

帽子のような屋根

—亜鉛鉄板葺き屋根のパフォーマンス マンガ読本—



亜鉛鉄板会

帽子のような屋根

—亜鉛鉄板葺き屋根のパフォーマンス マンガ読本—

井口 洋 佑 著
廣重 拓司 マンガ作画

まえがき

この本は、既刊『亜鉛鉄板葺き屋根のパフォーマンス』（専門家向き）の本を一般向けに、やさしくマンガで説明したものです。

亜鉛鉄板葺き屋根（仕上げ・下地・小屋組を含む）の主な性能（パフォーマンス）が、その他の屋根（瓦葺き屋根および着色石綿板葺き屋根）と比較して、どのようなものであるかを一般の方々にも直感的にご理解いただくことを意図したものです。

従って、マンガ本のようにお読みいただいても結構ですし、少し科学적으로ご理解されたい向きは、コメント的につけ加えたデータおよび結論をお読み下されば幸いです。

この本では、それらの前提条件および証明の結論づけの過程を省略しましたので、さらに詳しくお知りになりたい方は、別本をご参照下さい。

なお、この本をまとめるにあたって亜鉛鉄板会・建材開発委員会より、ご意見をいただいたことを申し添えます。

1992年3月

井口 洋佑

目 次

屋根は“建物の帽子”のようなもの	7
断熱性能は劣らない	11
—熱関係性能—	
地震に強い	17
—力関係性能(耐力)—	
飛火にも強い	23
—火災関係性能(飛火)—	
雨音も気にならない	27
—音関係性能(発音)—	
雨仕舞は抜群	35
—雨関係性能(雨仕舞)—	
安くて丈夫	41
—LCC(ライフサイクルコスト)関係—	
やっぱり優れている亜鉛鉄板葺き屋根	50
亜鉛鉄板ってどんなもの?	51
—参考資料—	

屋根は“建物の帽子”のようなもの



瓦葺きの屋根

重い
勾配大
小屋組部材大



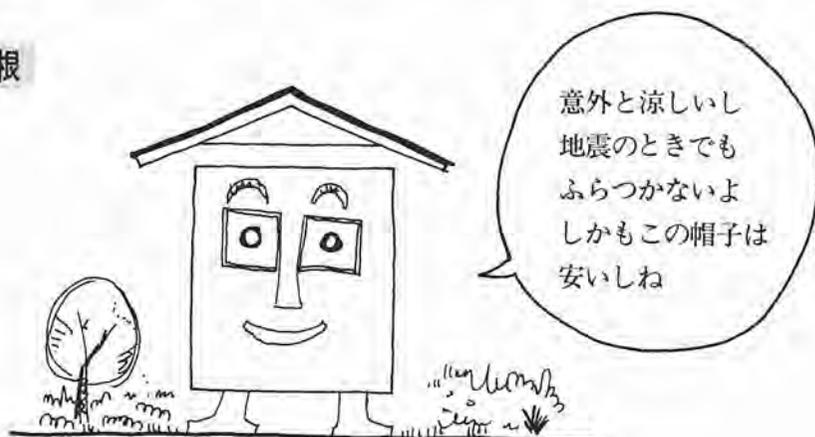
着色石綿板葺きの屋根

中程度の重さ
勾配中
小屋組部材中



亜鉛鉄板葺きの屋根

軽い
勾配小
小屋組部材小



瓦・着色石綿板・亜鉛鉄板など葺き材料が変われば



勾配も小屋組も変わるので



屋根の比較は小屋組を含めてしなければならない



日本の主な葺き屋根、瓦葺き屋根・
着色石綿板葺き屋根・亜鉛鉄板葺き屋根
の3種類の屋根の主な性能は、どれが優れて
いるのかしら。比較してみましょう！



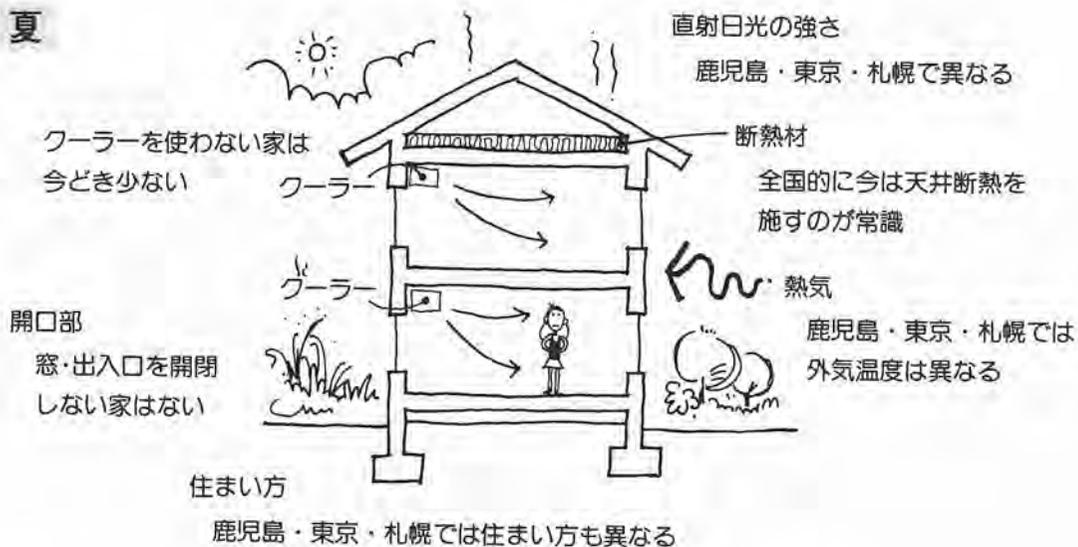
断熱性能は劣らない

— 熱関係性能 —

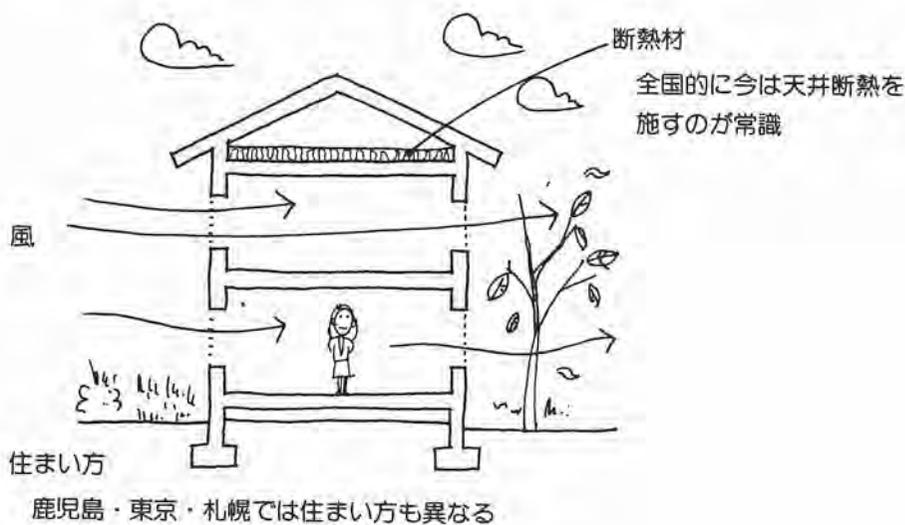
春夏秋冬、帽子をかぶり続
けてみて、夏涼しく
冬暖かい帽子はどれか
比較してみましょう



夏



春・秋



冬







暖房でも冷房でも亜鉛鉄板
と瓦は断熱材を用いるなど
適正な屋根構法を用いれば
断熱効果に差はありません



■屋根構法(亜鉛鉄板、瓦)による住宅の期間冷暖房負荷の差

	地域	屋根材	勾配	野地断熱	外壁断熱	床断熱	天井断熱	開口部	冷暖房期間	冷暖房負荷	冷暖房負荷比	
暖房時	東京	亜鉛鉄板	4寸5分	—	50mm	50mm	50mm	シングルガラス 夜間断熱戸	12月～3月	2561 kcal/シーズン	100	
				20	50	50	50	同上	12～3	2540	99	
		瓦	4寸5分	—	50	50	50	同上	12～3	2572	100	
				20	50	50	50	同上	12～3	2575	101	
	札幌	亜鉛鉄板	1寸5分	—	110	110	150	ペアガラス 夜間断熱戸	11～4	5337	100	
				20	110	110	150	同上	11～4	5327	100	
	瓦	4寸5分	—	110	110	150	同上	11～4	5351	100		
			20	110	110	150	同上	11～4	5357	100		
冷房時	鹿児島	亜鉛鉄板	1寸5分	—	—	—	20	シングルガラス	7～9	2103	100	
				25	—	—	—	同上	7～9	2105	100	
		瓦	4寸5分	—	—	—	20	同上	7～9	2096	100	
				25	—	—	—	同上	7～9	2091	100	
	東京	亜鉛鉄板	1寸5分	—	50	50	50	同上	7～9	1476	100	
				20	50	50	50	同上	7～9	1455	99	
				—	50	50	50	同上	7～9	1445	99	
		(高結晶)	1寸5分	野地断熱 十木毛板	—	50	50	50	同上	7～9	1485	101
					20	50	50	50	同上	7～9	1436	97
	札幌	亜鉛鉄板	1寸5分	—	110	110	150	ペアガラス	7～9	373	100	
				20	110	110	150	ペアガラス	7～9	380	102	

