窯業用重油バーナーの使用実態に関する調査研究報告

日本学術振興会第 103 委員会

(窯炉及び炉材の研究委員会)

(委員長)	黒田 泰造
(取纏者)	国井 大蔵
(取纏参加者)	功刀雅長・佐治健治郎 島田八郎・鈴木弘茂 寺田 清・山内俊吉

Researches on Practice of Oil Burners in Japanese

Ceramic Industry

No. 103 Committee (Research Committee for Furnaces and Materials of Furnace Construction)

in

Japan Society for the Promotion of the Science

Chairman of the Committee

Taizo KURODA

Summarist

Daizo KUNII

Researchers

Masanaga KUNUGI

Hachiro SHIMADA

Kenjiro SAJI

Hiroshige SUZUKI

Kiyoshi TERADA

Toshiyoshi YAMAUCHI

緒 言

重油の使用が「品質の向上、生産コストの切下げの上から極めて有利である」という観点から、終戦後次第にその使用が高まり、勢い窯業方面でもその利用が増大してきた。そこで、重油使用に関するいろいろの調査研究が不十分のままにその使用が優先してきた。特に、これに用いるバーナーの研究と適性使用が問題視されるようになった。

この委員会（委員長黒田泰造）は、これらの情勢にかんがみ昭和 27 年重油バーナー、輻射バーナーの研究分科会をつくり、その調査研究をはじめたが、28 年度文部省試験研究費の補助を受けたので、研究のかたわら同年 5 月から窯業用重油バーナーの実態調査を行うことにした。

その調査項目は委員会で慎重審議し、使用重油の種類、性質、使用時の加熱方法およびその温度、使用バーナーの型式、製作所名、構造説明図、重油使用量、使用条件、使用バーナーの長所欠点、使用窯炉の種類大きさ、被焼成物質、焼成温度範囲、専焼混焼の別、

温度分布状況、窯内圧力等その他の使用条件、効率、被焼熔融物の品質、重油使用の優劣論等詳細にわたる調査表を作成して、窯業関係約 130 工場に調査に対する御協力を願うこととし、29 年 1 月通産省窯業課の御協力の下に各社に調査表を発送、調査項目の記入方をお願いした。

そして、結局別紙に示す約 80 工場からの回答を得たので、これらの回答を山内俊吉幹事、鈴木弘茂委員のもとで業種別に整理し、数度本委員会の重油バーナー分科会で討議し、黒田泰造・功刀雅長・国井大蔵・佐治健治郎・島田八郎・鈴木弘茂・寺田清・山内俊吉（五十音順）その他によって理論的に研究討議し、そして最後に、国井委員に業種別と窯炉型別に考察を加えて全部の取纏めを願ったのがこの報告である。この報告は、以上のように窯業用重油バーナーの実態調査を行い、これに理論的考察を加えて整理したものである。現在重油の使用制限のためやや重油への関心が下すらいだように見えるが、本質的にその重要度が低下したわけではなく、重油の合理的使用に関する技術は、

ますます研究が重ねられなければならない。したがって、この報告は今後重油バーナーの選択、改良、その重油焼成方法の研究に役立つものと信じ、ここに取り纏めの結果を報告する次第である。

〔付記〕 なお、御回答いただいた事業場の名は次の通りである。付記して感謝の意を表する（業種別受付順に列記）。

セメント関係：小野田セメント藤原工場、同恒見工場、同田原工場、日立セメント、宇部興産宇部セメント工場

陶磁器関係：大倉陶園、瀬菱菱野、鳴海製陶、日硬陶業、愛媛陶器、東洋陶器茅ヶ崎工場、同小倉工場、船井製陶、三郷製陶、東洋瓦工業、尾関製陶、山寿商店、大阪製陶、瀬戸工場、山増電機製陶、日本陶管、東濃陶器、淡陶、佐治タイル、松風工業、山田タイル、日本硝子、曾根磁器園、日本タイル、岩尾磁器、深谷瓦商工

耐火物関係：黒崎窯業、品川白煉瓦、東海炉材刈谷工場、播磨耐火、旭硝子、九州耐火、大阪窯業耐火日生工場、東京窯業多治見工場、イソライト

ガラス関係：島田硝子、日本電子硝子、興亜硝子、旭硝子、岩城硝子、曾我硝子、日本硝子保土ヶ谷工場、八王子硝子、東光硝子、中央玻璃器、近畿硝子、広島硝子千田工場、同大州工場、滝波硝子、塚田硝子、大神硝子、東京照明硝子、保谷クリスタル、寺本硝子、小原光学、宮本硝子、神戸製鋼、石塚硝子（大阪）、石塚硝子（名古屋）、日本フェロー、日本硝子尼ヶ崎工場、同名古屋工場、同横浜工場、トモエ硝子、各務クリスタル、東芝電気、日本産業

I. 整理方法と整理結果の表

整理方法はまず業種別とし、その中では窯炉の炉型をまとめて表に示した。また、同じ炉型の中でも、バーナーの種類が同じものをまとめておいた。

- a) セメント焼成回転窯……………第1表
- b) 陶磁器焼成窯……………第2表
 - 単独窯（角窯，円窯）
 - トンネル窯
- c) 耐火物焼成窯……………第3表
 - 単独窯（角窯，円窯）
 - トンネル窯
- d) ガラス熔融窯……………第4表
 - 槽窯（蓄熱型，換熱型）
 - 坩堝窯

なお、重油バーナーの製作所はおのおの記号で示したが、これらは次のものである（順序不同）。

関東築炉工機、都川製作所、藤田鉄工所、桜組工業所、関西重油炉、高木製作所、コロナ製作所、日本火

熱、阪神火熱、中央工業、中外炉工業、大阪重油炉、日本窯炉、千代田火熱、御法川製作所、吉田火機、ミタニ工業所、日本ファーンズ、Hauck. Manu. Co., その他祖父江式、岡部式各1例

II. 窯炉々型と重油バーナー型式の関係

第1～4表から、各業種別、各窯炉々型ごとの使用重油バーナー報告数をまとめて第5表に示した。第5表の単位は工場数を示し、例えば1工場で2種のバーナーを使用している場合は両者を0.5とし、3種のバーナーを使用している場合には各バーナーが0.33であるとした。また、回答表のうち、バーナーの型式が不明の場合は第5表には入れず、またガラス徐冷炉、珪藻焼付炉の場合はおのおの1件ずつであるので、第5表から除外した。

第5表によれば各窯炉の炉型に対して最も使用されている型式のバーナーが判明する。なお、第5表を見るに便利のように、各型式の重油バーナーの構造大略を第1～7図に示した。

第1図 油圧噴霧式の例

第2図 低圧空気噴霧式の例

第3図 ベスト・ハーロップ型の例

第4図 高圧空気噴霧式の例

第5図 高圧空気噴霧式（空気内部）の例

第6図 内部混気式の例

第7図 回転式の例

第1表 セメント焼成用重油バーナー

照合 番号	重油 名称	使 用 重 油						バーナー												
		性 質				予 熱 *		型 式 メーカ	噴霧 媒体	油圧 kg/cm ²	噴霧 圧力 kg/cm ²	1本当り重 油量 l/h		安全最 小容量 割合 %	空気量			バーナ ー先端 にCの 附着	バーナー操 作上の長短 意見	
		比 重	S %	残留 C %	粘 度	発熱量 kcal/kg	方法					温度 °C	呼称		実用	一次	二次			三次
セ ー 1	C	0.94 (15°C)	2.19	—	R.W. 1924.5 s (20°C) 222.9 s (50°C)	10,297 16,770 kcal/l	蒸気	80~ 90	A B C D E	内部混 気式 (a)	空気	2~4 3~5	4,500	2,000	— 噴霧用 90	900	3,600	—	ほとん ど無し	負荷の変化に対 して重油量を増 減する場合、充 分な噴霧が得に くい。 使用量大のとき 噴霧不良、焰長 くなる。
セ ー 2	C	0.95 (15°C) 0.90 (95°C)	2.03	8.83	300 sec (50°C) 57.5sec (95°C)	10,360	蒸気	95	E E G	内部混 気式強 制通風 型 (a)	空気	3~7 3~7	3基 1,450 2,620 2,920	600 1,100 1,200	約30	4,500	8,000	10,000	薄く附 着	操作・組立、専 焼混焼の切替え 簡単噴霧圧同一 でも重油量変化 の欠点。
セ ー 3	C	0.952 (15°C)	2.65 ~1.25	8.50 ~tr	R.W. 396 sec (50°C) 65 sec (100°C)	10,300	蒸気 コイル	95~ 100	H	内部混 気式 (a) 但し後 に改造 し自社 製のも を使用	空気	5.5 abs	6.5 abs	4,500	2,500	13.3	35%	65%	チップ 孔に0. 5mm 以下に 附着す る体転 時落す。	大容量になると 噴霧が稍不良と なり、長焰とな り勝ちである。
セ ー 4	C	0.937 (13.5°C) 又は 0.980 (14°C)	2.54 ~1.24	—	658.6 ~1029 sec (30°C) 224.7 ~281 sec (50°C)	10,360 10,530	電熱	50 ~80	A C	同上 (a)	空気	4~6 5~6	100 ~1000	30 ~1100	— 噴霧用 300	3,000 3,600	4,800 5,400	つかないがノ ズル下方に付 着することが ある。	低圧型の場合は 噴霧悪く温度が 上らず。 高圧型の場合は 噴霧良好 但し空気多量必 要	
セ ー 5	C	0.949 (15°C)	1.93	8.30	696.8 sec (30°C) 229.5 sec (50°C)	10,399	蒸気	80 ~90	C D E F	同上 (a)	空気	5.5 7.0	5.5 7.0	2,500	1,800	36	7,500	12,300	若干 支障な し	研究中
セ ー 6	C	0.949 (15°C)	1.93	8.30	696.8 sec (30°C) 229.5 sec (50°C)	10,399	水加 熱	60	C D E F	回転式 (d)	空気	1.5 2.5	1.5 2.5	150	100	20	—	—	—	—

