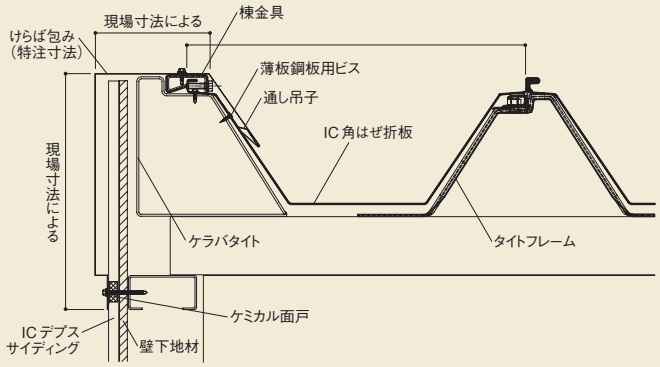
角はぜ折板/折板二重葺き断熱工法

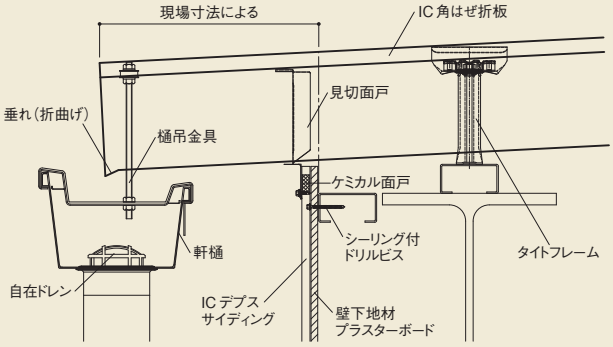
詳細は当社ホームページでご確認ください
http://www.inagakishoji.co.jp/

●IC角はぜ折板

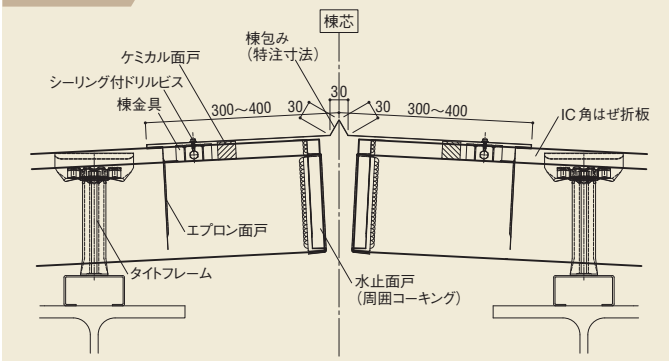
けらば納め



軒先納め

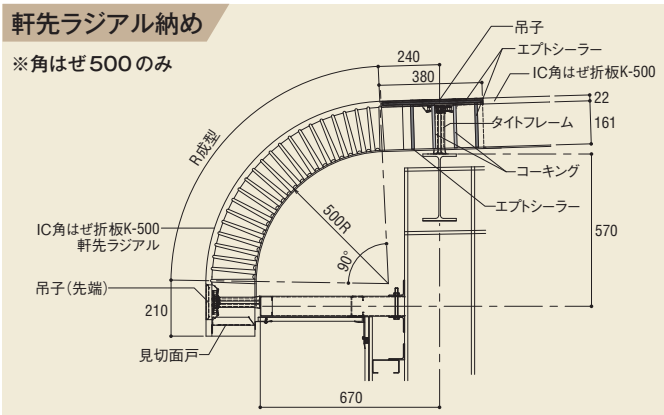


棟納め



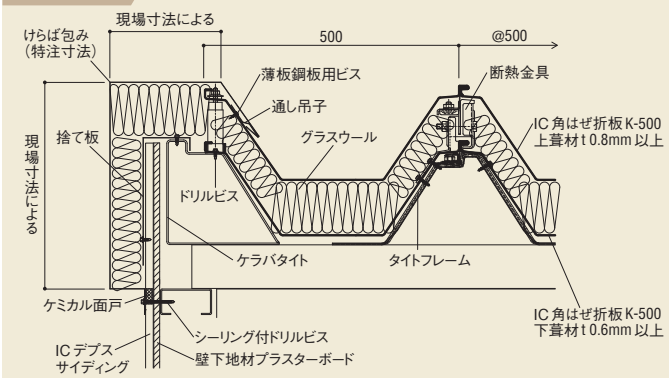
軒先ラジアル納め

※角はぜ500のみ

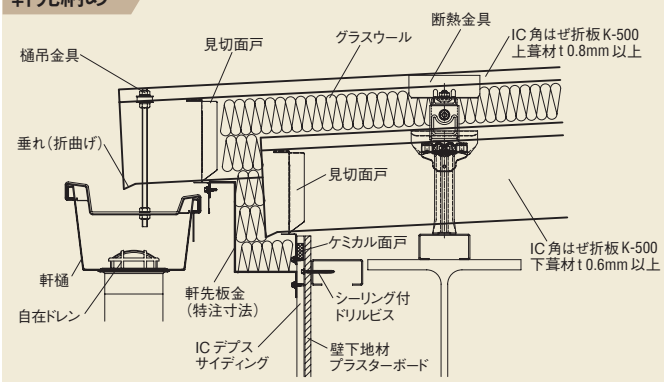


●折板二重葺き断熱工法

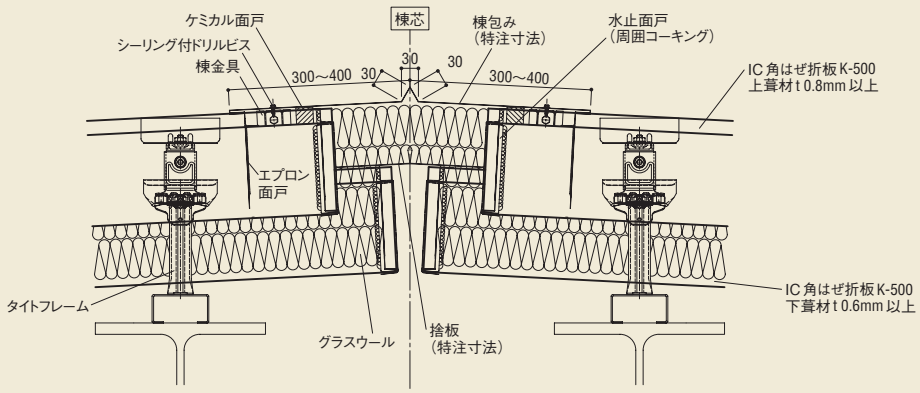
けらば納め



軒先納め



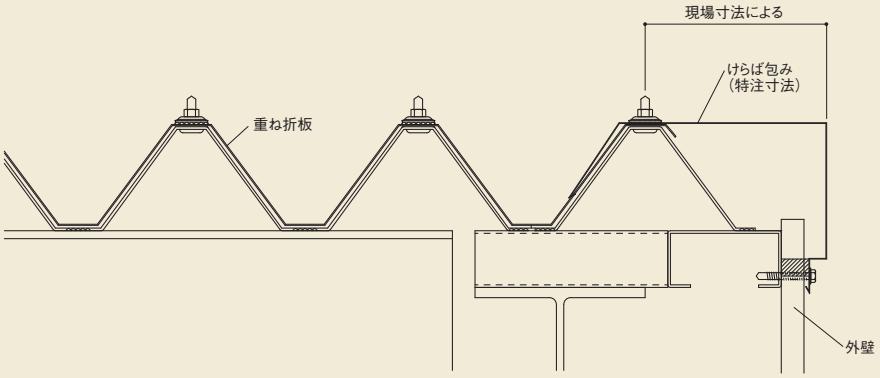
棟納め



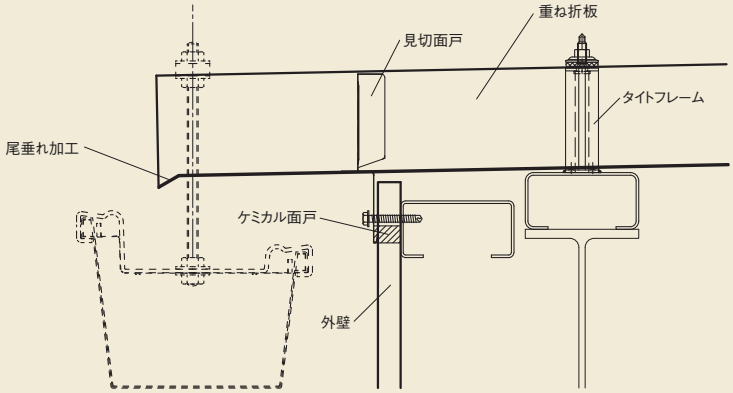
重ね折板

詳細は当社ホームページでご確認ください
http://www.inagakishoji.co.jp/

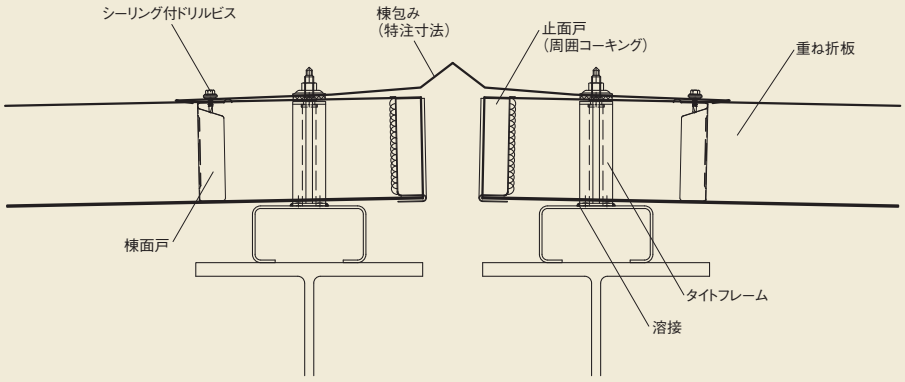
けらば納め



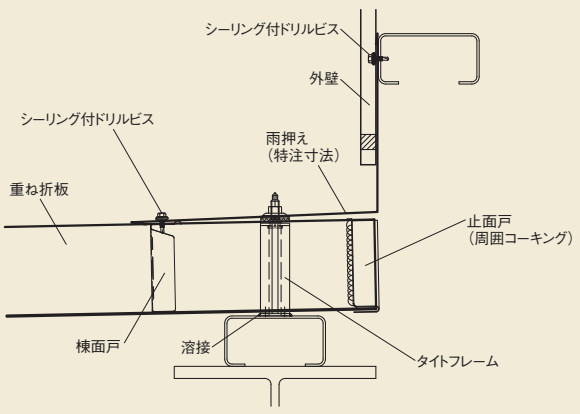
軒先納め



棟納め



壁取合い納め(水上側)

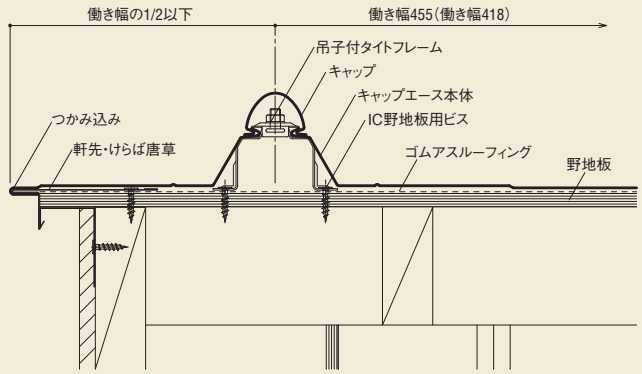


たてひら

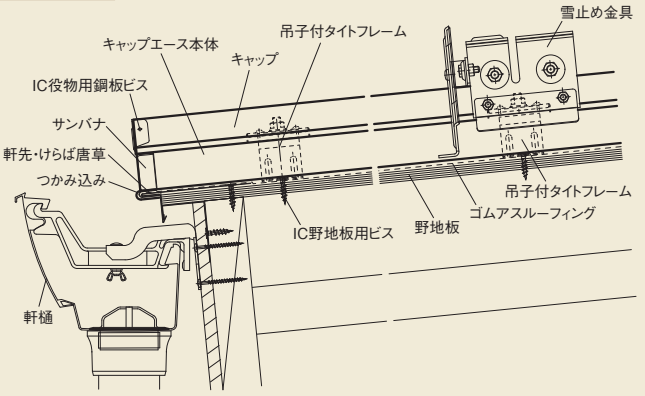
詳細は当社ホームページでご確認ください
http://www.inagakishoji.co.jp/

