

ボイラの炉壁構造と炉材について

The Wall Construction and Materials for Boiler Furnace

儀 野 好 治* 内 藤 正 二*

内 容 梗 概

近來 Steam Power Plant 用 Boiler は高温高圧大容量のものが要求され、その構造上従来の Brick Work にては困難となり Castable, Plastic Refractories が一般に使用されるようになった、Large Capacity の Boiler においては Pressure Part と Wall Insulating Materials の Heat Expansion による伸縮の差が大きくなり、また性能上より Excess Air を極力少くせねばならないので Furnace Wall の構造と Refractories の性能は特に重要な問題である。

Babcock-Hitachi の Radiant Boiler は Water Wall Tube に Refractories および Insulating Materials を取付けたもので Furnace Wall 自体が Boiler Frame となつて上部の Sling Bolt により Boiler Room 内に懸吊されており、Heat Expansion に対して全く Free である。このように Furnace Wall は Water Tube と Insulating Materials が一体となつて相互間の摺動に対して考慮の必要がなく Castable Refractories の特性とあいまつて強固なる構造を有する。

Castable Refractories は耐火骨材に Water Set の Alumina Cement を、Plastic Refractories は Air Set および Heat Set の Bonding Materials を使用した粉末あるいは泥状のもので据付現場において Water を加え構築される、したがつて従来の Fire Brick 製造の一工程を据付現場において行うものであるから施工性の適否が製品の結果に大きく影響する。

日立製作所においては数年前より、外国製品の一部、国内製品はほとんど全部に対して研究している、以下その結果について述べる。

〔I〕 緒 言

近來火力発電所用ボイラは高温高圧大容量にて性能の高いものが要求され、その構造より、従来の煉瓦積構造にては困難となり、不定形耐火物を一般に使用するようになってきた。ボイラの高さが高くなつてきたので耐圧部分と耐火材との熱膨脹による伸縮の差が大きくなり、また性能も高いことが必要であり、もれこみ空気を極力少くせねばならない。したがつてその構造と炉材の性能は特に重要な問題である。

バブコック日立輻射型ボイラは、ボイラの主要部分を炉壁と一体に構成し、上部吊りボルトにより鉄骨より懸吊されている。したがつて熱膨脹による伸縮は、垂直、水平両方向共自由であり、その炉壁はバックスティ部分にて適当間隔に仕切られた耐火材、保温材、およびケーシングを水冷壁管に取付け水冷壁管と一体に構成されている。すなわちバックスティに挟まれたる炉壁面においては、水冷壁管と耐火材、保温材およびケーシング相互間における伸縮の差は実際問題として考慮する必要がない。これにより気密上特に重要な、炉壁コーナー部分、マンホールなどの開口部構造が簡単になり、不定形炉材の特質が生かされ強固に構築される。

不定形耐火物は、耐火性骨材に水硬耐熱性のアルミナセメントを配合した乾燥調合物に適量の水を加えて混練し、コンクリート施工と同様な方法で施工する流込み耐火物（キャストブル耐火物）と耐火性骨材に気硬性または熱硬性結合剤を配合し、水を加えてよく練つてある混

煉物を搗き固めて施工する搗固め耐火物（プラスチック耐火物）とがある。いずれもただちに炉壁の構築に使用され、作業温度にさらされると焼成されて普通の耐火煉瓦壁と同様になるが、作業現場で成形されるため施工性が問題となる。

なお炉壁の内側と外側とでは加熱される温度が異なるため、各温度に加熱されたときの性質が問題となる。したがつて不定形耐火物を使用するにあつては、施工性および各温度の性質を充分検討し、使用個所に適した材質のものを選ぶことが重要である。

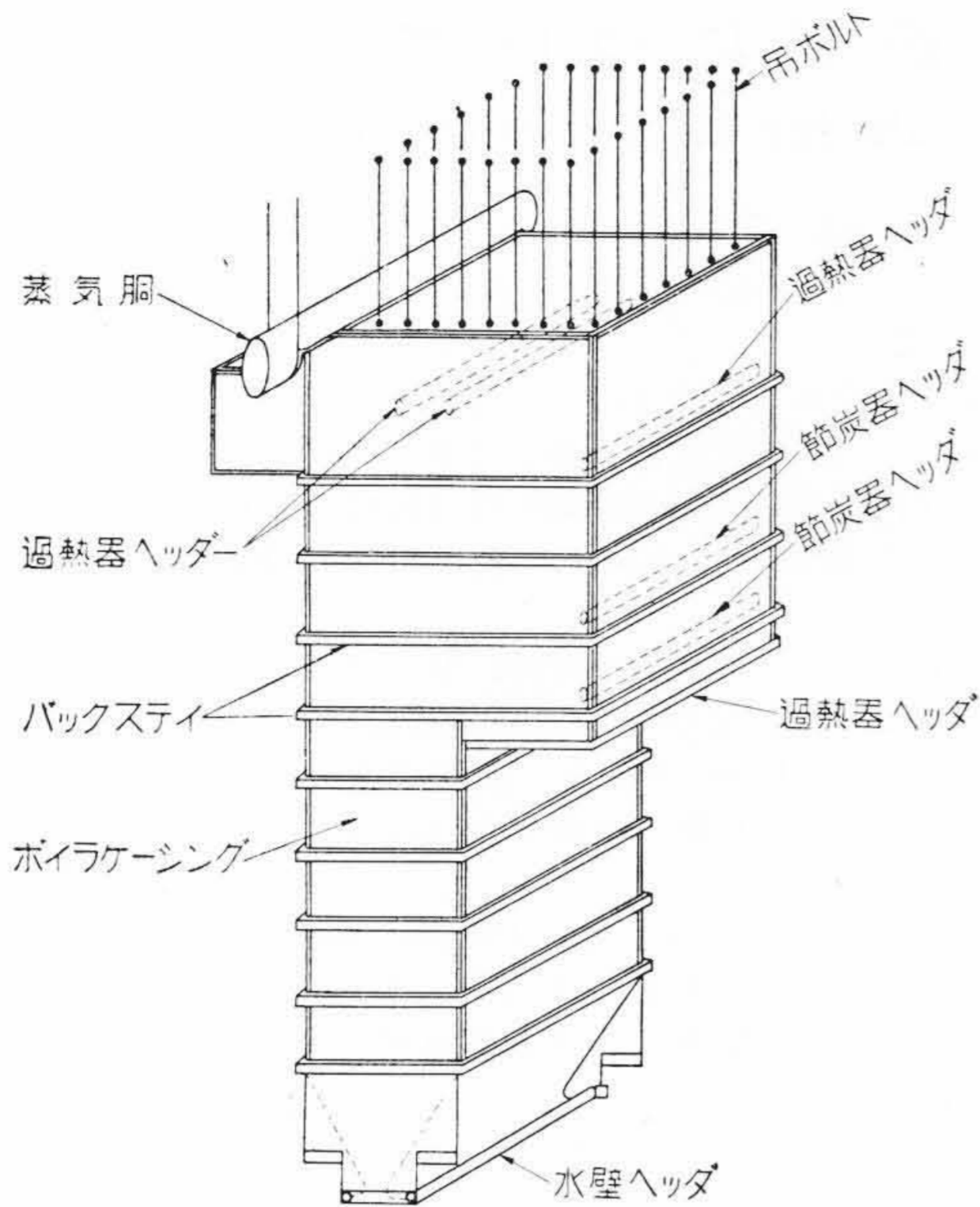
ここに炉壁構造の概略と不定形耐火物主として流し込み耐火物の性状を調べた結果を述べる。

〔II〕 ボイラと炉壁の関係

バブコック日立輻射型ボイラにおいては、炉壁は水冷壁管を主とし、それに水平に適当間隔に配したバックスティを組合せた強固なる殻構造を骨組とし、その外部に耐火材、保温材、およびケーシングを取付け一体に構成されている。この炉壁はボイラ本体、過熱器、節炭器などの主要耐圧部を包含し、それらの荷重および炉内圧力などの外力からその構造を保持しボイラ全体の骨組となる。またその全荷重はその上部の吊りボルトにてボイラ鉄骨上部架構に懸吊され、地震による水平荷重はほぼ重心の位置において1個所あるいは数個所で建家に連結支持される第1図はその一例を示す。

本構造の特長は、ボイラを構成する主要耐圧部、すなわち蒸気胴、水壁管寄、水冷壁管、炉壁材などが一体に構成され、耐圧部分の熱膨脹に応じて自由に伸縮するこ

* 日立製作所日立工場



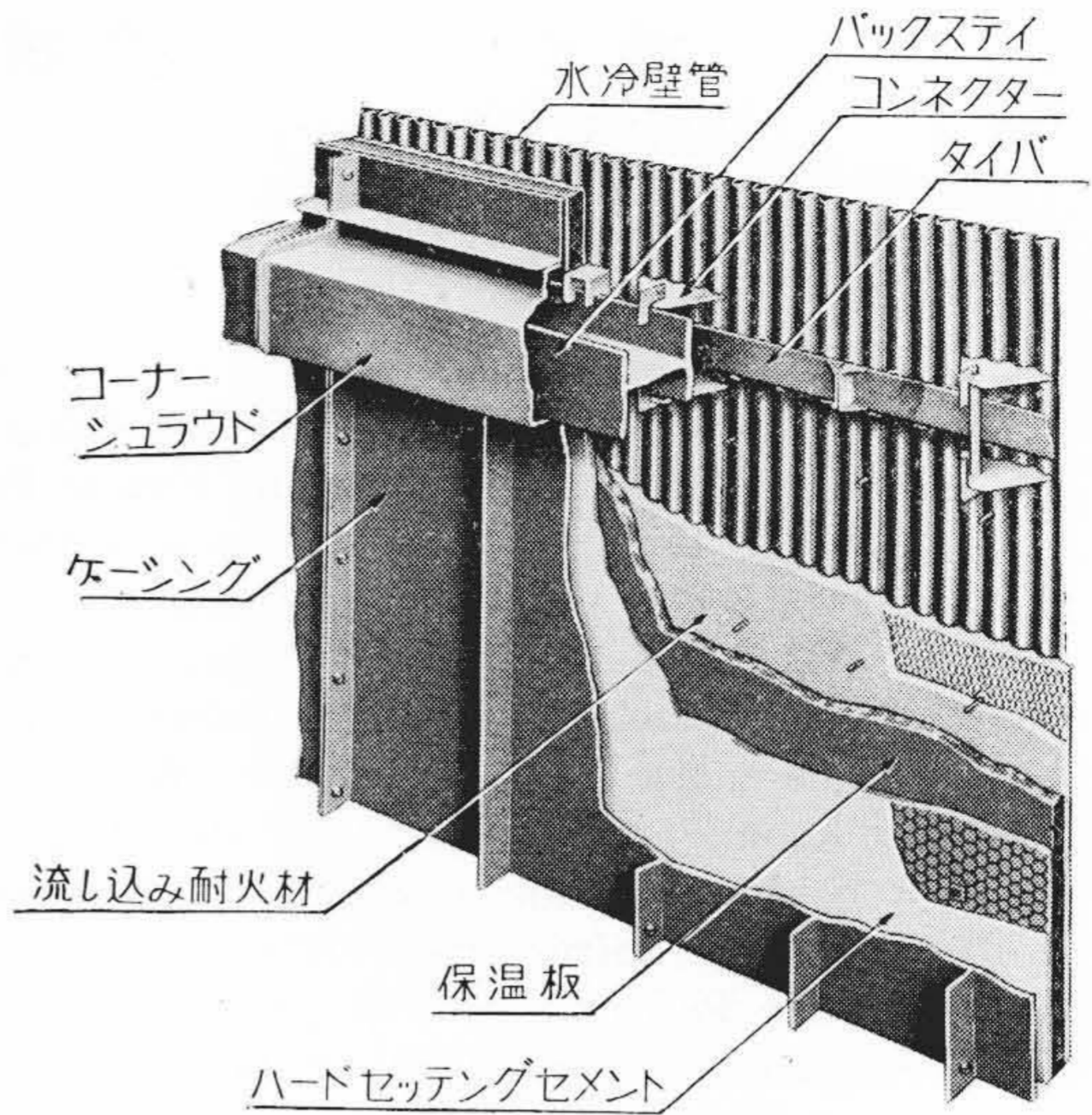
第1図 ボイラ炉壁構造図
Fig. 1. General View of Boiler Wall Construction

とができ、つぎに述べるような炉壁の部分的の構造に対して非常に有利な条件となる。

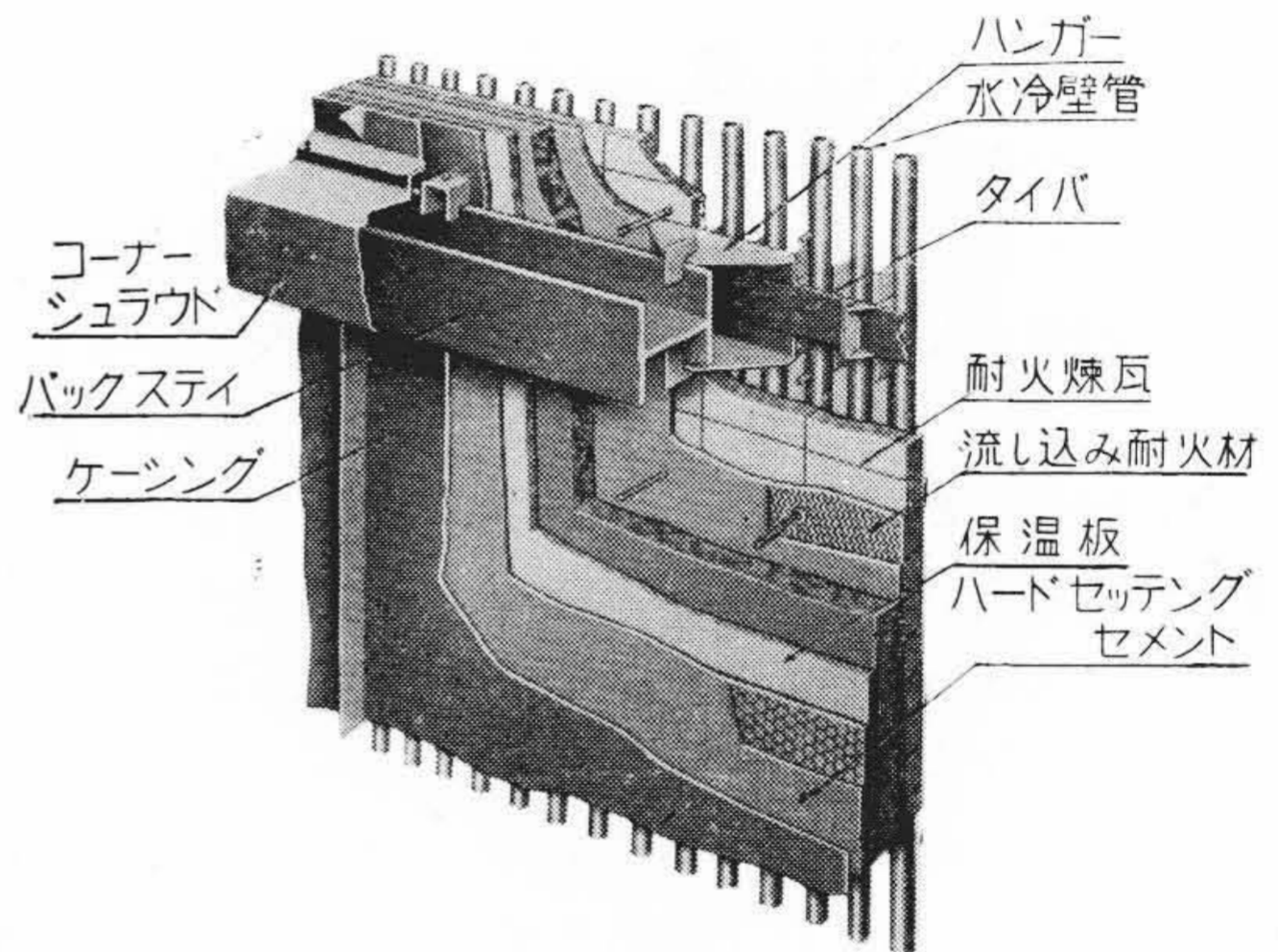
〔III〕 炉壁の部分構造

(1) バックスティ部分の構造

バックスティは水平方向の骨材として、水冷壁管などの垂直方向骨材と組合されて炉壁の骨組を構成する。第2図は水冷壁管のタンジェントチューブ配列、第3図はオープンピッチ配列の場合の構造を示す。タイバは水冷壁管に接近して設けられ、その温度が水冷壁管の温度に近似する位置に配置され、水冷壁管に熔接されている。これは水冷壁管の配列を保持すると共に炉壁を水平方向に、水冷壁管の膨脹と同一に保つように考慮された結果である。バックスティはタイバの脊部に位置し、水冷壁管に熔接された、コネクタによりその長手方向は自由であり、炉壁の内外方向には固定され炉壁に剛性を与えている。コーナーシュラウドはバックスティを包み、その上下ケーシングに取付けられ、バックスティ間における水冷壁管とケーシングの熱膨脹の差を吸収するエキスパンション・ジョイントとしての役目をもっている。また炉壁材および保温材は水冷壁管にボルトおよびメタルラスにより取付けられバックスティ部分にて仕切られている。したがって水冷壁管との熱膨脹の差は僅少であるため、実際には摺動に対する考慮を必要としない。これらの構造より炉壁の熱膨脹は各種水管、蒸気胴、各種ヘッダーなどの熱膨脹とほぼひとしく実際的には同一と



第2図 バックスティ部分の構造 (タンジェントチューブ配列の場合)
Fig. 2. Construction of Back Stay Part for the Tangent Tube Wall



第3図 バックスティ部分の構造 (スペースドチューブ配列の場合)
Fig. 3. Construction of Back Stay Part for the Spaced Tube Wall