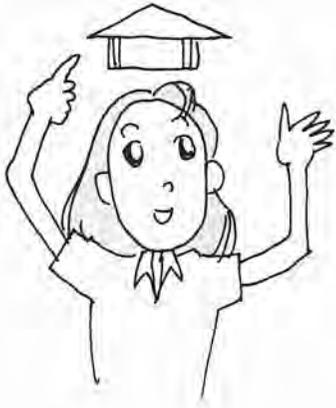
結論

亜鉛鉄板屋根は熱容量が小さいことから、夏の日射によって昼間は非常に暑くなるが、屋根の熱は日没後はたちどころに冷える。屋根断熱をすると初めに暖まりにくい、一回暖まると夜になっても熱が逃げないので天井面が暖かく、かえって冷房負荷が大きくなることもある。瓦屋根は熱容量が大きいということで、昼間受けた熱は夜になっても蓄熱したままで、なかなか冷えない夏期における欠点もある。最近の構法では、屋根・天井は昼間の暑さを避けることと、冬期における暖房負荷を少なくすることを重視し、天井で断熱層を設け、併せて小屋裏換気も大とすることで問題を解決しようとする手法が一般的になってきている。もちろん天井に加えて更に屋根断熱を行うことができれば最もよい方法であることは当然である。

今回の計算結果は屋根からの影響を最も強く受ける2階の居室を夜間みの空調としたものであり、日中空調とすれば日中は小屋裏温度の違いが大きかったため違った結果が出る可能性はある。しかし、その場合も亜鉛鉄板屋根と瓦屋根の負荷の大小が逆転することはあっても、その値としては今回の結果と大きい違いはないと思われる。このように生活の仕方によってそのあたりの性能はいろいろ変わるが、いずれにしても今回のシミュレーションにみるように大きな差はないようである(表参照)。

シミュレーションによれば、保温上もっとも厳しいと考えられる札幌の冬期の検討結果でも、天井断熱層を厚くすることにより、亜鉛鉄板屋根と瓦屋根とでは、小屋裏温度に違いはあるが、室内温度に与える影響は適切な断熱、換気をとるかぎり小さくなり、亜鉛鉄板屋根と瓦屋根の本体としての熱的性能に差があっても、暖房負荷や室内居住環境に及ぼす影響はあまりないことを示している。このように瓦、亜鉛鉄板、石綿スレート(着色石綿板)の屋根仕様が室内の居住環境や冷暖房負荷に与える影響は、設定条件により若干順序等も異なるが、いずれの場合もほとんど変わらないといつてよい。

以上のことから、「瓦屋根に劣らない亜鉛鉄板屋根」という標語が定量的に正しいことがご理解いただけよう。



亜鉛鉄板葺きの帽子は
瓦葺き・着色石綿板葺きの帽子と比較
して暑さ寒さに対して遜色ない
ことがわかったわ！ ふう～疲れた

地震に強い

—力関係性能(耐力)—

地震のとき重い帽子をかぶっていると
倒れそうになって大変!
その点、軽い帽子をかぶっていると平気だわ!
地震のときどんな帽子をかぶっていれば
どのくらい平気なのか科学的に比較してみましょう



瓦葺き屋根を用いた場合

天井・小屋組を含めた屋根すべての重さは重い(370kg/㎡)ので

- 地震に対しては
屋根を除いた建物本体の強さ(耐力)に余裕が少ない



着色石綿板葺き屋根を用いた場合

天井・小屋組を含めた屋根すべての重さは中くらい(164kg/㎡)なので

- 地震に対しては
屋根を除いた建物本体の強さ(耐力)は多少の余裕有り

地震に対する建物本体の強さ(耐力)
瓦葺きに替えても地震時に壊れないようにするのが普通



亜鉛鉄板葺き屋根を用いた場合

天井・小屋組を含めた屋根すべての重さは軽い(151kg/㎡)ので

- 地震に対しては
屋根を除いた建物本体の強さ(耐力)は余裕たっぷり

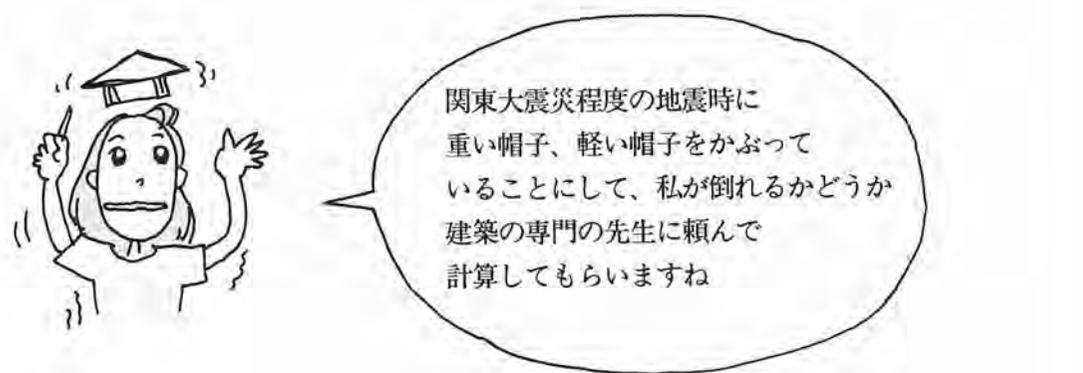




関東大震災のような地震のときに瓦の落下で人が怪我した例も多かったそうです



亜鉛鉄板葺きの屋根ならば落下物もなく避難のとき安心だわ
また、外部にいる人に迷惑をかけなくていいわね



関東大震災程度の地震時に重い帽子、軽い帽子をかぶっていることにして、私が倒れるかどうか建築の専門の先生に頼んで計算してもらいますね



同じ建物本体であれば
亜鉛鉄板葺き屋根は
木造建物保有耐力に関して10~70%も
余裕があることがわかりました



■設計用水平力及び必要耐力壁長さ一覧表

屋根葺き材	階	地震力 (t)		風荷重 (t)				必要壁長さ (m)			
		はり間方向 けた行方向	(比較)	はり間方向	(比較)	けた行方向	(比較)	はり間方向	(比較)	けた行方向	(比較)
瓦葺き (高級品)	2	5.27	(1.70)	2.96	(2.04)	3.68	(1.42)	40.5	(1.70)	40.5	(1.70)
	1	8.00	(1.32)	6.05	(1.34)	7.90	(1.16)	61.5	(1.32)	61.5	(1.18)
瓦葺き (標準品)	2	4.44	(1.43)	2.96	(2.04)	3.68	(1.42)	34.1	(1.43)	34.1	(1.43)
	1	7.24	(1.20)	6.05	(1.34)	7.90	(1.16)	55.6	(1.20)	60.7	(1.16)
着色石綿板葺き	2	3.47	(1.12)	2.34	(1.61)	3.32	(1.28)	26.6	(1.12)	26.6	(1.12)
	1	6.35	(1.05)	5.42	(1.20)	7.54	(1.11)	48.8	(1.05)	58.0	(1.11)
亜鉛鉄板瓦棒葺き	2	3.10	(1.0)	1.45	(1.0)	2.59	(1.0)	23.8	(1.0)	23.8	(1.0)
	1	6.05	(1.0)	4.53	(1.0)	6.81	(1.0)	46.5	(1.0)	52.3	(1.0)