●キャップエース455・418

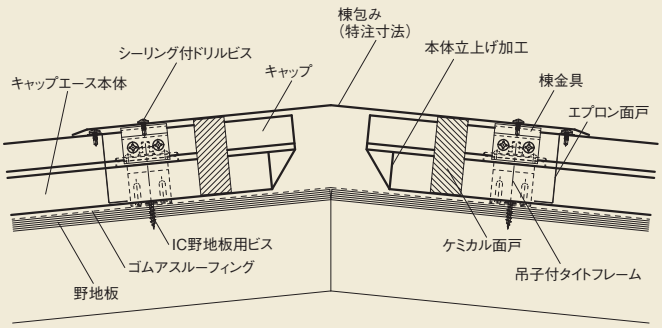
けらば納め



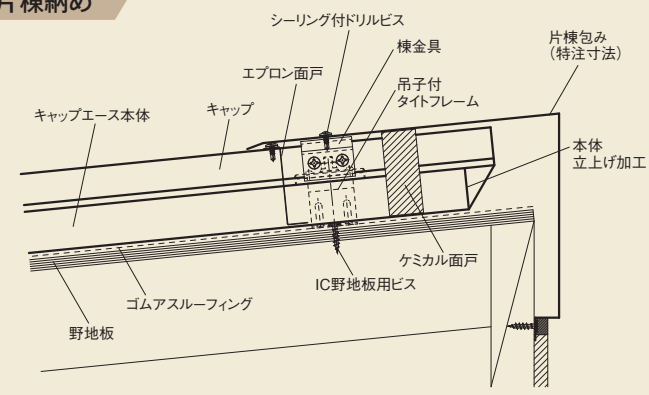
軒先納め



棟納め



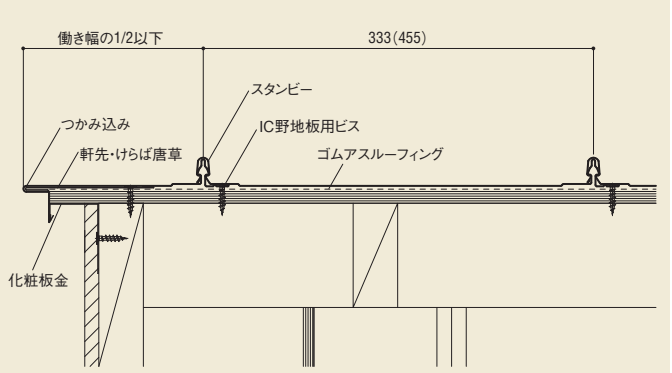
片棟納め



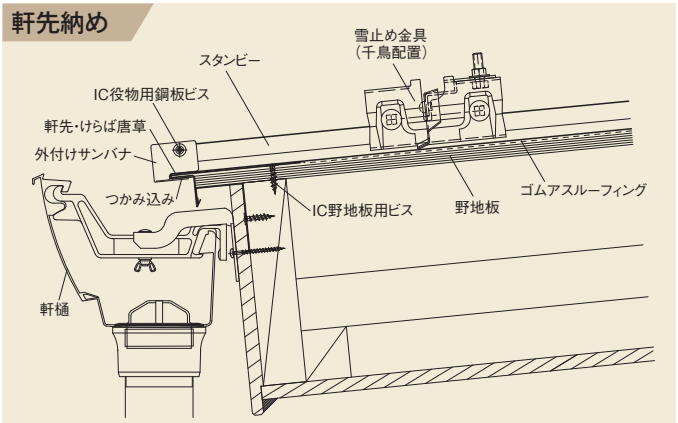
●スタンビー TL-333・455

けらば納め

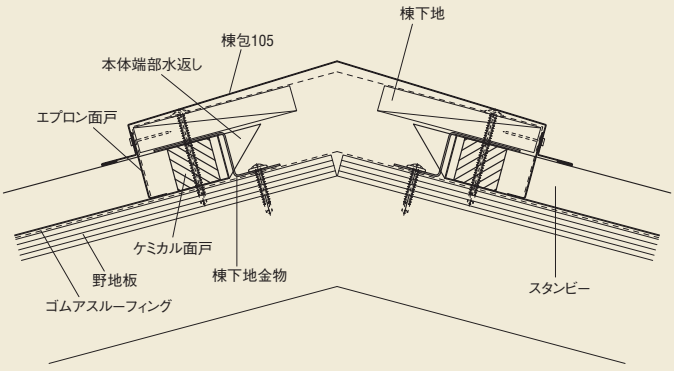
※( )内はTL-455



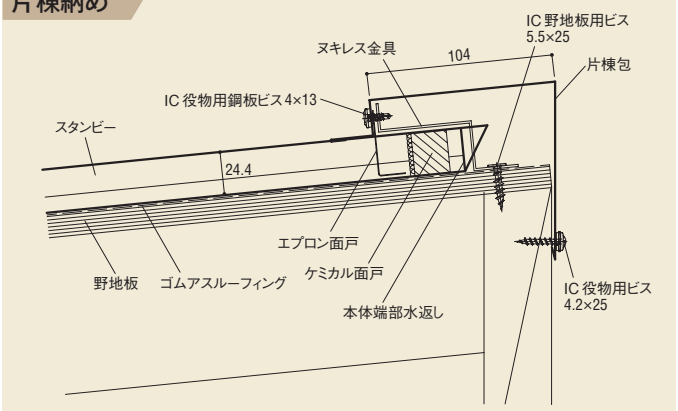
軒先納め



棟納め



片棟納め

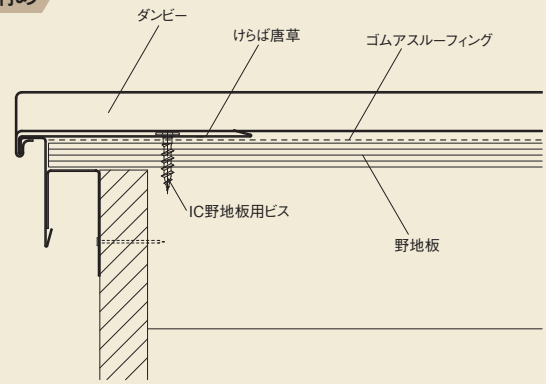


だんぶき/ひらぶき

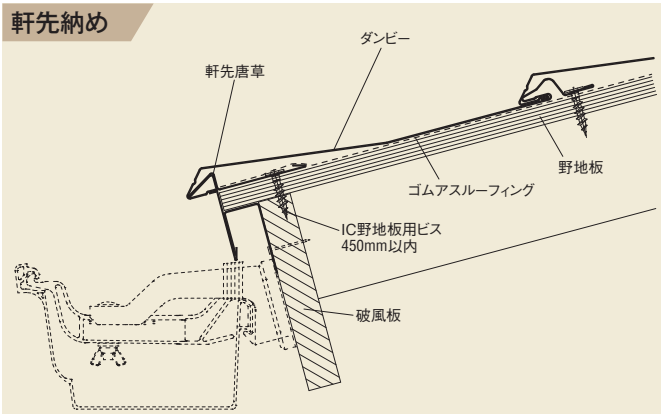
詳細は当社ホームページでご確認ください
http://www.inagakishoji.co.jp/

●ダンビー

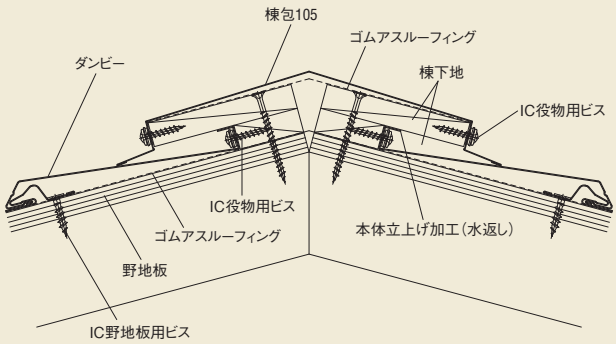
けらば納め



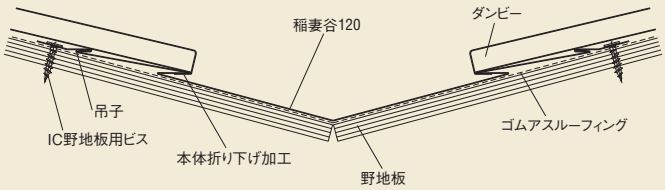
軒先納め



棟納め

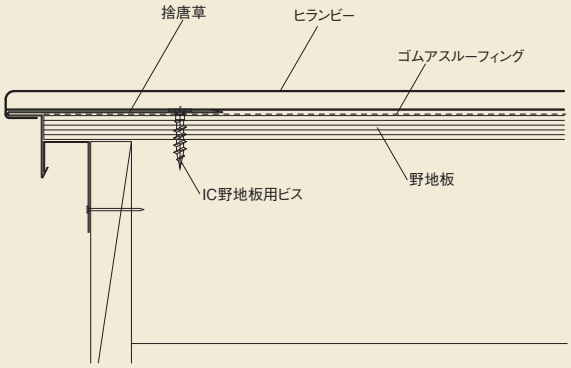


谷納め

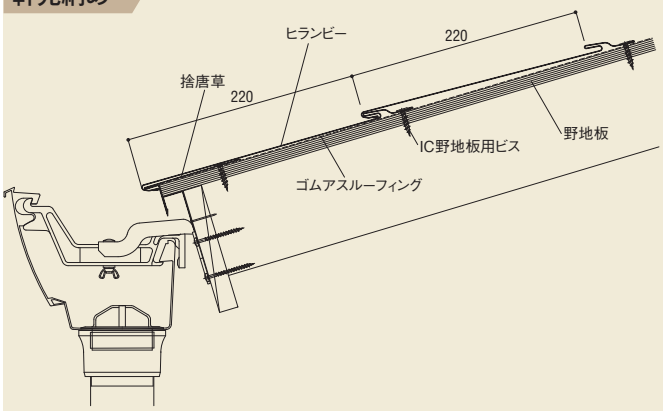


●ヒランビー

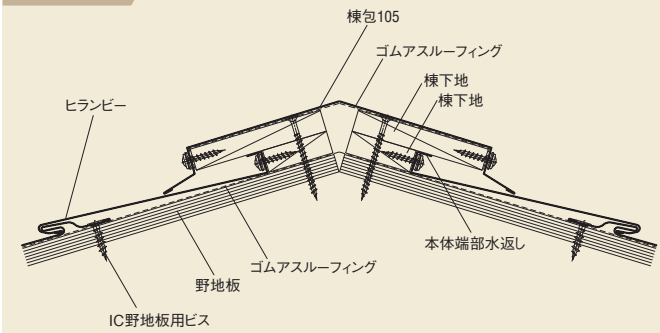
けらば納め



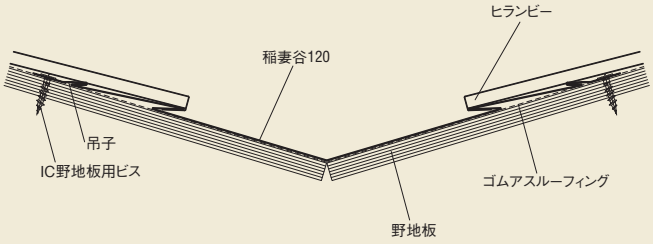
軒先納め



棟納め



谷納め

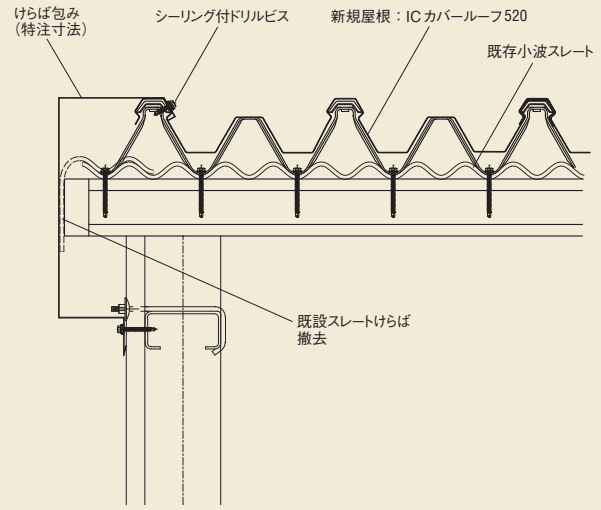


スレート屋根改修

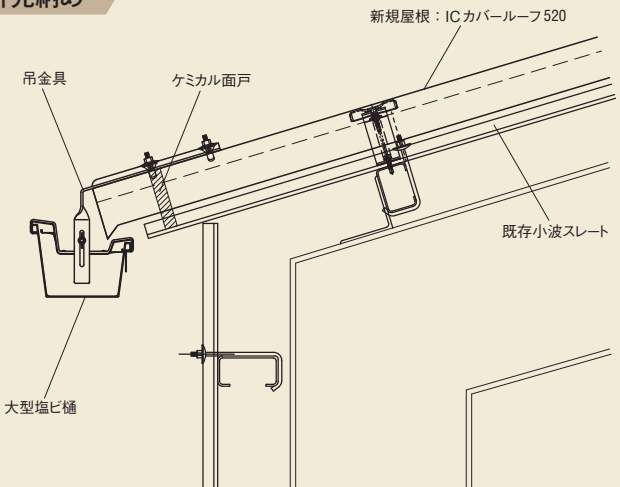
詳細は当社ホームページでご確認ください
http://www.inagakishoji.co.jp/

●ICカバールーフ520(508)

けらば納め

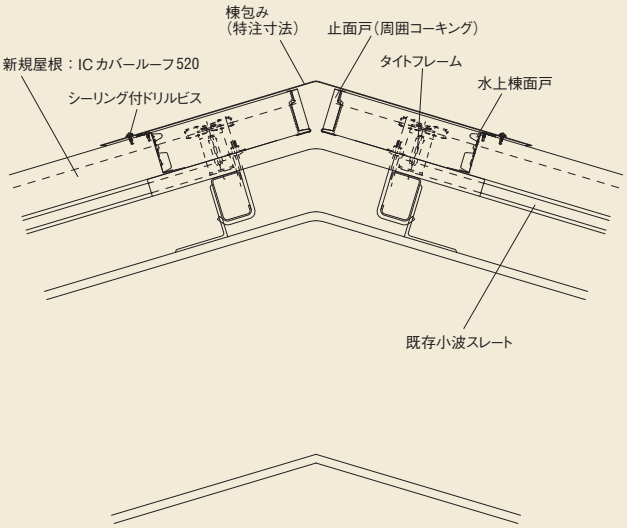


軒先納め



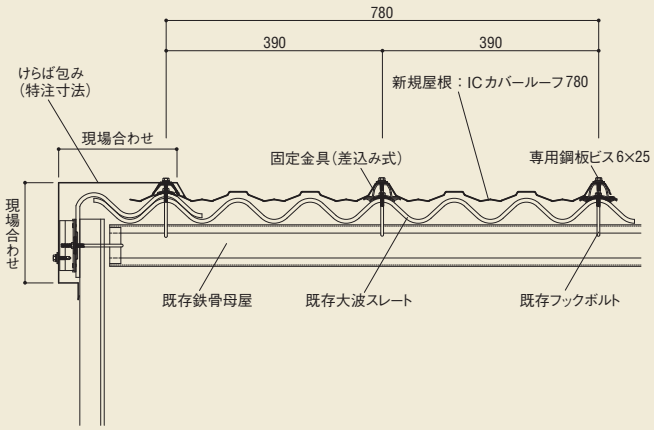
※軒先側のタイトフレームに滑り防止のためシーリング付ドリルビスで固定してください。
(本体1枚につき、1カ所)

