

Roofing System of Natural Slate

PERM

天然スレート屋根システム ● ペルム

はじめに

「天然スレートといえば、フランスのアンジェ産。」
そう讃えられるほど、何世紀もヨーロッパの街並みを美しく彩ってきたアンジェ産の天然スレート。世界ナンバー・ワンの品質は、ヨーロッパの建築家の間で広く語り継がれてきました。しかし、日本では今までほとんど輸入されたことがなく、いわば、知る人ぞ知る幻の天然スレートでした。

旭硝子は、日本で初めてアンジェ社との間に天然スレートの独占契約を結びました。天然スレートの独占販売権はもちろん、アンジェ社に長年蓄積された豊富なノウハウを製品と共に入手。

旭硝子のすぐれた技術力にプラスし、その成果を、新しい天然スレート屋根システムとして結実させました。それが『ベルム』です。

パリやロンドンの都市景観は、天然スレートによって葺かれた美しい屋根によってその落ち着いた雰囲気醸し出されています。最高級のアンジェ産天然スレートを使い、フランスの伝統的なノウハウによって葺かれたぜいたくな屋根を、日本の建築に再現する『ベルム』。

旭硝子では、このたび天然スレートに関する知識の集大成として本書を刊行いたしました。本書が天然スレートのすばらしさをご理解いただくための一助ともなれば幸いです。

Roofing System of Natural Slate

PERM

天然スレート屋根システム ● ベルム

● 目次

〈天然スレートの歴史〉	4
悠久の時と様式	
フランス建築と天然スレート	6
歴史的建造物とアルドワーズ	12
イギリス建築と天然スレート	14
ヨーロッパ各地の天然スレート屋根	16
日本建築と天然スレート	18
〈天然スレートの品質〉	24
時の重み、時の輝き	
天然スレートの地質学	26
アンジェ社の天然スレート生産技術	30
ベルムの物理的性質と試験方法	34
ベルムの防水性能	36
ベルムの耐風圧性能	40
ベルムの遮熱性能	41
フランス規格	42
〈現代の建築と天然スレート〉	44
巧まれる至高の表情	
〈商品説明〉	64
新しい正統、ニュールーフィング	
アンジェ社より日本の皆様へ	66
ベルムのシステム	67
天然スレート屋根システム・ベルム	68
アンジェ・トレラゼ	70
グラッシィ・グリーン	71
フック工法の特長	72
専用防水紙	75
防水接着剤	76
〈納まり例〉	77
軒先	78
けらば	79
段積み	80
箱樋	81
谷	82
平行壁際	83
流れ壁際	84
棟	85
隅棟	86
片流れ棟	87
煙突	88
天窓	89
標準施工方法	90



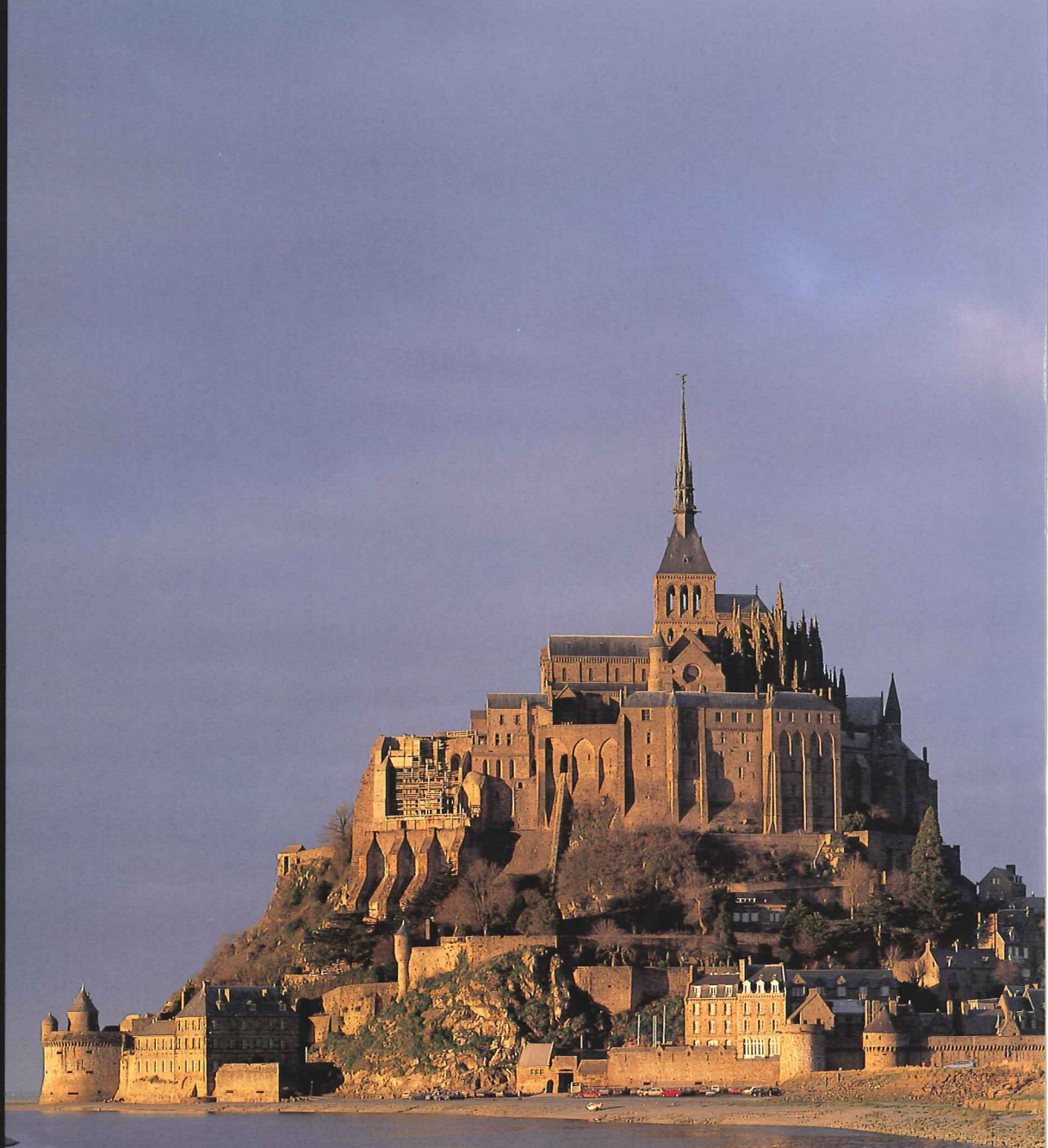
La qualité de

Roofing System of Natural Slate

PERM

efie le temps.

品質は時代を定義する。



L'histoire.

天然スレートの歴史

モン・サン・ミシェル修道院(フランス)

ル・モン・サン・ミシエルの旧修道院は、高さ80メートル近い岩盤上にそびえる壮大な建築物です。岩盤の頂きに、まずロマネスク様式の聖堂が築かれたのが11世紀から12世紀。さらにその上に、13世紀から16世紀に至る年月を費やして、ゴシック様式の大修道院が造営されました。島の周囲には城壁が築かれ、ところどころに櫓が配置されています。そのシルエットからは、修道院というよりあたかも城砦のような印象をうけます。



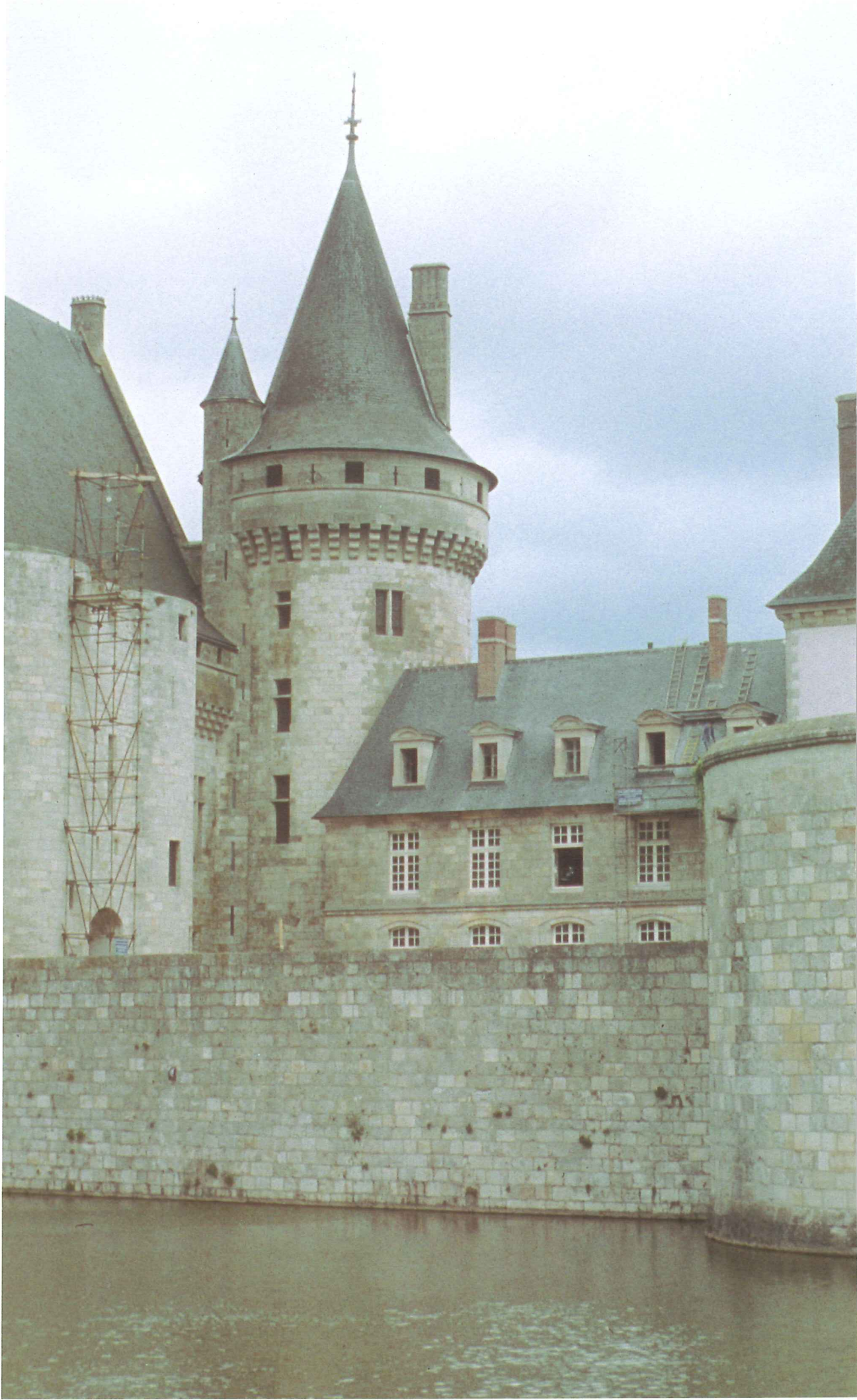
悠久の時と様式。

ヨーロッパでは古くから、『石』が建築素材として用いられてきました。天然スレート利用の起源も、ローマ時代にまで遡るといわれています。やがて天然スレートは、パリやロンドンにみられるような美しい街並みに利用されるほど、ヨーロッパの建築様式や都市計画に深く関わっていきます。また、日本でも明治以降、多くの洋館に天然スレートが使われ、建築史に一つの時代を記してきました。

様々な国や時代の様式において鍛えられ、磨かれてきた天然スレートの輝き。歴史に認められた本物の美しさは、新しい豊かさをめざす現代日本の建築において、再び脚光を集めています。過去の遺産に感傷を求めるのではなく、そこから明日の美しさを紡ぎ出すこと。いにしへの知恵に学ぶことが、そのための第一歩となります。

Roofing System of Natural Slate

PERM



フランス建築と天然スレート

●天然スレート利用の起源

フランス語で天然スレートを意味するアルドワーズ (ardoise) という単語は、ケルト語から派生したものです。それを考えると、天然スレートは太古の時代から使われていたこととなります。

年代記をひもといてみますと、フランスの屋根にはじめて天然スレートを使用した人物は、6世紀頃のアンジェの司教、リキヌスだといわれています。彼は後に聖レザンの名で、スレート工たちの守護神ともなっています。しかし実際のところ、9世紀頃 (カロリング朝) までは、ほとんど墓石に利用される程度にとどまっていたようです。

●天然スレートの普及

フランスにおいて、本格的に天然スレートが屋根に使われるようになったのは、11、12世紀の頃からです。この時期から天然スレートの採掘もさかんになりました。修道院の建設がその大きな原動力となったのです。

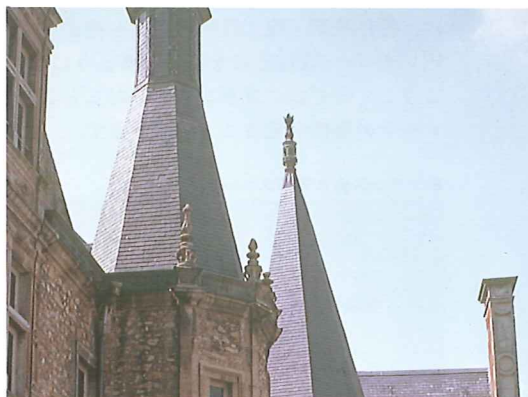
14世紀には、教会の勢力が衰退し、逆に国王の権力が大きなものになってきたことや英仏百年戦争などを背景に、城郭の建設が活発化します。その多くにも天然スレートが使われました。

ルネサンスを間近にひかえたこの当時は、資本主義が発達した時代でもあります。東方貿易などで富を蓄えた、都市商人 (ブルジョワジー) という新しい文化・芸術のパトロンたちが、都市建築への投資をさかんに行ないました。その結果、天然スレートの普及はさらに加速されていきました。

16世紀になると、ロワール川流域のシャトーに代表される宮殿建築に多く使われるようになります。これらの宮殿のいくつかは、歴代フランス王たちの華やかな社交や、血なまぐさい政争の舞台として知られています。このように、天然スレートの建築への利用が広がるにつれ、フランス各地でさかんに採鋳が行なわれるようになりました。アンジェをはじめとする天然スレートの大産地は、このようにして生まれたのです。

●天然スレートの運搬

天然スレートの普及に一役買ったのは河川による輸送の発達です。例えばアンジェからパリへの輸送では、まずル・マンやラヴァールまで船で2～3週間、それからさらにロワール川をさかのぼって、当時、パリに物資を供給する一大集荷地であったオルレアンまで運びます。



フランス●ル・マン



フランス●ブロワ城

こうして、天然スレートがパリの街並みを彩るようになりました。また、海上輸送によりフランスの天然スレートはイギリスにも運ばれていました。

●都市建築と天然スレート

17世紀になるとパリは、さまざまな公共事業や資本家による投資が行なわれ、都市としての基盤を整えていきます。当時の都市建築は、16世紀後半に確立された“簡素な低層部と、鋭い勾配の寄棟屋根、そして装飾的なドーマーウィンドー”というフランス独自の様式に支配されていました。パリでもこの様式が中間階層の建物からルーヴル王宮にいたるまで幅広く用いられ、その様式の屋根材としても天然スレートが多用されたのです。当時のパリでは、すでに屋根用天然スレートの規格化も行なわれていました。この建築様式は、以後300年間にわたり受け継がれていきますが、同時に天然スレートも、都市建築に必要不可欠なものとなりました。

以後、産業革命を経て19世紀には鉄道網が発達し、天然スレートの利用範囲は広がっていきます。さらに、採鉱技術・施工技術の発展も相まって、産地周辺以外の一般住宅にも使われるようになりました。こうして今では、フランスのいたるところで天然スレートの屋根を見ることができます。

●フランス史と天然スレート

年代	天然スレート利用の推移	時代背景	建築様式
12	修道院建築	教会勢力の強大化	ゴシック
13	城郭建築	国王の権力の増大 教会の衰退	
14		ブルジョワジーの台頭 英仏百年戦争開始	
15	宮殿建築	資本主義の発展 宗教革命	ルネサンス
16			バロック
17	一般都市建築	絶対王権	ロココ
18			
19		フランス革命とナポレオンの登場	新古典主義
20	一般住宅	産業革命 資本主義の確立	アールヌーヴォー

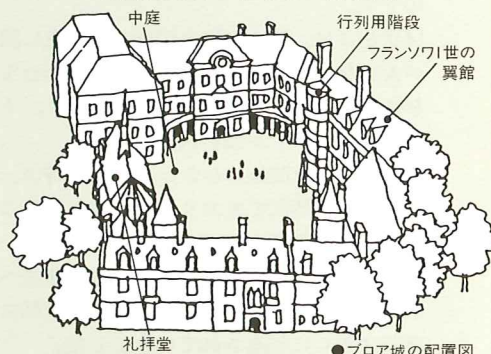
●ロワールの古城

スウリー城 (写真6P)

ロワール川との間につくられた濠に、瀟洒な姿を映しているスウリー城。英仏百年戦争の際には、ジャンス・ダルクとシャルル王太子がこの城からランスに進撃して、イギリス軍を撃破しました。1602年には、アンリ4世の寵臣マクシミリアン（スウリー公爵）がこの城を入手、城塞から宮殿へと改築されます。文化人好きだった公爵のサロンにはヴォルテールも滞在、彼の書いた芝居が城内で上演されたこともありました。

ブリア城 (写真7P)

ルイ12世、フランソワ1世、アンリ3世など、歴代のフランス国王の城館となったブリア城。その中には、ゴシック様式の「ルイ12世の翼館」、美しいフランス・ルネサンス式の張り出し螺旋階段をもつ「フランソワ1世の翼館」、古典的で端正な「ガストン・ドルレアン翼館」など、13～17世紀の異なった様式の建築が一堂に会しています。あたかも、フランス建築史の博物館といった様相を呈する、珍しい城です。



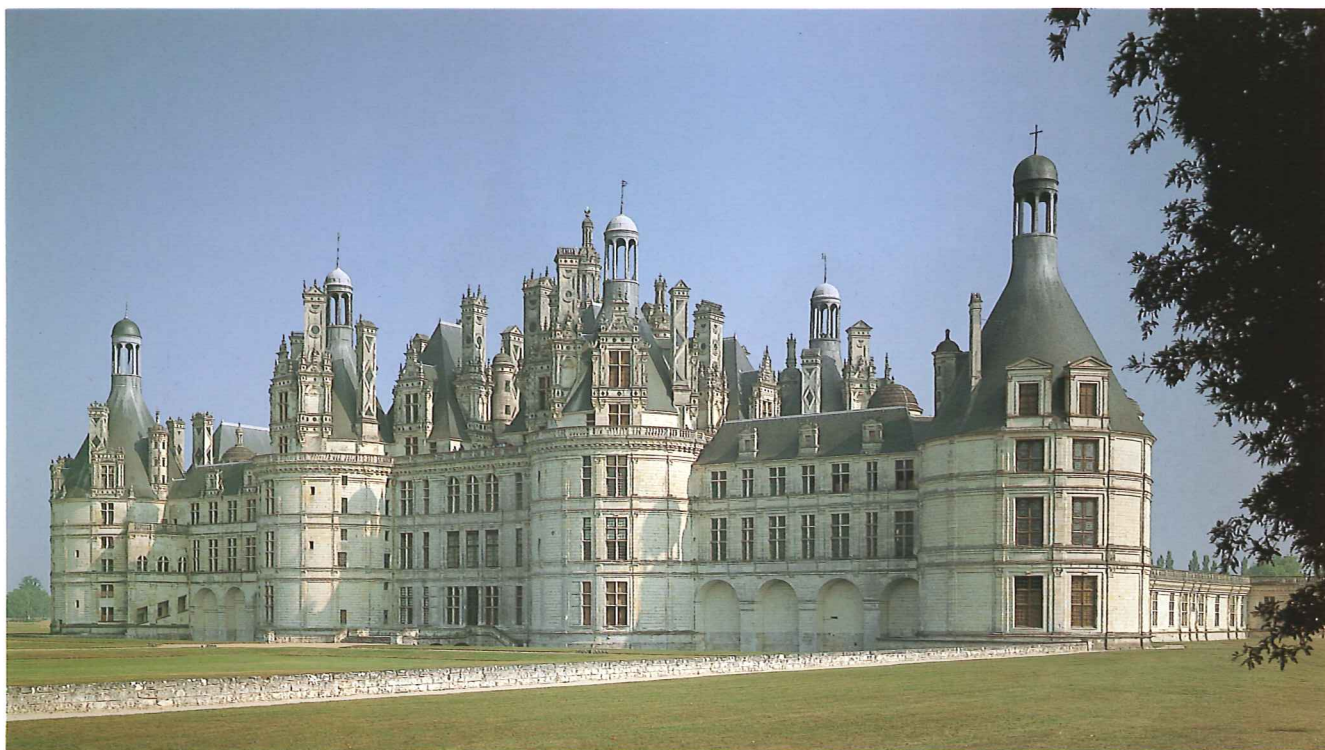
●ブリア城の配置図

シャンボール城 (写真9P)

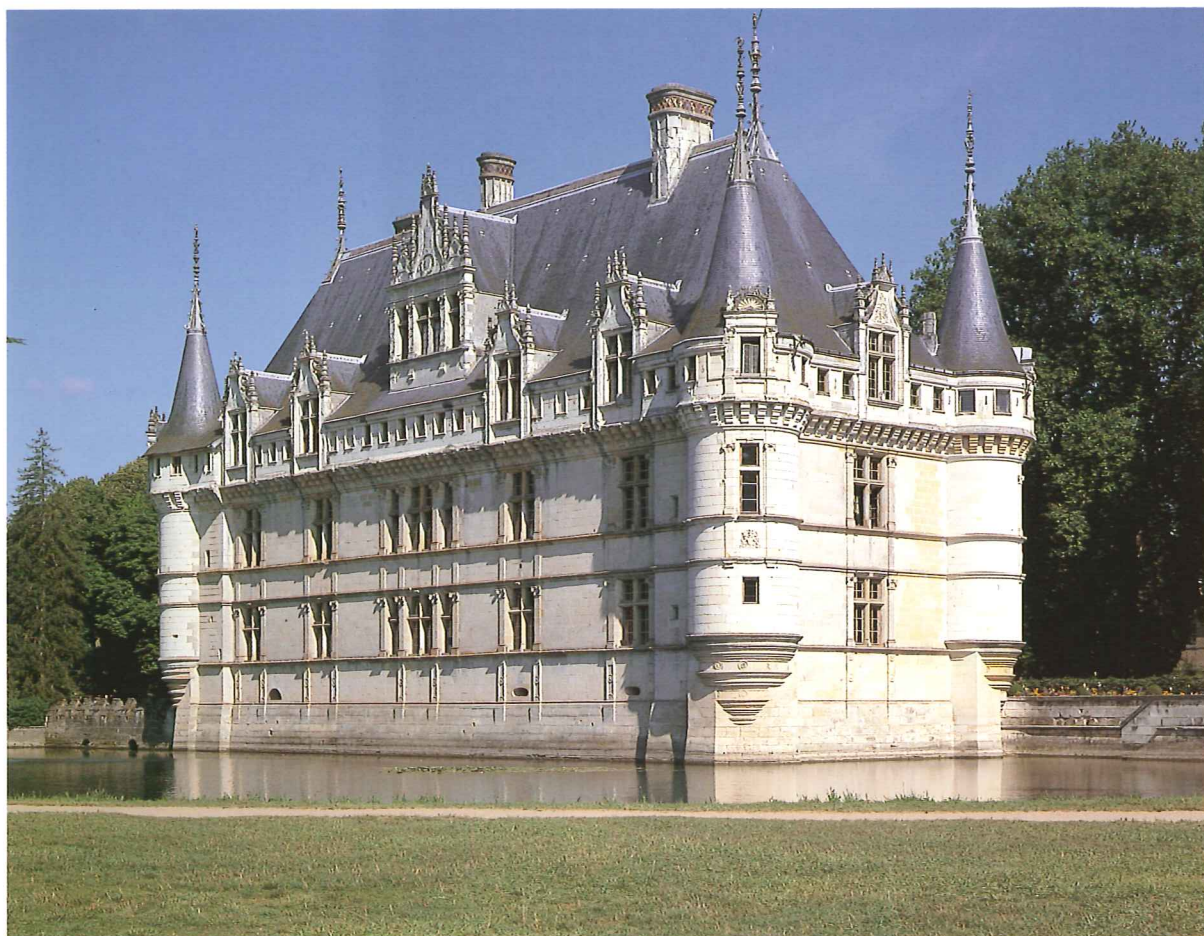
建築マニアの国王、フランソワ1世によって16世紀頃に建立されました。その設計にはレオナルド・ダ・ビンチが参画したとも伝えられています。しかし、ルネサンス風のこの城が、一番の華やかさに包まれたのはそのおよそ100年後、太陽王ルイ14世の時代でしょう。『朕は国家なり』と豪語した彼は、この城で貴族や貴婦人らに囲まれ、毎夜盛大な饗宴を繰り返したといえます。フランス絶対王朝の黄金期のことです。

アゼールリドー城 (写真9P)

その優雅な姿から「ロワールの真珠」とも呼ばれています。ここにあった古くからの城塞は、15世紀初めの不幸な事件で焼失してしまいました。対立するブルゴーニュ派の警備兵に侮辱されたことを怒ったシャルル王太子（後のシャルル7世）に、村ごと焼き払われたのです。約100年後、焼跡に現在のシャトーが再建されます。工事を指揮したのは、フランソワ1世の財務官ジル・ベルトロの妻、フィリイブ・レスバイ。この城に、城塞らしからぬ女性的な優雅さが漂っているのは、そのためでしょう。



フランス●シャンボール城



フランス●アゼ・ル・リドー城



フランス●リモージュ市庁舎



フランス●リモージュ市庁舎(ディテール)



フランス●フォンテブロー修道院



フランス●ヴァランセ城

歴史的建造物とアルドワーズ（天然スレート）

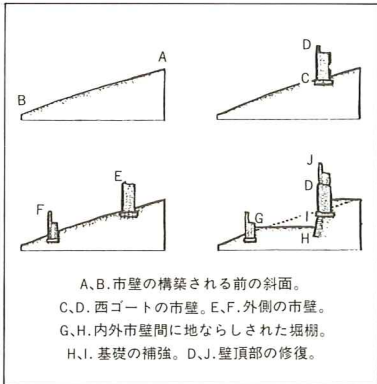
歴史的建造物の修復においては、復元という問題が最もデリケートなテーマです。ここで取りあげたカルカソンの要塞都市の場合は、屋根葺き材の誤った選択が歴史的建造物の歴史的、美的価値に大きな影響をおよぼした例です。ここでは、カルカソンの屋根の復元を例にして、アルドワーズ（天然スレート）の歴史と特徴を考えてみたいと思います。



●カルカソンの位置

●カルカソンの要塞都市

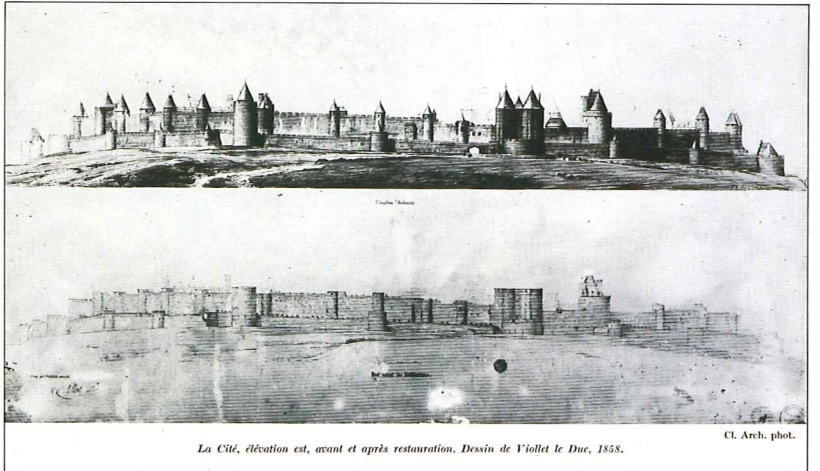
カルカソンの要塞都市は、地中海と南フランスのトゥールーズを結ぶ交通の要路の途中にあり、古代より軍事上の拠点として知られていました。オード川を見下ろす丘の上であって二重の市壁に囲まれ、50余りの塔がそびえ立つこの不落の要塞都市は、一度に完成したわけではありません。二重に巡らせた市壁のうち、内側のものは3世紀から4世紀にかけて構築されました。



●市壁の建設過程を示す模式図

その後攻城術の進歩にともない、外側にも市壁を巡らせました。高さ10メートル、延長150メートルの第二の市壁は、13世紀初頭から工事がはじめられ、14世紀の初頭には完成しています。このとき、第一の市壁もその基底を掘り下げて基礎を補強、さらに上方にも積み増しました。

それぞれの市壁には多数の櫓（やぐら）や塔が要所要所を固め、最後の拠点となる城郭まで敵の攻撃がおよばないように計画されていました。そのうえ、領主の館である城郭は、市壁内の住民が反乱をおこしても直接攻撃できないように、濠と城壁で隔てられていました。



●ヴィオレ・ル・デュクによる修復計画案（上：修復後、下：修復前）復元された外観は垂直性が強くなっている。

こうした完璧な要塞都市であったカルカソンヌは、14世紀に完成して以来、百年戦争や16世紀の宗教戦争を経ても不落の要塞としてその威力を十分に発揮し、堂々と建ち続けました。しかし、ピレネ条約が締結されて平和が訪れ軍事的価値がなくなると、カルカソンヌはしだいにさびれてゆきます。都市としての機能も、オード川の対岸にニュー・タウンが建設されることで失われていきました。1803年、旧市内のサン・ナゼール教会にあった司教座がニュー・タウンのサン・ミッシェル教会に移動し、さらに軍事省管轄の「要塞指定」が1804年に解除されると、市壁の破壊、石材の略奪、空き地の不法占拠などが何の規制も受けずに繰り返され、カルカソンヌの旧市

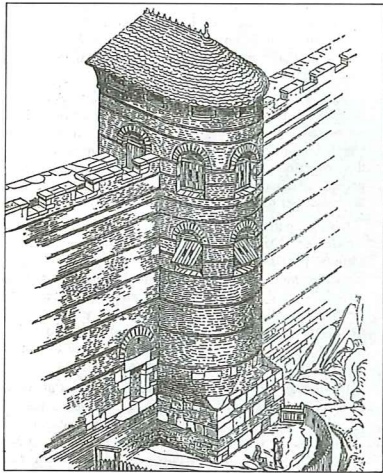
は危機に陥ったのです。

カルカソンヌのこうした荒廃に対して、地元の学者組織が保存運動を展開、1820年に再び軍の「要塞指定」を獲得します。その結果、とりあえず、略奪や不法占拠に歯止めをかけることはできました。そして、地元の考古学者であるクロ・メールヴィエイユがサン・ナゼール教会堂下の遺跡を発見したのを機に、サン・ナゼール教会堂は国の保護を受けることになります。その修復を担当する建築家として、ウジェーヌ・エマニュエル・ヴィオレ・ル・デュク（1814-1879）が選ばれました。1844年12月31日、サン・ナゼール教会堂の修復計画案が内務大臣宛に

提出され、さらに1846年には、市壁と城郭の保存が市議会で可決されます。歴史的記念物総監プロスペル・メリメを介して、ヴィオレ・ル・デュクによるカルカソンヌの要塞都市の修復がはじまったのです。

●屋根葺き材の選択

修復工事の中心課題は、まず櫓と幕壁の頂部の復元にありました。櫓は屋根部分がすべて欠落、市壁も頂部の石は削り取られ、雨水が何の覆いもない壁面に浸透しているありさまでした。そのために壁内のモルタルが流れ落ち、石組の崩壊が進んでいたのです。ヴィオレ・ル・デュクは、櫓の屋根と幕壁の上部飾りを完全に雨水の浸透を防がなければ、将来にわたって堅牢性を保つことはできないと判断



●櫓と幕壁の復元図

しました。彼はまず第一に「パント」、「ミパドル」、「カユザック」の櫓にそれぞれ美しい小屋組を架け、「西ゴートの櫓」に付設した幕壁の再建にとりかかりました。しかし、復元の基準が13世紀の北フランス、とりわけロワール川流域の城郭建築を手本としていたため、カルカソヌのあるラングドック地方の様式とは異なる様相を呈する結果となりました。

市壁と城の修復で最も大きな問題となったのは、屋根葺き材として選ばれたアルドワーズ（天然スレート）に関してです。

アルドワーズは片岩系の石材を薄く割ったスレート瓦で、中世ではロワール川流域など北フランスの建築に多用されていました。そのため修復工事を実施するにあたって、アルドワーズにするか、南フランスの一般的屋根葺き材である円形の焼瓦にするかの論争が occurred。最終的にはヴィオレ・ル・デュクの意見が採用され、アルドワーズの屋根で内外市壁のすべての櫓が覆われることとなります。彼がアルドワーズを選んだ理由は、彼自身が著した『中世建築事典』の「アルドワーズ」の項で述べられています。

『片岩を産する地方において、11世紀以来人々は丸瓦や平瓦とともにアルドワーズ瓦を併用していた。われわれは、当時の建物から数多くのアルドワーズの破片を発見しているが、それらは非常に薄く、切断しにくいもので

あった。それらを用いて上等の屋根を構成できないというわけではなかったのだが、大きなアルドワーズが発見され、層方向に割って規則正しく切る手段が発見されるまでは、焼瓦を選ぶしかなかった。ようやく12世紀末に、アルドワーズはフランスの北部と西部地方で一般的に用いられるようになった。それは、城郭の櫓が円錐形の屋根を採用するようになったためである。つまり、円錐形の屋根を葺くには、焼瓦よりアルドワーズの方がやりやすかったわけである。』