<注記> ① 水平力及び必要耐力壁長さの比較は瓦棒葺きの場合を基準とし、1階、2階ごとに別々に行っている。

② 必要耐力壁長さは $W/0.13$ (t/m) で計算した。ここにWは地震力または風荷重。

結 論

木造2階建ての建物(1階および2階20.05坪、計41坪)の桁より上の上部構造を瓦葺き(高級品)、瓦葺き(標準品)、着色石綿板葺き、および亜鉛鉄板瓦棒葺きの4種の葺き材料に応じた勾配、および小屋組みに変えて、その屋根荷重を拾い、地震、風両者についての構造計算を行った結果は、「設計用水平力及び必要耐力壁長さ一覧表」に示すとおりである。

この表より次のことを読み取ることができる。亜鉛鉄板瓦棒葺きの屋根を用いた場合と比べて、梁間方向、桁行方向共に、

- (1) 着色石綿板葺きは1、2階共に約10%耐力壁を多く必要とする。
- (2) 葺き土のない瓦葺きは2階で約45%、1階で15~20%耐力壁を多く必要とする。
- (3) 葺き土のある瓦葺きは2階で約70%、1階で20~30%耐力壁を多く必要とする。

「耐力壁の壁量を多く必要とする」ということは、瓦葺き、着色石綿板葺きの屋根を用いた木造建物では、そのパーセンテージに応じて建物を丈夫に造らなければならないということの意味している。

わが国における通常の木造住宅の場合、屋根葺き材料に応じて、耐力壁長さを調整する等のきめ細かな設計を行うことは少なく、どのような葺き材料を用いようとも、小屋組みより下の構造は、関東大震災程度の地震に耐える、必要な耐力壁を設けることが常識的設計となっている。

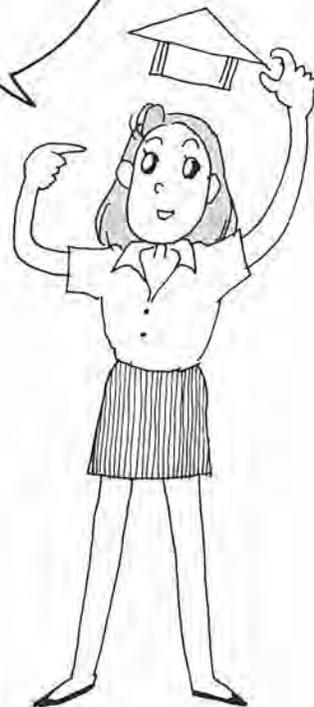
現実には、当初亜鉛鉄板で屋根を葺かれることを想定して設計された建物が、10数年後に重い瓦葺きに取り替えられる場合や、その逆に瓦葺きから亜鉛鉄板葺きに置き換えられる場合等、木造建物は变幻自在であり、大幅な改装改修が行われることが常識となっている。

要約すれば、木造建物においては、亜鉛鉄板のような軽い屋根から重い葺き土のある瓦葺き屋根に取り替えられても、関東大震災程度の地震に耐えられるくらいの壁量を配置することが、木造住宅を建てる上での条件となっている。

従ってこのような見方をすれば、亜鉛鉄板葺き屋根を用いた木造建物は瓦葺きに比べて15~70%、着色石綿板葺きに比べて約10%保有耐力に余裕のある、地震に強い丈夫な建物となることが分かる。関東大震災より強い地震が発生した場合、または建物が所定の耐用年数を過ぎた場合には、軽量の亜鉛鉄板葺きの木造建物の方が、10~70%の保有耐力に余裕のある、はるかに安全な建物になりうる。

以上から、「地震に強い亜鉛鉄板」という標語が定量的に正しいことがご理解いただけよう。

亜鉛鉄板葺き屋根にすると
地震のときに建物の倒壊の危険性が
より少なく安心なことが
よくわかったわ
やはり亜鉛鉄板は地震
に強いわね



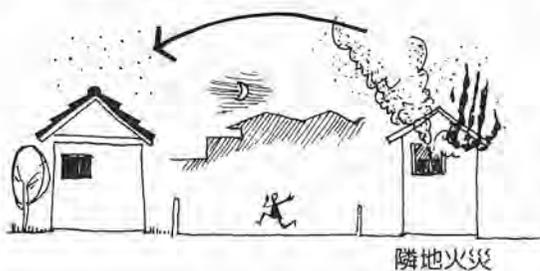
飛火にも強い

—火災関係性能(飛火)—

隣が火災のときに、また遠くの火災から火の粉が飛んできたときに、どの帽子が役に立つのかしら
どの帽子がいいか比較してみましょう



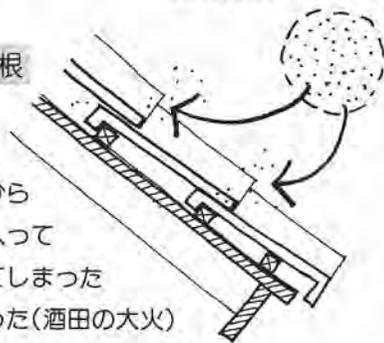
瓦葺き屋根



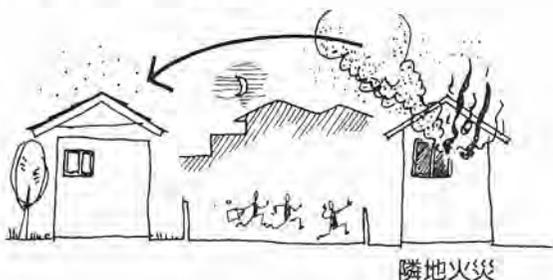
風と火の粉

瓦葺き屋根

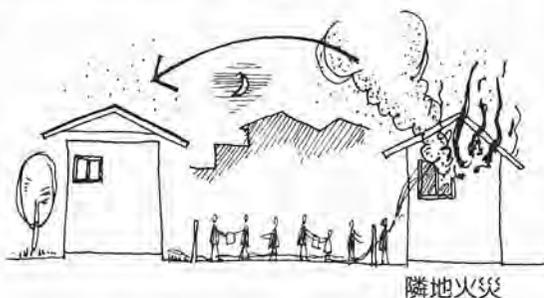
瓦の隙間から
火の粉が入って
家が燃えてしまった
ことがあった(酒田の大火)
瓦の隙間をふさぐことが大切



着色石綿板葺き屋根



亜鉛鉄板葺き屋根

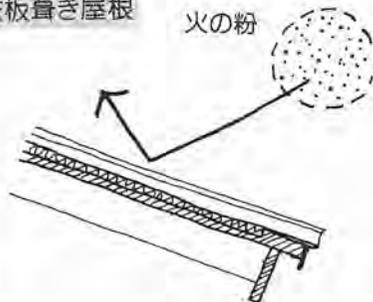


亜鉛鉄板葺きは
火の粉が
入る隙間がなくて
飛火に安全なのね



亜鉛鉄板葺き屋根

火の粉



今は消防も整備されているから
上の3種の屋根は
類焼防火に差はありません



■建築物構造の延焼箇所

建築物の構造	延 焼 箇 所										
	合 計	開 口 部	外 壁				軒 裏		屋 根	そ の 他	
			小 板 張	金 属 板 張	モ ル タ ル	そ の 他	小 計	防 火 構 造 他			
合 計	186	90	62	43	14	2	3	25	25	4	5
木 造 建 築 物	103	33	52	43	6		3	13	13	2	3
防 火 構 造 建 築 物	63	46	4		2	2		10	10	1	2
簡 易 耐 火 建 築 物(イ)	3	3									
簡 易 耐 火 建 築 物(ロ)	3	1	1		1					1	
耐 火 建 築 物	2	2									
そ の 他 の 建 築 物	12	5	5		5			2	2		

注：その他の建築物とは、木造以外の建築物で耐火建築物および簡易耐火建築物以外の建築物である。

■昭和15年静岡市新富町の 大火飛火の箇所

火の粉の着火場所	件数
瓦葺き屋根	31
亜鉛鉄板葺き屋根	3
羽目板	7
庇	3
庇の洗濯物	3
屋上物干し	8
路上物体	8
杉皮屋根	4
板塀	5
日除け覆	2

静岡県警防課調べ

■酒田市大火による自宅延焼の原因 (被災者の回答)

隣家	192 (85.4%)
飛火	32 (14.3%)
不明	251

■酒田市大火による自宅の着火 部位の確認(被災者の回答)

屋根	45 (14.8%)
軒下	100 (32.9%)
外壁	53 (17.4%)
窓のまわり	39 (12.8%)
建物の中	16 (5.3%)
その他	51 (16.8%)
無回答	171

