



# ファインスチール

Summer 2015

夏



## CONTENTS

### 01 特集1

#### 東京タワー 塗装による55年間の維持保全

— 塗料の社会資本の長寿命化への貢献と環境負荷低減 —

### 05 特集2

#### 第67回

#### 全国建築板金業者大分大会

### 07 ファインスチールを使った 建築設計例 314

#### ハウスO

明るい庭を作りだす影としての住宅——

設計：乾 久美子／乾久美子建築設計事務所

### 11 建築めぐり

ウォートルス 1 丸山雅子

### 13 街でみかけるファインスチールの施工例 その23

一般社団法人 日本鉄鋼連盟

# 東京タワー 塗装による55年間の維持保全

## — 塗料の社会資本の長寿命化への貢献と環境負荷低減 —

office OHSAWA 代表 博士(工学)

大澤 悟 (前 株式会社竹中工務店 技術研究所)

### 1 はじめに

東京タワーは、1958年末に竣工後55年以上経過した今日でも、健全な状態で電波塔としての機能や美観を保持し、いまだに東京および日本の名所の一つとしての地位を確保している。また、2002年から2003年には地上波デジタル実験放送に対応した送信所設置工事に並行して、展望台の改装、制震ダンパーの設置、鉄塔本体の補強、杭の増設、鉄塔全体の塗替塗装などの各種改修工事(耐震レトロフィット:超高層建築物と同等の耐震・耐風性能レベル)が実施され、美観的にもさらには機能的にもリニューアルした新しい東京タワーとして生まれ変わっている。なお、TVのデジタル放送が本格的に開始された2012年7月以降には、塔頂のアンテナ取替工事やスーパーターン・スーパーゲイン鉄骨耐震補強工事も実施されており、さらに安全・安心な大型鋼構造物へと進

化している(写真1参照)<sup>1)2)3)</sup>。

東京タワーの鉄塔本体の部材は、鉄鋼および溶融亜鉛めっき鋼で構成されており、建設当初には、美観と素地鉄鋼保護を目的としたフタル酸樹脂系の塗装システムが施された<sup>4)</sup>。その後今日に至るまで、素地鋼材の保護と美観維持を主とした全面塗替塗装を9回行い、2013年から2014年にかけて第10回目の化粧直しを実施したところである。

本報では、大型鋼構造物の維持保全の一例として、この東京タワーの建設概要、塗装の経年変化状況、適用してきた塗替塗装システムなどを中心に、鉄塔の維持保全状況の概要とともに、塗料の社会資本の長寿命化への貢献と環境負荷低減への働きについて報告するとともに、40年以上にわたる研究者としての雑感を記載する。

### 2 東京タワーの建設

東京タワーの概要として、その設立経緯および建築概要・建設状況を以下に示す。

現在の東京タワーが計画される前の1956年当時、既設および新設テレビ局各社が、おのおので東京都内やその近郊に計画していたテレビ塔建設プランに対して、行政サイドからこれらの計画を統合した総合タワー建設への指導があり、在京各テレビ局が合資で日本電波塔(株)を設立し、東京タワーが建設された。

東京タワーのアンテナ頂部までの高さは、図1に示す関東一円をサービスエリアとする必要性に対して種々の電氣的検討が行われ、その結果としてパリのエッフェル塔より18m高くなり、当時の自立鉄塔としては世界一の高さである333mとなったと記録されている。この東京タワーの建設時の建築・工事概要を、以下に示す。

東京タワーは、電波塔としての本来機能を保有しながら来塔者に高所での眺望を与える鉄塔本体と、近代科学を紹介するための科学館とで構成された。また設計者は、PCやCADなどのない時代に、名古屋テレビ塔・大阪通天閣・さっぽろテレビ塔などを設計して「耐震構造の父」とか「塔博士」とも呼ばれた早稲田大学名誉教授 内藤多伸博士である。

東京タワーの建設は、建築物の高さが31m以下に規制されていた時代に行われており、全く前例のない大工事であった。しかし、当時の叡智を結集して施工され、1970年代以降の超高層時代につながる多くの



写真1 東京タワーの全景

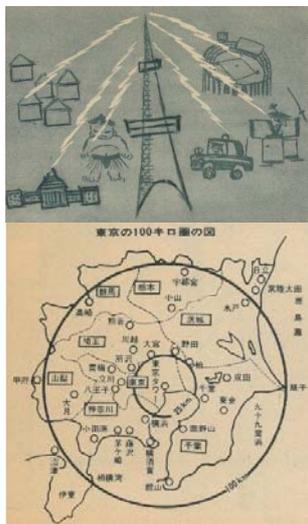


図1 東京タワーのサービスエリア

#### 【建築概要】

建築主:日本電波塔(株)  
所在地:東京都港区芝公園20号地1番  
設計指導:工学博士 内藤 多伸  
設計監理:日建設計工務(株)、施工:(株)竹中工務店  
敷地面積:21,002.8㎡  
工期:1957年6月29日~1958年12月23日  
【鉄塔】  
建設:宮地建設工業(株)  
構造:基礎(RC深礎工法)、塔体(S造)  
高さ:333m(標準GL~避雷針頂部)  
使用鋼材:4,000t(鉄塔本体:SS41規格品、アンテナ支持台:SHT52相当品)  
接合部:リベット(168,000本)、本締めボルト(亜鉛めっき鋼部材の現地接合:45,000本)(塗装)  
面積:約78,000㎡、使用塗料:約28,000リットル  
【科学館】  
建築面積:4,120.3㎡、構造:RC造、B1・5F

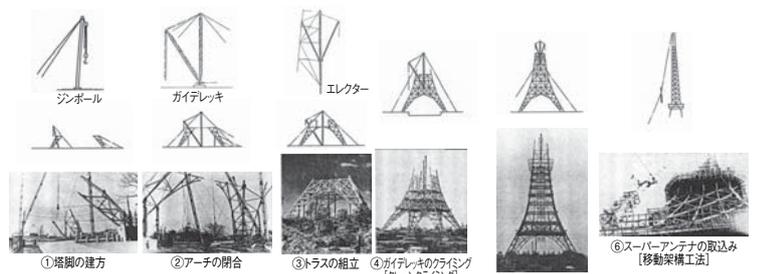


図2 東京タワーの施工プロセス概要

建築技術が開発されて実施された。

その施工プロセス概要を、図2に示す<sup>5)</sup>。

① **塔脚の建方**: 径間が一辺80mの正方形である4本の塔脚は、ジンポール(1本のマストと数本のトラワイヤにより構成され、頂部から荷を吊り下げる機械:構造は簡易だが、揚重能力が低い)とバックステイを併用して建方された。

② **アーチの閉合**: ガイデレッキ(マストの垂直は、数本張ったトラワイヤで保持し、マスト基部の回転台にアンカーしたブーム先端をワイヤ操作により起伏する機械:揚重能力は高いが、作業能力が低い)を使用して塔脚組立後、油圧ジャッキにより位置調整しながらアーチ部材が閉合された。

