



平成12年度 ものづくり人材支援基盤整備事業  
- 技術・技能の客観化、マニュアル化等 -

## 築炉技能マニュアル - 基礎編

平成12年7月

中小企業総合事業団  
情報・技術部

## はじめに

中小企業総合事業団では、中小企業庁が進める国の重要施策である、中小企業のための数々の施策を実施しています。

さて、中小企業総合事業団では平成11年度「ものづくり人材支援基盤整備事業」において、技術・技能の客観化、マニュアル化等を行うことが、技術・技能の継承を図る上で重要と考え、それらを必要とする業界を対象に、「平成11年度ものづくり人材支援基盤整備事業—技術・技能の客観化、マニュアル化等—築炉技能マニュアル基礎編」を作成いたしました。

最近の中小製造業の現場では、熟練技術者・技能者の高齢化が目立ち、退職後の製造現場の能力維持等が問題となってきています。

これは、熟練技術者・技能者、その個人の持つ技術・技能を後継者に伝承することにより、解決されうるものでありますが、その伝承・技能には訓練が伴い、適切な指導を行える指導者と時間が必要であります。

そこで、業界団体を通じて各中小企業者に本件を有効に活用頂き、技術・技能を継承すべき若年層等の人材の確保・育成の一助になれば幸いに存じます。

なお、本書の作成にあたり、ご協力頂きました関係者各位に厚く御礼申し上げます。

平成12年7月

中小企業総合事業団  
情報・技術部  
部長 鈴木 達也

# 目 次

## 築炉技能の概要

1. 築炉工具および機械の種類 .....	1
(1) れんがごて .....	1
(2) とんかち .....	1
(3) 片手ハンマ .....	1
(4) 木づち、プラスチック(リッチ)ハンマ .....	1
(5) 目切り .....	2
(6) たがね(チス) .....	2
(7) 両刃 .....	3
(8) れんが切り用のこぎり .....	3
(9) 目地ごて .....	3
(10) 平ごて .....	3
(11) とろ箱 .....	3
(12) とろ舟 .....	4
(13) とろ桶 .....	5
(14) がんづめ、じょれん、くわ .....	5
(15) こて板 .....	5
(16) 片手ひしゃく .....	5
(17) 角スコップ .....	5
(18) 練り鉄板 .....	5
(19) ふるい、小目ふるい .....	5
(20) バケツ .....	5
(21) 墨つぼと墨さし .....	5
(22) 氷盛り .....	6
(23) 水平器(水準器) .....	6
(24) さげふり .....	6
(25) 折り尺、スケール、巻き尺 .....	6
(26) さしがね .....	7
(27) 自由がね .....	7
(28) コンパス .....	7
(29) 氷糸 .....	7
(30) ほうき、ちりほうき .....	7
(31) ブラシ .....	7
(32) 木工用具 .....	7
(33) 掃除用具 .....	8
(34) 測量機器 .....	8
(34 - 1) トランシット .....	8
(34 - 2) レベル .....	8
(35) れんが加工機 .....	8
(35 - 1) れんが切断機 .....	8

( 35 - 2 ) 研磨機 .....	9
( 36 )モルタルミキサ .....	9
( 36 - 1 ) タイヤ付きウエットパン .....	9
( 36 - 2 ) 羽根付きミキサ .....	10
( 36 - 3 ) ドラム形セメントミキサ .....	10
( 37 ) ジャッキ類 .....	10
( 38 ) ランマ .....	10
( 39 ) スタッドウェルダ .....	10
2 築炉の段取り .....	12
( 1 ) 墨出し .....	12
( 1 - 1 ) 中心線( センターライン ) .....	12
( 1 - 2 ) 水平基準線( 高さの基準線 ) .....	12
( 1 - 3 ) 縦横の基準線 .....	12
( 2 ) やりかた .....	13
( 3 ) れんがの割り付け .....	14
( 3 - 1 ) れんが割り付けにおける基本事項 .....	14
( 3 - 2 ) 作業能率のよいれんが割り付け .....	14
( 3 - 3 ) 並形れんがと加工れんがの名称と仕様 .....	14
3 築炉施工の方法 .....	16
( 1 ) れんが加工 .....	16
( 1 - 1 ) 加工に必要な寸法の出し方 .....	16
( 1 - 2 ) 墨付け作業 .....	23
( 1 - 3 ) れんがの切断 .....	23
( 2 ) せり枠製作、取り付け、取り外し .....	25
( 2 - 1 ) 円形せりのせり枠の製作と取り付け .....	25
( 2 - 2 ) かさぜり( 傘ぜり )のせり枠 .....	26
( 3 ) れんが積み用モルタル( とろ )の練り方 .....	27
( 3 - 1 ) 耐火れんがと耐火断熱れんが用モルタルの練り方 .....	27
( 3 - 2 ) 赤れんが用モルタルの練り方 .....	27
( 4 ) れんが積みの基本動作 .....	29
( 4 - 1 ) れんが積みの基本姿勢 .....	30
( 4 - 2 ) れんがのつかみ方と取り扱い方 .....	31
( 4 - 3 ) れんがごての握り方 .....	31
( 4 - 4 ) 付けとろ .....	31
( 4 - 5 ) 敷きとろ .....	32
( 4 - 6 ) れんが積みの要領 .....	33
( 5 ) れんが積み様式と施工上の注意 .....	37
( 5 - 1 ) 平壁積み .....	37
( 5 - 2 ) 平壁積みの施工上の諸注意事項 .....	41
( 5 - 3 ) せり( 迫り・アーチ )及び円筒などのれんが積み .....	45

( 6 )目地処理 .....	53
( 6 - 1 )耐火れんがの目地処理 .....	54
( 6 - 2 )赤れんがの目地処理 .....	54
( 7 )不定形耐火物の施工法 .....	55
( 7 - 1 )キャストブル耐火物の施工法 .....	55
( 7 - 2 )プラスチック耐火物の施工法 .....	57
( 7 - 3 )その他の不定形耐火物の施工法 .....	58
( 7 - 4 )不定形耐火物用金物とれんがの取り付け .....	59
( 7 - 5 )不定形耐火物施工後の処置 .....	59
( 8 )繊維質耐火物の施工法 .....	60
( 8 - 1 )セラミックファイバのライニング法 .....	60
( 8 - 2 )施工工具と支持具 .....	64
( 8 - 3 )作業手順および施工上の注意 .....	64
4 炉に生じる損傷の原因と修理方法 .....	66
( 1 )損傷の種類、原因および防止方法 .....	66
( 1 - 1 )使用耐火材料に起因する損傷 .....	66
( 1 - 2 )築炉作業の方法に起因する損傷 .....	68
( 1 - 3 )築炉環境に起因する損傷 .....	69
( 1 - 4 )炉の構造に起因する損傷 .....	69
( 1 - 5 )操炉に起因する損傷 .....	71
( 2 )炉の修理方法 .....	72
( 2 - 1 )冷間補修方法 .....	72
( 2 - 2 )熱間補修方法 .....	72

参考文献 築炉技能士受験テキスト (日本工業炉協会)  
 築炉技能ハンドブック (日本築炉協会)  
 耐火物手帳 99 (耐火物技術協会)  
 (第3 - 74 ~ 77 図) 上記手帳より転載

# 築炉技能マニュアル 基礎編

## 築炉技能の概要

築炉とは、工業炉や焼却炉などの内側高温部分を耐火物で構築する作業をいう。

築炉の対象である工業炉は、燃料や電気を熱源として加熱することにより、素材を製品に近づけたり品質の改善をしたりする設備であり、あらゆる産業に使用されその種類名称は多岐にわたっている。また、火力発電その他の大型ボイラ、都市ごみ、産業廃棄物焼却炉なども築炉の対象の分野である。

築炉に使用する材料を耐火物または炉材という。炉材には各種あるが、築炉される炉に応じたものが選択使用される。築炉した炉が、十分に能力を発揮し、寿命を長く保つためには、適切で良質の炉材を使用し、高度な接術を身に付けた技能者によって築炉されることが必要である。

本マニュアルは、築炉作業に携わることを志す者にとって、知っていなければならない諸々の知識や技能を教示するものである。

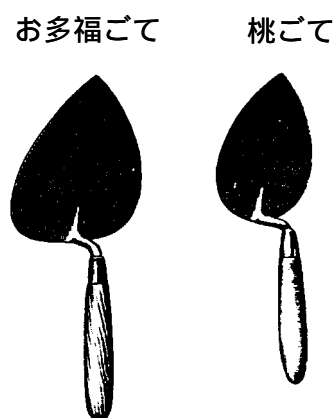
## 1. 築炉工具および機械の種類

### (1) れんがごて

日本の築炉技能者が通常使用している煉瓦積み用の鋺（ごて）は、お多福ごて、桃ごての2種類である。両方とも1番から5番まであり、番手が増すにつれ小形になる。

煉瓦積み用としてはモルタルを多量にすくえる1番や2番のごてが一般に使われている。ごての材質は銅製で耐火煉瓦積み用は薄手のものがよく、厚手の場合はセメントモルタルなどを用いる赤煉瓦積み用として使われる。第1-1図は煉瓦鋺の図と番手を示している。

煉瓦鋺はモルタル（トロ）のこね、すくい上げ、煉瓦への付けトロや敷きトロ、煉瓦面に付いたトロ落としなどに用いる。煉瓦鋺は使用后、付着したトロや水分をふきとり、錆びないように心掛ける。また、長期間使用して小さくなった鋺は作業能率を低下させるので買い換える。



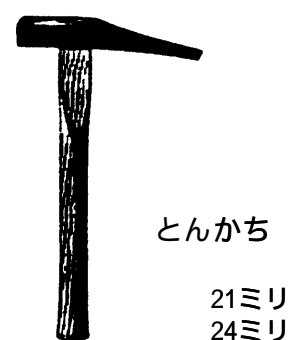
第1-1図

### (2) トンカチ

煉瓦積みを使うトンカチは、一辺が21mmから27mm角の打ち側と、刃形にそげた削り側からなっている。

柄は樫などの樫木が使われている。トンカチの打面は積んだ煉瓦のくせとり、目地締めのための叩き、煉瓦積みをしながらの簡単な荒削りや煉瓦加工、小形アーチの攻め煉瓦の打込み、目切りやたがねの殴打などに使われる。刃は煉瓦を削ったり、目切りを必要としない程度の大まかな煉瓦切断をしたり、また煉瓦についているトロを落としたりするときに使われる。したがってトンカチは、煉瓦鋺と同様に、作業中は常に身近に置かなければならない。

トンカチの打面が正角な四角になっているのは、その角で煉瓦を切り割る時に使うからである。角が欠けたり頭が丸くなったトンカチは修正するか買い換えなければならない。トンカチなどの修繕は、慣れた鍛冶屋に頼み、焼入れ焼戻しを完全にしておくべきである。焼戻しが不完全な場合は、トンカチの頭の角が欠けて破片が飛び、手などに怪我をすることがある。また炉修などの場合のように煉瓦積み作業はしばしば高温下で行われるから、トンカチの柄は乾燥してゆるみがちになる。柄のゆるんだトンカチをそのまま使うことは危険であり、作業能率も低下するので、直ちになおさなければならない。



第1-2図

### (3) 片手ハンマ

煉瓦積み用のトンカチは、(2)で述べたように主として煉瓦積み作業中に用いられる。したがって、煉瓦積み作業以外の付帯作業では、なるべくトンカチは使わず、別途に用意した片手ハンマを使う方がよい。

たとえば、コンクリートのはつりや、多量の煉瓦加工の目切りやたがねを打つ場合は、トンカチよりも重い片手ハンマを使うべきで、能率も良いし仕事も楽である。

片手ハンマは1.5kg、2 kg ぐらいのもので、柄をやや短く切り詰めたものが使いやすい。

#### (4) 木槌、プラスチック(リッチ)ハンマ

煉瓦積みで、据えた煉瓦の目地締めや、くせ直しのための叩き、アーチ積みの攻め煉瓦の打ち込みなどに使用する。トンカチでは煉瓦に傷がついたり破績したりする恐れのある場合や、施工仕様上で要求されている場合は必ず使用しなければならない。

木槌は大形異形煉瓦積み用で打頭径8 cm程度のもの、並形煉瓦積み用で5 cm径ぐらいのものを2個用意する。

#### (5) 目切り

目切りは煉瓦を正確に切断するとき用いる。切断する為に墨付けされた線に沿って目切りの歯を当て、トンカチかハンマで頭部を叩いて煉瓦を切断する。目切りは、タイルや瓦用の小目切りと煉瓦用の目切り、石工用の大形の目切りなどが市販されているが、通常刃の巾が9 cm程度のもので耐火煉瓦積みには使用されている。

大形異形煉瓦を大量に加工する場合は、石工が使用している刃先がやや中高で厚目の大型目切りがよい。これに重めの片手ハンマを併用すると目切りの効きめがよいから楽に早く切断することができる。また小目切りは、タイルやテラカッタ、赤煉瓦の切断、割れやすい耐火煉瓦の羊かん切りや、円形の内径部分の小細工加工などに適している。

なお、大規模な築炉工事の場合は、煉瓦の加工が大量にあるので、後述の煉瓦切断機が使用される。目切りは、トンカチやハンマで叩かれる頭部と、煉瓦の切断線に当てられるくさび形の刃先とでできている。

使い古して頭部がささくれだつた目切りは、その部分が打たれた衝撃でとび散るので、目切りを持つ手などにささり危険である。また刃先が欠けたり丸くなった目切りは、煉瓦切断面の精度を欠き、作業もはかどらないから、修理するか買い換えなければならない。目切りは煉瓦積み用工具の中でも、最も小形であるから、落としたり、煉瓦などにまぎれたりして失いやすい。

したがって、保持には十分注意し、万一なくしても、作業に差し支えないように予備を1個用意しておくとうい。

目切り



60ミリ 75ミリ 90ミリ

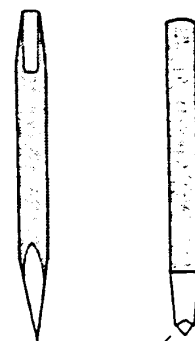
第1 - 3 図

#### (6) たがね(チス)

たがねは英語でチスとも呼ばれている。築炉作業では、煉瓦を目切りで切断したとき、切断面に残った凸部をはつり取るために使用される。材料は丸または八角の棒状の鋼で作られ、ハンマで叩かれる頭部と、角錐形にとがった刃先からなっている。市販のものとしては、9、12、15、18、21、24、30mm径の太さのものがあるが、煉瓦加工用としては21mmぐらいのものが多く使われている。たがねの刃先は、使用中に次第に磨耗して丸くなっていくから、ときどきグラインダにかけたり火造りしたりしてとがらし、焼入れ焼戻しをする。新調または火造りしたての刃先は、鋭く尖っていて欠けやすいので、最初のうちは軽く使いながらならしていくとうい。

材質が軟らかいたがねは、ハンマの叩きによって頭部が次第にくずれ、さ

たがね



タンガロイ鋼

第1 - 4 図

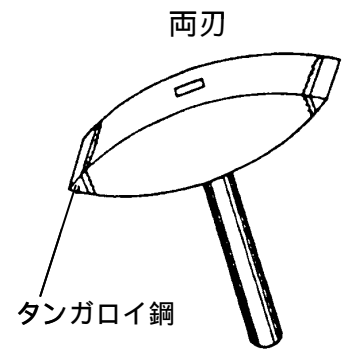


さくれだつて傘のようになり、硬すぎるものは縁が欠けて飛ぶ。いずれの場合も危険であるから、自製するときには材料の選定に注意する。なお、最近では刃先に「タンガロイ鋼」をろう付けしたたがねが多く用いられている。

(7) 両刃

両刃は、たがねで凸部をはつた後の煉瓦の切断面を平らに削って仕上げるのに使われる。現在はT社で開発された「タンガロイ」鋼を刃先に真ちゅうでろう付けした第1-5図に示すような両刃が主に使われている。

タンガロイ両刃は、刃の強靱さの外に、母体である鉄の部分の重量が従来の両刃に比べ重くてきているので、研削効率が良い。したがって、従来はたがねで荒削りをしてから両刃で削っていた作業工程を、タンガロイ両刃のみで行うこともできる。しかしながら、その威力を過信して硬質煉瓦などの荒削りを乱暴に行くと、刃こぼれやろう付部剥離などを起こすので十分に注意をする。



第1-5図

(8) 煉瓦切り用のこぎり

軟らかい珪層土質の耐火断熱煉瓦などは、煉瓦のこぎりを用いるとよい。

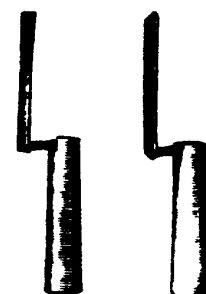
(9) 目地ごて

目地鋺は、積み終わった後の煉瓦間の目地埋めや、目地詰め、目地押しに用いられる。

目地鋺は、目地に接する鋼の幅が3、4.5、6、7.5、9、12、15mmなどのものが市販されているが、耐火煉瓦の目地用としては、3、4.5mm程度の面が平らなものを用意すればよい。それ以上の巾のものは赤煉瓦やブロックなどの化粧目地用として使われている。

目地鋺の手入れも、煉瓦鋺と同様に錆びさせないよう留意すること。

平目地ごて	3	ミリ
	4.5	"
	6	"
	7.5	"
	9	"
	12	"
	15	"
	21	"
	24	"
	27	"
	30	"



第1-6図

(10) 平ごて

平鋺は、煉瓦を積むのに使用されることはないが、煉瓦積みの上にモルタルを塗ったり、キャストブル耐火物を鋺塗りするときなどに使う。左官が用いる第1-7図のようなもので、長さが150~180mm程度のを1丁用意しておくことと便利である。



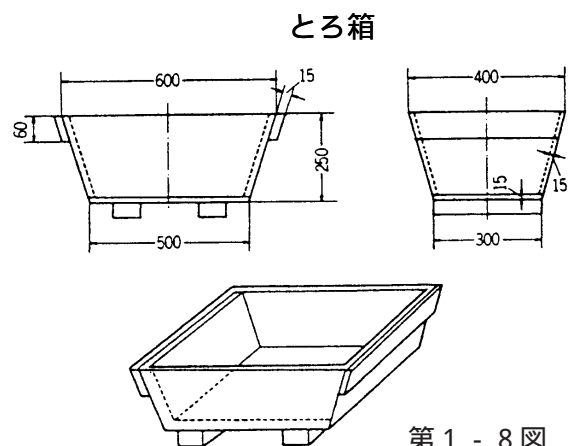
第1-7図

(11) とろ箱

とろ箱は、とろ舟やミキサで練られた耐火モルタルを入れるために、築炉技能者の手近に配置される箱である。

煉瓦積みの進行に伴って、作業者と共に前後上下に移動するものであるから、あまり大容量のものは不便である。寸法は各作業場によって多少の大小はあるが、第1-8図に示すように上部の長さで60cm x 40cm 深さが30cm程度の逆台形のものが多い。持ち運びやすいように、小口面の左右上端に手掛けを付ける。

またト口箱や持ち運び用として第1-9図、第1



第1-8図

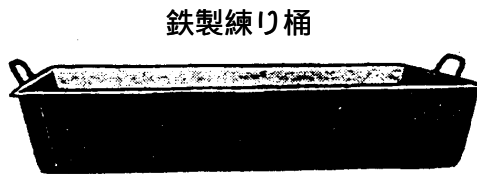


- 10 図のような鉄製の練り桶やバケツも使われている。

受け入れるモルタルの種類が変わるときは、前のモルタルをきれいに取り除いてからにしなければならない。

セメントモルタル、気硬性モルタル(エアーセットモルタル)、キャストブル耐火物などにとる箱を使用したときは、箱の中に残しておくで硬化して取り除けなくなるので、作業後はなるべく早く入念に掃除しなければならない。また、鉄製のとる桶やバケツは、錆が生じやすく、モルタルに悪影響を及ぼすので、使用前使用後の手入れは十分に行わねばならない。

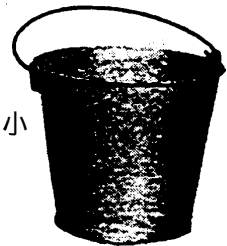
大 75cm × 120cm  
(2.5尺) × (4尺)  
中 60cm × 90cm  
(2尺) × (3尺)  
小 45cm × 60cm  
(1.5尺) × (2尺)



鉄製練り桶

第 1 - 9 図

左官用バケツ  
(つる付)  
亜鉛鉄板製 大・小



第 1 - 10 図

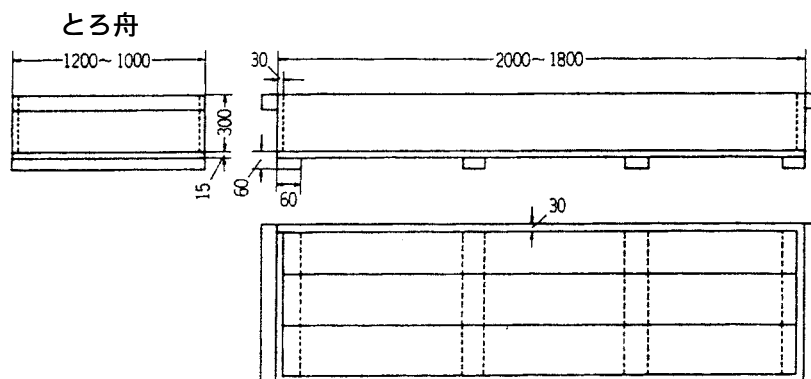
### (12) とる舟

最近の築炉工事においては、とる舟を使って耐火モルタルを練ることはなく、能率の良いモルタルミキサが使われている。しかし、ミキサで練り上げられたモルタルの一時的な貯槽としても使用することもあるので、従来からの使い方も参考として記述することとする。

とる舟は、耐火モルタルの浸し、練り、練り上げたものの貯蔵などに使用される。ミキサで練る場合と違い、粉末状の大量のモルタルにいきなり水を入れて練り始めることは、人力では非常に困難である。したがって、煉瓦積みに必要なモルタルは、作業の前日か数時間前に水分をモルタル粉末に十分含ませておかなければならない。方法としては、とる舟に必要な量のモルタル粉末を入れてならし、その上に水を張っておく。一定の時間水張りされたモルタルは容易に鍬や、鋤簾(じょれん)で均一に練りあげることができる。また、このようにして練られたモルタルは可塑性(ねばり)を生じ、延びがよいから使いやすい。

とる舟の大きさは第 1 - 11 図に示すように、大略長さ 180cm × 幅 120cm × 深さ 30cm ぐらいのものがよい。この程度のとる舟で、粘土質モルタル(シャモットモルタル)ならば、約 500kg を一度に練り上げることができる。これは粘土質(シャモット)並型煉瓦約 2000 個が積める量である。したがって、積む煉瓦の量とモルタルの種類などに応じて、とる舟の数を用意すればよい。

なお、乾燥したり新造したてのとる舟で、とるに水張りする場合は、木の継目から水が漏れるから、あらかじめ練ったモルタルで舟の内面を目張り塗りをしておくとよい。なお鉄板製のとる舟は、錆がモルタルに混入しやすいから、使用後よく掃除をしておく。



第 1 - 11 図

(13) ころ桶

ころ桶は、ころ舟やミキサからころ箱にモルタルを運ぶのに使う。石油缶、バケツなどを利用してよい。

(14) がんづめ、鋤簾(じょれん)、鍬(くわ)

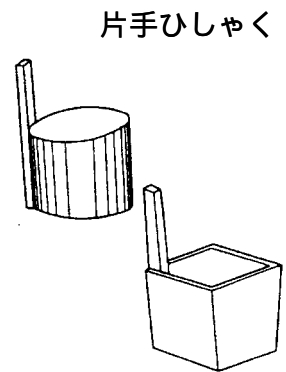
いずれもト口舟の中のモルタルの攪拌、扱い上げなどに使用される。次に掲げる(15)から(20)の工具は赤煉瓦積み用に使用される。

(15) 鏝板

一般には左官が壁塗りに用いるものよりやや小ぶりのものであり、赤煉瓦積みした後に化粧目地をするためのセメントモルタル受けに使う。20cm角の板のひとすみを斜めに切った木の板の裏面に、垂木(たるき)の取手をつけたものである。鏝板にのせた目地用モルタルを、赤煉瓦用目地鏝ですくい上げながら目地に押し込む。

(16) 片手柄杓(かたてひしゃく)

片手柄杓は、赤煉瓦積み作業には欠かせないものの一つである。手もとのころ箱に支給されるセメントモルタルは、水分を少なめに混ぜられた「かわころ」であり、煉瓦を積む者はこれに適量の水を更に加えて使いやすく混練しなければならない。片手ひしゃくはこの水を近くに備えられた水槽から汲みとるためのもので、常時身近に置くこと。また、赤煉瓦積みを行うセメントモルタルの「流しころ」(後述)のときにも必要なものである。片手ひしゃくは第1-12図のように、風呂の汲み出し桶のような形のを、缶詰めの空缶などに柄をつけて作ればよい。容量は2~3l位のものが使いやすい。



第1-12図

(17) 角スコップ

赤煉瓦積み用セメントモルタルを混練するのに使う。

(18) 練り鉄板

セメントモルタルの混練をこの上で行う。大きさや材質は、3.2、4.5mm厚の3×6、または4×8の市販の鋼板が良い。

(19) ふるい・小目ふるい

ふるいは、セメントモルタル用の川砂をふるうのに使う。小目ふるいは、赤煉瓦の化粧目地用に用いる川砂の微粉をふるい分けするのに用いる。

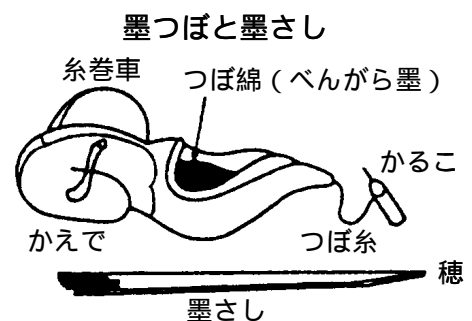
(20) バケツ

水などの運搬に用いる。

注)大量に赤煉瓦を積む場合、セメントモルタルはミキサによって練られる。

(21) 墨つぼと墨さし

墨つぼは、墨出し作業での長い直線を墨打ちするのに用いる。墨打ちの際は、墨を含ませたつぼ糸をやや強く張って、打面に直角につまみあげて打つ。つぼ糸は絹糸が適し、つぼ綿は真綿を使用する。銅板のように黒い色のものへの墨付け



第1-13図

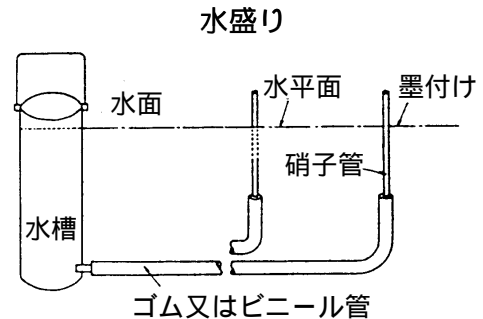
には、白色または黄色を用いるとよい。

墨さしの平らな部分は線を引くために用い、穂先は字や記号などを書くのに使う。墨さしの、ささら部の割込みは、12cmに対し42枚の割合にのみで割るのが標準とされている。ささら部はいつも薄く削って使用する。

### (22) 水盛り

水盛りは、小規模の面積の墨出し作業で、水平線を出すのに用いる。Y型レベルやトランシットでは見通せないようなところに水平を出すのにも便利である。

水盛りは第1-14図に示すように、固定した水槽に入っている水の面と、同じ高さの面が透明な硝子管、または、ビニール管に出るので、この面を所要の複数箇所に墨付けし水平面を出すもので、使用上の注意としては、水槽位置を動かさないこと、水は半分以上の高さまで入れておくこと、計測中には水槽及び水管の水をこぼさないこと、水管中の気泡を完全に抜いておくことなどである。



第1-14図

### (23) 水平器 (水準器)

水平器は、墨出し作業や煉瓦積み中に、部分的な水平や垂直度を当るのに用いる。第1-15図に示すように、木製または金属製の定規の中に、水平度と垂直を示す水と空気泡が封入された2個のガラス管が封入されている。測定する個所に水平器を当て、水管中の気泡の中心と、水管に引かれた中央線と完全に重なるように、測定個所を調整する。水平のときは平らに、垂直のときは縦に副わせて用いる。

水平器は、使用する前に正確かどうか常に点検しなければならない。点検法としては一定の面に水平器を置き水管中の気泡の位置を確認しておき、次に左右を逆にして置く。この時の気泡の位置が前の位置と同じなら、水平器は正確である。もし、狂っていたら必ず調整してから使用すること。取扱い中、落としたり衝撃を与えたりしないこと。水平器は木製のものより鉄やアルミ製のものの方が狂いが生じにくい。

### (24) さげふり

さげふりは、上下の垂直線(鉛直線)を求めるために用いるもので、第1-16図のように下部が円錐形をした金属のおもりを糸で吊ったものである。風が強いときは揺れて誤差が生じやすいから注意する。

### (25) 折り尺、スケール、巻き尺

折り尺やスケールは、比較的短い長さ(3m以内)の測定に使用する。従って常に携帯していなければならない。

長い距離を正確に測定するには、巻き尺を使う。

布製のものは汚さないように、鋼製のものは錆びさせないように注意する。

### 水平器



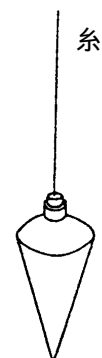
木製水準器



鉄製水準器

第1-15図

### さげふり



第1-16図

(26) さしがね

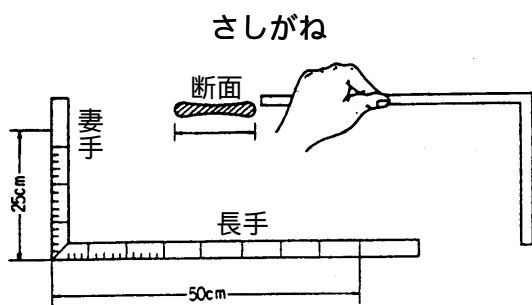
さしがねは、別名かね尺(曲尺)とも呼び、第1-17図に示すように直角に曲がった金属製の定規で、使用範囲が広い。さおは中央部と両端の厚みをそいで薄くしてある。さしがねのさおの長い方は長手、短い方は妻手と呼ばれ、目盛りはメートル、尺、インチのものがある。

さしがねは寸法の測定、直角、曲線、勾配などを求め、斜めに使うことによって所定寸法を等分割することもできる。表目と裏目の関係は、表目を正方形の一辺の長さとして、裏目はその対角線の長さが刻まれている。

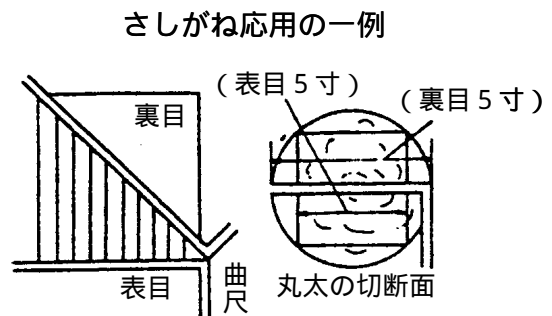
さしがねの利用はいろいろあるが、その一例を述べる。

第1-18図に示すように、丸太の切り口の直径をさしがねの裏目で計り5寸あれば、この丸太から表目5寸の角材がとれることになる。

さしがねを使って直角の線を引くときに注意すべきことは、必ず基準となる面や線に長手を正確に当て、妻手に沿って墨線を引くことである。



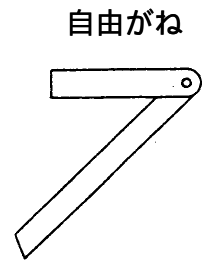
第1-17図



第1-18図

(27) 自由がね

自由がねは、さしがねの直角部の角度を自由に変化できるように作られたもので、角度のうつしなどに用いられる。



第1-19図

(28) コンパス

コンパスは、真円を描いたり、寸法を等分割したり、スケールなどで測定できない穴の内部寸法をうつし取ったりするのに使われる。内パスと外パスの2種類がある。

(29) 水糸

水糸は、煉瓦を積むときにやりかたの間に引き通し、これに沿って煉瓦の面を合わせるために用いる。また、煉瓦壁を積み上げるとき、壁の角に上部から垂直につり下げて、この糸に角を合わせ、壁の傾斜するのを防ぐためにも用いる。太さは3号くらいのものがよい。

(30) ほうき、ちりほうき

ほうき類は、煉瓦積み周辺、壁面などの清掃に使う。

(31) ブラシ

ブラシは、積み終わった赤煉瓦壁の表面を水洗いしたり、ベンガラ塗装をしたりするのに使う。



第1-20図

(32) 木工用具

耐火煉瓦積み、赤煉瓦積みを問わず、せり碎などを作るための木工用具として、のこぎり、かんな、

かな槌、くぎ抜きなどが必要である。

### (33) 掃除用具

煉瓦積み現場の掃除用として、ほうき、スコップなどを用意する。

### (34) 測量機器

小規模な築炉工事での測量や墨出しは、前述で述べた水盛りや水平器などで間に合うが、大規模な工事現場の場合や、精密度を特に必要とする場合には、トランシット（転鏡儀）やレベル（水準儀）を使用する。

#### (34 - 1) トランシット

トランシットは、築炉工事の場合、主として炉のセンターラインを出すのに用いる。

トランシットは水平角及び縦角(仰角)を測定することができる。トランシットの主要な部分は、望遠鏡、水平と高度の角度測定装置および整準装置である。

トランシットの取扱い方の詳細は、機器のメーカーによって多少異なるから、その機種の手取り扱い説明書に従う。

#### (34 - 2) レベル

レベルは、主として水平線に移設するのに用いる。

レベルは、Y型レベルともいい、主要な部分は望遠鏡、水準管、整準装置である。トランシットと違い縦角測定装置がないので仰角の測定はできない。また測定する対象物との間に障害物などがあつたり、見通せない場所では使用できない。

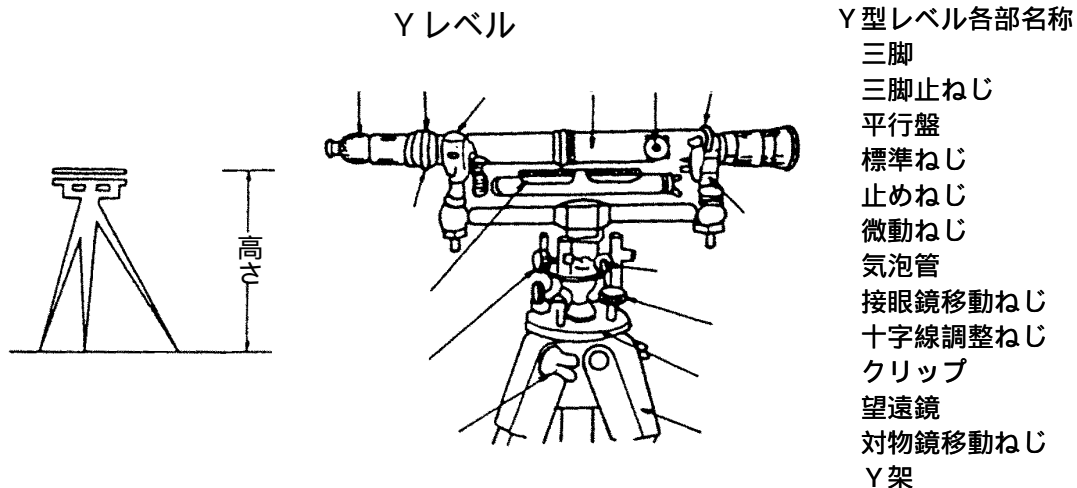
使用上の注意としては、測量範囲のなるべく真中に据え付ける、三脚上のレベルの高さは測量者の目の位置よりやや低目にする、水平に据えるための気泡管の調整をねじで完全に行ってから測定に入ることなどである。

