

スチールハウス実住宅における軽量形鋼の耐食性寿命予測

鹿毛 勇*・坂本 義仁*²・高阪 廣作*³・藤田 栄*

Corrosion Resistance of Light Gauge Steels for Steel Framed House

Isamu KAGE, Yoshihito SAKAMOTO, Kousaku TAKASAKA and Sakae FUJITA

Synopsis : Atmospheric corrosion on the inhabited steel framed house was investigated with Fe–Ag galvanic type atmospheric corrosion monitoring (ACM) sensors. As the environmental conditions, temperature, humidity and currents of the ACM sensors were continuously measured in several parts of the house for five years. Corrosion rates of hot-dip galvanized steel sheet, Zn–5%Al coated steel and 55%Al–Zn coated steel for the light gauge steels were also determined on the basis of exposure tests. Service life of the galvanized steels and dew condensation in the house were discussed.

Amount of deposited sea salt influences the corrosion resistance of the coated steels. Under the indoor conditions of the inhabited house, the amount of deposited sea salt was negligibly small. It is difficult to evaluate the corrosion resistance of coated steel sheets using convenient corrosion tests because of too much sea salt.

Key words: ACM sensor; atmospheric corrosion; steel framed house; Zn coated steel sheet.

1. 緒言

近年、住宅分野では欠陥住宅の低減を目的として住宅性能表示制度が施行された¹⁾。これに伴い、住宅に使用される軽量形鋼の耐久寿命に関する研究が注目されている²⁾。住宅に使用される軽量形鋼は、主に垂鉛系めっき鋼板である。垂鉛系めっき鋼板の腐食挙動は多数の屋外暴露試験によって報告されているが、住宅躯体内の鋼材の腐食挙動を報告した例は少ない³⁾。辻川らは、プレハブ住宅にFe–Agガルバニック型腐食センサ（以下、ACM型腐食センサと記す）を設置して、躯体に使用した垂鉛めっき鋼板の寿命予測を行っている^{4,5)}。

スチールハウスは、耐久性・耐震性・防火性に優れ、森林資源保護の観点からも注目されている軽量形鋼を用いた2×4型住宅であり、国内では（社）日本鉄鋼連盟（旧鋼材倶楽部）仕様のKC型スチールハウス⁶⁾等が提案されている。筆者らは同センサを無人のスチールハウス（以下、実験住宅と記す）に適用し、その環境での垂鉛めっき鋼板の腐食速度を推定し、耐用年数の算出を検討してきた^{7,14)}。

実生活に供されているスチールハウス（以下、居住住宅と記す）に関しては、KC型スチールハウスにおいて3年間暴露した各種垂鉛系めっき鋼板の腐食速度を測定した¹⁵⁾。ここで評価したサンプルは、実際にスチールハウスに使用するクロメート処理を施しためっき鋼板であり、めっき自体の耐用年数の検討は行われていない。

一方、住宅用鋼材の耐久性の評価やめっき種の選定は、しばしば塩水噴霧試験をはじめとした各種腐食促進試験法を用いて行われる。しかし腐食促進試験法においてめっきが示した耐食性は屋外暴露試験の結果と必ずしも整合がとれていない¹⁶⁾。また、屋内環境についても同様と考えられるが明確にはされていない。

本報では、居住住宅で約4年間実施した温湿度とACM型腐食センサ出力の計測および無処理の各種垂鉛系めっき鋼板の暴露試験の結果を述べる。同時に実験住宅と比較した住宅躯体内環境、鋼材の寿命予測ならびに腐食促進試験法について得られた知見を述べる。

2. 実験方法

2.1 調査対象住宅

Table 1に、調査した居住住宅¹⁷⁾の概要を示す。比較として実験住宅⁷⁾の概要も併記した。両住宅はともに海岸から約2km離れた所に立地している。居住住宅は外壁と基礎の外側に断熱材を配置した外断熱方式となっており、床下換気口は設けられていない。さらに壁内の室内側に防湿気密材を配置した高气密高断熱仕様となっている。Fig. 1に居住住宅の間取りおよび調査位置を示す。Fig. 2に壁体の構造を示す。

2.2 ACM型腐食センサによる測定

外壁施工後 Fig. 1に示す調査位置にFe–Agをガルバニック

平成14年5月17日受付 平成14年9月26日受理 (Received on May 17, 2002; Accepted on Sep. 26, 2002)

* NKK総合材料技術研究所 (Materials & Processing Research Center, NKK Corp., 1 Kokan-cho Fukuyama 721-8510)

*2 NKK基盤技術研究所 (Applied Technology Research Center, NKK Corp.)

*3 NKK本社鉄鋼事業部 (Steel Division, NKK Corp.)

Table 1. Steel framed house.

Code	House A	House B (reference)
Type of House	Steel Framed House	
Resident	Inhabited	Uninhabited
Build	Dec. 1996	Aug. 1995
Position of heat insulator	Outside insulation	Cavity insulation
Ventilation under floor	without	with
Location	Nishinomiya-city Hyogo-Pref. 2km from seashore	Kawasaki-city Kanagawa-Pref. (at Keihin works) 2km from seashore

Table 2. Test pieces for the exposure test.

