

卵殻を細骨材として有効活用したモルタルの基礎物性

九州産業大学 学生会員 赤栗 克宗
九州産業大学 学生会員 松村 卓幸
九州産業大学 正会員 松尾 栄治
九州産業大学 飯田 真生

1. はじめに

日本における鶏卵の消費量は、1955年の40万トンから2015年の252万トンと、この60年でおおよそ6倍に増加している。それに伴い卵殻の廃棄量も増加しており、その有効利用については肥料やチョークなど多岐に渡っているが、さらなる用途開発が望まれている。

本研究では、卵殻をコンクリート用細骨材の一部として用いることを目標とし、実験要因を簡素化するためモルタルを対象とし、その基礎物性へ卵殻置換率が及ぼす影響を実験的に確認した。

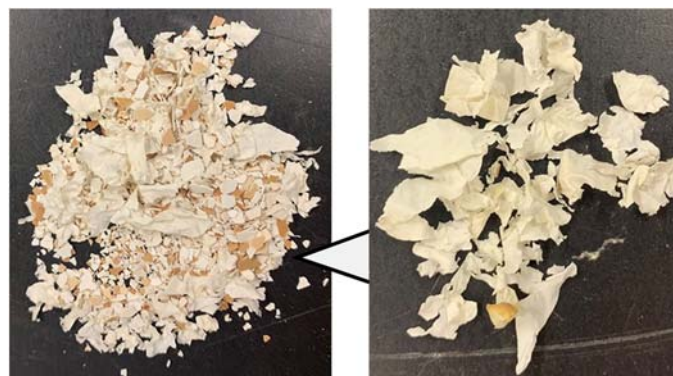


写真-1 使用した卵殻の状況
(左：卵殻の荷姿，右：分離した卵膜)

2. 実験方法

(1) 使用材料および配合

セメントの強さ試験 (JIS R 5201) で定められている材料を基準に、普通ポルトランドセメント、JIS 標準砂、上水道水および卵殻として K 社の卵殻を用いた。

モルタルの練混ぜ方は JIS の規定に従い、卵殻細骨材体積置換率を、10%、20%、30%、40%、50%と変化させた。配合を表-1 に示す。表中の実配合では単位水量に卵殻の吸水量を加算している。これは、卵殻は表乾状態を定義するのが困難であり、含水状態を正確に管理するために卵殻を絶乾状態で使用したためである。

(2) 実験項目

まず、卵殻の密度試験、吸水率試験、ふるい分け試験を行った。さらに、練混ぜの際、卵殻が碎けて粗粒率が増加することが懸念されたため、卵殻のみを空練りし、時間経過ごとにふるい分け試験を行った。次に、モルタルの粘度試験とフロー試験を行った。さらに、 $40 \times 40 \times 160 \text{ mm}$ の角柱供試体を作製し、28 日間の水中養生の後、圧縮強度試験、曲げ強度試験、吸水率試験、密度試験を行った。

3. 実験結果

当初の卵殻の物性試験より、表乾密度は 2.361 g/cm^3 、絶乾密度は 2.261 g/cm^3 、吸水率は 5% となった。しかしながら、置換率の増加に伴い明らかにパサツキが大

表-1 配合表 (練り量 : g)

卵殻置換率	配合	W		C	JIS砂	卵殻
10%	標準配合	225		450	1215	120
	実配合	225	11			109
20%	標準配合	225		450	1080	240
	実配合	225	22			218
30%	標準配合	225		450	945	360
	実配合	225	33			327
40%	標準配合	225		450	810	491
	実配合	225	44			436
50%	標準配合	225		450	675	600
	実配合	225	55			545

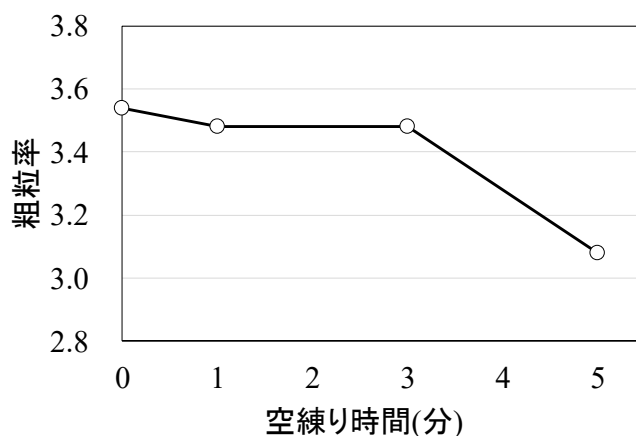


図-1 空練り時間に伴う粗粒率の変化

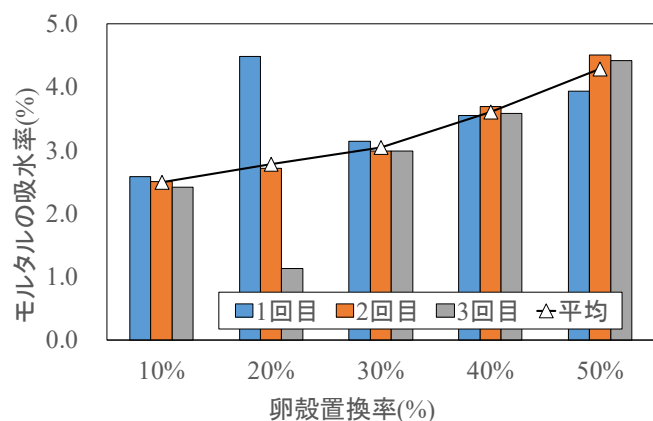


図-2 卵殻置換率とモルタルの吸水率の関係

きくなったため、吸水率を 10%に調整した（表-1 参照）。これは卵殻に吸着している卵膜の影響と考えられる。図-1 に空練り時間に伴う粗粒率の変化を示す。通常の練混ぜ時間内であれば粒度の変化は小さいことが確認できる。

