もしこれが真であるならば Ni, Co, Fe, Mo, W では雰囲気調整は容易であるが, Cr では注意を要する. 金属の相変化温度における急激な水素の吸収あるいは脱吸収は, 金属-アルミナ境界の接触強度に影響をおよぼすであろうと考えられる. 炉内高温部に炭素が存在する場合, アルミナは直接接合によって還元されてアルミニウム金属, 炭化物, オキシ炭化物を生成し, また AlO , Al_2O ガスを生成する. また Cr, W, Mo は CO ガスの媒介によって炭化物を生成するから, 少くとも酸化物サーメットの焼結には炭素の存在は避けるべきである. アルミナと金属との反応性を AlO , Al_2O 生成反応について考察すれば, Ni, Co, Fe, Cr の順に増大することがわかり, これは接触角の小さい傾向と合致するから両者の間になんらかの関係があるであろう. 生成した少量のアルミナとの化合物の水素還元平衡の H_2O 分圧は, 前述した金属酸化物の平衡分圧より小さいことが予想されるから, 焼結に必要な H_2O 分圧も前述のものより小さいであろうと考えられる.

終りに臨み学術振興会サーメット研究委員会における津村利光委員長始め委員の方々の御助言に対し深謝するとともに, 本研究がこの委員会の文部省総合研究費および山内俊吉教授の主査せられた東京工業大学の協同研究費によって行われたことを付記して深謝の意を表する.

文 献

- 1) 清浦・佐多, 窯協, 66 [2] 23—27 (1958)
- 2) M. Humenik, Jr, W.D. Kingery, *J. Am. Ceram. Soc.*, **37**, 18 (1954)
- 3) L.S. Williams, P. Murray, *Metallurgia*, **49**, [295] 210 (1954)
- 4) A.R. Blackburn, T.S. Shevlin, *J. Am. Ceram. Soc.*, **34**, 327' (1951)
- 5) J.P. Coughlin, *Bureau of Mines, Bull.*, 542 (1954)
- 6) 金属便覧, p. 66-69 (昭 27)
- 7) L. Brewer, P. Gilles, F. Jenkins, *J. Chem. Phys.*, **16**, 797 (1948)
- 8) J.F. Wygant, W.D. Kingery, *Ceramic Bull.*, **31**, 387 (1952)
- 9) L.M. Foster, G. Long, M.S. Hunter, *J. Am. Ceram. Soc.*, **39**, 1 (1956)
- 10) R. Brunner, *Z. Elektrochem.*, **38**, 55 (1932)
- 11) M. Hoch, H.L. Johnston, *J. Am. Chem. Soc.*, **76**, 2560 (1954)
- 12) N.C. Tomb, A.J.E. Welch, *J. Iron and Steel Inst. (London)*, **172**, 69 (1952)
- 13) M.S. Beletskii, M.B. Rapport, *Doklady Akad. Nauk. USSR*, **80**, 751 (1951); *Cer. Abstr.* **46**, 3891 (1952)
- 14) G. Economos, W.D. Kingery, *J. Am. Ceram. Soc.*, **36**, 403 (1953)
- 15) L.S. Darken, R.W. Gurry, *J. Am. Chem. Soc.*, **68**, 799 (1946)
- 16) 矢島忠和, 鉄と鋼, **30**, 81 (1944)
- 17) J. Chipman, A.I.M.E., T.P. 784 (1937)

(7/22/57 受付)

チタン酸バリウム磁器の焼結, 特に高温度における CO_2 の放出過程について

岡 崎 清

(防衛大学校電気工学教室)

On the Sintering Process of Barium Titanate Ceramics, especially on the Libration CO_2 from the raw mix at High Temperature

By Kiyoshi OKAZAKI

(Electrical Engineering Department, Defense Academy)

In the previous paper, the author reported on the sintering phenomenon of Barium Titanate ceramics, especially their expansion and shrinkage characteristics during the firing process. This time, in order to find out the best firing condition of Barium Titanate ceramics, the decomposition curve of BaCO_3 at high temperature was measured. The method of measurement was to observe the change in the weight of test pieces continuously as a function of both temperature and time over the temperature range from room temperature to 1300°C , using a thermo-balance with strain meter. The results obtained are summarized as follows.

(1) In the firing process of Barium Titanate, the libration of CO_2 occurred over a temperature range from 600°C to 1100°C . It was made clear experimentally that the

abnormal expansion phenomenon reported in the previous paper occurred when the escaping speed of CO_2 exceeded $0.1 \text{ cm}^3/\text{sec}$ per unit volume of sample.