Specimen	Symbol	Coating weight of exposed side(g/m ²)
Hot-dip galvanized steel	Z27	169
Hot-dip Zn-5%Al alloy coated steel	Y25	138
Hot-dip 55%Al-Zn alloy coated steel	AZ150	76

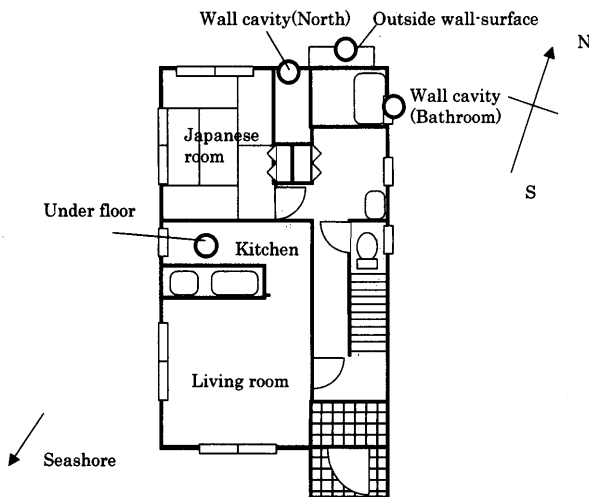


Fig. 1. Installation of ACM sensors and floor plan of the inhabited house.

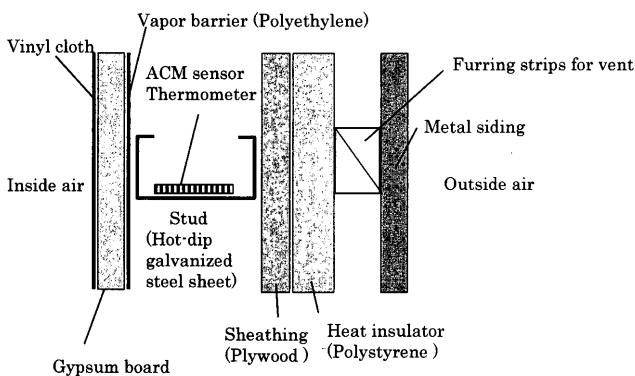


Fig. 2. Wall structure of the inhabited house.

ク対としたACM型腐食センサ（北斗電工製）を，両面テープ（ニチバン製NW-25）を用いて形鋼に固定した。屋外の環境が住宅内環境に及ぼす影響を調査するため，壁外に同センサを設置した。壁外のセンサは雨に濡れないよう奥行き約360mmの物置小屋の内部に配置し前面の扉を解放した。床下，壁内のセンサはFig. 2に示すように形鋼の平面部に配置した。

ACMセンサのデータの取込みは，小屋裏に設置したデータロガー（北斗電工製）によって600sごとに行った。計測は4年間継続して実施した。同時に温湿度計（神栄製THT-B121）をACMセンサに隣接した位置に設置して各部位の温度，相対湿度の計測を行った。なお，以下の結果お

よび考察においては1年間欠測のない1999年3月～2000年3月のデータを使用した。また，一部の解析では，各温度における飽和蒸気圧をGoff-Gratchの算出式¹⁸⁾より求め，相対湿度をかけて絶対湿度を計算し，水蒸気の移動を考察した。

2.3 暴露試験

居住住宅内で行った暴露試験材は，Table 2に示すスチールハウスで使用を認められている3種のめっき鋼板を用いた。本暴露試験材はいずれも化成処理を施していない。附着量は，48mmφに打ち抜いたサンプルの対象面のめっきのみを5%の塩酸に溶解し，重量変化を測定して実測した。これらの鋼板はACM型腐食センサと同部位に住宅建設後に設置した。試験材の形状は100mm×50mm×1.2mmである。溶融亜鉛めっき鋼板は3年10ヶ月（暴露期間：1996年12月～2000年9月）で回収し，溶融亜鉛-5%アルミニウムめっき鋼板，溶融55%アルミニウム-亜鉛めっき鋼板は5年3ヶ月（暴露期間：1996年12月～2002年3月）で回収した。溶融亜鉛めっき鋼板および溶融亜鉛-5%アルミニウムめっき鋼板については，重クロム酸塩を添加したアンモニア水に常温で900s浸漬処理する精密化学法¹⁹⁾により表面の腐食生成物を除去し，溶解した溶液中に含まれるZn²⁺およびAl³⁺の量をICPにより分析しその総和を暴露期間で除して腐食速度とした。一方，溶融55%アルミニウム-亜鉛めっき鋼板については，200g/lの酸化クロム溶液に80°Cで60s浸漬して表面の腐食生成物を除去し，溶解した溶液中に含まれるZn²⁺およびAl³⁺の量を原子吸光法により分析しその総和を暴露期間で除して腐食速度とした。

また，住宅建設時の住宅躯体の表面および暴露試験材の腐食生成物を除去する前の表面に附着した海塩の測定を行った。附着した海塩は蒸留水で湿らせた脱脂綿を用いてふき取り，60°Cの温水に抽出しCl⁻をイオンクロマトグラフにより測定した。なお，住宅建設時の海塩は，1階，2階それぞれ4隅のスタッドにおいて床面から約1500mmの高さの位置で約150mm×75mmの領域を採取した。

2.4 腐食促進試験

国内で建材用の亜鉛系めっき鋼板の耐食性評価に用いられている各種促進試験法（塩水噴霧試験：JIS-Z2371，複合サイクル試験：JASOM609-91，JIS-K5621）を2.3に示した3種の暴露試験材を用いて行い，暴露試験材と同様の手法

