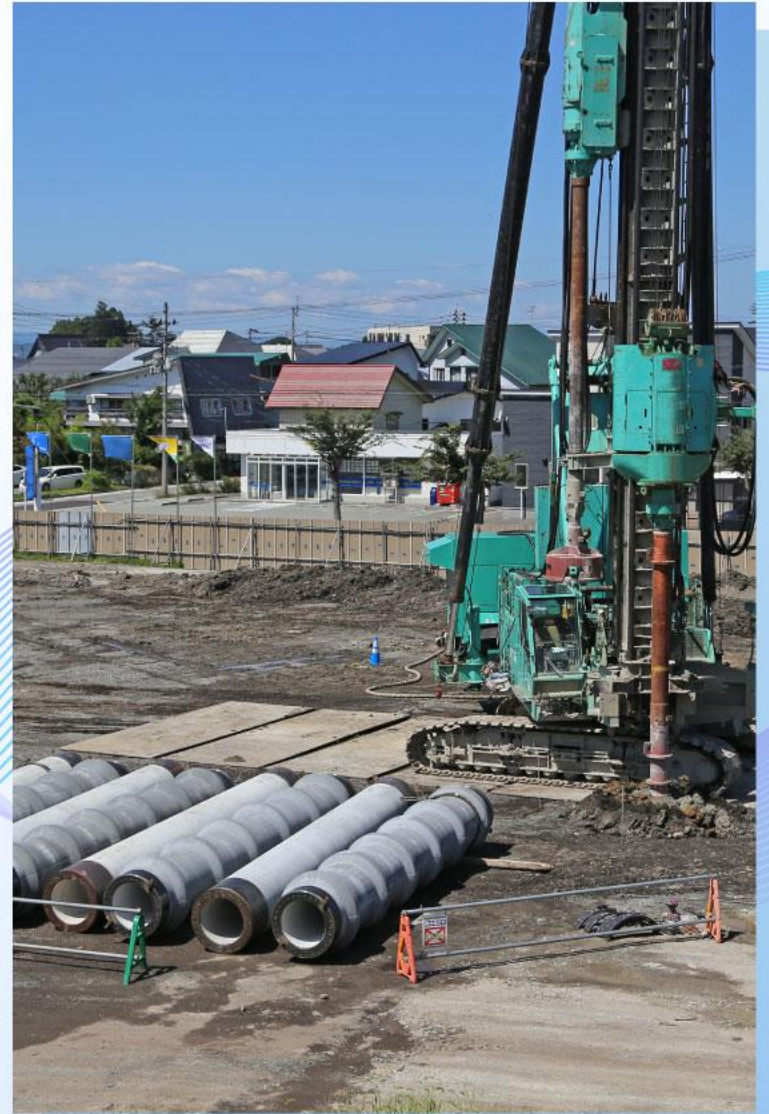




地盤・構造



地盤・構造分野 技術一覧

地盤・構造

液状化時の地盤変形解析
(ALIDによる静的解析)

- 河川構造物（築堤盛土、盛土内線状構造物）

液状化時の地盤変形解析
(FLIPによる動的解析)

- 防波堤、河川堤防（矢板、水門、杭構造物含む）
- 重力式岸壁・自立式・矢板式岸壁
- 盛土構造物・地下構造物および地下埋設物
- 埋設管の浮き上がり

液状化時の地盤変形解析
(LIQCAによる動的解析)

- 防波堤、河川堤防（矢板、水門、杭構造物含む）
- 重力式岸壁・自立式・矢板式岸壁・盛土構造物
- 地下構造物および地下埋設物・揚水機場、排水機場

頭首工の耐震性評価技術

- 頭首工の堰柱、堰柱床版、基礎杭、ゲート本体

河川水門施設の耐震性照査
(地震時保有水平耐力法)

- 水門上部工（門柱、堰柱）
- 水門下部工（堰柱床版、杭）

構造物の2次元および3次元動的解析
(地盤連成解析)

- 地上構造物（LNG栈橋、上水道タンク）
- 地下構造物（ボックスカルバート、道路トンネル、地下鉄）、半地下構造物（排水機場、ポンプ場）

建築と土木との複合構造物に対する耐震性能照査及び補強検討

- 地上構造物（矩形水槽、沈殿池）
- 地上・地下複合構造物（沈砂池、ポンプ棟、機場）

地下構造物の耐震解析および安全性照査
(応答変位法・応答震度法)

- 地下構造物（地下鉄、道路トンネル等）

橋梁の耐震性能照査および補強解析
(非線形動的解析)

- 桁橋、斜張橋、ラーメン橋、アーチ橋、トラス橋等

地盤・構造分野 技術一覧

地盤 盤 ・ 構造

ひびミ照査法による曲線橋の耐震性能照査および補強解析（非線形動的解析）

- ・ 鋼構造、鋼コンクリート複合橋梁

地盤の圧密沈下解析

- ・ 築堤盛土 ・ 道路盛土 ・ 海面埋立地

トンネルの3次元安定解析

- ・ 山岳トンネル ・ 都市トンネル

開削工事の段階施工解析

- ・ 都市土木（地下鉄、共同溝）

地盤・構造物の応力変形解析

- ・ シールド工法 ・ 推進工法 ・ トンネル湧水による圧密沈下
- ・ マスコンクリートの温度応力

コンクリートの温度応力解析

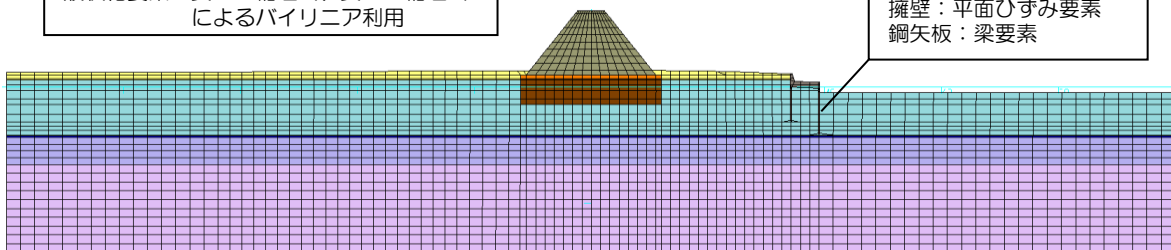
- ・ 水和熱に伴う温度応力 ・ リフトアップと温度応力
- ・ ひび割れ対策の評価

更新：2022.8

液状化時の地盤変形解析（ALIDによる静的解析）

せん断応力-せん断ひずみのモデル
液状化要素：安田・稲垣式、安田・稲垣式
によるバイリニア利用

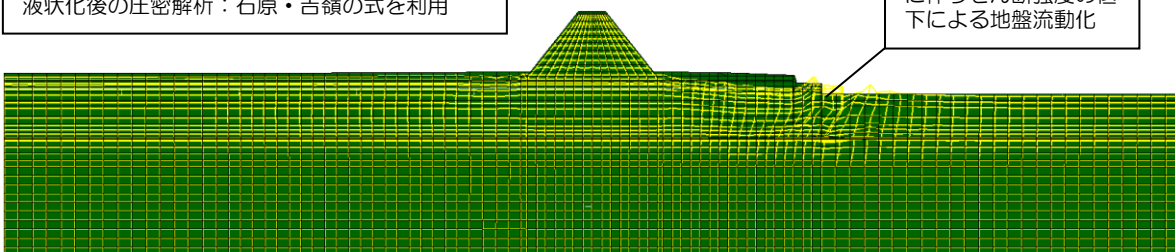
擁壁：平面ひずみ要素
鋼矢板：梁要素



モデル図

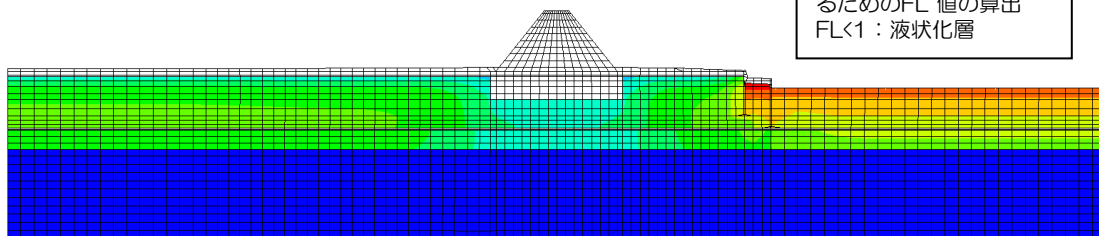
液状化流動解析：ALID 手法
液状化後の圧密解析：石原・吉嶺の式を利用

矢板剛性不足や液状化に伴うせん断強度の低下による地盤流動化



変位図

バイリニアの特性算出するためのFL 値の算出
FL<1：液状化層



FL値分布

▶ 特長

- ALID手法解析（液状化判定＋流動解析）
- 初期応力解析と液状化後の圧密解析
- 「河川構造物の耐震性能照査指針・同解説 平成28年3月」基準対応
- 液状化後のせん断剛性は与えられた土質定数より用いる算出式（安田・吉田式および安田・稲垣式）を判断し、液状化後のせん断剛性を算出
- 地盤内に液状化層を想定した場合の盛土、岸壁、ケーソン護岸および道路などの2次元FEM液状化流動解析