### (35) 煉瓦加工機

#### (35 - 1) 煉瓦切断機

煉瓦切断機は次のような場合に用いられる。

- A. 同一形状の加工煉瓦が大量にある場合。
- B. 厳密な寸法に煉瓦を切断しなければならないとき。
- C. 切断面を平滑に切るとき。



第 1 - 21 図



D．手工具によっては切断が容易でないとき。

煉瓦切断機は大形、小形のものや、各種形式のものが使われている。機構としては、第1 - 22図、および第1 - 23図に示すように、薄い円形といし刃を回転させて煉瓦に押し付け、削り切る形式のものが現在は多用されており、湿式と乾式に分かれている。

使用される刃はダイヤモンド、カーボランダム、アランダムなどを用いて作られ、切断機及び切断物の硬度などにより使い分けられている。

切断機を用いるときの注意としては、といし刃の亀裂の有無を確認してからセットすること、作業者は回転直線方向から左側によけてスイッチを入れること、煉瓦は軽く押えて切断すること、などがあげられる。

煉瓦切断機を築炉工事に使用するかしないかは、煉瓦切断加工作業の能率性、経済性、精密度、などや下記の事項を考慮して決定すべきである。

- A．機械持込みや据え付けに費用と時間がかかる。
- B．といし刃が高価である。
- C．煉瓦積み場と、切断場と距離が離れるから、往復の手間がかかる。
- D．複雑な形状や曲線の加工はできない。
- E．安全上の注意、水や埃の処理などが必要である。

れんが切断機



第1 - 22図

れんが切断機



第1 - 23図

### (35 - 2) 研磨機

研磨機は、煉瓦寸法の誤差の修正、加工、煉瓦積み後の修正削りなどに使用される。煉瓦製造工場には大形のものが据え付けられているが、築炉工事現場で一般に使用されているものは、軽便なハンドグラインダが多い。

### (36) モルタルミキサ

ミキサは、コンクリート、セメントモルタル、耐火モルタル、不定形耐火物(キャストブル耐火物)などを混練する機械で、動力源は電動機や内燃機関エンジンが用いられている。少量のモルタル類は手練りでよいが、大量のモルタルを練るにはミキサを使う。

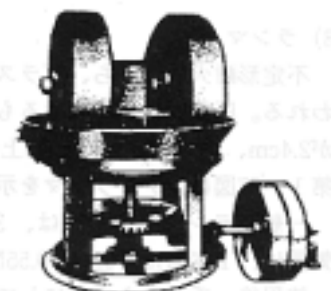
ミキサの種類はいろいろあり、大きさも各種あるから、練るものの種類、量などに応じたものを選ぶとよい。築炉工事に使用されるミキサは大別して次の三種類がある。

#### (36 - 1) タイヤ付きウェットパン

主として粘性の強いモルタル類の混練に用いる。使用法は水をやや少なめの80～90%入れて固めに練りあげる。

次に残りの10～20%の水を加え使いやすい状態に仕上げる。第1 - 24図にタイヤ付きウェットパンを示す。

タイヤ付きウェットパン



第1 - 24図

(36 - 2) 羽根付きミキサ

ウェットパン形によるタイヤの代わりに第1 - 25図のような攪拌羽根をそなえたもので、セメントモルタル、キャストブル耐火物、耐火モルタルなどの混練に使用される。



第1 - 25図

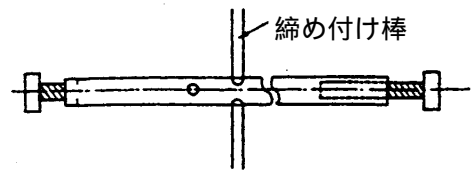
(36 - 3) ドラム形セメントミキサ

つぼ状の回転する容器の内側に、かくはん用羽根がらせん状に内張りされているもので、粘性の少ないコンクリート、セメントモルタル、キャストブル耐火物などの混練に使用する。口をななめにして混練物を回転かくはんし、混練が終わったら口を下に傾けて、回転しながら物を流し出す。動力機付きの大形のものから、手動ハンドル式の小形のものまで、種類がある。

(37) ジャッキ類

人力で動かさない大形の煉瓦、例えば溶鉱炉の炉底のカーボンブロック、ガラスのタンクファーンの種がわら煉瓦などを積むときの煉瓦締め付けや、ロータリキルンのような回転円筒の内張り煉瓦の締め付けなどにジャッキが使用される。油圧、ネジ式などがあり、形状、大きさについては作業に応じたものを工夫して製作したり購入する。

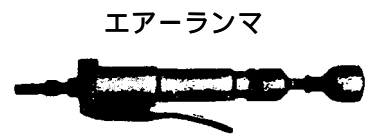
ロータリキルン巻き用ジャッキ



第1 - 26図

(38) ランマ

不定形耐火物のうち、プラスチック耐火物、スタンプ材などのつき固めに、ランマが使われる。圧縮空気で作動するものと、電動のものがある。大きさとしては、ピストン径が2.4cm、ストローク10cm以上のものが能率的である。第1 - 27図にエアランマを示す。



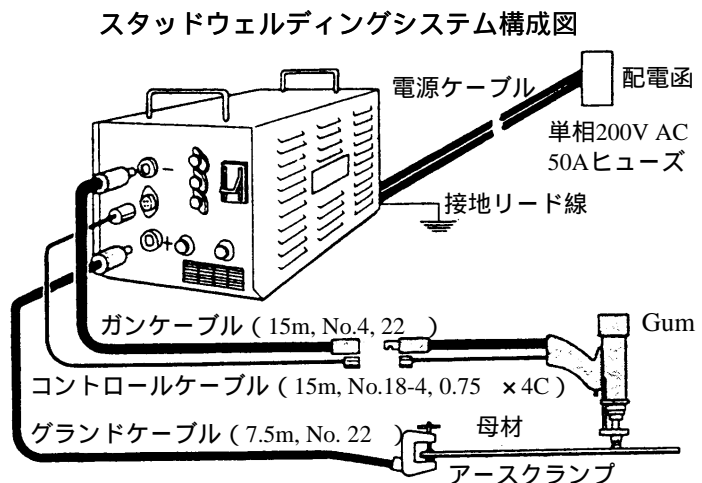
第1 - 27図

一般にランマの空気圧は、3 ~ 8 kgf/cm<sup>2</sup>、所要空気量は、1本当たり0.25 ~ 0.55Nm<sup>3</sup>/分程度である。

使用後、手入れを十分にして保管しないと、次回の使用に支障をきたすから注意する。

(39) スタッドウェルダ

スタッドウェルダは、不定形耐火物や、セラミックファイバ耐火物を施工するとき使用するスタッドピンを、ケーシングの鉄板に溶接するのに用いる。直流アーク方式で、スタッドピンを鉄板に瞬時に溶着させることができるので、従来の溶接棒を使う方式と比べ簡便で能率がよい。スタッドウェルダは、第1 - 28図のように、本体、溶接ガン、各種ケーブルより構成されている。溶接ガンは、スタッドピンの形状、材質により各種のタイプがある。作業は、アーク溶接特別教育修了者が行う。



第1 - 28図

まとめ

以上で述べた器工具および諸機器について、用途別に分類し、築炉技能者が常備すべきものと、施工者が準備すべきものとを大別して、第1 - 1表に示す。



第1-1表

築炉工事に使用する工具及び機器一覧表

符号	品名	れんが積み	れんが加工	目地仕上及び上塗り	不定形・セラミックスファイバ施工	測定・墨出しやりかた	材料練	わく・とろ舟箱作りほか	縄切り	運搬	掃除
1-1	れんがごて										
1-2	とんかち										
1-3	片手ハンマー										
1-4	木づち										
1-5	目切										
1-6	ちす(たがね)										
1-7	両刃										
1-8	れんが切のこぎり										
1-9	目地ごて										
1-10	平ごて										
1-11	こて板										
1-12	片手ひしゃく										
1-13	とろ箱										
1-14	とろ舟										
1-15	とろ桶										
1-16	がんづめ										
1-17	じょれん										
1-18	くわ										
1-19	角スコップ										
1-20	鉄板										
1-21	バケツ										
1-22	ふるい										
1-23	小目ふるい										
1-24	墨つぼ・墨さし										
1-25	水盛器										
1-26	水準器										
1-27	さげふり										
1-28	スケール・折尺										
1-29	巻尺										
1-30	さしがね										
1-31	自由がね										
1-32	コンパス										
1-33	水系										
1-34	ちりぼう										
1-35	ブラシ										
1-36	縄切りがま										
1-37	木工用具										
1-38	掃除用具 (電気掃除器)										
2-1-(1)	トランシット										
2-1-(2)	レベール										
2-2	れんが切断機										
2-3	研磨機										
2-4	ミキサ										
2-5	ジャッキ類										
2-6	ラマダ										
2-7	ウェルダ										

表記中 印は築炉技能者として常に現場に携帯すべきもの  
 印は築炉技能者として用意しておき必要に応じて携帯すべきもの  
 印は築炉工事現場で必要に応じ施工者が準備すべきもの

## 2 . 築炉の段取り

築炉工事での段取りとは、築炉作業を順調に行っていくために、あらかじめ工事に先行して準備をする作業のことである。

工事の規模により差異はあるが、工事に必要な諸材料、機器、型枠材、足場材、運搬、保管及び仮設設備などを用意したり、設置したりしておく必要がある。

本項においては、上記の諸段取り作業以降の、煉瓦積み作業を行うための段取りに付いて述べる。

### (1) 墨出し

墨出し作業とは、固定設置する構造物や、機械装置などの据え付け位置をあらかじめ決定するために、縦、横、高さの基本になる線を決めて墨打ちすることである。

炉は、建屋との取合せ、機械設備とのとりあいなどを考慮して設置される。従って炉の墨出しをする場合は、需要者側、施工、建築、関連設備の監督や責任者の立合いのもとに行わなければならない。

予め正確な位置に据え付けられた炉枠金物の中に築炉する場合に於いても、炉枠内部の水平度、垂直度、及び寸法の検査は必ず行うこと。僅かな寸法誤差なら、築炉作業で修正出来るが、大きな場合は築炉にかかる前修正してもらう。

炉枠の内側に打った墨は、築炉が進むにつれて耐火物でかくれたり、すれたり汚れたりなどして見えなくなりがちである。後日困らないように、再確認することができる個所に、マークを打っておくとか、逃げ墨を打っておくとかの対策が必要である。

次に墨出し作業の要領および注意事項に就いて述べる。

#### (1 - 1) 中心線 (センターライン)

炉枠の内部の中心線を出すには、炉前後の巾の長さの中心点を求めてこれを結んで墨打ちをする。長さの中心点を求めるには、巻尺などで長さを計り半分の長さを求めるか、両端から糸などを使ってコンパス方式で行ってもよい。炉床などに打った場合は、前記したようにいずれ見えなくなるから、炉枠の前後壁の高さ方向に延長しておくともよい。

#### (1 - 2) 水平基準線 (高さの基準線)

炉の水平基準線とは、作業上や、前後の設備との関連上、設計段階で定められた高さである。この高さを基準にして炉の水平墨を打ち、この線に従った築炉をしなければならない。図面上には水平基準線を作業線 (フロアライン = FL)、地上線 (グランドライン = GL) と記入されている。炉枠内や、たてやり方に水平墨をするときには、築炉工具の項で述べた水盛りや、トランシット、レベルなどを適宜用いる。

炉の基礎や炉枠金物ができていても、その水平面が傾いていることもあるから、水平度をあらかじめ計測して記録をし、関連工事の責任者の確認をとりつけておくこと。

僅かな傾き程度なら基礎を削るか、炉床の耐火物施工のとき調整することもできる。

#### (1 - 3) 縦横の基準線

粒の基準線は、前述の中心線を基準とすればよい。

横の基準線は、炉の前面や後面などを定める線であり炉の中心線のきめられた一点から直角な線を引けばよい。

中心線などから、直角な横の線を墨丸けしたい場合には、さしがね (かね尺)、コンパス、水系などを使ったぶんまわし方法が使われる。直角三角形の各辺の長さの比率 (3 : 4 : 5) を利用して巻き尺で行うこともできるし、広い個所ではトランシットを使うとよい。

### まとめ

墨出し作業で使われている各種の墨印を、第 2 - 1 図に示す。墨印の記号や名称は、業界により多少異なっている。

イ . 縦墨は、場所、材料などの 2 点を結ぶ墨の線。

ロ．芯墨は、中心線を示す線。

ハ．逃げ墨（返り墨）は、障害物などがあって墨打ちできない個所を避けて、打った平行の墨。図の場合、この墨より5 cm右によったところが本当の墨線であることを示している。

ニ．ろく墨（陸墨）は、水平墨のことである。ろく（陸）とは水平を意味する。

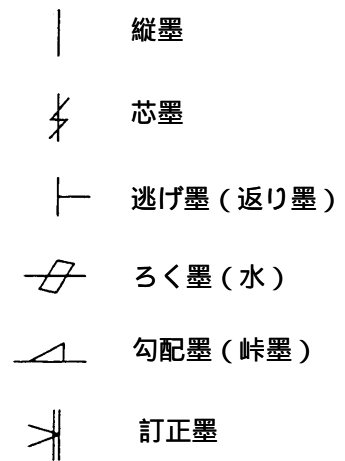
ホ．勾配墨（峠墨）は、傾斜角を示す線。

ヘ．訂正墨は、間違っ打った墨を訂正する為に、もう一本打った墨。この場合、右の墨が正しいことを示している。

ト．捨て墨は、図中にはないが、ろく墨（水平墨）などを打つ場合、仮に打ち易い高さや個所に打つ墨で、この線より上または下に、一定の寸法の平行した本墨を打つためのものである。

チ．刺墨は、本書の範疇には入らない。

なお、長い距離を墨打ちするときは、二点に張った墨糸の中間を指で押さえて、半分ずつ打つとよい。



第 2 - 1 図

### (2) やり方

やり方とは、築炉作業の煉瓦積みなどをするために、段割り定規や、垂直定規などを正確に固定することをいう。

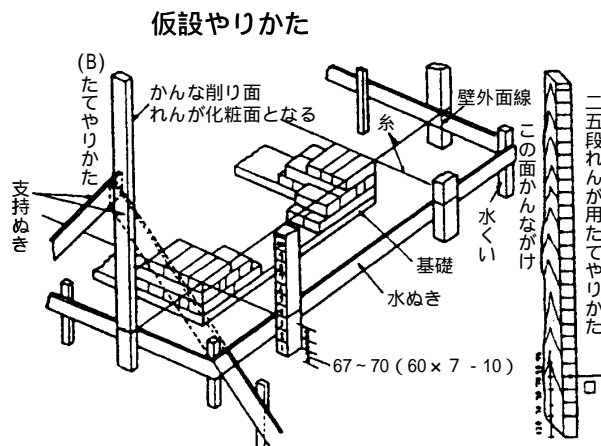
築炉の規模の大小や炉の形状などによって、やり方の設置方法は、種々工夫されており、特にきまりはない。

築炉の工事現場における建屋の柱、梁、壁などを利用したり、形鋼で仮設したり、材木を組み合わせてつくることもある。最近の築炉工事は、炉枠内で行われることが多いから、炉殻の鉄板や、上部の梁などを利用する。

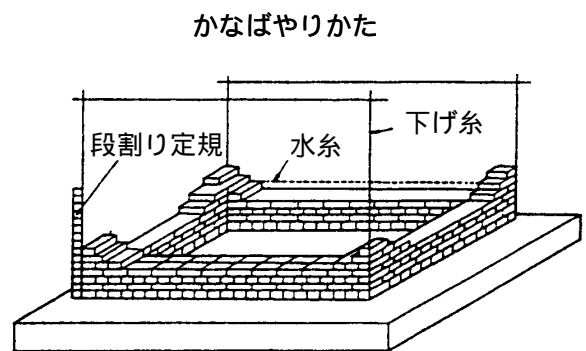
第 2 - 2 図は、木杭やぬき板を用いたやり方を示し、第 2 - 3 図は、かなばやり方の方法での煉瓦積みを示す。

炉壁の角部には、上部から垂直に糸や鉄線を下げたり、たてやり方から糸を縦横に張り、これに沿って垂直に煉瓦を積み上げる。やり方間の水系は、たるみのないように張ること。

たてやり方に、目地割り定規（段割り定規または目盛り定規ともいう）を沿えて、煉瓦積みの段数が正確かどうかを調べるとよい。目地割り定規は、煉瓦積み作業のときに、煉瓦積み上りの段数と寸法を当てるためのもので、普通、ぬき板や垂木などを削ったものに、目盛り墨をしたものである。目盛りは、数枚の煉瓦を抜きとり、積み重ねて寸法を測り、煉瓦一個の平均厚みを求め、それに目地の厚みを加えた寸法とする。



第 2 - 2 図



第 2 - 3 図

かなばやり方による煉瓦積みは、壁の各角部や、間仕切りの取り合い部などの要所に、煉瓦を数段、壁より高く先行して正確に積み上がり、この間に水糸を張り、壁を立ち上げていく方法である。かなばやり方は、目地割り定規、下げ糸、水平器などを用い正確に積み上げる。

やり方は、作業中に接触などして狂うことがあるので、作業中常に、さげふりや水平器などで、点検しなければならない。

### (3) 煉瓦の割り付け

築炉作業で使われている耐火物中で、施工するのに最も高度な技能を必要とするのは耐火煉瓦である。建築物を赤煉瓦で積むのと同様に、耐火煉瓦を積み始めるに当たって、まず煉瓦の配列、組み積み様式などについて、あらかじめ最も適した方法を選定しなければならない。これを煉瓦割りまたは煉瓦の割り付け(煉瓦割り)という。

煉瓦の割り付けは、図面に明記されていることが多いが、現場で指示されることもある。この場合は、築炉技能者はこれに従って煉瓦積みを行えばよい。煉瓦割りの適不適は、直接炉の構造的な強度に影響をおよぼす。また、煉瓦割りは作業の能率にも関係するので、単に目先の作業にばかりとらわれず、全体の構造を図面上で的確に把握して、常に先き行きの作業を念頭におきながら行わなければならない。

煉瓦の割り付けの基本として、技能者も知っていなければならない重要な事柄について次に述べる。

#### (3-1) 煉瓦割り付けにおける基本事項

- A. 炉壁積みは継ぎ目地とし、芋目地は避けること。
- B. アーチ煉瓦割りはかわら芯とすること。
- C. なるべく煉瓦を加工しないですむ煉瓦割りを選ぶこと。
- D. 小さく加工した煉瓦を使わないですむ煉瓦割りをすること。
- E. 膨張しろを考慮に入れて割り付けをすること。

#### (3-2) 作業能率のよい煉瓦割り付け

- A. 煉瓦加工が少なくすむ割り付けをすること。
- B. むずかしい煉瓦加工のない割り付けをすること。
- C. 一種類の煉瓦を共通して使える割り付けをすること。

#### (3-3) 並形煉瓦と加工煉瓦の名称と仕様

建築物や炉などに使われる煉瓦は、煉瓦積み作業に適した画一の形状に造られる。

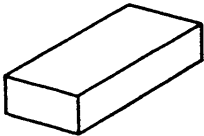
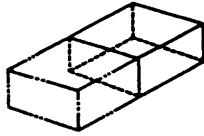
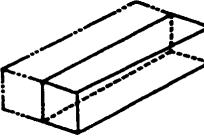
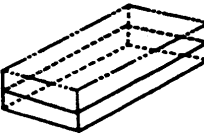
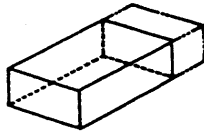
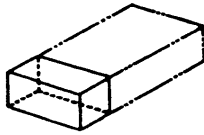
この画一に造られた煉瓦を並形煉瓦という。この煉瓦の形状は、造られる国や地方および時代によって異なっている。現在我が国で製造されている並形煉瓦の形状と寸法は、JIS(日本工業規格)によって下記のように定められている。

- A. 耐火煉瓦 230 × 114 × 65mm
- B. 普通(赤)煉瓦 210 × 100 × 60mm

次に、上記の並形煉瓦を用いて、煉瓦積みを行う場合、縦目地をそろえないように(芋積みにならないように)積むためには、必要な個所に切断加工した煉瓦を使わなければならない。煉瓦割り付けに用いる加工煉瓦の形状と名称並形煉瓦を基準として特別に製造市販されている煉瓦の形状と名称を、第2-4図と第2-1表に示す。

なお、並形煉瓦以外の特別な形状に造られる煉瓦は、異形煉瓦と総称される。

加工れんがの名称と形状

名 称	形 状	仕 様
並 形 (おなま)		
半ます		長さを 2/1 に割ったもの
羊かん		幅を 2/1 に割ったもの
薄物 (半へぎ) (半ぺん) (半 枚)		厚さを 2/1 に割ったもの
七 五 (しちごぶ) (ななごぶ)		長さを 3/4 に切ったもの
二五ぶ		長さを 4/1 に切ったもの

第 2 - 4 図

第 2 - 1 表

種 類	名 称	仕 様
長手もの (ながて)	長 1 丁半 長 2 丁	並形の長手の 1.5 倍のもの 並形の長手の 2 倍のもの
平 もの (ひら)	平 1 丁半 平 2 丁 (重箱) 平 4 丁 ~ 6 丁	並形の小口の 1.5 倍のもの 並形の小口の 2 倍のもの 並形の小口の 4 ~ 6 倍のもの
こ ば もの	こば 4 丁 6 丁 8 ~ 10 丁	並形の厚さの 4 倍のもの 並形の厚さの 6 倍のもの 並形の厚さの 8 ~ 10 倍のもの

上記の大板類で一般に市販されているものは東京並形寸法  
(227×110×60mm) を基にしているので注意のこと

例 平 4 丁.....440×227×60mm  
こば 8 丁.....480×227×110mm



### 3 . 築炉施工の方法

#### ( 1 ) 煉瓦加工

煉瓦加工とは、築炉作業の過程で、煉瓦を切断したり、削ったりして所定の形につくるとをいい、煉瓦切り、かわら切りなどともいわれている。煉瓦の割り付けの項で述べたように、煉瓦で壁積みを行う場合、構造的強度を保つために、縦目地を通さないよう継ぎ(つなぎ)をとって積まなければならない。このとき、第2 - 4 図に示すような形状に並形煉瓦を加工することが必要となる。

煉瓦は、ほとんどのものが焼成されて造られるので、寸法誤差が生じやすい。並形以外に造られる異形煉瓦などにおいても、現場で加工修正してから使うことも多い。

それゆえ、築炉の技能を志すものは、煉瓦加工の技を十分に習得しておかなければならない。

煉瓦加工の作業順序は、次の通りである。

#### ( 1 - 1 ) 加工に必要な寸法の出し方

##### A . 平壁積みの場合

耐火煉瓦、赤煉瓦を問わず、壁積みをする場合は継ぎをとるために、第2 - 4 図のような形状の煉瓦を用いる。特別な大工事を除いては、これらのものは支給されないので、現場で並形煉瓦から切り出さなければならない。したがって、積む煉瓦壁の様式と、長さ、段数などから、加工形状や数量を割り出して、積む前に煉瓦を加工しておかなければならない。

また、指定された長さの壁に収めるため、最後の煉瓦を切り合わせるときは、現場合せで切り付けの墨をし、切断する。

スケールなどで測りにくいとき、例えば穴のようなところに煉瓦を加工して埋めるような場合は、コンパスや穴用のパスなどを用いて寸法をとり、加工する煉瓦に墨付けをする。

##### B . 鈍角に曲がる壁の曲がり角の場合

第3 - 1 図のように、鈍角に曲がる壁の場合、表面の角の煉瓦は、次の条件に沿うよう加工する。

イ 同一形状の加工煉瓦を各段に使えること。

ロ 加工する煉瓦の長さは最大限に利用すること。角煉瓦の長手寸法をなるべく保持するように、加工すること。

ハ 角煉瓦を使用しても、前後上下の目地は、二五分か半ます継ぎとすること。

以上の条件に基いた角煉瓦の加工寸法を割り出す方法を第3 - 1 図および( 1 )( 2 )( 3 )( 4 ) 図に示す。

イ 平らな定盤上に、所定の壁の曲がり角度の地墨を打つ。

ロ 加工すべき並形煉瓦の長手に、その長さ  $1/4$  と、目地の厚みの  $1/4$  を加えた点Aをとる。

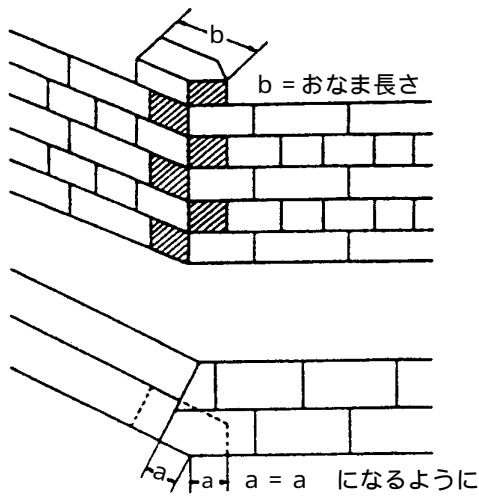
( 1 ) 図にA点を示す。

ハ A点を地墨の折点A'に合わせ、地墨B'を煉瓦に写しB点とする。( 2 ) 図にB点を示す。

ニ ABの長さに等しくAC線上にD点を求め、BDを結ぶ線を引く。(もし、ABの角度が大きく、ABの長さがACよりも長くなりD点がとれないときは、AB線に任意にb点を取り、Abの長さをAC線上に写してD点とする。)

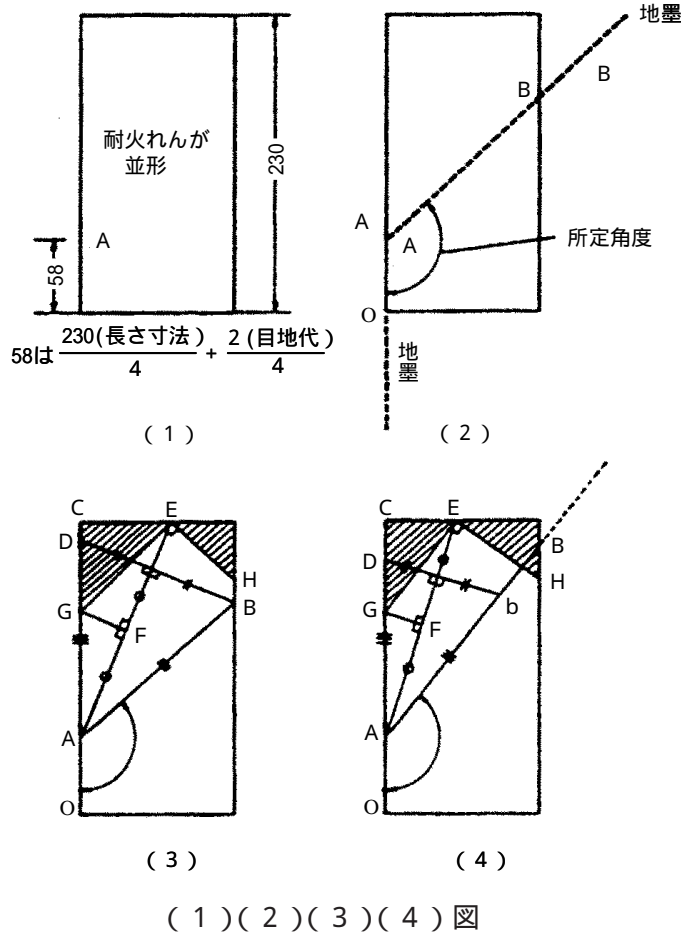
このようにしてできたAを頂点とする二等辺三角形の、底辺DB、または、Dbの長さを二等分する。A点より二等分した点を結び、その延長線と煉瓦の小口の辺の交わる点をEとする。次にAEの長さを二等分した点Fを求め、Fより垂線を立て、AC線と交わるG点を求めれば、EG線が切除線である。また、E点よりEG線に垂線を立て、Hを求めれば、EH線がもう片方の切除線である。( 3 )( 4 ) 図にその要領を示す。

鈍角に曲る壁の角のれんが加工



第3 - 1 図

鈍角に曲る角れんがの寸法割り出し



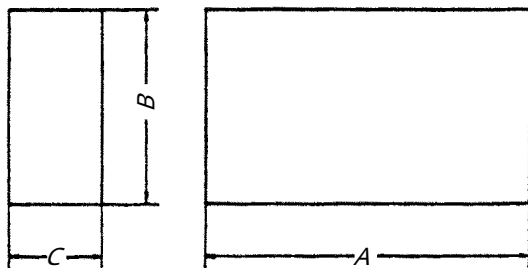
C . 円形せり (迫り) 煉瓦の場合

壁の出入口の上部などには、円形せり (円形アーチ) が最も多く使われている。

このせりに使われるせり煉瓦は、JISの規格によりあらかじめ造られているが、並形煉瓦をせり煉瓦に加工して積まなければならないこともある。この加工のための寸法出しについて次に述べる。(JIS 標準せり形は第3 - 1表参照)

第3 - 1表

(1) 並形

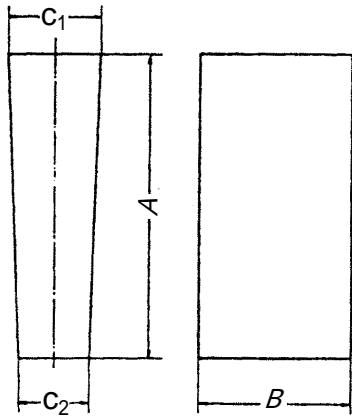


標準耐火れんがの形状、寸法(JIS R2101-1983)

単位mm			
記号	A 長さ	B 幅	C 厚さ
D	230	114	65

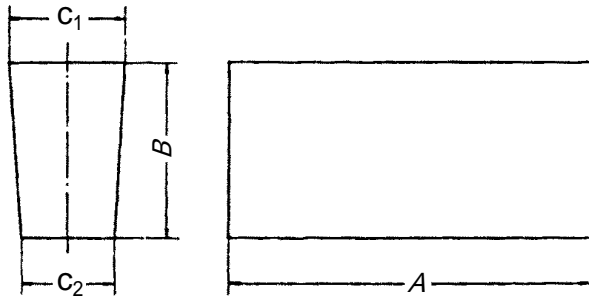


(2)標準縦ぜり形



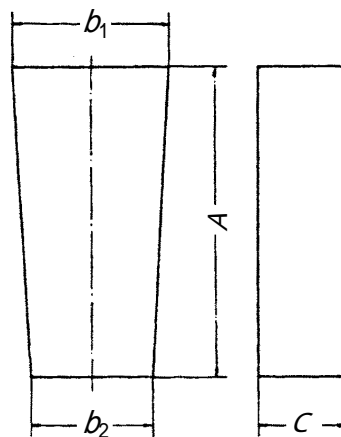
記号	単位mm			
	A 長さ	B 幅	C <sub>1</sub> 厚さ	C <sub>2</sub> 厚さ
T1	230	114	65	55
T2	230	114	65	45
T3	230	114	65	35

(3)標準横ぜり形



記号	単位mm			
	A 長さ	B 幅	C <sub>1</sub> 厚さ	C <sub>2</sub> 厚さ
Y1	230	114	65	59
Y2	230	114	65	50
Y3	230	114	65	32

(4)標準ばち形



記号	単位mm			
	A 長さ	b <sub>1</sub> 幅	B <sub>2</sub> 厚さ	C 厚さ
B1	230	114	105	59
B2	230	114	85	50
B3	230	114	65	32

### イ 床に原寸で円弧をえがいて出す方法（地墨法）

平な床上に、図面上の円弧を実際にえがき、この円弧に沿って、並形煉瓦を仮り並べする。これらの煉瓦が円弧に接する部分の厚さを、どのくらい薄くすればよいか実測し切り墨を付ければよい。

この場合、円弧に沿って円の中心に向け数個の煉瓦を下場を接して並べる。そして上場にできた煉瓦間のひらき寸法の平均を測る。この寸法だけ煉瓦の下場を切りとれば、円形ぜりにあったせり煉瓦をつくることができる。なお、煉瓦の下場を切りとるとき、切りとり寸法を2分して両側をおとすこと。片面のみを切り落とす（片落ちにする）と強度的にも見た目にも良くない。外観上も強度的にも問題のないときのみ、作業上の手間をはぶくために、片落ち加工が許されることもある。

### ロ 計算によって出す方法（扇形角度のある場合）

場所がないと、イの方法は行えない。しかし円形ぜりの場合、煉瓦の加工寸法割り出しは、簡単な計算でできるので覚えておくとよい。

第3 - 2図に示すような円形ぜりをつくる場合に、並形煉瓦をせり形煉瓦に加工するときは、次のような計算をする。

まず、外側の円弧の長さを  $l_1$ 、内側の円弧の長さを  $l_2$  とすれば

$$l_1 = 2 \times (1200 + 114) \times 3.14 \times 60 / 360 = 1375 \text{ (mm)}$$

$$l_2 = 2 \times 1200 \times 3.14 \times 60 / 360 = 1256 \text{ (mm)}$$

並形煉瓦を横ぜりに加工して積むものとして、所要煉瓦の枚数を  $n$  とすれば

$$n = 1375 / (65 + 2) = 21 \text{ (枚)}$$

（一般に端数は切り上げる。2は目地厚）

せり煉瓦の加工寸法を  $x$  とすれば

$$x = 1256 / 21 - 2 = 58 \text{ (mm)} \text{ (2は目地厚)}$$

よって、 $65\text{mm} - 58\text{mm} = 7\text{mm}$  で、横ぜり煉瓦の下場を  $7\text{mm}$ （両側より  $3.5\text{mm}$  ずつ）切り落とせばよい。

また縦ぜりの場合も、全く同じ方法で下場の加工寸法を求めることができる。

上式の  $114\text{mm}$  の代わりに  $230\text{mm}$  を入れて計算すればよい。

### ハ 計算によって出す方法（扇形角度不明の場合）

扇形の角度が不明の場合、円形ぜりの弧の長さや、所要煉瓦枚数を計算するのは難しいが、半径の  $R$  さえわかれば、比例計算で煉瓦の下場の加工寸法を出すことができる。第3 - 3図にこの場合を示す。

