

第11部 バブル経済時代の高質外観塗装の追究

1. 塗料は「目方」か、「体積」か？

このタイトルは確か私が「アメリカでの生産拠点作り」を卒業して埼玉製作所狭山工場に戻った1982年に発行された「塗装と材料」の4月号(No.351)に書いた塗装技術エッセイの一文であった。そしてアメリカで知り得た知見、特に塗装作業からの有機溶剤、この頃はVOC(揮発性有機化合物)といわれるが、その大気中への排出抑制に係わる事項の啓蒙に力を入れるように心掛けていた頃の実践の一つであった。そこで当時の知見のままの文章をここに採録してみたい。内容は今からみれば幼稚そのものとの批判をうけるだろうが、当時の私の受けたインパクトの様子は敢えて加筆しない法が迫力が有るように思われたからである。

アメリカと関わりを持つようになったのは5年前のことであった。かの有名な“Rule 66”の国であり、そのカリフォルニア州のロスアンゼルスを経由して中西部へ乗り継ぐのがいつものルートであったが、あのもの凄い光化学スモッグの激しさに参っただけでなく、ロスに立寄る毎に有機溶剤対策が頭にこびり付いて離れないのに嫌気がさしていつしかシカゴ経由の常連になってしまっていた。聞くところによると、北に位置するイリノイ、ワイオミング州は冬季の気温の低い季節には乾燥炉に取り付けてた排ガス焼却装置(インシナレーター)は運転しなくてもよいという規則になっている程、カリフォルニア州とは異なった気象であるようだ。しかしアメリカ大陸の中央部は高低差が殆どなく、夏はメキシコ湾の酷暑が、冬はカナダ大雪原の寒気が自由に南北に移動するという地勢から、北部でも夏のある時には光化学スモッグに覆れてオキシダント警報が出ることも経験した。

日本の関東地方のように顕著ではないが、大都市の周辺で発生した大気団がトラベリング(移動)することが知られ、「これはシンシナチィから来たスモッグだ」などと高層ビルの窓か

ら下界を眺めるような経験をしたものであった。

さてこの“Rule 66”は随分と昔に塗料工業会の資料や塗料メーカーさんからいただいたものを読ませてもらった時、その解釈の難しさが思い出されてくる。塗装にたずさわればどうしてもこの問題にぶつかるのは当然至極の話で、弁護士の連発する“R A C T”(妥当性のある利用可能な抑制技術であり既存の施設に適用されるものと定義される)に悩まされた訳である。その頃大阪府や神奈川県条例が出るとかの噂の華やかな時期でもあった。

その頃はどこの州でも“Rule 66”に類似の大気汚染防止条例が施行されていたようであったが突然、昭和54年10月に「新設自動車組立工場の塗装作業の実施基準」が官報に発表されたのである。これは“Proposed”(提案)レベルであって決められた十数ヶ月後には法律となって公布されることが予定されており、この時には提案された期日まで遡るものであるということが判ってきた。

何しろ、この中にはバラバラと細い活字の公報をめくると表が目に入り、見ると回転霧化静電自動塗装法の塗着効率が95%とか、電着塗装のそれが100%とか書いてあって、一体どうなっているのだと考え込んでしまうような話であった。

それ以来というものは、適合計算に明け暮れる日々が当分続くと言う泥沼にはまり込んでしまったのである。この間に色々の考え方を教わり、また感心して受け売りする事柄も少なくなかった。

1) NV(不揮発分)%論争のことはじめ

さて、その計算の基は被塗物に塗膜をどれだけ塗るかが塗装の原本であることに他ならない。私の常識では十数年この方、重量で工業用塗料は売買されているように思っていた。ある時、日本とアメリカではどちらが塗料は安いのかとの質問が来た。周りを見渡すとゴムは安い

し、ガソリンは安い。天然ガスも安いし、プラスチックも当然安いのである。当然の成行きでは塗料も安い筈というのが皆さんの雰囲気であるに違いはなかった。

早速、色を白とシルバーメタリック色の上塗り塗料の見積りクォテーション (Quotation) を出してもらったのであった。それには「価格：何ドル/ガロン」の他に、「理論体積固形分：何%」、「密度：ポンド/ガロン」が併記されてあった。今までは価格何円/kgに参考として重量固形分%と樹脂/顔料組成表などがあったのとは一寸様子が違うのである。

そこで恥は旅のかきずてとばかり営業マネージャーを捕まえて根掘り葉掘りの「何故何故問答」の末に、競合見積りを行う前提で塗料の特数を付記する慣わしであり、この理論値は分析値ではなく配合表とコンピューターに入った諸材料の諸元から算出されるものなのであったことが分った。

これ以上に配合組成表の提示がなされる気配は全くなく、当面この数値を敵(かたき)とばかり攻め立てたのである。

そこで或塗料のデータ例をしめそう。

稀釈前塗料

理論固形分	47.82%
分析固形分 (20分×110℃)	: 49.46%
〃 (60分×110℃)	: 45.97%
〃 (30分×127℃)	: 46.50%

さてその測定はJIS、片やASTMの違いがどの位あるのかが問題で、これがないと答えが出ないのである。そして話をするうちに実は今、塗料工業会とASTMが固形分測定法の改訂作業をやっている最中であることが分り、今のASTM-D-RS-VY-WSの20分×110℃では測定者によって差が大きく、60分×110℃が精度が高く、これが採用される様になるらしいことが分ってきた。

ちなみに、焼付エナメル焼付温度は120℃×30分が仕上塗料で通常であり、電着塗料ではそれより遥かに高い焼付温度である。何しろ溶剤の規制は塗料中の固形分を高くすればそれだけ減少することは分り切っていることであり、当局もこれを注目していたのであった。

結局のところ、体積固形分は昭和55年12月の規則公布には塗料メーカーが配合表から算出したデータを使用して良いということになり、疑

義が生じた時にはASTM-D-RS-VY-XPB、即ち60分×110℃で判断をすることになったのである。その意味はこの方式で得られたVOC含有量をVOC成分比重で除せば溶剤体積率が算出できるから、これを用いて塗料から溶剤体積を除けば体積固形分(不揮発分)率が算出できるとされるようであった。

その様な経緯を経て未だ答えは明確ではないが塗料の値段はどうも安くはない様な気配である。

2) 塗料は体積か目方か

塗料使用量は日本では単位重量当りのm²であり、欧米では単位容量当りのft²で表示されているが、膜厚から考えると欧米方式は合理的と思われる。またこれらの数値は、般に理論塗布量に加えて、塗装時に消費される塗料損失量を考慮した平均値で示されることが多い。矢張りお客様に渡す物は塗った面積と塗膜の厚みで考えるのが当たり前であろう。あとから出てくるが、塗らなくてもよい場所にオーバースプレーされた所の塗膜は重さでは測れるが、厚みでは容易には積算することは難しい問題はあるが、いずれにしても算術的にはその両者は密度で結ばれているから、その密度の値が決っていればどちらも同じである筈であるという人もいる。ところで、当地の密度はCGS、単位でないから、水は8.345 lbs/gal (ポンド/ガロン) となり、極めて新鮮な感じがするのは不思議である。ついクリヤーコートやシンナーの比重を1.0に近いと錯覚することがあるのを反省させられた。今まで「重量%当り何円」などと呼んでいたものを、「V S 体積%何円」とした方が極めて合理的でもあり、被塗物の重量軽減にも役立つのではないだろうか。

塗装工場の中で体積で取扱われるものには吐出量ccとっているのだから、vol%を使いたいのだが。そうはいつても、元をただせばJIS-K6400の8項の加熱残分の試験法で測る訳であるから、こちらの方もASTMのようにメスが入られることを期待するものである。

いずれにしてもお客様に渡せる付着された塗膜が半製品である塗料の段階で示されることには誰も反対する人はいないと思うのだが。

3) 水性塗料の正体は？

当地の塗装作業に係わる溶剤排出の規制には、VOCの重量の塗料単位体積当りが単位として横行している。

その規制の基準とされるものがGM社で成功した水性塗料で“2.8 lbs/gal coating minus water”である。これは即「溶剤2.8ポンド/塗料から水分を除いた塗料のガロン」ともいえるだろう。これは水性塗料から水分を除いたもの、即ち溶剤型塗料に換算した姿での塗料1ガロン当りのVOCが2.8ポンドという訳である。この時の体積固形分は62%とされている。

従ってガロンの固形分当たりのVOCは

$$2.8 \div 0.62 = 7.37 \text{ lbs/gal solid}$$

の溶剤が使用されているとされる。

そしてこの塗料は水分と溶剤の体積比が80/20とされていることから“27.3vol%”の水性塗料であることが分る。

そこで各州の規制をみると、業種によってはずばり“2.8 lbs/gallon coating minus water以下”と書いてあるが、その後、水性塗料と同一レベルの有機溶剤排出以下との考え方が生れるに至って、一体水性塗料の塗着効率は何%か議論され、ある所(RACTに対して用いられた)では30%としたりしている例が現れた。

ここで表示の方法が「塗装された被塗物に付着した固形分(即ち、将来塗膜の大部分となる不揮発分)1ガロン当りのVOCの値」が便利であるということになって、

①塗料のVOC: lbs/gal coating minus water

②塗料の固形分(不揮発分)当たりのVOC: VOC lbs/gal solid

③塗装された固形分(不揮発分)当たりのVOC: VOC lbs/gal solid applied

そこで仮りに、①を2.8 lbs/gal coating minus waterからそれぞれを導き出すと次になる。

$$\textcircled{2}: 2.8 \div 0.62 = 4.516 \text{ lbs/gal solid}$$

次に塗着効率を30%とすれば

$$\textcircled{3} 4.516 \div 0.30 = 45.05 \text{ lbs/gal solid applied}$$

となる。

このようにして、塗着効率が規制の数値として登場してきた。今まで単純に30%といわれたものが正しく評価されなければならぬ時期となり、先の規制案では40%とされて提案されたのである。

4) 水性塗料の塗着効率の検証実験

既にこの頃、水性塗料の使用には湿度コントロールが大変重要で、莫大なエネルギーと投資が必要だとか、排水から分離される塗料スラッジの処理が単なる埋立では問題が発生したとかで、何としても従来からの溶剤型でこのレベルと等価の塗料材料と塗装方法または経済的な削減方法を見出さなければならぬ時期であったのであろう。

これに対して、GM社はコメントを提出するかたちで、現在の水性塗料の塗着効率の実験結果を報告しているので要点を紹介しよう。塗着効率の30%か40%の間の議論はこのコメントによって結果的には既存工場は30%、新設は37%という答えが導き出されたように思われる。

その第一の方法は、1978年のモデルイヤーを通して納入された塗料の全固形分をインボイスなどの資料から算出する。一方被塗物に付着した固形分に対しては、生産された車の中から抜きとりで品質保証体制にファイルされた膜厚データを集計することによって算出されたのである。その結果をまとめると次のようになる。

GMADサウスゲート工場: 28%、

GMADヴァンナイ工場 : 23%

勿論この中には色替えの塗料や溶剤のロスが全て含まれている訳である。

第二番目の実験は、工場に委託して数十台の車体を塗装することによって体積での測定と重量による測定とが行われた。体積は膜厚測定である。この結果からは重量法の方が高い塗着効率を示しているのは、塗装することが期待されていない部分へのオーバースプレーが加算されることによるものであろうという解説が附記されている。

	体積	重量
色替の有無	毎回 なし	毎回 なし
サウスゲート	: 25% 28%	29% 32%
ヴァンナイ	: 23% 26%	29% 33%

第三番目の実験は、実験室で行われたもので、アルミニウム箔を被塗物に貼りつけて行ったものである。

塗装吹付ガンは一丁、塗料はブルーメタリック色であった。

	体積	重量
サウスゲート	32%	36%
ヴァンナイ	29%	36%

第四番目の実験は、第二の方法でGM社で最新工場といわれるオクラホマ工場で行われたもので、既設と比較するという目的で行われたもので塗装設備、特に吹付けブース、作業者のラインアップなどが異なると思われる。