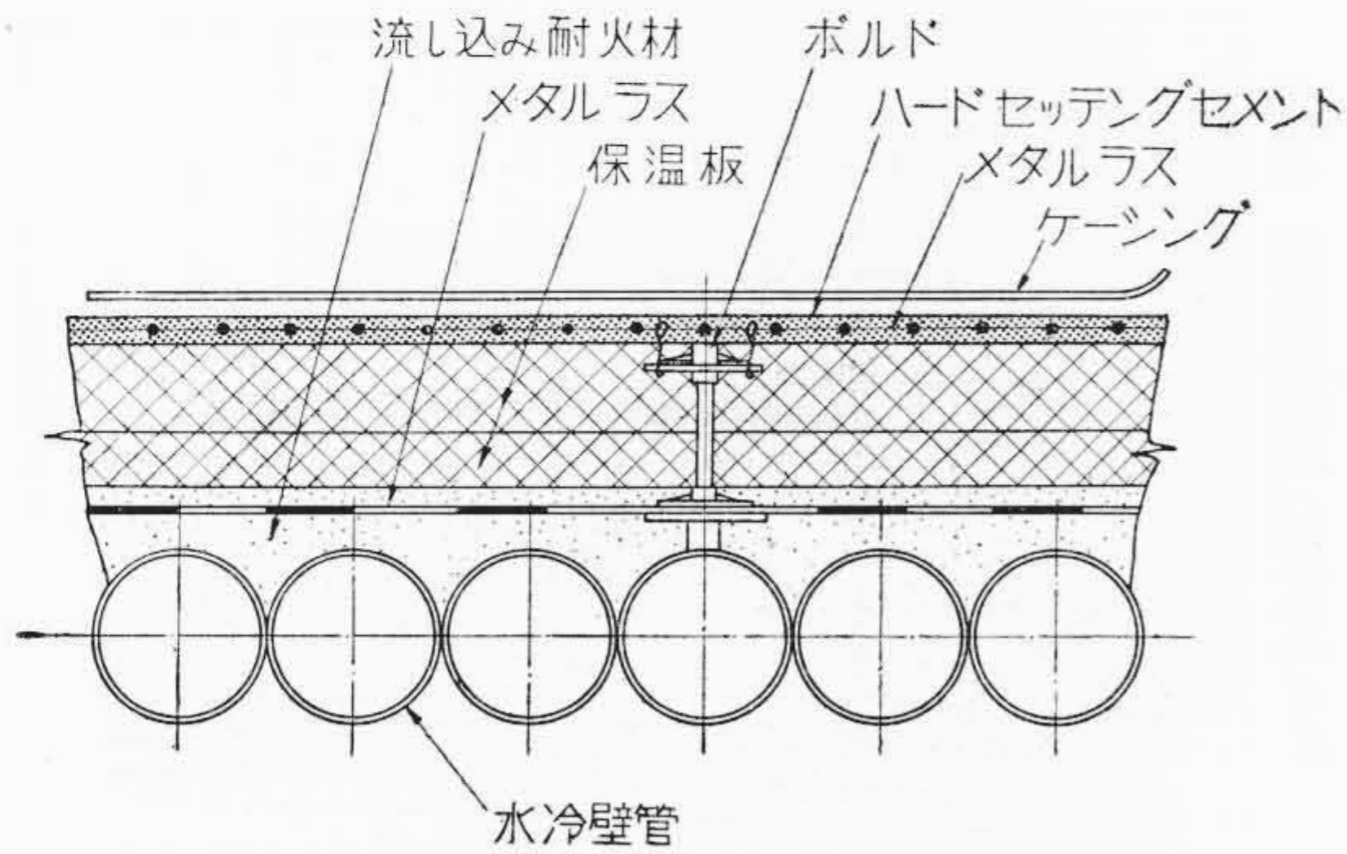
して構築して差支えない。

(2) 炉壁面の構造

第4図はタンジェントチューブ、第5図はスペースドチューブ配列の断面図である。水冷壁管、耐火材、保温材およびケーシング相互間の摺動に対する考慮を必要としないので、これらはボルトおよびメタルラスにて水冷壁管に一体として取付けられ、保温の外表面はハードセッティングセメントにて仕上げ強固に構築される。

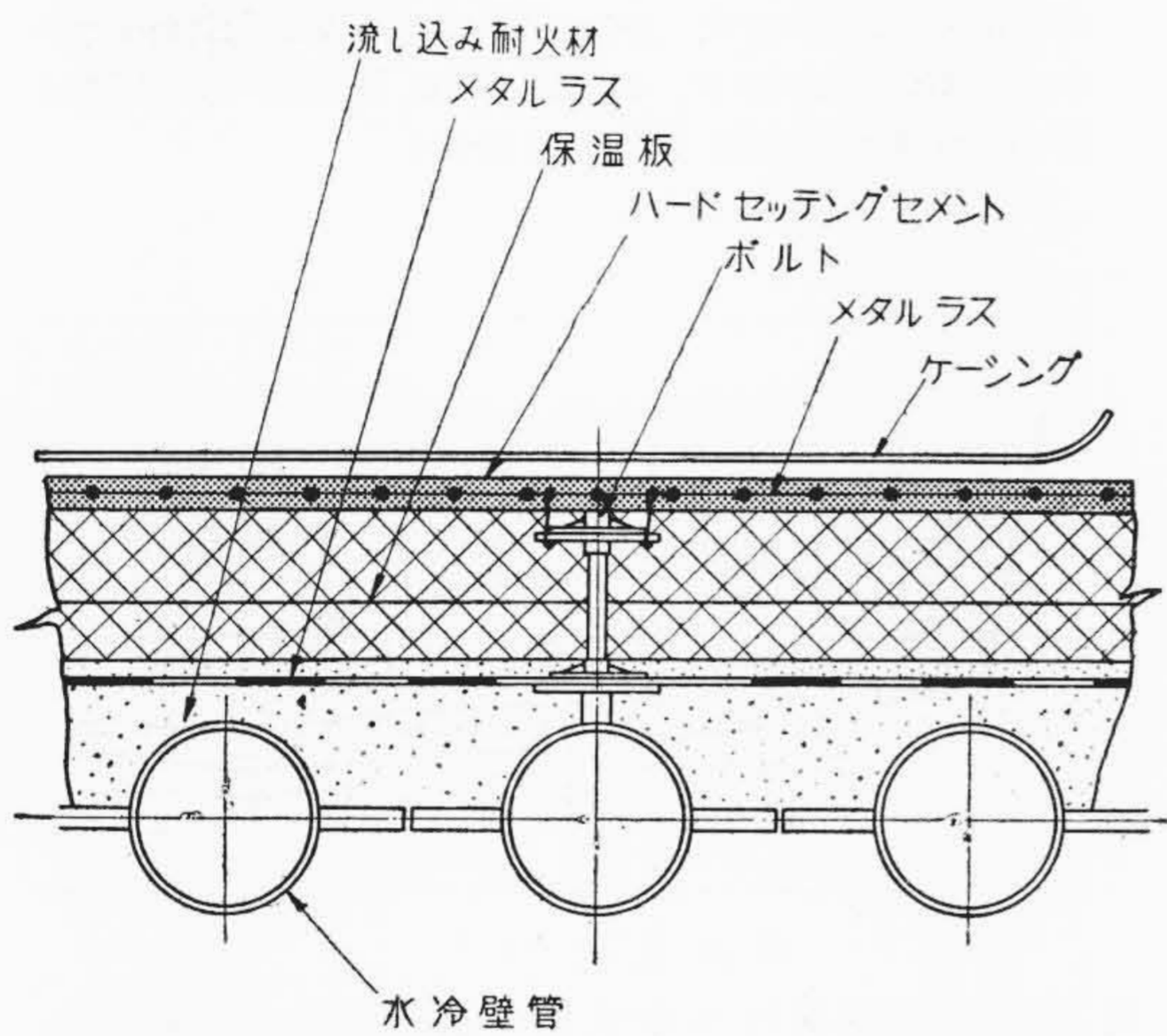
(3) コーナ部分の構造

第6図は炉壁の垂直コーナの断面図、第7図は垂直壁コーナに設けられた覗孔ドアの構造を示す。これらのコーナは、コーナを含む両壁が一体として伸縮を行うの



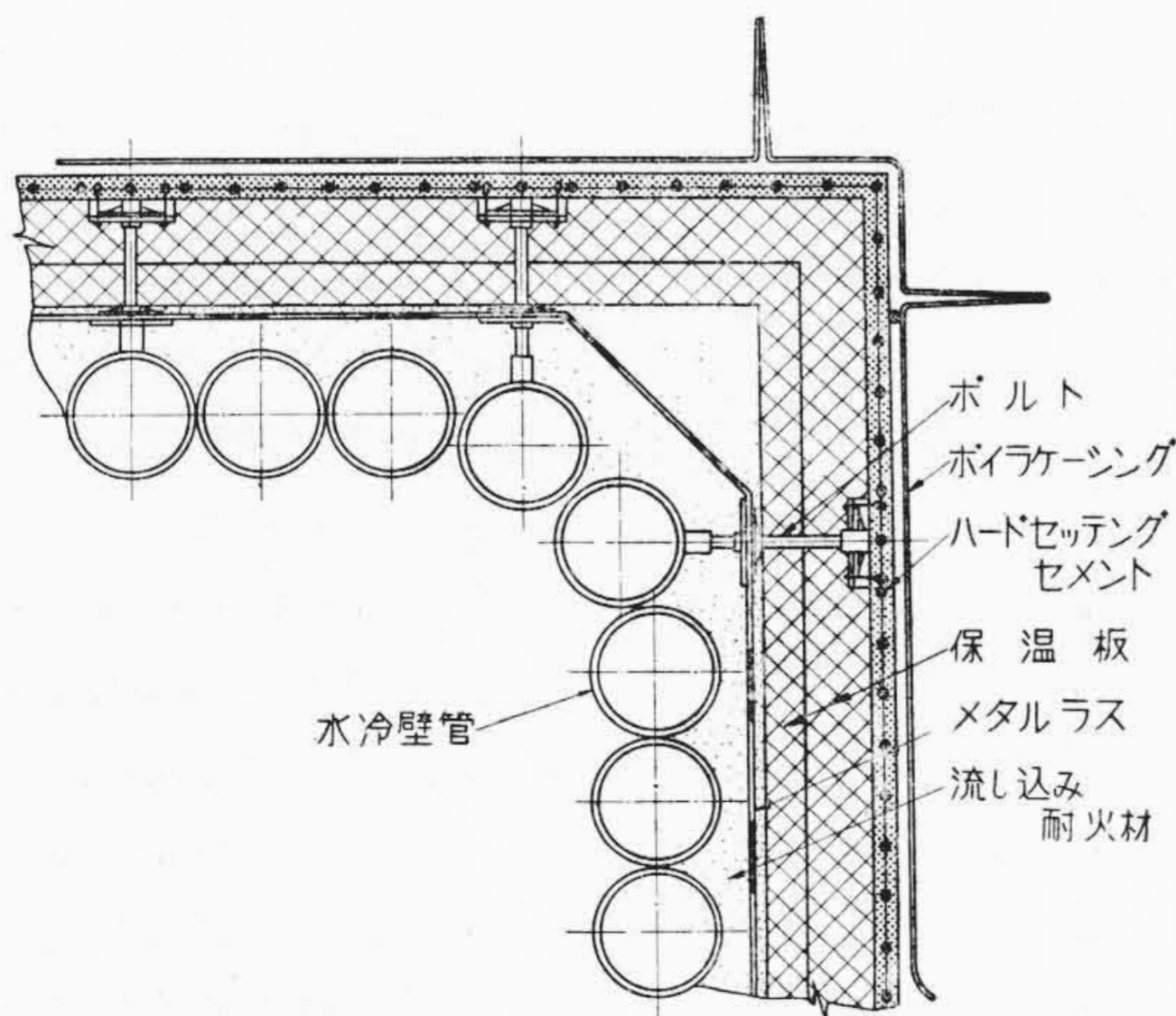
第4図 炉壁構造 (タンジェントチューブ配列の場合)

Fig. 4. Wall Construction for the Tangent Tube Wall



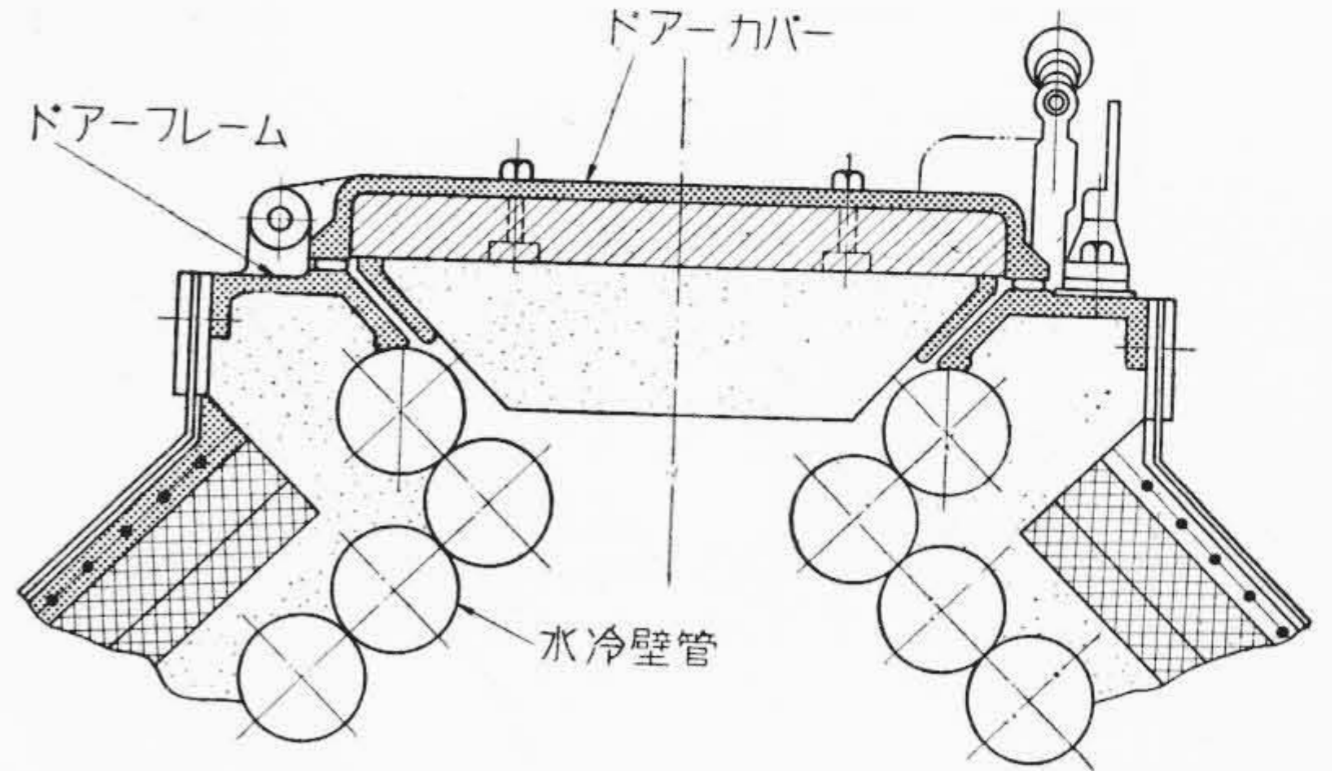
第5図 炉壁構造 (スペースドチューブ配列の場合)

Fig. 5. Wall Construction for the Spaced Tube Wall

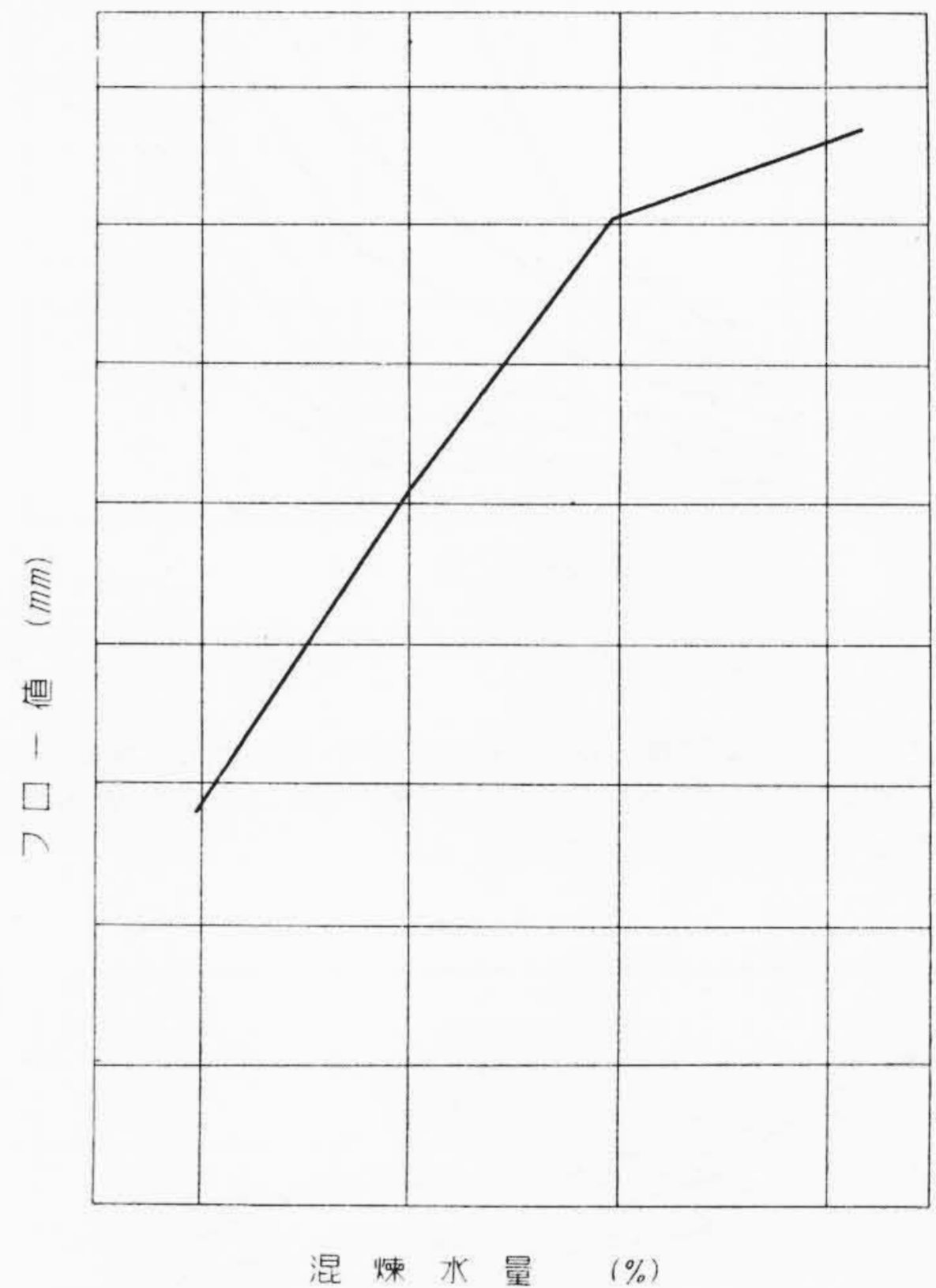


第6図 垂直コーナー断面図
Fig. 6. Sectional Drawing of Vertical Corner

で、それぞれの壁面の膨脹に対して考慮を必要としない。したがって両壁面を一体に構築することができる。



第7図 コーナードア断面図
Fig. 7. Sectional Drawing of Corner Door



第8図 軽量流込み耐火物の混煉水量とフロー値との関係

Fig. 8. Relation Between the Flow and the Amount of Mixing Water of Light Weight Castable Refractories