で腐食生成物を除去して腐食速度を算出した。

3. 結果

3.1 温度・湿度の変化

Fig. 3に居住住宅における各部位の季節毎の温湿度変化を示す。Fig. 3に示す各々の領域は600sごとに計測した全データの変動領域を示したものである。外気の湿度変動と比べて、床下、壁内の住宅内部位は変動が小さい。また、住宅内部位はそれぞれ冬季から夏季に向けて温度、相対湿度共に上昇し、夏季に最も高くなり梅雨より高い値を示した。住宅内部位を比較すると、床下の各季節の温度変化は4~6°Cであり、同変化が8~15°Cである壁内と比べて小さい。

本居住住宅では、床下の相対湿度は年間を通じて95%以下に、また壁内の相対湿度は夏季の一時期に81%を示したものの、それ以外では80%以下に保持されていた。

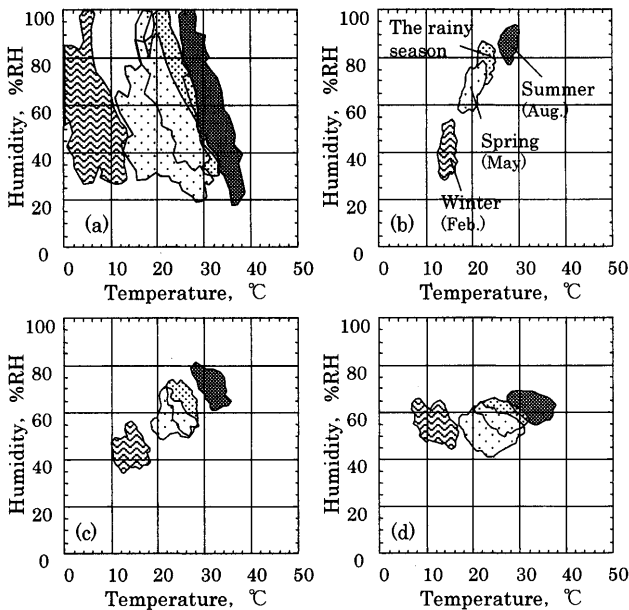


Fig. 3. Relationships between temperature and humidity at inhabited house, (a) outside wall-surface, (b) under floor, (c) wall cavity (north), (d) wall cavity (bathroom).

3.2 ACM型腐食センサの測定

居住住宅で得られた1999年4月~2000年3月の1年間のACM型腐食センサ出力を月ごとに集計し、各月の日平均電気量¹⁹⁾(1日あたりの平均電気量)を算出した結果をFig. 4に示す。検出限界(10⁻⁵C/d)を上回る出力が得られた部位は、壁外と床下であった。

3.3 暴露試験

各暴露試験材、およびブランク材に対し腐食生成物を除去して求めた腐食量および腐食速度をTable 3に示す。ここでブランク材は、各々の試験材を受け取った時点で腐食生成物を除去して得られた値である。各部位の腐食速度は、壁外および床下を除いて、いずれもブランク材以下の値しか得られなかった。垂鉛めっき鋼板の平面部の外観は、壁外に設置した各暴露試験材にのみ白錆が認められた。住宅内に暴露した暴露試験材を含め、他の暴露試験材には白錆は認められなかった。

外壁施行直後の住宅躯体、および建設後に屋内設置した暴露サンプルの表面から海塩の採取を行い定量した結果をTable 4およびTable 5に示す。建設時に付着する海塩量に比較し、建設後に付着する海塩量は1/10~1/100程度も少ないことが確認された。

4. 考察

4.1 住宅構造、居住の結露への影響

ここでは結露に関係が深い住宅躯体内への水分の流入

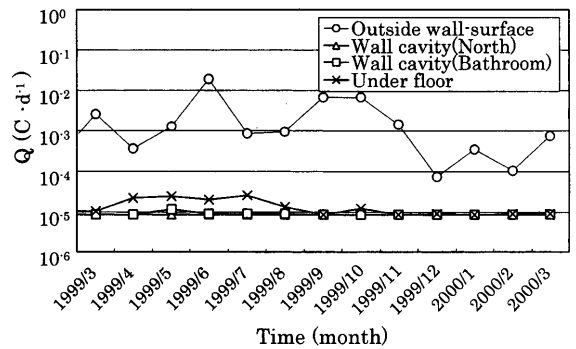


Fig. 4. Changes in daily average electricity of ACM sensors throughout the year in the inhabited house.

Table 3. Corrosion loss and corrosion rate of test pieces.

	Hot-dip galvanized steel (Z27)		Hot-dip Zn-5%Al alloy coated steel (Y25)		Hot-dip 55%Al-Zn alloy coated steel (AZ150)	
	CL*	CR ***	CL**	CR ***	CL**	CR ***
Outside wall-surface	15.37	4.01	22.05	4.20	4.45	0.85
Under floor	4.37	1.14	4.36	0.83	0.38	0.07
Wall cavity (North)	—	—	—	—	—	—
Blank(as received)	0.23	—	0.06	—	0.20	—

*Corrosion loss (g·m⁻²) of 3 years and 10 months
 **Corrosion loss (g·m⁻²) of 5 years and 3 months
 ***CR: Corrosion rate (g·m⁻²·d⁻¹) × 365

Table 4. Amount of deposited sea salt on studs under construction in inhabited house.

