ので、アルカリ資源としての利用も考えられる。

アルカリのほとんど全量を溶出させるのに必要な煅焼温度を分析以外で定める方法としては、内部表面積の測定、吸湿量の測定、あるいは煅焼物成形体の 400°C までの熱膨張の測定が有効である。また最適煅焼温度では湿式粉砕は最も容易に行なわれる。

煅焼温度をかえた明礬石粉砕物の泥漿の粘度は煅焼温度によって著しく変化するが何れもアルカリで解膠される。

謝 詞 本実験の遂行に当り、化学分析と写真の撮影などに尽力された当研究室の天津賀望学士に感謝の意を表す。

文 献

- 1) 岩生周一, 日本の明礬石鉱床調査報告 地質調査所報告第 130 号, 工業技術庁地質調査所, 昭和 24 年.
- 2) 通商産業省地質調査所編集, わが国の工業原料鉱物, p. 275-77, 昭和 40 年, 実業公報社発行.
- 3 a) J.O. Knižek and H. Futter, The Refractory Properties of Alunite, I. High-alumina Refractories and the Genesis, Occurrence and Uses of Alunite, *Trans. Brit. Ceram. Soc.* **49**, 202 (1950).
- 3 b) J.O. Knižek and H. Futter, The Refractory Properties of Alunite, II. Effects of Heat on Alunite, *ibid.* **49** 224 (1950).
- 3 c) J.O. Knižek and H. Futter, The Refractory Properties of Alunite, III. Effects of Clay Additions on the Stabilization of Alunite, *ibid.* **49** 251 (1950).
- 3 d) J.O. Knižek and H. Futter, The Refractory Pro-

perties of Alunite, IV. Firing Properties and Mineralogical Transformations of Alunite Alumina, *ibid.* **49** 258 (1950).

- 3 e) J.O. Knižek and H. Futter, The Refractory Properties of Alunite, V. Behaviour of Alunite-alumina in Mixes with Refractory Clays, *ibid.* **49** 269 (1950).
- 4) G.M. Gad and L.R. Barret, The Action of Heat on Alunite and Alunite-clays, *Trans. Brit. Ceram. Soc.* **48** 352 (1949).
- 5) G.M. Gad, Thermochemical Changes in Alunite and Alunitic Clays, *J. Am. Ceram. Soc.* **33** 209 (1950).
- 6) G.M. Gad, Thermal and Chemical Behaviour of Alunites, *Trans. Brit. Ceram. Soc.* **50** 328 (1951).
- 7) 井上義一, 永井彰一郎, 明礬石に関する研究, 工化, **52** 176; **52** 229; **52** 273 (昭 24).
- 8) 真田義彰, 斎藤直意, 宮沢 清, 明礬石より特殊アルミナセメントの試作研究, 窯協, **57** 32; **57** 126 (昭 24).
- 9) F.S. Larsen and H. Berman, The Microscopic Determination of the Non-opaque Minerals, *U.S. Geol. Survey, Bull.* **848** p. 219.
- 10) 素木洋一, 井上 章, 緻密な塊状蛭石とその粉砕物との熱的性質の比較, 窯協, **73** [9] 187-95 (1965).
- 11) 素木洋一, ハロイサイトの利用に関する基礎的研究 (第 1 報), 旭化学工業奨励会, Vol. 1, 40 (1955).
- 12) J.O. Knižek and H. Futter, Effect of Adding Alunite to Refractory Clays, *J. Am. Ceram. Soc.* **29** 355 (1946).
- 13) J.O. Knižek and H. Futter, Alunite as Source of Scumming on Stoneware Body, *J. Am. Ceram. Soc.* **28** [9] 256 (1945).