第2表 陶磁器焼成窯重油バーナー

照合番号	重油名称	使用重油								バーナー										
		性質				予熱*		型式 メーカー	噴霧 媒体	油圧 kg/cm ²	噴霧 圧力 kg/cm ²	1本当り重 油量 l/h		安全最 小容量 割合 %	空気量mm ³			バーナ ー先端 にCの 附着	バーナー操 作上の長短 意見	
		比 重	S %	残留 C %	粘 度	発熱量 kcal/kg	方法 温度 °C					呼称	実用		一次	二次	三次			
ト ー 1 (角)	B	0.925 (15°C)	1.1	5.3	500 sec (15°C) 160.8 sec (60°C)	10,425	無し	—	出光	低圧式 (b)	空気	2.1	0.28	20	—	30	—	—	なし	ほぼ満足
ト ー 1	B	0.938	2.26	6.22	136.5	10,500	蒸気	55	日石	低圧式	空気	0.6	0.2	60	20	4.0	0.3	15cm	—	付着す 着火容易

第1表(続)

* は供給会社名(後註756頁)

名 称	窯 炉					使 用 状 況							効 果	
	バーナー数(本)	大きさ容m ³	被熱物	焼成温度範囲	新設又は改造	専焼又は混焼	焰長さ(m)	温度分布	二次空気の取入れ状況	廃ガス分析値%	窯内圧力	耐火煉瓦種類、品質、その損傷状況	効率又は使用熱量	重油使用の長短に対する意見
セメント回転窯	各窯ごとに1(混焼)	1号2号窯共688 3号窯593	早焼、普通、中庸熟セメント	20~1500	バーナーのみ改造	混焼石灰6,470 kcal/kg カロリで1/2吹込	10~15m	分布状況不確 平均温度約1750℃	温度は600~650℃	CO ₂ =26~27 O ₂ =1.5~2.5 CO=0 過剰空気5~12	-5~-25	焼成帯 マグネシア系煉瓦 1500~2000時間 高アルミナ系 800時間	平均焼出量 17 t/h ボルトランドセメント クリンカー 1,950 kcal/kg	大容量のバーナーは試作品の域を脱しない今後の研究必要 自動制御可能 品質の向上と原単位の低下が期待される
セメント回転窯	各窯ごとに1(混焼)	1号窯292 2号窯555 3号窯620	ボルトランドセメント クリンカー	焼点約1450 窯内850(窯内はガス温度)	バーナーのみ混焼に改造	混焼石灰5,700 kcal/kg	約15m	焼点約1450℃ 窯内約850℃	温度不明 ドラフトによる自然通風	CO ₂ =25.2 O ₂ =0.6 CO=0 N ₂ =74.2	窯内-10	微粉炭の場合と同様に思われるが、不明である。	1,900 kcal/kg 品質は向上	転換後日浅く不明
セメント回転窯	各窯ごとに1(混焼)	740	セメントクリンカー	1450前後	微粉炭バーナー中に重油バーナーを挿入	混焼石灰6,000 kcal/kg	5~7	1,570~1,400℃(焰)	90~100℃	CO ₂ =24.8 O ₂ =2.7 CO=0	-2	シャモット等SK33~37クロマグ 1,800~4,200時間	約0.5~1.0 t/h増 乾式1,500~1,700 kcal/kg 湿式2,000~2,500 "	品質が向上し、約1割の燃率上昇
セメント回転窯	各窯ごとに1(混焼)	138	普通ボルトランドセメント	常時1400~1500	同上	混焼石灰6,400~6,500 灰分17~19%	5~10	窯内850~1000℃	2次空気100℃ 3次空気550~650℃	CO ₂ =24~25 O ₂ =0.6~0.7	-3~-5	G-1、ライテックスA;微粉炭と殆んど変化なし但し焼点が近くなつたためクリンカー落口煉瓦の損傷が大きくなった。	変化なし 1,200 kcal/kg 熱消費は重油転換により5~10%増加したが得る見込み	安定焼成可能。100~200℃高い焰となるが、全体の輻射量はあまり変らぬようである。 噴霧の悪いバーナーでは燃焼効率が低下する事を体験す。
セメント回転窯直筒式アングラー付	各窯ごとに1(専焼)	270	セメント	1450~1600	重油輸送吹込系統新設	専焼	3.5	1400~1650℃	380℃ クーラーより自然通風自然漏入	CO ₂ =20.7 O ₂ =2.3 CO=0 過剰空気11.8%	-2.5	SK-37~38高アルミナ事故なし 2000時間は可能 ライテックスは不明	1,895より1,864	
単円筒型回転式セメント原料乾燥機	1	39.5	セメント原料 混合粘土乾燥	70~450(炉内最高1300)	専焼	1.5	—	—	—	CO ₂ =2.5 O ₂ =17.5 CO=0	—	—	転換前306 kcal/kg 後 244 kcal/kg clay	運搬費、燃料費が低下。燃焼操作簡便である。

第2表(続)

* は供給会社名

(註: 1~8 トは単独窯, ト-9はダルマ窯, ト-11~26はトンネル窯)

名 称	窯 炉					使 用 状 況							効 果	
	バーナー数(本)	大きさ容m ³	被熱物	焼成温度範囲	新設又は改造	専焼又は混焼	焰長さ(m)	温度分布	二次空気の取入れ状況	廃ガス分析値%	窯内圧力	耐火煉瓦種類、品質、その損傷状況	効率又は使用熱量	重油使用の長短に対する意見
倒焰式角窯	16m ³ 窯4 72m ³ 窯10	1基16 2基72	耐酸磁器、充填材、タイル等	SK19~SK102 3時間	石炭窯の改造	専焼	1.2	焚口1000℃ 窯天井950℃ 中心900℃ 戸前下部850℃	火床下部より取入れ 30~150℃	CO ₂ =9 O ₂ =0	-1.2	SK34 蠟石、シャモット、木節、珪石煉瓦 200時間で熔融を認めず	—	燃料費節約15%、将来25%の予定 人件費節約50%、将来60%の予定
倒焰式角窯	1窯につき8	丸窯67 角窯77	特高压碍子特殊磁器	0℃~1380(SK13) この温度で3時間	石炭焚の改造	専焼	3位	燃焼室より 0m 1500℃ 1.5m 1350℃ 3m 1280℃ 4.5m 1230℃	電動ファンにより15cm水柱でバーナー付属エアゴーンより押込通風	焙りO ₂ =7.0 CO ₂ =7.5 攻めO ₂ =0.5 CO ₂ =14.5 CO=3.0 焚き上りCO ₂ =15.2	—	シャモットSK32~34 アア落下等の損傷多し	特大もののみの値 27,460 kcal/kg 以下ならば可 焼成時間は1/3に短縮、燃料費は1/3、人件費は1/2となる ただしSによる釉表面の光沢やや悪化	Sが大であると光沢を失うから、S1%以下ならば可 焼成時間は1/3に短縮、燃料費は1/3、人件費は1/2となる 設備費大
倒焰式丸窯	6	456	電磁器碍子	1230~1300℃ で5時間	石炭焚の改造	専焼	約1	均一	—	—	—	焚口の損傷ややあり	—	温度上昇自由、人件費小、経験者1~2名で全操業可能
倒焰式丸窯	4	22	高火度磁器(洋食器)	SK-16	石炭焚を改造	専焼	随時調節	良好	燃焼室床下を通し自然通風	酸化焰 CO ₂ =10.8 O ₂ =3.8 還元焰 CO ₂ =13.6 O ₂ =0.4 CO=1.8	僅かに⊕	燃焼室自家製高アルミナ約40回で修理炉体損傷なし	4500 t/窯 品質の相違なし	計量管理容易、人件費小、燃焼室は高耐火度煉瓦必要

第 1 表 (続)

バーナー略図	バーナー取付略図
<p>(セ-1~5) の例 バーナー及びその取付方法は大約同一</p>		セ-1 ~5
<p>セ-6 の例</p>		セ 6

第 2 表 (続)

バーナー略図	バーナー取付略図	
<p>ト-1, ト-2, ト-3 は大約同じ</p> <p>油 噴霧用空気</p> <p>バーナー 入れる</p>	<p>ト-1, ト-2, ト-3 は大約同じ</p>	ト-1 ~3
<p>図は 743 頁参照</p>		ト-4

トー4 ~6	<p>トー4, トー5, トー6 は同一</p> <p>トー4 の 例</p>	<p>トー6 の 例</p>
トー7		<p>トー7</p>
トー8	<p>(トー21) ~ (トー26) と同様</p>	<p>上と大約同一</p>
トー9		
トー10	<p>(トー16) ~ (トー20) と同じ</p>	
トー11	<p>同上</p>	<p>トー11 の 例</p>
トー12	<p>バーナーと大約同じ</p>	<p>トー12 の 例</p>
トー13		<p>トー13 の 例</p>
トー14	<p>トー4 とほぼ同一</p>	<p>トー14の例</p>
トー15		<p>トー15 の 例</p>
トー16 ~20	<p>(トー16) ~ (トー20)</p>	<p>トー16 の 例</p> <p>トー17 の 例</p>