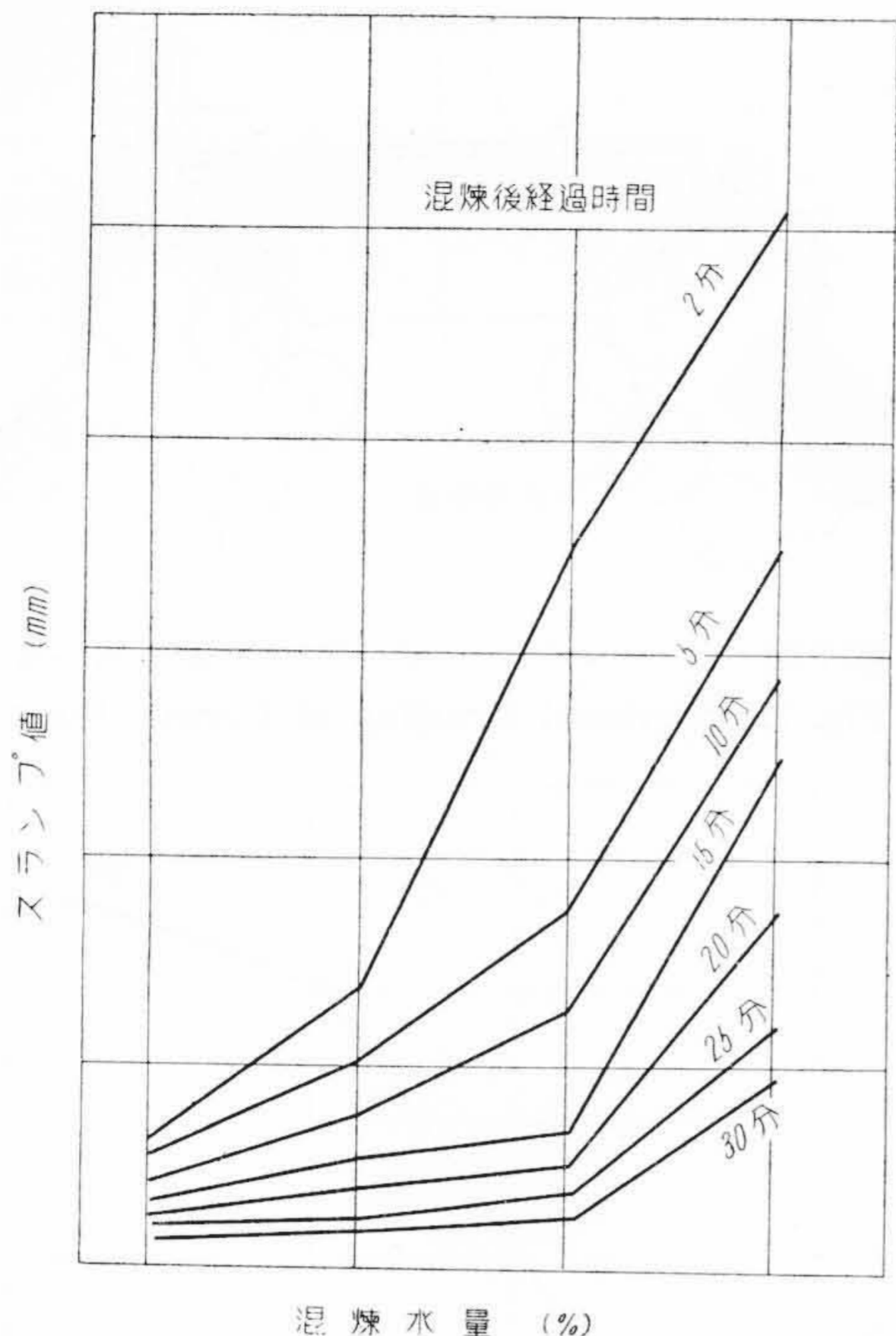
(4) 各種開口部の構造

大容量ボイラにおいては炉壁にマンホールドア、ストブロウ、視孔および各種計器挿入孔など百数十個におよぶ開口が設けられ、これらの気密の保持は決して等閑に附すことのできない重要なことである。開口部のフレームは水冷壁管に熔接され、外側はケーシングに取り付けてあるため、フレームとドアにて気密を完全にすることができ、摺動面にて気密にするような必要はない。

[IV] 流込み耐火物の施工上の問題

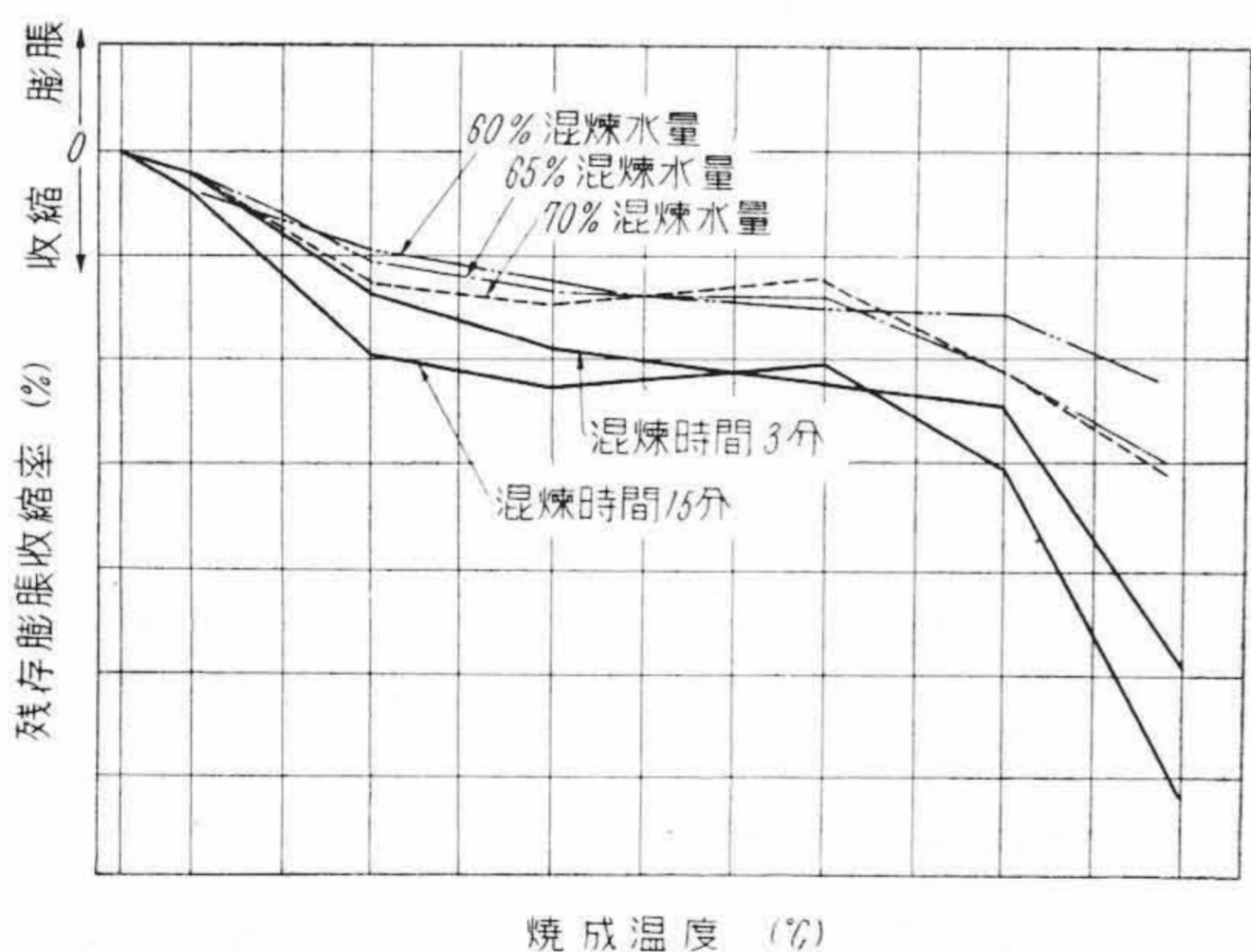
(1) 混煉水量の影響

R.A. Heindl, Z.A. Post 両氏⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾ は混煉水量が強



第9図 軽量流込み耐火物の混煉水量とスランプ値との関係

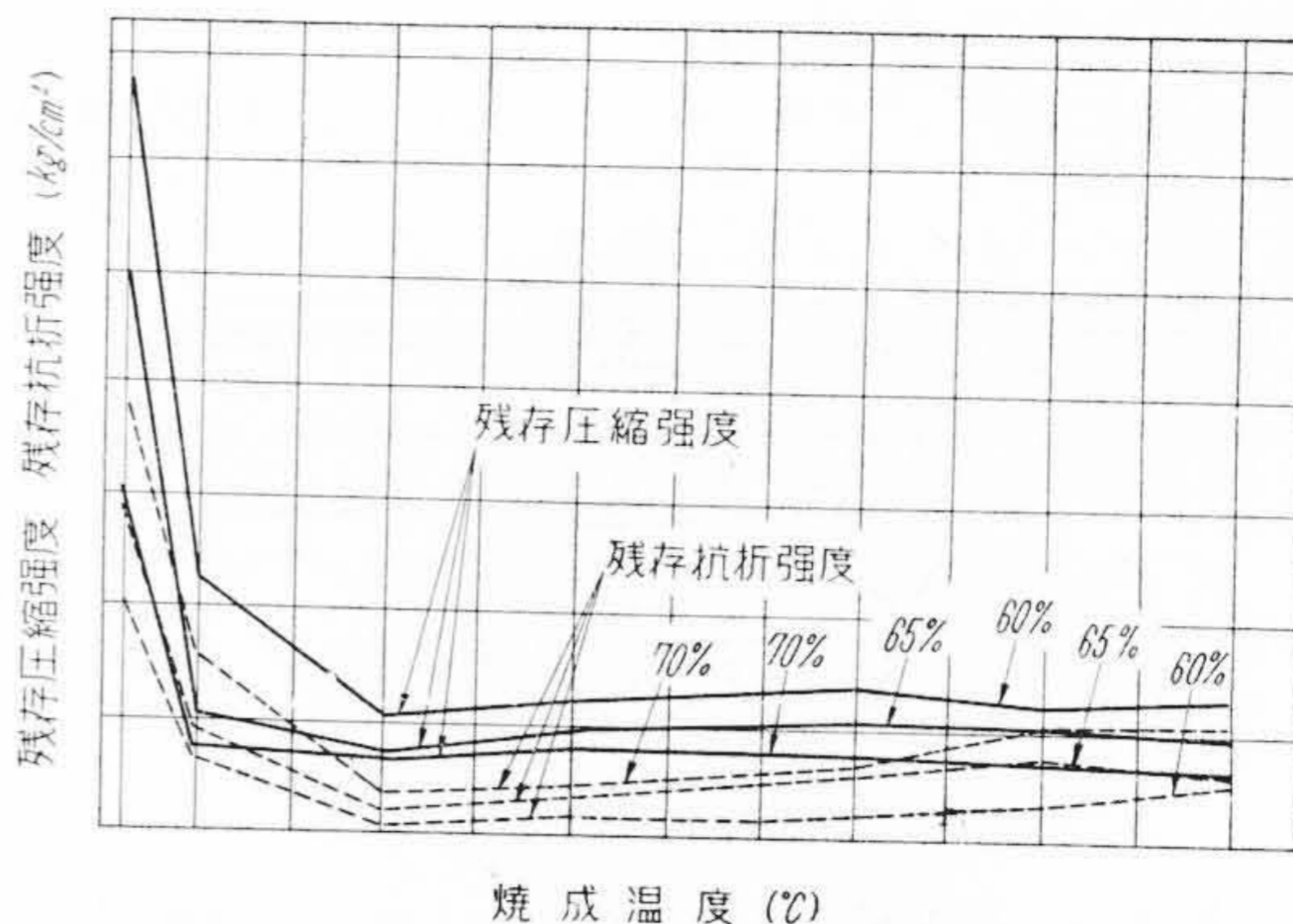
Fig. 9. Relation Between the Slump and the Amount of Mixing Water of Light Weight Castable Refractories



第10図 軽量流込み耐火物の混煉水量および混煉時間と残存線膨脹収縮との関係

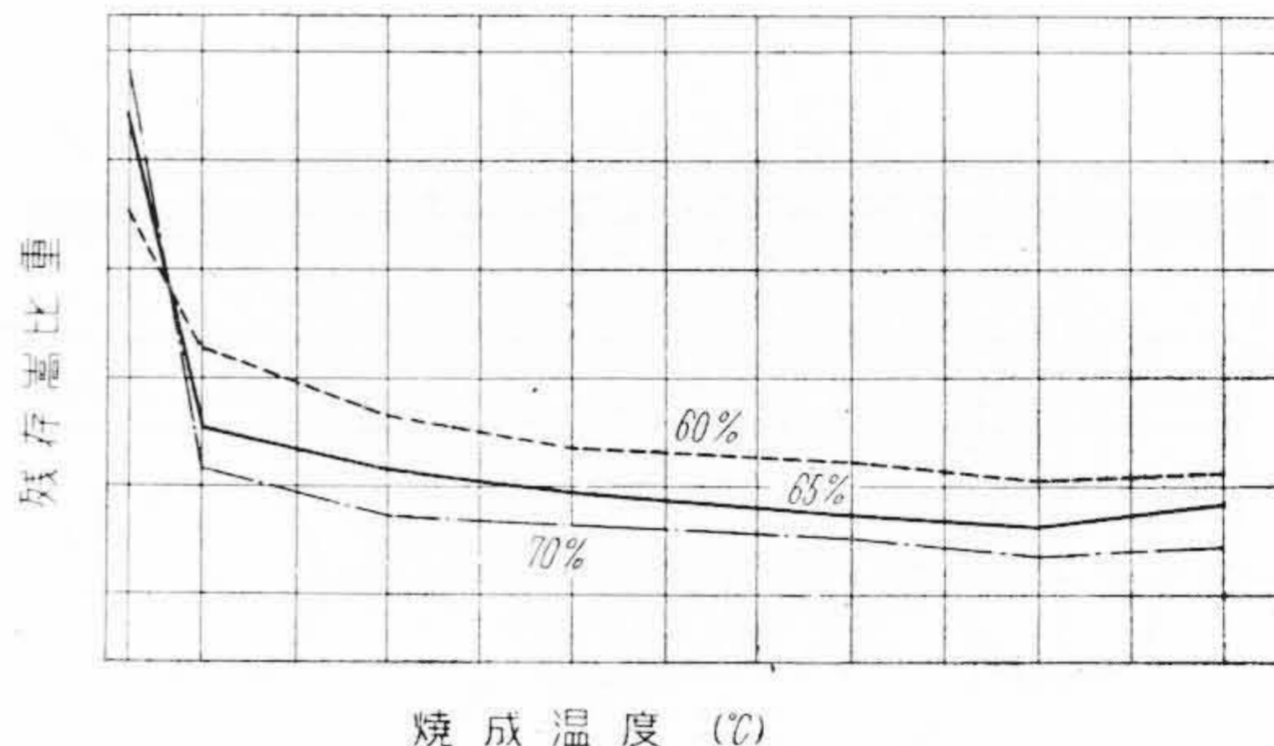
Fig. 10. Relation Between the Retained Linear Expansion or Shrinkage and the Amount, the Time of Mixing Water of Light Weight Castable Refractories

度に大きな影響をおよぼすことを報告しているため、混煉時間を一定として混煉水量の影響を調べてみると、施工性、膨脹収縮、強度および嵩比重が異なることを認めた。軽量流込み耐火物について、混煉時間を8分としたときの混煉水量の影響を第8図～第12図に示した。第8



第11図 軽量流込み耐火物の混煉水量と残存圧縮強度および残存抗折強度との関係

Fig. 11. Relation Between the Retained Compressive Strength or Transverse Strength and the Amount of Mixing Water of Light Weight Castable Refractories



第12図 軽量流込み耐火物の混煉水量と残存嵩比重との関係

Fig. 12. Relation Between the Retained Bulk Density and the Amount of Mixing Water of Light Weight Castable Refractories

