

キルンのアンザツ防止用カーボラックス れんがについて

内 川 佐 吉

On Carborux Bricks for Prevention of Ansatz inside the Kilns

Sakichi Uchikawa

When ansatz which accumulates on the surface of the lining briks of the calcination zone of a kiln becomes thicker, it often renders the calcination operations difficult and, at the same time, lowers the clinker output by narrowing down the passage duct for the combustion gas and interfering with the draft.

The measures to overcome these difficulties employed heretofore included the use of titanium bricks to cover the part where ansatz accumulates and changing the ignition point by manipulating the gas inlet nozzles, all of which, however, have failed to give expected results.

We adopted a new design at Toyo Soda by using odd shaped special bricks (fan-shaped at the bottom with table-shaped male mug protruding parts) which are set in two-four rows towards the axial direction of a kiln, thereby elimination the arches for ansatz accumulation and forcing ansatz to fall off by the weight of itself.

At first we used for experiments high aluminum odd shaped bricks of S.K. 37. Altho more or less improvements were observed at firrst, continuing effects were not obtained because the male mug projections of the bricks collapsed by spalling after a short time.

Graded bricks with the male mug projecting parts of carborux and chamotte material of S.K. 34 at the bottom were than made and installed. The new type of bricks proved satisfactory and they have withstood 3,000 working hours without any break down of the male mug protruding parts, producing exceptinally good effects in preventing ansatz accumulation.

The foregoing method form and method for the prevention of ansatz accumulation was patented in Japan in 1958, Japanese Patent Office No. 247921.

1. まえがき

キルンのアンザツ生成の要因は、あまりにも多く、これを完全に防止することは困難であるが、従来その防止対策として、アンザツ付着部分にチタンれんがを巻く、燃料吹き込みノズルの出し入れにより焼点位置を変動させる、セルのハンマーリングや散水急冷する方法、あるいはアンザツをやり（槍）でつつく、助燃剤の混焼や銃弾なども用いられたが、いずれも完璧といたがたく、アンザツ付着のため、キルンの能率低下をきたすとか、時には休転を余儀なくされる場合も多い。

当社もアンザツ付着に悩まされて、前記2、3の方法を実施したが、所期の効果を収めえなかった。

たまたま、アンザツの厚さが薄い場合には、冷却されるとアンザツは内張りれんがから離脱し、きれつが入り脱落しやすいことが多い事実に着目した。そこでアンザツのあまり厚くならない前に、アンザツのせりをなくし、自重によって脱落せしめるリングの生成防止方法を考案した。

まず、昭和33年ごろには高アルミナ質特殊異形れんが（底部は扇形、突出部は台形）を、アンザツを切るような方向（キルン軸方向）に数条植設して試験したところ、突出部がスポーリングのため、大部分短時間で決壊したため、一部リングの脱落がみられたにもかかわらず、永続的效果は認められず、れんが補修費はかさむ結果となった。

その後、突出部をカーボラックスとし、底部をSK

34のシャモット質としたほかしれんが（カーボラックスレンが）を製作し施工した結果、突出部の決壊が少なく、耐用時間3,000余時間となって、アンザツ生成防止に顕著な好成績を示した。

ここに、その効果と使用実績について報告したい。

2. 特殊異形れんがによるアンザツ防止方法

このれんがの形状は、突出部は台形、底部は扇形で、その詳細は図1に示した。

このようなれんがを図2のように、カ（煨）焼帯のアンザツの生成しやすい区間に、キルンの回転軸方向に平行に、2～8列の突出れんが条を植設する。

カ焼帯の原料は、内張り耐火れんが面上に付着し始めるが、この付着物は突出れんが条により分断されて、リングを形成しないのでせりはまったくない。しかも突出れんが条の相対する面は、図3（a）のようにキルンの回転軸に向って開いた形に広がって $b > a$ であるから、れんが面の付着物は容易に脱落し、累層されて厚いアンザツを形成することはまれである。

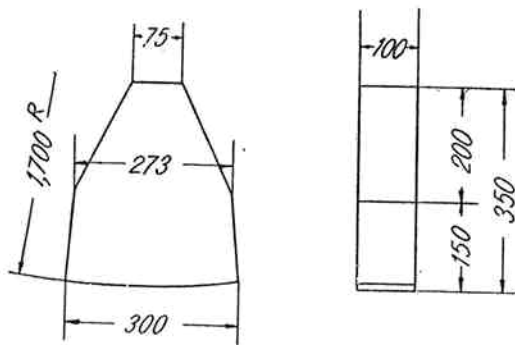


図1 特殊異形れんが

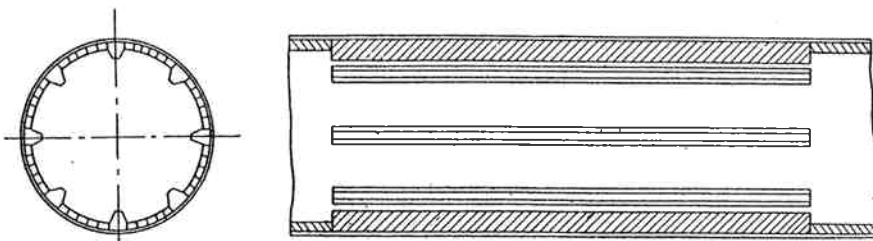


図2 特殊異形れんが施工図

表1 No. 4 キルン特殊異形れんが施工実績

項目 キルン別	施工 年月日	区 域 (mm)			数 量			効 果
		巻き始め	巻き終り	長 さ	段 数	個 数	列 数	
No. 4	33.5.15	18,100	19,600	1,500	15	30	2	33.7.1 運転後1,128時間で突出部は全部決壊していた。
〃	〃	20,300	25,300	5,000	50	200	4	33.3.1 運転後1,128時間で突出部が100～200mm(全部)決壊していた。

図5のようにSK37の高アルミナ質れんがは、突出部が根元より全部決壊しているか、100mm程度決壊して完全な形のものではなかったが、同時に混用施工し

また、たとえアンザツが厚くなり、突出れんが条をもおおって、図3（b）のように一連のリングを形成しても、燃料吹き込みを止めてキルンを短時間（10～20分）休止すれば、このリングは冷却収縮し、突出れんが条の頂点より、リング内に放射状にきれつ空けきを生ずる。この頂点上面にできたアンザツは新しくできたもので、せりが弱く、分断されたアンザツは自重により脱落しやすくなる。

