

道路カルバートの耐震設計システム

一般社団法人 道路プレキャストコンクリート製品技術協会（RPCA）様と共同開発した、大規模・大断面の道路カルバートについて高度な耐震設計を行うことができる計算システムです。

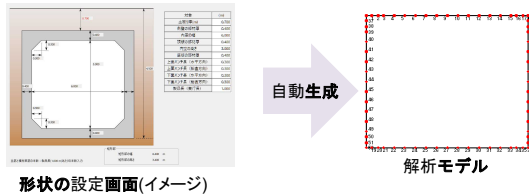
「道路プレキャストコンクリート工耐震設計要領－カルバート編－」（RPCA・2021年4月公開予定）に準拠しています。

- 道路カルバートに広く適用できるスタンダードな耐震設計法として策定を進めている要領です。
- 地盤応答解析および構造物の解析を、レベル1地震動～レベル2地震動まで連続で行います。構造物の解析は応答震度法、応答変位法の解析に対応しています。
- シンプルな入力により地盤・構造物のモデルを自動生成し、耐震解析、耐震性能照査、計算書出力までを連続して行うことができます。
- 入力から計算結果まで詳細な計算書が作成でき、RPCA製品審査の申請書類として利用できます。
- 一連ボックスカルバート、二連ボックスカルバート（左右非対称可）、アーチカルバートの形状について計算を行うことができます。

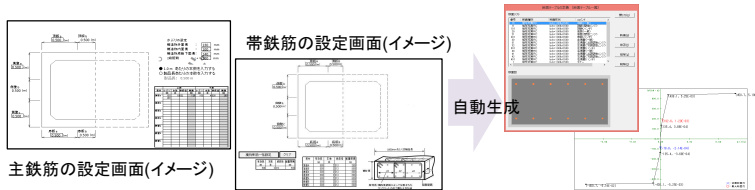
入力部の特徴

- 利用者が入力しやすい入力画面となっています。
- 対象となる構造物の大きさや配筋を入力し、解析モデルを自動生成します。
利用者は剛域や塑性域の設定などについて検討する必要はありません。
非線形特性は平成24年道示V編に自動で計算されます。

【形状の設定】



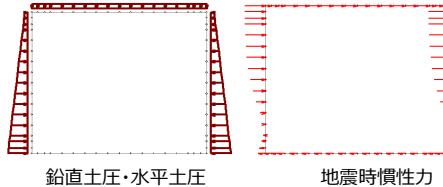
【配筋の設定】



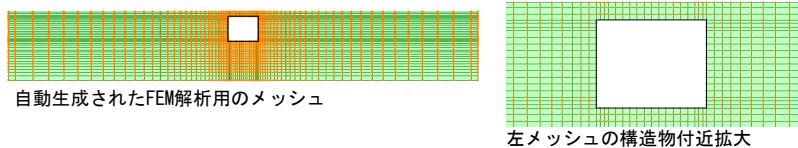
- 荷重については、ほぼ全て自動で計算されます。

扱える荷重の種類

- ・自重
- ・鉛直土圧
- ・水平土圧
- ・揚圧力
- ・函内重量（一様分布のみ）
- ・地盤変位、地盤バネ（応答変位法）
- ・地震時慣性力
- ・周面せん断力
- ・床版反力



- FEMメッシュはシステム内部で自動で生成します。

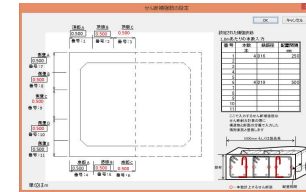


- 補強の検討も可能です。

隅角部の補強鉄筋およびせん断補強鉄筋の検討も対応しています。
せん断補強鉄筋は解析結果に影響を与えずに検討が可能です。



隅角部補強鉄筋の入力（イメージ）



せん断補強鉄筋の入力（イメージ）

解析機能の特徴

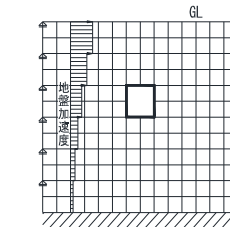
- 地盤応答解析および構造物の解析を、レベル1地震動～レベル2地震動まで連続で計算します

地盤応答解析

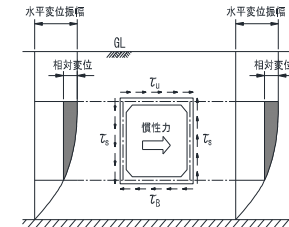
- ・地盤は重複反射理論による地震応答解析を行います。

構造物の解析

- ・応答変位法（フレーム、地盤バネはFEMで算出）と応答震度法（FEM）の解析に対応しています。
- ・周辺地盤からの荷重は地盤の応答解析の結果を自動で連動して载荷します。



