

焼成ホッキ貝殻粉末混入モルタルの拘束環境下における強度特性

Compressive Strength of Expanded Mortar by Burned Surf clam shell powder

苫小牧工業高等専門学校 ○学生員 新田佳祐 (Keisuke Nitta)
 苫小牧工業高等専門学校 正員 渡辺暁央 (Akio Watanabe)
 苫小牧工業高等専門学校 正員 土門寛幸 (Hiroyuki Domon)

1. はじめに

コンクリートの収縮保障を目的に膨張材を使用してコンクリートの高性能化を行っている。収縮によるひび割れの発生は、拘束環境となる部材で発生するため、膨張材は拘束環境で使用される。そのため、膨張材の性能を評価するためには、拘束環境下の内部組織が強度特性や耐久性に与える影響を把握することが大切である。膨張材による膨張は、拘束されない環境では内部組織構造を粗にするが、拘束することにより内部組織を緻密化させる。そのため、拘束の有無により強度特性が変化する。既往の研究では、拘束の有無による膨張材を混入したモルタルの強度特性を評価しており、拘束により内部組織の緻密化が発生し、圧縮強度が増加することを示した¹⁾。

また、著者らは、膨張能力が大きい、焼成ホッキ貝殻粉末を膨張材の代替材料として使用することを検討している²⁾。本研究では、焼成ホッキ貝殻粉末混入モルタルについて、拘束環境下における強度特性を明らかにすることを目的とする。焼成ホッキ貝殻粉末の混入率および養生温度をパラメータとして、拘束の有無による強度の相違について検討する。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm^3 ）およびセメント強さ試験用標準砂を使用した。焼成ホッキ貝殻粉末は、貝殻を 0.015mm ふり通過まで粉砕し、 1000°C で1時間焼成したものをを使用した。また、比較のため、膨張材混入モルタルも作製した。膨張材は、一般工事の 20kg/m^3 添加用の製品であり、石灰系膨張材の T 社製を使用した。JIS R5201 に従い、水/セメント比が 0.5 、骨材/セメント比が 3.0 の標準モルタルに対して、焼成ホッキ貝殻粉末はセメント質量の 4% (HP4)、 6% (HP6) および 10% (HP10) 置換、膨張材はセメント質量の 10% 置換 (T10) した配合とした。

2.2 使用材料および配合

図-1 に示す特注の鋼型枠を使用する。この型枠は RPC (Reactive Powder Concrete) を作製するにあたり、 50N/mm^2 の耐荷力の性能を有しており³⁾、膨張材による膨張に対して変形を許さない構造となっている。この拘束円柱型枠に離型剤を塗り、モルタルを打込んだ。打込み後、拘束具をナットで固定した状態で材齢7日まで静置する。なお、この拘束型枠を3個用いて、供試体を3つ作製する。完成後の寸法は、直径 50mm × 高さ 100mm の円柱供試体となる。また、比較のため、直径

50mm × 高さ 100mm の鋼製軽量型枠（供試体数は3本）にも打込みラップで密封して同様に静置した。

2.3 圧縮強度試験

材齢7日にて拘束円柱型枠の拘束具を取り外して脱型した。また、鋼製軽量型枠の供試体も脱型した。端面処理を行い、直径 50mm の圧縮強度試験を実施した。

2.4 反射電子像観察

拘束供試体から、 $10\text{mm} \times 10\text{mm}$ 程度の試料を切り出し、エタノールに浸漬して水和反応を停止させた。エタノール浸漬後の試料は、真空樹脂含浸装置を用いて樹脂含浸を行った。樹脂の硬化後、耐水研磨紙およびダイヤモンドスラリーによる鏡面研磨を行い観察用の試料を作製した。白金蒸着を施した後、反射電子検出器を備えた電界放出型走査電子顕微鏡により、倍率 500 倍で反射電子像を取得した。