- ③トラスの組立、展望台の床: ガイデレッキでトラスを組立後、適宜ジンポールを組んで部材が揚重された。
- ④ガイデレッキのクライミング: トラスの上にガイデレッキ架台をセットし、ジンポールでそのマストを吊り上げ、マストを使ってブームを引き上げ、ガイデレッキがクライミングされた[現在のクレーンクライミング]。
- ⑤エレクターによるタワーの建方: エレクター(本体を多数のワイヤで鉄塔に支持し、マストを中心にした2本の対称ブームで揚重する機械: 作業能力は高いが、盛換えが必要)を効率的に使用して部材の建方が行われた。

- ⑥スーパーゲインアンテナの取込み: 当初の計画では、各パーツに分散して地上からエレベーターシャフトを通して取り込む計画であった。しかし、納期の遅れなどにより、増上寺の境内で地組されたアンテナ(重量: 14t)をケーブルクレーンにて吊り上げ、鉄塔内でアンテナ本体と空中線支持塔を組み上げた後、滑車とワイヤで所定の位置まで徐々に迫り上げ、セットされた[現在の移動架構工法]。  
 なお、塔体下部の科学館は、途中からタワーと並行して建築された[現在の上下並行施工]。

### 3 建設時の塗装

#### 3.1 彩色

建設時の彩色区分を、図3に示す。  
 鉄塔本体は、国際法による航空機の安全、世界一高いタワーとしての美観などを配慮して、図3に示す「インターナショナルオレンジ: 以下、黄赤と称す」と「白」とに塗り分けられた彩色が採用された。なお、この彩色区分と彩色幅は、その後の航空法改正に伴う変遷があり、現在の「黄赤」と「白」の区分となっている。

#### 3.2 塗装仕様

建設時の塗装仕様を、表1に示す。  
 鉄塔本体は、鉄鋼および亜鉛めっき鋼部材で構成されており、特に長期間の防錆性を考慮した当時の塗装仕様として、フタル酸樹脂系塗料が採用された。

##### (1) 鉄鋼材

地上からH14(図3に示す梁No.: 以下同じ)までの部材は、鉄鋼材を工場にてサンドブラストしてショッププライマー塗り後に下塗り1回目(鉛丹系さび止めペイント)まで塗装し、現地搬入・建方後に、下塗り2回目(鉛丹系さび止めペイント)を全面に塗装した。なお、接合部のリベット頭・部材エッジ部など腐食し易い箇所は、あらかじめ下塗り塗料による増し塗りが行われた。また、中塗り・上塗りには、フタル酸樹脂系塗料が適用された。その後の合成樹脂系塗料

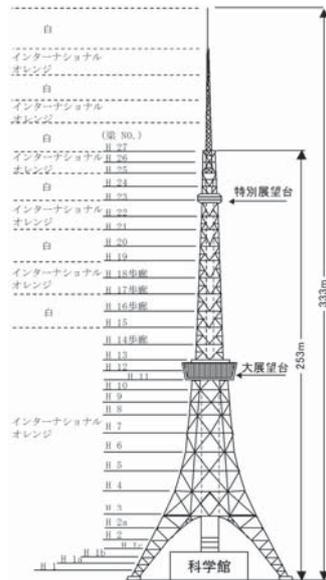


図3 建設時の彩色

表1 建設時の塗装仕様

部位	素地	区分	工程	塗料その他	塗布量 (kg/m <sup>2</sup> )	乾燥膜厚 (μm)	放置時間 (h)
H27 S H14	亜鉛めっき鋼	現場塗装	1 素地調整	汚れ・付着物の除去 発錆部は下塗り塗料で補修塗り			
			2 下塗り	ジンクロメート系 さび止めペイント	0.16	25	10
			3 中塗り	フタル酸樹脂系塗料	0.14	20	16
			4 上塗り	フタル酸樹脂系塗料	0.13	20	16
H14 S H11	鉄鋼	工場塗装	1 素地調整	サンドブラストで除錆後、ショッププライマー塗り			
			2 下塗り1回目	鉛丹系さび止めペイント	0.20	25	12
		現場塗装	3 下地調整	汚れ・付着物の除去 発錆部は下塗り塗料で補修塗り			
			4 下塗り2回目	鉛丹系さび止めペイント	0.20	25	12
			5 中塗り	フタル酸樹脂系塗料	0.14	20	16
			6 上塗り	フタル酸樹脂系塗料	0.13	20	16

#### 3.3 現地塗装工事

鉄塔の鉄骨工事は、建方が1957年9月から1958年10月まで、接合(リベット・ボルト)が1957年12月から1958年11月まで行われ、その間、1958年5月から7月にアンテナ設置工事が実施され、鉄塔本体の現地塗装工事は、1958年11月から約1.5ヶ月で実施された。また、1958年1月から、科学館の建築工事も並行して開始された。

### 4 鉄塔の維持保全

一般に、有機材料で構成される塗装システムから成る塗膜は、紫外線・温度・降雨水など大気中の外力により経年に伴って損耗・劣化していくため、塗替塗装を行うことによって美観や下地保護など所定の性能を維持していく必要がある。

東京タワーでも、図4に示す基本フローにより、定期的な状況調査を行いながら現状を把握するとともに、塗料の作業性・飛散性・耐候性などの問題点に対する改善策の効果を、現地での試験塗装や実験室試験などにより確認しながら、より良い塗替塗装仕様の適用検討を行ってきた。

以下に、塗替塗装工事を主とした東京タワーにおける維持保全の概要を紹介する。

#### 4.1 鉄塔の状況調査 (6) (7) (8) (9)

塗膜の経年変化状況を把握するための全面調査は、目視調査および計器調査を主として定期的実施しながら、塗替の要否を判定するとともに、データを蓄積して改善策の検討に反映してきている。

この塗膜の状況調査事例として、2001年(第7回全面塗替後5年経過)に実施した全面調査における調査対象部位・部材と調査項目を表2に、調査項目と評価基準を表3に示す。

調査対象は、塔頂から地上までの鉄塔本体外周回りの柱・梁・ブレースや、

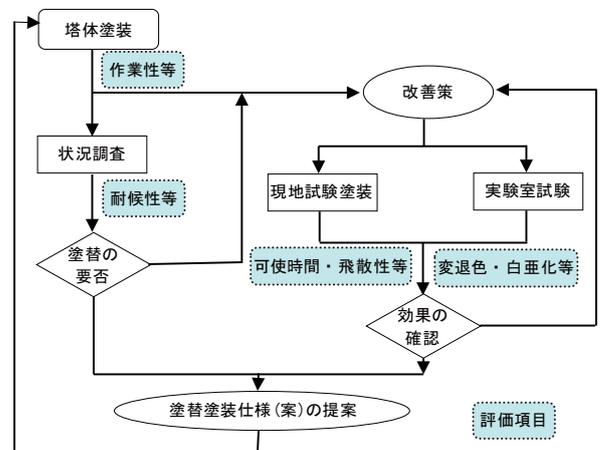


図4 塗装の維持管理基本フロー

付帯施設である階段・歩廊・アンテナ架台などで、タラップや階段を昇降し、歩廊を利用して調査対象部分まで行き、目視観察(汚れ・変退色・

ふくれ・われ・はがれ・発錆など)および計器測定(白亜化・付着性・膜厚・光沢度など)にて、塗膜の劣化状況調査を実施した。評価は、各節毎に部材を区分し、鉄塔内部側の塗膜の劣化状況を評価基準に従って、方位別に点数化して記録した。

