋 ・曲線橋 ・斜_π橋 ・アーチ橋 ・PC橋 【TDAPⅢ】 ・地中構造物 ・港湾施設	【EARMEST、TDAPⅢ】 ・計算結果リスト ・報告書（自動出力） ・モデル図 ・変形図 ・断面力図 ・履歴図 ・CSV結果ファイル	【EARMEST、TDAPⅢ】 ・多径間連続桁橋の解析 ・ラーメン橋の解析 ・斜_π型ラーメン橋の解析 ・鋼アーチ橋の解析 ・ジャンクションの解析 ・歩道橋の解析 ・水門の管理橋の解析 ・ジャケット式栈橋の解析 ・地中構造物の縦断方向解析

■ 例4-1 5径間の桁橋 — 非線形動的解析/照査項目がOKになるまでの計算（EARMEST）

- 節点数：129 ● 要素数：112 ● ケース数※：12 ● 工期：10日間 ● 解析支援サービス費：1,100,000円（税別）



※ケース数：12の内訳は、橋軸方向、直角方向の加振に対し、タイプⅠ＆Ⅱの3波平均処理を行います。

価格	解析モデル	初回ケースの価格（税別）	追加ケースの価格（税別）	
	橋軸方向、直角方向	500,000円～	1ケース当たり 60,000円	8回以上：400,000円

- 反力分散支承を有する2径間桁橋の例です。解が収束安定するまで行くと500,000円（税別）程度の料金となります。

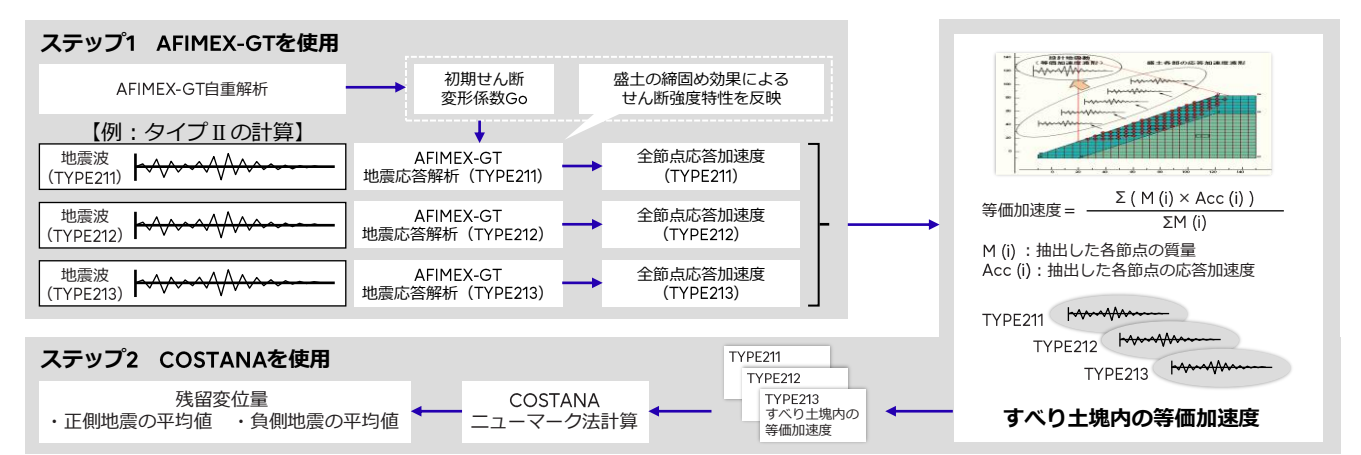
5. 2次元地盤・土構造物のFEM解析（AFIMEX-GT、COSTANA）（1/2）

