

4) 材料研究グループ

4) - 3 リサイクルコンクリートの耐久性改善に資するための骨材品質と調合に関する検討【持続可能】

Study on aggregate quality and mix proportions to improve durability of recycled concrete

(研究開発期間 令和4～6年度)

材料研究グループ

Dept. of Building Materials and Components

鹿毛 忠継

KAGE Tadatsugui

棚野 博之

TANANO Hiroyuki

中田 清史

NAKADA Kiyofumi

The experimental study was conducted on improving the durability of recycled concrete by mixed use of normal aggregate and recycled aggregate. In addition, a study was conducted on quality variation due to production lot of recycled aggregate. As a result, we were able to obtain measures to improve the freeze-thaw resistance and drying shrinkage characteristics in order to apply recycled concrete to structural concrete.

【研究開発の目的】

本研究は、令第144条の3に定められる建築構造部材、部位に使用するコンクリートとして確保すべき性能・品質と管理方法の整理、ならびにそれら必要性能・品質に対応したレディーミクストコンクリートの性能・品質基準の整理等を目的に、本課題ではリサイクル骨材として再生骨材M等を対象とし、これらを使用したリサイクルコンクリートを構造用コンクリートに適用する際の乾燥収縮等の耐久性に関わる技術情報の収集・整理を行う。

【研究開発の内容】

- ①再生骨材M等を使用したリサイクルコンクリートの耐久性既存情報の収集整理を行う。
- ②再生骨材の製造ロットによる品質変動とリサイクルコンクリートの耐久性能への影響を検証する。

【研究開発の結果】

- ①再生骨材M等を使用したリサイクルコンクリートの耐久性既存情報の収集整理

リサイクル骨材・コンクリートの関連事業者の協力等により、再生骨材コンクリートの耐久性試験データの収集、R3年度に実施した耐久性試験の中期材齢でのデータ収集、整理を行った。

- ②再生骨材の製造ロットによる品質変動とリサイクルコンクリートの耐久性能への影響

月1回の割合で採取した再生粗骨材M、再生粗骨材Lと、普通粗骨材を用いて普通コンクリート(N)、再生粗骨材Mを単独でを使用したリサイクルコンクリート

(M)、再生粗骨材Mと普通粗骨材を容積等量混合した混合リサイクル骨材を使用したリサイクルコンクリート

(NM)、再生粗骨材Lと普通粗骨材を容積等量混合し

た混合リサイクル骨材を使用したリサイクルコンクリート(NL)の4種類を骨材製造ロット毎に作製し、乾燥収縮試験、凍結融解抵抗性試験および圧縮強度試験を実施した。

乾燥収縮特性について、骨材種類別の大小関係は、本実験ではロット平均で $N > NM > NL > M$ となり、再生粗骨材Mを単独で使用するよりも普通粗骨材(N)を混合することにより13週では約 80μ 小さくなり、図1に示すように再生粗骨材の製造ロットにかかわらず全てのリ

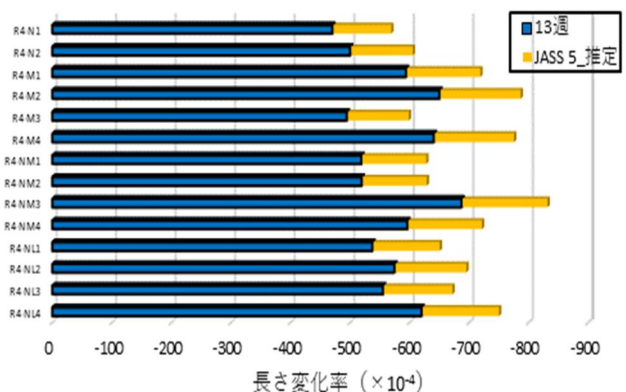


図1 長さ変化率 (材齢13週と26週 (JASS 5 推定))

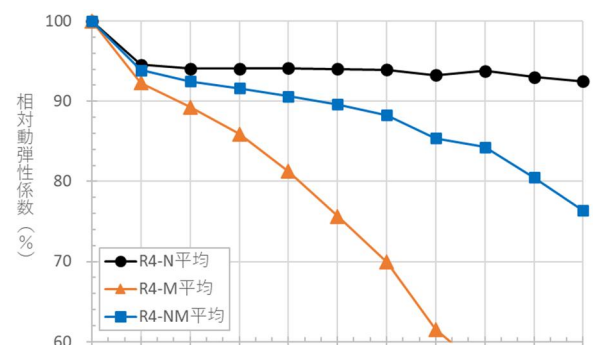


図2 凍結融解抵抗試験による相対動弾性係数の変化

サイクルコンクリートは JASS 5 の基準値 (8×10^{-6}) を満たすことが確認された。

凍結融解抵抗性について、図 2 に示すように、相対動弾性係数の骨材種類別の大小関係は本実験では $N > NM > M$ となり、再生粗骨材 M を単独で使したリサイクルコンクリート (M) は、一般的な判断基準である大きく 60% を下回った。また、ロット (粗骨材製造時期) によるバラツキも 40~50% あったが、普通粗骨材と混合した場合 (NM) で 20% 前後に収まることが確認された。これより、普通粗骨材と一定量混合することにより、物性改善だけでなく、品質管理も容易になる可能性が示唆された。