3. 高アルミナ質特殊異形れんがによる試験

特殊異形れんがをSK37の高アルミナ質として製作し、No. 1, 2およびNo. 4（ロング）キルンのアンザツ付着区間に数回にわたり施工したが、大部分突出部がスポーリングのため、短時間で決壊し、一部リングの脱落がみられたが、永続的効果は認められなかった。

表1および図4はNo.4キルンに施工した一例で、図5は1,128時間運転後の特殊異形れんがの決壊状態図である。

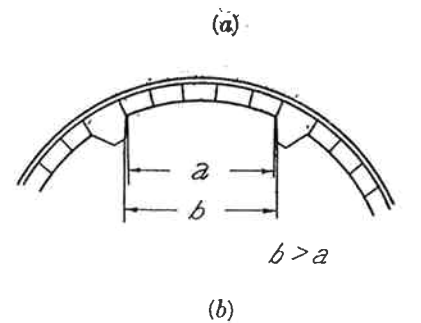


図3 アンザツ脱落の原理

たカーボラックスレンがは、まったく決壊がなかった。

この運転の火止め後のアンザツ付着状態は、図6のように23m付近まではアンザツ付着が厚いが、後方は

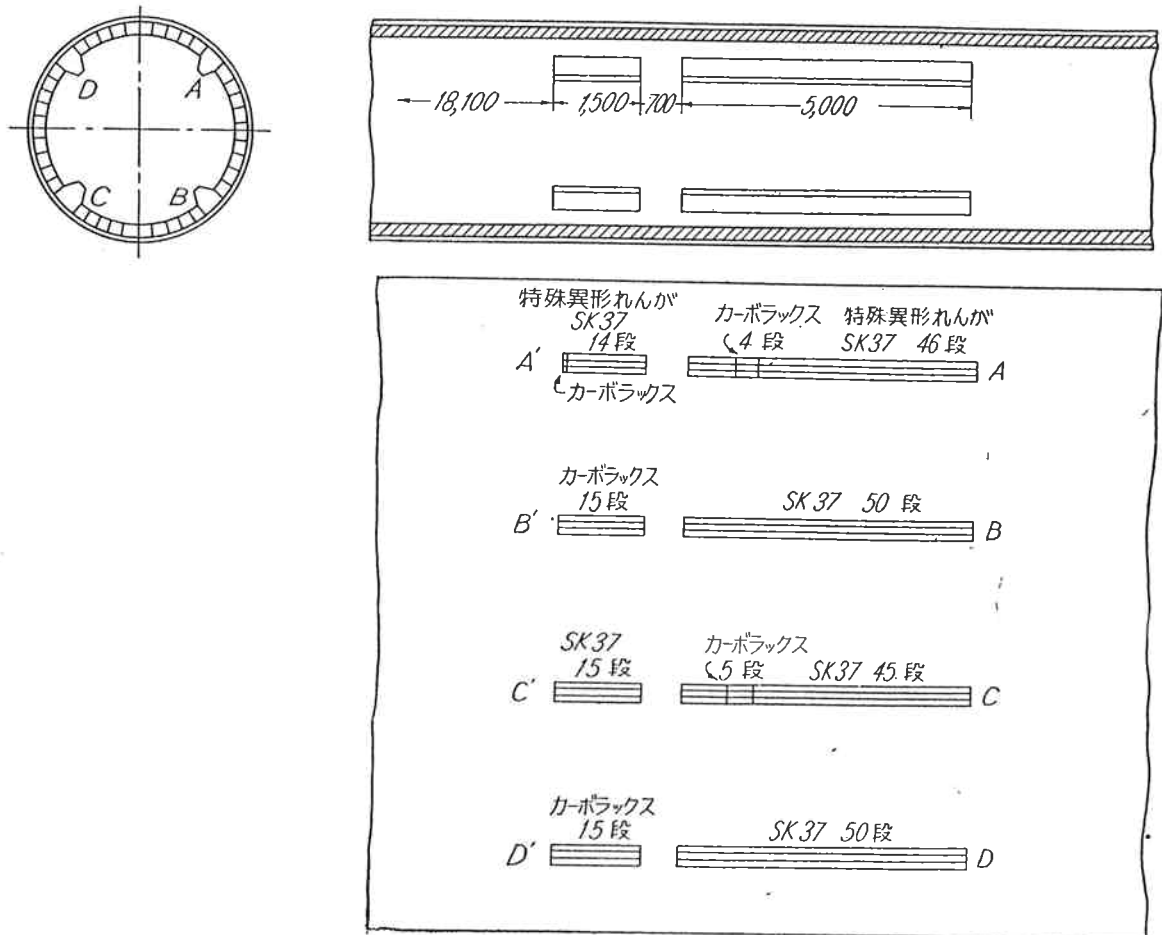


図4 特殊異形れんが施工図

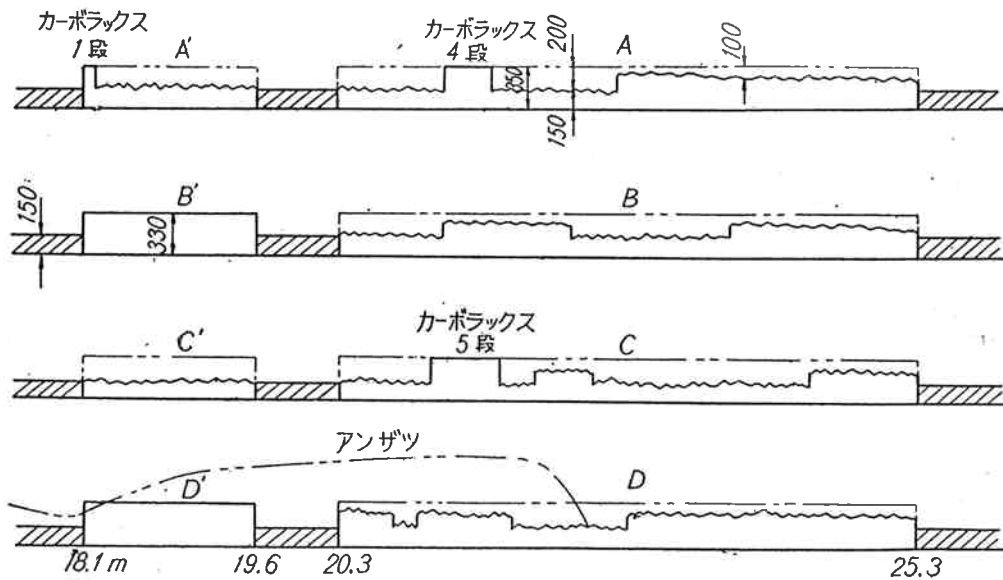


