

## 養生温度を変化させた焼成ホッキ貝殻粉末混入モルタルの初期膨張性能評価

苫小牧工業高等専門学校 正会員 ○土門 寛幸  
 苫小牧工業高等専門学校 正会員 渡辺 暁央

### 1. はじめに

拘束される部材が乾燥などの要因で収縮するとひび割れが発生し、構造物の耐久性を低下させる原因となる。これを防止するため、水利施設や橋梁床板・地覆など拘束が発生する部位に対して膨張材が積極的に使用されている。その一方で、膨張材を使用しても十分な効果が得られない場合もあり、拘束条件と膨張能力との対応について検討することが重要である。既往の研究では、エトリングライトおよび石灰系の膨張材にて、養生温度による膨張率を評価し、膨張材の性能を十分に発揮するために養生温度が重要であることを示した[1]。

一方で著者らは、膨張材の代替機能を焼成した貝殻を利用する手法について検討している。貝殻は炭酸カルシウムであり、焼成すると石灰系膨張材の主成分と同じ酸化カルシウムになり、コンクリートに混入すると膨張する特性を有する。特に、アラゴナイト型炭酸カルシウムであるホッキ貝殻を使用した場合、カルサイト型炭酸カルシウムの石灰石を原料とする石灰系膨張材や焼成ホタテ貝殻粉末より膨張率が大きくなる[2]。

本研究では、養生温度に焦点を当てて、初期の養生温度が焼成ホッキ貝殻粉末混入モルタルの膨張率に及ぼす影響を明らかにすることを目的としている。膨張率の測定は、ASTM C1698 に準じたコルゲートチューブ法による長さ変化試験を実施し、打設直後から材齢7日までの長さ変化率を測定し、膨張率を評価した。

### 2. 実験方法

#### (1) 使用材料および配合

普通ポルトランドセメント（密度  $3.16\text{g/cm}^3$ ）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  $0.015\text{mm}$  ふるい通過まで粉砕し、 $1000^\circ\text{C}$  で1時間焼成したものを使用した。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  $20\text{kg/m}^3$  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  $0.5$ 、セメント/骨材比が  $3.0$  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) 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) 長さ変化試験圧縮強度試験

モルタルの練り混ぜ直後から材齢7日までの自由膨張量を計測する手法として、ASTM C1698 に準じたモルタルの長さ変化試験（図-1）を実施した。直径約  $30\text{mm}$ 、長さ約  $425\text{mm}$  のポリエチレン製コルゲートチューブを振動台の上に鉛直に設置し、振動を加えながらモルタルを上部から注ぎ込んだ。その後、コルゲートチューブにテフロン製の栓をして長さ変化測定用の供試体とし、恒温室で  $30^\circ$  の角度に固定した台に設置した。レーザー変位計とデータロガーを用いて、10分おきに長さ変化の測定を行った。恒温槽の温度は、 $5, 10, 20$  および  $30^\circ\text{C}$  とした。

#### (3) 圧縮強度試験

直径  $50\text{mm}$ 、高さ  $100\text{mm}$  の鋼製軽量型枠にモルタルを打設して、ビニルシートで密閉を行い、型枠のまま密閉養生を行った。養生温度は、 $5, 10, 20$  および  $30^\circ\text{C}$  とした。材齢7日にて脱型を行い、端面研磨を行った後、圧縮強度試験を実施した。なお、供試体数は3本である。