		Amount of sea salt (g · m ⁻²)
1F	East	0.113
	South	0.025
	West	0.084
	North	0.037
2F	East	0.032
	South	0.046
	West	0.011
	North	0.025

Table 5. Amount of deposited sea salt on test pieces after about 4 years.

	Amount of sea salt (g · m ⁻²)
Outside wall-surface	0.040
Under floor	0.002
Wall cavity (North)	0.002

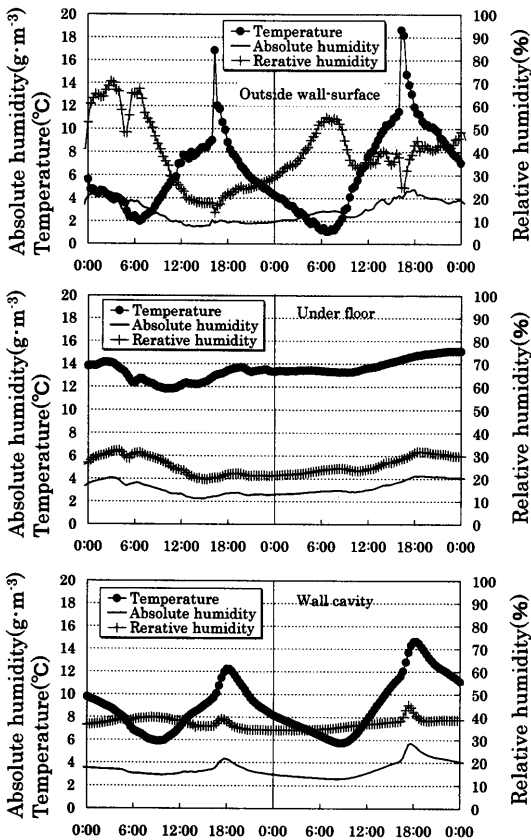


Fig. 5. Changes in temperature, relative humidity and absolute humidity of various locations in the uninhabited house on Feb. 21 and 22.

に与える住宅構造および居住の影響について、構造が異なり居住していない実験住宅と居住住宅各部位の絶対湿度変化に着目して考察を行う。

実験住宅における冬季2日間の絶対湿度の経時変化を温度、相対湿度と合わせてFig. 5に示す。Fig. 5では2日とも16:00頃に日射による急激な温度上昇が認められる。このとき、壁内では温度の上昇と共に絶対湿度が壁外より高い値まで上昇した。ここで、壁外では相対湿度は急激に減少

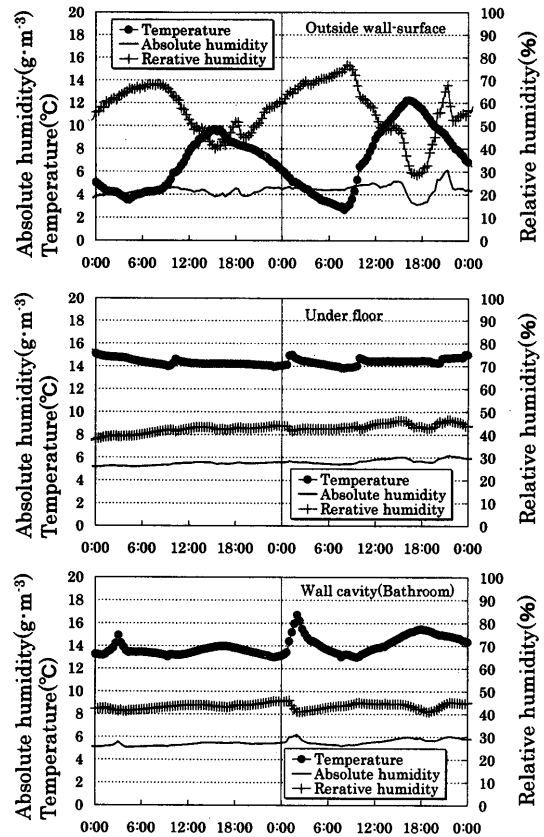


Fig. 6. Changes in temperature, relative humidity and absolute humidity of various locations in the inhabited house on Feb. 14 and 15.

しているが、絶対湿度は変化していないため、壁内の絶対湿度上昇要因は外気以外と考えられる。一方、この建物は実験住宅であり、室内での水蒸気発生はなく、室内側から壁内への水蒸気の供給はない。外壁面の温度上昇に伴い壁体の構成部材が水蒸気を放出することが知られており²⁰⁾、本測定結果も同様の現象であると考えられる。

Fig. 6に居住住宅における冬季2日間の絶対湿度の経時変化を示す。浴室壁内では0時頃の入浴時、数時間に渡り2~4℃の温度上昇と絶対湿度の僅かな増加(0.3g/m³)が認められた。浴室は、ユニットバスを使用しており、入浴時の水蒸気放出の影響は小さいことがわかる。一方、床下では生活時間帯に1℃程度の温度上昇が認められたが相対湿度の変化はほとんど認められない。いずれの場合においても、居住による室内から住宅躯体内への水分の供給は相対湿度の上昇を伴わない程度に抑制されている。