(2) In the reaction of decomposition liberating CO_2 at constant temperature, Jander's equation has been valid exactly. Applying these results, the activation energy of reaction was calculated to be 73 kcal/mol . Furthermore, applying this value, it was found that at a certain rate of temperature raising the calculated decomposition curve of BaCO_3 coincided with experimental curve.

(3) By adding clay to a few weight percent, the activation energy of reaction increased slightly and shrinkage reaction at higher temperature was accelerated considerably.

(4) If the raising of temperature was kept at a rate of $0.8 \sim 12^\circ\text{C}/\text{min}$ in the firing process, it was possible to avoid radical abnormal expansion phenomenon. Furthermore, by the experiments on frequency constant for radial mode vibration, residual polarization and so on it was made clear that the sample prepared under such condition showed excellent electrical and acoustic properties.

(5) The thermo-balance with strain meter was very convenient for such an investigation as this, because it was possible to record the change of weight automatically within a limit of 1 milli-gram error.

緒 言

著者は前にチタン酸バリウム磁器の最適焼成条件を見出す目的で、特に高温における膨脹収縮特性について、詳細に実験と考察結果を報告した。今回は主として歪計を用いる熱天秤によって、焼成過程における CO_2 の分解、異常膨脹現象との関係、鉍化剤の効果、電気的特性との関係等について実験と考察を行い、かなり興味ある結果を得たので報告する。

I. 実験方法

焼成過程における試料の重量変化の測定方法は、内径約 5 cm の環状炉を用い、その中に白金線で吊した試料皿に試料を入れ、重量の変化によって歪計の電気抵抗値が変化することを利用し、ブリッジの不平衡電流を検流計で読みとるものである（英弘精機製）。そして、炉はプログラム式自動温度調節記録計により制御し、検流計の振れはドラムカメラによって連続撮影記録した。感度は検流計の振れ 1 mm に対し 1 mg で、精度は $\pm 1 \text{ mg}$ 程度である。また重量の変化と検流計の振れとはほぼ直線関係を満足している。試料としては、約 500 mg のものを用いた。

鉍化剤の影響を調べる目的で、Table 1 の組成の試料を作成した。 BaCO_3 は堺化学製光学用、 TiO_2 はチタン工業製のものである。また鉍化剤としては、土岐口粘土を用いてみた。混合はポットミルで 15 hrs 行い、脱水乾燥の上 400 kg/cm^2 の成形圧力で加圧成形した。その他、熱天秤測定試料の作成条件は、電気

Table 1. Composition of sample

Sample	Composition (wt%)		
Number	BaCO_3	TiO_2	clay
BT	71.8	28.2	0.
BT05	71.8	28.2	0.5
BT10	71.8	28.2	1.0
BT20	71.8	28.2	2.0
BT50	71.8	28.2	5.0

的特性測定のための試料と同じになるように留意した。

II. 実験結果と考察

(1) BaTiO_3 磁器の焼成過程における重量の変化

まず熱天秤による実験を行う手始めとして、焼成過程における重量の変化を測定した。試料を試料皿に入れ、プログラム温度調節により、温度上昇率を $300^\circ\text{C}/\text{hr}$ とし、常温より 1300°C まで測定を行ってみた。その結果を Fig. 1 に示してある。 300°C までは水分の蒸発に起因すると思われる重量変化を示すが、 300°C より 500°C まではほぼ飽和する傾向にある。 600°C より徐々に急激な重量変化が認められ、 1100°C に至って飽和するが、この間の重量変化は CO_2 の分解に起因するものと思われる。 Fig. 1 に結果が示すように、

Fig. 1. Change in weight of sample in the firing process

鉍化剤の添加によって、 CO_2 の分解温度はごく僅かに低温側に移行すると思われる。

(2) 一定温度における CO_2 の分解 次に温度を一定に保ったときの CO_2 の分解について実験した。

Table 2 Quantity of decomposition of CO_2 (x) as a function of time at constant temperatures

Time (min)	x (%)				
	790°C	840°C	885°C	940°C	990°C
0	10.0	14.0	29.2	58.5	70.8
10	13.3	20.0	33.3	63.0	80.8
20	16.7	25.5	37.5	68.5	88.3
30	17.5	29.5	40.8	73.0	94.2
40	18.3	31.2	43.8	76.5	96.7
50	19.2	33.5	46.7	80.5	97.5
60	19.2	34.5	49.2	84.0	97.5
70	20.0	36.5	52.5	87.0	98.3
80	20.8	39.0	55.0	89.0	98.8
90	21.3	40.0	57.5	90.5	99.2
100	21.7	41.0	60.0	92.5	99.2
110	22.5	42.0	62.5	93.0	—
120	24.2	43.0	65.0	94.5	—
130	25.0	44.0	66.7	95.5	—
140	25.0	45.0	—	96.0	—
150	25.4	45.5	—	—	—

