



## 第54話 特異なモデルの作成と検証

特殊な形状あるいは接合部を有するモデルは、プリプロセッサをそのまま使用するだけでは構築できない。特異なモデルを設定する手法と、作成したモデルが正しいかどうか検証する必要がある。特にこの検証が確信をもって以後の複雑な解析に進めるか否かにかかっている。

右図の簡単な2つのモデルを用いて、解析モデルの作成と検証について考えてみよう。特異な解析モデルを作成する際、まず問題を明確にする必要がある。ここでは、「屋根部と下部構造との接合はピン接合とし、曲げモーメントは伝達しない」とする。スパンが長いため、下部はRC造もしくは木造であっても、屋根部は鉄骨にする場合がある。このような異種構造の場合、屋根部と下部構造では剛接合とならず、一般にピン接合とする。他に、接合部の非線形履歴を考慮したばね要素を挿入することもある。

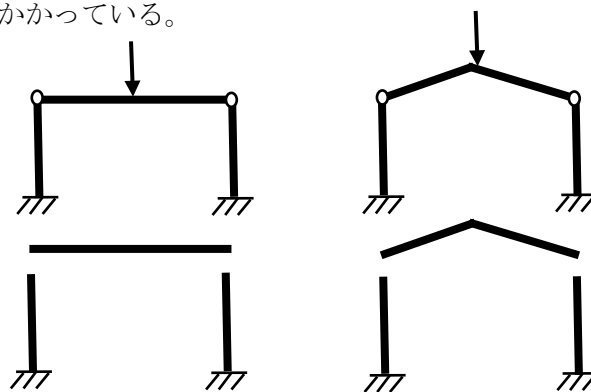


図1 検証用解析モデル

解析モデルの作成と検証では、戦略を練る必要がある。特に、解析モデルの検証では、そのモデルが適切であるという証拠が必要となる。これをやらないと、弾塑性解析などの複雑な問題でエラーが発生すると、モデル設定に間違いがあったのではないかと疑い、問題の特定にたどり着くまで、多くの時間と労力を費やすことになる。これらの検証を積み上げることで、より複雑な問題でも分析可能となり、実解析モデルの不具合や欠陥を見つけることができる。

最初に、解析モデルの作成から考えてみよう。ここでは、屋根部と下部構造との接合が特異なモデルとなるので、問題の設定は「2つの構造におけるピン接合」である。モデル構築のために、まず、使用するソフトにどのような手段が提供されているかをマニュアルなどで検索する。例えば、SPACEでは、ピン接合は節点自由度の同一化による方法を用いる。少し面倒であるが、この手法は多種のモデル化で利用可能であり、理解する価値はあると思う。

まず、2つに構造を分離し、各々の構造材料で解析モデルを構築する。問題をなるべく単純化する。例えば、剛床仮定などは使用しない。この剛床仮定も節点の自由度同一化を利用しており、問題が複雑となる。もし必要ならば、ピン接合が適切に設定できた後、剛床仮定を加えてモデ

ルを改修すると良い。無論、接合部は異なる節点として登録する。

ピン接合の方法として、SPACE では2つの節点の自由度を同一化する方法を用いる。3次元モデルでも同様である。ピン接合では、接合部の2つの節点の  $x$ 、 $y$ 、 $z$  方向の変位を同一化し、3方向の回転自由度は2つの節点で独立とする。この操作を屋根部と下部構造との接合節点全てに施す。該当する節点に屋根部でも下部構造でも、任意の数の部材が取り付けられていたとしても問題はない。例えば、桁が外周に設置されていても下部構造の当該節点に剛接合させることでモデルが設定できる。つまり、部材に関係なく、接合節点にのみ着目して節点自由度の同一化を行えば良い。

節点の同一化手法の詳細とその意味については、「SPACE で学ぶ構造力学 モデラー使用編」の第4.5.4節及び第5.7.10節を参照されたい。

解析モデル設定後、そのモデルが適切か否か検証する。検証方法は問題によって異なるが、一般的には力学の基礎知識を用いる。この例のように対称構造物では対称荷重を加えると対称変形と対称の曲げモーメント分布が、一方、逆対称荷重を加えると逆対称の曲げモーメント分布が得られる。さらに構造物にピン接合が内在すると、そこでは曲げモーメントが伝達されず、屋根部と下部構造の節点で各々曲げモーメントのつり合いがとられる。この例の場合は下部構造には桁が回っていないので、 $x$  と  $y$  方向共に片持ちの柱となり、接合節点では曲げモーメントはゼロとなる。このように基本的な力学的知識を用いてモデルの検証を行うことになる。

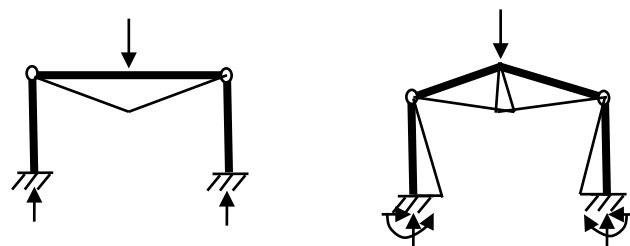


図2 曲げモーメント分布と外力・反力

その際、検証結果が理解し易いように、いくつかの荷重モデルを作成し、各々何を確かめるかを定める。例えば、右図のように屋根部の  $z$  方向に対称鉛直荷重を加えると、解析結果はほぼ予測がつく。解析結果と理論解あるいは予測値が合致すればモデルは適切であり、異なっていればその原因を分析してモデルを修正する。全ての荷重モデルをクリアすれば、適正なモデルを担保することになる。何を検証すれば良いか戦略を練り、荷重モデルを何通りか作成し、各々結果を確認すれば良い。

SPACE では、このような検証を容易に実施できるツールがある。静的プレゼンターで荷重の状態を確認し、変形状態や曲げモーメント分布を検証する。骨組が複雑な場合、プレゼンターの上部Cチップと横の2重矢印を押すことで、通り芯ごとの曲げモーメント分布や変形状態が得られ、その良否を確認し易い。その他、多くの解析結果を分析するツールが用意されており、これらを駆使することで適切モデルへの担保が容易に得られる。