亜鉛めっき鋼面および鉄鋼面の塗膜の状況を、写真2に示す。また、この調査結果の概要を、以下に示す。

表2 調査対象部位・部材と調査項目

部位	部材	目視調査						計器調査				
		①汚れ	②変退色	③ふくれ	④われ	⑤はがれ	⑥発錆	①白亜化	②付着性	③膜厚 残存部	④はがれ部	④光沢度
柱・ブレース	亜鉛めっき鋼	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※
	鉄鋼	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※
梁	亜鉛めっき鋼	※	※	※	※	※	※	—	—	※	※	※
	鉄鋼	※	※	※	※	※	※	—	—	※	※	※
階段	亜鉛めっき鋼	※	※	※	※	※	※	—	—	—	—	—
	鉄鋼	※	※	※	※	※	※	—	—	—	—	—
歩廊・架台 (チェックプレート・クレーンク)	亜鉛めっき鋼	※	※	※	※	※	※	—	—	—	—	—
	鉄鋼	※	※	※	※	※	※	—	—	—	—	—

※:調査対象, —:調査対象外

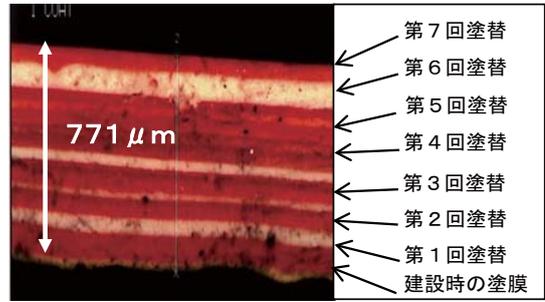


写真3 塗膜の断面状況



写真4 塗膜除去後の鋼材表面状況

表3 調査項目と評価基準

評価点	調査項目(目視)					
	汚れ	変退色	ふくれ	われ	はがれ	発錆
5	著しい					全面に赤さび発錆
3	認められる					白さびと赤さびが混在
1	わずか					白さびの発錆

評価点	調査項目(計器)	
	白亜化	付着性
	セロテープ付着試験 テープへの付着量で評価	クロスカットテープ試験 塗膜の剥離程度で評価
5	粉状物が全面に付着	カット部周辺の剥離
3	粉状物が部分的に付着	カット部に沿った剥離
1	粉状物がわずかに付着	部分的な剥離

## (2) 鉄鋼面

- ①汚れ・変退色などの美観上の不具合が認められた。
- ②われ・はがれなどの塗膜劣化は認められず、鉄鋼素地の発錆も無く、素地保護機能上、良好な塗膜状況であると判断された。塗膜除去後の鉄鋼材表面の状況を写真4に示す。さびの発生は、全く認められず、健全な状況であると判断された。

## (3) その他

- ①階段、チェックプレートなどの雨掛り部分および水の溜まりやすい部分では、塗膜の劣化や鋼材の発錆が認められた。
  - ②方位や高さの違いによる塗膜の劣化状況には、特に大きな差異は認められなかった。
- 東京タワーにおける塗装の塗替時期の判定は、塗膜劣化の影響が素地金属(鉄・亜鉛めっき)にまでおよばないようにする観点から、汚れ・変退色などにより美観機能が損なわれ始めた時点の一つを目安としている。
- 従って、この調査結果から、鉄塔本体全体に汚れ・変退色などの発生による美観機能の低下が認められ、亜鉛めっき鋼面では一部塗膜のはがれによる既存塗膜の素地保護機能の低下が認められ始めており、全面的な塗替塗装を行う状況になっているものと判断した。

## 4.2 塗替塗装システム

東京タワーにおける今までの全面塗替時期及びその際の塗替塗装システムの変遷を表4に示す。

東京タワーでは、1958年に竣工以来、2013年の第10回塗替工事までの間、4年から6年毎に全面的な塗替塗装を実施してきている。この塗替塗装仕様の基本的な考え方は、素地金属の防錆上の観点から、下地調製された補修塗りは既存塗膜の劣化部のみにとどめ、健全部の塗膜はそのまま塗装下地として生かし、その上に中塗りおよび上塗りを全面に塗装するシステムの採用である。

表4 全面塗替塗装システムの変遷

部位	素地	工程	第1回 (’65)	第2回 (’70)	第3回 (’76)	第4回 (’80)	第5回 (’86)	第6回 (’91)	第7回 (’96)	第8回 (’02)	第9回 (’07)	第10回 (’13)	
H27 ~ H14	亜鉛めっき鋼	下地調整	劣化塗膜の除去・清掃		同左								
		補修塗り	鉛酸カルシウム さび止めペイント	同左					1液型弱溶剤系 変性エポキシ樹脂 さび止めペイント				
		中塗り	フタル酸樹脂系塗料	同左									
		上塗り	フタル酸樹脂系塗料	同左									
H14 ~ H1	鉄鋼	下地調整	発錆部のケレン・清掃		同左								
		補修塗り	鉛丹系 さび止めペイント	特殊さ び止め ペイント	同左					1液型弱溶剤系 変性エポキシ樹脂 さび止めペイント			
		中塗り	フタル酸樹脂系塗料	同左									
		上塗り	フタル酸樹脂系塗料	同左									

注 ※:防錆ビヒクルタイプのさび止めペイント。

## (1) 亜鉛めっき鋼面

- ①われ・はがれなどの塗膜劣化の進行が認められた。
- ②「はがれ」の大部分は、建設時の下塗り(ジंकクロメート系さび止めペイント)と亜鉛めっき鋼素地面との界面剥離であった。
- ③彩色の違いでは、「黄赤」に比べて「白」の方が、使用顔料(酸化チタン)に起因する白亜化・われ・はがれなどが進行している傾向が認められた。

亜鉛めっき鋼面から採取した塗膜の断面状況を、写真3に示す。塔体の亜鉛めっき鋼面の既存塗膜は、建設時(1958年)の塗膜の上に、第1回(1965年)から第7回(1996年)塗替時の塗膜(中塗りおよび上塗り)がそのまま塗り重ねられて構成されており、トータルで700μm前後の膜厚になっている個所が多く認められた(白と黄赤の塗重ねは、航空法改正に伴う変遷による)。



写真2 塗膜の状況

適用している塗替塗装システムと、建設時の塗装システムの主な違いは、状況調査結果をもとに、亜鉛めっき鋼面では、建設時に下塗りとして用いた「ジंकクロメート系さび止めペイント」の脆化に起因する塗膜のはがれが認められ、第1回目の塗替工事から、補修塗りに「鉛酸カルシウムさび止めペイント」を採用した。また、鉄鋼面では、一部で認められた損傷によるさびの発生が、リベット頭や部材エッジ部などに限定されており、第2回目の塗替工事から、防錆性能は「鉛丹系」と同等でより作業性の良い「特殊さび止めペイント」(防錆ビヒクルタイプのさび止めペイント)を補修塗りに採用した。中塗りおよび上塗りは、建設時と同じフタル酸樹脂系を採用しているが、その塗料組成は既存塗膜の劣化状況を考慮した配合設計となっている。なお、このフタル酸樹脂塗料系は、現在の他の塗料系に比べて、既存塗膜との適合性や施工性などは良いものの、耐候性・耐水性などは劣っており、塗替周期の長期化が期待される塗料系(塩化ゴム系、シリコンアルキド樹脂系、アクリルシリコン樹脂系、ふっ素樹脂系など)の適用性についても、今日まで試験塗装や実験室試験などにより評価してきた結果、現状のフタル酸樹脂系を採用している。