すなわち、並形煉瓦を半径  $1200\text{mm}R$  の横ぜり用の煉瓦に加工するとき、次の比例式が成立する。

横ぜりの場合は、

$$(1200 + 114) : 1200 = 65 : x_1$$

$$x_1 = 1200 \times 65 / 1314 = 59 \text{ (mm)}$$

また、縦ぜり煉瓦の場合は、

$$(1200 + 230) : 1200 = 65 : x_2$$

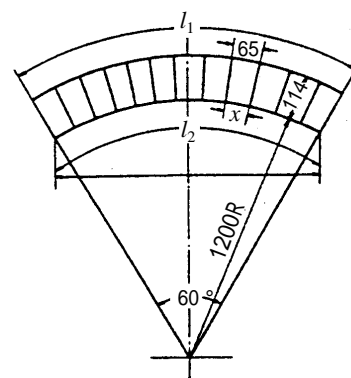
$$x_2 = 1200 \times 65 / 1430 = 55 \text{ (mm)} \text{ となる。}$$

### D . せりの抱き煉瓦の場合

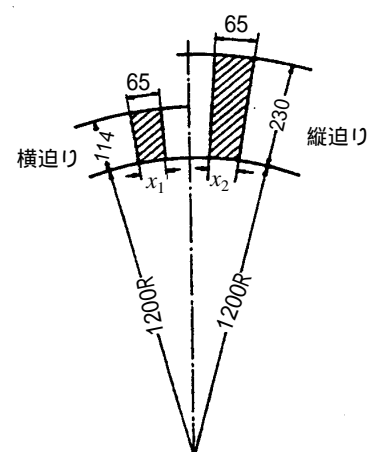
せりを受ける壁の煉瓦を、抱き煉瓦、または、せり受け煉瓦と呼ぶ。この煉瓦は、せりをつくる前に壁の開口上部に据えられる。

### イ 地墨法

前の項C . のイで述べたと同様に、図面の寸法を実寸で床にえがき、せり肩の傾斜線にあわせて、並形煉瓦に墨をして切りとり、抱



第3 - 2図



第3 - 3図

き煉瓦をつくる。場所さえあれば最も簡便な方法である。第3 - 4図に基づき、切り墨の出し方を述べる。

大概の築炉図面には、せり下開口部の巾(アーチのスパンともいう)と、半径の寸法は記入されている。第3 - 4図における  $l$  と  $R$  を用いて、抱き煉瓦の切り落とす寸法を、地墨法で求める。

平らな床面にスパン  $l$  の半分の長さの線  $OA$  を引く。

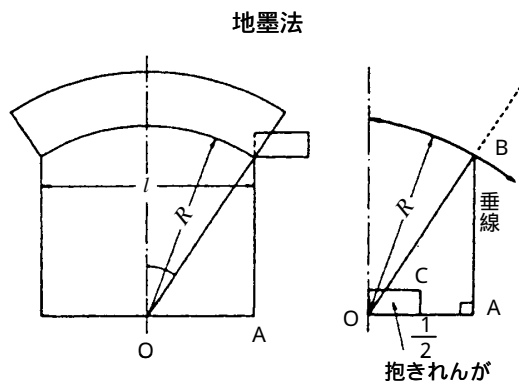
$O$  を中心として半径  $R$  の弧を描き、 $A$  点から垂直(直角)に立てた線との交点を  $B$  とする。

$OB$  に墨打ちすれば、直角三角形  $OAB$  ができる。

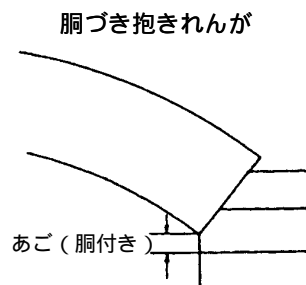
加工する煉瓦の端を  $O$  にあわせて  $OA$  線上に置き、 $OB$  線と煉瓦上場の接する点  $C$  点の地墨を煉瓦にうつせば、 $OC$  が煉瓦の切りとり線となる。

なお、床面がせまくて、原寸が引けないときは  $1/2$ 、 $1/5$  程度の縮尺寸法にして行ってもよい。

(注) せりの抱き煉瓦加工で、第3 - 5図のようにあごを付けることがある。これは胴付きとも呼ばれ、開口部せりの抱きの高さ、煉瓦の厚さに基づく段割りの具合で付けることもあり、また、この部分の補強として、わざわざ付けることもある。この場合は、あごの厚みだけ  $OA$  線より下にずらせて  $OC$  の線をうつせばよい。



第3 - 4図



第3 - 5図

#### □ 計算によって出す方法

アーチのスパン  $l$  と半径  $R$  がわかっているならば、比例の方式で割り出すことができる。第3 - 6図に基づいて切り落とす寸法  $x$  を求める。

三角形  $OAB$  と  $OCB$  は相似形であるから、次の比例式がなり立つ。

$$CD : OA = CB : AB$$

$$x : l/2 = a : h$$

$$x = \frac{l/2 \times a}{h} = \frac{l \times a}{2 \times h}$$

此の式に仮定の数値を代入して  $x$  寸法を求めれば

$l$  : アーチのスパン (1200mm とする)

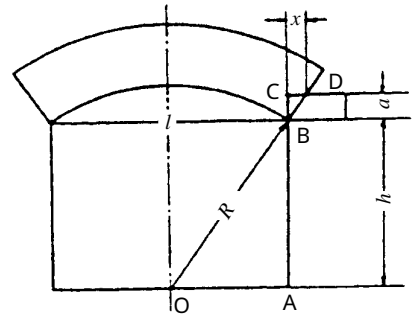
$h$  : アーチの高さ (800mm とする)

$a$  : 並形煉瓦の厚さ (65mm とする)

$$x = \frac{1200 \times 65}{2 \times 800} = 49 \text{ (mm)}$$

となる。

計算法



第 3 - 6 図

E . 円形ぜりへの切り付け (張い付け) の場合

円形ぜり煉瓦の上への煉瓦の切り付けを張い付け(はいつけ)ともいう。

切り付け様式は建築の場合と築炉の場合とでは、煉瓦の割りふりが異なる。建築の場合は、美しさの面から平積みだけの切り付けを選ぶが、築炉の場合は、加工難度や強度を重視して、薄い切り付けや小さな加工煉瓦を使用する部分には、こば積みを併用する。

第 3 - 7 図に建築用、築炉用の切り付けを示す。

イ 平積み方式の切り付け煉瓦の墨出し

(第 3 - 7 図 ( 1 )) 参照

イ煉瓦の下部先端を円弧 C 面につける。

(イ'煉瓦に、切り墨をするためにイ煉瓦を仮に置くのである。)

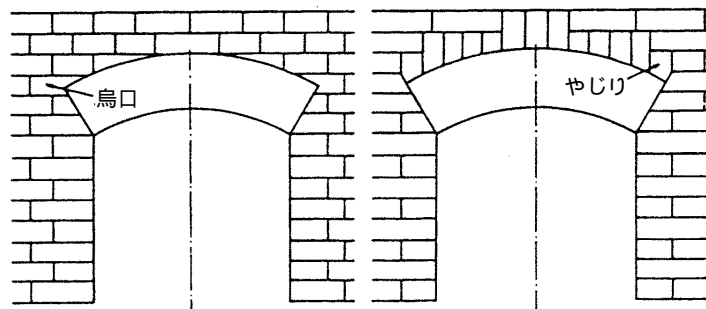
イ'煉瓦をイ煉瓦の上に乗せ、C 面にイ'煉瓦の下部先端を付けて、イ煉瓦の上部先端を A 点として、イ'煉瓦に墨を写す。

イ'煉瓦の上部先端 B と A を結ぶ。A B を切り墨として加工し、イ煉瓦をはずしイ'煉瓦に置き換えると、イ'煉瓦は C 面の切り付け煉瓦となる。

ロ こば立て積み、または、縦積み方式での切り付け煉瓦の墨出し

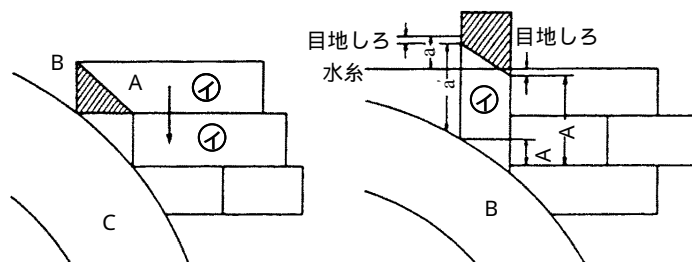
(第 3 - 7 図 ( 2 )) 参照

円形ぜりへの切り付けおよび切り墨の付け方



建築用アーチ切り付け

築炉用アーチ切り付け



( 1 ) 平積みによる切り付け墨

( 2 ) こば、縦積みによる切り付け墨

第 3 - 7 図

イ煉瓦の下部先端を円弧B面につけ、煉瓦を据える。

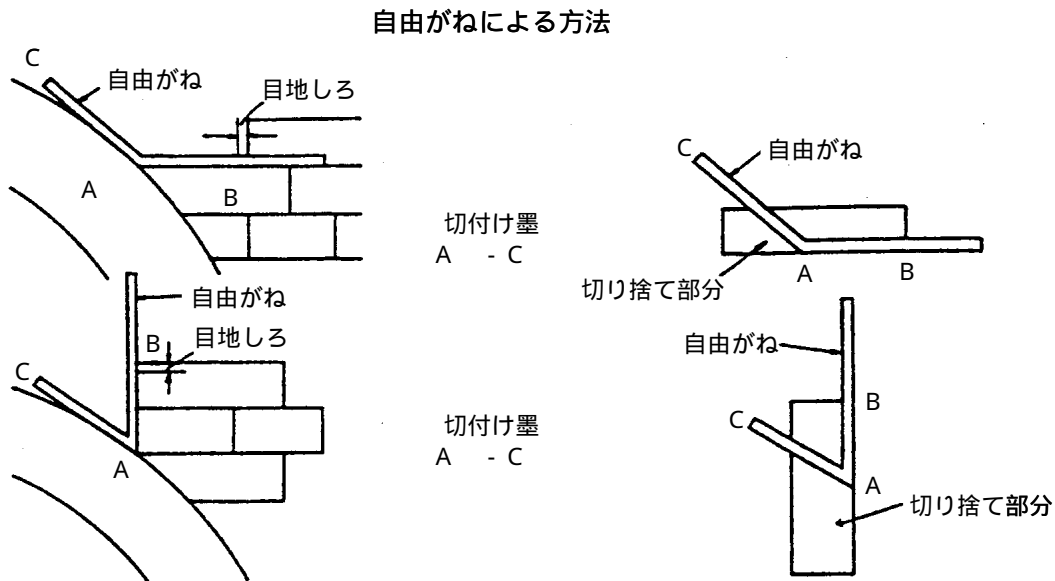
A = a または A = a になるようにし、A または A の寸法を水平から出た部分に写す。  
(このとき、目地厚を考慮する。)

イ煉瓦のハッチング部分を切断して、イ煉瓦を上下逆にして据えると、B面の切り付け煉瓦となる。

#### 八 自由がねによる切り付け煉瓦の墨出し

第3-8図に、自由がねを使い平積みによる切り付け墨と、こば、縦積みによる切り付け墨を写しとる方法を示す。この場合、長さ  $AB = A - B$ 、角度  $\angle CAB = \angle C - A - B$  になるように切り墨をする。

このとき目地しろを考慮し、耐火煉瓦の場合は2~3mm、赤煉瓦の場合は7~10mm短くし切断すること。



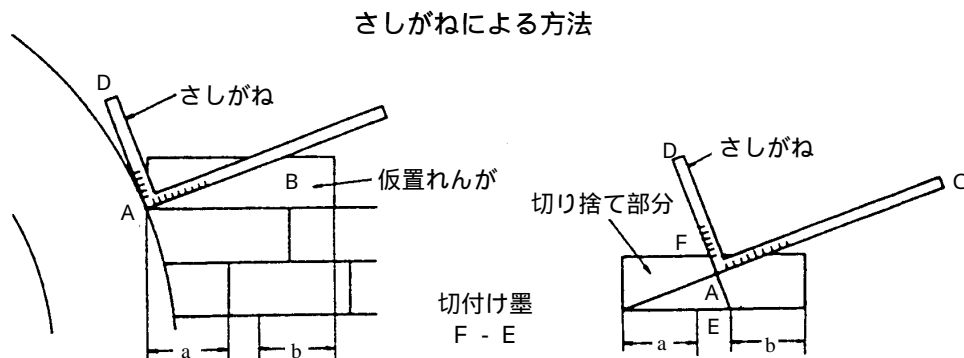
第3-8図

#### 二 さしがねによる切り付け煉瓦の墨出し

第3-9図に、さしがねを使い平積みによる切り付け墨を写しとる方法を示す。

仮置きした加工煉瓦に、さしがねを使用して、ABに捨て墨を出す。この場合、継ぎをとるため、aと同じ長さをbにとる。

ABの捨て墨にさしがねのACを合わせ、DAの延長にE点になる線を引けば、EFが切り墨となる。この場合も目地代を考慮しbの長さを3mm短くしたEFに平行した墨をして切断すること。



第3-9図

煉瓦の加工に必要な寸法を出す方法について、以上述べたが、その方法としては次の3方式に大別される。

スケールなどで実測した寸法で切り墨を出す。

原寸、縮尺図を平面上に描き加工寸法を煉瓦に写しとる。

幾何、数学によった理論計算に基づいて寸法を求める。

煉瓦を加工するための寸法を出すには、どんな方法をとっても、正確でじん速にできればよいのである。上述した例は、限られた一部の例に過ぎない。

築炉工事では、このほか複雑な問題に遭遇することが多いので、その都度工夫研究して解決しなければならない。

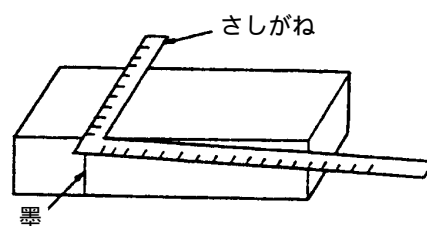
### (1-2) 墨付け作業

加工する煉瓦の寸法が割り出せたら、煉瓦面に切断するための線を引く。このことを切り墨を付けるという。線を引くには、墨つぼの墨を含ませた墨さしを従来使っていたが、鉛筆などでも良い。多量の煉瓦に墨付けをする場合には、ホルダペンシルを使用するとよい。

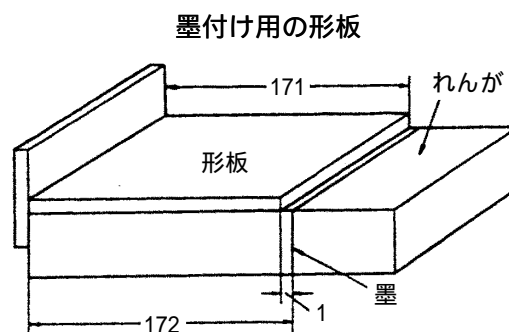
墨付け用の定規としては、通常、さしがね、自由がね、金属製定規などを使う。第3-10図にさしがねの使い方を示す。(前記1.(26)さしがね参照)

また、多量の煉瓦を、同一形状に加工するときは、墨付け用の形板を作って使用すると作業が楽に早くできてよい。加工煉瓦の寸法もそろって正確である。

形板を作るとき、第3-11図に示すように、切り墨線の幅(約1mmくらい)だけ短くする。この理由は、目切りで切断するとき、墨を残して目切りで煉瓦を切断すれば、残った墨線が、削り仕上げのときの目安になるからである。さしがね、自由がね、定規などで墨付けをするときも、墨残しにするようにする。



第3-10図



第3-11図

### (1-3) 煉瓦の切断

墨付けをした煉瓦を切断するには、目切りを使って手作業するか、切断機を使う。切断機の使い方については、諸機器の項で述べることにし、ここでは従来から一般に行われている目切りによる切り方を述べる。

まず煉瓦を手加工するとき、煉瓦をコンクリートのような固い所に直接おいて行くと、破損したり、傷がついたりするので良くない。必ず煉瓦の下に固目のゴム板のようなものを敷きその上で行う。

耐火断熱煉瓦のように、気泡性が大きいものは、煉瓦用のこぎりを使用するとよい。

次に、目切りを使っての煉瓦切断について述べる。

#### A. 目切りを入れる前の煉瓦の点検

並形煉瓦を羊かんに切ったり、複雑に加工する場合には、目切りを入れる前に、煉瓦加工に耐えられるかどうかを確かめなければならない。一般に耐火煉瓦は、同一種類、形状のものでも、内部の充てん組織や、焼成にむらがある場合が多い。

点検の方法は、煉瓦を手にとって中心部をトンカチで軽く叩き、その音をきく。「ごそっ」という濁りのある音がする煉瓦は、内部に空隙(す)があるので、加工には適さない。余韻のある響さを発するものは加工に適した煉瓦である。高い金属音を出す煉瓦は、内部が焼き締め過ぎたもので、多少加工しにくい。



以上の点検はわずかな手間ですむことであるから、墨付け、または、目切りを入れる前に必ず行うこと。

## B．目切りの入れ方

加工する煉瓦の両方を使いたいとき（半ます、ようかんなど）、目切りは、煉瓦の切り墨に垂直に当てて叩く。

加工する煉瓦の片方を切りすてるときは、煉瓦ののこす方を手前に置き、切り墨よりやや外側に目切りを当てて不要部をまず切り落とす。更に墨の外面に正確に目切りを当て、残りの不要部を切り落とす。二度切りになるが、切断面が凹にえぐられるのを防ぐことができる。

不要部を切り落とすときの目切りをトンカチなどで叩くとき、目切りの頭をやや手前に倒し気味にする。このようにすれば、必要な加工煉瓦の切断面が、凹にならないように切ることができる。

目切りを煉瓦に当てる角度により、切る煉瓦の面を凸にも凹にも平らにもすることができるが、必要とする側の面を平滑に仕上げするためには、やや凸に切ってから、たがねや、両刃で削り取るようにする。

なお、煉瓦を切断するとき、目切りは煉瓦を回しながら平均に四面に入れ、一打ごとに目切りの刃の位置が正確かどうかを確かめる。同じ位置で、連続して2度も3度も打つのはよくない。

要するに、必要とする煉瓦の切断面に、凹部や角欠けが生じないように、また、あまり大きな凸部を残さないように、目切りを上手に使えるようになること。

第3 - 12図に目切りの持ち方を示す。

## C．切断面の削り

### イ たがね（チス）の使い方

目切りで切断した煉瓦の加工面に、著しく凸部が残ったときは、たがねによって削り取る。

第3 - 13図に示すように、煉瓦の切断面に残った凸部を、外側から中心部に向けて、斜めにたがねですり取って行く。これは煉瓦の角欠け（かどかけ）を防ぐためである。

なお、目切りを入れて割った煉瓦の面に、大きな凸部が残っていなければ、たがねは使わないで、直接両刃で削っても良い。

### ロ 両刃（タンガロイ）の使い方

たがねで荒削りした加工煉瓦の面は、まだ細かい凹凸が残っているので、両刃を使って削りとり面を平らにする。この場合もたがね削りと同様に、第3 - 14図に示すよう外側から中心部に向けて削ること。このとき、時々さしがねで加工面をあたとよい。

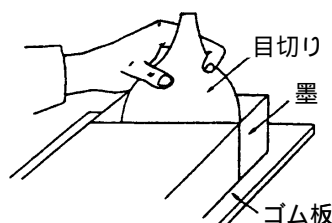
なお両刃は工具の項で述べたように、乱暴な使い方をしないこと。

## ハ 断面のすり合わせ仕上げ

両刃で仕上げた煉瓦面を、更に平滑にするために、角砥石や不要煉瓦ですり合わせる。また、2個の煉瓦のそれぞれの加工面を、互いにすり合わせて仕上げることできる。これをともすりという。

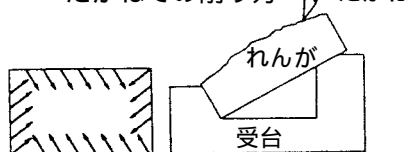
すり合わせ仕上げをするときは、削りしろに、あまり余裕がないので、切墨線に注意して、削り過ぎないように慎重に行う。すり合わせ仕上げが終わった煉瓦は、加工面を下にして、トンカチなどで軽く叩き、面に付着している削り粉をよく落としておくこと。

目切りの持ち方



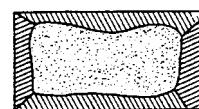
第3 - 12図

たがねでの削り方



第3 - 13図

両刃での削り方



第3 - 14図



(2) せり枠の製作、取り付け、取り外し

築炉の煉瓦積みには、後で述べるようないろいろのせり積みが使われている。これらを積む場合、一時的にせり煉瓦を支持する枠が必要である。これをせり枠、または仮枠といい、特別な場合を除いて木材で作られる。

大工事の場合や、非常に複雑なせりのときは、せり枠の製作、取り付けを大工にたのむこともあるが、築炉技能者も、このせり枠の製作と取り付けの技術と知識を、十分に体得しておかなければならない。次に最も一般的に行われる円形ぜりの木枠と、特殊な傘ぜりの木枠の2例に付いて述べる。

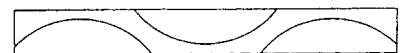
(2-1) 円形ぜりのせり枠の製作と取り付け

A. 月形(楕形)の作り方

月形を作る板に、原寸で円形ぜり(アーチ)の半径からざら枚の厚みを差し引いた長さを径とした円弧を描く。

次にこれを細引きのこぎりで切りとりひな形とする。そして、このひな形を使って第3-15図に示すようにぬき板に墨付けをして、必要板数だけ切り取る。墨付けをするとき、なるべく板に無駄がでないようにする。

月形の切り出し墨



第3-15図

B. 組み立て方

切り取った月形は、第3-16図に示すように、月形の両端を合わせ切りし、足定めのはり板と、支え板に釘で止める。次に、第3-17図に示すように、足固め板の上に、一定の距離をおき組み合わせた月形を立て、月形の上面には、ざら板(上板)を5~10mmくらいの間隔で打ち付ける。

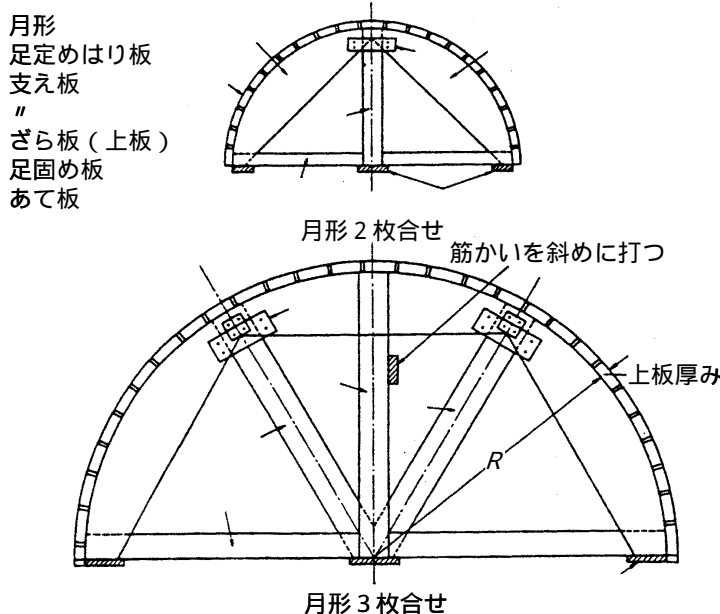
この場合、前後の月形を先に固定し、これに水系を張り、中に取り付ける月形は、この系にあわせて固定する。

C. 取り付け、取り外し

第3-18図に示すように、まず、せり受け壁の両側と中央部に角材を用いて支柱を取り、その上に縦梁、横梁を渡して固定する。

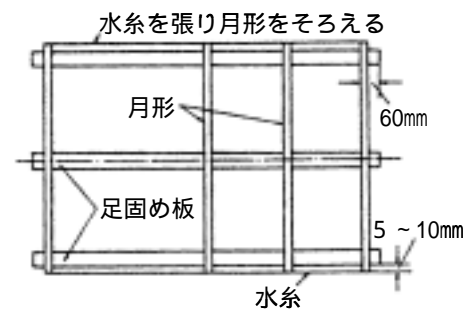
大形のせり枠の場合は、更に支柱間を筋かいで補強し、採れを防止する必要がある。せり枠の足

せり枠の組み立て方



第3-16図

せり枠の組み立て方



第3-17図

固め板と、梁の間には、必ず互い違いにくさびを2枚入れて、杵の高さの調整と、取り外しの便をはかる。

杵外しは、煉瓦積みが終了後、許される範囲で、できるだけ時間を経てから行うのが良い。使用したモルタルが乾燥し、固化して強度を増すからである。工期や杵材の転用を急いだりして早く取り外すとせりが下がったり、寸法が狂ったりするだけでなく、場合によっては巻いた煉瓦が崩壊、脱落する恐れもある。

せり杵を取り外すときは、あらかじめ、抱き受け金物やタイロッド(炉杵金物の締め付けねじ棒)などのねじが完全に締め付けてあるかを確認しなければならない。

せりの抱き煉瓦がずれて開くと、せりがゆるんでくずれからである。せり杵の取り外しは、できるだけゆるやかにいき、絶えず巻いた煉瓦に異常がないかを確認しながら行う。

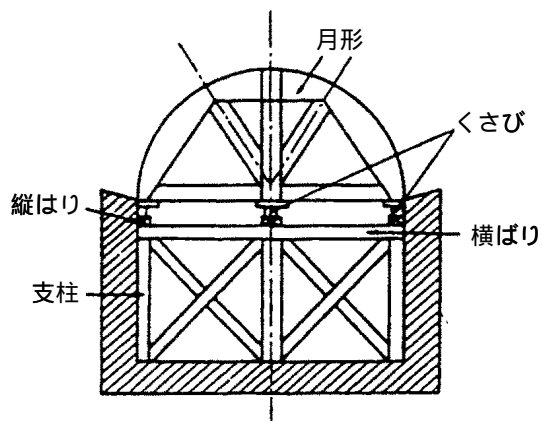
#### D. せり杵材

一般にせり杵材には、松や杉材が使用される。また、上板(ざら板)などの代わりに、合板(ベニヤ枚)なども使われている。月形、上板、支え板などの厚みや、幅、支柱や梁の角材の太さ、などは杵の大きさなどに応じたものを選ぶ。また月形の組み立て間隔、筋かいの取り方なども考慮に入れて所要材料の積算を行うこと。

#### (2-2) かさぜり(傘ぜり)のせり杵

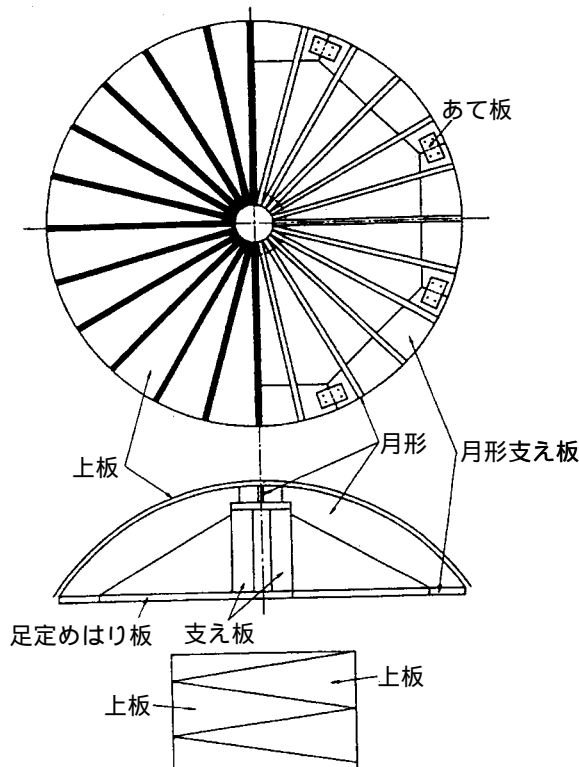
かさぜりの、せり杵にはいろいろな製作法があるが、最も正確に近い杵として、第3-19図に示す杵がよい。ただし、製作はかなりの接術を要するから、専門の製作所や大工に頼むとよい。

せり杵の据え付け方



第3-18図

かさぜり杵



第3-19図

### (3) 煉瓦積み用モルタル(ト口)の練り方

築炉工事の煉瓦積みは、主として耐火煉瓦と耐火断熱煉瓦積みである。最近は極めて希ではあるが、赤煉瓦も積まねばならぬことがある。

耐火煉瓦と耐火断熱煉瓦を積む場合の目地材は、大概、煉瓦と同質の耐火モルタルが用いられる。また、赤煉瓦積みには、セメントや石灰のモルタルが使われる。これより、これらのモルタルの練り方や、取り扱い方について述べる。なお、赤煉瓦については、積む前に煉瓦に水を含ませておかなばならないので、この方法に就いても述べる。

#### (3 - 1) 耐火煉瓦と耐火断熱煉瓦用モルタルの練り方

耐火および耐火断熱煉瓦用モルタルを大別すると、熱硬性と気硬性の二種類に別けることができる。

##### A . 熱硬性モルタルの練り方

熱硬性とは、高温で粘土などが焼き固まることをいう。主として、粘土などを結合割としている熱硬性モルタルは、数時間から 24 時間、ト口舟で水張りしてから練りあげる。また、大量使用の場合は、モルタルミキサを使用する。

##### B . 気硬性モルタルの練り方

気硬性モルタルは、エアーセットモルタルとも呼ばれ、常温空気中で硬化する。硬化割としては、けい酸ソーダ(水ガラス)や燐酸アルミニウムなどの化学結合剤が使われているものである。普通、粉末状のものとペースト状に練られたものと 2 種類がある。

粉末状のモルタルは、適量の水を加えて練りあげて使用する。ペースト状モルタルは、密閉してある缶のふたを開ければそのまま使用できる。ただし、製造して長時間経過したものは、液とモルタルが分離していることが多いので、もう一度練り直して使う。

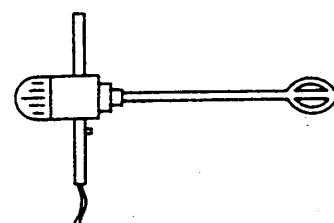
気硬性モルタルは、空気中で早く固まるので、使用量に見合った量を練り、練りあげたモルタルはなるべく早く使用する。もし使い残したときは、水張りをして空気に触れないようにしておけば、翌日も使うことができる。

また、粉末状モルタルは、熱硬性モルタルと同様に、数時間から一昼夜、ト口舟に水張りした後、電気ドリルを改造した第 3 - 20 図に示すようなハンドミキサを使用して、かたまりがなくなるまで練りあげる。また、ハンドミキサは、モルタルと水が分離した気硬性モルタルの再練りに使用してもよい。

##### C . 耐火モルタルの所要量と混練水量(第 3 - 2 表参照)

耐火モルタルの所要量は、煉瓦積みの目地厚、積み様式、煉瓦の形状、種類などによって一定ではないが、おおよそ、使う煉瓦の重量の、約 7 ~ 9 % 位と見込めばよい。また混練水量も一定ではないが、1 袋(25kg) 当り 6 ~ 8 l 程度と見て、あと水やモルタル粉末を増減して、使い易いように練りあげる。

ハンドミキサ



第 3 - 20 図

#### (3 - 2) 赤煉瓦用モルタルの練り方

赤煉瓦積み用モルタルは、セメントモルタル、石灰モルタルおよびセメント石灰モルタルの 3 種類である。セメントモルタルは、普通のセメントに川砂を混ぜ、水で練ったもので、セメント中の成分と加えた水とで、水和反応を起こし、発熱しながらかたまるもので、学術的には水硬性モルタルといわれている。

セメントモルタルは、主として、建築などの赤煉瓦積みに使われる。石灰モルタルは、容積比で、消石灰の 1 に対して川砂 1.5 を混ぜ、これに適量の水を加えて練りあげたもので、従来は、セメントのないところで、土建用の煉瓦や石積みに使われていた。強度はセメントモルタルに比べ非常に弱く、硬化速度も遅いので、現在はあまり使われていない。ただ、炉壁の赤煉瓦積み用にと、

第3 - 2表

モルタル1袋当たりの諸計算(1例)

測種目	モルタル種目	S K32 シャモット	けい石	クロム	備考
1袋当たりの重量		25Kg	25Kg	25Kg	
1袋当たりの体積		21.3/	18/	15.5/	
水練りに要する水量		8.5/	6.5/	6/	
(11/入)のバケツを使えば		0.75杯	0.6杯	0.55杯	
練り上がり量		18/	16/	14/	
練り上がりの重量		33.5kg	31.5kg	31kg	
練り上がり量をバケツで計れば		1.7杯	1.5杯	1.3杯	
(並)積み得る数、理論		123枚	108枚	96枚	
" 実測		107枚	83枚	60枚	

れんが重量に対するモルタル重量			
モルタル別	理論	実測	現実に施工の実績平均
S K32 シャモット	8.5%	9.8%	13% 1袋当たり73枚
けい石	9.0%	11.8%	" 50枚
クロム	6.7%	10.8%	" 37枚

目地や煉瓦の熱膨張のために生じる亀裂や破損防止に役立つのと、値段も安いので、現在も使われることもある。セメント石灰モルタルは、前記2つを混合したもので、強度、耐亀裂性を兼ねているため、主として築炉用赤煉瓦積みに使われる。

モルタル用の砂は川砂がよく、海砂は粒子が細かく形状が丸いのと、塩分を含むなどの理由により適さない。また、混練用の水も清水を使うこと。

赤煉瓦用セメントおよびセメント石灰モルタルの配合比を、第3 - 3表に示す。赤煉瓦積みの化粧用目地に使うモルタルは、ふるい分けした細かい砂とセメントを、2:1に調合したものか、セメントだけを水で練ったものでよい。

赤煉瓦1000本を積むのに必要なモルタルの量を、第3 - 4表に示す。またセメントモルタル1m<sup>3</sup>に要する材料を、第3 - 5表に示す。セメント1袋20kg、体積は約0.014m<sup>3</sup>である。セメントの比重は1.1 ~ 1.4、乾いた川砂の比重は1.6である。前記の諸表から計算すると、1:3の割合で配合されたセメントモルタルを用いて、7.5mmの目地厚の一枚壁を積む場合、セメント20kg入り1袋と川砂0.3m<sup>3</sup>で赤煉瓦約150枚積むことができる。

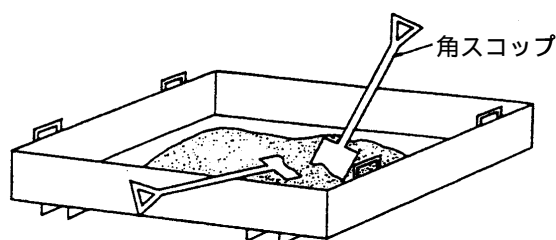
セメントモルタルを練るには、多量の場合はセメントミキサを用いる。少量の場合は第3 - 21図のようなトロ舟か鉄板の上で、角スコップ(切りスコップ)を使い手練りする。手練りする場合、所定の砂とセメントを山に盛り、水を加える前に、左右に向かい合って2丁の角スコップを交互に使い3回以上切り返しまぜをする。次に、混ったものを楕円状の山にし、その頂部にスコップで凹形