棟納め

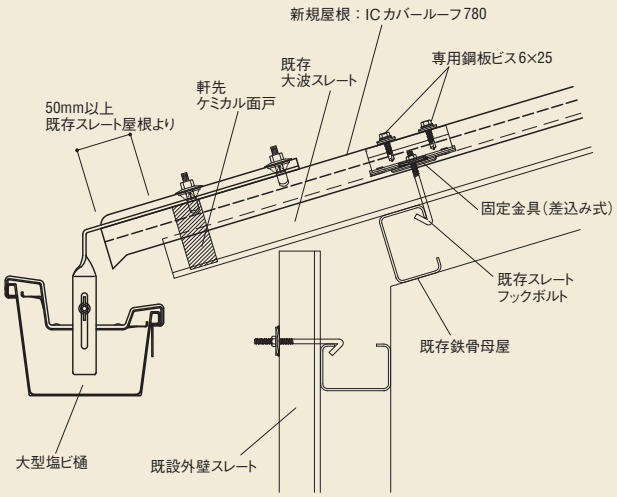


●ICカバールーフ780

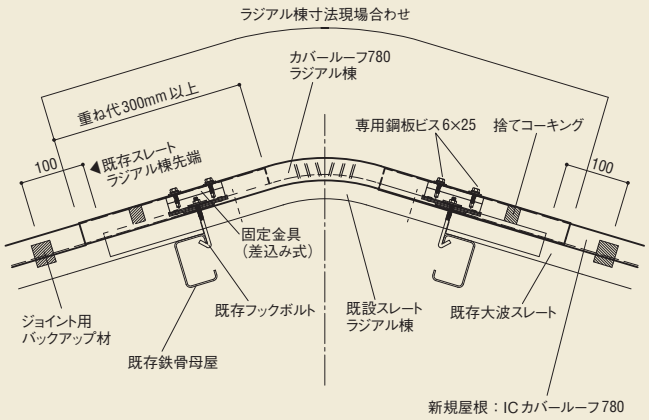
けらば納め



軒先納め



棟納め

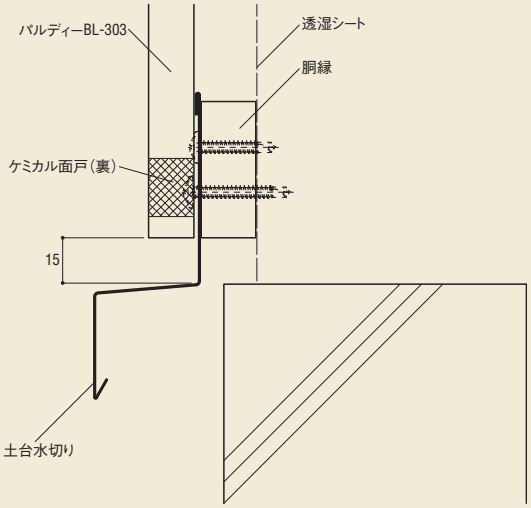


ボルトレスサイディング

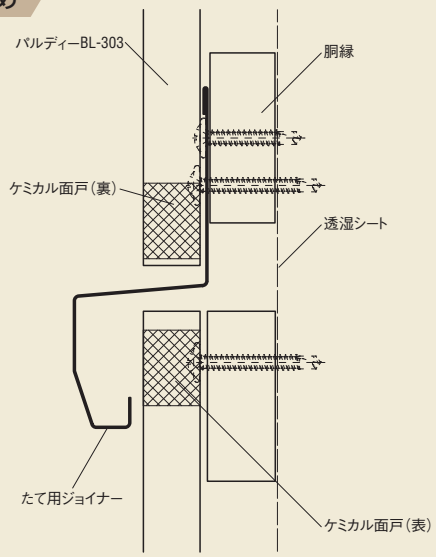
詳細は当社ホームページでご確認ください
http://www.inagakishoji.co.jp/

パルディーBL-303（パルディー/セルディー/ファントン共通納まり図）

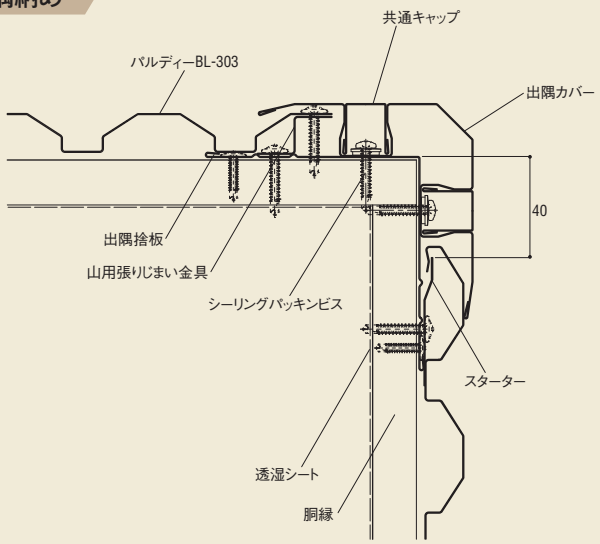
土台水切り納め



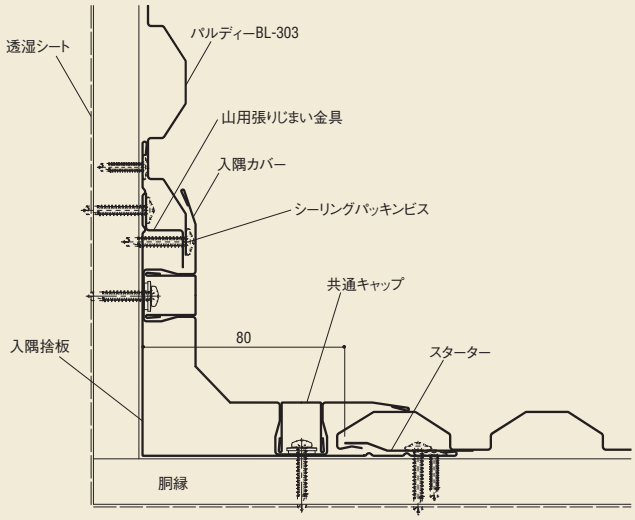
中間水切り納め



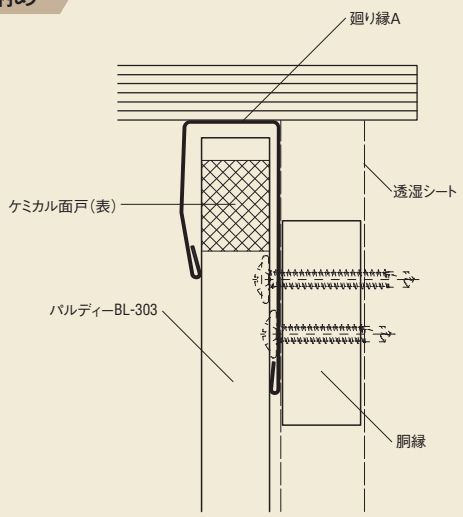
出隅納め



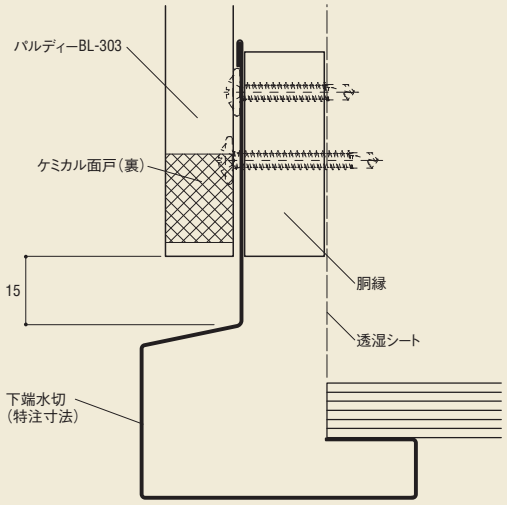
入隅納め



軒天納め



下場水切り納め



現場成型加工

成型板の運搬可能範囲を超える大型物件については、専用の現場成型機を導入し、いつでも、どこでも、安全・迅速に対応できるサービス体制を整えています。

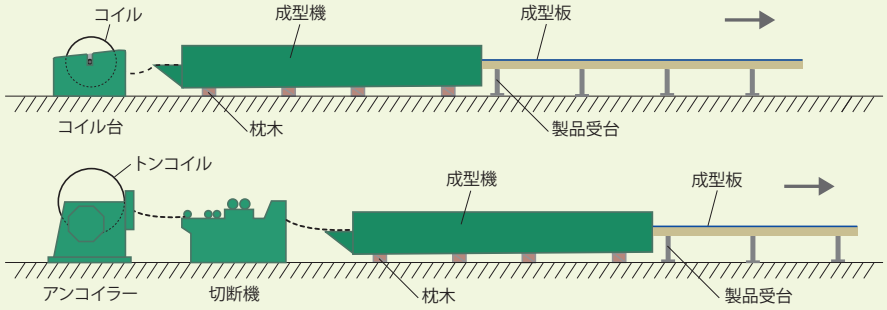
■現場成型参考図

●コイル台を使用するとき

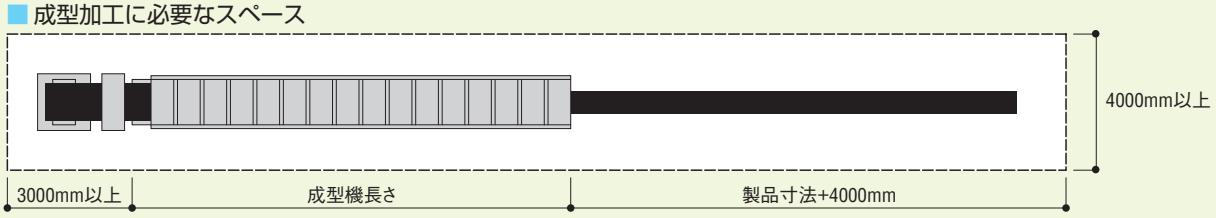
工場で断熱材を裏貼りし、規定の寸法にカットしたコイルを現場に搬入して成型します。

●アンコイラーを使用するとき

トンコイルを現場に搬入して成型します。



■成型加工に必要なスペース



■仕様

成型機							
角はぜ折板 K-500		キャップエース 本体成型機		キャップエース キャップ成型機		スタンビー TL-455	
全長	11000mm	全長	4700mm	全長	4720mm	全長	7700mm
幅	1600mm	幅	1350mm	幅	710mm	幅	1300mm
高さ	1200mm	高さ	1250mm	高さ	1250mm	高さ	1380mm
重量	11.6 t	重量	4.1 t	重量	1.7 t	重量	6.6 t

コイル台	
全長	1400mm
幅	1300mm
高さ	752mm
重量	0.6 t

アンコイラー	
全長	1400mm
幅	3000mm
高さ	1300mm
重量	2 t

切断機	
全長	2100mm
幅	2000mm
高さ	1280mm
重量	1.6 t

※仕様の寸法・重量は概数ですので、正確な数値が必要な場合は各営業所にお問い合わせください。

■ 現場成型留意点

● スペースの確保

成型スペース、材料置き場、成型品仮置き場、レッカー車の搬入・設置スペース及び作動範囲、荷揚げ空間等現場成型の条件に必要なスペースを確保してください。

● 電源の確保

三相交流200V　50A以上（電源位置から50m未満）
※ゼネレーターの場合は45KVA以上

● 荷揚げ方法

荷揚げは成型品長さに応じたテンビン長さでおこなってください。テンビン長さ・重量は荷揚げ要領をご参照ください。

● 角はぜ折板K-500ステージ成型

ステージ位置からの葺き方向に合った成型機をご指定ください。

● 仮設ステージの設計

仮設ステージの荷重強度計算に際しては、成型機及びコイル台等付随装置、加工コイル、作業人員、工具類等の荷重を勘案し設計してください。

角はぜ折板K-500の現場成型

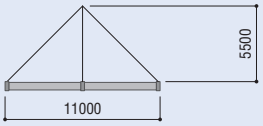
キャップエースの現場成型

ステージ成型

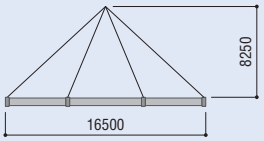
■ 荷揚げ要領

単位mm

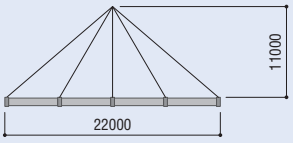
3点吊
テンビン（パイプ）2本
総重量　160kg



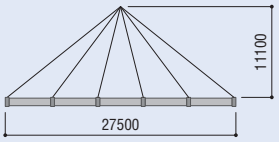
4点吊
テンビン（パイプ）3本
総重量　250kg



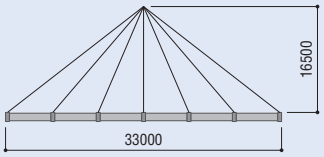
5点吊
テンビン（パイプ）4本
総重量　350kg



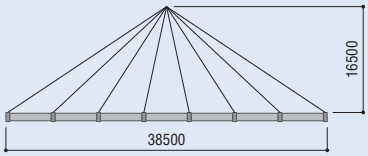
6点吊
テンビン（パイプ）5本
総重量　450kg



7点吊
テンビン（パイプ）6本
総重量　550kg



8点吊
テンビン（パイプ）7本
総重量　640kg



※総重量は、吊り具込みの重さです。
※トラステンビンは長さ6mで、重さ130kgです。（吊り具は別途）

耐火構造認定

■ 屋根30分耐火構造認定一覧

工　法	認定番号	屋根材	断熱材/裏貼材	板　厚（mm）	梁間長さ（mm）	タイトフレーム厚さ（mm）	認定取得者/管理者
シングル葺き/無機質断熱材	FP030RF-0756	角はぜ折板 K-500	NSフネン ST 5mm	0.8～1.2	4500以下	2.5以上	稲垣商事
	FP030RF-0494			0.6～1.2	4000以下	2.3以上	中川産業
	FP030RF-0434			0.8以上	5000以下	2.3以上	中川産業
	FP030RF-0549	角はぜ折板 K-300		0.6～1.0	3000以下	2.8以上	稲垣商事
	FP030RF-0412	ルーフデッキ 600		0.6～1.2	3000以下	2.3以上	中川産業
	FP030RF-0566	キックルーフ 520		0.6～1.0	2450以下	2.3～3.2	稲垣商事
	FP030RF-0814	折板 W-500		0.6～1.2	3200以下	3.0以上	稲垣商事
	FP030RF-0441	角はぜ折板 K-500	NSフネン GF 5mm	0.8～1.2	4000以下	2.5～4.5	稲垣商事
	FP030RF-0335	キックルーフ 520		0.6～1.0	2450以下	2.3以上	稲垣商事
	FP030RF-0501	ルーフデッキ 600	スーパーフェルトンⅢ ニュー不燃GⅡ	0.6～1.2	2250以下	2.3～4.5	日本金属屋根協会
	FP030RF-0502	折板 W-500		0.8～1.2	3750以下	2.3～4.5	日本金属屋根協会
	FP030RF-0633	角はぜ折板 K-500		0.8～1.2	4500以下	2.3～4.5	日本金属屋根協会
	FP030RF-0925	角はぜ折板 K-300	NSフネン GF 5mm	0.6～1.2	3500以下	2.3～4.5	日本金属屋根協会
	FP030RF-0927	角はぜ折板 K-600		0.6～1.2	3500以下	2.3～4.5	日本金属屋根協会
シングル葺き/無機質高充填フォームプラスチック	FP030RF-0632	角はぜ折板 K-500	ハイエチレンスーパー 4mm	0.8～1.2	4000以下	2.3～4.5	日本金属屋根協会
	FP030RF-0552	ルーフデッキ 600		0.6～1.2	1800以下	2.3～4.5	日本金属屋根協会
	FP030RF-0550	折板 W-500		0.8～1.2	1800以下	2.3～4.5	日本金属屋根協会
	FP030RF-1496	角はぜ折板 K-300		0.6～1.2	1850以下	2.3～4.5	日本金属屋根協会
	FP030RF-1440	角はぜ折板 K-600		0.6～1.2	1900以下	2.3～4.5	日本金属屋根協会
	FP030RF-9326	角はぜ折板 K-500 ルーフデッキ 600 折板 W-500	フネンエース 4mm	—	—	3.2以上	日本金属屋根協会
二重葺き	FP030RF-0162	角はぜ折板 K-500	グラスウール 10～24kg/m³ 厚さ 100mm	上葺0.8以上 下葺0.6以上	4000以下	2.5～4.5	稲垣商事
	FP030RF-1494		グラスウール 10kg/m³以上 厚さ 100mm他	上葺0.8～1.2 下葺0.6～1.2	5000以下		
二重葺き（スライド金具）	FP030RF-1548～1559	角はぜ折板 K-500	グラスウール 10kg/m³以上 厚さ 100mm他	上葺0.6以上 下葺0.6以上	5000以下	2.5以上	サカタ製作所
	FP030RF-1859-1～4				4500以下		高又製作所
システム天井	FP030RF-0693	角はぜ折板 K-500	NSフネン ST 5mm	0.6～1.2	4000以下	3.2以上	稲垣商事
二重葺き	FP030RF-1799 (1)～(9)*	角はぜ折板 K-500	**グラスウール** 10kg/m³以上 厚さ 100mm 50mm×2層 100mm×1層 **裏貼材** ガラス系と発泡系の組合せが下表どおり9種可能	上葺0.8～1.2 下葺0.6～1.2	5000以下	2.3～4.5	日本金属屋根協会
	FP030RF-1801 (1)～(9)*	折板 W-500		上葺0.8～1.2 下葺0.6～1.2	3750以下		
	FP030RF-1802 (1)～(9)*	ルーフデッキ 600		上葺0.6～1.2 下葺0.6～1.2	2500以下		

