

「低炭素型コンクリート等のさらなる普及に向けた調合設計・耐久設計の合理化に関する技術開発」

（令和7年度～令和9年度）評価書（事前）

令和7年2月17日（月）
建築研究所研究評価委員会
材料分科会長 佐藤 雅俊

1. 研究課題の概要

（1）背景等

1）背景及び目的・必要性

●背景

令和2年10月26日、グリーン社会の実現のために2050年までに温室効果ガス（以下、GHG）の排出を全体としてゼロにする「2050年カーボンニュートラル」が宣言された。セメント・コンクリート分野のGHG排出量は、国内産業部門で第4位とされており、当該分野におけるGHG排出量削減は喫緊の課題といえる。

コンクリートの構成材料のうち、GHG排出量の多くを占めるのはセメントである。このセメントをその他の産業副産物で置き換えること等によって、材料由来のGHG排出量を削減できると考えられ、このようなコンクリートはいわゆる「環境配慮型コンクリート」や「低炭素型コンクリート」等と呼ばれている。環境配慮型コンクリート等は、GHG排出量削減が期待されるものの、以下のような課題も知られている。

- ・セメント由来のアルカリ成分が少ないため、普通コンクリートに比べて耐久性が劣る。
- ・製造方法が標準化され各種能も明らかなもの（JIS A 5308 適合）から研究開発段階のもの（大臣認定が必要なもの）まで、さまざまな種類が存在し、場合によっては従来の法律の枠組みでは取扱いが不明瞭なものも存在する。

このような背景から、建築研究所や国総研では、環境配慮型コンクリート等について以下のような観点で検討を進めてきた。

- ・耐久性をいかに評価、確保するか。
- ・JIS A 5308 に適合せず大臣認定が必要なものについてどのような枠組みで取扱うか。

特に建築研究所では、JIS A 5308 に適合する範囲を主なターゲットとし、GHG排出量を削減したコンクリート（以下、低炭素型コンクリート）の強度特性や耐久性に関する検討を行ってきた。しかしながら、これらの検討はおもに調合管理強度や促進中性化に基づいたものであり、長期的な強度発現性や耐久性に関わる検討は時間的な制約から十分になされていない。

●目的

本課題では、低炭素型コンクリートの長期的な強度発現性や耐久性に関する技術的知見を取得、整理するとともに、低炭素型コンクリートを用いた場合の耐久性確保の方策として、仕上塗材の利用を主なテーマとした技術的知見の取得、整理を行う。また、耐久性が劣るコンクリート部材であっても乾燥した環境下であれば、耐久性上問題となる鉄筋腐食には至らない可能性が指摘されている。そこで、実構

造物における劣化環境調査等を通して、部材中における鉄筋腐食環境を制御するための技術的知見の取得整理を行う。

なお、本課題の研究対象は JIS A 5308 に適合するコンクリートであり、当該 JIS に適合しないコンクリート等については原則として研究対象としない予定である。ただし、国総研等の研究課題と連携を図り、JIS に適合しないコンクリート等についても必要に応じて研究対象とする。

●必要性

低炭素型コンクリートに関する研究開発を建築基準類と関連づけて遂行できるのは建築研究所の他にはない。

2) 前課題における成果との関係

課題名：低炭素型コンクリート等のさらなる普及に向けた調合設計・耐久設計の合理化に関する技術開発

成果の概要：成果の概要及び本課題との関係：前課題では、①セメント使用量を減じたコンクリートによる CO₂ 排出量削減に関する検討、②建築分野における混合セメントの積極的活用に関する検討、③混合セメントを用いた RC 建築部材の耐久設計技術に関する検討、④セメントの使い分けの有用性の検討を行った。これにより、耐久性を確保しつつ GHG 削減に寄与する鉄筋コンクリート造の実現のための技術資料を整理した。本課題では、前課題中に得られた知見や作製したばくろ試験体を活用しながら、長期強度、実環境における中性化、鉄筋腐食等の長期的な耐久性に重きを置いた検討を行う。

