

コーディエライト素地へのペタライト添加効果

久野 徹 稲垣甲子郎

Effects of Petalite on Cordierite Body
by

Tōru KUNO and Kineo INAGAKI

コーディエライト系耐熱素地の実用化を検討するために、市販の合成コーディエライト粉末をす法、形状調整用に、木節粘土を結合剤として、またペタライトを焼結促進剤として調合試験を行った。なお上記原料の外にタルクを結合粘土と反応させてコーディエライトを生成させるために用いた。調合した素地の二、三の加熱条件下における焼結性及び耐熱性について検討した結果、コーディエライト素地へのペタライトの添加効果は顕著で10%添加することにより素地の焼結が促進され、緻密な素地が得られるとともに耐熱性の向上することが判明した。

1. ま え が き

コーディエライト系耐熱素地の実用化を検討する目的で、市販の合成コーディエライト粉末、木節粘土、タルク、ペタライトを用いて調合試験を行い、調合した素地の二、三の加熱条件下における焼結性及び耐熱性について検討した。

2. 実 験 方 法

2. 1 原 料

使用した合成コーディエライトはマグネサイトーカオリン系とタルクーアルミナーカオリン系の2種類で、X線回折の結果では2種類ともにコーディエライトのみのピークから成っており、ピークの高さはタルクーアルミナーカオリン系の方がマグネサイトーカオリン系より大きかった。合成コーディエライトの色はマグネサイトーカオリン系粉末はうす茶色であり、タルクーアルミナーカオリン系粉末はほぼ白色であった。木節粘土は本山木節粘土の水ヒ物を用いたが、そのX線回折結果ではカオリナイトが主体で少量の石英を含有していた。タルクは満州タルクの仮焼物を使用した。ペタライトもほぼ理論組成のものを使用した。

2. 2 調合試験

表1に素地の調合を示す。合成コーディエライトは30%、残りの70%は結合粘土とタルクでコーディエライトの理論組成になるように調合した。なおペタライトは調合素地に外割りで10、20、30%と添加した。調合物は1kg容量のボールミルで24時間湿式粉碎混合をした。試験体は鋳込み成

形法により成形し、直径約10mm、長さ約100mmの円柱状にした。試験体は乾燥後、電気炉で1200℃、1250℃、1300℃の3段階で焼成し、それぞれの温度で30分保持した後に自然冷却した。

焼成試験体の耐熱性を検討するために、熱スパーリング抵抗性に関係する機械的強度、弾性率、熱膨脹係数(常温~1000℃)を測定した。また素地の焼結度を調べるために吸水率、見掛気孔率、かさ比重、見掛比重を測定した。耐熱性は $\Delta T_{max} = S(1 - \mu)/E\alpha$ の式により素地が耐えうる最高温度差を求めこの値から耐熱性を推定した。ただし、 ΔT_{max} : 材料が耐えうる最高温度差(℃)、 S : 引張強度(kgf/cm²)、 E : 弾性率(kgf/cm²)、 α : 熱膨脹係数(1/℃)、 μ : ポアソン比。なおS値については曲げ強度を代用した。

3. 実験結果と考察

3. 1 1200℃焼成素地の耐熱性

1200℃焼成におけるペタライトの添加効果を表2に示す。マグネサイトーカオリン系コーディエライト、タルクーアルミナーカオリン系コーディエライトを使用した場合のいずれの場合もペタライトの添加量10%で吸水率、見掛気孔率は最小になった。曲げ強度はマグネサイトーカオリン系コーディエライト、タルクーアルミナーカオリン系コーディエライトのいずれを使用した場合もペタライト添加量10%で最大となった。曲げ弾性率はマグネサイトーカオリン系コーディエライトを使用した場合はペタライト添加量20%で最大になったが、タルクーアルミナーカオリン系コーディエ

表1 素地の配合割合%

素地	コーディエライト A (マグネサイト -カオリン系)	コーディエライト B (タルク-アルミナ -カオリン系)	満州タルク	本山木節粘土水ヒ物	ペタライト
1	30	0	23	47	0
2	30	0	23	47	10
3	30	0	23	47	20
4	30	0	23	47	30
5	0	30	23	47	0
6	0	30	23	47	10
7	0	30	23	47	20
8	0	30	23	47	30

