

MIDAS建築分野プログラムの紹介

株式会社 マイダスイティジャパン



建築分野プログラムの紹介

目次

1. マイダスアイティについて
2. MIDASのプログラムについて
 - midas iGen
 - FEA NX

MIDAS IT

MIDAS Information Technology Co., Ltd.

工学用シミュレーション・ソフトウェア
開発およびコンサルティング専門会社

We Analyze and Design the Future



MIDAS Global Network



9

現地法人

35

海外代理店

110

使用国

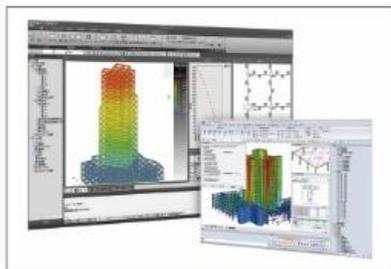
MIDAS Family Programs

MIDAS 製品紹介

MIDAS Family Program は
最先端CAE(Computer Aided Engineering) ソリューションです。

建築

Building Engineering



midas iGen

建築分野の
汎用構造解析および
許容応力度計算

midas eGen

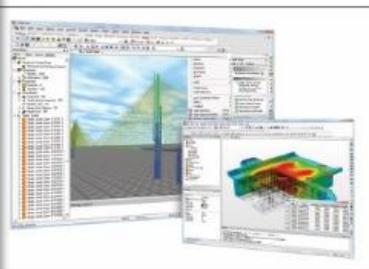
保有耐力自動計算+構造計画/
設計最適化システム
CAD 基盤モデリング

midas Drawing

世界初 2次元情報CADプログラム
構造図自動生成

土木

Bridge Engineering



midas Civil

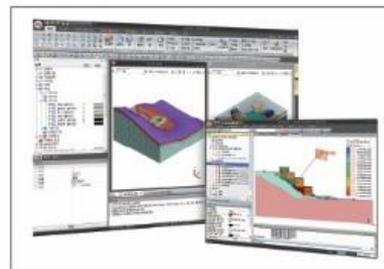
土木分野の
汎用構造解析および
最適設計システム

midas FEA NX

建設分野の
非線形解析および
詳細解析システム

地盤

Geotechnical Engineering



SoilWorks

2次元地盤汎用解析/設計
プログラム

SoilWorks for FLIP

液状化解析プログラム
FLIP用のプリ・ポスト

SoilWorks for LIQCA

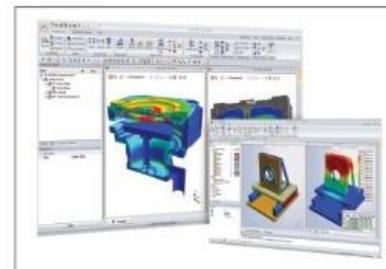
液状化解析プログラム
LIQCA用のプリ・ポスト

GTS NX

3次元地盤汎用解析
プログラム

機械

Mechanical Engineering



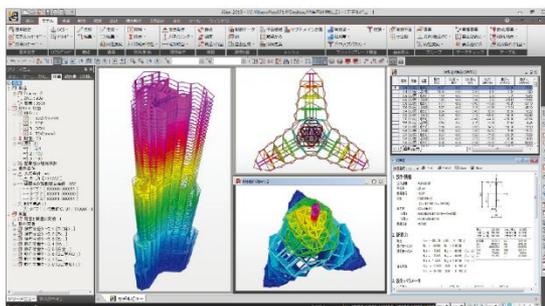
midas NFX

機械分野の
汎用構造解析システム

midas FX+

有限要素解析汎用の
プリ・ポスト処理プログラム

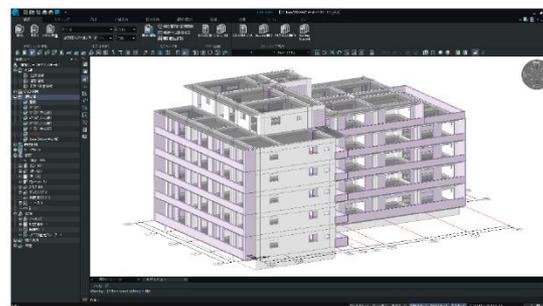
MIDAS BUILDING PROGRAMS



多様な解析を実現する汎用解析ソフトウェア

midas iGenは、建物全体のフレーム解析からFEMによる詳細解析まで、建築構造分野での様々なニーズに応える汎用解析ソフトウェアです。

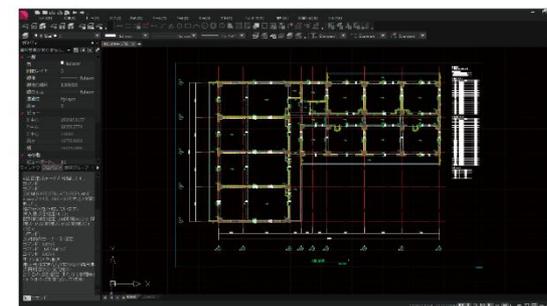
どのような形状でもモデリングが可能で、静的解析、板・ソリッド要素などのFEM解析、免・制振、材料・幾何非線形解析、増分解析など多様な解析を効率良く行うことができます。



形状に制限がない一貫構造計算ソフトウェア

midas eGenは、形状に制限がない一貫構造計算ソフトウェアです。

CAD基盤の新しいモデリング機能や、簡単で便利な作業環境を提供します。また、部材ごとに所属層を分類できる「層グループ」の概念が導入されているため、層の不整形な建物の合理的な設計が行えます。



建築構造図面の自動生成CAD

midas Drawingは、情報基盤CADです。midas eGenから3次元の構造モデル情報を取得し、ワンクリックで、伏図・軸組図・部材リストを自動生成することができます。

実施設計レベルの図面品質はもちろん、構造計算書との整合性を確保します。また、eGenのモデルの変更を図面に自動で更新できるため、プロジェクトを通して図面作業の効率化が図れます。



目次

1.  midas **iGen** について
 - iGenの適用事例
 - iGenの機能構成
 - 設計でよく利用されるiGenの解析機能
 - 実務での汎用解析活用と適用例
-

世界最高層ビル ブルジュ・カリーフ

819M 160 F





世界最長の斜長橋

ストーン大橋

8,206M

北京メインスタジアム

258,000m² 91,000名規模



上海万博パビリオン

Shanghai Expo Pavilions



大阪あべのハルカス

Osaka Abenoharukas



名古屋モード学園 スパイラルタワーズ

Nagoya Mode Gakuen Spiral Towers

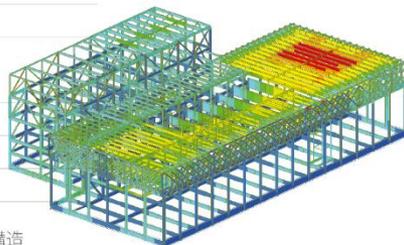
MODE
HALL
SEN

三井不動産
三井ビルディング本館

大分県立美術館

大分市の中心市街地に計画された地下1、地上4階建ての美術館である。

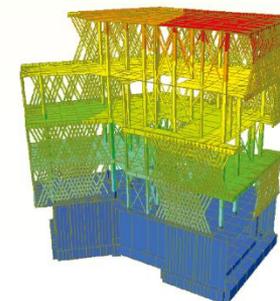
| | |
|------|-------------------------------------|
| 構造設計 | Arup |
| 用途 | 美術館 |
| 所在 | 大分県大分市 |
| 建築 | 坂茂建築設計 |
| 延床面積 | 17,200 m ² |
| 高さ | 24.77 m |
| 階数 | 地上4階, 地下1階, 塔屋1階 |
| 構造 | 鉄骨造(上部構造) + 鉄筋コンクリート造(地下構造) + 免震構造 |
| 基礎構造 | 直接基礎(ラップルコンクリート + 独立・連続基礎 + 地盤アンカー) |



下馬の集合住宅

主体構造を木造軸組工法とした1時間耐火建築物の集合住宅

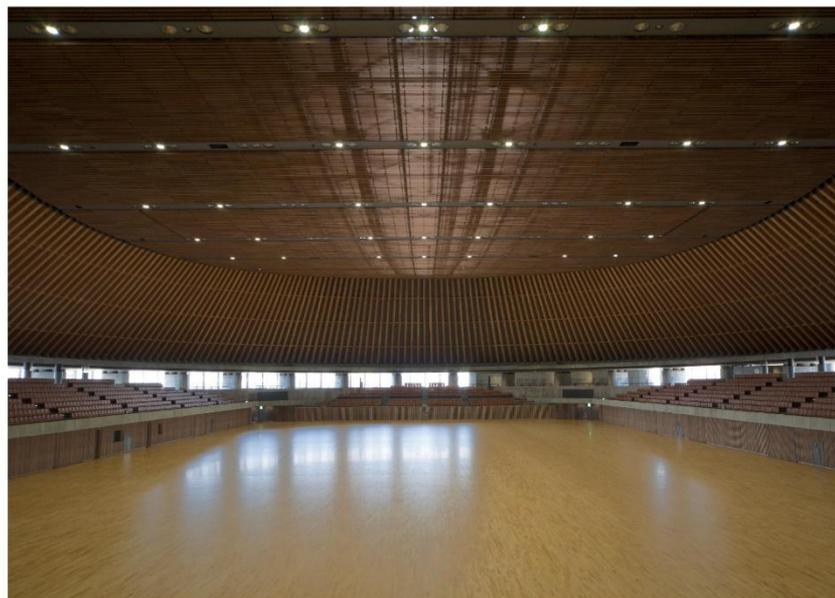
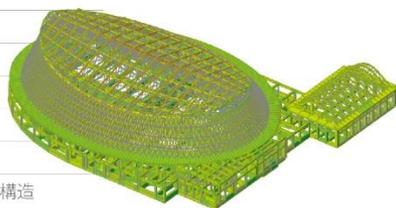
| | |
|------|------------------------------|
| 構造設計 | 東京大学生産技術研究所 桜設計集団一級建築士事務所 |
| 用途 | 共同住宅+ 貸店舗 |
| 所在 | 東京都世田谷区下馬 |
| 建築 | 株式会社KUS 一級建築士事務所 |
| 延床面積 | 92.83 m ² |
| 高さ | 15.52 m |
| 階数 | 地上5階 |
| 構造 | 木造 一部RC造 杭・基礎 |



静岡県草薙総合運動公園体育館

木に包まれる体育館という明快なコンセプトの一方、ハイレベルの耐震性が必要であった。屋根を免震により宙に浮かせ、強固なプレストレストコンクリートリングで外周を固め、高品質の天竜スギ集成材、強固な耐震ブレースを外殻に配置し、柔らかな空間を鉄骨キールの大屋根で閉じた。全てのエレメントが一体となって固有の建築空間が生みだされている。

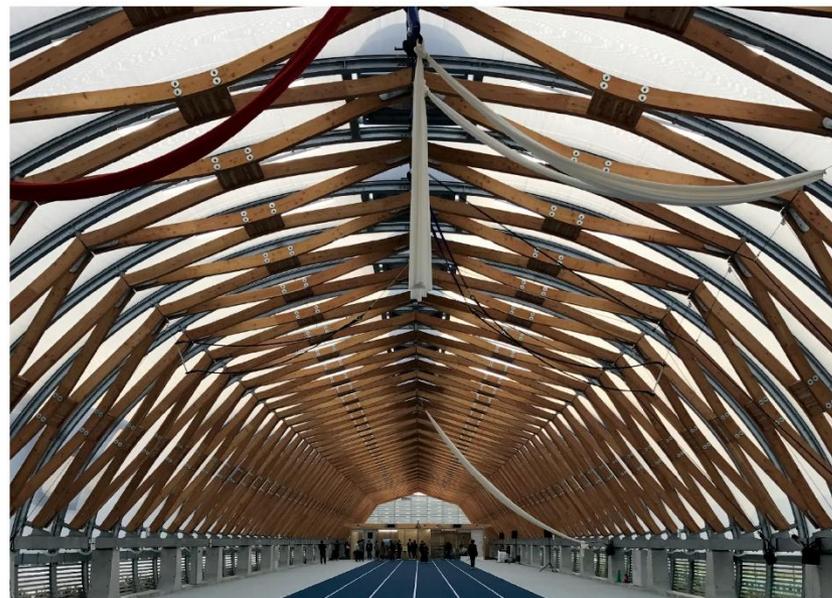
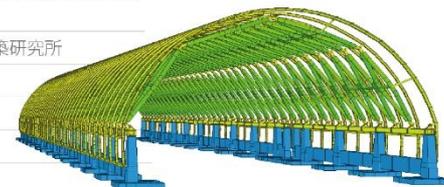
| | |
|------|-----------------------|
| 構造設計 | KAP |
| 建築設計 | 内藤廣建築設計事務所 |
| 敷地面積 | 25,542 m ² |
| 建築面積 | 9,701 m ² |
| 延床面積 | 13,509 m ² |
| 階数 | 2階 |
| 構造 | 鉄筋コンクリート造、木造、鉄骨造、免震構造 |



新豊洲Brilliaランニングスタジアム

本施設の建物は日本ではじめてETFEフィルム膜構造(※)を大規模に採用するとともに、そのフレームにはカラマツの集成材を使用、アーチ状に組み合わせ連続させることにより、トンネル状の長さ108M、高さ8.5M、幅16.27Mの施設規模を実現しました。なお、今回の計画は、低炭素社会の実現を目指す国土交通省の「サステナブル建築物先導事業」にも採択されています。

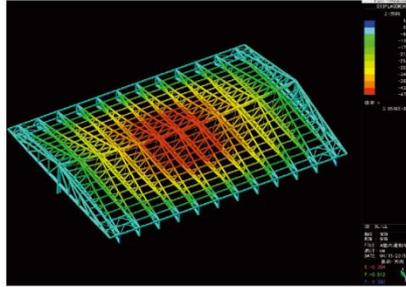
| | |
|-------|---|
| 施設構成 | 屋内60mトラック、ラボ、シャワー、ロッカー、更衣室等 |
| 構造 | 屋根木造+梁S造+柱RC造併用構造平屋の構造物を組み上げ、アーチ形状の屋根には、日本初のETFE(※)素材を使用して建設。 |
| 建築設計 | 武松幸治+E.P.A 環境変換装置建築研究所 |
| 敷地面積 | 4,847 m ² |
| 建築面積 | 1,985 m ² |
| 建築事業主 | 太陽工業株式会社 |



豊橋前芝中学校 屋内運動場・柔剣道場・技術室棟

豊橋市長の達観により、屋内運動場と柔剣道場の屋根は木質構造とすることが設計条件となっており、津波にも耐えうる堅牢な鉄筋コンクリートによる下部構造がこれを支える。

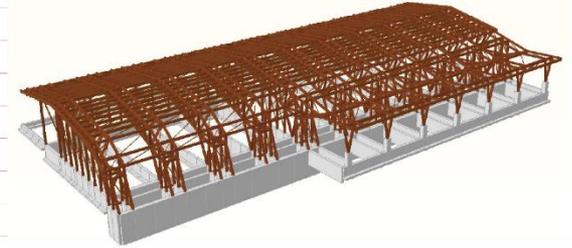
| | |
|-------|--|
| 会社 | リズムデザイン=モヴ |
| 所在地 | 愛知県豊橋市 |
| 設計 | 尾崎義孝+オザキ・アーキテクト |
| 施工 | 青山建設、 セブン工業+翠豊(木集成材工事) |
| 構造・規模 | 屋内運動場 - 木造+鉄骨+RC(平屋1,200㎡) 柔剣道場 - 木造+RC(平屋405㎡) 技術室棟 - 木造(平屋200㎡) |



地場産材を活用したこども園

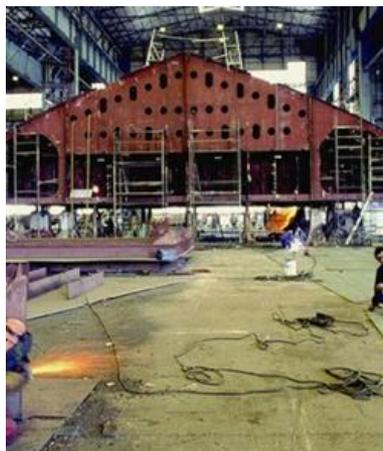
橋前芝中学校スケールの違う3つの木造屋根は技術的にも空間的にも共通したイメージを持つ愛知県豊橋市における中学校施設のプロジェクトである。

| | |
|------|-----------------|
| 住所 | 千葉県山武市成東210-3 外 |
| 用途 | 認定子供園 |
| 敷地面積 | 12,200 ㎡ |
| 延床面積 | 2,800 ㎡ |
| 施工床面 | 3,700 ㎡ |
| 積 | 木造(山武スギ) |
| 構造 | 在来軸組工法 |
| 工法 | 日総建 |
| 意匠設計 | KAP |

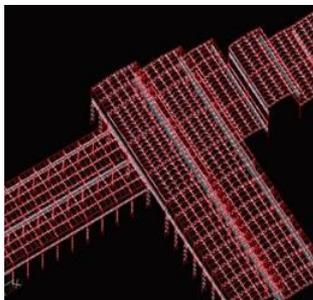


鉄骨・産業プラントの構造設計

中国サントンのDaeWoo造船所



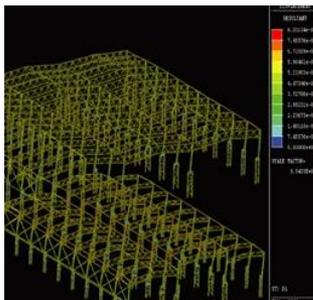
位置：中国
構造形式：鉄骨造/RC造
用途：熱延工場



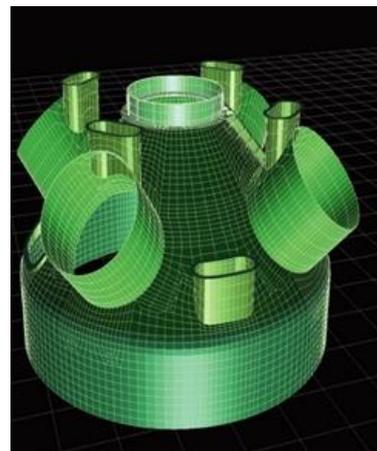
中国STS熱延工場



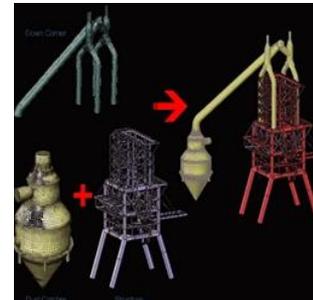
位置：中国
構造形式：鉄骨造
用途：製網工場
設計基準：SABIC/DIN



イランタバゾンの高炉新設



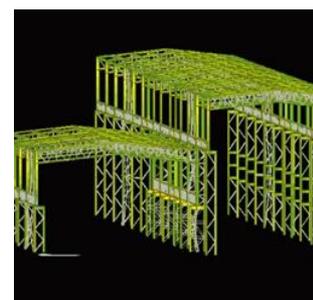
位置：イラン
構造形式：鉄骨造
用途：構造設計



サウジアラビアHADEED CCL (Mechanic Str.)



位置：サウジアラビア
構造形式：鉄骨造
用途：製網工場
設計基準：SABIC/DIN



超高層



オフィスビル

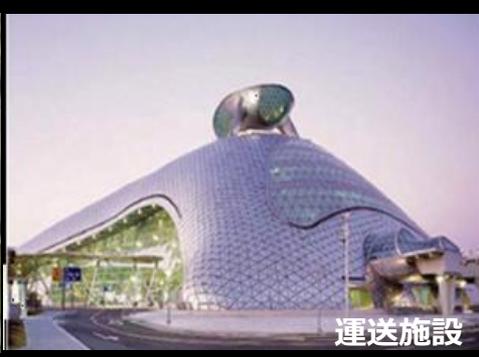
大空間



タワーマンション



体育館



運送施設

RC構造



住宅



集合住宅



集合住宅



集合住宅

木質構造



チャペル



保育園



武道場



美術館

鉄骨構造



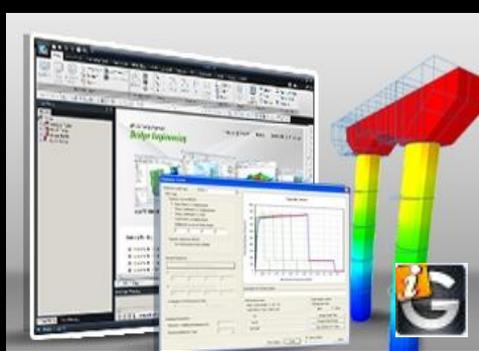
オフィスビル



大学施設



プラント施設



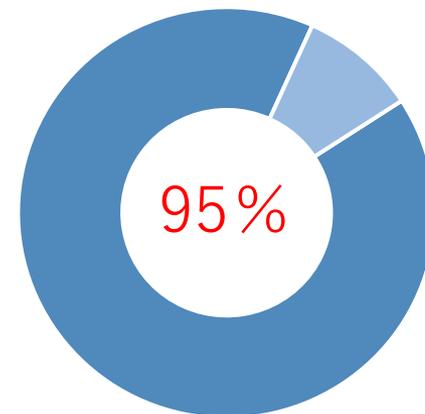
構造設計事務所

| | |
|-----|-------------|
| 1位 | 日建設計 |
| 2位 | NTTファシリティーズ |
| 3位 | 三菱地所設計 |
| 4位 | 日本設計 |
| 5位 | 久米設計 |
| 6位 | JR東日本建築設計 |
| 7位 | 梓設計 |
| 8位 | 山下設計 |
| 9位 | 佐藤総合計画 |
| 10位 | 日企設計 |
| 11位 | 安井建築設計事務所 |
| 12位 | 大建設計 |
| 13位 | 東畑建築事務所 |
| 14位 | 石本建築事務所 |
| 15位 | アール・アイ・イー |
| 16位 | 松田平田設計 |
| 17位 | 類設計室 |
| 18位 | 東急設計コンサルト |
| 19位 | あい設計 |
| 20位 | 日立建設設計 |
| 21位 | IAO竹田設計 |
| 22位 | INA新建築研究所 |
| 23位 | 内藤建築事務所 |
| 24位 | 綜企画設計 |
| 25位 | 昭和設計 |
| 26位 | パシフィックコンサルツ |
| 27位 | 日建ハウジングシステム |
| 28位 | 東電設計 |
| 29位 | プランテック |
| 30位 | 総合設備コンサルト |

建設会社

| | |
|-----|-------------|
| 1位 | 大和ハウス工業 |
| 2位 | 大林組 |
| 3位 | 清水建設 |
| 4位 | 竹中工務店 |
| 5位 | 大成建設 |
| 6位 | 鹿島建設 |
| 7位 | 長谷工コーポレーション |
| 8位 | 大東建託 |
| 9位 | 戸田建設 |
| 10位 | フジタ |
| 11位 | 熊谷組 |
| 12位 | 前田建設工業 |
| 13位 | 三井住友建設 |
| 14位 | 安藤ハガマ |
| 15位 | 西松建設 |
| 16位 | 鴻池組 |
| 17位 | 五洋建設 |
| 18位 | 東急建設 |
| 19位 | 浅沼組 |
| 20位 | 奥村組 |
| 21位 | 大和リース |
| 22位 | イチバン |
| 23位 | 佐藤工業 |
| 24位 | 鉄建建設 |
| 25位 | 福田組 |
| 26位 | 松井建設 |
| 27位 | 日本設計 |
| 28位 | カノド-建設 |
| 29位 | 銭高組 |
| 30位 | 北野建設 |