図-2 に卵殻置換率とモルタルの吸水率の関係を示す。卵殻置換率の増加に伴い、モルタルの吸水率が増加しており、卵殻の吸水率はさらに高く設定する必要があることを示唆している。図-3 に粘度とフロー値の関係を示す。粘度の増加に伴い、フロー値が低下した。

図-4 に卵殻置換率と密度の関係を示す。卵殻が軽量であるため、置換率の増加に伴いモルタルの密度が低下している。図-6 に卵殻置換率と角柱圧縮強度の関係を、図-7 に卵殻置換率と曲げ強度の関係を示す。卵殻置換率 20%以上になると、いずれの強度も低下しており、今回のように単位水量を増加することでワーカビリティを保持する場合の上限は 10%程度であることがわかった。

4. まとめ

卵殻置換率 10%までは普通モルタルと同程度の強度が保たれるので、その範囲内で有効活用が期待できる。今後の課題として、卵膜を容易に除去する方法の確立、卵殻の種類が強度に及ぼす影響の検証、減水剤によるワーカビリティ保持の検討を行う必要が挙げられる。

【参考文献】

- 1) 石黒覚・山中正善：カキ殻粉入りモルタルを活用した遮熱性舗装の研究，コンクリート工学年次論文集 Vol.32, No.1, pp.1367-1372, 2010

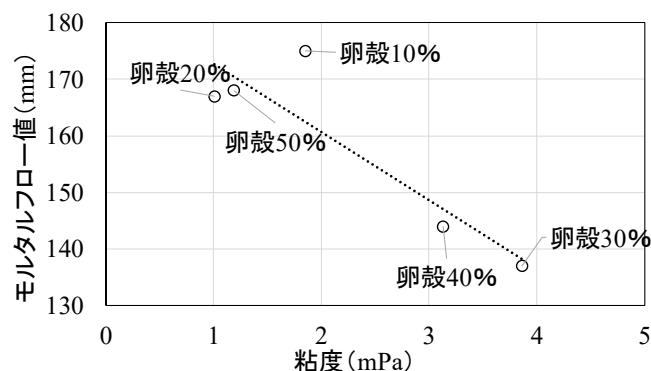


図-3 粘度とモルタルフロー値の関係

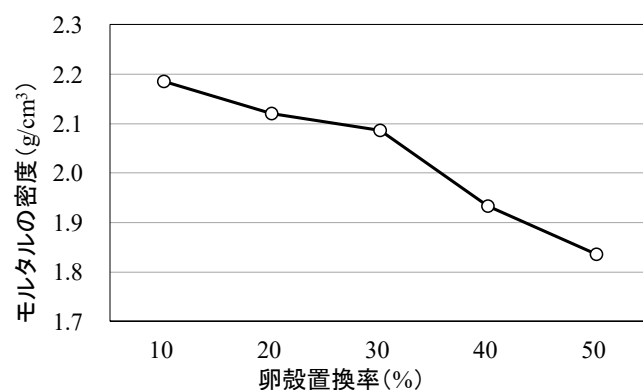


図-4 卵殻置換率とモルタルの密度の関係

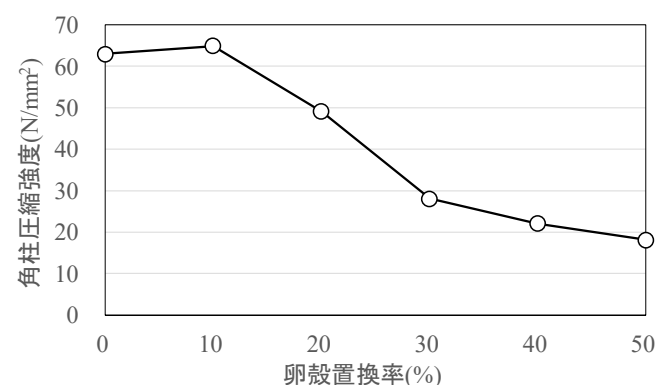


図-5 卵殻置換率と角柱圧縮強度の関係

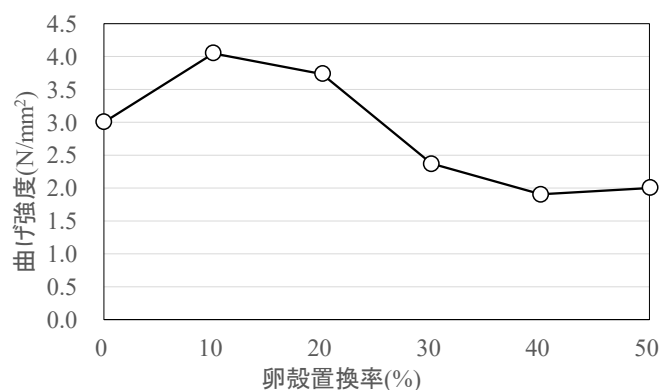


図-6 卵殻置換率と曲げ強度の関係