図5 特殊異形れんが決壊状態

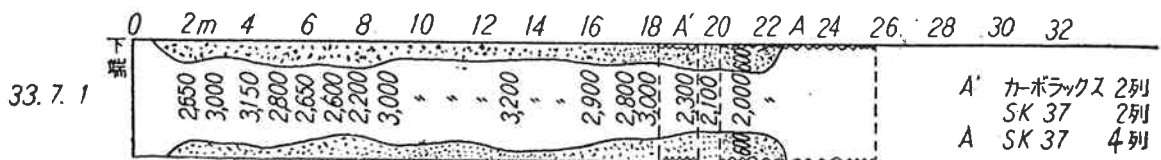


図6 特殊異形れんが施工後のアンザツ付着状態

突出部の決壊が少ないためか、ほとんど付着していなかった。

4. カーボラックスれんがによる試験

炭化ケイ素のカーボラックス (SiC 80 up) はSK 37 高アルミナ質よりすぐれた性質を有する。

- (i) 急熱, 急冷に対する抵抗性が高い。
- (ii) 熱間における機械的強度にすぐれている。
- (iii) 耐摩耗性である。
- (iv) スラッグの侵食作用に強い, すなわちクリンカー鉱物と化合せず, れんがが面との間に明らかに境界を残している。

しかし熱伝導度が高いので, 特殊異形れんがの突出

部はカーボラックスとし, 底部は熱放散を少なくするとともに価格を安くするため, SK 34 のシャモット質としたほかしれんが (カーボラックスれんが, 略称カーボラックス) を製作した (美濃窯業K.K.製品)。