(2) 研究開発の概要

本研究では、低炭素型コンクリートのさらなる普及に向けた調合設計・耐久設計の合理化を目指して、以下の課題について検討を行う。

- ① 低炭素型コンクリートの長期強度特性・耐久性の評価に関する検討
- ② よる RC 造部材の耐久性確保に関する検討
- ③ 物における腐食環境制御に関する検討

(3) 達成すべき目標

- ① セメントが異なるコンクリートの屋外ばくろ（実環境）による中性化特性に関する知見を収集し、両者の違いを示す。また、促進環境と実環境という異なる環境下での中性化進行特性の違いを示す。
- ② コンクリートの屋外ばくろ（実環境）による中性化特性に関する知見を収集し、それぞれの仕上材の効果について示す。また、仕上材の色差や光沢などを測定し、仕上材に著しい劣化が確認された際には、劣化とコンクリート保護効果の関係について示す。
- ③ 実建築物調査等を通して建築物における非腐食環境に関する知見を収集し、通常の腐食環境との違いを示す。非腐食環境を考慮した場合の耐用年数の算定結果の違いを示す。

2. 研究評価委員会（分科会）の所見（担当分科会名：材料分科会）

(1) 研究開発の「目的・必要性」は十分に説明されているか。

以下に 5 名の評価委員の所見を示す。

- ・背景・目的・必要性はよく説明されている。
- ・コンクリート分野で CO₂ 削減を目指すという課題は、社会ニーズに適合しており、目的や必要性も十分に説明されている。
- ・「カーボンニュートラル」に寄与する鉄筋コンクリート造建築物の実現という目的、必要性は十分説明された。

- ・国の方針や社会のニーズに適合している。
- ・「2050 年カーボンニュートラル」のような国の方針に資する研究であること、またセメント・コンクリート分野の温室効果ガス排出量が国内産業部門で第 4 位と極めて多いことなどの背景の説明から、本課題が対象とする低炭素型コンクリートの最適設計法の研究開発目的と必要性は明確に説明されていると考える。

(2) 研究開発の「具体的計画」は適切に立案されているか。

以下に 5 名の評価委員の所見を示す。

- ・適切に説明がなされている。
- ・研究目的を達成するための具体性のある研究課題が設定されている。
- ・研究開発の計画として、主にセメントに着目し、使用量、混合セメントの積極的利用、耐久性、使用方法など、目的を達成するための研究開発の計画が適切に立案されている。耐久設計には、中性化に加えて特に含水状態など、鉄筋腐食までの評価が確立できるとよい。
- ・研究開発の具体的計画は適切に立案されている。
- ・令和 7 年度から 9 年度までの具体的な研究計画が立案されており、内容も適切と判断できる。

(3) 研究開発の「体制」は適切に計画されているか。

以下に 5 名の評価委員の所見を示す。

- ・前研究課題と同様に関連研究分野、外部機関等との連携も適切に計画されている。
- ・学会や他機関などと連携し、技術開発を効率的に行い、成果を情報発信する体制が整えられている。
- ・関連する課題は多くの機関で実施されており、効率の良い連携、協働が望まれる。
- ・研究開発の体制は適切に計画されている。
- ・建築研究所の実施メンバーだけでなく、セメント協会、鉄鋼スラグ協会、日建連、UR 都市機構などとの連携体制も示されており、適切に計画されていると判断できる。

(4) 以下の観点から見て建築研究所に相応しい研究開発課題と認められるか。

- ①本研究開発の独自性・新規性
- ②他機関では必ずしも実施されない又は他機関との重複が無いこと
- ③国の行政施策の立案や技術基準の作成又は国際地震工学研修の実施に資すること

以下に 5 名の評価委員の所見を示す。

- ・建築研究所が、先導的に実施する重要な課題であると評価できる。
- ・地球環境問題を解決するコンクリート技術という大局的な研究はまさに建築研究所が先導的に実施すべき課題と判断される。
- ・①②③について満たしており建築研究所に相応しい研究開発課題と認められる。
- ・建築研究所に相応しい研究開発課題と認められる。
- ・③に最も寄与する研究であると考えている。①②に関しては部分的な重複はあるものの、今回のような大規模な実施体制で進められている研究はないと考えている。以上の理由から、建築研究所に相応しい研究開発課題と認められる。

