

令和5年 3月 31日

令和4年度 学生自主研究成果報告書

教 育 本 部 長 様

学生自主研究グループ名	たまごさんど	
研究課題名	砂漠の砂または卵殻を用いたコンクリート	
研究代表者 (学生)	学籍番号	B24C023
	氏 名	庄司真純
指導教員	学 科	建築環境システム
	氏 名	石山智

学生自主研究の報告書を別紙のとおり提出します。

砂漠の砂または卵殻を用いたコンクリート

システム科学技術学部 建築環境システム学科

1年 庄司 真純

一條 然

飯野 元暁

指導教員 システム科学技術学部 建築環境システム学科

准教授 石山 智

1. 目的と既往研究

本研究はコンクリートに砂漠の砂や卵殻を混ぜて利用できるのか実験したものである。砂漠の砂は粒子が細かくコンクリート利用が難しい事がわかっているため、砂同士を直接接着させ硬化体を作ることで利用できるのではないかと考えた。砂同士の直接接着による硬化体の製造については東京大学生産技術研究所の酒井雄也教授らの既往研究¹⁾の論文を参考にした。卵殻は加熱処理によりセメントのように活用できることがわかっており無処理の卵殻は粗骨材としても活用できないかと考え実験を行った。

2. 実験方法

2-1 無処理状態の砂と卵殻を使用した際の強度特性

材料：サハラ砂漠の砂、ナミブ砂漠の砂、卵殻(全て市販の物)

下記の調合で10×10×200mmの試験体を作成した。作成した試験体は20℃の水中で4週間養生した後に圧縮試験を行った。

表1：調合表

(g)	セメント	水	細骨材			粗骨材		AE減水剤
			コンクリート用砂	サハラ砂	ナミブ砂	コンクリート用碎石	卵殻	
無処理 卵殻コンクリート	296	182	755	-	-	535	535	1.48
無処理 サハラコンクリート	296	182	-	755	-	1070	-	1.48
無処理 ナミブコンクリート	296	182	-	-	755	1070	-	1.48
一般コンクリート	296	182	755	-	-	1070	-	1.48

2-2 コンクリート利用を考慮した卵殻の処理

材料：卵殻

卵殻は加熱することによりCaOになりセメントとして活用できるが、高温で熱さなければならぬためコークス炉を作成し、その中で加熱処理を行った。

2-3 砂漠の砂の骨材利用を考慮した砂漠の砂の処理

材料：サハラ砂漠の砂、ナミブ砂漠の砂、KOH、エタノール、ジメトキシプロパン

既往研究の論文を参考に薬品と砂を容器に入れ、オートクレーブを用い10気圧で48時間処理を行った。薬品の比率は論文の表2、処理温度180℃のものを参考にして行った。容器の大きさの関係から論文に記載されている基準量の物と2倍量のものを作成した。



図1 薬品と砂を入れた容器



図2 オートクレーブに入れる様子

3. 実験結果

3-1 無処理の圧縮強度

2-1に記載した通りの調合で作成したコンクリートの圧縮試験の結果を図3～図5に示す。図4は比較対象の一般的なコンクリートの圧縮試験結果である。

サハラ砂漠もナミブ砂漠もどちらも普通のコンクリートの半分ほどの強度であった。砂漠の砂同士で比較してみると、サハラ砂漠の砂を用いたコンクリートの方がナミブ砂漠の砂を用いたコンクリートよりもわずかに強度が高いことがわかった。卵殻はサハラ砂漠とナミブ砂漠を用いたコンクリートよりもかなり強度が低く、一般的なコンクリートと比較するととても脆いコンクリートとなっている事がグラフから分かった。

