

## 各部署の現状と今後の展望

### 試験研究センター 数値解析室

#### 1. はじめに

数値解析室は、2013年4月に設置した新技術開発支援室の名称を2021年4月に変更した部署であり、構造に関する数値解析を実施するとともに、お客様が要望する技術開発を数値解析を援用して支援することを主な業務とした室である。

当初は新技術開発支援室内に数値解析グループを設けていたが、業務内容や構成人員の変化に伴って数値解析グループは廃止し、主な業務が数値解析であることを明確にするため名称を数値解析室に変更している。

#### 2. 業務内容と推移

##### 2.1 数値解析業務

当法人では、構造に関する各種の実験業務を現在の構造試験室において長年にわたって実施してきた。実験による性能確認は技術開発に欠かすことができない手法であるが、多額の費用と時間を要することが多い。このような場合に数値解析を援用することで、実験費用や開発期間の削減に貢献することが数値解析室の目的である。

近年のコンピュータの発展に伴い、数値解析ソフトも様々な点において飛躍的な向上が見られ、重要な開発ツールとなっている。数値解析室では、当初はLS-DYNAやNX-Nastran等のソフトも利用していたが、MSCソフトウェア社（現在はHexagon社）の汎用非線形有限要素法解析ソフトウェアMarcを2014年に導入し、複雑なモデリングが可能な同社のMSC Apexも2019年から使用している。また、2022年にはDIANA FEA社の汎用線形&非線形構造解析システムDIANAを導入して、現在はMarcとDIANAを主に使用している。

Marcは弾塑性材料や座屈等の非線形解析分野の機能に優れ、接触解析や動的解析、熱伝導解析、熱-構造連

成解析等、幅広い数値解析に用いることが可能であるため、図-1に示すような鋼構造の数値解析に用いている。DIANAはコンクリートの材料モデルが数多く用意され、ひび割れや付着すべり等、鉄筋コンクリート構造の非線形挙動に特有な現象を容易にモデル化することが可能なため、図-2に示すように主にRC構造の数値解析に利用している。なお、当法人が所有するMarcはネットワーク版であり、法人内ではいずれの部署からも使用可能である。そのため、構造試験室や耐火部の職員も必要に応じてMarcを利用している。

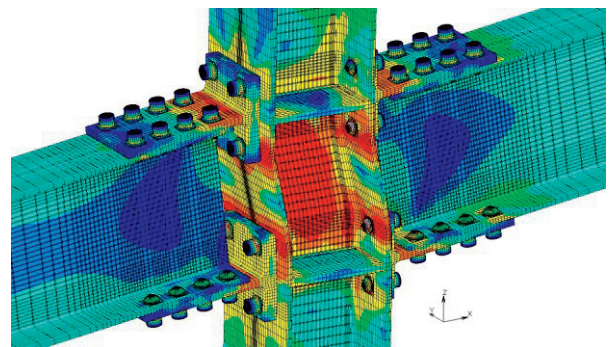
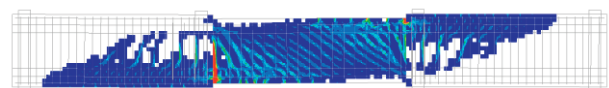
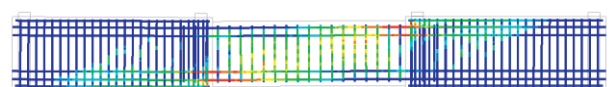