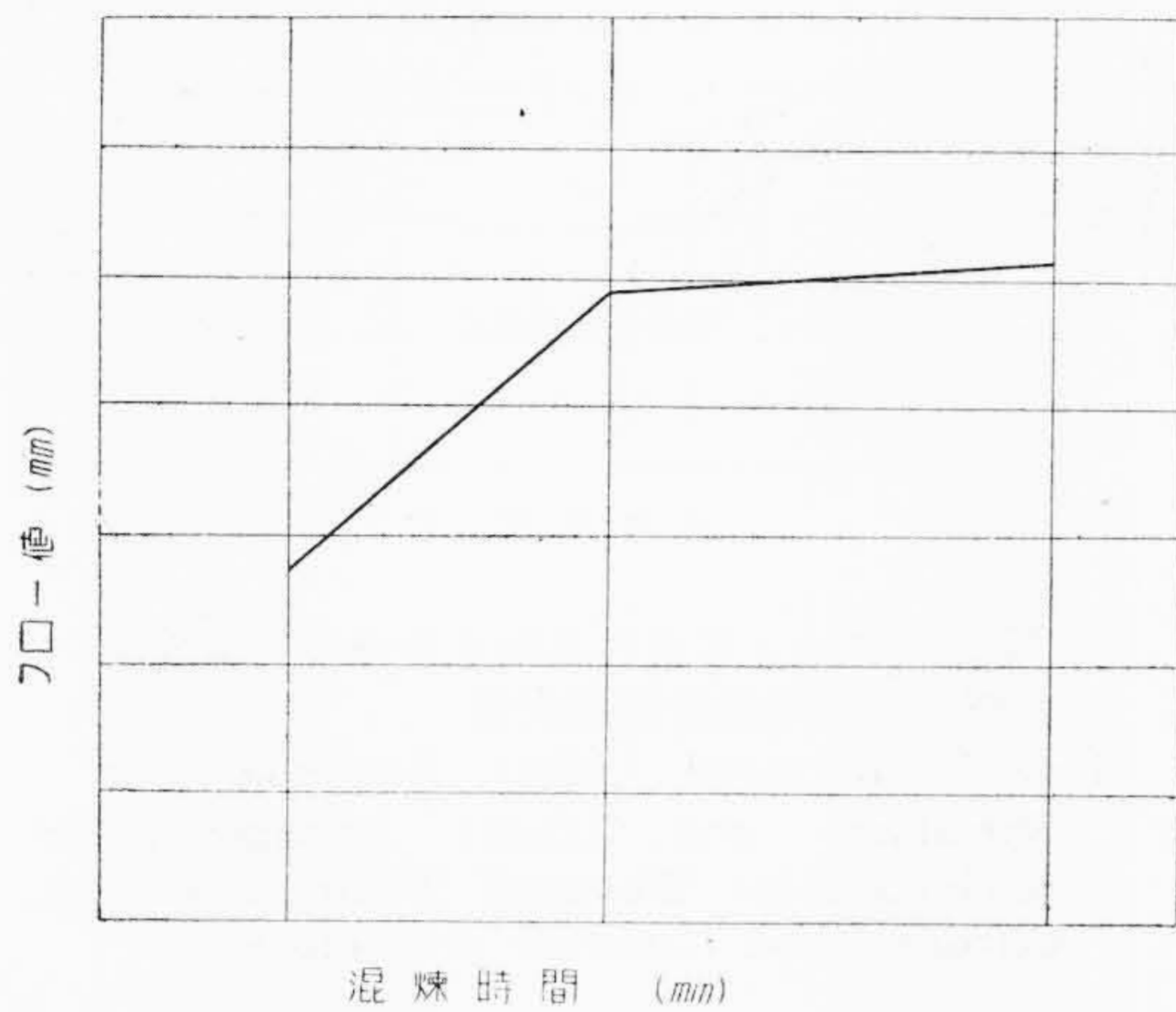
図および第9図に示したように、水量が多くなるとフロー値、スランプ値はともに大きくなるが、65%以上では混煉後水分が分離する傾向があり、また時間の経過によるスランプ値の変化が大きい。55%ではスランプ値小さく施工に困難がある。残存線膨脹収縮率は第10図に示したように水量が多いほどまた焼成温度が高くなるほど収縮率は大きくなるが、70%の場合の800°C 残存線収縮率は500°C より小さくなっている。この原因は800°C～900°C におけるアルミナセメントの脱水による膨脹は水量が多くなるほど大きくなり、したがって残存収縮は小さくなったものと考えられる。残存圧縮強度および残存抗折強度は第11図に示したように、各焼成温度とも水量が多くなるほど強度は低い値を示す。なお焼成温度が高くなると強度は低下し、300°C で最小値を示し、それより高温になると少し増大するが、再び800°C～1,000°C で低下する。この結果は R.A. Heindl, Z.A. Post 両氏⁽¹⁸⁾ が

1,000°~1,100°C で水和したセメントの脱水により最小の強度を示すという報告と異なっている。残存嵩比重は水量が多くなるほど小さくなり、常温嵩比重は逆に大きくなることを第12図に示した。

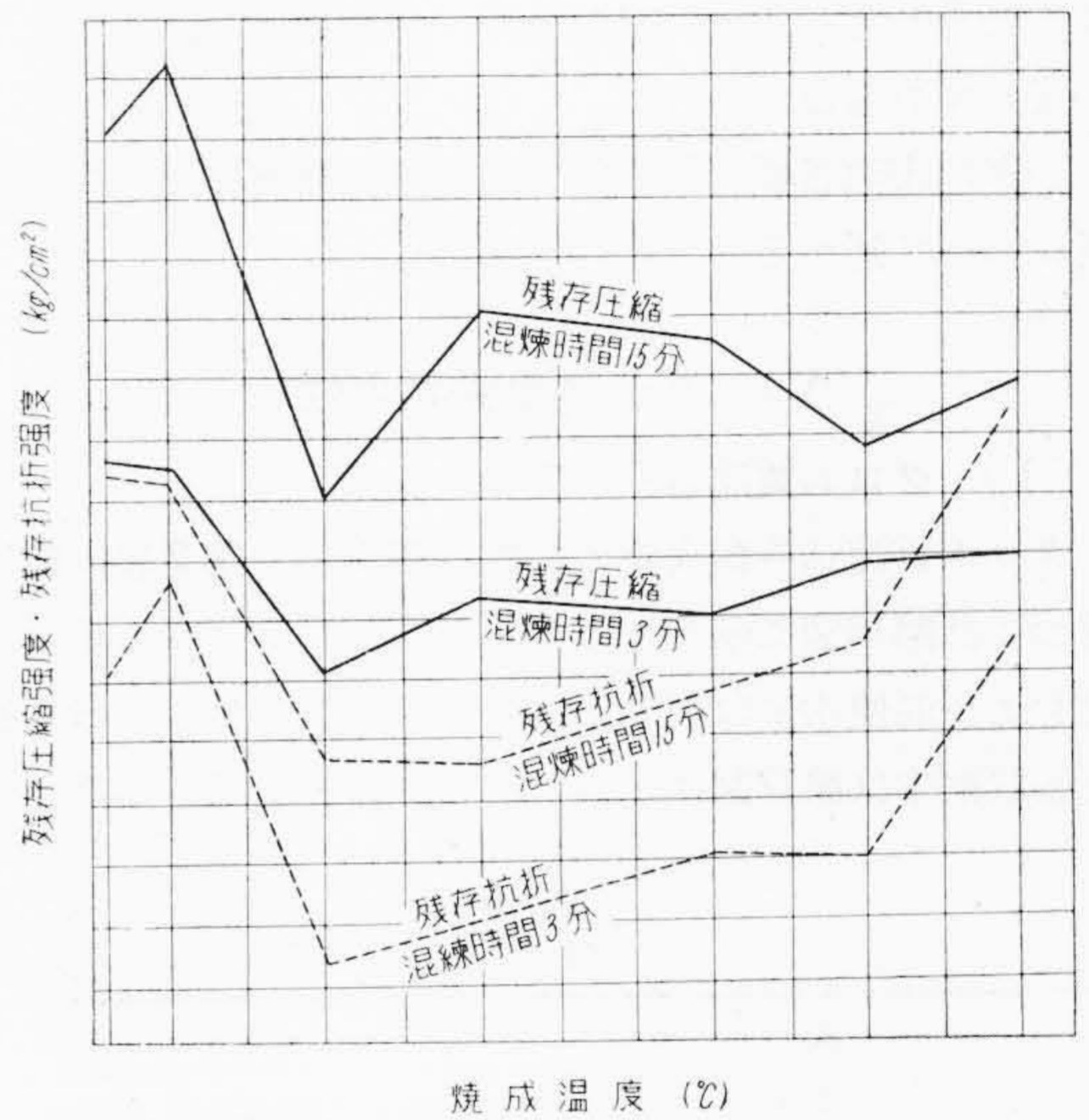
(2) 混煉時間の影響

上の実験より認められるように、混煉時におけるセメントの水和の程度が問題となる。そこで混煉水量を一定

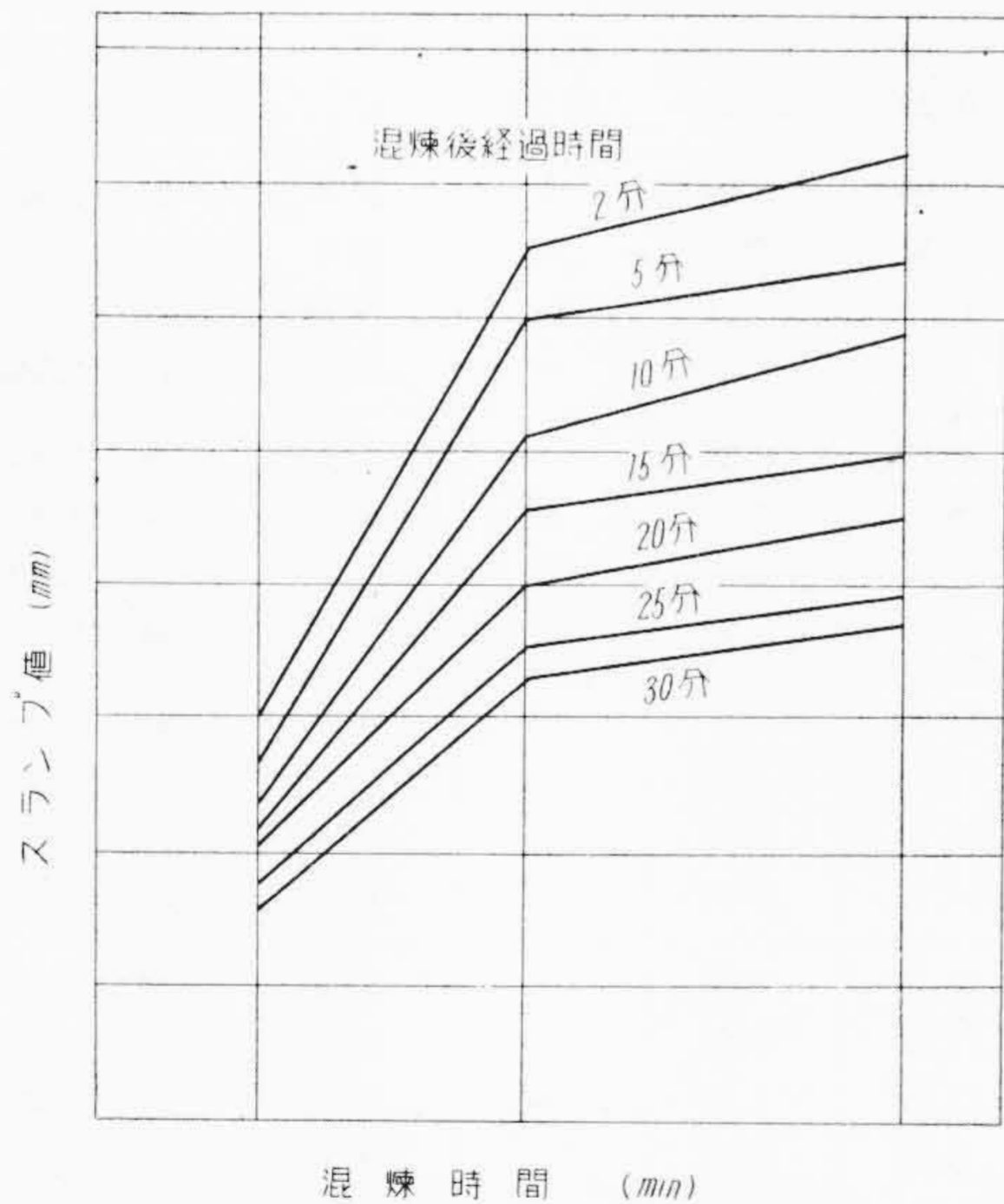
として、混煉時間の影響を調べてみると、混煉時間により施工性、膨脹収縮、強度および嵩比重が異なることを認めた。軽量流込み耐火物について、混煉水量を60%としたときの混煉時間の影響を第10図、第13図、第14図、第15図および第16図に示した。第13図に示したように混煉時間が長いとフロー値は大きくなるが、直線的には増大しない。スランプ値は第14図に示したように混煉時間および経過時間により異なるが、8分と10分では大差はなくなる。しかし第9図と第14図とより認められるように、混煉水量および混煉時間が同じようであっても、材



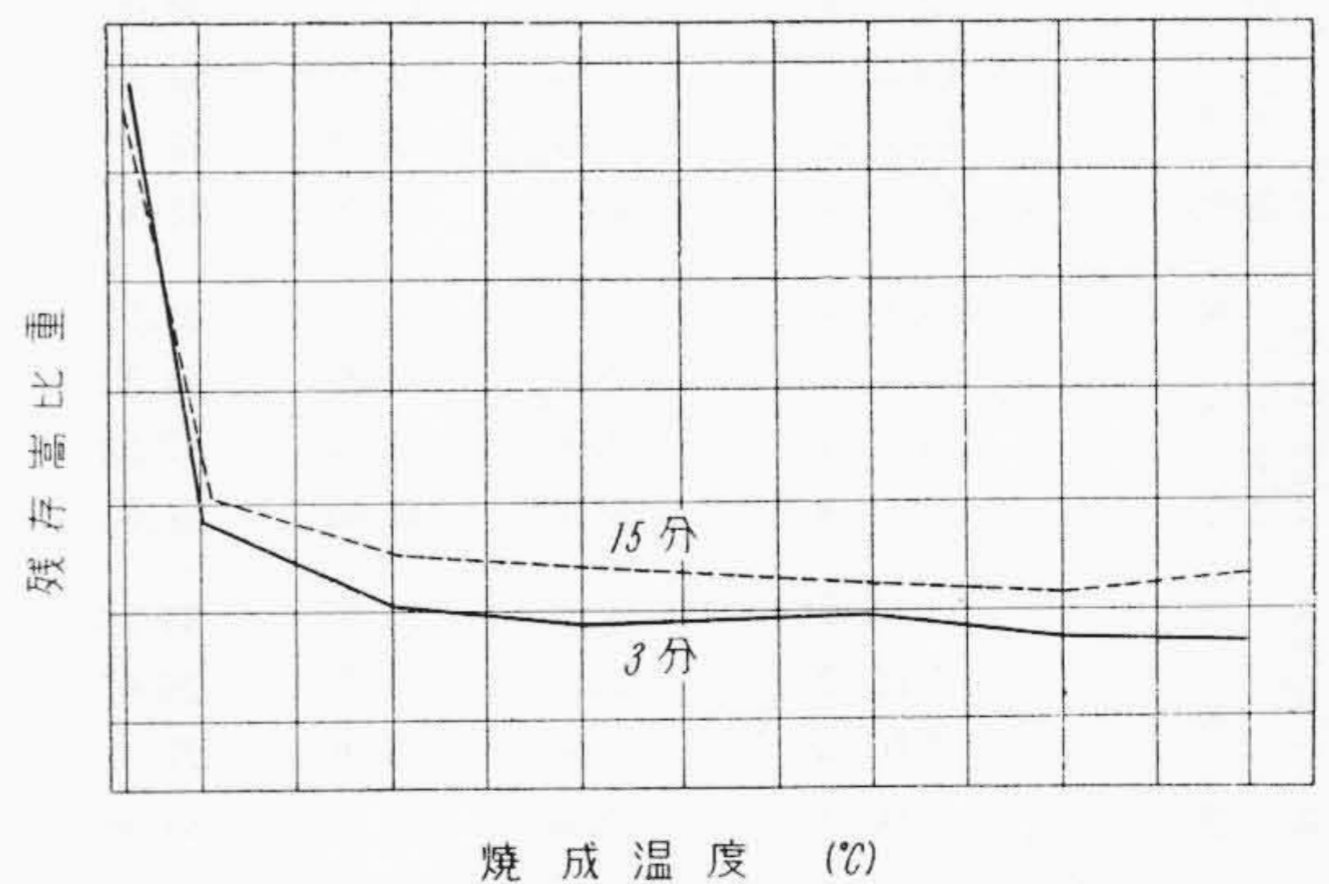
第13図 軽量流込み耐火物の混煉時間とフロー値との関係
Fig. 13. Relation Between the Flow and the Time of Mixing of Light Weight Castable Refractories



第15図 軽量流込み耐火物の混煉時間と残存圧縮強度と残存抗折強度との関係
Fig. 15. Relation Between the Retained Compressive Strength or Transverse Strength and the Time of Mixing of Light Weight Castable Refractories



第14図 軽量流込み耐火物の混煉時間とスランプ値との関係
Fig. 14. Relation Between the Slump and the Time of Mixing of Light Weight Castable Refractories



第16図 軽量流込み耐火物の混煉時間と残存嵩比重との関係
Fig. 16. Relation Between the Retained Bulk Density and the Time of Mixing of Light Weight Castable Refractories

質が異なる場合はスランプ値は異つた傾向を示す。残存線膨脹収縮率は第10図に示したように、混煉時間が長いほどまた焼成温度が高いほど収縮率は大きくなるが、15分間混煉の場合の残存線収縮率は500°Cより800°Cは小さくなつてゐる。これより混煉時間があまり長いことは好ましくないことが認められる。残存強度は第15図に示したように、混煉時間が長いほど圧縮強度抗折強度ともに大きくなる。また嵩比重は第16図に示したように混煉時間が長いほど常温嵩比重は小さく残存嵩比重は大きくなる。