2次元地盤・土構造物の変形、圧密、浸透流、液状化、動的解析を行います

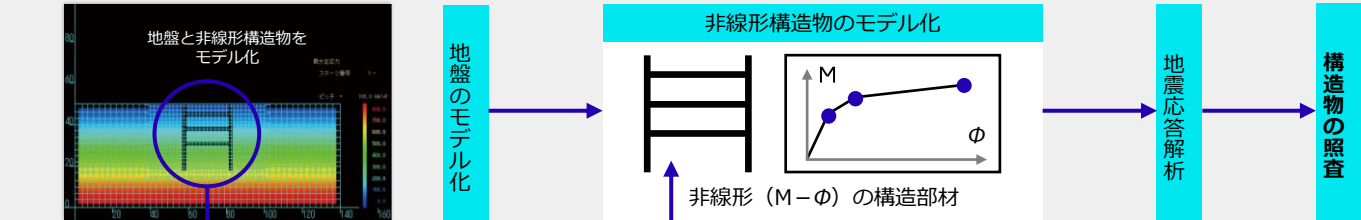
■ 解析の種類

NEXCO高盛土に対応した残留変位量の計算：平成21年7月に発刊されたNEXCO『設計要領第一集』の『土工編第6章高盛土・大規模盛土』に対応した解析を行います。（盛土の地震応答解析を行った後に、すべり土塊の平均加速度を求めてニューマーク法により、残留変位量を算定します）

■ 利用方法



地盤と非線形構造物の相互作用による動的解析：地盤と非線形構造物を一体化したモデル（地盤と構造物の相互作用を考慮）で地震動による動的解析を行い、構造物の耐震照査を行います



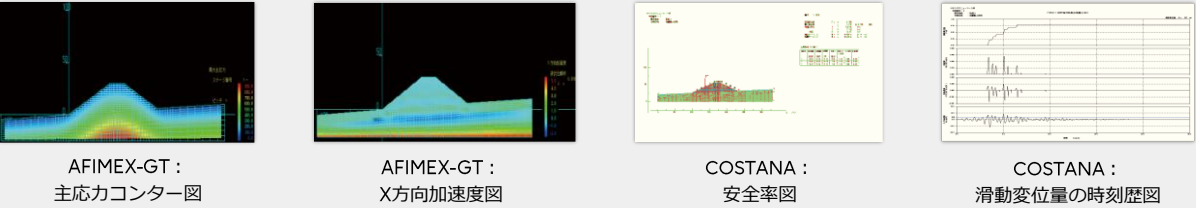
圧密解析（土・水連成）	： 関口・太田モデルを用いた軟弱地盤の圧密沈下解析を行い、地盤・土構造物の変形量・断面力を照査します
地盤変形解析（線形/非線形/弾塑性）	： 線形解析、非線形解析、弾塑性解析を行い、地盤・土構造物の変形量・断面力を照査します
浸透流解析（定常/非定常）	： 堤防、ダム等の降雨、水位変化による水位変動を照査します
動的解析/地震応答解析（等価線形化法）	： 地盤と構造物を一体化したモデル（地盤と構造物の相互作用を考慮）で地震動による動的解析（等価線形化法）を行い、地盤・土構造物の耐震照査を行います
ALID手法による液状化残留変形解析	： ALID手法による液状化に伴う残留変形解析を行い、変形量・断面力を照査します
静的解析と動的解析（等価線形化法）の重ね合わせ	： 地盤・土構造物の静的解析と動的解析を行い、結果の重ね合わせを行うことにより、液状化の判定（FL値図の出力）を行います
浸透流解析と斜面安定解析との連携	： 地盤・土構造物の浸透流解析を行い、求めた等水圧値で斜面安定解析を行います

解析内容	対象構造物	実績
- トンネル - 開削トンネル - 山岳トンネル - 掘削近傍施工	- 報告書（入力条件、解析結果、考察） - 計算結果リスト - 変形図 - 断面力図 - CSV結果ファイル	- 空港横断地下道の地盤解析 - 地盤掘削に伴うトンネルへの影響解析 - 開削トンネル施工時の周辺影響解析 - 軟弱地盤に盛土施工する場合の周辺地盤への影響解析 - 地下歩道の近接施工に対する影響解析 - トンネル掘削時の橋台への影響解析 - 国道鞘管設計のための地盤解析