Fig.2 Reacted quantity (x)-time (t) characteristics at constant temperatures

Fig.1の結果から 500°C 以上の重量の変化を CO_2 の分解によるものとした。Table 2 に試料 BT についての保持時間 (t) と、 CO_2 の分解量の関係を示してある。なお温度は自動温度調節によって、 $\pm 5^\circ\text{C}$ の範囲内にとどめた。Fig.2 は Table 2 の結果を図示したものである。 CO_2 の分解量はそのまま BaCO_3 の反応率 (x) と考えられるから、これに対して Jander の反応速度式が適用できるかどうかを検討してみた。Fig.3 に試料 BT についての $\{1 - \frac{2}{3}\sqrt{1-x}\}^2$ と時間 (t) の関係を示してある。

これを見るとこの両者はかなり満足すべき直線関係にある。Fig.3 には記載していないが 850°C の場合 $t=300$ min まで実験を行ったが、その間も直線関係が保たれていた。またこの実験中、その保持温度に達するまでの過程はさまざまで、いきなりその温度まで上げたものもあるし、また長時間それ以下の温度に保持してからその温度に上げたものもあるが、いずれも Jander の式を満足しているのは興味深い。

$$B = \left[1 - \frac{2}{3}\sqrt{1-x}\right]^2 = 2kt = 2c' \exp(-q/RT) \quad \dots (1)$$

として、Fig.3 の直線の傾斜角から 恒数 k を求め、

Fig.3 B - t characteristics Fig.4 $\log k - 1/T$

$\log k$ と絶対温度の逆数 $1/T$ の関係を求めると、Fig.4 に示すようによく直線関係を満足している。Fig.4 に

は同時に、同じ方法で求めた資料 BT05, BT20, BT50 の結果をも示してある。これから活性化エネルギー q と 恒数 c' の値を計算することができる。その結果を示したのが Table 3 で、これを見ると触媒剤の添加によって q と c' の値が増加する傾向が認められる。

(3) CO_2 分解特性の解析 以上の考察の結果を用いて、任意の温度上昇過程における CO_2 の分解特性を計算することが出来る。すなわち温度を時間の函数としてあらわすことが出来るわけであるから、

$$T = f(t) \quad \dots \dots \dots (2)$$

ここに T は絶対温度であり、 t は時間である。今微小時間 Δt を考え、その間において温度が一定であるとすれば、式 (1) における B の増加 ΔB は

$$\Delta B = 2k \Delta t = 2c' \exp(-q/Rf(t)) \Delta t \quad \dots \dots (3)$$

$$B(t) = \sum \Delta B = \int_0^t 2c' \exp(-q/Rf(t)) dt \quad \dots (4)$$

これより式 (1) の関係から

$$x(t) = 1 - \{1 - \sqrt{B(t)}\}^3 \quad \dots \dots \dots (5)$$

Table 3 Value of q and c'

	q (kcal/mol)	c' (min^{-1})
BT	73.3	2.14×10^{10}
BT05	78.6	3.62×10^{11}
BT20	84.3	8.30×10^{12}
BT50	86.8	3.02×10^{14}

となる。この計算式は著者が前に収縮特性を解析した場合と同じ方法で得たのであるが、Fig. 3 の結果が示すように、 CO_2 の分解の場合には式 (1) の関係がかなり厳密に満足されているので、(5) 式には大きな誤差はないものと思われる。Table 3 の q と c' の値を用いて (5) 式から計算した試料 BT の $x-t$ 特性を Fig. 5 に示してあるが、これと Fig. 1 を比べて見れば、若干温度のずれがあるが、傾向としてよく一致しているといえる。この差異は、プログラム温度調節機構が断続式であることに起因するものではないかと思われる。

Fig. 5 $x-T$ characteristics (calculated)