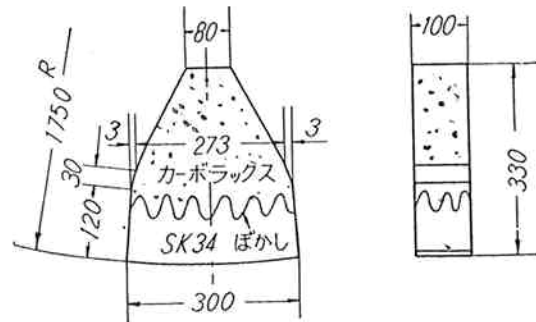


図7 カーボラックスれんが

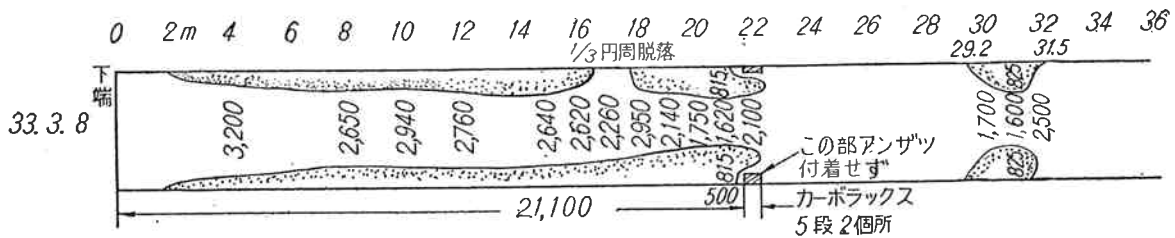


図8 カーボラックスれんが試験品使用後のアンザツ付着状態

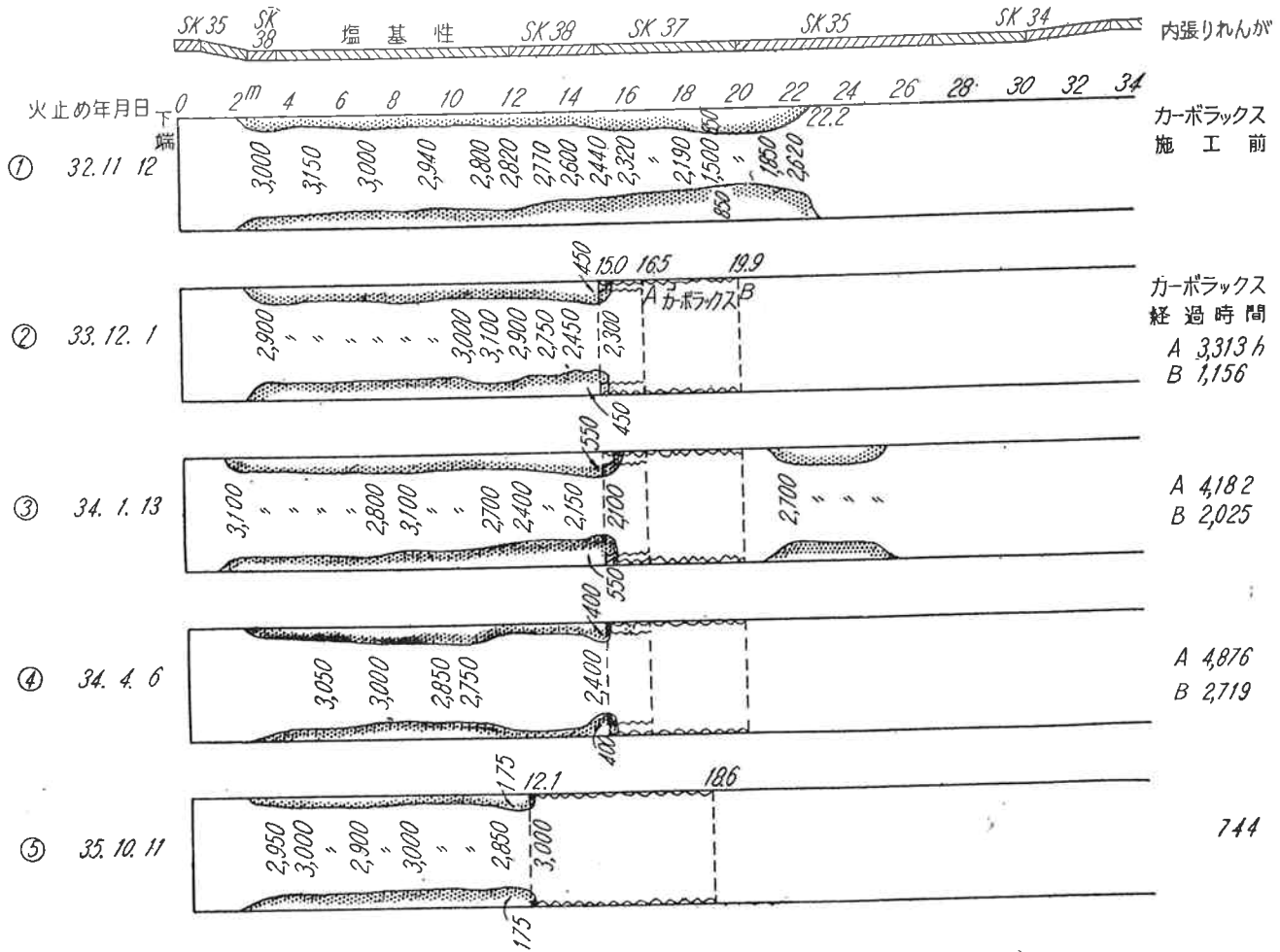


図9 No. 1 キルン (3.5×3.2×95m, 内張りれんが内径 3,200mm)

図7のように、カーボラックス部とシャモット部の接合面は、異質両れんがの接着をよくするように波状を呈している。

また接合部は使用中のれんがにかかる応力の分布とれんがの組織から考えて、隣接一般れんがの高さの $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ の位置に置き、またれんがが表面に近い部分での熱膨張による機械的破壊を防止するため、図7のように30mmの高さに3mmのテーパをつけてある。

まず、10枚をNo.4キルンの下端より21.1mのところに5段ずつ、円周2個所に試用した。試用期間は33年1月15日より同年3年8日まで1,248時間運転したが、火止め後のアンザツ付着状態は図8のとおり、カーボラックス施工部にはアンザツは付着せず、しかも突出部は約40mm摩耗したのみで、スポーリングによる決壊はなかった。

この試験用カーボラックスは、つぎの運転にはSK37の高アルミナ質特殊異形れんがと混用試験したが、使用時間1,248+1,128=2,376時間経過しても、突出部は摩耗のみで、決壊の現象は起こらないことが確認せられた。(3.参照)

キルンのアンザツ付着区間はカーボラックスれんがの酸化のはじまる800°Cくらいから、酸化の終る1,

200°Cくらいのもっとも悪い条件にあるので、試用に際しても、カーボラックスれんがの欠点である酸化減損がとくに懸念されたが、特殊結合剤の適性と製法の合理的なるためか、上記のような好成績を示した。

5. カーボラックスれんが施工前後のアンザツ付着状態の比較

カーボラックスれんがの試用成績が好結果をもたらしたので、各キルンとも本格的に使用を開始した。図9~12はNo.1~No.4キルンのカーボラックス施工前のアンザツ付着状態の一例と施工後の数例を示したものである。

図9のNo.1キルンの場合も、カーボラックス施工部分はアンザツ付着はないが、図中の③のように施工部分の後方に付着するときもある。

図10のNo.2キルンの場合も、No.1キルンのときとはほぼ同様であるが、④のようにカーボラックスが3,000時間以上となると、施工部分でも多少付着する場合もある。しかし新規巻き替え後は⑤のように、アンザツは完全に脱落している。