ヴィオレ・ル・デュクは、1849年1月1



●城郭入口の櫓/アルドワーズの屋根で復元された例。

日付の報告書で、ナルボンヌ門の屋根が16世紀には色付焼瓦であったことを認めながらも、緊急性の点（早急かつ完全な屋根を架けなければ雨水が浸透して堅牢性が危うくなる）で、アルドワーズを選んだのだと述べています。

しかしその結果、焼瓦の屋根に比べて勾配がかなりきつくなり、カルカソヌの要塞都市のシルエットに、北部ロワール川流域の城郭建築をおもわせる垂直性を与えることになりました。

●結 び

カルカソヌの要塞都市には、大きな変革が二つありました。一つはいわゆる地中海の風土に根づいた南フランスの伝統様式の時代。つまり、ローマ人の技法を継承して築かれた西ゴートの市壁が建設された時代です。そしてもう一つは、ゴシック様式が伝播した時代です。市壁内にあるサン・ナゼール教会堂の内陣とトランセプトの改築、そしてフランス王によって増

築補強された二重の市壁は、北フランスの建築様式が大規模に導入された時代の産物です。

ヴィオレ・ル・デュクは、こうした異なる文化から発生した建築様式が融合して形成された建築物に対し、後世の人が激烈に非難したような「様式統一」を図ろうとしたのでしょうか。

修復の結果、南フランスの建築的特性が修復前より薄まってしまったことは確かです。しかし、それはヴィオレ・ル・デュクがパリの建築家で、南フランスの建築様式について無知だったからではありません。フランス王たちが北部地方に流行していた建築様式を、カルカソヌの工事で積極的に採用しようとしていた事実に着目したからなのです。また、複雑な形態の屋根を葺くのに、手間のかかる丸瓦を使うほどのゆとりもなかったのでしょうか。

ヴィオレ・ル・デュクの修復に対する



●2重の市壁と櫓/うろこ状に葺かれたアルドワーズ。

非難は、ゴシック様式を理想とした彼個人の様式的好みを全面にだしすぎた点に向けられています。しかし、彼がカルカソヌの修復においてアルドワーズを選んだのは、単に彼個人の様式的偏重からではありません。施工上の理由がその背景にあったのです。

東洋大学工学部講師
羽 生 修 二

イギリス建築と天然スレート

●屋根葺き材としてのスレート

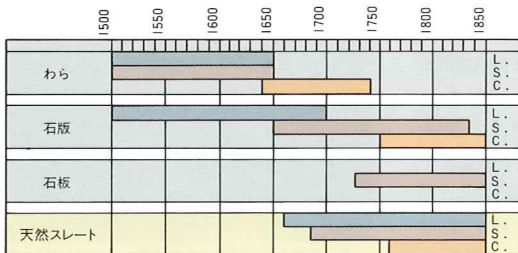
イギリスで天然スレートが屋根葺き材として頻繁に用いられるようになったのは、ここ200～300年のことです。古来イギリスでは、屋根はサッチ(thatch)と呼ばれる“あし”や“わら”などの植物で葺かれていま



●サッチで葺かれた屋根の例

した。サッチという言葉が「屋根を葺く」という意味に使われるほど、サッチ屋根は全国的に流布していました。屋根葺き職人はサッチャー(Thatcher)と名乗りましたが、この名はいまでも残っていて、有名な例にイギリスのサッチャー首相があげられるほどです。

天然スレートが屋根葺き材として使用された例を歴史的にたどってみますと、すでにイギリスを開拓し



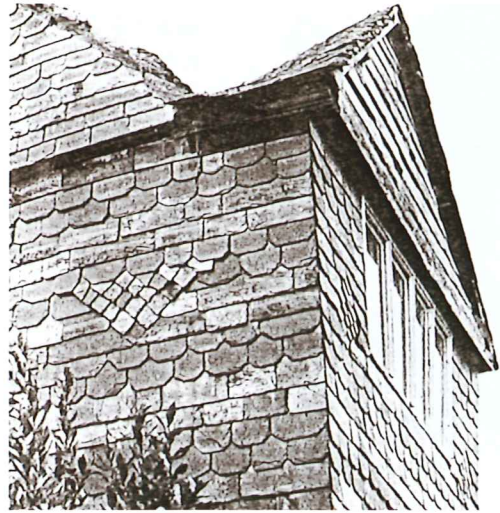
参考文献 2)

●屋根葺き材の時代的変遷

石版とは、砂岩系の石材。石板とは、石灰岩系の石材を意味し、Lは「大住宅」、Sは「小住宅」、Cは「小屋」を指す。

た古代ローマ人が、内陸部のレスター(Leicester)をはじめとする地域で用いていたようです。その後イギリスでは、天然スレートは建築材料として一般的なものではありませんでした。12世紀頃一部で使用された例もありましたが、重い、割れやすいという理由から運搬が困難で、採石場一帯でしか使われることのない地方色豊かな建築材料でした。

天然スレートは堆積岩の一種で、その性質は固く、防火性があり、防水性、耐霜性にすぐれています。もろいという欠点をもつものの容易に薄く剥ぐことができ、板状にされて、主に被覆材として建築材料に用いられました。とくに屋根葺き材としては最適で、燃えにくいという性質が都市建築で好まれ、可燃の危険性をもつサッチ屋根は急速に天然スレート屋根に葺き替えられていきました。

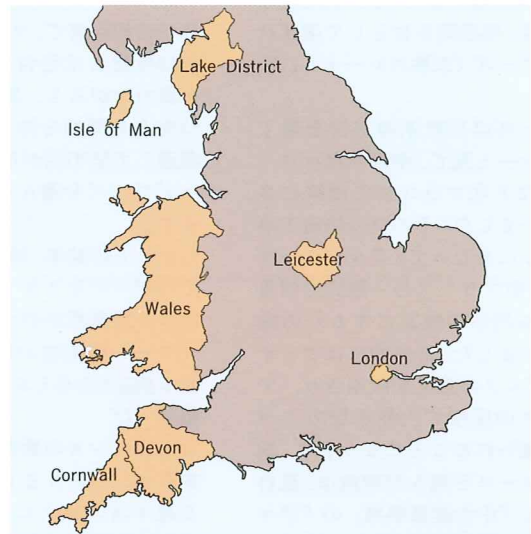


参考文献 1) ●スレートハンギングの実例 (St. Columb Major, Cornwall)

また、屋根葺き材だけでなく、スレート・ハンギング(Slate-hanging)と呼ばれる手法で壁材料としても用いられました。

●イギリスの天然スレート産地

イギリス国内で天然スレートを産出する地域は限られています。レイク・ディストリクト(Lake District)やマン島(Isle of Man)などのイングランド北西部、およびウェールズ(Wales)が主な産出地です。ここ



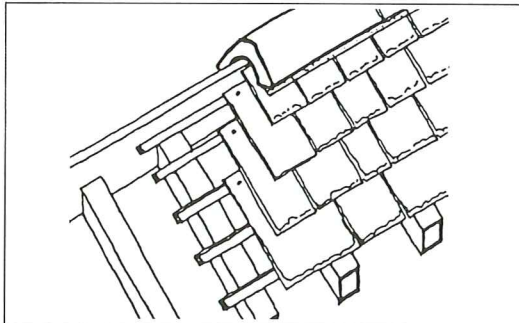
●イギリスの主な天然スレート産出地

で採掘された天然スレートは、全国いたるところで用いられることになります。

コーンウォール(Cornwall)、デボン(Devon)などのイングランド南西地域、レスター州(Leicestershire)でも採掘されますが、材質、産出量などからその利用は周辺地域に限られていました。

18世紀後半には、海岸線に沿って船で運んだり、運河

を利用する水上輸送が発達します。さらに、19世紀後半になると鉄道輸送の全国的な発達により、急速にイギリス全域に普及していくことになります。



参考文献 2) ●レイク・ディストリクト産のスレートの葺き方

●ロンドンのスレート屋根

ロンドンで最初にスレートが屋根葺き材として用いられるようになったのは、17世紀後半のことです。ロンドン大火(1666)を契機に耐火建築が望まれ、屋根葺き材として不燃性スレートが好まれたのです。大火後のロンドン復興計画に大きな役割を果たした有名な建築家レン(Sir Christopher Wren 1632-1723)は、チェルシー・ホスピタル(Chelsea Hospital)、ケンジントン・パレス(Kensington Palace)で屋根葺き材にスレートを採用しました。この頃使われた天然スレートは、イングランド北西部地域から海上輸送されたものでした。

アダム兄弟(Robert Adam 1728-92、James Adam 1732-94)が活躍したジョージアの時代になると、ウェールズ産のスレートが用いられるようになりました。その後、おそらくは需要の拡大と海上輸送の発達により、アイルランドやスコットランド、ノルウェーなどから輸入されるようになります。

●スレート屋根の構成

イギリスにおけるスレートは、生成過程での温度、圧力条件の違いにより、さまざまな色、材質、構成成分を持っています。主な色はブルー系、グリーン系、ブラウン系のグレーです。産出地域によってもスレートの性質は異なります。たとえば北西部のスレートは、石灰岩や砂岩に似て表面に凹凸があり、幅も不揃い、一枚一枚が比較的小さくなっています。一般的に当時の技術では、スレートは谷を持たない切妻屋根に用いるのが最良とされました。庇部分から上へと葺かれ、棟近くの板は下の板より小さくなるのが普通でした。

また、スレートをを用いる屋根の勾配も、当時30-35°でしたが、ロンドンではアダム兄弟らにより緩勾配の屋根にパラペットを高く立ち上げ、あたかも陸屋根のように見せるデザインが流行しました。それが今日でもロンドンの街並みに姿をとどめています。

東京大学工学研究科博士課程

大橋竜太



●チェルシーホスピタル(ロイヤルホスピタル)1689-96 ロンドン



●ケンジントンパレス 1682-91 ロンドン

ヨーロッパ各地の天然スレート屋根



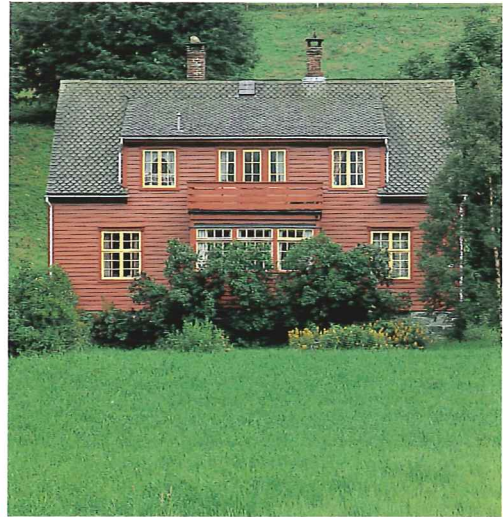
ドイツ●ベルンカステルケツモゼル溪谷の街並



ドイツ●バイエレンの教会



オーストリア●アニフ城



ノルウェー●民家

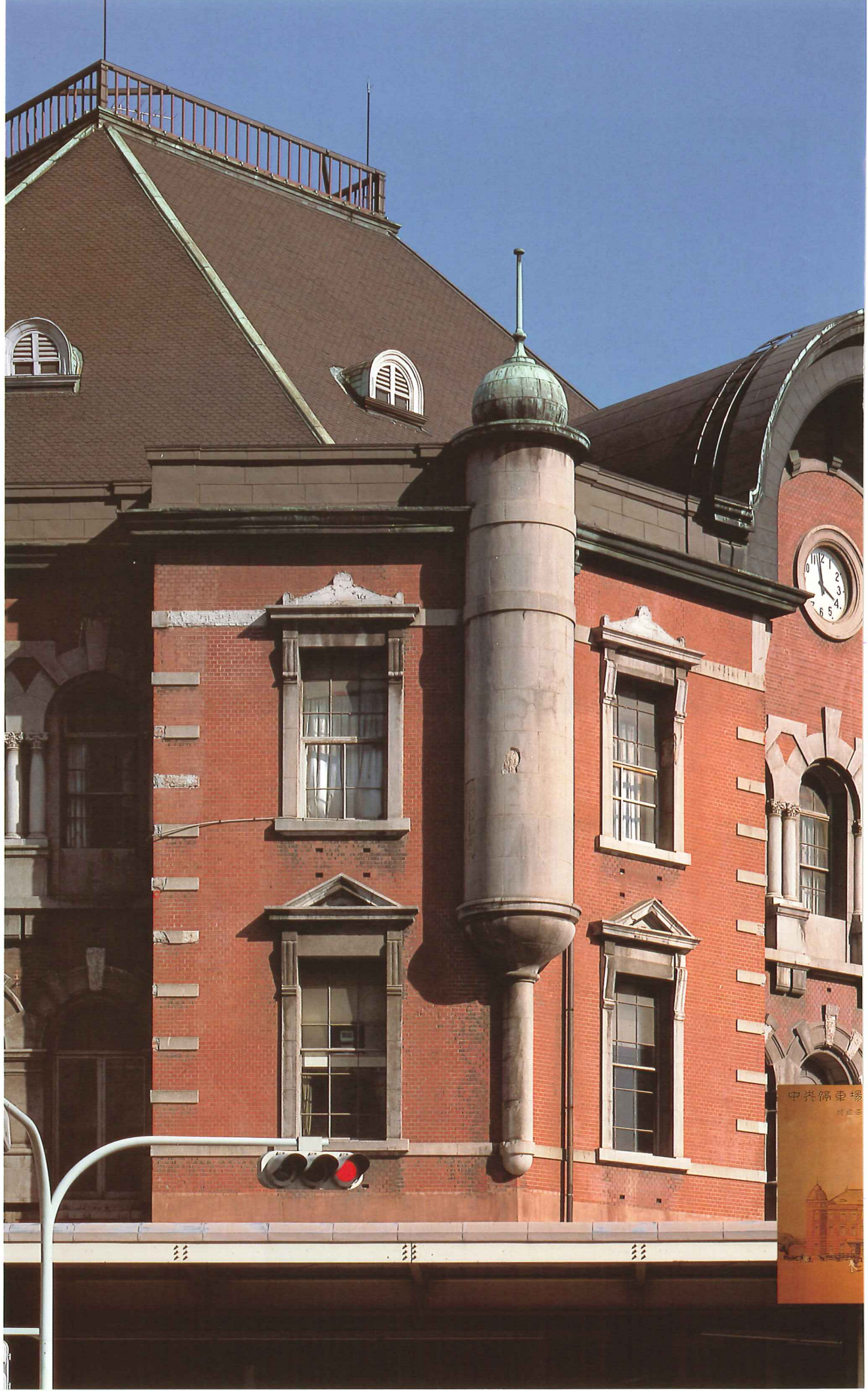


ドイツ●ラムザウの教会



オランダ●デ・ハーグ城

- 東京駅
- 東京都千代田区
- 設計/辰野金吾
- 竣工/大正3年



中央停車場
時鐘塔

日本建築と天然スレート (談)

●天然スレートと西洋館

日本で最初に天然スレートを使うようになったのは、明治になって西洋館が建ちはじめたからです。その当時は鹿鳴館や日銀などが建ち、文明開化と呼ばれた頃で、ヨーロッパのものをどんどん取り入れようとした時代でした。

天然スレートを屋根葺き材に使う前は、西洋館にも日本瓦をのせていました。ところが妙な感じがして見栄えがしない。屋根だけ日本的だったわけで、瓦では洋風にならずに和風になってしまうわけです。これではいけないということで、天然スレートを探しはじめました。

当時一流の建築家はみなヨーロッパに留学していますから、天然スレートのことは知っていたわけです。やがて、宮城県の雄勝半島の東海岸にある明神というところで発見されました。それを使って明治10年代から、だんだんと洋館の屋根に天然スレートを葺くようになります。ですから、日本の天然スレートは、西洋建築のために発掘されたといえるでしょう。

現存する一番古い天然スレート屋根の西洋館がどれかは、はっきりしていません。ほとんどの屋根が空襲で火災にあい、葺き替えられているからです。また、建物によっては最初の屋根材が天然スレートでなかったものもあります。最初から天然スレートで設計されたもので古いものには、京都府庁舎や、兵庫県にある曾彌達蔵が設計した旧三菱の建物などがあります。また東京駅は、455メートルの屋根全面に天然スレートが使われています。一つの建物に使用された規模としては、おそらく世界一ではないでしょうか。

天然スレートは、もともと西洋館に使われたものです。ですから、洋館が建たなくなると使われなくなります。年代的にはだいたい昭和の初め頃まででしょう。和風建築に使われることはなかったので、わずか60年ぐらいのものだったわけです。

しかし、昭和になってからわざわざですが一般に使われたことがあります。関東大震災の後、建物の壁に

天然スレートを張った例がそれです。ごく例外で数も少ないんですが、とてもおしゃれな感じがします。もっとも、残念ながら現在は残っていません。天然スレートが庶民に一番近づいたのは、あの時期ではないでしょうか。それまでは、庶民の中に広まることはありませんでした。おそらく日本瓦より高かったのでしょう。それに、多くの洋館が大都市に建てられていましたから、地方に行けば当然手に入りにくかったと思います。

●建材としての天然スレート

天然スレートの施工職人については、はっきりしたことはわかっていません。板金屋が施工するのもおかしいし、石屋が葺くものでもない、一番考えられるのは瓦屋さんではないでしょうか。技術的には



●東京駅全景

まったく難しいことはありませんのでトン葺屋かもしれません。しかし、当初は葺いたものが風で飛んで困ったようです。なにしろ日本は風が強いからです。おそらく、それまでは釘穴が1ヶ所だったのでしょ。

当時はドームも葺いているのですが、これについても日本の屋根を瓦で葺くことを考えれば楽だったと思います。天然スレートがなければ、ドームは銅板で葺かなければならなかった。ただ銅板は当時、たいへん高価でしたから…。

天然スレートが使われた頃の屋根材には銅板、鉄板などもありましたが、やはり日本瓦が圧倒的に多かった。それに対してヨーロッパでは、天然スレートがごくありふれた材料として使われていました。地中海側やイタリアなどを除いて、フランス、イギリ

写真



●「辰野金吾」自筆の東京駅完成予想図(交通博物館所蔵)

ス、ドイツなど主なところはみな産出しますから…。先程、日本の天然スレートが雄勝半島で発見されたと申しましたが、屋根材として使用される以前は、硯の材料とか小学校の石板（ちょうど今のノートのかわり）などに使われていました。誰かが石板を見て、これが屋根に使えるのではないだろうか、ヨーロッパにある天然スレートと同じものではないかと思ったんでしょうね。ですから、それまでは屋根に使われたことはありません。

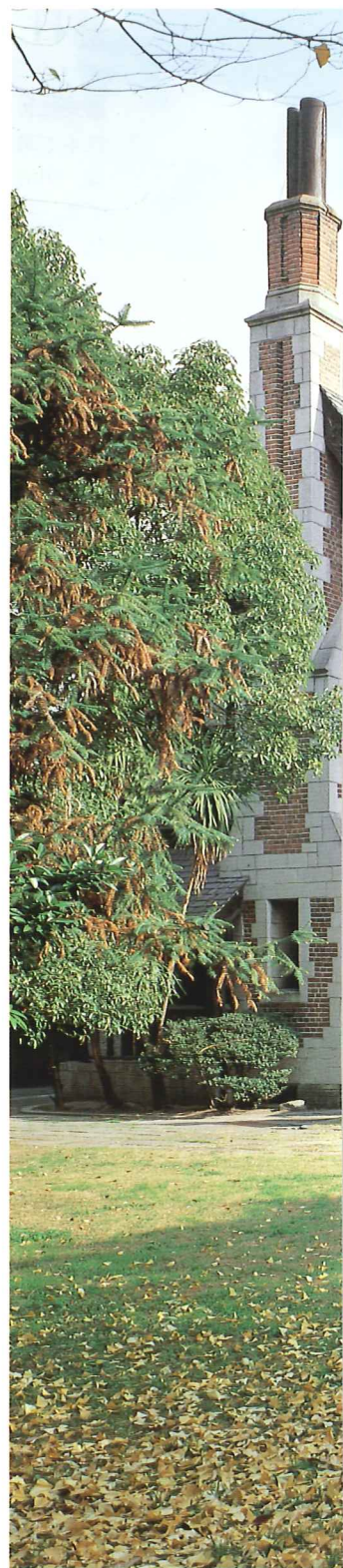
天然スレートは硯の材料ですから、硯の産地であればどこでも出ます。でも、屋根材として掘っている例は、雄勝半島以外に聞いたことがないですね。現存している当時のスレート材といっても、せいぜい明治の中頃から末期のもので、大きさは1尺×5寸くらいで、厚さは7mm程度。いまのものとは違うと思います。

●これからの使い方

これからの使い方ですが、いくつかのことが考えられます。まず、誰もが真似をしたくなるような屋根のデザインを開発することが必要でしょう。いまのようにただ屋根を架けているだけでは、天然スレートの良さは生かせません。平らな場所を葺いてもあまり良さが出ないのです。先程もドームの話をしました。むしろ、曲面になったときにその良さが出ると思います。他の材料では曲面が葺きづらい。でも、天然スレートは魚のうろこのようにきれいに変化していく。どんどん葺けてしまうわけです。

天然スレートの屋根というのは、葺いた直後は独特の「つばくろ色」というのでしょうか、あの黒さと割り肌がきらきら輝いて見えます。あれは、天然スレートでないと出せない。そう考えますと人の目に近いところ、例えば壁などに使ってもその良さが生かせると思います。

東京大学生産技術研究所助教授
藤 森 照 信



●大丸ヴィラガレージ(中導軒)



●大丸ヴィラ(中導軒)●京都府京都市●設計/ヴォーリス●竣工/昭和7年



●旧・古河邸 ●東京都北区 ●設計/小・コンドル ●竣工/大正6年



●兵庫県庁 ●兵庫県神戸市 ●設計/山口半六 ●竣工/明治35年



●旧・李王家(現・赤坂プリンスホテル) ●東京都千代田区
●設計/宮内省内匠寮 ●竣工/昭和3年



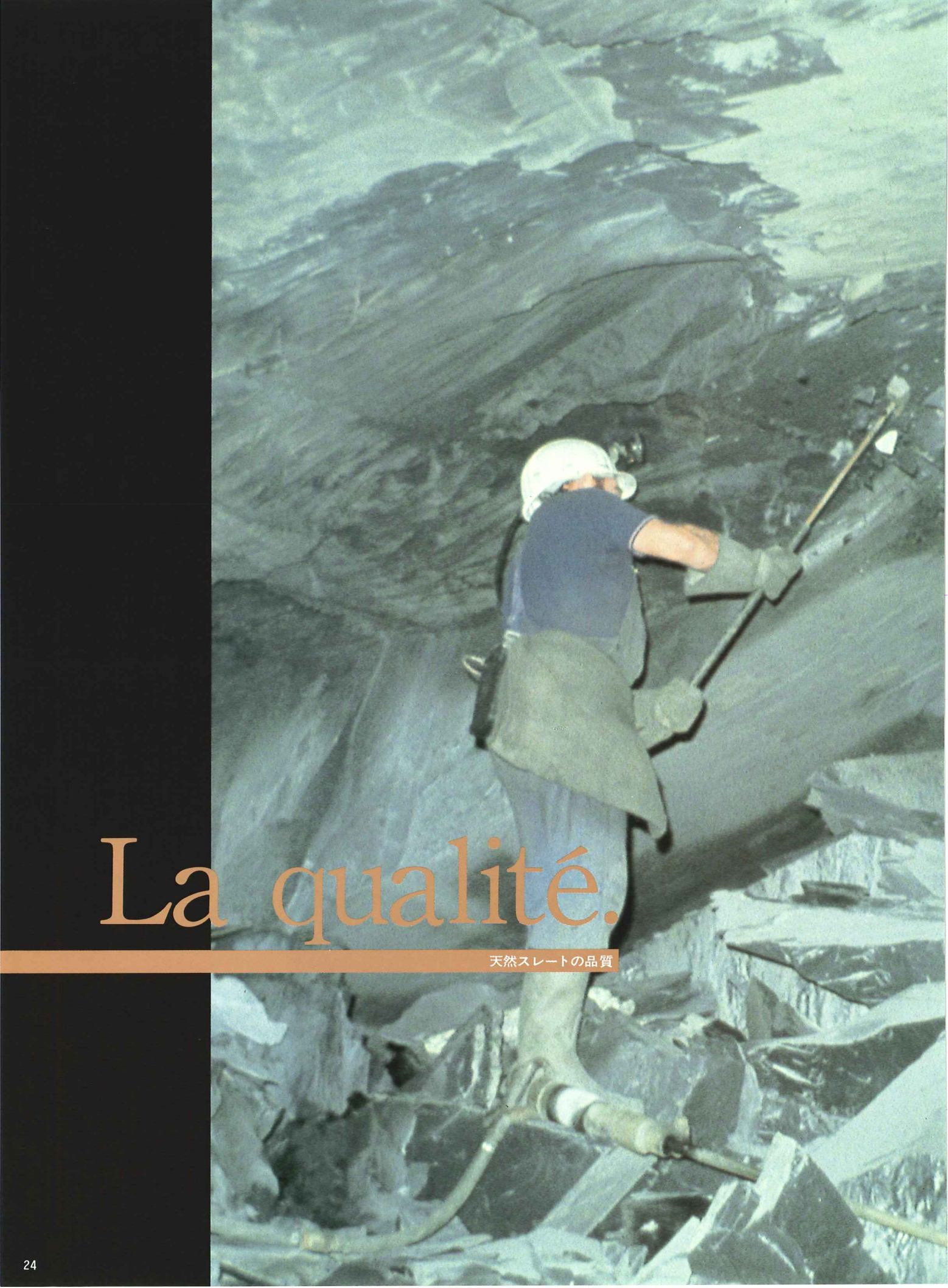


●旧・久松定謨邸 ●愛媛県松山市 ●設計/木子七郎 ●竣工/大正11年



●岩手銀行本店 ●岩手県盛岡市 ●設計/辰野金吾 ●竣工/明治44年

写真提供/増田彰久



La qualité.

天然スレートの品質



時の重み、時の輝き。

人類が最初に天然スレートを屋根に使用してから、すでに十数世紀が経過しています。しかし、大地が天然スレートを生み出すためには、その数十万倍という悠久の時間が必要でした。大地の長い長い営みのちに創造された、いわば地球の贈物。わたしたちの先達は、それをすぐれた屋根材として利用する技術を考え出しました。天然スレートは、自然と、時間と、人間の英知がつくりだした、奇跡的な共同作品といっても過言ではありません。大自然が生み出した品質は、時に鍛えられ、その重みと輝きを増してきたのです。

Roofing System of Natural Slate

PERM

天然スレートの地質学的特徴

●天然スレートとは

天然スレートは粘板岩と呼ばれる岩石を選別・加工したものです。

一般に岩石は、その成因によって大きく3種類に分類することができます。地球内部のマグマが冷却するにしたがい凝固してできた「火成岩」。岩石の破片・砕粉、生物体の遺骸などが積り固まってできた「堆積岩」。そして、火成岩、堆積岩が、自然の圧力や熱によって変成した「変成岩」です。

天然スレートのもととなる粘板岩は、粘土、あるいはシルトが堆積することによってできた頁岩が低度の変成作用を受けたものですが、「堆積岩」に分類されています。

●天然スレートの生成

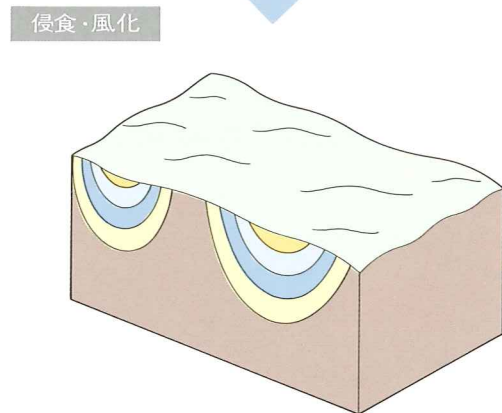
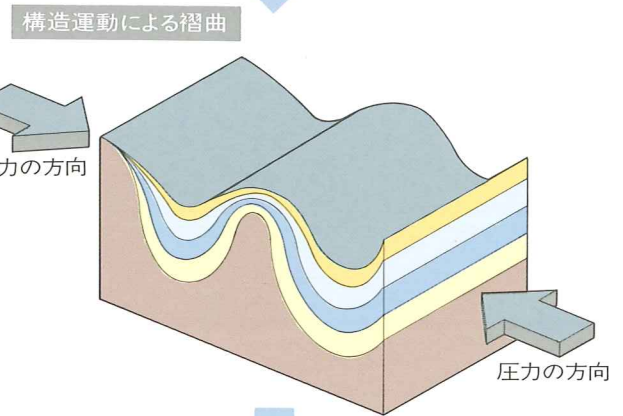
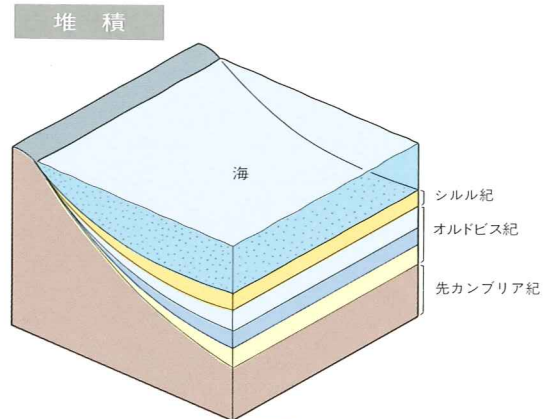
旭硝子のペルムには、フランス最大、かつ高品質を誇るアンジェ地方のトレラゼ層から切り出された、最高級の天然スレートが使われています。

その起源は、いまからおよそ5億年前にまで遡ります。古生代オルドビス紀（表1）の海底にゆっくりと堆積した均質な粘土質シルトは、時間の経過とともに地層を形づくっていきました。

ところがその後、ヨーロッパでは「パリスカン」造山運動という大規模な構造運動が occurs。この構造運動により、地層に熱と圧力が加わり、鉱物が一定方向に再結晶する変成作用が生じました。

その結果、硬質で、しかも一定方向の剥離性を持つ現在の天然スレートの特徴がつけられました。さらに、他の石材に比べ曲げ強度が大きいという特徴も、この一定方向への再結晶化に起因するものと考えられます。

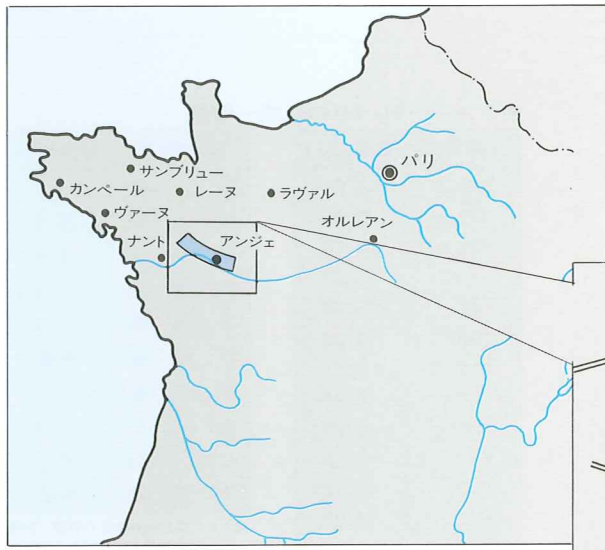
以上のように形成されたアンジェ地方の天然スレート鉱床は、アンジェ・トレラゼを中心に、北西-南東に軸をもつ褶曲構造に並行して広範囲に認められます。



地質年代表 (表1)

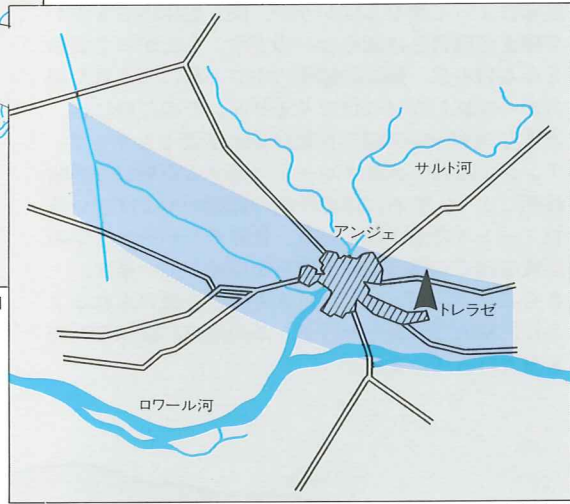
相対年代		絶対年代 <百万年>	
新生代	第四紀	完新世	2
		更新世	
	新第三紀	鮮新世	
		中新世	
	第三紀	漸新世	
古第三紀	始新世 暁新世		
中生代	白亜紀	64	
	ジュラ紀	140	
	三畳紀	208	
古生代	二畳紀	242	
	石炭紀	284	
	デボン紀	360	
	シルル紀	409	
	オルドビス紀	436	
	カンブリア紀	500	
	先カンブリア紀	564	