＊認定番号枝番の区分表

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
上葺材	×	×	G	G	×	P	P	G	P
下葺材	×	G	×	G	P	×	P	P	G

×：裏貼り断熱材なし　G：ガラス繊維系シート断熱材
P：無機質高充填フォームプラスチック

※タイトフレームの溶接等施工に関する事項、ボルト太さ等部材の規格に関する事項については認定書の記載に従ってください。
※認定書の内容につきましては最寄りの営業所までお問い合わせください。
※日本金属屋根協会の認定書は申請が必要となります（有料）。

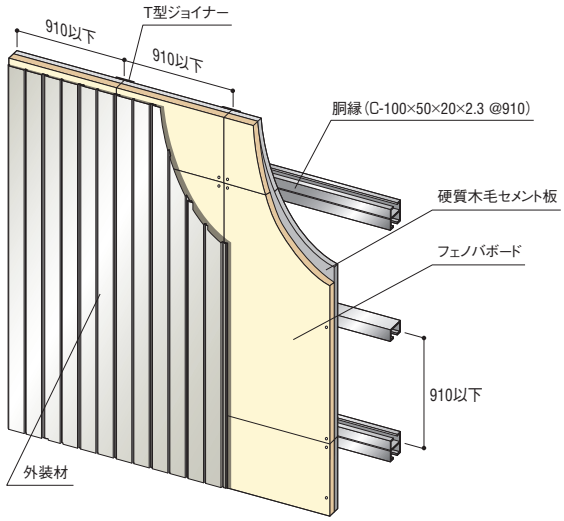
■外壁耐火構造

構　造　名	認定番号	適用 IC 商材	厚み	下地ピッチ	概　　要
カクナミ60 （60分耐火）	FP060NE-0129	ICデプスサイディング　F－1 ICデプスサイディング　F－2 ICデプスサイディング　F－4 ICデプスサイディング　M－5 ICデプスサイディング　R－6 ICデプスサイディング　G－8	0.35mm 以上	鉄骨造 910mm 以下	硬質木毛セメント板　厚さ 25mm以上 ＋ フェノバボード　厚さ 20～50mm
カクナミ30 （30分耐火）	FP030NE-0124				硬質木毛セメント板　厚さ 20mm以上 ＋ フェノバボード　厚さ 20～50mm
スパンドレル60 （60分耐火）	FP060NE-0153	ICデプスサイディング　F－1 ICデプスサイディング　F－2 ICデプスサイディング　F－4 ICデプスサイディング　M－5 ICデプスサイディング　R－6 ICデプスサイディング　G－8 パルディー セルディー ファントン 角スパン156 スパン150	0.4mm 以上*1	鉄骨造 910mm 以下	石膏ボード　厚さ 12.5mm以上 ＋ 硬質木毛セメント板　厚さ20mm以上 ＋ フェノバボード　厚さ20mm

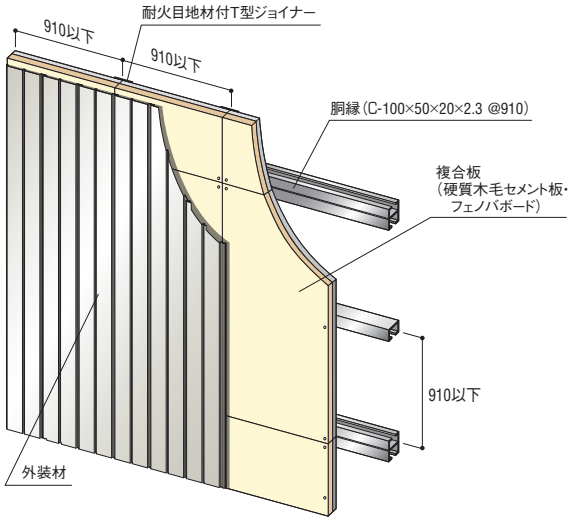
＊1：パルディー・セルディー・ファントンの仕様規格は0.4mmのみです。
　　角スパン156・スパン150の仕様規格は0.5mmのみです。
※詳細については営業所までお問い合わせください。

資料提供：積水化学工業（株）

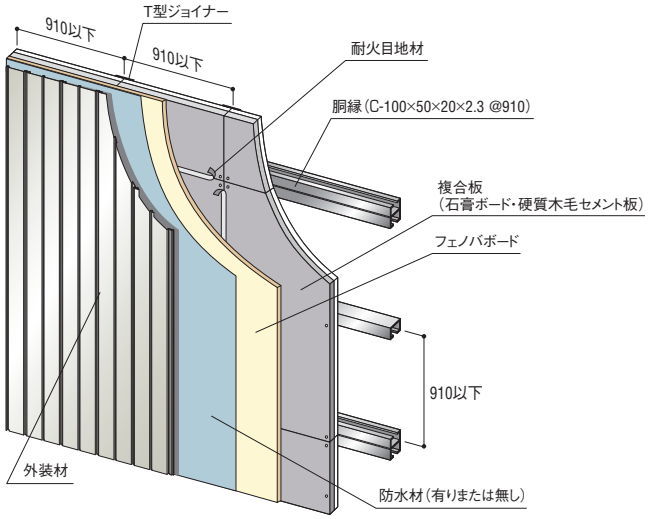
●カクナミ30 透視図



●カクナミ60 透視図



●スパンドレル60 透視図



外壁防火構造認定

■防火構造

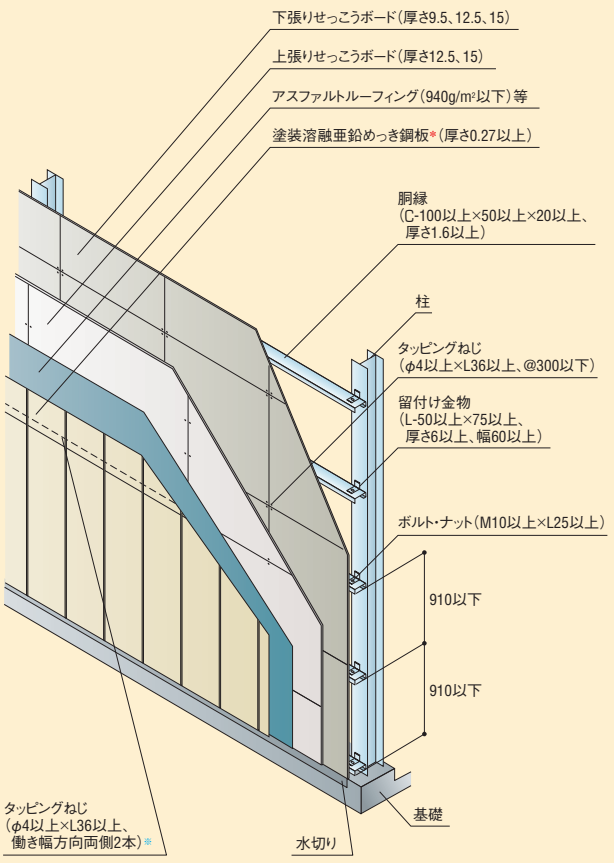
商　品　名	鋼板厚み	認定番号	下地ピッチ	概　　要
ＩＣデプスサイディング　Ｆ－１	0.27mm以上＊	PC030NE-0089	鉄骨造 910mm以下	上張りせっこうボード （厚さ12.5mm、15mm） ＋ 下張りせっこうボード （厚さ9.5mm、12.5mm、15mm）
ＩＣデプスサイディング　Ｆ－２				
ＩＣデプスサイディング　Ｆ－３				
ＩＣデプスサイディング　Ｆ－４				
ＩＣデプスサイディング　Ｍ－５				
ＩＣデプスサイディング　Ｒ－６				
ＩＣデプスサイディング　Ｇ－７				
ＩＣデプスサイディング　Ｇ－８				
ＩＣ大浪・中浪				
ＩＣリブナミ・リブスター				
セルディー		PC030NE-0090		
パルディー				
ファントン				

＊パルディー・セルディー・ファントンの仕様規格は0.4mmのみです。
＊リブスターは0.27mmのみ。

＊ＪＦＥ鋼板取得認定　資料提供：ＪＦＥ鋼板（株）

●縦張り仕様　透視図

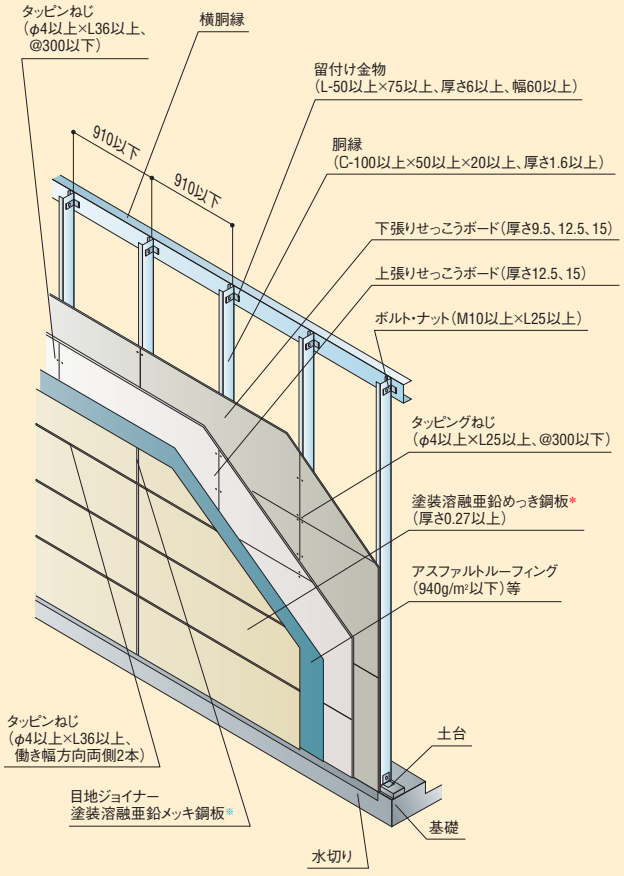
（単位:mm）



＊:必要に応じて溶融亜鉛めっき鋼板（無塗装）を使用する。
※:働き幅が455mmを超えるものについては、455mm以下の間隔（3本以上）で留付ける。

●横張り仕様　透視図

（単位:mm）



＊:必要に応じて溶融亜鉛めっき鋼板（無塗装）を使用する。
※:働き幅が455mmを超えるものについては、455mm以下の間隔（3本以上）で留付ける。

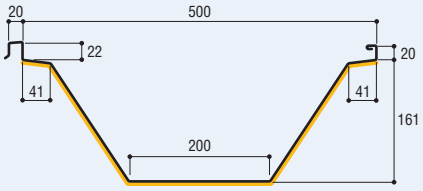
裏貼材

●ICボルトレス折板、ICキックルーフ、IC折板に各種断熱材を裏貼りした一体構造品は、断熱材の特性によって ①IC断熱折板 ②IC準不燃断熱折板 ③IC不燃断熱折板に区分して生産しています。

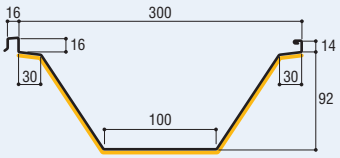
●いずれも断熱・防露・吸音・耐熱性にすぐれ、屋根の軽量化、工事の省力化に大きな威力を発揮し、快適な室内環境づくりに役立ちます。

●キャップエース、スタンビー、ダンビー、ヒランビー、カバールーフ780、デプスサイディングにも裏貼りできます。

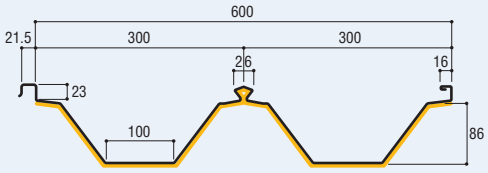
IC 断熱角はぜ折板 K-500（K-1型）



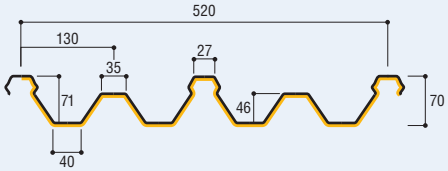
IC 断熱角はぜ折板 K-300



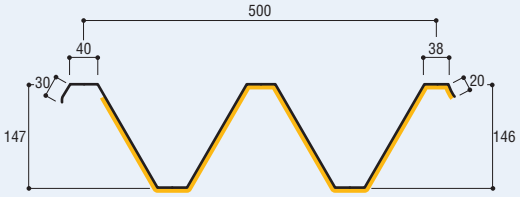
IC 断熱角はぜ折板 K-600



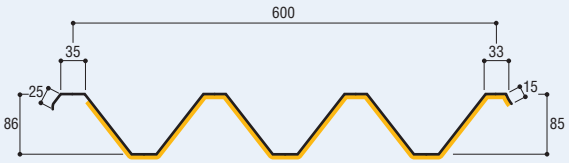
IC断熱キックルーフ520



IC断熱折板W-500



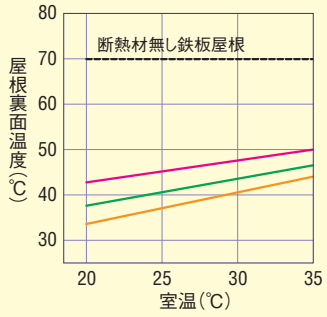
IC断熱ルーフデッキ600



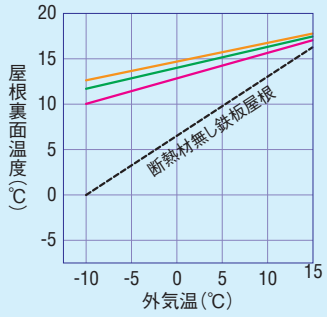
断熱屋根の裏面温度

フネンエース8mm貼合品　フネンエース6mm貼合品　フネンエース4mm貼合品

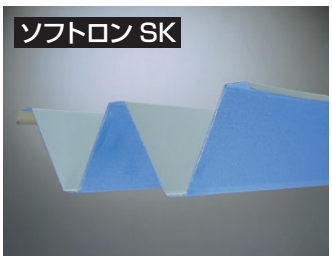
夏期 屋根裏面温度=70℃の場合

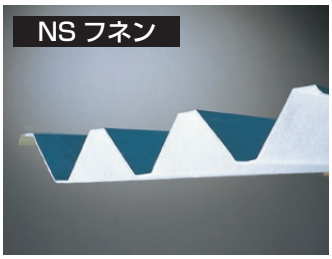


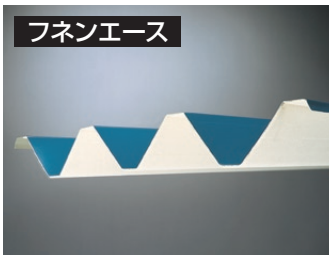
冬期 屋根裏面温度=17.5℃の場合



裏貼り断熱材	見掛密度 (g/cm³)	引張強さ(kPa)	伸び(%)	熱伝導率 (kcal/m·h·℃)
ソフトロンSK	0.025	タテ 340　ヨコ 180	タテ 190　ヨコ 130	0.0374
フォームエース	0.025	タテ 229　ヨコ 175	タテ 98　ヨコ 118	0.037
NSフネンEX	0.12	タテ 735　ヨコ 450	タテ 100　ヨコ 145	0.030
フネンエース	0.04	タテ 189　ヨコ 111	タテ 50　ヨコ 68	0.035