▶ 対象

- 河川構造物（築堤盛土・盛土内線状構造物）
- 重力式・自立式・矢板式岸壁
- 盛土・地下構造物および地下埋設物

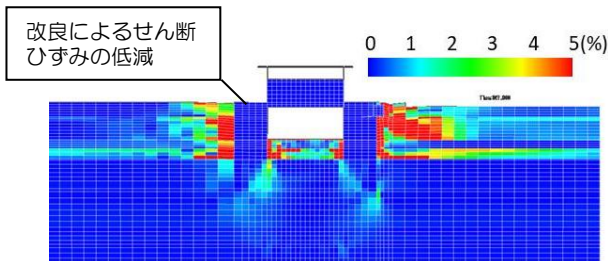
▶ 技術トピックス

- 液状化要素のロッキング現象の留意
- 浮力効果を考慮した仮想ばねの取り扱い
- 拘束圧に応じた液状化層のせん断剛性補正

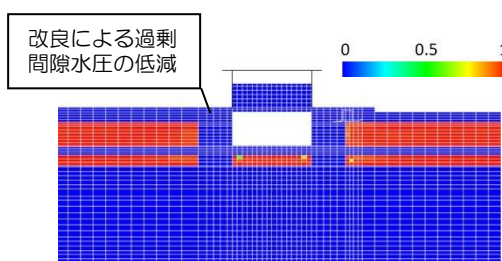
▶ 使用ソフト

- AFIMEX-GTの「ALID手法による液状化残留変形解析」（富士通Japan）

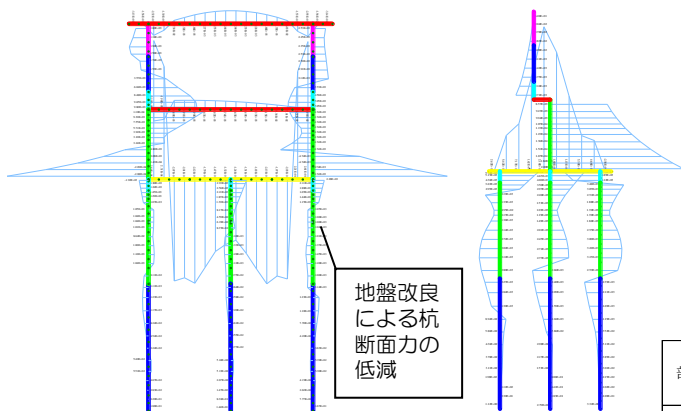
液状化時の地盤変形解析（FLIPによる動的解析）



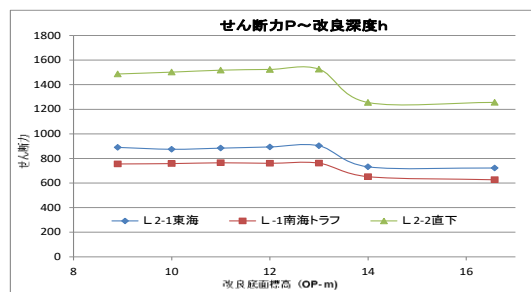
せん断ひずみ分布図



過剰間隙水圧比分布図



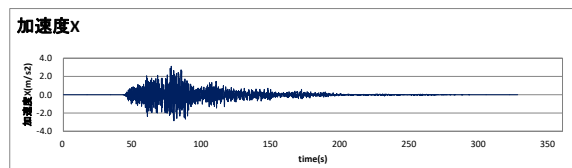
曲げモーメント分布（水流直角方向と水流方向）



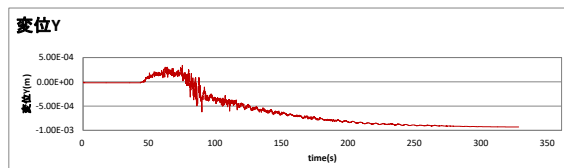
地盤改良深度検討

部位	不足せん断耐力 (kN)	鉄筋径 D (mm)	β_{ax}	鉄筋本数 (n)	A_w (cm ²)	Σa_w (cm ²)	f_{spd} (N/mm ²)	耐力 V_{sd} (kN)	判定	せん断補強鉄筋
門柱Id	449.0	13	0.90	2	1.267	2.534	345	222.0	NG	2本-D19@500
		16	0.88	2	1.986	3.972	345	340.3	NG	
		19	0.85	2	2.865	5.73	345	474.2	OK	

せん断補強筋検討



加速度時刻歴



鉛直変位時刻歴

▶ 特長

- 有効応力解析手法 FLIPを用いた液状化非線形動的解析
- 液状化時における地盤・構造物の挙動等の耐震性能評価
- 構造物と地盤の動的相互作用を考慮
- マルチスプリングモデル（非排水条件）とカクテルグラスモデル（排水条件、過剰間隙水圧消散後の沈下量）対応
- 改良深さおよび幅によって、基礎杭の塑性率・最大せん断力の変化傾向を把握することで、効率が良く地盤改良範囲算定
- 耐震性能が満足していない構造物の対策工検討と補強案算定
- 地盤内に液状化層を想定した場合の盛土、岸壁、ケーソン護岸および道路などの2次元FEM液状化流動解析

▶ 対象

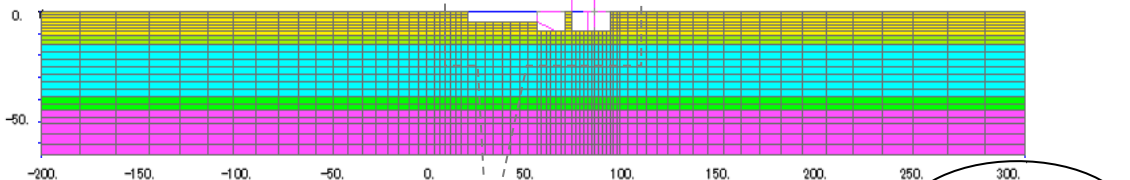
- 防波堤・堤防(矢板・水門・杭構造物含む)
- 水門・樋門・排水機場など構造物
- 重力式・自立式・矢板式岸壁
- 盛土・地下構造物および地下埋設物
- 埋設管の浮き上がり

▶ 技術トピックス

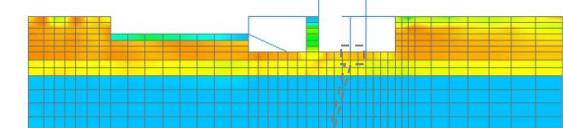
- FEMAPからFLIPの入力データ作成ソフトを独自に開発

液状化時の地盤変形解析（LIQCAによる動的解析）

ポンプ場の解析モデル



現況

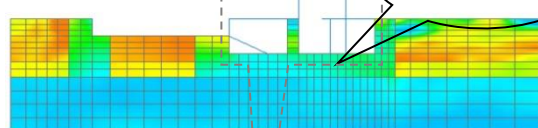


0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0



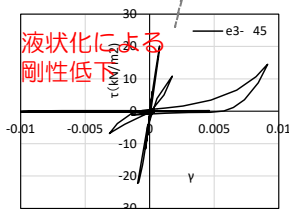
過剰間隙水圧比のコンター（拡大図）

対策時（地盤改良）

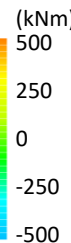
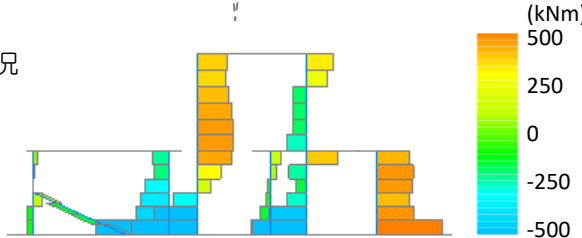


地盤改良による
過剰間隙水圧の
低減

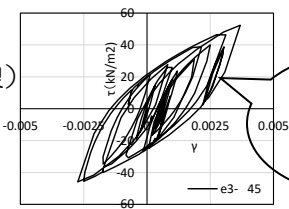
現況



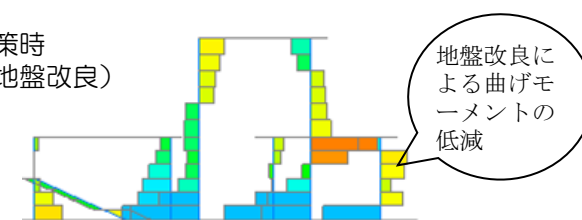
現況



対策時
（地盤改良）



対策時
（地盤改良）



地盤改良による
曲げモーメントの
低減

$\gamma \sim \tau$ 履歴曲線（ポンプ槽直下）

曲げモーメント図（ポンプ槽の梁モデル）

▶ 特長

- 液状化解析プログラム LIQCAを用いた地盤の非線形動的解析
- 液状化時における地盤・構造物の挙動等の有効応力解析
- 繰返し(粘)弾塑性モデル・ROモデル・完全弾塑性モデル・非線形梁など
- 排水・非排水モデル、地震終了後の圧密解析
- 浸透および地震を考慮した河川堤防の安定化対策の解析
- 地盤内に液状化層を想定した場合の盛土・岸壁・ケーソン護岸および道路などのFEM液状化流動解析