	体積		重量	
色替の有無	毎回	なし	毎回	なし
プライマー	—	39%	—	—
仕上げ白	33%	41%	35%	45%
仕上げ青メタ	33%	40%	37%	45%

幸いなことにGM社は水溶性塗装には静電塗装法を利用していないが、プライマーは静電塗装も容易であるし、また塗着効率も水溶性塗料への添加剤によって50%に達することが出来るなどの噂もあるが未だ“STATE OF INDUSTRY”(工業技術の現状)のレベルの技術とは認められていないようである。

このようなデータを提供したことによって、NSP S(新規発生源実施基準)の目標(ターゲット)となる水溶性塗装の塗着効率は次のように変化したのである。

	提案 (70年10月)	最終規則 (80年12月)
プライマー	40%	39%
仕上げ塗装	40%	37%

ここでは色替え作業に使われる塗料や溶剤は100%回収する前提である。

5) アメリカの色替え事情と適合計算法

色替えは日常、工場ではカラーチェンジという日本英語が幅を効かせているが、当地では通じる訳もない筈でPuragingなのであった。クルマの商売ではお客の好みを聞いて何十色もある色の中から自由に選択させ、ちゃんと注文した順に間違いなく配車されるというオーダーエントリーが採用されている場合の名残として、その上塗塗装ラインでは1台毎に色を変更することが前提で行われている。

これが見込生産ともなればなっただ、出来るだけ売れゆきに比例し固形分率を乗じて、さらに総合的に重味づけした塗着効率を掛ければ、被塗物に塗着した固形分の総量となる筈である。

これはSolid appliedの総量に外ならない。

総合重味づけ塗着効率とは、先程表になっている塗装方法別の塗着効率表の値を使って、各ステージ毎の塗料使用量の重味づけで計算したものであるから、事前に手吹や静電自動塗装の面積を決めて、必要なら実測しておけばよい訳である。

さて分子に当るVOCは、全塗料中の溶剤量を固形分比と溶剤の密度を掛けて出し、これに稀釈用溶剤を加えたものである。

この両者から得られたlbs/gallon appliedが“11.3 lbs/galより小さければ、プライマーサフューサーは適合となる訳である。

ここで分母に入る塗着効率は高ければ高い程、適合し易くなるので別に不平を言う者もいなかったようだが、この塗着効率を自分で立証しようとすれば、なかなか容易ならざることになるし、この表以外の数値を使う場合は何らかの証明をして認可を受けることが決められている。

適合計算に使用する「塗装方法毎の塗着効率」

	塗 装 機	塗着比 (%)
1	エアスプレー	40
2	エアレススプレー	45
3	手動式静電スプレー	60
4	自動式静電塗装機(非回転ヘッド)	85
5	自動および手動式	
6	静電スプレー(回転ヘッド)	90
7	ディッピング	90
8	カーテンコーター	90
9	ローラー、印刷	90
10	電着塗装	95

[注] これは塗着効率が実測不可能の場合に使用することが認められている。アメリカEPA。

このようにしていよいよハイソリッド塗料と静電塗装との組合せで公害対策をすすめることになる。しかし、自動回転霧化静電塗装法には塗着効率95%という最良条件を与えてくれるのだから、何が何でもこれを採用してやっと到達可能な限界値ではないか。

それにしても相当にポリシーの入った規制案であり、かつ人手が掛らないやり方を考えたものであると感心させられる。

このような仕掛けをじっくり考えて見ると、正に塗装を最も正しくやるのが即公害対策になり省資源になるということで、色々現場での実作業の一つ一つと対比して改善をしなければならない項目の多さに驚かされるのである。

種々な車体色を全国の店に送ってゆくために、また在庫を出来るだけ少なくするためには色替えは必然的に多くなっていくのが当たり前である。

しかし石油危機から省資源が叫ばれる今日、何とか色替えの塗料ロスを減らしたいし、耐用年数の延びた昨今の社会情勢からは、やはり一日でも早くお客に商品を届けるニーズも前にも増してこそ減るわけがない。

ここでGM社の先の実験によれば、6～7%の塗着効率の差が出てくることになる。これが塗着効率の更に高い静電塗装の場合には使用量が減って色替えロスが変わらんとすれば、2～3倍にその差は広がることになるのであろう。

そこで新しい整流の良い吹付ブースを使い、その風速も適切なコントロールがされ、その出入口の給排気バランスも適当にとれるダミーエリアを持つようなことであれば、オーバースプレーされた塗料ミストの進行方向への移動（トラベリング）も抑制されることでもあるから、塗料色替えロスをなくする手段として色替え直前には塗料ホース中の塗料を完全に押し出して、その色の塗装が完了するような制御をもった塗料供給システムが実用化されつつある。

このような色替えの必要性や不確定性があることから、最終規則では100%塗料色替えロスを回収することを条件で規制値を提示している。この方法でゆけば色替え回数論争には巻きこまれず、むしろ回収方法の説明のみで済むという訳である。

この規則ではこのような適合計算をひと月毎に行うことになっている。ここに最終的に公布されたNSPSの基準値を掲げておこう。表示単位は“lbs/gal solid applied”（塗着した固形分ガロン当たりVOCポンド）。

下塗り電着塗装：1.3、
プライマー：11.7、

上塗り：12.2。

6) 乾燥炉排気の酸化分解処理による溶剤削減

そのような規制の方法も分り始めてトンネルの暗闇から抜け出すことが出来るかと思ってみたが、それは一時の光であって、メタリック色全盛の時代にいくら塗着効率がカサ上げされているからといっても、そんなに容易に適合ができる訳には行かないのであった。

それには後処理をすることによって放出されるVOCを捕捉したり、焼却してしまうことが対策技術とされている。その手っとり早い方法は都会に近い塗装工場では当たり前になっている脱臭対策としての乾燥炉からの排ガスを高温参加焼却する装置である。これには“Rule 66”以来の長い伝統があるのであろうか、なかなか要領よくまとめられている。この焼却方法の採用は、熱回収を行うことと、乾燥炉からの排気量を火災保険の基準や安全衛生の規準を守る最少限に絞ることによって、エネルギー消費はそれ程大きなものでないPRに一生懸命の様であるが、実際には触媒を利用した低温度焼却法は新しい塗料の導入される昨今の時代にはその触媒毒の存在から推奨されていない。

さて先に求められたlbs/gallon solid appliedの値を次の式で削減量を補正する訳である

$$G' \text{ lbs/gal solid applied} = G (1 - E \cdot F)$$

d：今まで算出された排出率。

E：焼却炉の焼却効率で、焼却装置の前後で測ったC（炭素）の濃度比で計測。Eは3ヶ月に1回計測する義務があるようで、特にインシナレーターの温度管理については厳しく取り決めているようである。

F：オープン排気に移行するVOCの割合であり、全ての排気筒のC量/時当りに対する焼却装置に入るC量/時間当りの比で計測されるものとされている。

（これで「塗料は目方か体積か」の引用は終了）

すこし補足をしておくと、この文で“/gal solid applied”（塗着下固形分ガロン当たり）で示される固形分とは大気浄化法で定義するVOCを塗料から除いた残りの不揮発分に相当する物であって、厳密には塗膜ではないということである。その理由は体積固形分率に疑義が生じ

た場合にはVOC含有率を測定する方法(60分×110℃過熱)を基本として決定することが明記されていることから明らかである。この課題が重要になる場合は塗装作業から排出するVOC排出量を見積もる場合にマスバランス(物質収支)法を用いて算出する時であり、それは塗装すべき被塗物に形成すべき塗膜の体積(膜厚と面積の積分値)から必要な吹きつけ塗料量を算出する訳だが、その時に使用する固形分はその塗料の焼き付け条件で測定した不揮発分率でなければ誤差が大きくなる場合があるからである。一般的に酸触媒や硬化剤を過熱揮発型ブロック剤でマスクングしている場合には乾燥工程による減量がいちじるしいのである、たとえばカチオン電着塗料や一液ウレタン樹脂塗料などに見受けられ、無視できるレベルを越えているからである。

なお、塗料の体積固形分を算出する方法として、希釈前の塗料に含まれる溶剤含有率を塗料中溶剤比重で除して体積を求め、これに稀釈溶剤の体積を加えれば溶剤体積が算出できるので、塗料体積から溶剤を除いたものが不揮発分に相当する。それ故に容易に算出できるとされていることから、この大気浄化法の溶剤排出限界値は焼き付け乾燥前の被塗物面の塗料の付着状態での議論であることを銘記することが大切である。それはゼミナーなどで固形分を塗膜と直線的に開設する向きがしばしば見受けられるからである。

2. 急ピッチな北アメリカ乗用車生産の増強

1982年のアメリカで初めての乗用車生産がHAM(ホンダ オブ アメリカ製造)で始まってから2年もたたぬうちに1984年にはHAMの最初の生産ラインに隣接して第二ラインを増設することが急遽決まり、追いかけるようにカナダへの乗用車組立工場の進出が発表された。それは最初の生産が成功裏に推移していたことに加えてアメリカの日本車の輸入規制の強化が一層激しくなってきたことがあげられよう。

その頃には既にアメリカ乗用車工場建設チームの主力はカナダに乗用車生産拠点を設けるプロジェクトに転進していたことから、このHAMの第二乗用車ラインの建設プロジェクトは狭山工場の組立工場長であった大久保新介さんが

リーダーとなり、塗装部門には狭山化成の技師であった笠井昭夫さんをチーフとして、塗装生産技術の前島謙一郎さんなどの面々が指名された。一方のカナダ プロジェクトは早野宏さんとHAMから笠井要さんをヘッドとして、塗装部門には技師となった糟谷信夫さんと若手の生産技術者の東条英明さんが当たっていた。

幸か不幸か、塗装設備段取り計画にホンダエンジニアリングが初めて参画したことであった。これまでは機械加工機や金型、治具、溶接機械などを主に設計製作していたが、昨今のFA(ファクトリーオートメーション)化の展開を見通して、今まで手を染めていなかった艦装組立や塗装部門にも進出する意向となったのだ。そして当面は塗装ロボットや自動静電塗装機などの開発を目指していた。そしてリーダーには電気技術者の竹尾正さんが指名され、間もなく狭山工場から塗装生産技術のベテランの菊池宇兵衛さんが囑望されて転籍して強力に進めた。

1) 名人口ボット塗装を目指したスプレー作業

ここで適用する塗装プロセスのコンセプトは既に稼働している第一塗装ラインを踏襲することになってはいたが、今まで五年間の「2C1Bメタリック塗装工程での有機溶剤排出率への発明技術猶予」は新しい塗装ラインには適用されないから本来のNSPS(新規発生源実施基準)の規制値である“上塗り:12.2 lbs/gal solid applied”の遵守が求められていた。これに対応するにはよりハイソリッド化した塗料の採用とそれを塗装する高いレベルの塗着効率のスプレー法が必要であった。特に後者は塗装生産技術者に課せられたテーマであったことは十分に認識していたし、それが今までの法で定めた塗装方式別に定られた塗着効率値の使用から、実測を求められる方向に移ろうとなりつつあることも見逃せなかった。

1982年秋にはアメリカ乗用車工場建設プロジェクトから狭山工場に戻っていた私は将来更に厳しくなるであろうアメリカの塗装ブースからの溶剤排出抑制に対応する新しいアイデアを探し始めた。そこで今までの自動塗装機の開発の狙いは先ず省人化、次に静電塗装の活用によって塗料消費量の節約をねらっていたが、これか