結 論

亜鉛鉄板は素材として考えれば、熱伝導率が高いので、瓦や着色石綿板に比して断熱性能が劣るのは当然だが、屋根全体の構法として考えれば、適切な配慮があれば高い防火性能を示すことがはっきりしている。さらに、火災時の崩壊や地震時の荷重等も評価に入れて亜鉛鉄板屋根の優位性が発揮されるケースは少なくないと考えられる。亜鉛鉄板屋根の防火性能上の利点を再整理すると下記のようなことになる。

- (1) 通常の火災時に延焼せず、防火上有害なびびわれ、溶融、変形を起こさず、かつ、防火上有害な煙やガスを発生しない不燃材料である。
 - (2) 野地板を木毛セメント板や石膏ボード等の不燃材と組み合わせて使用すれば更に防火性能が向上する。
 - (3) 瓦屋根に比べ隙間が小さく、飛火に対し有利である。とくに長尺亜鉛鉄板を用いれば一層安全性は高くなる。
 - (4) 屋根構造が一体構造で軽いため、瞬間的崩壊や燃え抜けが少なく避難安全上有利である。
- 以上のことから、「飛火にも強い亜鉛鉄板屋根」ということが十分ご理解いただければよい。

亜鉛鉄板葺き屋根は
飛火にも安全なことがわかったし
防火に優れているものなのね

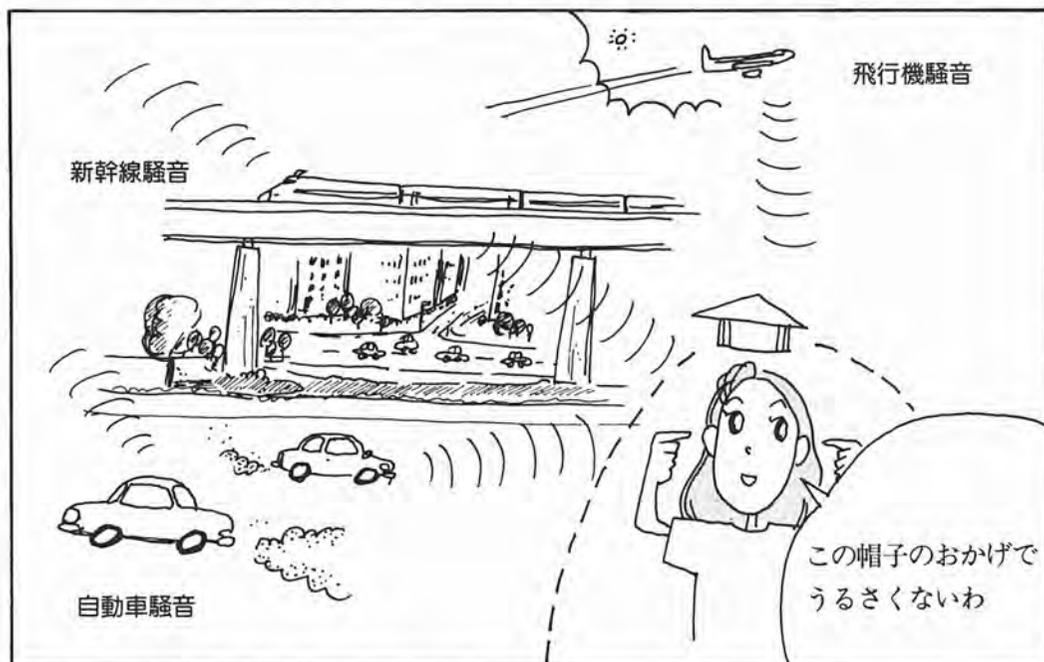


雨音も気にならない

—音関係性能(発音)—



いろいろな音に対して
帽子によってどんな影響が
あるか、考えてみましょう





瓦葺き屋根

瓦は重いので
遮音性は良いはずだが
瓦と瓦の隙間から
音が漏れるのが欠点



着色石綿板葺き屋根

瓦より軽い
亜鉛鉄板より重い分だけ
遮音性は優れている



亜鉛鉄板葺き屋根

最も軽い葺き材だから
亜鉛鉄板葺き層の遮音性は
良くないが……
通常の家のように
葺き下地をまともにつくれば
屋根全体の遮音性は大丈夫！

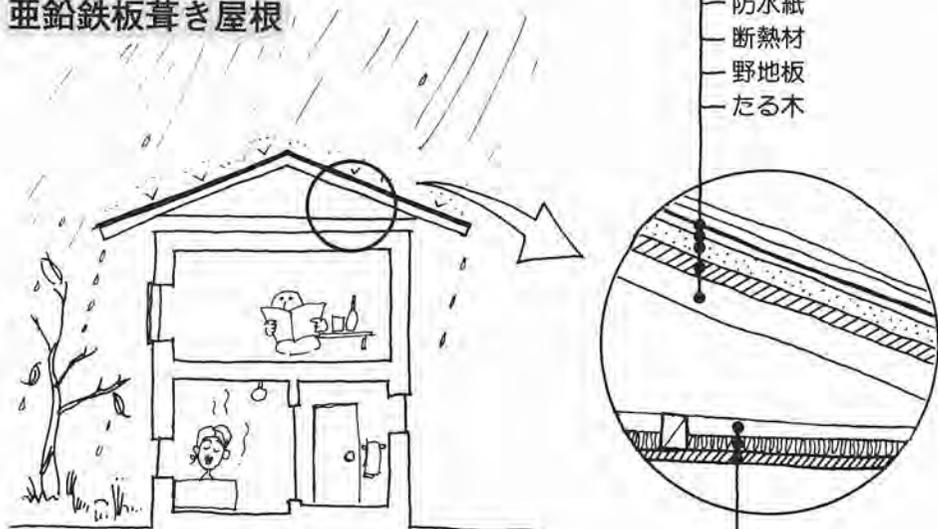
亜鉛鉄板葺き屋根



あら、雨音がしたほうが洗濯物を濡らさないで
すむからいいわ!



亜鉛鉄板葺き屋根

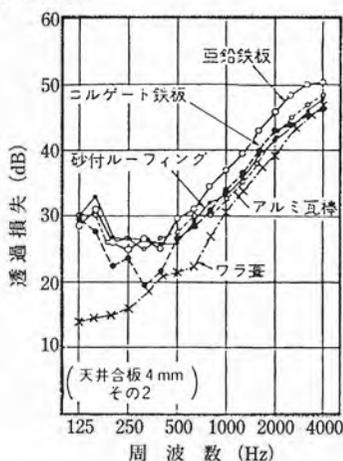


亜鉛鉄板葺き屋根では
雨音が気になるのは
当たり前だが……

→ちゃんと普通なみに
屋根下地をつくれれば
雨音が気にならない
屋根をつくることは
今の技術では簡単!



■葺き材料別遮音性

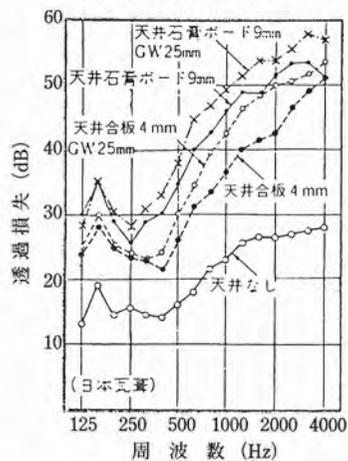


透過損失 (dB)

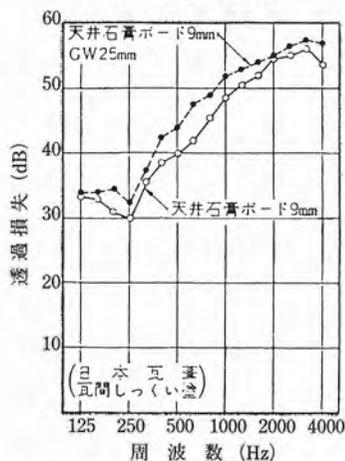
入射音のエネルギーと透過音のエネルギーの比の常用対数の10倍の値で、TL値ともいう。
この値が大きほど遮音性が高い。

$$TL = 10 \log_{10} \frac{\text{入射音のエネルギー}}{\text{透過音のエネルギー}} \quad (\text{dB})$$