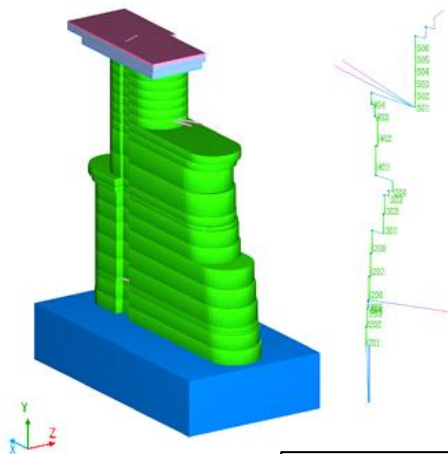
▶ 対象

- 防波堤・堤防(矢板・水門・杭構造物含む)
- 水門・樋門・排水機場など構造物
- 重力式・自立式・矢板式岸壁
- 盛土・地下構造物および地下埋設物
- 揚水機場、排水機場
- 埋設管の浮き上がり

▶ 技術トピックス

- FEMAPを利用しプリポスト処理（NST）
- FEMAPからLIQCAの入カデータ作成ソフトを独自に開発

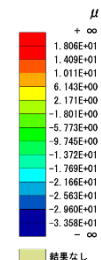
頭首工の耐震性評価技術



堰柱梁解析モデル

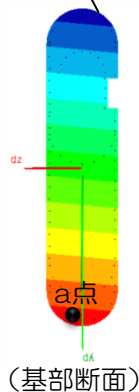
材料ひずみ

S_水流方向(x) - ステップ 41231

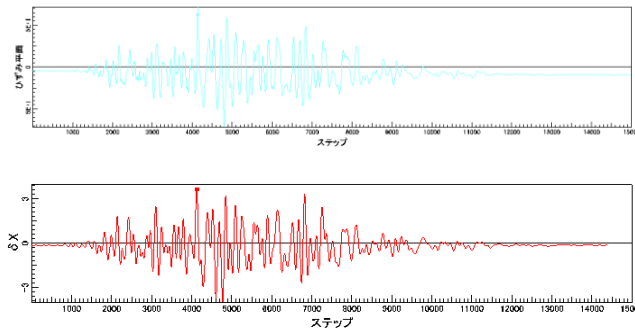


材料ひずみ評価

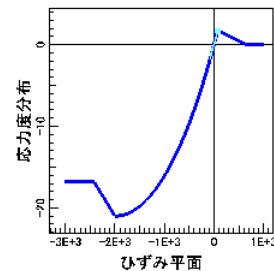
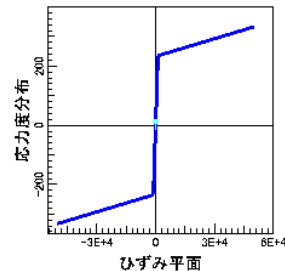
堰柱等の梁部材の断面各位置の応力状況をファイバー要素で評価可能



(基部断面)



ひずみ・変位の時刻歴変化 (基部断面a点)



RC・鉄筋の応力～ひずみ曲線 (基部断面a点)

▶ 特長

- 非線形動的解析による頭首工堰柱耐震性能照査
- 保有水平耐力照査法による頭首工堰柱耐震性能照査
- 堰柱・底版・基礎杭と一体解析による耐震性能照査
- ファイバー要素・M-φ要素で材料の非線形を考慮可能
- 頭首工の耐震補強解析
- M-φ要素は道路橋示方書の非線形を準じて決定
- ファイバー要素は軸力変動に応じて非線形特性が逐次更新

▶ 対象

- 頭首工の堰柱
- 堰柱床版
- ゲート本体

▶ 使用ソフト

- 躯体：Engineer's Studio (FORUM8)
- 基礎杭：基礎の設計計算 (FORUM8)

河川水門施設の耐震性照査（地震時保有水平耐力法）

▶ 特長

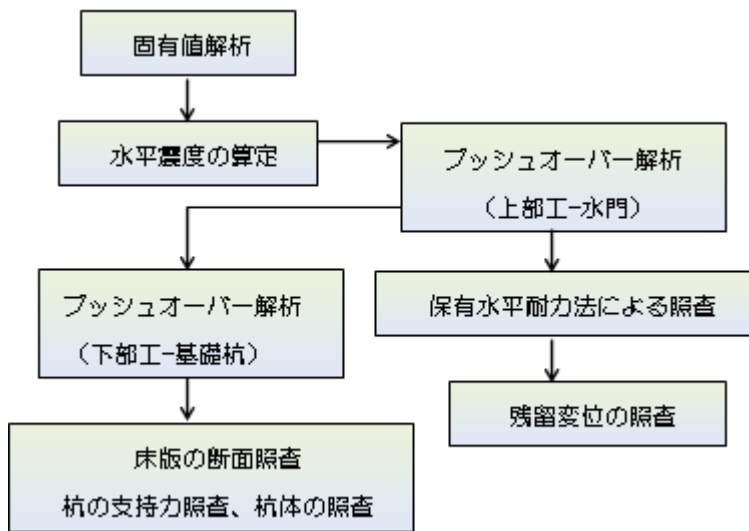
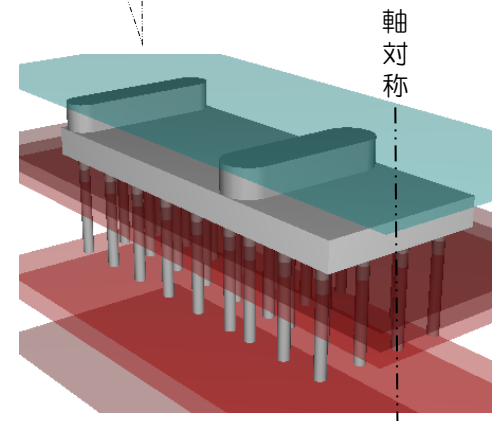
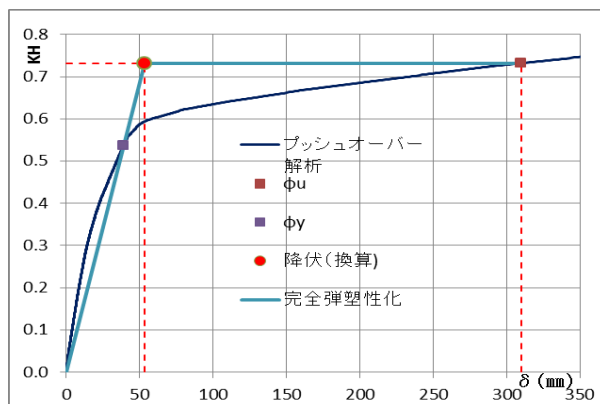
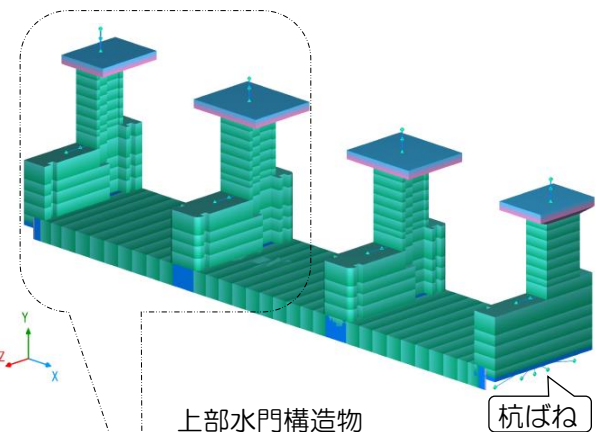
- 静的震度法の一つである保有水平耐力法を用いた構造解析
- 固有値解析とプッシュオーバー解析による構造物の耐震性照査
- 砂質地盤では液状化判定が可能

▶ 対象

- 水門上部工
 - ・ 門柱
 - ・ 堰柱
- 水門下部工
 - ・ 堰柱床版
 - ・ 杭
- ゲート本体

▶ 使用ソフト

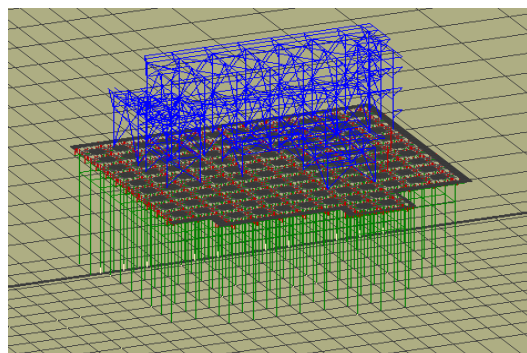
- 躯体：Engineer's Studio (FORUM8)
- 基礎杭：基礎の設計計算 (FORUM8)