写真5 塗替塗装作業の状況

また、2002年の第8回全面塗替工事では、亜鉛めっき鋼面での界面剥離・既存塗膜との附着性及び地球環境などに配慮して、補修塗りに「1液型弱溶剤系変性エポキシ樹脂さび止めペイント」を、中塗りおよび上塗りには再生PETを利用したフタル酸樹脂系塗料を採用した。

さらに、2006年には、環境負荷低減に配慮した低VOC塗装システムの試験施工を塔体ブレースで行い、経時変化を調査してきている(図5参照)<sup>10)11)</sup>。

<p>首都高速道路株式会社</p>  <p>中央環状新宿線トンネル部 (豊島区・中野区)他 VOC削減率約90% 18年度工事</p>	<p>東京ガス株式会社</p>  <p>板橋区整正所球形ホルダー (板橋区新河岸二丁目)他 VOC削減率21% 10月から工事</p>	<p>東京電力株式会社</p>  <p>154キロボルト、66キロボルト送電鉄塔 (板橋区・杉並区)他 VOC削減率約28% 3月の工事</p>
<p>日本電波塔株式会社</p>  <p>東京タワー-展望台上部柱 (港区芝公園三丁目) VOC削減率88% 3月から試験塗装</p>	<p>東日本旅客鉄道株式会社</p>  <p>JR常磐線三河島ご線線路橋 (荒川区西日暮里一丁目) VOC削減率約80% 8月から工事</p>	<p>東京都建設局</p>  <p>隅田川 白鷺橋 (墨田区東向島 付近) VOC削減率22% 18年度夏季工事</p>

図5 低VOC化に向けた試験施工(東京都環境局HP)

### 4.3 塗替塗装工事<sup>12)13)14)</sup>

東京タワーにおける塗替塗装工事は、作業時間・丸太足場作業・風対策などの制約条件下で作業を行わなければならない、塗替工事の工程は、大展望台を境として、鉄塔本体の塗装工区を大きく二つに分け、上部のアンテナ部から大展望台までを秋に、大展望台から地上までを翌年の春に施工してきた(塗替塗装作業状況などは、写真5参照)。

但し、現在は、各種作業状況に合わせて対応している。

## 5 まとめ<sup>15)16)17)18)</sup>

東京タワーの建設時及びこれまでの塗替塗装時に採用してきているフタル酸樹脂系塗料システムは、現在の建築塗装では汎用グレードに位置する。

しかし、55年経過した今日でも健全な状態でタワーとしての機能を保持できているのは、計画的な維持保全の実施が大きく寄与しているものと思われる。また、塗装工事における環境負荷低減への配慮として、2013年2月から実施した第10回全面塗替工事では、低VOCでより塗替インターバルの長期化が期待される塗替塗装システムの適用に関して、塔体での試験施工を実施して検討しており、次回の第11回全

面塗替工事に向けて準備中である。

東京タワーにおける維持保全に関して、今後も継続して調査・検討を行っていくとともに、この事例が物語っている計画的な維持保全の重要性が、他の鋼構造物や一般建築物の耐久設計に少しでも参考になれば幸いである。

以上、東京タワーの維持保全を実施するに当たり、長年にわたりご協力いただいている日本電波塔(株)、(株)日建設計、関西ペイント(株)ならびに平岩塗装(株)の関係各位に感謝の意を表します。

## 6 おわりに

建築物を世の中に作品として残すことを社命として設計・施工する民間企業の技術サポート部門である技術研究所で、40年以上にわたり技術者・研究者として勤務してきた雑感(KEY WORD)を、以下に示す。

- ①自分自身を切磋琢磨するMotivation: 進歩から進化への探求心・向上心へのこだわり: 技術者としてのPride
- ②社内外関係者との信用・信頼関係の構築: Clean&Clearな仕事上のGive&Take! 人脈形成: 相互サポーター
- ③相談・依頼への対応: Offerの機会に応えられる余裕を自分で創造(委員は、多忙な人に頼め!)

### <参考文献>

- 1) 内藤多伸、鶴田明ほか: 東京タワー特別記事, 建築界, 8, No.4, pp.1~34, 1959年
- 2) 池田末造: 日本電波塔及び科学館新築工事竣工に際して, 竹中工務店社報, No.2, No.3, No.4, 1959年
- 3) 常木康弘、國津博昭、大澤 悟、西野啓介: 高度情報化に対応した「東京タワー」の構造体の進化とメンテナンス, JSSC, No.71, pp.7~11, 2009年
- 4) 大澤 悟、白石章二: 東京タワーにおける維持管理, 日本防錆技術協会第6回防錆防食技術発表大会, pp.85~88, 1986年7月
- 5) 山口伸夫、若佐義輝、萩原忠治、大澤 悟、桜井和夫: 東京タワーの施工とメンテナンス, 季利カラム, No.117, pp.24~28, 1990年
- 6) 大澤 悟、白石章二 ほか: 東京タワー-塗装の劣化調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿)A, pp.669~670, 1987年10月
- 7) 杉本正衛、大澤 悟、中山文雄 ほか: 鋼構造物の塗装システム その2 東京タワーにおける塗装の維持保全, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸)A, pp.1129~1130, 1992年8月
- 8) 大澤 悟、相川正行: 東京タワーにおける塗装の維持保全 その1 維持保全状況, 日本建築士学会大会学術講演会研究発表論文集, pp.9~12, 2001年10月
- 9) 相川正行、大澤 悟: 東京タワーにおける塗装の維持保全 その2 経年変化状況, 日本建築士学会大会学術講演会研究発表論文集, pp.13~16, 2001年10月
- 10) 石橋透光、大澤 悟、井原健史: 東京タワーの維持保全における環境負荷低減に配慮した改修塗装システムの検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海)A, pp.1007~1008, 2012年8月
- 11) 石橋透光、井原健史、大澤 悟、藤谷和弘、堀 誠: 東京タワーの環境に配慮した改修塗装システムの検討, 日本建築士学会大会学術講演会研究発表論文集, pp.175~178, 2012年10月
- 12) 大澤 悟: 東京タワーの防錆, 日本防錆技術協会第22回防錆防食技術発表大会, pp.115~123, 2002年7月
- 13) 大澤 悟: 鋼構造物の維持管理 東京タワー, 日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸)A, pp.85~88, 2002年8月
- 14) 大澤 悟: 東京タワーの維持管理, 表面技術協会第117回講演大会講演要旨集, pp.340~343, 2008年3月
- 15) 大澤 悟・本橋 健司: 東京タワーの塗装による維持管理, 日本建築学会技術報告集第20巻 第45号, pp.483~486, 2014年6月
- 16) 大澤 悟・本橋 健司: 東京タワーにおける塗装の状況調査, 日本建築学会技術報告集第20巻 第46号, pp.865~868, 2014年10月
- 17) 大澤 悟・井原 健史・本橋 健司: 東京タワーの環境負荷に配慮した塗替塗装システム, 日本建築学会技術報告集第20巻 第46号, pp.869~872, 2014年10月
- 18) 大澤 悟: 大型鋼構造物及び建築物外装の塗装・シーリングによる維持保全に関する研究, 芝浦工業大学 博士学位論文, 2015年3月