金属特性一覧・単重表

■原板

商　品　名	組　　成	特　　長
JFEガルバリウム鋼板	溶融55%Al-Zn合金メッキ鋼板	溶融亜鉛メッキ鋼板の3～6倍もの優れた耐食性
		優れた熱反射性
		優れた耐熱性
		環境対応(クロメートフリー)

■カラー鋼板

商　品　名	塗膜種類	塗膜厚(μ)	塗膜硬度	基本特性				付加特性						
				耐食性		耐候性	加工性	遮熱性	耐酸性	耐アルカリ性	耐摩耗性	意匠性	耐薬品性	耐熱性
				平坦部	加工部									
Jクラフト[和み-FIT つやあり]	ポリエステル樹脂	10～20	H～3H	●	◎	○	○	○						
Jクラフト[和み-FIT つやけし]		13～20	2H～4H	●	◎	○	○	○						
Jクラフト[極み-MAX]		18～24	2H～4H	●	◎	●	○	●	●		●			
Jクラフト[和み-FIT ミドル]		13～20	2H～4H	●	◎	◎	○	●	●					
JFEディンプルカラー GL		13～25	H～3H	●	◎	◎	○	●	●	◎		●		
JFE光輝メタリックカラー GL		13～20	H	●	◎	○	○					●		
JFEカラー F-20GL	フッ素樹脂	23～30	H～2H	●	●	●	●	●	●				●	●
JFEダルエース F-20GL		23～30	H～2H	●	●	●	●	●	●				●	●

●：特に優れている　◎：優れている　○：ベース性能

■商材別材料不燃認定・保証一覧

区　　分	商　品　名	該当JIS	不燃番号	保 証 内 容
メッキ	JFEガルバリウム鋼板	JIS G3321	NM-8697	穴あき10年
塗　装	Jクラフト[和み-FIT つやあり]	JIS G3322		穴あき・赤錆10年
	Jクラフト[和み-FIT つやけし]			穴あき・赤錆10年
	Jクラフト[極み-MAX]			塗膜保証15年
	Jクラフト[和み-FIT ミドル]			穴あき・赤錆10年
	JFEディンプルカラー GL			穴あき・赤錆10年
	JFE光輝メタリックカラー GL			穴あき・赤錆10年
	JFEカラー F-20GL			塗膜保証20年
	JFEダルエース F-20GL			塗膜保証20年

■ガルバリウム鋼板　単重表

単位：kg/m

厚さ＼幅	610 (mm)	762 (mm)	914 (mm)	1000 (mm)
0.25 (mm)	1.32	1.65	1.98	—
0.27 (mm)	1.42	1.77	2.12	2.32
0.3 (mm)	1.56	1.95	2.34	2.58
0.35 (mm)	1.80	2.25	2.69	2.95
0.4 (mm)	2.04	2.55	3.05	3.34
0.5 (mm)	2.52	3.14	3.77	4.12
0.6 (mm)	3.00	3.74	4.49	4.91
0.8 (mm)	3.95	4.94	5.92	6.48
1.0 (mm)	4.91	6.13	7.36	8.05

■屋根用カラーステンレス(sus304)単重表

単位：kg/m

厚さ＼幅	610 (mm)	762 (mm)	914 (mm)	1000 (mm)
0.3 (mm)	1.45	1.81	2.17	2.38
0.35 (mm)	1.69	2.12	2.54	2.78
0.4 (mm)	1.94	2.42	2.90	3.17
0.5 (mm)	2.42	3.02	3.62	3.97
0.6 (mm)	2.90	3.63	4.35	4.76
0.8 (mm)	3.87	4.83	5.80	6.34

マンセル値・光沢値

商品名	色名	品番	日射反射率（GL下地）	マンセル値	光沢値
JFEカラー GL	しろいろ	402W	—	3.7 BG 9.1／0.3	65.0
Jクラフト[和み-FIT つやあり]	A コバルトブルー	Z14V	—	0.2 PB 2.8／9.9	45.0
	A カスタード	Z24V	—	1.2 Y 8.0／4.3	30.0
	A パッションレッド	Z34V	—	6.2 R 3.6／11.0	45.0
	A こむぎいろ NC	B10W	51%	0.1 Y 7.2／3.1	15.0
	Aしろいろ NC	B02W	63%	5.5 GY 9.1／1.2	50.0
	A あまいろ NC	B42W	58%	6.4 Y 8.5／1.5	50.0
	A ぞうげいろ NC	B43W	52%	5.6 Y 7.5／0.8	35.0
	しんちゃ NC	U12W	44%	0.7 YR 3.6／0.5	30.0
	あおいろ NC	U14W	55%	2.3 B 2.9／6.4	75.0
	あかいろ NC	U37W	50%	0.5 YR 2.9／7.5	75.0
	わかばいろ NC	U52W	65%	1.6 G 6.4／2.0	75.0
	みどりいろ NC	U57W	43%	9.5 G 3.2／3.3	75.0
	はいいろ NC	U65W	64%	2.7 B 5.2／1.2	75.0
	しろがねいろ NC	U76W	60%	0.5 PB 6.0／0.6	60.0
Jクラフト[和み-FIT つやけし]	A ミルクホワイト NC	B41Z	55%	2.8 Y 7.8／1.6	5.0
	A オイスターホワイト NC	B65Z	45%	6.5 G 7.3／0.9	5.0
	ストーングレー NC	U01Z	56%	8.8 BG 5.4／0.3	5.0
	ボルドーレッド NC	U03Z	50%	4.1 R 3.0／5.3	6.0
	ウッディグリーン NC	U07Z	42%	9.3 BG 2.5／1.8	6.0
	インクブルー NC	U09Z	47%	8.2 B 2.2／3.0	6.0
	スチールブラック NC	U11Z	45%	9.1 PB 3.3／0.5	5.0
	マロンブラウン NC	U13Z	47%	2.4 YR 2.7／0.6	6.0
	エメラルドグリーン NC	U51Z	56%	5.4 BG 5.3／4.2	5.0
	アイアンシルバー NC	U77Z	44%	6.6 B 4.1／0.6	5.0
	ピッチブラック NC	U96Z	44%	7.9 B 2.2／0.3	5.0
Jクラフト[和み-FIT ミドル]	J シルバーTNC	433T	61%	4.4 PB 6.1／0.2	50.0
	ペールオレンジT	403B	63%	8.5 YR 6.8／5.4	13.0
	J アイボリーT	8179	—	3.8 Y 8.3／1.2	13.0
Jクラフト[極み-MAX]	A スターゴールド KNC	K055	51%	1.2 Y 5.9／0.9	3.0
	A ミストホワイト KNC	K001	65%	0.1 GY 7.4／0.8	3.0
	A ライトキャメル KNC	K003	66%	1.8 Y 7.3／3.0	3.0
	A マットホワイト KNC	K005	71%	1.1 Y 8.5／0.7	6.0
	ナチュラルグレー KNC	K007	56%	4.8 BG 5.6／0.3	6.0
	バンブーグリーン KNC	K011	61%	1.9 BG 6.1／2.3	6.0
	モスグリーン KNC	K013	46%	3.5 G 3.4／0.8	3.0
	ミッドナイトブルー KNC	K017	43%	3.4 PB 2.3／2.6	5.0
	ブライトレッド KNC	K025	53%	2.8 R 3.5／4.8	6.0
	ダークブラウン KNC	K031	44%	10 R 3.2／0.5	6.0
	セピア KNC	K033	46%	4.6 YR 2.8／1.3	5.0
	ジェットブラック KNC	K041	44%	2.2 RP 2.7／0.2	6.0
	ライトブラック KNC	K043	45%	1.6 PB 2.8／0.7	3.0
	シルバーブラック KNC	K045	43%	0.8 P 4.5／0.1	6.0
	グレーシルバー KNC	K053	56%	4.4 Y 7.2／0.2	6.0
JFEカラー GL ディンプル	スパイスカッパー	7198	—	5.6 YR 6.5／1.5	40.0
	サンシャインゴールド	7197	—	2.8 Y 7.4／0.9	30.0
	スチールブルー	7199	—	4.3 B 6.1／0.6	40.0
	メタルシルバー	7196	—	6.3 GY 7.7／10.1	25.0
JFE光輝メタリックカラー GL	BR シルバー	4211	—	1.8 Y 7.1／0.7	24.0
	BR ベージュ	4212	—	3.3 Y 7.1／1.3	24.0
	BR ローズ	4213	—	7.4 YR 7.1／1.0	24.0

建築基準法（抜粋）

● 屋根/外壁の防耐火性能に関する建築基準法の構成

建築基準法			施工令				告知	
章(節)	条	見出し	章	節	条	見出し	見出し	
第1章 総則	2	用語の定義	4 耐火構造・準耐火構造・防火構造・防火区画等		107	耐火性能に関する技術的基準	平 12.1399 平 12.1432	耐火構造の構造方法 可燃物燃焼温度
					107の2	準耐火性能に関する技術的基準	平 12.1358	準耐火構造の構造方法
					108	防火性能に関する技術的基準	平 12.1359	防火構造の構造方法
					108の2	不燃性能 及び その技術的基準	平 12.1400	不燃材料
					108の3	耐火建築物の主要構造部に関する技術的基準	平 12.1433	耐火性能検証法に関する算出方法等
					109の2	遮炎性能に関する技術的基準		
					109の3	主要構造部を準耐火とした建築物と同等の耐火性能を有する建築物の技術的基準	平 12.1367 平 12.1368	準耐火建築物と同等の性能を有する建築物等の屋根の構造方法 床又はその直下の天井の構造方法
			1 総則	1 用語の定義及び算定方法	1	用語の定義	平 12.1401 平 12.1402	準不燃材料 難燃材料
第2章 建築物の敷地・構造及び建築設備	22	屋根	4 耐火構造・準耐火構造・防火構造・防火区画等		109の5	法 第22条 第1項の市街地の 区域内にある建築物の屋根の性能に関する技術的基準	平 12.1361 平 12.1434	特定行政庁が防火地域 及び 準防火地域以外の市街地について指定する区域内における屋根の構造方法 不燃性の物品を保管する倉庫に類する用途
	23	外壁			109の6	準防火性能に関する技術的基準	平 12.1362	木造建築物等の外壁の延焼の恐れのある部分の構造方法
	26	防火壁			113	木造等の建築物の防火壁	平 12.1367	準耐火建築物と同等の性能を有する建築物等の屋根の構造方法
					115の2	防火壁の設置を要しない建築物に関する技術的基準	平 12.1380 平 12.1381	耐火建築物とすることを要しない特殊建築物の主要構造部の構造方法 ひさし、その他これに類するものの構造方法
第3章 第5節 防火地域	62	準防火地域内の建築物	7の2 防火地域又は準防火地域内の建築物		136の2	地階を除く階数が3である建築物に関する技術的基準	昭 62.1905 (改正 平 12.1384)	外壁、主要構造部である柱、及び はり、床、床の直下の天井、屋根、屋根の直下の天井並びに国土交通大臣が指定する建築物の部分の構造
	63	屋根			136の2の2	防火地域 又は 準防火地域内の建築物の屋根の性能に関する技術的基準	平 12.1365 平 12.1434	防火地域又は準防火地域内の建築物の屋根の構造方法 不燃物の物品を保管する倉庫に類する用途
					136の2の3	準遮炎性能に関する技術的基準		

※出展:日本屋根協会 施工と管理　N-186 2002.7～8月号

防火構造の説明

●用途、規模により耐火建築物または準耐火建築物としなければならない建築物

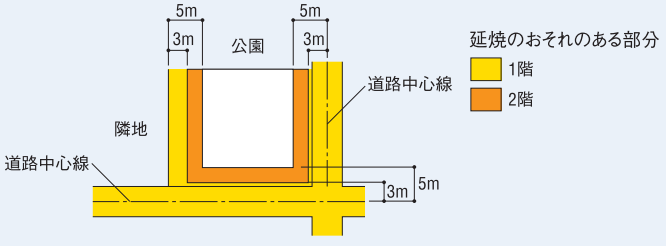
	用途	耐火建築物としなければならない場合		耐火建築物または準耐火建築物としなければならない場合
		次の階をその用途に使用する場合	その用途に使用する部分の床面積の合計が次の数値以上の場合	その用途に使用する部分の床面積の合計が次の数値以上の場合
1	劇場・映画館・演芸場 観覧場・公会堂・集会場	3階以上の階または主階が1階にないもの	3階以上の階で 200m²か、それ以上（客席） 1000m²か、それ以上（屋外観覧席）	—
2	病院・診療所（患者の収容施設のあるもの）・ホテル・旅館・下宿・共同住宅・寄宿舎・児童福祉施設等	3階以上の階にあるとき	—	300m²か、それ以上（2階部分に限る。ただし、病院・診療所にあってはその部分に患者の収容施設がある場合）
3	学校・体育館・博物館・美術館・図書館・ボーリング場・スキー場・スケート場、水泳場またはスポーツ練習場	3階以上の階にあるとき	—	2000m²か、それ以上
4	百貨店・マーケット・展示場・キャバレー・カフェー・ナイトクラブ・バー・ダンスホール・遊技場・公衆浴場・待合・料理店・飲食店または物品販売を営む店舗（床面積が10m²以内のものを除く）	3階以上の階にあるとき	3000m²か、それ以上	500m²か、それ以上（2階部分に限る）
5	倉庫	—	200m²か、それ以上（3階以上の床面積）	1500m²か、それ以上
6	自動車車庫・自動車修理工場・映画スタジオ・テレビスタジオ	3階以上の階にあるとき	—	150m²か、それ以上（ただし、主要構造部を不燃構造とした準耐火建築物）