2020年度決算 上位ランキング企業



※日経アーキテクチュア 2021.9

※midas iGenユーザー様は色で表示されます。

iGenの機能構成

| 解析機能 | | 搭載区分 |
|-----------------------|-------------|---------------|
| 線形静的応力解析 | | 標準搭載 |
| 静的増分解析 | | |
| 動的解析 | 固有値解析 | |
| | 応答スペクトル解析 | |
| | 時刻歴 応答解析 | 線形時刻歴応答解析 |
| | | 動的フレーム非線形解析 |
| 免震・制振解析 | | |
| 静的材料非線形解析 | | オプション |
| 幾何非線形解析 | | |
| 座屈解析 | | |
| P-デルタ解析 | | |
| 施工段階解析 | | |
| オートメッシュ機能 | | |
| 断面データベース設定(midas SPC) | | サービス モジュール |
| 報告書作成機能 | | |
| 寸法線表示機能 | | |

| オプション名 | 導入率 |
|-------------|-----|
| 動的フレーム非線形解析 | 25% |
| 免震・制振解析 | 15% |
| 静的材料非線形解析 | 20% |
| 幾何非線形解析 | 15% |
| 座屈解析 | 25% |
| P-デルタ解析 | 10% |
| 施工段階解析 | 15% |
| 同時解析 | 10% |
| バッチ解析 | 5% |

iGenの機能構成

| 解析機能 | | 搭載区分 |
|-----------------------|-------------|---------------|
| 線形静的応力解析 | | 標準搭載 |
| 静的増分解析 | | |
| 動的解析 | 固有値解析 | |
| | 応答スペクトル解析 | |
| | 時刻歴 応答解析 | 線形時刻歴応答解析 |
| 動的フレーム非線形解析 | | |
| 免震・制振解析 | | |
| 静的材料非線形解析 | | オプション |
| 幾何非線形解析 | | |
| 座屈解析 | | |
| P-デルタ解析 | | |
| 施工段階解析 | | |
| オートメッシュ機能 | | サービス モジュール |
| 断面データベース設定(midas SPC) | | |
| 報告書作成機能 | | |
| 寸法線表示機能 | | |

解析要素

- ・トラス要素
- ・圧縮専用要素／引張専用要素
- ・梁要素
- ・壁要素
- ・板要素（三角形／四角形）・（厚板／薄板）
- ・平面ひずみ要素
- ・平面応力要素
- ・軸対称要素
- ・ソリッド要素（三角錐・三角柱・六面体）
- ・汎用リンク要素／弾性連結要素
（任意剛性バネ）

断面形状

- ・長方形
- ・円形
- ・ボックス（冷間成形）
- ・パイプ
- ・H、T、アングル、チャンネル、Cチャン
- ・etc
（JIS規格断面データベース）

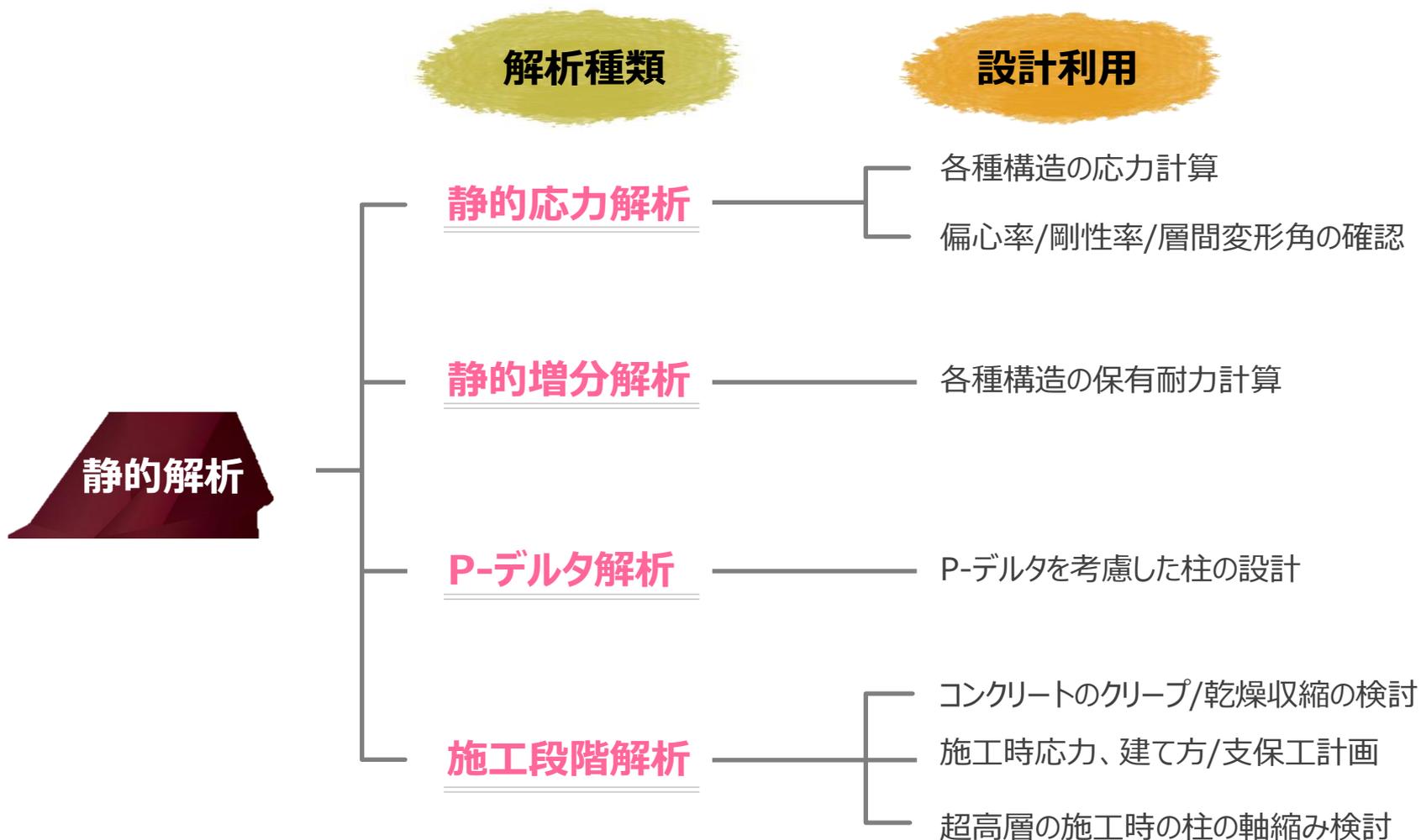
境界条件

- ・支持条件（並進拘束・回転拘束）
- ・節点バネ支持
（対称／圧縮のみ／引張りのみ）
- ・面分布バネ支持
（対称／圧縮のみ／引張りのみ）
- ・杭バネ支持（地盤バネ）
- ・etc

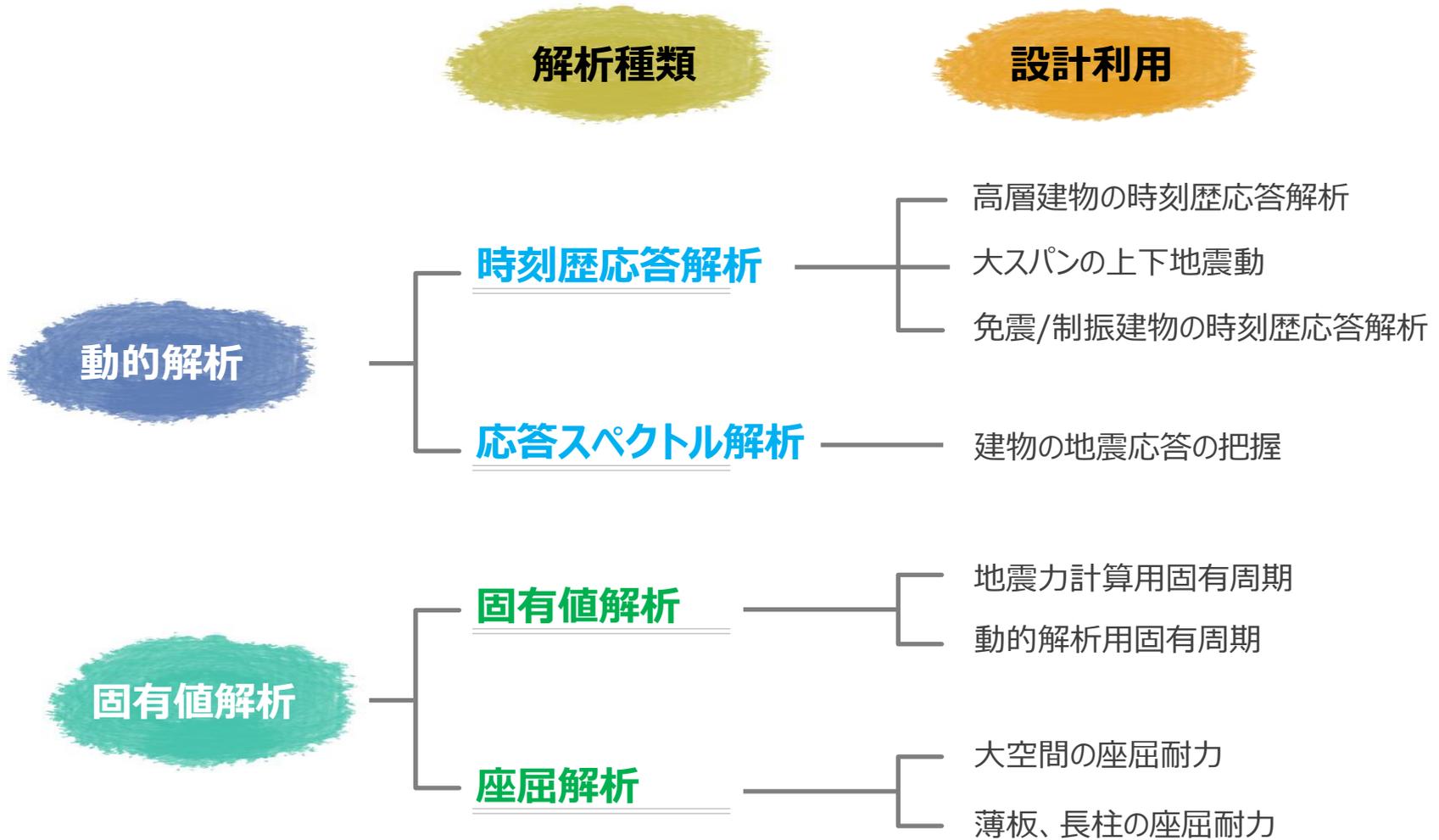
荷重

- ・自重／節点荷重／梁荷重
- ・床荷重／仕上荷重
- ・物体力／強制変位
- ・圧力荷重／静水圧／温度荷重
- ・プレストレス荷重／プレテンション荷重

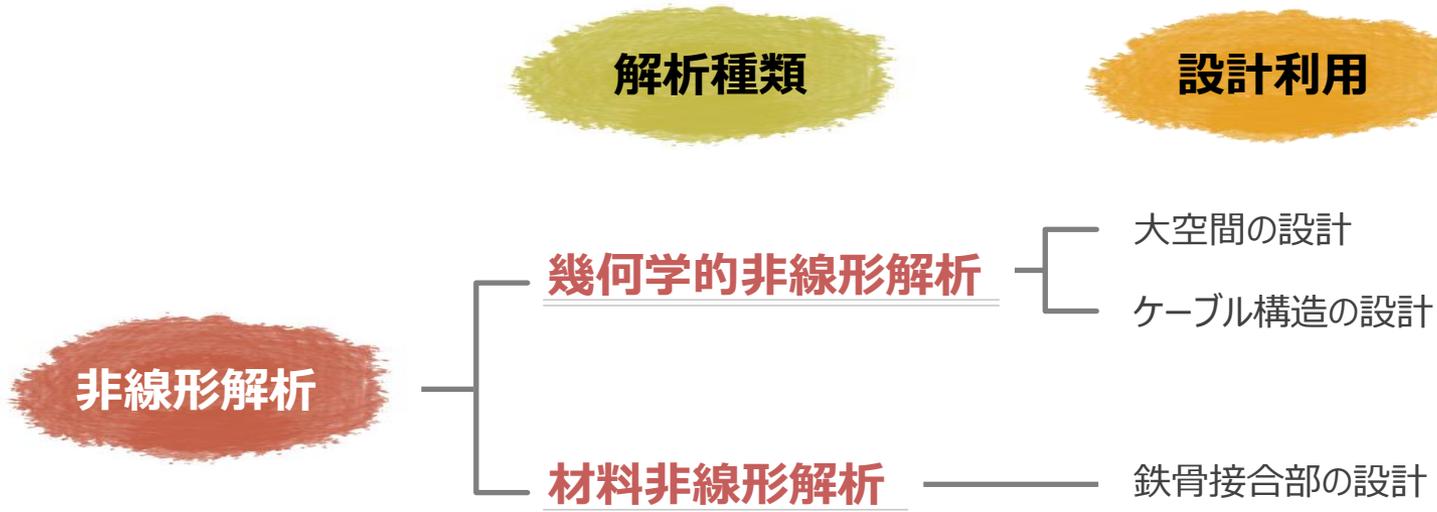
設計でよく利用されるiGenの解析機能



設計でよく利用されるiGenの解析機能

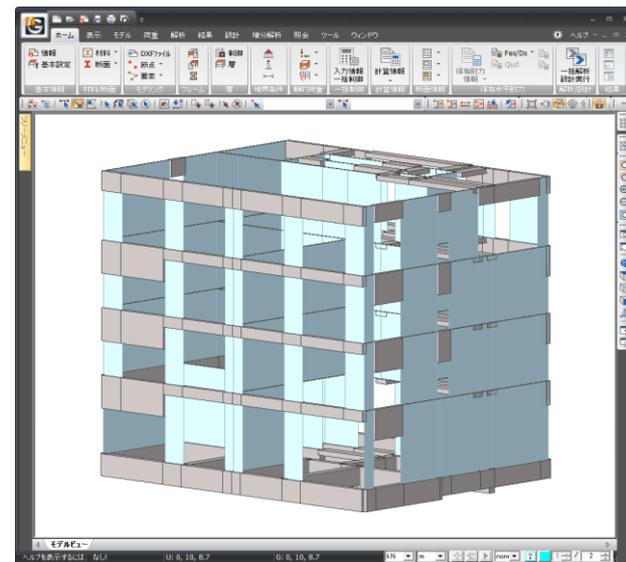


設計でよく利用されるiGenの解析機能

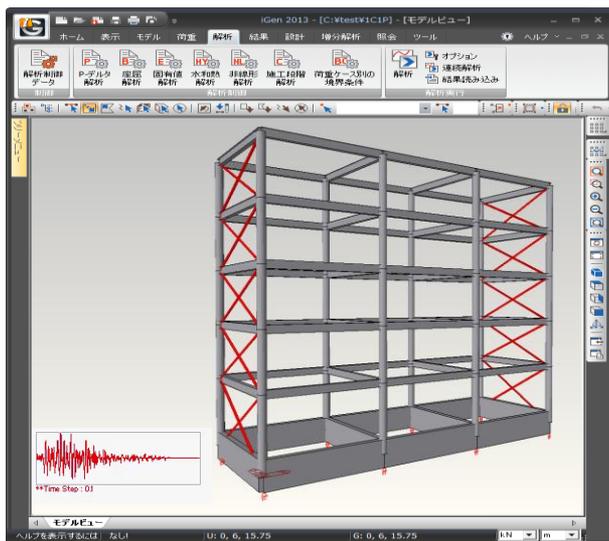


実務での汎用解析活用と適用例

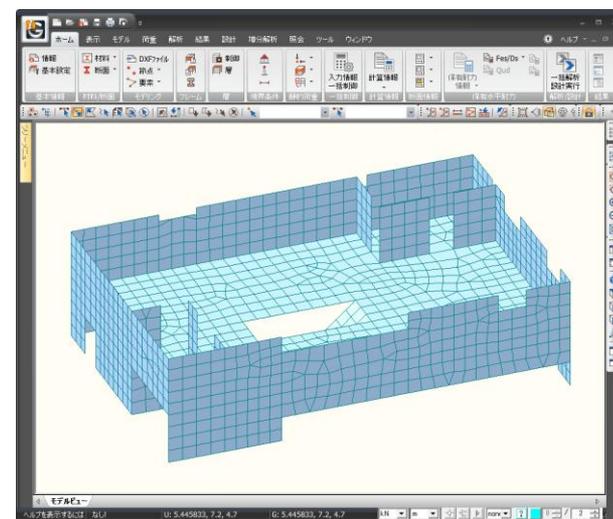
- 壁式鉄筋コンクリート造建物の設計での適用例
- 木造建物の設計での適用例
- 超高層・免制振建物の設計での適用例
- CLTパネル工法の設計での適用例
- スラブの詳細設計での適用例（FEM・床振動）



WRC造の解析モデル



免震構造の解析モデル



スラブ+上下階鉛直部材モデル

壁式鉄筋コンクリート造の設計での適用例

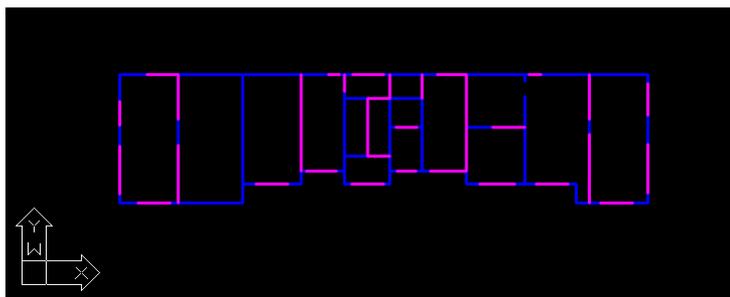
適用範囲

- ・応力解析

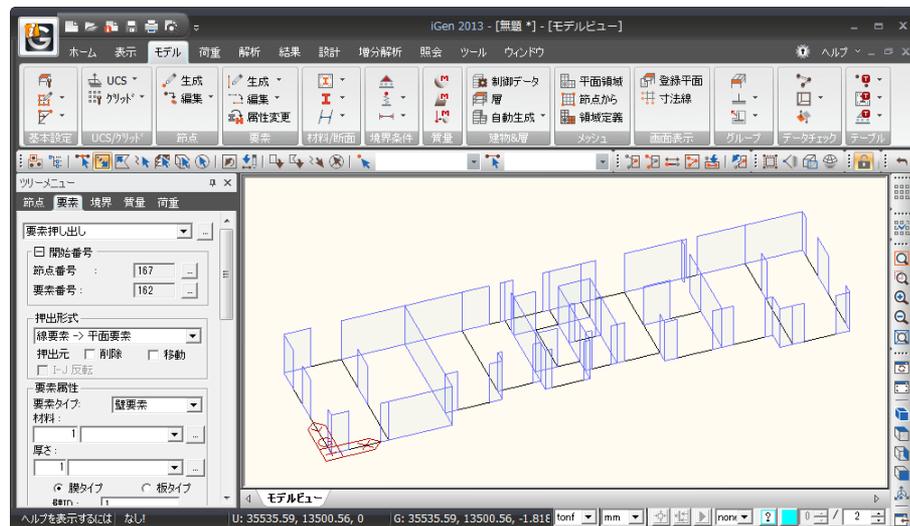
活用ポイント

- ・軸が明快でない複雑な壁配置への対応 → **dxm読み込み・要素の押し出し**
- ・分割された壁の応力集計 → **壁IDの自動生成・壁IDごとの応力結果**

入力イメージ 1 dxmの読み込み・要素の押し出し



CADイメージ
(青 : 壁あり、ピンク : 壁なし)



dxm読み込み・要素押し出し

- ・レイヤーごとに要素グループを自動生成
- ・FG(壁あり)の梁要素を押し出して壁を生成

木造建物の設計での適用例

適用範囲

- ・応力解析
- ・保有耐力計算

活用ポイント

- ・直交異方性材料への対応 (板要素) → **材料データで対応可能**
- ・接合部のバネ剛性の考慮 → **端部結合条件で剛性値を直接入力**
- ・接合部の耐力評価 → **静的増分ヒンジプロパティの設定**

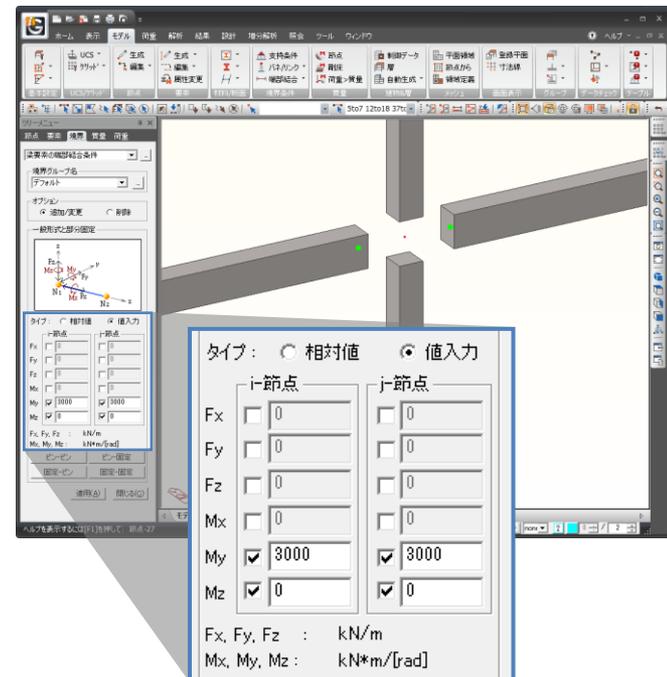
入カイメージ 1 直交異方性材料の設定 (板要素)



材料データの定義

- ・方向別に弾性係数を入力可能
- ・方向別にせん断剛性係数を直接入力可能

入カイメージ 2 接合部バネの設定



<端部結合条件> 回転バネの数値入力

木造建物の設計での適用例

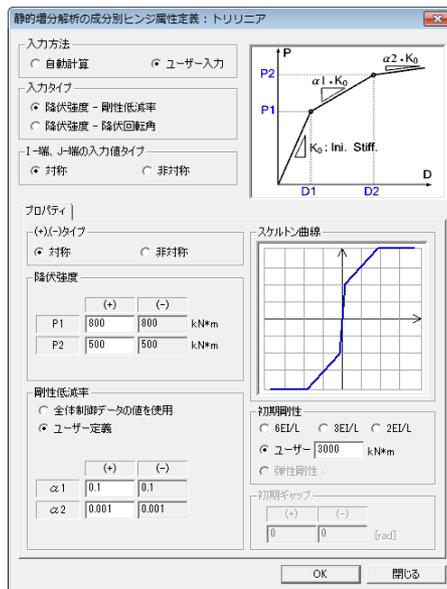
適用範囲

- ・応力解析
- ・保有耐力計算

活用ポイント

- ・直交異方性材料への対応 (板要素) → **材料データで対応可能**
- ・接合部のバネ剛性の考慮 → **端部結合条件で剛性値を直接入力**
- ・接合部の耐力評価 → **静的増分ヒンジプロパティの設定**