図-1 スプリットティ柱梁接合部の解析



(a) ひび割れ幅分布



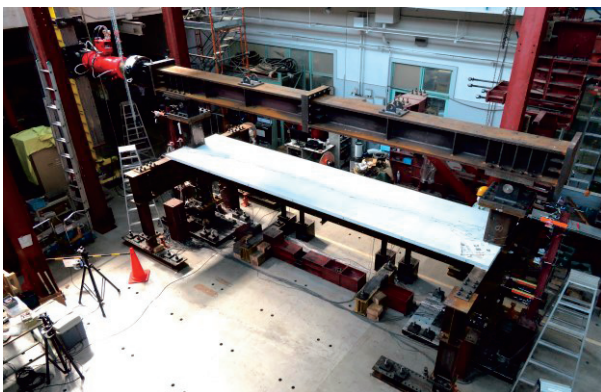
(b) 鉄筋の応力分布

図-2 RC梁の解析例

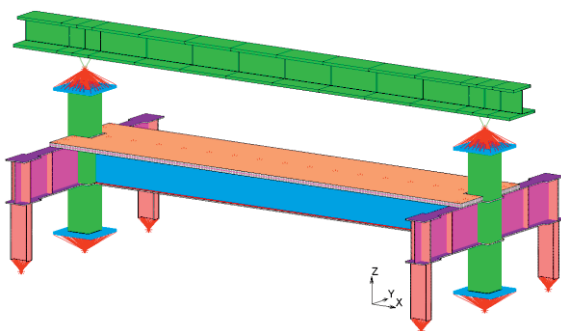
当法人の数値解析室の特徴は、構造試験室の構造実験と組み合わせた対応が可能な点である。数値解析を用いることで、実験の事前予測や実験計画の妥当性検証を行うとともに、実験できない大規模な構造物の性能把握や、実験結果の要因分析が容易となり、技術開発のコスト軽減や効率化を図ることが可能となる。

図-3には、実験と数値解析を組み合わせた例として、スラブ付きH形断面梁に繰り返し曲げを与える実験の写真と、その再現のための解析モデルを示す。実験には多額の費用と期間を要するため、事前検討の解析で試験体を選定し、数体の実験を行った。その後、実験の再現解析で解析精度を検証したうえで、多数のパラメトリック解析を実施して、実験結果と合わせて構造性能を証明する資料(当法人の建築確認評定部 性能評定課が実施している建築技術性能証明)に採用している。

数値解析の依頼は鋼構造に関するものが多いが、コンクリートに対する解析手法を自主研究で検討したこと、およびDIANAの導入により、RC構造に対する依頼も増加している。また、構造試験室と共同で木質系の実験を再現する解析手法を開発し(図-4参照)、論文発表も行っている。



(a) 実験時の写真



(b) 解析モデルの例

図-3 スラブ付きH形断面梁の実験と解析

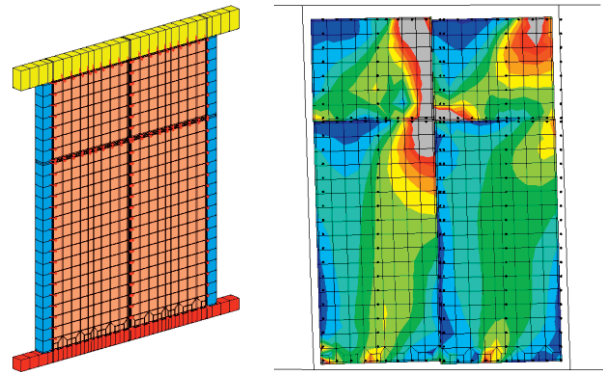
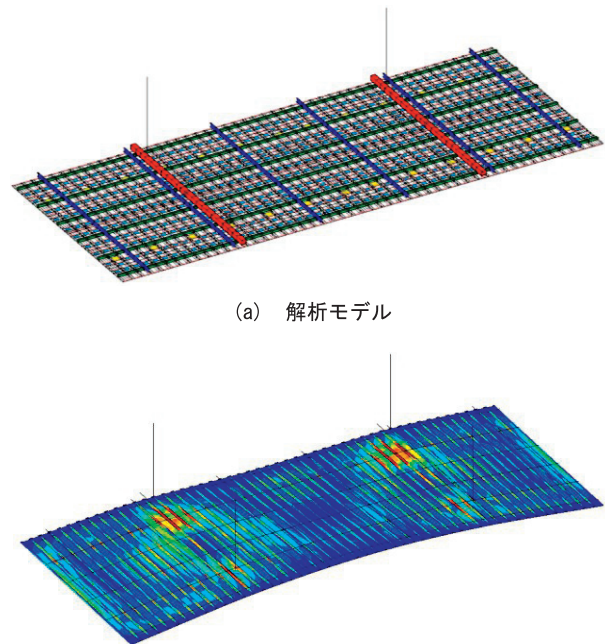


図-4 木質耐力壁(真壁)の解析例

数値解析室で行う解析は構造部材だけでなく、非構造部材である天井の耐震性検証やフェールセーフ天井を落下させる動的解析も行っている。図-5にはフェールセーフ天井の落下実験を再現した解析モデルとその結果を示すが、実験の再現解析で解析モデルの妥当性を検証し、同じ解析モデルを用いて実験が難しい面積の広い天井を落下させる解析も実施している。