(10/6/1965 受付)

[Note]

蛭石-アスベスト系ばら詰め材とそのセメント モルタルとの熱伝導率

椿 隆行・服 部 信・田中雅美

(大阪府立大学工学部)

Thermal Conductivity of Vermiculite-Asbestos Mixtures and of their Cement-Mortars

By

Takayuki TSUBAKI, Makoto HATTORI and Masami TANAKA

(Dept. of Applied Chem., University of Osaka Pref., Sakai, Osaka)

ばら詰め膨脹蛭石や蛭石モルタルは、断熱材または断熱性軽量構築材料などとして用いられている。これらのばら詰め材やモルタルの熱伝導率または強度などについては、かなり報告されている^{1)~6)}。さらに、蛭石モルタルに適度の柔軟性 (Ductility) を与える目的で、アスベスト繊維を配合することがしばしばあり、その場合の強度についても報告がある^{9)~11)}。しかし、上記のばら詰め

材やモルタルの熱伝導率に及ぼす蛭石-アスベスト配合比の影響についての報告は見当たらない。この影響についてしらべた結果をつぎに報告する。

試料の調製と試験法

蛭石-アスベスト系ばら詰め試料：福島県小野新町産蛭石原石を粗砕したのち、4~12 meshes/in の範囲内の

粒子を約 700°C で 10 分間焼成して、膨脹蛭石とした。この蛭石に、市販工業用アモサイトアスベスト繊維（繊維長さ 1~5 cm 程度）(a) またはそれを手作業でさらによく開綿したもの (A) を混合した。混合組成範囲はアスベスト/(蛭石+アスベスト) 重量比(W_A)=0~1.00 である。

セメント-蛭石-アスベスト系モルタル試料：上記の膨脹蛭石とアスベスト繊維に、ポルトランドセメント（本邦市販品）を加え、均一な色調になるまで混合し、さらに水を加えて約 5 分間手練操作で混練した。このさい、セメント/(蛭石+アスベスト)重量比*は 1.08, セメント/水(容積比)は 0.77 に規定した。なお、骨材の組成範囲は $W_A=0\sim0.75$ である。この混練物を型枠に充填し、24 時間室内に放置してから離型した。離型ののち、27 日間湿空養生を行なったモルタル試料について、熱伝導率を測定した。実験期間中の平均室温は約 20°C, 平均湿度は約 60% であった。

熱伝導率の測定：熱板被覆式熱伝導率測定装置⁴⁾を用いて比較法によって測定し、100°C~260°C の範囲内の平均温度と熱伝導率との関係を求めた。ここで平均温度とは、測定試料の熱面温度と冷面温度との平均値である。

ばら詰め材の熱伝導率

アスベスト/(蛭石+アスベスト)重量比 (W_A) の異なる

$$1: (W_A^*=0), \lambda t = 0.0355 + 0.000220 t$$

$$2(A): (W_A=0.25, \text{asbestos}=A), \lambda t = 0.0304 + 0.000197 t$$

$$3(A): (W_A=0.50, \text{asbestos}=A), \lambda t = 0.0268 + 0.000197 t$$

$$4(A): (W_A=0.75, \text{asbestos}=A), \lambda t = 0.0274 + 0.000143 t$$

$$5(A): (W_A=1.00, \text{asbestos}=A), \lambda t = 0.0218 + 0.000145 t$$

$$2(a): (W_A=0.25, \text{asbestos}=a), \lambda t = 0.0310 + 0.000202 t$$

$$3(a): (W_A=0.50, \text{asbestos}=a), \lambda t = 0.0256 + 0.000200 t$$

$$4(a): (W_A=0.75, \text{asbestos}=a), \lambda t = 0.0268 + 0.000166 t$$

$$5(a): (W_A=1.00, \text{asbestos}=a), \lambda t = 0.0201 + 0.000181 t$$

* W_A : Asbestos/(vermiculite+asbestos) weight ratio.

** a: Commercial amosite asbestos fiber, mechanically carded.

† A: Amosite asbestos fiber of the above grade, further carded by handworking for a.

The bulk specific gravity of the samples: 0.25

Fig. 1. Relationship of thermal conductivity (λ) and mean temperature (t) of vermiculite-amosite asbestos mixtures.

