

「建築物の戦略的保全に資する建築部材の物理的耐久性能の評価技術の開発」

(平成26年度～平成27年度) 評価書 (事後)

平成28年5月20日 (金)

建築研究所研究評価委員会

委員長 深尾 精一

1. 研究課題の概要

(1) 背景及び目的・必要性

前重点研究課題「建築材料・部材の物理的耐用年数と資源循環性に関する評価技術の開発」では、設計時の仕様によってほぼ決定される中性化深さとかぶり厚さの関係(コンクリート系)やファクターメソッド(木質系、仕上げ系)など、従来からの手法を用いて物理的耐用年数の評価、影響負荷の評価等について検討を行った。しかし、既存建築物の維持管理を今後より効果的に行うためには、施工及び供用段階の各種影響を加味した新しい評価指標の検討が必要である。一方、建築物の耐久性を検討する上で、例えばRC造のように鉄筋表面までの中性化の到達を設計限界とする一義的評価ではなく、使用方法や供用期間等に基づいてユーザー自身が任意に耐久設計限界を選択できれば、より積極的かつ効率的な維持管理、すなわち「耐久設計限界の選択を基本とした戦略的な維持管理」が可能になると考えられる。

サブテーマ 1) 鉄筋コンクリート造建築物の中性化進行推定手法の検討

「品確法」等の劣化対策等級では、中性化深さが鉄筋かぶり厚さに到達した時点を設定限界と定めているが、中性化深さを基本とした耐久性の評価において「現行の推定手法による結果」と「実構造物の調査結果」との間に乖離が見られるケースがある。

本課題では実構造物中の中性化の進行をより詳細に推定するため、施工時の養生や供用時の環境等の各種要因が中性化進行に及ぼす影響、および供用期間中の調査を活用して将来的な耐久性を評価する手法について、技術資料としてまとめることを目的とする。

サブテーマ 2) 木造建築物の耐久性評価・現況検査手法の検証

①本課題では、前重点研究課題「建築材料・部材の物理的耐用年数と資源循環性に関する評価技術の開発」で開発した「木造住宅等の耐久性評価・設計支援ツール」の有効性を高めるために現状調査を行い、同ツールの耐久性能評価の精度をさらに向上させることを目的とする。

②国交省は、「既存木造住宅の市場流通の活性化」、「既存住宅の長期優良住宅認定制度の策定」、「既存住宅耐震改修等の減税措置」などの取り組みを行っている。これらの施策を実施する上で、「構造耐力上主要な部分の劣化状況の把握」が難しいことが課題になっている。このため、個々の建築物の「現況検査から得られた情報」を用いて実施される「構造躯体の劣化状況の推定法」の精度向上が必要である。よって、本課題では、この推定法の精度向上のために現況検査の信頼性の検討を行い、現況検査から得られた情報と実際の劣化状況の相関関係・確率変数を得るための技術の検討を行うことを目的とする。

(2) 研究開発の概要

サブテーマ 1) 鉄筋コンクリート造建築物の中性化進行推定手法の検討

耐久設計限界の設定に必要となる、施工時及び供用時における各種要因を考慮した中性化進行の評価手法の検討、及び前重点研究課題における評価ツールの検証を行う。

サブテーマ 2) 木造建築物の耐久性評価・現況検査手法の検証

①木造建築物の躯体部分の耐用年数推定法の検証

ファクターメソッドを用いて推定した木造躯体の耐用年数の妥当性を、木造建築物の耐久性に関する既往の調査文献、及び既存木造住宅の劣化度調査に基づき確認する。

②現況検査手法の検証

現況調査の効率化を踏むために提案されている機器の使用性を調査し、建築物の環境・立地条件等と躯体の劣化の発生頻度に関する分析を行う。

(3) 達成すべき目標

サブテーマ 1)

①前課題にて開発した環境負荷評価ツールを検証・改良し、公表する。

②「施工時及び供用時の要因が中性化進行に及ぼす影響」及び「その評価手法」等について技術資料としてまとめる。

サブテーマ 2)