(a) 解析モデル

(b) 鉛直変位が最大となる時の変形状況

図-5 フェールセーフ天井の落下解析

## 2.2 技術開発支援業務

当初、新技術開発支援室は試験研究センターの技術開発支援に対する窓口としていたが、各試験室で技術開発に対する相談を受けているため、現在、数値解析室では構造実験と数値解析を組み合わせた依頼に対して技術開

発支援を行う役割を担っている。

技術開発支援は、お客様が開発を要望する製品や技術について、主に建築技術性能証明を取得するための協力業務である。具体的には、目標性能の明確化、目標性能を確認する実験の提案、実験の事前解析、構造試験室での実験実施、実験の再現解析とパラメトリック解析の実施、実験と解析の結果まとめ、性能証明のための資料作成、等々である。また、必要に応じて設計式の提案や、設計用耐力の設定、適用範囲の設定等を行う場合もあり、解析による検討結果を踏まえて、様々な要望に応じる努力を重ねている。

### 2.3 受託業務量の推移

図-6に数値解析室の受託業務量の推移を示す。解析技術力の向上や、構造試験室の実験や性能評定課の性能証明との協力関係強化に伴って、数値解析、技術支援ともに増加傾向にあるが、数値解析は鋼構造に関するものが多く、RC構造や木質構造は少ない。一方、特定天井に関連し、天井の落下防止措置や天井の耐震化に関する数値解析の依頼もある。

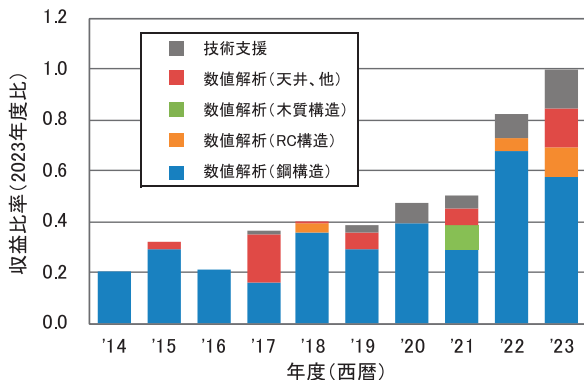


図-6 数値解析室の収益の推移

### 3. 今後の取り組み

数値解析室の過去10年間は業務の導入期から成長期に繋がる重要な期間であったが、当初の目標は概ね達成されつつある。これからの計算技術のさらなる発展を考えれば、技術開発における数値解析の役割は、今後益々高まることは明らかである。そのため、数値解析技術をさらに高め、お客様の技術開発を支援する能力を継続的に向上させることが重要である。

構造試験室の実験と組み合わせた数値解析は、鋼構造に関するものが多く、RC構造や木質構造への適用はまだ少ない。数値解析が技術開発の一つの手段に選ばれるには、解析が実現象を精度よく表現できることが最も重要である。当法人は実験と解析の両方を行っており、RC構造や木質構造についても解析結果を実験結果と比較できるメリットを活かして解析の再現性や精度の向上を今後も継続的に図っていく予定である。

数値解析は実験のように立ち会うことはできないため、お客様から見ればブラックボックスである。単に結果を示すだけでなく、解析モデルや設定値の詳細、得られた結果等を丁寧に表示し、特徴的な現象が生じた場合はその要因について考察する等、わかりやすい説明を行うよう、今後も努力を続けていく予定である。

また、今までの数値解析と技術開発支援に加え、今後、特定サイトにおける設計用入力地震動の策定や、地盤情報を反映させたサイト波の策定、地盤調査を含む高精度な地震動予測等を新しい業務として行う予定であり、現在準備を行っている。

### 4. おわりに

数値解析を援用した技術開発を通してお客様の新たな価値創造に貢献し、新しいお客様を増やすとともに従来からのお客様に新しいサービスを提供することで当法人の存在意義を拡大していくことが数値解析室の大きな目的である。これらを実現するためには、担当する職員の技術力の維持と向上が不可欠である。日々の業務の中で新しい知識を習得し、自らの技術力として身につけるには時間と労力が必要である。

ご依頼頂いた案件には、今までに実施したことのない新しいものも多く、このような依頼があった場合は、ある程度の時間を頂いて事前の検討を行っている。数値解析は実験と異なって試行錯誤を繰り返すことが可能であり、そこで得られた多くの結果は数値解析の精度向上と職員の能力向上に役立っている。その意味では、お客様に育てていただいている面もあり、感謝申し上げますとともに、引き続き挑戦する新しい課題をご提供いただけることをお願い申し上げます次第である。

(数値解析室長 安井信行)