# 第67回 全国建築板金業者 大分大会



火縄銃で大会の開始が合図された

## 〈主催〉

全日本板金工業組合連合会  
一般社団法人 日本建築板金協会

## 〈開催日〉

平成27年5月20日(水) 前夜祭  
平成27年5月21日(木) 本大会  
於：別府国際コンベンションセンター ビーコンプラザ



テープカット

第67回全国建築板金業者大分大会が、平成27年5月21日に別府市のビーコンプラザで開催された。

別府市の宣伝部長「べっぴん」も応援に駆けつけてくれました。





展示会場風景

全国の建築板金業者約3,400名が大分県に集結。  
第67回の総合テーマは

**「地方の活力は建築板金業から！」**

**組織力で建設業界をリードしよう!!**

戦後70年の節目を迎える今年、建設業では技能者不足が深刻化し、2020年の東京オリンピック・パラリンピックの建設需要への影響が懸念されている。

そのような状況下で全板連では、青年部が40周年を迎え、後継者不足について積極的な支援を継続している。

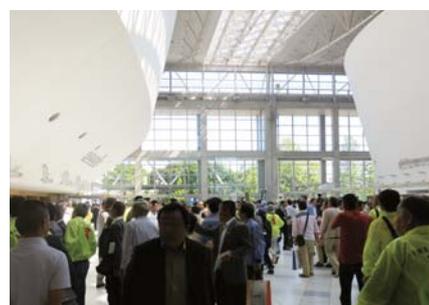
また来年は、全板連創立50周年の大きな節目を迎える。直面する諸課題を克服し更なる発展を継続するために業界組織力の一層の結束と向上を図る。



石破茂 衆議院議員



会場「外」風景



会場「内」風景



ポスター展示と記念品配布



配布風景



前夜祭は、石本惣治大会会長(全日本板金工業組合連合会理事長)の挨拶、澤田献東海カラー社長らの来賓祝辞、森谷英之日本鐵板社長の乾杯にて、開催された。



石本惣治 大会会長の挨拶



澤田献 東海カラー社長



森谷英之 日本鐵板社長

ファインスチール  
を使った

314  
建築  
設計例

# ハウスO

## 明るい庭を作りだす影としての住宅

設計：乾 久美子 / 乾久美子建築設計事務所



(撮影：写真はすべて、阿野太一氏撮影©)

### よりどころのない敷地

ハウスOがあるのは大田区の住宅地の一角である。グリッド状に整理された区画には一戸建てが多く並ぶが、所々集合住宅やオフィスも混在している。都市のあちこちにありふれているような、しかし中に入ってしまうと方角さえ分からなくなる、そんな「よりどころのない」敷地に家族4人が住まう家を建てる。その際に乾氏がまず考えたのは、この場所にどうやって「人が住むに値する環境」をつくるかだったという。

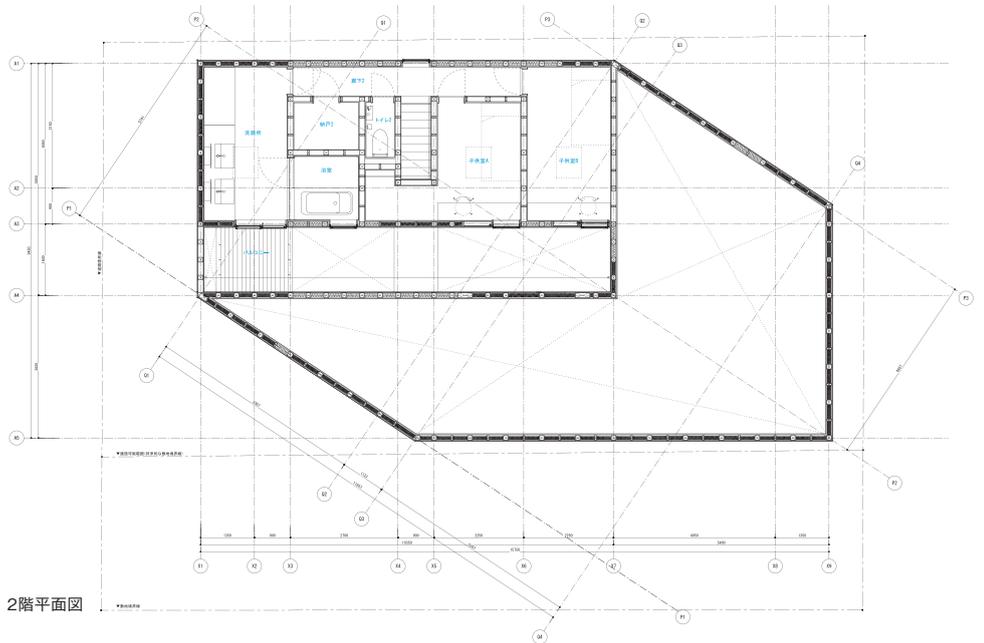
施主から最初の依頼のメールが来たのは2009年、今から6年前のことだ。乾氏の著書『そと建築をおいてみると』（INAX出版）に感銘を受け、家の建て替えを依頼するものだった。施主の当時の家は隣の敷地に住む妻の両親が以前住んでいた家を、2人の娘たちの成長も考え、家族4人で暮らすための家に建て替えたいと考えていた。その後、将来的な建て替えや相続の問題も含めた敷地の兼ね合いや意匠について、隣に住む両親の意見も併せて打ち合わせが重ねられた。現在の設計に辿り着くまでに