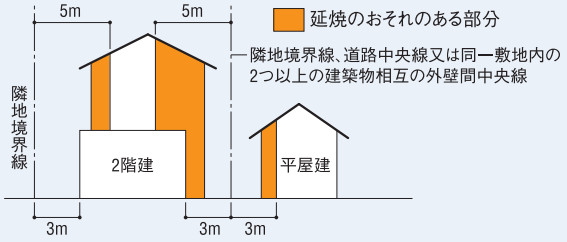
●防火地域、準防火地域、22条区域等における建築規制

	建築物の規模別措置			屋根、開口耐火措置
	規模	耐火措置	緩和措置	
防火地域	階数が3以上の建築物 延床面積が100m²をこえる建築物	耐火建築物とする	次に掲げるものは緩和される。 ①延床面積が50m²以下の平屋建の付属建物で、外壁および軒裏が防火構造のもの。 ②卸売市場の上家・機械製作工場などで、主要構造部が不燃材料でつくられ、火災発生のおそれの少ない用途のもの。 ③高さ2mをこえる門またはへいで、不燃材料でつくりまたはおおわれたもの。 ④高さ2m以下の門またはへい。	①建築物の屋根で耐火構造のないものは不燃材料でつくるか、または葺く。 ②耐火建築物及び準耐火建築物以外のものは、その外壁の開口部で延焼のおそれのある部分に、政令で定める構造の防火戸その他の防火設備を設けなければならない。
	上記以外の建築物	耐火建築物または、準耐火建築物とする		
準防火地域	階数が4以上の建築物（地階を除く） 延床面積が1500m²をこえる建築物	耐火建築物とする	①上記②に該当する建築物は緩和される。 ②木造の建築物は、その外壁および軒裏で延焼のおそれがある部分は、防火構造とし、これに付属する高さ2mをこえる門または、へいで当該門または、へいが建築物の1階であるとした場合に延焼のおそれのある部分に該当する部分を不燃材料で造り、またはおおわなければならない。	①上記①、②と同じ。
	階数が3の建築物 延床面積が500m²をこえ、1500m²以下	耐火建築物または、準耐火建築物とする		
法22条指定区域	法22条規定とは		防火措置	
	特定行政庁が防火地域および準防火地域以外の市街地に防火を目的として指定する地域。 一般に法22、23、24条を指していう。		①屋根……不燃材料でつくるかまたはふく。（法22条1項） ②木造建築物の外壁……延焼のおそれのある部分は土塗壁または延焼防止について土塗壁と同等以上の効力を有する構造とする。（法23条） ③木造の特殊建築物の外壁……延焼のおそれのある外壁、軒裏は防火構造とする。（法24条）	

●延焼のおそれのある部分

延焼部分の距離測線位置	延焼のおそれのある部分		ただし書きにより適用されない部分
	1階	2階以上	
隣地境界線、道路中心線又は同一敷地内の2つ以上の建築物（延べ床面積の合計が500m²以内の建築物は、1つとみなす）相互の外壁間の中心線から1階は3m以下、2階以上は5m以下の距離にある建築物の部分をさす。	3m以下	5m以下	①防火上有効な公園、広場、川等の空き地、もしくは水面に面している。 ②耐火構造の壁、その他これらに類するものに面している。





建築基準法の風荷重

風荷重とは風による圧力(風圧力)で、風荷重の計算は建築基準法で定められた方法で算出されます。

●関連法規

1)構造方法　施 行 令：39条第2項(屋根葺き材等の緊結)
関連告示：屋根葺き材、外装材及び屋外に面する帳壁の構造方法を定める件
(告示第1458号)

2)構造計算　施 行 令：82条の5(屋根葺き材等の構造計算／許容応力度等の計算)
関連告示：屋根葺き材、外装材及び屋外に面する帳壁の構造計算を定める件
E、Vo及び風力係数の定める件
(告示第1454号)
施 行 令：82条の5の七(限界耐力計算)
関連告示：td、Bdi、安全限界変位屋根葺き材等の構造耐力上の安全を確かめるための構造計算の基準を定める件
(告示第1457号の第8)

※本稿の内容は施行令82条の5および告示第1458号に基づいています。

●構造計算を必要としない建築物の屋根

建築基準法では規模の小さい建物では、構造計算を必要としない規定があります。
このような建築物の屋根などは、施行令の39条および関連告示に示された構造方法の規定を満足していることが求められます。
構造計算が課せられない小規模の建物とはーーーー

1) 木造で延べ床面積500㎡以下で、2階建て以下の建物。
2) S造またはRC造で延べ床面積200㎡以下の平屋であること。

※この条件を越える建物では、構造規定に基づいた構造計算が要求されます。

●屋根等の構造計算

屋根等の風に対する構造計算は、告示第1458号「屋根葺き材、外装材及び屋外に面する帳壁に構造計算に定める件」で「屋根葺き材及び高さ13mを越える建築物の屋外に面する帳壁は、風圧力に対して安全上支障のないこと」と規定されています。
以下、本規定及び告示第1454号の風圧力関連規定に示されている「風荷重の計算式」の概要を紹介してみましょう。
建築基準法では風荷重は「風圧力」と呼ばれています。

1) 風圧力(W)
風圧力は［平均速度圧］×［ピーク風力係数］で算出される。

$W = \overline{q}\,\hat{C}f$ ……A式
W：風圧力（N/㎡）
$\overline{q}$：平均速度圧（N/㎡）……B式
$\hat{C}f$：ピーク風力係数……D式

2) 平均速度圧($\overline{q}$)
平均速度圧は
［平均風速の鉛直分布係数］×［基準風速］×［0.6］
で算出する。
基準風速は、これまでの観測結果から全国の「市・郡」単位で30m/秒～46m/秒の範囲で具体的に定められている。(告示第1454号)

$\overline{q} = 0.6Er^2Vo^2$ ……B式
Er：平均風速の鉛直分布係数……C式
Vo：基準風速（m/秒）

3) 平均風速の鉛直分布係数（Er）
建築物の立地する地域環境を示す［地表面粗度区分］と建築物の高さの関係から算出する。［地表面粗度区分］は建築物の立地する地域が都市計画区域にあるかどうか、海岸からの距離、建築物の高さなどによって変わってくる。また、「屋根等」のqの算出では「地表面粗度区分」が「Ⅳ」であっても、「Ⅲ」の数値を使用する。建築物の高さは、「最高高さ」から「建築物の高さと軒の高さの平均」へと変更になっている。

表1

地表面粗度区分	Ⅰ	$Er = 1.7(H/250)^{0.10}$
	Ⅱ	$Er = 1.7(H/350)^{0.15}$
	Ⅲ Ⅳ	$Er = 1.7(H/450)^{0.20}$

……C式

H: 建築物の高さと軒の高さの平均の数値（m）
高さ5m以下は5mとする。
なお、「Er」は局部的な地形の影響などにより平均風速が割増される恐れがある場合は、その影響を考慮しなければならない。
B、C式を整理すると平均速度圧は次式となる。

表2

地表面粗度区分	Ⅰ	$\overline{q} = 0.6\{1.7(H/250)^{0.10}\}^2 Vo^2$
	Ⅱ	$\overline{q} = 0.6\{1.7(H/350)^{0.15}\}^2 Vo^2$
	Ⅲ Ⅳ	$\overline{q} = 0.6\{1.7(H/450)^{0.20}\}^2 Vo^2$

4) ピーク風力係数（$\hat{C}f$）
ピーク風力係数は［ピーク外圧係数］−［ピーク内圧係数］で算出する。ピーク外圧係数は［正圧］と［負圧］に分けてそれぞれ算出する。ピーク内圧係数は表3の通りであるが、通常の閉鎖系の建築物では［0］となる。

$\hat{C}f = \hat{C}pe - \hat{C}pi$ ……D式
$\hat{C}pe$：ピーク外圧係数
$\hat{C}pi$：ピーク内圧係数

表3　屋根等のピーク内圧係数（$\hat{C}pi$）

閉鎖系の建築物	$0 \leqq \hat{C}pe$	−0.5
	$\hat{C}pe < 0$	0
開放系の建築物	風上開放	1.5
	風下開放	−1.2

5) 正のピーク外圧係数（$+\hat{C}pe$）
正圧のピーク外圧係数は
［外圧係数］×［外圧のガスト影響係数］で算出する。
外圧係数は切妻屋根等、円弧屋根及び帳壁の3種類に分けて規定されているので、屋根形状にあった数値を採用する。
外圧のガスト影響係数の数値はすべて同じである。

$+\hat{C}pe = Cpe \times Gpe$ ……E式
Cpe：外圧係数　表4
Gpe：外圧のガスト影響係数

(5m以下及び40m以上の数値のみ規定しているが、ここでは表を省略しています。)

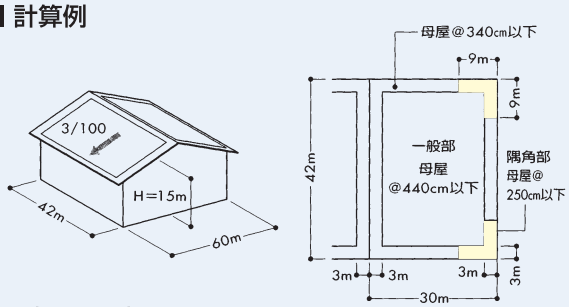
表4　切妻屋根面、片流れ屋根及びのこぎり屋根面の正の外圧係数(Cpe)

θ	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°
Cpe	0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.26	0.33	0.40	0.44

θ		55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
Cpe		0.49	0.53	0.58	0.62	0.67	0.71	0.75	0.80

θ: 屋根勾配
外圧係数は、≦10°、30°、45°、90°のみ規定されており、その中間部の屋根勾配の外圧係数は、直線的に補間して求めることになっている。表中の補間値(□以外の部分)は安全サイドに補正した数値である。詳細数値は直線補間して求めること。

■ 計算例



[1] 条件を設定する

1. 建物：横浜市内の工場屋根
2. 地理的条件
   海から150mの位置で特定行政庁の指定無
3. 屋　根：折板/はぜ締め形折板 K-500
   材　料：カラー鉄板GLベース　t=0.8mm
   形　状：切妻　勾配3/100
   屋根平均高さ：H/15m
4. 適用法令
   建築基準法施行令82条の5
   建設省告示第1454号、第1458号による

[2] 母屋のピッチの計算

● 風荷重を求める

建設省告示第1454号、第1458号により
地表面粗度区分はⅡ
横浜市の基準風速Voは、34m/sec

$$W = \overline{q} \times \hat{C}f \ (N/m^2)$$

W：風圧力（N/㎡）
$\overline{q}$：平均速度圧（N/㎡）
$\hat{C}f$：ピーク風力係数

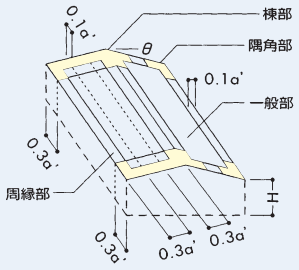
1)平均速度圧を求めると

$\overline{q} = 0.6 \times Er^2 \times Vo^2 = 779$（N/㎡）
$Er = 1.7 \times (H/ZG)^{\alpha} = 1.1$
H = 15m　ZG=350　α=0.15

2)ピーク風力係数を設定すると

切妻屋根で屋根勾配が3/100より
屋根周縁部(一般的周縁部) …… $\hat{C}f_1 = -3.2$
屋根周縁部のうち隅角部 …… $\hat{C}f_2 = -4.3$
棟部 …… $\hat{C}f_3 = -3.2$
その他一般部 …… $\hat{C}f_4 = -2.5$

よって風圧力Wは
$W_1 = 779 \times (-3.2) = -2493$ (N/㎡) …… 周縁部
$W_2 = 779 \times (-4.3) = -3350$ (N/㎡) …… 隅角部
$W_3 = 779 \times (-3.2) = -2493$ (N/㎡) …… 棟部
$W_4 = 779 \times (-2.5) = -1948$ (N/㎡) …… 一般部



● 折板強度

はぜ締め形折板の断面性能
K-500　t=0.8mm
断面二次モーメント　I　312cm^4/m（負圧）
断面係数　Z　33.9cm^3/m（負圧）
許容応力度 ≦13720N/cm^2
許容たわみ ≦ L/300
吊子1ヵ所の許容荷重 ≦ 4900N(SUS吊子)
→ 吊子部　許容荷重 ≦ 9800N

● 隅角部の最大母屋スパンの算出
(分布荷重　ω=−33.5N/cm)

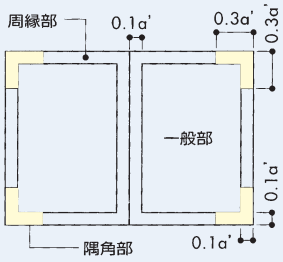
1）応力計算
$\sigma = \omega \times L2/(10 \times Z) \leqq 13720$N/cm2 より
$L2 \leqq (10 \times 13720 \times 33.9)/33.5$
故に　L≦382cm

2）たわみ計算
$\delta = 3 \times \omega \times L4/(384 \times E \times I) \leqq L/300$ より
$L3 \leqq (384 \times 2.06 \times 107 \times 312)/(3 \times 300 \times 33.5)$
故に　L≦439.5cm

3）吊子部許容荷重計算
5スパン連続ばりの公式より軒または棟から2本目の母屋に対する反力が大きい
$R_{max} = 1.131 \times \omega \times L \leqq 9800$N/m より
故に　L≦258cm
上記1)～3）により
隅角部の母屋ピッチは @250cm が適当

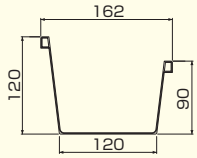
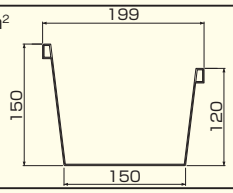
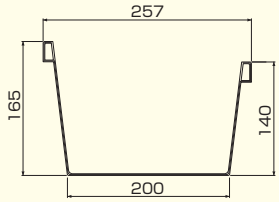
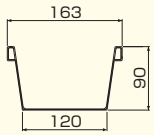
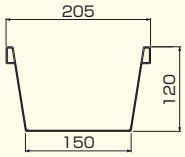
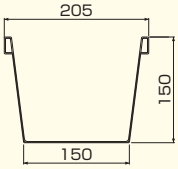
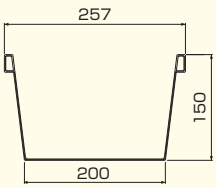
4）まとめ
屋根周縁部並びに一般部についても同様の計算をすると次の通りとなる。