* アスベストを配合する関係上、重量比によった。

る膨脹蛭石-アスベスト系ばら詰め試料について、それらの嵩比重を 0.25** としたときの熱伝導率 (λ) を平均温度 (t) の関数として測定した結果を図-1 に示す。この図から、直ちに下記のことがわかる。(1) ばら詰め試料の λ - t 関係は、実験の範囲内ではすべて直線的である。(2) アスベスト含量の増加とともに熱伝導率は減少している。(3) よく開綿されたアスベストのほうが熱伝導率を減少させる効果は大きい、 W_A 比が約 0.5 以下になるとこの効果はほとんど認められなくなる。いま、実測値について、上記のばら詰め材の λ - t 関係式を求めると、図-1 に付記したようになる。ここで λt は平均温度 t (°C) における試料の熱伝導率 λ (kcal/m, h, °C) を表わす。これらの関係式は、各試料について 6 つ以上の実測値をもとにして、最小自乗法によって求めたものである。なお熱伝導率測定値の最大誤差範囲は $\pm 2.5\%$ であった。

つぎに、図-1 に示したばら詰め試料 1 と 2(A)~5(A) について、平均温度 100°, 150°, 200° および 250°C における熱伝導率 λ と W_A 比との関係を求めると、図-2 に実線で示したようになる。この図に示されているよう

* W_A : Asbestos/(vermiculite+asbestos) weight ratio.

** λ : Thermal conductivity (kcal/m, h, °C)

—○— Vermiculite-amosite asbestos mixtures.

$$1: \lambda_{100} = 0.0571 - 0.0210 W_A$$

$$2: \lambda_{150} = 0.0696 - 0.0256 W_A$$

$$3: \lambda_{200} = 0.0792 - 0.0288 W_A$$

$$4: \lambda_{250} = 0.0898 - 0.0324 W_A$$

—●— Portland cement-vermiculite-amosite asbestos mortars.

$$5: \lambda_{100}, 6: \lambda_{150}, 7: \lambda_{200}, 8: \lambda_{250}$$

Fig. 2. Relationship of W_A^* and λ^{**} of vermiculite-amosite asbestos mixtures and of their portland cement mortars.

に、上記の各温度における蛭石-アスベスト系ばら詰め材の熱伝導率は、 W_A 比の増大とともに直線的に減少している。これらの関係 ($\lambda t - W_A$ 関係式) を最小自乗法によって求めた結果を図-2 に付記した。

** 各試料とも、ばら詰めしたのち約 20% 圧縮したときの嵩比重である。

モルタルの熱伝導率

膨脹蛭石-アスベスト系骨材を用いたセメントモルタルの熱伝導率(λ)を平均温度(t)の関数として測定した結果を図-3に示した。

- 1: ($W_A^*=0$, $\rho^{**}=1.024$), $\lambda t=0.0772+0.000169 t$
 2: ($W_A=0.25$, $\rho=0.917$), $\lambda t=0.0763+0.000096 t$
 3: ($W_A=0.50$, $\rho=0.831$), $\lambda t=0.0681+0.000087 t$
 4: ($W_A=0.75$, $\rho=1.094$), $\lambda t=0.0663+0.000197 t$

* W_A : Asbestos/(vermiculite+asbestos) weight ratio.

** ρ : Bulk specific gravity.

The cement/(vermiculite+asbestos) weight ratio of the samples: 1.08.

The cement/water volume ratio of the samples: 0.77.

Fig. 3. Relationship of thermal conductivity (λ) and mean-temperature (t) of portland cement-vermiculite-amosite asbestos mortars.