■遮音性に対する天井材・ダンピング材の効果



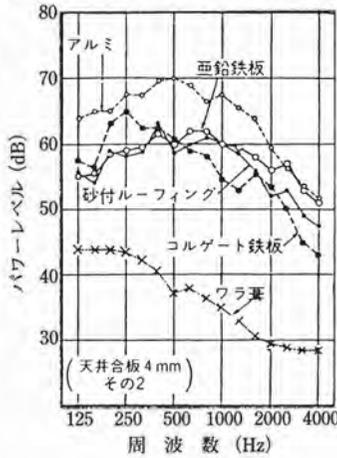
■遮音性に対する屋根の隙間処理の効果



天井合板
4ミリの場合
葺き材料で
遮音性に差が
ないわね



■葺き材料別雨の発生音の強さ



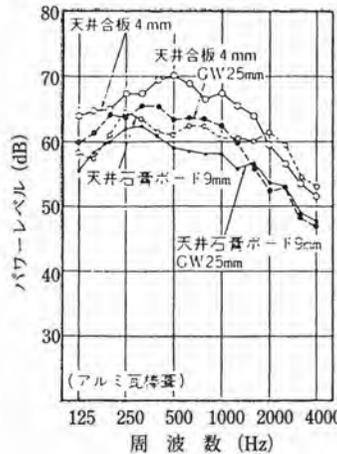
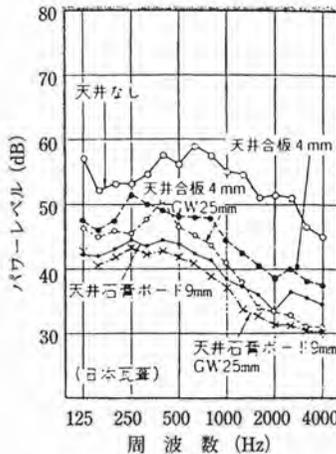
パワーレベル (dB)

音源の音響出力を表わすものであるが、音源の放射する音響出力 W と基準になる音響出力 W_0 との比の常用対数を10倍した値。この値が大きいほど雨の音がよく聞こえることになる。

$$PWL = 10 \log_{10} \frac{W}{W_0} \text{ (dB)}$$

但し、 $W_0 = 1.0 \cdot 10^{-12} \text{ watt}$

■雨の発生音低減に対する天井、ダンピング材の効果



結 論

住宅の遮音性を考えるとき、騒音源には次の3つが挙げられよう。

第一の騒音源としては、外部からの自動車、電車、航空機、新幹線、高速道路からの騒音。第二として、雨による発音、風による発音、金属板の熱膨張による鳴動等がある。第三の騒音源として、室内から外部に対する騒音があり、最近、特に問題になるピアノ等の楽器の練習音がある。

このうち、屋根の遮音性に著しく関わるものとしては、航空機、新幹線、高速道路の騒音が問題になるが、天井の性能に左右されることが大きく、屋根材による差は小さい。また、雨音に関しても、天井や葺き材下のダンピング材が大きく性能に寄与することがわかっている。

飛行場、新幹線、高速道路の近辺では騒音に対しては特別な配慮が要求されるのであるが、一般の閑静な住宅地にあつては、主婦の洗濯物の乾燥等戸外作業において室内でも雨音が聞こえる程度が好ましく、また、戸外で子供が遊んでいる声が聞こえる程度の遮音性が住宅として最適と一般には考えられている。特殊な条件下では、それぞれかなりの性能が求められることもあるが、そのような場合でも十分な対応は可能である。

以上のことから、「雨音は気にならない? 亜鉛鉄板屋根」ということが十分ご理解いただけよう。

垂鉛鉄板葺き屋根は
雨音が気になると、感覚的に
思っていたことを反省するわ
ちゃんをつくれば平気なのね
垂鉛鉄板葺き屋根は
音の点でも心配ないわね



雨仕舞は抜群

— 雨関係性能(雨仕舞) —



雨を遮蔽する屋根の原理

- 質 不透質
- 形 孔のない形
- 量 孔の面積が小さい
- 位置 屋内空間を遮蔽する位置
- 向き 急勾配

屋根下地

葺き材と一体化して
雨仕舞には重要



<p>瓦葺き屋根</p> <p>質——半透質</p> <p>形) 孔状の</p> <p>量) 隙間大</p>	<p>着色石綿板葺き屋根</p> <p>質——半透質</p> <p>形) 孔状の</p> <p>量) 隙間は中程度</p>	<p>亜鉛鉄板葺き屋根</p> <p>質——不透質</p> <p>形) 孔状の</p> <p>量) 隙間小</p>

原理的に考えても
亜鉛鉄板葺き屋根は
もっとも雨仕舞に
優れているわ！



瓦・着色石綿板葺きの屋根の複雑な納まり部位

- 亜鉛鉄板で殆どすべて処理されているのが現状
(亜鉛鉄板は加工性が優れているので)
雨の漏りやすいところは、瓦・着色石綿板では
処理不可能
- 瓦・着色石綿板葺きの複雑な納まり部位のある
屋根の雨仕舞は、亜鉛鉄板の納まり部位が結局
の決め手



■各種屋根葺き材の防水性能試験の比較

屋根葺き材	勾配	試験体概要	平均圧力差 (kg/cm ²)											試験条件・結果の概要	本署でとりあげた比較し得る類似の試験方法	出典		
			0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50					
瓦屋根 (粘土瓦)	4/10	約1.7m×1.7mの試験体	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	軒先流量 5 l/m分	瓦葺き (標準品)	石川による (文献1)
瓦屋根 (粘土瓦)	4/10	約1.1m×1.1mの試験体 試験体の周囲は密閉	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	軒先流量 4 l/m分	瓦葺き (標準品)	石川による (文献2)
瓦屋根 (粘土瓦)	4/10	約2.7m×2.6mの試験体	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	軒先流量 4.4 l/m分	瓦葺き (標準品)	伊藤による (文献3)
着色石棉葺き	3/10	約1.6m×1.8mの試験体	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	軒先流量 5 l/m分	着色石棉葺き(標準品)	石川による (文献1)
着色石棉葺き	3.5/10	約1.1m×1.3mの試験体	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	軒先流量 4 l/m分	着色石棉葺き(標準品)	石川による (文献2)
着色石棉葺き	3/10	約1.1m×1.3mの試験体	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	軒先流量 4 l/m分	着色石棉葺き(標準品)	石川による (文献2)
亜鉛鉄板 (0.4mm) 瓦葺き (心木なし)	3/10 2/10 1/10	約1.1m×1.1mの試験体 下葺材なし	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	軒先流量 4 l/m分	亜鉛鉄板瓦葺き (中級品)	石川による (文献2)
亜鉛鉄板 (0.4mm) 瓦葺き (心木なし)	15/100	約4m×4mの試験体のうち 瓦葺きの部分は2m×4m なる木40×45mm、321mm間隔 野地板 9mm厚合板 720/114-7/10 22kg品 ありとなしの条件あり	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	漏水量 4 l/m分 良好な施工部分 施工が不良 (はぜの跡め 付けが悪い)	亜鉛鉄板瓦葺き (中級品)	石川による (文献1)
亜鉛鉄板 (0.4mm) 大波 波葺き	25/100		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	5~15kg/m ² の雨水はフ ックから、20kg/m ² の 雨水は重ね部から (下葺 き材、野地板はない) 漏れはない	本署のうちでは亜鉛 鉄板波葺きに類似 しているが、大波、 小波の違い、勾配の 違いがある	建材試験センター 報告書より

○漏水なし ●漏水あり
 (注) 試験体の大きさ、送風機吹出口の大きさ、試験体周囲の密閉状況、野地板、下葺き材の厚さなど試験条件がそれぞれ異なるため、単純に数値のみで比較することはできない。
 文献1：昭和52年度総合技術開発プロジェクト「住宅性能総合評価システムの開発」報告書、耐久性に関する評価法及測定法の開発 (住宅の防水性能評価方法の開発)、昭和53年3月、建設省建築研究所
 文献2：同上、51年度報告書
 文献3：伊藤弘、西田和生“強風雨発生装置による瓦葺屋根の防水性能実験”、日本建築学会大会学術講演梗概集 (東北)、昭和57年10月