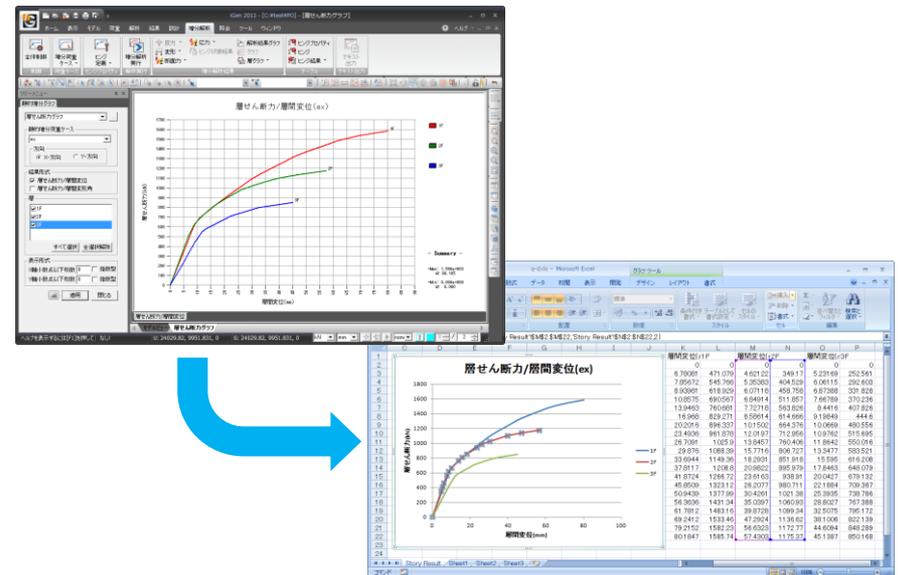
入力イメージ 3 増分ヒンジの設定



増分解析時の復元力の設定

- ・方向別にせん断剛性係数を直接入力可能

出力イメージ 1 Q-δ曲線のエクセル出力



層せん断力-層間変位曲線の出力

- ・出力したQ-δ曲線はエクセルに出力可能

超高層・免制震建物の設計での適用例

適用範囲

・時刻歴応答解析

活用ポイント

- ・複雑な架構の3次元挙動の把握 → **アニメーションでの応答の把握**
- ・個々の部材の塑性化状況の把握 → **応答履歴グラフ**

入カイメージ 1 時刻歴応答解析の設定フロー

1. “荷重を質量に変換” (質量の設定)
2. “固有値解析の制御”の設定
3. “時刻歴荷重ケースの追加/修正”
4. “時刻歴荷重の追加/修正/表示”
5. “地震荷重制御データ”の設定

固有値解析の制御

解析タイプ
 固有ベクトル
 Subspace Iteration
 Lanczos

固有ベクトル
 解析するモード数: 50
 固有値の制限
 下限: 0 [cps]
 上限: 1600 [cps]

時刻歴荷重の追加/修正/表示

時刻歴荷重データのタイプ
 無次元加速度 加速度 力 モーメント 無次元

スタッキング
 倍率 最大値

| 時間 (sec) | 開数 (c) |
|----------|--------|
| 1 | 0.0200 |
| 2 | 0.0400 |
| 3 | 0.0600 |
| 4 | 0.0800 |
| 5 | 0.1000 |
| 6 | 0.1200 |
| 7 | 0.1400 |
| 8 | 0.1600 |
| 9 | 0.1800 |
| 10 | 0.2000 |
| 11 | 0.2200 |
| 12 | 0.2400 |
| 13 | 0.2600 |
| 14 | 0.2800 |
| 15 | 0.3000 |
| 16 | 0.3200 |
| 17 | 0.3400 |
| 18 | 0.3600 |

重力加速度: 9806 mm/sec²

1940, El Centro Site, 270 Dec
 地震応答スベクトルの生成

荷重を質量に変換

質量方向
 X Y Z
 X,Y Y,Z X,Z
 X,Y,Z

変換する荷重の種類
 節点荷重
 梁要素荷重
 床荷重
 圧力荷重 (静水圧)

重力加速度: 9806 mm/sec²

荷重ケース / 係数
 荷重ケース: LL(for E)
 増減係数: 1

質量データを削除

時刻歴荷重ケースの追加/修正

一般
 名称: TH1
 解析形式: 線形 非線形
 解析方法: モード法 直接積分法 最終解析
 時刻歴タイプ: 時刻歴応答解析 初期時刻歴応答解析

継続時間: 30 sec
 結果出力のステップ数: 1
 時間増分: 0.01 sec

初期断面力を引き継ぐ
 初期断面力を読み込む 荷重ケース [ST: DL]
 実位、速度、加速度等を引き継ぐ 荷重等を引き継ぐ

減衰定数
 減衰手法: 質量と剛性比例減衰
 質量および剛性に対する比例係数
 質量比例型 剛性比例型

減衰定数表示
 直接入力
 モード減衰定数から自動計算: 0.002654816 0.000763943739
 係数の計算: 抽数数 [Hz]: 0 1番目モード 全モード
 周期 [sec]: 0.2 0.03
 減衰定数: 0.02 0.02

数値積分パラメータ
 Newmark 法: γ 0.5 β 0.25
 加速度一定 加速度線形変化 ユーザー入力

非線形解析制御パラメータ
 収束計算を行う 収束計算制御
 減衰行列の更新: No Yes

時刻歴応答解析データ

地震荷重制御データ
 時刻歴荷重ケース名: [X-Direction]

X方向
 開数名: Tohoku19
 倍率: 1
 遅延時間: 0 sec

Y方向
 開数名: NONE
 倍率: 1
 遅延時間: 0 sec

Z方向
 開数名: NONE
 倍率: 1
 遅延時間: 0 sec

Z軸まわりの偏角
 0 [deg]

ケース名 加速度の角度
 X-Direction 0

オペレーション
 追加 修正 削除
 閉じる(C)

超高層・免制震建物の設計での適用例

適用範囲

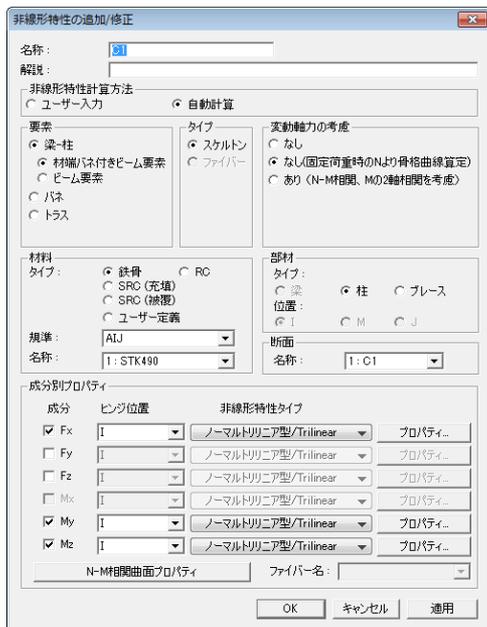
・時刻歴応答解析

活用ポイント

- ・複雑な架構の3次元挙動の把握 → **アニメーションでの応答の把握**
- ・個々の部材の塑性化状況の把握 → **応答履歴グラフ**

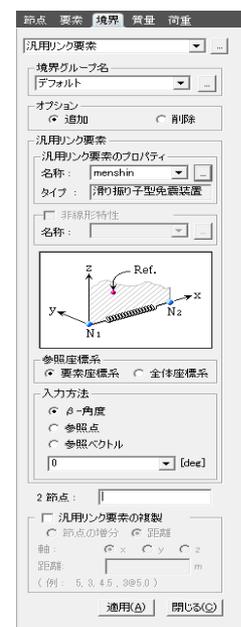
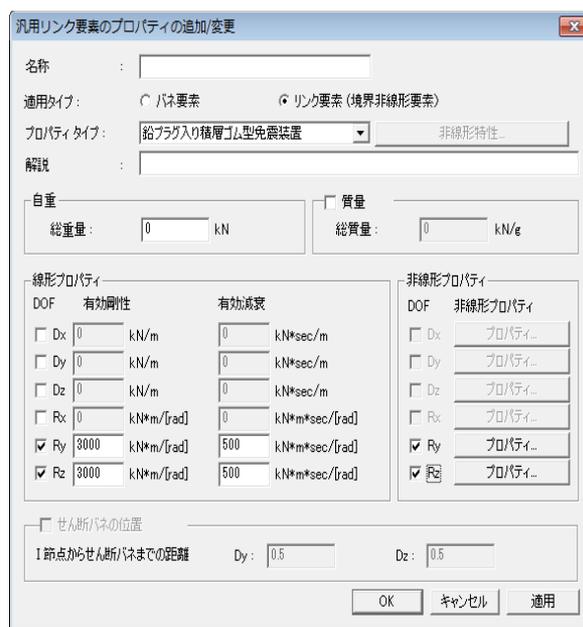
入カイメージ 2 非線形特性の設定フロー

1. “非線形特性の定義” (質量の設定)
2. “非線形特性の割当”



入カイメージ 3 免制震部材の設定フロー

1. “汎用リンク要素のプロパティ定義”
2. “汎用リンク要素”の配置



超高層・免制震建物の設計での適用例

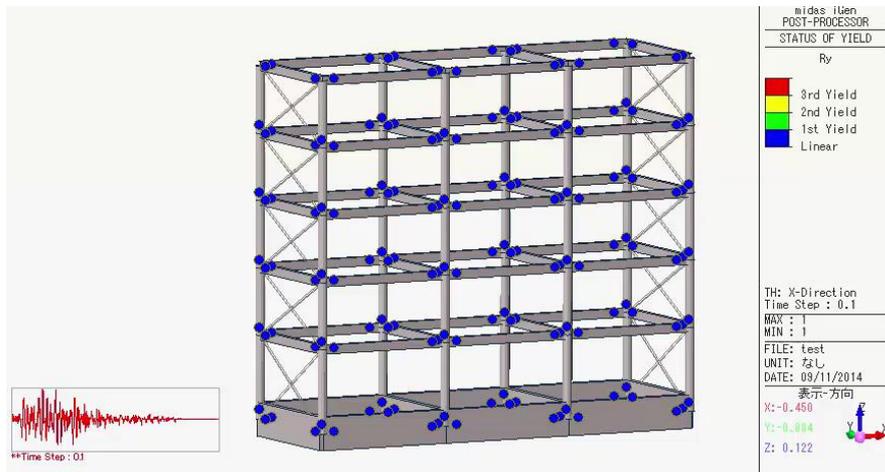
適用範囲

- ・時刻歴応答解析

活用ポイント

- ・複雑な架構の3次元挙動の把握 → **アニメーションでの応答の把握**
- ・個々の部材の塑性化状況の把握 → **応答履歴グラフ**

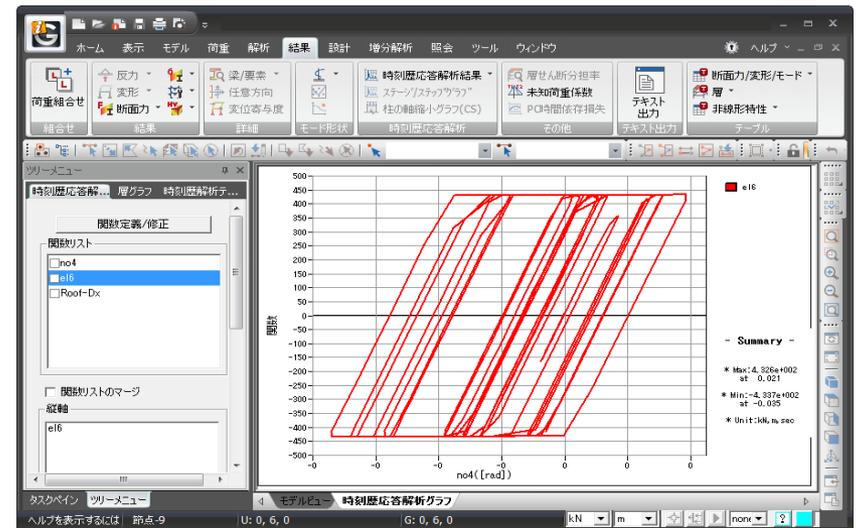
出カイメージ 1 降伏状態結果の動画出力



【動画】降伏状態結果

- ・各ステップの変形・降伏状態・応力を動画等で確認可能

出カイメージ 2 部材の応答履歴グラフ



応答履歴グラフ

- ・部材の履歴グラフを任意に作成可能

CLTパネル工法の設計での適用例

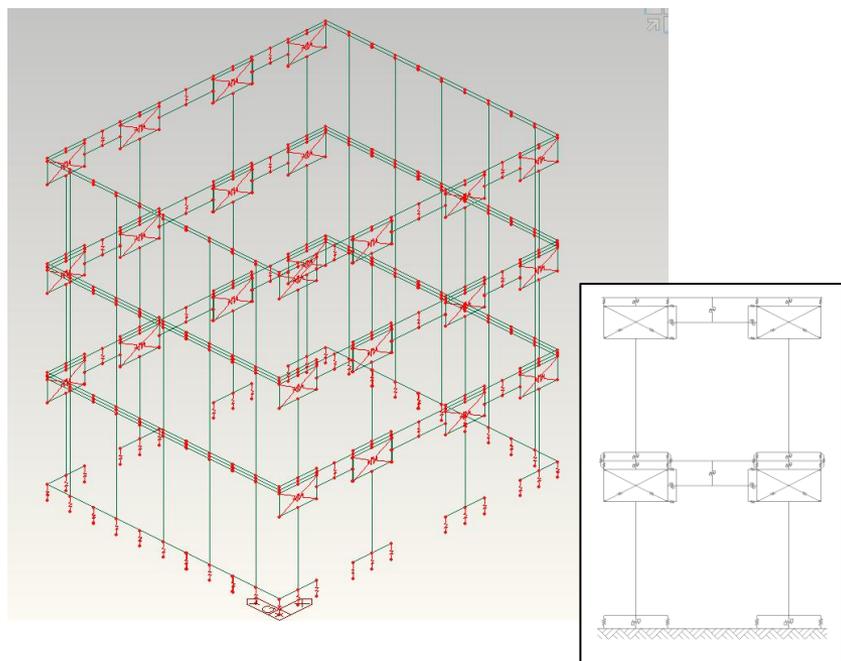
適用範囲

- ・応力解析
- ・保有耐力計算

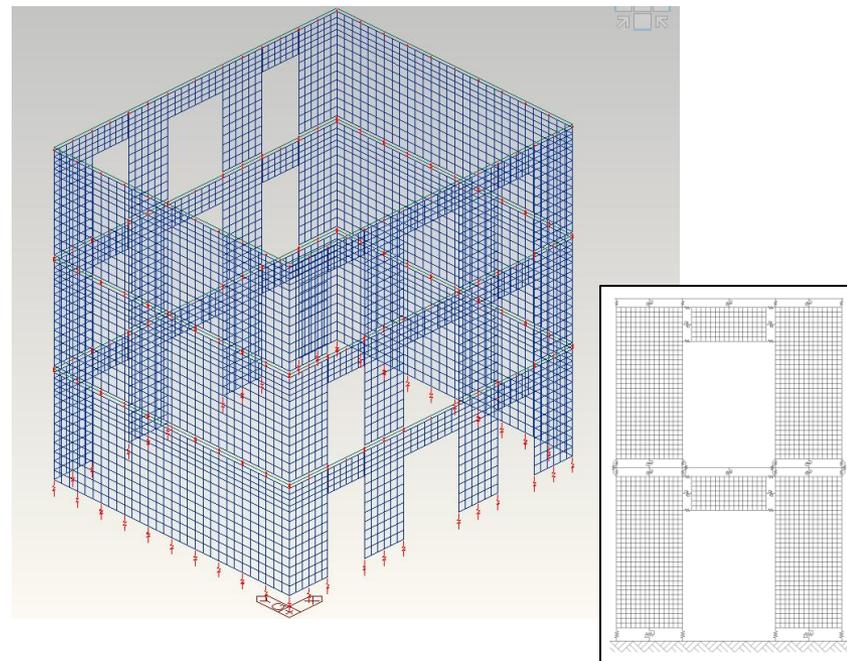
活用ポイント

- ・フレームモデル → 結果の確認が容易で実用性が高い (線形解析 + 増分解析)
- ・有限要素モデル → 局部応力まで確認できる詳細モデル (線形解析のみ)

フレームモデル



有限要素モデル



CLTパネル工法の設計での適用例

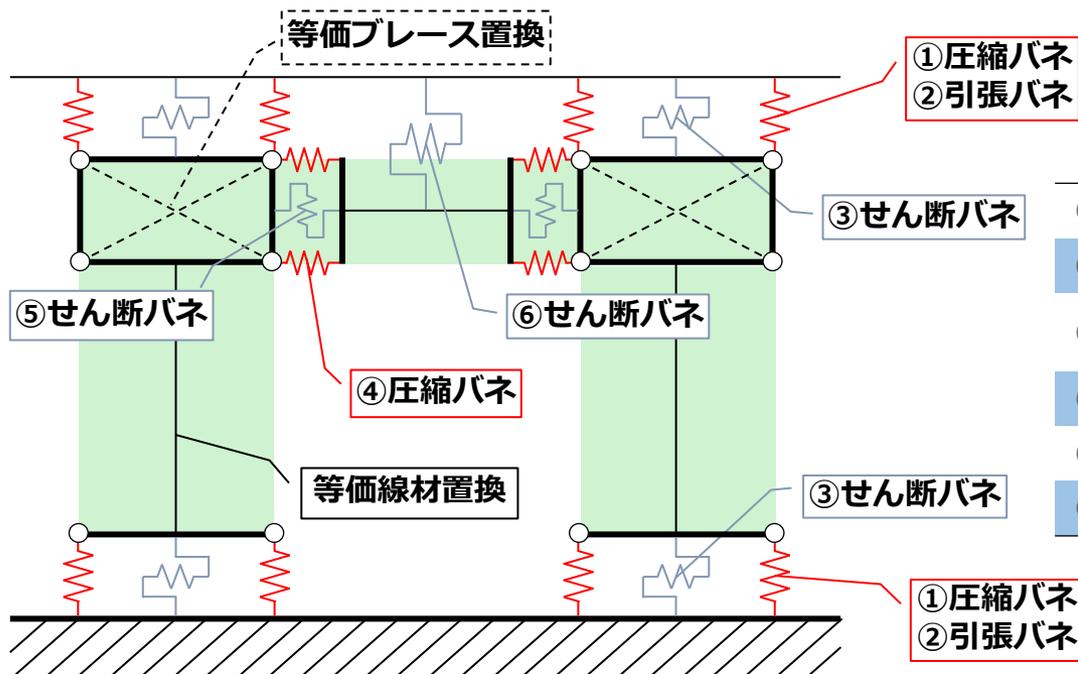
適用範囲

- ・応力解析
- ・保有耐力計算

活用ポイント

- ・CLTのモデル化 → 壁：等価線材置換、パネル部：等価ブレース置換
- ・接合部のモデル化 → むり込み：圧縮専用バネ、引きボルト：引張専用バネ

入力イメージ：非線形バネを利用した各種接合部のモデル化



| | |
|---------|------------------------------|
| ① 圧縮バネ | むり込み (壁パネル-基礎間：支圧) |
| ② 引張バネ | 引きボルト |
| ③ せん断バネ | U型金物 (壁-基礎) L型金物 (壁-床、屋根) |
| ④ 圧縮バネ | むり込み (壁-垂れ壁) |
| ⑤ せん断バネ | 平金物 (壁-垂れ壁) |
| ⑥ せん断バネ | L型金物 (床-垂れ壁) |

スラブの詳細設計での適用例 (FEM・床振動)

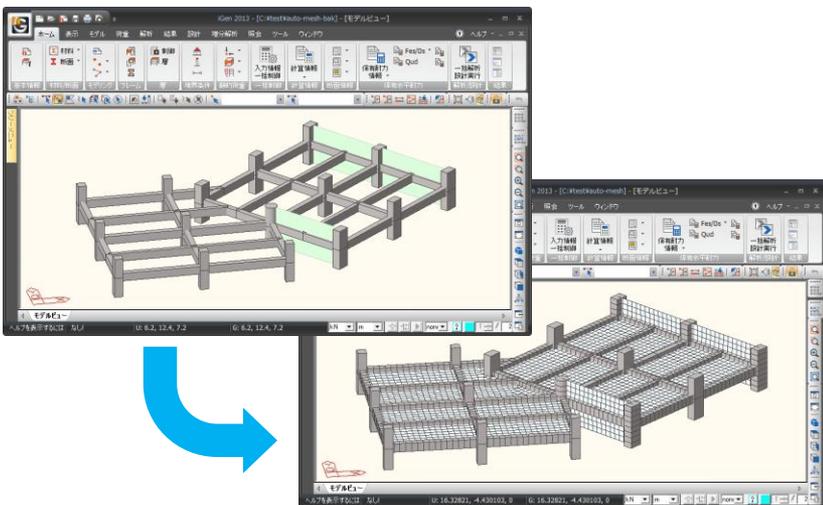
適用範囲

- ・応力解析
- ・時刻歴応答解析

活用ポイント

- ・迅速かつ適切なメッシュ分割 → **オートメッシュ機能**
- ・複雑な形状・支持条件での応力評価 → **スラブ+上下階鉛直部材のFEM解析**
- ・鉛直振動の性能評価 → **床振動解析・居住性評価グラフ**

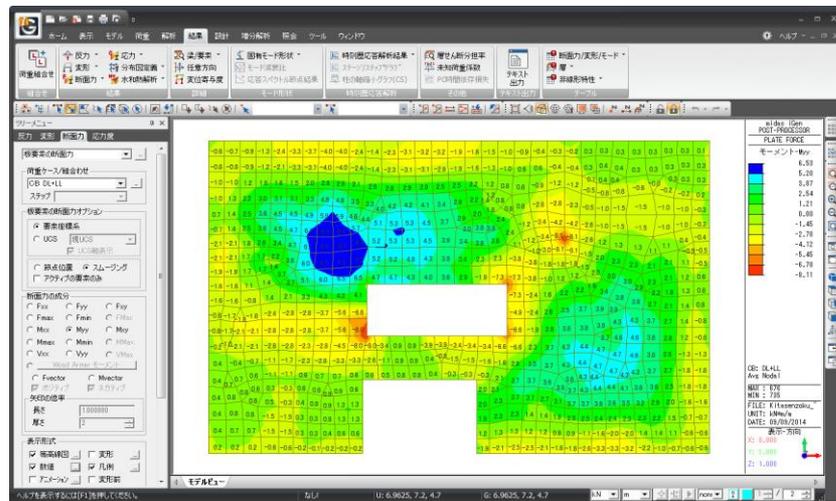
入力イメージ 1 オートメッシュ機能



オートメッシュ機能

- ・領域や要素を指定することで、分割された面要素を自動配置

出力イメージ 1 FEM解析の応力結果



スラブ曲げ応力結果 (Y方向)

- ・カラーの等高線図で見やすく表示
- ・補強筋範囲を視覚的に確認

スラブの詳細設計での適用例 (FEM・床振動)

適用範囲

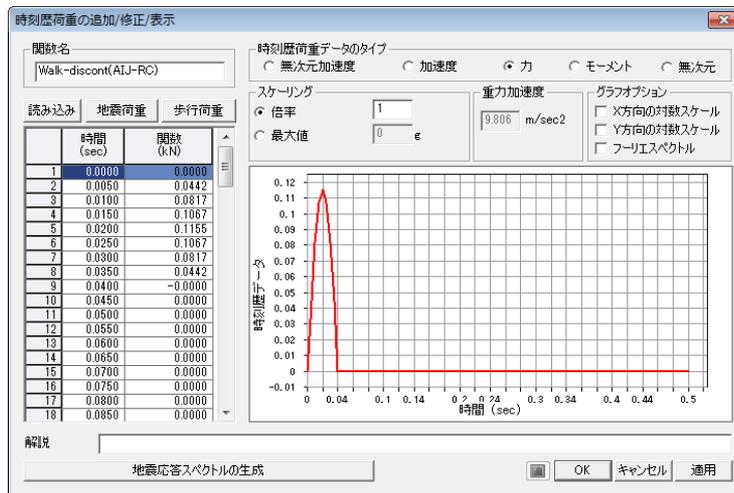
- ・応力解析
- ・時刻歴応答解析

活用ポイント

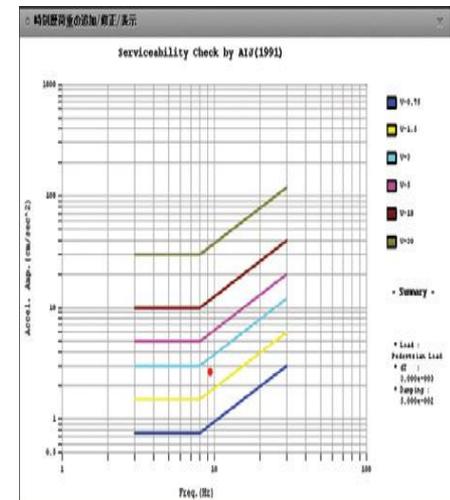
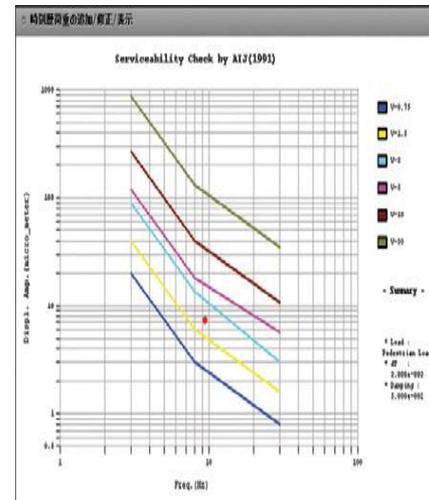
- ・迅速かつ適切なメッシュ分割 → オートメッシュ機能
- ・複雑な形状・支持条件での応力評価 → スラブ+上下階鉛直部材のFEM解析
- ・鉛直振動の性能評価 → 床振動解析・居住性評価グラフ