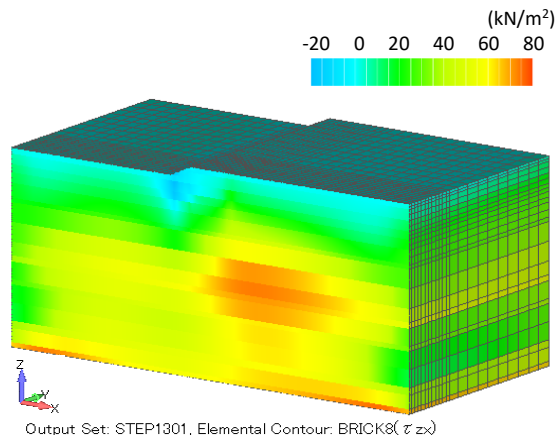
※：水門構造物と基礎杭と分離モデルで評価

解析・検討フロー

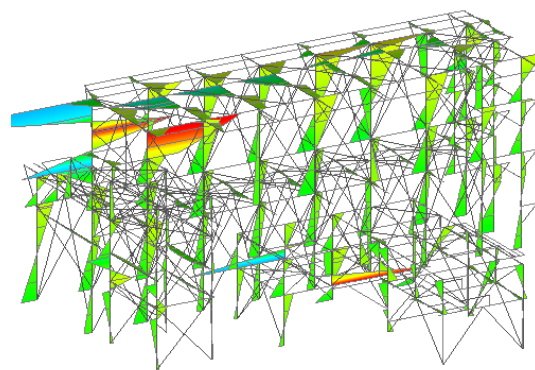
構造物の2次元および3次元動的解析（地盤-杭-構造物）



解析モデル図

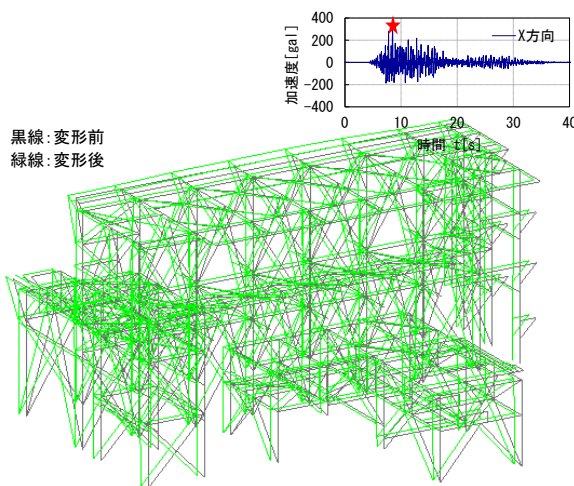


地盤のせん断応力図(τ_{xz})



Output Set: STEP4101, Contour: BEAM8D(曲げモーメント)

曲げモーメント図



変形図

▶ 特長

- 地盤・構造物系の2次元・3次元動的解析
- 3次元非線形地盤-建屋連成解析
- 高精度な構造物の耐震診断
- 静解析・段階施工解析・時刻歴応答変位法・固有値解析・複素固有値解析（ダブルQR法,ベキ乗法）・応答スペクトル法（SRSS, CQC）・モード重ね合わせ法・直接積分法・静解析から動解析への連続解析
- 骨組み要素・FEM要素対応

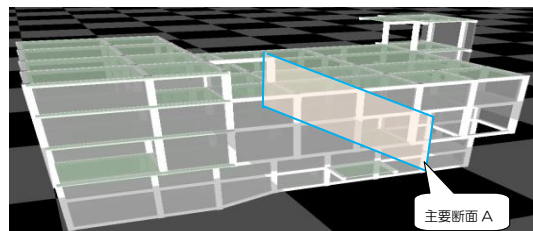
▶ 対象

- 地上構造物
 - ・ LNG 棧橋
 - ・ 上水道タンク
- 地下構造物
 - ・ ボックスカルバート
 - ・ 地下道路トンネル
 - ・ 地下鉄

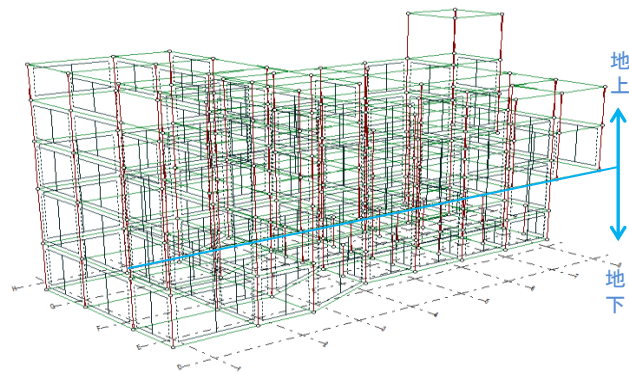
▶ 使用ソフト

- TDAP III（アーク情報システム）

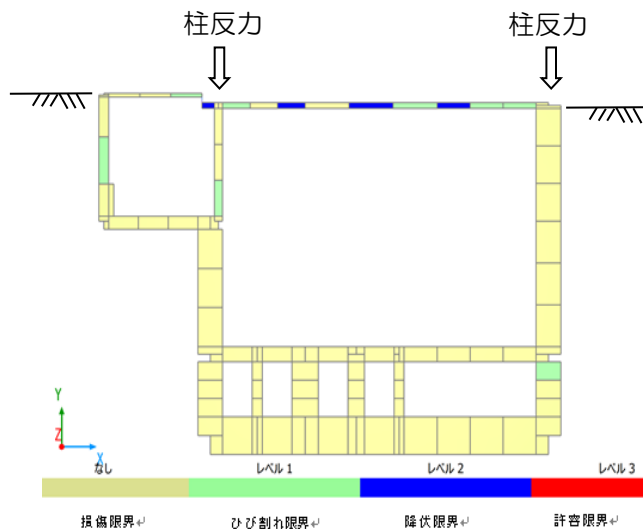
建築と土木との複合物造構に対する耐震性能照査



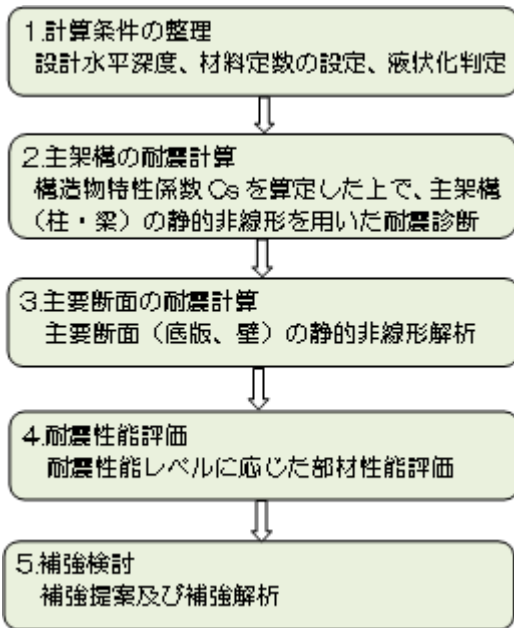
構造物のイメージ図



全体構造物 主架構3次元解析モデル



主要断面A 2次元解析モデル



解析・検討フロー

特長

- 建築と土木の複合構造に対する3次元フレーム解析
- 主要断面に対して2次元フレーム解析
- 補強案の検討および補強解析
- 「下水道施設の耐震対策指針と解説・平成26」基準対応
- 静的・動的非線形解析による耐震診断

対象

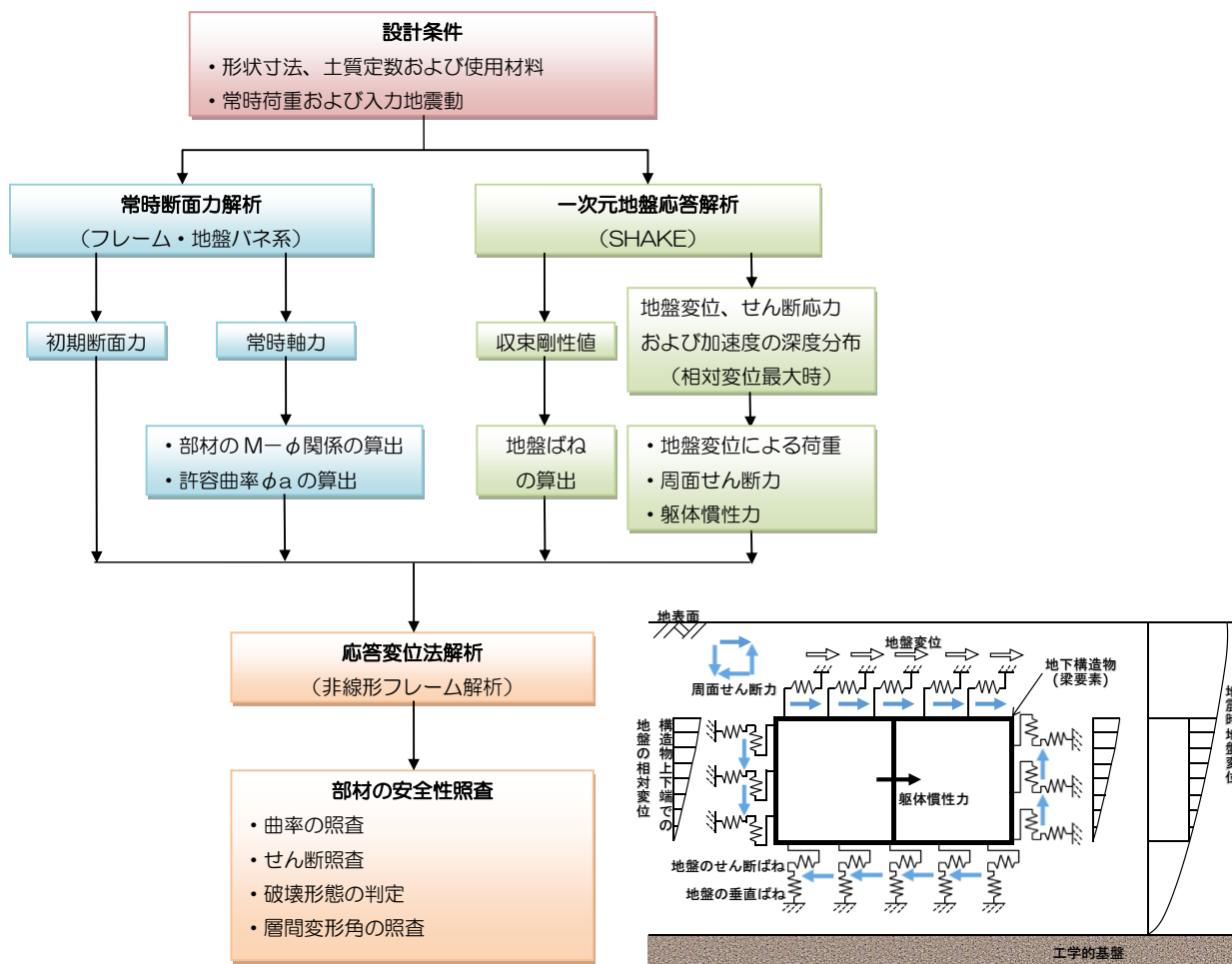
- 地上構造物
 - ・ 矩形水槽
 - ・ 沈殿池
- 地上・地下複合構造物
 - ・ 沈砂池ポンプ棟
 - ・ 沈殿池ポンプ棟
 - ・ 排水機場