らは徹底した塗着効率の追求を行う時代となってきた。特に塗料のよりハイソリッド化により塗料吐出量は減少する傾向に合わせたスプレーガンの選択や制度の高いスプレーガンの位置制御や膜圧獲得のためのスプレーガンの走査軌跡などの設計が重要となってきている。それ故に今まで多用されてきたレシプロケーター式の汎用形式自動塗装機を直列に並べてできるだけ補正塗装作業を削減させながら、塗装ラインの設備投資を節減する狙いで塗装ラインのスピードを上げる手法が好まれて採用されてきた。これは必ずしも塗着効率を真面目に追求したコンセプトとはいえないものであったであろう。そこでそのような塗装された車体面の各部位の塗装順序から見た塗膜厚さや塗装外観を詳細に解析したところ、汎用型自動塗装機では種々の改善すべき点が見つかった。それは生産台数の少ない最高級スポーツカーの上塗り塗装を考えると、吹きつけ塗装の名人と呼ばれる熟練技能者がひとりでもゆっくりと塗装作業を進めて殆ど欠点の見当たらない仕上がり外観を最小量の塗料で作りに出しているからである。そこで汎用式自動塗装機に替えて塗装ロボットに名人塗装を行わせることができればよかろうと考えた。

この頃でもホンダには未だ手持ちのスプレーガンを駆使して乗用車の上塗り塗装を仕上げた経験を持っている熟練塗装技能者が健在であったから、彼からの無駄のない作業をビデオに撮影して「名人塗装法」を記録することから勉強をスターとした

そこで、ホンダ鈴鹿製作所のスーパーカブ塗装ラインが輸入して実用化した日本初の塗装ロボット「トラルファ」を国産化している神戸製鋼所の産業ロボット設計部長であった長谷川さんとのコンタクトを始めた。そのビデオを見た彼は今の力では名人塗装の95%程度までは可能などころまで進化しているから、ロボットの動作時間を確保してもらえば実現可能であろうとの自信を披露してくれたのであった。

次に、塗装ロボット専用「回転霧化式静電塗ガン（ミニベル）」の開発を日本ランズバーグ社の開発部長であった多田義典さんに打診したところ、丁度それを構想中なので是非やらせて欲しいとの返答であった。そこで吐出量、パターン面積、ロボット運行スピード、必要な塗膜厚さと予測される塗着効率、被塗物への接近に

よるスパーク安全対策などの設計要件を打ち合わせておいた。早くも1ヶ月後には試作ガンが到着したので、大気社座間塗装研究所にお願いして「トラルファ」塗装ロボットに取り付けて塗装実験が進められた。

このテーマには前述の笠井さんが興味を示し、部課の木村運雄さんと前島さんが名人ロボット塗装システムの実現に精を出していた。

そして、1986年4月から創業を開始した第2塗装ラインでは、750台/二直日産の生産能力の塗装ラインは塗装ブースを二本並列構成で作られた。そこに配置された「トラルファ」群はホンダ エンジニアリングの設計による総括制御システムが整えられた。これらでの車体の搬送はタクト方式が採用され「名人塗装」が実現した。

塗料には有機溶剤排出規制をクリアしたハイソリッド塗料を使用して、2C1Bメタリック ベースコートにはエア霧化静電塗ガンが、そのクリアーと中塗り工程には「ロボベル」回転霧化式静電塗ガンが塗装ロボットに装着された。このプロジェクトではメタリック ベースコートを回転霧化静電ロボベルを採用するところまでには到らなかったようである。

それによって仕上げられた塗装外観は本格的なハイソリッド塗料にも拘わらずアルミニウム箔の配列も良好であり、その平滑なベースコートの上に塗られた厚いクリアー膜が演出した「スッキリ」とした鮮映度が高く肉厚感のある塗装は正に新しいアメリカ的2C1B外観だとの賞賛の声が上がったのであった。それは数年後に日本に逆輸入されたHAM製の「ホンダ



質感の優れたハイソリッド塗料で仕上げられた「ホンダ アコード」の逆輸入車

アコード クーペ」が顧客さまからの評判がすこぶる良かったことから納得される。

この事実は従来から「外観の劣るアメリカ車」との烙印を押されていたアメリカ車の華麗な転進と思われ、再びアメリカ車が乗用車塗装の「世界の標準」を奪還する気配を感じさせていたのである。

確か1980年初頃の頃に、GM社はプラスチック製スポーツカー「コルベット」を製造していたケンタッキー州のボウリンググリーン工場における塗装からの溶剤排出抑制案として高性能塗装ロボットによる車体塗装システムによって塗料の消費量の徹底削減を狙うことを連邦EPAに出したコメントで見たことがある。これは車体を停止させて塗装ロボットだけで塗装させる塗装ブースを多数列設ける「ステーション塗装システム」と呼ばれており、大型ボンクスパンを生産するメリーランド州のボルチモア工場の改造計画に組み込まれて実現した。これにより塗着効率の向上、塗料色替えによる塗料ロスの削減、ツートンカラーやリペアー塗装などの塗装作業にも正規の塗装ロボットを使用してロスの削減などを実現する狙いであったといわれている。

2) 「マルチ自動塗装機」の開発とカナダへの売り込み

北米での乗用車製造拠点の拡大はカナダのオンタリオ州都であるトロント郊外のアリソンに建設することになった。緯度の高い北方に位置するカナダでは光化学スモッグによる大気汚染の発生は少なかったので、当時は塗装作業からの有機溶剤排出抑制の法的規制は未だ施行されていなかった。しかし使用する自動車用塗料はアメリカのHAMで採用されている実績のあるハイソリッド塗料がそのまま当てられる予定であった。そしてHCM（ホンダ オブ カナダ製造）の塗装ラインに構築する塗装プロセスのコンセプトはアメリカのHAMで製かを示している技術が踏襲される筈であったから技術的課題は少ないと想われていたのだ。しかし、そこに持ち上がった課題は塗装前処理—電着塗装ラインの車体搬送方法に対する造反であった。ホンダでは伝統的に処理液に浸漬する工程では車体を「後ろ向き」にして進行させて処理液の出入りをスムーズにさせることを前提に

技術研究所の車体設計でも空気抜きや水抜きを配慮して車体開発を進めることが不文律であった。しかし塗装ラインの後半では「前向き」で進行させるのが通常であったから、カナダではレイアウトの都合から全てを「前向き」進行を採用したいと譲らなかつた事件が起こって、これを撤回させるのに汗をかいたことが思い出される。また立ち上がってから垂鉛めっき鋼板の上のリン酸亜鉛被膜に白い斑点（ホワイト スポット）が発生して長らく解決しなかつたが、私は処理液を取り寄せて全イオン分析を行ったところ塩素イオン量の存在が過大なことが判明し、どうも工業用水の軟水化や純水製造装置での再生時の取り扱いのミスから再生用薬剤の混入が疑われてからは解決したようであった。私の所に届いた課題はこれくらいであったがやがて悲鳴に似た訴えが頻繁に出張した技術者から届けられたり、塗料メーカーの日本支援技術者からの訴えで騒然としてきたのであった。

それはホンダ エンジニアリングが初めて開発した高速自動塗装機がトップの意向で突然導入されることになり塗装ラインの人々の苦悩が始まってしまったのであった。ここではこの破天荒なコンセプトの塗装機が何故開発され、持ち込まれたかの経緯を明らかにしておこう。

先ずホンダ エンジニアリングが塗装部門に手を染める動機ができたのは、アメリカでの乗用車生産の礎を築いた中川和夫さんが帰国して、品質担当専務の活動をされていた頃に提起されたと聞いている。中川さんがHAMでの乗用車生産スタートアップの際に連日のメタリックベースコートの塗装自動機のトラブルをに遭遇していた時のことで、塗料圧送配管から自動塗装機への塗料流量を制御している圧力調整弁（レギュレーター）の不安定な性能に起因していたようであった。当時の塗料流量制御はサーボモーター駆動ギヤーポンプで行われていたが、メタリック ベースコートに配合されているアルミニウム箔の平面性を重んずる形状の変形を避けるために止むを得ず昔ながらのレギュレーターを使い続けていたのであった。このトラブルは彼が研究所で経験した自動車の燃料噴射システムの開発レベルの知見からすれば比較にならぬ程余りにも幼稚であると強く感じられたようであった。そこでこの流量コントロール用の圧力レギュレーターの設計製造をホンダ

構想された。

そして試作された試作機は車体を模したパネルを用いた性能テストを繰り返して次第に熟成されて行った。ところが日産750台の連続稼働では思いもよらぬ塗装機自身が自らスプレーした塗料ミストによって短時間に汚染されてしまい、それが塗装外観の乱れを生じさせるのでその清掃の手間と洗浄溶剤の浪費、そして乾いて蓄積した塗料ダストの塗装面への脱落などの弊害が多発して現場を混乱させる原因という基本的な塗装機の条件を見落としのまままで開発完了の評価会をパスしてしまった。

この原因は通常の塗装ブースでは風速0.5メートル毎秒の新鮮空気が天井から供給されて被塗物に付着しなかったり、または跳ね返されたりした霧化空気や塗料ミストはその風速に促されてブース床の排気口に速やかに導かれるのが建前であるが、余りにも大きい吐出量、密度高く上下や並行に排気の方からすれば重なるように配置されたスプレーガン、余りにも遅い自走速度、低い塗着効率などのために塗装面近辺からの排出が滞るために塗装機自身が汚染されてしまったのである。これを回避するために少なくとも複数以下のスプレーガンを装着したアームが数十メートル/分の高速で往復前進運動を行わせるレシプロクターが二ステージ配列使用されているのが今までの方式であったが、それでも20台毎にガン先の清掃が必要な事が知られているからおして知るべしであろう。

そして作られたプロトタイプの「マルチ自動塗装々置」は嫁入り先が政治的に採られた結果、ホンダ エンジニアリング出身のCHM副社長となっていた笠井要さんが受け入れることになり、1986年11月に完成したHCMアリストン工場で使用が始まり多大な苦境をもたらす運命となるのである。その後ストライブ状のアルミニウム箔の強い配列傾向を散らす目的でスプレーガンの首振り機構を追加したりして過ごしていた。その後帰国した笠井さんが奇遇にも狭山工場の我々の工場長に就任されたので、私の所に入る苦情の嵐を適宜伝えてホンダ エンジニアリングのトップに申し入れてもらい、ただいの努力を尽くしてもらったにも拘わらず数年後には消える運命となってしまった。

そしてこのシステムのコンセプトは暫く鳴りをひそめていたが、再び両副社長の示唆により

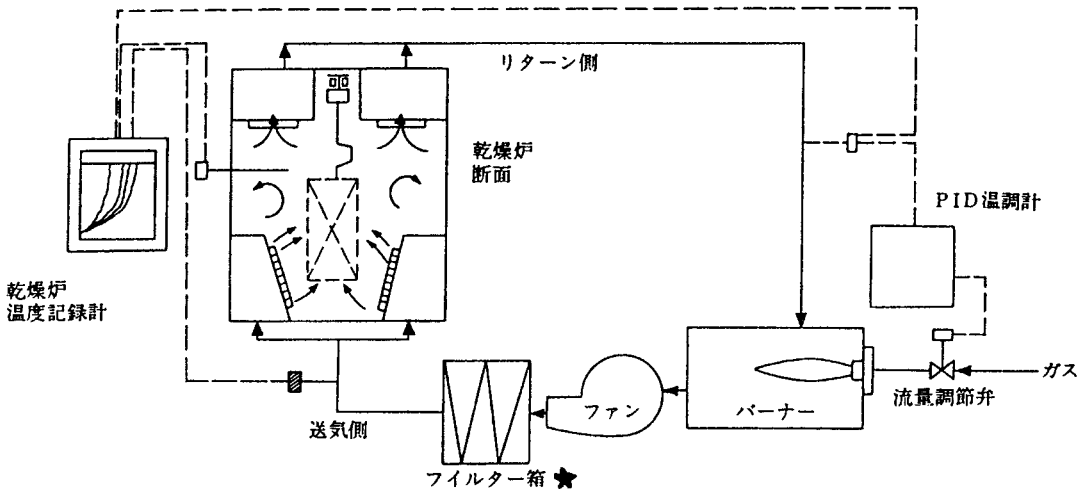
1990年初めに計画された鈴鹿製作所の第三自動化塗装ラインに登場し同じ誤りを演出することになるのである。