第3 - 3表

セメントモルタルの配合体積比

	セメント	砂	石灰
1	1	2	-
2	1	3	-
3	1	4	-
4	1	5	2
5	1	6	2

セメントモルタルの練り方



第3 - 21図



第3 - 4表

赤れんが積みに必要なモルタル量（れんが1000枚につき）

壁厚	6mm目地		7.5mm目地		9mm目地	
	(切)	(m <sup>3</sup> )	(切)	(m <sup>3</sup> )	(切)	(m <sup>3</sup> )
半枚積み	9.765	0.271	10.800	0.300	12.960	0.360
1枚積み	10.590	0.294	11.238	0.312	15.885	0.441

第3 - 5表

セメント・モルタル1m<sup>3</sup>に要する材料

配合比	セメント(袋) 20kg入り	砂(m <sup>3</sup> )
1:2	28.4	0.84
1:3	21.4	0.94

の溝をつくり、そこに水を適量加えて切り返しまぜを行う。

この作業を4回程繰り返せば水が均一にモルタルに行きわたる。赤煉瓦積み用のセメントモルタルの場合、ミキサやト口舟などでは水を少なめに練っておき、積み手の手もとにあるト口箱へ運ぶ。積み手はこれに更に水を加え、使い易いように練って用いる。

なお、赤煉瓦は積む前に、次の処置をしておく。赤煉瓦をセメントモルタルや石灰モルタルで積む場合、構築物の強度を十分に発揮させたいときは、赤煉瓦の水しめしを行う。これは次の二つの理由による。

A. 赤煉瓦の吸水性を弱めることにより、モルタルの水硬反応を十分に行わせ、モルタルと煉瓦の接着度を強くさせる。

B. 乾いた赤煉瓦は、モルタルの水分を急激に吸収するので、煉瓦が据えにくく上手に積むことができない。

次に水ひたしについて述べる。

まず煉瓦積みを行う前日に、水槽の中に煉瓦を浸し、気泡が抜けるまで含水させる。十分に煉瓦が水を吸ったら水槽から出し、煉瓦の上に濡れたむしろなどをかぶせておけば、翌日使用するのに最適な状態となる。

大量に赤煉瓦を使用する場合、使い方としてホースで水を掛ける程度にとどめることもある。築炉用としての赤煉瓦積みの場合、煉瓦に十分水を含ませると、乾燥に時間がかかるのと、熱膨張による亀裂が生じ易いので、煉瓦表面に水を掛ける程度にすることもある。

#### (4) 煉瓦積みの基本動作

煉瓦積みをする場合、作業者が必ず守らなければならない6原則があるので以下に述べる。

- イ. 材料を正しく使用すること。
- ロ. 寸法を正確にすること。
- ハ. モルタルを十分にまわし、目地を均一にすること。
- ニ. 煉瓦の平壁積みは、必ず継ぎをとること。
- ホ. 二五分以下の小さな煉瓦は使用しないこと。
- ヘ. 煉瓦積みは、必ず水平、鉛直(垂直)を基準とすること。

次に煉瓦を積む動作として重要なことは、不必要な動きを行わないことである。不必要な動きは、作業効率を低下させるだけでなく、労力を浪費し作業者の疲労を早める。他の職種にも共通しているが、熟練した技能者の作業中の体の動きには無駄がなく、リズムカルであり、見ていると気持ちが良い。煉瓦積みの動作は比較的、単純な動作の繰り返しであるだけに、手、足、目など体のどの部分の動きにも、寸分の無駄がないよう修練しなければならない。

次に、極めて一般的な煉瓦の壁積み为例としてその、基本動作を分析する。

イ. 左手で、積む煉瓦をつかむ。

1. 付けト口をする状態に煉瓦を持つ(毎回)。
2. 煉瓦面に若干の傷や汚れがあるときは、手の上で回転させて別のよい面に換える。(その都度)。

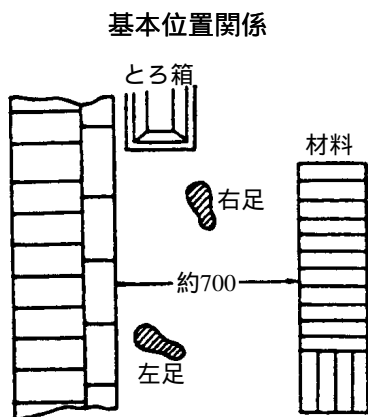
- ロ．右手の鑊でモルタルをすくう。
- 1．ト口箱のモルタルを使いやすいように練り混ぜる。また、ト口箱のふちに付着しているト口は、きれいに取り除く（時々）。
  - 2．付けト口に必要量のモルタルを、鑊ですくいとる（毎回）。
- ハ．付けト口をする。
- 1．煉瓦に付けト口をする場合は、ト口箱の上で行う（毎回）。
- ニ．敷きト口をする。
- 1．イ、ハのとき、煉瓦の平の面にも付けト口をした場合は、敷きト口の必要はない。赤煉瓦積みときは必ず敷きト口をする（毎回）。
- ホ．煉瓦を据える。
- 1．煉瓦をわずかに揺すりながら水系にあわせる。このとき、煉瓦の表面の上場を水系に触れないように約0.5mm位、うしろにさげて据えること（毎回）。
  - 2．縦目地は規定の目地厚に保たせ、下の縦目地とそろえる（毎回）。
  - 3．据えた煉瓦を手もみしても位置の修正ができないときは、木槌またはプラスチックハンマなどで軽く叩いて、目地締め、位置ぎめ、高さ調整などを行う（時々）。
- ヘ．はみ出したト口を処理する。
- 1．煉瓦の表面、上面にはみ出したト口は、煉瓦の表面を汚さないように鑊で切り取り、ト口箱に戻す。はみ出したト口をそのまま放置したり、乾いてから切り落とすのはよくない（毎回）。
  - 2．はみ出してくるト口を鑊ですくい取りながら、煉瓦を据えてもよい（毎回）。
- ト．イに戻る。

以上のイからへまでの基本動作を、わずか数秒の間に正確に行う。この1サイクルで生じる1～2秒の差は、長時間の反復の後には、相当数の積み枚数の差となって現れる。従ってこの業に携わろうとする者は、各自この基本動作を、無駄な動きがなく機敏にできるように修練しなければならない。

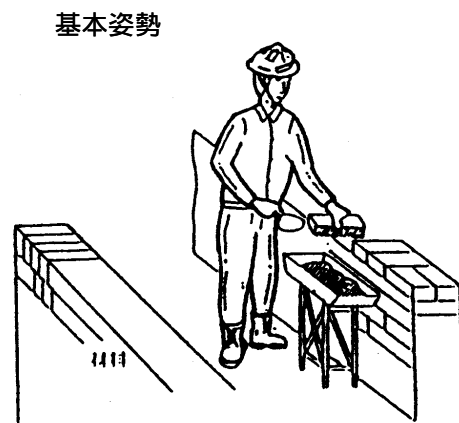
次に、上記の基本動作の主要な事項について、方法と諸注意を述べる。

#### (4 - 1) 煉瓦積みの基本姿勢

煉瓦壁を積む場合の、材料、ト口箱、作業者の、基本的な位置関係図を第3 - 22図に示し、作業者の姿勢図を、第3 - 23図に示す。



第3 - 22図



第3 - 23図

材料は、積む壁から約700mm離して、平行に配置しておく。ト口箱は図に示すように、作業者の斜め前に壁と平行に置く。壁の長さが短い場合作業者は、壁積みが進行するにつれ、付けト口が可能な範囲にト口箱を引きつけながら移動する。壁の長さが長い場合は、複数のト口箱を一定間隔に配置しておく。

足の位置は、右足と左足をやや大きく開き、並形煉瓦で小口積み7～8枚分同位置でできるように構える。後方の材料をとるとき、無理な姿勢になるようならば、左足を軸とし、右足を踏

み変えて、作業が自由にできるようにする。要は、煉瓦を1枚積む毎に足の踏み変えを行わなくてすむような姿勢をとることである。

煉瓦壁が積み上がった場合は、ト口箱の下に脚または台などを置いて、ト口箱を上げれば、付けト口が楽で作業も早い。

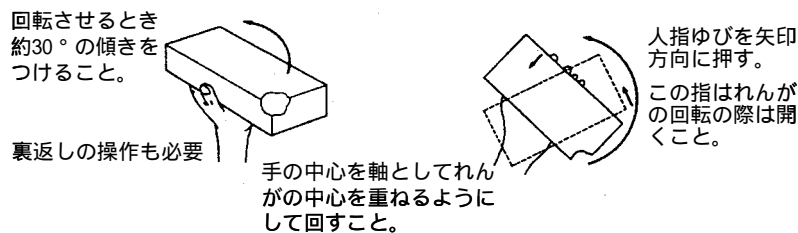
#### (4 - 2) 煉瓦のつかみ方と取り扱い方

積む煉瓦をつかみとって、接着面に付けト口をするまでの手の動作について述べる。

大形の異形煉瓦の場合は両手を使うが、並形煉瓦や片手で持てる大きさの煉瓦は、両手を用いず片手で持つ。まず、積む煉瓦を手を持つとき、次の注意を怠ってはならない。耐火煉瓦赤煉瓦を問わず、小口面、長手面に傷や汚れがあるかどうかを瞬時的に見て、積むときに良い方の煉瓦面が、壁の表面に出るようにつかむ。

赤煉瓦の長手面はきれいな表面とざらざらな裏面があるので特に注意すること。もし、手に持った煉瓦の表に出す面が不具合のときは、第3 - 24図のように、手のひらの上で180度回して裏返したり、回転させたりして持ちかえる。この動作は素早くしなければならぬから反復練習して会得する。

#### 手のひら上での回し方



第3 - 24図

#### (4 - 3) 煉瓦鏝の握り方

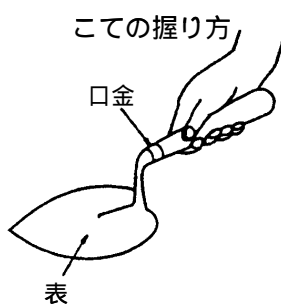
鏝を握る場合には、あまり強く握り締めると鏝を自由に操作することができないので、必要以外のときは、軽く握るようにする。第3 - 25図のように、鏝の柄の2/3の位置に親指がかかるくらいに握るとよく、親指は柄のやや左側に添える。

作業者は各自の手の大きさや、使用するモルタルの性質によって、鏝の握り方に多少の差はあるが、要は鏝先が自由に回転できるように握ればよい。

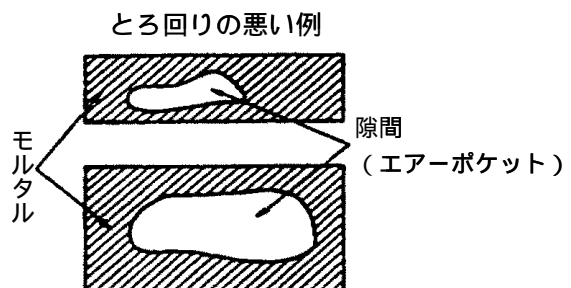
#### (4 - 4) 付けト口

付けト口は、積む煉瓦の接着面へあらかじめト口を鏝で塗り付けることである。付け方は、煉瓦の種類、形状、付ける位置によってもそれぞれ異なるが、煉瓦積みには欠かせない作業である。また、付けト口技能の巧拙は、積んだ煉瓦構造物の強度に大きく影響するので、作業者は十分に会得しておかねばならない。

付けト口が完全に行われて積まれた、煉瓦を剥いてみると、モルタルが接着面に均一に回っているが、不完全な場合は、第3 - 26図のように、隙間(エアポケット)ができる。目地のト口回りが



第3 - 25図



第3 - 26図



悪く隙間ができると、煉瓦間の薄着力を弱め、また、ガスや空気などの漏れを生じる原因となる。

#### A．並形耐火煉瓦への付けトコ

次に、最も一般的な、並形耐火煉瓦への付けトコ方法に付いて、第3 - 27図に基いて説明する。  
イ．まず、付けトコに必要なモルタルを、トコ箱から鏝の表にすくい取る。

ロ．煉瓦の小口面への付けトコの場合は、すくい取ったモルタルを、そのまま、鏝を裏返して、小口面へ平均の厚さに塗り付ける。

ハ．長手への付けトコの場合は、小口の場合と同じ要領で長手面に塗りつける。この場合、すくい取ったモルタルの量は、小口面の場合の2倍である。

ニ．平(ひら)の面への付けトコの場合には、通常二つの方法が取られている。その一つは、ロ、ハ、と同様に、鏝の表にすくい取ったモルタルを、そのまま煉瓦の面に伸ばしてから、鏝の裏を使って周囲に均一な厚さにならず方法と、他の一つは、すくい取ったモルタルを一度煉瓦面の中央部に落とし、鏝の裏を使って周囲に均一な厚さにのぼす方法である。

上記の各方法において、最後に面の四周の縁のモルタルを少し高目に盛り上げると、据えた煉瓦のまわりにモルタルがはみ出す。これを額縁にするといいい、薄目地で積んだり、水糸に合わせたりするとき有効であるが、ただ、高く盛り上げすぎると、煉瓦に塗られたモルタルの中央の凹部の空気が抜け切らないで、第3 - 26図に示すように薄い空隙を残すことがある。これは(エアポケット)ともいい、積み上げる煉瓦の間の接着力を弱めたり、炉に内圧がかかる場合には、壁を通して内部のガスが外に漏れる原因になるのでよくない。これを防ぐには、凹部の中央部に少量のモルタルを鏝で落して補充する。また額縁のとき空隙ができるのは、煉瓦の吸水性が強く、モルタルから早く水分を吸いとるからである。この場合は特に手早い作業が必要である。

#### ホ．付けトコをするときの注意事項

必要なだけのモルタルを鏝ですくい取ること。

トコ箱のモルタルは常に使いやすいように鏝で、かき混ぜること。トコ箱のふちを汚したり、トコ箱の外にこぼさないこと。

付けトコは、なるべくトコ箱の上で行うこと。

所定の目地の厚みよりやや厚めに平均してつけ、多量の耳トコ、および極端な額縁にならぬように注意すること。

付けトコを行うとき、煉瓦に鏝をすりつけてガリガリ音がするようにつけ方をせず、滑らかなつけ方をすること。

必要な箇所すべてに、なるべく早く、完全に付けトコができるような鏝さばきを会得すること。

#### B．赤煉瓦への付けトコ

赤煉瓦積みを用いるセメントモルタルは、耐火モルタルと異なって粘りがなく伸びも悪いので、付けトコは耐火煉瓦の場合に比べて困難な作業である。したがって、赤煉瓦積みでは、特殊な場合を除いて付けトコはあまり行わず、敷きトコ、かき上げトコ、流しトコなどによる施工が一般に行われている。

赤煉瓦に付けトコをする場合は、主として、小口、または長手面に行く。まず、トコを一度煉瓦面にのせ、鏝の裏面の先か手もとを使って、心持ち煉瓦にモルタルを押しつけながら、前後に均一な厚みになるようにのぼす。セメントモルタルは粘着性が少ないので、付けトコや煉瓦積みの折、鏝や煉瓦の面からずれ落ちやすい。この点十分な修練を積まなければならない。

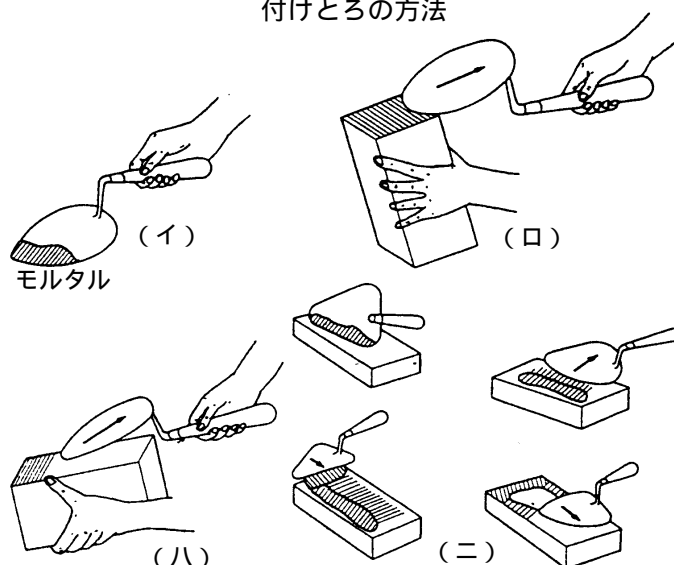
#### (4 - 5) 敷きトコ

敷きトコは、すでに積み終った壁または敷き煉瓦の上に、次の煉瓦を積むために、モルタルを目地の厚さか、或は少し厚目に、鏝で敷きならす方法である。

#### A．耐火煉瓦積みの敷きトコ

耐火煉瓦の敷きトコは、煉瓦1枚が積める程度にモルタルを敷く場合と、一度に煉瓦を数枚連続して積めるように、長く敷く方法がある。ただ、あまり長すぎると、モルタルの水分が下の煉瓦に

### 付けとろの方法



第3 - 27 図

吸収されて、目地厚の調整や、据える煉瓦のくせ直しができなくなるので良くない。

敷きトロで煉瓦を積むとき、目地を 2 mm にしたい場合は、初め 2.7mm 程度の厚みでトロを敷く。これは、積む煉瓦の重さで煉瓦の気孔中にモルタルが侵入したり、煉瓦を据えるとき従目地や表面にはみしたりする分だけ長く敷くのである。なお、敷くトロの長さは、モルタルの粘り具合や煉瓦の吸水性にあわせて決めればよい。

なお、敷きトロによる煉瓦の積み方はあとで述べる。

#### B . 赤煉瓦積みの敷きトロ

赤煉瓦の敷きトロは、下投の煉瓦積みに十分な流しトロをしてから行う。長く敷きトロをする場合は、鏝すくいして壁上に置いたセメントモルタルを鏝で延ばす。このとき、耐火モルタルと違いセメントモルタルは伸びが悪いので、鏝を斜めに用いて、小刻みに上下に波打たせながら、モルタルを目地厚さまで平均に延ばして平らにする。

#### (4 - 6) 煉瓦積みの要領

築炉技能者の行う煉瓦積みは、現在耐火煉瓦が主体であるので、各種の積み方について詳細に述べる。赤煉瓦積みは現在の築炉には殆ど行われなくなったが、場合によっては必要なときもあるので、その要領も記述するので、機会をみて習得しておくこと。

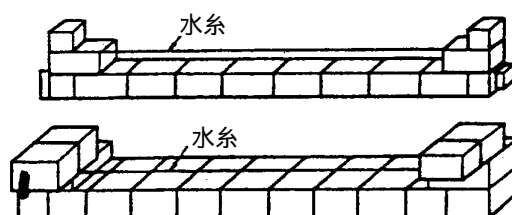
#### A . 水糸の張り方

通常、平壁の煉瓦を積むときには、壁面が出入りしないために、水糸を積む面に張って、これに合わせて積んでいく。水糸張りに就いては、前述のやり方で述べた通り、縦やり方やかなばやり方の間に張り、煉瓦積みが一段終る毎に上げて行く。耐火煉瓦や、赤煉瓦積みでよく用いられるかなばやり方は、第3 - 28 図に示すように、両端を 2 ~ 3 段、積む煉瓦の段より高く正確に積み、この間に水糸を張って積む方法である。水糸の両端を押える方法としては、水糸に重りを下げて煉瓦で押えたり、一端を釘に結び付けて、それをかなばの目地に押し込んだり、また、煉瓦に巻きつけて、やり方の正確な位置に糸の端をあわせて置いたりする。

煉瓦に巻く場合は、1 巻きか 2 巻き程度にし、幾巻きも巻きつけるのは作業上、手間がかかるので良くない。

張る水糸はたるみがあってはならない。普通の水糸を張った場合、10m につき 3 ~ 3.5mm のたる

#### 水糸の張り方



第3 - 28 図

みが生じるといわれている。このような場合には、中間に一枚煉瓦をモルタルで仮置きし、たるんだ糸を吊り上げればよい。いうまでもなく、水系は煉瓦を垂直にまた水平に積みあげるためのものである。

### B. 耐火煉瓦の積み方

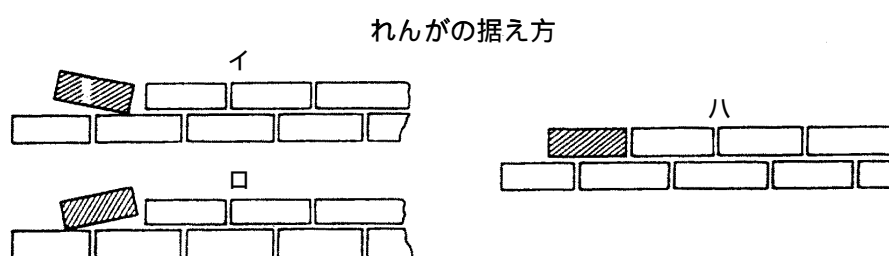
耐火煉瓦の積み方には、前項でも述べたように、付けトロをして積む方法と、敷きトロをして積む方法の二つに大別される。大形煉瓦を積むときは、付けトロと敷きトロの両方を使って積む。特別な場合として、浸しトロ(天ぷら)積みや、すり目地積み、空(から)積みなどと呼ばれる積み方もある。これらを順を追って述べることにする。

#### イ. 煉瓦の据え方

ここでは主として、並形煉瓦を用いた平壁積みの場合と、大形の異型煉瓦の据え付け方について述べる。

##### 付けトロをした並形煉瓦の据え方

付けトロをした並形煉瓦の据え方の要領を、第3 - 29 図に示し、順を追って説明する。



第3 - 29 図

(イ) まず、付けトロをした小口、または長手の面をやや下向きにしながら積んである煉瓦に近づける。

(ロ) 接触と同時に、付けトロ面を逆に上向きにする。

(ハ) 相手の煉瓦に押しつけながら平らに戻し、積む煉瓦の表面の上部の稜を水系に合わせる。このとき、平目地や縦目地が厚すぎる場合は、煉瓦を軽く押え左右にゆさぶり、余分のトロをはみ出させる。

以上の3動作のうち、(イ)を怠ると、縦目地の下側に隙間が生じるおそれがある。

##### 敷きトロ、はみ出しトロによる並形煉瓦の据え方

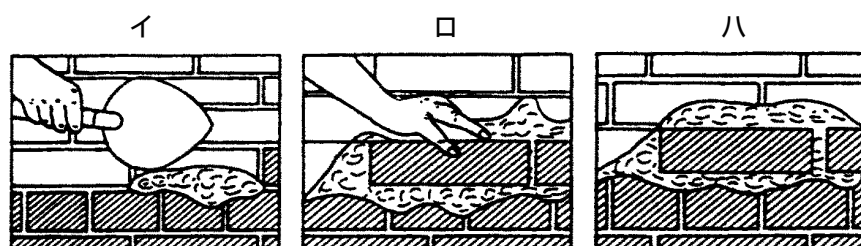
敷きトロをした上には、はみ出しトロで煉瓦を積む方法を、第3 - 30 図に基きながら説明する。

(イ) 必要よりやや多めに敷きトロをする。

(ロ) 据える煉瓦を、接着させる相手の煉瓦よりやや離して敷きトロの上におく。次に、軽く煉瓦を左右に平らにゆさぶりながら前に押し行くと、平目地や縦目地からトロがはみ出して、所定目地厚に煉瓦を据えることができる。手だけでうまくいかない場合は、木槌かプラスチックハンマなどで叩いて、煉瓦のすわりを修正する。

(ハ) はみ出してくるトロは、順次鏝で切り取り、縦横の目地の厚みを確認する。

#### 耐火れんがの敷きとろ積み



第3 - 30 図

上記の敷きトロとはみ出しトロによる積み方は、目地へのトロまわりがよく、付けトロをした煉瓦を長く手にしている必要がないので疲れが少ない。炉の敷き煉瓦や、幅の広い炉壁積みの場合特に便利なので、この技能も十分習得しておく必要がある。

#### 大形煉瓦の据え方

両手でなければ持てないような大形煉瓦を据えるとき、相手の煉瓦に前もって付けトロや敷きトロをしておく場合と、据える煉瓦の接着面に付けトロをする場合とがある。大形煉瓦を据える要領を次に述べる。

(イ) 据える煉瓦を相手の煉瓦に近づけ、接触面に付けられたモルタルが相手の煉瓦の面に触れたら、手をはなさずに上下左右にもみ押しをしながら、目地を細めていく。

(ロ) 次に静かに煉瓦を置き、下面の平目地を薄くするために、煉瓦を左右にもむ。上から垂直に押えるだけでは、面積の広い平目地からは、トロが外へはみ出してこないで、目地を薄くすることはできない。

(ハ) 最後に、はみ出たトロを鑊で切りとり、木槌、またはプラスチックハンマなどを用いて、目地締めや、位置、高さなどの微調整をする。

両手でも持てない大形の煉瓦を据える場合は、ホイスト、クレン、ジャッキ、バールなどを利用して据え付け、締め付けを行う。この場合は、敷きトロや付けトロをはみ出させる操作が困難であるから、なるべく適量のトロを平均につけるようにし、据え付けの際はあとから位置の矯正をしないですむように的確に行う。

#### 浸しトロ(てんぷら)による煉瓦の積み方

目地厚を非常に薄く積む場合にとられる方法で、柔らかめに混練した耐火モルタル(主として気硬性モルタル)の中に、煉瓦の目地になる部分を浸し薄く付けて積む。てんぷらの衣を付けるような作業であるので、天ぷら積みともいわれている。

目地の溶損や収縮の恐れがある燃焼室の高温内壁部や、多面加熱を受ける高温部の柱積みなどに用いると有効である。ただし、煉瓦の形状が正確でないと、目地に隙間ができるので、逆効果を生じるので注意する。

#### すり目地による煉瓦の積み方

耐火煉瓦の接着面の凹凸やゆがみを、完全に修正加工をした煉瓦を、モルタルを使わないで据えてもすきまやガタがないかを確認してから、どろどろに練ったモルタルですり目地で積む方法である。主として、熔融金属が浸透する恐れのある熔融炉の炉床積みや、ガスや金属蒸気が浸透したり漏れたりするのを防ぐ炉壁積みなどに用いられる。

#### 空積み(から積み)による煉瓦の据え方

空積みとは、煉瓦にモルタルを使わないで積む方法で、各炉の熱交換装置(レジェネレータ)の中に積むチェッカ煉瓦や、炉のマンホールの目くら積み(操業中は塞いでおき、炉修のときには取り外す)などに採用される。

なお、硝子溶解炉の場合、溶解槽の煉瓦積みの目地にモルタルを使用せず空積みを行う場合がある。これは昇温溶解の過程で目地に硝子が侵入し外部で冷却して固化し、内部からの熔融硝子の流出を食い止める仕組みである。この手法をセルフシール(自分自身で封じる)という。この方法は硝子溶解炉独特のもので、金属溶解炉では行わない。

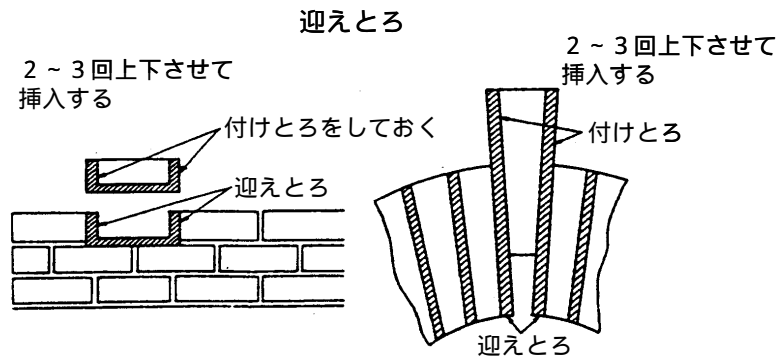
#### 迎えトロによる煉瓦の据え方

迎えトロとは、第3-31図に示すように、炉床、炉壁、天井などを積むとき、最後の煉瓦をおさめる場合に行われる。凹部やアーチの攻めのようなとき挿入する煉瓦の方に付けトロをすると、途中でそげて、十分トロがまわらない。従って、相手の凹部や挿入部の方に付けトロをしておく。収める煉瓦にはその場に応じて付けトロをしてもしなくても良い。余分なトロははみ出てくるように、少し柔らかめに多めにするとよい。

### C. 赤煉瓦の積み方

赤煉瓦への付けトロと、敷きトロについては前に述べてあるので、ここでは流しトロの方法での





第3 - 31 図

赤煉瓦積みについて述べる。程よく焼かれた赤煉瓦を、前述のように、十分な水養生を行い、適正なセメントを用いて流しとろ方法で手抜きなく積み、出来上がった建造物は、完全に一体化し、耐圧、耐摩耗、耐腐蝕性で、鉄筋コンクリート溝造物にも勝るものである。

次に、流しとろ方法での赤煉瓦積みについて述べる。この方法は、炉床に赤煉瓦を敷き詰めるような場合や、一枚壁以上の赤煉瓦壁を積むときに、一段ごとに従目地へセメントモルタルを流し込むやり方である。流しとろの長所としては、次の事項があげられる。

- イ 面倒な付けとろをしなくてよい。
- ロ 作業が早い
- ハ モルタルが縦目地に十分に行きわたる。
- ニ モルタルと煉瓦がよく密着する。

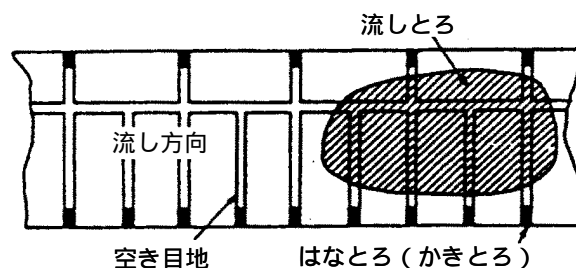
また、欠点としては、

- イ 壁地に多量の水分が蓄積される。
- ロ 煉瓦積み中、壁面にモルタルが流れ出して、表面が汚れやすい。

次に、流しとろで赤煉瓦の平壁を積む方法を述べる。

- イ 赤煉瓦を小口で7~8枚程度並べる長さに、敷きとろを行う。このとき、手前の壁面のトロは少し盛り上げて敷く。
- ロ 盛り上げた部分のトロを鋸でかきあげて、既に据えてある煉瓦と手に持った煉瓦との縦目地のはなとろ(かきとろ)として、第3 - 32 図に示すように幅5~8 mm、奥行き約2 cmにはさみ込みながら、表と裏の煉瓦を二人で積んでいく。この、はなとろ(かきとろ)は、内部のトロがまだ回っていない縦目地に、トロを流し込むとき、表面への流出を防ぐために施したものである。
- ハ 裏と表の煉瓦を並べ終わったら、トロ箱からモルタルをすくって、並べた煉瓦の上に置く。
- ニ 片手ひしゃくで水をくみ、置いたモルタルに水を加減しながら注ぎ、よく練り混ったモルタルを空の縦目地に流し込んでいく。この場合、水を注ぎすぎると、壁の表面にモルタルが流れ出し、面を汚すので注意すること。また、どの目地にもモルタルがゆきわたるよう入念に行う

赤れんが積みの流しとろ方法



第3 - 32 図

こと。なお、はなトロをかきあげでなく、付けトロで行うこともある。

上述のように、イからニまでを繰り返しながら、煉瓦壁を積み上げてゆく。また、広い場所に敷き煉瓦をする場合、セメントモルタルはミキサで、水は水道のホースで、かきまぜと流し込みは角スコップ、またはとんぼなどを用いて行う。なお、流しトロは、耐火煉瓦積みには行わない。

#### (5) 煉瓦積み様式と施工上の諸注意

ここでは、主として、築炉工事に必要な各種の煉瓦積み方式について、その名称、様式、特徴、施工上の諸注意などについて述べる。

##### (5 - 1) 平壁積み

平壁積みには、主として並形煉瓦が用いられる。平壁積みは、建築構造物の煉瓦積みと同様に、築炉においても最も多い積み方であり、積む方式は、2 - (3)項で述べた煉瓦の割付けの基本的事項に基いて決定される。

##### A. 煉瓦の据え方による分類と名称

並形煉瓦は普通長方体に製造されている。その面の呼び方として、大きな面の順に、平(ひら)、長手、小口という。この面のうちどの面を下に向けて据えるかで、第3 - 33図に示すように3通りに大別される。

##### イ 平(ひら)積み

平の面が上下になるように煉瓦を据える積み方で、安定度は最もよい。平壁には一番多く用いられている。平積みで、小口が正面に現われる積み方を小口積み、第3 - 33図(イ)、長手が正面に現われる積み方を長手積み(ロ)、と呼ぶ。

##### ロ こば積み

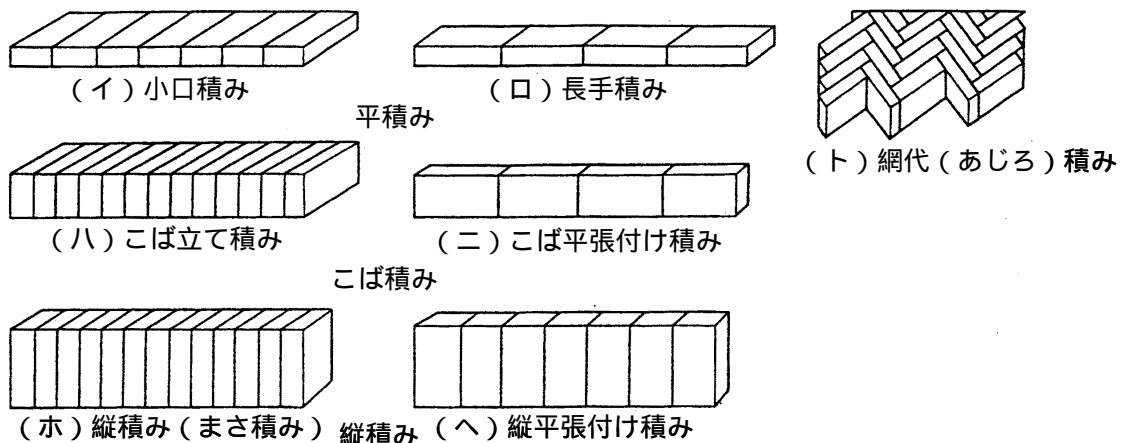
煉瓦の長手面が上下になるように据える積み方で、炉床や、壁積みにおける高さの調整などにしばしば用いられる。この積み方で、小口が正面に表われる積み方をこば立て積み(ハ)、平の面が表になるような積み方を、こば平張付け(こばひらはり付け)積み(ニ)、と呼ぶ。

##### ハ 縦積み(立て積み)(まさ積み)

並形煉瓦を、小口面を上下になるように据える積み方を縦積みと呼ぶが、安定度が悪いので平壁積みには殆ど用いられない。しかし、縦形円筒形の内張りにはしばしば使われる。この場合、長手の面が表に表われる積み方を、縦積み(ホ)と呼び、平の面が表に現れる積み方を、縦平張付け積み(ヘ)という。

なお、築炉工事にはあまり使用されないが、装飾的な据え方として、第3 - 33図(ト)に示すような網代(あじろ)積みがある。これは、こば積みの変形で、床や道路の舗装などに用いられている。