結 論

原理的に考えても、各種実験データからしても、瓦葺き、着色石棉葺きと比較して亜鉛鉄板葺き屋根の雨仕舞が格段に優れていることがわかる。

亜鉛鉄板葺き屋根は原理的にも
実験データからも
もっとも雨漏りしない屋根だ
ということがよ〜くわかったわ



安くて丈夫

—LCC(ライフサイクルコストイング)関係—



私は安くて丈夫で
しかも品質の優れた
帽子をかぶりたいわ
どういう基準で
選んだらよいのかしら？



素材の耐久性と屋根全体の
耐久性は必ずしも比例しない
ことがやっとわかったわ



瓦 材

瓦一枚一枚をみれば
数百年も耐久性が
あることは事実



瓦葺き屋根全体
耐久性が高いとは
限らない



着色石綿板材

着色石綿板一枚一枚を
みれば、錆びない
ことから耐久性が
ありそう

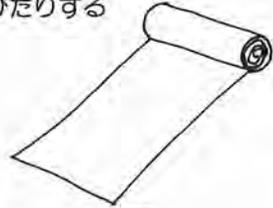


着色石綿板葺き屋根全体
錆びないからといって
耐久性が高いとは
限らない

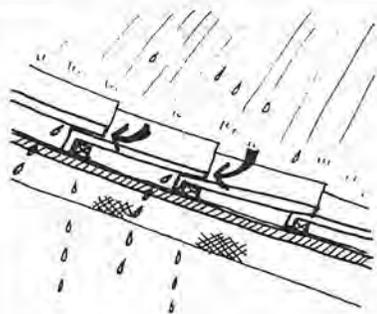


亜鉛鉄板材

長期間では
変色したり錆
びたりする

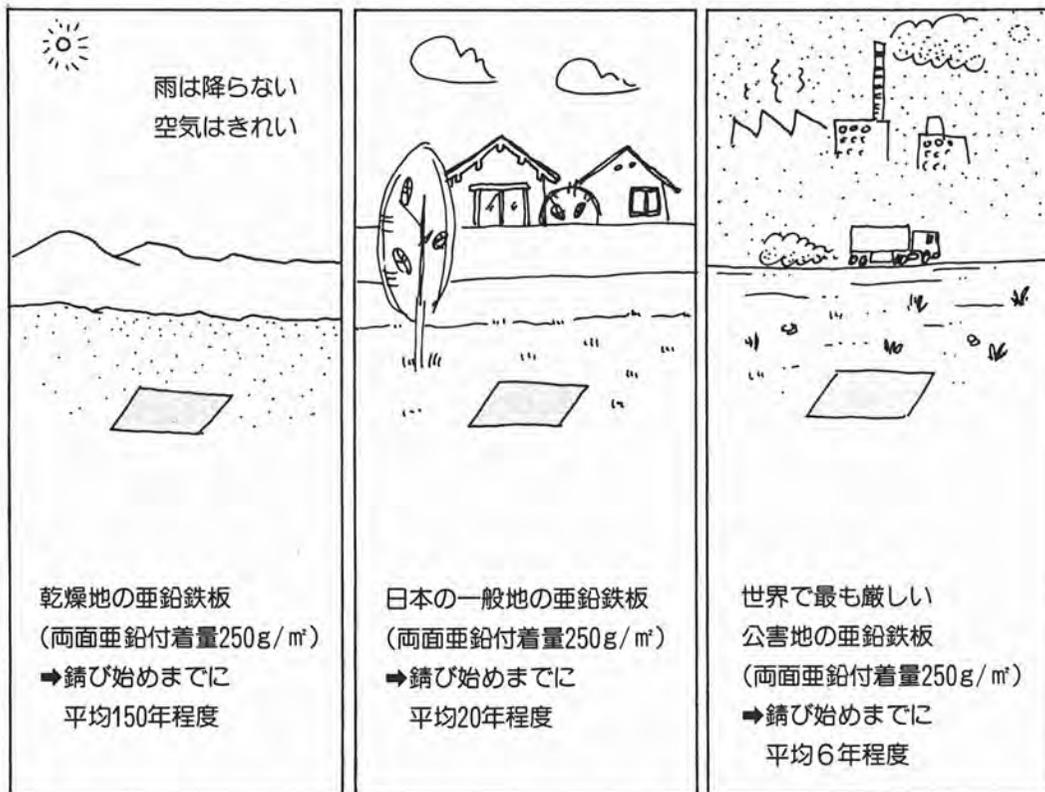


亜鉛鉄板葺き屋根全体
錆びる可能性がある
からといって
耐久性が低いとは
限らない



耐久性の機構

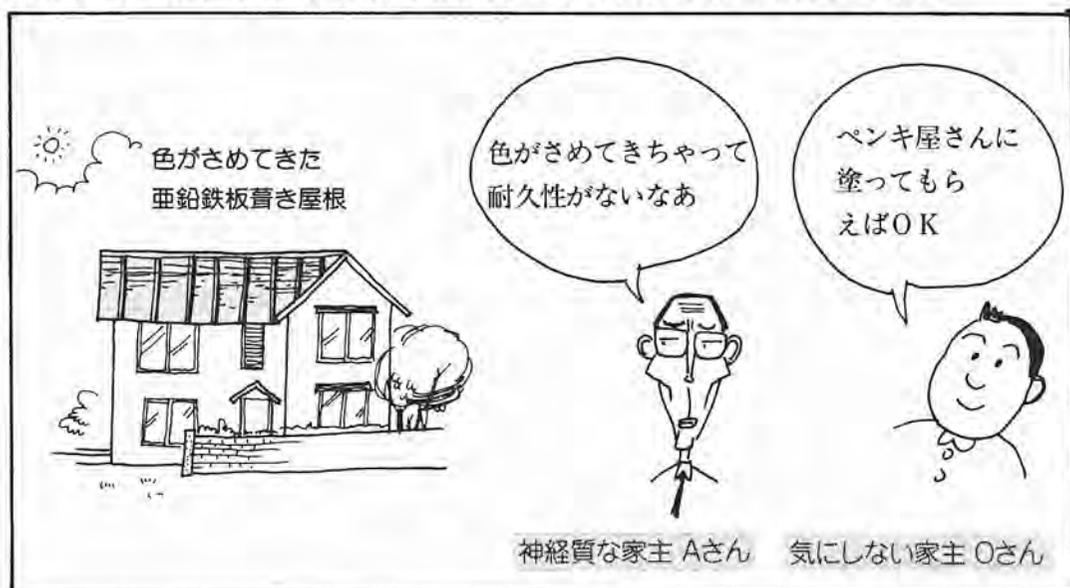
古くなると瓦の隙間から
雨が漏って建物が腐る



同じ亜鉛鉄板の寿命が
その置かれる環境条件で
こんなに違うことがやっと
わかったわ



同じ亜鉛鉄板葺き屋根の家でも耐久性の判断は人によって違うもの



耐久性の判断は
人によつてずいぶん
違うものなのね!
耐久性って維持管理の
仕方によつても
ずいぶん違うんですつて!



瓦葺き屋根全体



私は瓦屋根が好きだから
お金はないけど、銀行から
お金を借りて瓦葺きの屋根に
したんだ
どうだい。いいだろう
でも、ローンがこたえるなあ

家主A



着色石綿板葺き屋根全体



私は流行の
着色石綿板葺き屋根が
好きなの
つくる費用もほどほど
維持管理の費用も
ほどほどと聞いたので……

家主B

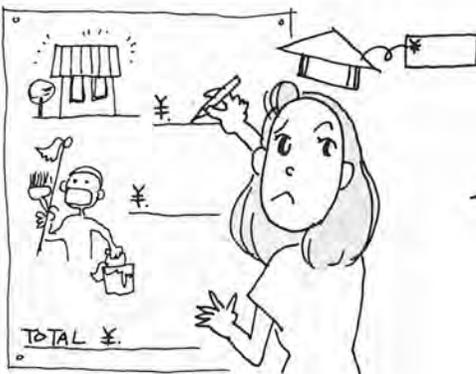


亜鉛鉄板葺き屋根全体



僕は安くて丈夫な
亜鉛鉄板葺きにしました
だって銀行ローンに
悩まされないし
維持管理は
何にでも必要と
心得ていますから

家主C



耐久性には
つるときのお金も
その後の維持管理の仕方や
その費用も関係するなんて
知らなかったわ
どうすれば
「安くて丈夫だ」なんて
判断できるの？



へえー
 “安くて丈夫で品質に優れた屋根”を
 科学的に比較する方法に
 LCCという方法があるんですって
 早速それを使って比較してみたら
 どうなるかしら

LCCとは

LCC(Life Cycle Costing、ライフサイクル・コストイング)は、発注者にとって重要な諸コストを、各設計代替案に対して建物の経済寿命範囲で考え、各案の経済性を等価換算した値で評価する手法である。