③ 普通骨材との混合使用によるリサイクルコンクリートの耐久性性能への影響

普通粗骨材に再生粗骨材 L を容積比で 0~50% 混合したリサイクルコンクリートを 3 種類 (NL1~NL3)、および比較用に普通コンクリート (N)、リサイクルコンクリート M (再生粗骨材 M を単独使用)、リサイクルコンクリート L (再生粗骨材 L を単独使用) の計 6 種類を作製し、乾燥収縮試験、凍結融解抵抗性試験及び圧縮強度試験を実施した。

乾燥収縮特性について、骨材種類別の大小関係は、本実験では $M > N$ 、 $NL1$ 、 $NL2 > NL3$ 、L となり、再生粗骨材 L を単独で使用するよりも普通粗骨材 N を 50% 程度まで混合することにより材齢 8 週では 100μ 弱小さくなり、普通コンクリートとほぼ同程度の収縮特性となる事が確認された。

凍結融解抵抗性について、骨材種類別の大小関係は、本実験では $N > NL1 > NL2$ 、 $NL3 > M$ 、L となり、再生粗骨材 L を単独で使用するよりも普通粗骨材 N を 50% 程度まで混合することにより、耐久性指数を 90% 程度まで向上させられる可能性が確認された。

④ 再生骨材 M 等リサイクル骨材の品質変動に関わる調査および実験的検討

再生骨材 M を製造する 2 工場、再生骨材 L を製造する 4 工場から、2013~2021 年度までの絶乾密度や吸水率等の各種物性値の月単位管理データを入手した。本調査では、再生粗骨材 M の絶乾密度、吸水率、微粒分量は A 工場、B 工場いずれも調査期間中は JIS A 5022 附属書 A (コンクリート用再生骨材 M) の規格値を十分に満足していた。絶乾密度に関しては製造管理初期の一部期間を除いて全期間、内側管理限界 (平均 $\pm 2\sigma$) 内で管理されていた。2 工場とも当該 JIS を安全側に管理している状態が確認された。また、下方管理限界 (平均 -3σ) は JIS A 5022 の品質基準値より約 0.1 g/cm^3 以内で管理されており、2 工場とも当該 JIS を安全側に管理している状態が確認された。(図 3 および 4 参照)

最後に、再生骨材 M 等リサイクル骨材の品質とそれらを使用したリサイクルコンクリートの耐久性の影響等について、技術情報 (論文等を含む) として成果を取りまとめる。また、リサイクルコンクリートの寒冷地での長期屋外ばくろ試験については、現在も継続実施中である。

【参考文献】

- 1) 棚野博之、松沢晃一、中田清史、佐藤幸恵ほか：再生骨材 M を使用したコンクリートを建築構造物で活用するための検討 (その 1~6)、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.347-350、499-502、577-578、2023.9
- 2) 松沢晃一、中田清史、鹿毛忠継、棚野博之、三島直生、土屋直子、有木克良ほか：再生骨材コンクリートを用いたモデル建物における築後 25 年調査 (その 1~4)、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.337-380、2023.9
- 3) 棚野博之、佐藤幸恵、鹿毛忠継：再生骨材 M を使用したコンクリートを建築構造物で活用するための検討 (その 7 再生骨材と普通骨材の混合使用がコンクリートの力学特性および耐久性に及ぼす影響)、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.337-338、2024.8

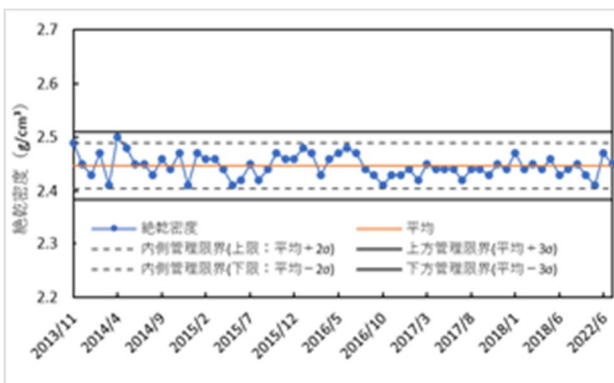


図 3 密度の X 管理図 (M: A 工場)



図 4 密度の X 管理図 (M: B 工場)