れんがの据え方による名称



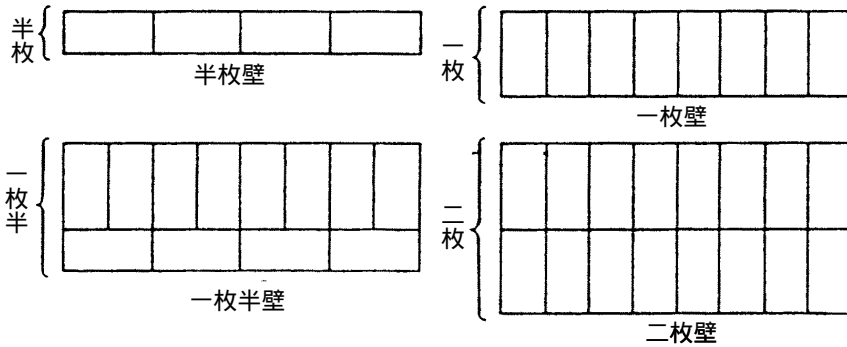
第3 - 33図



B．煉瓦壁の厚み（幅）による分類と名称

煉瓦壁の厚みを表わすには、壁を構成する煉瓦の長さが単位として用いられる。この場合、並形煉瓦の長手の長さ（耐火煉瓦 JIS 並形の場合は 230mm）を 1 枚として決める。したがって、小口の幅で積んだ壁は半枚壁である。第 3 - 34 図に示すように、半枚壁、一枚壁、一枚半壁、二枚壁というように呼称する。

れんが壁の厚みによる名称



第 3 - 34 図

C．継ぎ積みと芋（いも）積みの分類

煉瓦壁を積むときは、特に指定がない限り、下段の煉瓦と上段の煉瓦はずらして積む。これを継ぎ積みと呼び、下段の煉瓦の真上に上段の煉瓦を重ねて積むことを芋積みという。

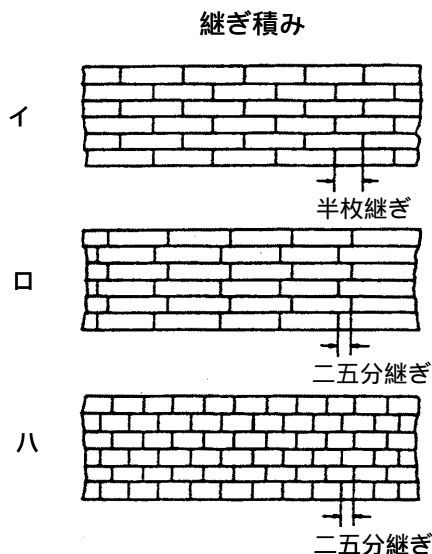
イ 継ぎ積み

建築物、築炉などで煉瓦壁を積む場合、原則として、継ぎ積みで施工される。継ぎ積みの呼称は、第 3 - 35 図に示すように、ずらす目地の広さで、半枚継ぎ、二五分（にごうぶ）継ぎと呼ばれる。継ぎ積みの場合、据える煉瓦は下段の 2 枚の煉瓦にまたがって乗るので、俗に「馬を踏ませる」ともいわれている。

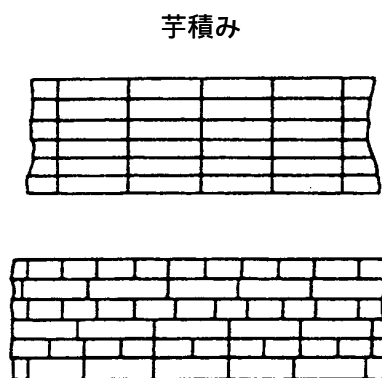
半枚継ぎは、煉瓦の長手面の中央に上下段の目地がくるように、また、二五分継ぎは、長手の 1 / 4 か小口の中央に上下段の煉瓦の目地がくるように積むことである。

ロ 芋積み

第 3 - 36 図のように、平壁の煉瓦積みで、上段の煉瓦の目地と下投の煉瓦の目地が、直線になったり、また、それに近い状態になることを芋積みという。このような積み方は、溝造上安定



第 3 - 35 図



第 3 - 36 図

性を欠くので、煉瓦積みにおいては避けなければならない。

ただ、築炉の煉瓦積みで、マンホールのめくらをするとき、後日取りこわしが楽にできるように、芋積みにすることがある。また、膨張しろを芋目地にすることもある。

平壁積みで芋目地になるのを避けるために、壁の両端には加工した煉瓦が必要になる。これについては煉瓦の割り付けの項で説明している。第2 - 4図の、半ます、羊かん、七五、二五分などの煉瓦が、継ぎ用として使われる。

#### D. 煉瓦壁の組み積み様式による分類と名称

煉瓦積みは、古来欧州で建築に多く用いられ、その歴史は西暦紀元前4000年に及ぶといわれている。昔から装飾的な積み方がいろいろ工夫され、国々や地方によって特徴のある積み方が採用されている。例えば、ローマ積み、フレミッシュ（現在のオランダ、ベルギー、フランス北部地方）積み、別称フランス積み、イギリス積み、オランダ積み、アメリカ積み、ドイツ積み、ガーデンウォール積みなど多様である。次に代表的な組み積み様式と名称について述べる。

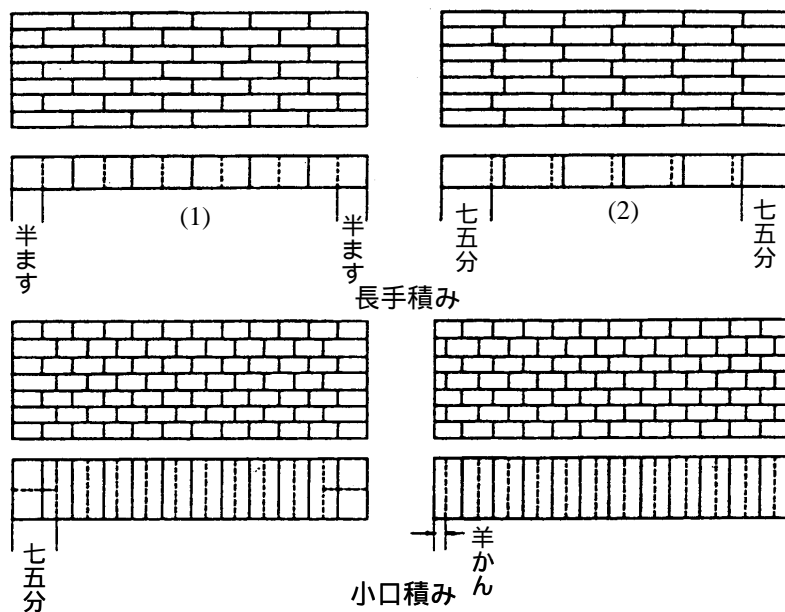
##### イ 長手積み

長手積みは、半枚壁に用いられ、表面に長手面を出す組み積み様式で、第3-37図に示すように、積み出しに半ますを隔段ごとに入れた半ます継ぎの壁と七五分を入れた二五分継ぎの壁がある。通常、強度的に安定な半ます継ぎが採用されている。

##### ロ 小口積み（ドイツ積み）

小口積みは、第3 - 37図中に示すように、表面全部に小口面をあらわす積み方で、継ぎは壁面の両端に隔段ごとに七五分、または、羊かんを使うことによって二五分とする。小口積みは1枚壁でありドイツ積みともいわれている。

長手積みと小口積み



第3 - 37図

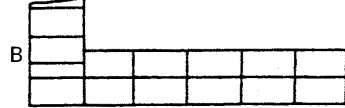
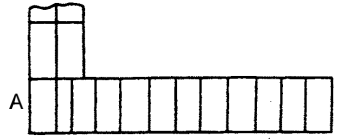
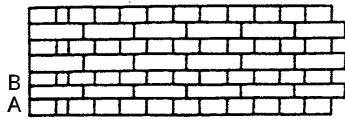
##### ハ イギリス積み

一般に、イギリス積みは、目地の外観はあまり美しくないが、最も堅牢な組積み様式であるので、築炉の壁積みとして最も多く、特別な指定がない限りイギリス積みが採用される。

イギリス積みとは、第3 - 38図の(1)から(2)に示すように、表面から見て、小口積みの段と長手積みの段とが交互に積み重ねられた積み方である。

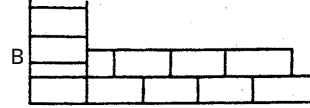
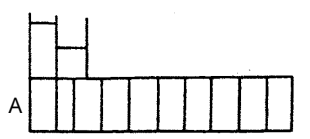
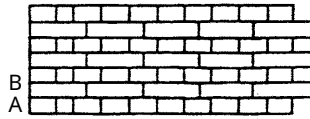
小口積みの段の終端部や曲り角の部分に、羊かんを縦に用いて継ぎをとる場合を羊かん角、または、おなま角(1)(2)といい、また小口積みの終端部や曲り角に七五分を用いて、継ぎをと

イギリス積み



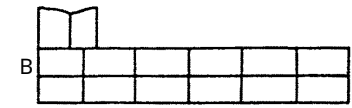
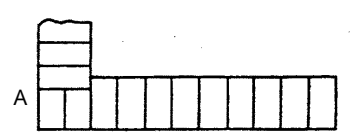
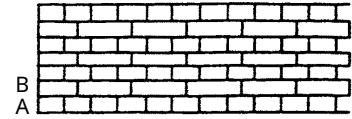
イギリス積み 1枚壁おなま角  
(羊かん角)

(1)



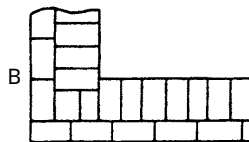
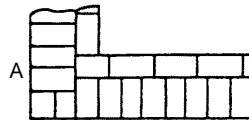
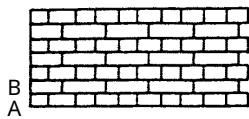
イギリス積み 1枚壁おなま角  
(裏積み半枚ずらし)  
炉壁れんが積みに多用される

(2)



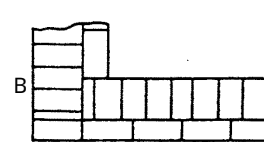
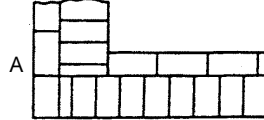
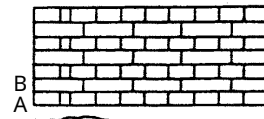
イギリス積み 1枚壁七五角

(3)



イギリス積み 1枚半壁七五角

(4)



イギリス積み 1枚半壁おなま角  
(羊かん角)

(5)

第3 - 38図

る場合を七五角(3)という。

一枚半の壁厚の場合、表面は長手の段の上に小口積みとなっているが、裏面は表面とは逆に、小口の段の上に長手の段になる。(4)(5)

なお、イギリス積みの場合、表面の割付は、最下段を小口積みとし、最上段も小口積みで収めるのが原則とされているが、もし最上段が小口積みで収まらない場合は、最下段を長手積みとする。

二 オランダ積み

第3 - 39図に示すオランダ積みは、イギリス積みと同様、小口、長手の段を交互に積み重ねるが、長手段の積みはじめの七五分の次に小口を用いた段と、用いない段を交互に積む構造である。

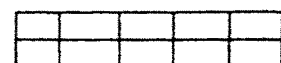
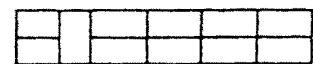
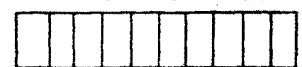
ホ フレミッシュ積み(フランス積み)

第3 - 40図に示すフレミッシュ積みは、各段に長手と小口を交互に用い、各小口積みは、上下段の長手の中心部に置き、角や積み始めには羊かんや七五分が用いられる。外観は極めて美しい積み方であるが、手間がかかるので、築炉にはほとんど採用されない。

ヘ アメリカ積み

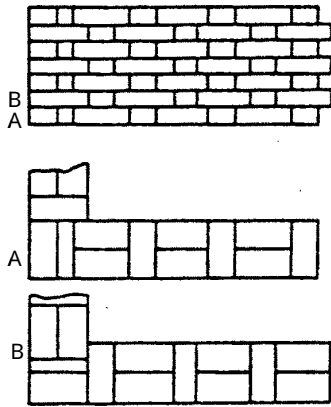
アメリカ積みは、普通積みともいわれ、第3 - 41図に示すように、4~7段の長手積みを積み重ねてから一層の小口段を積む方式である。小口積み段の角、または積み始めには七五分

オランダ積み



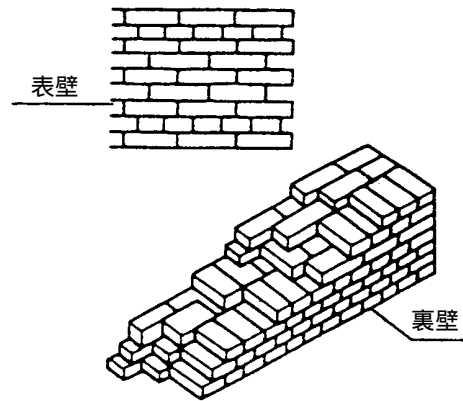
第3 - 39図

### フレミッシュ積み（フランス積み）



第3 - 40 図

### アメリカ積み



第3 - 41 図

が必要である。長手積みの段では表積みと裏積みの煉瓦は半枚ずらせる。割合にはよい施工ができ、外観もきれいであるが、強度の点ではあまりよくないので、築炉では特別な場合以外は採用されない。利点としては、表と裏の煉瓦が半枚ずらしてあるために、ガスや溶解物が壁を通過しにくく、換熱室、蓄熱室の周壁や、スラグの浸透する恐れのある壁などに適用されることがある。

### (5 - 2) 平壁積みの施工上の諸注意事項

#### A．段逃げと歯形逃げ

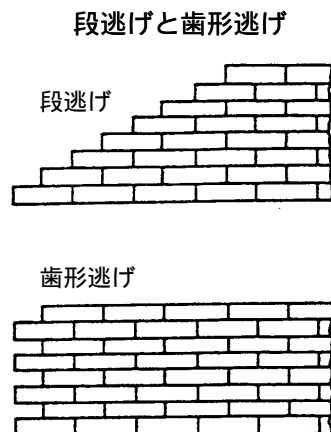
壁積みは、部分的に高く積み上げずに、壁全体を平均の高さに積み上げていくことが好ましい。作業の関係で止むを得ず部分的に積み上げる場合は、段逃げ（控え積み）または歯形逃げ（差し込み）の方法をとる。

第3 - 42 図に段逃げと歯形逃げるを示す。段逃げは歯形逃げに比べて、次の煉瓦積みを行う場合、継ぎ部分のトロがよく回り、継ぎもとりやすいので、なるべく段逃げるを採用するのがよい。

どの方法をとるにしても、次の煉瓦を積むときに、支障がないよう、接続部のはみ出しトロはきれいに取り除いておくこと。

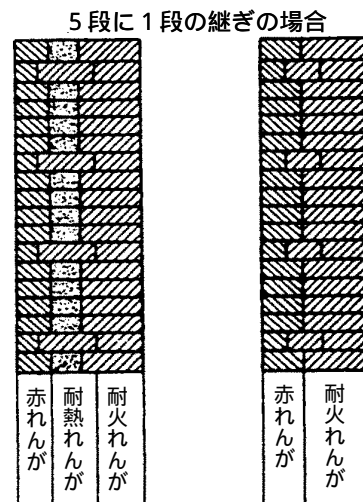
#### B．複数層に異種煉瓦を使うときの継ぎの取り方

炉壁の場合、赤煉瓦、断熱煉瓦、耐火煉瓦など異なった材質の煉瓦を組み合わせ、壁積みを行うことが多い。壁の高さが低いときは、独立した層で壁を積み上げて問題はないが、高い場合は、内壁の倒れ防止として、第3 - 43 図のように適当な段で継ぎをとり、一体構造にしなければならない。これを怠ると、炉の操業がはじまり、耐火煉瓦の内面の温度が高くなった時、耐火煉瓦が内



第3 - 42 図

### 異種れんが間の継ぎの取り方



第3 - 43 図

面に張り出し、裏壁との間に隙間を生じる恐れがある。図のように異種煉瓦間の継ぎは、少なくとも5段ごとに、長手4枚につき1枚の割合で入れる。

各層間に、断熱効果の意味で隙間を開けて積むことは、壁全体の強度を弱めるだけでなく、炉の気密性からも好ましくないのを避ける。また、各層間の継ぎの煉瓦とモルタルの材質は、例えば、耐火煉瓦と断熱煉瓦の場合は耐火煉瓦と耐火モルタルを、断熱煉瓦と赤煉瓦の場合は、耐火煉瓦と断熱モルタルを使用する。

### C. 壁積みの高さと厚さの取り方

並形煉瓦で壁積みを行う場合、炉壁の高さが高いほど不安定になるので、壁厚を厚くするか、煉瓦受け金物などで補強する。

煉瓦自体を他の何らかの支持、補強物を頼らずに自立させるためには、第3-6表に示すように炉壁高さと厚さの関係を考慮に入れて積み上げる。

### D. 炉床や炉壁の膨張しろの取り方

炉が昇温され高温になると、炉を構成している個々の炉材に熱膨張が起きる。そして、個々の膨張が集って炉全体が膨張してくる。炉材の熱膨張の割合は、材質や温度によって異なる。耐火煉瓦が温度上昇にともなって熱膨張する割合を表した線を、熱間膨張曲線という。

耐火煉瓦の熱間膨張曲線は、第3-7表に示すように煉瓦の材質によってそれぞれ異っている。例えば、けい石質耐火煉瓦は1000℃で約1.3%（1m当り約13mm）、粘土質（シャモット質）煉瓦は同じ温度で約0.6%（1m当り約6mm）膨張する。

このように耐火物は熱で膨張するので、炉全体の膨張を吸収させないと炉がはらんだり、内部の耐火物が熱歪でこわれたりする。この膨張を吸収するために、炉床や炉壁に設ける隙間を膨張しろという。

膨張しろは、膨張みぞ、膨張目地、エアースペース、エキスパンションジョイント、などとも呼ばれる。築炉図面に記載してある（EXP）は上記エキスパンションジョイントの略号で膨張しろのことである。次に膨張しろについて述べる。

#### イ 膨張しろを設けない場合の弊害

炉枠金物が炉体の膨張圧力で曲がり、場合によっては破断する。また、外殻鉄板（ケーシングプレート）が割れる。この場合、内部の煉瓦壁がゆるむ。

炉枠金物が膨張圧力より強い場合は、炉の内壁煉瓦が内側にはらみ、崩れる原因となる。

、起こらない場合は、膨張圧が炉壁の中に応力となって現れ、圧力に抗し得ない煉瓦は破壊する。

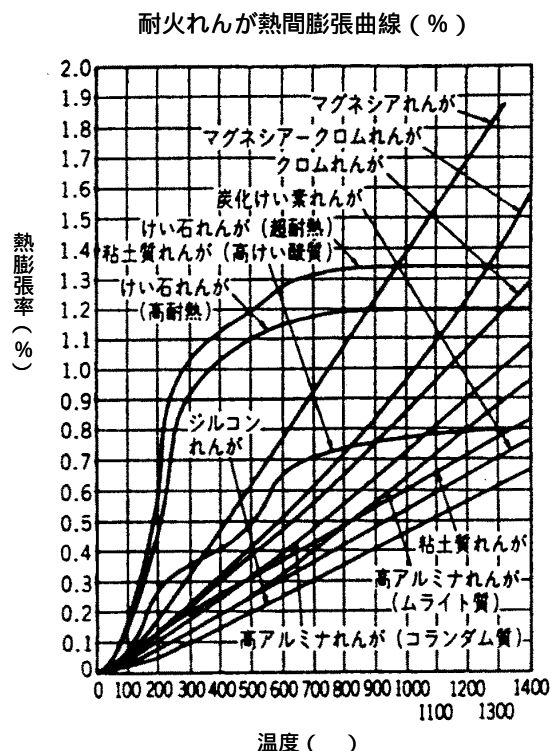
#### ロ 膨張しろを設けた場合の弊害

膨張しろを設けることは必要である反面、次のような欠陥を伴うことも考慮に入れておく必要がある。

第3-6表

炉壁高さと厚さの関係	
炉壁の高さ (m)	炉壁の厚さ
1以下	半枚 (波形れんが)
2.5以下	1枚 ( " )
4以下	1.5枚 ( " )
4以下	2枚 ( " )

第3-7表





炉壁の組み積みの構造的な強さを弱める。

膨張しろに火炎や有害ガス、紛じん、スケールなどが侵入して、炉材を損傷し、周囲に発展させる。

気密性を要する炉の場合、ガスや金属蒸気の洩れを起しやすい。

熔融金属の湯洩れや浸透の原因となる。

膨張しろが炉壁の膨張収縮によって理想的にスライドし、開閉を繰り返すとは限らない。炉内の粉塵が操業中膨張しろを詰めるからである。

#### 八 膨張しろの幅の決定

膨張しろの幅を決定するのは非常にむずかしい問題である。前述のけい石煉瓦 1000 で 13mm膨張するからといって、膨張しろをその割合で設けるのは正しくない。この分野は炉の設計技術者が決めるべきことであり、築炉技能者は提示された図面に基き施工すればよい。参考迄に、第 3 - 8 表、第 3 - 9 表を記載するに留める。

第 3 - 8 表

れんが壁 1 m 当たりの膨張しろの幅

耐火物の種類	単位 (mm)			
	最高加熱面温度 (°C)			
	800	1100	1370	1650
粘度質耐火れんが	4	5.2	6.5	7.9
マグネシアれんが	7.9	10.5	15.7	21
けい石れんが	14.6	13.1	13.1	13.1
クロムれんが	5.2	6.5	7.9	13.1
炭化けい素れんが	2.6	3.9	5.2	6.5

第 3 - 9 表

代表的れんがの膨張しろ

れんがの種類	膨張代 (mm/m)
けい石れんが	13 ~ 15
粘度質れんが	6 ~ 8
シリマイト質れんが (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 60%)	7
高アルミナ質れんが (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 70%)	8
クロム及びクロマグれんが(焼成)	11
クロマグれんが(不焼成)	18
マグクロれんが	21
マグネシアれんが	21

次に、従来から行われている、主な膨張しろの取り方を第 3 - 44 図、第 3 - 45 図に基いて説明する。

第 3 - 44 図は、膨張しろと目地モルタルとの取り合わせを示す。図における黒い目地のところにはモルタルは付けずに、ダンボール紙やセラミックウールをはさんで膨張しろとする。左右に別れた壁の熱膨張による伸びをここで吸収する。

第 3 - 45 図の (a) は、ケーシング鉄板の内部に積まれた一枚壁の膨張代の取り方で、左図は炉内と鉄板の間にまっすぐに通してとった膨張しろで、右図は半ます煉瓦を使って半枚分膨張しろをずらして、炉内ガスが直接鉄板に通じないようにしたものである。なお最近では不燃性で耐熱性のあるセラミックファイバの柔らかい綿状の板を膨張しろにはさんでいる。

(b) は、一枚壁の縦の芋に通した膨張しろと、縦横に馬を踏んだ膨張しろを示す。

(c) は、一枚壁小口積みの二五分に馬を潜んだ膨張しろを示す。

(d) は、イギリス積み一枚壁に半ます継ぎの膨張しろをとった図である。

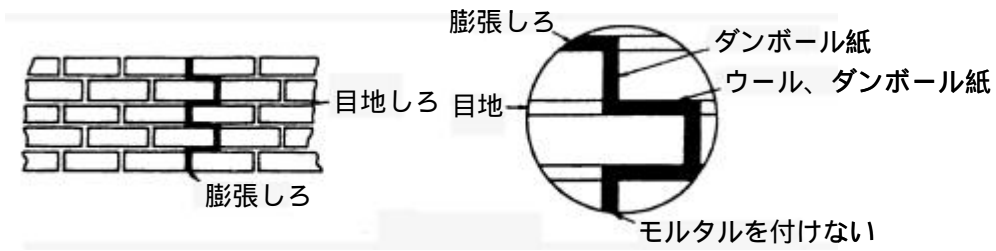
(e) は、イギリス積み二枚壁の角部に、縦の膨張しろが、表面から裏面に通らないように二五分ずらして積んだ長手段と小口段を、上から見たところである。

(f) は、厚さの異なる煉瓦壁の角部や中仕切り部などにおける、色々な膨張しろのとり方の例を示している。

(g) は、ケーシング鉄板と耐火断熱煉瓦の間に、断熱ボードをはさんだ場合の膨張代の取り方の一例で、縦の膨張代を途中で横に少しずらすことで、炉内の熱気がボードや鉄板に通じにくくしたものである。この場合、ガス漏れを防ぐために、鉄板側の膨張しろに、アスベストローブや、セラミックウールを詰めてもよい。

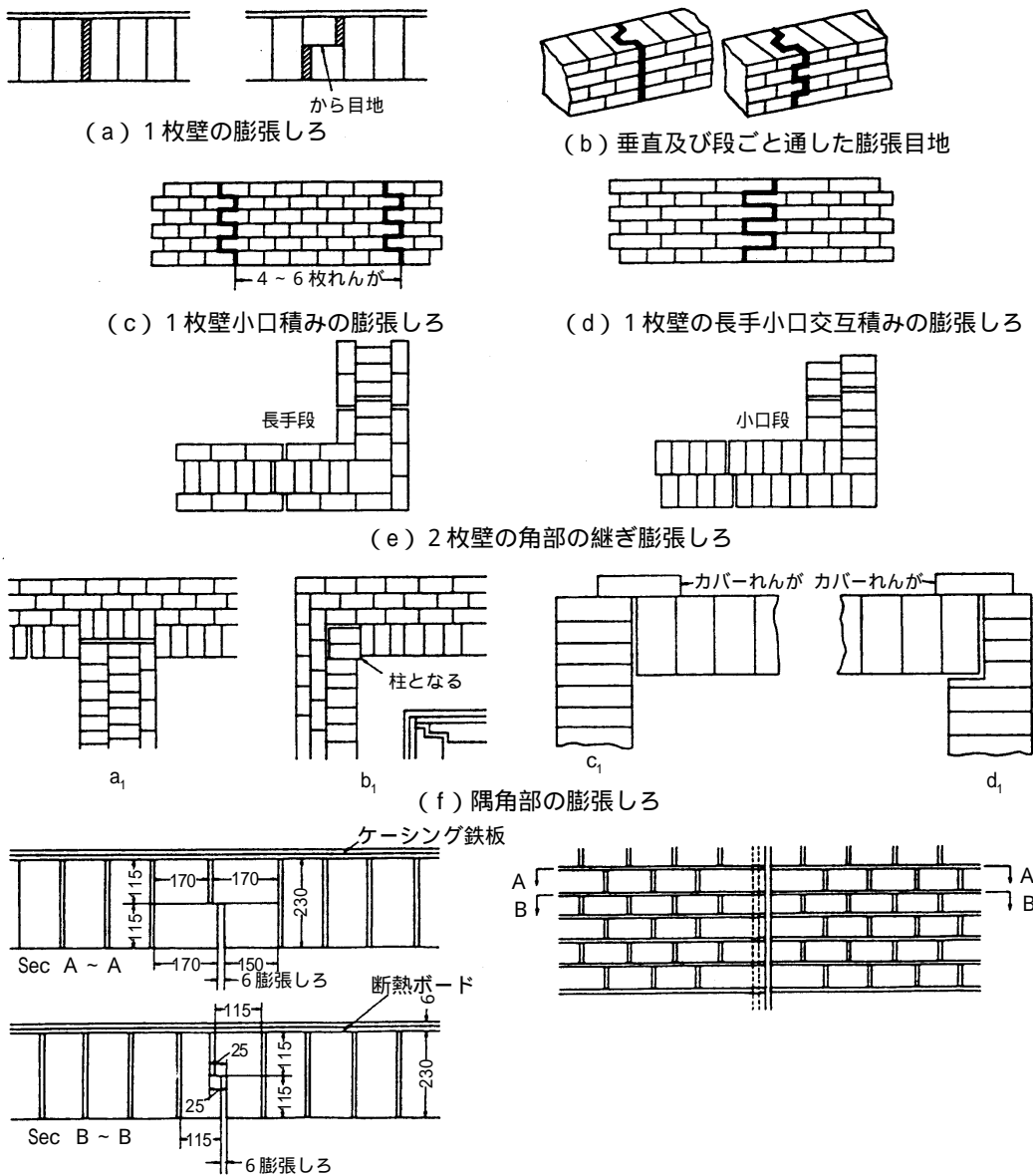


八 膨張しろの幅の決定



第3 - 44 図

膨張しろの取り方



(g) 鉄板ケーシング内側の耐火断熱れんが膨張しろ

第3 - 45 図

### ホ 膨張しろ施工上の注意

膨張しろ施工上の注意として、せっかく取った空隙（膨張しろ）であるので、モルタル、煉瓦屑、ごみなどが浸入しないように留意する。空隙をつくるときは、膨張しろの幅と同じ厚さの膨張板をはさんで煉瓦を積み、積み終わったら膨張枚を抜きとり、ウールなどの詰物を挿入した後テープなどをはって異物が入らないようにする（第3 - 44図参照）

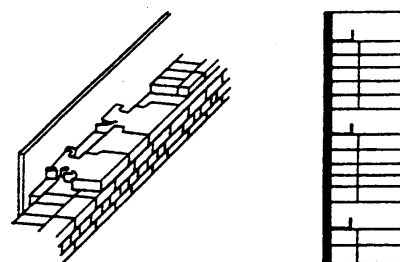
### E . 広い炉壁の張り出し防止

並形煉瓦などを用いて、幅が広く、高さの高い平壁を積むと、膨張しろなど十分に注意して施工しても、長期間炉を使用していると、触火面の耐火煉瓦壁が内側へ弓状にはらみ出てくることもある。これは膨張しろに作業中にダストが入り込んだり、耐火煉瓦の触火面が融着したりして、可逆的な膨張収縮がうまく行われていないからである。

防止方法としては、第3 - 46図に示すように、数段に一段毎にアンカー煉瓦（後部の鋼材や鋼板から引張る煉瓦）を入れて積む。

また、あらかじめ、炉壁を外側にはらませて積む方法も、しばしば用いられる。

炉壁の張り出し防止策の例



第3 - 46図

### (5 - 3) せり（迫り・アーチ）及び円筒などのれんが積み

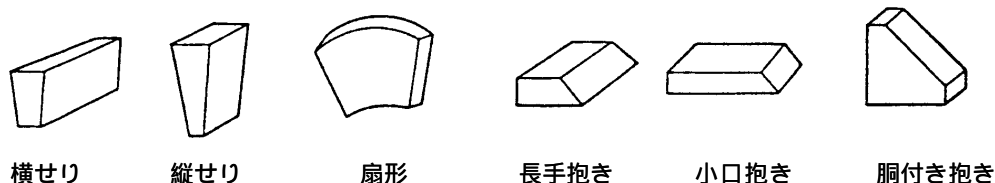
A . 建築物や炉でのアーチの目的は二つある。その一つはれんがが壁の下部に空間を設けるためと、もう一つはアーチの上部に積まれるれんがの荷重を受けるためである。前者は人や物が出入りするため壁地に空間をつくったり、壁に囲まれた内側の上部を覆う天井として作られるもので、後者はアーチ下部のれんが壁の抜き替え修繕を容易にするために作られるものである。アーチの形には、後述するように各種のものがあるが、築炉では造形美は要求されないので、目的に合った合理的な形式を採用するとよい。

### B . アーチに使用されるれんがの形状

アーチに使用する代表的なせりと抱きれんがを第3 - 47図に示す。れんがの形状は、せりれんがと抱きれんが（せり受けれんが）とに大別される。せりれんがは寸法の大小には関係なく、横ぜり、縦ぜり、および扇形の3種類に分類され、抱きれんがは長手抱き、小口抱き、胴付き抱きなどがあり、いずれも長方形の1面乃至2面を斜めに切り落した形をしている。（第3 - 47図参照）

また、ドーム形アーチのせりれんがは、中心部の攻めれんがを除き、6面が扇形、またはせり形をしている。

円形せりに使用されるれんがの形状



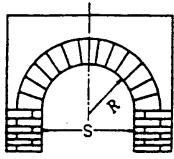
第3 - 47図

### C . アーチの形状、種類

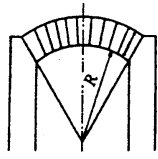
第3 - 48図（1）（16）に、代表的なアーチ積み構造を示す。

アーチは、いろいろな目的によって、それぞれ適応した形式が用いられている。一般に、最も多く用いられる形は、第3 - 48図（1）の半円ぜり（本丸ぜり）や、（2）の円形ぜり（櫛ぜり）で

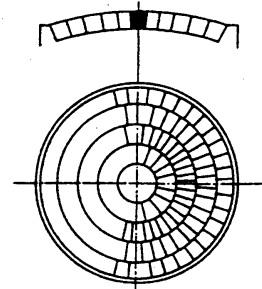
各種アーチ（せり）の形状、種類、名称



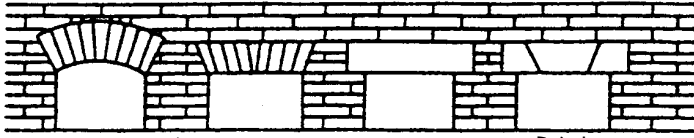
(1)半円ぜり



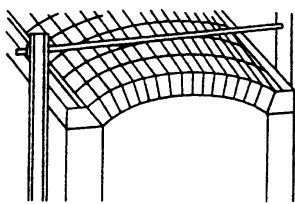
(2)櫛ぜり



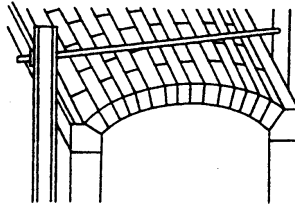
(4)傘ぜり（ドームアーチ）



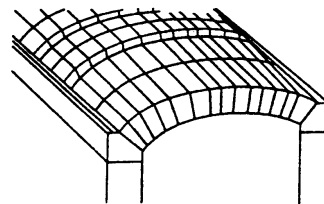
(3)櫛ぜり ジャックアーチ フラットアーチ えんま  
（陸ぜり）（平蓋）（両えんま）  
ろくぜり



(5)リング巻きアーチ



(6)継ぎ巻きアーチ  
ボンデッドアーチ



(7)リブアーチ



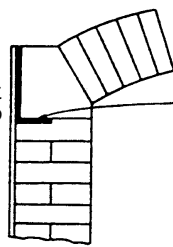
(8)（分割アーチ）



(9)

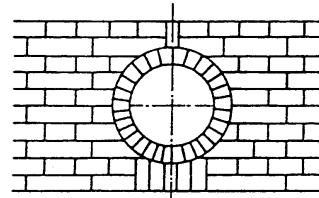
掛け出しの上に  
アーチを巻くの  
はよくない

掛け出し  
（はね出し）

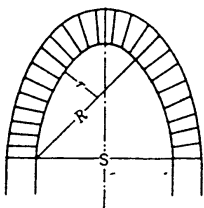


(10)

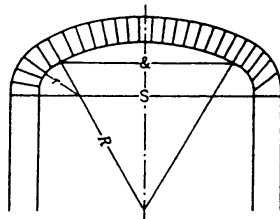
迫り受け金物  
この金物を取付けてお  
けば炉壁の抜替修理に  
便利である。



