

# UC-win/FRAME(3D)リリースバージョン 特集2

道路橋示方書V耐震設計編の改訂により、「性能規定」への移行、そして「合理化追求」への動きはますます強くなっています。より高度な解析手法を用いて合理性を追求し、技術力を強化する時代へと進んでいます。フォーラムエイトでは、既にリリースしている骨組解析ツールFRAME(2D)およびUC-win/COM3(Fiber)をベースに、入力操作性や動的非線形解析の計算速度について大幅な改良を行い、より使いやすく、より高性能な骨組解析ツールUC-win/FRAME(3D)を開発いたしました。あらゆる形式の橋の静的／動的3次元線形／非線形解析に適用でき、「性能規定」に求められる橋の耐震設計を強力にバックアップいたします。本特集では、1月にリリースした日本語英語インターフェース・切替バージョンにて解析事例を中心にご紹介いたします。

## ■プログラム概要と特徴

### 【解析機能】

非線形部材はファイバーモデルの採用により、軸力変動の影響、2軸曲げの影響を正しく取り込むことができるため、あらゆる方向からの荷重に対して正しい計算が可能です。鋼およびコンクリート（道路橋示方書V耐震設計編に準拠（図-1））の材料非線形履歴モデルを用いますので、作用軸力および載荷履歴に応じて断面特性を自動的に更新します。なお、鋼材料については座屈を簡易的に考慮することも可能です（図-2）。さらに、後藤茂男先生（佐賀大学名誉教授・弊社技術顧問）の大変位理論を取り込んだことにより、幾何学的非線形を厳密に考慮した計算が可能であり、P-Δ効果も自動的に評価されます。

以上により、従来の骨組解析ツールではその精度上制限のあった橋（アーチ橋、ラーメン橋、ラーメン橋脚、偏心橋脚を有する橋、曲線橋など）に対しても、非常に高度な3次元非線形解析を手軽に行えるようになりました。もちろん、地盤（連成）ばね、非線形ばね要素もサポートし、一般的な橋にも適用が可能です。

動的解析は、固有振動解析を行い、要素別剛性比例減衰を用いて、直接積分法による解析を行います。

### 【入力機能】

テンプレート等を用いて任意形断面の作成を容易に行うことができ、線形部材の断面定数を自動的かつ厳密に算定します。プランタルの薄膜アナロジー理論を用い、薄肉断面のねじり定数も正確に評価しています。さらにオートメッシュ機能を搭載し、ファイバーモデルによる非線形解析を手軽にしています（図-3）。節点座標の直接入力または表計算ソフトからのペーストもサポートしています（図-4）。

### 【表示・出力機能】

ファイバーエлементは、応答ひずみによる損傷判定が可能です。（図-5）。変形図をソリッド表示することも可能です（図-4）。線形解析においては、複数荷重ケースから最大・最小断面力を生じる荷重ケースの抽出が可能です（図-6）。また、標準出力ライブラリF8出力編集ツールに対応し、目次（しおり）付計算書の自動作成およびそのMS-Word形式出力に対応しています。

## ■解析事例と技術資料

UC-win/FRAME(3D)の製品には、サンプルデータとともに「解析事例及び技術資料」が製品に添付されています。以下にサンプルデータとして提供している解析事例データ、参考資料として提供可能なデータをご紹介します。

### ① 5径間連続橋の動的非線形解析

RC橋脚を有する5径間連続鋼構造（地震時水平力分散構造）の動的照査例。弾性ゴム支承をせん断ばねでモデル化し、粘性減衰を考慮。橋脚基部はファイバーモデルで非線形部材としてモデル化している。道路橋示方書に基づいた解析例として、タイプII地震動の標準3波形の応答値を平均し、照査を行っている。

### ② ラーメン橋の動的非線形解析

PC3径間連続ラーメン箱構造の動的照査例。橋脚柱上部と基部を非線形部材とし、ファイバーモデルを用いた剛体リンクばね要素でモデル化した。近傍の強震記録により、1方向入力、2方向同時入力の解析を行っている。

### ③ RC単柱の静的線返し解析

### ④ 鋼製橋脚の動的非線形解析

### ⑤ 鋼製上路アーチ橋の動的非線形解析

### ⑥ 群杭基礎のブッシュオーバー解析（静的）

### ⑦ 地中BOXカルバートの応答変位法（静的）

### ⑧ RC橋脚の曲げ耐力制御式鋼板巻立・RC巻立て補強の静的解析

本誌特集3、「耐震診断・補強設計で使えるソフト」で詳細を紹介しています。

今後は、「建築向けビル建物」、「ラーメン橋脚」などの解析事例を参考として準備する予定です。今後、様々な解析事例、設計事例を作成していきます。

## ■今後の予定

FRAME(2D)のIL（活荷重）解析機能の取り込み、板要素のサポート、そして、東京大学コンクリート研究室の長年の研究成果を反映した、UC-win/COM3(Fiber)の鉄筋コンクリート構成則の取り込みによる解析精度の向上など、解析機能の向上を予定しています。また、様々な入力補助機能を追加し、より使いやすくさらに高性能な設計ツールへと発展していく予定です。