この方法は米国を中心に拡大しており、国防省、NASA等米国政府機関や各州政府などで採用されている。

LCCの計算は、次の式により行われる。

繰返しコストに関する式は、式(1)の通り。

$$P = A \cdot \frac{[(1+e)/(1+i)]\{[(1+e)/(1+i)]^n - 1\}}{[(1+e)/(1+i)] - 1} \text{ (円)} \dots\dots(1)$$

非繰返しコストについては、式(2)による。

$$P = \frac{1}{1+e} \cdot \left(\frac{(1+e)}{(1+i)} \right)^n \cdot Q \text{ (円)} \dots\dots(2)$$

n年後にQ(円)だけ支払いのできる場合

ここに i : 年利率、または期待される最小限の利益率

P : 現在価値の合計で、未来に発生するコストを現在の価値で算出したもの
 現価ともいい、単位は(円)

A : n年間にわたって続けられる一定の期末未払額、または期末受取額
 単位は(円)

e : 物価上昇率

n : 計算の対象とする期間。設定年数ともいい、単位は(年)



LCCの
計算中



瓦葺き、着色石綿板葺き、亜鉛鉄板葺き屋根の3者を、LCC計算に必要な様々な条件(構法、イニシャルコスト、金利、維持管理費、補修工事費、使用年限等)を設定し比較した結果は、トータルコスト(20年後、30年後までにかかった建築費+維持管理費等全ての費用)で亜鉛鉄板葺き屋根は10~40%得なことがわかりました

■経年変化の順位

屋根構法	設定年数						
	初期	10年	15年	20年	25年	30年	
瓦葺き	高級品	10	10	10	10	6	6
	標準品	9	9	8	7	3	3
着色石棉葺き	高級品	6	5	7	8	8	9
	標準品	5	8	9	9	10	10
亜鉛鉄板葺き	高級品	7	6	1	1	1	1
	中級品	3	3	4	4	5	4
	標準品	2	2	5	5	7	8
亜鉛鉄板葺き	高級品	8	7	2	3	2	2
	中級品	4	4	6	6	9	5
	標準品	1	1	3	2	4	7

■LCC計算結果の大局的比較

屋根の種類	標準品種別による比較			高級品種別による比較			最も得な種別による比較			
	亜鉛鉄板葺き	着色石棉葺き	瓦葺き	亜鉛鉄板葺き	着色石棉葺き	瓦葺き	亜鉛鉄板葺き	着色石棉葺き	瓦葺き	
材料、調法等	カラー亜鉛鉄板(一般品)、厚さ0.35mm、心木あり瓦葺き	着色石棉葺き、標準品、厚さ4.5mm	緑黒瓦、のし3段、万十軒、踏鬼、5寸次巴	カラー亜鉛鉄板(20年保証品)、厚さ0.4mm、心木あり瓦葺き	着色石棉葺き、高級品、厚さ6mm	緑黒瓦、緑のし5段、べた葺き万十軒(標準入り)、台付鬼				
計算方式	現 価 法									
設定年数	30年									
物価上昇率	2.5%									
年 利 率	6%									
屋根勾配	1寸5分	3寸5分	4寸5分	1寸5分	3寸5分	4寸5分	同 左			
屋根面積 (㎡)	100	105	109	100	105	109				
初期投資額 (円)	357,000	387,450	649,640	511,000	499,800	782,620				
維持管理費	初期投資額の1.5%									
補修時期	5年	▽7年目、全面塗装								
10年	▽12年目、全面塗装	▽全面塗装				▽12年目、全面塗装				
15年	▽17年目、全面塗装	▽全面塗装				▽17年目、全面塗装	▽17年目、5%を差替え			
20年	▽22年目、全面塗装	▽全面塗装	▽17年目、10%を差替え	▽全面塗装		▽22年目、全面塗装				
25年	▽29年目、全面塗装	▽全面塗装	▽27年目、10%を差替え	▽27年目、全面塗装	▽27年目、全面塗装	▽27年目、5%を差替え				
30年										
結果指数	10年後	1.00	1.15	1.39	1.00	0.98	1.53	1.00(標準品)	1.07(高級品)	1.39(標準品)
20年後	1.00	1.20	1.11	1.00	1.24	1.35	1.00(高級品)	1.24(高級品)	1.15(標準品)	
30年後	1.00	1.14	0.83	1.00	1.35	1.24	1.00(高級品)	1.35(高級品)	1.08(標準品)	

結 論

今回のまとめとして、一定の条件を設定して行ったLCC計算の結果、各種屋根葺き構法に関する大局的な比較を行った。結果を表に示す。

表より、亜鉛鉄板葺き、着色石棉葺き、瓦葺きの3者を比較すれば、「安くて丈夫な亜鉛鉄板屋根」ということが定量的に正しいことが理解される。

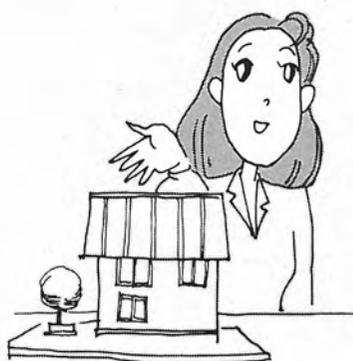
この分析は着色石棉葺き屋根、瓦葺き屋根の雨仕舞の重要な部分に使用される亜鉛鉄板を除外して行っており、また各種複雑な前提条件におけるLCCの計算結果であるので、その各種条件を異なるものにすれば、別の判断も生れることも当然といってよい。

従って、このLCCを使った初めての屋根葺き材に関する分析結果をもとに、読者諸氏により判断をしていただき、活用していただくことを期待する。

LCCの結果をみれば
亜鉛鉄板葺き屋根は
経済的でしかも丈夫な
ものなのがあったわ
感覚でものごとを判断するのは
危険なのね



やっぱり優れている亜鉛鉄板葺き屋根

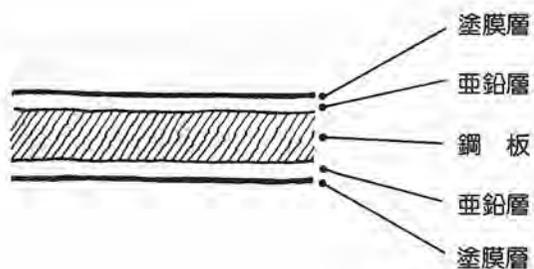
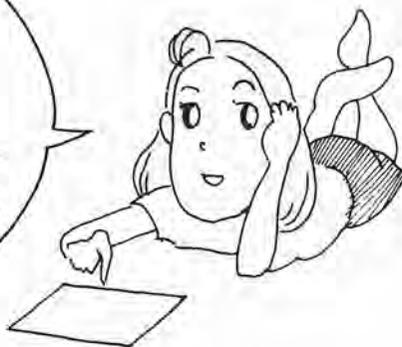


代表的な葺き屋根
の性能を比較して
みたら、亜鉛鉄板
葺き屋根は優れた
ものなのね

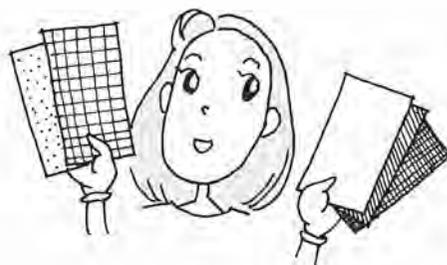
亜鉛鉄板ってどんなもの

—参考資料—

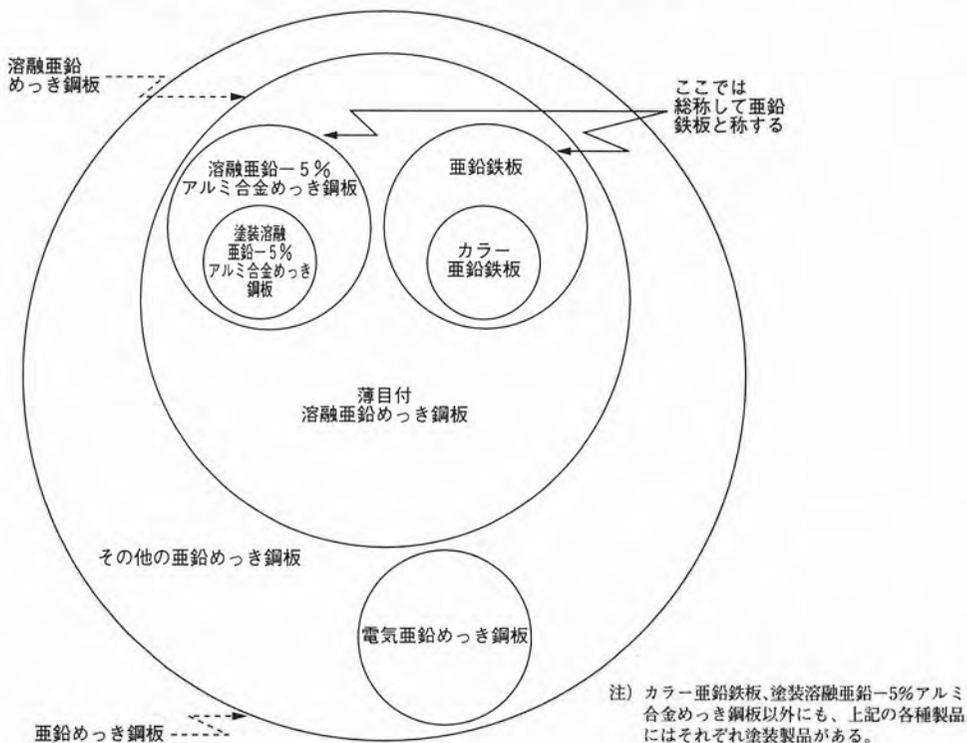
亜鉛めっきを施した
亜鉛鉄板は
犠牲防食という原理で
亜鉛がとけてなくなるまで
鋼板は錆びないんですって