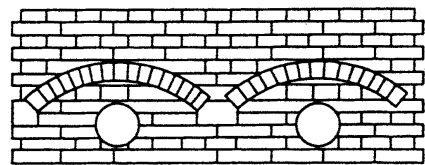
(11)蛇の目



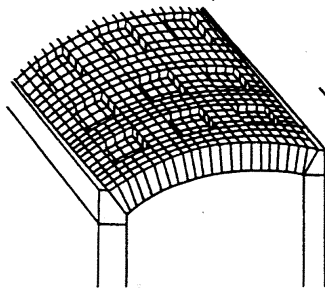
(12)カテナリーアーチ



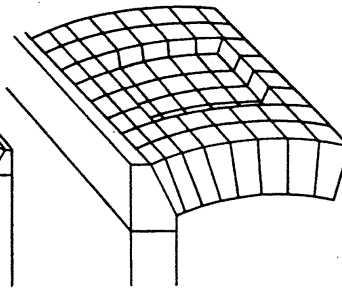
(13)お多福ぜり



(14)壁の補助せり（カせり）



(15)箱形アーチ



(16)箱形アーチ

ある。(3)のろくぜり(ジャックアーチ) えんまぜりなどは、せり山がない平らなアーチで、主としてアーチのスパンが小さい場合に用いられる。

(4)は円筒形の天井に築かれるせりで、傘状に積まれる傘ぜりと、球形に積まれるドームアーチの2通りがある。トンネルのように奥行きのあるアーチを巻くのに、(5)のリング巻きのように1巻きずつ独立した芋巻き方法と、(6)の継ぎをとって巻く方法の二通りがある。リング巻きは、後日部分的な補修を行うのに容易であり、継ぎ巻きは、アーチ全体を一体化させるので強度的にすぐれている。(7)のリブアーチは、(5)のリング巻きアーチの厚みを1巻乃至2巻毎に厚くして強度を強めたものである。(8)の分割アーチは、両端の抱き煉瓦の下部には両壁が、中間の三個所の両抱き煉瓦の下には、間仕切り壁があるもので、図では省略されている。(9)は、はね出しに積んだ炉壁の上に、せり抱き煉瓦を据えた図で、不安定なせりになる悪い例である。(10)は、せりの抱き煉瓦が、後にずれて動かないように形鋼材で押えた図で、この金物をせり受け金物と呼ぶ。このように、せりの抱き煉瓦の後には、必ず受け金物を付けなければならない。(11)は、俗に蛇の目と呼ばれ、平壁に丸い穴を明けるとき、例えば円形ダクトの継ぎなどに施工される。(12)のカテナリーアーチは、懸垂線(鎖の両端を持って垂れ下げた線)を逆にした形のアーチで、力学的には最も安定したアーチであり、築炉の煉瓦積みにも従来使われていたが、形がむずかしいので今はあまり採用されない。(13)のお多福ぜりは、天井部のRと天井両肩部のrの二つの半径からなるせりで、築炉においてはほとんど使われていない。(14)の平壁に設けられた補助ぜりは、一般には力ぜり(ちからぜり)といわれ、アーチ下部の煉瓦の積み替えを容易にする目的で用いられる。(15)(16)の箱形アーチは、アーチの強度を保持したままで、天井煉瓦の重さを軽くしたいときに用いる。

なお、このほかに、鋼材などを用いて煉瓦を吊る形式の吊り天井(サスペンデッドアーチ)や、縦横の半径が異った亀甲ぜり、上部が円弧で下部が平らなさやぜりなどがある。

#### D. アーチ煉瓦積み

炉の開口部の上や、天井となる部分は、構造的に弱い部分である。従って、アーチ積みの良し悪しは炉の寿命を左右することが多い。次に一般的な円形アーチのせり煉瓦を巻く場合の注意事項について述べる。

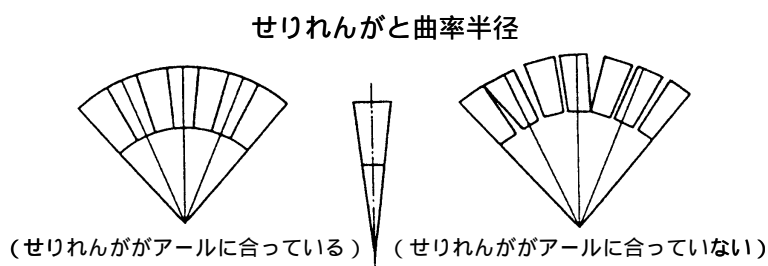
イ 第3-49図に示すように、曲率に合ったせり煉瓦を使用する。異なった曲率のせり煉瓦を組み合わせて使うとき(TISの標準せり形を組み合わせて巻くとき)も曲率半径に合致するように組み合わせて巻くこと。

ロ セリ煉瓦に、おなま煉瓦(並形煉瓦)をはさむことはさけること。抜け落ちる恐れがある。

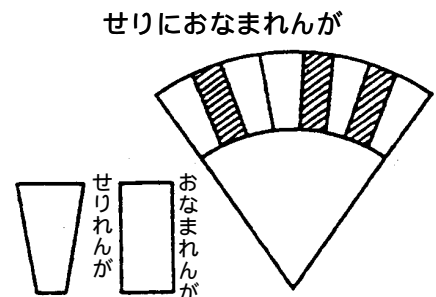
ハ セリ煉瓦に、亀裂や欠けのあるものは使用しないこと。

ニ アーチの煉瓦の目地は薄い程よい。第3-52図に示すように、据える煉瓦を1枚ごとに上下にもみながらすり合わせ、目地ト口をはみ出させる。据えた煉瓦は更に、木槌かプラスチックハンマで軽く叩き締める。

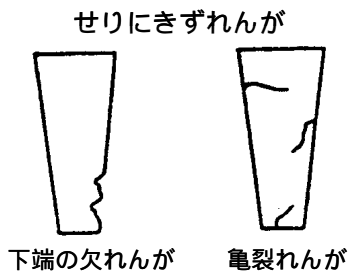
ホ 第3-53図に示すように、せり煉瓦は常に円の中心に向けて1枚ごとにせりわくに合わせて巻くこと。この場合、煉瓦が起きすぎたり、寝すぎたりしないこと。



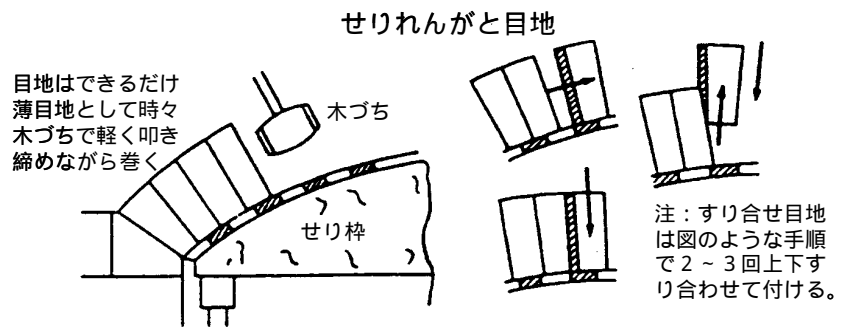
第3-49図



第3-50図

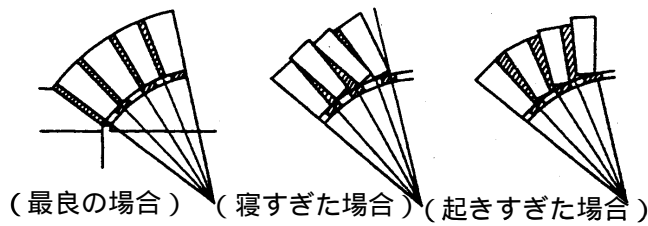


第3 - 51 図



第3 - 52 図

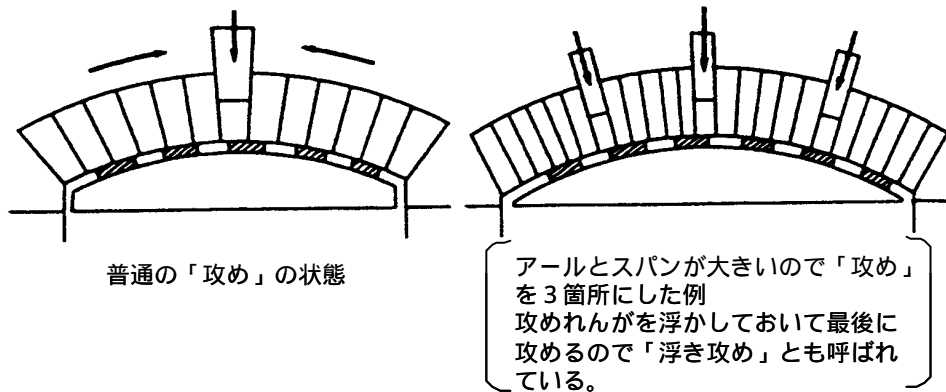
せりれんがの巻き方



第3 - 53 図

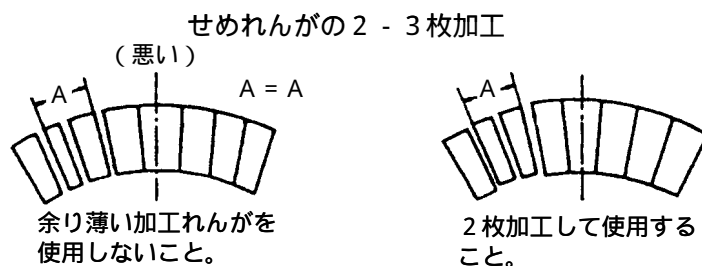
へ アーチを攻めるときは、第3 - 54図に示すように、通常せりの両肩から巻きあげて、かわら芯になるように頂部で攻める。アーチの中心が目地になる(目地芯になる)ことは避けること。また、スパンが長い大きなせりの場合は、攻め煉瓦を複数にする。

攻めれんがの施工要領



第3 - 54 図

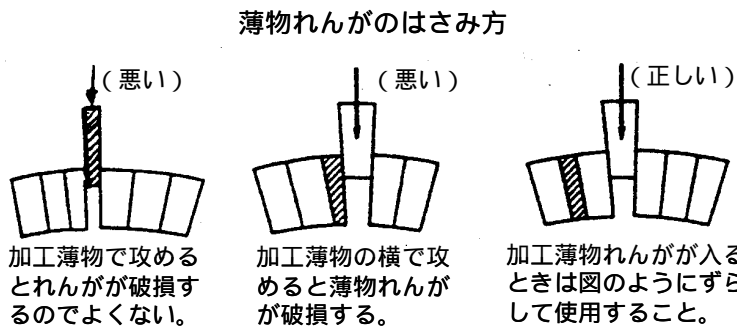
ト 攻め煉瓦の寸法が、半枚以下の薄物になるときは、薄物は使用せず、2～3枚の煉瓦にふり分けて加工する。第3 - 55図にこれを示す。また、薄く加工した煉瓦は、アーチの両肩や芯(頂部)には使用しないこと。



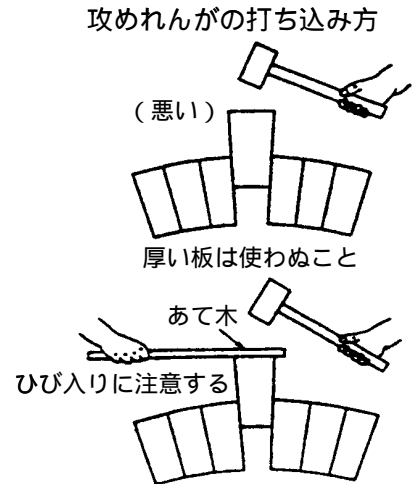
第3 - 55 図

チ 薄物煉瓦を攻め煉瓦として使わないこと。第3 - 56図に示すように、薄物煉瓦は攻め煉瓦と接しないところに入れること。これは薄物煉瓦が破損しやすいからである。

リ 攻めを行うときは、第3 - 57図に示すように、トンカチや片手ハンマのようなもので直接煉瓦を叩いてはならない。あて木を使うことにより、攻め煉瓦のひびわれを防止する。また木槌やプラスチックハンマを使うのもよい。



第3 - 56 図



第3 - 57 図

ヌ 攻め煉瓦は2/3くらいが軽く入り、後の1/3を叩き入れておさめるようにする。

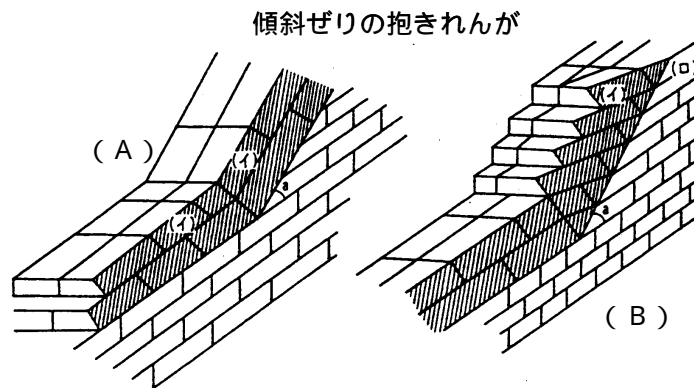
ル アーチを巻きはじめる前に、抱き煉瓦がずれないように、バックステーの締め付けボルトは必ずセットしておくこと。

ロ アーチがひらく原因となるので、抱き煉瓦の裏には、柔らかい材質の炉材は使用しないこと。

ハ 同じ層のアーチは、なるべくその日のうちに巻き終えること。これは、翌日に持ち越して巻くと、前日巻いておいた部分の目地が乾いて固まっているので、アーチを攻めるとき、全体が締まらないからである。

#### E . 傾斜アーチの積み方

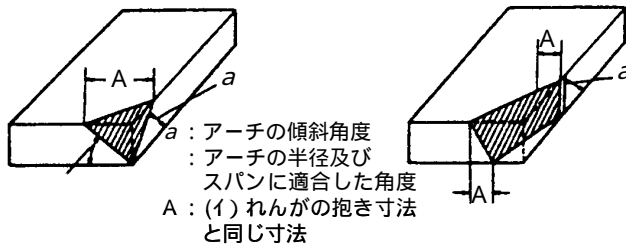
アーチが傾斜になっている部分の抱き煉瓦の積み方には、第3 - 58図(A)に示すように、壁の上面を傾斜に切りつけた後、抱き煉瓦を積む方法と、(B)に示すように、壁煉瓦をそのまま抱き煉瓦として切り付けていく方法の2通りがある。(A)場合の抱き煉瓦は、アーチ半径に合った、普通の長手抱き、または小口抱き煉瓦でよい。(B)の場合の抱き煉瓦の切り付け墨の出し方を、第3 - 59図に示す。



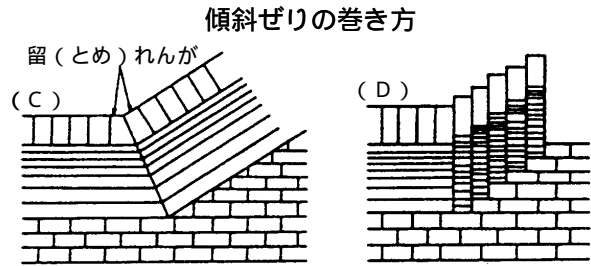
第3 - 58 図



第3 - 58図 (B) の抱きれんがの加工方法



第3 - 59 図



第3 - 60 図

傾斜アーチを巻く方法は、第3 - 60図に示すように、折点の迫り煉瓦を「留め(とめ)」に切削して巻く方法と、(D)に示すように「鎧(よろい)」に巻く方法とがある。よろいに巻くときは、抱き煉瓦もそれに従って逐次上か下にずらして積むのが普通である。第3 - 58図(A)、(B)のような抱き付けを行った場合は、留め部のせり煉瓦は特別な加工が必要である。

F . アーチの半径 (曲率) について

アーチの半径  $R$  が、スパン (両側壁間の内幅) より小さなアーチほど、構造力学的には安定である。一般的な構造物と違い炉の場合は、使用する煉瓦が高温にさらされるので、焼け縮んで収縮することが多い。また、熱膨張による内外庄が伴う。従ってなるべく安定度の高い構造が要求されるのでアーチの高さに制限がない限り、スパンより小さい半径のアーチにするのがよい。第3 - 10表に、アーチに使用する煉瓦の収縮具合により、スパンとせりの半径の比 ( $l/R$ ) をどの程度にするかの例をアーチの曲率として記載する。ただし、炉によっては用途や目的のために、安定性を犠牲にしても、炉幅より大きな半径で、せり山の低いアーチを設ける場合もある。

G . 炉幅とアーチ煉瓦の厚さについて

スパンの大小によって、アーチの厚さは変わる。この場合、炉内の温度も考慮に入れる。炉幅 (スパン) が大きくなるに従いアーチの煉瓦の厚さを厚くしなければならない。また、同じスパンの炉でも、使用温度が高い炉ほど、アーチの溶損を考慮に入れてアーチ煉瓦の厚みをふやさなければならない。これらの関係を第3 - 11表に示す。

第3 - 10表

アーチの曲率	
れんがの収縮	アーチ曲率
無収縮	0.9 ~ 1.0
収縮小なる高級シャモット	0.8 ~ 0.9
収縮小なる並シャモット	0.7 ~ 0.8

第3 - 11表

炉幅とアーチれんがの厚さ		
炉内温度 厚さ	900	1300
105mm	1.4m以下	1.0m以下
215mm	4.0m以下	3.2m以下
320mm	5.6m以下	5.0m以下
430mm	6.5m以下	6.5m以下

H . 炉の開口部のれんが積み

工業炉には、材料の装入口、バーナ口、マンホール、爆発安全孔、掃除口、覗き孔、測温孔などの開口部がある。このような開口部の煉瓦を積むとき、第3 - 61図に示すように、開口部の外面迄炉の内部の耐火煉瓦を引き出して積まなければならない。赤煉瓦や断熱煉瓦、また、ケーシングの鉄板も開口部の内側に露出させてはならない。なお、炉の開口部は冷風や炉内の高温ガスが出入りするので損傷しやすい個所であるから入念に施工すること。また、マンホールなどには内部に耐火煉瓦をから積み (モルタルを付けない積み方) でめくらにし、外面にモルタルを全面に塗り付けておく。これは後日、必要に応じて簡単に取り外しができるからである。

I . 円筒壁積み

円筒壁を積むのには、壁の厚みによって横ぜり、縦ぜり、ばち形、えび形、扇形などがあり、ま

た特別に設計製作された異形煉瓦もある。

半枚壁の厚みの円筒積みには、横ぜり形煉瓦を縦積みとし、1枚壁の場合は縦ぜり形煉瓦をこば積みにするか、ばち形煉瓦を平積みにする。

なお、現在はJISの標準せり形として、各種の寸法の横ぜり形、縦ぜり形、ばち形煉瓦があるので、これらと並形煉瓦とを組み合わせをすることによって、任意の径の円筒煉瓦壁ができる。(築炉技能ハンドブック p.122 ~ 126 参照)

#### J. 縦形円筒の煉瓦積み

縦形円筒の煉瓦積みでは、一般に、外殻が鉄板でケーシングされているか、コンクリート壁で構築されているものが多い。このような場合の煉瓦積みを、内張りをする、または中巻きをするという。

円筒の内張りを始める前の墨出しのとき、次のことを行う。

- イ 外殻の真円度やゆがみ、筒の傾きなどを調べる。
- ロ レベル、水盛りなどを用いて外殻に水平線をだす。
- ハ 口で出した水平線を捨てずみ(仮墨)として、積み始めの基準線を墨打ちする。
- ニ 基準線より縦やり方として、外殻に段割りの墨付けをする。

円内径の真円度を厳しく要求される場合は、円筒の上部と下部に中心点を求め、これを軸にパイプを立てる。パイプを中心として回転するアームを設け、アームの先端に煉瓦の内端を合わせながら積みあげればよい。第3-62図に上記の回転定規の要領を示す。回転定規が設置できない場合は、内径と同じ円弧状の形状(楕形)を作り、これを時々当てながら積みあげる。大きな円筒の内張りを複数の積み手で行うとき、各自の目地厚の違いで段差が生じることがある。これを「おくみ」になるといい、修正するのが非常に困難である。これを避けるために、段割り定規などで常時点検しなければならない。

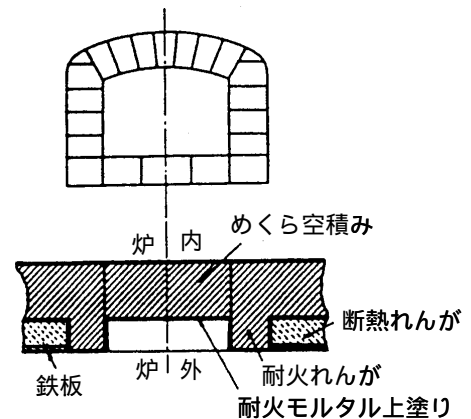
縦形円筒煉瓦積みにおいても、でき得る限り芋目地を避ける。

縦形円筒の炉の内張り煉瓦積みにおいて、膨張しろの取り方に二通りある。一つは内張りする煉瓦の縦目地に空隙をとる方法である。空隙に耐熱性のあるセラミックウールの板をはさむもよい。もう一つは、鉄板ケーシングやコンクリートとの外殻と耐火煉瓦、または耐火断熱煉瓦の間に、断熱効果も兼ねて弾力性のある耐火断熱ボードを張る方法である。第3-63図にこれを示す。

#### K. 横置円筒の煉瓦積み

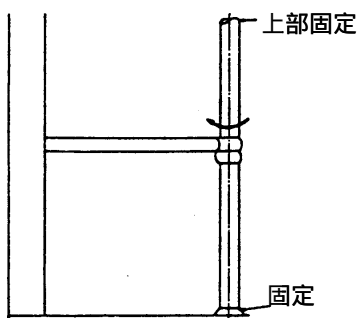
高炉の熱風管や煙道など、横に置かれた円筒の内側に煉瓦を巻く場合は多い。以下この煉瓦の内張り方法を説明する。

炉の開口部のれんが積み



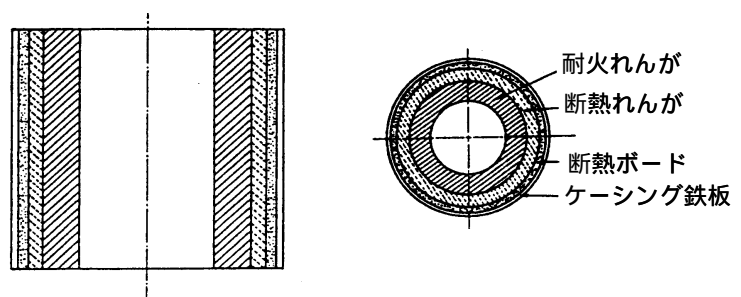
第3-61図

回転定規



第3-62図

断熱材を用いた積み方



第3-63図

### イ 回転しない円筒の内巻き

定規とさげふりを使い円筒の中心点から垂線をおろし円筒管の前後に墨をする。次に、この前後の点を結び墨打ちをする。この底の線を煉瓦巻きの基準線として煉瓦を巻きはじめる。筒の煉瓦を巻くときは、両側の煉瓦の高さがあまり片寄らないように平均に積み上げること。

円筒の下半分より少し積み上げたところでせり枠をかける。このせり枠は奥行きを1巻きの長さにしておく。せり枠の両側から天井のせり巻きの要領で煉瓦を巻きあげ最後の攻め煉瓦は手前から奥に押し込む。攻めが終わったらせり枠を外し手前に引き出してまた据え付け、煉瓦を巻く。これを引き枠で積むともいう。なお、煉瓦の目地はなるべく薄くすること。支え棒やジャッキを2本たすきがけに使いながら円筒煉瓦を継ぎ積みする方法もあるが、内径1M程度以上の場合は無理である。

横置円筒の煉瓦巻きでは、巻き方向には膨張しろはとれないので、通常煉瓦と外殻鉄板の間に断熱も兼ねて薄いアスベストシートなどを張ることもある。筒の長さ方向には必要に応じて、筒と筒の継ぎ部にセラミックファイバなどの薄板をはさむ。耐火煉瓦の真に耐火断熱煉瓦を巻く場合は、初めに耐火断熱煉瓦を巻き終えてから耐火煉瓦を巻くこと。

### ロ 回転できる円筒の内巻き

ロータリキルンや、ロータリドライヤのような、常時回転する円筒体に内巻きした煉瓦は、外殻鉄板(シェル)と密着していないと、空回りしてゆるんで脱落する。したがって、内巻きする煉瓦は、シェルに強く押しつけながら巻かなければならない。モルタルは焼け縮むので使用しない。

次に、ロータリキルンの煉瓦巻き方法を例として述べる。

ロータリキルンの煉瓦内巻きは、昔は継ぎ巻きをしたが、現在では、部分補修に便利なリング巻きが多い。煉瓦巻きは、キルンの長手方向に7~10mくらいを同時に巻きはじめて完成していく。第3-64図にロータリキルンの煉瓦巻きとジャッキのかけ方を示し説明する。

第3-64図 図に示すように、煉瓦はまずシェルの下部から両側に積み上げる。

両側の煉瓦がキルンの水平中心線よりやや高めに積み上ったら、図のようにジャッキで強く締めつける。このジャッキに付いては、工具の章の中の第1-26図に示している。

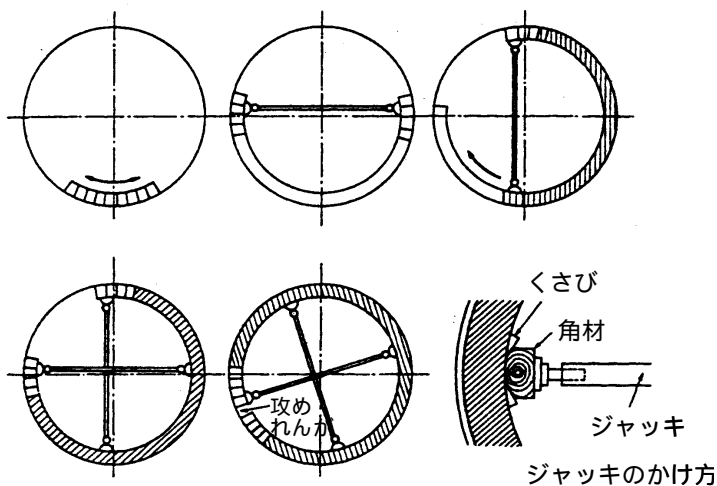
図に示すように、キルンを90°静かに回転させ残りの1/4を積みあげる。

図のように、更にジャッキをかけて、積み残った部分が斜め下になるように、キルンを回転させる。

再び煉瓦を張り足していき、図のように、最後の攻め煉瓦を横から打ち込む。

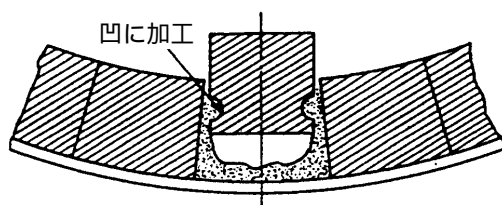
部分修理などで、横から攻め煉瓦が打ち込めないときは、モルタルを用いて第3-65図に示すように上から打ち込む。この攻め方を「袴(はかま)攻め」という。これは凹に加工し

ジャッキを使ったロータリキルンれんが巻き



第3-64図

袴攻め(はかま攻め)



第3-65図

た部分にモルタルが入り込み、攻め煉瓦を抜け落ちにくくしたものである。

煉瓦巻きが終わったら、キルンをしばらく空回転させながら内巻き煉瓦を点検し、ゆるんだ部分を発見したら、厚さ2mmくらいの鉄板を、ゆるんだ目地に打ち込んで締め付ける。塩基性煉瓦(マグネシヤ煉瓦など)でロータリキルンを巻くときは、鉄板を煉瓦間に目地としてはさんで積む。これは高温下で、マグネシヤ分と鉄分が化学反応して溶着状態となり一体化するからである。

なお、ロータリキルンの煉瓦積みの場合、円周方向に膨張しろをとると、運転中に煉瓦がゆるむので通常は設けない。

#### ハ その他の円筒の煉瓦の積み方

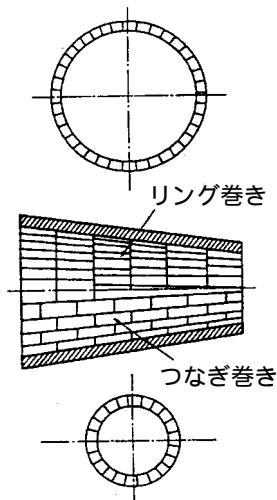
円筒の上半部の煉瓦積み方法として帯状のチエンと数本の油圧ジャッキを用いて、煉瓦を天井に押し付けながら積み上げ、巻き終わったら引き枠方式に、台車上の機器がレール上をあとずさりする装置もある。直径の大きなキルンに使われる。また、エポキシ系の強力接着剤で、煉瓦をシェルに貼り付ける方法も採用されている。

#### Ｌ．ろうと形(らっぱ状)パイプの煉瓦内巻き

ろうと形の内巻きは通常リング巻きとする。広がり角の強いものは、各リングごとに製造された異形煉瓦を用いる。継ぎ巻きが必要な場合は、異形煉瓦の種類がリング巻きの場合の倍になる。煉瓦の内巻き方法は、ジャッキをたすきに使い1巻きずつ巻きさがる。

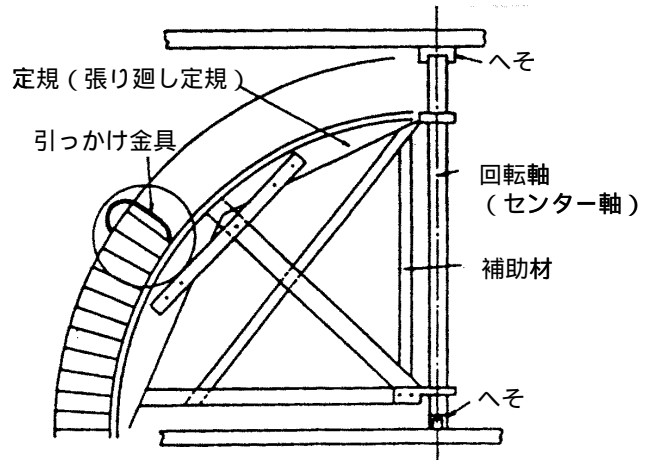
第3-66図は上半分はリング巻き、下半分は継ぎ巻きを示している。

ろうとパイプのれんがの積み方



第3-66図

球形アーチのれんが積みと回転定規



第3-67図

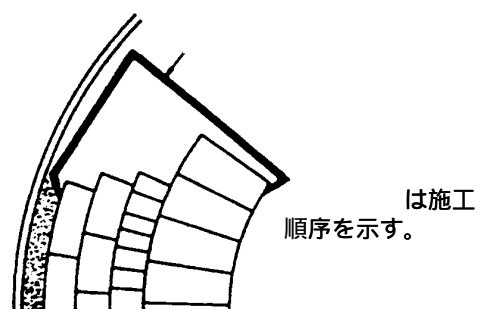
#### Ｍ．球形アーチの煉瓦積み

溶鉱炉(高炉)用熱風炉の天井などに用いられる半球形アーチ(ドーム)の煉瓦積みは、従来は、球形のせり枠が用いられていたが、今はせり枠を用いないで、第3-67図に示すような回転定規(張り廻し定規)を仮設し、定規の目地割りに合わせて、1周ごと巻き上げていく。煉瓦は個々に下段の煉瓦に引掛け金具(第3-68図)で押えながら据える。1周が巻き終わったら金具を外す。

#### (6) 目地処理

煉瓦積みが終了した後に、表面の目地処理をする。目地

ドームのれんがの積み方



第3-68図

処理の方法は、耐火煉瓦の場合と赤煉瓦の場合と異なる。

(6 - 1) 耐火煉瓦め目地処理

耐火煉瓦の目地処理を押し目地という。積んだばかりの表面の目地を、目地鋺を使って縦横に押し引きする。少しかために練ったモルタルの団子を左手に持ち、右手に持った目地鋺で押し、凹んだ目地や、トコ廻りが悪い隙間に詰めてゆく。押し目地は、煉瓦の面と目地面が平らになるまで行う。押し目地をする時期は、積んだ煉瓦の目地が完全に乾ききらない生乾きの時期に行う。その日に積んだ煉瓦の押し目地はその日の内に行うこと。なお、押し目地と同時に、煉瓦表面に付着したモルタルを取除き、煉瓦表面をたわしなどで清掃する。

押し目地の目的は、単に表面を化粧するためではなく、触火面の目地を押しやることにより、その密度を高め強化することにある。昇温後の目地の収縮や火焰、粉塵などによる浸蝕を防止するために欠かしてはならない。

(6 - 2) 赤煉瓦の目地処理

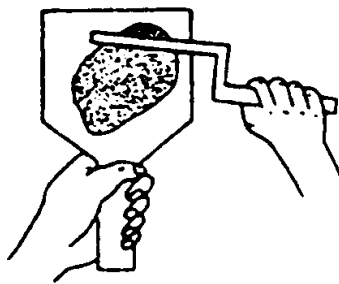
赤煉瓦の目地処理を化粧目地という。化粧目地の目的は、外観上の美観のためと、目地を通しての雨水の浸透や、風化による壁の損傷を防ぐために行うものである。

次にその方法を述べる。

一定量の赤煉瓦積みが終わったら、目地のセメントモルタルが硬化しないうちに、表面の縦横の目地を探さ6mm程掘っておく。次に刷毛に水を浸し、煉瓦の表面に付着したモルタルや汚れを拭き取る。この時点で煉瓦の表面にベンガラ（赤色）塗料を塗ることもある。

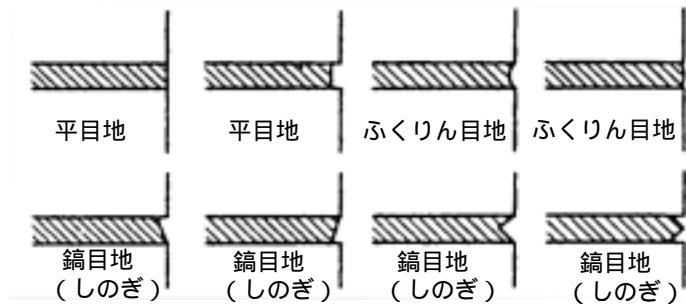
目地用のモルタルは、細かいふるいにかけた微粒の砂とセメントを、2：1くらいの割り合いでまぜたものに水を加えて練ったものか、セメントだけを水で練ってつくる。練られた目地用のセメントモルタルは第3 - 69図に示すように鋺板に受け、目地鋺で更に練り混ぜながらすくい上げて、掘られた目地に押し埋めしていく。建築物などの赤煉瓦壁の目地には、第3 - 70図のようにいろいろあり、また、目地鋺も第3 - 71図に示すように各種類がある。築炉の場合は普通、平目地が採用されている。第3 - 72図に目地押し要領を示す。よく吸水した赤煉瓦で積まれた壁の表面から、後日セメントなどから白華が吹き出る。これは硫酸苦土などであり、美観上支障がある場合は稀塩酸を水で薄めた液でふき取ればよい。

