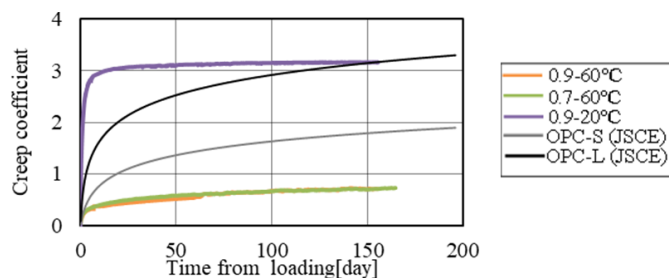


令和6年度 研究成果の概要(1/2)

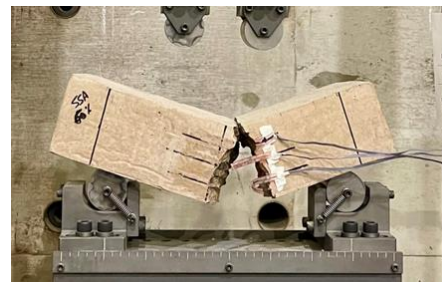
研究テーマ:「副産物・廃棄物のみを主原料とする持続可能なジオポリマーコンクリートによる建設分野の脱炭素への取組」
研究代表者 ・氏名(ふりがな): 藤山知加子(ふじやまちかこ) ・所属、役職: 横浜国立大学大学院・教授
研究期間: 令和4年10月～令和7年3月
研究参加メンバー(所属団体名のみ) 横浜国立大学, 東京工業大学
研究の背景・目的 石炭灰や高炉スラグといった産業副産物でつくる「ジオポリマーコンクリート」がセメントコンクリートよりも耐酸性や放射性物質の固定性能に優れることは、2000年頃より、学術的には示されてきた。しかし、比較的新しい材料であることから、長的性能に関する知見が蓄積されておらず、実用化に必要な基準類が十分整備されているとは言えない。よって本研究では、ジオポリマーコンクリートの技術開発により実環境下で実物大の構造部材施工を行うことで、長期的な構造性能検証に資することを、一つ目の目的とした。同時に、世界的なCO ₂ 排出削減の潮流から、今後石炭火力発電や製鉄高炉の利用減少とともにそれらの副産物である石炭灰や高炉スラグの量も減少が見込まれることを念頭に、新たなジオポリマーコンクリート材料として汚泥焼却灰の利用可能性を検討することを、二つ目の目的とした。
研究内容(研究の方法・項目等) 本研究では、以下A～Dの4項目の検討を実施する。このうち、令和6年度は、主に項目CおよびDに取り組んだ。
<u>A. 高吸水性粉体のジオポリマー固化技術の開発:</u> 高吸水粉体として汚泥焼却灰を用いたジオポリマー製造に適した配合および養生条件を、実験により決定する。期間内に、目標圧縮強度 30MPa を達成することを目標とする。
<u>B. プレパックド方式ジオポリマーコンクリートの開発:</u> 粗骨材の実積率と、モルタルの流動性を確保し、プレパックド方式で十分な充填性を実現可能な配合を実験にて確定する。目標実積率は 40%以上、モルタルフローは 300mm とする。
<u>C. クリープ試験, 疲労試験:</u> 上記 A, B にて得られた材料に対し、含水比と応力比をパラメータとして、クリープ試験および疲労試験を実施する。クリープ試験は本研究期間終了後も 5 年以上継続する。
<u>D. 実環境における部材の長期計測およびシミュレーション:</u> 実構造物スケールを想定した支間 3m 程度のジオポリマーコンクリート梁を作成し、負荷を与えた状態で屋外での温度湿度とともに長期の変形計測を行う。計測は本研究期間終了後も 5 年以上継続する。C の室内試験結果およびシミュレーションとあわせて、ジオポリマーコンクリートのクリープ算出式を提案する。
研究成果の概要 <u>C. クリープ試験, 疲労試験:</u> 複数のジオポリマーコンクリートの配合について、クリープ試験(図-1(a))および乾燥収縮測定を開始した。無応力状態での乾燥収縮測定は、実験室内だけでなく屋外(降雨や日照条件の異なる複数地点)にて実施し、ジオポリマーコンクリートの実用化に向けた基礎データを取得した。 また、本研究助成で開発した様々な材料のジオポリマーコンクリートおよびセメントを用いた基準供試体について、曲げ疲労試験を実施した(図-1(b))。

令和 6 年度 研究成果の概要(2/2)

研究成果の概要



(a) クリープ係数の経時変化



(b) 汚泥焼却灰ジオポリマーの曲げ疲労破壊

図-1 ジオポリマーコンクリートのクリープ試験および疲労試験の例 (項目 C)

クリープ試験の結果から、ジオポリマーコンクリートは普通ポルトランドセメントコンクリートより微細孔および総細孔量が多い傾向にあること、また配合時の溶液と粉体の比率の違いによる細孔構造の変化は小さいこと、加熱養生を行ったジオポリマーコンクリートのクリープ係数は普通ポルトランドセメントコンクリートより小さいこと等が示された。

また、圧縮疲労における既往の研究と同様に、曲げ疲労試験においてもジオポリマーコンクリートの疲労寿命は普通ポルトランドセメントコンクリートより短く、その傾向はジオポリマーを形成する材料および配合が異なる場合でも同様であることを確認した。

D.実環境における部材の長期計測およびシミュレーション:

実構造物スケールを想定したジオポリマーコンクリート梁の配合設計および構造設計を行った。本研究プロジェクトの当初計画を見直し、試験体の寸法を 3m から 1.8m に変更する一方で、配合および断面形状の異なる 4 体を製作し、比較検討を行った。屋外での温度湿度とともに長期の変形計測を実施している (図-2)。



図-2 自己充填ジオポリマー鉄筋コンクリート梁の打設と屋外暴露試験

鉄筋を入れたジオポリマー梁にスケールアップした屋外暴露試験によって、項目 C で一部確認されたような載荷初期における大きな収縮は確認されず、制御された実験室環境とは異なる知見も得られた。

降雨後の膨張挙動およびエフロッセンス析出のタイミングは、フライアッシュのみのジオポリマーと高炉スラグで一部置換したジオポリマーとの間で異なることがわかった。また、ジオポリマーコンクリートでは鉄筋との付着が高いため、鉄筋による体積拘束を受けていることが推察された (鉄筋比 0/61%)。さらに、矩形断面と T 型梁試験体を比較することで、普通ポルトランドセメントコンクリートと同様に、ジオポリマーにおいても体積表面比と圧縮クリープひずみには正の相関関係が見出された。以上、項目 D では既往の研究 (国内外) で見られなかった貴重な知見を得た。