3. 塗装乾燥炉ガス爆発事故の顛末記

昭和58年であったろうか、この年はどうした訳か静岡県下でガス爆発事故が連続して起こった。記憶に残っているものでは静岡駅前の地下街の都市ガス爆発、ヤマハの経営するリクリエーション施設「ねむの里」の食堂床下でのLPG爆発、それにホンダ浜松製作所の塗装工場の乾燥炉ガス爆発などが数えられる。

この知らせを受けたのは晩秋の昼下がり、今春まで我々の上司であって浜松製作所長になったばかりの溝口健さんからであり、急いで現場を視察して欲しいとのことであった。そこで取りあえずアメリカ帰りの塗装生産技術に戻った富岡義雄さんを伴って現場視察を済ました時には夜になっていた。実のところ私はこの頃既に視野は狭くなり、右眼は失明したばかりであり文字道理の手探りであったから、現場の把握には手間取ってしまったのだ。その時、浜松の面々は報告用の「ピラ」に事故の全貌をまとめようとして苦慮していたが、肝心の爆発原因についての部分が白紙のまま「私の見解」を待っていた様子であった。

奇縁なことにこの担当工場長は約20年前にカナダに派遣された「ホンダ スポーツ S800」の錆調査団に出掛けた仲間であった品質の寺田政夫さんの顔が現れたのには驚かされたのと、彼が工場長に就任してから1週間目に遭遇した災害であった。そこで私の現象推定は、先ず燃焼ガスの循環経路における爆発ガスの吹き出し痕跡である煤の付着位置や器物の変形方向から爆発位置が燃焼炉後のフィルターボックス内であることを示し、爆発した可燃性ガスは燃料ガスであるブタンガスか、その不完全燃焼ガスのいずれかであること、着火源はもっとも可能性の高いものとして燃焼条件によっては「ガス燃焼炎が長大になる現象のロングフレーム」が推定されるが、それ以上は更なる追究が必要であると申し上げて退散した。実は私は15年前に狭山工場で新しい乾燥炉の試運転時に燃料ガス配管の逆止弁の取り付け方向を間違えたために多量の燃料ガスが吹き出してカロリー過剰にな



塗装熱風乾燥炉の熱風循環経路と爆発点（推定）

【注】リターン温度制御方式

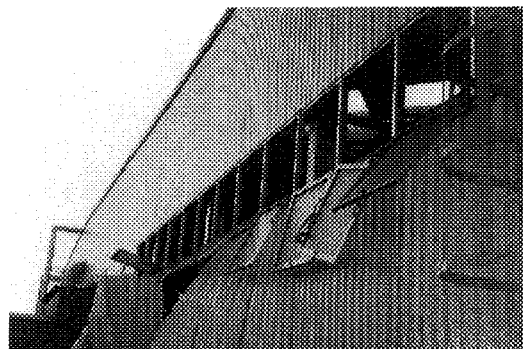
って燃焼用空気が不足となった結果、ガス燃焼炎が10メートルを超える長さとなって、後位置に配置されていた循環熱風送気ファンを焼損した、それにより風圧低下が起り全システムが停止したので幸いにも爆発を免れた経験を持っていたからである。

ところが驚いたことに、浜松の当事者は夜を徹して現状報告を大急ぎでまとめて、早朝溝口さんらが原宿のホンダ本社に赴き、直ちに社長の久米是志さんに一報を届けたのであった。それに対して、研究所時代にCVCC（複合渦流燃焼制御）エンジンの燃焼研究をしたことのある久米さんは直ちに「全社的にエキスパートを集めて信頼性工学に基づく原因究明を実施せよ」との厳命を下した。その人選は品質担当役員の大倉孝男さんが指示され、私が責任者となり、技術研究所からエンジン燃焼工学の田中敦さん、材料研究の小松泰典さん、ホンダ エンジニアリングから品質工学の三浦さん、塗装生産技術者としてホンダ エンジニアリングから菊池宇兵衛さん、狭山から富岡義雄さん、鈴鹿から大橋利治さん、浜松から赤堀貞夫さん、熊本から新井久明さん、そして最後に浜松から事務局長として前の化成課長であった浦野友一さんが任命されて原因究明チームが年末終了を目指してスタートした。

1) 爆発規模の認定から爆発ガスの特定

私が最初に思いついたのは爆発のエネルギー

の程度を知ることであった。そこで同窓の親友でダイナマイトメーカーで知られる日本火薬の染料研究所に勤める前沢孜郎さんに相談したところ、「爆発の専門家なら爆風で破壊された建物の破壊、特にガラス窓の破壊状態などから爆発の規模が推定され、それにより爆発ガスの特定が可能だろう」との情報を得た。そこで私は思いつくままに、ホンダに各種の塗料を納入してくれている日本油脂さんがダイナマイトの主力メーカーでもあったことに気が付いて、早速愛知県武豊火薬工場にご教示を頂けるように営業の橋本邦三さんをお願いした。やがて、「乾燥炉図面と破壊状態の写真、破壊されたガラス窓（窓ガラス、窓枠、シール方法）の詳細設計図とその変形写真、そして爆発点を取り囲む建物の壁、出入り口、破壊されたガラス窓などの破壊状態と位置関係などの資料」を携えた赤堀



爆風で破壊された窓枠の状態

さんと浦野さんが武豊工場を訪問して結論を得てきたのであった。

- ①：破壊の程度からこれはダイナマイト五本程度の弱い爆発であろう。
- ②：爆発炎の伝達の痕跡から爆発下限界濃度に達していた循環熱風容積を算出して爆発エネルギーからもそれを照合して、爆発したガスはLPG（ブタンガス）ではなくて、LPGの不完全燃焼により生成した一酸化炭素ガスを主成分とするものであろうと想定した。

そこでこの経過を裏付けるためにホンダ技術研究所が指導を受けていた東大工学部の燃焼工学のへ平野助教授に鑑定を田中さんから依頼して頂いて、これは弱い1酸化炭素ガスであるとの見解が即座に出されたのであった。

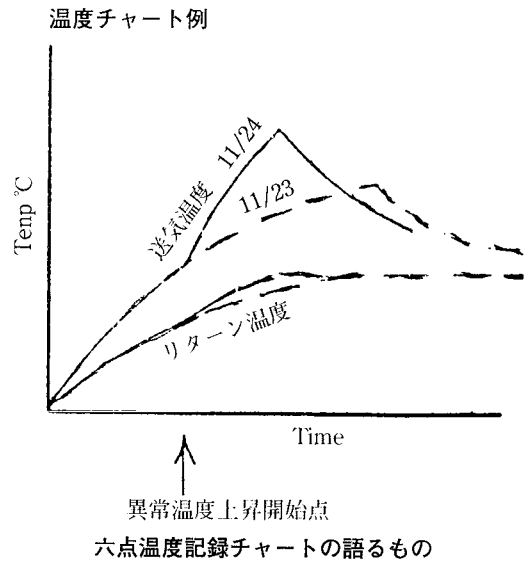
これらの情報を得てから、乾燥炉の設計施工を担当した大気社名古屋支店の松田さんや大阪の技術部の前川禎佑さんも出席して全体会議が開かれた。そして次の項目がテーマアップされ実行された。

- ①：6点隔測温度記録計の記録データの異差分析、当日/前日全ての乾燥炉同志の温度上昇時の吹き出し口温度、リターン温度、炉内温度。
- ②：不完全燃焼の再現実験、不完全燃焼ガス分析とガス燃焼炎の長さの伸延現象の観察。
- ③：安全工学的的の爆発現象の解析手法の勉強、専門技術士の鈴木成一さんに相談。

2) 六点隔測温度記録チャートの詳細な異差分析

早速、大気社の名古屋支店の松田さんの手によってそれぞれの乾燥炉に装備されている六点温度記録計の記録チャート紙の分析が進められた。この塗装工場には三系統の乾燥炉があって、当直者の手押しボタン操作による着火スタートが行われていた。この爆発した乾燥炉は最も遅い順番のスタートであった。そして爆発事故が起こった時刻にはその他の乾燥炉は既に昇温から定常温度制御状態に入っていたが、爆発した乾燥炉は正に昇温の最中で最大燃焼状態であったことが明らかになった。つぎに乾燥炉内から燃焼炉に戻ってくる「リターン循環熱風温度」と燃焼炉出口の「出口熱風温度」との差を克明

に追跡調査した。この燃焼炉は直火式であるから燃焼により発生した熱量は直ちに循環熱風の温度上昇に現れることになる。この経過について当日と前日を比較分析したところ爆発した乾燥炉だけは、着火直後からの温度上昇率は前日の三倍も速いことを示しており、そして時間の経過と約六分後から温度上昇率は次第に低下してくる様相を示していた。これは後半になって燃焼に必要な酸素が供給不足となってきて、不完全燃焼が始まっていたことを示し、やがて爆発に到ったのである。



一方、その他の乾燥炉では前日と当日との著しい差は認められなかったのであった。一方、爆発した乾燥炉の燃焼炉に設置されていたガスバーナーには異常がないことも確認されて、燃料ガスの急激な変化が温度上昇時の後半に起こったことを予測させた。この現象は事前に燃料ガスと混合させる一次空気との比率（空燃比）の設定が狂ったというレベルを大きく越えており、これは燃料ガス自身に急激な異常事態が起こったと考えられた。

ここで燃料ガスの供給システムの全貌を述べておこう。ここではブタンを主成分とする工業用LPGを貯蔵しているタンクから液圧ポンプによって蒸発器の熱交換機に液化ガスが送入されて加熱蒸発して高圧ガスとなる。そして得られ圧力を利用して空気を吸入して燃料ガスを三倍程度に希釈して発熱量が約11,000キロカロリー

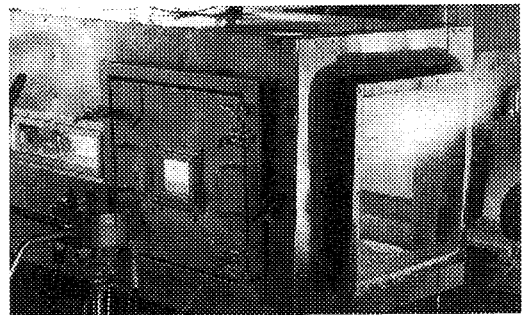
ーのエアータンガスが製造されて、圧力調整式のサージタンクから配管をを經由して乾燥炉へ圧送される。そして乾燥炉近辺で圧力ゼロまで減圧された後に一次空気流によって吸引混合されて燃焼バーナーに導入燃焼するのである。そこで前日の終業時にサージタンクや配管に貯蔵されていた燃料ガスが最初に着火された乾燥炉の昇温に消費されてしまい、爆発した乾燥炉が昇温を始めた頃からは当日製造した希釈燃料ガスが供給され始めた時間と一致していることが判明した。