目地モルタル用こて板



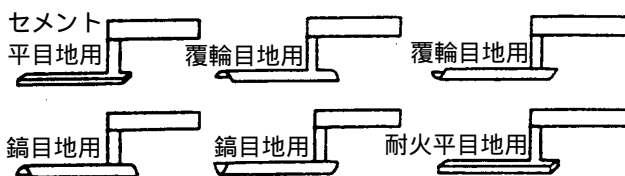
第3 - 69図

赤れんが目地の種類



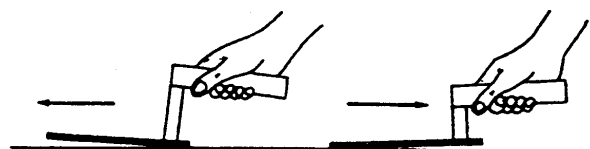
第3 - 70図

目地ごての種類



第3 - 71図

目地押し要領



第3 - 72図



## (7) 不定形耐火物の施工法

不定形耐火物とは、耐火煉瓦のような一定の形状がなく、あらかじめ精選された原料を所定の処方で調合した炉材である。施工現場で適当量の水を加え混練して、コンクリート工事と同じように施工のできる粉末状のキャストブル耐火物と、製造工場においてすでに調合混練されていて、現場ではそのまま施工できる可塑状態（練った粘土のような状態）のプラスチック耐火物とに大別できる。次にこれらの施工方法をそれぞれ説明する。

### (7-1) キャスタブル耐火物の施工法

#### A. 混練

イ キャスタブル耐火物を使用するときは、袋から全部出しそのままよく混合する。次に所定量の約半分の水を加え混練し、更に残りの水量を少量ずつ加えながら流し込むのに程よい状態に練りあげる。多量の混練にはミキサを使う。加える水の量は、所定量以内で留める。水が多すぎるとキャストブルの強度が弱くなる。だが注入する個所が狭かったり、曲りくねっていたりして、所定量ではキャストブルがまわりにくい場合は、更に水を加えて流動性を良くする。

ロ 混練に使用する水は必ず水道などの清水を使用すること。泥や塩分を含む水は避けること。なお、水、混練用の容器、工具、ミキサなども十分に清掃し水で洗って使用すること。

ハ キャスタブル耐火物は種類にもよるが、一般に注水後30、120分で硬化が始まるので、混練はできる限り短時間（2、6分程度）で練り上げる。また、注水後は20分以内に施工し終るようにする。ある程度硬化の始まったものを再混練して使用すると、所期の強度が得られないので注意すること。

#### B. 鍍塗り施工法

イ キャスタブル耐火物を鍍で塗る場合は、1回で所定の厚さに仕上げなければならない。何回にも分けて塗り足すと、層ができて剥離する原因になる。

ロ 鍍塗りは、流し込みに比べてキャストブルの内部に空隙ができやすい。従って、施工に当っては鍍でキャストブルをよく押しつけ、充てんするように施工する。特に金網および金具の裏や、厚く塗る場合には十分に注意する。

#### C. 流し込み施工法

イ キャスタブルを流し込む形枠（パネル）は、寸法を正確に、側圧に耐えるよう強固に作る。また、キャストブル中の水分を吸収したり漏らさぬように、また施工後の取り外しが容易にできるように、木製形枠には油やペンキを塗布し、鉄製の形枠には油を塗る。

ロ 十分にキャストブルを混練したら直ちに流し込むこと。混練したキャストブルは、流し込むまでの間にそのままにしておくと、大きな粒のものが沈み、均質でなくなるのでときどき掻きまぜ、更に流し込む前にもう一度まぜながら注ぎ込む。

流し込むときは棒で上から突いたり、棒状のフレキシブルパイプを上からキャストブルの中に突き入れたりする。また、中子棒自体を振動させる方法もとられている。これらは、キャストブル中の空気を抜き、棚を張ったり空洞ができるのを防ぎ、キャストブルを隅々にまで行きわたらせるためである。しかし、あまり長時間振動するとキャストブル中の骨材と結合剤が分離するのでよくない。

ハ キャスタブルはなるべく一度に全部流し終るようにする。どうしても打ち継がねばならぬときは、継ぎ面を目荒しをしておき、打ち足すときは面に十分吸水させてから行う。

ニ 短時間で多量に流し込む場合には圧送ポンプを使用すると効率がよい。

ホ 施工後の形枠に揺動や衝撃を与えてはならない。形枠は24時間くらいそのままにしておくのが望ましいが、垂直な炉壁や取鍋の周壁のように直接キャストブルの重力を受けない形枠や中子は、キャストブルの初期硬化を確認したら外しても良い。

#### D. 吹き付け施工法

キャストブルには、吹き付け専用のものと、吹き付けと他の施工法を兼ねるものがある。吹き



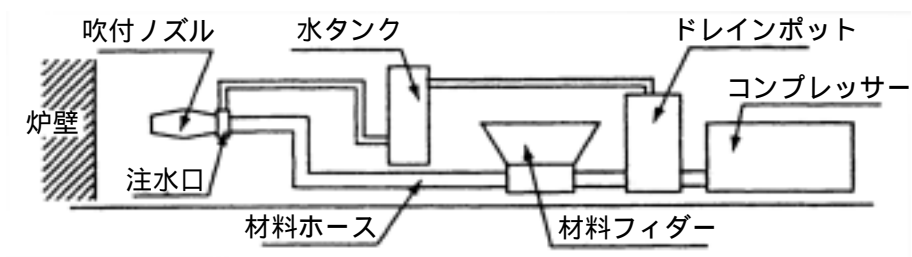
付けの装置には、乾式と湿式の2種類があり、それぞれ、いろいろな装置が開発されている。乾式吹き付けとは、乾燥状態のキャストブルと水を、吹き付けノズルの先端で混ぜながら施工箇所へ吹き付ける方法であり、湿式吹き付けとは、既に水と混練されたキャストブルを圧送ポンプで送り、ノズルを通して吹き付ける方法である。

吹き付け方法の特長は、施工面への密着度が強いこと、流し込みより水量が少なく密度が大となるので強度が大さること、また形枠を使用しないで大量の施工が短時間にできるなどである。なお熱間、冷間の補修にも適している。最近、設備の大型化で、施工面積、使用量の増大に伴い、吹き付け方法が多く採用されている。対象としては、製鋼用電気炉、転炉、タンデッシュ、取鍋および、石油化学関係炉、大型鋼製煙突の内部施工などである。吹き付け施工の場合、リバウンド(はねかえり)による材料のロスを見込んでおくこと。

なお、キャストブルの湿式施工として、吹き付け方法の外に、所定個所に加圧注入する方法も採用されている。

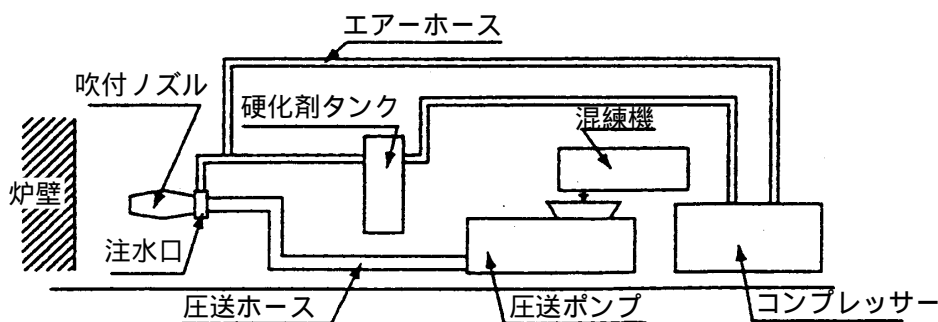
吹き付け作業の終了後の装置機器にキャストブルや水を残したままにしておくと、硬まったり錆びたりして後日の作業に差し支えるので、所要部の爾後の手入れは入念に行っておくこと。第3 - 73 図に乾式吹き付け施工装置、第3 - 74 図に湿式吹き付け施工装置の一例を示す。

キャストブル乾式吹き付け装置



第3 - 73 図

キャストブル湿式吹き付け装置



第3 - 74 図

## E. プレキャストブロックとプレハブ施工法

### イ プレキャストブロック

プレキャストブロックは、形状が複雑であったり、納期が短く耐火煉瓦を造っては間にあわないような場合に、木形などを使って作ったものである。また、大形煉瓦が納期、価格などの関係で、プレキャストブロックで代用されることも多い。製作後、できるだけ乾燥しておくこと。

### ロ プレハブ工法

加熱炉などに採用される方法である。銅製の枠をパネル組み建て方式とし、これを地上に並べて予めキャストブルを流し込んでおき、炉のチューブを取付けると同時に順次パネルを組む方法

で、工期の短縮ができる。

#### F．キャストブル耐火物の施工上の注意

イ 耐火煉瓦と接触させてキャストブルを流し込む場合、煉瓦面はよく清掃し、水を十分吸収させておくことが必要である。煉瓦に吸水させることが不都合の場合には、接触する煉瓦面に、防水処理をする必要がある。

ロ 吸水性の強い耐火断熱煉瓦と接触させて流し込む場合は、煉瓦の面に防水処理をしておく。例えば、ポリエチレンフィルム、防水剤などを塗布しておく。上記イ、ロの場合、施工直後にキャストブル中に含まれている水分が、煉瓦などに吸収されてしまうと、水硬性反応が起きないので煉瓦面と接触した部分のキャストブルが固まらないからである。

ハ キャスタブルは混練後の硬化が早いから、施工箇所への枠の取り付けや、清浄などの段取りが終わってから練り始めること。

ニ 鉄板ケーシングに直接キャストブルを施工する場合、ケーシングの面の錆、ルーズミルスケール、溶接のりなどの異物を、サンドブラスト、ワイヤブラシなどを使って除去しておくこと。施工面がきれいになる程よく接触するからである。

ホ キャスタブル施工における膨張しろ、あるいは収縮しろのとり方は、使用するキャストブルの材質によって一定ではない。概してキャストブルは、熱による膨張と収縮が相殺される。なお、炉の昇温時の乾燥を急ぐと平面に収縮による大きな亀裂ができることがある。この対策として予め縦横に切り込みをとることがあるが、取り方については現場責任者の指示に従うこと。

#### (7-2) プラスチック耐火物の施工法

##### A．打ち込み

プラスチック耐火物の打ち込みには1～1.5kg程度のハンマ、またはピストン径25mm、ストローク100mm以上、空気圧、3～8 kgf/cm<sup>2</sup>程度のエアランマを使用する。

イ 打ち込み用プラスチックは、通常、50mm厚で200～300mm角の板状に切られたものが数枚ずつ防水ラップで包装されている。これを一枚ずつにはがし、施工面に敷き並べる。隙間のできた所には適宜砕いたものを埋める。敷き並べるとき2枚以上重ねてはならない。これは、打ち込みのときランマの打撃が下まで浸透しないから、壁内に空気層を残し一体化を弱めるからである。

ロ 打ち込みの面は水平を原則として、この面に直角の方向から打つようにする。全面をむらなく打つこと。打ち込みに際し壁面に形枠を使用すれば打ち込み後の成形作業がはぶけ、また高密度に打ち込むことができる。打ち終わった面に次の層を打ち足すときは、打ち終わった面をめあらししてからにする。天井に打つ場合には、下に支えの形枠が必要である。形枠は材料の重みを支えるものであるから陥没したり、揺れ動いたりしないように頑丈につくること。

##### B．表面の処理

打ち終わったプラスチックの表面には、次のような処理を施す。

##### イ トリミング

トリミングとは、きちんと整理するとか、刈り込むとかの意味で、プラスチック施工の場合は、でこぼこした表面を所定の厚さに削り平らにすることをいう。

形枠なしで打ち込むときは、所定の厚みよりやや厚目にうちトリミングで仕上げる。また、形枠を使った場合でも、表面に多少のでこぼこができるのでトリミングを行う。

トリミングには、鋭利な平刃のスコップや、平鋸、スクレイバなどを使う。削り取った面はそのままにしておき、鋸の表面でこすって滑らかにしたり、上塗り仕上げなどしてはならない。これは、プラスチック中の微粉の部分が表面に集まり、内部の水分が出にくくなるので乾燥に手間どることと、表面に亀裂が生じやすくなるからである。

##### ロ スコアライン

スコアラインとは本来は刻み目の線、ひっかいた跡線などの意味ではあるが、プラスチック耐火物の施工においては、トリミングをした表面に縦横の切り込み線を入れることである。これは

乾燥、昇温などの過程で、収縮によって生じる不規則な亀裂をこの線で吸収するためである。スコアラインは、鋭利な刃物や振動刃などで900～1500mmの間隔で縦と横に、深さ20～50mm、線幅1～3mm程度に切り込む。なおこの線の位置は、プラスチックを支えるアンカ、サポートなどを避けて、これらの間に設ける。なお、スコアラインは、炉を昇温する過程で膨張するの役目もする。

#### 八 ベンチングホール

ベンチングホールとは、ベントもホールも穴、または穴を作るという意味で、プラスチック耐火物の表面から蒸気を抜くための穴のことである。

穴は3～4mm径の針金などを使って100～150mm間隔に壁厚の2/3程度の深さで壁の全表面にあける。なお、中仕切り壁のような場合は貫通してあける。この場合、あける穴の深さ位の釘状の針金を、所定の間隔で鉄板などに何本か溶接しておき、これを壁面に突き刺してゆけば、仕事ははかどる。

#### C. 吹き付け施工法

プラスチック耐火物は吹き付け施工することもできる。打ち込みと比べ形枠組みや人工が節約できる点ですぐれている。また、熱間補修や緊急を要する補修作業にも適用できる。吹き付け用に使用される材料は、品質的には打ち込み用と大差はないが、流動性、接着性などの点で吹き付けに適するように工夫されている。

キャストブルの場合と同様にプラスチックにも乾式と湿式とがある。これは吹き付けノズル部で水と材料が混ざって吹き出されるか、混練された材料が搬送されてノズルから吹き出されるかの違いである。

吹き付け用機械装置は、相応に工夫されたものが各種あるので作業者はその仕様に従えばよい。

#### (7-3) その他の不定形耐火物の施工法

##### A. パッチング施工法

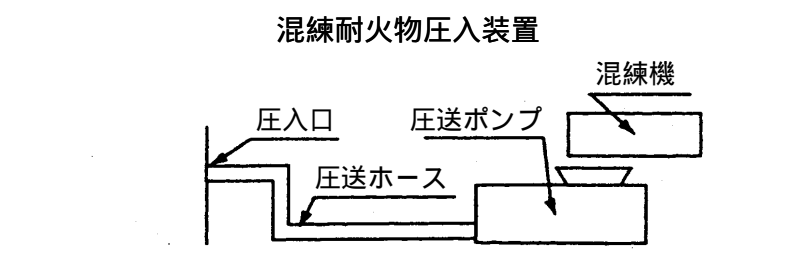
パッチングとは、つぎを当てて繕うの意で、炉修のとき部分的に傷んだところに、不定形耐火物などで補修することをいい、その材料をパッチング材という。パッチングは、材料を張り付けたり、叩き付けたり、流し込んだりして行いが、溶損部などの場合は面を削り取るなどして、パッチング材とよくなじむようにしておく。

##### B. ラミング施工法

ラミングとは、打ち固めるの意で、築炉作業では、槌やエアランマなどを用いて、湿った粒粉状の耐火物を打ち込むことをいい、この耐火物をラミング材という。主に、金属溶解炉の炉床や、低周波誘導炉、溶銑鍋などで施工される。プラスチック耐火物に比べ耐摩耗性、耐蝕性にすぐれている。なお同類としてスタンプ材を用いたスタンプ施工も行われている。

##### C. 圧入による施工法

炉のケーシング鉄板と内部に積まれた耐火煉瓦などの狭い隙間のようなところへ、混練した不定形耐火材を注入したいときに圧入法が用いられる。俗にミルク注入法などといわれ、鉄板に注入口を設け、圧入に適するように調合された材料を圧送ポンプを用いて注入する。上部からの圧入と下部からの圧入の二通りある。圧入施工の装置の一例を第3-76図に示す。



第3-76図

#### D . その他の施工法

不定形耐火物の施工方法は、遠心力を使って周辺へ水平に投射するものや、ガスの放射炎に粉状耐火材をのせて吹き付け溶着させる施工法などが開発、使用されている。

#### ( 7 - 4 ) 不定形耐火物用金物と煉瓦の取り付け

キャストブル、プラスチックなどの耐火物を施工するに当たって、支持金物や煉瓦を支持材として使用する場合が多い。これらをアンカメタルまたはハンガメタル、アンカタイルまたはハンガ煉瓦などと呼ばれている。

アンカまたはハンガの種類は、その使い場所によって、形状および材質の異なるものがある。第3 - 77 図にこれらとその使う要領を示す。使用される金物の材質は、耐熱性のステンレス鋼が多く使われている。

炉内温度が高く、アンカ金物の先端が800 以上になると推定される時は、アンカ煉瓦を使用する。一般的にキャストブルによる炉壁には、L、 Y 形に加工された耐熱性丸鋼が、ケーシングの鉄板に溶接されることが多い。各種アンカを第3 - 77 図に示す。アンカメタルや煉瓦の役目は、不定形耐火物によって施工された炉壁や天井を、外殻である鉄板や形鋼材に引っ張ったり、吊るしたりして、炉内部への張り出しや、剥落を防止することである。取り付け方法などについては、図面や仕様に従う。

アンカ金物や煉瓦を取り付ける時、その表面を水でぬらす必要はない。また、アンカ金物や煉瓦は、炉壁耐火物と接着していることが望ましいので、アンカに膨張しろをとる必要はない。使用温度が特に高かったり、アンカ金物の熱膨張のために、炉壁が損傷される恐れがある場合には、テープなどを巻くこともある。また、アンカ煉瓦に吸水させたくない場合は、ペンキなどを塗るとよい。

広い壁面などに、キャストブルを鍍塗りする場合には、溶接金網( ラス網)などをあらかじめ張ってこれに塗り付けることがある。この場合、金網の材質、太さ、大きさおよび取り付け方法については、図面や仕様に従う。

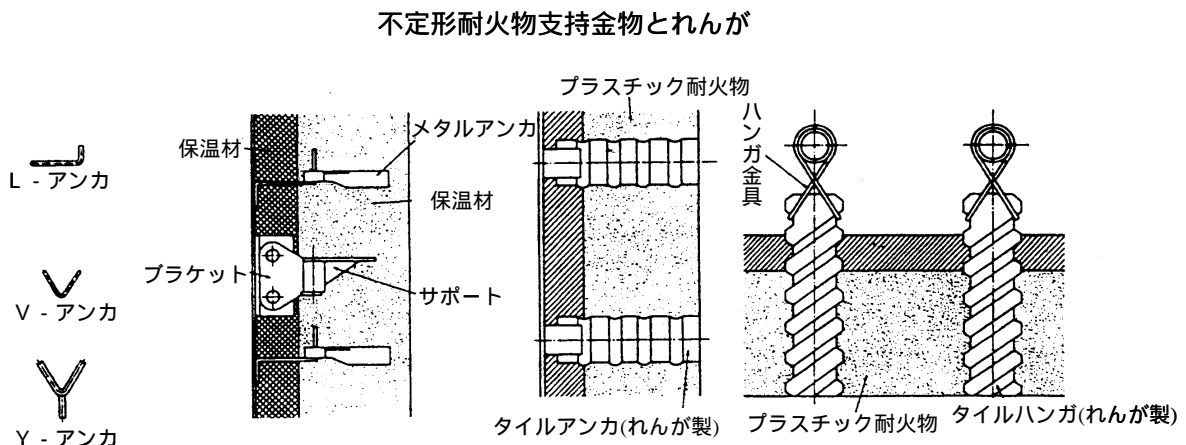
#### ( 7 - 5 ) 不定形耐火物施工後の処置

##### A . キャスタブル耐火物の養生と乾燥

キャストブルは水とセメントの水和作用(水分と反応して固まる作用)により常温で硬化する。硬化は適当な条件で養生すれば最高強度の80 ~ 90%に達する。キャストブルの養生とは、施工されたキャストブル中のセメントの水和作用を助け、キャストブルに所定の強度や性質が出るまでの期間施工部を保護することである。養生方法はキャストブルの種類、施工方法などによって多少異なるので、詳細はメーカーの仕様指示に従うとよい。ここでは一般的な注意を述べる。

イ キャスタブル施工後は、常温(10 ~ 30 )の気温の中で、外力を加えず静置して硬化を十分に進行させる。

ロ 養生に要する時間は、一般に施工後24時間がよいとされているが、種類によって、それ以上



第3 - 77 図



のものや、それ以下でよいものもあるから仕様に従うこと。

ハ キャスタブルは、硬化する際に水和作用で発熱するものが多い。水和作用に必要なキャストブル内の水分が、発熱によって蒸発して失われるのを防ぐためと、露出面よりの水分蒸発が多い場合には、キャストブルの面に散水したり、ぬれたむしろをかぶせたりして、露出面を湿潤状態にすることがある。これを水養生という。

ニ 10 以下の気温では、キャストブルの硬化時間が2～3倍ほど長くなる。

ホ 5 以下の気温では、硬化する反応が停止することがある。また、硬化が完了する前に凍結すると、硬化せずに崩壊する危険があるので、硬化が終わるまでは保温をし、凍結しないようにすること。冬期に施工しなければならないときは、材料を温度の高い場所に貯蔵しておき、温水を使用して混練すれば、硬化熱の発生が早くなるので、気温が低くても施工することができる。この場合も凍結防止対策を怠ってはならない。

ヘ キャスタブル施工後、直ちに加熱乾燥をしてはならない。この理由は、キャストブルの硬化に必要な水分が蒸発し、所定の強度が得られないからである。加熱による乾燥は、養生を十分してから行う。養生後の加熱乾燥においても、急速な昇温をすると、表面に大きな亀裂が生じたり、内部に含まれている水分が急激に蒸発をして爆裂現象を起こしたりするので注意すること。一般に1時間当たり20～30 程度で徐々に温度を上げ、300 で一定時間保持し脱水を十分に行う。乾燥時間は材料の種類、炉壁の大きさ、厚さなどにより大きく異なるので、仕様に従うこと。

#### B . プラスチック耐火物の養生と乾燥

プラスチックはその結合剤によって種類が多いので、養生方法も異なっている。例えば、施工後随時に火気乾燥を行うもの、直ちに火入れを必要とするものなどがある。従って、養生方法については、あくまでメーカー仕様に従うこと。一般的な注意事項としては、施工個所を雨水にさらしたり、日光に当てたりしないこと。また、乾燥前に凍結させないことなどである。表面が急速に乾燥して、亀裂が生じる恐れがある場合には、湿した麻袋のようなものでおおうとよい。

一般的に、プラスチック耐火物の火気乾燥および昇温は、1時間につき40 の割合で行い作業温度に到達させるが、メーカー仕様を優先すること。

#### ( 8 ) 繊維質耐火物の施工法

繊維質耐火物とはセラミックファイバともいい、耐火物を高温で熔融し、これをいろいろな方法で繊維状にし、この繊維を綿状、マット状、板状、ロープ状や紙状などに加工したものである。材質、形状なども各種類があり、用途に応じたいろいろなものが製造されている。

セラミックファイバの特徴としては、耐熱性があること、断熱性があること、軽量であること、柔軟性があること、熱的なスポーリング(急熱急冷による熱ショックで亀裂が生じたり割れたりすること)に強いこと、炉温の急速昇温ができること、吸音性があることなどがあげられる。欠点としては、摩耗に弱いこと。圧縮しやすいこと、また、ガスや溶液を通過吸収しやすいことなどである。セラミックファイバ耐火物の施工は、炉の帯造、種類、内部温度、炉内の雰囲気、燃料の種類、炉内風速、振動などいろいろな条件に従って、セラミックファイバ製品の種類と形状、他の炉材との組合せを考慮のもとに行われる。以下に施工の方法を示す。

##### ( 8 - 1 ) セラミックファイバのライニング方法

セラミックファイバをいろいろな加工した製品を使用して、炉体を溝成するには次の6種類の方法がある。

積層法(ペーパーライニング、ボードライニング、ウェットフェルトライニング法)、スタックランニング法、ブロックライニング法(モジュール法)、ベニアリング法、スプレ法、タッピング法(鏝塗り法)などである。

次にこれらの施工法を第3 - 78 図に示し順を追って説明する。

#### A . ペーパーライニング

ペーパーランニングとは、最も一般的な工法で、図( 1 )に示すように、炉内面側にはセラミック



ファイバのブランケット(毛布状のもの)を、鉄皮側には低温用のロックウールや断熱ボードを紙を重ね合わせるように層状に組合わせて、それらを耐熱鋼製のスタッドボルト、または、セラミック製のアンカボルトで固定する工法である。セラミックファイバは、高温になると若干の収縮をするので、層毎の継ぎ部分は図のように重ねあわせる方法か、馬を踏ませて張るようにする。

#### B．ボードライニング

セラミックファイバのボードは、ブランケットのような柔軟性はなく、固い板状に製造されているので、通常、炉内の燃焼ガス流が速い個所や、高温の炉に使用される。ボードの施工法は、ブランケットと異なり固いのでオーバーラップで重ね合わせることはできないので、前後層の板の継ぎ目が重ならないようにずらして張る。図(2)参照

#### C．ウェットフェルトライニング

ウェットフェルトライニングは、Bのボードライニングと同様であるが、図(3)に示すように、炉内面にウェットフェルト(結合剤で湿潤状態のもの)を使用する。ウェットフェルトは、乾燥あるいは焼成すると、表面が硬化し軽量で弾力性ある耐火断熱材となるので、ガス流速が速く、耐摩耗性と必要とする炉にも使用される。

なお上記のA、B、Cの工法においては、支えになるスタッドのワッシャやナットが触火面に露出するので、これらが耐熱性金属であるにしても、参加される恐れがあるときは、ウェットフェルトを薄くはいたものや、ウェットペーパーなどで表面を覆いかぶせるとよい。ただし、セラミック製のスタッドの場合は必要ない。

#### D．スタックライニング

スタックライニングは、図(4)に示すように、短冊上に切断したブランケットを、ケーシング面に直接に積層してエッジを炉内面に出し、耐熱鋼のロッドで串刺しして、そのロッドを鉄皮に固定する工法である。この工法では、スタッドを炉の内面に出すことなく、ブラケットの品質劣化が少ないので、ペーパーライニングに比べ50～100程度高い温度に耐えられる。

#### E．ブロックライニング

ブロックライニングは、図(5)に示すように、大きさを300×300口、厚み100～300mmのブロックに成形したものを鉄皮に取付けて行く工法である。ブロックの作り方と鉄皮への取付け方は、図(5)の1～5に示すように、メーカーによって独自に工夫されている。

#### F．ベニアライニング

ベニアライニングは、工業炉の内部に内張りされた耐火物の更にその内側に、図(6)に示すようにセラミックファイバを取り付ける工法で、炉壁からの熱放散と炉壁の蓄熱量を減らせるので炉の熱効率を高めることができる。

このベニアリングされるブロックは、セラミックファイバのブランケットやフェルトを、幅50mm～100mmに短冊状に切断したものを厚さ方向に接着剤を使って積み重ねてできたものである。

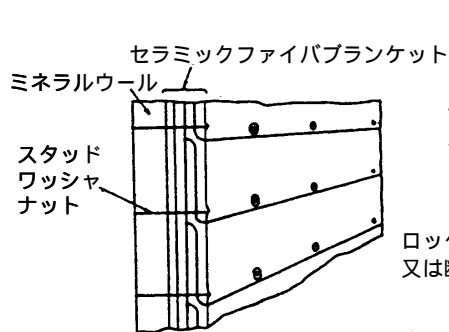
このブロックを耐熱性の接着剤で炉壁に内張りする。なお、接着するとき積層面を縦横に市松上に張る。これによって、積層部がはがれて開くのを防ぐことができる。またベニアリングには、接着剤で炉壁に張りつけ更にセラミックのスタッドボルトで止める方法もある。

#### G．スプレライニング

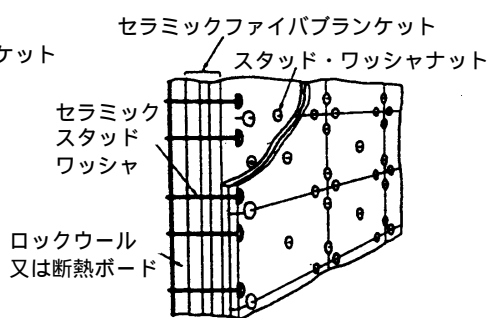
スプレライニングとは、セラミックファイバのバルク(綿状のもの)と耐熱性の接着剤を混練したものをスプレを用いて直接炉壁面や鉄皮に吹き付け、耐火断熱層を形式するもので、スタッドが炉内面に露出せず、繊維が不規則に配列されるので耐熱性も良いといわれている。図(7)参照

#### H．タッピング(こて塗り)

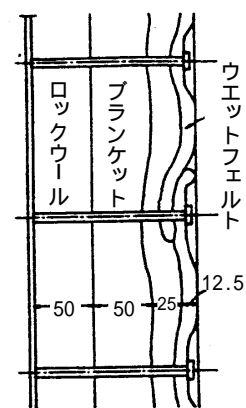
タッピングはセラミックファイバのバルクに接着硬化剤と耐火骨材を混ぜて不定形材料にしたものをこてで塗る工法である。特徴としては、断熱性がよく、任意の形状に施工することが出来るので、特殊な形状、複雑な箇所などに用いると便利である。また、耐火骨材などが混入しているので他のファイバー質材料に比べ、強度があり、耐風速にすぐれている。図(8)にタッピング施工例を示す。



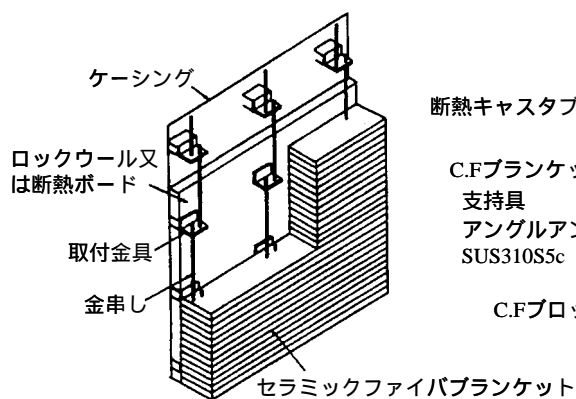
(1)ペーパーライニング例



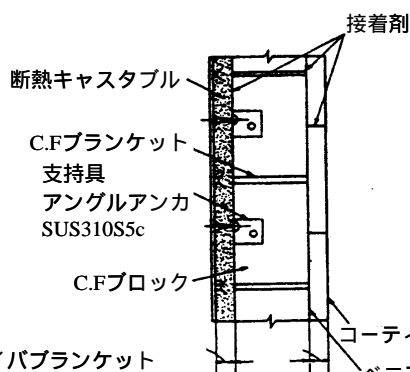
(2)ボードライニング例



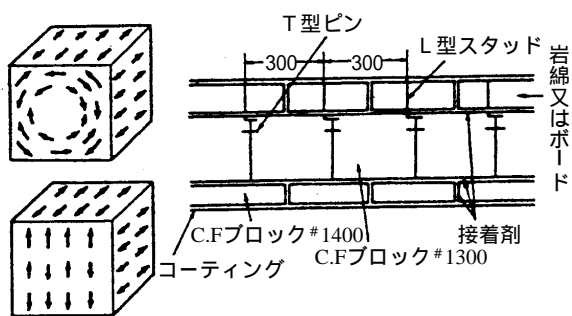
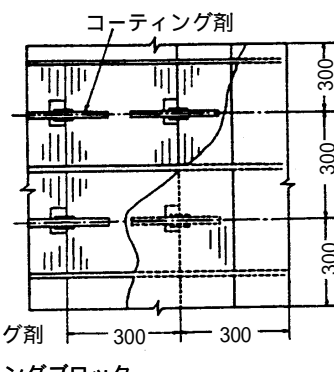
(3)ウェットフェルトライニング例



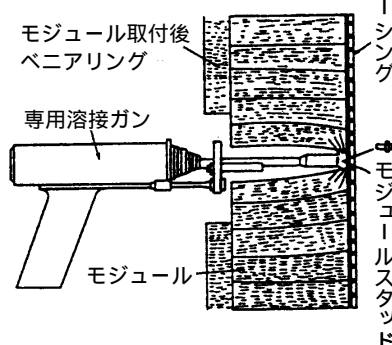
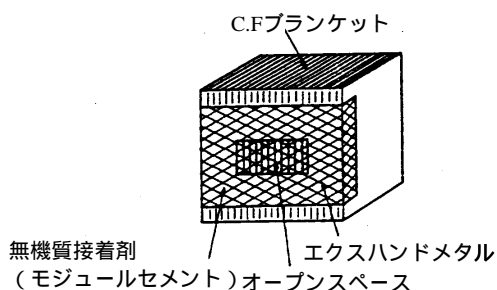
(4)スタックライニング例



(5)・1 A社ブロックライニング例

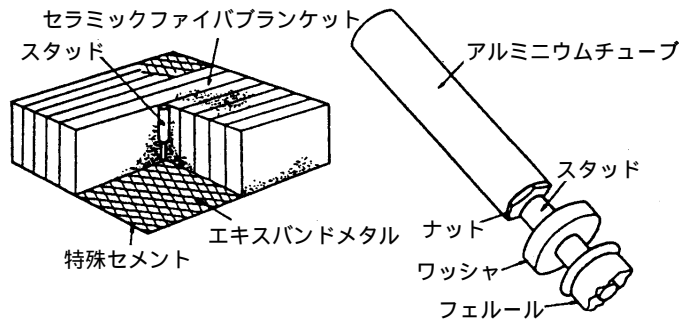


(5)・2 B社ブロックライニング例

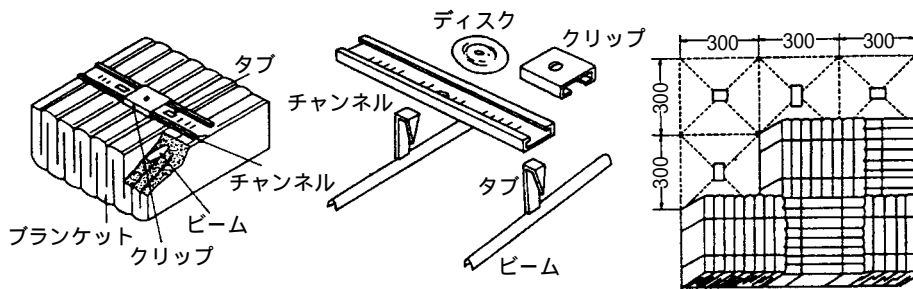


(5)・3 C社ブロックライニング例

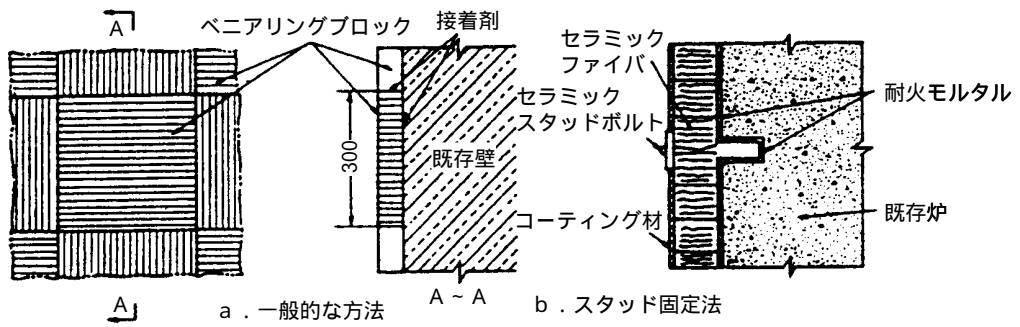
第3 - 78図 (次頁へつづく)