(4) CO_2 の分解と異常膨脹との関係 著者は前報¹⁾で、 BaTiO_3 磁器の焼成過程で、約 1000°C 付近に約 7.5% に達する異常膨脹現象が認められ、これは CO_2 の分解に起因するものであろうことを報告した。前報で報告したのは、 BaTiO_3 添加の場合であるが、 BaTiO_3 の量と異常膨脹の関係について、前報と同様の方法で焼成過程における膨脹収縮特性を測定してみた。温度上昇率は 5°C/min である。その結果を Fig. 6 に示してある。これを見ると、 BaTiO_3 の量が 2% より少くなるにつれて、異常膨脹の温度範囲が広がって行く傾向が顕著である。Fig. 6 の結果だけを見ると、 BaTiO_3 の量の少ない場合、 CO_2 の分解する温度範囲が広がるように想像されるが、Fig. 1 の結果とくらべて

Fig. 6 Thermal expansion and shrinkage characteristics in the firing process

見るとこの考えは当たっていない。すなわち、Fig. 1 からみると BaTiO_3 の添加によって CO_2 の分解反応の活性化エネルギーを若干ふやし、結果として CO_2 の分解温度が多少低下するわけであるが、このことだけでは Fig. 6 のような顕著な差異は説明出来ない。結局 CO_2 の分解は異常膨脹現象の立ち上りに主として寄与するものと考えるべきであろう。また BaTiO_3 の添加によって CO_2 の分解後の収縮反応を促進する効果が顕著にあらわれてくるものと解すべきであろう。

(5) BaTiO_3 の量と電気的特性 次に BaTiO_3 の量と電気的特性との関係を調べる目的で、二、三の実験を行ってみた。Table 1 の配合の試料を直径 40 mm ϕ 、厚さ 3 mm の円板に 400 kg/cm² の成形圧力で加圧成形し、温度上昇率を 1.2°C/min に保ち、最高温度 2 hrs 保持しその後自然放冷して焼成した。試料の最適焼成温度、比重を Table 4 に示す。

Sample Number	firing temperature (°C)	density (g/cm ³)
BT05	1400	5.62
BT10	1400	5.60
BT20	1360	5.56
BT50	1300	4.90

ことは確かである。しかし工業的にどの程度の添加が有利であるかは、電気的特性の面からも比較を要するところであるので、以下それについての実験結果を述べる。試料は両面研磨の後、銀電極を焼付けて測定を行った。Fig. 7 は 1 kC で測定した誘電率の温度特性を示してある。これを見ると、 BaTiO_3 2% までの添加では誘電率の大きな低下を招かないが、5% となると相当低くなる。次に電気音響的特性を比較する一つの手段として、残留分極の測定を行って見た。残留分極は弾動検流計を用いる方法によって測定した。すなわち、試料をキューリー点以下の温度で、一定時間、一定電界を加えて分極処理を行った後、キューリー点以上の高温の油中に試料を投入し、その時放出する電荷を弾動検流計を用いて測定すれば、その単位面積当りの電荷が残留分極に相当するものであることが知られている³⁾。しかし、このようにして求めた残留分極

Fig. 7 Dielectric constant-temperature characteristics

の値の大きいことが、果して電気音響変成器としてすぐれているものであるかどうかは疑問であるので、著者はまず残留分極 (P_r) と電気機械結合係数 (K) との相関関係につき実験を行った。電気機械結合係数 (K) は径方向振動について行い、共振周波数 (f_R) と反共振周波数 (f_A) から次式⁴⁾によって計算した。

$$K^2 = 2.51 \frac{f_A - f_R}{f_R} \dots \dots \dots (6)$$

P_r と K の関係を Fig. 8 に示す。これは異った試料 4 個について行ったものであるが、 P_r と K とはいずれも実験誤差の範囲内で直線的関係にあるといえるようである。したがって、このようにして求めた P_r が同一条件で大きい方が電気音響変成器用材料としてもすぐれているといえるわけである。以上の観点から、常温における印加電界 [E_p] と P_r の関係を各試料について求めてみた。電圧印加時間 (t_p) と分極処理後両端子を短絡してから測定するまでの時間 (t_d) はすべて 30 sec とし、一定とした。その結果を Fig. 9 に示してある。これを見ると、鈍化剤 2% の添加では P_r は低下しないが、5% も添加すると、相当低い値となることがわかる。また 2% 以下の添加では、焼成の困難からかえて耐圧不良等を招き易いように思われた。これらのことを総合して見ると、鈍化剤を 2% 程度添加することは、焼成を著しく容易にするばかりでなく、電気的特性の面からも、なんら支障はないといえるようである。

Fig. 8 Relation between electro-mechanical coupling coefficient (K) and residual polarization (P_r)