3) 不完全燃焼の可能性と燃焼実験

このような初期の発熱量の増大はブタンガスそのものが希釈されないで供給された場合には起こり得ることが予測されたので、このような事態の発生するチャンスが存在するかどうかを実際のプラントを使用して実証することになった。これらの推進は大橋さんを中心にしてLPGガス発生プラントを設計施工した丸善エンジニアリングの技術者も立ち会って休日を使用して行われた。そこで得られた知見は、先ず液圧ポンプが何らかの理由で停止したままでプラントが運転されていると、LPG貯蔵タンク内の自圧次第によっては液体ガスは蒸発器に送られてくるであろう。その送液される量は蒸発したガス量とサージタンクと配管系の圧力とのバランスが支配するであろう。燃焼バーナーサイドでは燃料ガスが吸引されているから圧力は通常よりかなり低い状態でバランスが取れていたのであった。おそらく蒸発器内のガス圧は通常より低いので希釈空気を吸引することは困難であって、低い圧力に見合った希釈されないブタンガスは配管を通して乾燥炉へ向かって流れて行くことが確認された。ここで大切な要件としては、ここに設置されているLPGガス発生プラントのガス発生容量が爆発準備段階に消費されていたガス容量（実際は既に他の乾燥炉は昇温済みであり、しかも作業開始前のため熱負荷は極めて小さかった）との比率が大きい程希釈されていないブタンガスがなんとか間に合う程度に供給されて圧力低下警報の発令を免れる可能性があることが確認された。いずれにせよ配管を通過する燃料ガスの発熱量は制御因子として実測されていないのでこのような事態の発生を否定できないのであった。勿論ガスプラントの

エンジニアリングを担当した技術者サイドはこのような状態の発生の可能性を否定していたのはまぎれもなかったが。

そして次に大気社枚方研究所内の屋外グラウンドを借用して、浜松製作所で爆発した乾燥炉の燃焼炉を模した不完全燃焼実験装置を仮設して、不完全燃焼時の燃焼炎の状態変化と燃焼ガスの成分分析などをホンダと大気社との共同で行うことになった。ここでの最大の論点は燃焼炉に燃焼排気ガスを循環させるかどうかであって、実際には安全第一を優先して排気ガスの再循環方法は行わず、その代わりに燃焼炎が周辺の空気から酸素を潤沢に供給されないように燃焼筒を設けて燃焼炎の周囲に二次燃焼用空気を可変しながら送入することを考慮し、また燃焼炎が観察できるように工夫を施した。そして、一次燃焼用空気を通常通りに流して、燃料ガスは希釈の程度を増減させて最大燃焼条件で実験を行い5メートルを越える長さの燃焼炎の伸延現象を観察することに成功し、二次空気量を可変して排気ガス分析を完了した。これらから得られたデータの解析はホンダの田中さんや大気社の前川禎佑さんらが行い、着火から爆発に至るまでのメカニズムを明らかにした。それによれば、先ず通常以上の発熱量をもった燃料ガスが到着すると1次燃焼用空気では完全燃焼させるには酸素が不足するので燃焼炎の長さは次第に長くなって、燃焼炎の周辺を流れる循環空気から不足している酸素を取り入れて完全燃焼することができるから、約三倍に達する熱量を発生して循環空気の温度を急上昇させたのである。しかし次第に循環空気中の酸素濃度が低下してくるに従って燃焼炎はますます長くなって、酸素の取り入れが不足して不完全燃焼



不完全燃焼実験
(燃焼炎が長く伸びる現象の再現)

が始まり一酸化炭素ガスの発生が次第に大きくなっていく。そして循環熱風中の一酸化炭素ガス濃度が次第に増加して爆発下限界濃度に達したところで長くなった燃焼炎の先端が着火源となって爆発燃焼を起こしたものである。

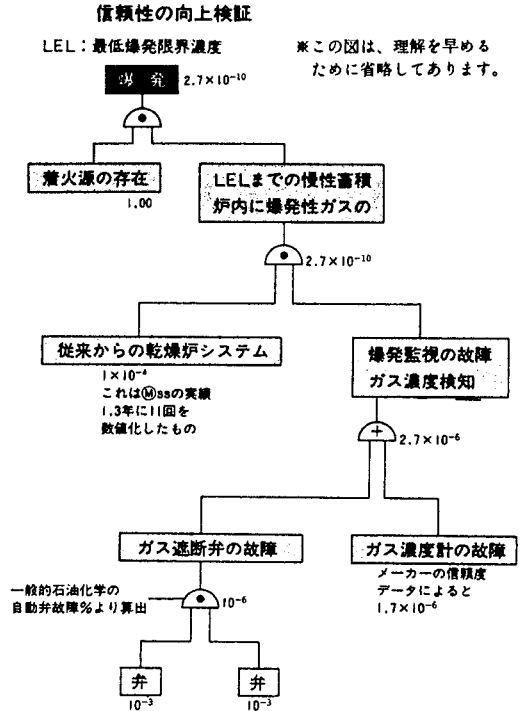
4) 安全工学に基づく安全対策

当時、安全工学を象徴するテーマとしては石油化学コンビナートの爆発やジャンボジェット機の墜落などの事故を防止することが世間に知られており、それらを実現する安全思想を「フェールセーフ（失敗安全）」と呼ばれており、それらの事故に到る発生確率を「10の-8乗以下（殆ど起きないレベル）」とすることで、その為に最低必要な安全対策を施すことを求めることにより「安全神話」が作られたのである。そこで我々も「10の-8乗以下」を合言葉にして、信頼性工学に基づいたF T A（失敗の樹分析法）を活用することになった。

そこで先ず、昭和41年頃に塗装工場内の静電除塵方法についてコンサルトを依頼したことのある横浜の技術士、鈴木成一さんが最近塗装の安全衛生に付いての読本を刊行されていたことを思い出して爆発現象の安全工学の専門的アドバイスを打診したところ、安全工学協会（横浜市関内）の存在を教えて頂いた。一方、新宿の紀伊国屋書店で埼玉工業大学の井上威教授著「安全工学」を買ってにわか勉強をはじめたのであった。

そして、私は菊池さんと安全工学のメッカである横浜市の管内に本拠のあった安全工学協会に出掛けて指導者の紹介をお願いしたのであった。そして安全工学の啓蒙書の著者として知られる井上威さんから指導を受けた菊池さんや三浦さんが「塗装乾燥炉の爆発現象」の分析を行った。それによると爆発の頂上現象は「爆発限界内の濃度の可燃性ガスの存在」と「その中で着火源の存在」が「アンド」の関係にあることが明らかになった。

そこで後者は直火式乾燥炉では燃焼炎の存在は必然的であるから、前者を徹底して排除する対応策を取ることになった。そして乾燥炉内を循環する空気中に存在する可燃性ガスの濃度を常時の監視システムを構築することになった。この具体的方策は富岡さんを中心とするチームが取りまとめた。可燃ガスの検出には直接その



ここでは信頼度が狭山工場でも実証されている可燃ガス濃度計と、アメリカの認証検査に合格しているガス用遮断弁（推定で 1×10^{-3} の故障率）を組合せた爆発監視装置の信頼度をガス濃度計の、 2.7×10^{-6} と同じオーダーの 10^{-6} にするため、弁を2つ直列に使用して頂上の爆発確率を 10^{-10} にすることが出来たのである。

塗装乾燥炉の爆発事故のF T A分析

ガスを触媒上で参加燃焼させて発生する熱量を検出する方式を開発していた理研計器の協力の下で検討が続けられ採用した。そして、これらに関与する計器類、サンプリング装置、警報装置などの機器自身の安全確率の維持確保のための保全作業に係わる人間の錯誤確率なども配慮した設計がおこなわれた。それを菊池さんと三浦さんらの手によって4畳半程の大きさの詳細なF T A分析により鑑定が行われ、その結果は井上先生の承認を得て最終報告に移った。

この安全対策は乾燥炉の省エネを追求する今日には大変有効に利用されていることを追記しておきたい。その第一は運転に伴って乾燥炉内で被塗物塗膜から蒸発する有機溶剤が循環熱風中に蓄積することを防ぐ目的で循環熱風の一部を排気する設備が設けられているが、その排気量を可能な限り縮小して省エネを実現させる際

にその可変因子として必須となっている。第二には乾燥炉を着火操作を開始する前段で乾燥炉内の空気を新鮮空気と入れ替えてガス漏れに対する安全対策としていたが、これを全廃して省エネを実現することが可能になったことである。

この一連の原因究明の進行に際して技術的示唆を頂ける権威者を求めるに当たっては、浜松市でホンダにも塗料や化学薬品を納入してくれている内山玄治商店の内山社長から浜松商工会議所が環境問題などで指導を受けている静岡薬科大学の環境科学研究所の福地教授様を紹介して頂き、その都度貴重なアドバイスや評価をしていただいたことには深甚なる感謝を表明するものであります。

そして昭和58年12月には年末に間に合せた久米社長報告では、「未曾有の燃料ガスのカロリアップがもたらした幸運な爆発事故であった」との私の巻頭言で始まり、田中さんの爆発メカニズム、大橋さんの着火源の燃焼炎再現実験、富岡さんの防止対策、菊池さんのF T A分析による鑑定で無事に終了した。続いて新年早々に浦野さんが主役になって各関連事業所を巡回報告したのであった。

また、私は塗装保全の平賀恒雄さんと共に、翌年春に行われたオールホンダ省エネ大会展示会にこの爆発現象の防止対策を展示する一方、「塗装乾燥炉爆発安全設備マニュアル」を作成して参加された協力部品メーカーさんの技術者へ配布してこのチームの仕事は終了した。

この年末に埼玉製作所で催された恒例の管理職の御苦勞さん会の私の感想として「この原因究明の成功の裏には世間の各権威者からのご指導と、異種技術者で構成したチームのシナージ（相乗）効果があったればこそと感謝している」と述べたことがいつまでも印象に残っている。

4. バブル経済時代の高級車指向への塗装戦略

1) 車格ランクアップに合わせた塗装外観の要請

昭和57（1982）年の秋頃にはアメリカでの乗用車生産ライン建設プロジェクトを卒業して狭山工場の塗装生産技術に戻っていた私は今まで狭山で進めてきた経済性を追求してきた小型乗

用車の塗装プロセスの陳腐化、特に中塗り粉体塗膜の平滑かに要する研磨工数の増加を解決するための新しい塗装プロセスのコンセプト作りを精を出していた。しかしその基本にはアメリカで実現している世界の乗用車塗装の“State of Arts”（技術の現状）を踏まえた上で時代の要請を実現しようと考えていたのであったが、やがてアメリカに残って塗装マネージャーを務めていた富岡義雄さんが帰国したのでその具体化に拍車が掛かってきていた。

そこで1980年代初頭の狭山工場の塗装ラインを取り巻く情勢を述べておこう。確かに当時の日本経済は「向かぬ所敵なし」の絶頂期に向けて自信一杯の風潮がみなぎっていたのであった。そして軽乗用車から大衆車の大量生産を目指して成長してきた狭山工場であったが、度重なるモデルチェンジ毎に次第に高級車志向へのシフトが目立ってきていた。そして昭和67（1982年の秋に、）品質担当専務の久米是志さんの下で品質担当取締役と我々の埼玉製作所長を兼任していた溝口健さんは発明以来既に10年余も経済性塗装を実現してきた「下／中塗り兼用静電粉体塗装＋リバース式内面電着塗装」の塗装プロセスの技術的陳腐化を指摘し、今後の高級化と長寿命化への志向に対応できる改革を早急に提言すべきだと主張していた。その具現化には今までのような塗装生産技術者だけを集めたチームではなく、特に耐久信頼性の検証をしたり市場品質情報を解析できる品質技術者や新しい材料開発の研究者などを加えたチームを品質部の下にプロジェクト組織して改革の処方箋作りを運営する「塗装技術センター構想」を私に提案させ、品質部長であった網戸隸二さんに指示して準備を始めたのであった。ところが、1983年10月になって品質担当専務であった久米さんが三代目ホンダ社長に就任すると、塗装に縁の深かった品質関係の人事が一新された。先ず技術研究所で品質信頼性を統括しながら錆問題の解決に当たっていた大倉孝男さんはホンダ常務となって品質を統括することになった。一方埼玉製作所長にはこれまたホンダ技術研究所の品質信頼性の草分けの石津谷彰さんが就任して塗装の改革へのバックアップ体制が整えられた。彼はアメリカの乗用車市場でホンダファンが最高級乗用車の登場をもとめていたり、国内でも高級車のラインアップを望む風潮が高まり