注) 絶対年代は今から何年前を示す。



＝鉛床

●アンジェ鉛床分布図



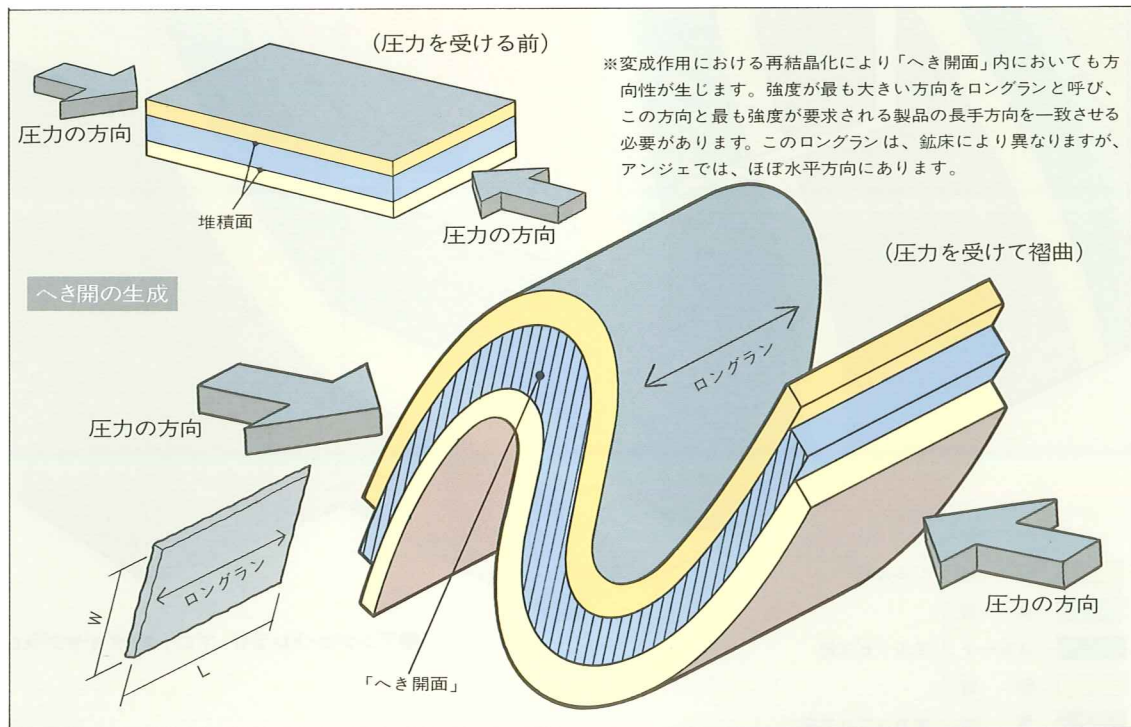
●拡大図

●天然スレートの性質

先程の一定方向にのみ割れやすいという性質は、「へき開」といい、天然スレート原石の大きな特徴です。それによって生じた面は「へき開面」といいます。これは堆積時の積層面ではなく、下図のように構造運動の圧力方向に対してほぼ垂直な面に生じたものです。

天然スレートは、この「へき開」のおかげで簡単に薄く板状に加工することができます。また、固く緻密で、強度も大きいことから、古くから屋根材をはじめとする建築材料に利用されてきました。

天然スレートは、鉱物学的には主に石英、緑泥石、セリサイトなどの耐久性の高い珪酸塩鉱物から構成されています。また、微量ではありますが黄鉄鉱、方解石なども含有しています。



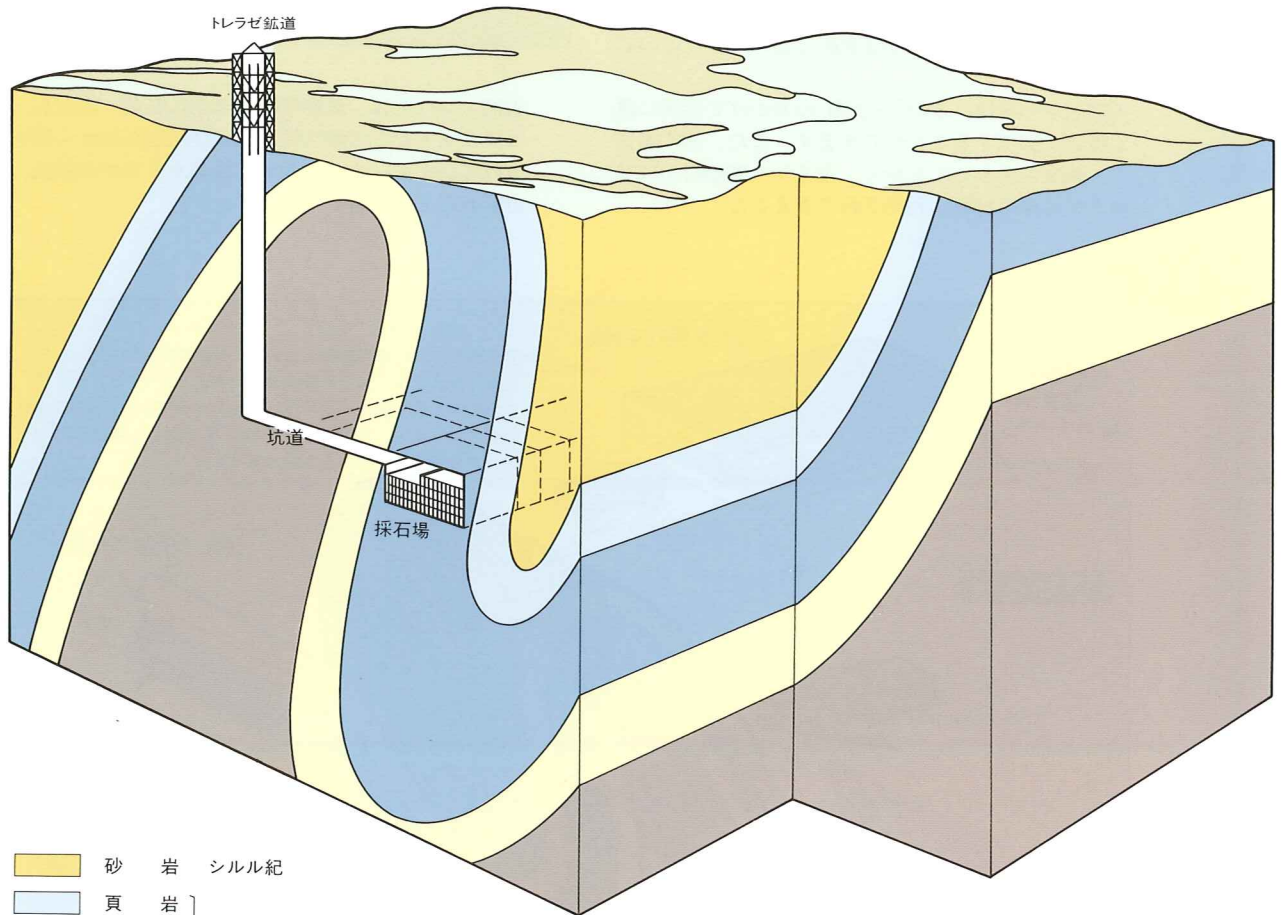
●天然スレートの高品質は原石が左右する

こうした過程を経て、天然スレートはできあがったわけですが、その鉱物組成や化学組成、結晶化の状態などは、成因や形成された環境によって違ってきます。天然スレートと一口にいっても、その品質は鉱床によって異なるばかりか、同じ鉱床内でも隅から隅まで同質とは限らないのです。したがって製品となる岩石は、最良の鉱床の中でも特にすぐれた部分から採鉱しなければなりません。そのためには、高度な地質学的知識と採鉱技術が必要となります。アンジェ社は、天然スレートに関する卓越した経験・技術により、岩石に侵食作用の影響がおよばない数百メートルの地下深くから、世界ナンバー・ワンの品質を誇る天然スレート原石を採鉱しています。さらに、アンジェ社では将来も採鉱を続けられるように、莫大な資金をかけて、この最良の鉱床の調査を日々行っています。

●アンジェ・トレラゼの組成一覧表

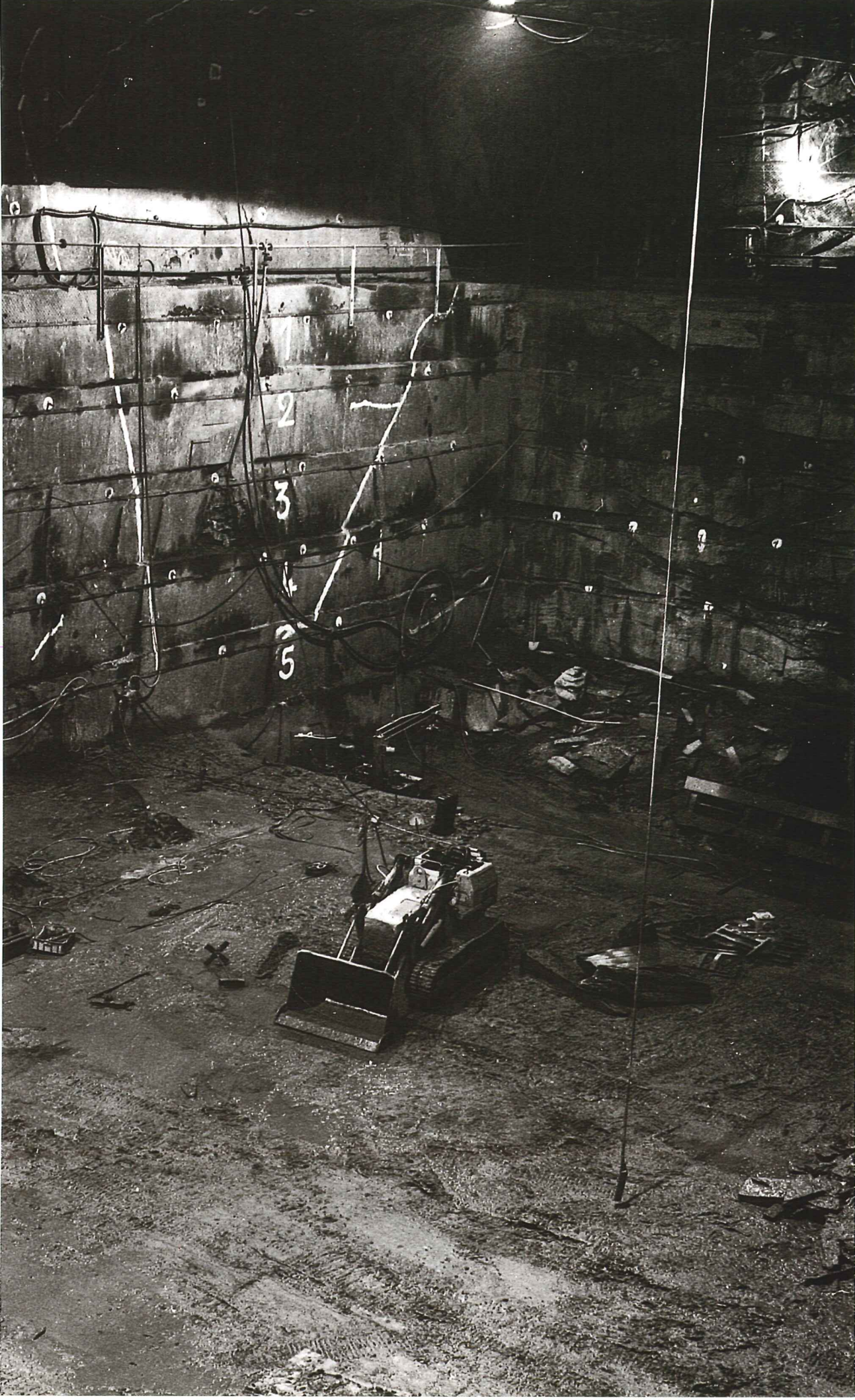
化学組成	重量(%)	鉱物組成	重量(%)
SiO ₂	56.65	石英	29.1
TiO ₂	0.86	緑泥石	25.6
Al ₂ O ₃	25.73	セリサイト	39.9
Fe ₂ O ₃	1.17	剥沸石	1.8
FeO	6.78	方解石	0.3
MnO	0.08	黄鉄鉱	微量
MgO	2.01	赤鉄鉱	1.1
CaO	0.47	金紅石	0.8
Na ₂ O	0.05	リン灰石	1.2
K ₂ O	0.16	炭質物	微量
P ₂ O ₅	0.18		
H ₂ O ⁻	0.07		
H ₂ O ⁺	5.18		
計	99.39		

注1) 化学組成結果から計算した後、顕微鏡観察で確認した値。
注2) 表中“微量”とは、測定値が測定限界以下の場合。



- 砂岩 シルル紀
- 頁岩 } オルドビス紀
- スレート }
- 砂岩 }
- 頁岩 先カンブリア紀

●アンジェ・トレラゼ ブロック・ダイアグラム



●トセラゼ鉱内

アンジェ社の天然スレート生産技術



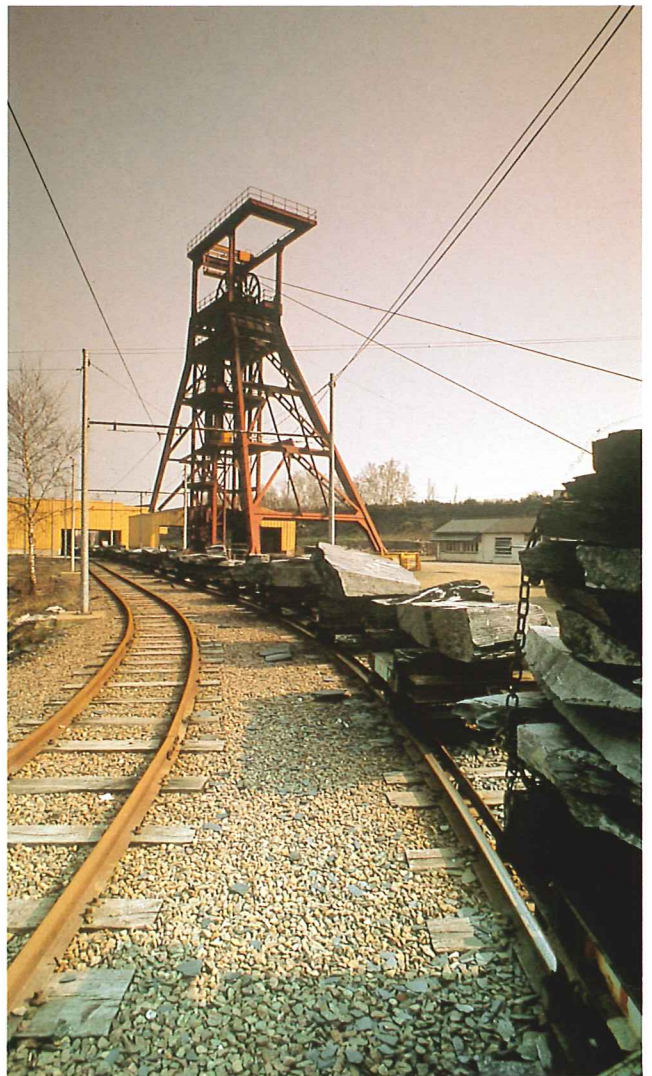
● ユフナグリウス「世界主要都市探訪」よりアンジェ市全景(1561年)

●天然スレート採鉱の草創期

アンジェはパリの南西百数十キロにある、ロワール川流域の街です。前述したように、この地方では昔から、剥離性のある岩石として天然スレートのことが知られていました。中世末期からルネサンス期にかけては、すでに本格的な採鉱も行われていました。その当時、どのように採鉱が行なわれていたのか、詳しいことはわかっていません。しかし、当時の模様を知る貴重な文献として、アンジェ司教座大病院の所有する採石場の財産目録と小作地賃貸契約が残されています(1481年)。

そこには採石場のさまざまな資材が記載されていますが、その中に長さ38フィートから8フィートまでの各種の「はしご」に関する記録があります。ここから、作業場の大きさや採鉱方法が推定できます。おそらく掘進作業は、階段状に掘り進んだものと考えられます。作業台を含めた掘進の深さは、25メートル強といったところでしょう。

別な記載によれば、当時すでに大滑車つきの機械、および馬力による回転装置などが、排水装置としてスレート採石場で使われていたようです。井戸ポンプの手動でこよりも効率の高い排水装置を使うことで、深度採石が可能になったのだと思われます。これらの技術は、当時の鉱山一般と比較しても、決して遅れた技術ではなかったようです。



● 鉱道入口

●採鉱の機械化と採鉱組合の発足

以後採石場は、最高級の石材を求めてより深く掘り進められることとなります。そのための技術革新として、資材を引き上げるための機械力の発達などがありました。しかし、それ以外の画期的な技術革新は、やはり産業革命を待たねばなりません。機械による採鉱は17世紀頃からはじまっています。さらに18世紀に蒸気機関が発明されると、鉱内の排水という大きな問題が解決され、採鉱はより大がかりになってきました。そのため大資本の投下が必要となり、その費用負担に耐えられるような資本の集中化が始まります。

そのような状況のもと、19世紀になるとそれまで散在していた採鉱業者が組合を結成して集結するようになります。その組合を母体に、1891年、アンジェ社が設立されました。以後現在にいたるまで、アンジェという企業体(ARDOISIÈRES D'ANGERS)において、機械化等の採鉱・加工に関する技術開発が行なわれています。また、最近では加工工場の完全自動化も実現しています。



●アンジェ社(本社)/設立当初は、アンジェ城近くに本社を置いていたが、1894年「ドロネイ」ホテルを買い取り本社は現在に至る。



●下進方式によるチャンバ（地下200m）

●アンジェ社最新の採鉱技術

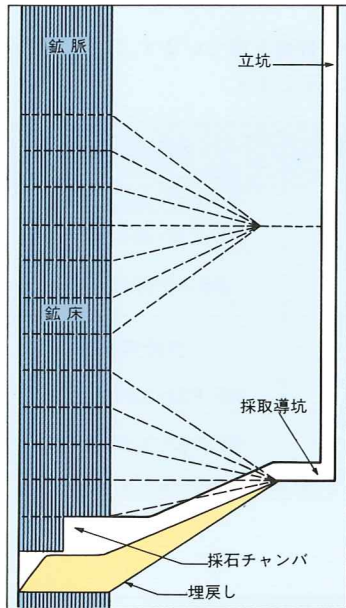
19世紀まで、天然スレートは露天掘りでした。これに対してアンジェ社は、地下採鉱工法を開発。より合理的な採鉱と、品質の高いスレート原石の入手が可能となりました。

この採鉱工法では、鉱脈のある深さまで縦坑道を掘ります（トレラゼの現場では最大深さ550メートル）。アンジェ社ではこれをさらに改善して、新しい斜坑取付け法を開発、トラックや建機がじかに110メートルの深さまで降りていけるようにしました。こうして所定の深さまでの取付け路を確保すると、今度はスレート鉱脈にそって採取導坑を開掘します。これには、採鉱方法により「上進」と「下進」の2つの異なる方式があります。

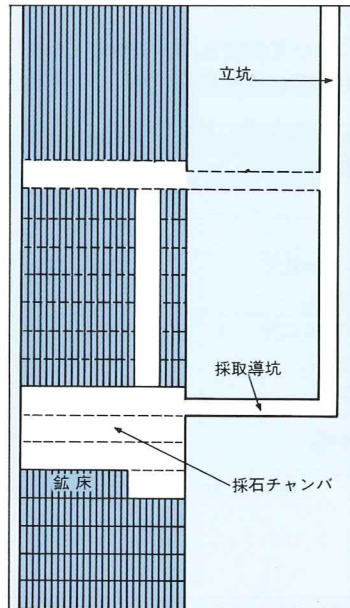
「上進」方式では、約100平方メートルの広さの採石チャンバ（室）を出発点として、下から上に向かって掘り進めていきます。チャンバの高さ2～3メートルが1工区として採鉱されます。

一方「下進」方式では、鉱脈を上から下に向かって掘ります。そのため数百メートルの深さに高さ40メートル、面積1000平方メートルにもおよぶ巨大な採石場を構えます。いわば、地下大寺院とでもいう趣きとなるわけです（写真上）。この方式なら、「上進」方式よりもはるかに長期間、採鉱を続けることができ、そのうえ広い空間が利用できるため、最新鋭の採鉱機械を持ち込むことも可能となります。

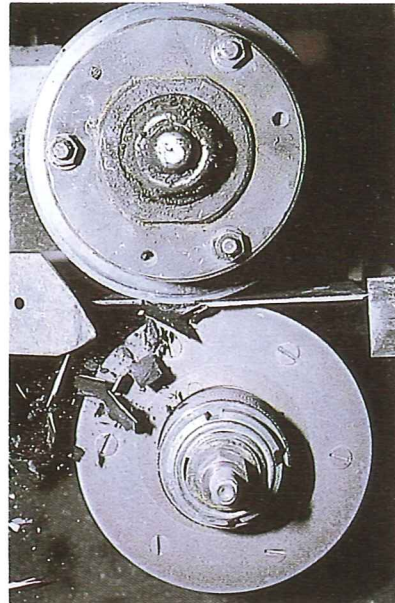
原石の状態によりこの2方式を使い分けることで、良質な原石を効率よく採鉱することができるのです。



●上進方式



●下進方式



●自動機械によるラフカット加工

●アンジェ社の加工技術

採掘された原石ブロックをスレート薄板に加工する作業は地上で行なわれ、大別して以下の4つの工程からなります。

①小割り

2～5トン程度のブロックにして地表に上げられた岩石は、ローリングプラットフォームに積まれて加工工場に運ばれます。ここでエアハンマーにより、8～12センチ厚の板に割られます。割られた板は、ローラーに載せられ、切断機械のところへ運ばれます。

②切断

切断はたてよこの2段階で行なわれ、製品寸法よりやや大きめの小ブロックに分割します。切断された小ブロックはパレットに載せられて、ベルトコンベアで次のスプリッティング工程に進みます。

③スプリッティング

ここでは上記の小ブロックを、完成品のスレート4枚分の厚みをもつ小板「ダブルジェット」に加工します。さらにこれを半分に分割すると「ジェット」となり、さらに続けて仕上げスレートの厚みに合わせた「ファンディ」（成形前スレート）へと加工されます。

④ラフカット加工

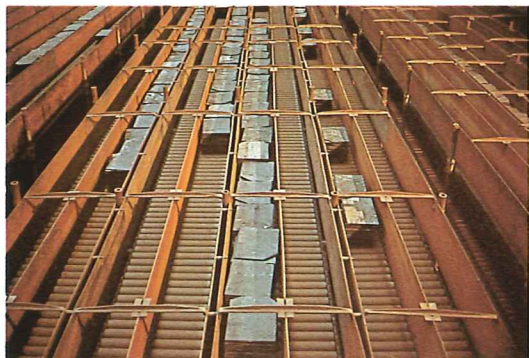
最後の作業は「ファンディ」を仕上げスレートの大きさに裁断し、ラフカット端部をつけることです。これには、2枚の刃で挟み切りにする方法と、自動機械にかけて回転ブレードで裁断する方法があります。この工程により、スレートにはわずかながらの

面取り(ラフカット)が施されます。

現在、アンジェ社の最新鋭工場では、スプリッティングをも含めたこれらの工程、および品質管理を世界で唯一、フルオートメーション化しています。



●原石ブロックの搬出



●加工ライン

ペルムの物理的性質と試験方法

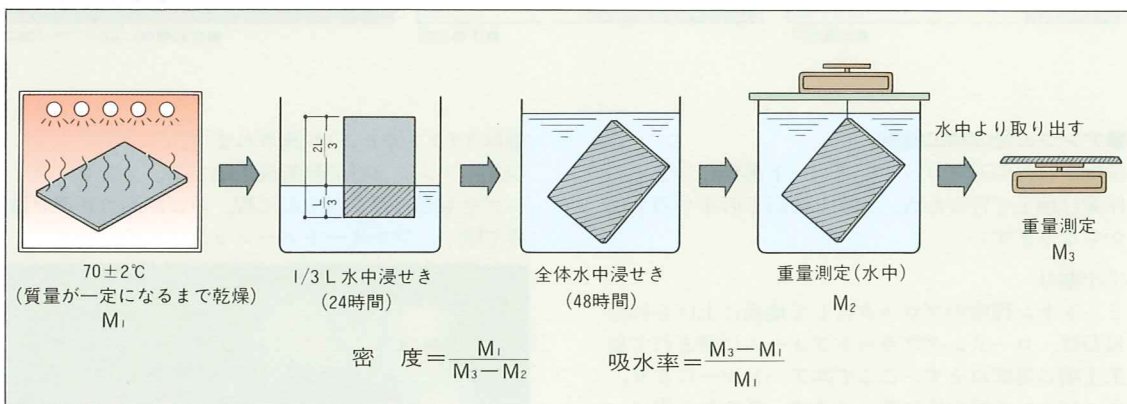
●ペルム本体の物理的性質

ペルム本体の物理的性質は下表の6項目について試験を行い屋根材として十分な性能を得ています。以下に密度・吸水率、曲げ強度、耐衝撃性、耐熱衝撃性、耐凍結融解性についての試験方法を示します。

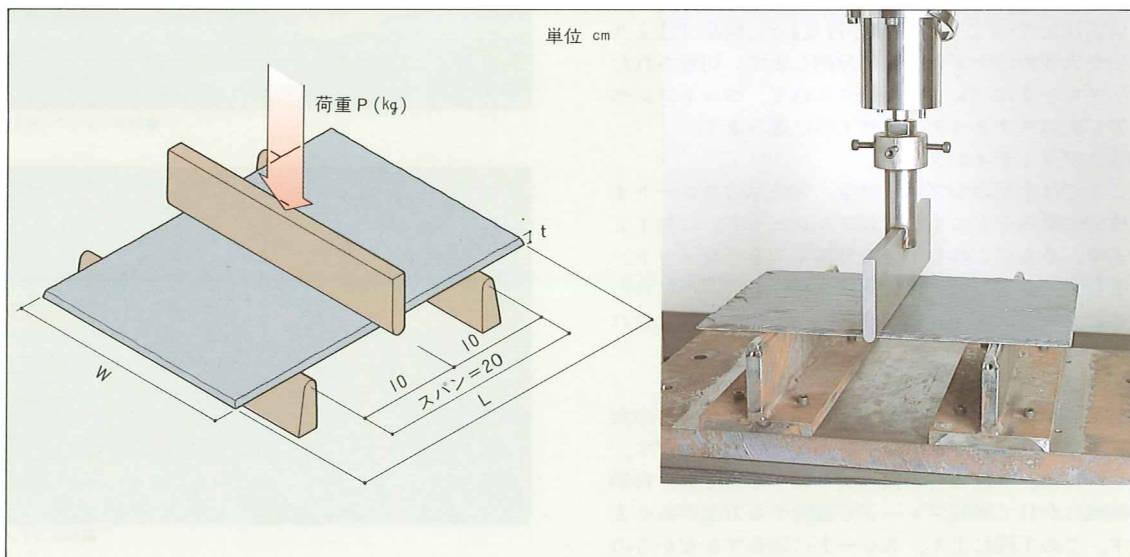
項目	材種	アンジェ・トレラゼ	グラッシィ・グリーン	試験方法
		ブラック	グリーン	
密度 (g/cm ³)		2.84	2.78	NF P32-302に準ずる
曲げ強度 (kg/cm ²)		583.7	618.0	NF P32-302に準ずる
耐衝撃性		500g × 30cmにて 異常なし	500g × 30cmにて 異常なし	JIS A5102に準ずる
耐熱衝撃性		温度差100℃にて 異常なし	温度差100℃にて 異常なし	自社規格
吸水率 (%)		0.19%	0.23%	NF P32-302に準ずる
耐凍結融解性 (質量ロス) (%)		0.01%	0.07%	NF P32-302に準ずる

●NFP32-302：フランス規格「天然スレート」 JIS A5102：日本工業規格「天然スレート」

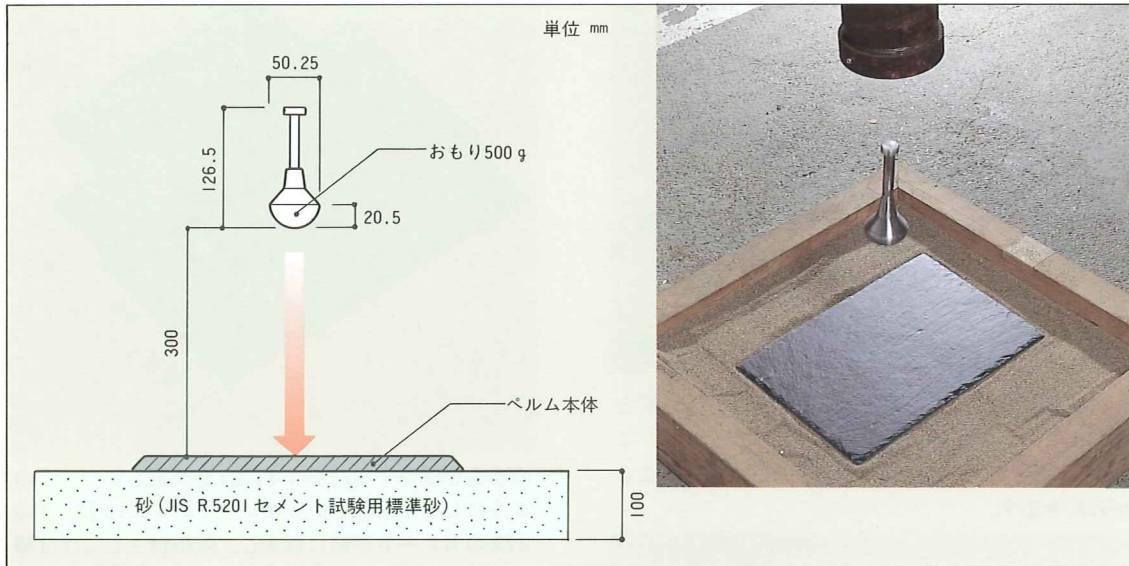
●密度・吸水率



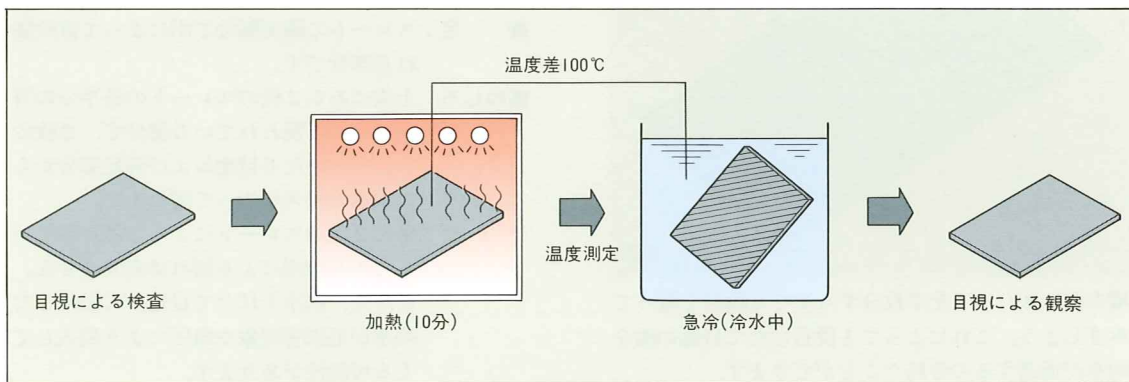
●曲げ強度



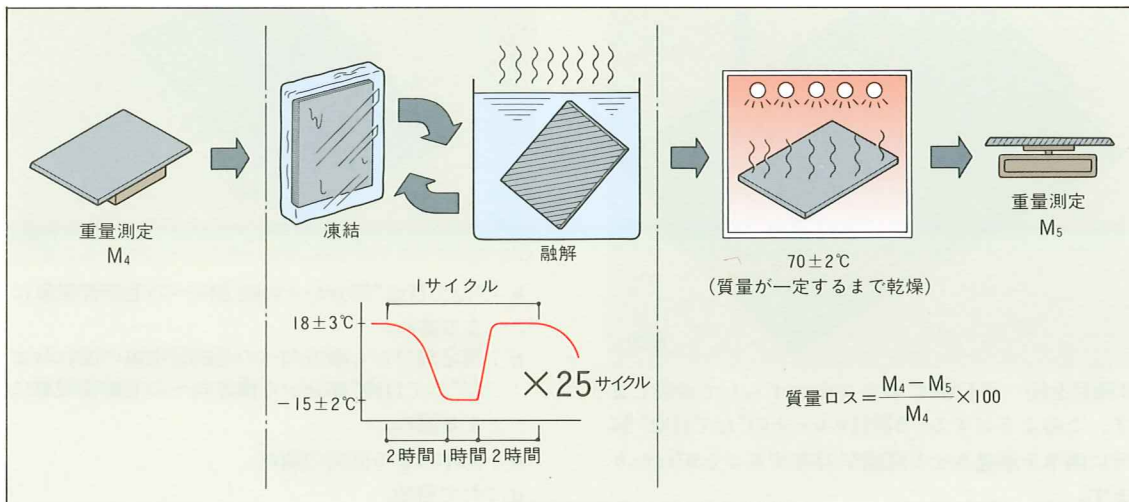
●耐衝撃性



●耐熱衝撃性

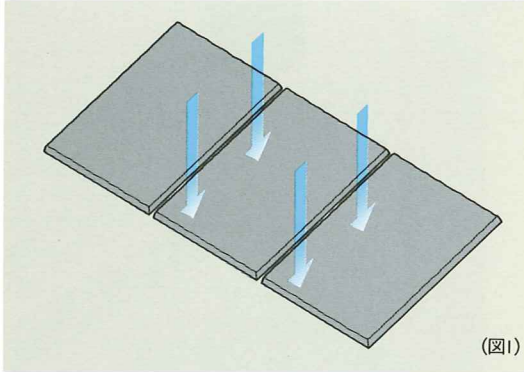


●耐凍結融解性

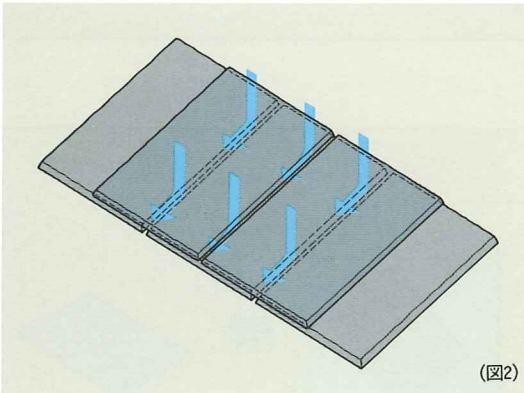


ペルムの防水性能

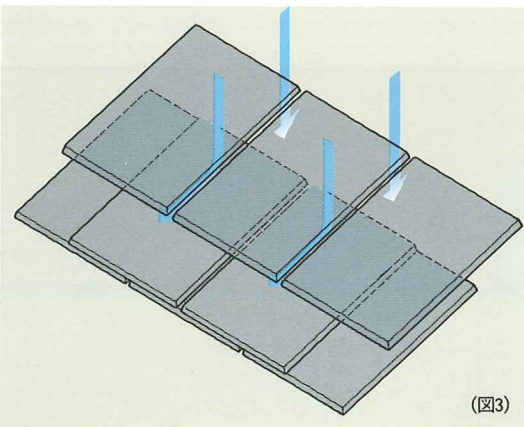
1. 天然スレート屋根の防水原理(一般部分)