ライトを使用した場合はペタライトの添加量が増加しても曲げ弾性率の値の変化は小さかった。素地の熱膨張係数はマグネサイト-カオリン系コーディエライト、タルク-アルミナ-カオリン系コーディエライトのいずれを使用した場合も小さくなった。この原因はX線回折の測定結果によるとペタライトの添加量に比例して β スポジューメンの生成量が増加し熱膨張係数が小さくなったものと思われる。ペタライト添加量と耐熱性との関係はマグネサイト-カオリン系コーディエライトを使用した場合ペタライトを10%添加した場合に耐熱性が最大であった。しかしタルク-アルミナ-カオリン系コーディエライトを使用した場合ペ

タライトを添加してもほとんど耐熱性の向上は見られなかった。この原因はペタライトを添加することにより曲げ強度は小さくなり、曲げ弾性率はやや大きくなったためと思われる。

3. 2 1250℃焼成素地の耐熱性

1250℃焼成におけるペタライトの添加効果を、表3に示す。マグネサイト-カオリン系コーディエライトを使用した場合、ペタライトを20%以上添加すると吸水率、見掛気孔率は急激に小さくなる。一方タルク-アルミナ-カオリン系コーディエライトを使用した場合は1200℃焼成と同様にペタライト添加量10%で吸水率、見掛気孔率が最小になった。曲げ強度はマグネサイト-カオリン系

表2 1200℃焼成試験体の物性値

表2 1200℃焼成試験体の物性値

素地	吸水率 (%)	見掛気孔率 (%)	見掛比重	かさ比重	曲げ強度 (kgf/cm ²)	曲げ弾性率 (kgf/cm ²)	熱膨張係数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	$\Delta T_{\text{max}}(^{\circ}\text{C})$ [*]
1	11.5	21.9	2.45	1.91	329.4	2.173×10^5	2.88	448
2	10.4	19.7	2.36	1.90	637.7	2.522×10^5	2.54	848
3	10.9	20.5	2.36	1.88	475.3	3.066×10^5	2.17	608
4	11.4	21.3	2.38	1.87	322.0	2.056×10^5	2.01	662
5	15.3	27.5	2.48	1.80	460.0	1.678×10^5	2.72	857
6	12.7	23.8	2.45	1.87	496.8	1.922×10^5	2.72	809
7	13.7	24.6	2.38	1.79	312.2	1.792×10^5	2.08	711
8	14.1	25.2	2.40	1.79	289.9	1.830×10^5	1.62	833

* $\mu = 0.15$ で計算

コーディエライトを使用した場合、ベタライト添加量20%で最大になった。しかしタルク-アルミナーカオリン系コーディエライトを使用した場合はベタライト添加による強度の向上は見られなかった。曲げ弾性率は1200℃焼成とほぼ同様の傾向を示していた。熱膨張係数は1200℃焼成と同様にベタライトの添加量に比例して小さくなった。

耐熱性はマグネサイト-カオリン系コーディエライトを使用した場合はベタライトの添加量に比例して大きくなった。しかしタルク-アルミナーカオリン系コーディエライトを使用した場合はベタライトの添加効果は見られなかった。この原因はマグネサイト-カオリン系コーディエライトを使用した場合、ベタライトを添加することにより曲げ強度の増加が大きく、曲げ弾性率の変化が小さかったためと思われる。一方タルク-アルミナーカオリン系コーディエライトを使用した場合は、1200℃焼成と同様にベタライトを添加しても曲げ強度の増加が見られないために耐熱性は大きな

らなかったものと思われる。

3.3 1300℃焼成素地の耐熱性

1300℃焼成におけるベタライトの添加効果を表4に示す。マグネサイト-カオリン系コーディエライトを使用した場合はベタライト添加量10%で吸水率は1%以下になり、ベタライト添加量30%で素地は発泡した。一方タルク-アルミナーカオリン系コーディエライトを使用した場合はベタライト添加量30%で吸水率は1.0%以下になった。曲げ強度はマグネサイト-カオリン系コーディエライトを使用するとベタライト添加量10~20%で最大になり、ベタライト添加量30%で素地が発泡したために曲げ強度は低下した。一方タルク-アルミナーカオリン系コーディエライトを使用した場合、1300℃焼成ではじめてベタライトの添加効果があらわれ、ベタライトの添加量に比例して曲げ強度は大きくなった。熱膨張係数はマグネサイト-カオリン系コーディエライトを使用した場合、ベタライトを添加すると熱膨張係数は大きくなる

