

# 疲労荷重を受けるコンクリート構造物の劣化メカニズムの解明と 寿命予測技術の開発（研究計画）

維持管理システム工学研究室 博士課程一年  
社会基盤施設管理グループ・リサーチアシスタント  
松本浩嗣

## 1. はじめに

持続可能な社会基盤施設管理システム構築のためには、構造物の寿命予測技術の開発が必須である。構造物に劣化作用が生じた場合に、どの程度の経過時点でのどの程度の性能劣化があるのかということが時系列的に予測できなければ、真に合理的な設計、維持管理計画を実現することはできない。

構造物に作用する劣化には様々な種類があるが、本研究では長期的力学作用として代表的な疲労に着目した。現在、疲労に対する構造物の設計はS-N曲線（作用荷重の大きさと破壊に要する載荷回数との関係）を基に行われている。しかしこの方法では、任意の時点での変形、残存耐力、ひび割れなどが不明であり、構造物の様々な要求性能を照査できるとはいえない。また、凍結融解作用、塩害など、他の劣化要因との複合作用について予測することができない。

そこで本研究では、疲労載荷試験を通じた実験的アプローチ、離散解析手法を用いた解析的アプローチの双方により、材料の劣化メカニズムの解明を試みる。さらに、材料内部の物質移動を解析的に表現する手法を用いることで、化学作用、環境作用との複合作用に対する性能予測ツールを開発する。

## 2. 劣化メカニズムの解明

本研究では、社会基盤構造物の中で最も一般的であるコンクリート構造物について扱う。疲労荷重を受けるコンクリートは、非常に複雑な破壊過程を示す。それは、コンクリートが骨材、モルタルから成る複合材料であり、応力、変形が不均質に発生するという特徴があるためである。このような不均質材料の破壊メカニズムを知る場合、視点をより微小なレベルに落とすことが有効である。すなわち、マクロレベルでは均質材料とみなされていたものもより微視的に見ると、骨材、モルタルからなる複合材料とみなすことができるようになり、複雑な破壊過程を表現できるというものである。（図-1）長井らは、剛体バネモデル(RBSM)によるコンクリートの離散解析システムを構築し、脆弱部における応力集中、微細ひび割れの進展などの破壊プロセスを数値解析に表現することに成功している。本研究では、材料レベルでのコンクリート疲労載荷試験による実験的アプローチとともに、剛体バネモデルを時系列問題へと拡張させることで、疲労荷重下におけるコンクリートの時間依存的な損傷、破壊プロセスを表現可能な解析システムの構築を試みる。すなわち、コンクリート内部の局所的なクリープ変

形、応力開放・再配分、ひび割れ進展を数値的に表現することで、劣化メカニズムを解析的アプローチにより解明する。

## 3. 複合劣化に対する寿命予測技術の開発

剛体バネモデルにトラス要素を導入することによって、コンクリート内部の物質移動を表現することができる。これにより、任意の環境条件課での時系列的な水分移動量、熱移動量、イオン移動量を把握することができれば、凍結融解、塩分腐食などの材料劣化を表現することが可能となる。

さらに、前節で示した疲労による時系列的な破壊プロセス解析システムと組み合わせることにより、疲労と凍結融解作用、疲労と塩分腐食といった複合劣化に対する数値シミュレーションが可能となる。（図-2）

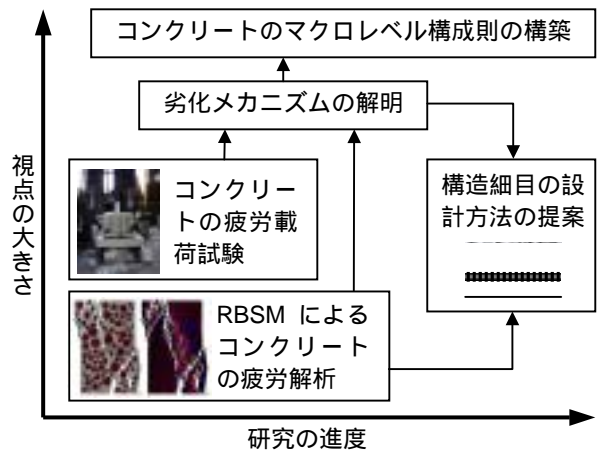


図-1 疲労劣化メカニズムの解明手法

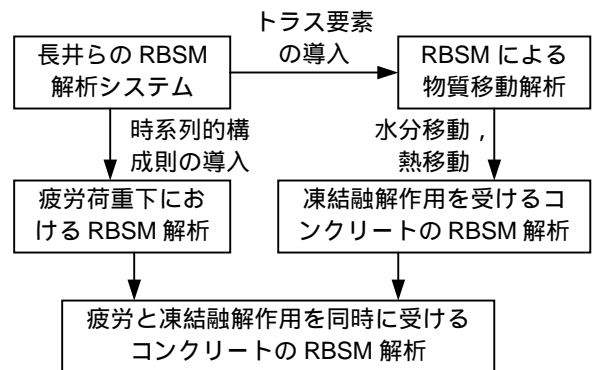


図-2 複合劣化に対する時系列型解析システムの構築フロー