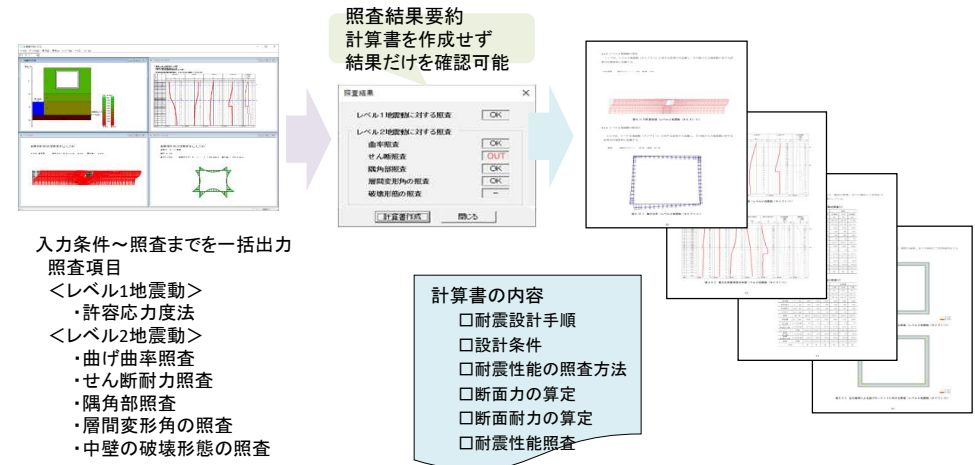
応答震度法による構造物の応答解析



応答変位法による構造物の応答解析

計算書作成機能の特徴

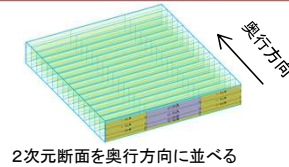
- 「道路プレキャストコンクリート工耐震設計要領－カルバート編－」に準拠した報告書を一括作成できます。
- RPCA製品審査で求められる設計品質に準拠した計算書を出力します。出力された計算書は審査書類としてご利用いただけます。



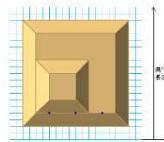
DECALTO (デカルト) Ver.18 バージョンアップ

不同沈下量の計算

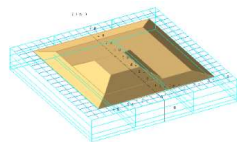
奥行が無尽遠ではない有限な範囲の荷重を載荷した場合の沈下形状を3次元的に図示できる機能として、不同沈下計算システムを追加しました。圧密沈下計算(1次元の鉛直下向きの沈下量)の計算地点を横断方向だけでなく奥行方向にも格子状に並べて、3次元的な沈下量を表現できるようになりました。圧密沈下の計算方法は一次元圧密理論で従来の計算方法と同様になります。



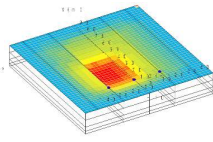
2次元断面を奥行方向に並べる



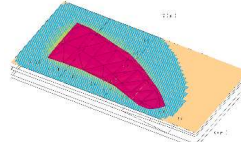
平面図



3D図



沈下量コンター図



任意形状の荷重の計算例

・地層構成について2次元断面(XZ平面)の形状は任意に作成できますが、奥行方向(Y軸方向)に均一な形状となります。

・荷重は矩形の等分布荷重、盛土荷重※1、任意形状の荷重※2の3種類が入力可能です。

※1盛土荷重は法面勾配に応じて3段の等分布荷重に換算します。

※2任意形状の荷重は分割数に応じて等分布荷重に換算します。

・地表面のメッシュ分割はX方向に50個、Y方向に50個まで分割でき最大2,500メッシュまで構成できます。

・1次元の沈下計算となるため、地盤の側方変位や隆起などは計算できません。

陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアル 等に対応した改良体の沈下計算

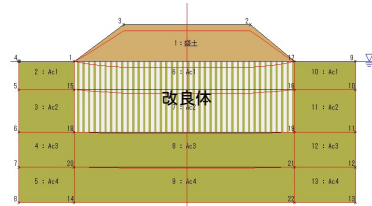
陸上工事における深層混合処理工法設計・施工マニュアルに対応し、改良地盤の圧密沈下量の検討は、無処理部分の沈下量(S0)、および改良率(ap)と応力分担比(n)に着目した以下の式から求めることができます。