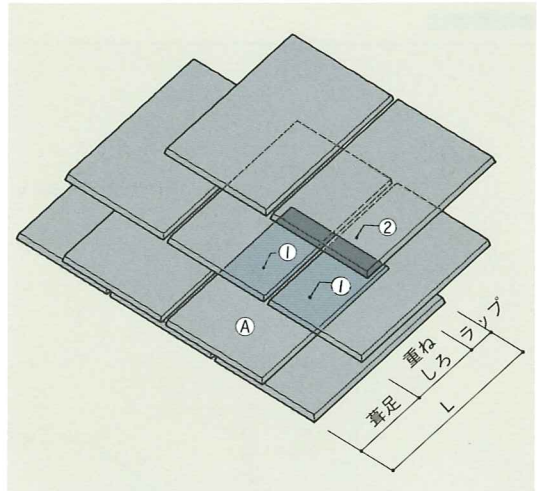
長辺部が互いに接するように（これを“たて目地”と呼びます）天然スレートを配置してみましょう。これでは“たて目地”の間を雨水が通過してしまうことがわかります。



横方向にスレートを半枚分ずらせて2段目を覆ってみましょう。これによって1段目のたて目地の間を雨水が通過するのを防ぐことができます。



3段目を同一の位置で長さ方向にずらして設置します。このようにすると3段目スレートの“たて目地”部分に雨水を通過させる隙間が存在することがわかります。

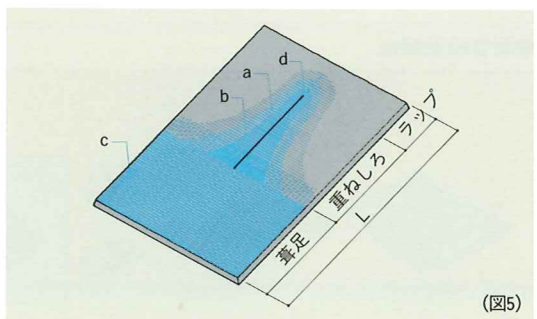


防水性を確保するために4段目を設置します。このようにしますとAというスレートの上には①・②の2段のスレートが常に存在し、屋根材としては3層構造になっていることがわかります。1枚のスレート材Aを防水性能上からみますと以下の3つの部分に分けることができます。

葺 足：スレートの露出部分で雨によって直接濡れる部分です。

重ねしろ：上段にある2枚のスレートの各半分の葺足によって覆われている部分で、2枚のスレートのたて目地および葺足部分からの雨水の侵入によって濡れます。

ラ ッ プ：常に2段のスレートによって覆われているため直接雨による濡れはありません。ただし、防水上はたて目地から侵入した雨水が毛細管現象や風圧により侵入してくる可能性があります。



a：“たて目地”部分からの縦方向への毛細管現象による濡れ。

b：葺足部分から縦方向への毛細管現象の濡れおよび“たて目地”部分から横方向への毛細管現象による濡れ。

c：雨水による直接の濡れ。

d：たて目地。

2. 防水試験

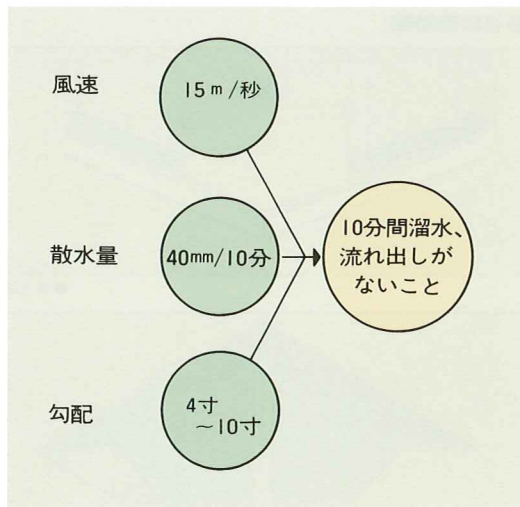
実際の防水性能については、『強風雨発生装置』により実際の状況に近い試験を行ない、漏水状態を確認しています。

2-1. 防水試験の条件

防水試験の条件設定は風速15 $\frac{m}{s}$ とし、散水量は過去の記録を考慮し、40mm/10分としました。

実際には、最大降水量と最大風速の同時発生は確率的に考えにくいいため、再現期待値としては、かなりきびしい条件となっております。

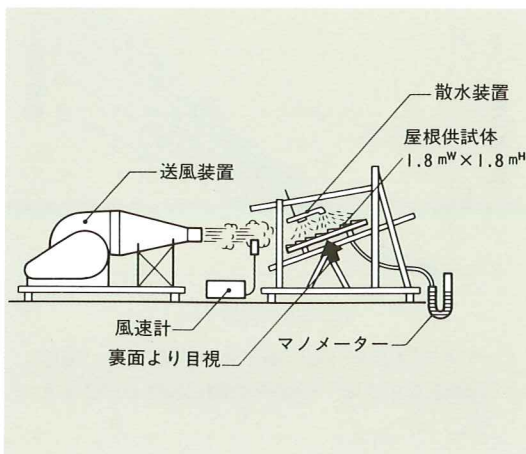
尚、漏水の有無は目視により10分間溜水、流れ出しがないことを条件としました。



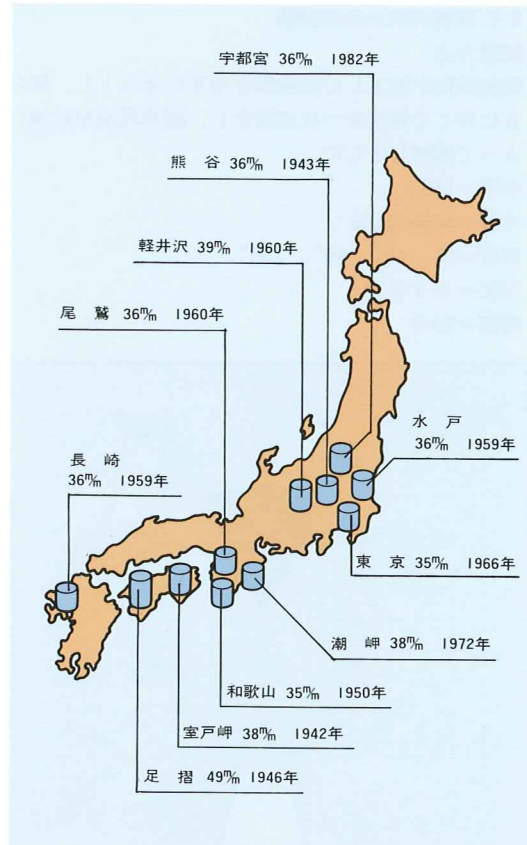
●防水試験の条件

2-2. 一般部分の防水性能試験

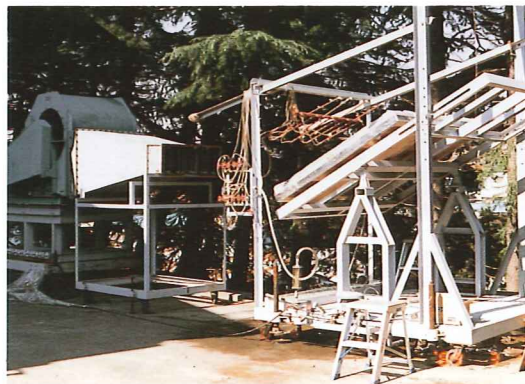
ペルムの防水性能は以下に示す試験体を用い、目視による裏面への漏水状態を確認し勾配による葺足長さを決定しています。



●強風雨発生装置



●10分間降水量の最大記録



試験結果

製品サイズ(mm)	葺足(mm)	10寸	9	8	7	6	5	4
7 × 220 × 325	120	●	●	●	●	●	●	●
"	130	●	●	●	●	●		
4.5 × 220 × 325	120	●	●	●	●	●	●	●
"	130	●	●	●	●	●		
6 × 300 × 460	190	●	●	●	●	●	●	●
"	200	●	●	●	●	●		

●漏水が認められなかったもの (注)保証値ではありません。

2-3. 隅棟の防水性能試験

試験方法

隅棟役物を施工した試験体を水平にセットし、風向きに対して角度をつけ試験をし、漏水状況を目視によって観察しました。

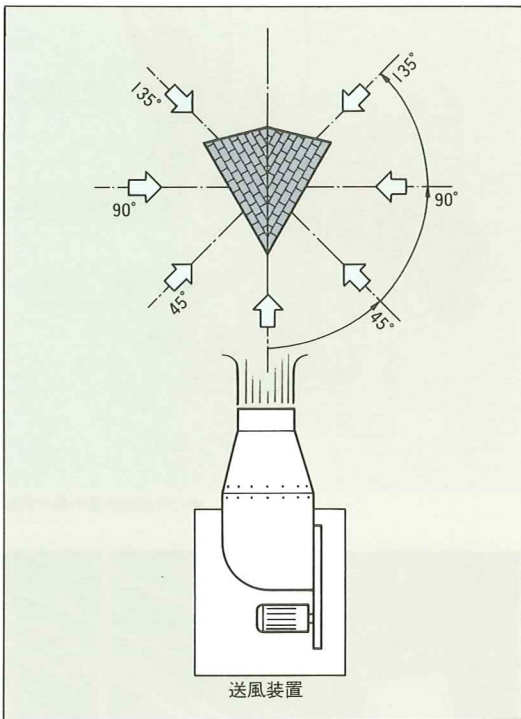
風速 = 15^{m/s}

水量 = 40mm/10分

角度 = 0°、45°、90°、135°

勾配 = 4寸5分

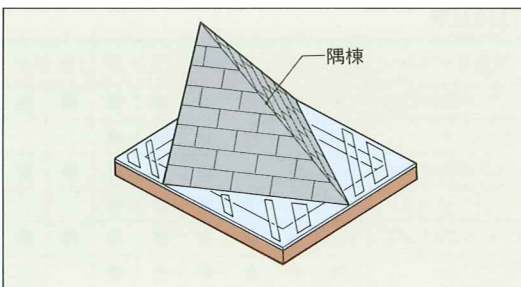
時間 = 10分



●試験方法

試験結果

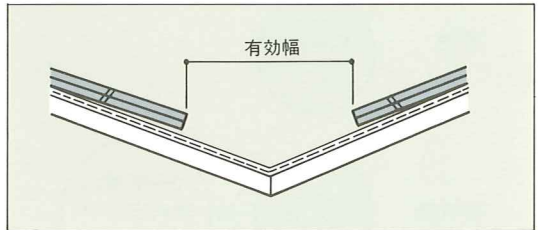
角 度	評 価
0	●
45	●
90	●
135	●



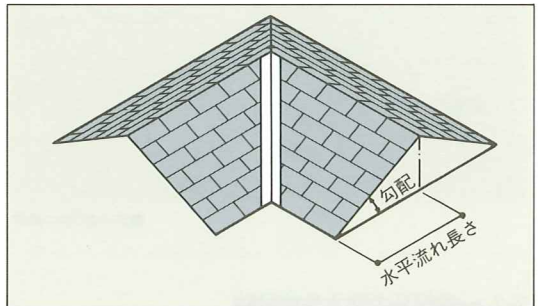
●試験体



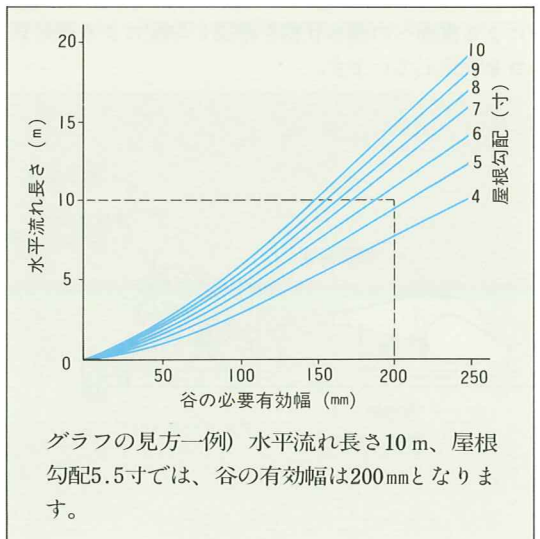
●谷の有効幅



●有効幅



●水平流れ長さ



●「谷の有効幅」と「水平流れ長さ」の関係

(参考)

雨水が屋根ふき材の隙間に侵入する原因としては以下の2つのことが考えられます。ここでは、各々の原因から屋根材の裏面に雨水がどの程度進入するかその長さを計算によって求めてみました。

●侵入原因

- ① 毛細管現象によるもの (l_1)
- ② 正風圧によるもの (l_2)

① 毛細管現象による雨水の流入量： l_1 (cm)

〈計算式〉

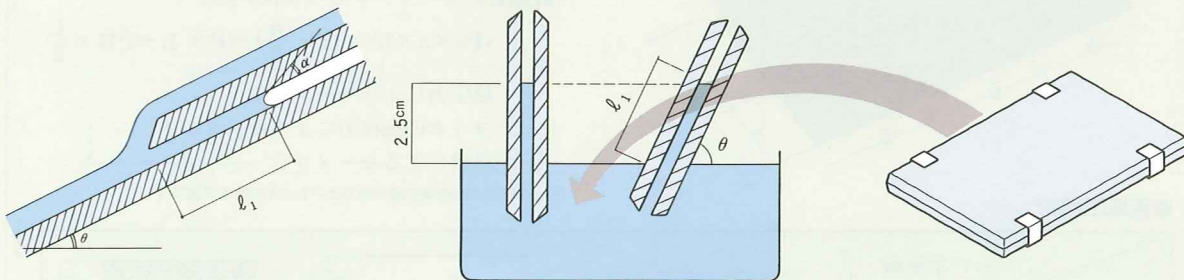
一般に l_1 は下式によって求められます。

$$l_1 = \frac{2 \nu \cos \alpha}{\rho g t \sin \theta}$$

- ν ：水の表面張力
- α ：水と葺材との接触角
- ρ ：水の密度
- g ：重力加速度
- t ：葺材間の隙間の間隔
- θ ：屋根勾配

しかし、ペルム本体の場合、自然石のため表面の凹凸、石目等により α 、 t にバラつきが大きいため(産地によっても異なる)下図のような実験値を用いて以下の式により求めました。

$$l_1 = \frac{2.5}{\sin \theta}$$



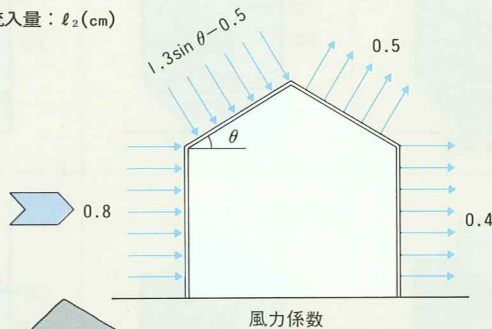
2枚のペルム本体をクリップにより密着させ、水槽につけ、水の上昇高さを測定

② 正風圧による雨水の流入量： l_2 (cm)

〈計算式〉 $P_w = C \cdot \frac{r}{2g} \cdot V^2$

$$l_2 = \frac{P_w}{10\rho \sin \theta}$$

- C：風圧係数
- r：空気の比重
- g：重力加速度
- V：風速
- ρ ：水の密度
- θ ：屋根勾配



風力係数

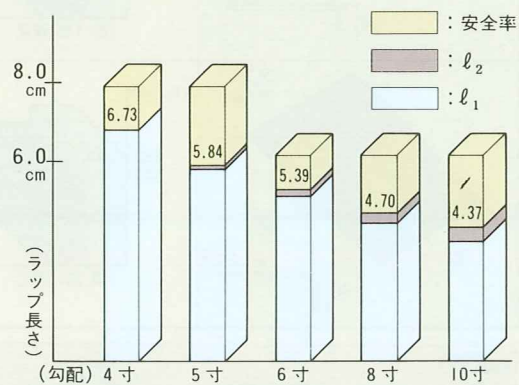
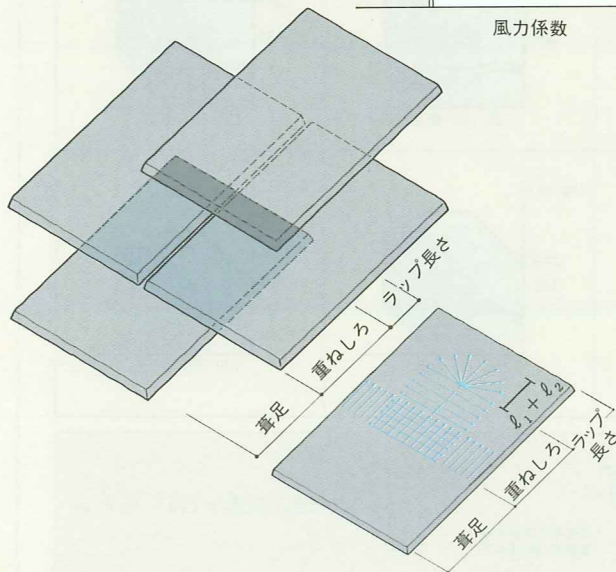
●結果

以上より流入量は以下の様になります。

しかし、

- ① ペルムの場合、フック工法のため釘打ち工法と異なり目地幅が5mmあり、毛細管現象は起こりにくい。
 - ② 雨水が屋根を流下している場合は下方に吸引力が働く。
- 等により、実際の流入量計算値($l_1 + l_2$)よりも小さくなると考えられます。

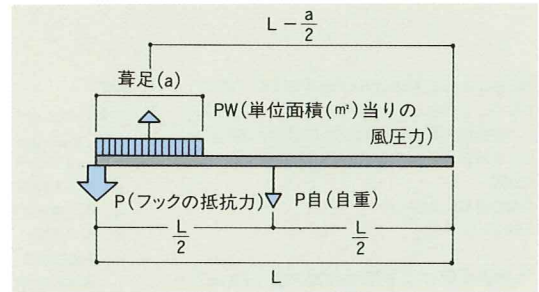
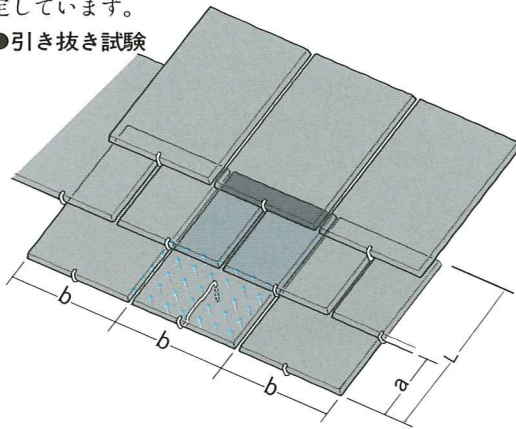
ペルム一枚について雨水の流入状態をモデル的に示すと以下のようにになります。



ペルムの耐風圧性能

ペルムの耐風圧性能についてはフックの引き抜き試験より、右図に示す計算モデルを作り設計風圧を算定しています。

●引き抜き試験



〈計算式〉 モーメントのつり合い式より

$$(P_W \times a \times b) \times (L - \frac{a}{2}) = P \times L + P_{自} \times \frac{L}{2}$$

風圧力によるモーメント
フックの抵抗力によるモーメント
自重によるモーメント

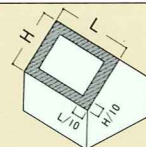
注) Pはフックの先端を50mm持ち上げたときの最大荷重です。

●耐風圧性能

下地材	合板	パーライト・モルタル	耐火野地板
製品とフック 			

(参考)

屋根、ふき材、外装材および屋外に面する帳壁の基準
(昭和46年度建設省告示第109号)



風力係数

■ = -1.5

□ = 建築基準法施行令第87条、第4項参照

〈計算式〉

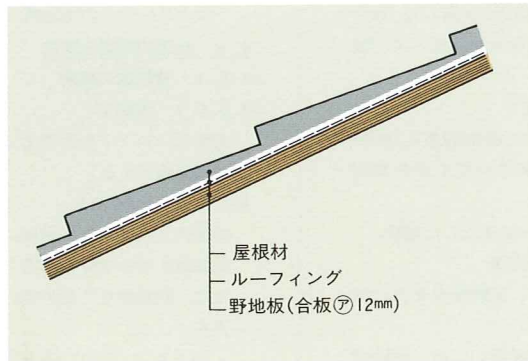
$$\text{風圧力 } \text{kg/m}^2 = \text{風力係数} \times 120 \sqrt{\text{高さ } \text{m}}$$

ペルムの遮熱性能

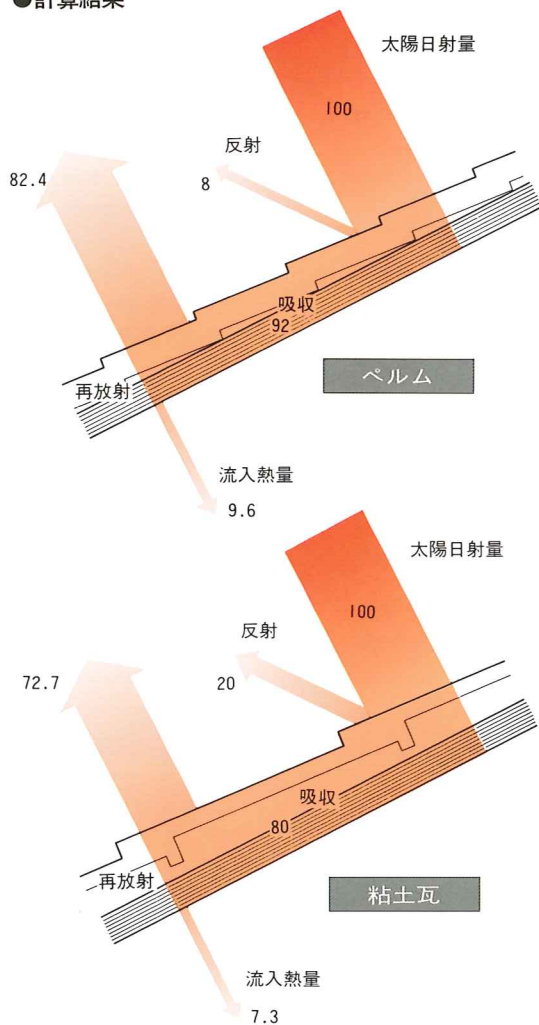
ペルムの遮熱性能は、以下の条件からコンピュータシミュレーションにより計算しました。また、比較として粘土瓦についても同じように計算しています。

●屋根構成

屋根構成は図のように、屋根材、ルーフィング、野地板として計算しました。

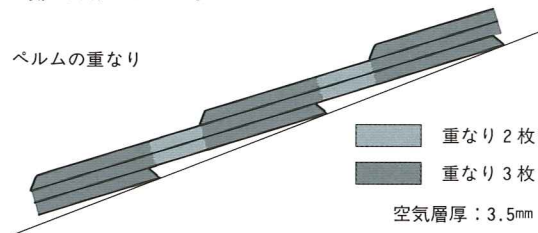


●計算結果

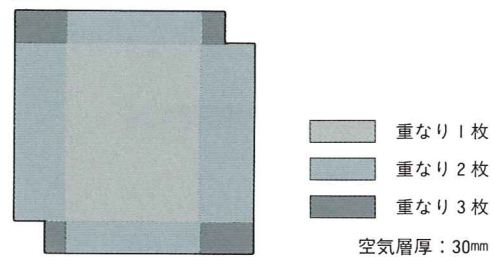


●熱抵抗

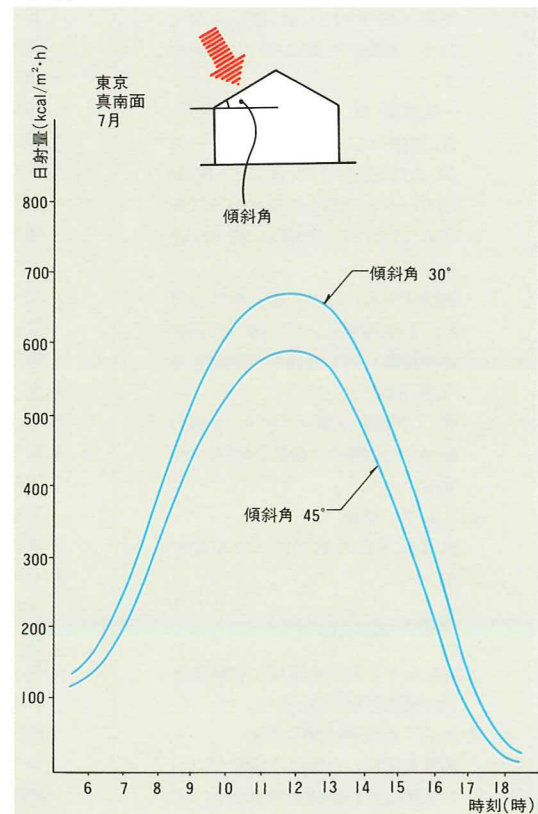
熱抵抗については屋根材の重りを考慮した値を使用しました。また、ルーフィングと屋根材の間のできる空気層の厚さについては、ペルム、粘土瓦とも平均値を用いました。



瓦の重なり



(参考)



●夏期の傾斜面日射量(HASP標準気象年)

日射量は多くの条件(方位、時刻など)により変化しますが、ここでは時刻による変化の一例を示しました。

3 試験体

3.1 試験体のサイズ

物理的特徴、機械的特徴および化学的特徴の試験は、完全なスレートで構成する試験体を対象として行う。

3.2 試験体の処理

3.2.1 マーク付け

試験体を取り出す元のロットは、それぞれの試験体についてマークする。

3.2.2 表面の状態

試験体の表面は、すべての試験にわたって自然の状態のままとしておくが、ブラッシングをしてうろこ模様を消す。

4 試験技術

4.3 物理的特徴の決定

4.3.1 密度の決定

4.3.1.1 試験方法

試験体を、70±2°Cの温度で、質量が一定となるまで乾燥させる。1時間間隔で行う2回の質量測定の間隔の差が±0.1gに等しくなったら、質量が一定になったと見なす。

一定質量(M₁)になるまで乾燥した後、試験体を水につける。スレートは、大気圧条件下で、最初の24時間はスレートの長さの3分の1までを水につけ、次の48時間は、完全に水につける。

試験体を水につけた後、水につけたまま維持する。水に浸った試験体の質量(M₂)を水中で測定する(浮力測定)。

次に、試験体を素早く拭き、水分の飽和した試験体の質量(M₃)を測定する。

4.3.1.2 結果

密度は下記の数式により決定する。

$$\text{密度} = \frac{M_1}{M_3 - M_2}$$

スレートの平均密度は、試験体一式の密度の平均値とする。

4.3.2 水分吸収率の決定

密度を測定した後に、試験4.3.1.1で利用した試験体を対象として測定する。

水分吸収は、下記の数式により、パーセント単位で示す。

$$\text{吸収率} = \frac{M_3 - M_1}{M_1} \times 100$$

スレートの平均水分吸収は、試験体一式の平均値とする。

4.3.3 凍害試験

4.3.3.1 試験体

項目4.3.2の測定に利用した、水分を含んだ試験体を対象として、試験を行う。

4.3.3.2 装置

各試験体の中心部の温度を2時間で-15±2°Cまで冷却できる冷却装置。

18°C±3°Cの水を満たした容器。

4.3.3.3 試験方法

下記の条件で、試験体を交互に凍結・融解する。

試験体の冷却装置にいれ、試験体中心部の温度を2時間で-15±2°Cまで冷却する、

試験体を上記の温度に1時間維持する。

スレートを冷却装置から取り出し、水中に1時間つける。

この4時間の凍結・解凍サイクルを連続して25回繰り返す(注1)。

試験サイクルを25回繰り返した後、質量が一定となるまで試験体を70°C±2で乾燥させ、試験体を検査し、目につく破損を記録し、質量を測定し、質量ロス平均値をパーセント単位で示す。

(注1) 試験サイクルを中断する場合には、試験を再開するまで試験体を水中につけておく。

4.4 機械的特徴の決定

4.4.1 曲げ試験

4.4.1.1 試験体

下記の試験体を対象として、長さ方向の曲げに対する抵抗力を試験する。

4.4.1.3 試験方法

それぞれのスレートを2個の支持体上に縦方向に置き、横軸にしたがって荷重を加える。

試験後、縁から2cm以上離れた破断線に沿って、等間隔の3点において測定を行い、各スレートの平均厚さを決定する。

4.4.1.4 結果の示し方

曲げによる破断応力は、下記の数式により求める。

$$R = \frac{3Pl}{2bt^2}$$

上記の数式においては、

P = 破断荷重

ℓ = 支持体間距離

t = スレートの平均厚さ

b = スレートの測定幅

4.5 化学的特徴の決定

4.5.1 黄鉄鉱の識別

4.5.1.1 試験体

完全なスレートを対象として、黄鉄鉱を識別する。

4.5.1.2 試験方法

試験体を検査して、裏面に達する黄鉄鉱とその位置を確認する。

次に、試験体を下記の条件で水に浸す。

- ・ 18±3°Cの淡水に8時間浸す、
 - ・ 105 ±2°Cの換気式乾燥炉で15時間30分乾燥させる、
- 乾燥炉から試験体を取り出し、30分後に淡水につける。

試験サイクル数は25回である。

4.5.1.3 結果の示し方

試験の最後に、試験体を上記サイクルを実施しないサンプルと比較する。

包有物の外観変化及び、場合によっては、溶融を記録する。

試験結果報告書では、ケースにしたがって、錆の斑点となった酸化性黄鉄鉱または非酸化性黄鉄鉱の存在を明記する。

酸化性黄鉄鉱が存在する場合には、包有物について下記のことを明記する必要がある：

- a) 溶融するが裏面に達していない。
- b) 裏面に達している場合は、図1で定義する縞模様部分に存在してはならない。

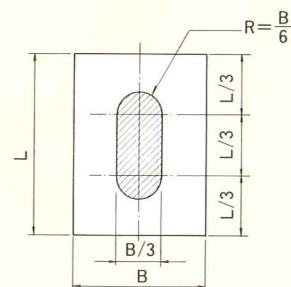


図1—裏面に達する黄鉄鉱の位置

4.5.2 炭酸カルシウム分量測定

4.5.2.1 原理

粉末状としたスレート試験物を化学反応させることによって発生する二酸化炭素量から炭酸カルシウムの量を決定する。

4.5.2.2 試薬

蒸留水

分析用の純粋試薬：塩酸

炭酸カルシウム
シリカ

(注)炭酸カルシウムとシリカは、分析に先立って、加熱炉で200℃で加熱して乾燥させる必要がある。

4.5.2.3 装置

・粉砕機

・NF XII-501に準じた、網目が100μmのふるい。

・下記の主要装置を含む、図2に準じた測定装置。

発生ガス量読み取り管1本(図2のb)。この読み取り管は、水流式冷却を目的とした同心円筒ジャケット(図3)内に入れる。

直径の異なる管2本が必要となる。

1本は10%未満の炭酸カルシウム含有度を対象としたもの、もう1本は10%以上の含有度を対象としたものである。

・攻撃用容器の冷却を目的とし、循環網温度の水の入った、500mlのビーカー(図2のc)。

・一方は大気と、他方は読み取り管とつながったレベル合わせ瓶(図2のa)。

読み取り管、レベル合わせ瓶及び連結管(PVC)には、二酸化炭素飽和水を満たす。

読み取り管の上部に取り付けた、目盛り刻みが10分の1度の温度計。

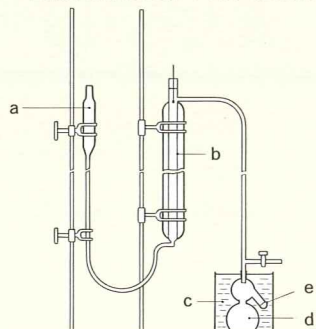


図2—炭酸カルシウム測定装置

- a レベル合わせ瓶
- b 1から100まで目盛りのある読み取り管
- c 500mlの水
- d 試験物の入ったフラスコ
- e 塩酸を入れておく容器(側管)

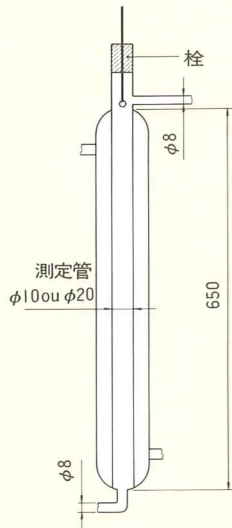


図3—発生ガス量読み取り管

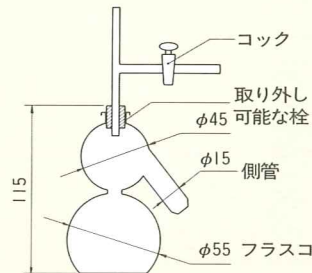


図4—カルシメーター

4.5.2.4 試験方法

4.5.2.4.1 分析用サンプル

スレート2枚の平均的採取物を粉砕し、ふるいにかけて入手した粉。

4.5.2.4.2 分量測定

- ・粉末状のサンプルを、側壁に付着させないように注意して、カルシメーター内に入れる。
- ・ピペットを使って、50%(V/V)の塩酸5mlを側管に入れる。
- ・フラスコに栓をする。
- ・コックを開いて、フラスコ内の気圧を大気圧と等しくする。
- ・水を満たしたビーカー内にカルシメーターを入れる。
- ・レベル合わせ瓶を使って、読み取り管をゼロに調節する。
- ・コックを閉じる。
- ・ゼロを確かめる。
- ・温度を記録する。
- ・カルシメーターを傾けて、塩酸と試験サンプルを接触させる。
- ・カルシメーターを再び水中に入れる。
- ・ガスの発生が終了した後、レベルを調節し、管およびフラスコ内の温度とレベルが安定するのを待つ。
- ・n1を読み取る。

4.5.2.5 基準物の準備および結果の表現

純粋かつ乾燥した炭酸カルシウムとシリカを利用して、炭酸カルシウム含有度が分析用サンプルの含有度に近い基準物を準備する。

上述の通りに、試験物0.500gが発生する二酸化炭素の量を測定する。

n2を読み取る。

スレート内の炭酸カルシウムのパーセンテージは、下記の数式によって求められる。

$$\text{CaCO}_3\% = \frac{n1 \times C}{n2}$$

誤差は0.1%。

C=基準物内の炭酸カルシウムのパーセンテージ。

炭酸マグネシウムが存在しかつ熱間反応すると、過度な炭酸カルシウムを記録する危険性がある。

●東京キリスト教学園/礼拝堂

La noblesse.