使用ソフト

- 主架構3次元モデル：Super Build/SS3 (UNION SYSTEM)
- 断面2次元モデル：Engineer's Studio (FORUM8)
- 杭基礎：基礎の設計計算 (FORUM8)

地下構造物の耐震解析および安全性照査（応答変位法）

応答変位法の解析フロー



応答変位法の概念図

▶ 特長

- 地下構造物を対象とした応答変位法による耐震解析
- 地下構造物を対象とした応答変位法による安全性照査

▶ 対象

- 地下構造物
 - ・地下鉄
 - ・地下道路
 - ・トンネル等

▶ 使用ソフト

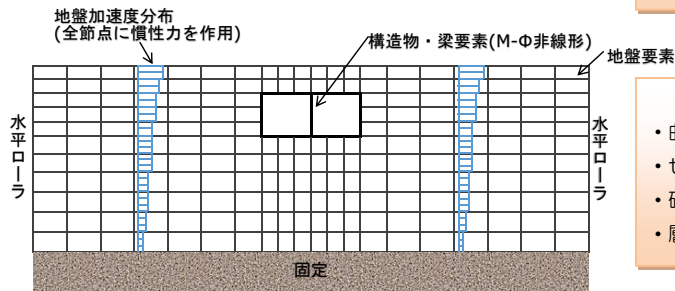
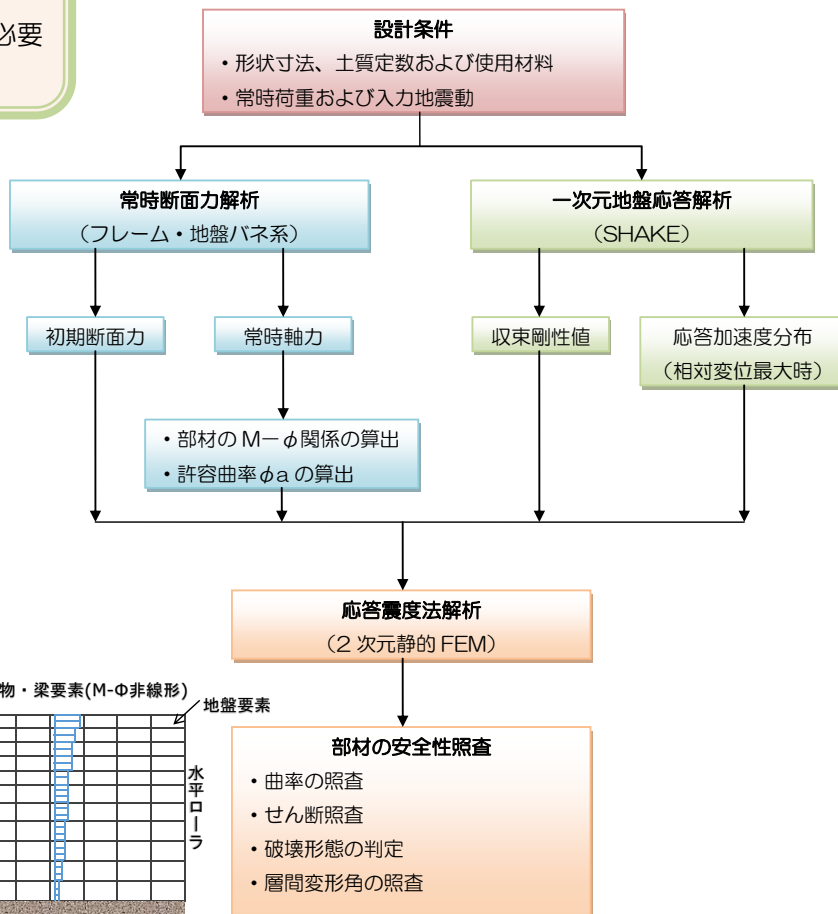
- 地盤解析：LIQUEUR（富士通Japan）
- 躯体：Engineer's Studio（FORUM8）
- 全体解析：FEAST・TDAP III（JIPテクノサイエンス・ARK情報システム）

地下構造物の耐震解析および安全性照査（応答震度法）

< 応答震度法のメリット >

地盤を平面要素でモデル化するために、地盤ばねの設定の必要が無い。

応答震度法の解析フロー



応答震度法の概念図

▶ 特長

- 地下構造物を対象とした応答震度法による耐震解析
- 地下構造物を対象とした応答震度法による安全性照査
- 複雑な地中構造物周辺の地盤構成や構造物—地盤の動的相互作用を考慮する場合にも適用可能

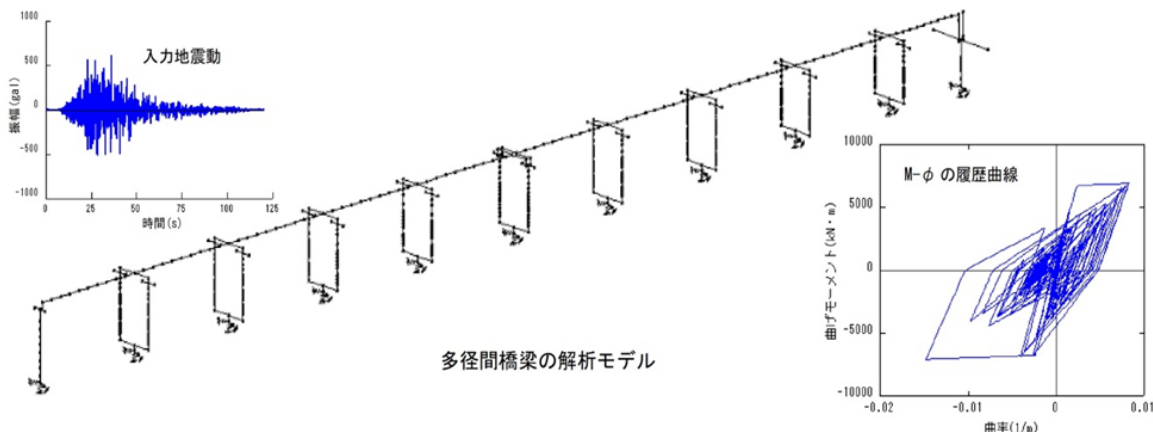
▶ 対象

- 地下構造物
 - ・地下鉄
 - ・地下道路
 - ・トンネル等

▶ 使用ソフト

- FEAST (JIPテクノサイエンス・奥村組)
- TDAP III (ARK情報システム)