試験用 単独角窯	1	1.2	硬質タイル	SK-10 4時間保持	新設	専焼	2	天井 SK-10 中々-8 根々-6	焚口の床 下を通り 盾の前方 で分して 入る	—	—	SK35不明	—	温度上昇遅く加熱 時間短縮
倒焰式 丸窯	6	36.8	電磁器	1270 6時間	石炭焚 改造	専焼	1.5	窯上部 1270~ 1300°C 下部 1240~ 1270°C	燃焼室の 床下を通り 自然通風	酸化焰 CO ₂ =12 O ₂ =7~8 還元焰 CO ₂ =16 CO=2-3	—	SK-34 シャモット 10~15回で破損, 交換する	6000 kcal/kg	—
倒焰式 角窯	6	30	高低圧 磚子	1380 1300 に2時間 保持	燃焼室 のみ改造 新焚より	専焼	約3	上中下に 各SK1番 程度の温 度差, 火 前と下段 SK3番	燃焼室の 床下より 取り入れ る。攻焚の 時は使用し ない	—	—1 ~-3	煉瓦表面熔融火 盾に近い部分 は5回修理を 要す	焼出量の増 減なし 2,260/kg 焼成色は薪 よりやや良 好	酸化, 還元焰の調節 が基だしい。石炭・ 重油併用の窯で設計 しておき, 情勢に応 じて切替えるように すべきである
丸窯	6	36.1	輸出用 磁器	1300 4時間保 持	改造	専焼	—	—	—	—	—5	最高温度の所は6 ~7回でアーチの 取替を行う	品質2~3 割向上	停電時の問題あり。 品質向上する。
ダルマ窯	2	縦6m 横2m	粘土瓦 黒・銀 色	800~900 2~3時 間 800~ 850 保持	薪焚より 改造	混焼	約1.2 以上	上下少い	—	—	—	普通耐火煉瓦でよ い	品質良好	バーナーを上中下に 移動出来るので温度 均一に便利
改造ドレ スラー式 トンネル 窯	4	100 燃焼室 巾40cm 高さ 60cm 奥行 2m	衛生陶 器	1250 最高約3 時間保持	昭3年 ローガ スマッ フル焼 成炉よ り改造	専焼	1.2	不明	—	CO ₂ =4.16 O ₂ =16.1 CO=0	微正, 負 圧	燃焼室コルハート ホワイト損傷せず。 シャモット, 予 熱帯以下の部分で 損傷を認む	130,000 kg/M 5,000 kcal/kg 品位, 品質 歩留向上 す	コストの節減 燃焼管理容易
東陶直火 式トンネ ル窯	6	合格製 品100t /M	衛生陶 器 溶化素 約1時間 地	SK-6a 1200 約1時間 保持	昭21年 ガス焚 より転 換	専焼	1.15 1.40 1.80	—	風車で吹 込	煙道ダ ンパー CO ₂ =7.5 O ₂ =10.8 CO=0	±0	燃焼室 コルハート4年 トローリ-棚板支柱 カーボラダム3 年	100t/M ガス焼成時 に対して20 %スケジュ ール短縮 3900kcal/ kg 品質相 違なし	効率向上による燃料 費節約, 焼成再開の 迅速, コントロール の容易, はるかにす べている
トンネル 窯	14	有効75	陶器, タイル 釉焼	1100	—	専焼	1.0	上下別に バーナー 設置, 上 下温度差 小	—	CO ₂ =5	燃焼帯 底部 -0.5	アーチ コルハート ホワイト, その他 シャモット SK38, 36 4年 損傷認めず	300t/M 1800 kcal/kg	—
トンネル 窯	22	3,000 Set /M	輸出用 白磁食 器	900~ 1330 2時間	新設	専焼	—	可	バーナー とバーナ ータイ ルの間 から入 る	CO ₂ =9.4 P ₂ =8.8	窯天井 +4	高アルミナシャモ ット質	17600 kcal/kg 製品当り	—
トンネル 窯 (及丸 窯)	6	0.5m ² ×30m	モザイク タイル	1200	石炭手 焚の改 造	専焼	1.1	大約均一	自然流入	CO ₂ =13 O ₂ =3 CO=0~0.5	上部 0~0.05	燃焼室 高アルミナ	消費 kcal 当りの焼出 量2割増加 3,000 kcal/kg 品質向上	燃焼室の大きさの適 正必要
ドレスラ ー式セ ミマッ フル	12	締焼 96.7 締焼 62	壁タイ ル	1300 1140 1時	ガス焚 改造	専焼	締1.5 2.5 締約 5.0	—	締 350~400 °C 締 130~160 °C	CO ₂ =3 O ₂ =15 CO ₂ =7 O ₂ =12.8	締	高アルミナ質シャ モット SK34 燃焼室アーチ煉瓦 スポーリング	焼出量不変 締焼 2140 kcal/kg 締焼 2240 kcal/kg	熱効率がよい。局部 の過熱, 耐火物の損 傷が甚しい
ハーロッ プ式 トンネル 窯	8	1m× 1m× 70m	釉薬粘 土瓦	950~ 1100	新設	専焼	約1.0	—	バーナー 下部の開 き加減 を用う	CO ₂ =8	-2.5	燃焼室シャモット SK 34 損傷認めず	1.4t× 10,000 kcal/14t =1,000 kcal	重油供給の不安, 低 温で燃焼不完全
自家設計 トンネル 窯	6	0.79× 0.90× 39.5	輸出用 モザイク タイル	1285~ 1295	新設	専焼	約1.8	—	燃焼室床 下より自 然通風	—	—	東海炉材G-1 SK 35, 36 (燃焼室) 他は SK 30~33	150t/t 3,336 kcal/kg	良好。石炭に比し危 険性大
ドレスラ ー式 トンネル 窯	8	巾1m 高さ 1.3m 長さ 18.2m	輸出用 硬質陶 器	1250 4時間	新設	専焼	約1.0	天, 中は 大体同じ 根は15位 低い	外気自然 通風	CO ₂ =10 ~16	+0.2 焼成帯	シャモットSK-35 損傷なし。断熱煉 瓦層出	焼出量増減 なし前9192 kcal/kgより 後5,367 kcal/kg に向上	過熱状態になり易い 焼成状態の変化が大 きい

19	特	0.836 (30°C)	0.1	trace 35 sec (30) 31 (50) 30 (60)	11,200	不要	40 ~50	日石 出光 三菱	低圧式 (自家 製)	空気	1.1 55 cm	1.5~ 2.0	0.1~ 0.7	4 1~5 mm ³ /h	—	—	付着, 消火し て除去	低圧バーナーに 限る。噴射角度 が大
20	A	—	—	—	—	炉熱	30	—	低圧式 (自家 製) L.P. 型(m)	空気	0.7 55 cm	ベスト L.P.	20 25	20 55cm 水柱	—	—	24時で 若干, 4日交 換	ベスト炉内に均 一に拡まらず L.P.は油がエ ア管内におちる
21	A	—	0.5 以下	—	10,000	蒸汽	80	シエ ル	ハー ロ ップ 式 (自家 製)	空気	1.5 45 cm	15	7	33 50 mm ³ /h 45 cm 水柱	35 m ³ /h 自然	—	普通, かきと り容易	噴霧はよくない が使用容易, C の除去特に容易
22	A ₂ , B	—	0.15	—	10,500	廢熱 利用	45 ~50	日石	ハー ロ ップ 式 (h)	空気	0.8 ~1 50 ~55 cm 水柱	50	10	20 180 m ³ /h	10~15 cm 水柱	—	付着, 1日1 回分解 掃除。	酸化焰焼成に焰 のCの過る。 Cのため調節困 難になる。
23	A	0.918 (15°C)	0.48	2.5 60 sec (50°C) 40 sec (10°C)	10,000	余熱 利用	55	日石	ベス ト 式 (自家 製)	空気	1.8 50 cm 水柱	14	9	60 40cm 水柱 90 mm ³ /h	—	—	なし	還元焰焼成には 長焰となり, 適 低温では不適當 (酸化焰)
24	A ・ B	0.904 (15°C)	0.10	0.35 41 sec (50°C) 47.5 sec (100°F)	10,700	余熱 利用	50	シエ ル	ベス ト 式 (n)	空気	0.56 55 cm 水柱	20	15	—	—	—	ビッチ 固形	取替える 作業簡単
25	A	—	0.9 0.47	2.9 185 sec (12°C) 68.6 sec (50°C)	10,500	電熱	40	日石	ベス ト 式 (h)	空気	2.1 58.5 cm 水柱	—	3~10	30 13 m ³	—	—	付着, こすり 取る	噴霧不良 綺麗な還元焰と ならない
26	特 A	0.91 (36°C)	0.18	0.09 50 sec (50°C)	10,700	壁熱 利用	40 ~50	昭和	低圧式 (ベス ト型) (自家 製)	空気	1.5 52 ~60 cm 水柱	—	—	4.2 1/2	—	—	付着, 針金で とる	取扱簡単 霧が粗い
27	A	0.898	0.2	3 60 sec (50°C)	10,310	余熱 電熱	30	出光	カー モ ード 式 (英品 改造自 家製)	—	2.1 1.4 kg/ cm ²	100	5~20	5~20	—	—	付着, 予備と 取替掃 除	構造簡単 掃除便利 口先の損傷多い

