

4) 材料研究グループ

4) - 1 構造体コンクリート等へのリサイクル骨材の利活用に関する研究【持続可能】

Study on the use and application of recycled aggregate in structure concrete

(研究開発期間 令和2~3年度)

材料研究グループ
Dept. of Building Materials and Components

棚野 博之
TANANO Hiroyuki

松沢 晃一
MATSUZAWA Kouich

中田 清史
NAKADA Kiyofumi

The following studies were conducted on concrete using recycled aggregate such as recycled aggregate M. (1) Criteria for Ministerial Approval and JIS Certification of Recycled Concrete. (2) Freezing and thawing performance and dimensional change due to drying shrinkage. (3) How to improve durability performance. (4) Preparation of specimens for outdoor exposure tests.

【研究開発の目的及び経過】

築基準法第 37 条（指定建築材料）およびその関連告示 1446 号では、JIS A 5022 認証品を含め再生骨材 M を用いたコンクリートは、乾燥収縮および凍結融解抵抗性の受けにくい部材・部位でしか使用できないという技術的な制限があるため、これらのコンクリートを指定建築材料として使用する為には、国土交通大臣による大臣認定を取得する必要がある、建築構造物への使用には技術的、法的両面での課題がある。

本研究は、令第 144 条の 3 に定められる部分に使用するコンクリートとして確保すべき性能・品質（以下、必要性能・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、これらを使用したコンクリートを構造用コンクリートに適用する際の耐凍害性能等を中心に、関連技術情報の収集・整理を行う。

【研究開発の内容】

本課題では、再生骨材 M 等のリサイクル骨材を使用したコンクリートの耐凍害性能等の耐久性およびその改善方法等に関わる調査・実験として、東京都市大学との共同研究を含め、以下の検討を行った。

- ・リサイクル骨材およびそれら骨材を使用したコンクリートの耐凍害性能や乾燥収縮などの耐久性に関わる既存情報（使用実績等を含む）の収集と整理。
- ・耐凍害性能等を確認するための骨材およびコンクリートの促進劣化試験。
- ・耐凍害性能を中心とした耐久性とその改善方法等（骨材品質基準、調合設計等）に関する技術情報の取り纏め。
- ・長期屋外暴露試験用供試体の作製。

対処とした骨材は、JIS A 5308 に基づく普通骨材、

JIS A 5022 および JIS A 5023 の附属書に適合する M および L クラスのリサイクル骨材、ならびに普通骨材と容積等量混合した混合リサイクル骨材である。

【研究開発の結果】

1) リサイクル骨材およびコンクリートの使用実績

リサイクル骨材を対象とした JIS 規格と既存の指定建築材料・大臣認定（建築基準法第 37 条 2 項）技術基準等の関連性、および大臣認定品の製造・使用実績等について、指定性能評価機関ならびにリサイクル骨材・コンクリートの関連事業者の協力を得て一部比較検討を行った。その結果、大臣認定と JIS 規格の技術基準には一部整合が取られていない項目・基準があることが確認された。例えば、使用するリサイクル骨材に特別な技術基準を設けることなく、リサイクル骨材を使用したコンクリートの適用条件として JISA5022 等で規定されている凍害や乾燥収縮の影響を受けない部位・部材への使用が一部認められている事例もあった。

なお、認定取得、使用実績について、2019 年末時点で既に 64 件（使用材料、適用条件別では、200 超）の大臣認定実績（内 41 件が M クラス）があるものの、適用部位・用途は、多くは土間コンや捨てコン、基礎の一部にとどまっており、構造部材一般への使用実績は極めて限られていることが確認された。

2) リサイクル骨材を使用したコンクリートの耐凍害性能等を確認するための促進劣化試験

2.1 凍結融解抵抗性

令和 2 年度の実験では、単独で M および L クラスのリサイクル骨材を使用した場合は、60 サイクルを待たずに相対動弾性係数が JASS 5 基準の 60% を下回り、耐久性指数は 10% 程度しかなかった。一方混合リサイク

ル骨材の場合は30~40%に増加し、普通骨材した場合と同等以上の性能が確認された。

令和3年度は、コンクリート調合強度を高め、かつ単位水量を低減することにより、耐久性指数はMクラスで約68%、普通+Mクラスで約82%となり、JASS5の基準を満足する結果が得られた(図1)。なお、収縮低減剤を使用した場合、今回の検討範囲では、相対動弾性係数が低下、増大の両方があり、今後詳細な検討が必要である。

2.2 乾燥収縮による長さ変化率

令和2年度に実施した乾燥収縮試験では、リサイクル骨材の種類にかかわらず材齢26週時に750~800 μ であったが、増加傾向に有る事から、収束値を推定した結果850~950 μ となり、JASS5で示される目安の800 μ を上回ることが確認された。なお、以前PRISMで検討したLクラスでは材齢13週で1,000 μ を超えていた。