入力イメージ 2 歩行振動設定フロー

出力イメージ 2 居住性評価グラフの出力



歩行荷重 (AIJ準拠)



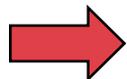
居住性評価グラフ
(1/3オクターブバンド分析)

session 3

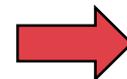
FEA NXのご紹介

FEA NXの開発背景

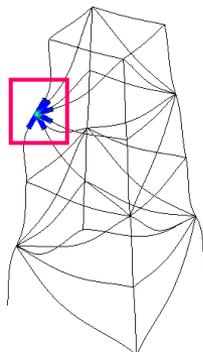
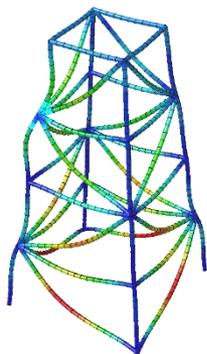
iGen ,Civil



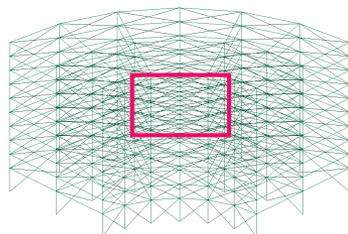
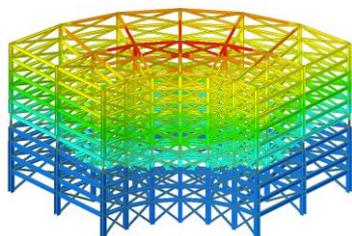
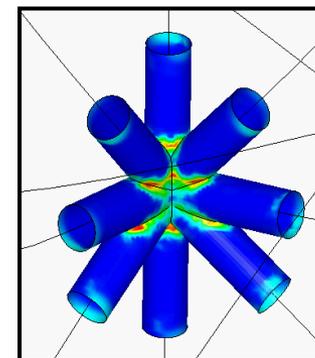
MGT,MCT,MXTテキスト形式



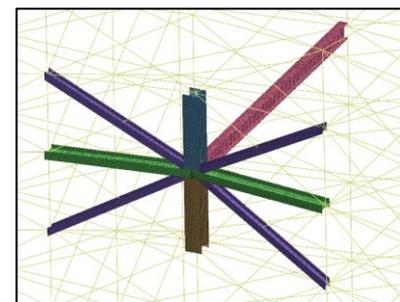
Midas FEA NX



円筒ジャケットから構成される
海上作業台船の鋼製骨組み
(板 + フレーム)



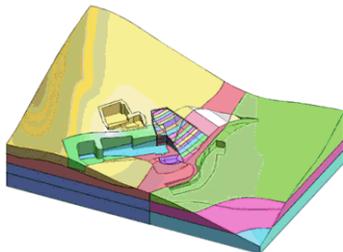
H形鋼で構成される
鉄骨組み
(ソリッド + フレーム)



FEA NXの開発背景

過去は、ハードウェア・ソフトウェアがペア

パソコン能力の進化



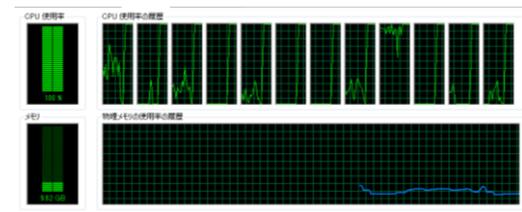
326.5秒

93%



32bit

64bit
(FEA
NX)



並列処理

- 1. メッシュ作成
- 2. 計算時間短縮



大規模対応可能

- 1. 節点数、要素数(無制限)
- 2. 施工段階数



ソルバー
計算速度向上

FEA NXの開発背景

CADインタフェース(データ交換性)

• インポート (幾何形状)

- AutoCAD
- Parasolid / ACIS / STEP
- IGES / Pro-E
- CATIA V4 / V5
- SolidWorks / Unigraphics
- Inventor Part / Inventor Assembly

• エクスポート (幾何形状)

- Parasolid
- STL

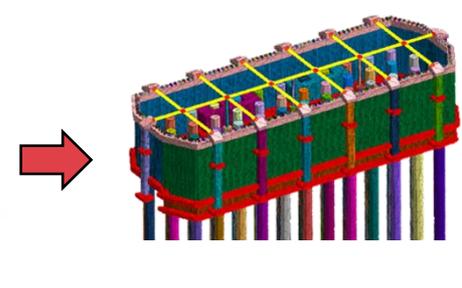
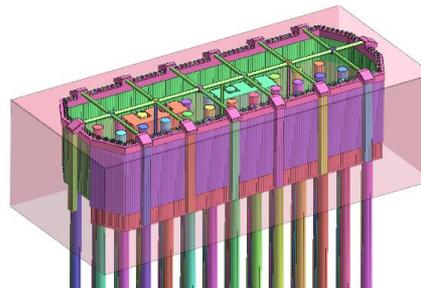
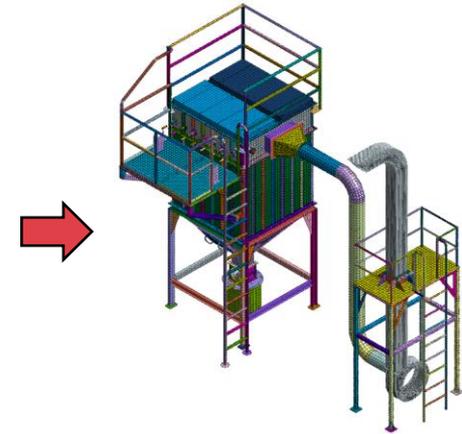
CADデータ交換の標準

- STEP (*ST*andard for the *E*xchange of *P*roduct *M*odel *D*ata)
- IGES (*I*nitial *G*raphics *E*xchange *S*pecification)

CAD形状読み込み

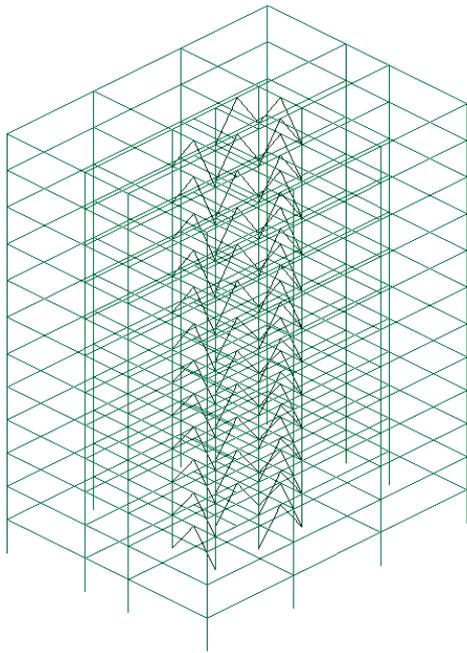


メッシュ生成

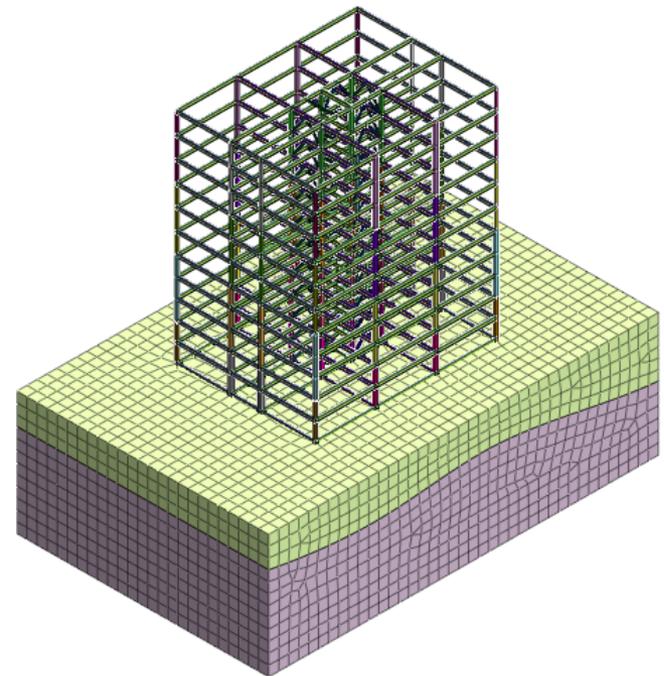
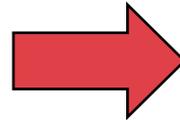


iGen/FEA NXの相互互換

iGen ⇒ **FEA NX** (建物と地盤の連携解析)



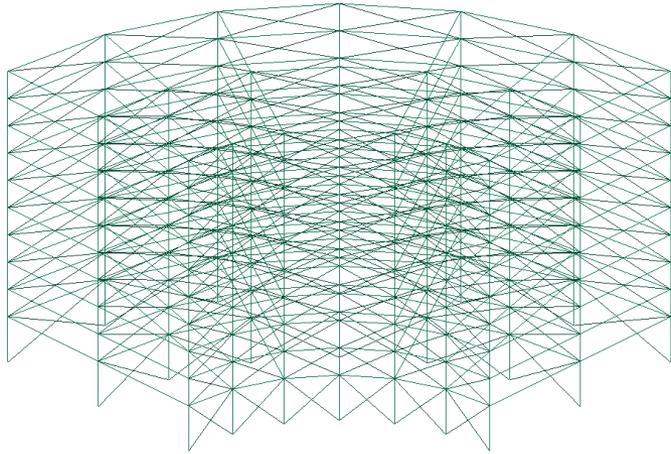
iGen



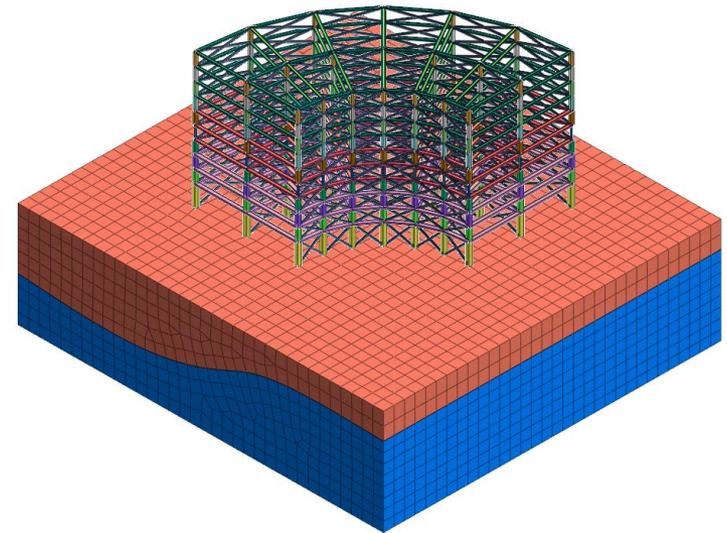
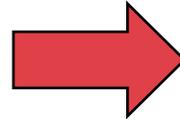
FEA NX

iGen/FEA NXの相互互換

iGen ⇒ FEA NX (建物と地盤の連携解析)



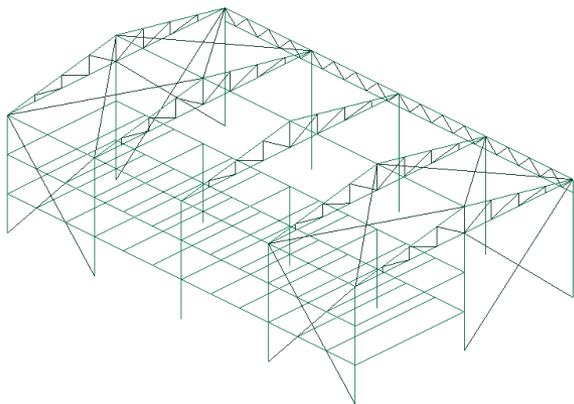
iGen



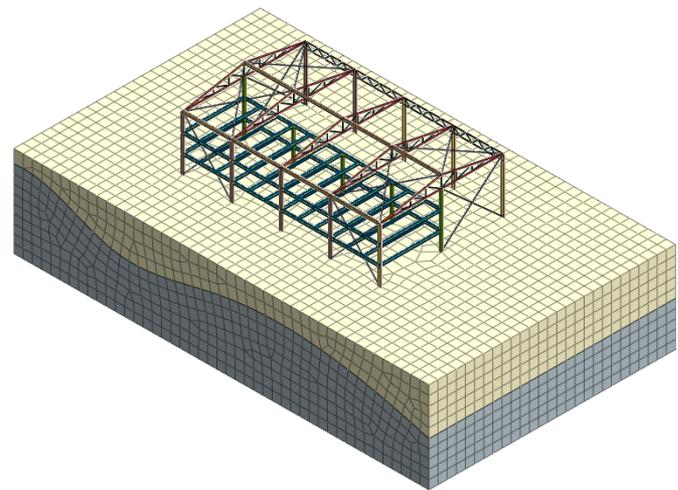
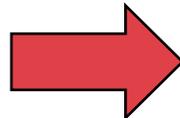
FEA NX

iGen/FEA NXの相互互換

iGen ⇒ FEA NX (建物と地盤の連携解析)



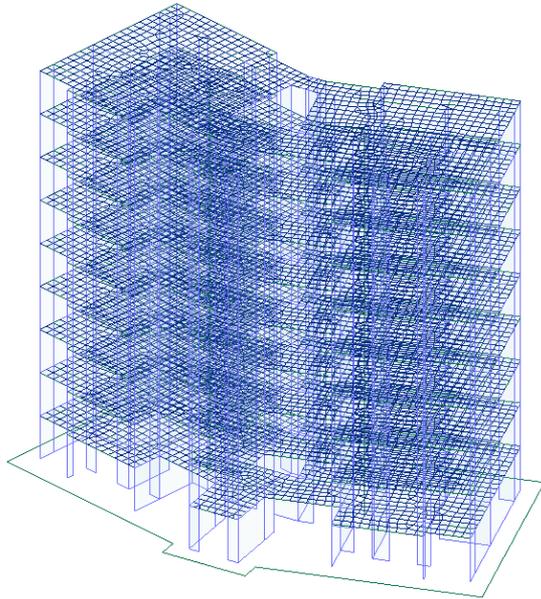
iGen



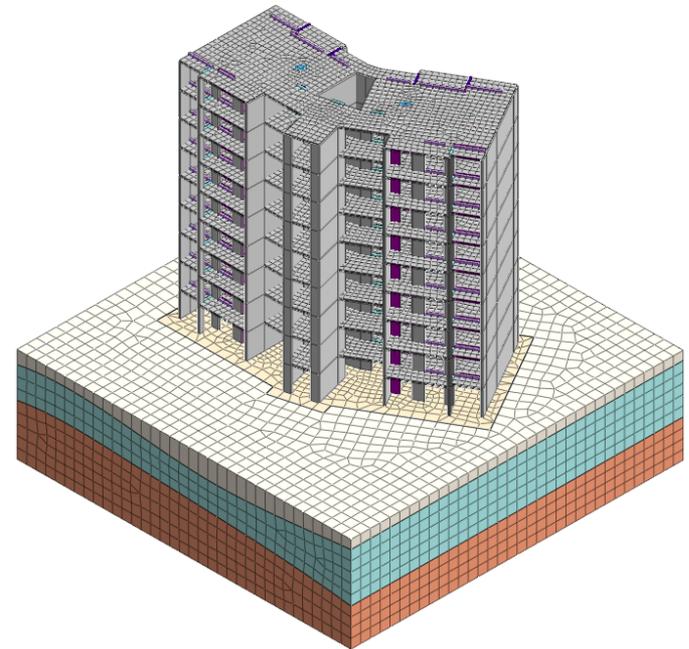
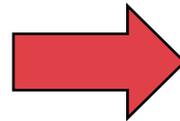
FEA NX

iGen/FEA NXの相互互換

iGen ⇒ FEA NX (建物と地盤の連携解析)



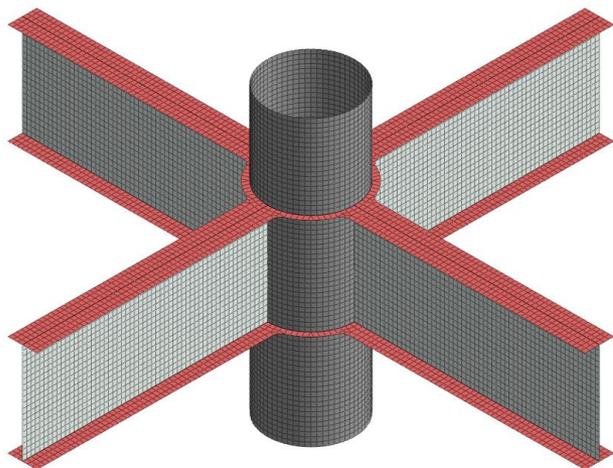
iGen



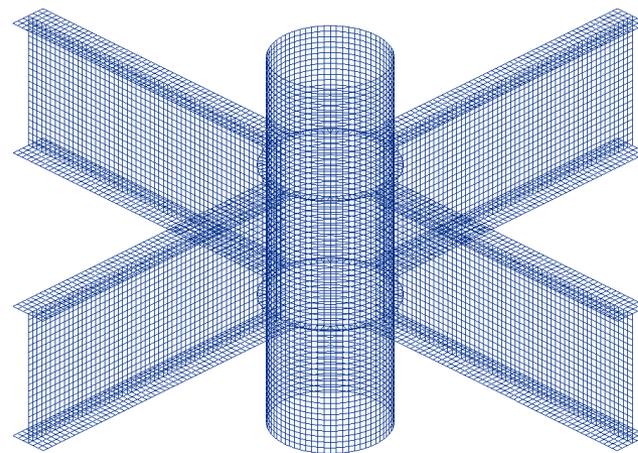
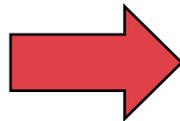
FEA NX

iGen/FEA NXの相互互換

FEA NX ⇒ iGen (接合部の詳細解析)



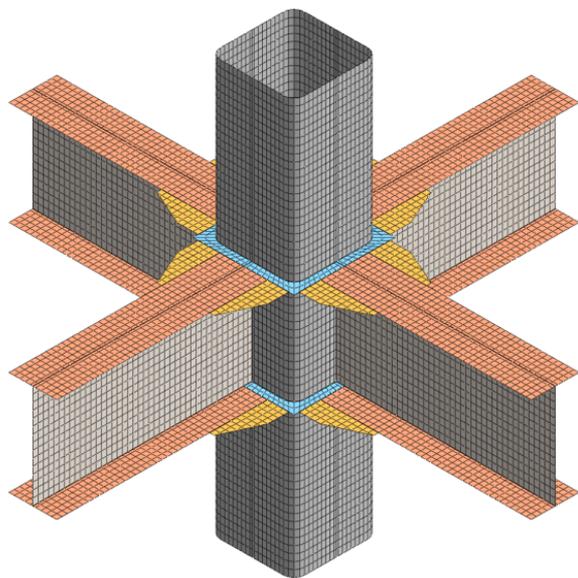
FEA NX



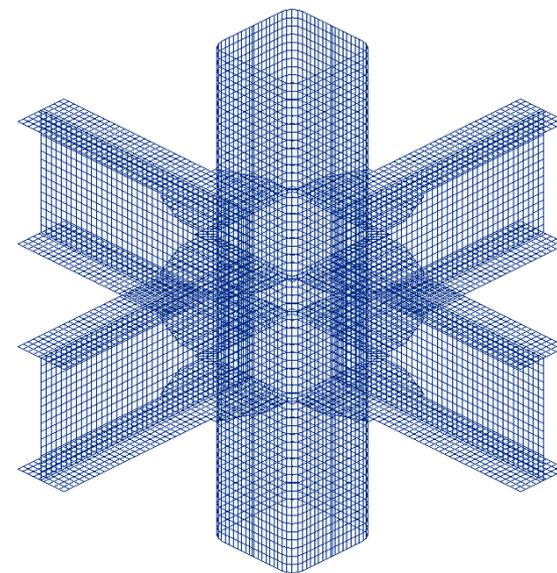
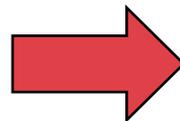
iGen

iGen/FEA NXの相互互換

FEA NX ⇒ iGen (接合部の詳細解析)



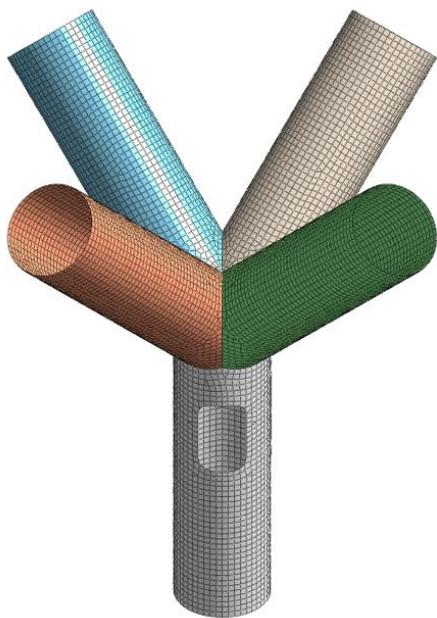
FEA NX



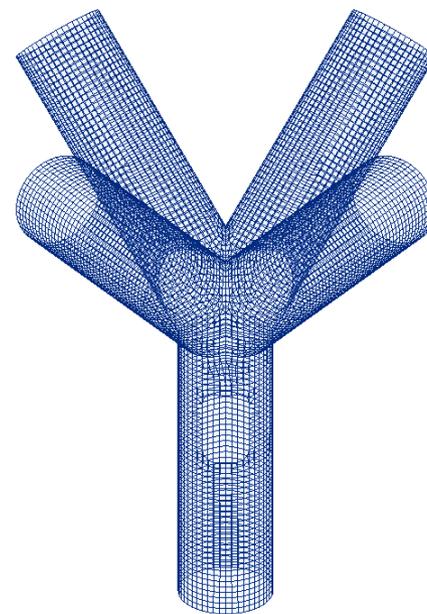
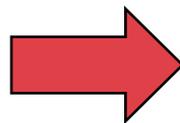
iGen

iGen/FEA NXの相互互換

FEA NX ⇒ **iGen** (接合部の詳細解析)



