



既設 RC 中空橋脚の塑性化領域での耐震性能照査方法の提案

－ファイバーモデル適用に関する課題と解決－

田淵設計

概要

各実験結果により既設中空 RC 橋脚の柱断面については破壊形態が充実断面と異なることが明らかとなり、H24 道示以降 M-φ特性の適用条件は「充実断面」に限定されることになった。これに伴い、中空断面は M-φ特性に変わる照査方法が整備されていない状況である。発注機関によってはエアモルタルの充填により、平面保持の仮定が成立するとみなし塑性化領域にも M-φ特性を適用してはいるが、柱上端はエアモルタルの施工ができず、面内解析では塑性化する柱上端（中空部）の剛性特性の取り扱いに統一性がない状態となっている。

3次元 FEM 解析が適用される事例もあるが、解析時間及びコストが高むことが問題となる。そこで、より簡単に照査が可能な Engineer's Studio®（以下、ES という）のファイバーモデルを活用した場合の課題とその解決方法を提案する。

構造諸元

上部工：4 径間連続 PC ラーメン橋

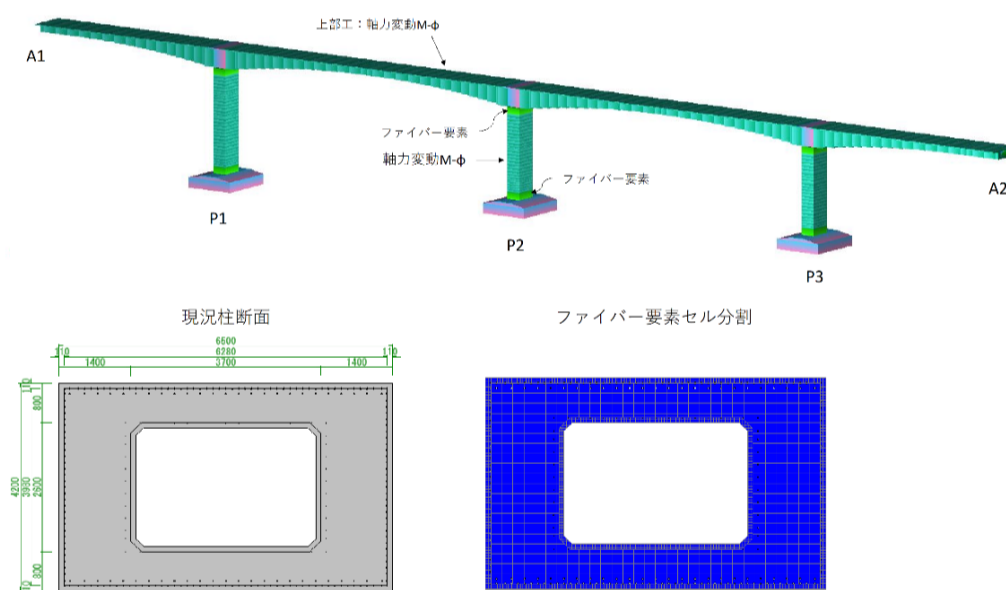
- 軸力変動 M-φ要素

下部工：RC 中空橋脚

- 上端・基部をファイバー要素
- 一般部を軸力変動 M-φ要素

基礎工：直接基礎

- 基礎ばね



【ファイバーモデル適用時の課題】

- ファイバーモデルにより求まる応答ひずみを用い、如何にして耐震性能の判定方法を行うか、現行の基準には記載がない。
- 簡易 FEM と言われるファイバーモデルは、M-φ特性と同じく「平面保持の仮定」があり、材料構成則にせん断破壊などが考慮できないため、ファイバーモデルの適用限界を把握しなければならないが、その評価手法がコンクリート標準示方書にはない。