図-1 長さ変化試験装置

キーワード 焼成ホッキ貝殻粉末, 養生温度, ASTM C1698, 膨張率

連絡先 〒059-1275 苫小牧市字錦岡 443 番地 苫小牧工業高等専門技術教育支援センター TEL0144-67-8027

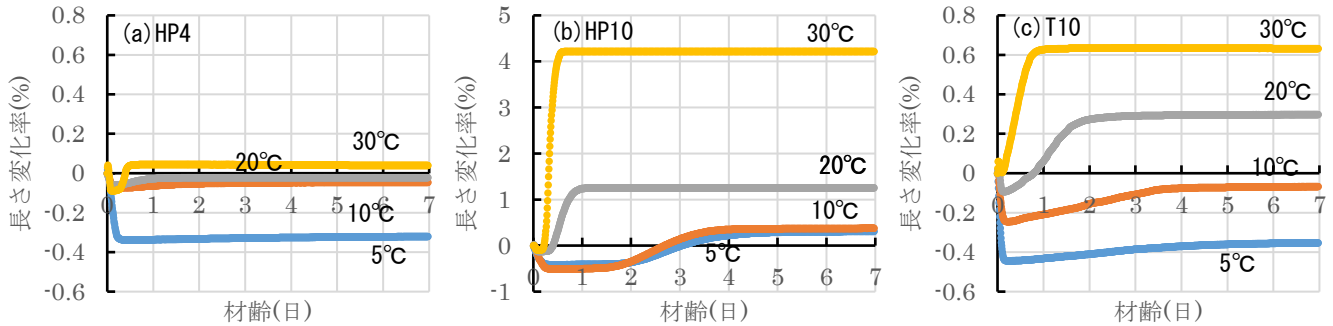


図-2 長さ変化試験の結果

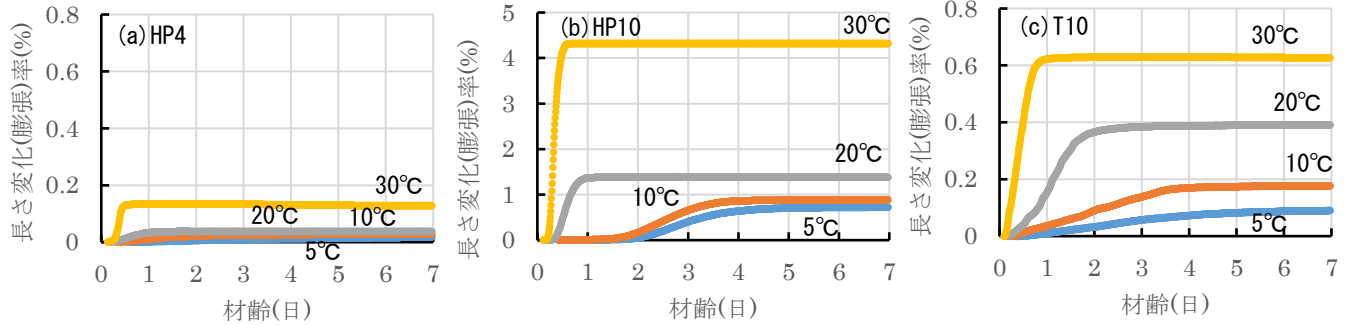


図-3 凝結時からの膨張率

### 3. 実験結果および考察

#### (1) 膨張率評価

図-2は、打設直後から材齢7日までの長さ変化試験の結果である。いずれも最初の数時間の間収縮が確認され、その後膨張挙動に変わっている。初期の収縮が終わった時点が凝結に相当する。この凝結時を膨張率ゼロにして整理したものが図-3である。養生温度が高いほど膨張率が大きくなるとともに、膨張が開始する時間も早くなる。とくにHP10は養生温度が5°CであってもT10の養生温度30°Cより大きな膨張率となっている。図-4は、図-3で示した材齢7日の膨張率と養生温度の関係を示したものである。HP10の養生温度30°Cを除けば、膨張率と養生温度は比例関係にある。

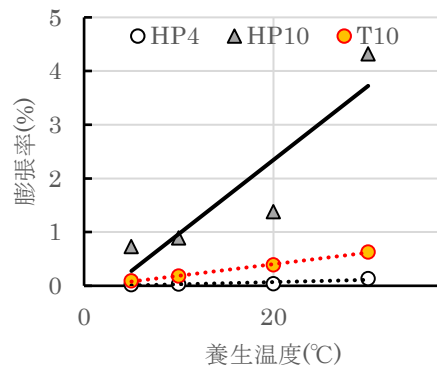


図-4 材齢7日の膨張率と養生温度の関係

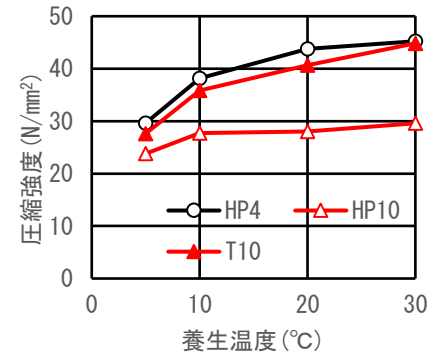


図-5 圧縮強度

#### (2) 圧縮強度

図-5は、圧縮強度試験の結果を示したものである。HP4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。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。

### 4. まとめ

膨張率は養生温度に比例する。焼成ホッキ貝殻粉末は、置換率10%にすると膨張率が大きすぎる。そのため、置換率の低減が必要である。

**参考文献** [1] 渡辺暁央, 土門寛幸: 膨張材混入モルタルの初期養生温度が膨張能力と拘束圧縮強度に与える影響, プレストレストコンクリート工学会第30回シンポジウム論文集, Vol.30, pp.327-330, 2021

[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