この結果を踏まえ、令和3年度は、比較用普通骨材の変更、調合強度の増加、単位水量の削減などの基本調合を変更すると共に、2020年にJIS化されたコンクリート用収縮低減剤の効果を試験的に検討した。実施した実験項目は令和2年度と同じである。

乾燥収縮率については、(図2)材齢13週において普通粗骨材、Mクラス、普通+Mクラスの3種類は500~600 μ 、普通+Lクラスは約750 μ で、顕著な差が認められた。ただし、令和2年度の試験体と比較して、長さ変化、質量変化とも収束が早く、乾燥収縮率の推定収束値は普通粗骨材、Mクラス、普通+Mクラスの3種類で600~700 μ となり調合方法によってはJASS5の800 μ を満足する可能性が示された。一方、普通+Lクラスでも 8.5×10^{-6} 前後と推定されるが、他の粗骨材に比べ収束傾向が少ないため、最終的にはより増加することが予想される。改善方法として、収縮低減剤を粗骨材に直接散布する方法で、普通+Lクラスに試験的に使用した。その結果、今回使用したリサイクル骨材の種類、および普通粗骨材との混合率(容積等量混合)においては、材齢13週で200 μ 前後の改善が認められた。(図3)

3) まとめ

以上の検討結果等を含め、令和2年度~3年度に実施した文献調査、実験研究、共同研究などの成果を取り纏め、JIS規格と大臣認定技術基準等の関連性、製造・使用実績等について整理を行うと共に、リサイクル骨材を使用したコンクリートを構造体コンクリート等に利活用する上で不可欠な耐凍害性能及び関連性能とそれらの改

善方法案等を技術資料として取り纏めた。

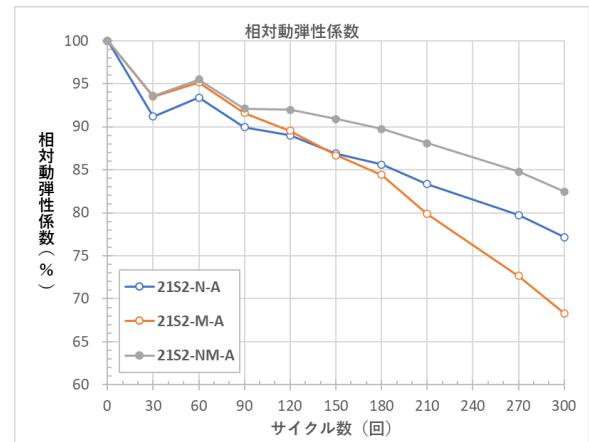


図1 凍結融解試験結果(粗骨材別の比較)

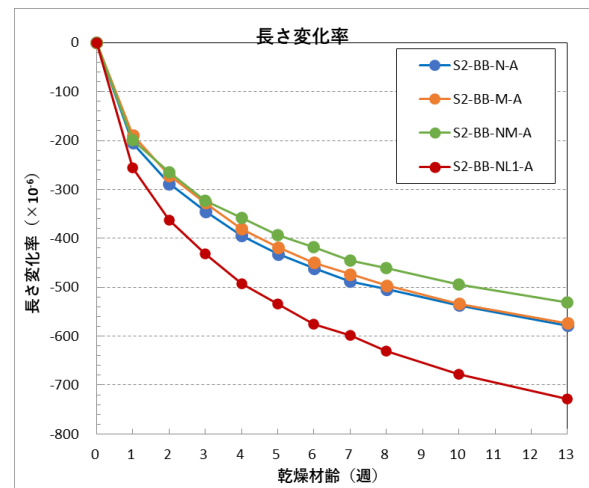


図2 乾燥収縮試験結果(粗骨材別の比較)

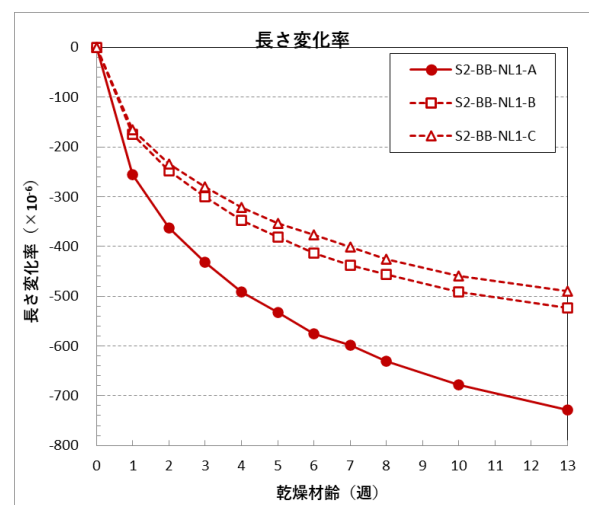


図3 乾燥収縮率試験結果(収縮低減剤の使用比較)