つつあり、それに呼応した「3ナンバー車」の開発が進んでいることを承知していたから、それに適用させるにふさわしい塗装外観を実現させる塗装プロセスの準備が急務であることを感じていた。それには狭山工場に根を張ったプロジェクトチームが望ましく、前任者の趣旨を入れて塗装生産技術者に加えて、技術研究所材料研究ブロック、品質部技術センター、ホンダエンジニアリング第4部などからエキスパートを集めたいとの意向であった。

昭59年4月初旬のことであったろうか、東京の広尾にあるホンダ紀尾井クラブで開かれたホンダ エンジニアリング社長と各製作所長が同席する拡大常務会に突然私と富岡さんが呼ばれて、新開発の「3ナンバー車」へ適用する塗装外観レベルの構想と外観サンプルパネルの紹介をした。続いて品質担当の大蔵孝男さんから当時やっと大団円を迎えた乗用車の腐食苦情対策の経過をまとめた「ホンダ錆白書」が配布されて、表面錆に最も関係の深い塗装プロセスのレベルアップの必要性が訴えられた。そして、突然、議長をしていた千々岩雄平さんから乗用車の塗装商品性戦略として「車格ランク別に塗装外観レベルを設定する」案を今後の高級車志向に貢献させたいとの動議であった。それは予め用意されていたと思われる構想が黒板に鮮やかに書き出された。これには現在小型乗用車の中心モデルで狭山工場で生産されている「ホンダアコード」の外観レベルを“A”と定めて、この外観レベルは現在高級車として評価を得ている「ベンツ」と同等とすることを求められた。従って将来開発されるであろう「3ナンバー」にはそれをワンランク越える“SA”が設定されたのは当然である。そして経済車クラスの外観レベルは“B”が定められたのであった。ここに同席していた私と富岡さんにとっては車格ランクに相応した塗装外観と防錆品質の両面への対応は予測を越えた青天の霹靂（せいいてんのへきれき）であったから、今までの延長線上での改革では打開できないであろうと察知して当惑を隠せない面持ちであった。

そこで外観パネルをご覧になっていた海外生産担当の池上秀男さんから助け船が出された。それは世界各地で作っているホンダ車の中で最も塗装外観が優れているとおもわれるのは南アフリカ共和国内で「ベンツ」と同一生産ライ

ンで委託生産している「ホンダ バラード」であると思うので見学してはどうかとのアドバイスであった。

勿論今までの世界の塗装外観の良さの評判の白眉は欧州では『目に染みるような白さと透明感と深み間のあるホウロウ（琺瑯）のような光沢のベンツの肌や優美な高輝性のベンツ メタリック塗装で知られる「ベンツ神話』とがあり、アメリカではGM社の『「磨き上げの肌といわれるキャデラックのベーク サンド ベーク公報による黒色のソリッドカラーを漆のような肌と光沢に仕上げられている「マジック ミラー（魔法の鏡）」が在ることは私も知ってはいたが直ぐ手の届くレベルの話ではなかったのだった。

2) 高級車「ベンツ」の源流を訪ねる三人旅

今までは狭くなってきていた現存の工場でどのようにして生産増強を迅速に成し遂げるかに明け暮れていた塗装生産技術者にとって、「おいそれ」と塗装外観をレベルアップするアイデアが創造できる筈もなかったから、素直に南アフリカ ベンツ社への視察団を派遣することに決めた。

そこで私は眼の手術の予後があったので参加は見送ることにして、狭山工場のナンバーツールの技師長であった白倉弘さんをお願いしてホンダ術研究所の材料研究ブロックのマネジャーであった藤森義次さんに団長となってもらい、狭山工場から富岡さん、鈴鹿製作所から大橋利治さんの三人組を派遣してもらった。

ここで早速富岡さんから頂いた手記を紹介しよう。



ベンツを訪問した三人組の雄姿
(藤森さん、大橋さん、富岡さん)

『当時の狭山塗装ラインの体質改革による「3ナンバー」の塗装プロセスを考えるに当たって、その議論の中心は外観品質レベルアップが狙上（そじょう）に上がっており、あるホンダ役員（生産技術担当専務の石川富士夫さんであるとの噂）が漏らした発言に「ベンツの工場をそのまま買ってあげればよい」との冗談まがいの話を耳にしていた。また拡大常務会で塗装外観戦略を検討していた際には鈴鹿と狭山で作っている現在の乗用車の外観レベルはそれぞれ“C”“B”と位置付けられていたのに対して、南アフリカ ベンツ社でCKD（ノックダウン）委託生産している「ホンダ パラード」は鈴鹿のクルマより上であるとの意見から“A”と位置付けられたのであった。そして昭和59年の5月連休を間近に控えた忙しい時期に、この連休中なら業務にも差し支えも無からうから南アフリカ ベンツ社の視察計画が進められた。そして満席のエコノミーシートで台北経由で南アのヨハネスブルグまでのフライトは予想通りの強行軍の旅であった。そしてCDA社の工場を見て、各工程では欠点がきちんと修正される仕組みが工場レイアウトと共に設備されていたことには「パラダイムショック」を受けた。例えば、電着塗膜でも中塗り塗膜でも研（と）ぎ出した部分は確実にサーフエーサープライマーまたは同種の塗料でタッチアップされ、ハンドヒーターや赤外線バンクで乾燥した上で再度正規の工程に戻されていた。もう少し言えば、前処理では台車、ハンガーは西ドイツ製を使っており、タンクから出槽する角度150度の傾斜が作られており、エアポケット防止にはシュノーケルを取り付けていた。ホワイトボディーでは蓋物部品のドア、ボンネットなど結合体のヘミング加工の凹みなどは丁寧に羽布を掛け、鉄板の端のバリはベビーサンダーで仕上げていた。とにかく、車作りの初めから終わりまできめ細かな管理と仕組み、またそれが可能なレイアウトと設備が整っていた。塗装設備もCKD生産とは思えないスペースと仕様が整っていた。空調、調湿、塗装ブース断面及び長さ共に無理せずに高品質が維持される仕組みであった。これは我々の企画する設備やレイアウトより高価で高質なものであるようです。ここの塗装マネジャーは「毎朝出勤する時には天気を見てからその日の塗装ブースやスプレー作業の条件を決める

のだが、天気が良ければと毎日念じているのです」とのことであった、またそれが可能な段取りが整っていたのも事実であった。またここには塗料や塗装のエンジニアは一人も常駐しておらず、専ら品質管理や部品検査の方々のテレトリーとして塗装外観の確保が行われていることも付け加えていた。

そこでの議論は、このようなことは日産150台足らずのCKD工場だからこそできるのであって、日産1,800台と云われるドイツの生産拠点であるSinderfingen（ジンデルフィンゲン）工場ではとてもできる訳がないのではないか、いやそれはどこでも同じようにやっている筈であると意見が分かれた。とにかく連休中に帰国するのは無理としても、西ドイツまで遠征してその事実を確かめてくることは量産エンジニアの義務であろうと意見が一致したので、本社工場の見学許可をえるための交渉に入った次第です。

そして得られた結果は南アで見た通りで、ジンデルフィンゲン工場でもやられていたのであった。このように行き届いた作業によって南アであれ西ドイツであれ塗装外観ランクの“A”を正しく維持させていたのである。ベンツ社は我々が考える品質以上に品質を大事にしていることに気付いた。それは確実にして誰でも、何処でもできる無理のないクルマの規格であり、工場作りであり、組織の仕組みであり、教育体制などにあると思った。我々の要員効率や、投資効率、生産性の物尺（ものさし）とは大きく異にするスケールでみられるように感じた。今でこそマーケティングなどというが、ベンツはベンツでお客に見合った商品を供給されており、それは必要以上の素材を使ったり高価な材料を使っている訳ではなく必要最低限のお金を投入しているのだが、それらは他のメーカーから見ると使えないお金であることは事実のようであった。』（これで富岡さんの手記は終了します）。

そこで彼らが得てきた貴重な知見について補足しておこう。南アでは世間の標準的な3C3B工程の上に更に上塗り塗装を重ねると云った独特な4C4B塗装が採用されており、その第一番目の上塗り塗料としては、ソリッドカラーには樹脂分の多い同色系の上塗り塗料を、メタリックカラーにはグレー色の上塗り塗料が使

われていたようであった。そのこともあってドイツにおけるオリジナルの4C4B塗装ラインを見学したいとの意欲が満ちてきたのであった。そして南アから本社に照会して頂いたり、再び池上さんからベンツ社へ見学許可をお願いしたことでドイツ行の幸運に恵まれた。

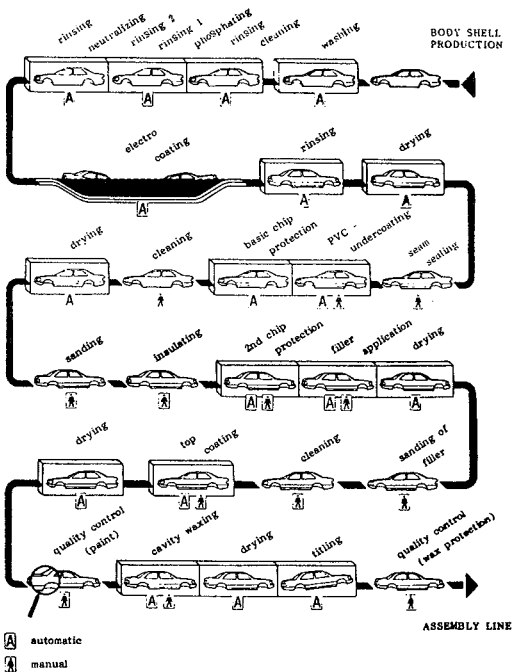
そこには我々が情報として知っていた高級車塗装とは異なった事実を目の前にしたし、また逆に絶対に避けるべきである事柄も学ぶことができたと思われる。

その第一には、「モノ作り」の苦悩は外から見抜くことは難しく、ただ仕上がったクルマがみせる結果だけが市場に現れ、その優れた評価だけが伝えられて「ベンツの神話」を作り出しているように思われたから、ここでその実像をしっかりと観察したのであった。従って、それは製造工程の現場で作られていることは勿論だが、クルマのユーザーの手に渡るまでの全ての過程で作られてゆくことといえるようだ。それは一台毎のクルマの「出来栄え」を最高レベルに到達するまで何回でも塗装仕上げを繰り返しているし、仮にユーザーの手に渡ってからその観点はサービス部門の人々の手で持ち続けら

れていることに尽きるのである。それは塗装外観でいえばもっとも目に付く（フロントフード（ボンネット）」だけはどこでもいつでも『ハウロウ（瑛瑠）のような光沢のベンツの肌の神話』が目前にあったからである。