表3 1250℃焼成試験体の物性値

素地	吸水率 %	見掛気孔率 (%)	見掛比重	かさ比重	曲げ強度 (kgf/cm ²)	曲げ弾性率 (kgf/cm ²)	熱膨張係数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	$\Delta T_{\text{max}}(^{\circ}\text{C})$ [*]
1	11.4	21.8	2.44	1.91	304.1	1.824×10^5	3.12	455
2	9.5	18.2	2.34	1.92	490.5	2.561×10^5	2.63	620
3	9.3	17.7	2.31	1.90	665.4	2.861×10^5	2.17	912
4	0.7	1.3	1.97	1.95	617.8	2.657×10^5	1.81	1090
5	14.3	26.1	2.46	1.82	490.5	1.940×10^5	2.61	823
6	11.4	21.4	2.39	1.88	380.2	2.230×10^5	2.53	573
7	12.5	22.9	2.38	1.83	446.0	2.011×10^5	1.95	969
8	12.1	22.1	2.36	1.83	401.4	2.304×10^5	1.88	789

表4 1300℃焼成試験体の物性値

素地	吸水率 %	見掛気孔率 (%)	見掛比重	かさ比重	曲げ強度 (kgf/cm ²)	曲げ弾性率 (kgf/cm ²)	熱膨張係数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	$\Delta T_{\text{max}}(^{\circ}\text{C})$ [*]
1	11.5	21.9	2.44	1.90	475.3	2.453×10^5	2.18	755
2	0.7	1.4	2.02	1.99	784.8	3.415×10^5	2.56	764
3	0.1	0.2	2.05	2.05	784.8	3.415×10^5	2.52	776
4	0.1	0.1	1.75	1.75	512.2	2.069×10^5	2.16	973
5	11.0	21.1	2.43	1.91	348.0	2.288×10^5	2.29	565
6	7.6	14.5	2.25	1.93	490.5	2.561×10^5	1.74	936
8	0.3	0.6	1.93	1.91	735.8	3.201×10^5	2.37	823

傾向であった。一方タルク-アルミナ-カオリン系コーディエライトを使用した場合はペタライト10%添加で無添加に比較して熱膨脹係数は小さくなったが、ペタライト添加量が10%を越えると、熱膨脹係数は徐々に大きくなる傾向を示した。耐熱性に関してはマグネサイト-カオリン系コーディエライトを使用した場合、ペタライト添加量30%で最大になった。この原因は素地が発泡して曲げ弾性率が大幅に小さくなったためと思われる。タルク-アルミナ-カオリン系コーディエライトを使用した場合、1200℃、1250℃焼成と異なりペタライトの添加効果があらわれ、ペタライト添加量10%で耐熱性は最大となった。

4. ま と め

コーディエライト系耐熱素地の実用化を検討するために市販の合成コーディエライト粉末2種類（マグネサイト-カオリン系、タルク-アルミナ-カオリン系）、及び結合材として木節粘土、また結合材と反応させてコーディエライトを生成させるためにタルクを用いてコーディエライト素地を調整し、コーディエライト素地の焼結性、耐熱

性を向上させるためにペタライトを添加し、ペタライトのコーディエライト素地の焼結性、耐熱性に及ぼす影響を検討した。その結果、次のことが判明した。

（1）マグネサイト-カオリン系コーディエライトを使用した場合の特に素地の耐熱性の向上に及ぼすペタライトの添加効果は1200℃、1250℃焼成で顕著で、緻密で耐熱性のある素地を得るには1200℃焼成ではペタライトの添加量は10%が最適であることが判明した。1250℃焼成ではペタライトの添加量に比例して耐熱性の増大する傾向が見られた。また1300℃焼成では素地の焼結に及ぼすペタライトの添加効果は顕著で無添加の場合、吸水率は、11.4%あったが10%添加することにより0.7%にまで小さくなった。しかし耐熱性に関してはペタライトの添加効果は見られなかった。

（2）タルク-アルミナ-カオリン系コーディエライトを使用した場合、素地の耐熱性に及ぼすペタライトの添加効果は1200℃、1250℃焼成ではあられわれず、1300℃焼成でペタライトを10%添加することにより耐熱性は著しく向上することが判明した。