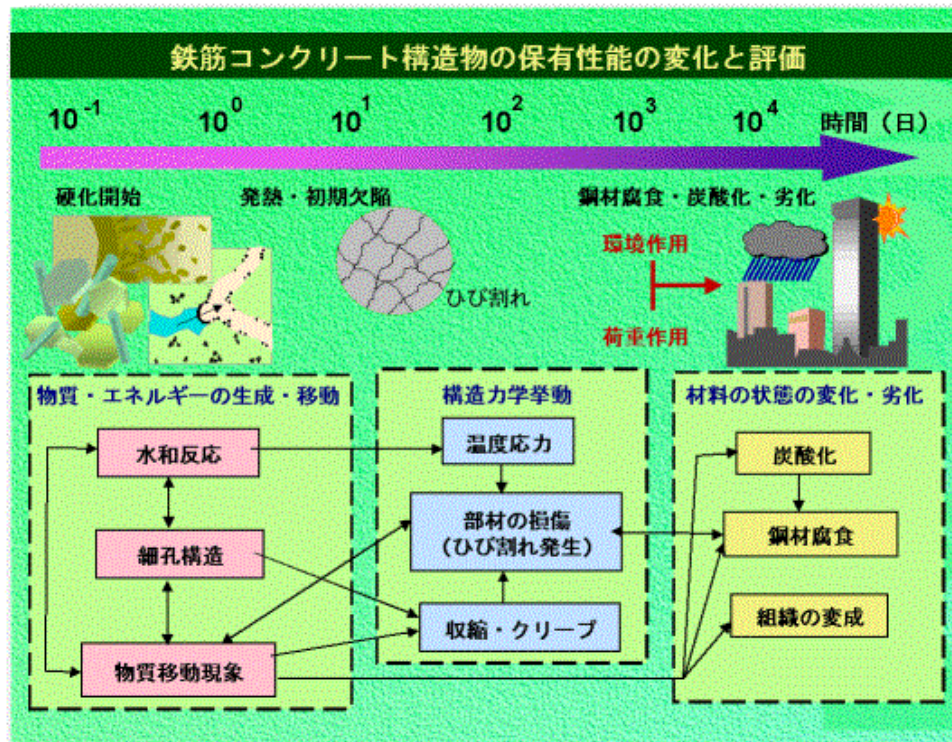




鉄筋コンクリート構造物の材料品質評価システム

Arranged by ISHIDA, T. Last modified 98.6.3.

コンクリート材料が形成していく過程, 初期欠陥の発生予測, また中長期における劣化・損傷など, 様々な外力・環境作用を受ける RC 構造体中の材料の品質を, 任意の時空で追跡する事を目指しています. 今まで, 私達の研究室では次の様な研究テーマに取り組んできました.



1. 温度ひび割れ照査システムの開発 (1985ー)

コンクリートは打設後数時間の間に, 反応熱の放出を伴う, 水とセメントの活発な水和反応が始まります. ダムの様な大型構造物の中心部では発生した熱は外部に容易に逸散出来ないため, 内部には熱エネルギーが保存されます. 温度上昇自体は, コンクリートの材料性能に悪影響を及ぼすものではありません. しかしながら, 構造物が冷却され, 構造物の表面と内部で熱の勾配を持つようになると, コンクリートの熱による体積変化(膨張・収縮)により, 内部応力が発生します. この内部応力がコンクリートの引張強度を上回ると, 温度ひび割れが発生します. この種のひび割れは, 構造物を貫通する 경우가多く, 構造物の機能・耐久性能を低下させる要因となります.

以上の背景より, 本研究室において, 温度ひび割れ照査システムの開発が始まりました. 構造的要因と温度上昇・降下の複合作用から発生する温度ひび割れ危険度を定量評価し, 必要ならば使用材料を変更して, ひび割れ危険度を設計段階で低減させる事がその目的です.

2. コンクリート中の水分保持・移動現象の解明

多孔性材料であるコンクリートは, 安定して水分を内部に保持する事が出来ます. セメント硬化体の空隙中に存在する水分の予測は, コンクリートの品質を時間軸で定量評価する上で非常に重要な命題です. すなわち, 若材齢時に活発な水和反応, 水和に関連する自己収縮, 及び水分の逸散に伴う乾燥収縮等の諸現象は, コンクリート中の含水状態に強く依存します. また, コンクリートの長期品質に影響を及ぼす塩化物イオン, 酸素,



二酸化炭素等の物質移動現象は空隙中の水分形態と密接に関連します。この様に、コンクリート材料の形成・劣化現象の追跡するにあたり、コンクリート中の水分形態の定量化は必要不可欠なテーマであるといえます。

以上の背景を踏まえ、本研究室では、コンクリートの水分移動現象の解明に、実験・解析の両面から取り組みました。

3. 熱力学連成解析システムの開発

セメントの水和反応は、コンクリート内部に存在する水分状態に強く依存します。また、セメント硬化体の微細組織は、水和反応に伴い形成が進みます。さらにコンクリートの水分移動抵抗性、及び水分保持能力は、微細組織の幾何学的構造によって決定されます。この様に、若材齢において進行する水和反応、水分移動現象、微細組織の形成過程は相互に強く依存する現象です。以上の三者の相互依存性を考慮した熱力学連成解析システム DuCOM の開発が進められています。DuCOM の開発により、任意の配合、使用材料、養生条件、環境条件に対して、コンクリートの形成過程、材料の品質を時空間軸で得る事が可能になりました。

→ DuCOMの詳細 <http://concrete.t.u-tokyo.ac.jp/en/demos/ducom/index.html>

4. 細孔組織構造、及び熱力学的平衡に基づく体積変化・応力・材料変形の数値解析予測技術の開発

コンクリート材料は、外部への水分逸散によって体積が変化します。この乾燥収縮と呼ばれるコンクリートの体積変化は、構造物が拘束される場合、自己応力が発生し、ひび割れの発生につながります。本研究室では、乾燥収縮による内部応力、またひび割れ危険度の数量化を目指し、微視的機構に基づく、乾燥収縮予測モデルの開発が行われました。さらに、近年普及が進みつつある自己充填コンクリート、高強度コンクリートは、粉体量が多く、水粉体比が小さい事から、水和の進展に関連する自己収縮現象を考慮すべきとの研究成果が得られています。本研究室では、自己収縮に対しても、数値解析による予測手法が提案されています。先ほど紹介しました熱力学連成解析システムを用いて、自己収縮・乾燥収縮及び両者の複合効果による体積変化を統一した枠組みで表現する事に成功しています。

また、外荷重や外荷重や収縮応力を持続的に受けるコンクリート部材の変形挙動に関しても現在、研究が進められています。

5. 熱力場と応力場の連成解析

RC 構造体に発生する温度応力、自己・乾燥収縮による応力・ひび割れの発生は、力学的境界条件と共に、熱や水分の移動現象に強く影響を受けます。また、発生したひび割れは、物質移動抵抗性を低下させ、鉄筋の腐食に不利な要因となります。ここで、鉄筋は錆びると共に体積が増加し、膨張圧を発生させ、ひび割れの進展を加速させます。この様に、コンクリート内部の熱・物質移動現象と、力学的挙動は互いに連関を及ぼす事象であり、相互の依存性を考慮する必要があります。

以上の背景を踏まえ、本研究室ではコンクリート系内の熱力場と、応力場の相互依存性を考慮した連成解析システムの開発が行われています。

6. 劣化現象

RC コンクリート構造物の鉄筋腐食、またコンクリート材料の組織の長期的な変成に関しても、現在取り組んでいます。