Fig. 9 E_p - P_r characteristics

(6). 焼成条件と CO_2 の分解 以上の実験の結果、適当な鈍化剤を 2% 添加した BaTiO_3 。磁器は窯業的にも電気的にも有利であることがわかったので、以下この試料についてさらに詳細に最適焼成条件について検討してみることにする。 BaTiO_3 。磁器の焼成過程における異常膨脹現象が CO_2 の分解と密接な関係にあることは前述の通りであるが、この異常膨脹の程度は焼成条件によっても著しく影響を受けるはずである。まず BT 20 の試料について Table 3 の数値を用い、(5) 式によって温度上昇率をパラメーターとし、温度と CO_2 の分解量 (x) の関係を計算してみた。その結果を Fig. 10 に示してある。さらに Fig. 10 の曲線から、各温度における CO_2 の分解量の割合を計算することが出来る。これを Fig. 11 に示してある。これを見ると、温度上昇率がおそくなるほど、低温で CO_2 の分解がおこる模様がよく理解出来る。異常膨脹の立ち上りは、 CO_2 の分解量に比例しておこるのではなく、その時の気圧を一定とすれば、 CO_2 の体積に比例しておこると考えるべきである。また試料を 400 kg/cm^2 の成形圧力で成形した場合の見掛け密度は、粉体の粒度にほとんど関係なく 2.26 g/cm^3 であるので、この値を

Fig. 10 x -Temp characteristics (calculated)

Fig. 11 Libration of CO_2 in the firing process (calculated) (sample BT 20)

用い Fig.11 の結果に温度による体積の変化を考慮し、試料の単位体積当り (1 cm^3) の CO_2 発生速度を計算することが出来る。これを Fig.12 に示してある。Fig.12 の $5^\circ\text{C}/\text{min}$ の曲線と Fig.6 の BT 20 の曲線とは同一条件の場合のものであるから、この両者を比較して見ると、 CO_2 の分解と異常膨脹の関係がよく理解出来る。すなわち、Fig.6 では 800°C 付近から膨脹が始まっているが、Fig.12 の場合も 800°C 付近から急激に CO_2 の分解速度が上昇している。そしてさらに興味のあることは、膨脹の温度範囲と CO_2 の分解の温度範囲とは一致せず、 CO_2 の分解が膨脹の立ち上りのみに寄与していることである。また Fig.12 から試料が 800°C で CO_2 の分解速度が大体 $0.1\text{ cm}^3/\text{sec}$ 以上になったときに膨脹をはじめたことを考慮すると、 CO_2 の分解速度がこれ以下になるような焼成条件を採用すれば、異常膨脹を少なく出来るものと考えられる。Fig.12 の結果から $0.8\sim 1.2^\circ\text{C}/\text{min}$ の温度上昇率を採用すれば、この目的に合うものと考えられる。異常膨脹現象は、いずれにしても緻密な磁器を得る目的からすれば好ましいことではないので、これを避けるような焼成を行うべきである。以下これらの条件が電気的特性にいかに関与を及ぼすかについて述べることにしよう。

Fig.12 Escaping speed of CO_2 per unit volume of sample (calculated)

(7) 焼成条件と電気的特性 以上焼成条件と CO_2 の分解に基づく異常膨脹の関係について述べたが、異常膨脹を少なくするような焼成を行った方が、窯業的にも好ましいのではないかとすることは、当然考えられることである。以上のような観点から、焼成条件と電気的特性との関係について実験を行ってみた。試料は BT 20 の粉末を $40\text{ mm } \phi$ 、厚さ 3 mm の円板に成形し、温度上昇率を $5.0, 2.4, 1.2, 0.8^\circ\text{C}/\text{min}$ に選んで温度を上昇し、 1360°C で 2 hrs 保持した後、自然放冷したものである。Fig.13 には前述の方法によって測定した E_p と P_r の関係を示す。これを見るとやはり焼成条件により顕著な差異が認められ、異常膨脹を少なくするような焼成条件をとった方が

Fig.13 E_p - P_r characteristics

Fig.14 Temperature characteristics of frequency constant for radial mode vibration

電気音響的特性も好ましいといえるようである。誘電率には大きな差異は認められなかったが、誘電体損失角はやはり温度上昇率の少ない条件のものが少ない結果が得られた。Fig.14 には径方向振動の周波数定数の温度特性を示してあるが、温度上昇率のゆるい方が例外なく高い周波数定数の値を示し、弾性的にも緻密なものであることを示している。試料 BT 20 を $0.8\sim 1.2^\circ\text{C}/\text{min}$ の温度上昇率で焼成した試料の電気的特性の測定結果は、いずれもバラツキが少なく、再現性のあるもので、従来報告されている BaTiO_3 磁器のデータに比べて、なんらの遜色のあるものではなかった。