Fig. 7には居住住宅における夏季の温度、相対湿度、絶対湿度の変化を示す。相対湿度は壁内では70~80%、床下では85~93%と変化の幅は小さいものが高湿度で推移している。住宅内部の絶対湿度は、おのおの部位の温度と相関が高く、壁外の絶対湿度との相関は低い。温度の変化に対し相対湿度を一定とするように、部材から水分が吸放出されているものと考えられる²¹⁾。この理由として居住住宅の壁体構造の効果が考えられる。本居住住宅の壁体構造

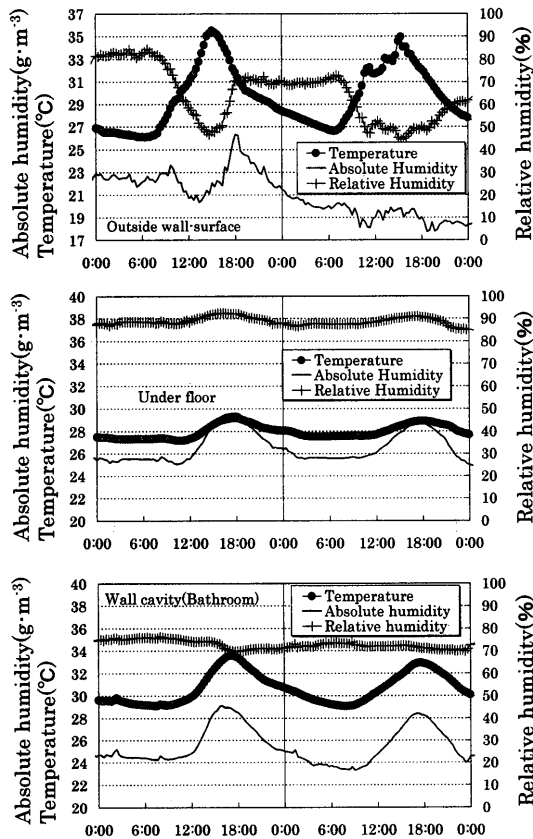


Fig. 7. Changes in temperature, relative humidity and absolute humidity of various locations in the uninhabited house on Aug. 11 and 12.

は、Fig. 2に示すように、断熱層は壁体の外側に配置され、壁内の室内側に防湿気密層を有している。このような構造により、冬季の壁内については、防湿層により室内から発生する水蒸気は通過せず、また断熱層により外気の示す低温まで下がらないという2つの効果により結露を起こさない。一方、夏季の壁内については、外気から発生する水蒸気により高湿にはなるものの、外気側に配置している断熱層のポリスチレン、合板が調湿的に作用し、結露には至らないものと考えられる。いずれの住宅の場合でも部材の調湿作用が大きく働き、結露に至るような高湿度になるのを防いでいるものと考えられる。

次に床下換気口の有無の影響について考察する。Fig. 8に両住宅の床下と外気の絶対湿度変化の相関を示す。X軸には壁外の絶対湿度の変化を、Y軸には床下の絶対湿度の変化を示した。実験住宅では床下換気口があり、居住住宅では床下換気口がない。実験住宅の床下は、居住住宅と比較して正の相関が高く、床下は外気の影響を受け絶対湿度の変化が大きい。一方、居住住宅では絶対湿度の変化は小さく、住宅外部からの水蒸気の流入、流出が抑制されている。

スチールハウスは米国、豪州の比較的湿度の低い地域を中心に普及が進んでいる住宅であるが、本居住住宅は日本の気象条件を考慮して設計した高气密・高断熱構造のス

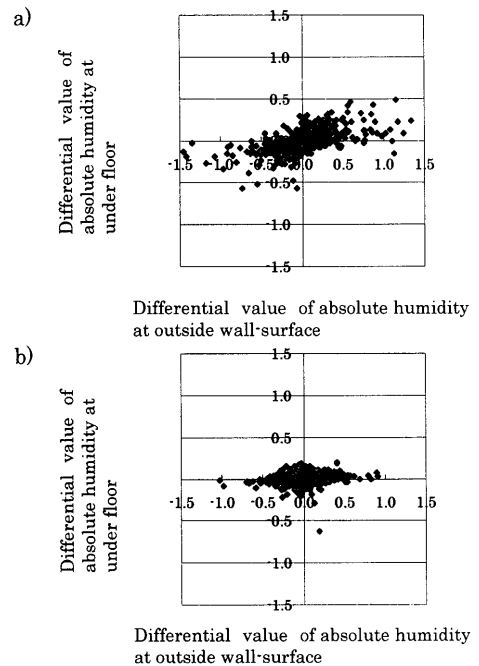


Fig. 8. Relationship of differential value of absolute humidity of wall surface and under floor: a) uninhabited house, b) inhabited house.

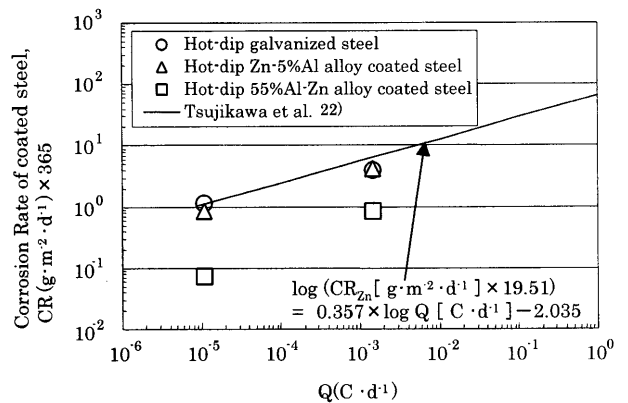


Fig. 9. Relationships between corrosion rate of coated steel (CR) and calculated daily average electricity (Q) of ACM sensors in the inhabited house.