また実測値に基づいて、最小自乗法によって求めた上記のモルタルの t - λ 関係式を図-3に付記した。これらの結果をもとにして、アスベスト/(蛭石+アスベスト)重量比(W_A)と、平均温度 100°, 150°, 200° および 250°C における熱伝導率 λ との関係の求めると、図-2に破線で示したようになる。この図から認められるように、セメント-蛭石-アスベスト系モルタルにおいては、骨材の W_A 比が増大するにしたがって熱伝導率は減少するが、その値が 0.5 付近を越えてさらに大きくなるとモルタルの熱伝導率の値は再び増大していく傾向を示す。すなわち、骨材の W_A 比が 0.5 付近のときに、モルタルの熱伝導率は極小値を示している。

この結果に対しては、つぎのような解釈が可能であろう。膨脹蛭石による断熱効果は、a) 各層間の molecular order の空気層、b) microscopic order の 空気層、c) cleavage 間の空隙および d) 各粒子間に包含される空

隙などに基因する³⁾。セメントモルタルの調製の過程で骨材として蛭石とともに混合したアスベスト繊維が、上記の a)~d) のうちでは比較的大きい空隙である c) または d) の減少を妨げる効果が期待される。この効果が W_A 比とともに増大して、モルタルの熱伝導率を減少させると考えられる。しかしながら、前節の膨脹蛭石-アスベスト系ばら詰め材についての結果からすでに示されたように、 W_A 比の値が 0.5 付近を越えてさらに大きくなると、アスベスト繊維によって形成される空隙の状態が熱伝導率に明らかな影響を与える領域になる。アスベスト繊維自体による空隙は、モルタルの調製中にセメントによって比較的充填されやすく、その結果としてモルタルの空隙率は減少する。したがって、セメント-蛭石-アスベスト系モルタルの場合には、 W_A 比の値が 0.5 付近を越えてさらに増大すると、熱伝導率が増大してくることになると推論される。図-3に付記したモルタルの嵩比重と W_A 比との関係をみると、 W_A 比が約 0.5 のとき嵩比重(ρ)は極小値を示しており、上記の推論を支持している。

文 献

- 1) 近藤連一, 窯協, 61 [689] 541 (1953); *Chem. Abst.*, [48] 4199 h (1954).
- 2) 栗山 寛, 石神武男, セメント技術年報, 9, 425 (1955).
- 3) 田中雅美, 椿 隆行, 植嶋稔郎, 上池 修, 窯協, 64 [722] 83 (1956); *Chem. Abst.* [51] 12459 f (1957).
- 4) 田中雅美, 服部 信, 椿 隆行, 沖 衛, 上池 修, 窯協, 64 [724] 135 (1956); *Chem. Abst.* 12463 c (1957).
- 5) C.G. Balachandran, T.V.S. Murty, *J. Sci. Ind. Research*, (INDIA) 17 B 286 (1958); *Chem. Abst.* [53] 5629 i (1959).
- 6) F.E. Schundler, *Brit.* 485,504 May. 20, 1938; *Chem. Abst.* [32] 86287 (1938).
- 7) P.S. Denning, U.S. 2,538,236 Jan. 16, 1951; *Chem. Abst.* [45] 3533 e (1951).
- 8) H. Koppers, *Ger.* 927,260 May. 2, 1955; *Chem. Abst.*, [52] 1577 c (1958).
- 9) E. Hunziker, *Swiss*, 332,076 Oct. 15, 1958; *Chem. Abst.* [53] 17472 f (1959).
- 10) A.J. Hoiberg and C.E. Cowger, U.S. 2,890,967 June, 16, 1959; *Chem. Abst.*, [53] 16506 i (1959).
- 11) C.E. Wilkinson, U.S. 2,939,794 June, 7, 1960; *Chem. Abst.*, [54] 20019 e (1960).

(9/30/'65 受付)

学振第 124 委員会公開研究発表講演会

と き 昭和 41 年 6 月 11 日 (土) 9.30~17.00

ところ 黒崎窯業株式会社 技術研究所講堂 (北九州市八幡区藤田)

講 演 低融物の移動集積とその抑制について……………品川白煉瓦(株)研究所 林 武 志

クリープについて……………東工大工業材料研究所 田賀井秀夫, T. Zisner, 安田 栄一

ほかに古海宏一(黒崎窯業), 太田千里(旭化成), 大庭宏(八幡製鉄), 鈴木弘茂(東工大), 滑石直幸(播磨耐火)の各氏が研究発表をする予定。