第3表 耐火煉瓦焼成用重油バーナー

照 号 番 号	重 油 名 称	使 用 重 油					バ ー ナ ー										バー ナー 操 作 上 の 長 短 意 見			
		性 質		粘 度	燃 量	予 熱 方法	温 度 °C	供 給 社 会	型 式 バー ナー	噴 霧 媒 体	油 圧	噴 霧 圧 力	1 本 当 り 油 量 l/h	安全 最 小 容 量		空 気 量			バー ナー 端 に C の 附 着	
		比 重	S %											残 留 C%	呼 称	実 用		割 合 %		一 次 %
タ ー 1 (角・円)	B ・ B ₁	0.917 0.881 (15°C)	1.8 2.1	5.0 6.7	1384~ 1562 (15°C) 48~55 (80°C)	10,400 10,550	電熱 シールド ワイヤ	20~ 60 °C	日石 三菱	高圧 部 混気・ 低圧型 (g), (m)	空気	1~ 2.5 0.2 1.0	1~ 2.5 0.03 0.08	6~65 7~30	8~32 4~38	12.3 13.3	4~20 96~80	—	殆んど なし	円部混気型, 方 向性に富み長焰 を得る。消火す ることが多い。 低圧型, 点火容 易, 消火せず。 焰短く, 方向性 に乏しい。 噴霧状況不足
タ ー 2 (円)	B	0.913~ 0.92	2.19	4.85	176~237 sec (30°C) 82~102 (50°C) 55~61.5 (70°C)	10,510	電熱	30~ 50 °C	三菱	低圧式 (g)	空気	0.7 3.85	—	30~50 max 70	41.7	4.5cm 水柱	自然	—	付着・ 金具で 落す	比較的良好
タ ー 3 (角)	B	0.29	—	—	120 sec (—)	10,450	電熱	70 °C	出光 ゼラル	低圧式 (i)	空気	0.5 70 cm 水柱	30	35	20	—	—	—	少量・ 鉄棒で 除去	製品の均一性を 欠く
タ ー 4 (角)	B	0.915 (15°C)	1.8	4.8	480 sec (10°C) 120 sec (40°C) 80 sec (50°C)	10,754	温水	40	シエ ル	低圧式 (g)	空気	0.8 60 cm 水柱	15	10~20	53.3 42 60 cm 水柱	—	—	—	僅少	故障少し。分解 掃除簡単。焙り の際重油量を8 l以下にすると 火が消える
タ ー 5 (角)	A ₁ ・ B ₁	0.915 (15°C)	0.47 2.23	2.9 5.9	58~61 sec (50°C)	—	電熱	常温 60 °C	日石	Proportioning Oil Burner No. 779 Hauck Man. Co. (U.S.A.)	空気	max.2 max.36 36oz/in ²	—	1.5~ 1.9	—	—	—	—	—	空気と重油とを 一定の比率にし て燃焼し得る

ハーローブ式 トンネル 窯	14	399	輸出・ 内地向 碍子、 耐酸磁 器	1335	建設時 より	専焼	—	炉内上下 の差 15℃	酸化焙焼 口は double crown より入れ る	CO ₂ =5~6	+2.4 ~-2.5	粘土質、損傷認め ず 断熱、赤 SK 32, 35, 36	9.7 t/d 7,000~ 4,500 kcal/kg	窯詰法、焼成法の研 究必要、燃焼ガス量 が小さい、噴射角度 の大きいものが必要	
ハーローブ式 トンネル 窯	14	1.1× 1.5× 65	輸出用 磁器 (食器)	1280 1時間	新設	専焼	本焼 3~5少	上下差僅 少	—	—	上7 下-2	シャモット1ヶ年 で損傷なし	8''スリーブ 換算 720,000 ケ/M 品質非常に よい	絶対に必要、入手に ついて立法的処置が 望まれる	
ハーローブ式 トンネル 窯	12	0.85× 1.05× 5.58 燃焼室 0.7	輸出用 磁器モ ザイク タイル	1300 1時間	ガス・ 重油併 用より 改造	専焼	0.5 0.8	—	バーナー 側面より 自然通風	CO ₂ =4 O ₂ = 15.4	上+1 下±0	燃焼室、アーチ SK-36 若干損傷	3,800kg/d 製品、焼成 量15%増、 1118 kcal/ kg 品質向 上安定す	ハーローブ型バーナ ー一燃温度高くなく、 トンネル窯に適す。 歩止り75%より95% に向上	
ハーローブ式 トンネル 窯	8	118	タイル (釉窯)	1020 2~3時間	新設	専焼	1.2	—	製品冷却 空焚 850~890 ℃	CO ₂ =11 ~13	上+2 下±0	シャモット 損傷なし	422 kcal /枚 燃料費4割 安	人件費節約、連続焼 成を要す	
ハーローブ式 トンネル 窯	12	91 燃焼室 1.2	輸出用 磁器	1400 1.3時間	新設	専焼	1.8	上下均一	1000℃ 冷却帯の 熱回収に よる	予熱帯 CO ₂ =12	+3 最高	シャモットSK 36 以上 焚口のみ10年毎に 修理	2.58 t/d 7740 kcal /製品kg	製品への影響が大き いので重油の品質を 選ぶ必要あり	
ハーローブ式 トンネル 窯	14	11× 1.4× 68	輸出用 磁器 (デナ ーセッ ト)	1300 新設	専焼	—	—	—	—	—	—	—	焼成帯 SK 36, 34	8560 kcal/kg 品質変りな し	重油のS, Cは厳格に したい。 重油、バーナー、焚 口の選定
ハーローブ式 トンネル 窯	10	142	マグナ チャイ ナ	1300 30分	—	専焼	0.35	—	480℃ 空気が吹 込む	CO ₂ =8.8 O ₂ = 10.2	+5	SK-36, 34 焼成帯に龜裂	2.5%	ベスト型は噴霧不良 軟質 glaze では光 沢が悪く発泡しやすい	
ハーローブ式 トンネル 窯	8	0.7× 0.65 ×60	モザイク タイル	SK-11 1時間	新設	専焼	1~ 1.5	—	バーナー 口より自 然流入	CO ₂ =6~8	最高 +8	ダイヤス-SK 36 損傷不明	4 t/d 2,650 kcal/kg	歩留り80%から92% に向上。 重油の確保を希望	
ドレスラー式 トンネル 窯	24	190	特高送 電機用 碍子、 その他 碍子	1350 1.5時間	ガス焚 を改造	専焼	還元 帯では 20	—	700℃ラ ビッドク ーに使用 の空気を インゼク ターで焚 口下部 より送入	CO ₂ =2.7 O ₂ = 17.3	+0.9	焚口コルハートホ ワイト 焼成帯珪石	12,000 kcal/kg 品質変化な し	熱効率、焚口の損傷 が大きい、良質の耐 火煉瓦を必要とする	

第3表(続)

(注：タ 1~9 は単独窯，タ 10~12 はトンネル窯)

窯 炉					使 用 状 況							効 果		
名 称	バーナ ー数 (本)	大きさ 容 量 m ³	被熱物	焼成温度 範 囲	新設又 は改造	専焼又 は混焼	焙長 さ m	温度分布	二次空気 の取入れ 状況	腐ガス 分析値 %	窯内圧力	耐火煉瓦種類 、品質、その 損傷状況	効率又は 使用熱量	重油使用の長短 に対する意見
倒焰式角窯・円窯	角8 円4	角円 75	特殊耐 火物高 アルミ ナ質、モ ザイク耐 火煉瓦	SK26、 SK18で 2～6時間 保持	角窯は 新設、 円窯1 基新設 1基改 造	専焼	2～8	上下の差 SK 1～2 の程度	燃焼室の 奥に近い 所で室内 に吹き上 げる (自然通 風)	CO ₂ = 14 C ₂ = 4 前後	～2 ～+2	燃焼室 SK 37-38、高アル ミナ質耐火煉瓦 多少スボール	歩留り向上 廻転率大 角70 m ³ 2,300 kcal/kg 円15m ³ 2,600 kcal /kg 良品当 り	デリケートな雰囲気 を要する。特殊耐火 物には品質が特に向 上、原単位著しく低 下、使用者としてはメ ーカーに頼らず改良 品を作るべきである 最近の高圧内部湿気 型の採用は良結果で ある(以前に低圧型)
倒焰式円窯	8	径 9m 210	耐火煉 瓦 (クロ マグ)	1400～ 1500 3～7時間 保持	新設	専焼	10	中央ゼー グル1385 °Cで各 部 SK 16～18	燃焼室の 周囲より 入る	CO ₂ = 13～ 14	～1 ～～3	高アルミナ 目地 のすいた所が出来 た 珪石：半熔融 不焼クロマグ：小 亀裂	粘土煉瓦 1,680 kcal/kg クロマグ 1,737 々 (道具を含 む) 品質不変	計器を用いる方がよ い。
倒焰式角窯	10	120t	粘土質 珪石質 耐火煉 瓦	1350～ 1500 10～20時 間	石炭焚 の改造	専焼	約3	良好	附図	—	—	粘土質SK 35 焚 口の損傷は石炭よ りも著しい	焼出量15% 増、熱効率 30%向上、 灰付着なく 品質向上	人件費66%減、燃料 費30%減、品質管理 上好結果、停電時困
倒焰式角窯	6	53 燃焼室 3.4	断熱煉 瓦	900 3時間	新設	専焼	石炭 に比し 長焙	ほぼ均一	附図	CO ₂ = 10	負圧	シャモット SK34 の損傷見られず	歩留り2% の向上、燃 料節約7% 1,580 kcal/個	重油転換は有利
試験用角窯	1	2	—	1000～ 1600	新設	専焼	—	—	—	—	—	高アルミナ SK 38	—	—