亜鉛鉄板に工場塗装を施した
カラー亜鉛鉄板とか
いろいろな防錆処理をさらに
施した亜鉛鉄板を用いれば
鋼板の寿命ってさらにのびる
ものなのね



■亜鉛めっき鋼板の各種製品名称と総称との関係図



■建築外装用カラー亜鉛鉄板等塗装鋼板の耐久性能分類

保証期間による分類

保証期間	保証内容				耐久性仕様(参考)		備考
	変退色	白亜化	はがれ (2m目視)	赤錆	促進試験法		
					塩水噴霧試験	デューサイクル式 促進耐候性試験	
30年	$\Delta E_n=7$ 以下 (7NBS以下)	NO.6 \leq	なし	---	2,500h \cdot 8F	2,000h \cdot $\Delta E_n=7$ 以下	
20年	$\Delta E_n=7$ 以下 (7NBS以下)	NO.6 \leq	なし	---	2,000h \cdot 8F	1,500h \cdot $\Delta E_n=7$ 以下	
10年	塗膜補修不要		なし	---	1,000h \cdot 8F	---	塗膜のひび、われあるいは、ふくれを保证するもの
	---		---	なし	1,000h \cdot 8F	---	

注：上表以外に15年と7年塗膜保証製品および15年赤錆保証製品あり。保証は平板部を対象とする。通常の環境下の適正な使用を条件とする。

JIS規格 (JIS G 3312) による分類

種類	耐久試験	
	塩水噴霧試験時間	デューサイクル式促進 耐候試験時間(参考)
3類	2,000h	1,500h
2類	500h	---
1類	200h	---

へえー
知っていたつものの
亜鉛鉄板が
これほど高度に
品質管理された
工業製品とは
知らなかったわ



—おわり—



■亜鉛鉄板会会員一覧

(50音順)

東 鋼 業 (株)	〒340-0831 埼玉県八潮市南後谷99	TEL 0489 (36) 8021
アズマプレコート(株)	〒272-0127 千葉県市川市塩浜2-30	TEL 047 (396) 0171
NKK (日本鋼管(株))	〒100-8202 東京都千代田区丸の内1-1-2	TEL 03 (3212) 7111
エヌケーケー鋼板(株)	〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町1-9-4 (長寿ビル)	TEL 03 (5623) 5731
大 阪 鐵 板 (株)	〒536-0003 大阪府大阪市城東区今福南4-3-7	TEL 06 (6939) 0201
川 崎 製 鉄 (株)	〒100-0011 東京都千代田区内幸町2-2-3 (日比谷国際ビル)	TEL 03 (3597) 3947
川 鉄 鋼 板 (株)	〒103-0022 東京都中央区日本橋室町3-1-9 (レヂノビル)	TEL 03 (5255) 9511
(株) 神 戸 製 鋼 所	〒141-8688 東京都品川区北品川5-9-12 (ONビル)	TEL 03 (5739) 6000
新 中 鋼 (株)	〒273-8502 千葉県船橋市西浦1-1-1	TEL 047 (433) 8511
新 日 本 製 鐵 (株)	〒100-8071 東京都千代田区大手町2-6-3	TEL 03 (3275) 7219
住 友 金 属 建 材 (株)	〒103-0001 東京都中央区日本橋小伝馬町7-2 (古賀オールビル)	TEL 03 (3660) 1903
住 友 金 属 工 業 (株)	〒100-8113 東京都千代田区大手町1-1-3 (大手センタービル)	TEL 03 (3282) 6449
ダ イ ト 工 業 (株)	〒555-0044 大阪府大阪市西淀川区百島2-1-11	TEL 06 (6473) 7141
大 同 鋼 板 (株)	〒660-0822 兵庫県尼崎市杭瀬南新町3-2-1	TEL 06 (6487) 1717
大 日 本 エ リ オ (株)	〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津4013	TEL 0462 (85) 1311
大 洋 製 鋼 (株)	〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町2-31-1 (浜町センタービル)	TEL 03 (5641) 4131
千代田鋼鉄工業(株)	〒272-0013 千葉県市川市高谷1920	TEL 047 (327) 0121
東 海 カ ラ ー (株)	〒808-0022 福岡県北九州市若松区大字安瀬1	TEL 093 (771) 1080
東邦シートフレーム(株)	〒276-0022 千葉県八千代市上高野1812	TEL 047 (484) 0100
東 洋 鋼 鋳 (株)	〒102-8447 東京都千代田区四番町2-12	TEL 03 (5211) 6218
中 山 化 成 (株)	〒596-0001 大阪府岸和田市磯上町6-17-5	TEL 0724 (39) 9931
日 垂 鋼 業 (株)	〒660-0083 兵庫県尼崎市道意町6-74	TEL 06 (6416) 1021
日 新 製 鋼 (株)	〒100-8366 東京都千代田区丸の内3-4-1 (新国際ビル)	TEL 03 (3216) 6138
日 新 総 合 建 材 (株)	〒104-0043 東京都中央区八丁堀4-11-5 (月星ビル)	TEL 03 (3552) 1111
日 鐵 建 材 工 業 (株)	〒135-0042 東京都江東区木場2-17-12 (SAビル)	TEL 03 (3630) 2157
北 海 鋼 機 (株)	〒067-8565 北海道江別市上江別441	TEL 011 (382) 3361
三 菱 樹 脂 (株)	〒110-8575 東京都台東区台東4-19-9 (山口ビル)	TEL 03 (3834) 8723
(株) 淀 川 製 鋼 所	〒541-0054 大阪府大阪市中央区南本町4-1-1	TEL 06 (6245) 1111
川 鉄 商 事 (株)	〒100-0004 東京都千代田区大手町2-7-1	TEL 03 (5203) 5141
(株) 一 佐 渡 島	〒542-0081 大阪府大阪市中央区南船場4-12-8 (関西心斎橋ビル)	TEL 06 (6251) 0855
住 金 物 産 (株)	〒107-8527 東京都港区赤坂8-5-27	TEL 03 (5412) 5029
日 本 鐵 板 (株)	〒103-8237 東京都中央区日本橋1-2-5 (栄太楼ビル)	TEL 03 (3272) 5111
三 井 物 産 (株)	〒100-0004 東京都千代田区大手町1-2-1	TEL 03 (3285) 2325
三 菱 商 事 (株)	〒100-0005 東京都千代田区丸の内2-6-3	TEL 03 (3210) 3193
亜鉛鉄板東部問屋組合	〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-2-10 (鉄鋼会館)	TEL 03 (3669) 5331
亜鉛鉄板西部問屋組合	〒550-0013 大阪府大阪市西区新町2-15-22 (鐵鋼会館)	TEL 06 (6538) 3288

帽子のような屋根

亜鉛鉄板葺き屋根のパフォーマンス マンガ読本

1992年3月発行

井口 洋佑 著

東京理科大学工学部建築学科教授

廣重 拓司 マンガ作画

東京理科大学工学部建築学科(真鍋研究室)

発行者 亜鉛鉄板会

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-2-10

(鉄鋼会館)

電話 03(3669)5331(代表)

ファクシミリ 03(3669)6685

<http://www.aenteppan.gr.jp>

制作 (株)日活アド・エイジェンシー

(禁無断転載)