2度の大きな設計変更を経ることとなったハウスOだが、最終的には初期から考えていた「光と影」のコンセプトに則ったものが出来上がった。

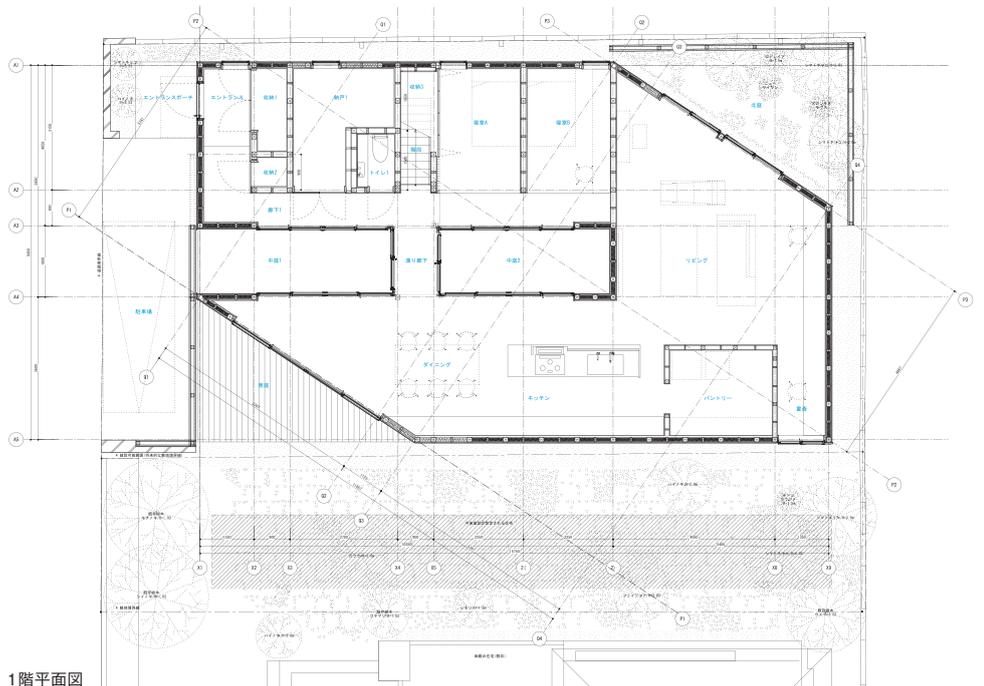
敷地は平坦な長方形の区画であり、東隣が両親の家、西隣が集合住宅となっている。ゆったりとした庭を置くことも可能な大きめの敷地だが、南面の道路の向かい側に大型スーパーの駐車場があり、車の出入りが激しく整理員も立っている環境で、意匠に関して特に要望のなかった施主からも「閉じたい」という言葉を聞くことがあった。そのため大きな一



リビングより明るい北庭を見る。



2階平面図



1階平面図

つの庭ではなく、分割された庭を散りばめる設計を考えたこととした。山登りが趣味の施主は庭で様々なアクティビティを楽しむこともあるし、家族は隣家の両親とでバーベキューをすることもある。十分に活用される庭だからこそ、それぞれの庭が心地よい環境をつくるために、建物のボリュームに「斜線制限」の考えが応用された。斜線制限は本来建物の影が周囲の建物や敷地に与える影響を制限するための考え方だが、ここではそれを応用して影そのものを建築のかたちにする考えた。



南側よりダイニングを見る。

## 光と影の設計

ハウスOを見た時に目を引くのはまずその形状だろう。斜めに伸びたようなそのボリュームは、四角い筒にとある時間の日光を当てた時に落ちる影の形から決定されている。室内を「影」にすることで庭は明るい「光」の庭となり、洞窟の中のような暗い室内から明るい庭を眺める心地よい空間を生む。

内部の配置はLDKが配置されたL字型の棟と西側の家族の個室の棟の二つが中庭で繋がった形になっている。LDK棟は一層で天井が高く、時間のある時はリビングで集まって過ごすことが多いという家族が快適に過ごせるようになっている。東側の庭は両親の家からの連続性を考えてつくられ、さらにウッドデッキからダイニングへとつながっている。

## 構法と素材

光と影の対比を強調するため、庭がより明るい空間となるために、外装には白の塗装ガルバリウム鋼板が用いられた。ボリュームを綺麗に見せるために内樋を回し、笠木は用いていない。外壁の角度はそれぞれ異なるため、外から見た時にエッジが綺麗に見えるように角や端部の処理には細心の注意が払われた。設計段階から板金の技術が大きな影響を与える建築だと考えていたが、優れた技術を持つ職人に巡り会うことができたために美しい外装となった。

今回の外装に塗装ガルバリウム鋼板を選んだのは、マットホワイトの色があったこと、他の材料より構造への追従性を持つことが大きな理由だったそうだ。ガルバリウム鋼板は木造・鉄骨造・RC造のどれにも合い、汎用性があり使いやすい素材だと乾氏は言う。

表面に小さな影が落ちるため、葺く方向で外装の表情が変わるのも魅力の一つであるという。ハウスOも、縦平葺きの塗装ガルバリウム鋼板がそれぞれの面に沿ってラインを描いている。一方で耐久性は向上しているものの、海岸部などでの使用には、まだ不安が残る。ツヤや色に関してもバリエーションが増え、小ロットのオーダーができるようになると更に施工の幅が広がると考えている。また板金を扱う際に難しいのが設計段階で職人と直接アクセスを取りづらい点で、設計者と職人が早い段階から話し合えるような場所やシステムが生まれることが望まれる。

内壁はプラスターボードにペンキを塗ったものが用いられているが、LDK棟はグレーに近い色合いであるのに対し、個室棟はベージュに近い色合いになっている。LDK棟の方は色合いと高い天井によって室内の暗さが強められ、庭との対比がより強調されている。