FEA NX

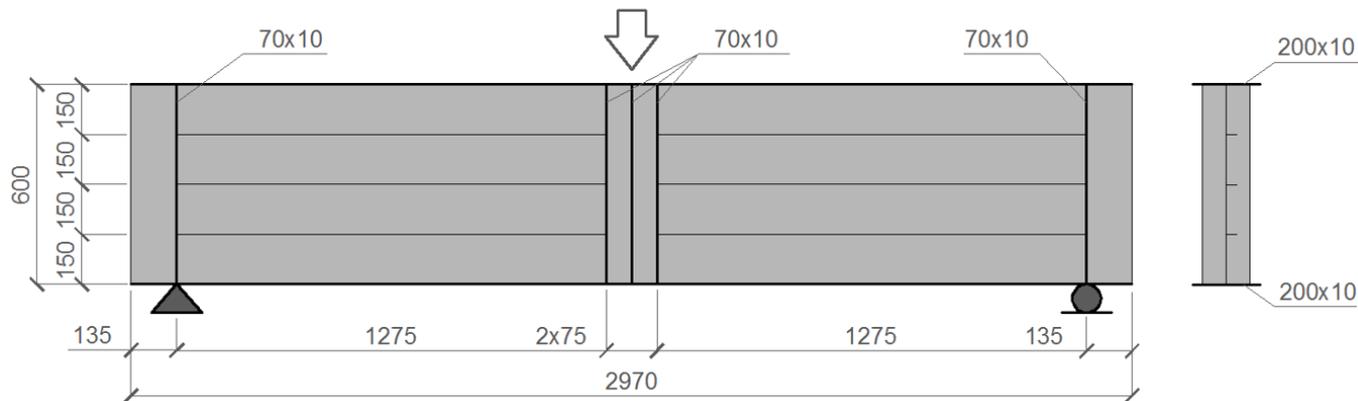


iGen

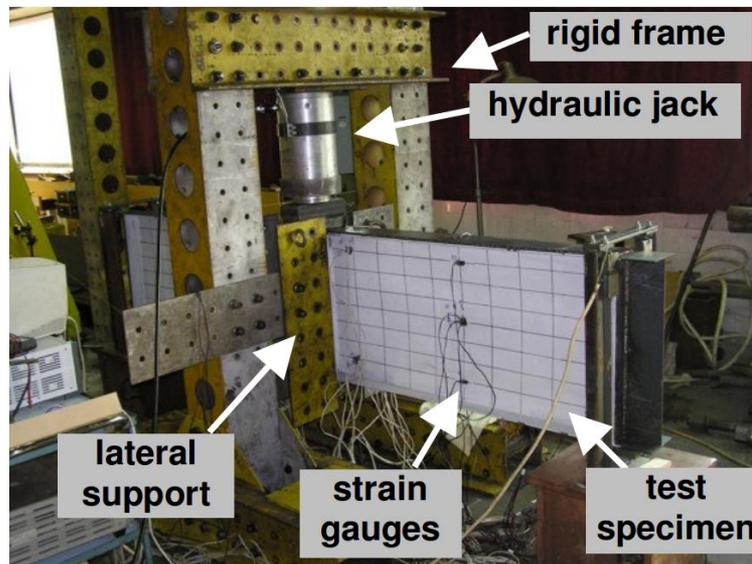
FEA NX 建築分野 解析事例紹介

鋼構造座屈解析の事例

幾何非線形で局部座屈表現



ウェブの破壊実験



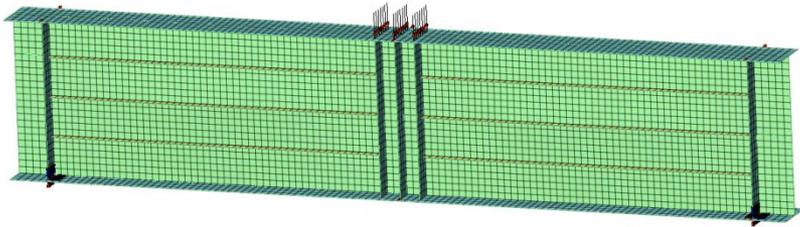
参考論文 : László Gergely VIGH, László DUNAI. Advanced stability analysis of regular stiffened plates and complex plated elements. Proc. of SDSS' Rio 2010 International Colloquium on Stability and Ductility of Steel Structures. Rio de Janeiro, 2010. pp. 81-100.

FEA NX 建築分野 解析事例紹介

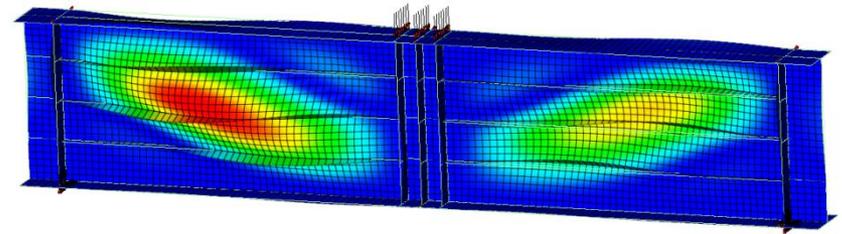
鋼構造座屈解析の事例

ステップ 1. 線形座屈解析

デフォルト荷重

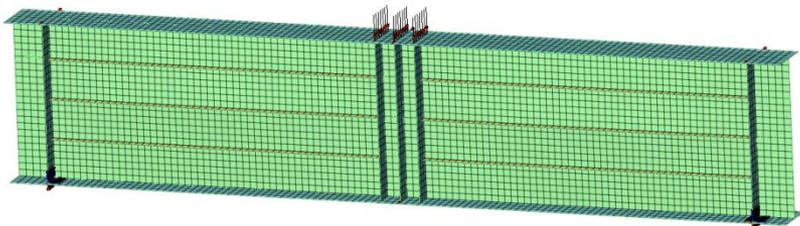


線形座屈モード出力

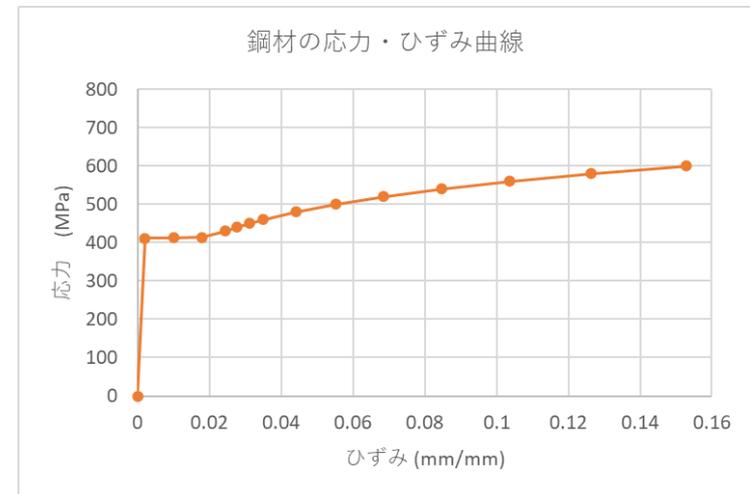


ステップ 2. 非線形座屈解析 (幾何非線形)

線形座屈モードによる荷重 + 初期不整形状

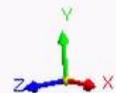
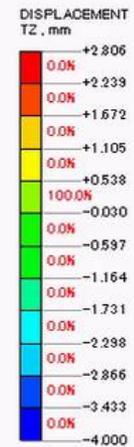
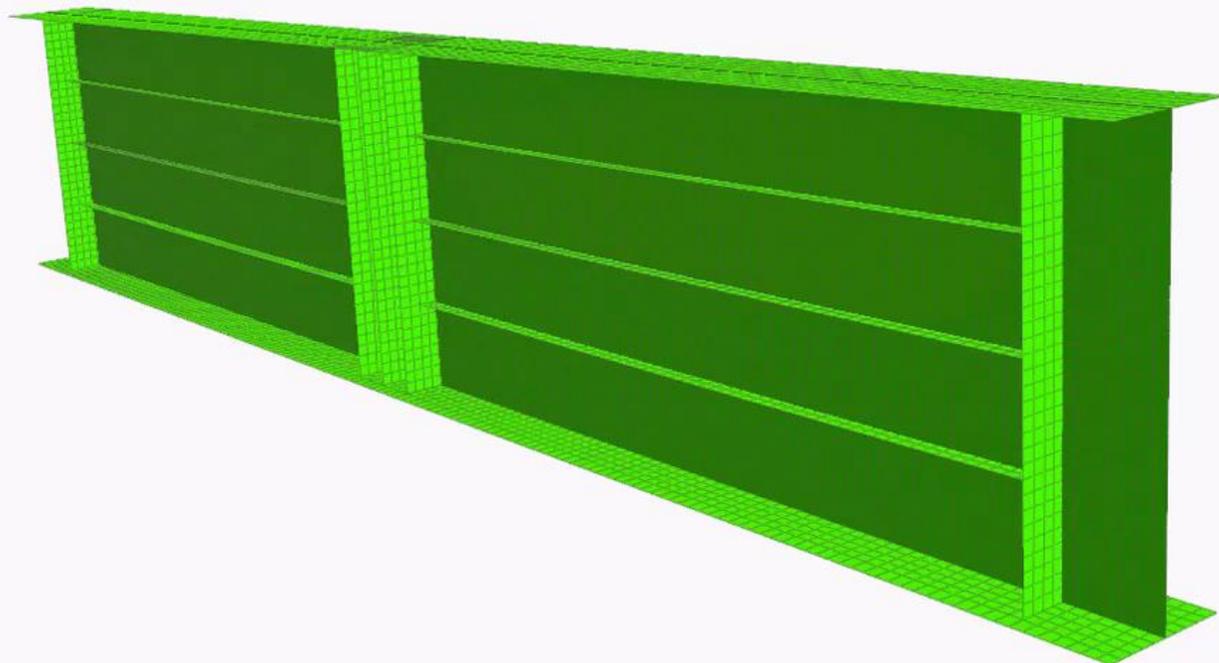
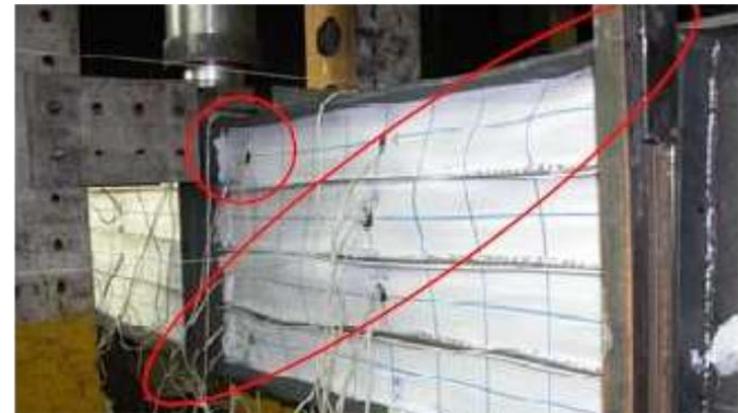
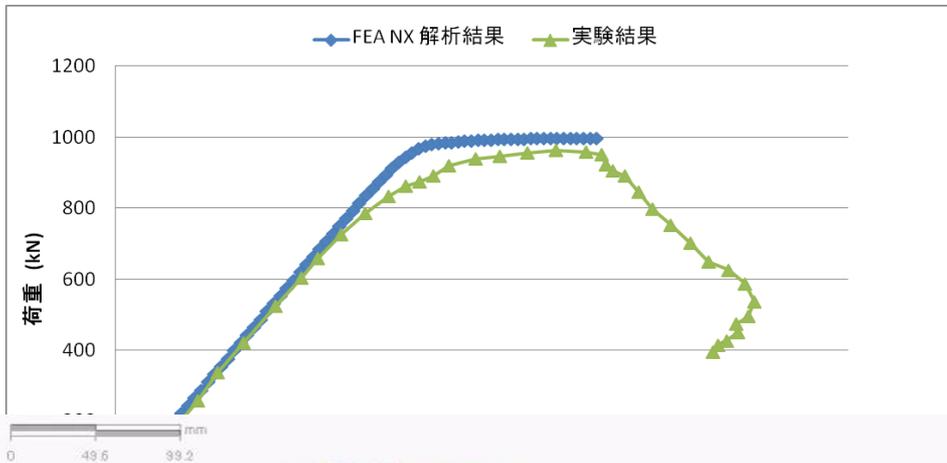


実験の応力・ひずみを適用



FEA NX 建築分野 解析事例紹介

鋼構造座屈解析の事例



FEA NX 建築分野 解析事例紹介

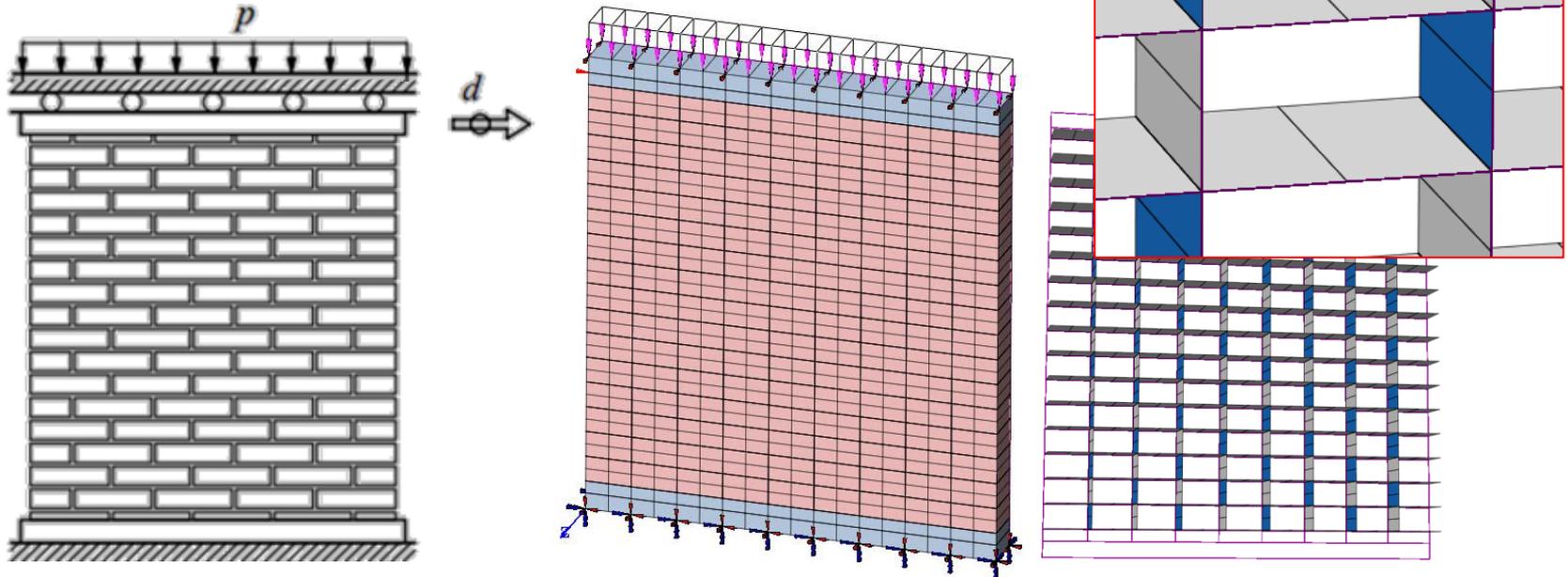
組積壁 (レンガ) の挙動解析

解析及びモデリング概要

- 組積レンガとモルタル間の異質材料の接触面の摩擦スリップと変形形状の非線形挙動を把握
- 組積レンガは弾性挙動、モルタルは界面要素(Combined cracking-shearing crushing model)でモデリング

荷重概要

- 床は支点拘束、上部は鉛直方向で拘束
- 垂直圧縮荷重の載荷、以降、一方向で変位制御で水平荷重の載荷



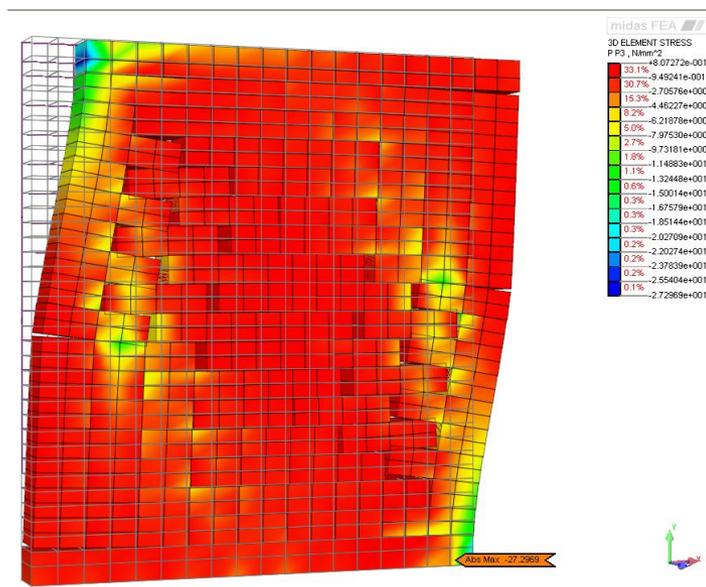
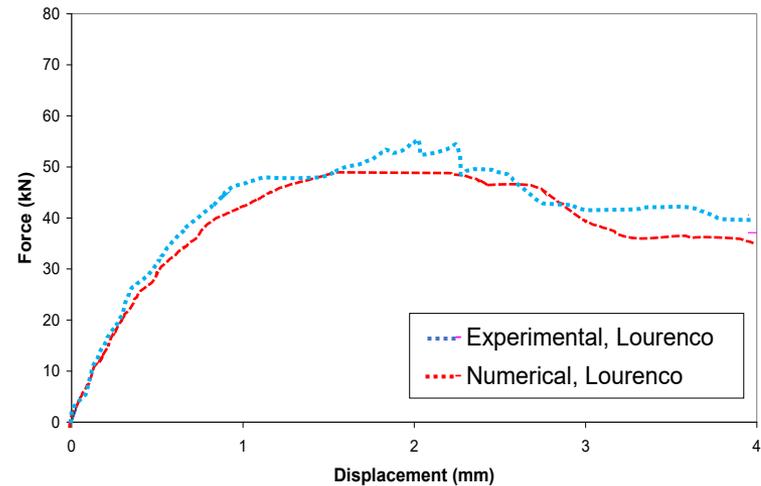
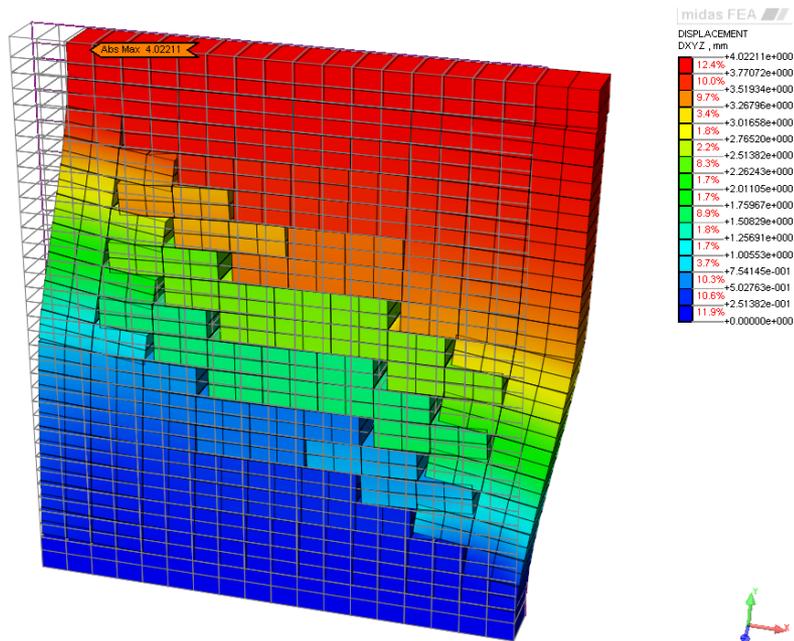
面タイプジョイント要素の非線形性考慮

FEA NX 建築分野 解析事例紹介

組積壁 (レンガ) の挙動解析

解析結果及び結論

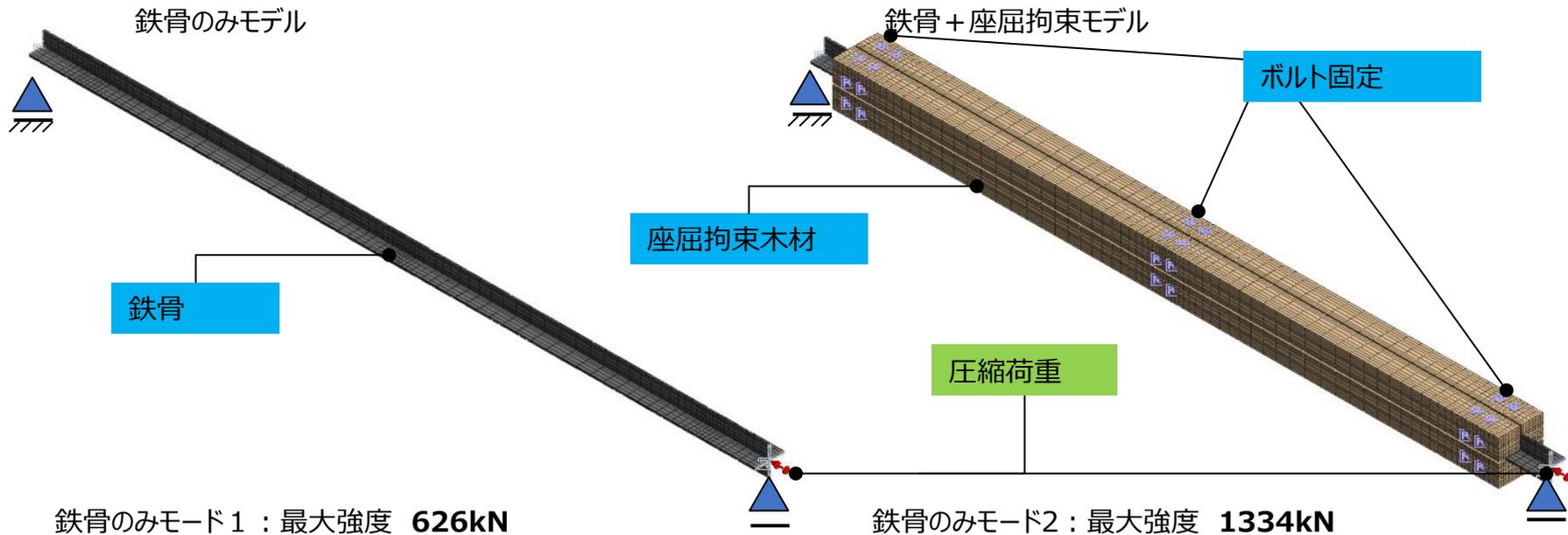
- 引張ひび割れの壁の中心から端部に進行
- 荷重と変位の非線形挙動が実験と同様に進行



