

耐火石による発泡体の試作

長谷川龍三 山崎達夫 松下福三

Foamed-Ceramics Making from KOKA-SEKI
by
Ryuzo HASEGAWA, Tatsuo YAMAZAKI
and Fukuzo MATSUSHITA

伊豆七島新島に産する耐火石を用い、熱間成形法により発泡体を試作した。その発泡剤は、炭化珪素で、加熱処理温度の低下にはアルカリ、アルカリ土類金属の化合物を用い、添加の効果を調べた。試作した発泡体の物理的性質の一例を示すとかさ比重0.5、圧縮強さ40kgf/cm²で熱伝導率0.14 Kcal/m.hr.°Cであった。これは炭酸リチウムを5%添加し、1080°Cで熱処理したものである。

1. ま え が き

伊豆七島の新島に産する耐火石は、切断加工が容易なこと、軽量で断熱性、耐酸性に富むことなどの特性があるため、従来原石のまま高煙突の耐酸保温ライニング材や装飾用建材として使われてきたが、その製造工程で大量の破碎切断屑が副生する。この用途開発として、その発泡性に着目した人工軽量発泡体や良好な焼結性を利用して低火度焼成タイルの添加剤としての効果などが検討されている。

ここでは、熱間成形法による低かさ比重の発泡素地開発における焼成温度の低下、均一発泡等について若干の検討を行ったので報告する。

2. 試 験 方 法

2. 1 使用原料

原料として使用した耐火石は、浮石質の流紋岩で、ガラス質の火山碎屑物が約7～8割を占めており、残りは石英、長石、黒雲母から成っている。化学組成は表1のとおりであり、その耐火度はSK6である。原石の圧縮強さは、38kgf/cm²で、かさ比重は1.29である。なお本実験に使用した耐火石は、粒径0.149mm以下のものとする。

表1. 耐火石の化学組成

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Ig. loss	(%)
79.0	11.5	0.83	0.67	0.18	4.09	2.51	0.51	

2. 2 発泡体の作製方法

耐火石粉末と発泡剤およびアルカリ、アルカリ土類金属等の添加物を乾式混合の後、匣鉢に入れ所定の温度で加熱溶融させ、発泡体を得た。匣鉢の内面にはアルミナ粉末を塗付し、離型を容易にした。

2. 3 発泡体の物性

各発泡体についてかさ比重を測定し、発泡性を判定した。また発泡体の物性は、圧縮強さ、熱伝導率から調べた。発泡の均一性については、主として肉眼観察により判定した。

3. 試験結果と検討

3. 1 各種添加物の影響

各種アルカリ、アルカリ土類金属化合物添加による発泡状況を調べた。表2は耐火石粉に#200炭化珪素1%および各添加物をそれぞれ5%外配合した混合物を1180°Cで熱間成形したときの状況である。

表からアルカリ金属は全般的に発泡温度の低下に著しく作用し、この温度では過発泡になる。発泡した気泡の大きさは、微細なものから小豆大のもの、さらにはそれ以上の大きさのものもでき、その形状も不規則になり、組織の均一性がない。アルカリ土類金属の化合物は、炭酸塩の添加が効果的である。

なお、表2の発泡状態の項は、肉眼判定による発泡状況を示すものであり、過発泡と記したものは、発泡が進行し過ぎ、いくつかの気泡が合体し不規則な発泡状態を呈し、孔径分布が不揃いにな

表2. 発泡状況に及ぼす添加剤の影響(1180℃処理物)

添加剤の種類 (各5%)	かさ 比重	圧縮強さ (kgf/cm ²)	発泡の 状態	適正焼成 温度(℃)
なし	1.18	430	不十分	1260
水酸化リチウム	0.28	5	過発泡	1080
炭酸リチウム	0.30	7	過発泡	1080
ほう酸リチウム	0.33	8	過発泡	1100
炭酸ソーダ	0.38	11	やや過発泡	1120
ほう酸ソーダ	0.44	50	やや過発泡	1150
石灰石	0.64	105	良好	1180
炭酸カリ	0.70	137	良好	1180
ドロマイト	0.74	158	良好	1180
亜鉛華	0.81	185	やや不十分	1220
マグネシア	1.09	385	不十分	1240
カマド長石	1.16	410	不十分	1260