橋梁の耐震性能照査および補強解析（非線形動的解析）



▶ 特長

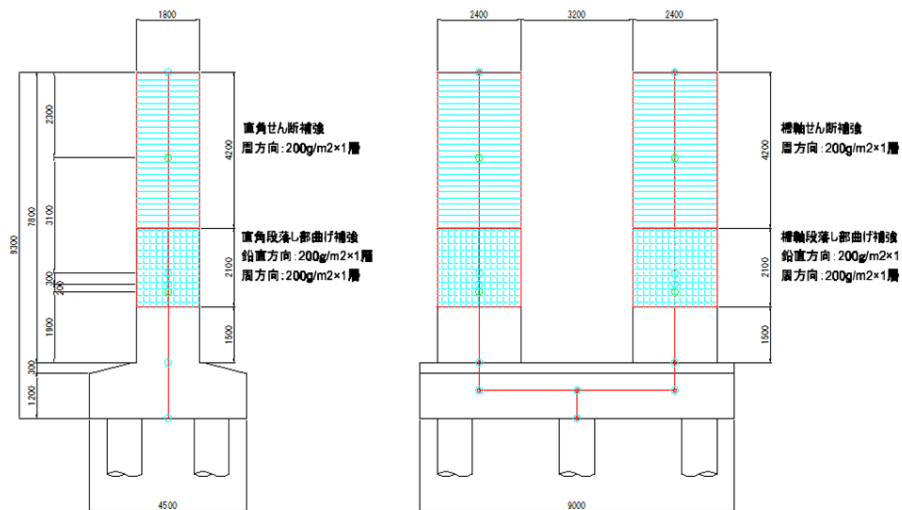
- RC構造はM~φやM~θモデル、鋼構造はファイバーモデルを用いて、橋脚の段落しや支承構造等の特徴を踏まえた地震時挙動の評価および補強案の検証
- 2次元および3次元構造の非線形性を考慮した解析
- 固有振動特性、減衰特性、橋脚等の非線形履歴特性を考慮可能
- 橋梁の耐震性能照査
- 橋梁の耐震補強解析

▶ 対象

- 桁橋
- 斜張橋
- ラーメン橋
- アーチ橋
- トラス橋等

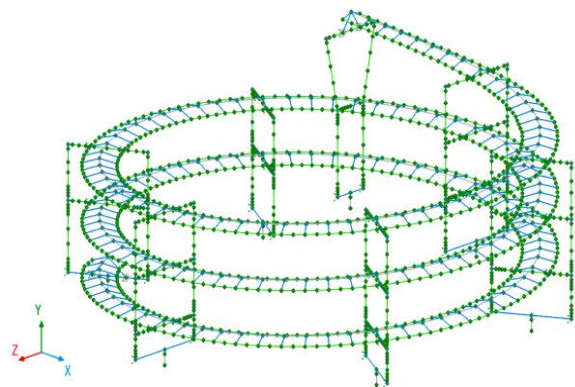
▶ 使用ソフト

- 躯体：JT-KOHKA・TDAPⅢ・Engineer's Studio（JIPテクノサイエンス・ARKシステム・FORUM8）
- 杭基礎：基礎の設計計算（FORUM8）

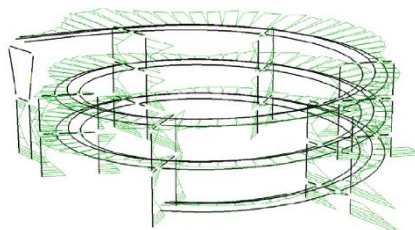


RC橋脚補強概要図

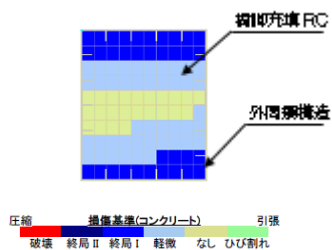
ヒミ照査法による曲線橋の耐震性能照査および補強解析（非線形動的解析）



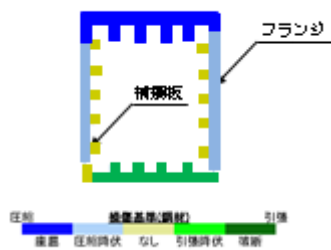
曲線ラーメン橋モデル図



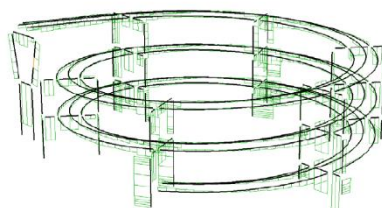
橋梁全体モーメント図



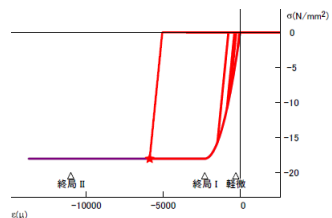
充填RCの損傷状況



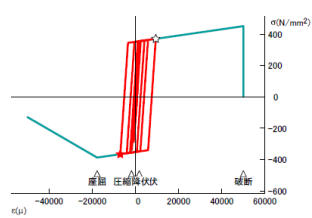
鋼材の損傷状況



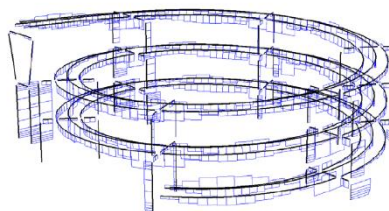
橋梁全体せん断力図



充填RCのヒステリシス曲線



鋼構造のヒステリシス曲線



橋梁全体軸力図

▶ 特長

- ヒミ照査法で非線形動的解析による鋼構造曲線橋の地震時挙動の評価
- 2軸曲げ・軸力変動・固有振動特性・減衰特性・橋脚などの非線形の履歴特性を考慮可能
- 橋梁の現況耐震性能照査
- 橋梁の耐震補強解析

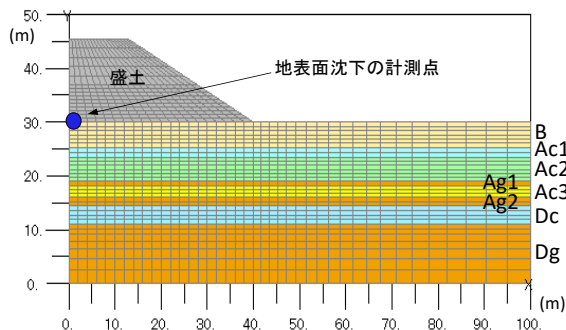
▶ 対象

- 鋼構造
- 鋼・コンクリート複合橋梁

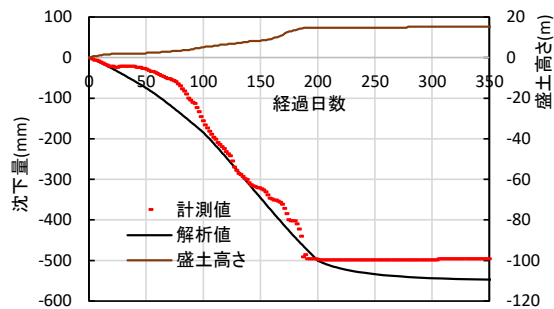
▶ 使用ソフト

- 躯体：JT-KOHKA・TDAP III・Engineer's Studio（JIPテクノサイエンス・ARKシステム・FORUM8）
- 杭基礎：基礎の設計計算（FORUM8）

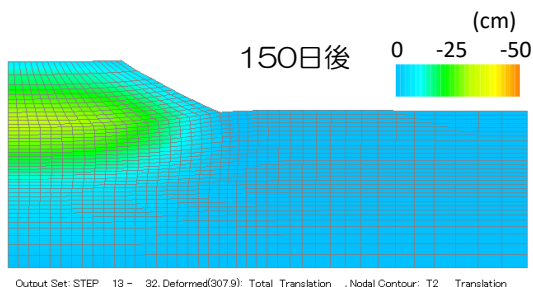
地盤の圧密沈下解析



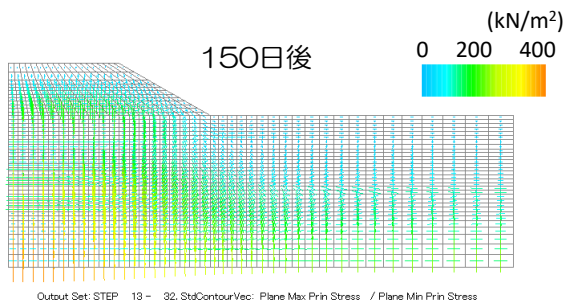
2次元解析モデル



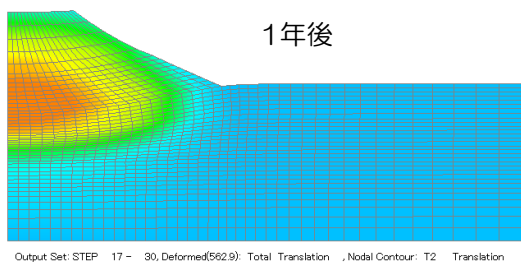
盛土高さと沈下量



Output Set: STEP 13 - 32, Deformed(307.9): Total Translation, Nodal Contour: T2 Translation

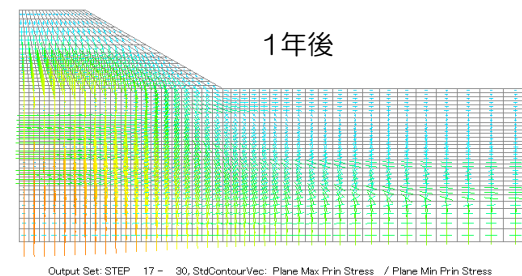


Output Set: STEP 13 - 32, StdContourVec: Plane Max Prin Stress / Plane Min Prin Stress



Output Set: STEP 17 - 30, Deformed(562.9): Total Translation, Nodal Contour: T2 Translation