	<p>トー19 及びトー20 の例</p>	<p>トー10 ~20</p>
<p>(トー21)~(トー26) の例</p>		<p>トー21 ~26</p>
		<p>トー27</p>

第 3 表 (続)

バーナー略図	バーナー取付略図	
<p>ター1 の例</p>	<p>ター1 の例</p>	<p>ター1</p>
<p>ター4 の例</p>	<p>ター4 の例</p>	<p>ター2</p> <p>ター3 ~4</p>
<p>749頁参照</p>		<p>ター5</p>

ター6 ~8	<p>ター5 の例</p> <p>ター7~8 の例</p>	<p>ター6 の例</p> <p>ター7 の例</p>
ター9		
ター10 ~12	<p>ター11 の例</p> <p>ター12 の例</p>	<p>ター11 の例</p>

第 4 表 (続)

	バーナー略図	バーナー取付略図
ガー1 ~7	<p>ガー1 の例</p> <p>(ガー2)~(ガー10) の例</p>	<p>Side firing ガー3, 4, 7, 8 の例</p> <p>Backwall firing ガー1, 2, 5, 6, 9, 10 の例</p>

ター 6 (円)	B	0.93 (15°C)	2.0	5.6	210~220 sec (15°C) 170 sec (80°C)	10,500	温水	40~ 60	日石	ベスト 型 (h)	空気	0.5 ~2	70 水柱	5~25 15~ 150	13~29 32~53	52 21	450	—	—	付着 (高温 で) 針 金で除 去	一次空気の調節 のみで酸化焰, 還元焰が得られ 構造簡単, 欠点 なし
ター 7 (角)	A ・ B	0.884 (15°C) 0.858 (50°C)	1.2	2.8	(50°C)	10,500	—	丸善	廻転式 (d)	—	1.26	0. 014	—	—	—	—	—	—	僅少	霧化良好, 非常 に静かで故障な し, パーナー多 数の場合は疑問 の点あり.	
ター 8 (角)	B	0.92~ 0.97 (15°C)	1.4 2.5	—	40~43 sec (100°C)	10,300	蒸汽	60 ~80	三菱	廻転式 (d)	—	1.26	0. 014	—	3~13	—	—	—	付着せ ず	据付け簡単, 油 の付着なし, 停 電時困る	
ター 9 (円)	B	0.92	2.23	3. 767	800 sec (18°C) 130 sec (50°C)	10,590	コイル 型	夏70°C 冬40°C	ゼネ ラル	低圧式 (ダイヤ モンド) (i)	空気	0.5 1.5	12~ 30 cm 水柱	60	9~40	33	12~30 cm 水柱	—	—	低温時 山形に 附着. 鉤形で とる	装置簡単, 容量 範囲は煉瓦焼成 用としては狭い
ター 10	B	同上	同上	同上	同上	同上	熱交 換器	—	同上	低圧式 LB5 (i)	空気	0.25	32 cm 水柱	30	2.5~ 20	30	30% 32cm 水柱	70%	—	同上	長焰の形成困難
ター 11	B	0.921 (20°C) 0.924 (15°C)	—	5.5	133 sec (50°C)	10,500	—	—	丸善	低圧式 (h)	空気	1.5	3.64 cm 水柱	20	8.56	42.8	36.4 cm 水柱 1380 mm ³ /h	—	—	普通	動鳴少く静かな 長焰, 燃焼温度 調節も比較的容 易, ノズル先端 加熱, 焼付く
ター 12	B ₁	0.916 (15°C)	2.1	5.0	325 sec (30°C) 131 sec (50°C)	10,580	なし	—	日石	ベスト 2型 (h)	空気	2.0	60 cm 水柱	35	6~12	14.1	60 cm 水柱	50 cm 水柱	—	先端タ ンパー に附着	構造簡単で使い やすく安定, C が付きやすい

第 4 表 ガラス熔融窯重油バーナー (付珐瑯焼付窯)

照 合 番 号	重油 名称	使 用 重 油										バ ナ									
		性		質		予 熱		供給 会社	型 式 メーカ	噴霧 媒体	油圧 kg/cm ²	噴霧 圧力 kg/cm ²	1 本当重 油量 l/h	安全最 小容量 割合 %	空 気 量			バー ナー 先端 に C の付 着	バー ナー 操 作上 の長 短 意見		
比 重	S %	残留 C%	粘 度 K. W.	発熱量 kcal /kg	方法	温度 °C	一次								二次	三次					
ガー 1 (シー メン ス)	B	0.921	1.48	4.6	116 (常温)	10,600	廢熱 利用 温水	60	日石 丸善	内部混 気式 (o)	空気	3.0	3.0	200	133	67 15P コン プレッ サー	—	あり	—		
ガー 2 (シー メン ス)	B	0.923 (4°C) 0.902 (50°C)	2~3	5~6	135秒 50°C 96秒 60°C	10,400	蒸汽	80 ~90	興亜	内部混 気式 (自家 製)	空気	4.0	3.0	500	640	50 5~7%	120~ 130%	—	先端に 附着. ブラッ クで掃 除する	構造・取扱い簡 単	
ガー 3 (シー メン ス)	B	0.902 (50°C)	2~3	5~6	135秒 (50°C) 96秒 (60°C)	10,400	蒸汽	80 ~90	興亜	内部混 気式 (自家 製)	空気	3.0	2.0	500	600	50	5 120 ~115	—	付着	同上	
ガー 4 (シー メン ス)	B	0.95 (15°C)	1.5 1.9	6	100~ 200秒 (50°C)	10,500	蒸汽	50 ~60	大協 三菱 出光 ゼネ ラル	内部混 気式 (自家 製)	空気	4~3	3~4	250	130	—	3% 自然 97%	—	殆んど 付着せ ず	操作簡便、硫黄 の多い重油はガ ラスに不可	
ガー 5 (シー メン ス)	B・ C	0.96 (15°C)	1.4	7.0	204秒 (50°C) 45秒 (110°C)	10,150	蒸汽	110	出光	水冷 内部混 気式 (P)	空気	3.0	2.2	650	630	—	103 mm ³ /h	6830 mm ³ /h	—	極少量 付着	取扱い操作煩雑 第確を期し難い
ガー 6 (精製) シーメン ス型	B	0.93 (50°C)	2.3	6.1	130秒 (15°C)	10,450	蒸汽	70	日石 三菱	内部混 気式 (自家 製)	蒸汽	4.0	4.0	500	300	20 使用せ ず	—	—	—	なし	蒸汽圧と重油圧 のバランス乱れ たときに息をつ く
ガー 7 (精製) シーメン ス型	B	0.92~ 0.97 (15°C)	1.4 2.5	—	40~43秒 (100°C)	10,300	蒸汽	90 100	三菱 他	内部混 気式 (自家 製)	空気	2~5	2~5	— 100 200	50	—	—	—	なし	なし	

倒焰式 円窯	12	200	珪石煉瓦 1500 5時間	石炭窯を改造	専焼	窯中央部 炉床まで 伸る	均等に分 布と考へ	付図	CO ₂ 9.0~ 13.5	max. -2	シャモット SK34 蛇石 SK30 軟化脱落転倒	3,248 kcal/kg 歩留り80% 製品の龜裂 少い	燃料費17.5%の節減 人件費49%節減
倒焰式 角窯	2	1	耐火煉瓦 SK 12 ~18 5~10 時間	石炭手 焚の改 造	専焼	0.5 ~ 1.0	良好	—	max. 14	僅かに負	炉体: シャモット SK 32~34 燃焼室: 高アルミ ナ SK 37 火槽と 対するアーチ損傷	0.5~0.7t 2000~9000 kcal/kg	小型窯の石炭焚による 高温焼成は困難で あったが、重油化で 容易となった。
倒焰式 角窯	1	15t	耐火煉瓦 1500 5時間	1部分 のみ改 造	専焼	—	ほぼ一様	バーナー 下 40cm	CO ₂ =11 ~15	—	コルハートホワイト 損傷なし	1800 kcal/kg	作業員半減、燃料原 単位30%減
倒焰式 角窯	10	32t	珪石煉瓦 1400 10時間	石炭焚 より改 造	専焼	3~5	—	—	CO ₂ =14	-2~ -3	燃焼室: シャモット SK 37 天井、 火唇熔損	良品 3,500 kcal/kg 焼結り良好 となる	高温焙となるため、 炉材の損耗が石炭焚 に比しはるかに増大
ドレスラ ー式 トンネル 窯	22	615	珪石煉瓦 モット塩 基性煉瓦 1100~ 1600 12時間	ガス焚 より改 造	専焼	7	—	二重天井 を出る時 300°C冷 却帯より 800~ 1000°C	CO ₂ =8.3 上部 +0.35 下部 -1.0位	—	内壁珪石煉瓦その 他シャモットいず れも異状なし	良品 1,800 kcal/kg 焼結り良好 となる	コークスに比し燃料 費40%減、炉材損耗 は激しい。SO ₂ の被 害は甚しくファン等 金属部は腐蝕甚しい
ドレスラ ー式改造 トンネル 窯	16	1.7× 2.3× 90m 燃焼室 0.686 30~35	粘土質 耐火煉瓦 SK 1450 110分保 持	発生炉 使用を 改造	専焼	3~ 3.5	良好	自然通風 ファン CO ₂ =3.5 焼成帯 CO ₂ =14.5	焼成帯 -0.6 ~0.15	—	焼成帯内壁高アル ミナ 大きな損傷 なし	窯内の死点 なくなり均 一焼成可能 となる。焼 結り良好 950 kcal/kg ¥ 4,430/t (発生炉ガ ス) ¥ 1,000 t (重油)	発生炉使用の時の 2500 kcal/kg より は甚しい向上。燃料 費が約1/5となった 品質均一化、但し焙 の温度高く燃焼室の 煉瓦の損傷がある。
ハーロ ップ トンネル 窯	18	159	粘土質 耐火煉瓦 1400 新設	新設	専焼	1.5	—	自然流入 及冷却帯 よりの空 気 1200~ 1300°C	CO ₂ =14.2	—	高アルミナ SK38 損傷認めず	1,400 t/M 1,400 kcal/kg	人件費節約。SO ₂ に よりファンバーナー 等を腐蝕する。SO ₂ の臭気

