

コーヒークラウンズを用いたモルタルの研究

日大生産工（学部）○伊藤 淳泰 日大生産工（院）永井 幹人 日大生産工（院）渡邊 多聞
日大生産工（学部）石川 倖有 日大生産工（学部）熊谷 優 日大生産工（学部）深見 顕真
日大生産工（学部）吉田 航晟 日大生産工 杉橋 直行 日大生産工 山口 晋

1. はじめに

2021年の日本のコーヒークラウンズの消費量は年間約42万トンであり、廃棄物は約85万トンにのぼる。廃棄方法は焼却と埋め立て産業廃棄物として処分されるが、その弊害として二酸化炭素やメタンガスの発生が問題視されている¹⁾。また、高度経済成長期の建設ラッシュに伴う天然資源の枯渇化により、持続可能なコンクリート用細骨材の供給を維持することが課題となっている。このような問題を解決するために、コーヒークラウンズ（コーヒークラウンズと呼ばれ、ここではCGと表記する）をコンクリート用混和材として用いたり、細骨材の代替品として再利用する方法を検討することとした。本研究では、CGがコンクリート用混和材や細骨材としての利用に適するか、まずはフロー試験、空気量試験と圧縮強度試験を行ってその評価を試みた。

CGは、多孔質で表面に多くの凹凸が存在し、たくさんの水分を吸収してしまう。その状態のものをコンクリートに入れると、セメントの水和に必要な水量が変化し、フレッシュ性状や硬化性状に大きな影響を与えてしまう。このためCGの前処理が大切である。CGを混和させた際に、セメントの水和に必要な水量に大きな影響を与えず、施工性や強度などをより良くするために、どのような前処理がコンクリート用混和材や細骨材代替品として、適しているのかをここではまず検討することとした。

2. 実験方法

2. 1 使用材料とCGの前処理および配合

本実験では、自動販売機で抽出した後のCGを使用することとした。CGは、コーヒークラウンズを抽出した後の湿った状態のまま、廃棄物としてビニール袋などで保管されるが、この状態でも長く湿った状態が継続し、さらに大気中に放置するとカビが生えてしまうことが分かった。このため、まずはCGを乾燥炉により乾燥させることとした。今回の実験で使用するCGは、60℃で48時間、炉乾燥させた²⁾。乾燥前と乾燥後のCGを写真-1に示す。

我々はCGをまずは細骨材と同様に扱うこととして、JIS A 1109に準じて、CGを表乾状態としこの密度と吸水率を試験した。試験結果と使用した材料の物性を表-1に示す。

配合を表-2に示す。W/Cは最も一般的な50%として、CGの砂との置換率は既往の研究²⁾を参考に5%、20%と置換して圧縮強度試験を行うこととした。

表-1 使用材料

使用材料	物性
普通ポルトランドセメント	密度：3.16 g/cm ³
コーヒークラウンズ	表面乾燥密度：1.1 g/cm ³ 吸水率：76.4%
細骨材	千葉県富津市産陸砂 表面乾燥密度：2.6 g/cm ³ 吸収率：2.85% 粗粒率：2.40

表-2 配合表

W/C (%)	CG置換率 (%)	水 (g)	セメント (g)	細骨材 (g)	CG (g)	追加水 (g)
50	0	256.1	512.1	1536.3	—	—
	5			1459.5	32	22.4
	20			1229	128	89.6



乾燥前



乾燥後

写真-1 乾燥前と乾燥後のCG

2. 2 フロー試験と圧縮強度試験

JIS R 5201に準じて練混ぜおよびフロー試験、空気量試験を実施した。ただし、プレ試験の結果、所要のフローにはならないことが明らかであり、練混ぜ時にCGの吸水率分(76.3%)の水を追加した。

Study on Mortar with Coffee Grounds

Atsuhiko ITO, Mikito NAGAI, Tamon WATANABE, Yukimichi ISHIKAWA,
Yu KUMAGAI, Kenshin FUKAMI, Kosei YOSHIDA and
Naoyuki SUGIHASHI, Shin YAMAGUCHI

圧縮強度試験はJIS A1108に準じて実施した。湿空養生1日後に脱型を実施し、材齢14日まで標準養生を実施予定であったが、硬化しないため、脱型が可能となる期間まで湿空養生を行った。置換率5%では湿空養生1週間さらに標準養生1週間、20%では湿空養生2週間で圧縮強度試験を実施した。

