

ケイ酸カルシウム系建材の省エネルギー成形法†

高温高圧流体技術研究所

陳 再 華

【緒 言】

従来のケイ酸カルシウム系建材の成形プロセス¹⁾はシリカ原料のほか、ライム、セメント、補強繊維などからなる成形体を密閉容器中180℃前後、十数時間養生している。このため、大型のオートクレーブが必要であり、かつ、大量のエネルギーが消費され、生産効率は低い。これまでに我々はケイ酸カルシウム材の製造に、メチルセルロースや酢酸カルシウム²⁾を添加することによって120℃以下の温度で高強度ケイ酸カルシウム材が成形できることを見出し、製造条件の緩和、省エネルギー化を実現した。しかし、これらの添加物は有機質であるため、不燃材として適していない。また、酢酸の異臭を発生し、実用材としても生産現場においても問題が残されていた。そこで、我々は水酸化ナトリウムを添加することによって、高エネルギー消費原料であるセメントやオートクレーブを使用せずに開放系100℃、4～6時間水蒸気養生を行い、高強度で無臭のケイ酸カルシウム建材が得られることを見出した。この方法は従来法に比べ、著しい省エネルギー成形プロセスであることを認めた³⁾。本報告では、水酸化ナトリウムの効果、各成分配合と含水量、及び養生温度と時間の影響についてのべる。

【実 験】

重量比85:15で珪石、水酸化カルシウム原料粉末をモルタルミキサーに入れ、50rpmで10分間混合した。この混合物に水酸化ナトリウム水溶液を加えて、水分率が約25wt%になるようにさらに水を添加した後、5分間混練してスラリー状な混合原料を得た。これを15mm×15mm×30mmの枠型に入れ成形し、この原料成形体を50℃で含水率を約14wt%まで（約5時間）前乾燥を行う。得られた半硬化体を100℃で所定時間水蒸気養生し、次いで100℃、1時間の後乾燥後する。得られた材料について圧縮強度を測定した。

【結果と考察】

NaOH添加量および養生時間を変え、上述の製造法に従って得られた材料の圧縮強度を測定して結果を図1および図2に示す。適量のNaOHの添加によって、材料の強度が60MPa以上に達した。

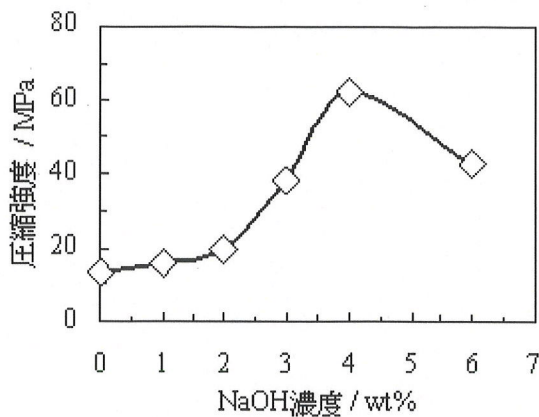


図1 NaOH添加量の影響

(前乾燥:50°C、5h;養生:100°C、6h)

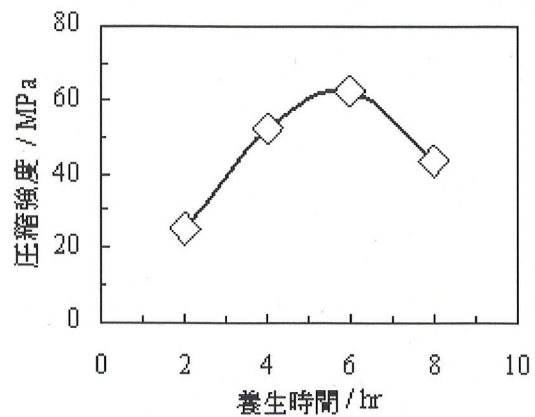


図2 100°C水蒸気中の養生時間の影響

(NaOH4wt%添加;50°C、5h 前乾燥、100°C養生)

NaOHの添加効果を明らかにするため、電子顕微鏡観察を行った。その結果、NaOHが存在しない場合、図3 a)のように粒子同士間の隙間がはっきりしているのに対して、適量のNaOHが存在する場合、粒界が消え、粒子間の隙間が埋められている(図3 b))。これはケイ石がNaOH水溶液と接触すると、ケイ石の表面が溶解し、可溶性のケイ酸ナトリウム水和物となり、この可溶性のケイ酸ナトリウム水和物の一部が $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反応してケイ酸ナトリウム・ケイ酸カルシウム水和物になる。このようなケイ酸塩水和物はアモルファス状であり、接着剤のようにケイ石粒子同士間をつなぐ役を果たし、材料の強度に寄与すると考えられる。

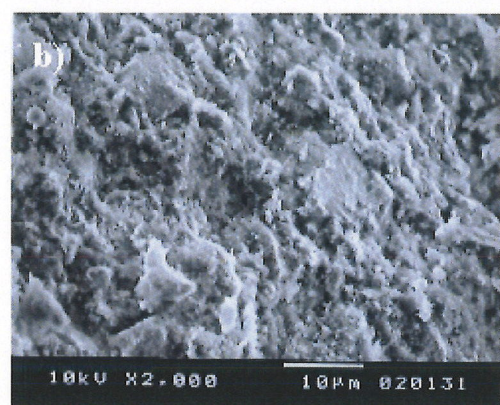
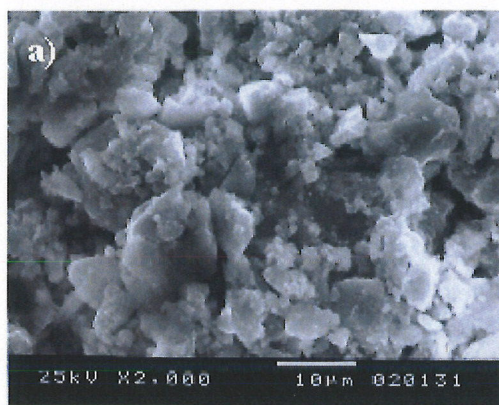


図3 ケイ酸カルシウム材料のSEM像

(50°C、5時間の前乾燥、100°C、6時間の水蒸気養生)

a):NaOH添加物なし

b):NaOH4wt%添加

【結 論】

水酸化ナトリウムを4wt%前後添加することによって、常圧下100℃の開放系水蒸気雰囲気下、4～6時間で高強度及び寸法安定性を有するケイ酸カルシウム系材料が製造できることを認めた。本成形プロセスでは、高エネルギー消費原料であるセメントの無配合、大型バッチ式オートクレーブの不使用を可能にし、著しい省エネルギー化をもたらし、地球環境保全にも寄与するとともに、コスト削減を可能にした。また、本法は常圧製造法であり、設備費、運転費が削減でき、さらに連続製造が可能なことから生産性を著しく向上することができる。

【参考文献】

- 1) 水熱科学ハンドブック（技報堂）, p.310 (1997).
- 2) 特開2001-31415.
- 3) 特願2001-348218.

† 本研究は、NEDOの地域コンソーシアム研究開発事業エネルギー分野：「マイクロ波—水熱法を利用した電磁波吸収機能を有するスマート材料の省エネルギー型製造プロセスの開発」プロジェクト(1999-2002)のもとで実施したものである。