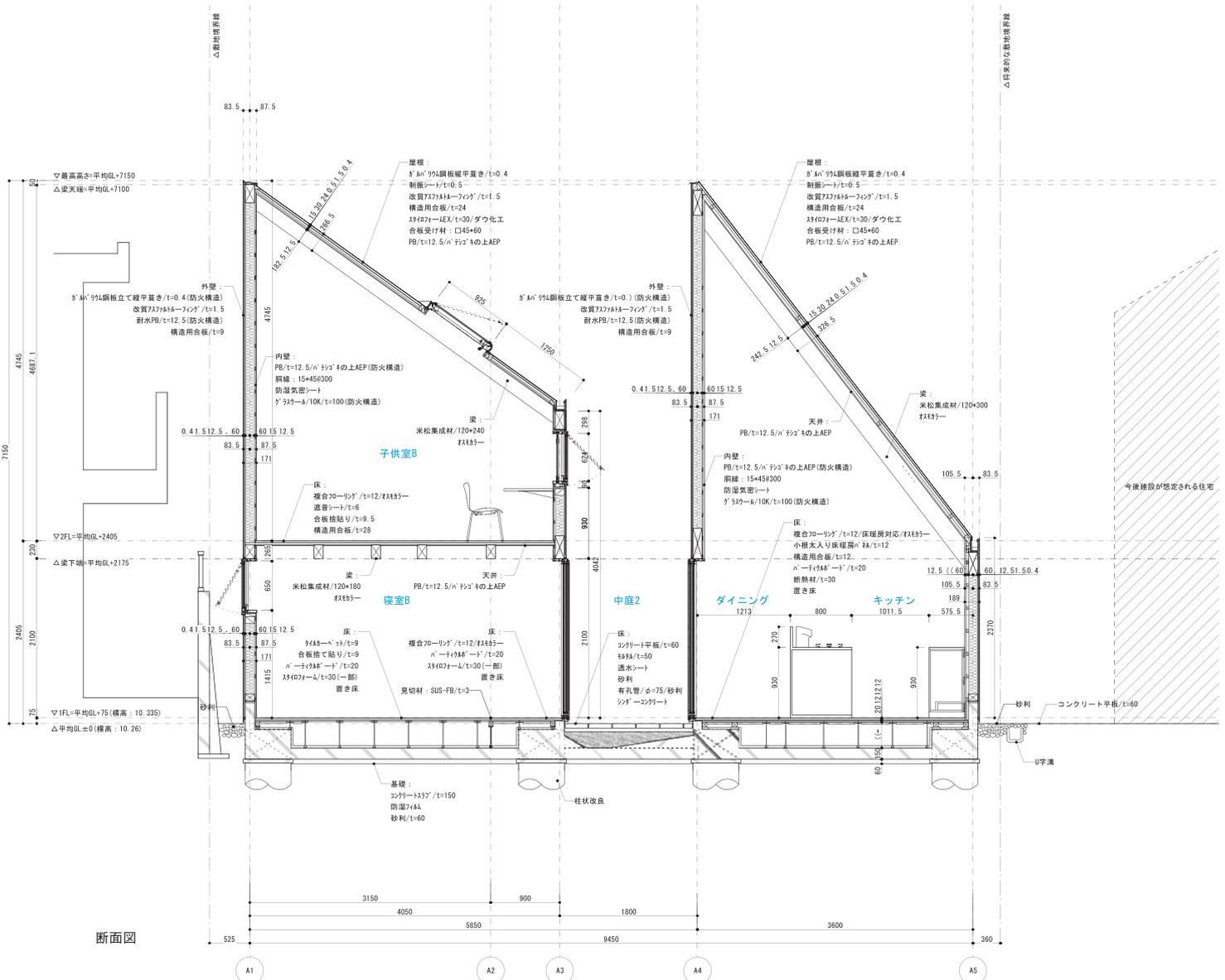
中庭より南側を見る。

## 都市型住宅の庭について

都市部の住宅において、緑の庭はどんどん減少しているという。建て替えの際に以前と同じあるいはそれ以上の広さの庭がつくれることはほとんどなく、大抵は庭のスペースは減少するか、モルタルで固められた場所になってしまう。緑の庭は恒常的な手入れを必要とする空間だ。夫婦共働きであったり、あるいは高齢になったりすると、確かに庭の管理は難しくなってしまうかもしれない。しかし庭はそこに住む人だけでなくそれ

が垣間見える周囲の環境にまで豊かな生活を与えてくれる。庭をつくること、庭に向き合うことは暮らす上でも設計の上でも義務とも呼ぶべき大切な問題なのではないかと乾氏は考えている。

よりどころのない環境を、人が住むに値する環境にするため、ハウスの光の庭とそれを眺める影の家を作り出した。その対比は当然ながら庭だけでも家だけでも成り立たず、庭が敷地の隙間ではないことを示している。庭はその場所に人の生きる環境を作るための一つの技術なのだ。



断面図

設計：有限会社 乾久美子建築設計事務所／乾久美子

乾久美子建築設計事務所

[URL] <http://www.inuiuni.com/>

レポーター：東京大学 大月研究室 石川 堯子(M1)、東京大学 西出研究室 種橋 麻里(M1)

## ウォートルス①

# 銀座を作った男

藤森研究室

担当 丸山 <sup>もとこ</sup> 雅子

ウォートルスなんか知らない、と何度も言われた。だがウォートルスは知らなくとも、銀座を知らない者は、少なくとも日本にはいないだろう。日本を代表する繁華街であり、繁華街の代名詞として全国の商店街にその名がついた。「○○銀座」はその数、都内だけでも約百、全国では三百件を超えるという。その本家本元の銀座を作ったのがウォートルスなのである。



図1 ウォートルスの銀座煉瓦街(明治10年頃)  
現在までに建物は全て入れ替わっているが、骨格はウォートルスの時代のままである。

コンドルや辰野金吾については今では比較的良く知られているが、ウォートルスの方はサッパリである。だがあの銀座を作ったのだから、鹿鳴館を作ったコンドル、東京駅を作った辰野金吾に引けをとらない業績ではないか。建築史的にもコンドルは日本近代建築の父、辰野は日本建築界の最初のリーダーとしてももちろん高く評価されているが、ウォートルスだって日本近代建築史上最初のスーパースターという位置づけである。にもかかわらず、ウォートルスの知名度は低すぎる。

それはおそらく、ウォートルスが流れ者で、日本に留まらず、どこから来て、どこに去ったのかもわからなかったためだろう。いや、少し前に明らかにされたの

だが、伝記の類がまだ一冊も刊行されておらず、一般的に知られていなかったためだろう。決してウォートルスについての研究者がいなかったわけではない。むしろ逆で、ウォートルス研究者は常にいたし、今もいる。



図2 長兄トーマス(Thomas James Waters,1842-1898)  
あの銀座を作ったウォートルスである。  
1865年来日し、土木建築技師として日本で大活躍した。

ウォートルスとは何者なのか、それは日本近代建築史の最大の謎だった。日本人建築家が誕生する前に、政府のお雇い外国人として、大阪造幣寮(明治4年)、竹橋陣営(明治4年)、銀座煉瓦街(明治6~10年)など国家の威信をかけたプロジェクトを次々と任された人物で、その超人的な活躍から、日本近代建築史では幕末から明治10年頃までを「ウォートルス時代」と呼ぶ。ちなみに明治10年からは「コンドル時代」である。

ウォートルスは謎に包まれていた。名前すら正確にはわかっていなかった。少なくとも建築界では、1929年の堀越三郎著『明治初期の洋風建築』(丸善)で初めて「Waters」であることが明らかにされた。ちなみに「Waters」は英語の発音では「ウォーターズ」に近いが、当時はオランダ語風に発音する慣わしで、「ヲードルス」または「オードルス」と表記されていた。建築界では通例「ウォートルス」とされている。

間もなくフルネームが判明し、彼以外にもウォートルスが少なくとも二人、同時に日本にいたことがわかり、新たな謎がウォートルスに加わった。

建築史研究がさらに盛んになると、常に複数の研究者がウォートルスに取り組むようになった。そして彼の日本での活動が明らかになればなるほど、歴史的評価は揺るぎないものになった。だがそれでも素性はわからずじまいだった。コンドルと活躍の時期が重複しないことから、「ウォートルス、コンドル、同一人物説」なる珍説を面白がる者もいた。

結局、ウォートルスの正体を明らかにしたのは建築史研究ではなかった。ジニオロジー (genealogy) によるものだった。ジニオロジーとは系譜学、系図学、家系調査などと訳される。ヨーロッパでは血筋の由緒正しさを示すために古くから行われてきたが、アメリカ、オーストラリア、ニュージーランドなど人口の大半が元移民で構成される国では、一般市民が自分のルーツを求めて取り組むことが多い。公文書館や図書館ではそのためのサービスが充実しているし、専門の調査員を雇うこともできる。銀座の老舗子供服店「ギンザのサエグサ」の三枝進さんは、ウォートルスの家系調査を欧米で行い、1997年までにウォートルスが実はアイルランド人だったこと、日本に存在した三人のウォートルスが兄弟であったこと、三人の生没年月日、生家と亡くなった場所、さらに三人の肖像までも明らかにした。

ここでウォートルスを簡単に紹介しよう。長兄のトーマス (1842-1898) が例の銀座を作ったウォートルスである。1865年に来日し、土木建築技師として活躍した。その後ニュージーランドで炭鉱開発に従事した後、米国コロラドに渡った。次兄のバート (1846-1902) は電気、機械技師として日本とコロラドで兄弟を手伝った。末弟のアーネスト (1851-1893) は、名門フライベルク鉱山学校で学んだ鉱山技師で、1873年明治政府に鉱山寮鉱山副技師として雇われ、離日後コロラドの鉱山開発と運営に携わった。