鉛直変位コンター図



Output Set: STEP 17 - 30, StdContourVec: Plane Max Prin Stress / Plane Min Prin Stress

主応力ベクトル図

特長

- 2次元FEM地盤圧密解析
- 盛土過程のステップ解析
- 関口・太田モデル、Cam-Clayモデルなど粘土構成則
- 土水連成解析
- 時刻歴応答解析
- 施工中の沈下量を再現⇒残留沈下量を予測⇒余盛高さを検討

対象

- 築堤盛土
- 道路盛土
- 海面埋立地

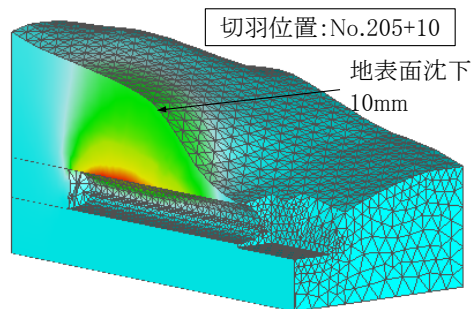
使用ソフト

- 2次元・3次元：FEAST（JIPテクノサイエンス・奥村組）
- 2次元：AFIMEX -GTの「圧密解析(DACSAR)」(富士通Japan)

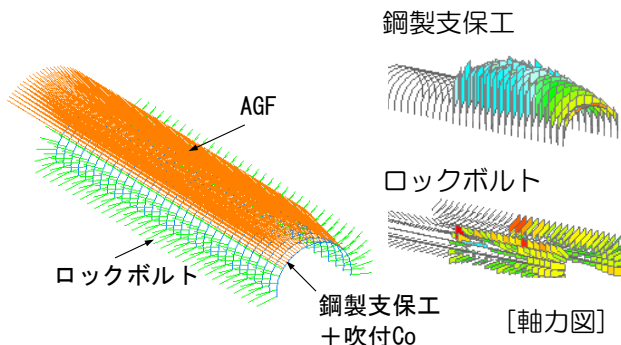
技術トピックス

- FEMAPを利用しプリポスト処理 (NST)
- FEMAPからFEASTの入カデータ作成ソフトを独自に開発

トンネルの3次元安定解析

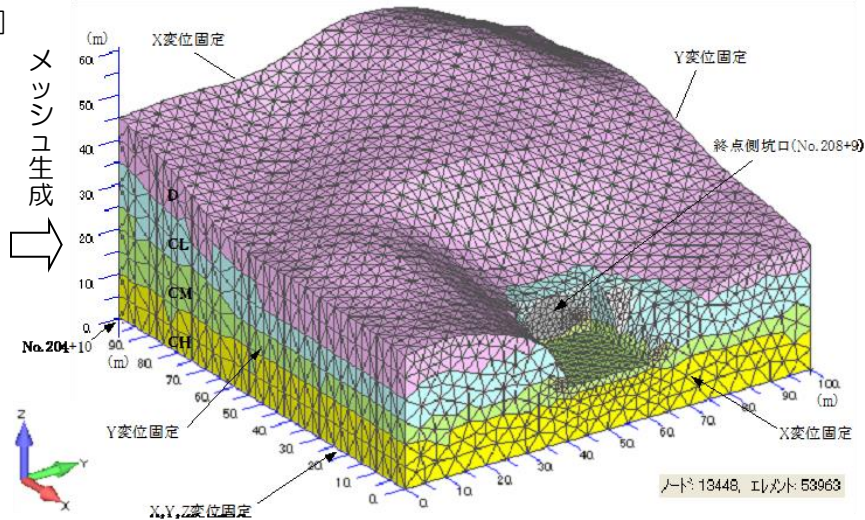
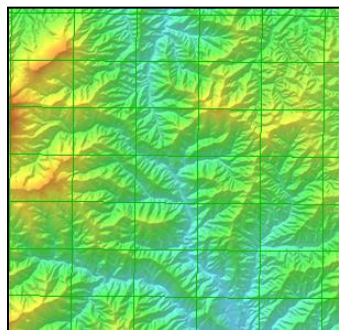


切羽進行に伴う地山変位のコンター



トンネル支保工のモデル化

[国土地理院の標高データの例]



トンネルの3次元解析モデル

▶ 特長

- 2次元、3次元の検討
- トンネル切羽進行に伴う地山の変形や支保工の断面力の算定
- AGF工法や鏡ボルトなど補助工法の有効性の検討が可能
- 現地の山岳地形を国土地理院の数値地図情報によりモデル化
- A計測やB計測結果を基に逆解析により前方予知を可能に
- トンネル交差部や分岐部の安定解析
- トンネルの影響検討
- 地下水位の増減検討

▶ 対象

- 山岳トンネル
- 都市トンネル

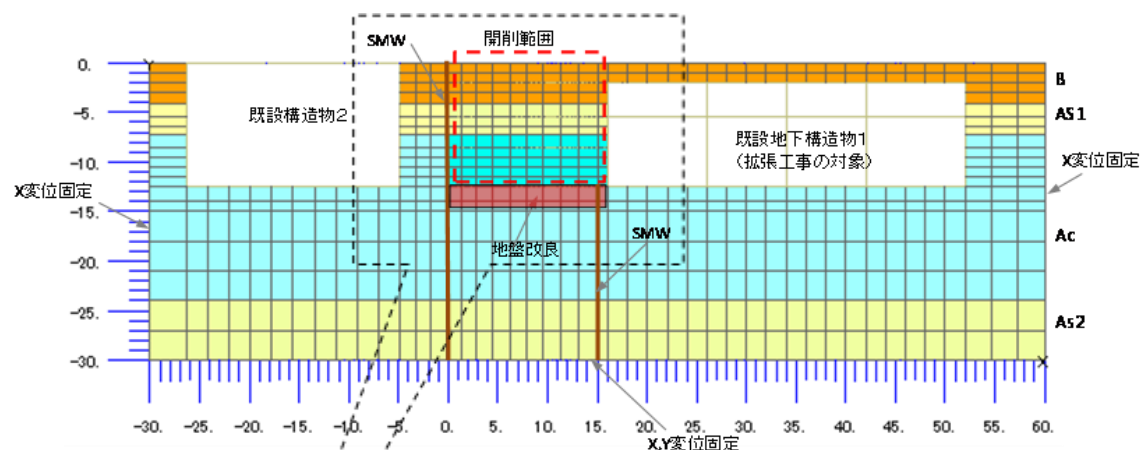
▶ 使用ソフト

- FEAST (JIPテクノサイエンス・奥村組)

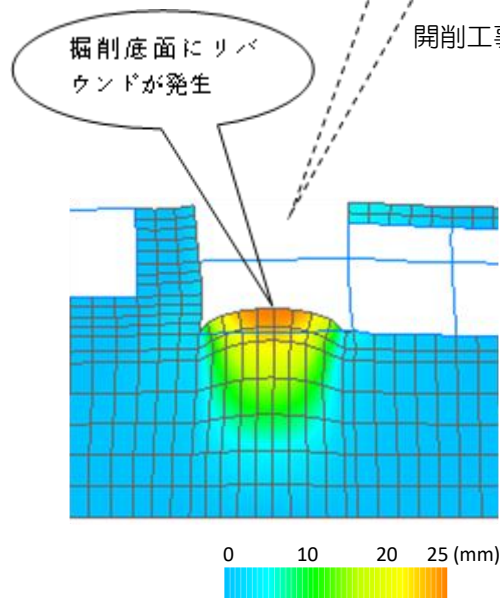
▶ 技術トピックス

- FEMAPを利用しプリポスト処理 (NST)
- FEMAPからFEASTの入力データ作成ソフトを独自に開発

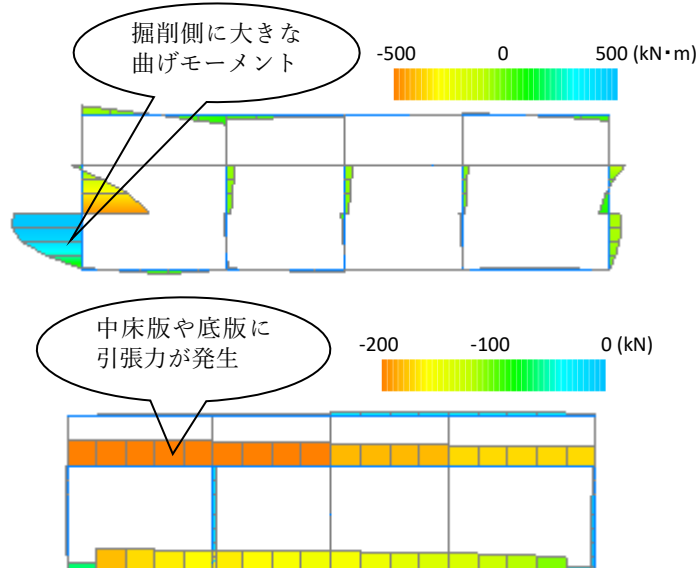
開削工事の段階施工解析



開削工事の2次元解析モデル



地盤の変形図



構造物の断面力図 (曲げモーメント、軸力)

