

産業競争力懇談会（COCON）  
2019年度推進テーマ活動企画書【新規テーマ】

1. タイトル：大型建造物の次世代評価法

2. 提案の背景・理由：多発する地震などにより「国土強靱化基本計画」が、昨年12月に見直された。超高層ビル、橋梁などの大型建設物は都市機能の安全・安心に直結する。これらの大型建設物の安全性と機能維持・継続性を確認し、必要に応じて対策を講じることは、そこに暮らす人々と企業活動のイノベーションを推進する「ゆりかご」となる。耐震・免震・制振構造では、鋼鉄、コンクリート、免震ゴム支承やダンパーなどの先端技術が社会の安全安心を支えている。これらの大型建造物の検証には、連続体力学に基づく高度シミュレーション技術が用いられるが、複合材料などの終局変形と脆弱性の分析、破壊に対する余裕度を的確に評価するシミュレーション技術のイノベーションを達成し、それを社会に還元する。

3. 目標&ベンチマーク：巨大地震は自然災害の代表であり、予想を超える残余のリスクがある。これに対応するため、例えば橋梁の支承（支持部材）は損傷しても床版（走行床）自体の落下は防いで、機能喪失を避ける損傷許容設計や、異なるレベルの地震に対し許容できる損傷を決めて、維持すべき機能を選ぶ性能設計のイノベーションが取り入れられつつある。構造部材の材料の特性や組み合わせも数多いが、様々な大型建設物は、力学的には共通の構造部材、つまり大断面の柱、壁、杭、基礎や免震・制振装置などで守られており、それらの使用継続性を確保するゆりかごとしての①ベンチマークと企業ニーズの抽出、②次世代イノベーションの構成要素の構築、③次世代シミュレーションの高度化の達成を目標とする。

4. 検討内容&構築すべきエコシステムの要素：大型建設物は、材料、構造部材、建設物全体として安全性が考慮され、構造部材などの製造企業（鉄鋼、コンクリート、ゴム支承）とそれをを用いるゼネコンなどが関わる。これらの企業の連携により次世代シミュレーションを具現化することで、大型建造物の機能維持・継続性が確保され、巨大地震時においてもサプライチェーンを確保して二次的な災害を防ぎ、都市システムの機能停止を防ぐ。これにより大型建造物の過剰設計を防ぎ、災害時も含めて大型建設物に対するリソースのエコに貢献する。エンドユーザーが例えば要求性能を決め、設計会社がそれを具現化した設計を行い、ゼネコンが様々な材料などを調達して建設し、製鉄会社は部材への使用方法に即した強度、靱性の調整を行うなどして、大型建設物に関連する産業のニーズに合わせた高度解析シミュレーションによりもたらされるイノベーションがクラウド的に繋がっていく。これらイノベーションから、達成すべき課題を抽出し、安全・安心のための合理的な解決策を検討していく。各構造部材のシミュレーションの方法と精度の現状を、エンドユーザーの事業（すなわち建設物）の種別ごとに横断的に整理する。大型構造部材の機能継続性をシミュレーションするための数値解析法を検討する。シミュレーションの信頼性を検証するために、必要な解析手法の設定やデータの充実をどう図るかについても検討する。

5. 課題、解決案、官民の分担：連続体力学に基づく FEM の損傷予測では、材料の不均一性、組成のバラツキ、複合材の各構成要素の強度・付着特性、寸法依存性、更には経年変化や疲労特性などの広範な特性を模擬することは困難である。また、残留応力や応力集中に対する材料挙動、局部座屈や破断という高度な材料・幾何学非線形性、減衰材料の分子運動による温度・振動数依存など、多岐にわたる応答の敏感性の再現も困難であり、以上が部材レベル、大型構造物レベルでのシミュレーション技術が停滞していた主な要因であると言える。これら諸問題を構造部材の種別ごとに分析し、過去の実験データと合わせてシミュレーション技術のイノベーションを展開する。これらの活動を官民一体で行うことにより、大型構造物の次世代評価法を築いていく。

6. ロードマップ：地震後の社会活動の継続ができる次世代型超高層建築に関し、企業と共同研究を行っている。また、最新鋭スパコン Tsubame3.0 により、次世代シミュレーション技術のイノベーションを達成する。①重要構造部材の既往データと解析の乖離特性を整理してシミュレーション技術の高度化を図る。②防災科研ほかが取り組んでいる都市災害シミュレーションに、建設物構造群の解析技術を繋げ、シミュレーション技術のイノベーションの高度化を目指す。③ スパコンを活用した鉛直荷重と揺れや変位が重畳した場合の大型建設物の使用継続性の判定ロジックとそこに必要なデータを明確にする。

7. プロジェクトの出口：シミュレーション技術のイノベーションにより大型建設物の性能向上を図り、過去の巨大地震などを踏まえ、より安全性の高い社会を構築し安全・安心を届けるための、データインフラの構築と、達成すべき次世代大型建設物の評価手法の方向性を明確にし、社会に還元するための仕組みを提案する。

8. 体制：リーダー：東京工業大学、コ・リーダー：新日鐵住金、サブリーダー：竹中工務店、ブリヂストン 建築・土木（構造用材料を含む）、免震・制振の2分野でそれぞれサブリーダーが検討をまとめる。コ・リーダーは2分野の企業ニーズを集約するとともに、サブ・リーダーと連携して次世代イノベーションの問題提起を行い、本テーマを推進する。東工大の各研究領域が連携し課題の解決に繋げる。