(5) 「目標とする成果」及び「成果の活用方法」は適切に設定されているか。

以下に 5 名の評価委員の所見を示す。

- ・各研究課題の目標とする成果とその活用方法に関しては、適切に設定されている。

- ・建築基準法や品確法の改正や技術資料等，明確なアウトカムが設定されている。
- ・適切に設定されている。
- ・目標とする成果および成果の活用方法は適切に設定されている。
- ・目標とする成果は明確に示されており、その成果の活用方法（法改正（特に品確法）や学会の標準仕様書の改定）も適切に設定されていると考える。

(6) 総合所見

以下に5名の評価委員の所見を示す。

- ・本研究課題は、環境配慮型コンクリートである低炭素型コンクリートの長期的な性能である長期強度、実環境における中性化、鉄筋腐食などの評価方法等に関する技術開発が実施されるもので、低炭素型コンクリートのさらなる普及に向けた具体的な成果が期待される。
- ・長期的性能を鉄筋の腐食防止に的を絞り、建築物の長寿命化に寄与する課題である。具体的に目標とするアウトプットが複数示されており、成果の期待が大きい研究課題である。
- ・建築のコンクリート分野における「カーボンニュートラル」は喫緊の課題であり引き続き成果を期待したい。
- ・研究開発の目的および必要性も適切である。建築基準類との関連づけを行いながら適切に研究を進めるために、建築研究所が実施する必要がある。達成すべき目標、評価の指針とも適切であり、前課題における成果を活用した上での発展的なものであるから、目標達成の可能性も高い。これまでの研究との継続性も考慮して、明治大学、日本仕上材工業会からの客員研究員を担当者にするなど、研究体制も問題ない。材料分野から外れてしまうが、部材としての構造性能も十分に検討する必要があるようで、他分野とも連携を取りながら進めていただきたい。
- ・低炭素型コンクリートは少しずつ普及しているものの、明確な最適設計法は確立していない。建築研究所の指導のもと、低炭素型コンクリートの設計法が確立することに期待する。

参考：建築研究所としての対応内容

- ・所見「(2) 研究開発の「具体的計画」は適切に立案されているか。」

耐久設計には、中性化に加えて特に含水状態など、鉄筋腐食までの評価が確立できるとよい。

⇒評価法の確立には関連するデータを体系的に取得、整理することが肝要と考える。含水状態や中性化後の鉄筋腐食に関するデータについては、前課題から蓄積をスタートし、本課題でさらに蓄積が進む見込みである。これらのデータを整理の上、特に腐食限界に至るまでの年数という観点で評価法の確立を目指したい。

- ・所見「(3) 研究開発の「体制」は適切に計画されているか。」

関連する課題は多くの機関で実施されており、効率の良い連携、協働が望まれる。

⇒同様の検討は建築分野に加えて土木分野でもなされていると承知している。また、本課題の研究対象は、国際的にも重要なテーマとなっており、関連する論文が各国研究機関から発表されている。文献調査等を通じて最新の動向に注視するとともに、JCIでの委員会活動等を通じて他機関との連携、協働の可能性を模索したい。

- ・所見「(6) 総合所見」

材料分野から外れてしまうが、部材としての構造性能も十分に検討する必要があるようで、他分野とも連携を取りながら進めていただきたい。

⇒高経年マンションの老朽化が社会的な課題となりつつあると承知している。そういう意味で腐食が生じた後の構造安全性や使用安全性等を評価することは今後さらに重要になると考える。本課題を通じて今後検討すべき課題の整理を進めたい。その際は構造研究グループ等の他分野との連携を検討していく。

・所見「(6) 総合所見」

建築研究所の指導のもと、低炭素型コンクリートの設計法が確立することに期待する。

⇒前課題から設計法の確立に資するデータ取得を進めている。データを整理の上、学術論文等として積極的に对外発表を進めていきたい。

3. 評価結果

■A 研究開発課題として、提案の内容に沿って実施すべきである。

~~□B 研究開発課題として、内容を一部修正のうえ実施すべきである。~~

~~□C 研究開発課題として、実施すべきでない。~~