5. 2次元地盤・土構造物のFEM解析（AFIMEX-GT、COSTANA）（2/2）

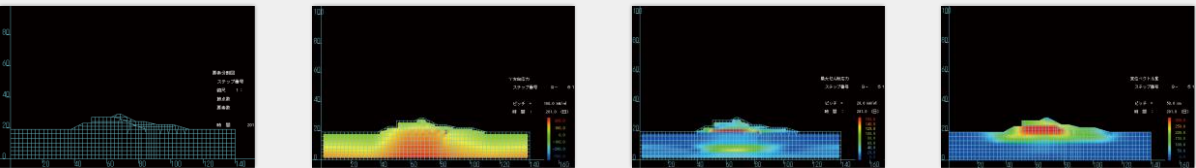
■ 例5-1 NEXCO高盛土に対応した残留変位量の計算

● 節点数：1,056 ● 要素数：1,121 ● ステージ数：1 ● 工期：3日間 ● 解析支援サービス費：800,000円（税別）



■ 例5-2 地盤の圧密解析/初回モデルのみの計算

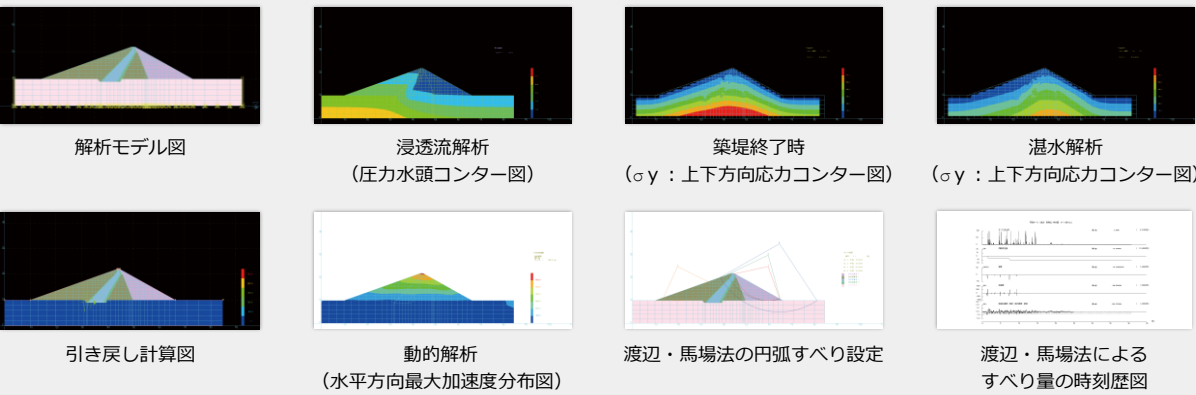
● 節点数：568 ● 要素数：511 ● ステージ数：3 ● 工期：3日間 ● 解析支援サービス費：500,000円（税別）



■ 例5-3 渡辺・馬場法によるダム耐震性能照査

● 節点数：545 ● 要素数：532 ● ステージ数：8 ● 工期：10日間 ● 解析支援サービス費：1,400,000円（税別）

- ・ダムの耐震照査は、浸透流解析、地盤変形解析、動的解析を連携して利用する解析です。
- ・1,000節点程度の2次元モデルで変形量の注目点を20点程度取った場合の例です。



価 格	解析オプション	初回ケースの価格（税別）
	NEXCO高盛土に対応した残留変位量の計算	800,000円～
	地盤と構造物の相互作用による動的解析	1,200,000円～
	圧密解析（土・水連成）	500,000円～
	地盤変形解析（線形/非線形/弾塑性）	400,000円～
	浸透流解析（定常/非定常）	400,000円～
	動的解析/地震応答解析（等価線形化法）	500,000円～
	ALID手法による液状化残留変形解析	450,000円～
	浸透流解析と斜面安定解析との連携	600,000円～
	静的解析と動的解析の重ね合わせ	600,000円～
	渡辺・馬場法によるダム耐震性能照査	1,400,000円～
	詳細ニューマークD法によるため池の地震時滑動変位量計算	1,200,000円～

● 動的解析および液状化解析の料金は、初期応力解析の費用を含めた料金です。

6. 地震時の液状化による構造物被害予測（FLIP）

地震動による地盤や構造物の残留変形、応力等を求める液状化解析を行います

平成9年に（旧）運輸省港湾技術研究所（現在の国立研究開発法人港湾空港技術研究所）において開発された『有効応力解析に基づく液状化解析プログラム（FLIP：Finite element analysis of Liquefaction Program）』を用いて、液状化する地盤上に構築された構造物の地震による被害を予測します。