っているものを示す。発泡不十分と記したものは文字通り、1180℃の熱処理では、温度不足で十分な発泡をしていないものを示している。また表中適正熱処理温度の項には、各組成において、孔径分布の揃ったきれいな球状発泡をするに必要な加熱温度を記した。

3. 2 炭酸リチウム添加の影響

表2において発泡効果の顕著であったリチウム化合物の中から、炭酸リチウムについて、1080℃

熱処理による発泡状況を調べた。図1は、炭化珪素添加量の差異とかさ比重の変化を示したものである。

炭酸リチウム添加量が2%以下の領域では、熱処理温度が先の例より100℃低いため、発泡はまだ不十分であり、炭化珪素を添加したものの発泡の促進効果が現われていない。炭酸リチウムが3%を越えると、発泡が急激に促進され、炭化珪素の効果も目立ってくる。

これは、熱間で液相生成量が増加するとともにこの液相が炭化珪素の分解に有効に作用し、ガス成分の解離が活発化し、発泡に寄与するためである。炭酸リチウム添加量をさらに増し、6%以上にすると、組成的にますます発泡しやすい状態になり、発泡剤としての炭化珪素の役割は薄らぎ、炭酸リチウムの添加だけで良好な発泡体が得られる。生成する液相の粘性は小さく、粒径の微細な独立気泡が多数均質に分布している。

発泡体の強度は、かさ比重0.5のもので圧縮強さ約40kgf/cm²を有し、かさ比重0.84以上になると100kgf/cm²を越える。これら発泡体の強度は、素地の組成よりも素地のかさ比重依存度が大きいので作業性からは、均一混合のむずかしい炭化珪素よりも炭酸リチウムの方が取り扱い易い長所もある。

3. 3 ドロマイト添加の影響

表2の発泡試験において石灰、ドロマイト等も

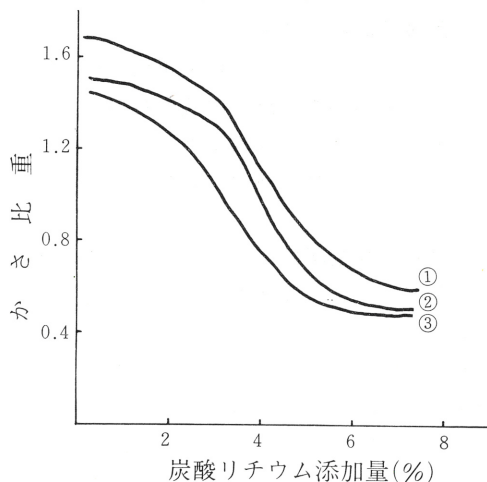


図1. かさ比重の変化に及ぼす炭酸リチウムの影響

(①炭化珪素無添加 ②炭化珪素 0.5% 添加)
(③炭化珪素 1.0% 添加)

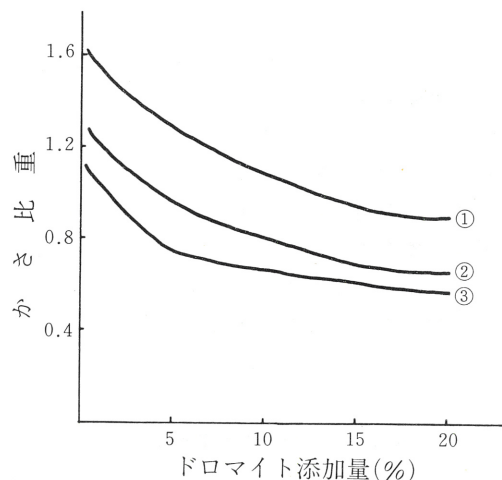


図2. かさ比重の変化に及ぼすドロマイトの影響

(①炭化珪素無添加 ②炭化珪素 0.5% 添加)
(③炭化珪素 1.0% 添加)