FEA NX 建築分野 解析事例紹介

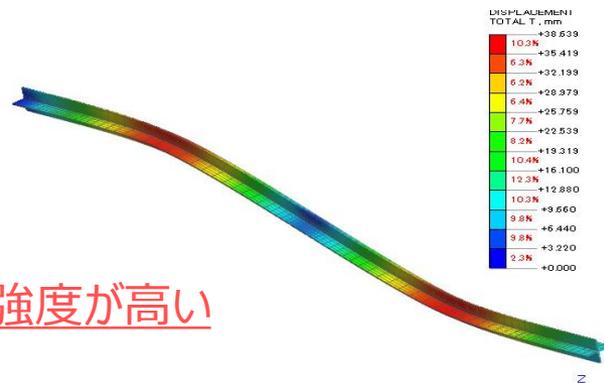
座屈拘束ブレース

複合材料非線形性 + 接触



鉄骨のみモード1 : 最大強度 626kN

鉄骨のみモード2 : 最大強度 1334kN

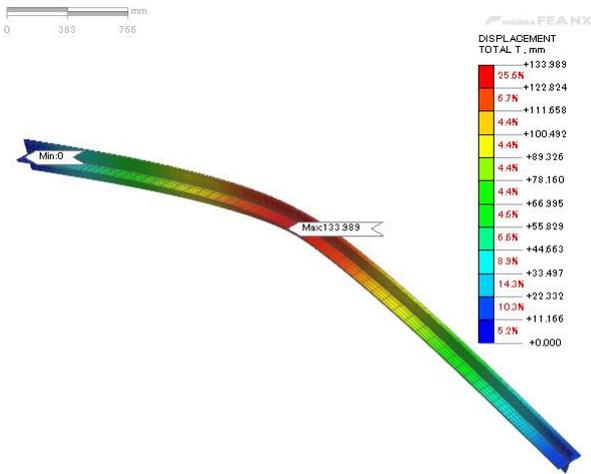


高次モードのほうが強度が高い

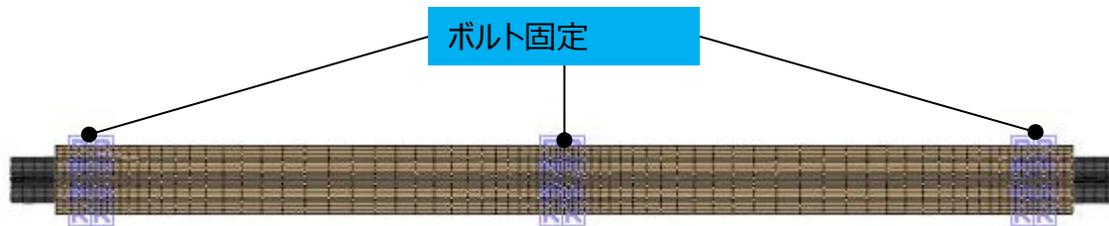
FEA NX 建築分野 解析事例紹介

座屈拘束ブレース

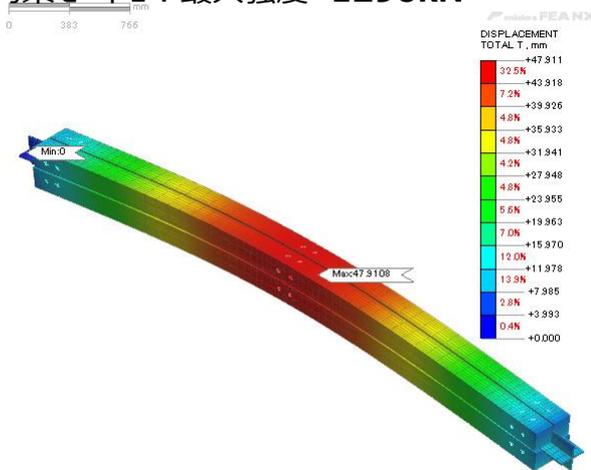
鉄骨のみモード1：最大強度 626kN



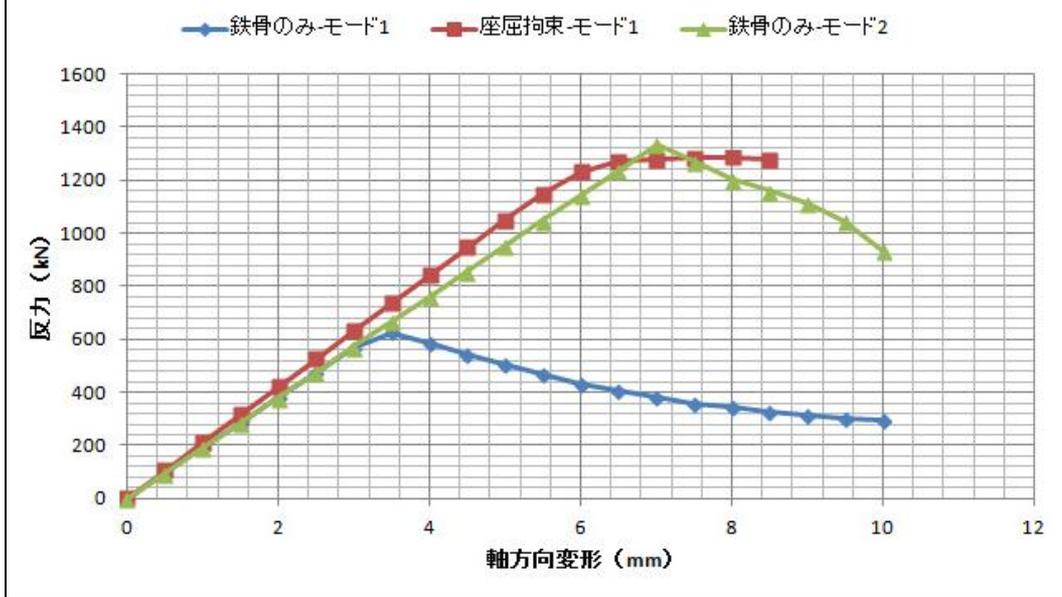
危険モードを避けるようにボルトを配置



座屈拘束モード1：最大強度 1290kN

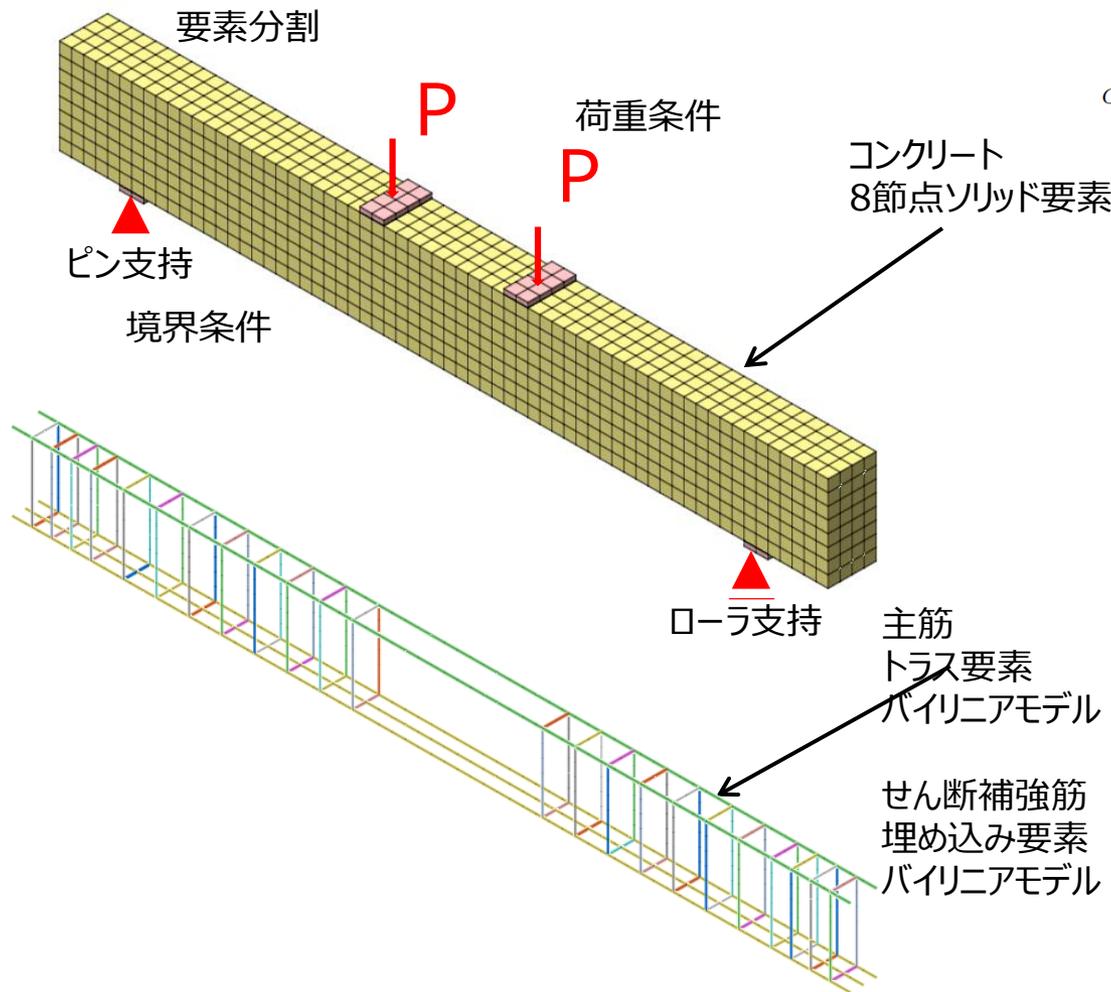


座屈拘束の効果

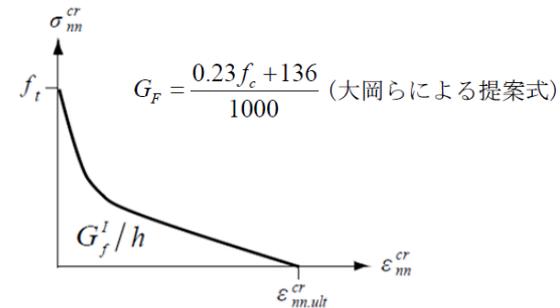
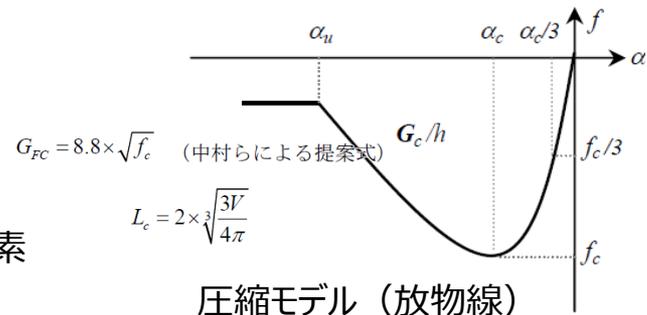


FEA NX 建築分野 解析事例紹介

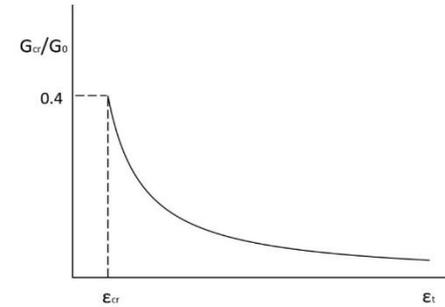
RC単純梁3次元非線形解析



充実した材料非線形モデル



引張り軟化モデル (Hordijk)