第4表(続)

(註: ガ 1~16 は槽窯, ガ 17~31 は連帯式坩堝窯, ホは珪瑯焼付窯)

名 称	窯 炉			使 用 状 況							効 果			
	バーナ ー数 (本)	大き さ 容 量 t	被熱物	焼成温度 新設又 は改造	専焼又 は混焼	焰長 m	温度分布	二次空気 の取入れ 状況	腐ガス 分析値 %	窯内圧力	耐火煉瓦種類 品質、その 損傷状況	効率又は 使用熱量	重油使用の長短 に対する意見	
シーメン ス槽窯	2	33t	有色ガラ ス、アン バーカラ ー	1450	発生炉 ガスより 改造	専焼	13.0	—	直径1m ³ シロコッ ファンに より空気 交換器に 送る 800 ~1060 °C	CO ₂ 10~12	0~2.0 (+)	天井側壁 珪石、 タンクブロック コルハート	前6.8 t/d、 後8.5 t/d 0.83 kg燃 料/kg 製品	転機は炭労スト、原 価に占める燃料費が トン当り 3,150円節 約
シーメン ス槽窯	2 (交互 使用)	後壁 100t	淡青色 ガラス	1450	発生炉 ガスより 改造	専焼	約8	余り満足 とは云え ない	蓄熱式 側壁吹出 口より 1000°~ 1200°C	CO ₂ =12 ~13	+2	全部珪石 SK 32~33 側壁一部熔融	引上量20% 増加、3450 kcal/kg、高 品質多少良 好	コスト低下、硫黄に よる設備の損傷、高 温による煉瓦の損耗 が問題
シーメン ス槽窯	2 (交互 使用)	後壁 100t	淡青色 ガラス	1450	同上	専焼	約8	同上	同上	同上	同上	珪石煉瓦 SK 32~33	3,900 kcal/kg 品質良	同上
シーメン ス槽窯	8 (4対)	100t	無色ガラ ス	1480~ 1560	発生炉 ガスより 改造	専焼	5	クラウン ファン 1530、1530、15 50、1530、15 80°Cの分布	1100°C 自然通風	CO ₂ =14.5	0.5	珪石 損傷 普通	35 t/d ガラス 3,200 kcal/kg	燃料制安、計測運転 可能
シーメン ス槽窯	2 (交互 使用)	200t	無色ガラ ス	1500	改造	専焼	7.4	1500 1520 1500°C の分布	1200°C 焰と直角 に吹出す	CO ₂ =12.5	+2	天井、側壁、珪石 ボート コルハート トホワイト 種瓦 コルハートブロッ ク	引上量20% 増 4,900 - kcal/kg	煤のつまりなし、交 換時の爆発音無、天 井損傷し易い、金属 部腐蝕
蓄熱式 槽窯	2	80t	管球用 無色ガラ ス	1350~ 1400	改造せ ずに使 用	専焼	3.0	流れ方向 の分布は 発生炉に 比しシャ ーブ	850°C	CO ₂ =10	+0.5	天井、横壁珪石底 部、側壁コルハート ブロック・ガスと 変らず	12,000 kcal/kg	燃料熱量当り20%の 節約、人員半減、掃 除不要
蓄熱式 槽窯	4	650t	板ガラ ス	1550	発生炉 ガスより 改造	専焼	7.0	1550~ 1200°C	ポートよ り 1000°C	—	0~5	コルハートブロッ ク、珪石、ガスと 変らず	60t/d 8,000 kcal/kg ガラス	好適

ガー8 (槽窯) シーメン ス型	B	0.92~ 0.99	1.5 3.0	6~ 14	150~ 250秒 (50°C)	9,700 10,000	蒸汽	70	出光 三菱 ゼネ ラル 大協	内部混 気式 (自家 製)	空気	5.0	3.0	150	130	30	—	—	—	なし	特に欠点なし
ガー9 (槽窯) シーメン ス型	B	0.924 (15°C)	0.37 1.5	6	110秒 (15°C) 51.8秒 (80°C)	10,500	蒸汽	100 110	大協 三菱 三協	内部混 気式 (自家 製)	空気	3.0	3.0	120	320 350	20	10%	自然通 風	—	付着す ること あり	操作簡便
ガー10 (シーメ ンス)	B	0.914	1.94	5.36	119	10,600	蒸汽	95	日石	内部混 気式・ 高圧噴 霧式 (自家 製)	空気	1.5	2.0	600	450	50	10.2 mm ³ /h	—	—	なし	Back firing のため調節 困難
ガー11	B	0.9454	1.915	6.69	130	10,500	—	—	三菱 中圧式 0.7 kg/ cm ²	空気	—	0.7	—	—	50	—	—	—	—	調節し易い。点 火・消火しやす い。炉内の一部 に損傷を与える	
ガー12 (U型) 換熱室	B	—	1.4	7.4	—	10,500	電熱	50 ~60	大協	内部混 気式 (自家 製)	空気	3.5	2.5	220	190	36	2.5 kg/ cm ² 5.9%	5cm 水柱 84.1%	—	焼付い た状態 で付着	炉内温度の均一 化が困難
ガー13 (U型) 換熱室	B	0.923 (16°C)	—	—	132 (50°C) 57 (80°C)	—	蒸汽	50 ~70	ジェ ルスタン ダ 日石 出光	低圧噴 霧式 (q)	空気	0.08 0.1	0.08 0.1	300	200 250	—	—	—	—	空気圧 低いと き付着	特記なし
ガー13' (トンネ ル式徐冷 窯)	同上	同上	—	—	同上	—	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	15	10	—	—	—	同上	同上	
ガー14 小型 (槽窯)	B Cの中 間	0.927	—	5.3	194.6秒 (50°C)	10,500	煙道 熱、 炉壁 熱	70 ~80	ゼネ ラル	低圧噴 霧式 (m)	—	0.35	0.35	38	35	55	—	—	—	バーナ ータイ ルに針 状付着	それぞれのバー ナーで長燃、短 燃まちまちになる
ガー15 (蓄熱型)	A	0.85~ 0.90	0.2 0.3	3	50秒 (50°C)	10,500	温水	50	—	内部混 気式 (m) M ₁ 、 M ₂	空気	3.5	3.5	2~ 30 5~ 50	10 30	30~45	3.5 kg/ cm ² 6~15 mm ³ /h	300~ 800 mm ³ /h	—	重油と 空気混 合室に Cが密 着	霧化良し、油と 空気との圧平衡 破れると燃焼不 円滑、穴がつか り易い
ガー16 (直焰槽 窯)	A	0.963 (20°C)	0.5 以下	5 以下	52SUS (100°F) 39.5 SUS (150°F)	10,700	電熱	50	シェ ル 北米 式 低圧噴 霧式 North American MFG Co.(U.S.A)	空気	0.28 0.35	0.63	200	110	18	49,000 ft ³ /h	—	—	なし	ノズル特性も変 化ない。2年耐 用継続使用中	
ガー17	B ₁	0.92	2.2	4.55	130秒 (50°C)	10,500	余熱 利用	15 ~20	日石	油圧噴 霧式 (自家 製)	なし	0.45	—	—	300	—	—	—	—	相対す る炉壁 に付着	滴下するため燃 焼効率不良、液 体のまま灰だま りに落ちること あり
ガー18	B	—	2.12	4.27	120秒 (50°C)	10,500	熱水 ・バー ナー内	70 ~90	三菱	油圧噴 霧式 (r)	なし	0.504	—	70	40	35.7	0	—	—	付着せ ず	長燃を得る。温 度調整が自由。 噴霧不良、油滴 大で炉壁に付着
ガー19	B	0.91	1.15	4.8	140秒 (一)	11,000	シー ズワイ ヤー	25 °C	出光	中圧噴 霧式 (自家 製)	空気	—	1.0	—	50	80	—	—	—	付着せ ず	—
ガー20	B	0.93	2.3	4.5	195秒 (45°C)	—	—	—	出光	高圧噴 霧式 (o)	空気	4.0	4.0	—	25	—	—	—	—	少々あ り	—
ガー21	B	—	—	—	—	—	蒸汽	60 °C	三菱 丸善 昭石	高圧噴 霧式 (自家 製) 空気内 部	空気	1.0	3.5	—	40 ~50	30	—	—	—	付着せ ずポー ト間に 少々	一次空気多いた め(噴霧用、ポ ートより吹出口 までの温度が上 りすぎる。一次 空気を押えると 噴霧悪化する
ガー22	B	0.93	4.5	6.0	180秒 (一)	10,400	ヒー ター	80 °C	出光	高圧噴 霧式 (s)	空気	0.2	3.0	—	25	60	—	—	—	非常に 付着が 多い	1日1回取りは ずして掃除する