図11のNo.3キルンはカーボラックス施工部分が短かく、その後方にも付着している。⑤のように4列と

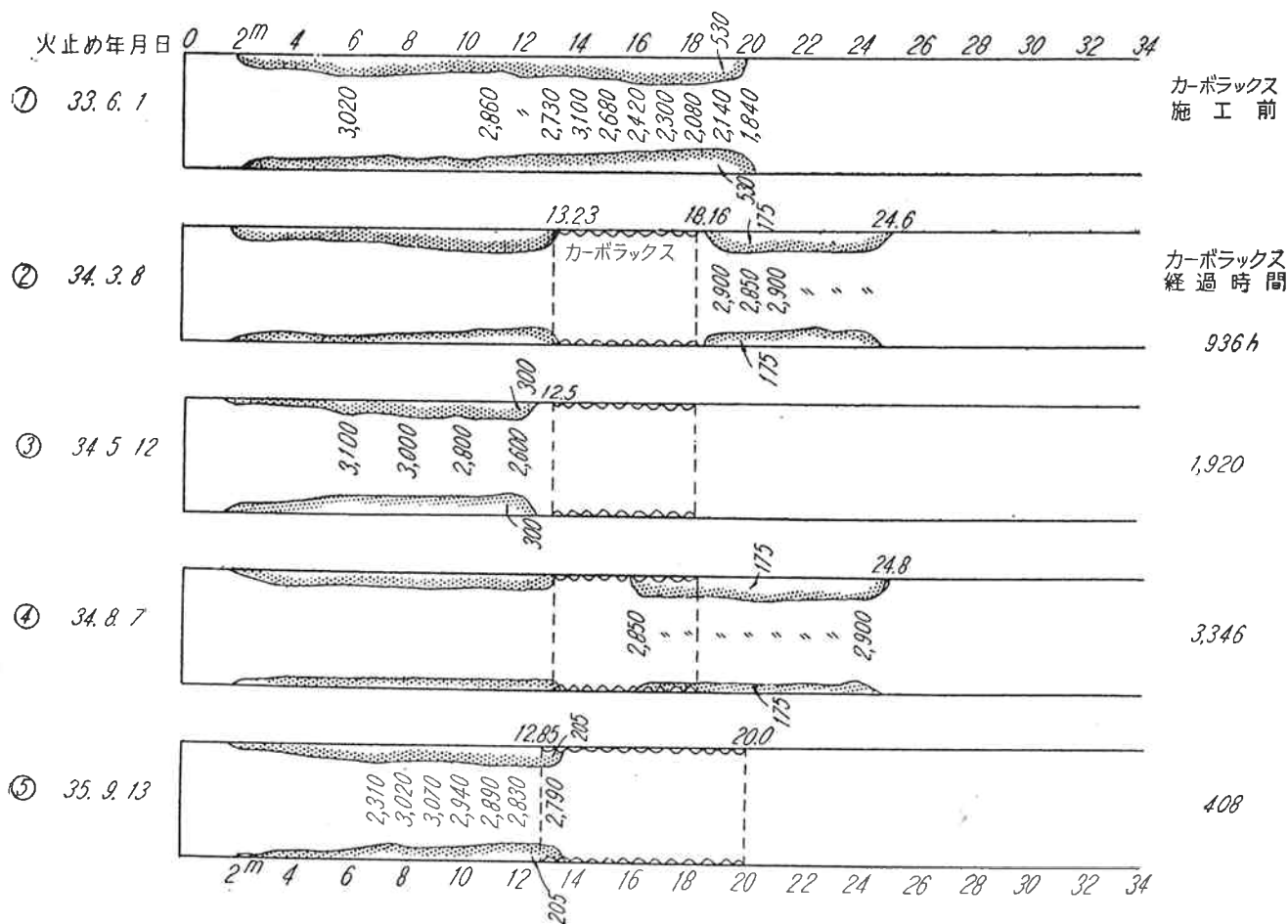


図10 No.2キルン (3.5×3.2×95m, 内張りれんが内径 3,200mm)

キルンのアンザツ防止用カーボラックスれんがについて

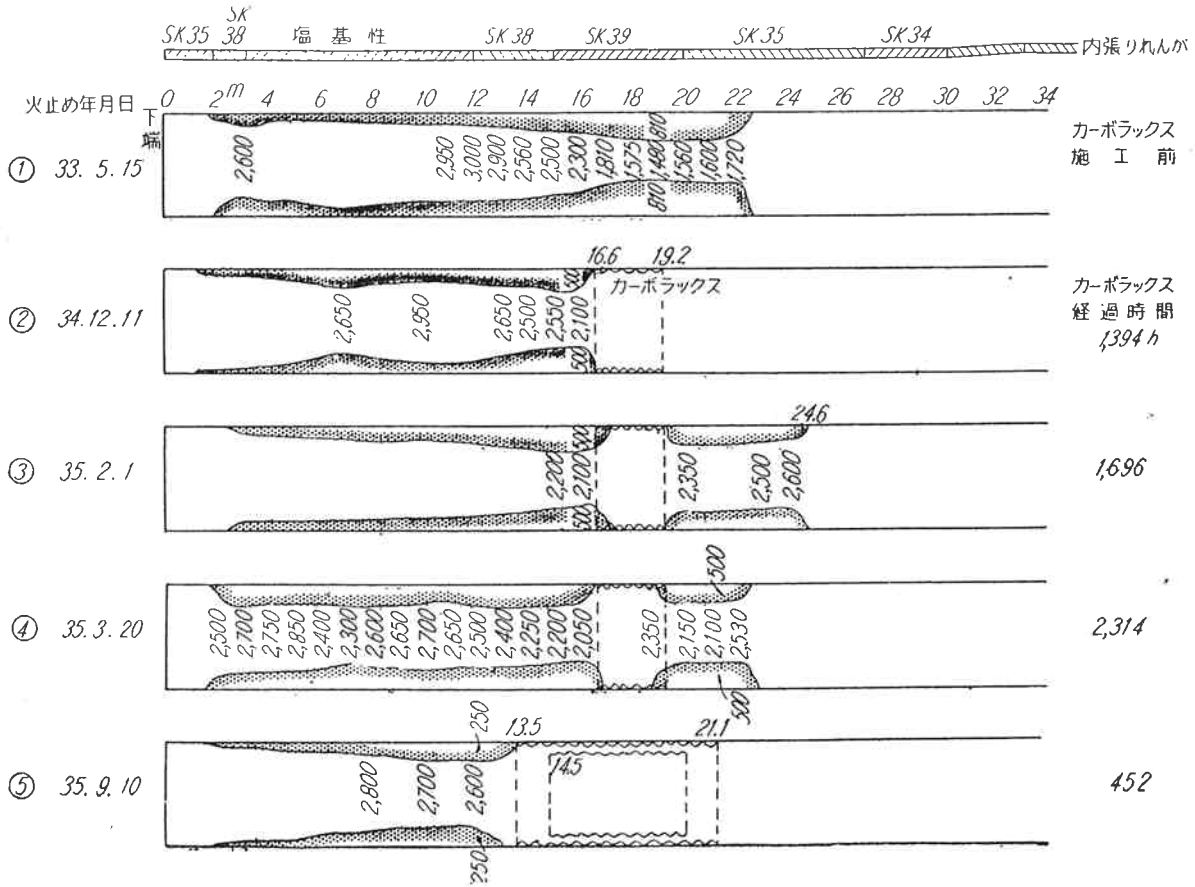


図11 No. 3 キルン (3.4×3.2×95m, 内張りれんが内径 3,100mm)