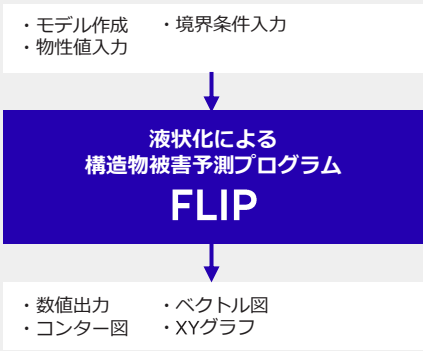
〈富士通Japan株式会社は、FLIPコンソーシアムの会員です〉

■ 解析用途

- 液状化を伴う地盤（港湾、空港）の変形解析
- 地盤改良による液状化対策効果の検討

■ 特長

土のせん断応力～せん断ひずみの非線形関係	：多重せん断パネモデルを採用
過剰間隙水圧モデル	：京都大学）井合モデルを採用
変位～ひずみ関係	：微小ひずみ理論を採用
土の間隙水	：非排水条件を採用
構造部材	：地盤、海水等の流体部材、矢板・ケーソン等の構造部材
流体	：非圧縮性を仮定
側方境界、底面境界	：粘性境界（地盤の半無限性を表現）
地震波	：基盤面を一様加振（上下・水平同時加振も可能）
非線形性	：土、矢板、杭
その他	：土や部材間の接触面における滑り、剥離

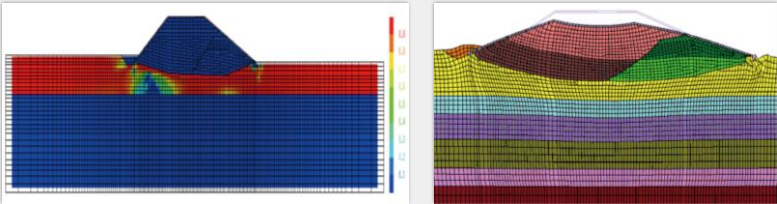


解析内容	対象構造物	納品物	実績
● 液状化を考慮した地盤～構造物連成解析による被害予測を適切に評価し、有効応力法非線形動的解析プログラムFLIPを用いて、地震動による地盤や構造物の残留変形、構造部材に生じる応力等を求めます。 ● 港湾・空港等の耐震性照査に利用します。	● 矢板式岸壁 ● ケーソン式岸壁 ● 盛土構造物 ● 成層地盤 ● 傾斜地盤 ● 地中構造物 ● 基礎（浅・深）	● 計算結果リスト ● 残留変位量 ● 最大変位量 ● 断面力図	● 有限要素法による2次元動的有効応力解析を行います。 ● 地盤液状化時における過剰間隙水圧上昇に伴う有効応力の減少、土のせん断弾性係数の低下を考慮します。 ● 土の材料非線形性、矢板・杭等の材料非線形性、及び土や部材間の接触面における滑りや剥離等の非線形性を取り扱います。

■ 例6-1 堤防の解析

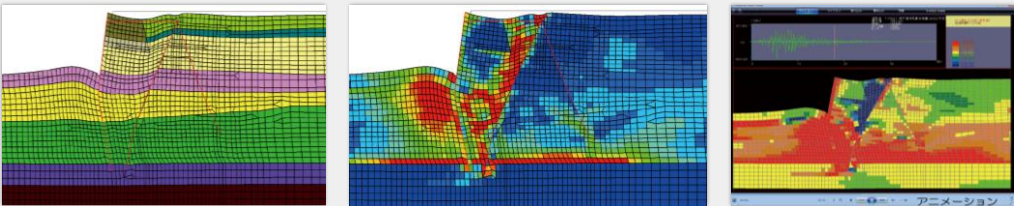
- 節点数：6,000
- 要素数：11,000
- 工期：10日間
- 解析支援サービス費：940,000円（税別）