①調査と実験によって検証が行われた「耐用年数推定法」を作成し、同手法をコンピュータプログラムとして取りまとめ公表する。

②「既存木造住宅の環境・立地条件等と躯体の劣化発生頻度」に関する技術的知見や、「床下の劣化状況調査のために提案されている機器の使用性」を評価し、既存木造住宅の長期優良住宅認定に関する解説書の一部としてとりまとめる。

(4) 達成状況

サブテーマ 1)

①前課題で開発した環境負荷評価ツールについて、物理的耐用年数の評価方法の一部を改良提案した。これらをまとめて建築研究資料(建築材料・部材の物理的耐用年数と資源循環性に関する評価技術の開発)(案)としてまとめた。具体的な改良点は、品確法による水セメント比計算時の混和材の取扱いに関して中性化寄与率をセメント種類ごとに設定した。改良にあたっては、混和材種類と水結合材比(W/B)を水準とした中性化促進実験により検証した。

同成果の一部は、平成28年国土交通省告示第151号(平成13年国土交通省告示1347号)の日本住宅性能表示基準・評価方法基準において、劣化対策等級の改正に活用された。

②施工時及び供用時の要因(材料種類、施工季節、養生方法、地域、屋内外、仕上げ、他)が中性化進行に及ぼす影響について、実験、実構造物調査、データ分析、及び文献調査等を行い、中性化速度係数(mm \sqrt 年)としてとりまとめた。

同成果の一部は、平成28年国土交通省告示第503号(昭和46年建設省告示第110号)において、せき板の存置期間の改正に活用された。また、副産材を使用した場合の中性化寄与率、屋内外及び仕上げ別の供用時の中性化推定手法の提案を行い、適宜資料としてとりまとめ論文発表等を行った。

サブテーマ 2)

①耐用年数推定法の検証に必要な調査と実験を実施し、国際会議等に公表した。コンピュータプログラムに関しては、マニュアルを含めて完成した。なお、耐用年数推定法に関してはさらに改良が見込まれる。

②103棟の既存木造住宅の調査結果から、既存木造住宅の環境条件等と躯体の劣化発生頻度に関する技術的知見、及び現況調査と実際の劣化状況の齟齬が生じる可能性について確率を明らかにし、平成26年度日本建築学会大会で報告する。既存木造住宅の長期優良住宅認定のうち、現況調査の不確実性の軽減に寄与する劣化診断機器の使用性について目処を付け、床下の診断装置の使用について長期優良住宅の認定基準の解説への加筆修正案を作成した。

2. 研究評価委員会（分科会）の所見と建築研究所の対応（担当分科会名：材料分科会）

（1）所見

（全体）

- ① 継続的な研究が不可欠な建築部材の耐久性評価に関して、コンクリート系と木造系ともに重要な課題に取り組んでおり、目標とした成果は得られている。
- ② 目標計画の技術的成果は得られているが、有効活用のためには全体的な方向性を含め今後継続的に課題を進めることを期待する。
- ③ 大学やゼネコン、関連工業会との共同研究が進められ、その成果が国内の学術大会や関連国際会議等に数多く報告・公表されている。
- ④ 国際規格への寄与を期待する。また、外部機関との連携は適切と評価できる。

（コンクリート系）

- ⑤ コンクリート系の実験研究は、中性化寿命説に立脚した建築基準法および関連法規を制定している我が国にとっては非常に重要である。本研究の成果を基に継続的な研究を期待する。
- ⑥ 施工時・供用時の各種要因がコンクリートの中性化進行に及ぼす影響データの収集・検討、実構造物の調査、及び環境影響評価ツールの改良を行い、それらの要因が中性化進行に及ぼす影響について技術資料を取りまとめている。
- ⑦ 環境負荷評価方法については一定程度の成果を上げている。施工時供用時を含めコンクリートコア強度と中性化速度係数の関連については「安全側の設定」として各種仕上げ条件ごとにとりまとめているが、一部疑問のある調査結果もあることから、結果が限定的である。貴重なデータの更なる検討を期待する。