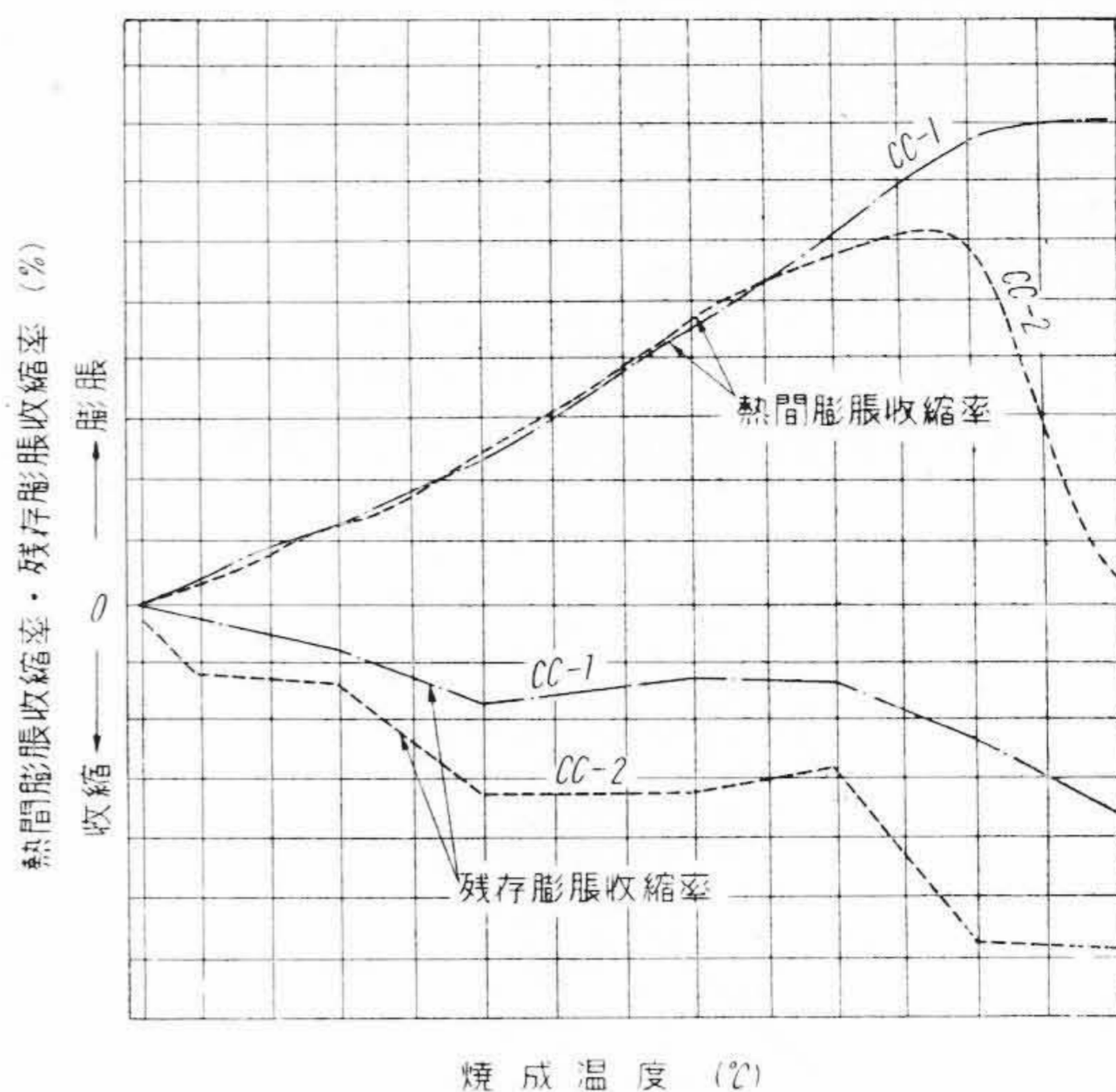
以上のような混煉水量および混煉時間の影響は材質によつてそれぞれ傾向は異なるが、各種流込み耐火物についていずれも認められた。

つぎに市販各種流込み耐火物流込み断熱材の性状の差異について述べる。

[V] 流込み耐火物の性状

(1) クロム質流込み耐火物の性状

クロム質流込み耐火物の性質を第1表、第2表、第17図および第18図に示した。第1表に示したように化学成分および混煉水量は製品により大きな差がある。残存線膨脹収縮率は第17図に示したように、焼成温度が高いほ



第17図 クロム質流込み耐火物の残存線膨脹収縮および熱間線膨脹収縮

Fig. 17. Retained Linear Expansion or Shrinkage and Linear Expansion or Shrinkage at Elevated Temperature of Chrome Base Castable Refractories

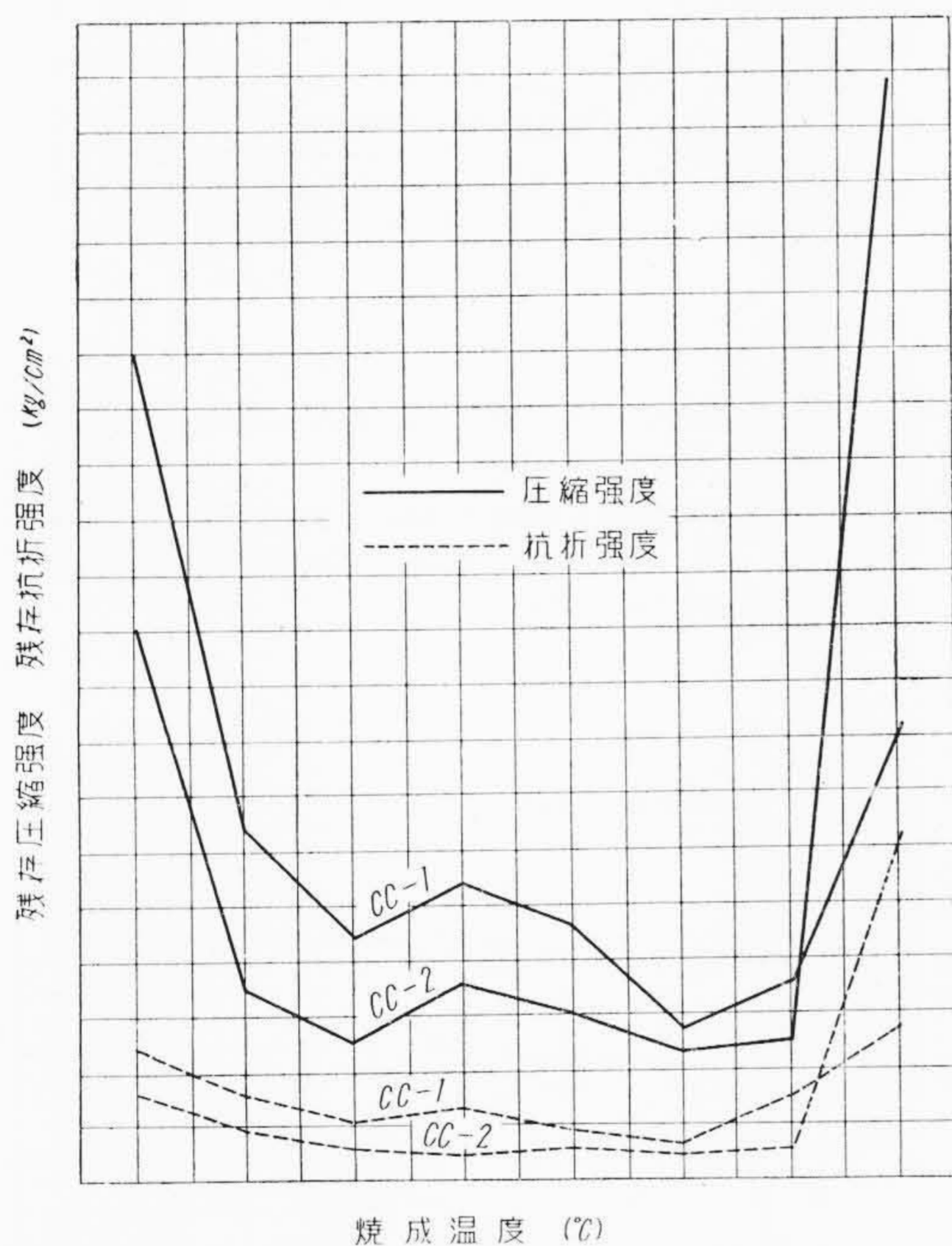
第1表 流込み耐火物の化学成分
Table 1. Chemical Compositions of Castable Refractories

試料番号	化学成分 (%)								混煉水量 (Wt %)	耐火度 SK (°C)
	Ig. loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Cr ₂ O ₃			
クロム質流込み耐火物	CC-1	2.15	5.72	25.89	11.25	5.99	27.15	21.18	25	36 (1,790)
	CC-2	0.13	13.72	24.00	12.86	1.29	13.40	29.55	12	36 (1,790)
1,400°C用耐火流込み物	HFC-1*	1.90	38.84	48.30	4.68	6.99	0.29	—	17.0	30 (1,670)
	HFC-2	0.72	43.20	39.77	3.87	11.33	Nil	—	18.0	26 (1,580)
	HFC-3	0.66	42.00	50.41	1.35	6.36	Nil	—	17.0	32 (1,710)
	HFC-4	1.52	47.98	38.60	3.78	8.03	Nil	—	21.0	20 (1,540)
1,200°C用耐火流込み物	LFC-1	—	48.10	40.92	1.76	9.00	0.23	—	30.0	15 (1,435)
	LFC-2	0.64	50.36	34.49	2.79	8.69	Nil	—	28.0	17 (1,480)
	LFC-3	0.74	50.12	37.54	2.16	8.51	Nil	—	25.0	20 (1,530)
	LFC-4	1.06	51.68	32.96	4.86	8.13	0.56	—	24.0	14 (1,410)
1,200°C用軽量耐火物	LWC-1*	2.06	40.12	36.01	6.95	12.93	0.77	—	50.0	18 (1,500)
	LWC-2*	2.16	34.88	44.32	6.90	11.78	Nil	—	35.0	13 (1,380)
	LWC-3	2.90	43.74	37.02	5.54	10.98	Nil	—	50.0	14 (1,410)
	LWC-4	3.70	41.08	37.04	3.44	14.70	Nil	—	45	20 (1,530)
粘土質流込み断熱材	FIC-1*	4.52	36.96	34.80	7.28	14.19	0.87	—	53.0	2a (1,120)
	FIC-2	1.12	55.78	26.67	2.07	12.61	0.54	—	75.0	9 (1,280)
	FIC-3	5.90	45.90	27.52	3.88	15.27	1.01	—	80.0	12 (1,350)
	FIC-4	2.34	51.50	31.56	3.68	9.98	0.07	—	70.0	8 (1,250)
蛭石質流込み断熱材	VIC-1*	4.88	30.78	15.20	6.12	29.85	6.78	—	75.0	5a (1,200)
	VIC-2	8.50	17.87	28.33	12.34	23.41	8.43	—	90.0	15 (1,435)
	VIC-3	2.76	45.92	27.02	10.64	7.15	4.26	—	125.0	4a (1,160)
	VIC-4	4.02	15.54	41.44	3.14	25.08	11.20	—	90.0	18 (1,500)

(* ハ輸入品)

第2表 流込み耐火物の比重気孔率および吸水率
Table 2. Density Apparent Porosity and Water Absorption of Castable Refractories

	試料番号	見掛比重	嵩比重	気孔率(%)	吸水率(%)
クロム質 流込み耐火物	CC-1	3.78	2.68	28.59	10.59
	CC-2	3.80	2.79	26.70	9.58
1,400°C用 耐火粘土質 流込み耐火物	HFC-1	2.66	1.97	26.01	13.23
	HFC-2	2.51	1.89	24.96	13.18
	HFC-3	2.75	1.92	30.23	15.77
	HFC-4	2.68	1.66	37.86	22.80
1,200°C用 耐火粘土質 流込み耐火物	LFC-1	2.72	1.67	38.51	22.96
	LFC-2	2.62	1.66	36.51	24.00
	LFC-3	2.68	1.57	41.32	26.26
	LFC-4	2.69	1.63	39.70	24.41

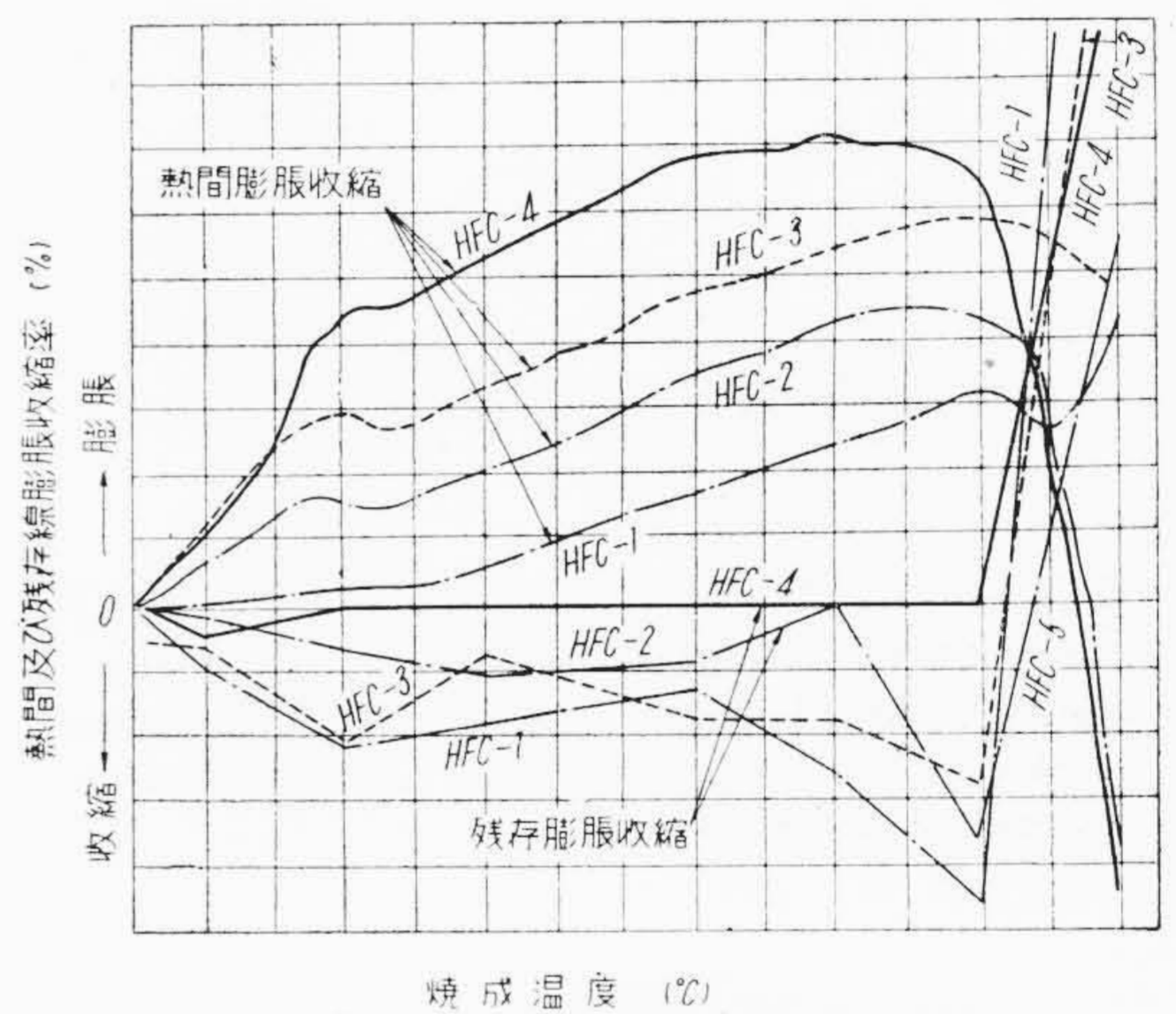


第18図 クロム質流込み耐火物の残存圧縮強度と残存抗折強度

Fig. 18. Retained Compressive Strength and Transverse Strength of Chrome Base Castable Refractories

ど残収縮は大きくなるが、800~1,000°Cでは少し収縮が小さくなっている。熱間線膨脹収縮率は、第17図に示したように、CC-2は温度の上昇とともに膨脹するが、CC-1は1,100°Cで収縮に移り、傾向が異なっている。残存強度は第18図に示したように圧縮強度、抗折強度ともに、300°Cと1,000°Cの強度が小さく、1,000°Cで最小値を示し常温強度の約1/3~1/5となる。1,400°C焼成品の比重、気孔率および吸水率を第2表に示した。

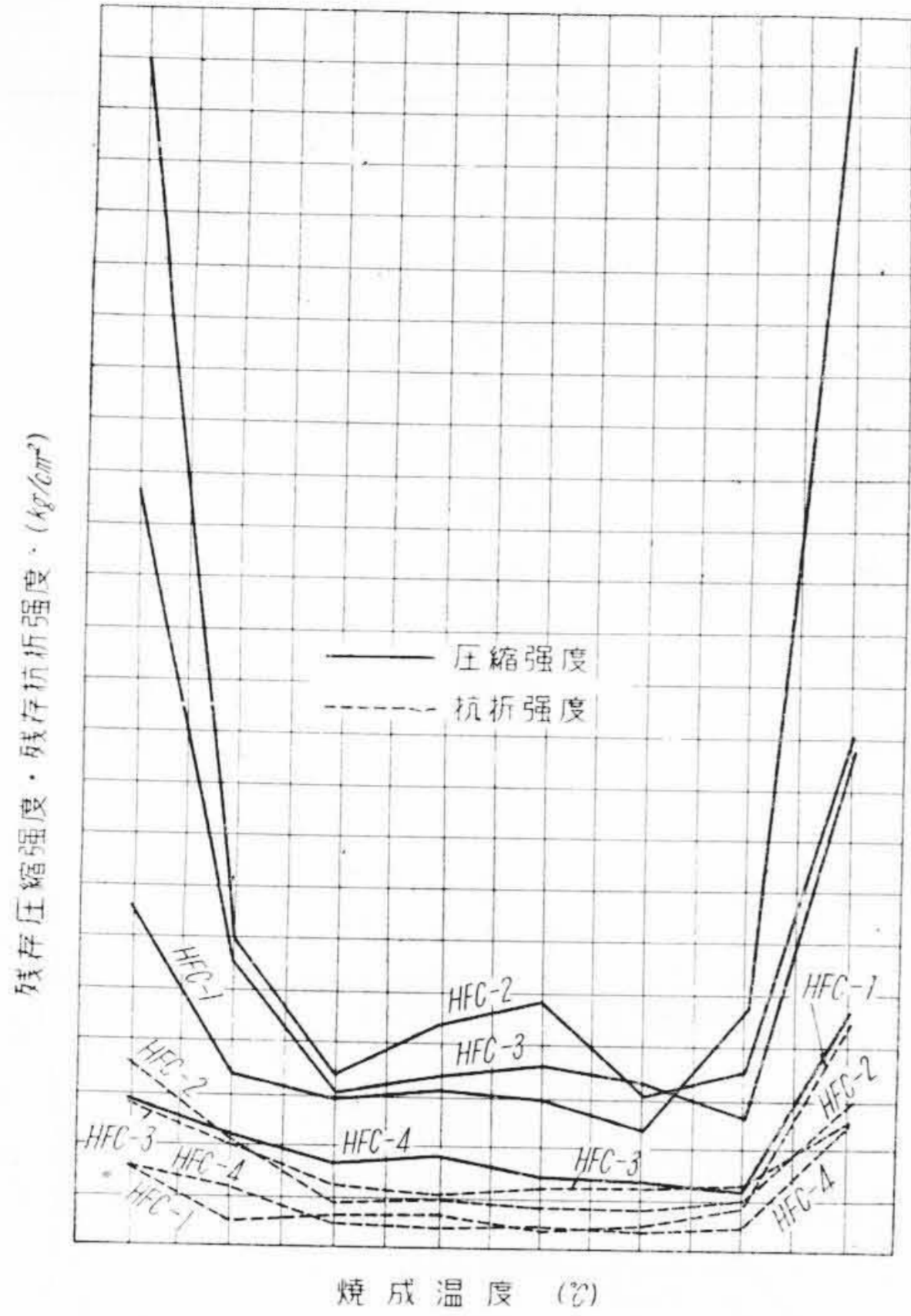
(2) 1,400°C用耐火粘土質流込み耐火物の性状
1,400°C用耐火粘土質流込み耐火物の性質を第1表、