蓄熱式 槽窯	8	—	無色塩 ガラス	1450～ 1530	発生炉 ガスより 改造	専焼	5	—	蓄熱室、 ポートより 1000℃	CO ₂ =14.0	1.3～1.5	珪石、シャモット コルハート変らず	引上量 40t/d 10%増し 300l/t ガラス	高温容易人件費減	
蓄熱式 槽窯	4 (2対)	—	有色ガ ラス	1480～ 1520	発生炉 ガスより 改造	専焼	5～6	投入口 1480～ 1500℃ 清澄室 1330℃	1050℃	CO ₂ =12 ～15	2.8～3.2	珪石、シャモット は熔が当る部分の 外は普通	65 t/d ガスでは 50 t/d 2,830 kcal/kg ガラス	燃料費節約。不均一 加熱になり易い。	
シーメン ス 槽窯	2 (交互 使用)	120t	無色ガ ラス	1500～ 1550	発生炉 ガスより 改造	専焼	8	最高温度 は中央よ り前方	800～ 900℃ 直角方向	CO ₂ =12 14%	+2.0	タンクブロックの 損傷大	33 より 45 t/d 3,000 kcal/kg	燃料費70%に減、温 度分布良好でない、 側面焼成の研究中	
連続式 タンク平 炉	2	17t	有色ガ ラス	1100～ 1300	—	専焼	1～3	ほぼ均一 先端で多 少低い	600～ 750℃ 四方入加 減式	—	1.05～ 1.12	迫、バーナー直火 場所はコルハート ホワイト	250kg/t	—	
End Port 換熱型	1	504ft ²	有色ガ ラス	1530～ 1560	新設	専焼	4.5	投入口 1370℃ 中仕切 1550℃	330℃に して換熱 式を使用	CO ₂ =12.8	4.0～6.0	珪石煉瓦壁の下段 及と迫の一部 中 程度損傷	12t/d 4,700 kcal/kg	利点多いが、炉内温 度の均一化が困難で これに伴う欠点も多 い。	
シンプレ ックスU 型換熱型	2	2.7m ×9m	有色、 無色ガ ラス	1450	新設	専焼	5～9	1600～ 1450 ～1400 ℃ 熔解室	換熱室 600～ 700℃	CO ₂ =15.5	+2.5	コルハートブラッ ク、シャモット、 珪石	22 t/d → 31 t/d 3,500～ 4,000 kcal/kg	火焔温度上昇による 局部加熱、耐火材の損 傷、ガラス層内の異常 対流、生地に悪影響 を及ぼしうる	
トンネル 式徐冷窯	2	燃焼室 0.70× 0.45× 1.35m	ガラス 塩、ガ ラス食 器	600	新設	専焼	0.7	1150℃	大気誘引	—	—	—	—	—	
小型槽窯	2	22 t 0.8× 1.1m ²	有色ガ ラス 無色ガ ラス	1400	石炭焚 を改造	専焼	2.0	熔解室 1400℃ 作業室 1100℃	熱交換室 1000℃	CO ₂ =14.9	-3	コルハート、シャ モット 槽上部侵 蝕大	5t/d 0.52t 重油1t ガラ ス	石炭に比しはるかに 均一	
換熱型 槽窯	左右2 ずつ	2× 1.33× 1.66m	光学ガ ラス 熔融	1500 3時間	元来	専焼	約 3.0	下部が上 部より30 ～50℃ 低いこと がある	600～ 800℃	—	-0.5～ +2.0	高アルミナ G-1 SK 36～40	0.5～1.0 t/d 1700～2000 l/pot 1 pot=1.0 ～2.0t	都市ガスに比し使い 難いが、経済的なの で不便をのんで便 っている。光学ガラ スの場合も品質が低 下することはない	
直焰式 タンク熔 解炉	1	64 ft ²	珪石 薬	1150～ 1600	新設	専焼	6～7	±50℃	常温ター ボプロワ 使用 10 HP	—	-0.03 ～-0.16	Ash Land Crown Narco 68	400 kg/h 3,000～ 3,500 kcal/kg	バーナーの性能は優 れている。送油送風 安定	
ピチース 式	窯各1	100lbs ×8 他2基	有色、 無色ガ ラス溶 解	1500	石炭焚 より改 造	混焼	—	—	燃焼室側 方をまわ る	—	—	コルハートホワイト 石炭に比しやや 寿命短	9,430 kcal/kg 品質に差は 認められな い。	バーナーの研究、炉 の研究を行う必要あ り	
換熱式 連帯坩堝 窯	1対	500lbs ×8	有色、 無色ガ ラス	—	石炭焚 より改 造	専焼	2.5 ～3	—	自然通風 800～ 900℃	—	—	二次空気が混気口 が高温のため熔け る	583 kcal/kg 幾分解明度 高い	燃料費25% 重油後 で寿命の差異ない	
同上	1	—	有色硝 子塩	1400	石炭焚 そのまま	専焼	—	—	窯のまわ りを三段 廻してバ ーナー後 口の上に 出る	—	—	—	—	—	
H型	1	—	化学用 ガラス 器	1500	石炭焚 より改 造	専焼	約 1.0	—	—	—	—	—	—	—	炉の損傷少く、坩堝 が長持ちする。
蓄熱式 光学ガラ ス窯	1	—	光学ガ ラス クリス タルガ ラス フィル ターガ ラス	1480 改造 新設	—	専焼	光学 ガラス 窯 4.5 クリス タル ガラス 3.5	チャン パ ル 上 1500℃ 下 1460℃	クリスタ ル 800 (換 熱式) 光学1100 (蓄熱式) フィルタ ー750 (換 熱式)	—	—	バーナーポート、 迫、吹出G-1、コ ルハートホワイト ブラック	—	優秀なガラスを得る ために、軟い長焰に すること必要、温度 分布の調節、バーナ ー研究が必要	
角型	1	400lbs ×9	ガラス 食器類 有色、 無色ガ ラス	—	—	混焼 (石炭)	0.8 と 1.0	不良	—	—	—	—	—	—	—

749 頁参照		ガ-8 ~10
ガ-12 の例	ガ-11 の例	ガ-11 ガ-12
ガ-13 の例	ガ-13 の例	ガ-13 ガ-13' ガ-14
	ガ-15 の例	ガ-15
	ガ-16 の例	ガ-16
ガ-17 の例		ガ-17
ガ-18 の例	ガ-18 の例	ガ-18
		ガ-19 ~20
ガ-22 の例	ガ-21 の例	ガ-21 ガ-22

ガ-23		
ガ-24	<p>ガ-24の例 (ガ-21と大約同一)</p>	<p>ガ-25の例</p>
ガ-25		
ガ-26	<p>ガ-26の例</p>	
ガ-27 ~30	<p>ガ-27~30の例</p>	<p>上はガ-28 下はガ-29の例</p>
ガ-31		
ホ-1		<p>ホ-1の例</p>
ホ-2		<p>ホ-2の例</p>

ガー23	B	—	1.36	5.0	91秒 (50°C)	10,000	窯の外 温	夏60 冬30	—	高圧噴 霧式 (自家 製)	蒸汽	0.2	1.8	—	33.4	—	—	—	—	付着せ ず	窯の熱を利用し て小型タンクに より蒸汽発生、 動力不必要。但 し人力給水ポン プ(20~30分に 1回)が煩わし い。
ガー24 (試験窯)	B	—	—	—	—	—	温水	60 ~ 70	丸善	高圧噴 霧式	空気	0.25 ~ 0.3	2.5 ~ 3.0	11 ~ 75	11~ 13.5	—	—	—	—	付着す る	重油調節不十分
ガー25	B	0.94	2.15	4.76	1000秒 (常温) 82秒 (60°C)	10,790	温水	60	日石	高圧噴 霧式 (m)	空気	4.0	4.0	100	50	1030 mm ³ /h	270 mm ³ /h	—	—	—	噴霧良好調節容 易
ガー26	B	—	—	—	—	—	炉内 の余 熱利 用	60	丸善 シェ	中圧噴 霧式 (自家 製)	蒸汽	1.2 ~ 1.5	0.8	—	41.7	—	—	—	—	—	—
ガー27	B	0.916 (15°C)	2.1	5.0	110~ 120秒	10,600	温水	60	大協	廻転式 (d) 低圧噴 霧式 (m) 油圧噴 霧式 (自家 製)	空気	2~4 0.5 ~ 1.5 0.5 ~ 1.5	—	—	—	31~50	—	—	—	あり	廻転式は噴霧用 空気の量が大か つ調節困難。焰 の拡散角度大。炉 壁にCが付着し易 い。右低圧噴霧式 は噴霧空気が多 く騒音を発する
ガー28	—	0.919 0.941	2.80 1.21	5.2 5.45	100~ 150秒 (常温)	10,400	炉内 の余 熱	—	三菱 出光	廻転式 (d)	—	—	—	—	—	—	—	—	あり、 又ロス トル上 に海綿 状	—	
ガー29	B	0.91 (50°C)	0.03	2.84	122秒 (50°C)	10,400	炉内 の余 熱	30 ~50	出光	廻転式 (d)	—	2~ 3.0	10.6 cm 水柱	11.4 ~ 49.3	19 ~38	—	15~ 20%	ファンの 能力 192 mm ³ /h	—	付着す る	年間1回位のオー バーホールで 使用できる程度 に安定操業
ガー30	B	—	3.5 以下	8.0 以下	140秒 (50°C)	10,300	炉の 余熱	70	スタン ダード	廻転式 (d)	—	2.5	—	11 ~50	30 ~40	—	—	—	—	多少付 着簡単 に除去	使用簡便、故障 なし、霧化良好
ガー31	B	0.91 ~0.92	1.48	5.0	130~140 (50°C)	10,500	炉の 余熱	50 ~60	丸善	TT式 (自家 製)	—	1.05	—	—	29.2	—	—	—	—	付着な し	—
ホー1 完全マッ フル炉	A・ B	0.9	1~2	3.6 ~5	—	11,000	温水	60	出光 日石	低圧噴 霧式 (i) 高圧噴 霧式 (t)	空気	0.5 1.2	70 cm 水柱	—	—	60 45	—	30 mm ³ /h 360 mm ³ /h	—	付着あ り	低圧は良品、高 圧は工作不良、 自家製で穴を40 %大にして良好
ホー2 マッフル 炉ならん	B	0.918	—	5.6	—	10,600	—	—	日石	低圧噴 霧式 (タイ ヤモン ド)	—	2.0	—	60	20	25	—	—	—	なし	—