3. 結果および考察

図-2 は材齢7日における圧縮強度試験の結果を示したものである。鋼製拘束型枠を使用した供試体の圧縮強

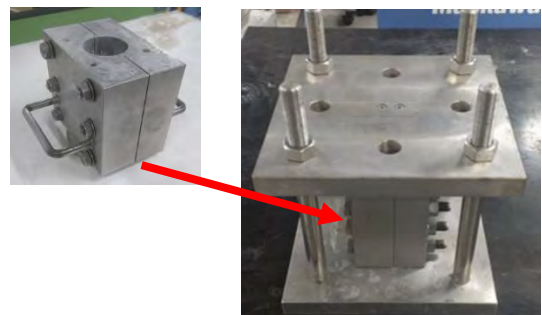


図-1 鋼製拘束型枠

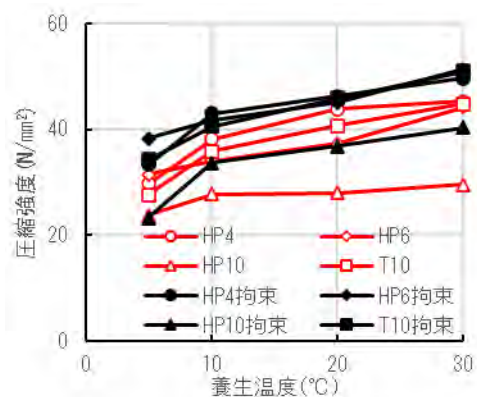


図-2 圧縮強度

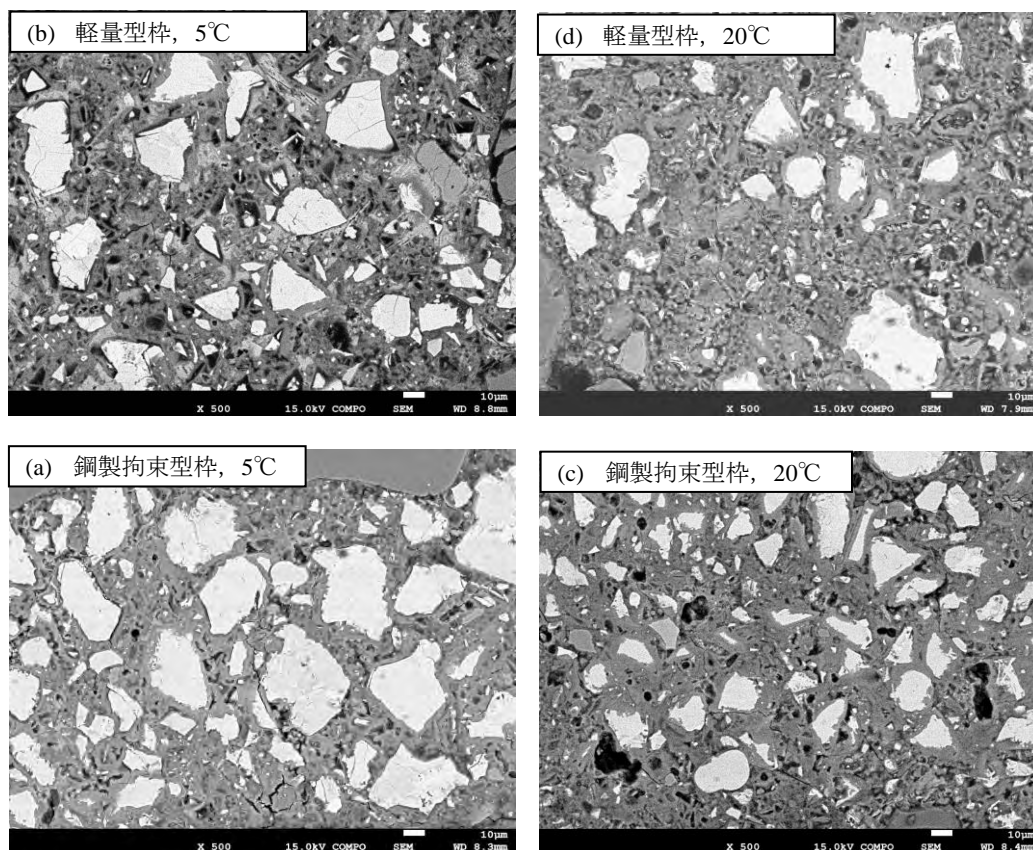


図-3 反射電子像の例

度は、いずれの養生温度においても鋼製軽量型枠を使用した供試体の圧縮強度より、数 N/mm^2 強度が増大するようである。HP4、HP6 および T10 はほぼ同じ圧縮強度になっているのに対して、HP10 は圧縮強度が小さくなっている。膨張率が大きい内部にひび割れなどが発生していることが推察される。

すなわち、焼成ホッキ貝殻粉末を使用する場合、無拘束の条件で置換率 10% は膨張率が大きすぎるといえる。また、HP10 拘束も圧縮強度が低下しており、これについては今後、内部組織の観察を通して検討する予定である。一方、HP4 は圧縮強度に問題がないものの、T10 と比較して膨張率が小さく、もう少し置換率を増加させることが適切といえる。

図-3 は軽量型枠および鋼製拘束型枠の供試体における 5°C および 30°C の反射電子像の例である。反射電子像は、256 段階のグレーレベルで構成されており、白色の粒子の相が未水和セメント、明るい灰色の相が水酸化カルシウムであり、黒色の相が毛細管空隙である。

軽量型枠および鋼製拘束型枠を比較すると、いずれの養生温度においても拘束型枠の方が黒色の相である毛細管空隙が少ない印象を受ける。拘束によりセメントマトリックスの緻密化が進行しているものと推察される。また、膨張の要因となる明るい灰色の水酸化カルシウムに着目すると、軽量型枠より鋼製拘束型枠の方が数十 μm 程度の大きな相として確認することができ、とくに養生温度 30°C でより多く確認することができる。

4. まとめ

- (1) 材齢 7 日の鋼製拘束型枠の供試体の圧縮強度は、いずれの養生温度でもケミカルプレスにより強度増大する。
- (2) 膨張を拘束することにより、反射電子像で観察される毛細管空隙が少なくなる。

謝辞

本研究を行うにあたり、日本学術振興会科学研究費補助金（基盤研究(C)、研究課題番号：22K04275、研究代表者：渡辺暁央）の交付を受けた。ここに記し謝意を表す。

参考文献

- 1) 上田大輔, 渡辺暁央, 土門寛幸, 近藤崇: 拘束を受けた膨張性モルタルの圧縮強度と初期膨張特性, コンクリート工学年次論文集, Vol.42, No.1, pp.383-388, 2020
- 2) 石井允都, 廣川一巳, 渡辺暁央: 焼成ホッキ貝殻粉末および焼成ホタテ貝殻粉末混入モルタルの膨張特性の相違について, コンクリート工学年次論文集, Vol.35, No.1, pp.1567-1572, 2013
- 3) 渡辺暁央, 五十嵐心一, 川村満紀: 加圧処理を施した繊維補強 RPC の微視的構造と力学的特性, コンクリート工学年次論文集, Vol.26, No.1, pp.309-314, 2004.7