現代の建築と天然スレート



巧まれる至高の表情。

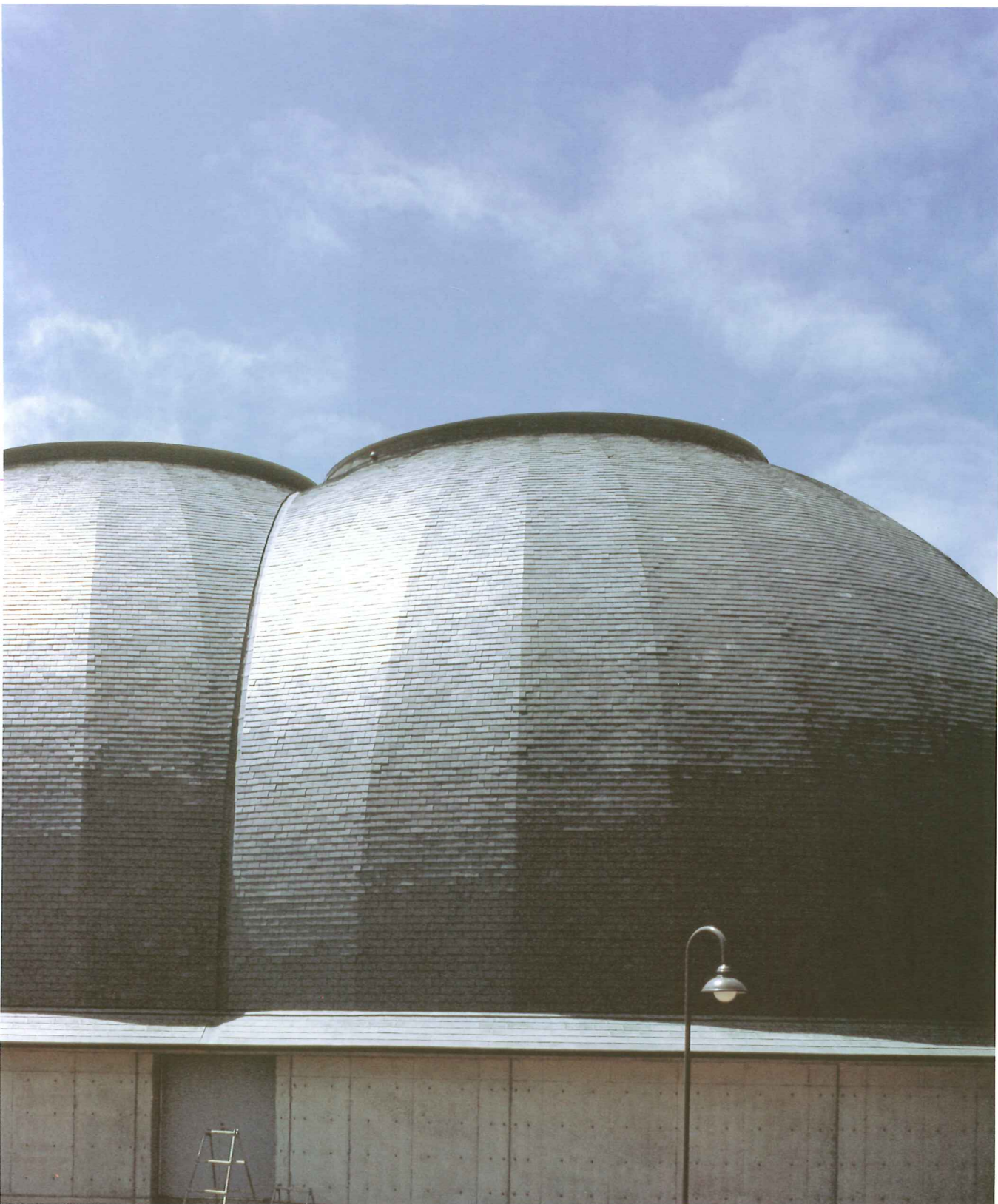
豊かになった日本の社会。これからの建築物には、住む人のセンスを感じさせる、個性ある外観が求められます。

旭硝子の天然スレート屋根システム『ペルム』は、建築家の皆様の様々なニーズにお応えできるよう、施工技術についても数々の提案を行なっています。ここでは、フランス・アンジェ社の、近年におけるすぐれた建築例、そして旭硝子が『ペルム』で可能にした、日本建築での施工実績をご紹介します。『ペルム』は長い歴史から学んだ技術とノウハウを生かし、新しい建築美の創造をお手伝いいたします。

Roofing System of Natural Slate

PERM





●東京キリスト教学園(礼拝堂)●千葉県印旛郡●設計/磯崎新アトリエ●施工/鹿島建設・東急建設・長谷川工務店共同企業体



● 躯体/集成材上棟



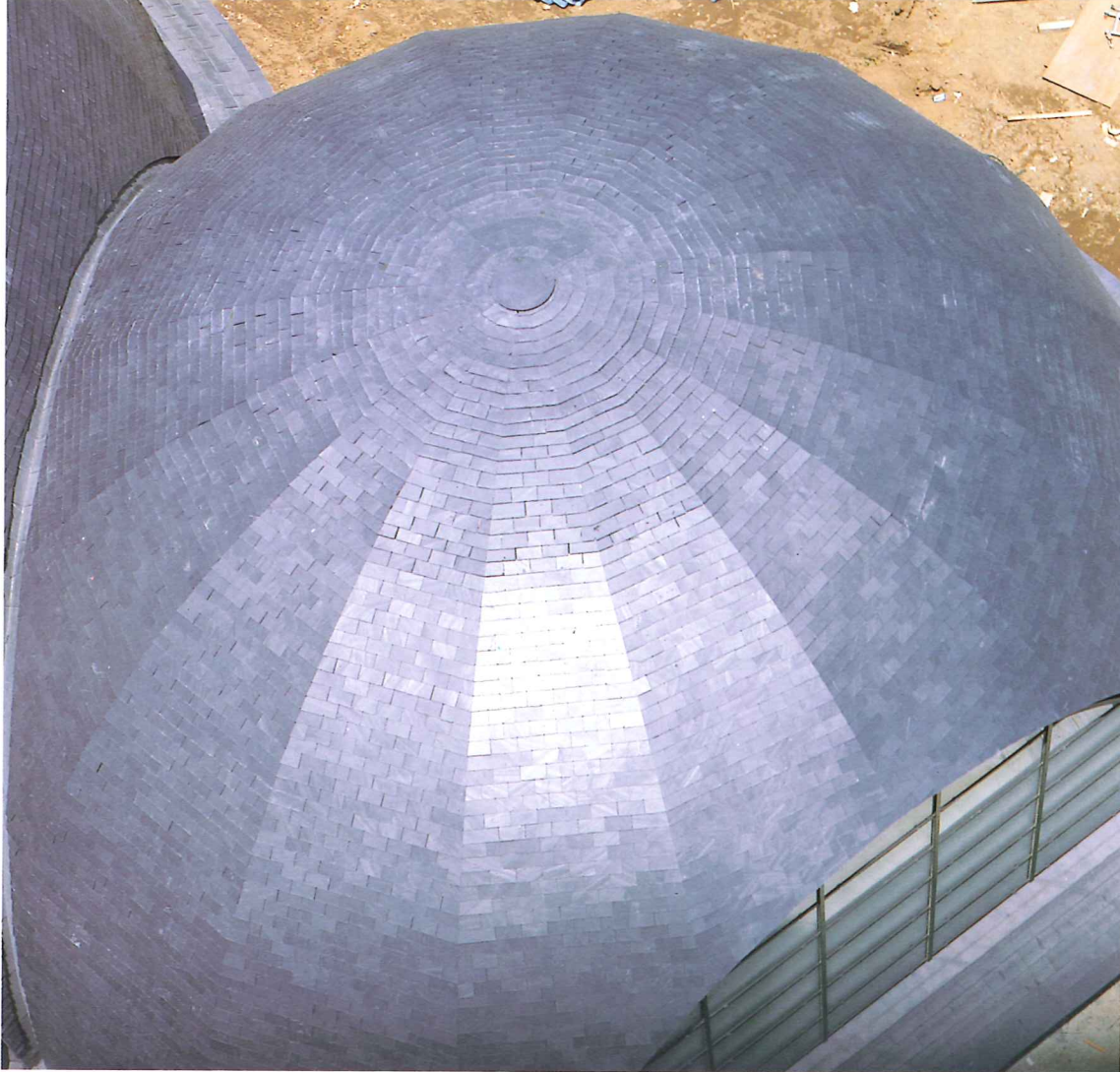
● 屋根下地取り付け



● 天然スレートの取り付け



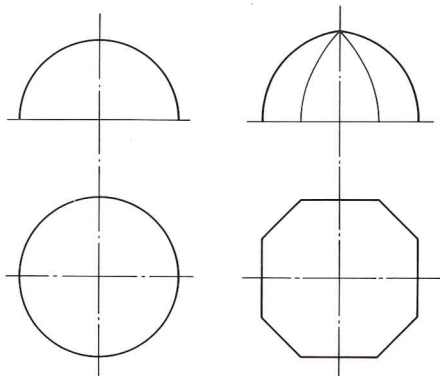
● 礼拝堂・ディテール



●礼拝堂・ディテール

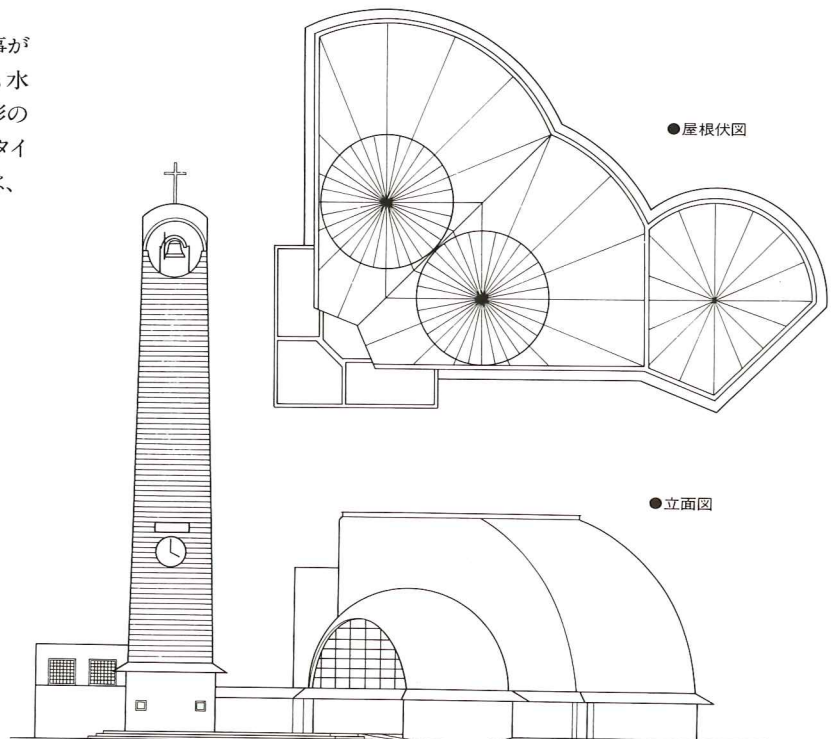
●球状屋根の天然スレート

球状屋根は、おおまかに2つのタイプに分ける事ができます。1つは完全に球形の場合。(垂直断面も水平断面も完全な円)ーAタイプ。もう1つは多面形の場合。(垂直断面、水平断面が多角形となる)ーBタイプ。今回の東京キリスト教学園のチャペル棟には、後者の多面体タイプとしての施工を行いました。



●Aタイプ

●Bタイプ



●屋根伏図

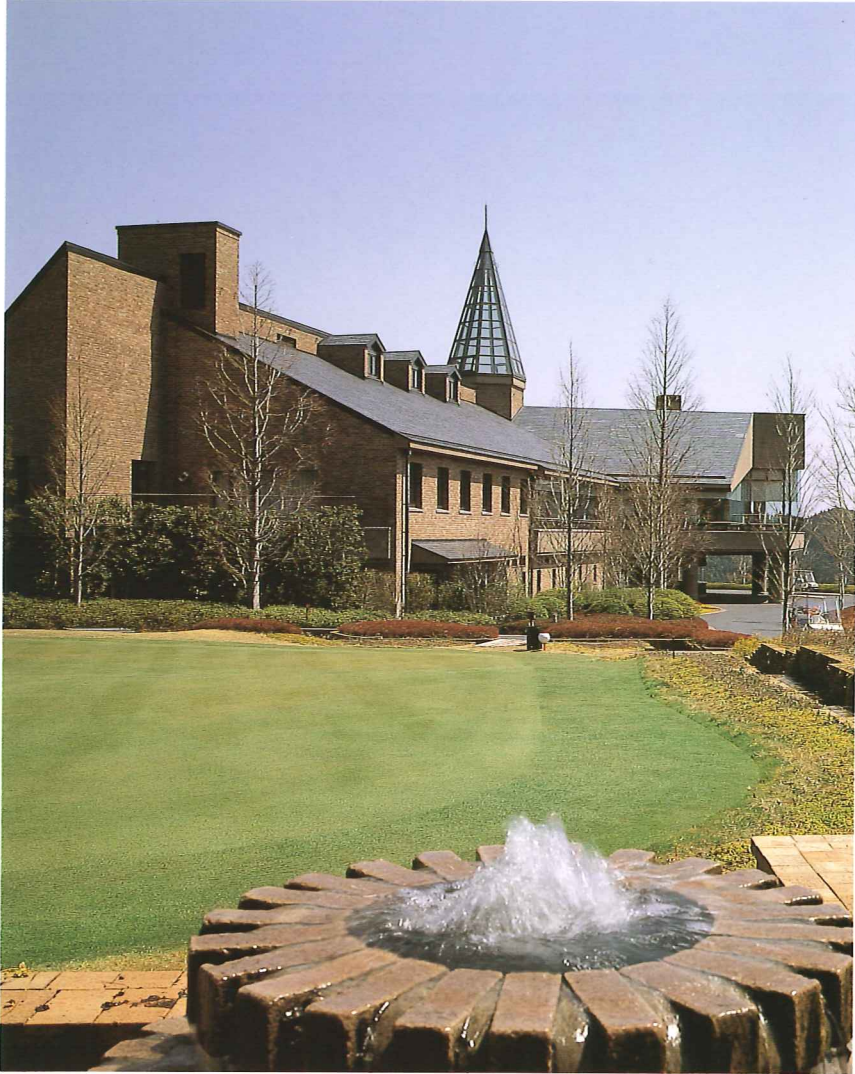
●立面図



●ウォーターヒルズゴルフ倶楽部●兵庫県加東郡●設計/久米設計●施工/熊谷組



●商船三井ビル(菱葺)●福岡県北九州市●設計/洋建築事務所●施工/熊谷組



●滝野カントリー倶楽部 ●兵庫県多加郡 ●設計 / 日建設計・施工 / フジタ



●軽井沢900倶楽部 ●長野県北佐久郡 ●設計 / レーモンド設計・施工 / 東急建設



●東広野ゴルフ倶楽部(クラブハウス) ●兵庫県三木市 ●設計・施工/大成建設



●クラブハウス・ディテール



●アイリッシュパーク●滋賀県高島町●設計/歌一洋建築研究所●施工/八田建設



●アーク吉川ゴルフクラブ●兵庫県吉川町●設計・施工/竹中工務店



● K 邸 ● 愛媛県松山市 ● 設計 / アトリエA&A ・ 施工 / ボダイ建設



● O 邸 ● 兵庫県西宮市 ● 設計・施工 / 三菱地所ホーム





●大阪私立大植物園●大阪府交野市私市●設計/徳岡昌克建築設計●施工/富国建設



●公立学校共済組合・六甲荘(チャペル棟)●兵庫県神戸市
●設計/梓設計●施工/銭高組



●シプレカントリー倶楽部●奈良県五條市●設計/ARI設計・施工/銭高組・大和ハウス工業J.V.



●城山公園管理棟●埼玉県桶川市●設計/深谷設計事務所●施工/坂田建設



● H邸 ● 東京都目黒区 ● 設計・施工 / 三井ホーム



● 鷹の巣カントリークラブ クラブハウス棟 ● 広島県佐伯郡 ● 設計・施工 / 竹中工務店



●鈴蘭台パークスクエア安田邸●兵庫県神戸市●設計／アトリエアーク●施工／三井不動産



●積水ハウス「イズ・ステージ」堺展示場モデルハウス●大阪府堺市●設計・施工/積水ハウス



●ノナ由木坂●東京都八王子市●設計／リンテック●施工／銭高組



●廣森邸●大阪府吹田市●設計・施工／SXL



●ハウステンボスカントリークラブ●長崎県西彼杵郡●設計/日本設計●施工/日本国土開発



●虹ヶ浜カントリー倶楽部●山口県光市
●設計/大村・小川建築設計事務所●施工/日本国土開発



●杉原邸●滋賀県大津市●設計・施工/大倉産業



●大護幼稚園●愛媛県松山市●設計/アトリエA&A●施工/共立建設





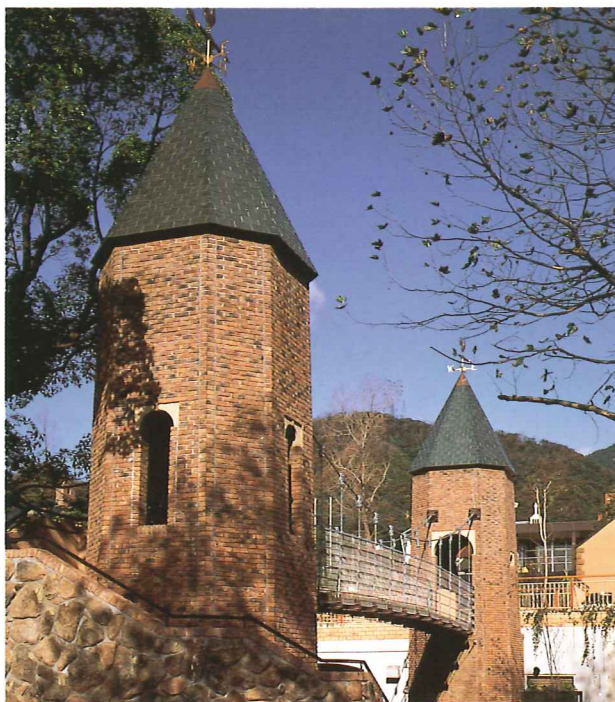
●東条ゴルフ倶楽部●兵庫県加東郡●設計・施工/大成建設



●四日市東急ゴルフ倶楽部●三重県四日市市●設計・施工/東急建設



●SHOP,大野邸●東京都世田谷区●設計/千代田建築研究所●施工/穂積



●王子動物園タワーブリッジ●神戸市灘区●設計/東畑建築事務所●施工/イチケン



Perfect & Eternal

新しい正統、ニュールーフィング。



Roofing Method

天然スレート屋根システム●ペルム

Roofing System of Natural Slate

PERM

アンジェ社より日本の皆様へ

**ARDOISIÈRES
D'ANGERS**

Angers, le 15 Janvier 1990.

Messieurs,

Depuis huit mois maintenant, notre Société, les ARDOISIÈRES D'ANGERS et ASAHI GLASS COMPANY LTD. conjuguent leurs efforts pour introduire avec succès l'ardoise de couverture sur le marché Japonais.

ARDOISIÈRES D'ANGERS extrait et fabrique de l'ardoise depuis plus de 100 ans, et les plus beaux monuments Français, comme les Châteaux de la Loire sont couverts par nos produits.

Notre coopération avec ASAHI GLASS COMPANY comprend une assistance technique, ainsi qu'un service apporté aux architectes et poseurs Japonais sous forme de prescriptions techniques et de plans de pose. Nous proposons également des stages de formation à des couvreurs et à des agents technico-commerciaux.

Nous sommes convaincus que la collaboration entre nos deux Sociétés permettra d'apporter un service que sauront apprécier les clients Japonais et de mettre à la disposition des architectes les produits de qualité parfaitement adaptés à leurs différents projets.

Sincèrement vôtre

Président Directeur Général



G. ROCH

Boulevard du Roi-René - B.P. 08 - 49010 ANGERS CEDEX - Tél. : 41 88 98 02 (jonct. mult.) Télécopie : 41 88 71 23
720 948 Angers - CCP. Nantes 175-41 A - RCS Angers B 344 683 446 - SA au capital de 21 564 000 F

わたしたちアンジェ社は、旭硝子と提携して以来、フランスの屋根用天然スレートを日本の皆様により知っていただくための努力を重ねてまいりました。当社は、天然スレートの採鉱・生産を過去100年以上にわたり行なっています。ロワール川流域に点在するお城など、フランスには美しい歴史的建造物がありますが、その屋根にはわたしたちの天然スレートが使用されています。

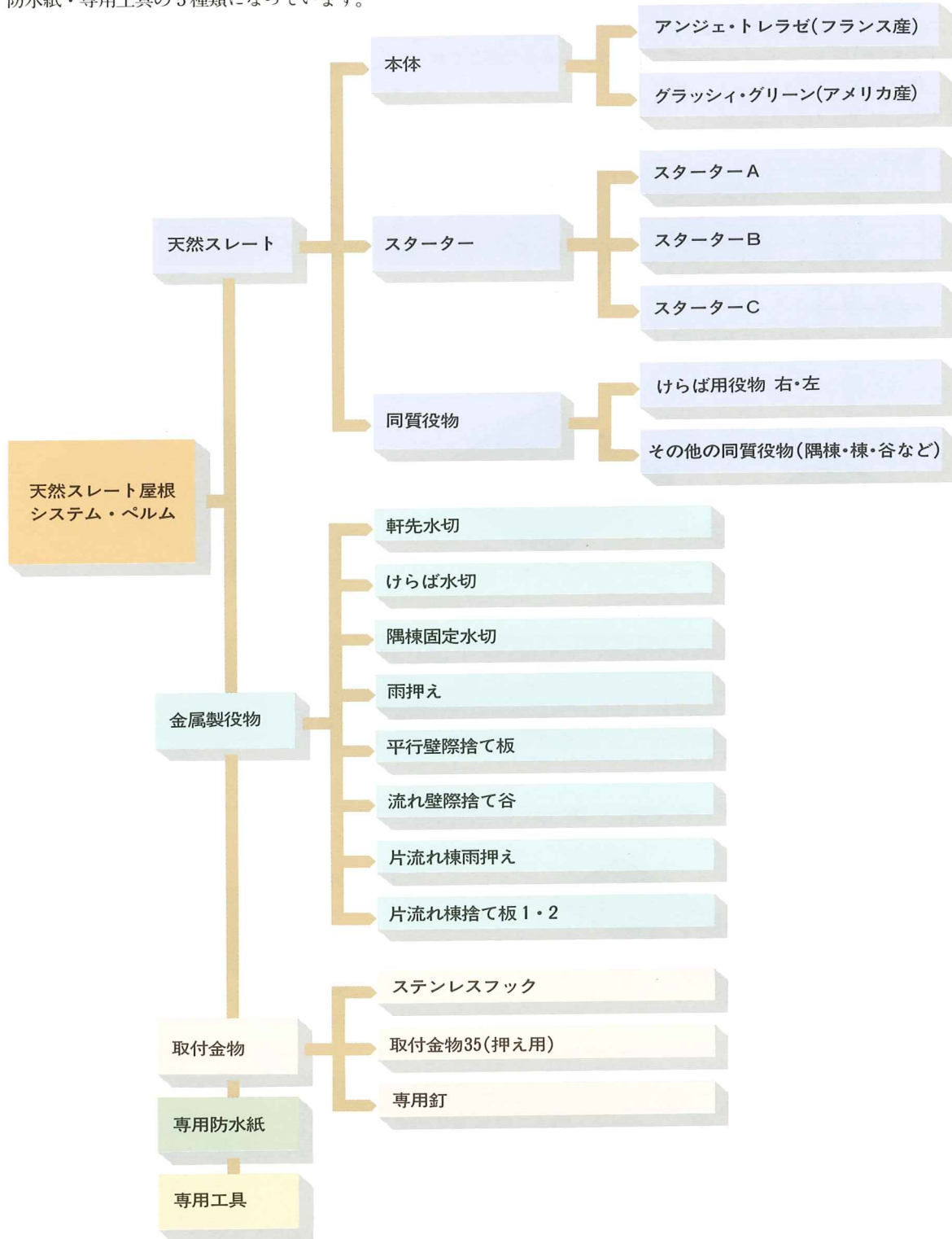
わたしたちは旭硝子と協力して、日本の建築家や建築関係者の方々へ技術的なご援助をさせていただきたいと考えています。それは、当社で施工方法や納まり図面を作成することであったり、わかりやすい図面をサービスすることなどです。さらに、スレート技術者や営業マンの方々に、トレーニングしていただくための学校もご用意しました。

わたしたちは親密な協力関係とよりよいサービスで、日本の皆様のご期待にお応えし、建築関係者の方々のお仕事のお役に立てればと考えています。このようなわたしたちの思想は、高い品質と、ご満足いただける技術的フォローを皆様にお届けできるものと確信しています。

アンジェ社・社長 G. ROCH

●システム一覧

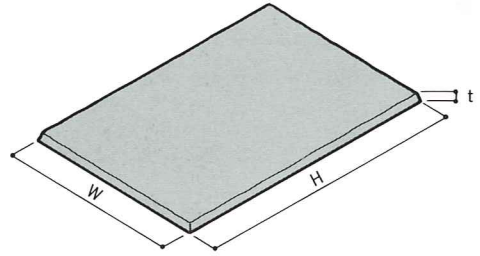
天然スレート屋根システム・ペルムの体系は以下のように大きく分けて天然スレート・金属製役物・取付金物・専用防水紙・専用工具の5種類になっています。



●本体とスターターおよび同質役物

＜本体＞

本体にはフランス(トレラゼ坑道)産のブラック及びアメリカ産のグリーンを用意しております。サイズと色の組み合わせで5種類用意しておりますので、デザインの好みに応じてお選び下さい。



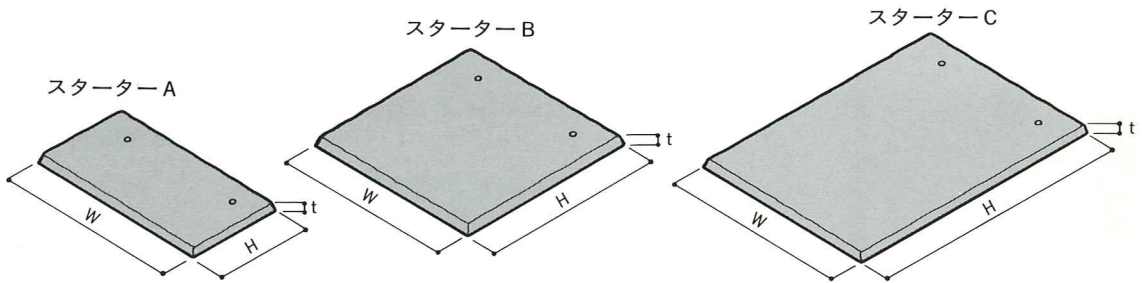
●本体

品名	アンジェ・トレラゼ				グラッシー・グリーン
色	ブラック				グリーン
厚さ	7.0	6.0	4.5	6.0	7.0
サイズ	220×325	220×325	220×325	300×460	203×305
品種記号	PAT270B	PAT260BJ	PAT245B	PAT260B1	PAH270G

※製品の板厚は呼び寸法です。(天然石のためバラツキがあります。)

＜スターター＞

スターターA・B・Cは下表のサイズに切断し、釘穴加工を行ない製作します。



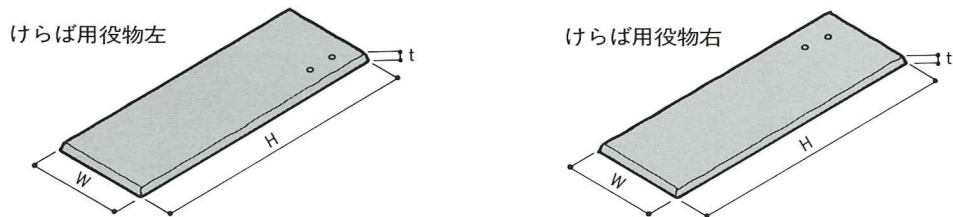
●スターター

品名	アンジェ・トレラゼ				グラッシー・グリーン
色	ブラック				グリーン
厚さ	7.0	6.0	4.5	6.0	7.0
A サイズ	220×120	220×120	220×120	300×185	203×105
B サイズ	220×200	220×200	220×200	300×270	203×200
C サイズ	220×325	220×325	220×325	300×460	203×305

※製品の板厚は呼び寸法です。(天然石のためバラツキがあります。)

＜同質役物＞

けらば用役物は下表のサイズに切断し、釘穴加工を行ない製作します。



●けらば用役物

品名	アンジェ・トレラゼ				グラッシー・グリーン
色	ブラック				グリーン
厚さ	7.0	6.0	4.5	6.0	7.0
右 サイズ	110×325	110×325	110×325	150×460	101×305
左 サイズ	110×325	110×325	110×325	150×460	101×305

※製品の板厚は呼び寸法です。(天然石のためバラツキがあります。)

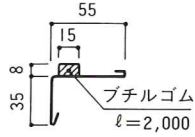
＜その他の同質役物＞

その他の同質役物(隅棟・棟・谷など)は現場で採寸を行ない、本体を加工して製作します。

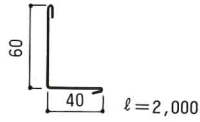
●金属製役物(カラスステンレス：SUS304 t=0.3)

以下に示すような10種類の金属製役物が用意されています。

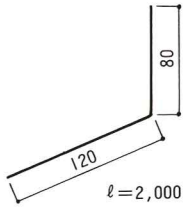
軒先水切 QPS30BN



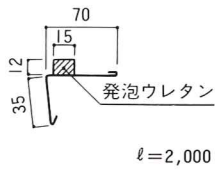
雨押え QPS30BA



平行壁際捨板 QPS30BH

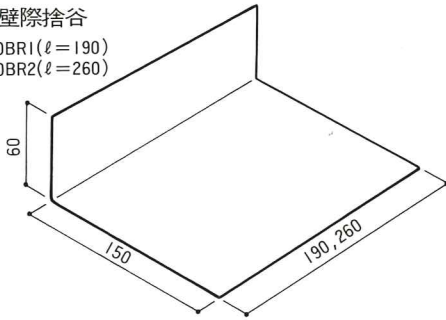


けらば水切 QPS30BK1



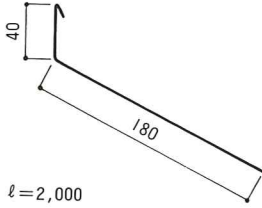
流れ壁際捨谷

QPS30BR1(ℓ=190)
QPS30BR2(ℓ=260)