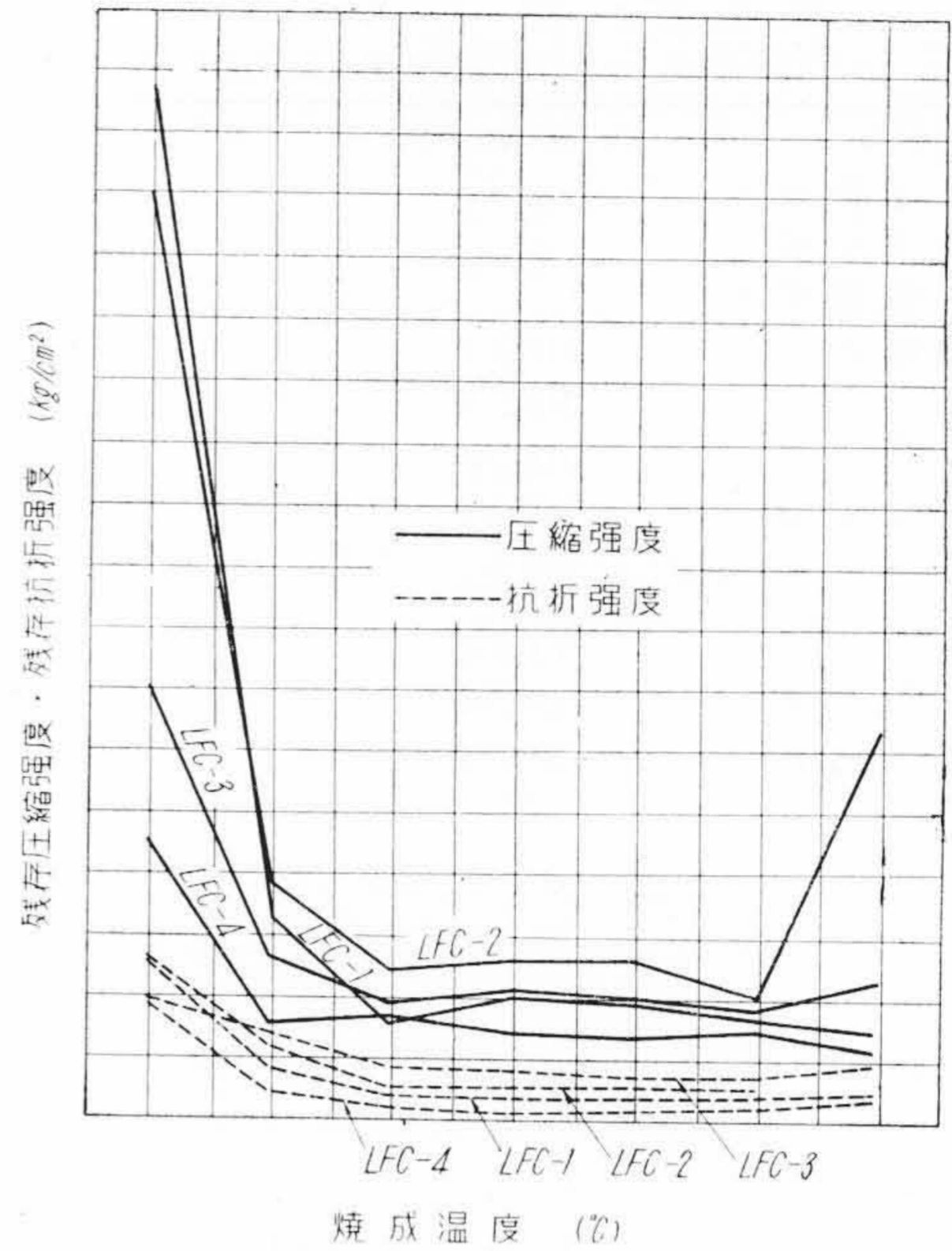
第19図 1,400°C用粘土質流込み耐火物の残存線膨脹収縮

Fig. 19. Retained Linear Expansion or Shrinkage and Linear Expansion or Shrinkage at Elevated Temperature of Fireclay Base Castable Refractories used to 1,400°C

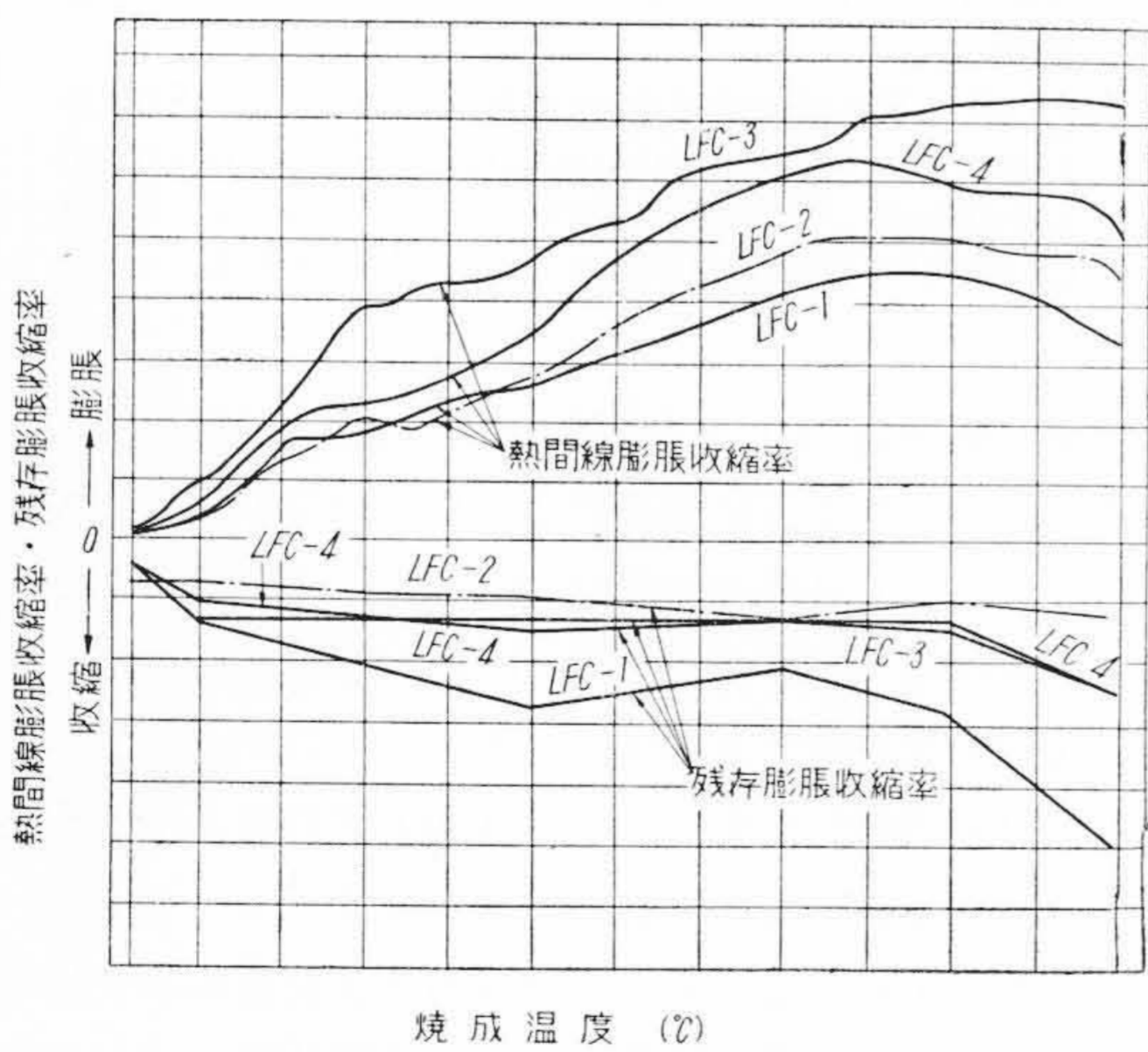
第2表、第19図および第20図(次頁参照)に示した。第1表に示したように製品により化学成分および混煉水量は異なる。CaO含有量は6~11%の範囲にある。耐火性骨材のCaO含有量は1%以下であるため、製品のCaO含有量よりアルミナセメントの配合量を推定すると15~30%である。なおCaO含有量と混煉水量とが比例しないのは、混煉水量はアルミナセメント配合量によるばかりでなく骨材の性質および粘度により異なるためであろう。残存線膨脹収縮率は第19図に示したように1,200°Cまではいずれも収縮を示すが、1,400°CではHFC-3以外は大きな膨脹をする、なお1,200°Cまでの収縮率は焼成温度に比例して増大しない。熱間線膨脹収縮率は第19図に示したように製品により大きな差があり、最大膨脹率は0.4~0.7%の範囲にあるが1,400°Cでは膨脹率0.4%より収縮率0.4%の範囲にある。この



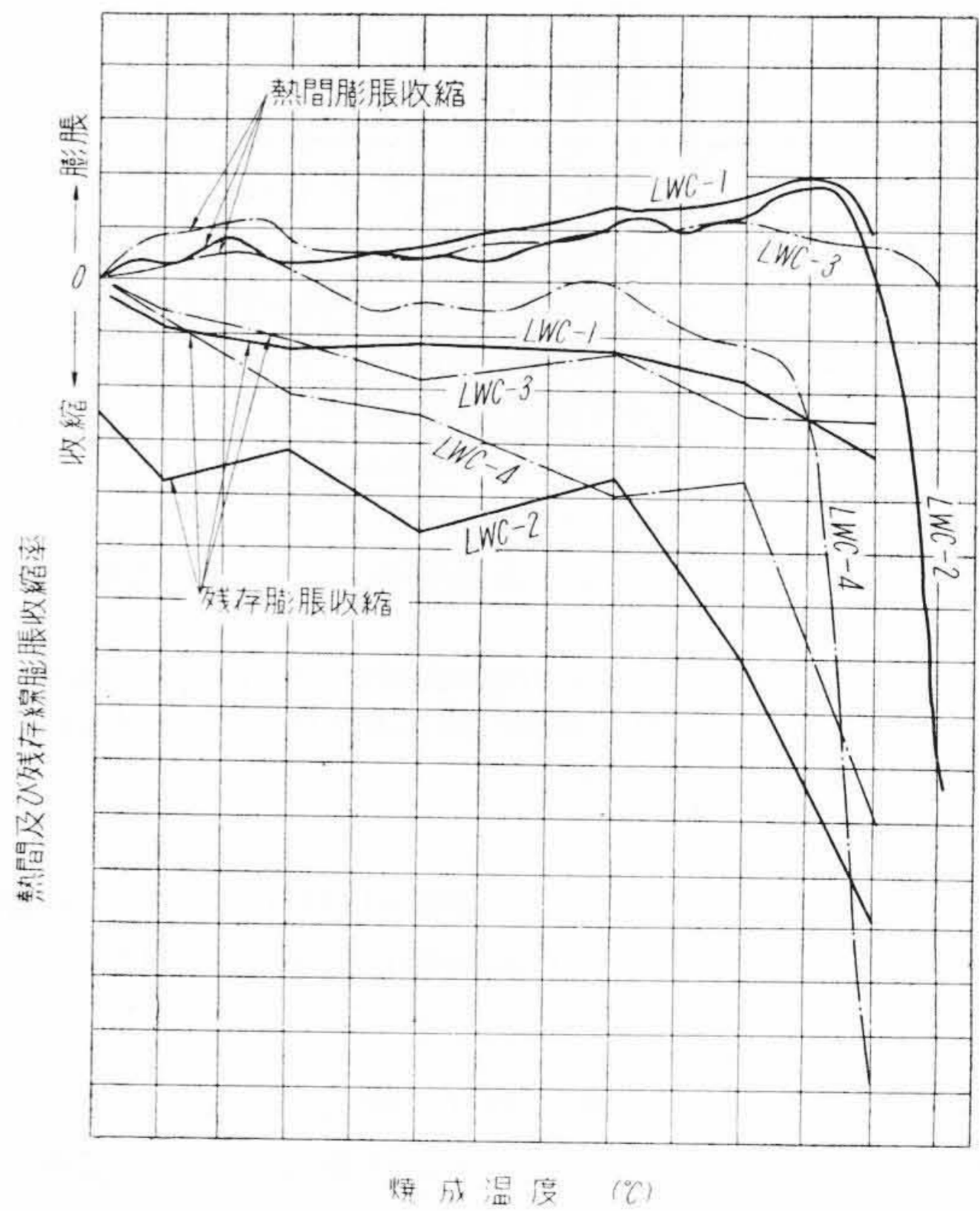
第20図 1,400°C 用耐火粘土質流込み耐火物の残存圧縮強度と残存抗折強度
 Fig. 20. Retained Compressive and Transverse Strength of Fireclay Base Castable Refractories Used to 1,400°C



第22図 1,200°C 用耐火粘土質流込み耐火物の残存圧縮強度と残存抗折強度
 Fig. 22. Retained Compressive and Transverse Strength of Fireclay Base Castable Refractories Used to 1,200°C



第21図 1,200°C 用耐火粘土質流込み耐火物の熱間線膨脹収縮率と残存線膨脹収縮
 Fig. 21. Retained Linear Expansion or Shrinkage and Linear Expansion or Shrinkage at Elevated Temperature of Fireclay Base Castable Refractories Used to 1,200°C



第23図 1,200°C 用軽量流込み耐火物の熱間線膨脹収縮率と残存線膨脹収縮
 Fig. 23. Retained Linear Expansion or Shrinkage and Linear Expansion or Shrinkage at Elevated Temperature of Light Weight Castable Refractories

ような 1,400°C 近くにおける残存および熱間膨脹収縮の大きな変化は、1,300°C 以上においてアルミナセメントが分解するためによるものと考える。残存強度は第20図に示したように圧縮強度、抗折強度ともに 300°C と 1,000°C の強度が小さく常温強度の約 1/2~1/8 となる。1,400°C 焼成品の比重、気孔率および吸水率を第2表に示した。

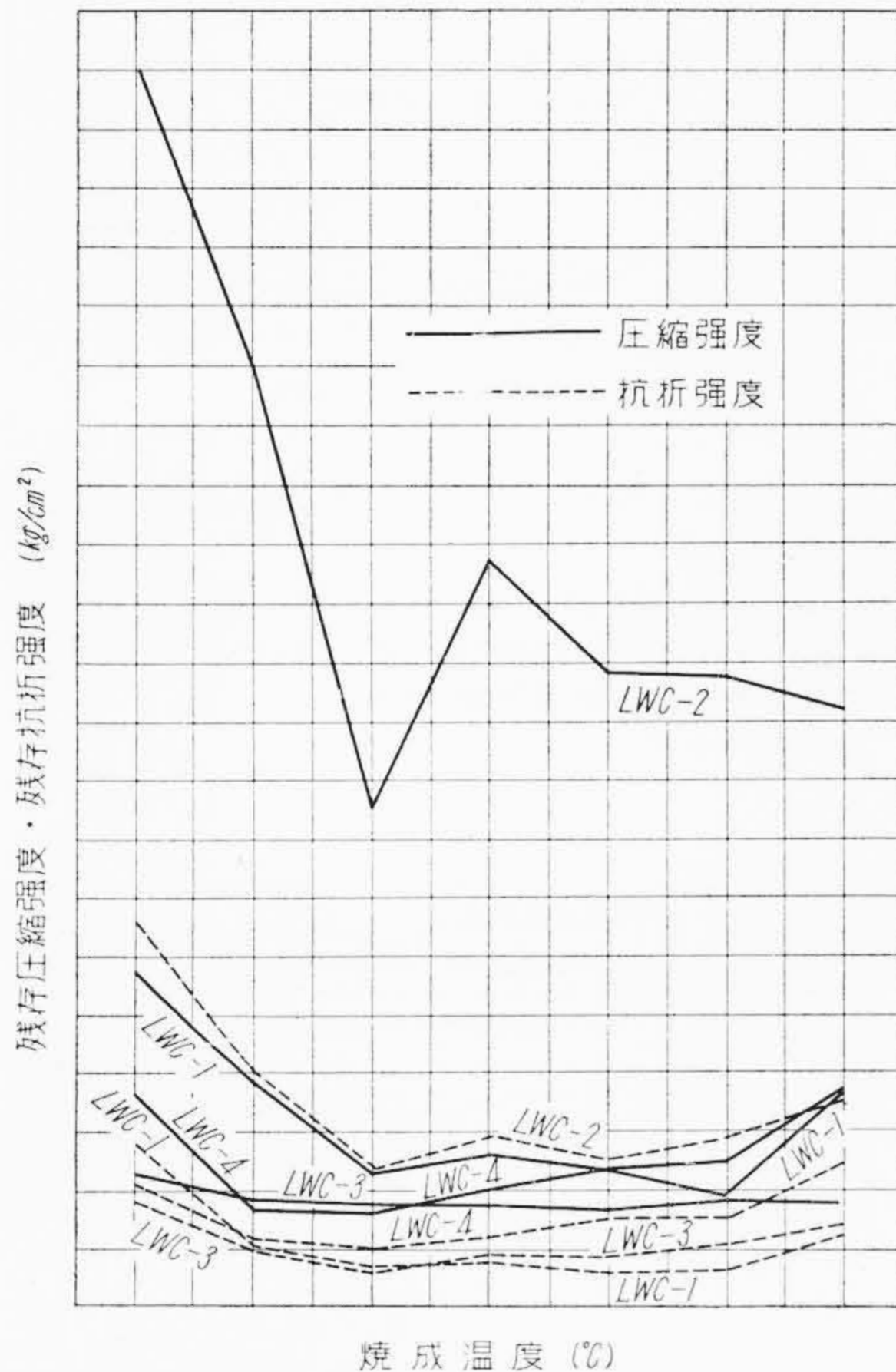
(3) 1,200°C 用耐火粘土質流込み耐火物の性状

1,200°C 用耐火粘土質流込み耐火物の性質を第1表、第2表、第21図および第22図に示した。第1表に示したように混煉水量は 24~30% の範囲にある。CaO 含有量は 8~9% であり、アルミナセメントは 20~24% と推定されその配合量に大差はない。残存線膨脹収縮率は