それに対して私の考えでは、高級車のハイレベルの塗装の持つべき要件とは一台の車体のいずれの部位でも、また車同士間の品質でも高い水準でありながら平準的であることと思うし、何よりも修正作業は悪であるとの考えが根底にあったと想うのだが、これに反してベンツでは先ず目につくような欠点が完全に無くなるのが前提であるから、そのための修正の手段の選択やその結果にも拘らないのであろう。だから欠点は絶無になるが塗膜の厚さは無制限になってしまい、正規の工程だけで仕上がった塗装面と何回も修正塗装を繰り返した部位とは外観も物性も際だって異なってくるという欠点が生まれてきているのである。後述するが、“PROJECT 19”に記載されているクルマの塗装外観評価データによればベンツ車の神話の実像は過大な塗膜厚さの存在がボンネット部分に「修正済み」と図示されていたことから明らか

STEPS OF PAINTING



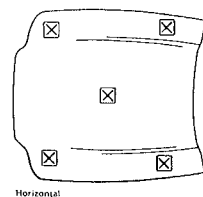
ベンツの塗装工程フロー図

MERCEDES 300D (#074)

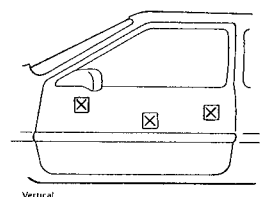
INSTRUMENT RATING

INSTRUMENT	RATING
PGD	
Hood	.8
Deck	.6
Tension	Average
Horizontal	(19) 17.31
Vertical	(15) 13.34
Glow Box DOI	
Hood	90
Deck	90
20° Gloss	
Hood	91
Deck	95
Film Thickness	
Hood	13.2
	(Repair)
Roof	5.8
Deck	5.9
Left Fender	5.9
Right Fender	5.9
Left Door	5.5
Right Door	6.3
Profilometer	
Hood	3
Deck	3-6
Hunter Dorigon	
Horizontal	Average
Vertical	86
	79
Base Price	
With options	\$31,940

Plant Location	Stuttgart, West Germany
Average line speed through paint shop	20 JPH
Electrocoat	Conventional
Primer Surfacer	Solvent Color Keyed Prime applied in one coat Moist spot sand sealer
Topcoat	Base/Clear Wt. Solids/VOC Low Solids
	Base <input type="checkbox"/> N/A Clear <input type="checkbox"/> N/A
Metallics	2 coats low solids base applied with conventional air atomized guns 1 coat high solids clear applied by Behr Turbo Balls
	Straight shades Non-clearcoat
Bake	285°F metal temperature
Manufacturing Date	November, 1984



Horizontal



Vertical

ベンツの外観評価
(Project 19 9版)

かであった。またその後に発刊された10版でも新しく購入したベンツが評価されたデータが記載されているが、前と同じようにボンネット面に“Repaiererj”の文字が印されていたことも記憶に残っている。

これと同様なことが以前に見学したイギリスの名車「ローバー」を製造しているオックスフォード工場でもみる事が出来た、それは上塗りラインに匹敵する能力を誇るリペアー塗装ラインが盛大に稼働していたことを思いださせた。そこでベンツ社では、塗装工程内で修正塗装の頻度を最少にするための手法として4C4B塗装システムが開発されたのであろう。

これは後日談であるが、この三人組がベンツを訪問してから約4年余りを経過した頃の1988年になって、最高級車「ホンダ レジェンド」を塗装する最新ラインを稼働させていた狭山工場を視察に訪れたベンツ社の塗装専門職一行の姿があった。そして彼らの申し出は「4C4B塗装プロセスを現在採用している工場で、品質歩どまり率（修正塗装なしで合格する直行車体の率）のレベルアップの学習が最大の目的です」とのことであった。このことからさすがのベンツ社も無制限に再塗装を繰り返すことができなくなるような環境に迫られているようで、それは有機溶剤排出の抑制に加えて、コストアップの要因からの脱皮の為に要員効率の向上も求められてきたのであろう。そこで品質工程能力を十分に整えることはできるのですが、人に係わる能力を満足させることは外人部隊に負うドイツの労働事情ではさすがのベンツ社でも不可能なのです。その席での富岡さんの意見には、「その点では日本の人的能力資源の事情は格段に異なります。設備も、材料も多少とも余裕が与えられたことがホンダの場合と思うのですが。矢張り人の心理で、修正さえすれば目標品質が達成されると考えるのは甘さが出るでしょう。現実にはベンツの修正塗装の限界膜厚を記した規格は見たことがありません」とのことであった。確かこの頃、ベンツ社のVOC排出規制への対応は高質外観と環境対策を両立した「水性ベースコートと二液ウレタン樹脂クリヤーコート」の組み合わせの上塗り塗装方式」の採用方針を堅め、この塗装工場の更新に取りかかろうとしての事前調査団の訪問であったことが判り、「ベンツの神話」を守るための時代に合っ

た合理的な塗装システムの模索に集中している気概を感じたのであった。

話を元に戻すと、私は視察団の派遣と平行してベンツが使っている4C4B用塗料を入手して自らの手でその塗装外観を再現させる実験を試みるべきであるとの考えに思い当たった。同じようなことが遠い記憶の中にもあったようだ。それはホンダがクルマに進出して間もない昭和40年頃のことでありスポーツカーの塗装外観をワンランク上げる方策を求めている時であった。そして外観の良い欧州車を見習うために西ドイツ製の塗料を手に入れて検討したことがあった。確か、ベルギーにあった豊田通商を通じて何とか輸入してもらった塗料には単味溶剤を希釈に使う旨が指示されているだけで、日本のように専用希釈溶剤は付けられていなかった。これではとても自分達の手には負えないので塗料メーカーに持ち込んでホンダで塗装できるように希釈調整してもらったのであった。しかしその結果は何故かドイツ車の赤系の仕上がりを再現することはできなかったことが痛く思い出された。そこで今回は名の知られたBASF社とハーバーツ社から直接「シルバー系メタリック塗料」を輸入して、狭山化成の若い技術主任となった相馬俊夫さんや塩沢信雄さんらにベンツの外観を再現するまで2ヶ月間の悪戦苦闘で頑張ってもらった。ここでは「目に染みるような白さと透明感と深み感のあるハウロウ（琺瑯）のような光沢のベンツの肌の神話で知られるソリッドカラーは既にホンダではイメージカラーにはならないからであった。

ここで得られた知見は「厚く塗れば垂れて流れるものの、膜厚の薄い箇所でも平滑性が保持されること、塗料のダストによって肌が荒れないこと」、塗料ダストの影響を無くする塗装順序の検討をベンツの「室内および前補正→サイド塗装→トップ（フロントフード→ルーフ→リアリッド）」を見習って試みた。この経験からつちかわれた塗膜作りのノウハウは目指していた“A”の外観を得るための試練に効果を発揮することになる。それはホンダの面々だけでなくH社の塗料をバックアップした関べも、またB社のパートナーとなった田辺化学工業の人々へも好ましい刺激を与えたものと想っている。

3) 塗装外観評価 “Project 19” の波紋

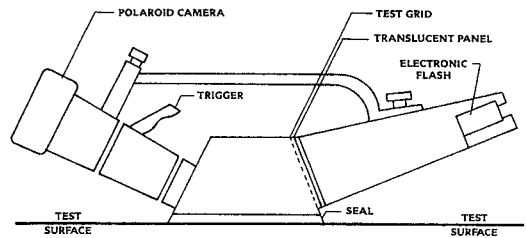
1984年の中頃、本社北米四輪営業部からクルマの塗装外観を比較評価した一冊のパンフレットが狭山工場に送られてきてから騒動が始まった。これはHAM（ホンダ オブ アメリカ製造）の二代目社長の入交（いりまじり）昭一郎さんが相当頭にきて送ってくれたもので、その中に記載されていた「ホンダ アコード」のドイツ車に比較して塗装外観評価の悪さについての「激（げき）文」が添えられていたからである。

PROJECT 19 (6TH EDITION) における日本車の位置付け

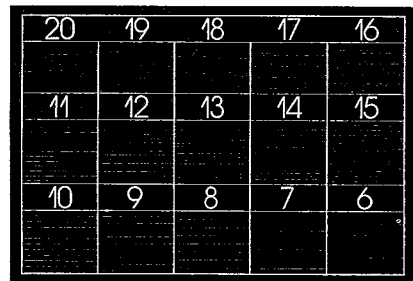
	PGD	TENSION Horiz/Vert	DOI	20° Gloss
1. Mercedes	.8	19 /15	90	96
2. Volvo	.8	18+/14	70	106
3. T-Bird	.8	17+/12	70	105
4. Camaro	.7	17 /13	75	90
5. Audi	.65	16+/12	65	100
6. Regency 98	.8	16 /13	85	82
7. BMW	.55	15+/12	65	100
8. LancerES	.55	15+/13	60	100
9. Celica	.7	15 /13	70	78
10. Taurus	.75	14+/11	75	85
11. Sentra	.55	14+/11	75	87
12. Jetta	.6	14 /12	70	86
13. '86 Honda Accord	.55	14 /12	70	83
14. Olds 88	.8	19-/14	90	83
15. Le Baron GTS (VIN 108925)	.85	19-/14	85	88

きな波紋を広げていたのが“Project 19”と銘打った塗料メーカーの始めたマーケティング活動であった。これはカチオン電着塗料の発明で活況を呈しているPPG社がパトロンとなって運営されているイベントであって、北米で市販されている主立った乗用車モデルを購入して、これを常設会場に展示公開する一方、それらの塗装面の外観品質を各種の測定法により評価したデータを立派なパンフレットにして年刊で世界中の関係者に配布したから、受け取った人々の受けた衝撃は大きかったようだ。今までは有名な「コンシューマーレポート」や「レモネード」のような商品購入ガイドとしてクルマの評価をする雑誌が目につけていたが、このように塗装外観だけに焦点を当てた例は初めてであった。特にこの中には数台の革新的な塗装材料を使用して仕上げたプロトタイプ車が含まれており、それは世界の高級車と目されていたベンツの外観に匹敵するレベルの外観を実証させていたことだけがPPG社の宣伝臭が漂っていた。この狙いの背景には、当時のアメリカの自動車塗装界はEPA（環境保護省）の制定した大気浄化法による塗装からの有機溶剤排出抑制の強化に苦しめられていたし、一方では塗装外観の優れた欧州や日本から続々と輸入されるク

TENSION - METER



TEST GRID



テンションメーターの原理と写像原図

【注】PGD、日本製、ポータブル鮮映度計。
DOI：DISTINCTNESS OF IMAGE.