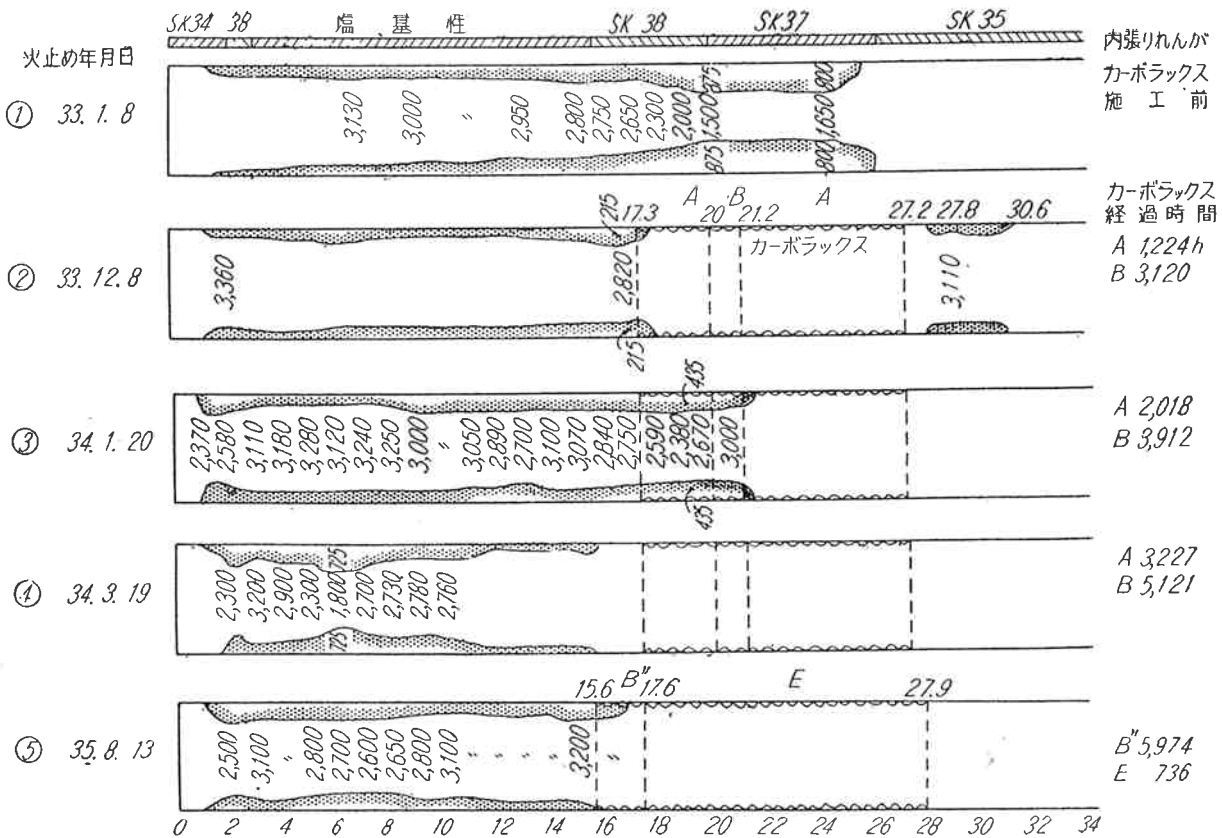


図12 No. 4 キルン (3.6×3.3×3.6×153m, 内張りれんが内径 3,250mm)

キルンのアンザツ防止用カーボラックスれんがについて

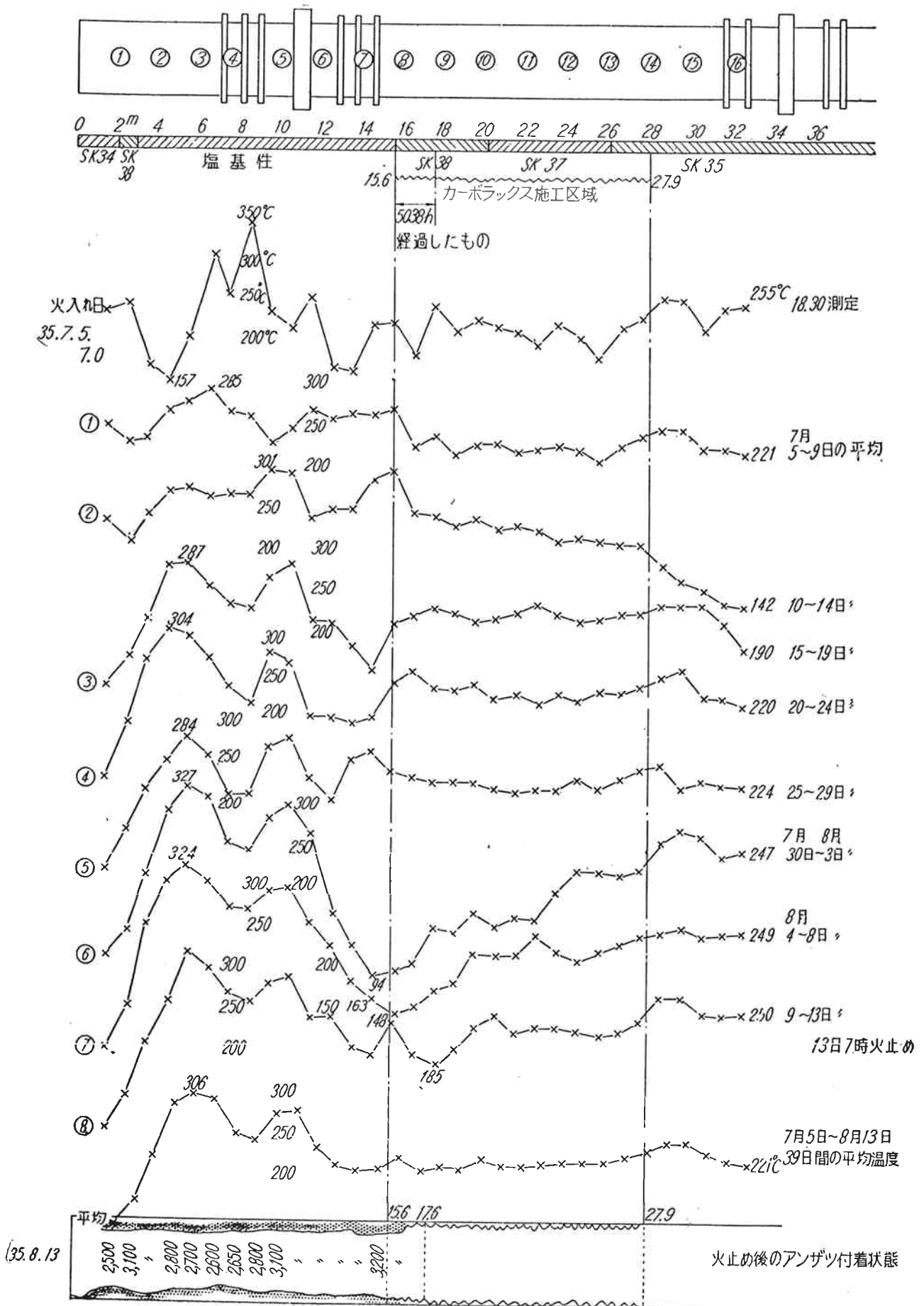


図13 No. 4 キルンセル温度測定実績 (35.7.5~35.8.13, 39日間)