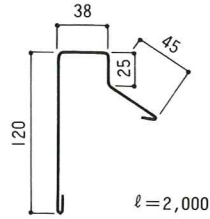
片流れ棟捨板 I

QPS30BTH1



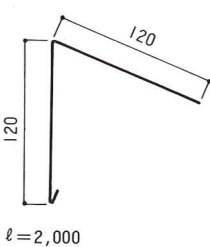
片流れ棟雨押え

QPS30BTA



片流れ棟捨板 2

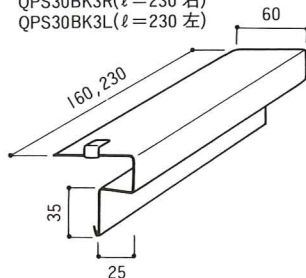
QPS30BTH2



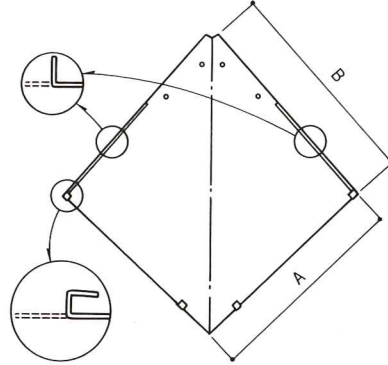
けらば固定水切

(左右勝手があります)

QPS30BK2R(ℓ=160 右)
QPS30BK2L(ℓ=160 左)
QPS30BK3R(ℓ=230 右)
QPS30BK3L(ℓ=230 左)



隅棟固定水切(□寸) QPS30BS

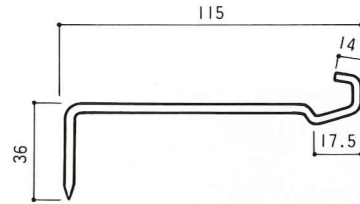


※ A、Bは本体品種及び勾配によって変わります。
※ 捨谷・捨板は、無塗装品を使用しています。

●フック (ステンレス製：SUS304)

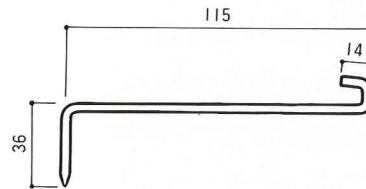
部品として材料取め付用のフック及び取付け金物が用意されています。

7.0×220×325用 QTF70K (3.2φ)

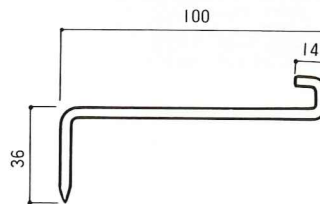


6.0×220×325用 QTF60K (3.2φ)

4.5×220×325用 QTF45K (3.2φ)



6.0×300×460用 QTF601K (4.0φ)



※表面には、酸化被膜処理をほどこしています。



Angers-Trélazé

アンジェ・トレラゼ

「トレラゼ」は、フランス・アンジェ地方で産出された、世界ナンバー・ワンの品質を誇る天然スレートです。アンジェでの採掘は数百年前に始まり、古くからヨーロッパの屋根を飾ってきました。いわば、歴史が認めた伝統の高品質です。

「トレラゼ」の特徴は、フランス・アンジェ社の開発した地下採鉱工法により、深い鉱脈から採鉱していることです。約5億年の時を経た、トレラゼ層と呼ばれる地層から切り出されています。そのため不純物の混入が少なく、変色や破損の少ない高品質の原石が得られます。

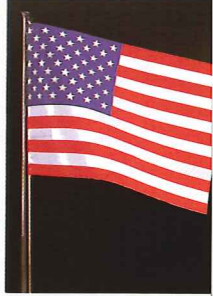
さらに加工の過程では、アンジェ社の厳しい品質基準をクリアしたものが出荷されます。

「アンジェ・トレラゼ」本物だけが持つ重厚で落ち着いた風格。世界最高の性能をフランスからお届けします。



●アンジェ・トレラゼの仕様

板厚 (mm)	7mm		6mm		4.5mm		6mm	
幅 (mm)	220mm		325mm		460mm			
長さ (mm)	325mm		460mm					
本体重量 (kg/枚)	約1.3kg/枚		約1.0kg/枚		約0.8kg/枚		約2.1kg/枚	
色	ブラック							
葺き足 (mm)	120	130	120	130	120	130	190	200
m ² /坪当たりの枚数 (枚)	約37/122	約34/113	約37/122	約34/113	約37/122	約34/113	約17/ 57	約16/ 54
m ² /坪当たりの重量 (kg)	約48/159	約44/147	約37/122	約34/113	約30/ 98	約27/ 90	約36/120	約34/114
フックの本数	1本/枚							

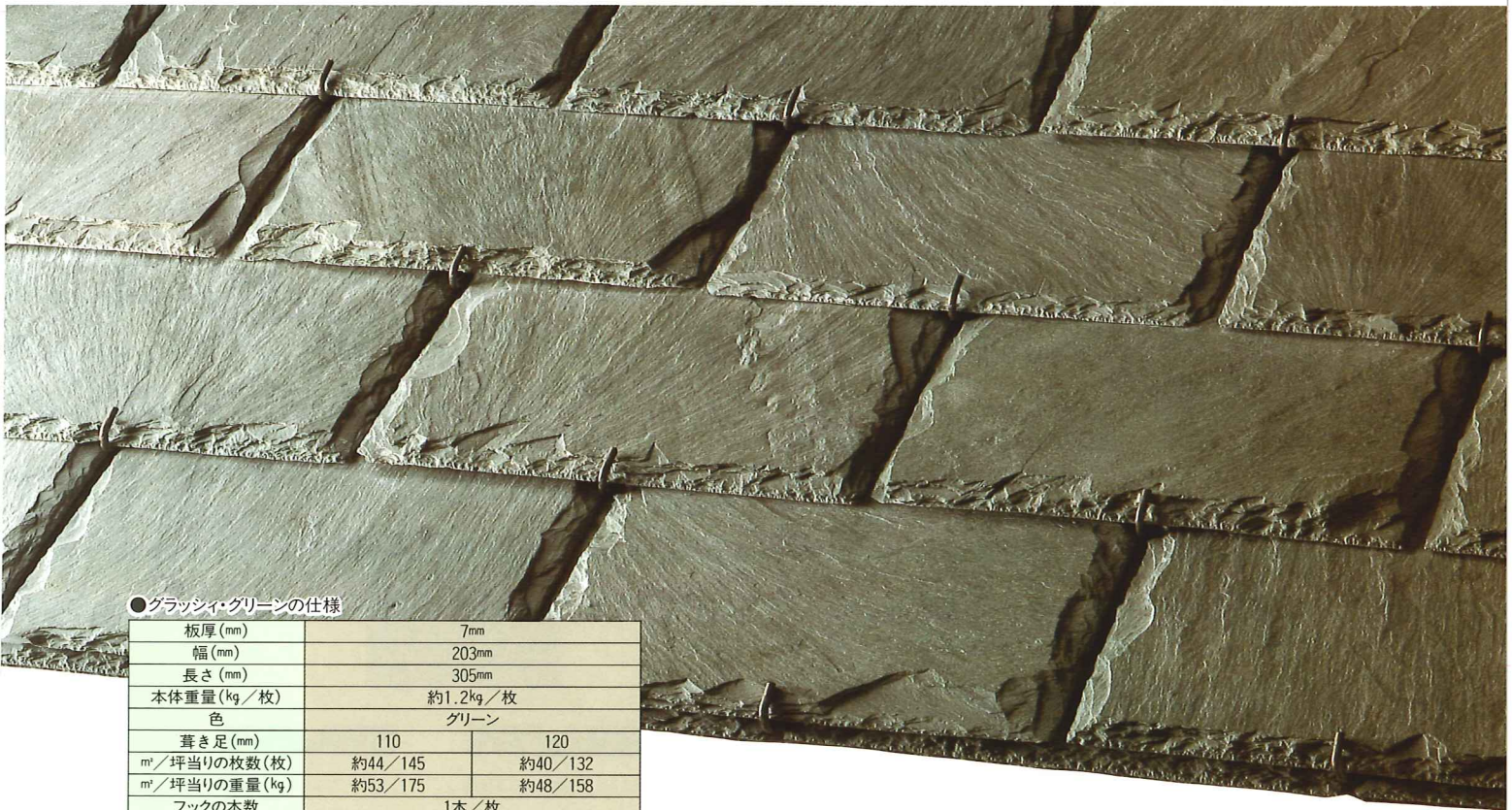


Grassy Green

グラッシー・グリーン

「グラッシー・グリーン」は、アメリカの北東部、バーモント州の一角で採掘された原石からつくられています。この採掘は英国移民により1730年頃から始まり、1900年代の中期には数社が本格的採掘を開始しています。現在バーモント州（一部ニューヨーク州）では、多くの採掘場から厳選されたスレートが日本に輸出されています。

「グラッシー・グリーン」は名の通り美しいグリーン色です。自然の森林資源が豊かなバーモント州のことをアメリカでは、グリーン・マウンテン・ステーツと呼ぶほどグリーン色の石材が豊富に埋蔵されています。その中でも「グラッシー・グリーン」は一時代古い地層に属し、褪色・変色の少ないという特性をもった製品です。



●グラッシー・グリーンの仕様

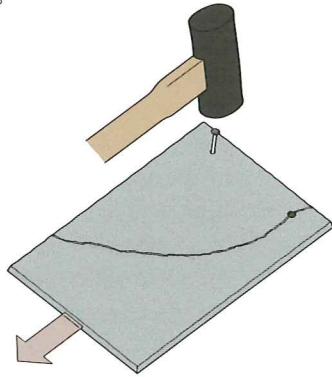
板厚 (mm)	7mm	
幅 (mm)	203mm	
長さ (mm)	305mm	
本体重量 (kg/枚)	約1.2kg/枚	
色	グリーン	
葺き足 (mm)	110	120
m ² /坪当りの枚数 (枚)	約44/145	約40/132
m ² /坪当りの重量 (kg)	約53/175	約48/158
フックの本数	1本/枚	

フック工法の特長 (特許・実用新案出願中)

1. スレートの破損が少なくなります

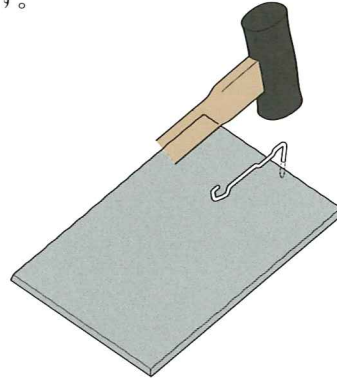
●釘打ち工法

釘穴をあける際、スレートを破損する危険性があります。また、釘穴が強度的な弱点になりやすく、施工後の破損の原因となります。施工時に釘を打ち損じてスレートをたたいてしまい、破損させることもあります。



●フック工法

本体に釘穴をあけませんので、穴あけ時の破損や施工後に破損する危険性が少なくなります。また、フックを打つ位置がスレート本体から離れていること、フックだけを先に打ちこめられることなどから、ハンマーによるスレートの破損がたいへん少なくなります。



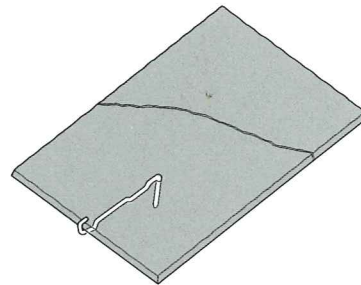
2. スレート落下の危険性が少なくなります

●釘打ち工法

スレートの上部を釘で吊るように取り付けます。そのため、スレートが割れたり破損した場合は落下する危険性があります。

●フック工法

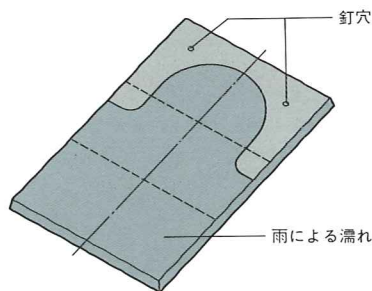
スレートの下部をフックで支えます。万一割れたり破損した場合でも落下しにくく、安全性が高まります。



3. 防水性が有利になっています

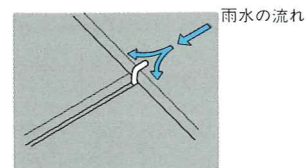
●釘打ち工法

釘穴が漏水の原因になりがちです。そのため、釘穴はスレートの端にあける必要がありますが、端部に近づけば近づくほど、強度上の問題が生じてきます。



●フック工法

釘穴がありませんので防水性にすぐれています。また、フックによって水の流れが変化し、たて目地部に直接流れ込む雨水が減ります。同時にたて目地幅が広がります。



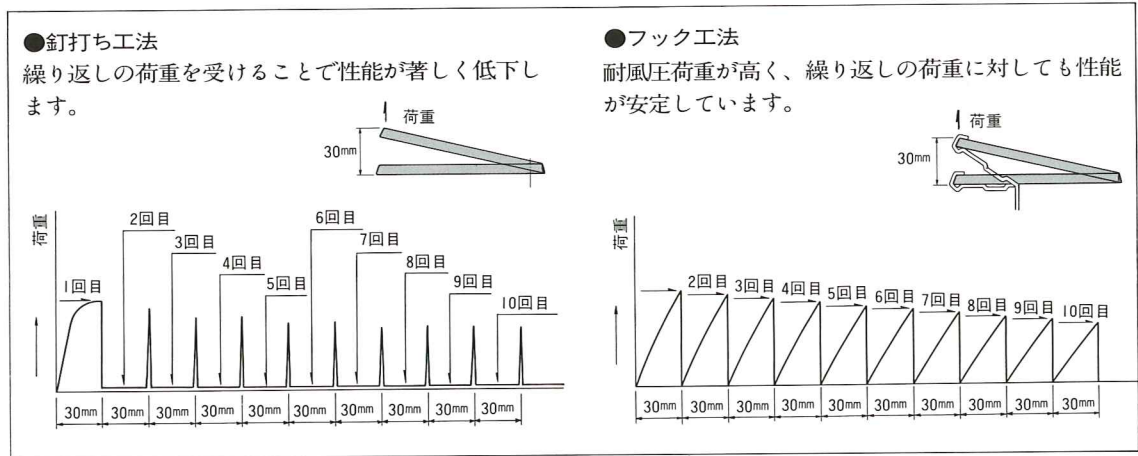
釘打ち工法のたて目地幅



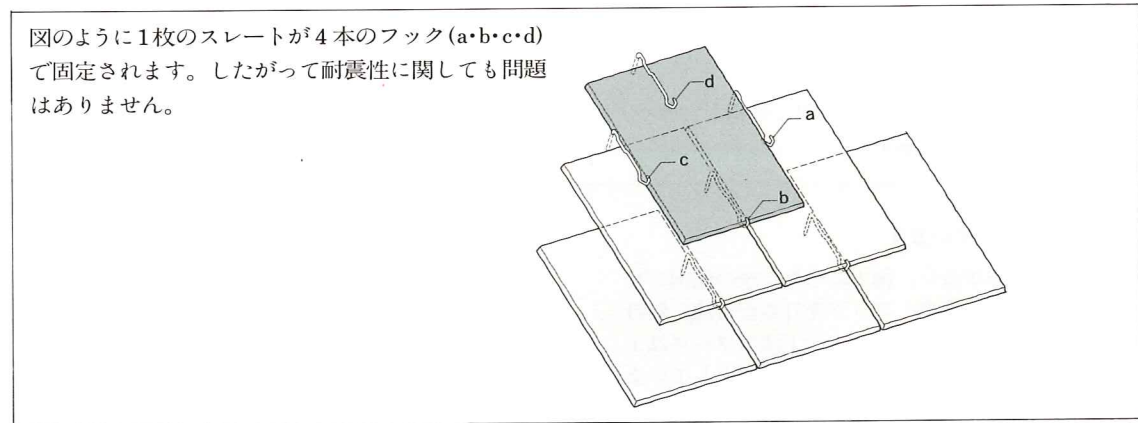
フック工法のたて目地幅



4. 信頼性の高い耐風圧性能が得られます



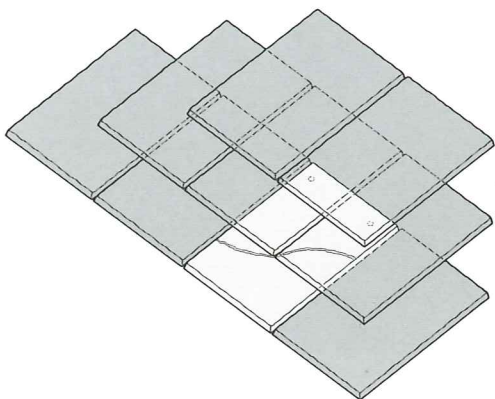
5. 耐震性に優れています。



6. 補修が簡単です

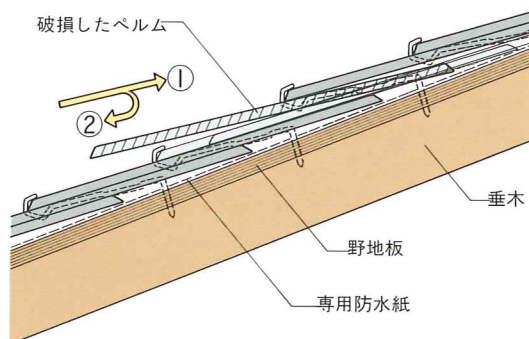
●釘打ち工法

万一破損して取り替える場合は、重ねしろ内の釘を切らなければなりません(1枚ごとに2本)。さらに、新しく取り替える本体は釘で固定することができず、接着剤で固定されます。そのため、安全性に問題が残ります。

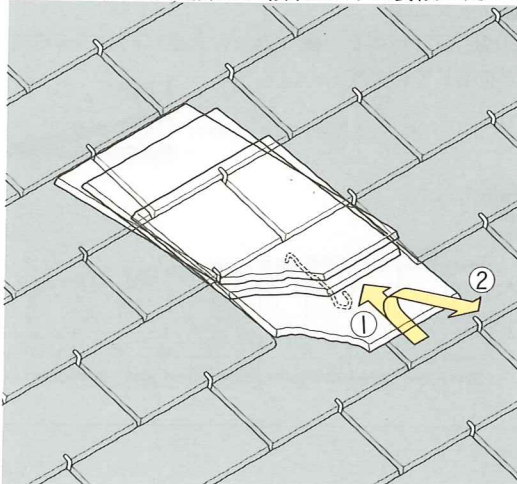


●フック工法

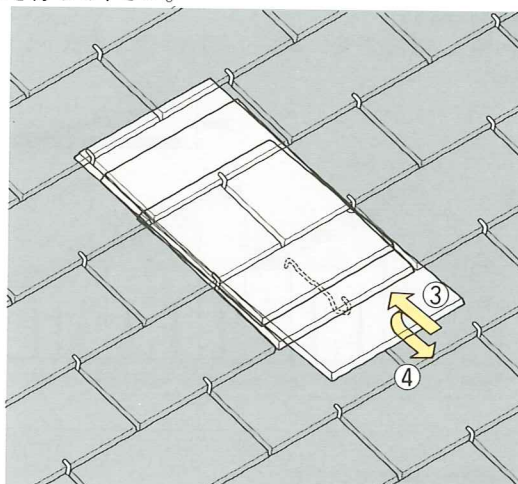
簡単に取替えができます。新しく取りつける本体は、本来の固定方法(フック)でしっかり固定できます。



●万一ペルムが破損した場合は以下の要領に従って補修を行って下さい。



1. 破損したペルムを水上側に押し込みフックからペルムをはずします。
2. フックがはずれたことを確認し、破損したペルムを手前に引き出します。



3. 取りはずしの順序とは逆にペルムを水上に向かって奥まで押し込みます。
4. 溝の部分にフックがかかるまで手前に引き出します。

7. 施工性に優れています

穴あけ時の破損がない、施工時や施工後の破損が少ない、取り替えが簡単、フック先打ちが可能、釘打ち工法の釘は2本必要だがフック工法のフックは1本でよいなどの点から、施工性が大変向上しています。また、誰でも簡単に施工できます。

8. フックの耐久性

フックにはSUS304を酸化皮膜処理したものを使用しています。そのため、十分な耐久性を備えています。

専用防水紙

●仕様

専用防水紙は「釘穴シール性」に優れたゴム化アスファルトを主体とした基材を使用し、あらかじめ工場のライン上で墨打ちを行った製品です。

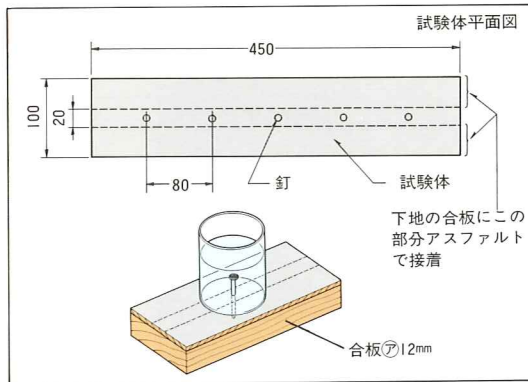
項目	規格	測定方法
1巻の質量 (kg)	20 以上	JIS A 6006
1巻の長さ (m)	14.0 以上	//
幅 (m)	1.00 以上	//
製品の単位質量 (g/m ²)	1250 以上	//
原反の単位質量 (g/m ²)	230 以上	//
アスファルトの単位質量(g/m ²)	720 以上	JIS A 6022

●釘軸回りの水密性

＜試験方法＞

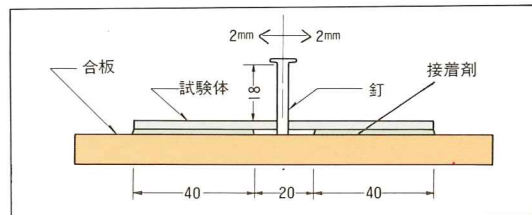
ルーフィングを図に示すように合板（厚さ12mm）に釘打ちする。

この試験体を下記の要領で促進劣化させた後、各釘ごとに高さ50mmの水柱を立て1時間放置し、漏水の有無を調べ釘5本中の合格本数で示す。



動的劣化

図に示すように釘の頭を片側2mm、往復4mmを25サイクル繰り返す。



乾湿劣化

試験体を80℃乾燥機中24時間後、20℃水中24時間浸漬、これを6サイクル繰り返す。

＜試験結果＞

釘軸回りの水密性	動的劣化	5本とも水漏れを認めず。
	乾湿劣化	5本とも水漏れを認めず。

●すべり抵抗

＜試験方法＞

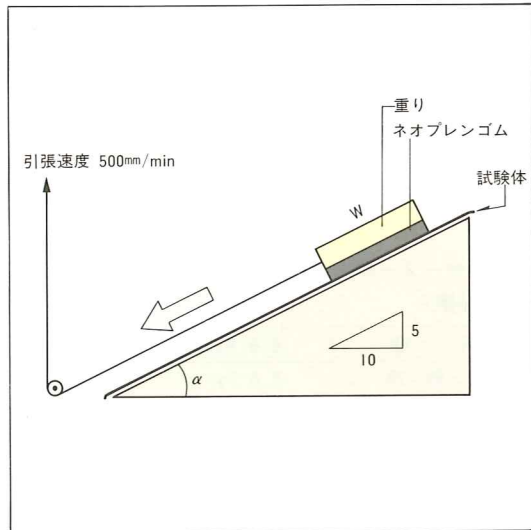
下図のように5寸勾配の下地に試験体を固定し、この上にネオプレンゴム200×100×10mm(発泡倍率：4倍)を貼りつけた重り(5kgf)を載せて引張試験機を用いて←印の方向に100mm動かし、その時の強度を測定する。これを3カ所行う。

そして、引張強度T[kgf]が摩擦力F[kgf]と同一であると仮定して摩擦係数μを求める。

$$T = F = \mu \cdot W \cdot \cos \alpha$$

$$\mu = T / W \cdot \cos \alpha = T / 0.894 \cdot W$$

(W：重りの荷重[kgf])



＜試験結果＞

すべり抵抗(摩擦係数)	1.65
-------------	------

●物性

＜試験結果＞

項目	結果	試験方法
引張強さ (kgf)	長手方向	21.4
	幅方向	16.3
伸び (%)	長手方向	16.4
	幅方向	23.2
引裂強さ (kgf)	長手方向	6.6
	幅方向	6.9
折り曲げ試験	き裂を生じない	JIS A 6006
アスファルトの浸透状況	不浸透部分を認めない	//
耐熱試験	被覆アスファルトのずれ落ち、吸収、発泡、浸透用アスファルトのしみ出しを認めない	//
寸法安定性 (mm)	長手方向	-0.4
	幅方向	+0.4

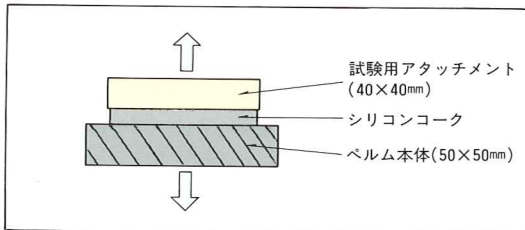
防水接着剤

●仕様

防水接着剤は、ユニシ(株)製の一成分形シリコンシーリング材“ボンドシリコンコーク”をご使用ください。(330ml入りカートリッジ容器入り)

●接着性能

〈試験体〉



〈試験条件〉

- 硬化養生 20℃×7日
- 常態 硬化養生後
- 寒熱繰返し (-20℃×16hr+80℃×8hr)×30サイクル後
- 高温時の乾湿繰返し (50℃ 95%RH×16hr+50℃ オープン8hr)×30回後
- ウェザーメーター 1000hr 暴露後

〈試験結果〉

常 態	8.8 kg/cm ²
寒 熱 繰 返 し	8.4 kg/cm ²
乾 湿 繰 返 し	7.1 kg/cm ²
ウェザーメーター	9.0 kg/cm ²

●施工上の注意

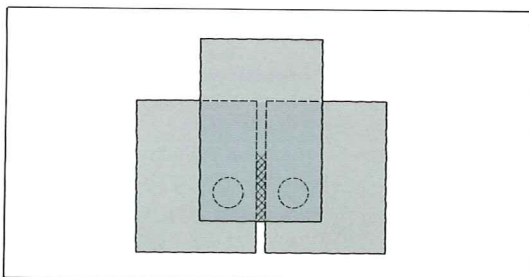
■接着面の油、離型剤、ゴミなどのよごれは、接着不良の原因となりますので十分に落としてから施工してください。

■一枚につき2点で接着する様にしてください。

(下図)

●塗布量は5g/カ所を標準としています。(圧着後直径が5cm程度となる。)

●下部の本体の目地には塗布しない様注意してください。(下図斜線部)



■被着体がぬれている状態での施工を避け、充分に乾燥したことを確認の上、施工してください。

●その他の物性および特性

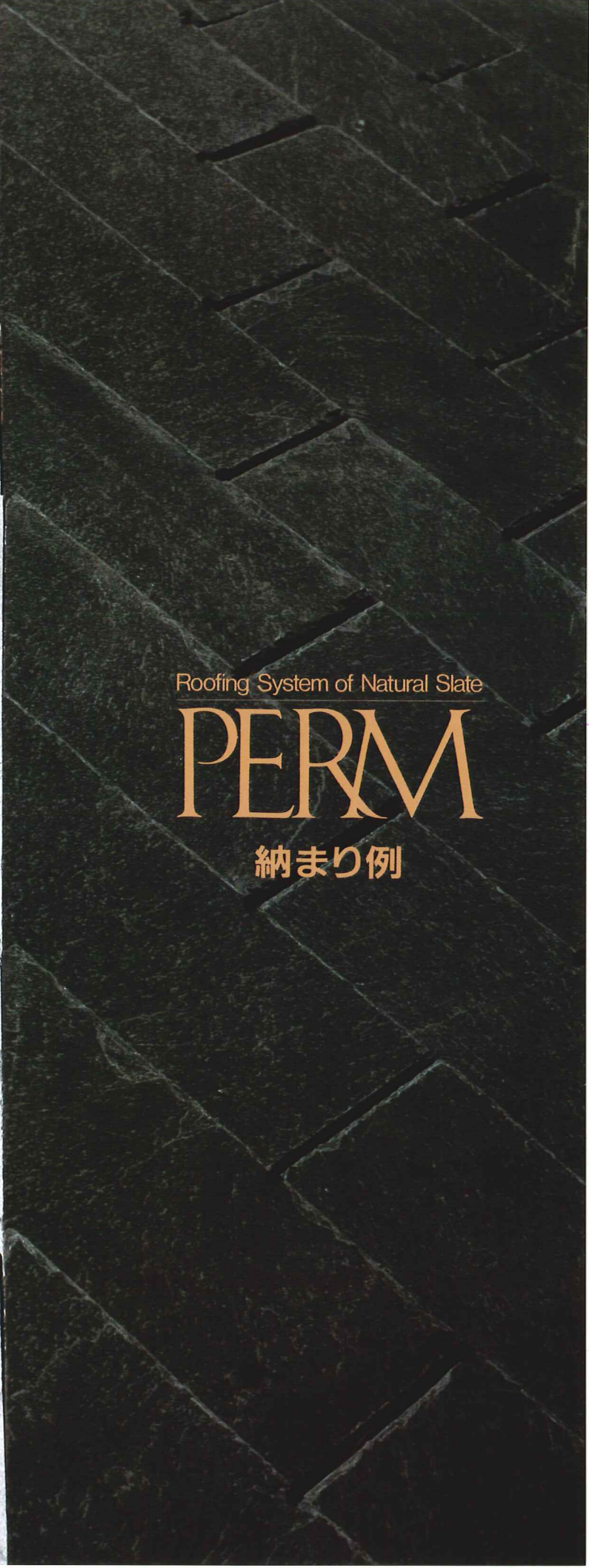
項 目	性能及び特性	試験方法
押 出 性(秒)	20℃	3
	5℃	4
ス ラ ン プ(mm)	50℃	0
タ ッ ク フ リ ー タ イ ム(分)	20℃	10~15
	5℃	60
内 部 硬 化 性(日) 5mm厚完全硬化	20℃	3
	5℃	12
硬 度	20℃×14日後	35
耐 侵 性	1000時間	異常なし
	2000時間	異常なし
耐 オ ゾ ン 性	20%伸長	亀裂なし
	40%伸長	亀裂なし

項 目	物性値	
50%引張応力 (kgf/cm ²)	養生後 20℃	5.0
	養生後 -10℃	5.4
	加熱後 20℃	5.1
	加熱後 -10℃	5.3
	水浸漬後 20℃	5.5
	最大引張応力 (kgf/cm ²)	
最大引張応力 (kgf/cm ²)	養生後 20℃	7.8
	養生後 -10℃	8.7
	加熱後 20℃	8.8
	加熱後 -10℃	9.8
最大荷重時伸び (%)	水浸漬後 20℃	7.8
	養生後 20℃	125(SF)
	養生後 -10℃	135(SF)
	加熱後 20℃	130(SF)
加熱後 -20℃	140(SF)	
水浸漬後 20℃	115(SF)	

JIS A 5758によるH型引張接着性試験による
被着体：アルマイト処理アルミ板(ノンプライマー)
(SF)：シーリング材の凝集破壊をしめす。

(注-1) 内径10mmの内厚ポリエチレン容器にシーリング材を充填し、表面から硬化した厚さを測定する。

(注-2) 降雨サイクル：18分/120分、ブラックパネル温度：63℃



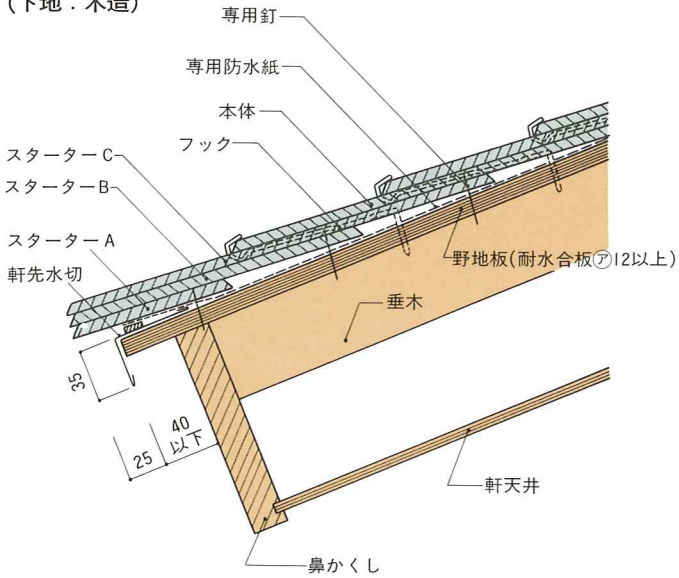
Roofing System of Natural Slate

PERM

納まり例

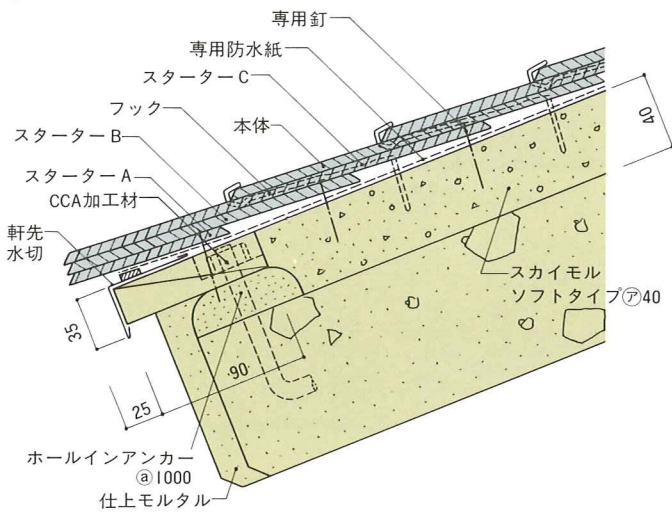
軒先

(下地：木造)