【課題の克服】

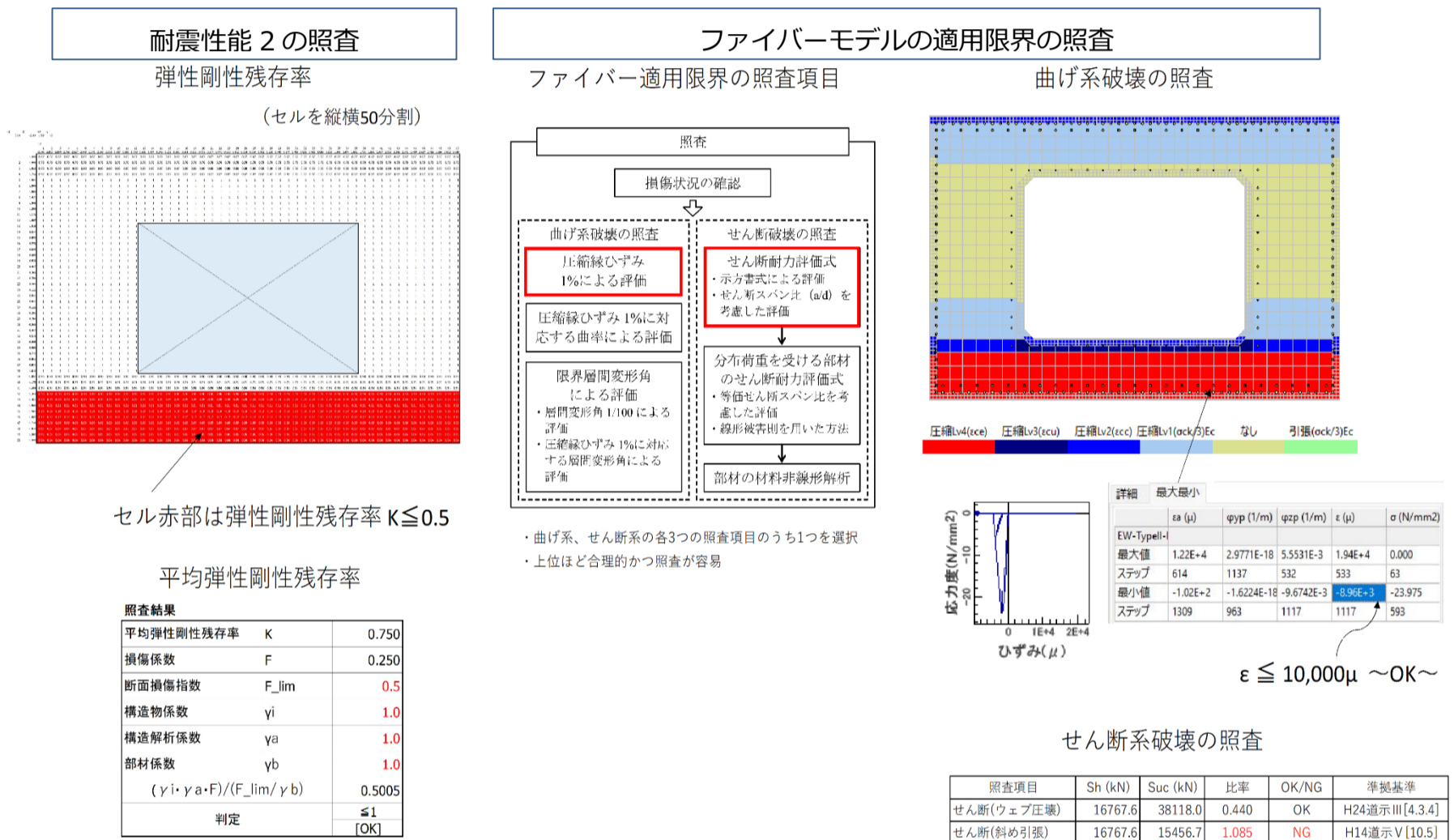
- “2002 年コンクリート標準示方書[耐震性能照査編]”の「平均弾性剛性残存率」の判定手法の適用により、コンクリートの圧縮ひずみ量を用いた耐震性能の判定。
- コンクリート標準示方書の参考文献として記載がある“土木学会 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル”（以下、原発マニュアルという）によるファイバーモデルの限界値の評価手法の適用により、適用範囲の設定を提案。



設計結果

橋脚基部、ファイバー要素断面での照査結果を以下に示す。

- 曲げ系破壊の照査として、平均弾性剛性残存率、及び、圧縮縁ひずみ 1%(10000μ)。
- せん断系破壊の照査として、せん断耐力評価。



まとめ

【ファイバーモデル活用のメリット】

- 3次元 FEM 解析よりも解析時間、及び、コスト削減可能。
- ファイバーモデルでは材料ひずみが抽出可能なため、原発マニュアルの[曲げ破壊の照査]の[圧縮縁ひずみ 1.0%(10,000μ)以下]を容易に照査可能。
- ひずみコンター図により、内側被りコンクリートが最大圧縮ひずみに達する(剥離する場合、その損傷範囲の確認が可能。
- ファイバーモデルを用いることで軸力変動が考慮可能。
- 降伏まで至らない場合、ひずみより直接求めた曲率での曲げ照査が可能。

【今後の課題】

- 平均弾性剛性残存率で照査するのは手作業となる。
- 原発マニュアルは一般的に周知されたものではなく、構造もボックスカルバートを対象としたものであり、橋梁下部工に適用する場合は、発注者側との十分な協議が必要。