（木造系）

- ⑧ 木造建築物の耐久性評価・現況検査手法の検討について得られた成果は、ほぼ当初の研究目標を達成している。
- ⑨ 寿命予測ツールは設計者のみを対象とするのではなく、設計の結果を判断する第三者あるいは建築主が活用できるようにすることで、その意義が高まる。このような耐久設計ツールは、判定結果の妥当性（妥当性の根拠）を示すことが重要であり、今後の研究に期待する。
- ⑩ 既存住宅の現況と劣化状況の差異に関するデータベースを活用した既存住宅の立地条件、気象条件、環境条件、使用材料、構工法、部位等と躯体の劣化の発生頻度に関する分析結果により、既存木造住宅の現況調査法の評価を行い、あわせて劣化診断機器の使用性調査を行い、中古住宅流通促進に資する技術資料を取りまとめている。いずれのテーマも、施工段階や供用段階を考慮した新しい視点を取り入れた研究内容であり評価されるが、実建物の調査範囲が限定されており、研究の精度を更に上げるためには今後の研究の継続が望まれる。
- ⑪ ファクターメソッドの改良やコンピュータプログラムの改良版によって、木造住宅の設計段階に当たって推定される耐用年数へのメンテナンスの効果などを分かりやすく提示できるツールとして有効に使われることを期待したい。一方、既存住宅の現況・劣化状況調査における変状と生物劣化の関係性については、その関係性が「1.6%に過ぎない」という発見を強調することよりも、その目視による現況・劣化状況調査の方法の改良すべき方向などへの掘り下げを期待したい。

(2) 対応内容

所見⑤に対する回答：

平成 28 年度からの指定課題「RC 造建築物の変状・損傷の早期確認と鉄筋腐食の抑制技術等に関する研究」において、鉄筋腐食という観点から中性化の影響を見直し、RC 造の耐久性に関わる設計法等の精度向上を目指す予定である。

所見⑥に対する回答：

上記⑤と同様に、平成 28 年度以降も、RC 造建物の維持保全に係る中性化進行に及ぼす影響について継続的に情報収集並びに調査・実験を行い、RC 造建物の耐久性を評価可能な技術資料として取りまとめていく予定である。

所見⑦に対する回答：

全国の耐震診断報告書でまとめられた実構造物のコンクリート強度と中性化速度係数等のデータのばらつきは、仕上げ方法を含め各種要因の複合作用によるとものと考えられる。今後さらに広範囲の現場及び文献調査等を行うと共に、既存データの要因分類と検証実験等により信頼性と精度の向上を目指す予定である。

所見⑧に対する回答：

木造建築物の耐久性評価・現況検査手法の検討から得られた成果は、成果公開を通じて学会関係者・耐久性専門家・保険保証関係者の利用を募り、検証事例を増やしてさらなる精度の向上を目指す予定である。

所見⑨に対する回答：

開発した耐久設計ツールは、最終的には設計者が利用可能にすることを目指しており、木造住宅等の購入者が、木造建築物の耐久設計に関心を持てる環境を整えたい。

所見⑩に対する回答：

既存住宅の現況と劣化状況の差異に関するデータベースは、実建物の調査範囲が限定されており、研究の精度を更に上げるために、研究資源との関係も見極めながら、今後の研究の継続を検討したい。

所見⑪に対する回答：

耐久設計ツールは、木造住宅の設計段階で設計者が耐用年数に対するメンテナンスの効果などを購入者に提示できるツールとしてツールの利用者を増やし、完成度を高めたい。一方、既存住宅の現況・劣化状況調査における変状と生物劣化の関係性を鑑み、従来の目視等を中心とした現況・劣化状況調査の方法について、遠隔操作診断装置を含めたより正確な調査方法を提案するとともに、統計的に検討して保険等で措置して既存住宅の流通促進の障害の軽減化を関係学協会・実務者団体等に提したい。

3. 全体委員会における所見

分科会では、コンクリート系と木造系を一緒にやることに無理があり、目標が高すぎ、広すぎるという面があるため、物足りなさからB評価であったが、材料系の研究はどうしても木造とコンクリート造の両分野を実施していかざるを得なく、やむを得ない。設定した目標は達成しており、後継課題に引き続き注力する事に期待し、全体委員会としてはAとしたい。

調査は、データ取得には十分な相関性を求めることが必要である。また、調査の結果のみに注視するのではなく評価をどう改善するかという検討が重要だ、という意見があった。

4. 評価結果

- A 本研究で目指した目標を達成できた。
- B 本研究で目指した目標を概ね達成できた。
- C 本研究で目指した目標を達成できなかった。