- スターターは軒先水切から25mm出るようにしてください。
- 野地板は耐水合板の12mm以上を使用してください。

(下地：RC造)

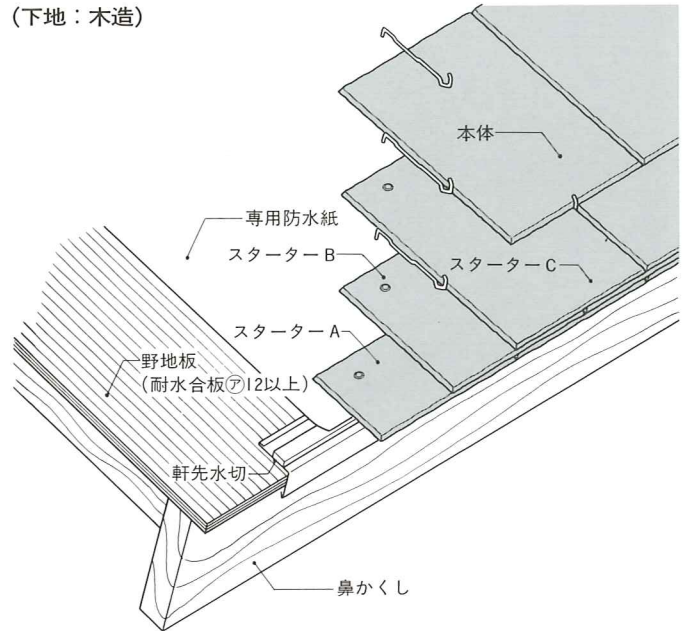


- スターターは軒先水切から25mm出してください。軒先部には木材 (CCA加工材) をホールインアンカーでスラブに固定してください。下地のスカイモル・ソフトタイプの厚さは40mm以上確保してください。

※CCA加工材：クロム・銅・ヒ素化合物 (Chromated-Copper-Arsenate) からなる防腐材を加圧注入加工した木材で耐久性・安全性に優れています。



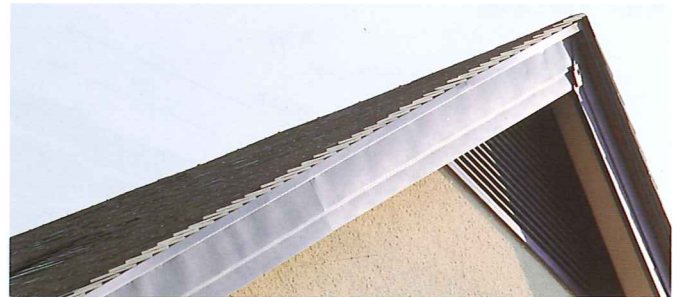
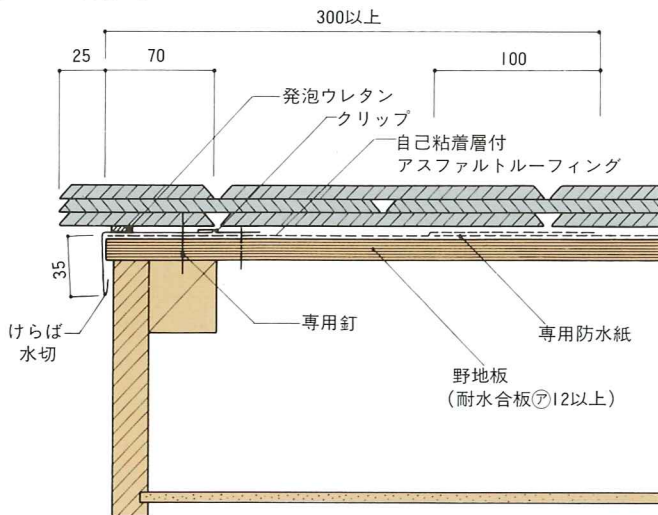
(下地：木造)



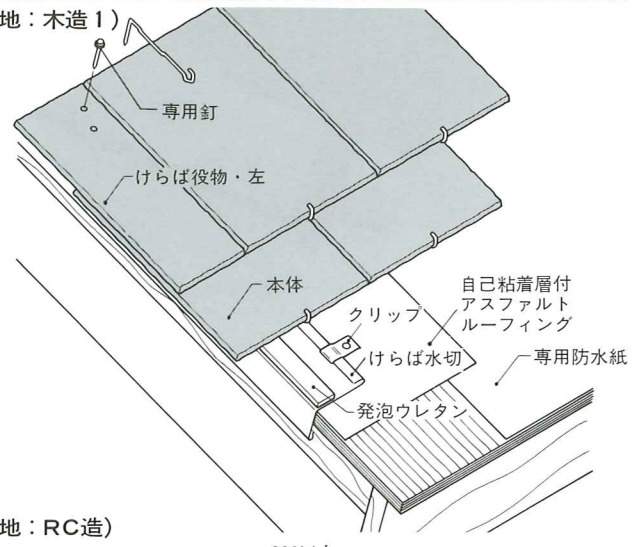
けらば



(下地：木造 1)

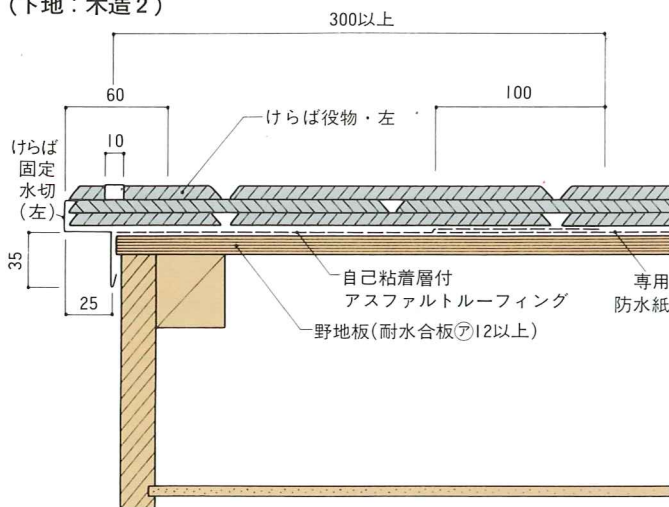


(下地：木造 1)



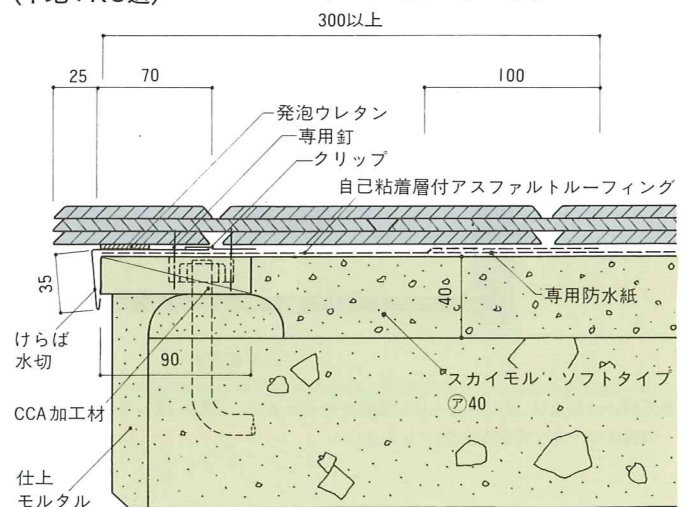
(下地：RC造)

(下地：木造 2)



- けらば部のベルムは、けらば水切から25mm出するようにしてください。
- 野地板は耐水合板の12mm以上を使用してください。

(下地：RC造)

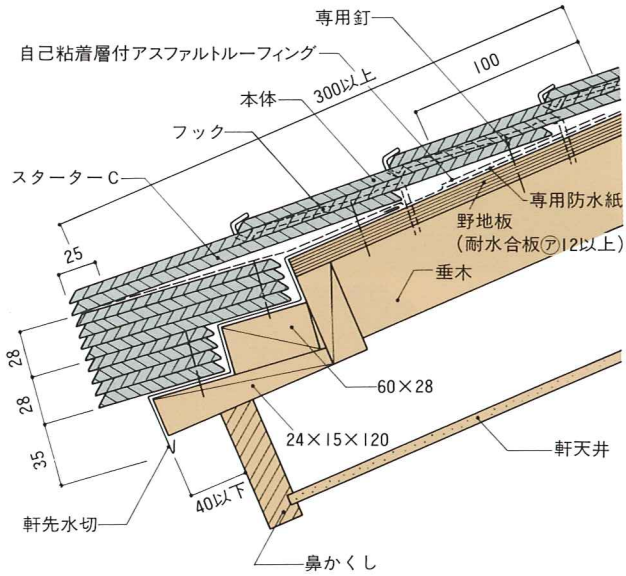


- けらば部のベルムは、けらば水切から25mm出してください。けらば部には木材（CCA加工材）をホールインアンカーでスラブに固定します。
- 下地のスカイモル・ソフトタイプの厚さは40mm以上確保してください。

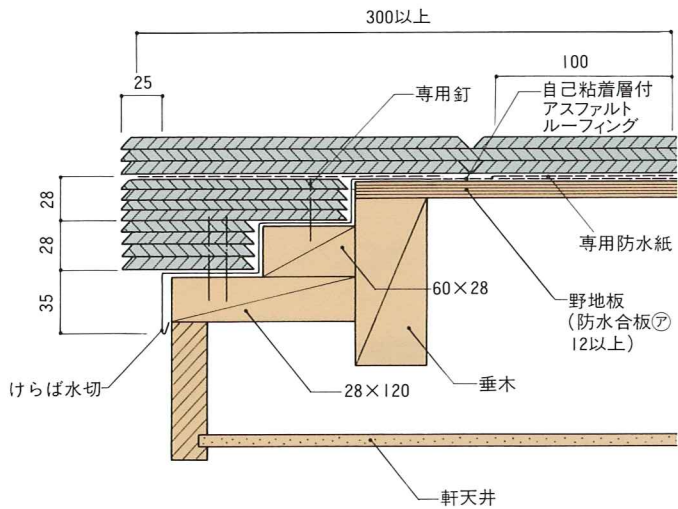
※CCA加工材：クロス・銅・ひ素化合物 (Chromated-Copper-Arsenate) からなる防腐材を加圧注入加工した木材で耐久性・安全性に優れています。

段積み

(軒先／下地：木造)



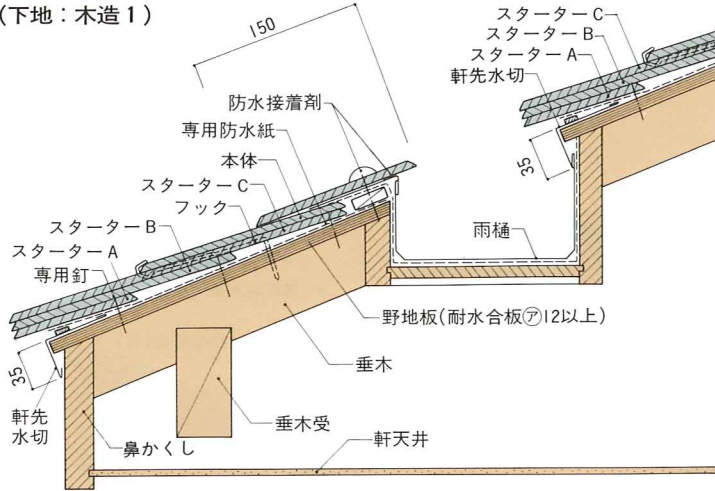
(けらば／下地：木造)



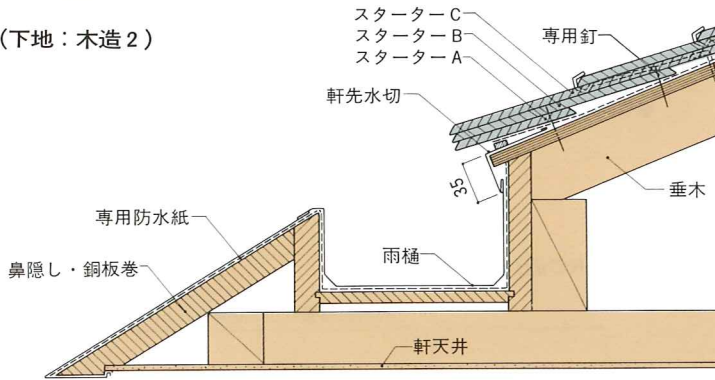
●段積みの場合、軒先・けらばに重量がかかります。設計に際しては、構造躯体の強度に十分な考慮をお願いします。

箱樋

(下地：木造1)

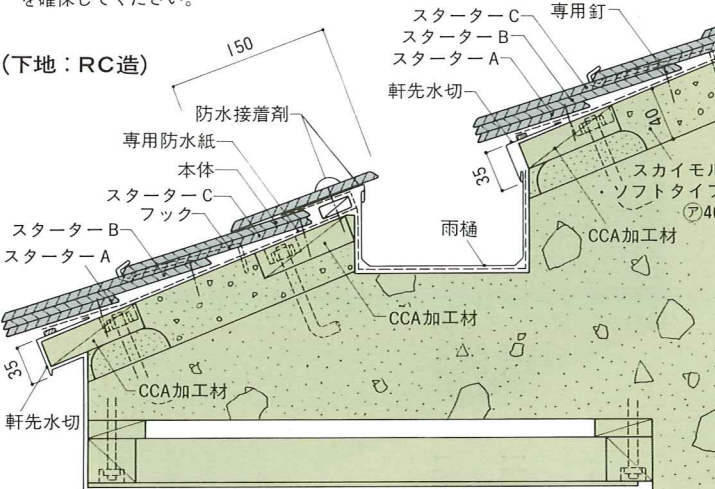


(下地：木造2)



●スターターは軒先水切から25mm出して下さい。箱樋は水勾配も考慮し十分な大きさを確保して下さい。

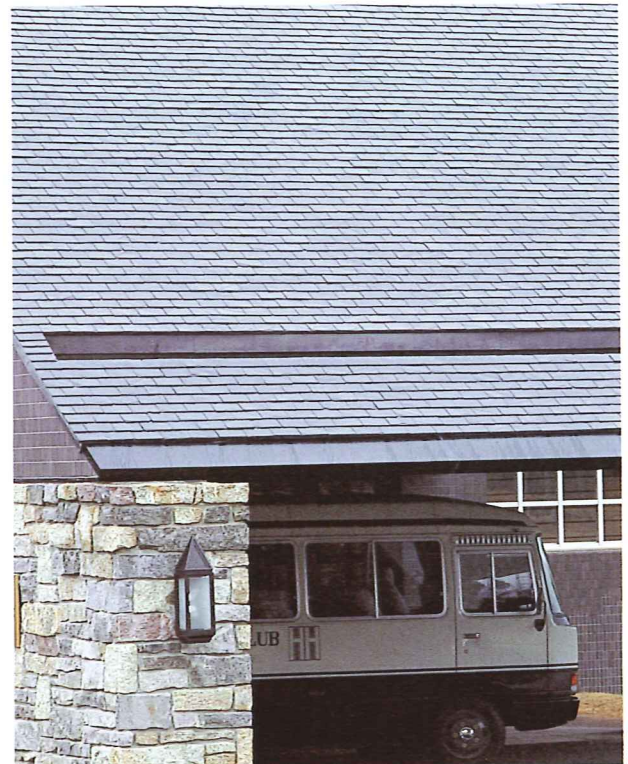
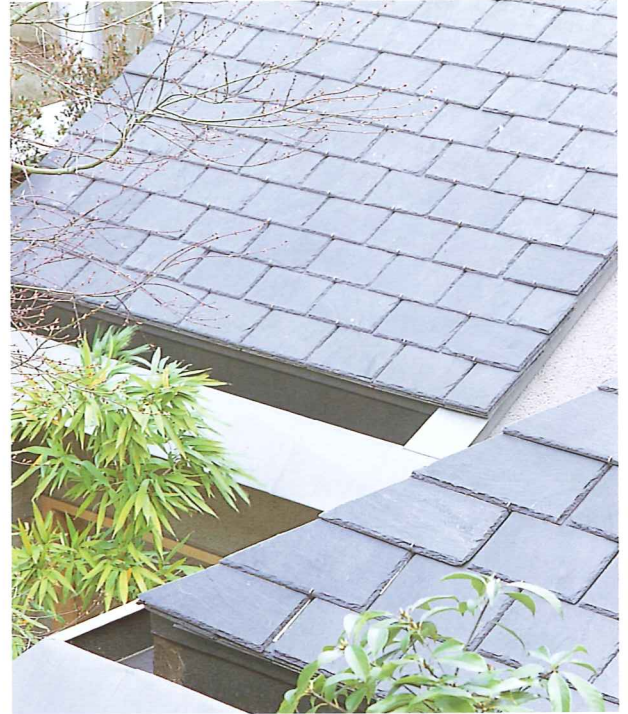
(下地：RC造)



●スターターは軒先水切から25mm出して下さい。軒先部には木材(CCA加工材)をホールインアンカーでスラブに固定します。

箱樋は水勾配も考慮し、十分な大きさを確保して下さい。

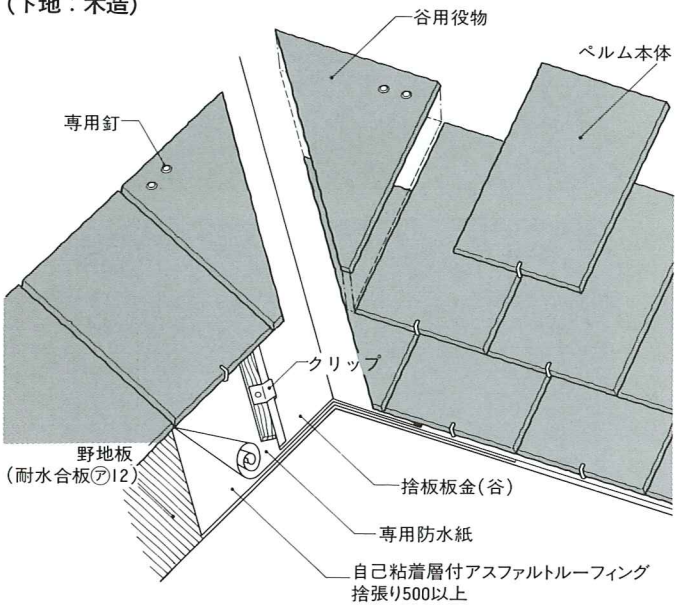
※CCA加工材：クロム・銅・ヒ素化合物(Chromated-Copper-Arsenate)からなる防腐材を加圧注入加工した木材で耐久性・安全性に優れています。



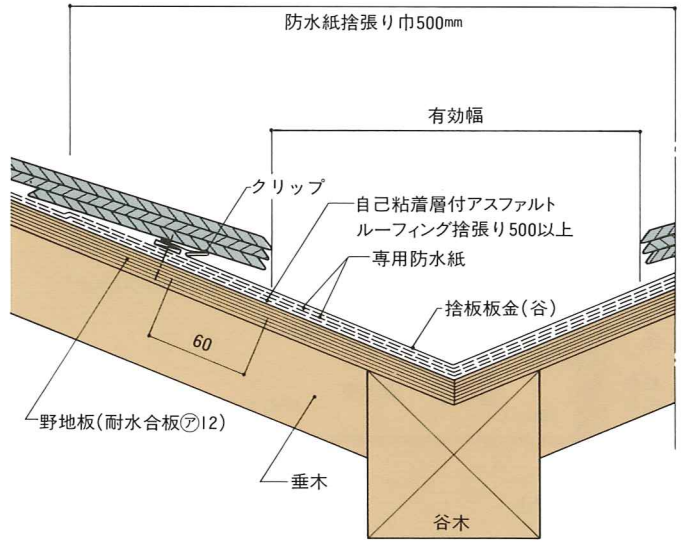
谷



(下地：木造)

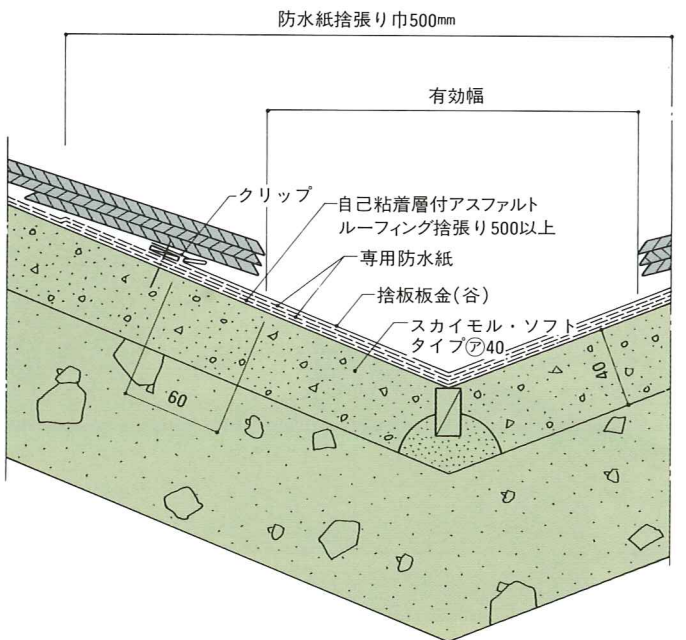


(下地：木造)



●谷の有効幅はP.38のグラフより求めてください。

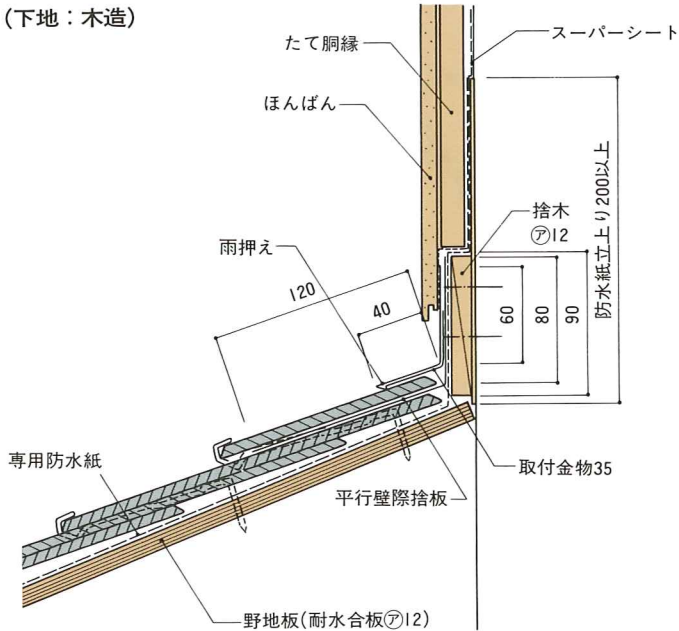
(下地：RC造)



●谷の有効幅はP.38のグラフより求めてください。
下地のスカイモル・ソフトタイプの厚さは40mm以上確保してください。

平行壁際

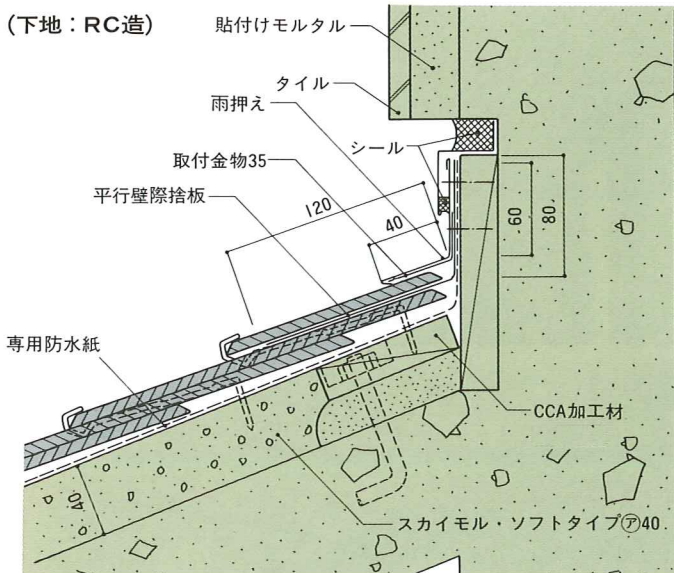
(下地：木造)



● 2×4工法の場合は捨木の必要はありません。ただし、耐力壁下地を野地板まで施工してください。



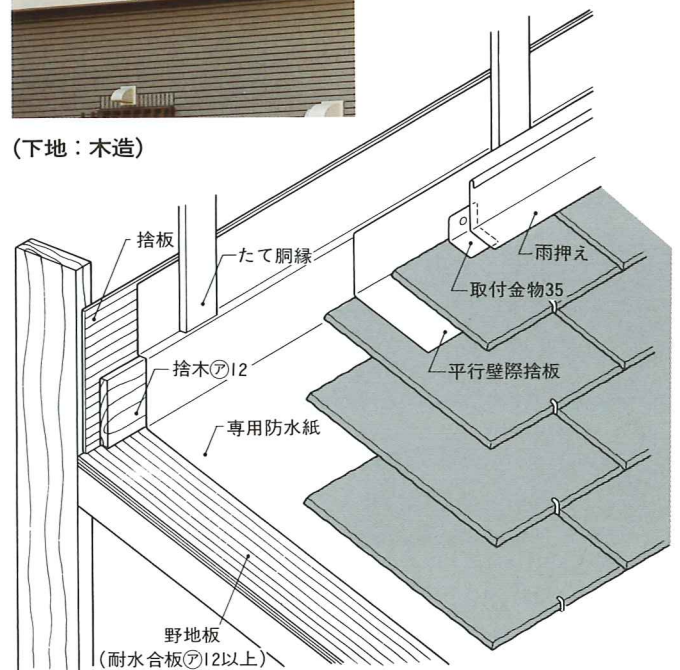
(下地：RC造)



● 平行壁際部には、木材 (CCA加工材) をホールインアンカーでスラブに固定してください。
下地のスカイモル・ソフトタイプの厚さは40mm以上確保してください。

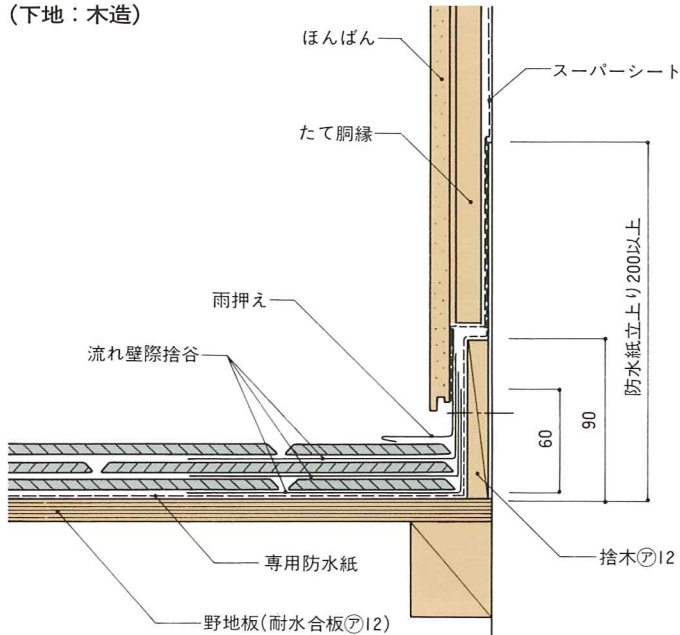
※CCA加工材：クロム・銅・ヒ素化合物 (Chromated-Copper-Arsenate) からなる防腐材を加压注入加工した木材で耐久性・安全性に優れています。

(下地：木造)



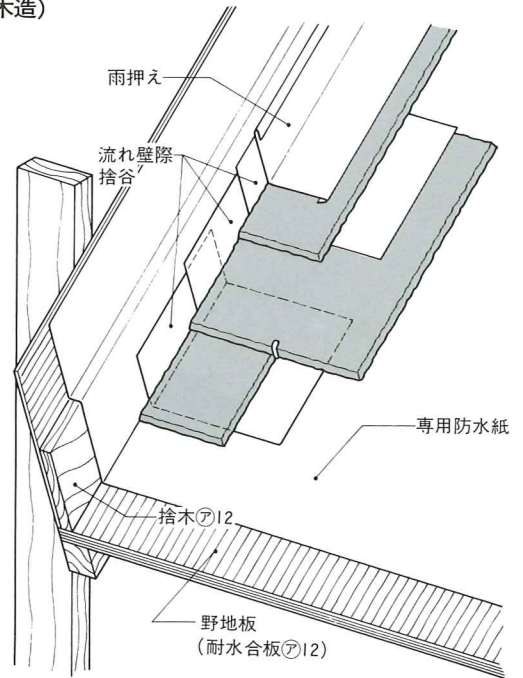
流れ壁際

(下地：木造)

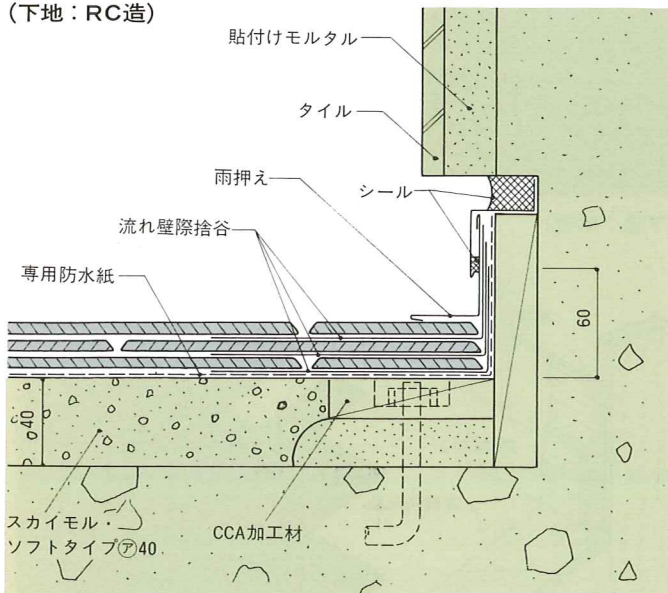


● 2×4工法の場合は捨木の必要はありません。ただし、耐力壁下地を野地板まで施工してください。

(下地：木造)



(下地：RC造)



● 流れ壁際部には木材（CCA加工材）をホールインアンカーでスラブに固定してください。

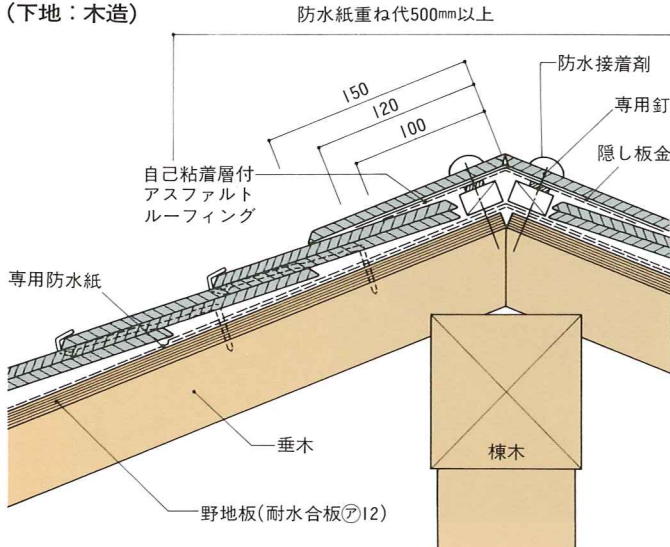
下地のスカイモル・ソフトタイプの厚さは40mm以上確保してください。

※CCA加工材：クロム・銅・ヒ素化合物（Chromated-Copper-Arsenate）からなる防腐材を加圧注入加工した木材で耐久性・安全性に優れています。



棟

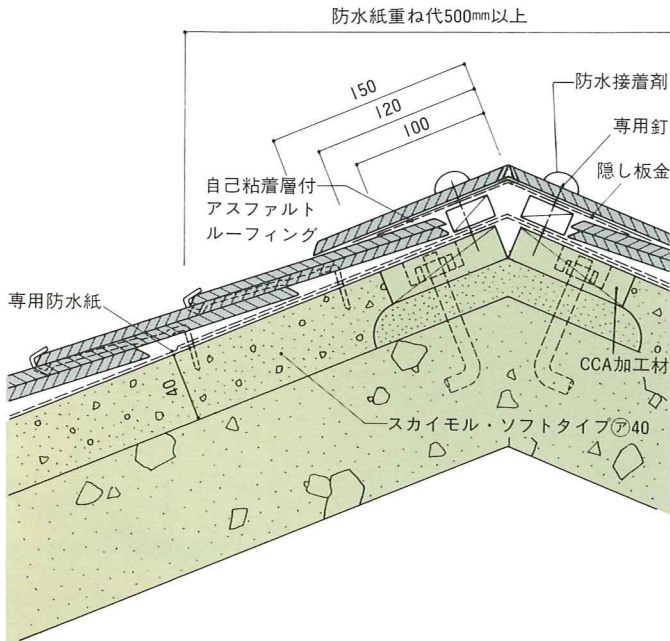
(下地：木造)