屋根部位	母屋ピッチ
屋根周縁部 (一般的周縁部)	@340cm
屋根周縁部 のうち隅角部	@250cm
棟部	@340cm
その他一般部	@440cm



大型建物用雨といの設計参考基準

● 降雨量:180mm/hr、水勾配1/300、たてとい流量係数 0.6

のきとい 品種	のきとい 名称	のきとい サイズ(単位:mm)	のきとい 排水量 (m³/sec)	当社たてといサイズ	のきとい、たてといの組合せによる排水量 (m³/sec)	落し口1ヶ所当りの適応屋根投影面積 (m²)
大型角とい	超芯V200	排水断面積:0.01130m² 	0.00485	VU75	0.00427	85
				VP75	0.00368	73
				VU100	0.00485	97
				VP100	0.00485	97
	超芯V300	排水断面積:0.01913m² 	0.00998	VU100	0.00822	164
				VP100	0.00718	143
				VU125	0.00998	199
				VP125	0.00998	199
	超芯V500	排水断面積:0.02938m² 	0.01811	VU100	0.00886	177
				VP100	0.00774	154
				VU125	0.01329	265
				VP125	0.01209	241
				VU150	0.01811	361
				VP150	0.01650	329
	超芯P150	排水断面積:0.01149m² 	0.00498	VU75	0.00427	85
				VP75	0.00368	73
				VU100	0.00498	100
				VP100	0.00498	100
	超芯P250	排水断面積:0.01966m² 	0.01043	VU75	0.00494	98
				VP75	0.00426	85
				VU100	0.00822	164
				VP100	0.00718	143
				VU125	0.01043	208
				VP125	0.01043	208
	超芯P300	排水断面積:0.02459m² 	0.01386	VU75	0.00553	110
				VP75	0.00476	95
				VU100	0.00920	184
				VP100	0.00803	160
	超芯P500	排水断面積:0.03181m² 	0.02007	VU75	0.00553	110
				VP75	0.00476	95
				VU100	0.00919	184
				VP100	0.00802	160
				VU125	0.01378	276
				VP125	0.01254	251
				VU150	0.01904	380
				VP150	0.01711	342

● 当社たてといサイズは接続可能な口径を表記しています。
● 超芯シリーズは20mを超える施工の場合には、伸縮処理を施してください。

角マスの排水能力

角　マ　ス	たてとい	たてとい 外　径 (m)	マス 水　深 (m)	たてとい 断面積 (m)	屋根投影面積(m²)(降雨強度mm/Hr)		
					100(mm/Hr)	180(mm/Hr)	240(mm/Hr)
標　準　型　７　５	UT60	0.06	0.22	0.00259	166	64	48
	UT75	0.074	0.18	0.00402	167	93	70
標　準　型　９　０	UT75	0.074	0.26	0.00402	196	109	82
	UT90	0.091	0.22	0.00617	277	154	115
中型VUVP75	VU75	0.089	0.22	0.00541	242	134	101
	VP75	0.089	0.22	0.00466	208	116	87
中型VUVP100	VU100	0.114	0.22	0.00899	402	223	167
	VP100	0.114	0.22	0.00785	351	195	146
大型VUVP100	VU100	0.114	0.24	0.00899	420	233	175
	VP100	0.114	0.24	0.00985	367	204	153
大型VUVP125	VU125	0.14	0.24	0.01348	636	350	262
	VP125	0.14	0.24	0.01227	574	319	237
標　準　Ⅱ　型	UT60	0.06	0.15	0.00259	96	53	40
扁　　平　　型	UT75	0.074	0.27	0.00402	200	111	83
	UT90	0.091	0.23	0.00617	283	157	118
ビルマスA型	AKT100	0.1	0.22	0.00538	241	134	100
	AKT125	0.125	0.18	0.00859	348	193	145
ビルマスB型75	VU75	0.089	0.25	0.00541	259	144	108
	VP75	0.089	0.25	0.00466	223	124	93
ビルマスB型100	VU100	0.114	0.25	0.00899	430	239	179
	VP100	0.114	0.25	0.00785	375	208	156
ビルマスB型125	VU125	0.14	0.25	0.01348	644	358	268
	VP125	0.14	0.25	0.01227	587	326	245

大型建物用雨といの排水計算

ビルなどの陸屋根の排水計算(管径と許容最大屋根面積は給排水設備基準から引用しています)

管径(mm)	※許容最大屋根面積(m²)	落ち口の水頭(cm)
50	67	12
65	135	17
75	197	20
100	425	32
125	770	44
150	1250	61
200	2700	92

※ 給排水設備基準では許容最大屋根面積は、雨量100mm/Hを基礎とする。

1) 屋根面積は、すべて水平に投影した面積とします。

2) 陸屋根に流れ込む壁は壁面積の1/2に雨量を加えます。

3) 落ち口の水頭高さはトリチェリーの公式でたて樋はVP管で、流量係数は0.6で算出しています。

雨樋の設計基準と設計手順

計算による大型建造物用雨といの適合サイズの求め方

【1】概要

●のきといとたてといのサイズは排水量に比例します。したがって、当該の住宅（屋根）に適合するサイズの雨といを求めるには、その住宅の屋根面積への降水量をカバーできる排水量をもつ、のきとい、たてといの組み合わせであることが基本的な条件です。

Q ： 屋根面積に対する降水量（m^3/sec）
Q_1： のきといの排水量（m^3/sec）
Q_2： たてといの排水量（m^3/sec）とすれば、

$$Q \leqq Q_1 \quad Q \leqq Q_2$$

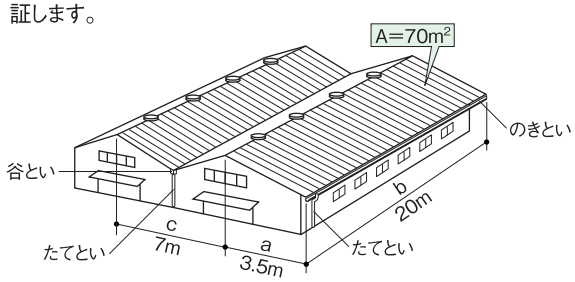
のサイズ条件を満たす、のきとい・たてといを選択すれば安全です。

●のきとい・たてといの適合性を検証する計算手順は下記のとおりです。

（1）1本のたてとい（落とし口）が受け持つ屋根投影面積（m^2）を計算します。 …… A
（2）屋根投影面積への降水量（m^3/sec）を計算します。 …… Q
（3）使用するのきといの排水量（m^3/sec）を計算します。 …… Q_1
（4）使用するたてといの排水量（m^3/sec）を計算します。 …… Q_2
（5）上記数値を元に適合性を検証します。 …… $Q \leqq Q_1$、$Q \leqq Q_2$

【2】計算手順に基づく計算例

●下記の屋根形状・面積の建築物に、〔のきとい＝カーボンP150〕〔たてとい＝VP75〕を施工する場合のサイズ適合性について検証します。



（1）1本のたてとい（落とし口）が受け持つ屋根投影面積（m^2）を計算します。 …… A

◎公式

$$A = a \cdot b$$

A ：屋根投影面積（m^2）
a ：屋根奥行（m）
b ：落とし口1カ所が受け持つのきといの長さ（m）

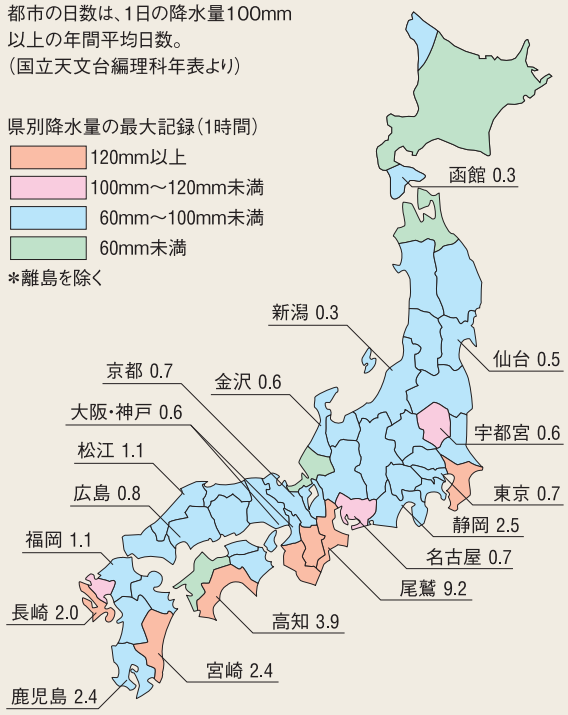
■計算例
a ＝3.5m
b ＝20m
A ＝3.5×20＝70m^2

日本の降水量〔参考〕

●セキスイは日本各地における降水量を以下の基準で設定し、大型建築物では降雨初期の雨水を、スムーズに処理するために降水量を大きく設定します。よって排水量計算上はⅡの180mm/Hrを使用することを推奨しています。

都市の日数は、1日の降水量100mm以上の年間平均日数。
（国立天文台編理科年表より）

県別降水量の最大記録（1時間）
120mm以上
100mm～120mm未満
60mm～100mm未満
60mm未満
＊離島を除く



●上記の県別降水量の最大記録図でわかるように、ほとんどの県が年平均100mm/hrであるため、基準Ⅱを用いれば日本ならほとんどの県で充分な屋根面積あたりの降水量が算定できます。

Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
100mm/hr	180mm/hr	240mm/hr

（2）Aの屋根投影面積からの排水量（m^3/sec）を計算します。 …… Q

◎公式

$$Q = N \cdot f \cdot A$$

Q ： 排水量（m^3/sec）
N ： 降水量（m/sec）
f ： 流出係数
A ： たてといの受け持つ屋根投影面積（m^2）

■計算例
標準降水量はセキスイでは180mm/hrを推奨。したがって
N ＝180mm/hr＝5.0×10^{-5}m/sec
f ＝1.0（流出係数は不浸透屋根の場合0.7～1.0、ここでは1.0を用います）
A ＝70m^2
Q ＝5.0×10^{-5}×1.0×70＝0.0035m^3/sec

(3) のきとい超芯P150の排水能力(m³/sec)を計算します。 …… Q_1

◎公式(1) まずクッター開水路平均流速簡略式よりのきといの排水速度を算定

$$V_1=\frac{23+\frac{1}{n}}{1+23\cdot\frac{n}{\sqrt{m}}}\cdot\sqrt{mi}$$

V_1：のきといの排水流速(m/sec)
n：のきといの表面粗度係数
i：のきといの水勾配
m：のきといの平均流体深さ(m)

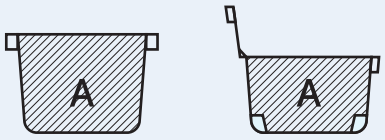
■計算例
n＝0.01(硬質塩化ビニルの場合)
i＝1／300(超芯P150の場合)
mは排水断面積／潤辺長
m＝0.03923(超芯P150の場合)

$$V_1=\frac{23+\frac{1}{0.01}}{1+23\times\frac{0.01}{\sqrt{0.03923}}}\times\sqrt{0.03923\times\frac{1}{300}}$$
$$=0.65086\text{m/sec}$$

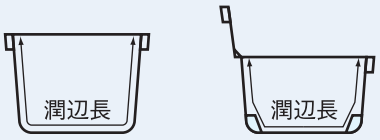
〔参考〕

平行とい　　前高とい

排水断面積とは下記の斜線部分の面積を示します。



潤辺長とは下記の長さを示します。



◎公式(2) のきといの排水流速をもとに排水量を計算

$$Q_1=\frac{1}{k}\cdot S_1\cdot V_1$$

Q_1：のきといの排水能力(m²/sec)
K：流量安全係数
S_1：のきといの排水断面積(m²)
V_1：のきといの排水流速(m/sec)

■計算例
K＝1.5
S_1=0.01149(超芯P150の場合)
V_1=0.65086

$$Q_1=\frac{1}{1.5}\times0.01140\times0.65086=0.00499\text{m}^3\text{/sec}$$

(4) たてといVP75の排水能力(m³/sec)を計算します。 …… Q_2

◎公式(1) まずトリチュリーの法則によりたてといの落とし口の流速を計算

$$V_2=\sqrt{2gh}$$

V_2：たてといの落とし口の流速(m/sec)
g：重力の加速度(m/sec²)
h：のきといの深さ(m)

■計算例
g＝9.8
h＝0.0884(超芯P150の場合)

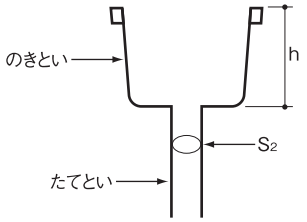
$$V_2=\sqrt{2\times9.8\times0.0884}=1.3163\text{m/sec}$$

◎公式(2) たてといの落とし口の流速をもとに、排水量を計算

$$Q_2=C\cdot V_2\cdot S_2$$

Q_2：たてといの排水量(m³/sec)
C：たてといの流量係数(0.6)
V_2：たてといの落とし口の流速(m/sec)
S_2：たてといの流水断面積(m²)

■計算例
C ＝ 0.6
V_2 ＝ 1.3163
S_2 ＝ 0.00466(VP75の場合)
Q_2 ＝ 0.6×1.3163×0.00466=0.00368m³/sec



(5) 上記の数値を元に適合性を検証します。 …… $Q\leqq Q_1$、$Q\leqq Q_2$

降水量(必要排水量)　Q=0.0035m³/sec
のきといの排水量　Q_1=0.00489m³/sec
たてといの排水量　Q_2=0.00368m³/sec のため

$$Q\leqq Q_1 \quad Q\leqq Q_2$$

となり、のきとい、たてといともに降水量に対し排水能力が充分上回ることが検証できました。したがって例示された屋根の建築物に大型のきとい超芯P150、たてといVP75を使うことは問題ありません。

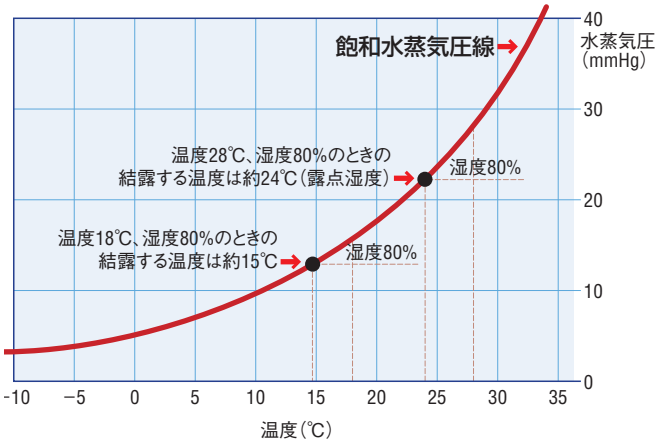
結露計算

結露はなぜ起こるのでしょう

●湿　度

天気予報では湿度○○%という言葉を使います。これは、ある温度の空気中に含むことができる水分の量を100%とし、それに対して何%量であるかを言っているのです。それは、温度によって空気中に含むことができる水分の量がそれぞれ異なっているからです。