▶ 特長

- 開削工事の施工ステップ毎の掘削による応力解放と切梁設置などの施工順序を考慮した解析
- 近接構造物への影響評価
- 対策工法の評価
 - ・ 地盤改良工
 - ・ 土留め工など
- 施工段階に応じて開放する逐次解析

▶ 対象

- 開削工事
- オープンケーソン工事

▶ 使用ソフト

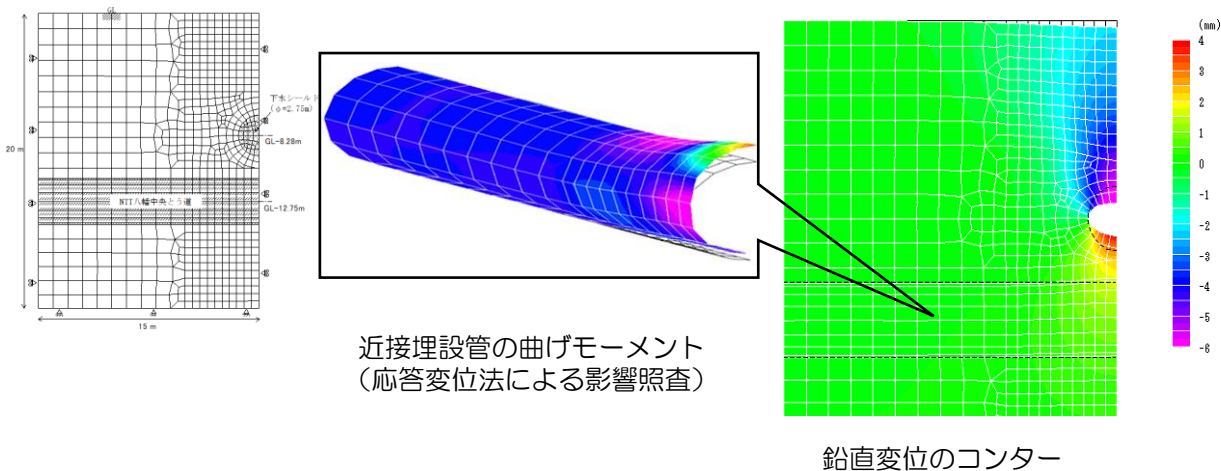
- FEAST (JIPテクノサイエンス・奥村組)

▶ 技術トピックス

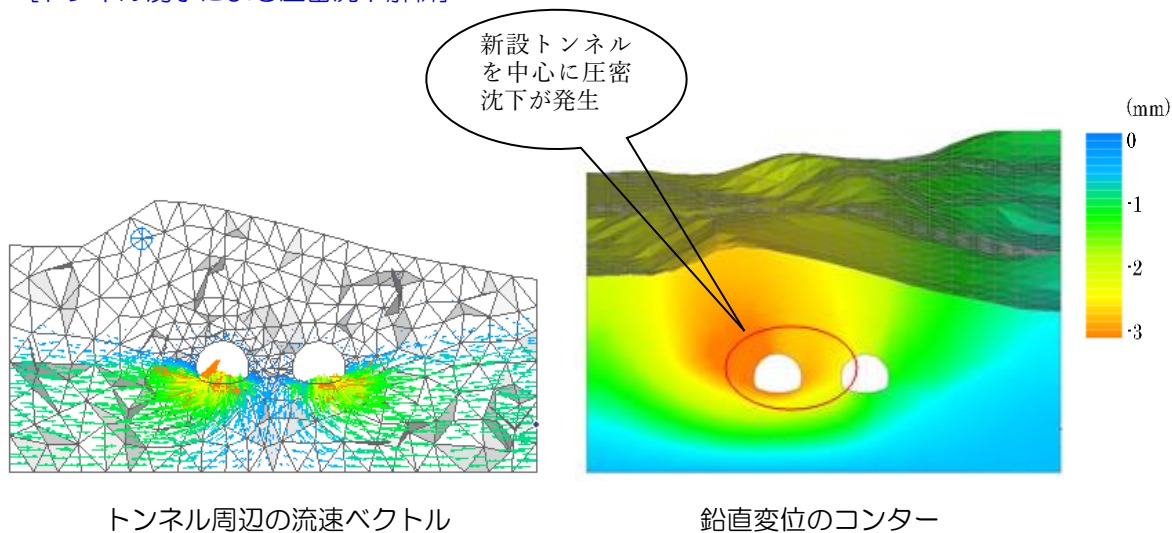
- FEMAPを利用しプリポスト処理 (NST)
- FEMAPからFEASTの入力データ作成ソフトを独自に開発

地盤・構造物の応力変形解析

[シールド掘削における地盤変形解析]



[トンネル湧水による圧密沈下解析]



▶ 特長

- シールド工法や推進工法による近接構造物への影響検討
- 応力解放率の考慮
- 要素重積法による評価・地盤改良など対策工法の評価
- トンネル湧水時の地下水解析と圧密沈下解析の連成解析

▶ 対象

- シールド工法
- 推進工法
- 山岳トンネル
- 都市トンネル

▶ 使用ソフト

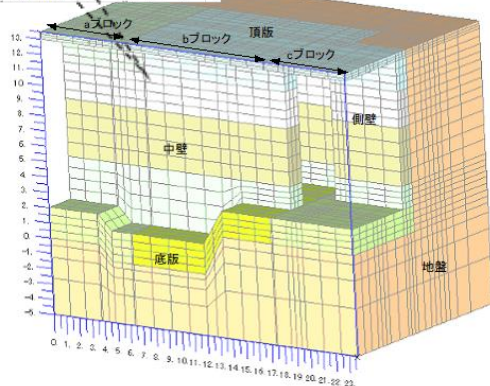
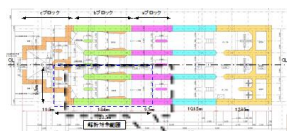
- FEAST (JIPテクノサイエンス・奥村組)

▶ 技術トピックス

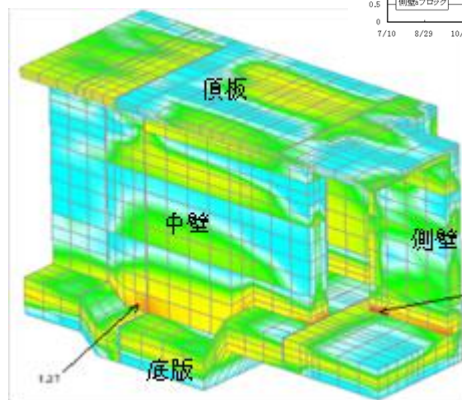
- FEMAPを利用しプリポスト処理 (NST)
- FEMAPからFEASTの入力データ作成ソフトを独自に開発

コンクリートの温度応力解析

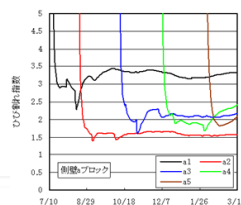
[ポンプ場構築時の3次元温度応力解析]



3次元の解析モデル



ひび割れ指数のカウンター



▶ 特長

- ポンプ場におけるコンクリート打設時の水和熱に伴う温度応力解析
- コンクリートダムにおけるコンクリート打設時のリフトアップ解析
- コンクリートダムにおけるコンクリート打設時の温度応力解析
- ひび割れ対策の評価
 - ・ ひび割れ誘発目地
 - ・ パイプクーリング
 - ・ 低発熱セメントなど

▶ 対象

- マスコンクリート
- ダムのリフトアップ

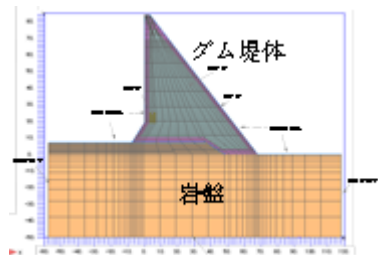
▶ 使用ソフト

- FEAST (JIPテクノサイエンス・奥村組)

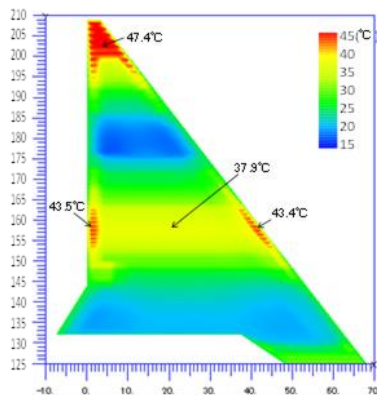
▶ 技術トピックス

- FEMAPを利用しプリポスト処理 (NST)
- FEMAPからFEASTの入力データ作成ソフトを独自に開発

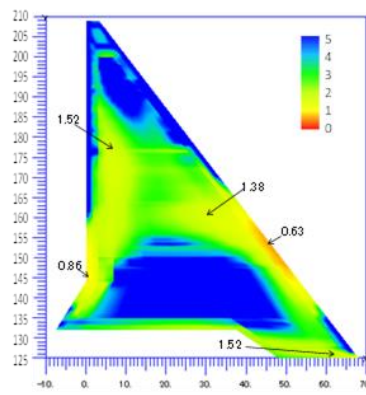
[ダムコンクリートの温度応力解析]



2次元の解析モデル



最高温度のカウンター



ひび割れ指数のカウンター