として新規巻き替え後は、この部分のアンザツ付着はない。

図12の No.4 ロングキルンは、ショートキルンよりもアンザツ付着率が多いが、カーボラックス施工部は脱落している場合も、③のように多少付着している場合もある。⑤の B'' 部は耐用時間が長く、その効果はないが、E 部は完全に脱落している。

図13は、No. 4 キルンのカーボラックス新規巻き替え後39日間のセル表面温度5日間平均値をグラフとしたものである。②ではカーボラックス施工部の後方でアンザツ付着があったが、ノズルの出し入れによって解消した。また、⑥は塩基性れんが部分に厚いコーチングが付着し、カーボラックス施工部もアンザツ付着があったが、次第に回復している。ちなみに今回は39日間の運転中、アンザツによる能率低下はなく、火止め後のアンザツ付着状態は下方略図のように、カーボラックス施工部はアンザツ付着はなかった。

6. 当社のカーボラックスれんが施工の状況

キルンのアンザツ付着区間は、製造様式、キルンの寸法、形式その他により多少の差はあるが、当社では下端より 30m くらいまでである。

当社のカーボラックス使用量は、本年9月まで1,600個 (28.2t) であるが、各キルンともここ2、3ヶ月の間に全部更新して、35年9月30日現在の施工状況は表2 および図14のとおりである。

7. カーボラックスれんが施工方法

カーボラックスれんがの耐用時間は、後述するように3,000~4,000時間である。アンザツ付着区間の耐火れんがの耐用時間は、おそらく8,000~12,000時間であるから、2、3回はカーボラックスのみ巻き替える必要が起こる。

図15(a)は、カーボラックスれんがと同時に、この部分の普通耐火れんがも巻き替える場合であるが、このときはカーボラックスを適当な位置にそう入すればよい。

また図15(b)のように、既設れんが部分に、新たにカーボラックスを施工するか、またはカーボラックスのみ巻き替えの場合は、この部分のカーボラックスれんがのほかに、3枚分くらいのれんがをはぎとり、このあとにカーボラックスれんがを置き、隣接するすき間に新れんがのせめを入れて固定する。

当社ではカーボラックスれんがは、キルンの円周方

表2 カーボラックスれんが施工の状況 (昭和 35.9.30 現在)

項目 キルン別	施 工 年 月 日	区 域 (mm)			数 量			9 月 末 まで の 経 過 時 間	摘 要
		巻き始め	巻き終り	施工長さ	段 数	個 数	列 数		
No. 1	35. 9. 10	12,100	18,600	6,500	65	130	2	504	} 円周4列となる
No. 2	35. 8. 27	12,850	20,000	7,150	70	140	2	408	
No. 3	35. 9. 17	13,500	21,100	7,600	73	146	2	336	
"	"	14,800	20,000	5,200	52	104	2	"	
No. 4	35. 7. 5	17,500	27,900	10,400	100	200	2	1,752	

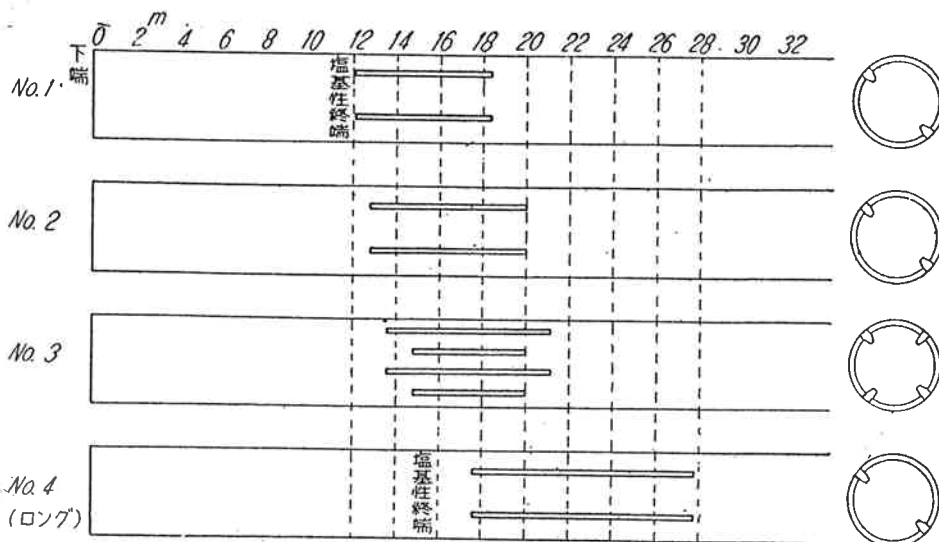


図14 カーボラックスれんが施工の状態 (35.9.30 現在)

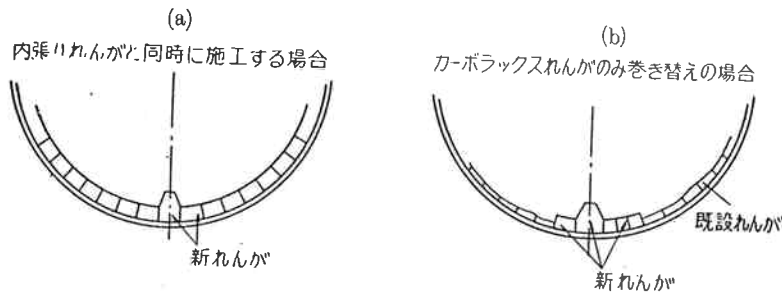


図15 カーボラックスレンが施工方法

向は2~4列としても効果はあるが、6~8列とすれば、さらに効果は顕著となろう。しかしこの場合に、カーボラックスレンがのみを巻き替えるとき(図15(b)のようなとき)、残しておく既設レンがが少なくなり、その度ごとに、この区間のレンがの全部の巻き替えを要する。