●棟部の下地は、あばれや曲がりがないように精度よく施工してください。

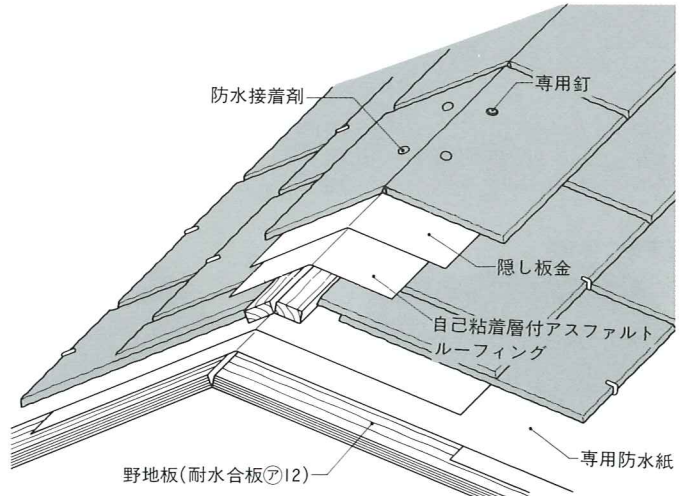


(下地：RC造)

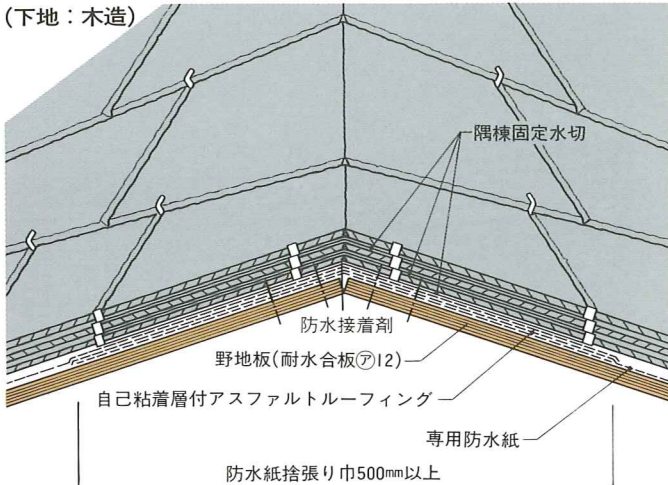


●棟部の下地は、あばれや曲がりがないように精度よく施工してください。
棟部には木材 (CCA加工材) をホールインアンカーでスラブに固定してください。
下地のスカイモル・ソフトタイプの厚さは40mm以上確保してください。

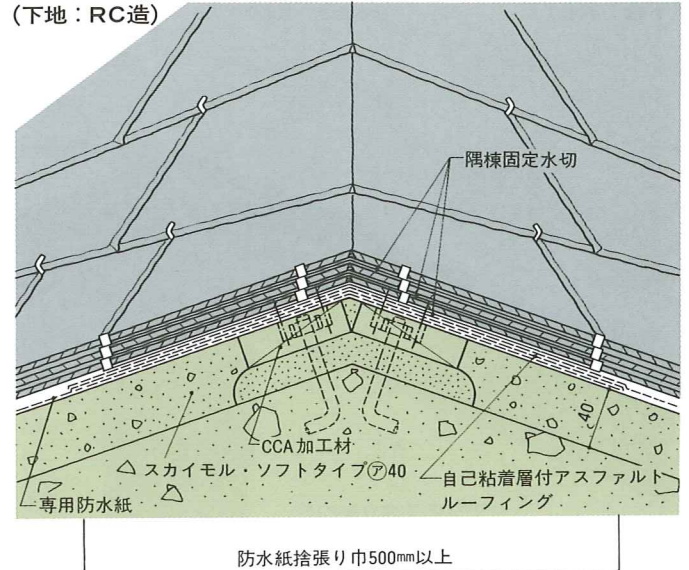
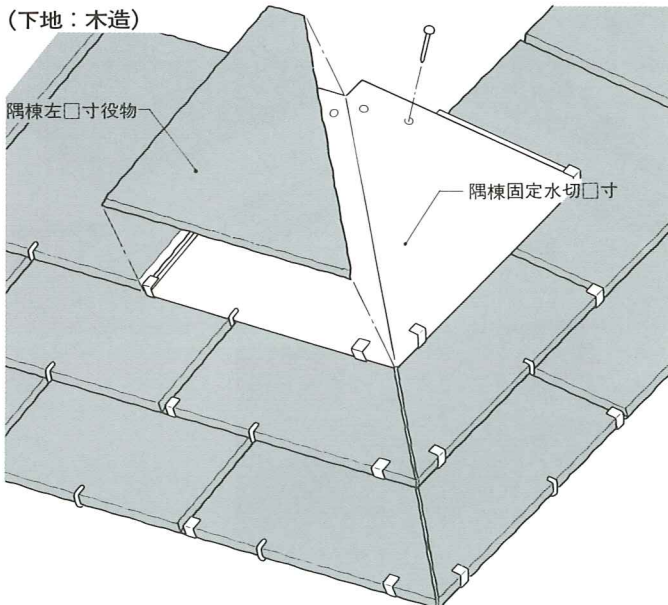
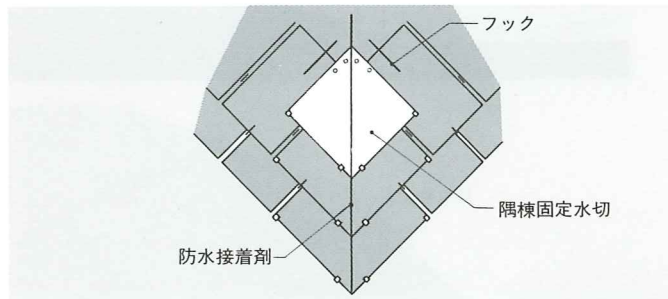
※CCA加工材：クロム・銅・ヒ素化合物 (Chromated-Copper-Arsenate) からなる防腐材を加圧注入加工した木材で耐久性・安全性に優れています。



隅棟



●隅棟部の左右の下地は、あばれや曲がりがないように精度よく施工してください。



●隅棟部の左右の下地は、あばれや曲がりがないように精度よく施工してください。隅棟部には木材（CCA加工材）をホールインアンカーでスラブに固定してください。

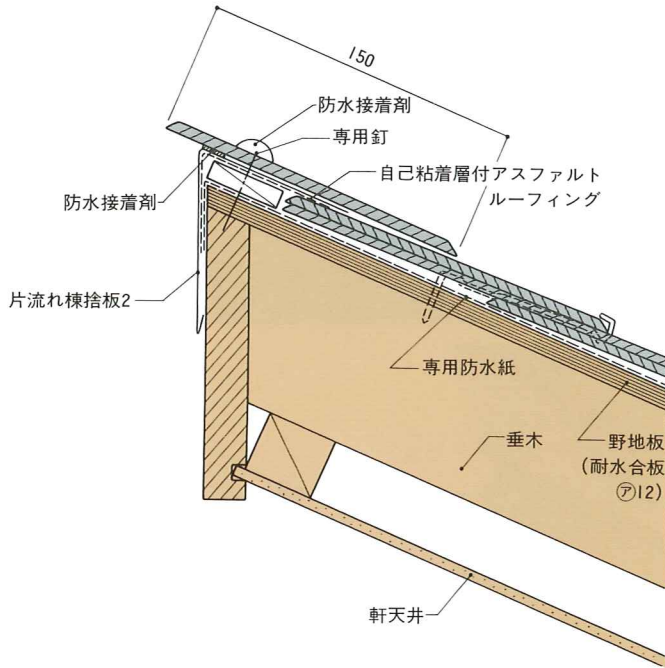
下地のスカイモル・ソフトタイプの厚さは40mm以上確保してください。

※CCA加工材：クロム・銅・ひ素化合物（Chromated-Copper-Arsenate）からなる防腐材を加圧注入加工した木材で耐久性・安全性に優れています。

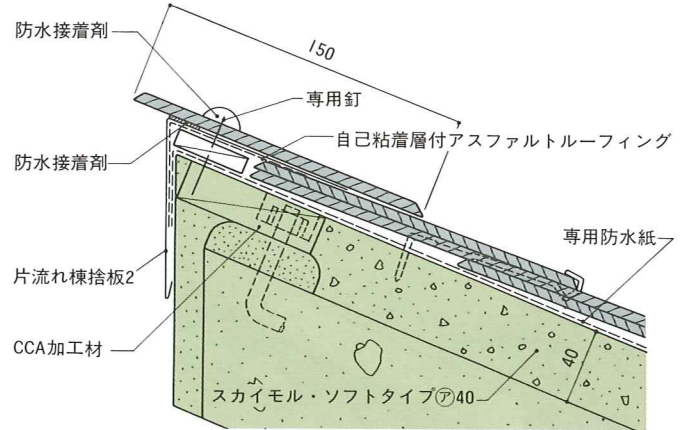


片流れ棟

(下地：木造 1)



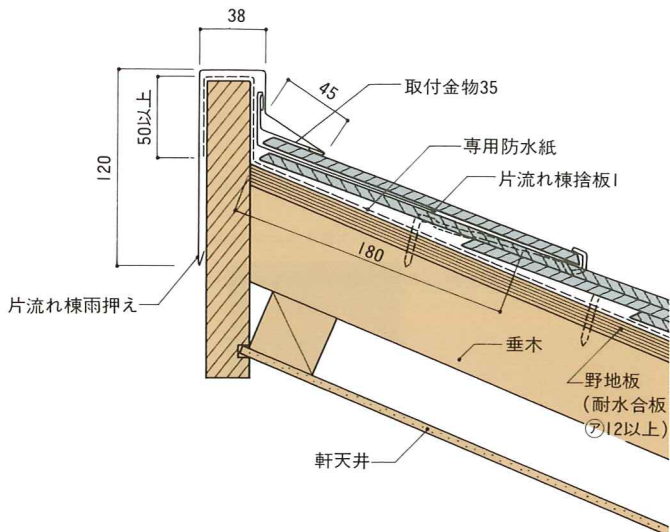
(下地：RC造)



●片流れ棟部の下地は、あばれや曲がりがないように精度よく施工してください。
片流れ棟部には木材 (CCA加工材) をホールインアンカーでスラブに固定してください。
下地のスライム・ソフトタイプの厚さは40mm以上確保してください。

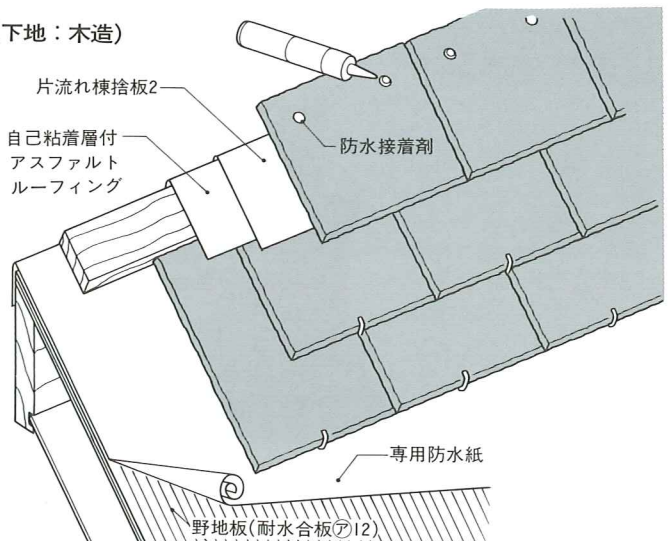
※CCA加工材：クロム・銅・ひ素化合物 (Chromated-Copper-Arsenate) からなる防腐材を加圧注入加工した木材で耐久性・安全性に優れています。

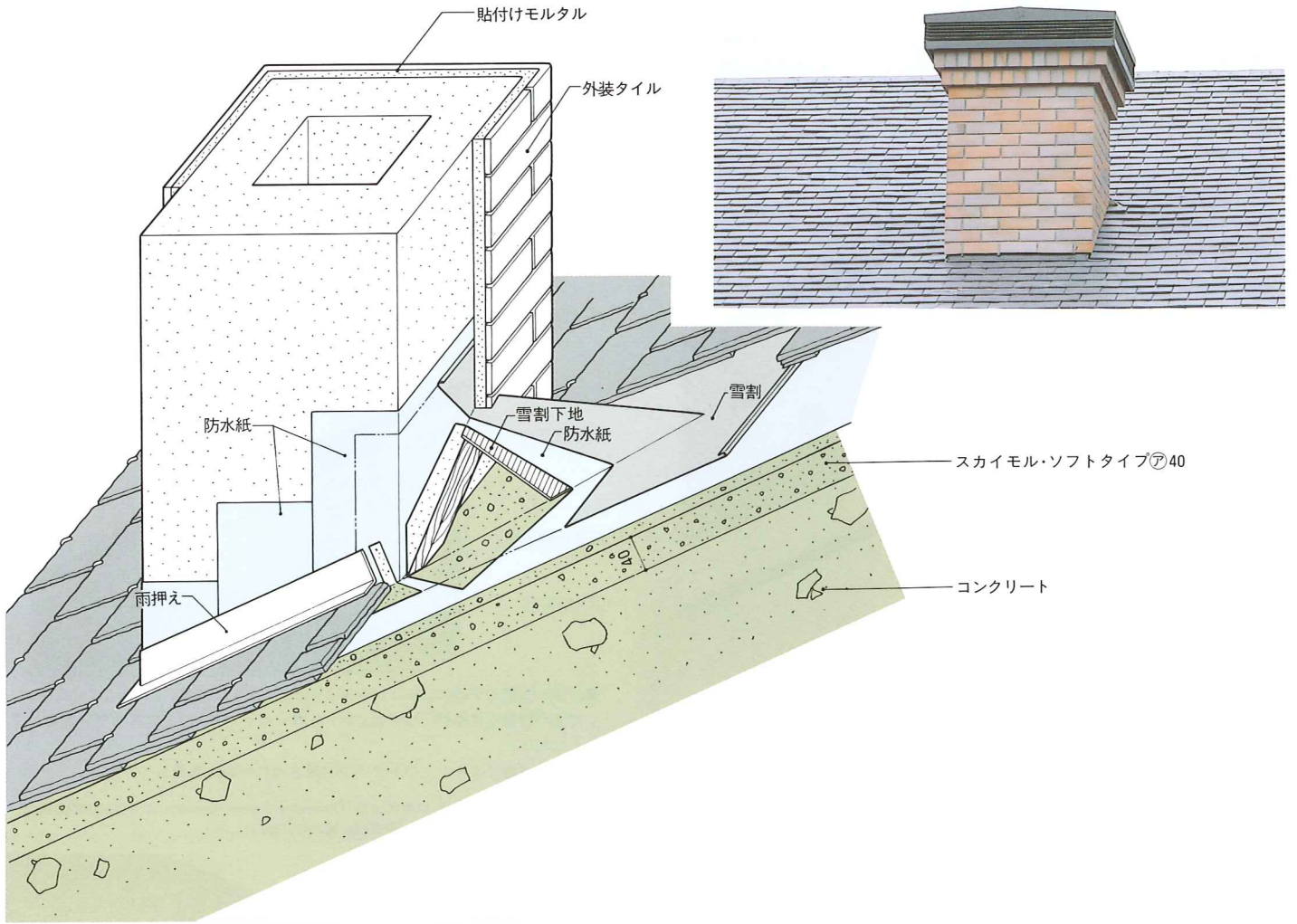
(下地：木造 2)



●片流れ棟部の下地は、あばれや曲がりがないように精度よく施工してください。

(下地：木造)



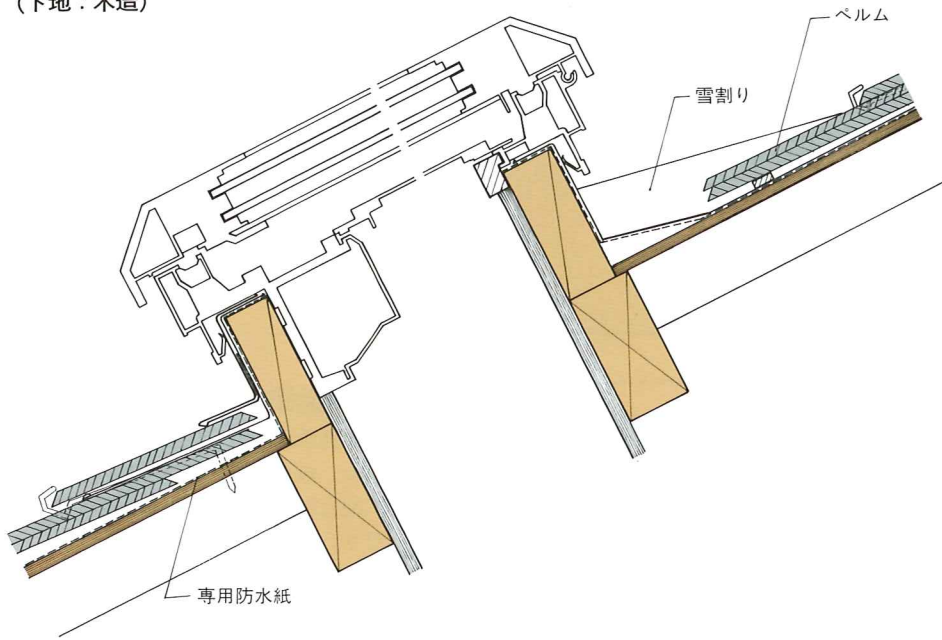


- チムニー上部は上部から流れてくる雨水を左右に分けて流すため雪割が必要となります。

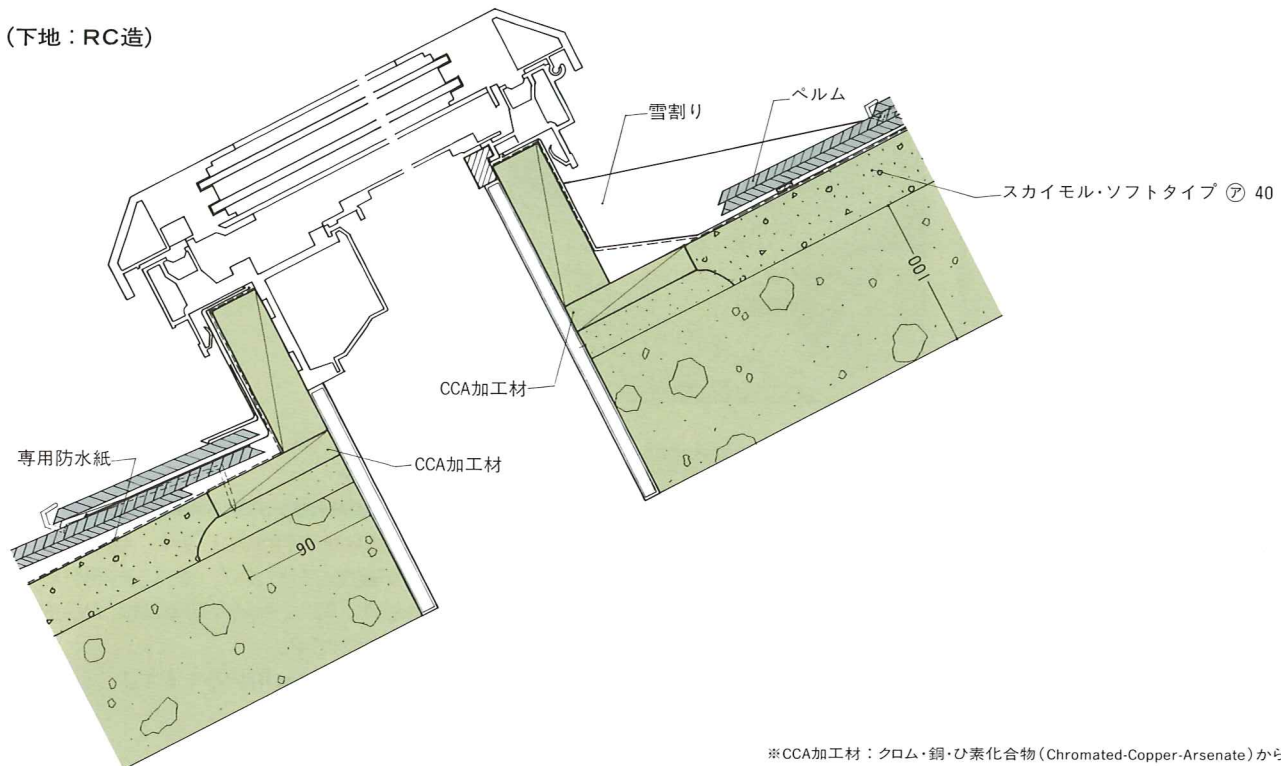
下地のスカイモル・ソフトタイプの厚さは40mm以上確保してください。



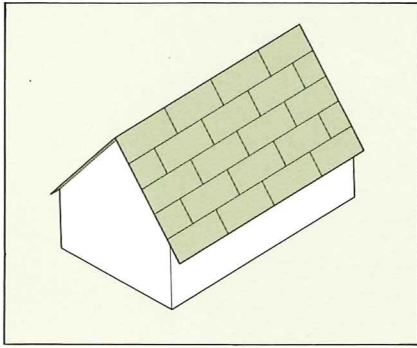
(下地：木造)



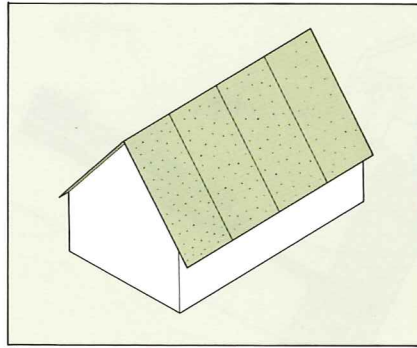
(下地：RC造)



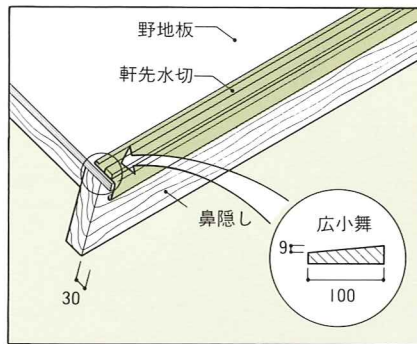
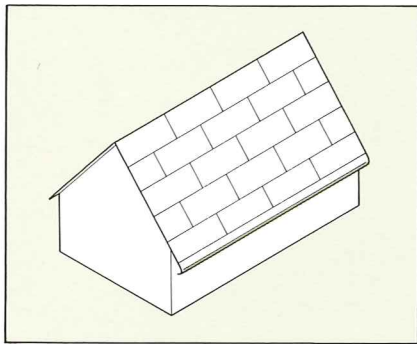
※CCA加工材：クロム・銅・ヒ素化合物 (Chromated-Copper-Arsenate) からなる防腐材を加圧注入加工した木材で耐久性・安全性に優れています。



(合板・木片セメント板)



(パーライトモルタル)

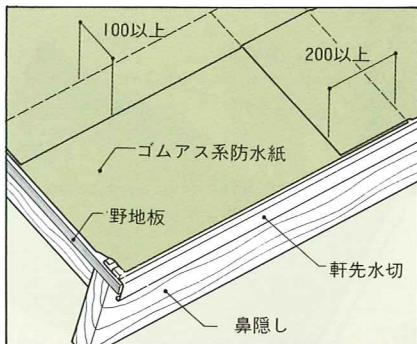
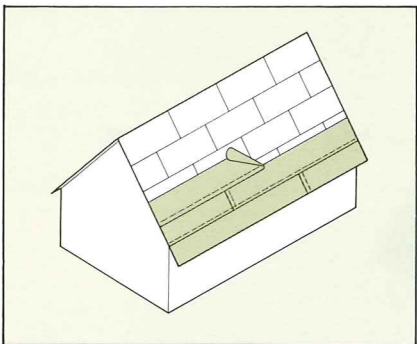


①屋根下地施工

屋根下地には・耐水合板…12mm以上
耐火野地板…厚さ18mm以上
パーライトモルタル…厚さ40mm以上をご使用ください。
下地の精度によりペルムの仕上がりが決まりますので屋根下地の施工にあたっては、平行性・平滑性に十分注意してください。

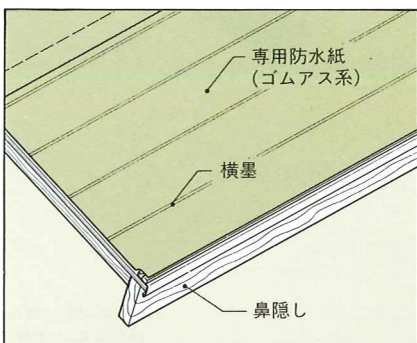
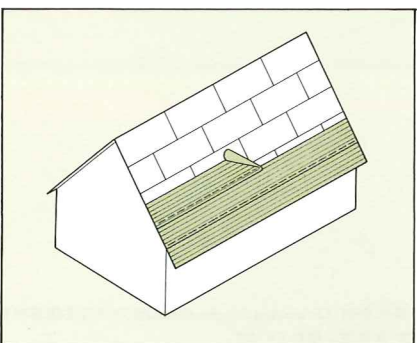
②軒先板金取り付け

軒先の板金は防水紙を敷き込む前に取り付けます。なお、板金は弊社の専用部材を使用するか、図に示す形状の広小舞を必ず使用してください。それ以外の場合には、スターターの口あきが生ずることがあります。



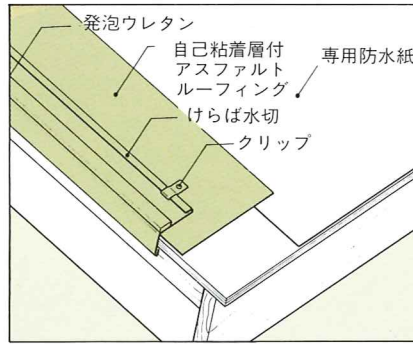
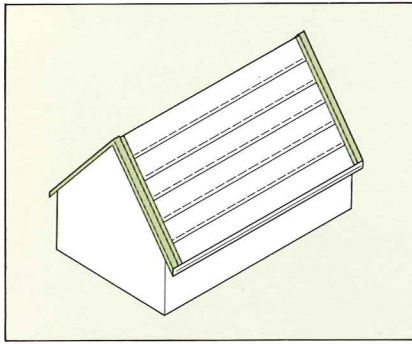
③防水紙敷き込み

防水紙は、ゴムアス系の専用防水紙を軒先部より順に敷き込んでいきます。また、重ね長さは流れ方向100mm以上、桁行き方向200mm以上を原則とします。
(軒先・けらば・谷・主棟・隅棟部には、粘着層付ゴムアス系の防水紙を増し貼ります。)



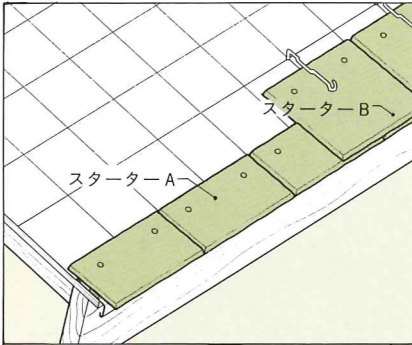
④墨出し

旭硝子専用防水紙(ゴムアス系)には、あらかじめ横墨が印刷されています。現場での墨出しが縦墨だけでよく、墨出し時間が短縮されます。特に、単純な切妻屋根、大屋根の場合に有効です。
(葺足120mm、130mm用があります。)

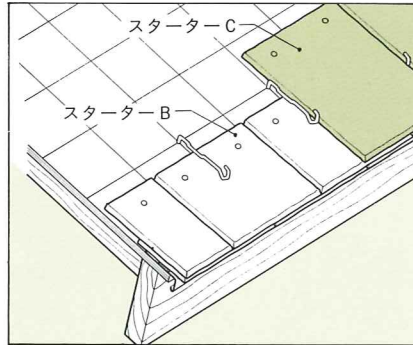


⑤けらば板金取り付け

けらば板金は、防水紙を敷き込んだ後に取り付けます。取り付けは、クリップを用いて行います。なお、横からの雨の侵入を防ぐため、弊社の専用部材を使用するか、シリコン系のシーリング材で空隙を充填します。



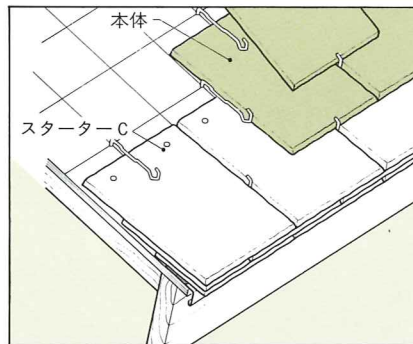
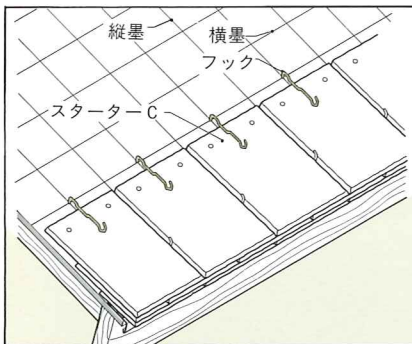
(スターターA・B取り付け)



(スターターC取り付け)

⑥スターターA・B・C取り付け

スターター部は、3枚重ねとなり、通常A・B・Cと留め付けます。これらは全て釘で留められます。留め付け順序は、スターターA・B留め付け後、第一段目のフックを取り付け、その後にスターターCを留め付けます。取り付けは見た目にきれいにするため、先端部の面を合わせるように施工します。



⑦フックの取り付け、および本体施工

フックは墨の交点に合わせて正確に打ちつけます。本体は1枚1枚フックに確実にひっかけて施工します。なお、役物の施工については、各納まり図を参照してください。

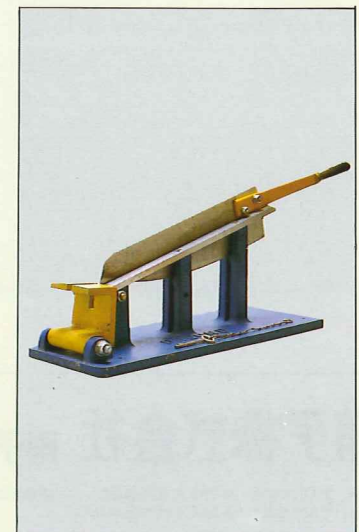
●注意事項

- 作業の安全の為に
 - ヘルメットを着用し、アゴヒモは確実にかけてください。
 - 服装は、安全を第一に考えて、動きやすいものを着装してください。
 - ペルム本体・水切板金および作業工具などは、常に整理・整頓し、屋根から物を落とさないようにしてください。
- 保守管理
 - ペルム本体に足場が当たるときは、必ず養生板を渡してください。
 - ペルム本体の切れ端や切り粉等を屋根上に残さず、ゴミもきれいに清掃してください。
- 他業種の皆様へ
 - 足場からペルム本体上に飛び降りたり、物を落としたりしますと、破損することがあり雨もりの原因となります。万一、破損した場合は、その部分に雨水が入らないように養生したうえで、補修工事の連絡をお願いします。

- 外壁の塗装・吹きつけを行うときは、必ず養生シートを使用して、ペルム本体にモルタルや、塗料が付着しないように注意をお願いします。
 - ペルム本体葺き上げの後、屋根にハシゴを掛けるときは、必ず軒先に当て木を使用し、ペルム本体の保護をお願いします。
- 下地について
 - 下地は、あばれや曲がりなどがなく、精度よく施工してください。
 - パーライトモルタルを使用する場合は「スカイモル」(東邦パーライト(株))のソフトタイプをご使用ください。また、厚さは40mm以上確保してください。

●専用工具 QYKA

現場でラフカット加工を行うための専用工具として押し切りを用意しています。



■執筆者経歴

●藤森照信

1946年11月21日 長野県生まれ
東京大学助教授・建築史学

<経歴>

1971年3月 東北大学工学部建築学科卒業
1978年3月 東京大学大学院工学系研究科建築学専門課程修了
1978年4月 筑波大学非常勤講師(1983年まで)
1980年3月 東京大学より工学博士の学位を授与される
1985年8月 東京大学助教授に昇格 現在に至る
1986年4月 広島大学大学院工学研究科併任講師

<主な著作>

『国家のデザイン』日本の建築明治・大正・昭和第3巻

『明治の東京計画』

『建築探偵の冒険』

<受賞など>

1981年度日本都市計画学会賞

1983年度毎日出版文化賞

1986年度日本文化デザイン賞

●羽生修二

<経歴>

1948年 東京都生まれ
1972年 千葉大学工学部建築学科卒業
1975年 フランス政府文化省「古建築歴史と保存研究所」卒業
1976年 千葉大学工学研究科修士課程修了
1980年 東京都立大学工学研究科博士課程満期修了
現在 東洋大学工学部建築学科非常勤講師

●大橋電太

<経歴>

1964年 福島県生まれ
1988年 東京都立大学工学部建築工学科卒業
1990年 東京都立大学工学研究科修士課程終了
現在 東京大学工学研究科博士課程在学中

●参考文献

- 1 A. Clifton-Taylor、
THE PATTERN OF ENGLISH BUILDING
1962、London
- 2 R.W. プランスキル著
片野 博訳
『イングランドの民家』1985、井上書院

■写真提供

●増田彰久

定価 5,000円<消費税別> (禁無断転載)

旭硝子株式会社 硝子・建材事業本部 旭硝子ビルウォール株式会社

東京事務所 〒113-0034 東京都文京区湯島3-14-9(湯島ビル8階) 電話03(3833)8739 FAX03(3833)8716
大阪事務所 〒660-0857 兵庫県尼崎市西向島町2 電話06(6412)7319 FAX06(6412)7383