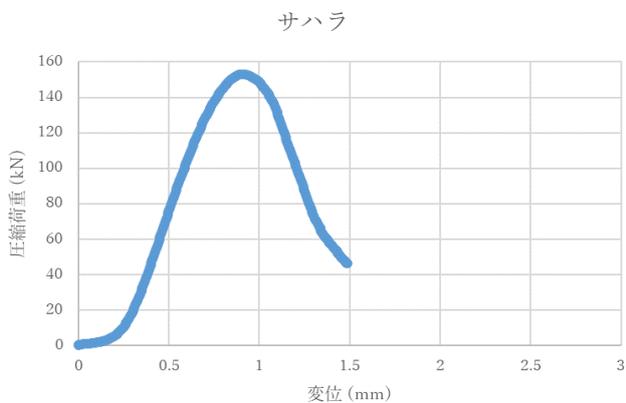


図3 サハラ砂漠の砂を用いたコンクリートの圧縮試験結果

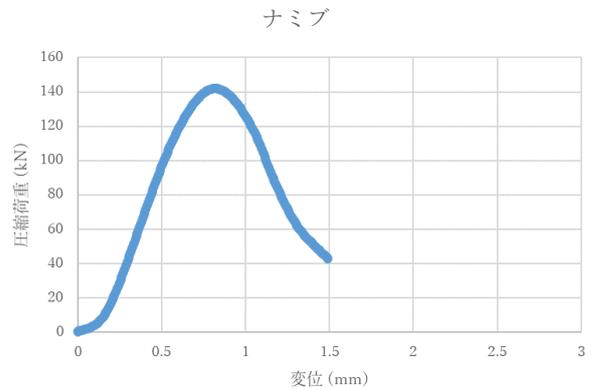


図4 ナミブ砂漠の砂を用いたコンクリートの圧縮試験結果

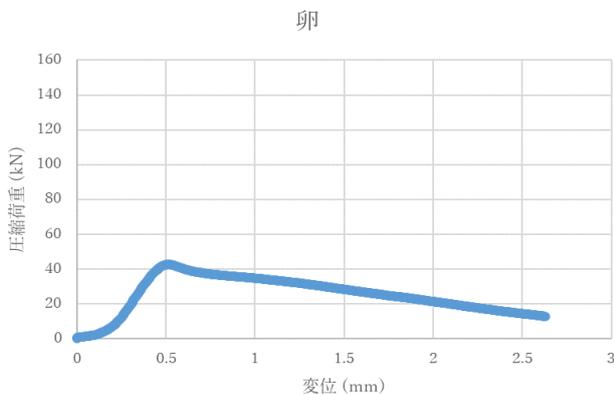


図5 卵殻を用いたコンクリートの圧縮試験結果

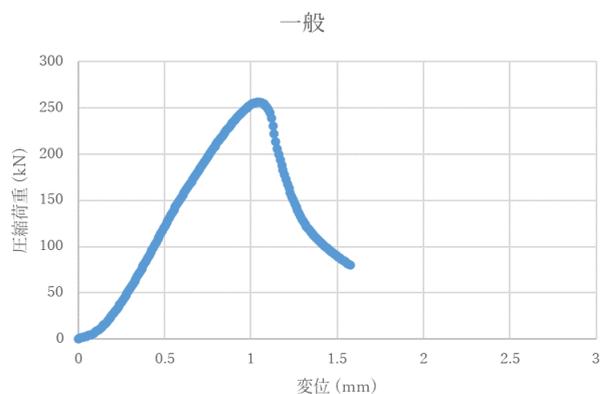


図6 一般的なコンクリートの圧縮試験結果

3-2 卵殻の加熱処理結果

コークス炉に卵殻を入れたるつぼを入れ加熱処理を行ったが、図7のように加熱の途中でアルミナのるつぼがコークス炉の中で割れてしまっていた。割れてしまったるつぼの中を見ると卵殻が白くなっていてCaOに変化している部分もあるが大半が焦げ茶色のままであったため、卵殻をコークス炉で加熱処理する際はアルミナのるつぼが大量に必要であった。

体験談になるが、以前卵殻の加熱処理を行った時はガスバーナーで炙り続けていた。その時は長時間同じ姿勢でしゃがみ続けていたが今回はコークス炉に入れた後一定時間放置したままで良かったためコークス炉を使ったことは作業の効率化に繋がったと考える。



図7 卵殻の加熱処理の様子と割れてしまったるつぼ

3-3 砂漠砂の直接接着の結果

基準量の物と2倍量のものを作成したが、オートクレーブの処理後基準量の物はほぼ残らず、2倍量の物は底の方に固形物が残った。基準量の物も2倍量の物もどちらもある程度硬化体が確認できた。サハラ砂漠の砂は真っ白になった硬化体ができ、ナミブ砂漠の砂は薄い茶色の硬化体ができ、既往研究の論文に「硬化体」と記載されていたため本研究の報告書でも硬化体と記載していたが実際にできた物を触ると、確かに硬化はされているが指で容器の底を強く擦ると砂の粒ができて硬化体が崩れてしまったため硬化体と言えるほど硬くはならなかった。今後同様の実験を行う際、注意すべき点として容器の形状や大きさを考慮しなければならない事が挙げられる。



図8 サハラ砂漠の砂を処理した様子



図9 ナミブ砂漠の砂を処理した様子

4. まとめ

今回の実験から、砂漠の砂や卵殻をコンクリートに利用するためには薬品での処理や加熱処理を行わなければならない事が分かった。卵殻を加熱処理する方法として今回コークス炉を用いたがアルミナのるつぼが割れてしまったり、卵殻が十分に処理仕切れなかったりと改善すべき点が多く見つけた。砂の処理でも容器の大きさや形状を考慮しなければならない事が改善点としてあげられた。卵殻や砂はコンクリート利用されることが考えられているが、労力や処理時間、コストの面から要改善が必要だと考えられる。

参考文献

- 1) 酒井雄也、Ahmad Farahani、「砂同士の直接接着による硬化体の製造に向けた基礎的検討」、生産研究 73 (3)、185-188、2021-05-01