結 論

以上前報に引き続き、主として工学的見地より、電気音響変成器としての BaTiO_3 磁器の焼結について、特に焼成過程における膨脹収縮特性、ならびに CO_2 の分解に基づく現象について、著者の行った実験と考察結果を述べた。その主な成果を要約すると次のようなものである。

(1) BaTiO_3 磁器の焼成過程においては $600^\circ\text{C}\sim 1100^\circ\text{C}$ で CO_2 の分解がおこる。そして発生 CO_2 の放出速度が試料 1 cm^3 当り $0.1\text{ cm}^3/\text{sec}$ となったとき

異常膨脹を始めるものと思われる。

(2) 一定温度における CO_2 の分解反応は Jander の反応速度式をよく満足し、活性化エネルギーの値は 73 kcal/mol であった。このことから逆に任意の温度上昇過程における CO_2 の分解量を計算によって求め得ること、またその計算結果が実験値とよく一致することがわかった。

(3) 鈹化剤の添加は CO_2 の分解反応の活性化エネルギーを若干ふやす効果があるが、その後の収縮反応を促進する効果の方が顕著である。そして適当な鈹化剤を約 2% 添加することは、窯業的に BaTiO_3 磁器の製造を著しく容易にするばかりでなく、電気的性能もすぐれたものが得られることがわかった。

(4) CO_2 の分解に基づく異常膨脹をなるべく回避するような焼成条件は、温度上昇率を $0.8 \sim 1.2^\circ\text{C}/\text{min}$ に選ぶことにより可能であることを計算によって導くことが出来た。焼成条件は電気的特性にかなり大きな影響をおよぼすものであって、この条件さえ適当に選べば、いわゆる一度焼の方法で実用上十分満足すべき磁器が得られることを確かめた。

(5) 歪計を用いる熱天秤はプログラム温度調節機構を併用することによって、全自動測定方式とすることが可能であり、この方面の研究には極めて便利に應用出来ることがわかった。

本研究に当っては京都大学名誉教授阿部清氏ならびに田中哲郎教授の御指導を戴いた。また終始鞭撻して戴いた当大学の松行利忠教授、実験に協力された坂田好一郎、吉岡恒彦の両氏に深謝する。また熱天秤の試作改良に尽力して戴いた英弘精機産業株式会社田中節之助氏に敬意を表する。

文 献

- 1) 岡崎 清, 窯協, 65 [738] 137—43 (1957)
- 2) 田中哲郎, 電気評論, 38 [4] 2 (1950)
- 3) W. Jander, *Z. Anorg. Allgem. Chem.*, 136, 1 (1927)
- 4) W.P. Mason, *Piezoelectric crystals and their application to ultrasonics*, Van Nostrand, New York (1950)

(10/14/57 受付)

各種セメントの性能に及ぼす軽焼 マグネシアの影響

山内 俊吉・近藤 連一・中村 敦

(東京工業大学)

The Effects of the Addition of Light Burnt Magnesia on the Properties of Cements

By Toshiyoshi YAMAUCHI, Renichi KONDO & Atsushi NAKAMURA

(Tokyo Institute of Technology)

A study was carried out to know the influences of additional light burnt magnesia on several properties of portland cement, blast furnace portland cement and sulfated slag cement.

In portland and blast furnace cements, the addition of light burnt magnesia retards the setting time slightly, decreases the fluidity and the strength, increases the expansion due to hydration, and decreases the drying shrinkage to some extent.

In sulfated slag cement, light burnt magnesia added as an alkaline exciter gave the properties of low fluidity, low initial strength and very low heat of hydration, and somewhat higher shrinkage. Additional portland cement clinker gave the high fluidity and the high initial strength. Higher the amount of clinker, shorter the setting time, but too much addition of clinker decreases the strength. Expansions through autoclave test as well as during hydration were markedly increased by an interaction between magnesia and clinker, and drying shrinkage was also increased particularly by an excessive addition of light burnt magnesia.

緒 言

ポルトランドセメント、高炉セメントおよび高硫酸塩スラグセメントの特性におよぼす軽焼マグネシア添

加の影響について調べた。

ポルトランドセメントクリンカーにある量以上のマグネシアを含むとこれが焼成によってペリクレーズと