チールハウスである。このような住宅が高湿多湿の日本においても結露抑制などの点で有効であることが確認された。

4.2 構造材の寿命予測

相対湿度が95%以下に保持され結露が発生していなくても海塩粒子が存在すると、さらに低湿でも潮解により吸湿するため腐食は進行する。ACM型腐食センサはこのような吸湿によって生じる結露をも検出できるセンサである。3・2で示したように住宅内部では床下で夏季にセンサ出力が得られた。ここでは壁外と床下の腐食速度ならびに推定される寿命について考察する。

居住住宅において3・2で算出したACM型腐食センサの日平均電気量 (Q·d⁻¹) の年間の平均値と暴露試験から求めた各種亜鉛系めっき鋼板の腐食速度 (CR) との関係を図9

Table 6. Corrosion rate and estimated life of galvanized steel sheet under floor.

	Hot-dip galvanized steel	Hot-dip Zn-5%Al alloy coated steel	Hot-dip 55%Al-Zn alloy coated steel
$Q (C \cdot d^{-1})$	1.1×10^{-5}		
$CR_a (g \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}) \times 365^*$	1.14	0.83	0.07
$CR_b (g \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}) \times 365^{**}$	1.1	—	—
Life of coated metal(d)/365***	107 (Z27)	97(Y18)	922(AZ150)

*Corrosion rate of test pieces

**Calculated by Tsujikawa formula²²⁾

$$\log (CR_b [g \cdot m^{-2} \cdot d^{-1}] \times 19.51) = 0.357 \times \log Q [C \cdot d^{-1}] - 2.035$$

***Estimated by next formula²³⁾

$$\text{Life of coated metal [d]} = 0.9 \times \text{Thickness of coated metal [g} \cdot \text{m}^{-2}] / CR_a [g \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}]$$

に示す。比較のため辻川らが算出した Q と CR_{Zn} の関係式²²⁾を図中に実線で示す。居住住宅躯体内で得られた CR_{Zn} は辻川らが算出した関係式と良い一致を示している。

ACMセンサを用いる方法は、海塩が定常的に堆積するまでに数ヶ月要することが知られている⁴⁾。この期間を加味し1年間半程度の測定を行うことによって腐食速度を評価できる。一方、本居住住宅における暴露試験の結果では、溶融55%アルミニウム-亜鉛めっき鋼板の腐食速度が床下において検出されるまでに約5年の期間を要している。

各種亜鉛めっき鋼板が本暴露試験と同様に無塗装で使用される部位は、スチールハウス住宅の躯体内である。住宅躯体内で最も厳しい腐食環境であった床下環境において各種亜鉛めっき鋼板の耐用年数を試算した結果をTable 6に示した。腐食速度(CR_a)は暴露試験材より求めた値である。溶融亜鉛めっき鋼板の腐食速度(CR_b)はACM型腐食センサから算出された日平均電気量から求めた。耐用年数の試算は国土交通省の耐用年数試算の手法²³⁾に基づき、腐食が直線則にしたがって進行し、「使用するめっきの付着量に0.9を乗じた値が許容腐食量」とした。この際、スチールハウスで認可されているめっき鋼板の片面付着量を溶融亜鉛めっき鋼板： $135 g \cdot m^{-2}$ (Z27)、溶融亜鉛-5%アルミニウムめっき鋼板： $90 g \cdot m^{-2}$ (Y18)、溶融55%アルミニウム-亜鉛めっき鋼板： $75 g \cdot m^{-2}$ (AZ150)とした。床下での耐用年数は住宅性能表示制度で規定されている3世代(75年以上)¹⁾をいずれのめっき鋼板でも満たしている。したがって、本報告で調査した実生活に供されているスチールハウスの住宅躯体内では、いずれのめっき鋼板でも3世代(75年以上)の耐用年数が期待される。

スチールハウスは軽量形鋼を使用することで、現地を組み立て施工が行えることを特徴としている。本居住住宅は、一部のパネルは工場で行い、現地での基礎工事の後、完全に屋根、外壁に覆われるまで約1ヶ月を要した。この間、躯体には直接外気の影響が付着する。この付着海塩量は亜鉛めっき鋼板の腐食に影響を与えることが知られている²⁴⁾。本報告での暴露試験は、暴露試験材を住宅完成後に設置しており、建設時の付着海塩の影響を考慮していない。Table 4とTable 5に示したように、スチールハウス建

Table 7. Consumption of Zn coat calculated as $Zn_5(OH)_8Cl_2$ from deposited sea salt on studs under construction in the inhabited house.

