

管路防災研究所

NEURON Pipeline Resilience Laboratory

NEWS LETTER

Vol. 41 2025.10

FEM解析結果真偽判定力の養い方

管路防災研究所 研究員 西 勇也

FEM解析結果は必ず間違いを含んでいる

FEM解析は万能ではない。有限要素法は限られた条件下における連立方程式の解法でしかない。しかし汎用性の高さから広く工学分野で多用され、半ば関数電卓の延長のごとく使用されているきらいがある。関数電卓を駆使するにあたって内部プリント基板の働きまで知る必要はないが、FEM解析ソフトウェアに至ってはそうはいかない。市販のFEM解析ソフトでは内部処理として、安定的に解を得る目的で解析モデルに対し様々な補正が行われている。したがって解析解には必ずモデル補正による小さな間違いが含まれている。これを誤差として許容し得るか否かは解析を実行する技術者が自己の責任のもと判断しなければならない。つまり技術者が解析結果に責任を持つことと解析ソフトウェアへの理解は不可分である。少なくともソフト開発元が公開しているリファレンスマニュアルは十分に理解したうえで実務に臨むべきである。



〒619-0237

京都府相楽郡精華町光台2-2-5

日本ニューロン株式会社

けいはんなサウスラボ

『管路防災研究所』

お問い合わせ先

info@neuron.ne.jp



解析結果の真偽判定力

ソフトウェアによる影響を除くと、FEM解析結果の真偽を決する要因は実現象を解析モデル化する際に生じる。3次元空間に実在する解析対象物を何次元モデルで表現するのか、ソリッドモデルかシェルモデルか、材料特性は線形か非線形か等方性か異方性かといった解析モデル化の判断は解析技術者が行わなければならない。逆説的に、この理解がなければ解析結果の真偽を判定することはできないであろう。

例えばFEM解析の入門書では一般に板厚の薄い構造物はシェル要素でモデル化することが推奨されるが、「シェル理論」まで踏み込んだ解説はあまり見かけない。FEM解析におけるシェル要素の源流にあり、シェル構造の力学を体系化したという観点で言えば *Theory of Plates and Shells (1940, Timoshenko)* は金字塔と言って差し支えないだろう。同書を開くと、かなり大胆な仮定のもと理論が展開されていることに気づく。果たして、この仮定が解析対象に適用可能であるのか。解析結果にどう影響するのか。これを考察することこそが真偽判定力を養う第一歩である。願わくはFEM解析に入門する以前に連続体の力学を習得することを推奨する。単純化された理論式の数々は解析結果を読み解く道標となるであろう。

解析結果は間違い探し

最後によくある間違いとして材料特性の無理解から解釈を誤った事例を紹介したい。自然災害で被害を受けたインフラの被害調査結果として自治体が公開している文書の中に、SUS304製部材の破壊について3次元モデルでFEM解析を実施した旨が報告されている。この事例では被災時、当該部材に外力が作用した結果、Von-Mises応力がSUS304の引張強さ520[N/mm²]を超過したことで破断に至ったと結論付けている。これは完全に間違いである。この事例のFEM解析結果は真応力で出力された値を参照している。初等材料力学において金属材料は引張強さで破断すると習うかもしれないが、これは単軸引張状態を公称応力で評価した限定的なケースである。SUS304の単軸引張破断点は真応力で評価すると実測で1400[N/mm²]程度となり、被害事例と解析結果が整合しない。さらに3次元モデルの応力状態は多軸応力状態であることから単軸引張試験で得られる真破断応力を用いて破壊形態を評価することはできない。

この間違い事例の最大の問題は解析を行った技術者が判断を誤ったことではなく、その解析結果を誰も疑わないまま公表されてしまっている点にある。FEM解析結果は一見すると説得力があり納得してしまいそうになるが、間違い探しのつもりで疑ってかかるリテラシーが重要である。

環境条件

Core技術

管路防災技術

地震災害

過酷環境

気候変動

Resilientな
伸縮可撓継手

終局限界性能
確認実験技術

管路系システムの
耐震・性能設計

防災
エンジニアリング