(註) A=大協, B=興亜, C=三菱, D=出光, E=ゼネラル, F=日石, G=スタンダード, H=日興, 以上の各石油会社

連帯坩堝窯	1	350lbs ×8	有色及 無色ガラ ス	1600	石炭焚 より改 造	専焼	—	—	—	—	—	SK 35 損傷大	増減なし	重油は40%の燃料費 節約。輸入品である ことが不安。坩堝の 損傷はむしろ少い。
換熱式 試験用坩 堝窯	1	500lbs	ガラス	1530	新設	専焼	短焰	天井 1365°C 坩堝背 1340°C ガラス面 1340°C	700~ 800°C	CO ₂ 80~ 90%	—	天井SK 34 珪石 敷SK 36, パーナ ー正面 コルハー トブラック	—	調節が十分出来るパ ーナーが望ましい。 窯の構造も考慮する 必要あり
連帯式 坩堝窯	1	500lbs ×12 燃焼室 7.6m ³	有色, 無色ガラ ス	1470 2~3 hr	改造	専焼	約5	良好	800°C 換熱室下 方より自 然通風	CO ₂ 12~ 12.5 O ₂ 3.2~ 3.5	—	ボート: コルハー トブラック損傷な し その他シャモット 若干損傷あり	増減なし 2.7t/d 1基 0.37t重油 /tガラス	燃料費35%節減。供 給源不安定で心細い。 現在は安定操業を行 っている
坩堝	1	400lbs ×12	有色, 無色ガラ ス	1500	—	専焼	—	—	—	—	—	高温部コルハート ブラック	—	コスト3割安。窯の 寿命は約2~3倍も つ予定
換熱式 連帯 坩堝窯	—	—	無色ガラ ス	1500	改造	専焼 3 基 混焼 2 基	—	—	900~ 1000°C 立上り吹 出口に二 次空気を 出し、加 熱室にて 完全燃焼	CO ₂ 9~13 O ₂ 0~6 CO 0~3	—	回転式は火袋立上 りの損傷が甚しい 噴霧式は吹出、二 次空気取入口の損 傷が甚しい	増減なし 泡切れよく かつ筋等 減少を来す	局部過熱、耐火物の 損傷が大。坩堝破損 に関しては差異なし
田中式	1	各窯に 300lbs 8~9 400lbs ×11	無色ガラ ス	1500	石炭手 焚改造	専焼	—	—	—	—	—	珪石 SK 33	10,000 ~17,000 kcal/kg (28年度)	—
ヘルマン ゼン式 換熱式	1	500lbs ×10	電球用 ガラス	1300~ 1450 1 hr	改造	専焼	1~2	良好	8000°C 換熱式	—	—	—	0.5 l/kg 品質は著し く向上、煮 遅れ皆無と なり、泡の 程度も向上	燃料費節約率50% 労務費50%
連帯式 丸窯	1	400lbs ×9	クリス タル硝 子無色 ガラス 有色ガラ ス	1100 ~1400 2 hr	石炭焚 を改造	専焼	—	—	800°C (推定)	—	—	—	品質向上の 可能性あり	炉内耐火煉瓦の損傷 が石炭に比して大なる ように思われる。 燃料費としては30% 低減。将来における 供給不安
—	1	500lbs ×6	有色, 無色ガラ ス	1400 ~1600 1500 3 hr	石炭焚 を使用	専焼	1.0	—	—	—	—	—	11,246 kcal/kg 石炭の時は 12,595/kg	品質均一。発色良好 パーナーの研究必要 燃料費, 人件費低減
完全マッ フル炉	低2 高4	左1基 珪瑯製 左1基 品	—	900°C 10~45 min	新設	専焼	1.2	燃焼室 1500~ 1600°C	ブロー	—	—	—	—	S分の少い重油が良 好
不明。マ ップル炉 と推定	各炉に 1	7基	—	900	—	専焼	—	—	—	—	—	—	0.46 l/kg 品質は非常 によい	操作簡単, 作業能率 増加, 温度の調節容 易, 煤煙防止, 燃料 費, 人件費節減等

第5表 窯業用重油バーナーの使用例

バーナー型式	セメント焼成		陶磁器焼成		耐火物焼成		ガラス熔融		報告工場数
	セメント 焼成 回転窯	セメント 焼成 成窯	単独窯	トンネル窯	単独窯	トンネル窯	蓄熱型 槽窯	換熱型槽窯 と小型窯	坩堝窯
① 油圧噴霧式	0	0	0	0	0	0	0	0	2.33
② 低圧空気噴霧式	0	7	10	5.5	2	0	3	0.33	0.33
③ 同上ベスト・ハーロップ型	0	1	7	1	1	0	0	0	0
④ 高圧空気噴霧式	0	0	0	0	0	0.5	1	6	6
⑤ 蒸気噴霧式	0	0	0	0	0	0	0	2	2
⑥ 内部混気式	5	0	0	0.5	0	10.5(蒸汽2)	1	0	0
⑦ 回転	0	0	0	2	0	0	0	3.33	3.33
⑧ その他	0	0	1	0	0	0	0	0	0
報告工場数	5	8	18	9	3	11	5	14	

左表の数字は工場数を示す。ただし0.5は一つの工場で2種のバーナーを使用する場合、0.33は3種のバーナーを使用する場合である。また、左表で珪瑯熔融窯、焼付窯、ガラス徐冷炉は数が少ないので除外した。

a) セメント焼成回転窯 5工場とも内部混気式である。これは微粉炭焰と同程度の燃焼速度を有する焰を作るためには当然と考えられる。

b) 陶磁器焼成窯 単独窯では低圧噴霧型が圧倒的であるのに反し、トンネル窯では低圧噴霧型とベスト・ハーロップ型のものが同程度に使用されている。これらの場合は燃焼室が高温であり、かつ、さほどの長焰も必要としないから、一次空気が多くて噴霧の悪い低圧空気噴霧型およびベスト・ハーロップ型のものでも充分使用出来るものと考えられる。なお、ベスト・ハーロップ型のものは最も噴霧が不良であろうが、トンネル窯の燃焼室温度は高温で一定であるので、温度変化の大きい単独窯には使用されなくともトンネル窯には有効と考えられる。

c) 耐火物焼成窯 例が少ないので決定的には云えないが、大約陶磁器の場合と同様と考えることが出来る。

d) ガラス熔融窯 蓄熱型槽窯はほとんど全部が内部混気式であるのは、セメント焼成の場合と同じく長焰を必要とするからであろう。換熱型槽窯または小型窯では低圧、高圧、内部混気が用いられているのは窯の規模と型式の差によるものと考えられる。

坩堝窯では高圧空気噴霧式が最も多く、油圧噴霧、回転式がこれに次ぐ。石炭焚より改造した場合には坩堝窯の構造上、燃焼室と加熱室は離れているので、当然バーナーは長焰を生じ、かつ、噴霧の良好なものである必要があり、高圧空気または蒸気噴霧式の採用は当然であろう。油圧噴霧および回転式は噴霧が悪く、

この場合は問題があるようである。

III. 重油燃焼窯炉の問題

重油燃焼による効果と意見の欄を調べれば判るが、重油燃焼にしたことによって燃料費、人件費が大巾に節約され、かつ、調節が自由になって品質も向上したり、今まで以上的高温焼成が可能となった等の利点が報告されている。しかし、その反面高温のために窯炉の寿命が短くなるとか、または燃焼室煉瓦の熔損、不適切な温度分布による局部過熱等が新しい問題となっているようである。これらの問題は単にバーナーの性能のみならず、燃焼室の構造、一次空気と二次空気の導入方法、すなわち空気の混合速度、さらに焰よりの伝熱現象等の総合したものとして解決することが必要である。

結 論

以上、調査結果のまとめ方と結果の考察を行ったがこの調査研究の結果はあくまで第1～4表に示したものであって、出来るだけ詳細に本表を検討されることを望むものである。

なお、この調査に際して、文部省科学試験研究費の援助を受けたことと、回答を受けた各事業場と担当技術者に対し深く感謝の意を表す次第である。

(9/3/55 受付)

〔註〕 この論文は業界にとって関係するところ大なるを認めて、編集委員会と協議の結果特に発表を早めたものである……(托)