		Consumption of Zn coat ($g \cdot m^{-2}$)
1F	East	0.316
	South	0.071
	West	0.234
	North	0.104
2F	East	0.091
	South	0.128
	West	0.029
	North	0.071

設期間中の付着海塩量は最大で約 $0.1 g \cdot m^{-2}$ であるが、建設後の付着海塩量は1/10~1/100程度になる。川口らは、継続的に海塩が供給されない場合、 Cl^- が亜鉛の腐食生成物としてすべて取り込まれた後は、亜鉛の腐食の進行が著しく低下することを報告している²⁴⁾。Table 7に建設期間中に付着した海塩中の Cl^- が腐食生成物(塩基性塩化亜鉛： $Zn_5(OH)_8Cl_2$)となったと仮定した時の亜鉛の消費量を示す。初期付着海塩に伴う亜鉛の消費は、スチールハウスで使用される各種亜鉛めっき鋼板の片面の付着量に比較して極微量であり耐用年数への影響は少ないと考えられる。

4.3 住宅躯体内環境に対応した腐食促進試験法

住宅用建材には3世代の長期耐久性が求められている。材料選定に際しては、耐食寿命の予測も必要であり、そのための促進試験法の確立が重要課題であると考えられる。ここでは住宅用建材の選定に際し、各種腐食促進試験法(塩水噴霧試験：JIS-Z2371, JASOM609-91, 複合サイクル試験：JIS-K5621)の適用に関して検討する。亜鉛めっき鋼板の腐食速度について、居住住宅内暴露試験、促進試験の結果を比較してFig.10に示す。参考として、宮古島(飛来海塩量：約 $1.3 mg \cdot dm^{-2} \cdot d^{-1}$, 海岸から数m)と銚子(同約 $0.23 mg \cdot dm^{-2} \cdot d^{-1}$, 海岸から約4km)における屋外暴露試験の結果^{25,26)}も併せて示す。

促進試験において、溶融亜鉛めっき鋼板に対する腐食速度比率は溶融亜鉛-5%アルミニウムめっき鋼板で22.8~32.1%、溶融55%アルミニウム-亜鉛めっき鋼板0.5~1.5%であった。一方居住住宅環境においては、溶融亜鉛-5%アルミニウムめっき鋼板で72.9~104.7%、溶融55%アルミ

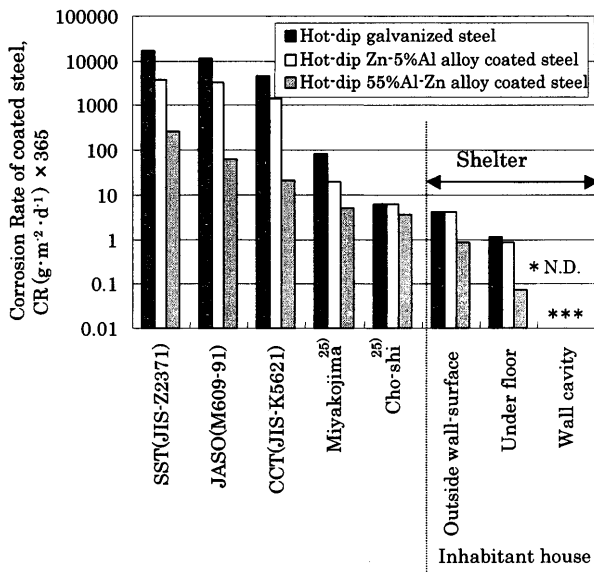


Fig. 10. Comparison with corrosion rates of coated steel without chemical conversion treatment.

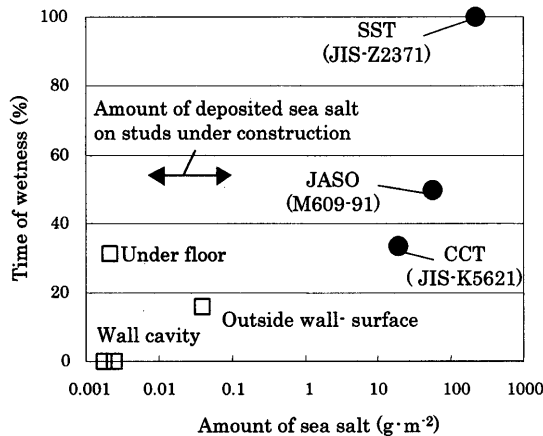


Fig. 11. Relationships between time of wetness and amount of sea salt.

ニウム-亜鉛めっき鋼板で6.4~21.1%程度であった。暴露試験における両材料の腐食速度比率は、宮古島の場合は促進試験に近く、銚子の場合には住宅環境に近い値であった。

このように、促進試験では溶融亜鉛めっき鋼板に比べてZn-Al系めっき鋼板が優れた耐食性を示したが、居住住宅内ではその差は比較的小さかった。したがって促進試験結果をそのまま居住住宅内環境に当てはめることは適切ではないと考えられる。促進試験で優れた耐食性を示しても、実環境では期待された耐食寿命が得られない可能性が十分にある。

腐食環境の観点から居住住宅内と促進試験法を比較してFig.11に示す。Fig.11では付着海塩量と湿潤率の2つの主要腐食因子について整理した。付着海塩量は住宅環境では暴露試験(3年10ヶ月)後に試験片から拭き取り・定量された海塩量、促進試験法ではJISZ2371に準拠して捕集さ

れたNaCl量を1日あたりの供給量に換算した量を示す。また湿潤率は相対湿度が80%以上の時間比率とした。促進試験法の付着海塩量は住宅内環境の $10^2 \sim 10^4$ 倍程度も高く、更に湿潤率も異なることがわかる。住宅内環境向けの促進試験法の確立に際し、付着海塩量と湿潤率の双方を見直す必要があると考えられる。