3. 実験結果と考察

フロー試験の結果を図-1に示す。置換率5%と20%を比較すると、20%の方がCGの混和量が多く、その分多くの追加水を加えたため、5%よりフロー値が大きくなった。一方で置換率20%の場合だけ、フロー試験後に経時ロスが大きいうちに見えたために、10分後に再度フロー試験を実施すると、40mm程度フロー値が経時ロスしていた。これはCGの吸水によるものと考えられ、CGの表乾状態の設定方法と配合上の単位水量の設定などについて今後の検討しなければならないと考えている。

空気量は、置換率5%で12.5%、置換率20%では、測定限界の20%を超えてしまった。空気量がここまで大きくなった理由は、不明であるが、今後、除泡剤により空気量の調整が可能となるか等検討を進める。

置換率5%の場合の圧縮強度は、CGで置換していないモルタルの3割程度の11.8N/mm²であった。置換率20%では脱型はできたものの、0.25N/mm²程度しか強度は出なかった。CGの置換率が大きくなると強度は低下している。砂の5%程度の置換であれば、ある程度強度は確保できることから、強度を必要とする何らかに利用できる検討の余地はあると考える。20%程度まで置換すると強度が発現なくなる理由の一つとして、CGにセメントが水和反応するために必要な水分を奪われてしまったため、反応ができなかったのではないかと考える。

4. まとめ

今回実験では、CGの前処理方法として60℃48時間炉乾燥させてから、表乾状態として、CGの吸水率分を練混ぜ時に加水してモルタルを作成した。細骨材代替を想定してまずはフロー値や圧縮強度を測定してみた。その結果、CGの水の管理方法が最も重要であると考えられ、今後は絶乾状態としたCGを利用したり、CGを飽水状態として利用する等、CGの水の設定方法の検討を進めていく。フロー値は施工性を確保するためにある程度必要であることから、AE減水剤等によって単位水量を減らしながらフロー値を確保できるかも検討する。強度をさらに確保するためには、空気を除去する必要もあり、練混ぜ時間や除泡剤の効果などの確認も

行っていく。前述のような前処理でどこまで強度発現が改善できるかを、まずは検討していく。

今回使用したCGは、自動販売機のCGであり、コーヒ豆からのミルの状態はそれほど変わらず、粒度はサンプルによって大きく変わることはないかと推測しているが、サンプルの違いによる粒度の変動なども検討する必要がある。

以上のようにまだまだ課題が多いが、産業廃棄物を減じて環境負荷低減を進めるために、フロー値、空気量、強度が改善するように、特にCGの前処理の様々な条件を変えて、今後も本研究を進めていく。

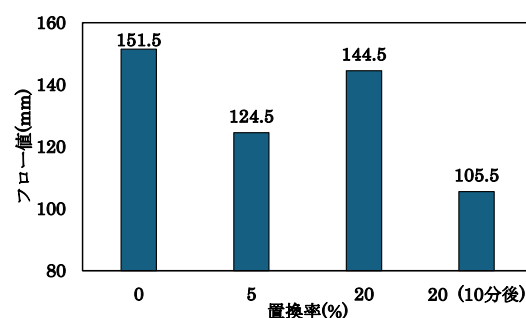


図-1 フローの比較

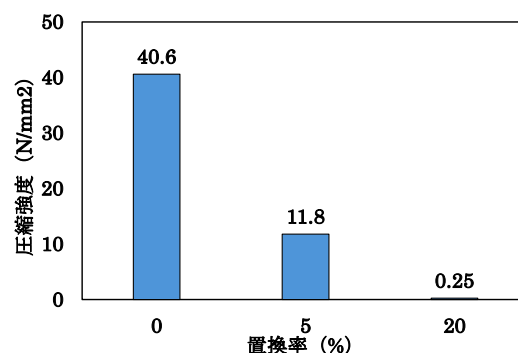


図-2 圧縮強度の比較

参考文献

- 1) 山本泰介・椎名貴快・高木雄介, 炭化処理温度に着目した食品廃棄物のコンクリート利用に関する実験的検討 (2024 年)
- 2) Rajeev Roychand, Shannon Kilmartin-Lynch, Mohammad Saberian, Jie Li, Guomin Zhang, Chun Qing Li, Transforming spent coffee grounds into a valuable resource for the enhancement of concrete strength, Vol.419, No.20(2023 年) pp.1~13
- 3) 久保田悦郎・原利男, 乾燥法による茶の水分定量, 農林省茶業試験場, Vol.1971, No.36(1971年) pp.41~44