（ダム の耐震照査は、浸透流解析、地盤変形解析、動的解析を連携して利用する解析です）



■ 例6-2 港湾構造物の解析（段階法による築堤解析）

- 節点数：4,000
- 要素数：7,000
- 工期：15日間
- 解析支援サービス費：1,300,000円（税別）



価格	解析モデル	初回ケースの価格（税別）	追加ケースの価格（税別）
	河川堤防モデル	940,000円～	380,000円～
	港湾構造物（矢板式護岸）モデル	1,300,000円～	520,000円～

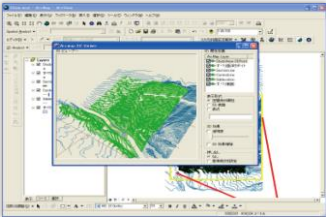
7. 3次元斜面安定計算（COSTANA-3D、ArcGIS）

ArcGISを利用して地図情報を読み込み、3次元の斜面安定計算を行います

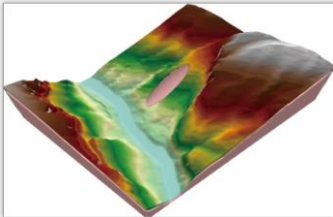
解析内容	対象構造物	納品物	実績
● 解析方法 ・ホフランド法 ・修正ホフランド法 ・簡易ビショップ法 ・簡易ヤンプー法 ● 計算種別 ・最小安全率計算 ・最大抑止力計算 ・モンテカルロシミュレーション	● 計算種別 ・山間部 ・急峻な地形 ● 盛土 ・谷埋め盛土 ・大規模宅地造成地	● 計算書（入力条件、解析結果、考察） ● 計算結果リスト ● すべり面形状図 ● 推力ベクトル図 ● すべりバランス図 ● CSV結果ファイル	● ArcGIS（アークジーアイエス）を利用した計算 国土地理院のサイト等から基盤情報をArcGISに取り込み、地形を作成します。 ● すべり面を固定して計算 3次元CADデータから、すべり面を作成・計算を行います。 ● モンテカルロシミュレーションによる繰り返し計算 異なる楕円球体のすべり面を作成し最小安全率、最大抑止力すべり面を探索します。 ● 複数層の設定、水平震度の設定が可能

■ 例7-1 3次元斜面安定計算/初回モデルのみ計算

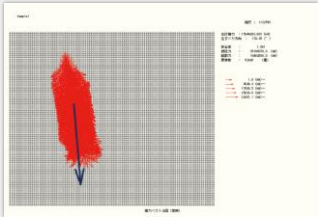
● 地層数：2層 ● 要素数：40,000 ● ケース数：1 ● 工期：5日間 ● 解析支援サービス費：1,200,000円（税別）