5. 結言

実生活に供されているスチールハウスにおいてACM型腐食センサによる腐食環境調査や暴露試験を行い以下に示す結論を得た。

(1) 本調査対象とした高気密高断熱構造の住宅躯体内では年間を通して相対湿度は最大でも95%以下に保持され、居住条件下においても結露に対する優れた特性が確認された。

(2) ACM型腐食センサから算出した亜鉛めっき鋼板の耐用年数は高気密高断熱構造の本住宅躯体内では75年以上と推定された。

(3) 住宅躯体内では海塩は主として建設時に付着するが、建設後の腐食に対する影響は軽微であると推定された。

(4) 現行の促進試験法は、付着海塩量が著しく高く、温和な腐食環境である住宅躯体内の環境を反映していない。最適な材料選定や耐用年数の予測を行うためには、住宅躯体内部の実環境を反映した促進試験法の必要性が示唆される。

文 献

- 1) 日本住宅性能表示基準・評価方法基準技術解説2001, 国土交通省住宅局住宅生産課・国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所監修, 工学図書, 東京, (2001), 161.
- 2) 松本雅充, 迫田章人: 腐食防食シンポジウム資料, 日本材料学会腐食防食部門委員会, 京都, (1998), 6.
- 3) 石本徳三郎, 宮下 優: 日本建築学会近畿支部研究報告集, 日本建築学会近畿支部編, 大阪, (1987), 25.
- 4) 辻川茂男: 第111回腐食防食シンポジウム資料, 腐食防食協会編, 東京, (1996), 1.
- 5) 元田真一, 鈴木陽之助, 篠原 正, 辻川茂男: 第131回腐食防食シンポジウム資料, 腐食防食協会編, 東京, (2001), 1.
- 6) スチールハウス耐久性報告書, 鋼材倶楽部スチールハウス耐久性分科会編, 東京, (2001).
- 7) S.Fujita: *J. Met. Finish. Soc. Jpn.*, **48** (1997), 865.
- 8) I.Kage and S.Fujita: Proc. 4th Int. Conf. on Zinc and Zinc Alloy Coated Steel Sheet (GALVATECH '98), ed. by N. Masuko, ISIJ, Tokyo, (1998), 394.
- 9) 藤田 栄: 第111回腐食防食シンポジウム資料, 腐食防食協会編, 東京, (1996), 10.
- 10) I.Kage, S.Fujita and K.Takasaka: Proc. of JSCE. Materials and Environments 1997, JSCE, Tokyo, (1997), 79.
- 11) S.Fujita, I.Kage, T.Fujita, F.Araki and K.Takasaka: *NKK Tech. Rep.*, **158** (1997), 20.
- 12) 鹿毛 勇, 藤田 栄, 福島多可子, 荒木章夫: 日本建築学会大会学術講演梗概集, 日本建築学会編, 東京, (1997), 931.
- 13) 藤田 栄, 鹿毛 勇, 福島多可子, 荒木章夫: 日本建築学会

- 大会学術講演梗概集, 日本建築学会編, 東京, (1997), 933.
- 14) 鹿毛 勇, 藤田 栄: 第116回腐食防食シンポジウム資料, 腐食防食協会編, 東京, (1997), 52.
 - 15) 松本雅充: 建材用表面処理鋼板の耐久性と評価, 材料の組織と特性部会編, (社)日本鉄鋼協会, 東京, (2001), 23.
 - 16) 藤田 栄: 建材用表面処理鋼板の耐久性と評価, 材料の組織と特性部会編, (社)日本鉄鋼協会, 東京, (2001), 16.
 - 17) F.Araki, Y.Sakamoto, N.Kaneko, T.Fukushima, K.Takasaka and A.Ninomiya: *NKK Tech. Rep.*, **158** (1997), 14.
 - 18) 田中俊六, 武田 仁, 足立哲夫, 土屋喬雄: 最新建築環境工学, 改訂版, 井上書院, 東京, (1993), 174.
 - 19) 松本雅充: 第111回腐食防食シンポジウム資料, 腐食防食協会編, 東京, (1996), 26.
 - 20) M.Ohsawa: *THE KENCHIKU GIJUTSU BESSATSU*, **2** (1990), 134.
 - 21) 斎藤平蔵: 建築気候, 初版, 共立出版, 東京, (1985), 257.
 - 22) S.Motoda, Y.Suzuki, T.Shinohara and S.Tsujikawa: *Zairyo-to-Kankyo*, **47** (1998), 651.
 - 23) 鉄骨造構造物の耐久性向上技術, 国土開発技術研究センター建築物耐久性向上技術普及委員会編, 技報堂出版, 東京, (1986), 75.
 - 24) 村瀬正次, 辻川茂男, 若林 元, 藤田 栄, 黒川重男, 高尾研治, 野村広正, 松本雅充, 圓谷 浩, 川口洋充: 第131回腐食防食シンポジウム資料, 腐食防食協会編, 東京, (2001), 20.
 - 25) Y.Takane, Y.Togawa, K.Yajima, S.Ishikura, M.Iwai, H.Nomura, M.Matsumoto, H.Kawaguchi and S.Fujita: Proc. 47th Jpn. Conf. on Materials and Environments, JSCE, Tokyo, (2001), 69.
 - 26) 通商産業省工業技術院委託研究「鉄鋼系社会資本の耐候性・耐食性試験評価方法に係る調査研究」平成12年度報告書, 日本建材産業協会, 東京, (2001), 134.