8. カーボラックスレンがの品質

美濃窯業K.K.における試験成績は、表3および図16のとおりである。

9. カーボラックスレンがの摩耗度と耐用時間

カーボラックスレンがの形状は、突出部がせん(尖)頭形であるから、摩耗は普通レンがよりとくに早い。

図17のように、1,000時間で40mm、2,000時間で75mm、3,000で100mm、4,000時間で125mmくらい摩耗する。しかして施工当時、片面96mmあったせりは4,000時間も経過すると28mmとなるので、その効果は薄くなる。

表3 カーボラックスレンがの物理的性質と化学成分

項目 品種	耐火度 (SK)	気孔率 (%)	吸水率 (%)	見掛け 比重	かさ 比重	圧縮強さ (kg/cm ²)	熱間荷重軟化点 (°C)			線膨張率 (1,000°C %)	化学成分 (%)			
							T ₁	T ₂	T ₃		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiC
SiC部	37	16.0	6.6	2.90	2.43	815	1,505	1,580	1,630	0.40	8.5	6.0	0.64	80up
シャモット部	34	21.2	9.4	2.86	2.24	402	1,450	1,520	1,570	0.53	36.10	45.40	1.49	16.60

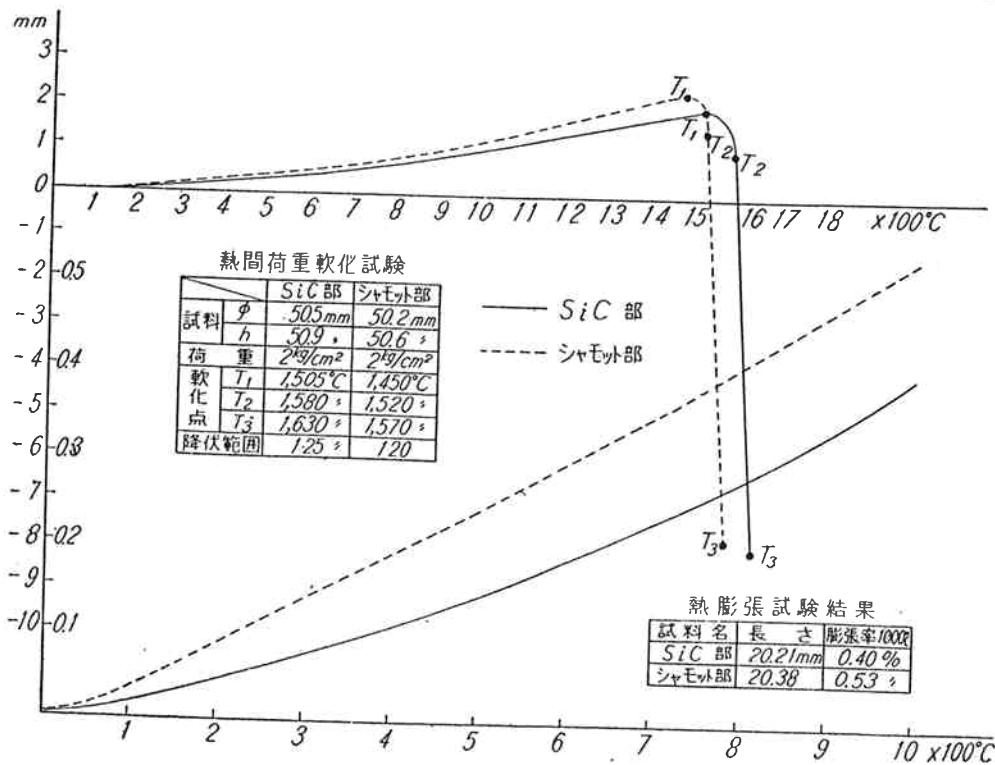


図16 熱間荷重軟化試験および熱膨張試験成績

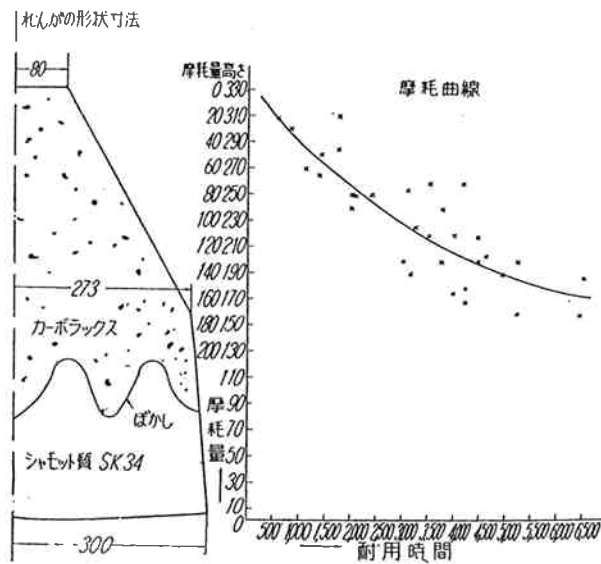


図17 カーボラックスれんがの摩耗度と耐用時間

10. むすび

アンザツ生成の要因はあまりにも多く、たとえば、原燃料の質的・量的不均斉、焼成操作に起因する不完全燃焼や、かまじりドラフトの変化、キルンの構造やライニングの状態、などである。

カーボラックスれんが施工のみでは、アンザツを完全に防止することはできない。上記要因も合わせて取り除くとともに、焼成操作にも十分留意しなければな

らない。

いずれにしても当社では、このれんがの使用によりアンザツ付着による焼出減少や火止めは解消された。

ちなみにカーボラックスれんが使用によるアンザツ防止法（形状，方法）は昭和33年12月22日付第247921号で当社の特許となり，特許権の使用に関しては美濃窯K.K.と契約した。（目下のところは同社が製作を一任されている。）