良好な発泡状況を呈している。これらはリチウム化合物に比べ安価な利点もあり、ここにその添加効果を試験した。

図2に発泡体のかさ比重の変化に及ぼすドロマイイト添加、炭化珪素添加の影響を示す。ドロマイイトの添加は、リチウム化合物ほど顕著な発泡効果は得られず、むしろ炭化珪素の影響の方が強く出ている。発泡状況は、大小かなり大きさの異なる気泡分布をしており均質ではない。またドロマイイト配合量が多くなると発泡体の上下方向の組織の不均質が目立ち底部の気泡が大きくなる傾向にある。

なお強度的には、リチウム化合物の場合よりやや強く、かさ比重0.72のもので圧縮強さ100kgf/cm²を越える。この様な状況からドロマイイトは、添加量を5%位にし、加熱温度をもう少し高め炭化珪素による発泡の助剂的な役割を持たせると有効であろう。

3. 4 発泡体の物性

発泡体の1つの用途として保温材、断熱材等がある。この場合、材質の熱伝導率が重要な因子となる。図3は熱伝導率とかさ比重の関係を示したものである。抗火石粉を素材とする本実験に供した発泡体においては、添加剤の種類と量により、組成的には若干の相異があるが、その熱伝導率はほぼかさ比重の関数として表わせることを示しており、かさ比重の小さいもの、換言すると気泡生成量が多いものほど熱伝導率は小さい。

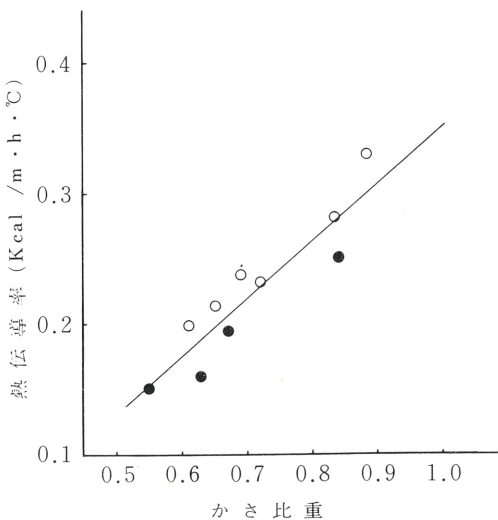


図3. 発泡体の熱伝導率とかさ比重

○リチウム系発泡体 ○ドロマイイト系発泡体

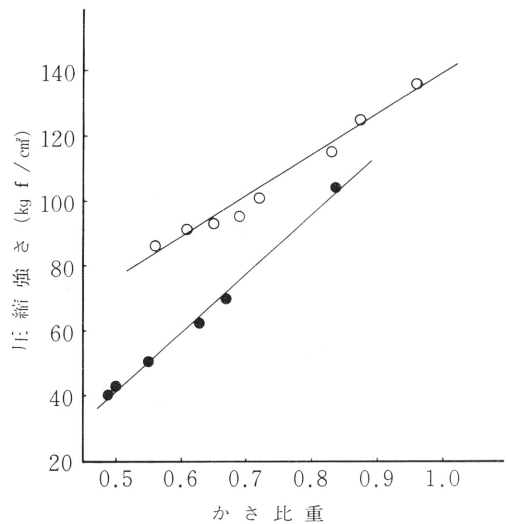


図4. 発泡体の強度とかさ比重

●リチウム系発泡体 ○ドロマイイト系発泡体

図4は圧縮強さとかさ比重の関係を示したものであり、これも熱伝導の場合と同様に、かさ比重の低下、即ち気泡生成量の増加に伴って強度は低下するが、素地組成の影響が若干認められ、ドロマイイト系のもものでは、強度がやや大きくなっている。

4. む す び

熱間成形法による抗火石粉の発泡状況について若干の検討を試み、いくつかの発泡体の製法例を紹介した。リチウム化合物は加熱温度の低下と均一発泡に有効であることが分った。

ここで製作した発泡体は軽量であること、熱伝導率が小さいこと、比較的強度が大きいこと、加工性が容易なこと等の特長があるので、いくつかの用途開発が期待される。なお用途に応じ他の物性値の検討が必要になり、それに応じて製法も定まってくる。例えば高温の用途にはリチウム化合物等の添加量は制約を受ける。