高温になるほど多くの水分を含むことができ、低温になるほど少ない水分しか含むことができません。下の表はその温度の空気が含むことができる水分の量を表したものです。



※図のカーブがそれぞれの温度の飽和水蒸気の量を表します。

●表の読み方

室温が18度の時、空気中に含むことのできる水蒸気の量は約16mmHgという単位ですが、室温が10度に下がると約10mmHgの水分の量しか含むことができません。室温が下がり、部屋の水分の量に変化がなければ余った約6mmHgの水分は空気中に含むことができず水滴など目に見える形になって現れます。

これが、結露という現象です。

●飽和水蒸気量

ある温度の空気が水蒸気を含む限界の量で、表のカーブが各温度の飽和水蒸気量

●露　点

ある温度と湿度の時、飽和水蒸気の限界となる温度のことで、その温度より下がると結露が発生します。

例えば、温度28度、湿度80%の時の露点は24度ですが、温度28度で湿度60%の露点は約19度と温度と湿度によって異なってきます。

屋根・壁の室内側表面温度（屋根・壁裏面温度）が室内の露点温度を上回っていれば結露は発生しません。

●表面結露と内部結露

結露には目に見えている結露「表面結露」と建物の内部で起こる結露「内部結露」の二つがあります。

1）表面結露とは、室内の湿った空気が露点温度以下の屋根裏や天井、壁などに触れた時、水蒸気が水滴に変わって付着する現象です。

2）内部結露とは、室内外の水蒸気圧差によって壁の内部や屋根の中を通過する水蒸気が低温部分でせき止められて発生する結露現象をいいます。

1 熱貫流率Kの計算

熱貫流率の計算は次式によります。

$$K=\frac{1}{R}=\frac{1}{\frac{1}{\alpha i}+\Sigma\frac{\ell}{\lambda}+\frac{1}{\alpha o}}$$

● K：熱貫流率（W / m²・℃）

$K=\frac{1}{R}$　ここで R：熱貫流抵抗（m²・℃ / W）

●熱貫流率（K値）・熱貫流抵抗（R値）

屋根・壁材の熱の伝わりにくさ（材料の厚さと熱伝導率できまります）と外気及び室内空気の熱の伝わりにくさを合わせたものを屋根・壁材の断熱性能としてあらわした数値です。

熱貫流率と熱貫流抵抗の関係は、$K=\frac{1}{R}$ で示されます。

熱貫流率が小さいものほど、熱が伝わりにくい材料となります。

●単位についての解説

W（ワット）：1時間当たりの熱量をあらわすSI単位で、

1W=0.86 kcal/h　1 kcal/h=1.1628Wです。

温度の単位 ： SI単位では温度はK（ケルビン）で表示されますが、混乱を避けるため、従来どおり「℃」を使用します。

Kは絶対値のことで、換算は 0℃=273Kです。

【参考】

1（kcal / m・h・℃）=1.16（W/ m・℃）

1（m・h・℃ / kcal）=0.86（m・℃ / W）

2 空気の熱伝導率

α ： 空気との熱伝導率（W/m²・℃ ）

αi ： 室内側熱伝導率 ＝ 9.5〜11.5 → 10 とする

αo ： 室外側熱伝導率 ＝ 23.5〜29 → 24 とする

空気の熱伝導率は、空気の流れの速さ、風速、部屋の大小、材料の角度（縦・横、屋根・壁・床）、熱の移動の方向によって変わりますが、通常計算時には室内側「10」、室外側を「24」を使います。

3 金属材料の熱抵抗計算

$\Sigma=\frac{\ell}{\lambda}$　部材熱抵抗（m²・℃ / W）

部材の熱抵抗の和です。例えば野地板、断熱材、金属板など数種類の材料で構成される金属屋根の部材熱抵抗は、

$$\Sigma=\frac{\ell}{\lambda}=\frac{\ell_1}{\lambda_1}+\frac{\ell_2}{\lambda_2}+\frac{\ell_3}{\lambda_3}$$ ……となります。

ここで、 ℓ：材料の厚さ（m）

λ：材料の熱伝導率（W / m・℃）

4 空気層の熱抵抗

$\lambda\alpha$：空気層の熱抵抗（m²・℃ / W）

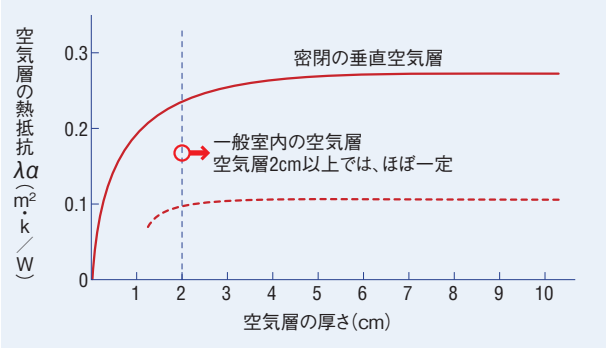
壁体内に密閉した空気層（中空層ともいう）があると断熱性が向上します。中空層は、空気の層の厚さが2cm以上になると厚さにあまり関係なく、通常の木造内の空気層の熱抵抗は0.1（m²・K / W）程度、工場製作の二重ガラス（密閉度の高いもの）で0.2（m²・K / W）です。

横葺屋根の中空構造などは、この熱抵抗が期待できますので、熱貫流率は次式で計算できます。

$$K=\frac{1}{R}=\frac{1}{\frac{1}{\alpha i}+\Sigma\frac{\ell}{\lambda}+0.1+\frac{1}{\alpha o}}$$

ここで、0.1：空気層の熱抵抗。

● 空気層と熱抵抗の関係



5 熱貫流量Qの計算

熱貫流量の計算は次式によります。

$Q=K\times(\theta e-\theta i)$　ここで、Q：熱貫流量(W/m²)
＋の場合は室内への流入熱量
－の場合は室外への流出熱量
K：熱貫流率(W/m²・℃)
θe：相当外気温度(℃)
θi：室内設定温度(℃)

(1) θe：相当外気温度(℃)

日射や放射冷却等の影響による温度上昇・下降を加味した想定温度。計算は次式によります。

$$\theta e=\theta o+\frac{As\times J}{\alpha o}$$

① θo：外気温度(℃)
年間の最高気温または最低気温などを参考にして設定します。
② As：日射吸収係数(または夜間放射係数)で材質や材料の色等により変化します。
③ J：日射量(1050W/m²・℃)
放射量(-135W/m²・℃)とします。
④ αo：室外側熱伝達率　通常は24とします。

6 室内側表面温度の計算

$$\theta si=\theta i+\frac{Q}{\alpha i}=\theta i+\frac{K\times(\theta e-\theta i)}{\alpha i}$$

ここで、θsi：室内側表面温度(℃)
θi：室内設定温度(℃)　＊設計事務所などが設定。
K：熱貫流率(W/m²・℃)
θe：相当外気温度(℃)
αi：室内側熱伝達率　＊通常は10とします。

(1) θi：室内設定温度(℃)

室内の温度分布は部屋の上部、下部、中央部、隅部で異なります。また、部屋の形、空気の流れ、空調の有無、換気条件等によっても異なってきますが、一般の計算ではこれらの条件は無視しています。室内では上部が高温となり、結露には安全サイドとなるためです。

(2) 室内水蒸気圧(hi)の計算

$hi=Hi\times\varphi i$
ここで、hi：室内水蒸気圧(mmHg)
Hi：室内設定温度における飽和水蒸気圧(mmHg)
＊湿り空気線図より求める。
φi：室内設定温度(%)
＊設計事務所などが設定。

(3) 室内露点温度(θd)の計算

室内水蒸気圧が飽和水蒸気である温度(露点温度)を湿り空気線図より求めます。室内設定温度、室内設定湿度は、設計者などが決めます。

(4) 結露の判定

室内露点温度(θd)と室内側表面温度(θsi)を比較し、θd<θsi であれば結露しません。

7 計算例

次の条件で結露の有無を計算によって確認してください。

① 屋根仕様
二重折板
カラー鋼板(0.8mm)＋グラスウール100mm(10kg/m³)
＋カラー鋼板(0.8mm)

② 環境条件

室内設定温度　θi	25℃	これらのデータは、設計事務所などから提供を受けます。
外気温度　θo	−2℃	
室内設定温度　φi	50%	
室内設定温度における飽和水蒸気圧力	23.76mmHg	湿り空気線図より読み取る

(1) 熱貫流率の計算

① 計算条件(部材熱抵抗)

使用材料	熱伝導率(λ)	平均厚さ(ℓ)	ℓ/λ	
鋼板0.8mm	45	0.0008m	0.000018	グラスウールの平均的厚さは、施工後の圧縮などを考慮して70mmとした。
グラスウール 10kg/m³ 100mm	0.05	0.07m	1.4	
鋼板0.8mm	45	0.0008m	0.000018	
合計(Σℓ/λ)　m²・℃/W			≒1.4	小数点以下3ケタまでの数値で可

結露計算

① 熱貫流抵抗(R)、熱貫流率(K)の算出

$$R = \frac{1}{\alpha i} + \Sigma \frac{\ell}{\lambda} + \frac{1}{\alpha o} = \frac{1}{10} + 1.4 + \frac{1}{24} = 0.1 + 1.4 + 0.041$$

$$= 1.54\,(m^2 \cdot ℃ / W)$$

$$K = \frac{1}{R} = 0.65\,(W / m^2 \cdot ℃)$$

(2) 相当外気温度(θe)の算出

$$\theta e = \theta o + \frac{As \times J}{\alpha o} = (-2) + \frac{0.90 \times (-135)}{24} = -7.1\,(℃)$$

*J は、5の(1)③放射量より

(3) 熱貫流量(Q)の算出

$$Q = K \times (\theta e - \theta i) = 0.65 \times (-7.1 - 25) = 0.65 \times (-32.1)$$

$$= -20.9\,(W / m^2)$$

(4) 室内側表面温度(θsi)の算出

$$\theta si = \theta i + \frac{Q}{\alpha i} = 25 + \frac{-20.9}{10} = 25 - 2.09 = 22.9\,(℃)$$

(5) 室内水蒸気圧(hi)の算出

$$hi = Hi \times \varphi i = 23.76 \times 0.5 = 11.88\,(mmHg)$$

(6) 露点温度(θd)の算出

室内水蒸気圧が飽和水蒸気圧である温度(露点温度)を湿り空気線図から求める。

θd = 13.8(℃)

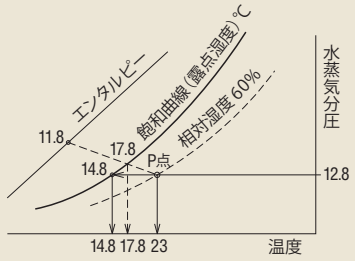
(7) 結果

θd < θsi の場合は、結露は発生しません。

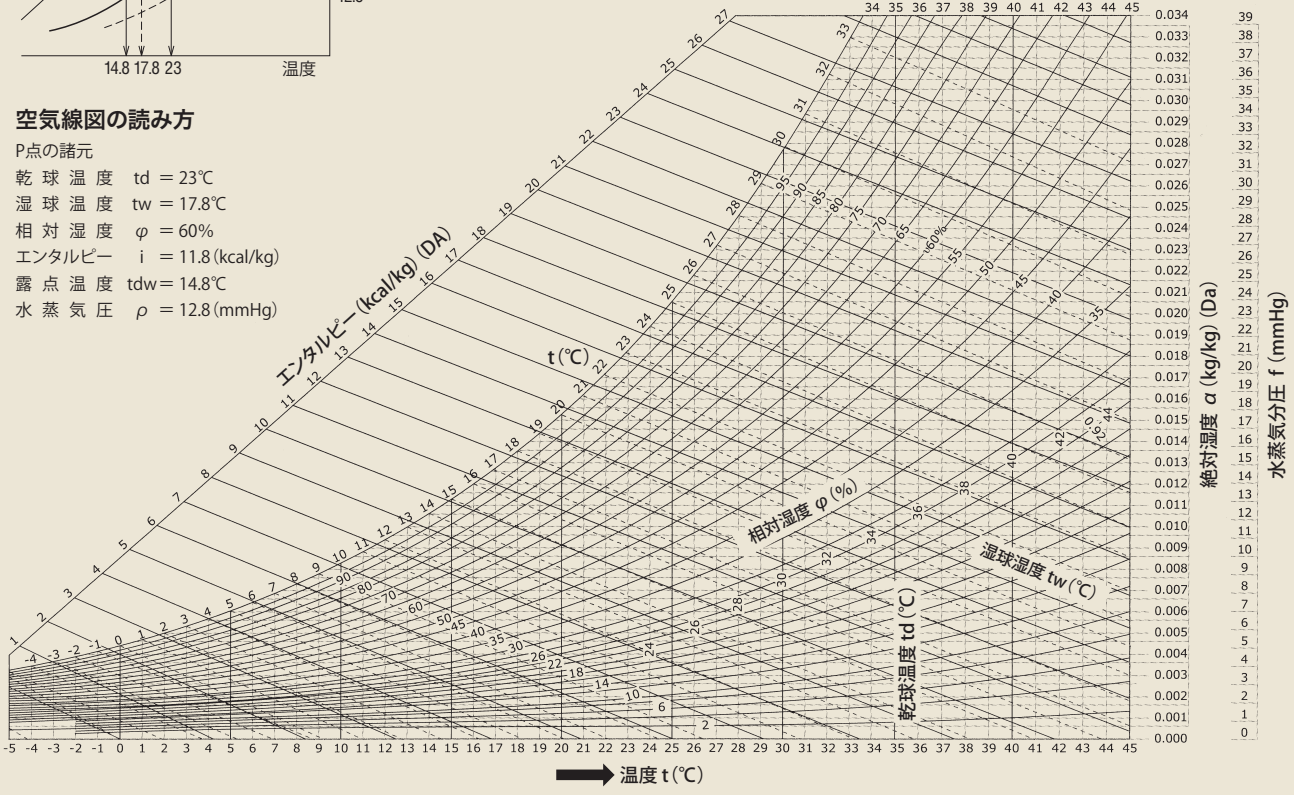
θd	θsi	判定
13.8(℃)	22.9(℃)	結露しない

※出典：金属屋根の性能確認
著者：(一社)日本金属屋根協会・技術委員会／発行：(一社)日本金属屋根協会

●湿り空気線図



空気線図の読み方

P点の諸元

乾 球 温 度　td ＝23℃
湿 球 温 度　tw ＝17.8℃
相 対 湿 度　φ ＝60%
エンタルピー　i ＝11.8(kcal/kg)
露 点 温 度　tdw＝14.8℃
水 蒸 気 圧　ρ ＝12.8(mmHg)