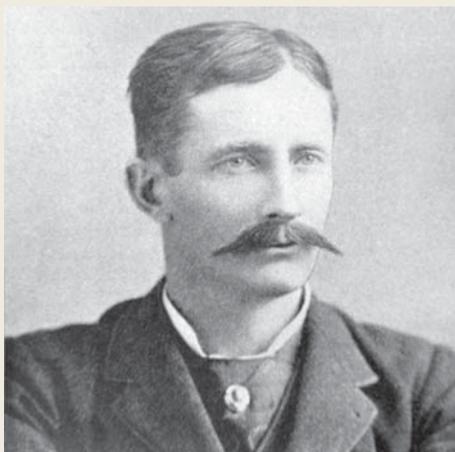


図3 次兄バート (John Albert Robinson Waters, 1846-1902)  
電気、機械技師として、日本と米国で兄弟を助けた。

ウォートルスを覆っていた霧がすっかり晴れたところで、私はウォートルス研究に足を踏み入れた。そしてアメリカとニュージーランドの当時の資料に、ウォートルスの痕跡がしっかり残されていることを知った。とりわけアーネストのコロラドでの活躍は際立っていて、当時の

代表的な鉱業界誌に、「鉱業界の傑出した人物」として一面を割いて紹介されたほどである (『Engineering and Mining Journal』1891年8月22日号)。

しかしアメリカでも状況は日本と同じだった。ウォートルスが鉱山を運営していたコロラド州テルライドの歴史博物館で尋ねても、ウォートルスなんか知らないと言う。ここでもウォートルスは所詮流れ者だったのだ。

米国鉱山史の権威であるクラーク・スペンス博士の複数の著作にもウォートルスは登場するが、詳しい記述はなく、パートに至っては「Walters」と綴られ、ウォートルス兄弟とは別の扱いである。どれだけ過去に活躍しようと、後世の研究者に関心を持たなければ、正当な評価を受けることなく歴史に埋もれてしまうのだ。



図4 末弟アーネスト (Joseph Henry Ernest Waters, 1851-1893)  
名門フライベルク鉱山学校で学んだ鉱山技師。  
コロラドの鉱山開発で活躍したが、早くに亡くなった。

私にとってウォートルスは「ボナンザ (富鉱)」だった。掘れば資料が出てきた。鉱脈が枯れる気配はなかった。私は時間の許す限り資料収集に邁進した。そして予定された研究期間を終えると、報告書にまとめ、一旦ボナンザを離れた。私の研究は海外のごく一部の歴史研究者に関心を持たれ、誘われて米国で二度口頭発表した。

そして思いがけないところから知らせが飛び込んできた。トーマス・ウォートルスの伝記がオーストラリアで刊行されたのだ。著者はオーストラリア史の研究者で、元々ある女性について調査していたところ、その弟たちにも興味を持つようになった。それがウォートルス兄弟だった。メグ・ヴィーヴァーズ著『An Irish Engineer』(2013年刊)は、日本人のウォートルス研究に拠るところが大きい。従来、技師としてのウォートルス像に、家族の一員としての姿を加えることで、人間的な奥行きを持たせることに成功している。

ウォートルスによりやがて光が当たり始めた。

# 街でみかける ファインスチールの施工例 その23



## 高山温泉ドーム

「高山温泉ドーム」は、塗装ガルバリウム鋼板で覆われたドーム屋根の温泉入浴施設で、1999年12月に鹿児島県肝属郡肝付町「やぶさめの里総合公園」内にオープンした。洋風・和風の大浴場のほか、気泡浴、寝湯・浮湯、低周波、イベント湯（薬湯・ビタミンC浴）、幼児湯、露天風呂（洋風・和風）なども備え、四季折々に応じた多彩な湯を楽しむことができる。

その他、2～4人で利用できる家族風呂や、高齢者や体の不自由な方と家族と一緒に入浴できる福祉風呂もあり、小さい子供や介護が必要な方も安心してお風呂を楽しむことができる。

また、遠赤外線サウナ、蒸気サウナといった多様なサウナも魅力のひとつとなっている。

なお、温泉ドーム入り口には「ふれあい市場」があり、地元農家の栽培する新鮮な野菜を販売している。温泉・宿泊者に大好評のため、午前中で品切れになることもある。



洋風 露天風呂



和風 露天風呂



## 2 つくばエクスプレス「みらい平駅」

「みらい平駅」は、貝塚や古墳、建造物の遺構が発見され、谷和原三万石と言われた、豊かな土地の歴史を持つ伊奈谷和原台地に、2005年8月24日に開業した。相対式ホーム2面2線を有する掘割構造のため、地下駅でも高架駅でもなく、つくばエクスプレスの中では唯一駅舎が独立して地上に建てられている。駅舎は屋根材に塗装ガルバリウム鋼板を用いた鉄筋コンクリート造であるが、屋根を支えるアーチ状の梁は木材となっている。駅コンコースと、掘割にあるホームの間に吹き抜けが設けてある。みらい平駅は、若い世代の人々と豊かな自然が調和した新しい街づくりの拠点となっている。



掘割構造のホーム



全国ファインスチール流通協議会

# ファインスチール普及DVDビデオ

全国ファインスチール流通協議会(会員39社、理事長・佐渡島克/株式会社佐渡島代表取締役会長)では、日本鉄鋼連盟建材薄板技術普及委員会の全面的な協力のもと、ファインスチールキャラクター「バイオリン弾きのルーフィー」と「鉄から生まれたフィン君」が、ファインスチールの3つの特長「きれい」「やさしい」「つよい」などについて説明した、ファインスチールの普及を目的としたDVDビデオ(約13分間)を制作いたしました。進化した鉄、ファインスチールについて、わかりやすく説明されています。

なお、DVDビデオは下記ホームページでも閲覧可能です。ぜひご覧ください。

日本鉄鋼連盟「ファインスチール」ホームページ  
<http://finesteel.jp/>

全国ファインスチール流通協議会ホームページ  
<http://www.zenkoku-fs.com/>

ファインスチール  検索



## “きれい”を生み出す技術

カラフルな色彩、様々な屋根・壁の形状が可能。「自由度の高さ」が“きれい”を生み出します。



カラーバリエーション

## “やさしい”を生み出す技術

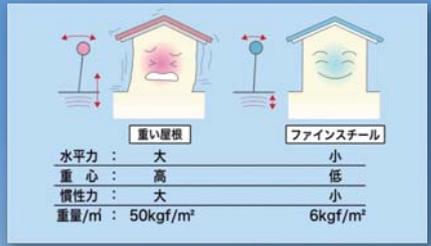
各種建材や遮熱塗料と組み合わせ、防音・遮音・遮熱・防汚を図り、雨音低減など快適な住まいを提供します。



遮音・防音イメージ図

## “つよい”を生み出す技術

軽量ゆえの優れた耐震性。また、不燃材料のうえ防火構造なので、類焼・延焼の危険性を防ぎます。



耐震性イメージ図

	重い屋根	ファインスチール
水平力	大	小
重心	高	低
慣性力	大	小
重量/m <sup>2</sup>	50kgf/m <sup>2</sup>	6kgf/m <sup>2</sup>