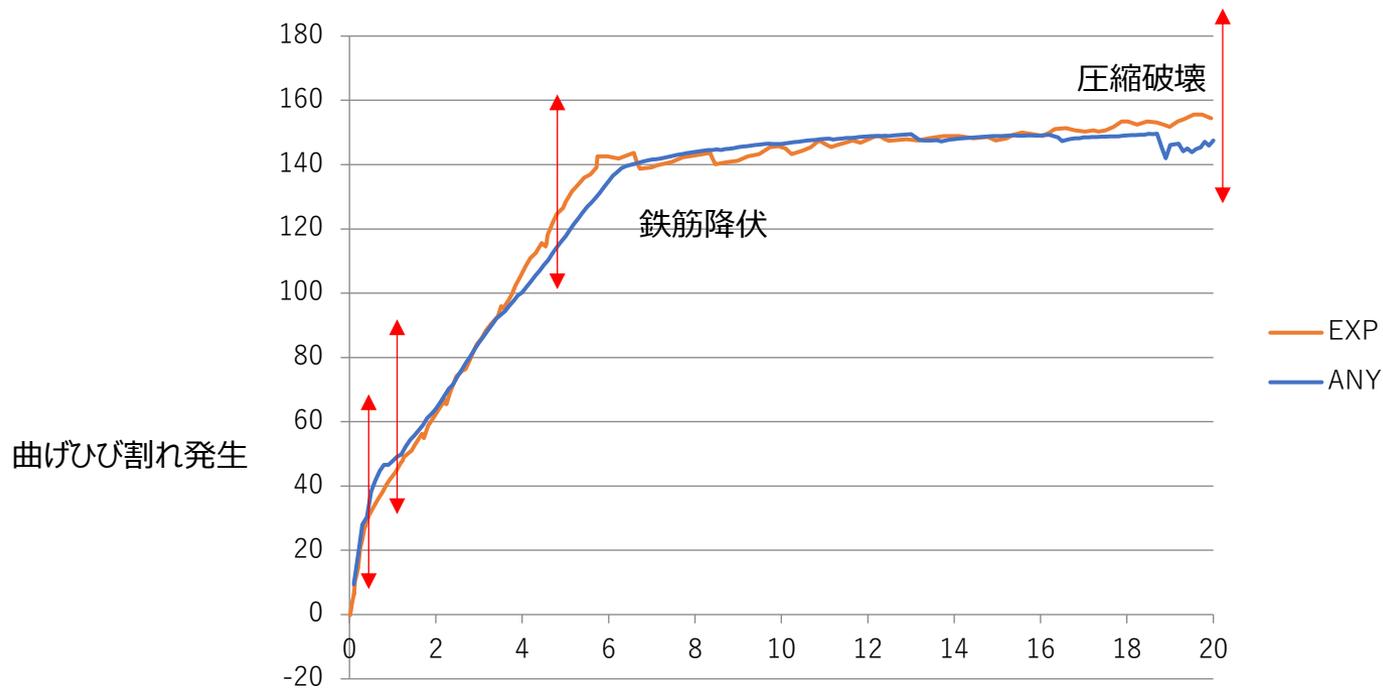


FEA NX 建築分野 解析事例紹介

RC単純梁3次元非線形解析

実験結果を再現

荷重—変位関係

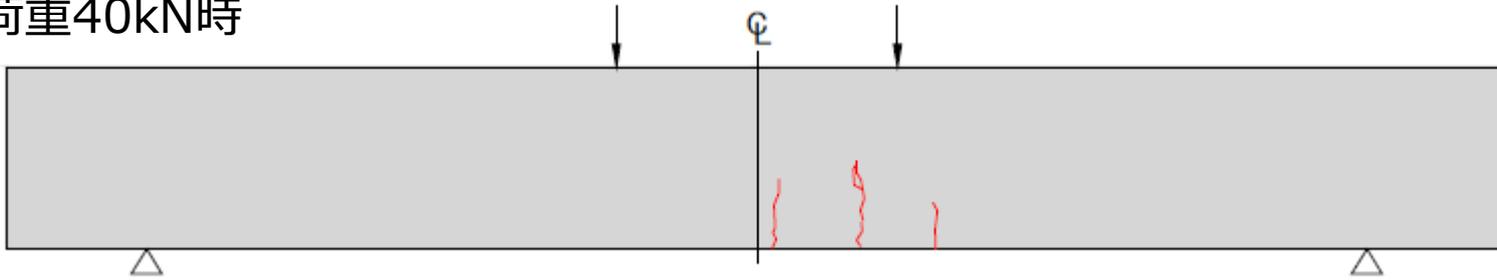


FEA NX 建築分野 解析事例紹介

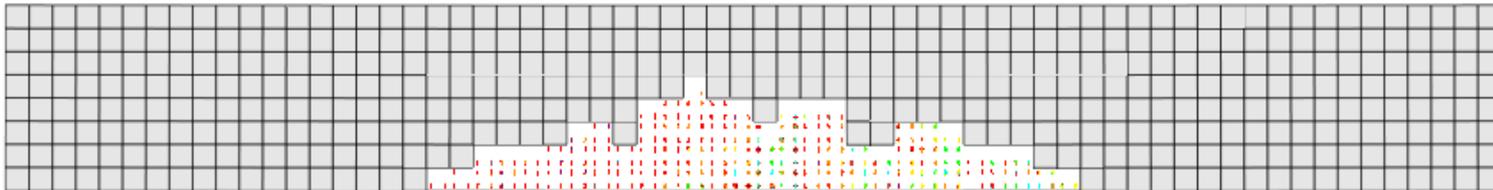
RC単純梁3次元**非線形**解析

実験結果を再現

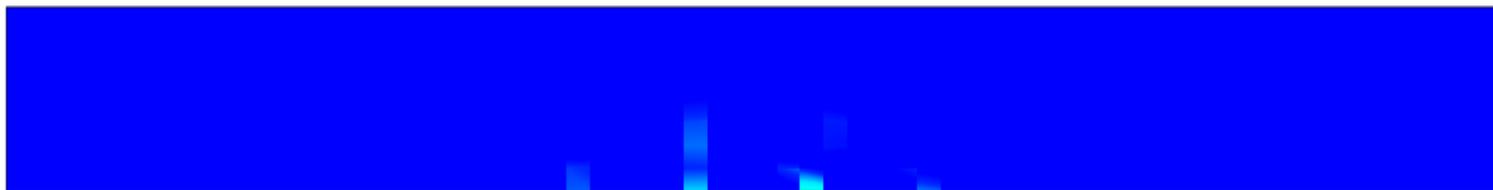
■ 荷重40kN時



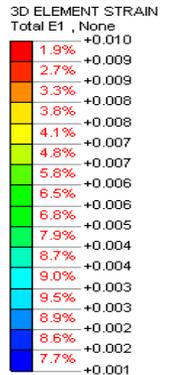
実験ひび割れ図



ひび割れ図



最大主ひずみコンター図

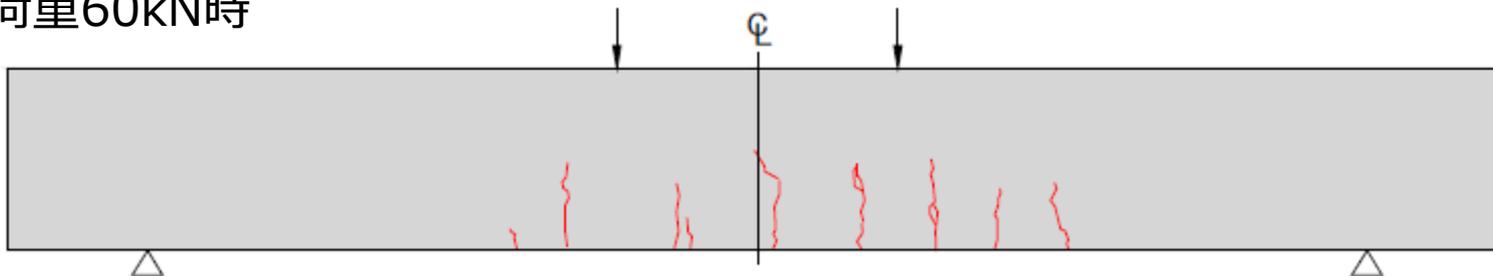


FEA NX 建築分野 解析事例紹介

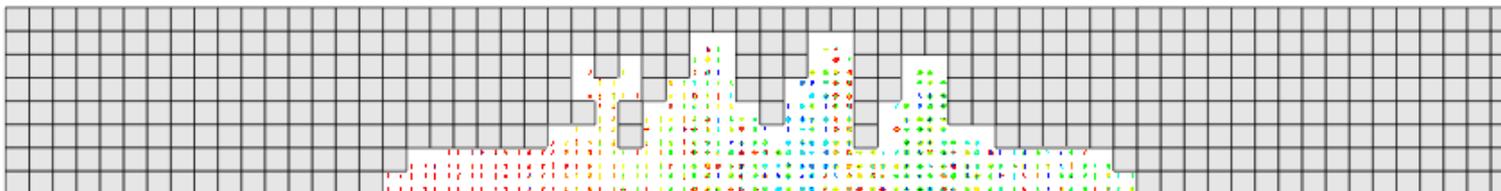
RC単純梁3次元非線形解析

実験結果を再現

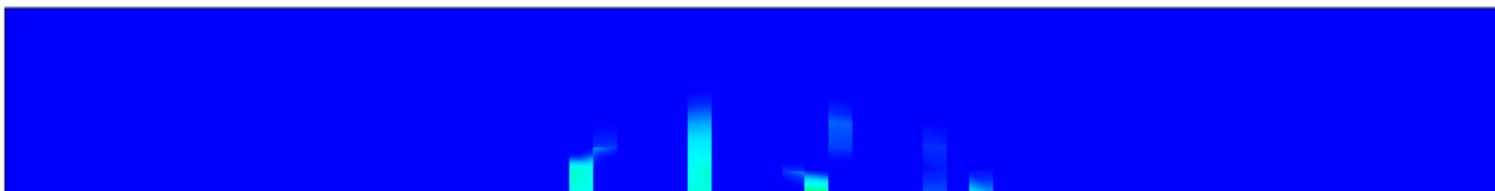
荷重60kN時



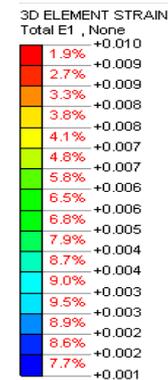
実験ひび割れ図



ひび割れ図



最大主ひずみコンター図

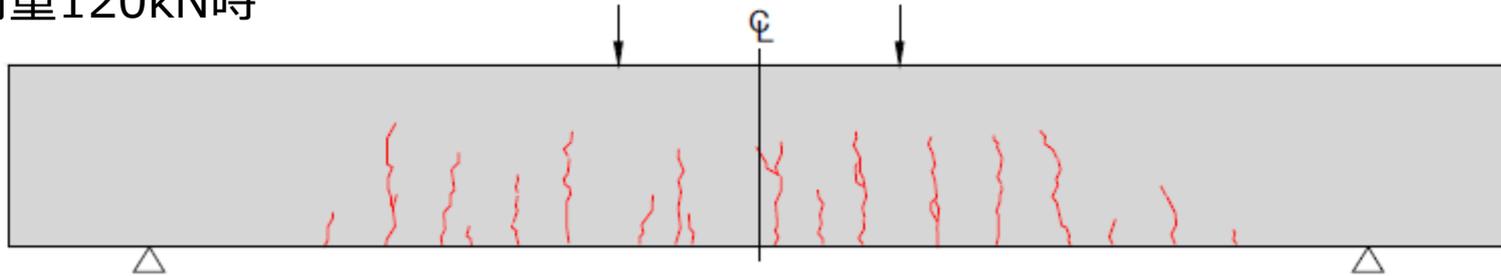


FEA NX 建築分野 解析事例紹介

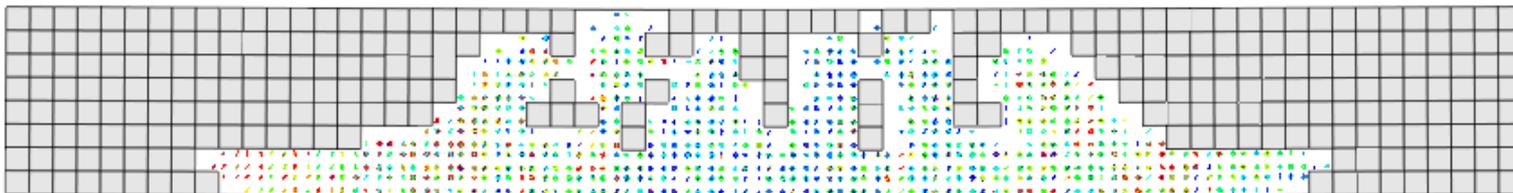
RC単純梁3次元非線形解析

実験結果を再現

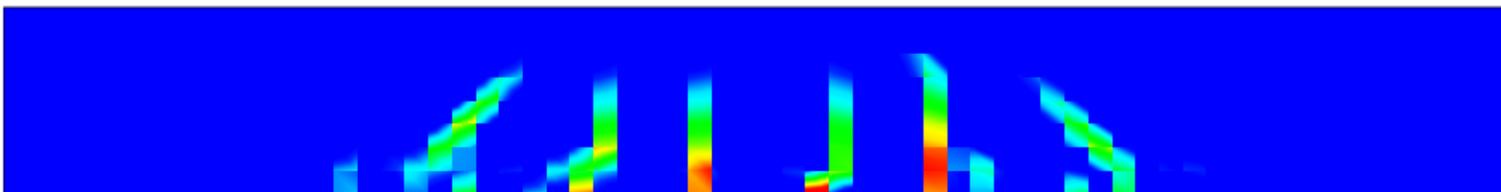
荷重120kN時



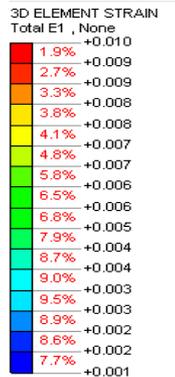
実験ひび割れ図



ひび割れ図



最大主ひずみコンター図

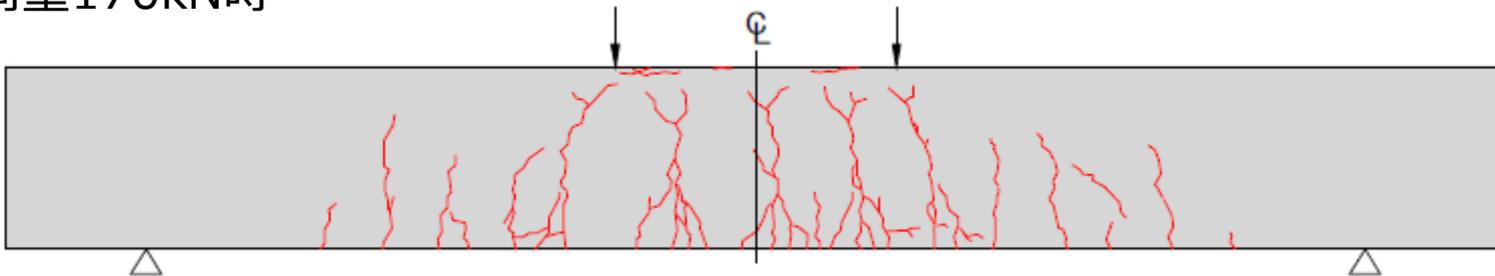


FEA NX 建築分野 解析事例紹介

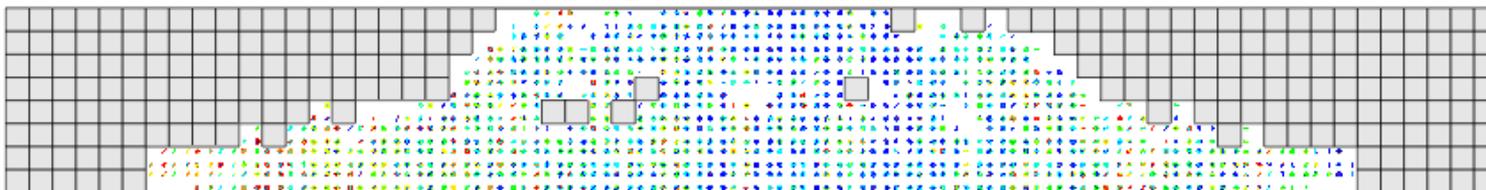
RC単純梁3次元非線形解析

実験結果を再現

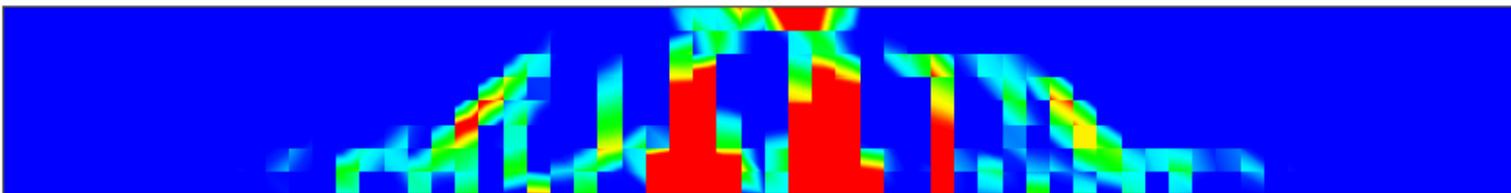
荷重170kN時



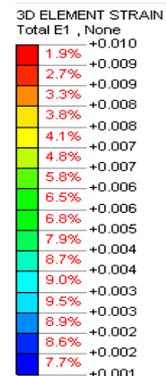
実験ひび割れ図



ひび割れ図

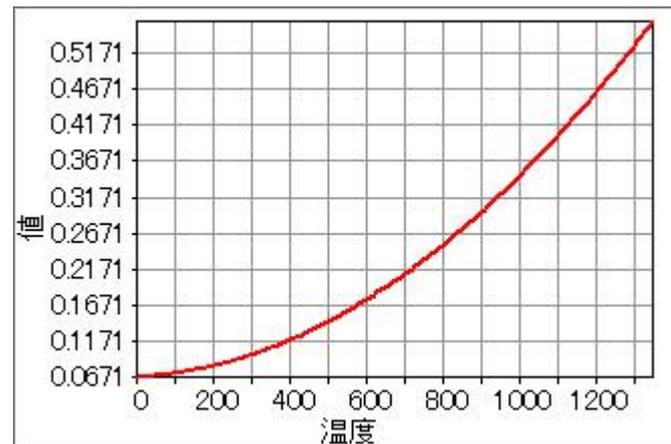
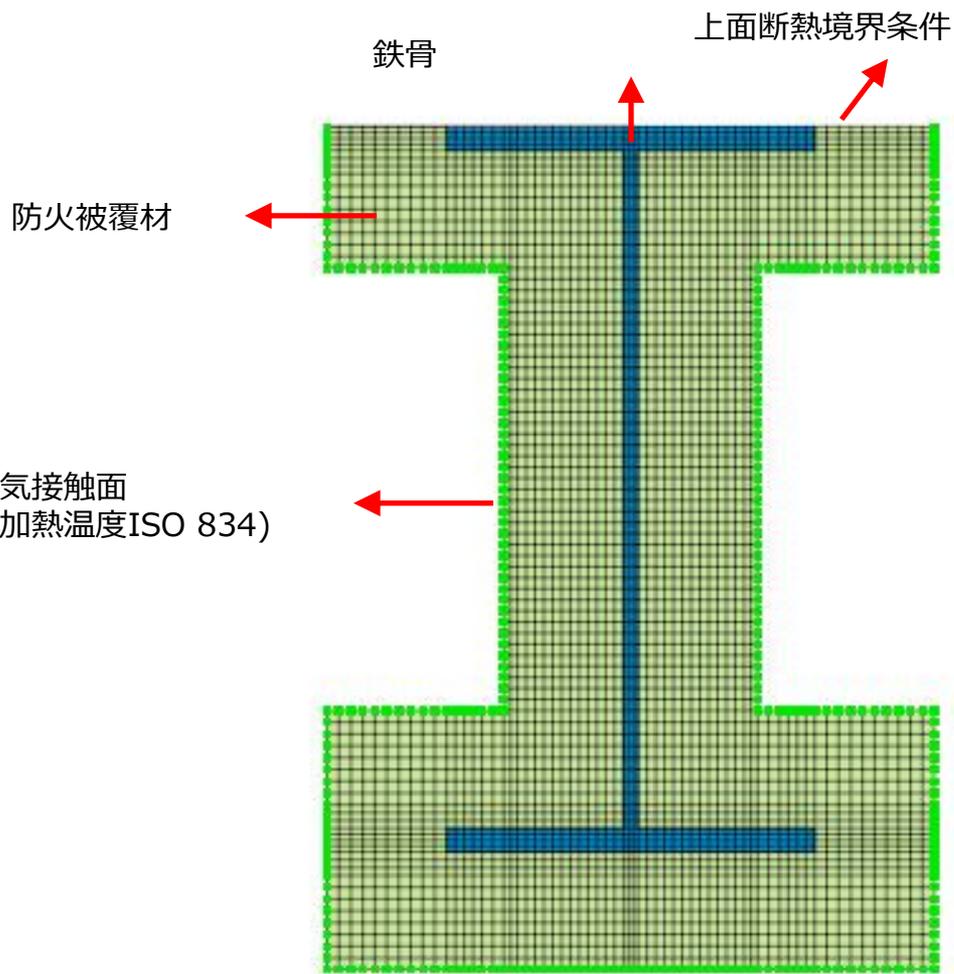


最大主ひずみコンター図

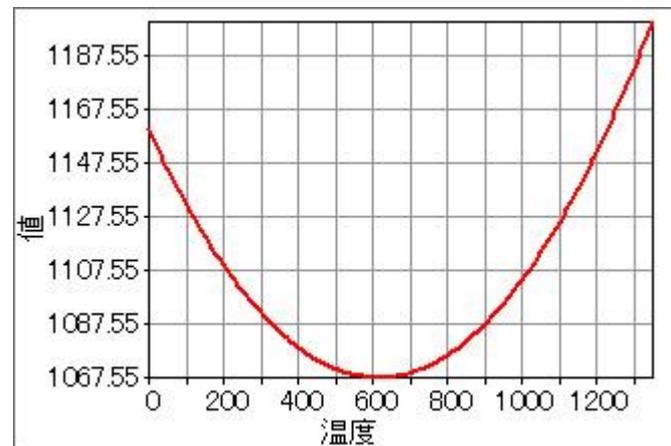


FEA NX 建築分野 解析事例紹介

鋼構造耐火解析事例



耐火被覆材の温度依存熱伝達率

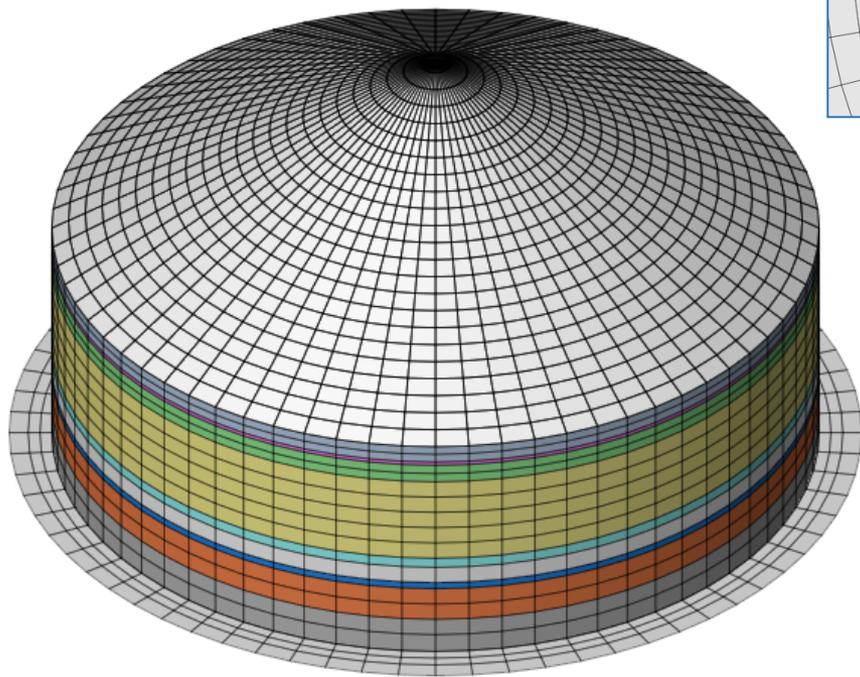


耐火被覆材の温度依存比熱

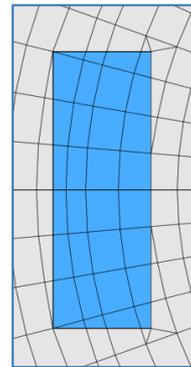
FEA NX 建築分野 解析事例紹介

上下水道耐震設計事例

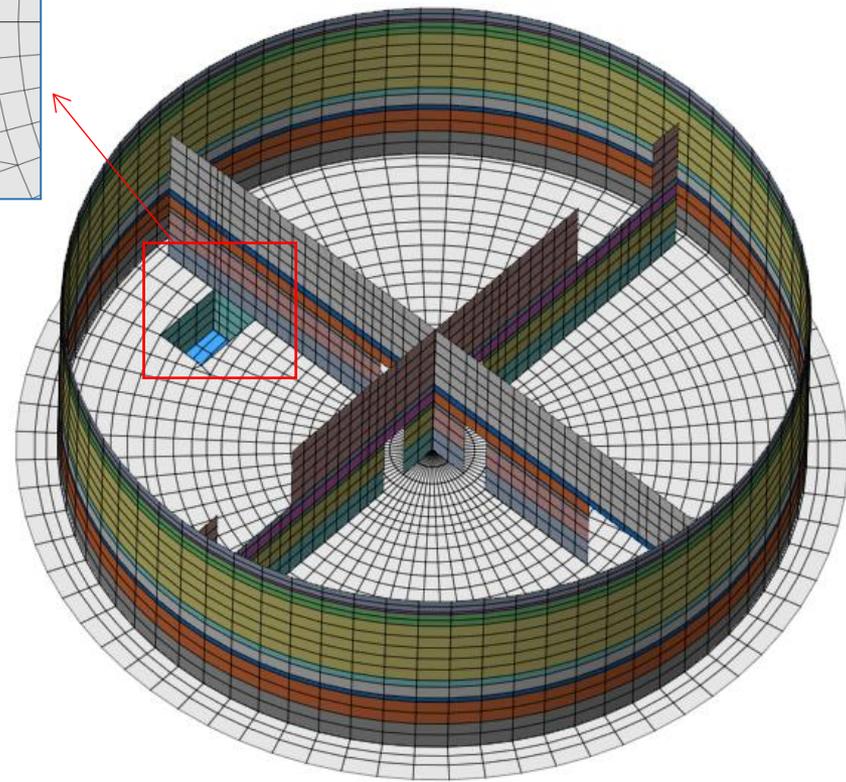
メッシュ形状



アイソメ表示-外観



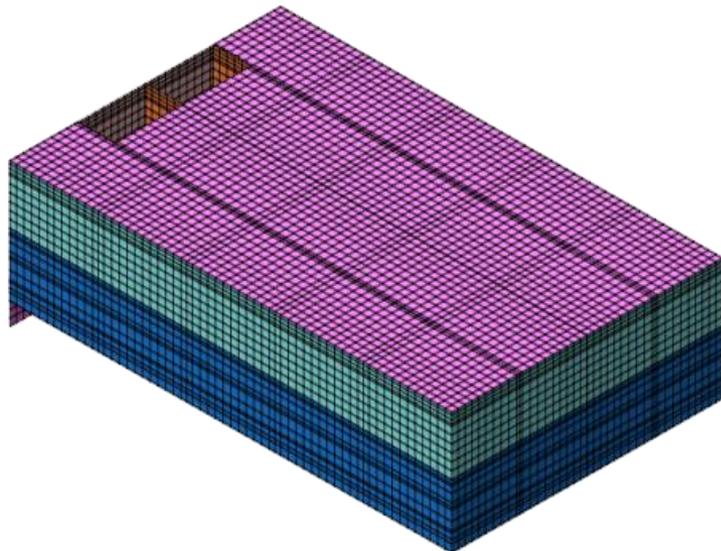
拡大図



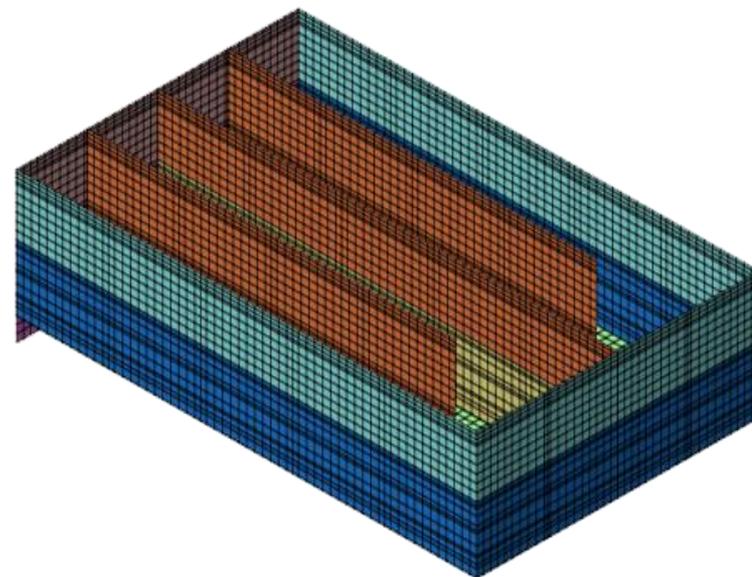
アイソメ表示-内観

FEA NX 建築分野 解析事例紹介

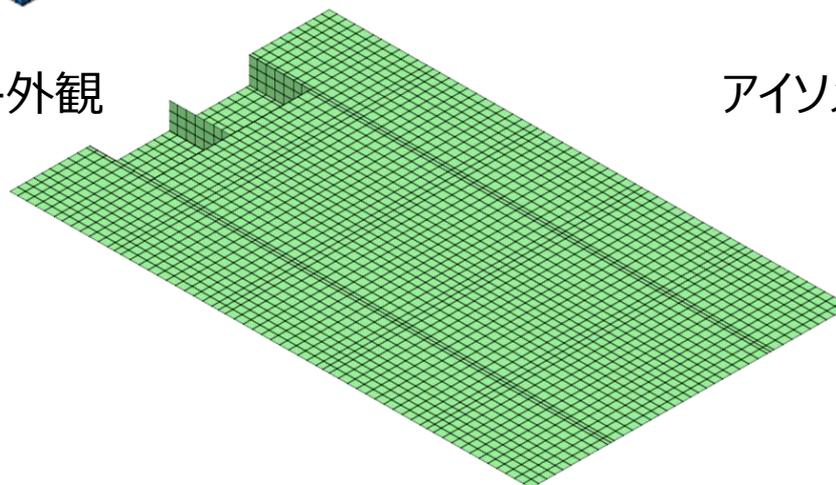
上下水道耐震設計事例



アイソメ表示-外観



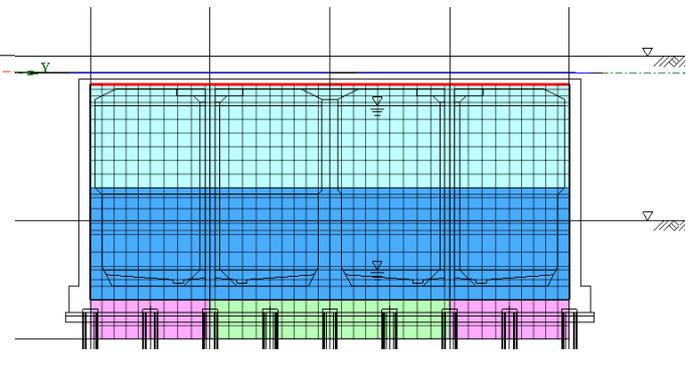
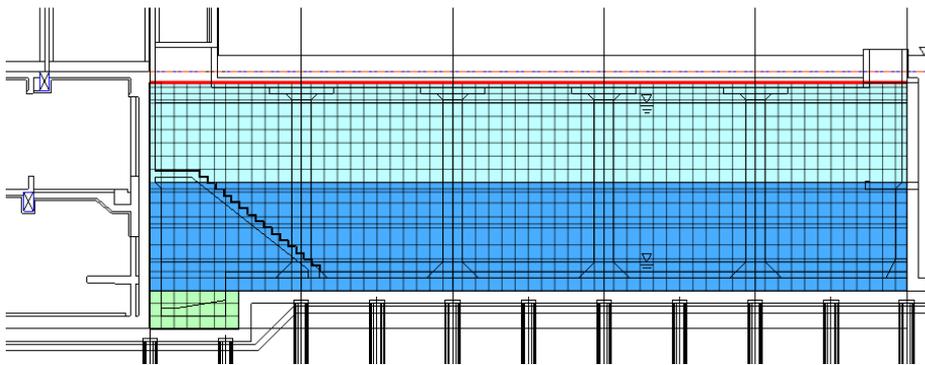
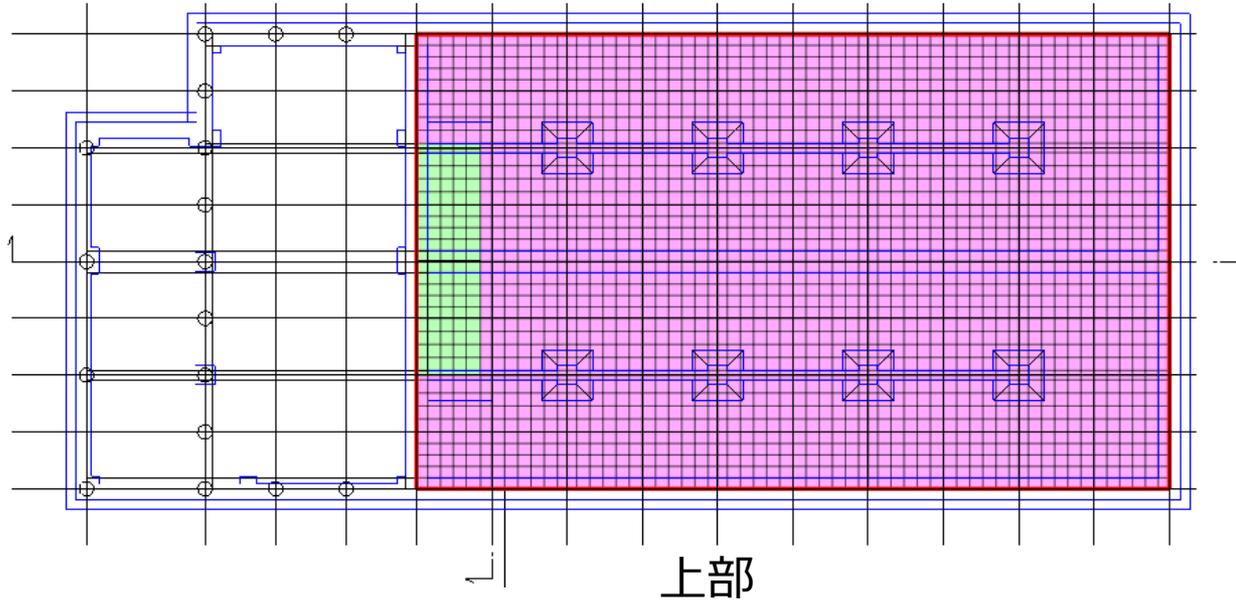
アイソメ表示-内観



底版

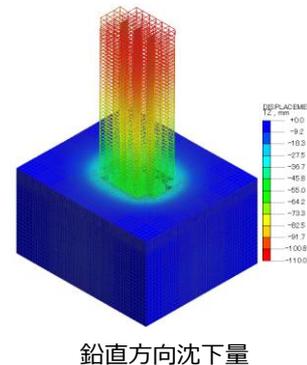
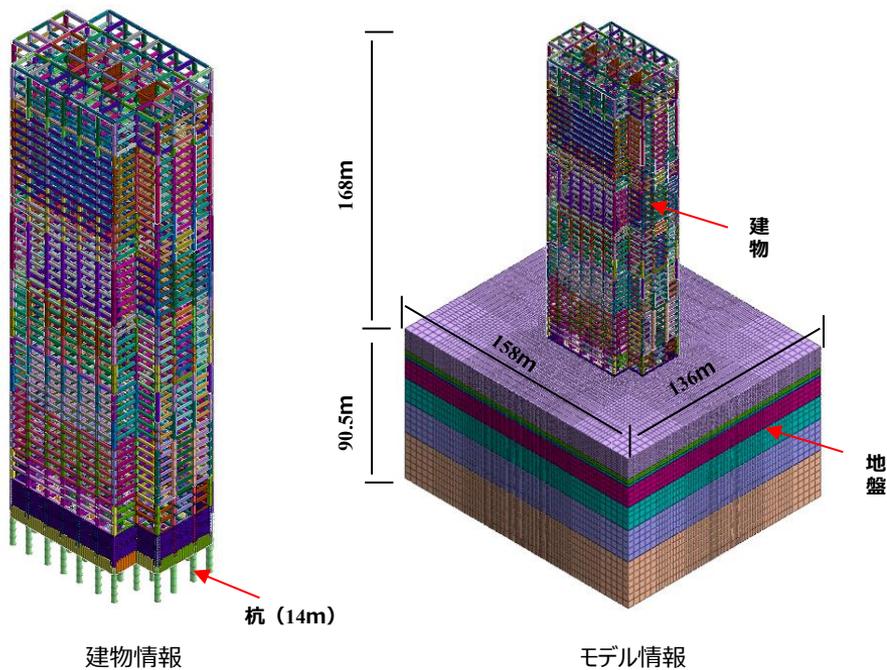
FEA NX 建築分野 解析事例紹介