$$S = \beta' \cdot S_0 \quad S_0 = m_{v0} \cdot H_c \cdot \sigma$$

$$\beta' = \frac{\sigma'_c}{\sigma} = \frac{1}{(n-1)a_p + 1}$$

S : 改良地盤の沈下量
S0 : 無改良の場合の沈下量
β' : 沈下低減係数
ap : 改良率

σ : 増加応力
Hc : 改良層の厚さ
n : 応力分担比=σp/σc
σp : 改良体にかかる応力



改良体を設定したモデル

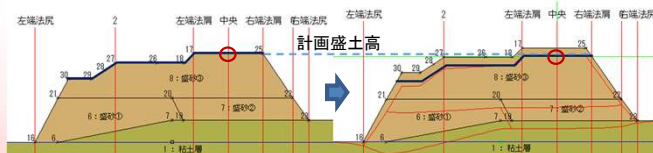
mvp : 改良土の体積圧縮係数
σc : 無改良土にかかる応力
mv0 : 原地盤の体積圧縮係数

計画盛土高計算の汎用性向上

台形盛土以下の形状に対応できるように盛土の天端を構成する節点番号を指定したり、任意の天端位置の盛土高が指定した高さとなるようにX座標位置を指定できるようになりました。

計画盛土高計算

沈下後の盛土の天端高さが指定した標高となるように盛土の形状を自動的に調整できる機能となります。

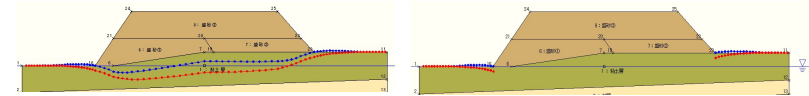


計画盛土高計算前

計画盛土高計算後(盛土形状の自動変形)

盛土周辺地盤の変形と予測法の強化

道路土工-軟弱地盤対策工指針(H24) P.153の水平変位量と沈下量の簡易予測について、軟弱地盤の層厚Hを指定できるように強化しました。また、盛土区間の変形の有無を選択できるようになりました。



その他の機能強化

<入力機能>

(1) エラーメッセージの詳細化

「形状の設定」で地層形状に不備がある場合のエラーメッセージを判りやすく具体的に記述しました。

(2) 盛土載荷順序の自由度向上

「盛土特性の設定」で盛土の形状番号と載荷順序を合わせないと計算できない制限を解除しました。

(3) 直角な形状(構造物など)の入力対応

盛土形状で直角壁面の座標を設定すると沈下計算がエラーとならないように対応しました。

(4) 地層番号のソート機能

「形状の設定」において形状番号でソート(順序整列)する機能を追加しました。

(5) 盛土名、土層名を形状の設定画面に統一して入力する方式に変更

盛土名、土層名の設定を「形状の設定」で統一して設定するように改善しました。

<計算機能>

(1) 計算時間の短縮

複数の盛土を設定した場合と換算層をモデル化した場合の沈下計算の計算時間を短縮しました。

(2) 沈下予測計算(双曲線法)の改良

地盤モデルを作成しなくても沈下予測の計算が独立して行えるように計算地点の設定を追加しました。

(3) 促進工法開始日以後のCv取得の改良

換算層の代表圧密係数Cvは促進工法開始日以降は単層の圧密係数Cvで計算するように改善しました。

(4) 平行移動法で真空圧密工法の計算に対応

平行移動法においても真空圧密工法の計算を可能にしました。

<出力機能>

(1) 報告書の内容の充実

報告書に計算理論の出力を可能にしました。

(2) 作図出力内容の表示変更機能の強化

推定盛土断面図の沈下量表の単位選択(cmとm)、出力日の圧密度が表示できるようになりました。

(3) 出力条件の設定の強化

「出力条件の設定」において、表示色の設定を作図と入力画面とで別々に設定できるようにしました。

(4) 計算途中の過程を出力

計算途中の過程を記載した「最終沈下量算出過程」と「圧密時間算出過程」の2種類のCSV形式ファイルを出力できるようにしました。

<その他>

(1) COSTANA 連携強化

(2) データがネットワークドライブ上でも計算できる機能

(3) 対策工の概算工事費の算出

(4) DXFファイル連携の改善

(5) DECALTO 起動時のデータ選択可能化と別データ読み込み時の簡素化

(6) 手のひらツールによる画面移動