第21図に示したように、概して焼成温度が高いほど収縮は大きくなるが、800°C では少し収縮が小さくなる。熱間線膨脹収縮率は第21図に示したように、いずれも温度の上昇とともに膨脹し 900°C 近くより収縮に移るが、1,200°C においても膨脹率 0.1~0.7% を示す。残存強度は第22図に示したように圧縮強度、抗折強度ともに、300°C と 1,000°C の強度が小さく常温強度の約 1/3~1/10 となる。1,200°C 焼成品の比重、気孔率および吸水率を第2表に示した。

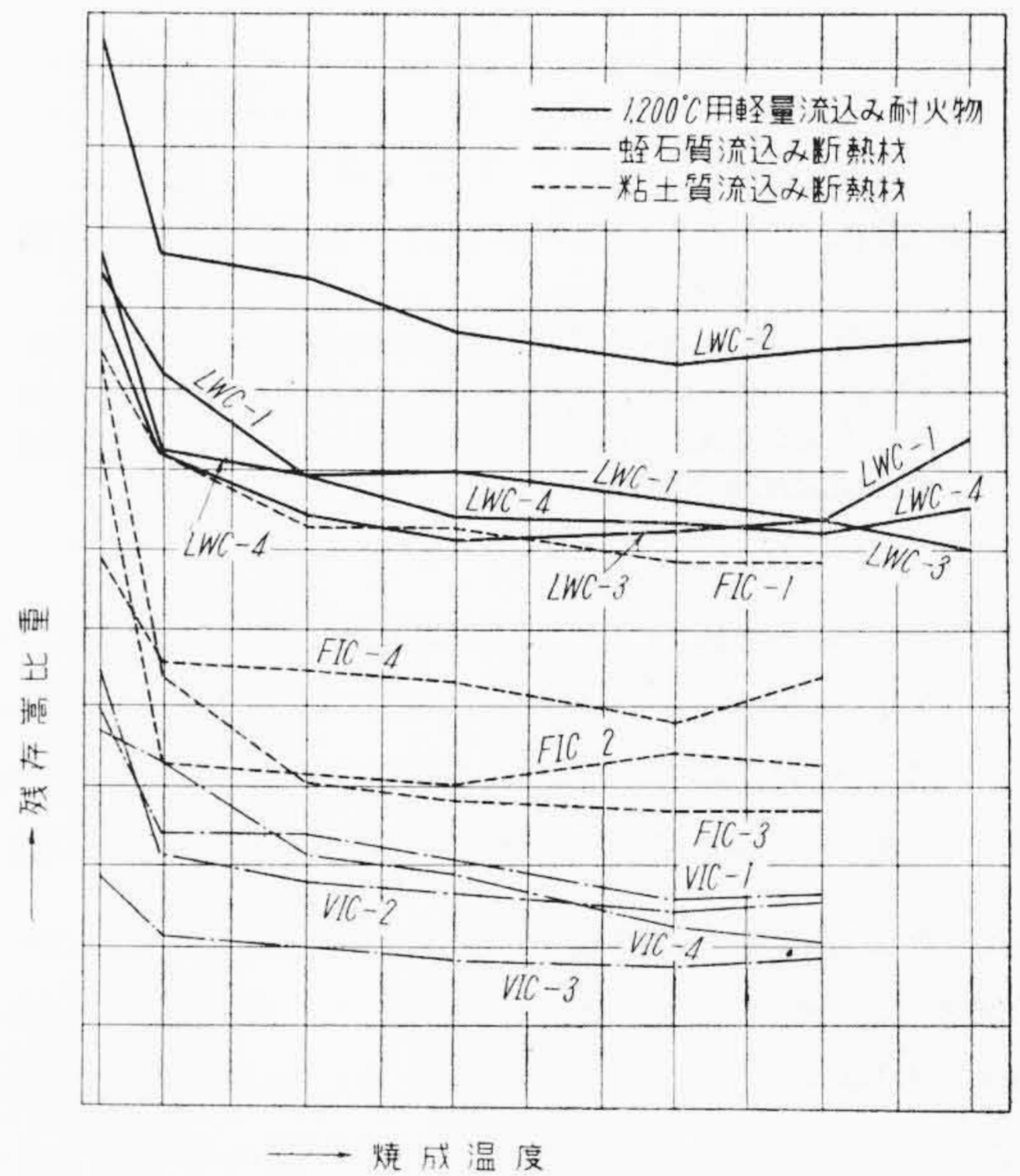
(4) 1,200°C 用軽量流込み耐火物の性状

1,200°C 用軽量流込み耐火物の性質を第1表、第23図、第24図および第25図に示した。第1表に示したように耐火粘土質流込み耐火物と比較すると CaO 含有量多く、アルミナセメント配合量は 25~40% と推定され混煉水量



第24図 1,200°C 用軽量流込み耐火物の残存圧縮強度と残存抗折強度

Fig. 24. Retained Compressive Strength and Transverse Strength of Light Weight Castable Refractories Used to 1200°C

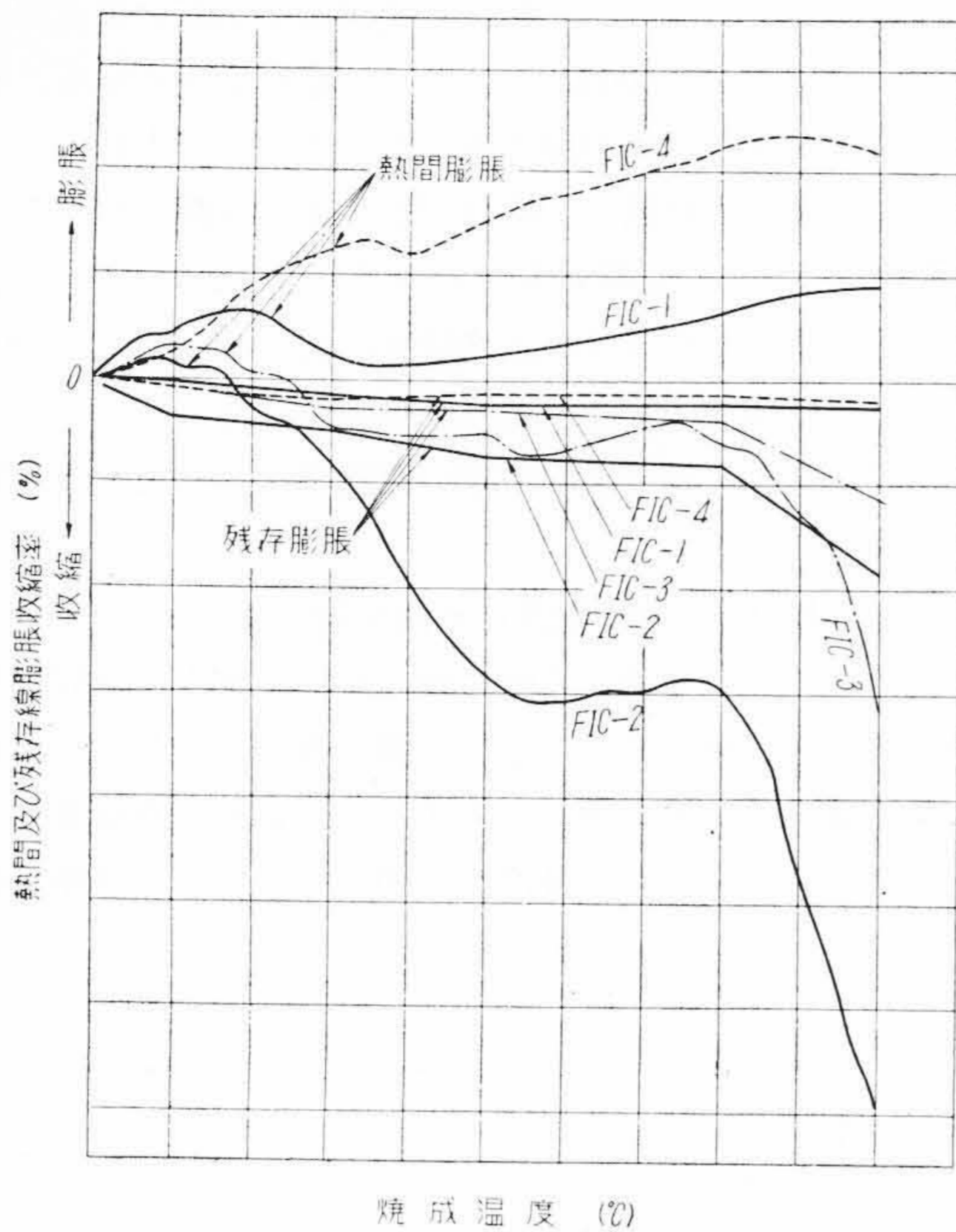


第25図 1,200°C 軽量流込み耐火物、蛭石質流込み断熱機、および粘土質流込み断熱機の残存嵩比重

Fig. 25. Retained Bulk Density of Light Weight, Clay Base, and Vermiculite Base Insulating Castable Materials

第3表 粘土質流込み断熱機 (FIC) および蛭石質流込み断熱機 (VIC) の熱伝導率
Table 3. Thermal Conductivities of Clay Base (FIC) and Vermiculite Base (VIC) Insulating Castable Materials

試料番号	FIC-1	FIC-2	FIC-3	FIC-4	VIC-1	VIC-2	VIC-3	VIC-4
熱伝導率 (Kcal/mh°C)								
100°C	0.298	0.238	0.238	0.284	0.227	0.200	0.152	0.206
250°C	—	—	—	—	0.222	0.203	0.159	0.213
300°C	0.301	0.225	0.225	0.303	—	—	—	—



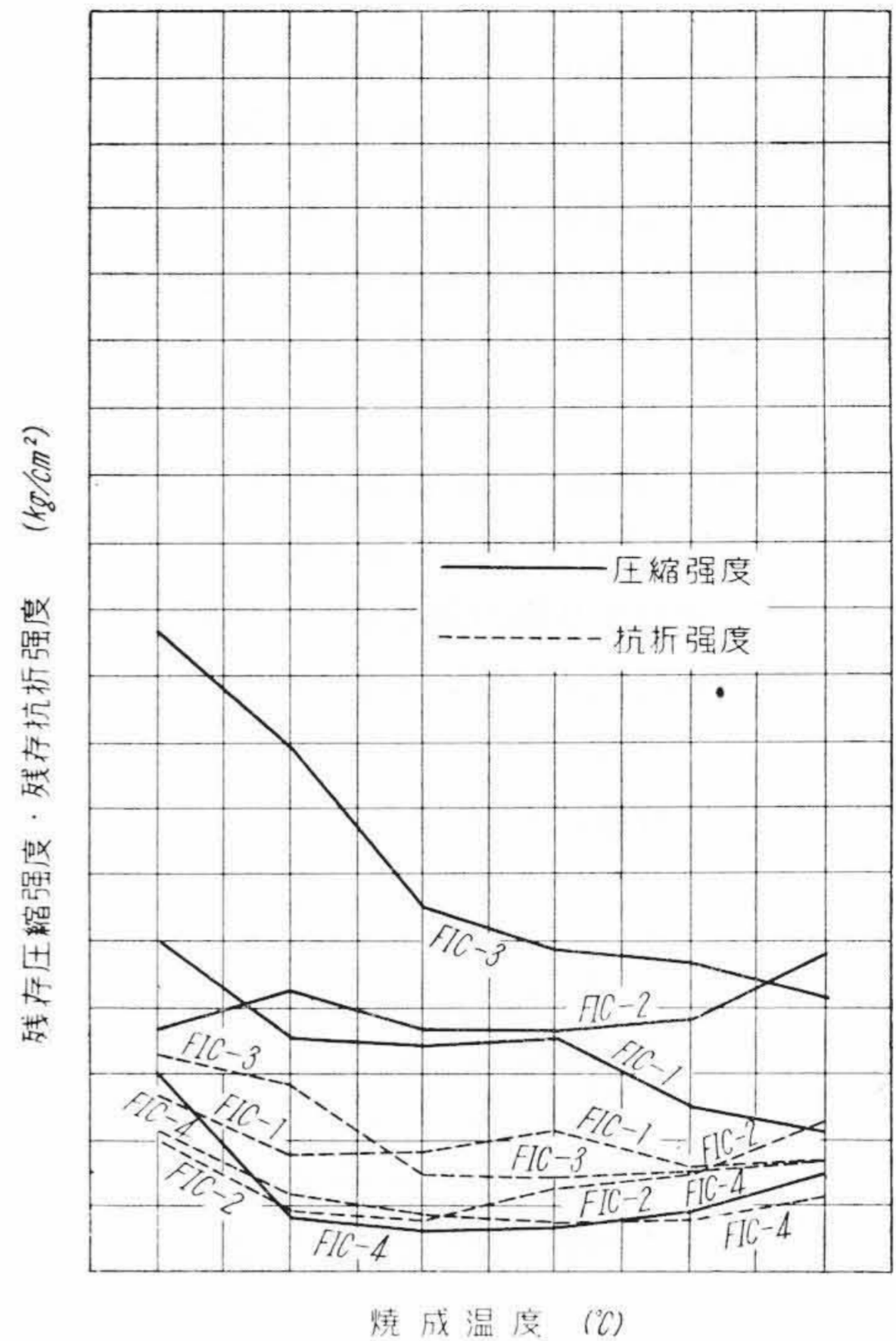
第26図 粘土質流込み断熱材の熱間線膨脹収縮率と残存線膨脹収縮

Fig. 26. Retained Linear Expansion or Shrinkage and Linear Expansion or Shrinkage at Elevated Temperature of Clay Base Insulating Materials

も多い。残存線膨脹収縮率は第23図に示したように、概して焼成温度が高いほど収縮は大きくなるが、収縮率は製品により大きな差があり、1,200°Cにおける収縮率は0.1~2.4%の範囲にある。熱間線膨脹収縮率は第23図に示したように多くは温度の上昇により膨脹するが、200~250°Cより少し収縮 350~450°Cより再び膨脹に移り 900~1,100°Cよりは収縮する。これら膨脹収縮は製品により大きな差がある。残存強度は第24図に示したように圧縮強度、抗折強度ともに、300°Cと1,000°Cの強度が小さく常温強度の約1/2~1/5となる。第25図に残存嵩比重を示した。

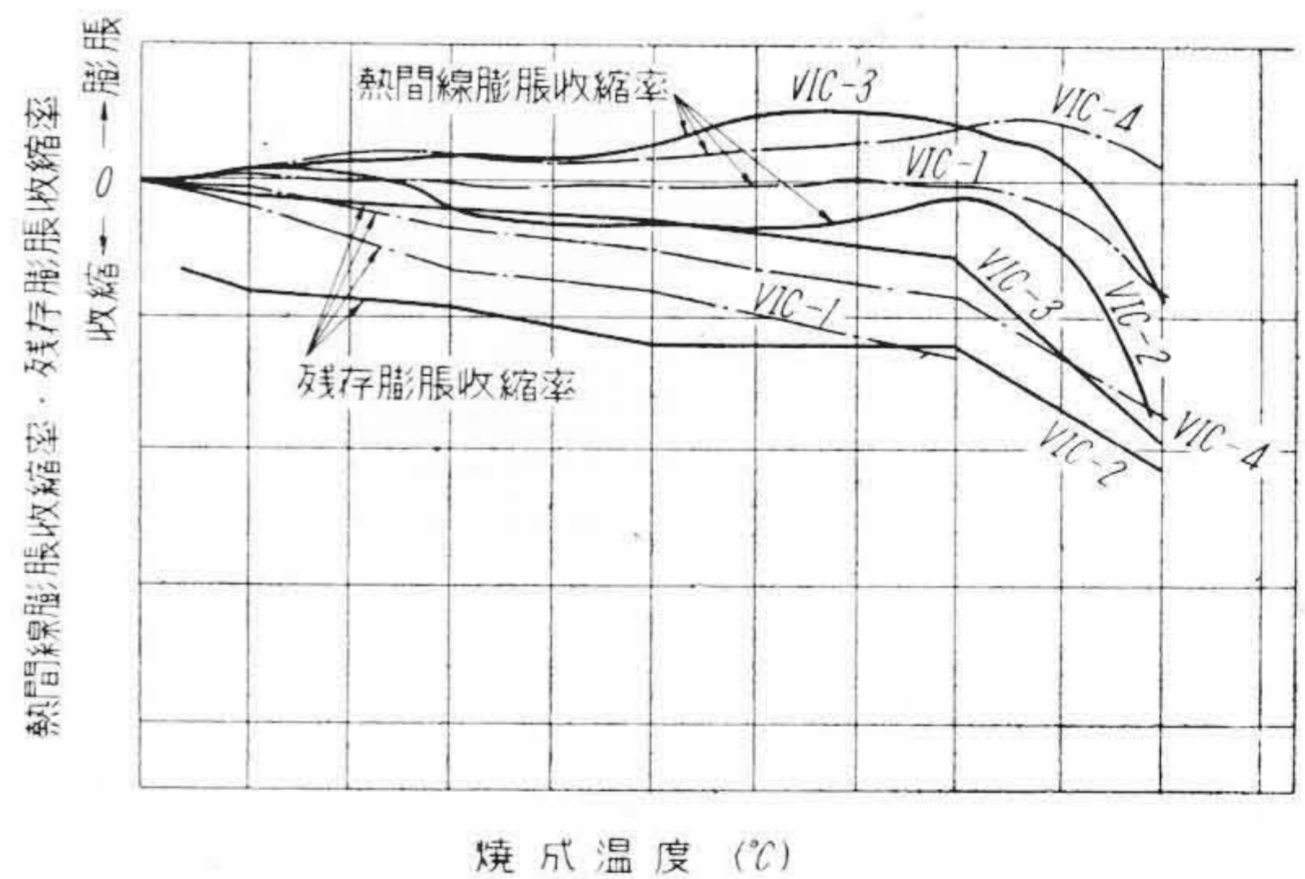
(5) 粘土質流込み断熱材の性状

粘土質流込み断熱材の性質を第1表、第3表、第25図第26図および第27図に示した。第1表に示したように耐火断熱流込み耐火物と比較するとCaO含有量は大差なく、アルミナセメント配合量は25~40%と推定されるが混煉水量は多くなっている。これにより骨材が多孔質となるほど混煉水量は多くなることが認められる。残存および熱間線膨脹収縮率は第26図に示したように、製品により大きな差があり一様の傾向は認められない。残存強度は第27図に示したように焼成温度による差は大きく