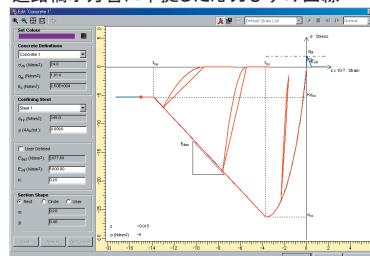
### ④ 鋼製橋脚の動的非線形解析

### ⑤ 鋼製上路アーチ橋の動的非線形解析

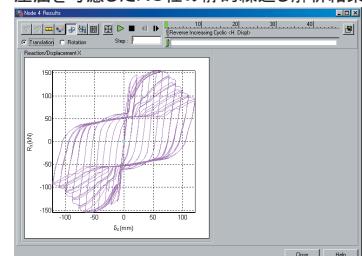
### ⑥ 群杭基礎のブッシュオーバー解析（静的）

### ⑦ 地中BOXカルバートの応答変位法（静的）

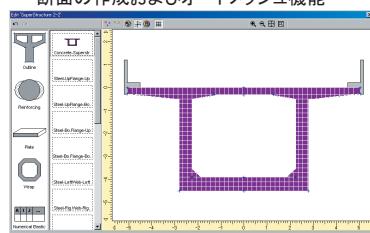
▼図-1  
道路橋示方書に準拠した応力ひずみ曲線



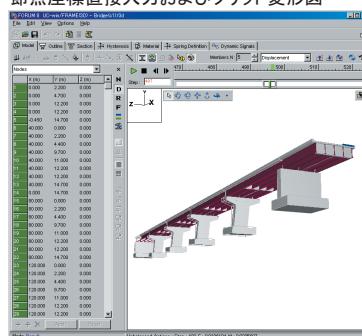
▼図-2  
座屈を考慮したRC柱の静的線返し解析結果



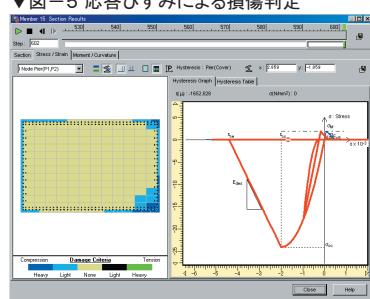
▼図-3 テンプレートを用いた上部構造  
断面の作成およびオートメッシュ機能



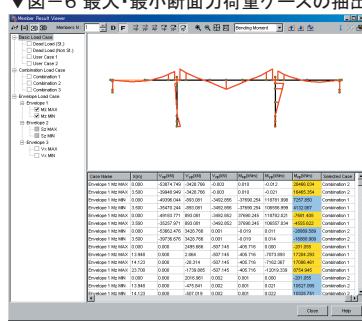
▼図-4  
節点座標直接入力およびソリッド変形図



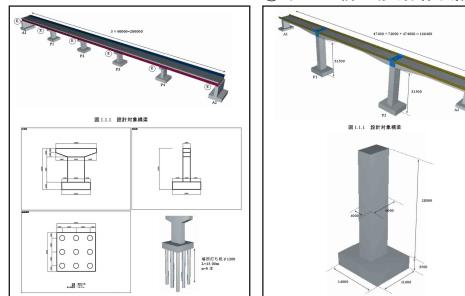
▼図-5 応答ひずみによる損傷判定



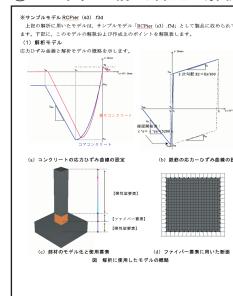
▼図-6 最大・最小断面力荷重ケースの抽出



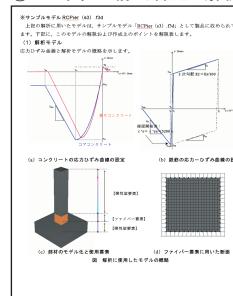
① 5径間連続橋の動的非線形解析



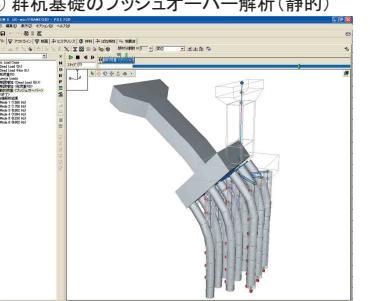
② ラーメン橋の動的非線形解析



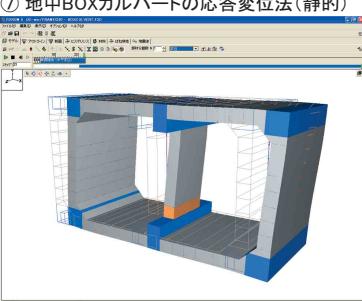
③ RC単柱の静的線返し解析



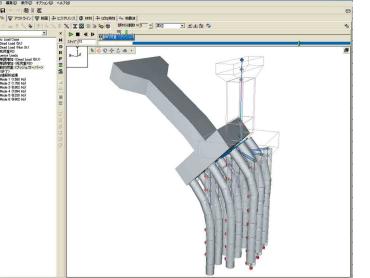
④ 鋼製橋脚の動的非線形解析



⑤ 鋼製上路アーチ橋の動的非線形解析



⑥ 群杭基礎のブッシュオーバー解析（静的）



⑦ 地中BOXカルバートの応答変位法（静的）