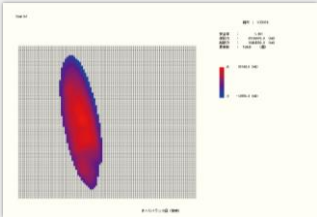
入力画面



モデル図



推力ベクトル図



すべりバランス図

価格	解析モデル	初回ケースの価格（税別）	追加ケースの価格（税別）
	3次元自然斜面モデル	1,200,000円～	250,000円～

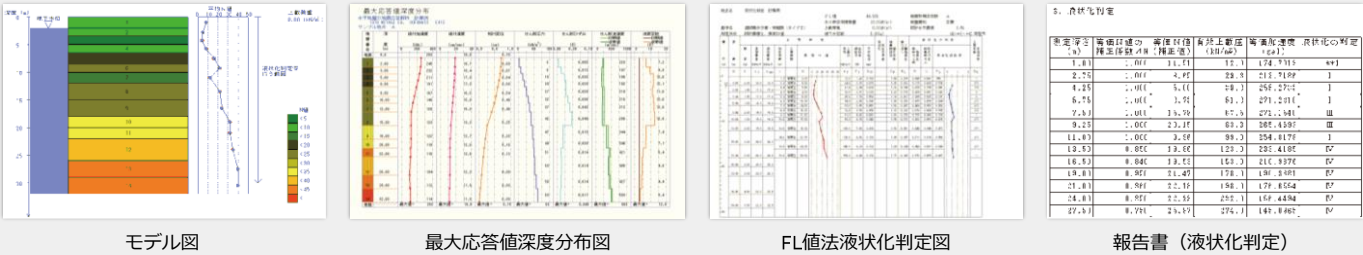
8. 地盤の地震応答解析および液状化判定（LIQUEUR）

地盤の応答解析結果および簡易判定法により、地盤の液状化判定を行います

解析内容/地震応答解析	解析内容/液状化判定	納品物
3種類の地震応答解析を行うことができます ● 等価線形化法による水平地盤の非線形解析 ● 有効応力に基づく一次元地震応答解析プログラム YUSAYUSA-2による水平地盤の有効応力解析 ・ ひずみに依存する非線形性の考慮 ・ 繰返しせん断による過剰間隙水圧発生の考慮 ・ 過剰間隙水圧の消散、その過程における地下水の流れの考慮 ● FLIPによる水平地盤の非線形解析 ・ 1次元のFLIP用データの読み込みから液状化判定までを一連で計算	● 最大せん断応力値法 ・ 港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成19年改訂版、平成19年9月） ● FL値法（PL値の算出が可能） ・ 道路橋示方書・同解説（平成29年12月、平成24年3月） ・ 建築基礎構造設計指針（令和元年11月、平成13年10月） ・ 河川構造物の耐震性能照査指針・解説（平成2年2月）	● 計算用加速度波形図 ● G-γ曲線、h-γ曲線図 ● 時刻歴応答図、伝達関数図 ● 応答スペクトル曲線図 ● 最大応答値深度分布図 ● 任意時刻応答値深度分布図 ● 加速度フーリエスペクトル図 ● 有効鉛直圧、過剰間隙水圧、応力一ひずみ、有効応力経路 ● 液状化判定図 ● 等価N値～等価加速度図

■ 例8-1 液状化判定/初回モデルのみの計算

● 地層数：14層 ● ケース数：1 ● 工期：1日間 ● 解析支援サービス費：150,000円（税別）



価格	解析モデル	初回ケースの価格（税別）	追加ケースの価格（税別）
	水平地盤の地震応答解析モデル	100,000円～	5,000円～
	水平地盤の液状化判定モデル	120,000円～	10,000円～

■ サービスに使用するシステム

- GALKINS : 地中構造物（横断方向）の耐震設計支援システム
- CULQUAKE : 道路カルバートの耐震設計システム
- EARMEST : 道路橋示方書対応 橋梁の耐震設計支援システム
- TDAPIII : 土木・建築向け汎用3次元動解析システム（開発元：大成建設株式会社、株式会社アーク情報システム）
- AFIMEX-GT : 2次元FEM地盤解析支援システム（地盤変形解析・圧密解析・浸透流解析・動的解析（等価線形化法）
・ 液状化解析・ALID手法による残留変形解析・地盤と非線形構造物の相互作用による動的解析）
- RIVERUS : ALID手法による堤防の解析と河川RC構造物の耐震設計支援システム
- COSTANA : 2次元斜面安定計算システム
- COSTANA-3D : 3次元斜面安定計算システム
- LIQUEUR : 液状化判定システム（地震応答解析対応）
- FLIP : 地震時の液状化による構造物被害予測支援システム（開発元：国立研究開発法人港湾空港技術研究所）
- ArcGIS : 地理情報システム（開発元：米国カリフォルニア州Esri社）

■ FCENAポータルのご紹介

FCENAシリーズ（土木パッケージ）の最新情報をお知らせしています。

Q FCENA

または

<https://www.fcena.jp/portal/>

■お問い合わせ、ご用命は下記にお申し付けください。

富士通 Japan 株式会社

E-mail: fcena-sal@cs.jp.fujitsu.com <https://www.fujitsu.com/jp/fjj/>

本カタログに記載の内容は2023年9月現在のものです。内容は予告なく変更することがありますので、あらかじめご了承ください。

土木関連ソフトに関する最新情報はこちらでご確認ください。

[https://www.fujitsu.com/jp/group/fjj/
services/industry/construction/](https://www.fujitsu.com/jp/group/fjj/services/industry/construction/)

J22_08