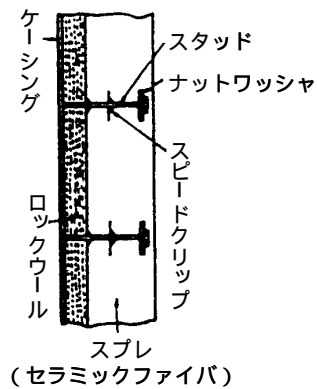
(5)・4 D社ブロックライニング例



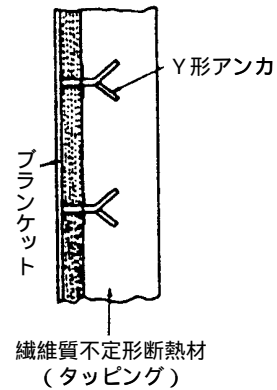
(5)・5 E社ブロックライニング例



(6)ベニアリング法



(7)スプレ法



(8)タッピング法

## ( 8 - 2 ) 施工工具と支持具

セラミックファイバを炉壁に施工するには、一般に次の機工具が使用される。

### イ 溶接機 ( 第 1 - 28 図参照 )

支持用の金具を鉄皮に溶接するためのもので、通常の交流アーク溶接機を用いる場合と、スタッドウェルダを用いる場合とがある。スタッドウェルダは、繊維質耐火物や不定形耐火物に使われるアンカボルトなどを多量に鉄皮に溶接するために開発された溶接機で、アンカボルトを溶接ガンでくわえ、電圧を加えながら鉄皮に圧着すると、瞬時に溶着することができるので便利である。

### ロ 工具類

セラミックファイバを鉄皮に取り付けるには、成形されたファイバを裁断したり、鉄皮にアンカボルトの位置定めをしたり、また工法によってはこてやミキサなど、いろいろな工具が必要となる。

次にセラミックファイバ施工に要する一般的な工具類と、使用区分を第 3 - 12 表に示す。

第 3 - 12 表

#### 工具の使用区分

区 分	品 名
裁 断 用 刃 物	畳切り包丁、素切り包丁、ラシャ鋏 ( はさみ )
マ ー キ ン グ 用 具	定規、墨つば、巻尺、チョーク
金 物 関 係 用 具	クリップ、ドライバ、サンダ、スパナ
仕 上 検 査 用 具	木ごて、ペンチ
施 工 用 具	れんがごて、ハンドミキサ、モルタルガン、振動ドリル、たがね、モルタルミキサ

## 八 支持具

セラミックファイバを鉄皮に取り付けるには、炉内温度あるいは燃焼ガス温度、また燃料の種類および炉内雰囲気ガスなどの条件を検討したうえで、これにあった支持具を選定し鉄皮に溶接する。第 3 - 13 表にこれを示す。

第 3 - 13 表

#### 支持具

雰囲気使用温度	750 以上	900 以下	1000 以下	1,100 以下	1,100 以下
直接及び間接加熱の場合	SUS - 304	SUS - 310S	SUS - 310S	PX - D	セラミック支持具
ガス炊きの場合	SUS - 304	SUS - 310S	PX - D	PX - D	セラミック支持具
軽油 ( 灯油 ) だきの場合	SUS - 310S	SUS - 310S	PX - D	PX - D	セラミック支持具
重油だきの場合	SUS - 310S	SUS - 310S	PX - D	セラミック支持具	セラミック支持具

また、支持具の形状、寸法を第 3 - 79 図に、第 3 - 14 表にライニング厚みとスタッドの径の標準を示す。

## ( 8 - 3 ) 作業手順および施工上の注意

セラミックファイバの施工の手順は、炉の形式、構造、使用材料、ライニング方法などによって異なるが、一般的に次のように行われる。

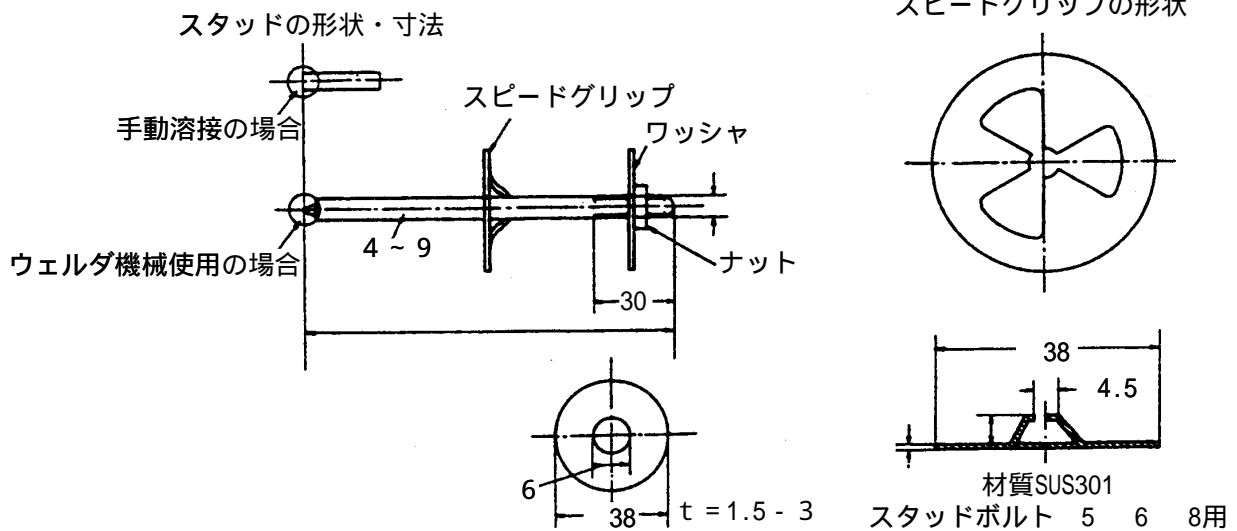
マーキング作業(鉄皮に溶接するスタッドの位置の墨付けをする) スタッド(アンカボルト)などの溶接、またはセラミックスタッドの取り付け ファイバの裁断作業 ファイバの取り付け作業 仕上げ作業 検査作業

セラミックファイバを取り扱う場合には、繊維状物質による健康障害を避けるために防塵マスクを使用する。

第3 - 14表

ライニング厚みとスタッドの径				
	200mmt以下	200mm ~ 250mmt	250mm ~ 300mmt	300mmt以上
5		-	-	-
6		-	-	-
7	-	-		

セラミックファイバ取付け用支持具



第3 - 79図



## 4 . 炉に生じる損傷の原因と修理方法

### ( 1 ) 損傷の種類、原因および防止法

#### ( 1 - 1 ) 使用耐火材料に起因する損傷

築炉に際して重要なことの一つは炉材の撰定である。築こうとする炉に適した炉材を選定するのは設計者であるが、築炉技能者もある程度の心得は必要である。

以下に一般的に起る品質上の欠陥と発生する問題について述べる。

#### A . 炉材の品質に欠陥があった場合

- イ 耐火度、荷重軟化点が仕様規格より低い場合  
使用した耐火物に溶損、浸食、「へたり」などが起こりやすい
- ロ 焼成温度が低い場合  
使用中、焼き縮みが大きく、材質がもろいため磨耗による損傷が大きい。
- ハ 粒度配合が悪い場合  
急熱急冷によるスポーリング（亀裂）が起きやすい。
- ニ 成形するときに「す」が入っている場合  
大きな衝撃や急熱急冷した時に割れやすい。
- ホ 製品の欠け、ひび入りなどがある場合  
溶損、欠落、熔融金属液などの浸透や漏れが生じやすい。

#### B . 炉材の材質特性が使用場所に不適合の場合

##### イ 溶損

溶損とは、耐火物がいろいろな原因で溶け、損傷することをいう。

耐火物が、その熔融軟化温度以上の高温で操業された場合には溶損する。

耐火物の表面に、高温下でこれと反応する物質、例えば、アルミ、鉄などの熔融金属、鉍滓、炭灰、飛塵などが接触して反応を起こしたとき。

##### ロ ガスによる損傷

接触するガスが耐火物中に浸入し、高温下で浸積や、化学変化を起こして、耐火物を浸食、または破壊する。傷害を起こすガスには、COガス、アルカリ蒸気、ふっ素ガス、塩素ガス、亜硫酸ガス、硼素、鉛などの金属蒸気などである。塩基性耐火物（マグネシヤ質、およびドロマイト質耐火物）は、常温でも水蒸気を吸収して崩壊しやすくなる。

ガス浸食に対しては、ガスが内部に混入しないよう高密度に造られた耐火物がよい。

##### ハ 残収縮

耐火物には長期間高温下にさらされると、収縮を起すものがある。この収縮が大きいと、目地や壁の亀裂、倒壊や、天井ぜりの変形、脱落などの原因となる。けい石煉瓦、クロム系煉瓦、および電鋳煉瓦は収縮をほとんど起さない。一般に焼成温度が高く、気孔率が小さく、荷重軟化点が高く、不純成分の少ない耐火物は、あまり残収縮をしない。

##### ニ スポーリング

スポーリングとは、耐火物が亀裂や割れによって表面が剥落（はくらく）することをいう。耐火物のスポーリングに次の三種類がある。

##### 熱的スポーリング

耐火物を急熱したり急冷したりすると、表面と内面の熱膨張、熱収縮の差による歪みが生じ、表面剥裂が起きる。これを熱的なスポーリングという。熱的スポーリングを起した耐火物は、えぐられたような割れ方をしている。一般に、けい石煉瓦、クロム煉瓦、マグネシヤ煉瓦電鋳煉瓦などは熱的スポーリングを起しやすい耐火物である。従って断続操業の炉には適していない。

このような煉瓦を使用した炉の熱上げ、冷却に際しては下記の事項に十分留意する。

- a 炉内全体をできるだけ均一にゆっくりと加熱、冷却する。

- b 外面を保温して、内外面の温度差を少なくする。
- c 煉瓦の膨張特使に応じた適正な昇温カーブを維持する。

また、同一種類の煉瓦でも、細かい粒子だけで作られたもの、気孔率の少ないもの（充填密度が高いもの）、焼き締りすぎたものなどは、熱的スポーリングを起しやすい。熱伝導の良い耐火物は、熱的歪みが生じにくいから、熱的スポーリングには比較的強い。

#### 機械的スポーリング

耐火物が機械的な力に負けて割れることをいう。例えば、耐火物が熱膨張しようとしても、周囲から固定されて伸びしろがないときは、内部に応力が生じ、外部から圧縮されたのと同じ状態になり破壊する。これを機械的スポーリングという。

炉の熱上げのとき、天井せりの下端が第4 - 1図のように角欠けを起すことがある。これも熱膨張による圧迫によって生ずるもので、機械的スポーリングでありピンチングと呼ばれる現象である。

また、湿った耐火物を急熱すると、内部に発生した蒸気の圧力で煉瓦の表面がはじけて割れることがある。これらの防止対策としては、

- a 適切な膨張しろをとる。
- b 熱膨張による局部的圧力を防ぐ方法をとる。
- c 熱上げのとき、乾燥時間を十分とり、適正な温度カーブを維持し、外面保温を行う。

#### 構造的スポーリング

耐火物が高温で使用されているときに、加熱面に接触する鉱滓、飛塵、ガスなどが耐火物の表面から内部に浸透し、このため耐火物表面が変質を起す。そして未変質部分との熱膨張の差により剥落する。変質した耐火物の表面が、20 ~ 50mm ぐらいの厚さで第4 - 2図のように、次々と欠け落ちるのが特徴である。

焼き縮みの大きな粘土質煉瓦（シャモット煉瓦）、通気率の大きな煉瓦、酸化鉄やチタニアを多く含む煉瓦は、構造的スポーリングを起しやすい。

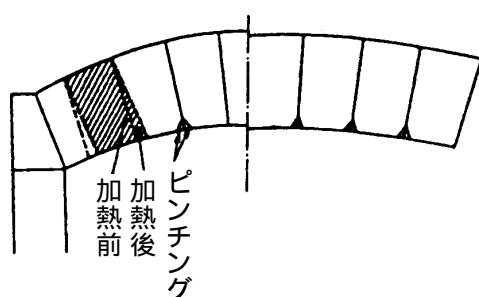
また、クロム酸を含む、クロム、クロマグ、マグクロ煉瓦は高温で酸化鉄を吸収して膨張し剥落する。

マグネシア煉瓦は、けい酸や石灰を吸収して剥落する。同一系統の煉瓦では、荷重軟化点の高いものほど一般に構造的スポーリングに強い。炉によっては、壁や天井の耐火物が、溶解物と高温下で反応し、構造的スポーリングによって著しく損傷する場合、その炉壁を外部から空気や水で冷却することにより反応部分の温度を下げ、変質の進行を防ぐ方法がとられている。

#### ホ 荷重軟化損傷

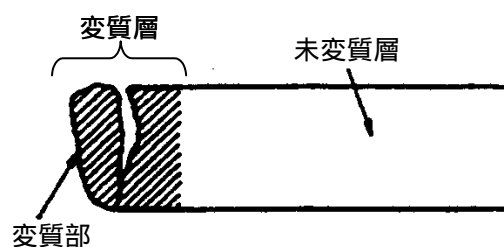
耐火物が荷重を受けている状態で温度が上がり高温になったとき、軟化変形しへたることを、荷重軟化損傷という。JIS（日本工業規格）では、これを求めるのに0.20MPa（2kgf/cm<sup>2</sup>）の荷重を所定の耐火物にかけながら加熱し、その軟化する状況を記録する試験法を採用している。これは

機械的スポーリング



第4 - 1図

構造的スポーリング



第4 - 2図

10mくらいに積まれた煉瓦壁の下部の煉瓦がどのくらいの温度まで軟化しないで耐えられるかを見るためである。

実際には、使用する耐火物の耐火度よりも、荷重軟化の度合いの方を重視するべきである。

#### へ 磨耗損傷

操炉作業においては、原材料の投入、挿入、取り出しや、炉内付着物の除去作業などのために、耐火物の内面が磨耗損傷する。また、粉粒状の材料や媒体物を内部で流動させるような炉の場合も同様である。このような磨耗の激しい部分には、磨耗性の強い耐火物を使う。同一種類の煉瓦では、充填密度が高く（かさ比重が大きく）良く焼き締まったものが良い。

#### (1 - 2) 築炉作業の方法に起因する損傷

築炉作業の方法が適切でなかった場合、損傷を起すことになる。この場合については、築炉作業に携わる者にとっての責任が伴うことが多いので十分注意しなければならない。

##### A．煉瓦の割り付け方が悪かった場合

割り付け方法が悪く、芋目地が多い場合は、そこに熱冷による膨張、収縮の歪み力が集中しやすいため、目地が開き、炉壁が倒れたり、目地部から溶損を起す原因となる。

##### B．薄片や小さな煉瓦を使用した場合

割れて脱落し易く、脱落個所から損傷が広がり、炉壁や天井の損傷原因となる。

##### C．炉材を誤用した場合

例えば、耐火度の高いハイアルミナ質の煉瓦を使うべきところに、誤って耐火度の低い粘土質煉瓦（シャモット煉瓦）を用いた場合とか、酸性耐火物（けい石煉瓦）と塩基性耐火物（マグネシア煉瓦）とを間違えて使用したときには、炉の繰業を始めたとき、温度に耐えられなくなったり、原材料と反応を起こしたりして溶損する。また、酸性耐火物と塩基性耐火物を直接接触して使用すると、高温になったときに互いに反応を起して溶損する。この場合には中間に中性耐火物（ハイアルミナ煉瓦やクロム煉瓦）を入れるとよい。なお使用するモルタルは、一般に、使用する煉瓦と同系統の材質のものが使われるので、指定されたものを用いること。誤用すると損傷原因になるから注意する。

##### D．膨張しろを適切にとらなかった場合

###### イ 膨張しろのとり方が少なすぎる場合

炉体や炉壁が膨張してはらんだり、炉枠金物を曲げたりする。また、内部煉瓦が破壊することもある。

###### ロ 膨張しろのとり方が大きすぎる場合

後仕舞いが十分でないと、その部分から溶損したり熱が炉殻にまわるなど不具合が生じる、熱損もふえる。

ハ 通常、金属の溶解炉などの場合、金属の溶解液に浸る表面層の部分には、膨張しろをとることはできない。この場合、不定形耐火物のスタンプ材などを用いて、継ぎ目なしの工法が採用される。

#### 二 適切な膨張しろのとり方

炉は耐火物の構造体であり、使用されている各種類の膨張する割合がそれぞれ異なる。また、使用されている耐火物にかかる温度、荷重、や炉の使用される条件も複雑にからみあっている。従って、膨張しろの取り方は、炉の使用者、設計者、炉材のメーカーによって、過去の経験や実績に基づいて決められるべきである。膨張代のとり方は、築炉技能者が独断で行わず、関係者の指示に従う。

##### ホ 目地のト口回りが悪く、また、押し目地が不十分な場合

目地に隙間が生じやすく、目地を通して熱ガスが炉の外部に回り、炉壁の損傷を早める。

また、熱ガスや金属蒸気漏れが起ったり、冷たい空気が炉内に浸入するなどの不具合が生じる。

##### へ せり煉瓦積みにおける攻め煉瓦、および、せりの抱き煉瓦が適切でなかった場合

せり積みにおける攻め煉瓦がゆるかったり、せりの抱き煉瓦を固定しなかったときは、炉の昇

温、操業の過程で、せりがゆるんで垂れ下ったり脱落したりする。

ト 天井せりの場合、せり煉瓦を逆さにはさんだり、並形煉瓦をはさんだりした場合、その煉瓦が下にずり落ちる危険が大きい。

チ 壁積みにおける鉛直、水平が正確でない場合、高い炉壁においては、操業中に傾き、倒れの原因になる。

リ 築炉後の炉内掃除が不十分の場合、操業に入って炉内が高温になったとき、灰分や酸化した鉄分、塵埃などが炉材を浸蝕する。

#### ( 1 - 3 ) 築炉環境に起因する損傷

##### A . 築炉工事中、煉瓦積み部が雨水にさらされた場合

目地モルタルが流出する。また、使用した炉材が吸水して、後日の乾燥、昇温、操炉に悪影響を与える。特に、不焼成煉瓦、塩基性煉瓦などは、使用前の保管中も雨水にさらさないように注意しなければならない。

##### B . 寒冷時に防寒養生を怠った場合

目地モルタルが凍結するから接着力が低下する。また、極端な場合、モルタルがふくれ上り積み直さなければならない。稼働後の炉の寿命にも影響するので十分に保温養生をしなければならない。

##### C . 地下水が浅い場合

地下水に村して十分な対策をとらないと、煙道内や炉底に水が入り、炉のドラフト(排気通風力)を弱め、操炉に支障をきたすとともに、発生した水蒸気と燃料より出る硫黄分のために、内部の煉瓦が損傷を受けて、炉や煙道が崩壊する。炉の熱効率も低下する。

##### D . 地盤の悪い場所に築炉する場合

不安定な地盤に、完全な基礎工事を行わずに築炉した場合は、地盤が沈んだり、割れて炉体が傾いたり、炉材にひびが入り割れたりする。

#### ( 1 - 4 ) 炉の構造に起因する損傷

##### A . 燃焼室の容積が燃料の燃焼量に比べて小さすぎる場合

燃料をもやす量に対して燃焼室の大きさが小さすぎる場合には、燃焼室内の温度が高くなり過ぎて内面の煉瓦が溶損したり焼き縮みを起す。

##### B . バーナの炎が直接炉壁に当たる場合

完全燃焼をしているときのバーナの火炎の温度は非常に高い。燃焼室は火炎が直撃しないように通常設計される。バーナの火炎が直接当たる炉壁は溶損する可能性が高い。

##### C . 操炉中に使用している耐火物の内外面に大きな温度差が生じる場合

炉材の内面が高温で外面が低温で使われる場合、炉材は熱的スポーリングが生じやすい状態におかれているので亀裂や割れが生じる。

##### D . 間欠操業の炉(一回毎に炉温を昇降し加熱物を出し入れする炉。バッチ式炉ともいう)の場合

熱的スポーリングに弱く、炉材が割れたり、炉壁が崩れたりしやすい。

##### E . 炉の開口部から冷風が入る場合

炉の操業中に、開口部から冷風が入ったり、炉内の熱ガスが吹き出たりする場合、開口部周辺の耐火物は、熱的スポーリングを起し、破損を起す。従って開口部には開閉董を付け、なるべくはやく開け閉めを行うこと。

##### F . 炉材が他面加熱を受ける場合

焼室内に設けられる火格子、火堰(ひげき)、支柱などのように多面加熱を受ける部分の炉材は、一面だけを加熱される炉壁の炉材に比べて溶損や焼き縮みが大きい。したがって、これらの炉材は特に耐火度も高い良質のものを使わなければならない。

##### G . 鉍滓、金属酸化物、熔融金属などに接触する炉材の場合

鉄や非鉄金属の溶解炉や精錬炉の場合は、メタルライン(溶解した金属の液面部分)やスラグライン(金属残渣に長く浸る部分)の炉材に金属酸化物やスラグとの反応による浸食や溶損が生じる。これらの場合、損傷に応じられるような抵抗性をもった炉材が選定される。また、熔融した金属が



炉床に浸透すると、炉床煉瓦を浮かせる危険がある。これを防止するには、炉床を逆ぜり積み(天井アーチを逆さまにしたような積み方)をしたり、炉床にスタンプ材料を使った層を作ったりする。

金属溶解炉の炉床の煉瓦積みをする場合は、一般に膨張しろはとらず、すり目地で施工する。

H. 浸食性のガスが炉内に充満する場合

高温下で炉材を浸食するガスとしては、COガス、塩素ガス、弗素ガス、アルカリ蒸気、酸化金属および金属蒸気などがある。これらの浸食を防止するには、それぞれに適応した強い炉材を選んで施工する。同一材質の炉材であれば、通気率、気孔率の小さなものがガスや蒸気の浸透を防止するのでよい。また、煉瓦積み施工の場合には、目地厚はなるべく薄くする。

I. 機械的衝撃、摩擦が加えられる炉の場合

原料の投入、製品の引出し、炉内の付着物の掃除などのために外部からの衝撃や摩擦が加えられる炉の場合は、内部の煉瓦が割れたり欠けたり、摩耗しやすい。

これを防止するためには、耐圧強度が大きく、耐摩耗性のよい炉材を用いる。同一種類の煉瓦では、よく焼き締って、かさ比重の大きいものがよい。ただし、熱的スポーリングとのバランスに考慮する必要がある。

J. 紛塵が高速で流動する炉の場合

炉内で粉塵や砂が高速で流動する場合は炉内の耐火物は削られて摩耗が激しい。この場合は前項と同様に耐摩耗性の炉材を使用する。一般に、耐火煉瓦などの場合、曲げ強度の強い煉瓦程、耐摩耗性が強いといわれている。

K. 高圧を受ける炉材の場合

高さが非常に高い炉においては、炉壁の下部の炉材は常に上部の炉材の重量を荷せられている。

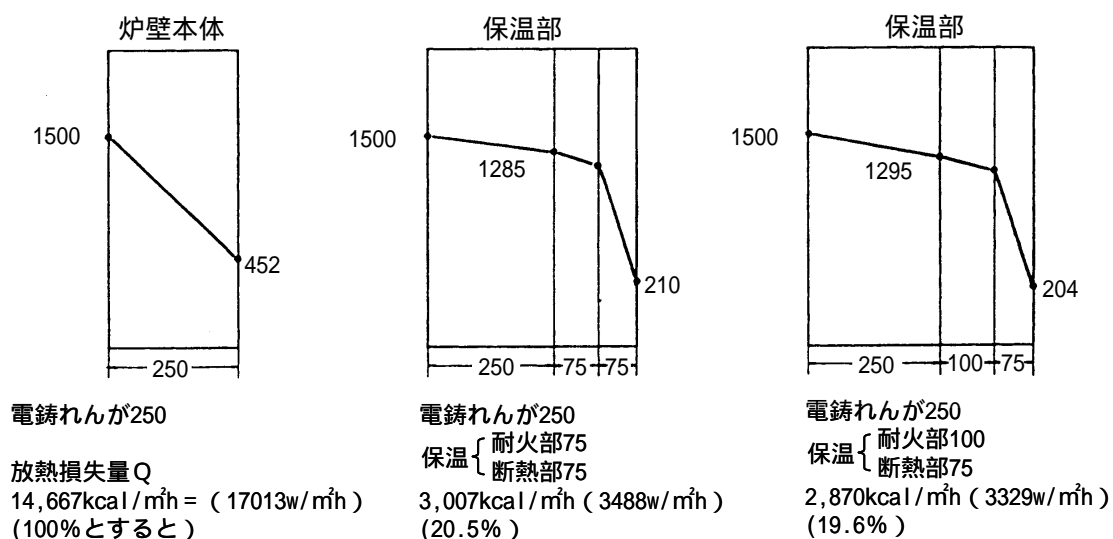
また、大きな天井ぜりにおける肩部を帯成する炉材も同様である。

炉が高温になると更に膨張圧が加わるので熱間荷重は倍加される。このため、このような部分には、耐圧強度と、熱間荷重軟化に強い炉材を使って、変形軟化を防止する。コークス炉、連続炉の大ぜりなどにけい石煉瓦が使用されるのはこの理由による。また、炉材への加圧を減少させるために、高い壁の中間に上部の煉瓦の受け金物を入れたり、天吊を吊り構造にすることもある。炉の天井ぜりの上に荷重が加わるような構造や、重量物をのせることなどはさげねばならない。

L. 炉体の保温を行う場合

炉の燃料費を節約するために炉体各部を保温することは現在常識とされている。第4 - 3図に示すように、外部を断熱性耐火物で保温すると熱の損失量が大幅に減る。

保温と内部れんが温度と放散熱量



第4 - 3図



しかし、ここで注意すべきことは、耐火物の内面温度を一定とした場合、保温すると、その外壁の温度は低くなるが、内部の接触する中間の温度は非常に高くなることである。このため、保温と強化する場合には、この中間温度を推定し、これに十分耐え得る耐火材や断熱炉材を選定しなければならない。

#### ( 1 - 5 ) 操炉に起因する損傷

築炉完成後、炉は関係者の立ち会い検査の上火入れし乾燥、昇温工程を経て操業に入る。操業者は、炉の構造、目的、各工程の作業手順、標準をよく理解熟知して操業にあたらねばならない。

##### A . 立ち会い検査

築炉技能者は、工事責任者、注文主などの立ち会いの下に炉を検査し、不具合の個所があれば手直しをする。主要点は築炉中に点検しているので、立ち会い検査は主として外観的になる。次に注意点をいくつか述べる。

- イ 膨張しろに異物がはさまっていないか
- ロ 目地トロコがはみ出していないか
- ハ 煉瓦がはがれていないか
- ニ 小道具の置き忘れはないか
- ホ 清掃は十分であるか
- ヘ のぞき孔などの開口部の詰め栓は用意してあるか
- ト 仮溶接など切除すべきものは処理してあるかなど、細部にわたり点検すること。

##### B . 昇温、特に新設炉の乾燥、昇温が悪い場合

###### イ 乾燥

新設炉は、炉体内にかなりの水分を含んでいるから、乾燥工程を十分にいき、内部の水分を追いだしてから本格的昇温に入らなければならない。乾燥方法としては、自然乾燥、固形燃料(まき、炭)による乾燥、液体または気体燃料による乾燥、熱風による乾燥などがある。

乾燥の要点としては、炉内全体をできるだけ均一にゆっくりと温度をあげていくことである。乾燥温度は、通常 150 ~ 200 くらいであり、高くても 500 までとする。乾燥の過程で、炉の外壁に、膨張、水分の蒸発、目地トロコの収縮などで多少の亀裂が生じるので、目地詰めを行う。また、固形燃料を使用した場合には、一度火止めをして内部の灰や残渣を清掃すること。

上述した各種の乾燥方法の中で、最も無難な方法は熱風による乾燥である。熱風発生装置で温度制御された熱風を炉内に吹き込む。炉体の各部位には測温計を用いて計測しながら行うもので部分的に加熱する心配がない。

###### ロ 昇温

昇温は、使用炉材の膨張特性、炉の形式と大きさ、昇温手順などに応じ、適切な昇温予定表を作成し、これに基いて円滑に昇温しなければならない。乾燥、昇温作業をあまり急激に行うと、炉内外に亀裂を多く生じ、また変形などをおこし、炉の局所的にも全体的にも不具合を生じることになる。

###### ハ 炉枠金物の調整

炉の昇温につれ、内部の炉材はその特性による膨張が生じる。このとき、炉枠締めボルトを適宜ゆるめて調整する。この調整を誤ると、炉体の変形、積んだ煉瓦の持ち上がりや脱落、壁の倒れなどが生じる。なお、スプリングを炉枠に設けて、調整する方法もとられている。

###### ニ 昇温後の後仕舞い

炉を昇温し所定の温度になり、炉枠金物調整も終わったら、操業に入る前に炉の内外を点検する。目地割れなど不具合の生じた部分があれば、できる範囲で修復する。

##### C . 操業中、炉温を所定以上に上げた場合

炉材は、一般に操業温度を基準として選択される。耐火度などの場合は、通常操業温度より若干高くても良いように選択されている。しかしながら操作誤りなどで、異常な高温になった場合には次のような損傷が生じる。

イ 炉を構成している炉材が激しく溶損する。

ロ 炉材が軟化したり、炊き縮みを起し、炉壁が傾倒したり、天井が垂れ下がる

#### D．炉を急熱急冷した場合

何らかの原因で珠業中の炉を急冷したり、急熱したりすると、使用している炉材に熱的スポーリングが生じ、亀裂や剥落が起きる。炉を止めるときは、開口部や煙道ダンパを締めて徐冷する。

#### E．炉内で爆発を起こした場合

炉内に未燃ガスなどが充満した場合、爆発現象を起す。爆発の規模にもよるが、炉体は局所的か、全体的に崩壊する。人命にも危害を生じる場合もあるから十分注意しなければならない。

爆発の原因として次のことがあげられる。

イ 炉内に未燃ガスが充満、または残留していて、それに気付かず着火した場合。

ロ 投入原料中に爆発性の異物が混入していた場合。

ハ 高温下に多量の水が流入した場合。

#### F．乱暴な操炉をした場合

原料、材料、燃料などの装入や取り出しが乱暴に扱われると、これらに接する炉材に摩耗、割れなどの損傷が起こる。また、炉内の付着物や閉塞物の除去作業による損傷も比較的に多いので、炉材を傷めないよう丁寧に行うこと。

### (2) 炉の修理方法

一定期間操業し炉全体の損傷がはなはだしい場合は、炉の寿命とみなして、新しく作り直すか、炉の大修理を行う。炉体の一部分の損傷に村しては、一般に炉の部分補修を行う。この場合、炉温を常温近くまで下げて行う冷間補修と、炉温を一定温度に保持したまま行う熱間補修の二つの方法がある。

#### (2-1) 冷間補修方法

冷間補修においては、作業員が炉内に入れるから、損傷個所の解体や積み直しが、かなり確実に行うことができる。

##### A．抜き頼り補修

炉壁、炉床などが部分的に傷んでいるときは、その部分だけを掘り出して、新しい煉瓦を入れ換える。これを抜き掘り補修という。炉壁などにおいて、あらかじめ激しい損傷が起る可能性があると思われる部分には、その部分の上にちからぜりを巻いておくと、補修するのに便利である。なお、損傷部の解体に際し、周辺の炉材に影響しないように注意して作業すること。

##### B．不定形耐火物による補修

各種不定形耐火物を用いて補修する場合も多い。この場合大事なことは、残存部の炉材と補修する新規の炉材とよく接着するように工夫することである。

#### (2-2) 熱間補修方法

炉の操業上の都合や、損傷の個所、程度などにより、炉温度をある程度保持したまま、あるいは操業温度に近い状態で補修作業を行う場合を熱間補修という。冷間作業に比べて十分な補修は望めないが、応急的な対策として有効である。

##### イ 煉瓦の差し換えによる補修

壁、せりなどの損傷煉瓦を差し換える場合で、操業温度のまま、あるいは若干下げた程度で施工する。この場合薄目の煉瓦などを使用するときは予熱しておかないと熱衝撃でわれるので注意すること。施工は鋼製のはさみや支具を操っての遠隔操作となるため、現場に適した工夫が必要である。

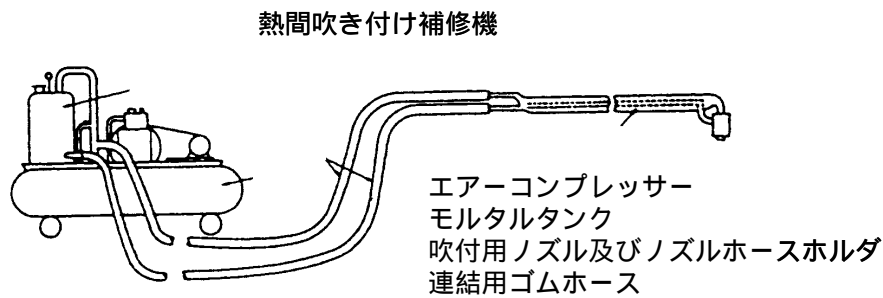
##### ロ 不定形耐火物による補修

不定形耐火物を用いて炉などの熱間補修をする場合には次の三通りの方法がとられている。

###### 熱間吹き付け補修

吹き付け方法としては湿式、乾式、湿乾併用などがあるが、熱間作業における吹き付け補修には現在乾式が多く用いられている。吹き付け機も熱間専門のものもあり、吹き付け材も高温下で強い接着性が得られるものが開発されている。最近、火炎、プラズマなどを使った溶射補

修も採用されている。炉の温度を下げることなく補修ができる吹き付けによる補修は、現在、高炉、転炉、取鍋、コークス炉などで使用されている。なお吹き付け装置も各種考案開発されているが第4 - 4図にその概念図を示す。



第4 - 4図

#### 炉材圧入による熱間補修

混練した炉材をポンプで加圧して施工個所迄圧送し、補修部に注入、または圧入する方法で、主として高炉の炉壁や取鍋の二次精錬設備の一部などにも行われている。

#### 熱間投げ込み補修

耐火材と接着用材を混練したものを、手投げやシュートなどで、溶損した部分に打ち付け、補修する方法である。投入した補修材は、損傷部と炉の温度で溶着する。この場合、溶損部が水平かゆるやかな斜傾には有効である。直立した壁や天井には無理である。

主として製鋼の溶解、精錬炉関係で採用されている。