第27図 粘土質流込み断熱材の残存圧縮強度と残存抗折強度

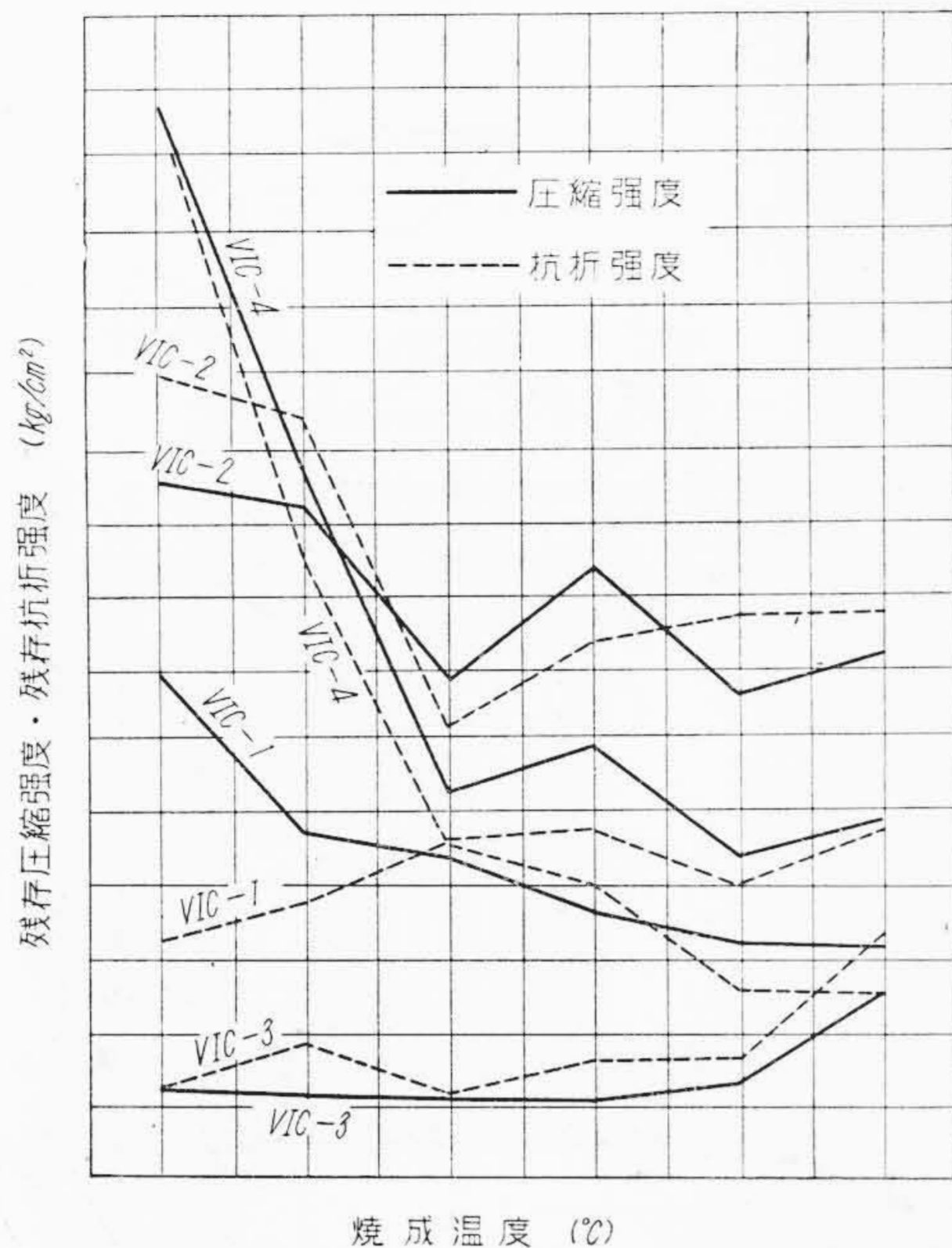
Fig. 27. Retained Compressive Strength and Transverse Strength of Clay Base Insulating Castable Materials



第28図 蛭石質流込み断熱機の残存線膨脹収縮と熱間線膨脹収縮率

Fig. 28. Retained Linear Expansion or Shrinkage and Linear Expansion or Shrinkage at Elevated Temperature of Vermiculite Base Insulating Castable Materials

ない。残存嵩比重を第25図に、熱伝導率を第3表に示したが、残存嵩比重の小さいものは熱伝導率も小さく、残存嵩比重より大略の熱伝導率を推定することができる。



第29図 蛭石質流込み断熱材の残存圧縮強度と残存抗折強度

Fig. 22. Retained Compressive Strength and Transverse Strength of Vermiculite Insulating Castable Materials

(6) 蛭石質流込み断熱材の性状

蛭石質流込み断熱材の性質を第1表、第3表、第25図、第28図および第29図に示した。第1表に示したように化学成分および混煉水量は製品により大きな差がある、これがアルミナセメントによるものか蛭石の性質によるものかはあきらかでない。残存線膨脹収縮率は第28図に示したように、焼成温度が高いほど収縮は大きくなり、800°Cで0.5~3.7%の収縮率を示す。熱間線膨脹収縮率は第28図に示したように温度の上昇により低温より収縮するものもありその傾向は一様でない。残存強度は第29図に示したように、製品により強度は異なり最小値を示す温度も一様でない。残存嵩比重は第25図に示したように焼成温度が高いほど小さくなり800°Cで最小値を示す。熱伝導率は第3表に示したようにVIC-3を除くと大差はない。

〔VI〕 結 言

以上大型ボイラ炉壁構造の一部を記したが、このような構造は中型、小型ボイラにも数多く使用されている。ボイラの支持方法すなわちボイラをその底面にて支え、熱膨脹を上方に導びく場合、あるいは中間にて支え上方下方に膨脹せしむるボイラの構造に対しても有効に使用

されている。

なお流込み耐火物および流込み断熱材の性質の差異について検討した結果を総括するとつぎのようである。

- (1) 混煉水量および混煉時間が施工性、膨脹収縮強度および嵩比重に大きな影響をおよぼす。
- (2) 混煉水量は材質により異なる。
- (3) 焼成温度が高いほど大きな残収縮を示すものが多いが、1,400°C用粘土質流込み耐火物は1,400°Cで大きな残存膨脹を示す。
- (4) 熱間線膨脹収縮率は材質により異なる。
- (5) 残存強度は300°Cまたは1,000°Cで最小値を示すものが多い。

流込み耐火物の施行方法についてさらに研究を続行し流込み耐火物とともに高温高圧ボイラに使用される搦固め耐火物、保温材および高温耐火断熱煉瓦についても研究中であるのでこれらについては後報する。

終りに本研究に協力された関係者各位に深謝する。

なお本研究の試料入手について色々御便宜を賜った、日本鋼管株式会社、大東工業所、日本アスベスト株式会社、イソライト工業株式会社、大阪窯業耐火煉瓦株式会社、九州耐火煉瓦株式会社、日米炉材株式会社の各社に対し感謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) J.F. Kestner: U.S. Patent. 1,573,072 (1926)
- (2) A.V. Huseey: Chemistry and Industry 56, 55 (1937)
- (3) R.T. Giles: Bull. Am. Ceram. Soc., 18, 326 (1939)
- (4) G.T. Haddock: Metals and Alloys., 21, 714 (1945)
- (5) G.R. Pole. D.G. Moore: J.Am. Ceram Soc., 29, 20 (1946)
- (6) F.E. Lobaugh: J. Am. Ceram. Soc., 30, 349 (1947)
- (7) J.E. Deegan: Iron and Steel Eng., 29, 79 (1952)
- (8) R.R. Fayles: Iron and Steel Eng., 29, 79 (1952)
- (9) N.H. Thompson: Bull. Am. Ceram. Soc., 32, 1 (1953)
- (10) 永井, 片山: 大日本窯協誌 44, 441 (1936)
- (11) 永井, 片山: 大日本窯協誌 45, 219 (1937)
- (12) 永井, 片山: 大日本窯協誌 45, 447 (1937)
- (13) 永井, 片山: 大日本窯協誌 46, 20 (1938)
- (14) 近藤, 山内, 稲村: 大日本窯協誌 45, 227 (1937)
- (15) 近藤, 山内, 稲村: 大日本窯協誌 45, 317 (1937)
- (16) 近藤, 山内, 稲村: 大日本窯協誌 45, 372 (1937)
- (17) 永井, 原田: 窯業協会誌 63, 189 (1955)
- (18) R.A. Heindl-Z.A.Post: J. Am. Ceram. Soc., 33, 230 (1950)
- (19) R.A. Heindl-Z.A. Post: J. Am. Ceram. Soc., 37, 206 (1954)
- (20) 特許公報 昭 30-5851. 昭 27-580

湿 式 電 気 集 塵 装 置

Wet Type Electric Precipitator

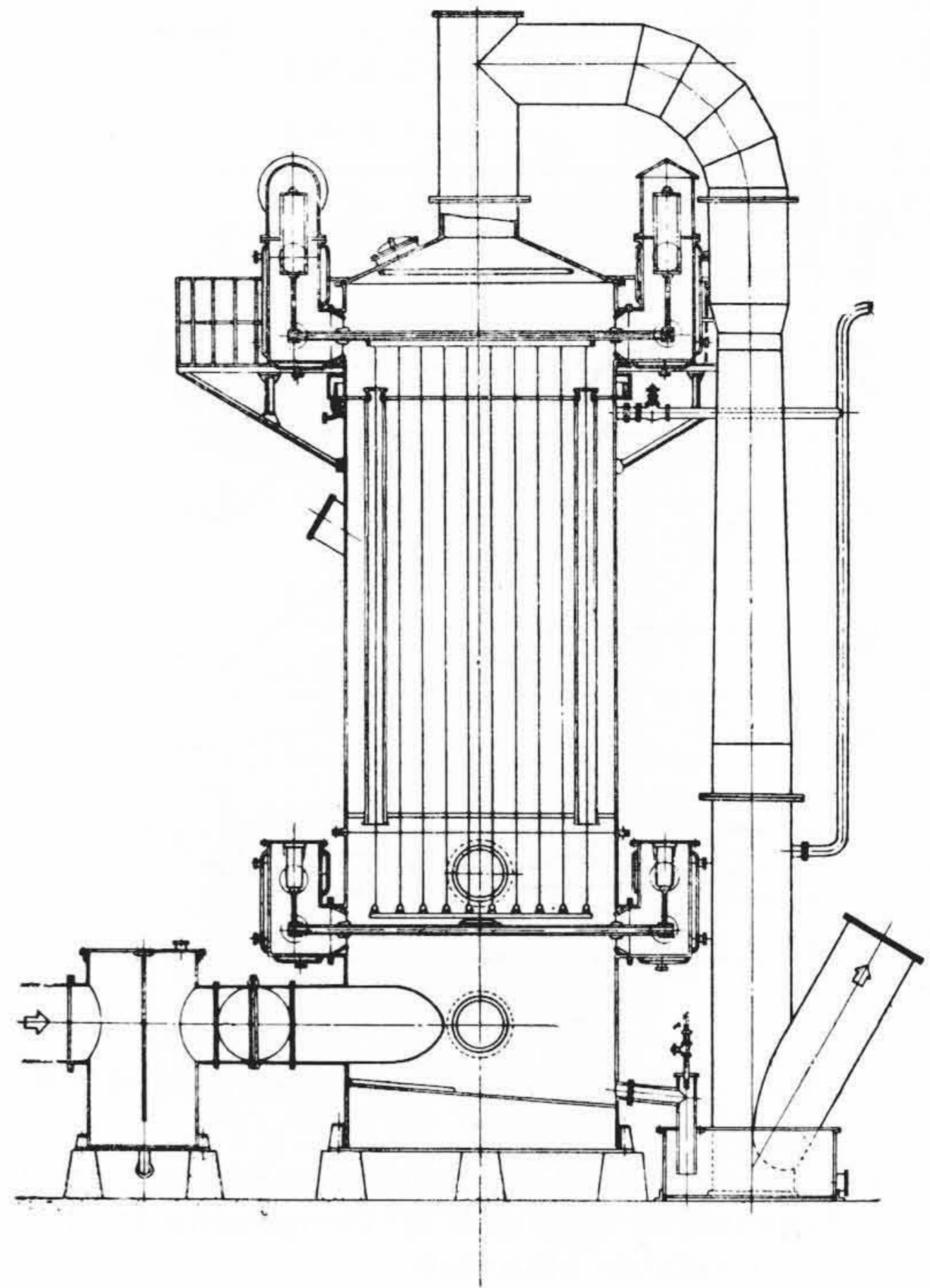
第1図は日立製作所で製作された、ウインクラ発生炉ガス清浄用湿式電気集塵装置で、この集塵器は従来の電気集塵器に対しつぎのような特長をもっている。

特 長

- (1) 集塵管に捕集した塵埃は、常時水で洗い流されているから、捕集ダストの再飛散が全くない。
- (2) 処理ガス速度を乾式の場合の数倍に大にすることができるから、装置が短縮され設備費が低廉になる。
- (3) 集塵管の内面は常に清浄に保たれているから、十分な荷電ができる。また電界が均一であるから、集塵効率が非常に高く、効率 99.9% というような高能率をもったものでも容易に製作できる。
- (4) 気密に対して完全な構造にすることが容易であるから、爆発性ガスの清浄に適している。

主なる適用例

- (1) 高炉ガスの清浄
- (2) ウインクラ発生炉ガスの清浄
- (3) タールミストの捕集
- (4) 塵芥処理排ガスの清浄
- (5) セレン等有価物の回収
- (6) 金属精錬における鉄塵の捕集



第1図 湿式電気集塵装置
Fig. 1. Wet Type Electric Precipitator

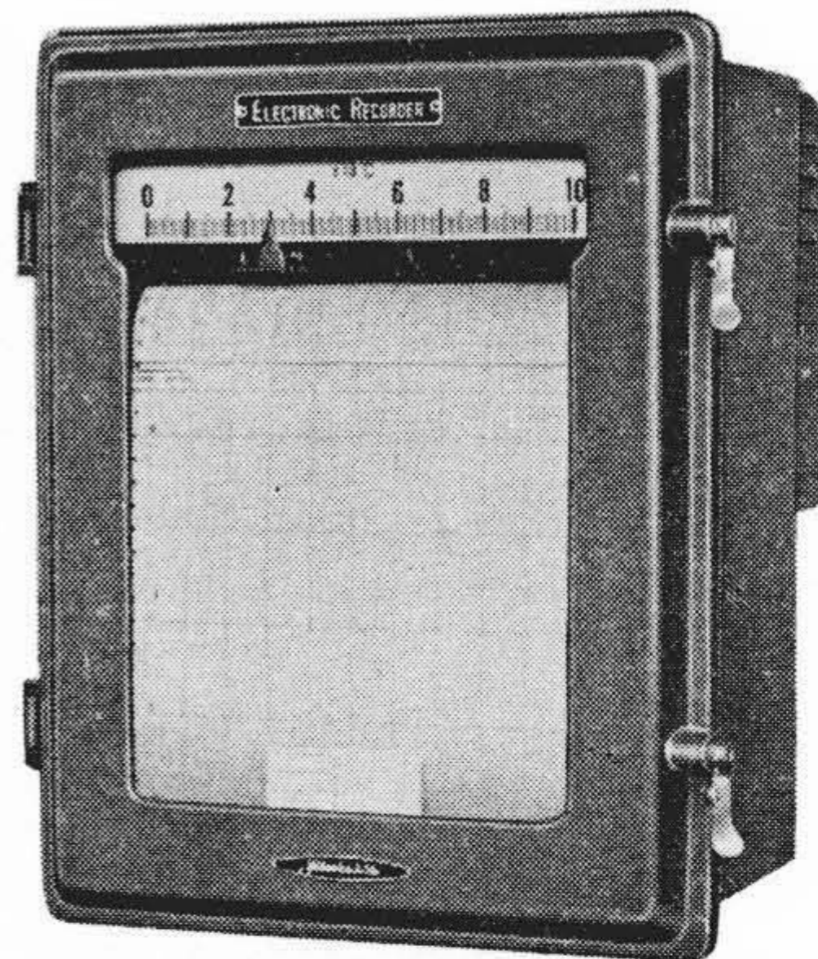
- (7) 炭塵、カーボンブラックの捕集
- (8) 空気清浄装置

TVK 型 電 子 管 式 温 度 記 録 計

Type TVK Electronic Temperature Recorders

本器は微小な変化を電子管増幅器で増幅し、平衡用モータの強力なトルクで記録用ペンを駆動すると共に測定回路を平衡させる電子管式自動平衡零位方式によるものであるから現場で遭遇し勝ちな高温、多湿、塵埃、振動などによつて影響されることが少く、耐久的な構造で、しかも 0.5% という高精度でありながら動作は極めて安定している。

火力発電所などにおける熱効率の改善に温度の正確な測定記録は不可欠な問題である。現場向計器としての条件を十分に満足する本器の 250mm 幅チャート上の記録結果は明日の熱効率を向上させる貴重な資料となるであろう。



第1図 TVK型電子管式温度記録計
Fig. 1. Type TVK Electronic Temperature Recorder