上下水道耐震設計事例

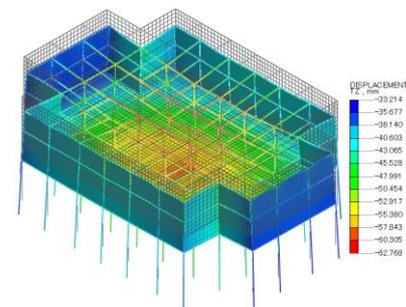


FEA NX 建築分野 解析事例紹介

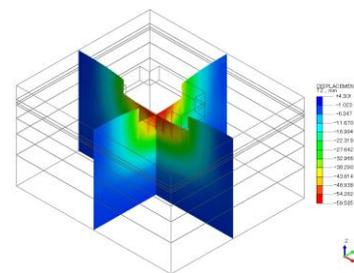
長期荷重によるパイルドラフトの検討



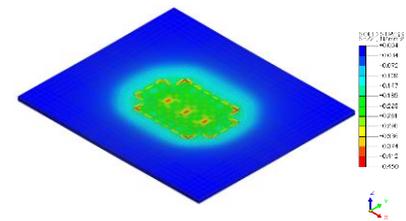
鉛直方向沈下量



基礎構造部分鉛直方向沈下量

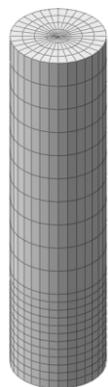


地盤鉛直方向沈下量

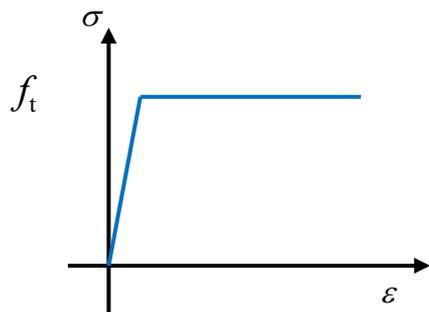


鉛直方向接地応力

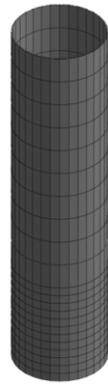
FEA NX 建築分野 解析事例紹介
鋼管コンクリート(CFT)



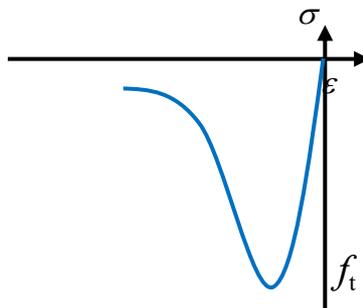
コンクリート



コンクリート引張関数



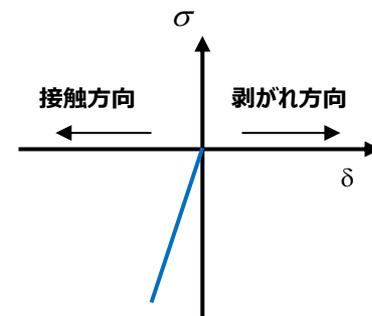
鋼管



コンクリート圧縮関数



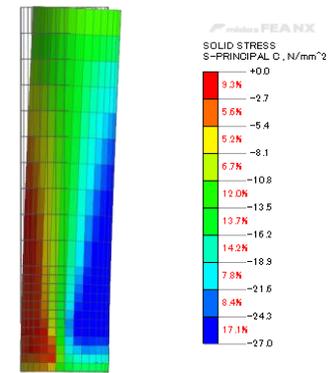
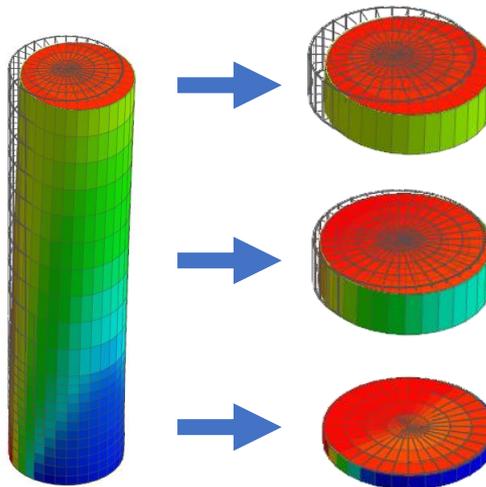
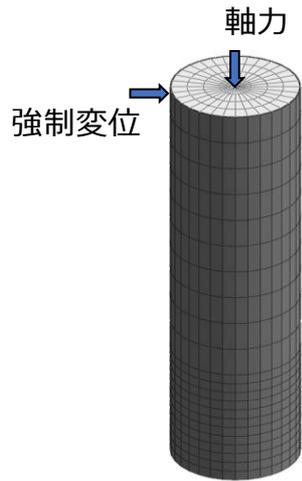
接触要素



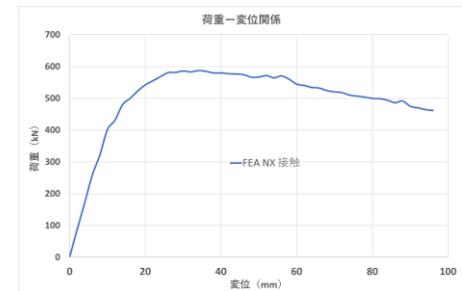
接触境界

FEA NX 建築分野 解析事例紹介

鋼管コンクリート(CFT)

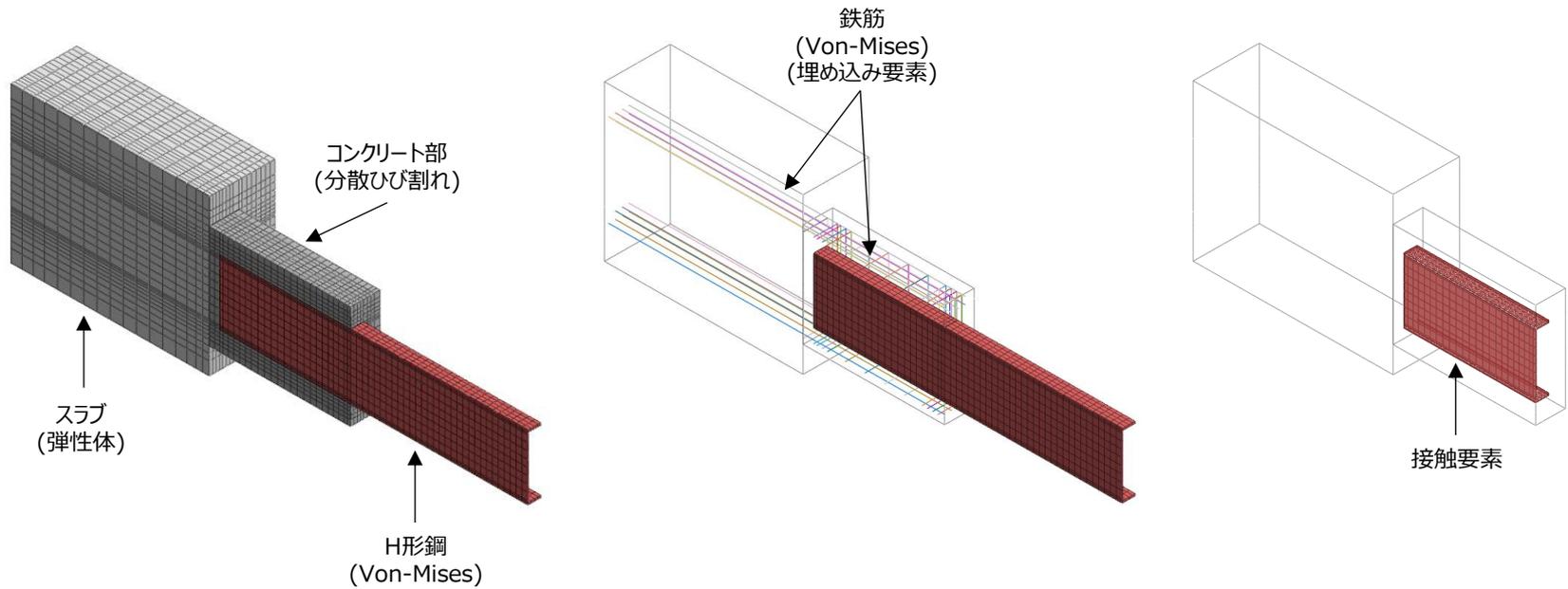


コンクリート圧縮主応力



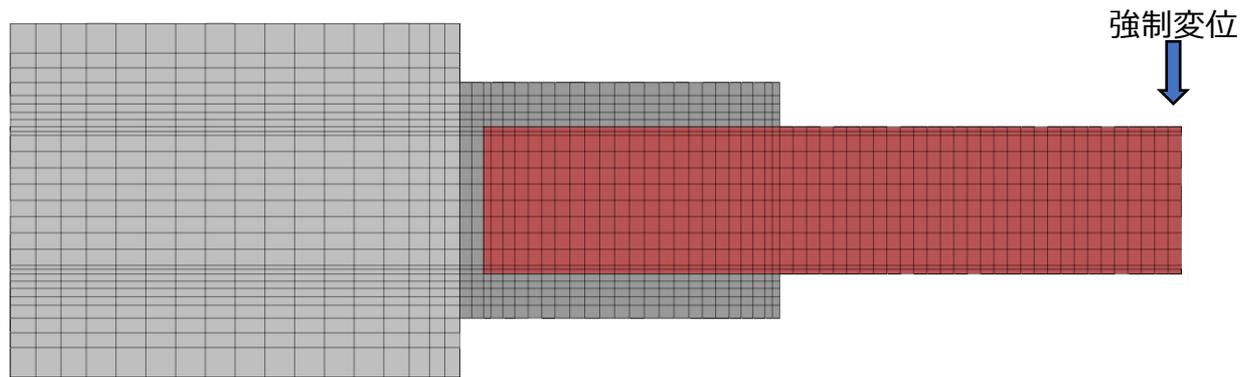
FEA NX 建築分野 解析事例紹介

ハイブリッドRC梁解析



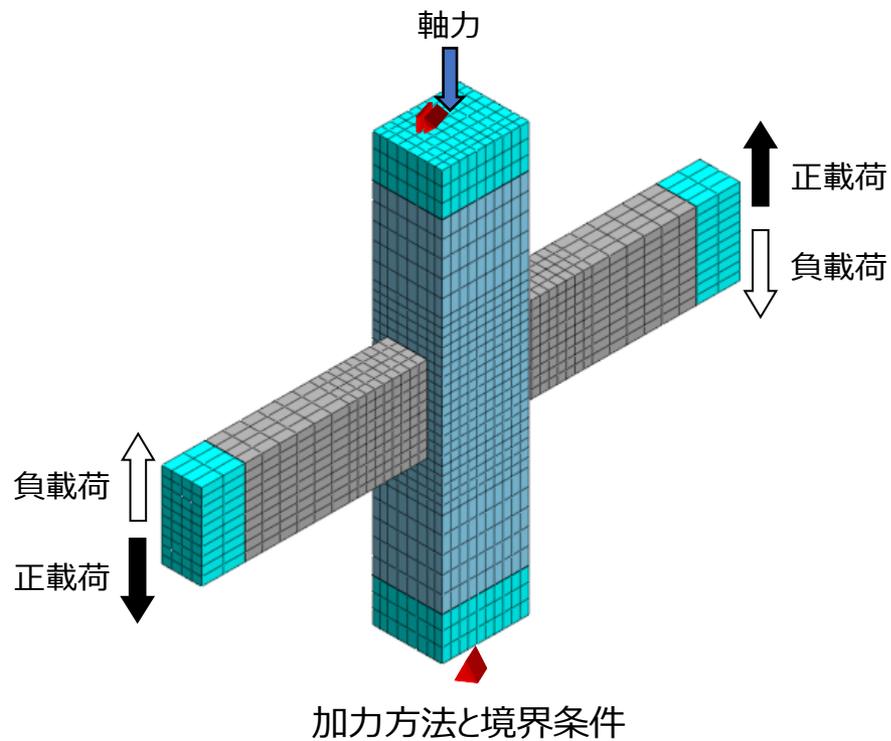
FEA NX 建築分野 解析事例紹介

ハイブリッドRC梁解析



FEA NX 建築分野 解析事例紹介

RC造柱梁接合部のFEM解析



1ステージ目

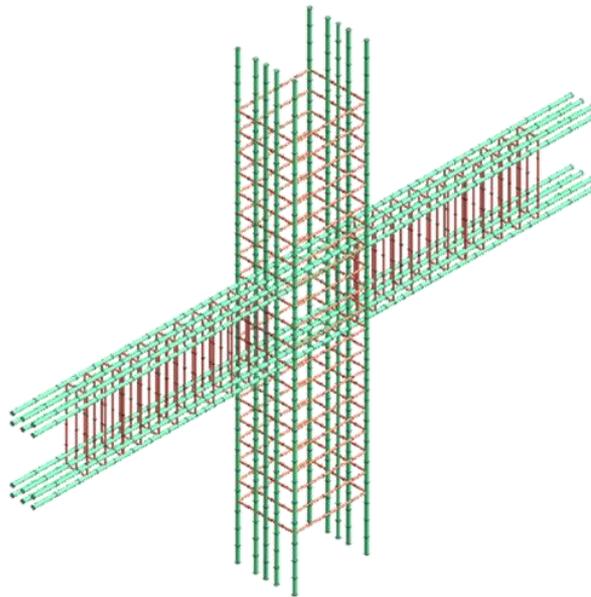
荷重制御
 軸力(N=294KN)
 一定軸力を与える
 ・柱脚をピン支持

2ステージ目

変位制御
 梁端部に正負繰り返し
 鉛直力を与える
 ・柱頭をローラ支持
 ・柱脚をピン支持

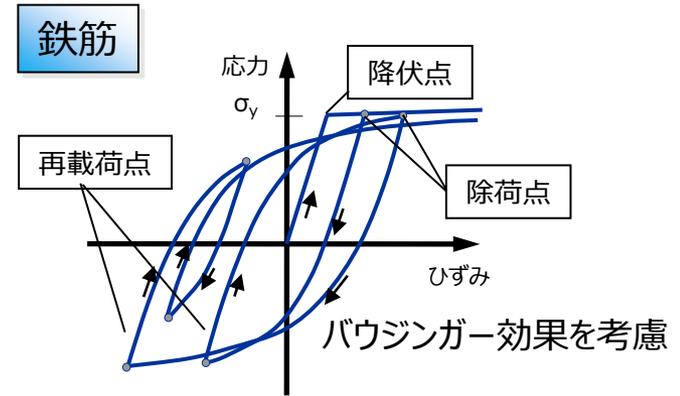
FEA NX 建築分野 解析事例紹介

RC造柱梁接合部のFEM解析



配筋状況

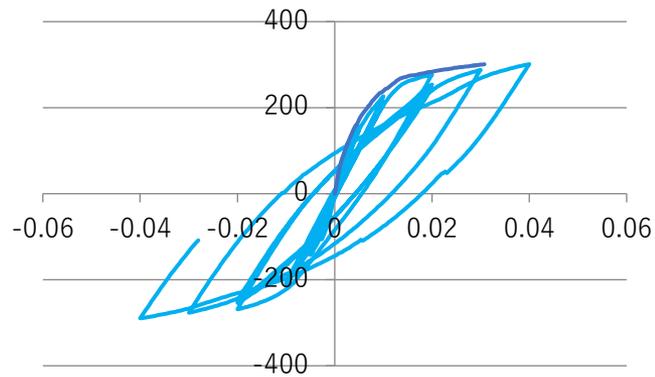
修正Menegotto-Pintoモデル



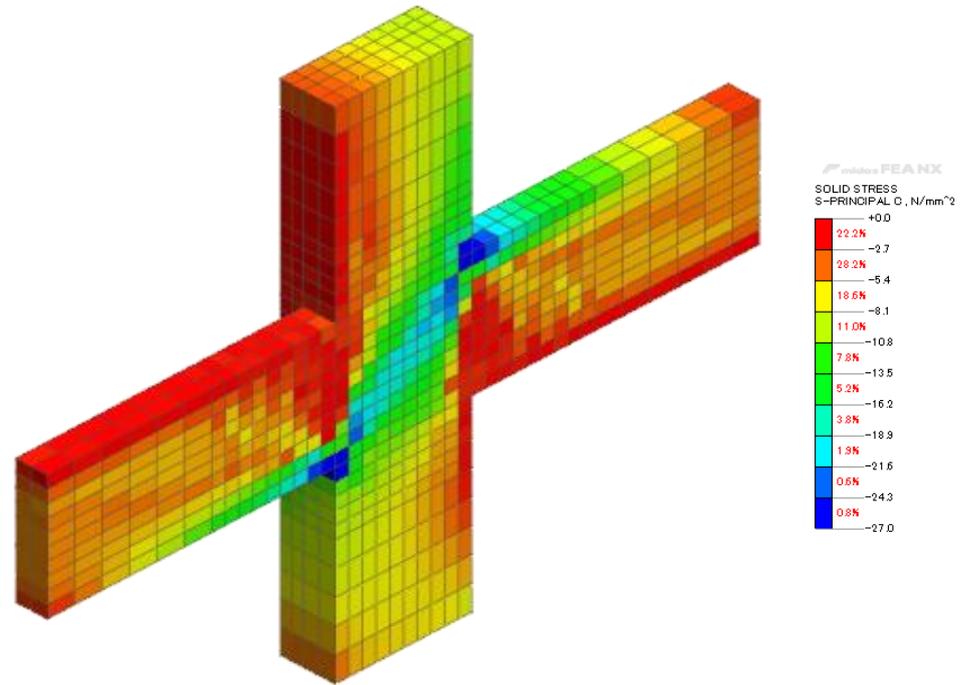
繰返し荷重下の応力-ひずみ関係

FEA NX 建築分野 解析事例紹介

RC造柱梁接合部のFEM解析



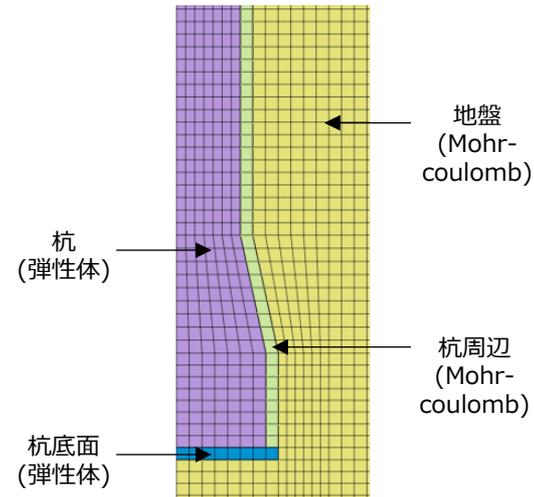
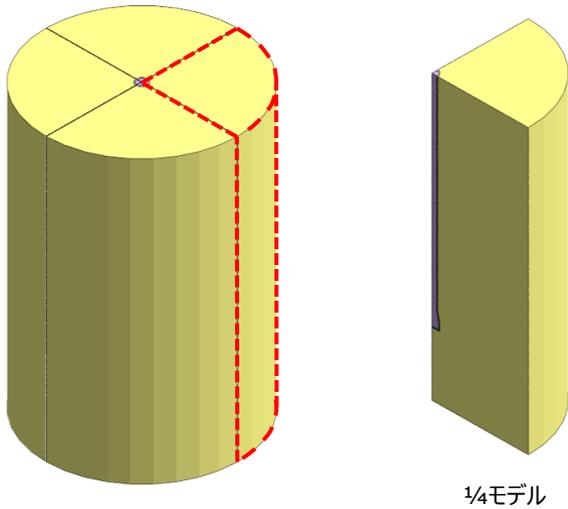
荷重-変位関係



接合部の圧縮ストラット

FEA NX 建築分野 解析事例紹介

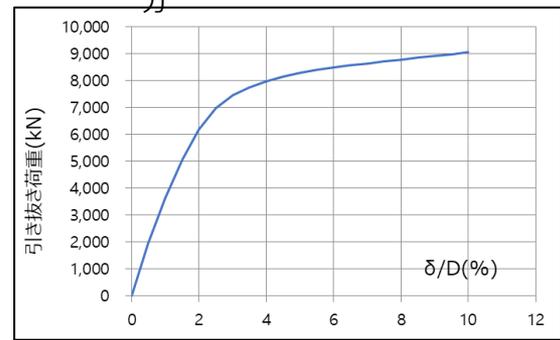
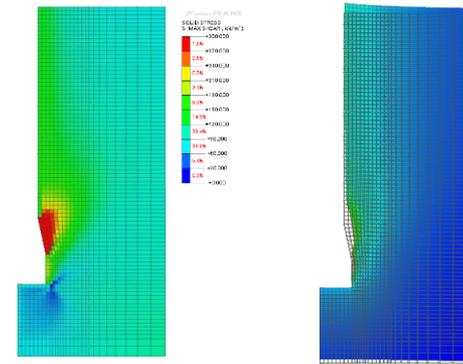
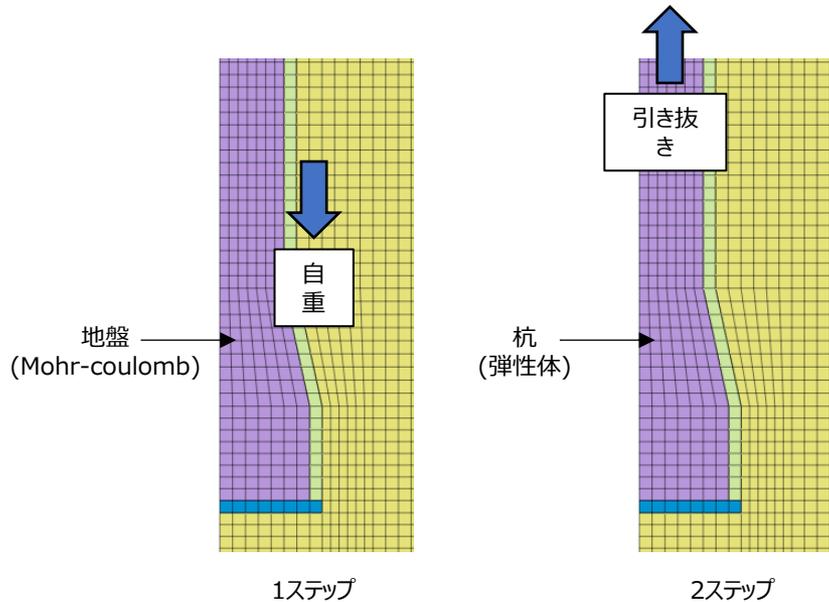
拡底杭の引きぬき試験再現解析



| 材料 | 単位体積重量 | 変形係数 | ポアソン比 | 内部摩擦角 | グレイタツ角 | 粘着力 | 構成モデル |
|-----|--------|----------|-------|-------|--------|-----|--------------|
| 杭 | 23.5 | 2.06E+07 | 0.167 | - | - | - | 線形弾性 |
| 地盤 | 15.8 | 7.43E+04 | 0.3 | 40 | 0 | 10 | Mohr-coulomb |
| 杭周辺 | 15.8 | 1.49E+03 | 0.3 | 40 | 0 | 10 | Mohr-coulomb |
| 杭底面 | 15.8 | 7.43E+01 | | - | - | - | 線形弾性 |

FEA NX 建築分野 解析事例紹介

拡底杭の引きぬき試験再現解析



杭頭荷重と引き抜き量関係

ご清聴ありがとうございます。