これを最初に受け取った品質やサービスの人々は現在狭山工場が進められている“A”ランクの高級塗装外観を実現しようとする塗装ラインの体質改革への厳しい苦言を多く寄せることになり、我々を痛く苦しめたからであった。

さて、1980年代に入ってからのことだったが、アメリカの自動車塗装にかかわる人々の間に大

ルマとの商品性競争に直面していたから塗装外観のレベルアップは大きな関心事であることは間違いなかった。

何と云っても特筆すべきことは、誰にも見て分かり易い外観評価法としてフランスのルノー自動車公団が採用している「テンションメーター」が使われていることである。これは塗膜面の鮮映度、平滑製と光沢度などを総合的に捕えることのできる粗密度の並行直線群による0から20までの標準レーテングNo.のパターン図が用意されており、その0から20点満点までのパターンを描いたガラス板を膜面に投影して反射する像をポラロイドカメラに記録させた後に、平行線群が乱れず鮮明に区別できる最大レーテングNo.がそのテンション値をしめすものであって、視覚に訴えて判定されるので明快である。このハンディな測定機は色々の意見があるものの世界の塗装の外観向上に果たした役割は計り知れないものがある。そしてベンツ車の外観はテンション値が19に到達していたことから、アメリカ車の塗装外観の世界的復権を目指したこのマーケティング活動を“Project 19”と名付けたのであった。

この5版と記された小冊子にはフルサイズのクルマについては一台毎に車体各部の膜厚やテンションメーター値などと共に簡略な塗装工程と使用している塗料と塗装機器の種別などが併記されていたし、その他に20モデルに及ぶ小型乗用車のデータも評となって掲載されており、上位は全てドイツ車が占めていて、日本製小型車は相当の低いランキングに甘んじており、アメリカ製フルサイズ乗用車も最低の位置に示されており、そこにはかろうじて「ホンダ アコード」の名を見ることができた。

我々への大きな示唆は、目標の「テンションメーター 19」に到達したたPPG社製の実験車では標準的な3C3B塗装プロセスをつかっており、それには最近需要が拡大しているハイビルド（厚膜型）カチオン電着塗料とハイソリッド系の中塗り、上塗り塗料を組み合わせることによって成し遂げられていることであった。それはアメリカのマーケットでの日本製のクルマ車も経済車からいつの間にか販売価格的には高級車の領域に近づいてきていたのである。やがて後発のわが社もアメリカでの高級車を指向する段階に指し掛かっていたのであるから、こ

の外観評価から受けた衝撃は我々に強烈なインパクトを与えていた。

4) 狭山工場の塗装ライン体質改革への処方箋

ここで「車格にあわせた塗装外観レベル“A”ランク」と「ホンダ錆白書が求める防錆要件」の具体化がスタートした。この基本となるコンセプトは次の項目で構成される。

- ①：生産と体質改善とが両立する日程計画の確立
- ②：HAMの3C3B塗装プロセスを基本とする。
- ③：ベンツ視察団が得てきた知見の反映
- ④：ベンツの外観の再現実験で得た知見の実現
- ⑤：“PROJECT 19”の示唆の実現
(ハイビルド型カチオン電着塗料の導入)
- ⑥：“SA”外観レベルを獲得するためのレベルアップのベースとなり得ること。
- ⑦：完成車防錆ラインの新設
- ⑧：塗装作業からの臭気苦情への抜本対策。
- ⑨：世界に通用するホンダの乗用車塗装プロセス標準の構築

さて、日産二千台の量産を続けながら新しい塗装ラインへ切り替えていくためには相当の床面積の建物を新設する必要があったが、適切な空地もなく、また工場立地法に基づく増設建物に相応する面積の緑地確保が求められていたこともあって、塗装工場の増築は全て既存建物の上を立体的に利用して、建物の投影面積の増加を最小にすることに決まった。そこでこの高層建築物の出現はホンダの工場敷地を横断している東京電力の送電線との干渉が懸念されていたが、幸運にもこの送電線に超高圧への昇圧計画が進められていて鉄塔の嵩（かさ）上げ工事が予定されていることが明らかになり、これを機会に送電線の横断位置を移動する交渉が成立してこのプロジェクトの見通しができたのであった。この頃私は溶接から生産技術室に転じていた大沢輝正さんと共に狭山工場の10年先を見通した工場体質改革レイアウト委員会を統括していたから塗装工場のレイアウト決定に関与するにはすこぶる都合が良かったのだった。このプロジェクトリーダーには現職の工場長である原田菊三さんが指名され、実務のチーフはアメリカ

カ帰りの富岡さんが進めることになり、狭山工場設立以来の間に積もりに積もった懸念を一掃することになる。

先ず塗装の工場前半部分は車体の板金物流スペースの上を三階建として、二階部分に溶接組立工場から受け取った車体を前処理、電着下塗り塗装などの工程をレイアウトし、その三階にその乾燥炉、下塗り済み車体ストレージコンベアーを配置した。この前半工場の下塗り工程の仕上がり精度が後半工場が担当する上塗り塗装の仕上がりレベルを支配していることから、車体鋼板面の仕上がりを作っている溶接組立工場に隣接していることは外観品質維持をするには最適な場所である点は前のコンセプトにも合致していた。

さて、塗装の後半工場のレイアウトは紆余曲折（うよきよくせつ）の末に、艤装組立が終わったクルマが初回車検、排気ガス分析や雨漏れ密閉性などの抜き取り機能検査、外観検査などを受ける品質管理棟と完成車の最終修正（艤装、板金、タッチアップ塗装）と工場の上に三階建を建設することになった。この塗装の後半工場は工場敷地の中央部に位置しており、しかも排気設備は高い屋上に設置されることから悪臭は十分に稀釈拡散されるので確実な悪臭防止対策が約束できることから賛同が得られた。しかし毎日二千台を越えるクルマが流動して多数の人々が立ち働くメインラインの上で巨大な鉄骨を妥善に取り扱う建築工事を五年間に渡って続けることの難しさを危惧する向きも多かったが、清水建設の強力な工事管理技術によって無事にな成し遂げられることになった。

そして六年間の長期工事を約300億円を費やして塗装ライン体質改善計画は終了したのであるが、その間にも苦渋に満ちたドラマを体験することになる。

- ①：最高級外観“SA”ラインの拡充
- ②：水性ベースコート塗装のテストライン追加
- ③：粉体体塗装法の延命検討の示唆
- ④：完成車タッチアップ塗装のレベルアップ
- ⑤：新設した完成車防錆ラインの火災事故

この間には三人の所長として石津谷彰さん、大塚伸之さん、岩井正樹さんが指揮ををとり、四人の工場長として原田菊三さん、宮木清さん、長島桂一さん、笠井要さんがプロジェクトリー

ダーを勤め、この重大時期の化成課長には大原清治さん、鈴木清公さん、寺川克俊さんが、実務のチーフには富岡さん、新井弘さん、粕谷信夫さん、小原英樹さんが努力を惜しまなかった。私も視力の低下と闘いながらこのプロジェクトのバックアップに精を出していた。

（1）三層床構造と抜本的臭気対策

先ず前半工場の二階には素材表面に存在する欠点の修正工程、前処理工程、水切り乾燥炉、電着塗装工程が、三階には電着用熱風乾燥炉、オーバーナイトストレージコンベアーがそれぞれ二ライン分がレイアウトされた。一方、後半工場の二階には電着塗膜の空研ぎ工程、シーリング・アンダーコート工程、PVC乾燥炉、中塗り塗装ライン、中塗り塗膜空研ぎ工程が、三階には上塗り塗装ライン、リペアー塗装ライン、ブラックアウト塗装工程、外観検査工程、ポリッシング工程などが二ライン分がそれぞれレイアウトされていた。

これらの工場の断面はアメリカで好評を得ていた「三層床構造方式」が採用された。これは十分な高さを持ったコンクリート床（スラブ）の上の空間を三分割して、第一層の天井はラス状金網製の人工床で仕切られており、第一層のスラブ床上には塗料補給設備、塗装補助機器、塗装ブース排気洗浄水槽、車体ストレージライン、補助スペースなどが設けられた。そして人工床上は作業領域であり、その上の第三層は空気搬送用ダクトスペース、空気調和装置、乾燥炉炉体スペース、電力設備などが設けられており、特に空気流の層流化を確保するためのダクトスペース（高さ寸法）を確保して塗装ブース内の吸排気流の整流化に効果を発揮している。

次に懸案の塗装ブースからの排気による溶剤臭対策には、その排気筒は工業専用地域である工場敷地の中央に位置することになり、そして排出口の高さは地上36メートルを越えることにした。この屋上には排気フィルターボックス、排気ファン、排気筒の廃棄設備を設けて、四季を通じて効果的な臭気の希釈拡散が得られることを狙った。

次のテーマは乾燥炉からの「焦げ臭」のある排気ガスの高温参孫式脱臭装置を熱源とした塗装乾燥炉方式の導入である。今回は熱風乾燥炉の熱源は従来のガス直火燃焼方式を採用せず、乾燥炉排気ガスの脱臭装置からの高温燃焼

排気の熱量を間接加熱用熱源として利用する方式を開発して採用したことであり、この間接加熱式に転向した理由は世界中で発生した乾燥炉中の雰囲気 NOX ガス濃度が蓄積して中塗り塗膜が異常硬化したことにより上塗り塗膜が密着不良による剥離する品質トラブルが頻発した時期があったからである。その理由は中塗り塗料の種別によりその組成からの敏感性の関係も指摘されているが、それを誘発するのは直火式乾燥炉の循環熱風中に存在する NOX 成分の影響によっておこったものと結論されて、間接式加熱方式への転換を望んでいる塗装技術者が多かったことが知られている。ご多分に漏れずホンダでも塗料テスト中にこの現象に見舞われた経験を持っていたこともあった。そして NOX に強い塗料に改質することを取らずに取って、現在有機溶剤削減対策を求められている塗料技術者サイドに技術的自由度を確保させるために我々は塗装乾燥炉と NOX とは無関係となる間接加熱式を選択したのであった。

この方式は大気社により設計施行され「ワンバーナー間接加熱式熱風炉システム」と呼ばれ、省エネ観点、環境対応、品質対応などの多目的効用を狙ったものであり、この詳細は第9部の「10. 上塗り塗膜の剥離を起こした NOX 汚染」に詳しく述べてあります。

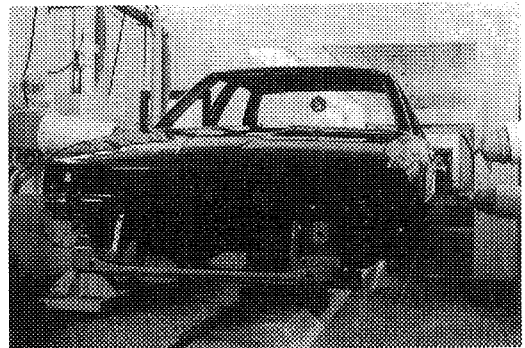
ここで注目した環境負荷軽減、省エネなどの行動をまとめると低公害材料（低溶剤型カチオン着塗料、ハイソリッド系塗料など）、クロムリンスのクローズド化、塗料スラッジの廃熱ポイラー燃料化、電着後洗浄系のUF液三段デップ法による塗料回収、空調のLNG化（加熱、冷却、加湿）、塗装ブースの機能維持のための不粘着化剤の活用、高井塗着効率塗装機の選択、洗浄溶剤の徹底的回収などが挙げられよう。

（2）複列塗装ライン方式の堅持

今までのホンダの狭山工場では一本の塗装ラインには一列の塗装ブースを設備し、そこに一連のスプレー塗装システムを装備して、日産約一千台程度の車体の上塗り塗装を分速約7メートルの高速のコンベアスピードで処理することにより少ない投資金額で、より短小スペースで、より少ないエネルギー消費などの経済性の実現を追求してきた。この方法は大眾車の塗装にふさわしかったが、必ずしも塗装外観に配慮を尽くしたコンセプトとはいえず、また

昨今の社会的ニーズである省資源や環境負荷軽減に寄与する塗着効率を追求したとは思えないと反省する点があった。そこで1本の塗装ラインに二系統の塗装ブースを並列して設備することにより余裕のあるコンベアスピードを確保して、塗装外観の向上をねらった塗装順序計画（塗料ダストかぶり防止など）、より多い重ね塗り（オーパラップ）回数設計、塗料の微粒化の得られる吐出量の設定と形状追従制度の追求による均一膜厚塗装と高い塗着効率の実現などの種々の工夫が実施できる品質工程能力を持たせることにした。この考え方は中塗りと上塗り塗装の両ラインにおける塗装前素地調整や清掃作業とスプレー塗装に間違いなく適用する鉄則をチーフの富岡さんが不退転の決意で遂行したのであったが、実のところ予算の縮小要請の理由で中塗り塗装ラインの二系統化が求められて紛糾したこともあったがPLの笠井要さんの決断で所期の狙いを貫けたのは賞賛されるべきであろう。

塗装システムの構成は基本的に前補正塗装工程はHAMの第二ラインで採用した同形式の塗装ロボットを利用したタクト搬送方式でつくられ、それに続く主要面の塗装は汎用自動塗装機を採用して組み合わせる方式を採用した。塗装スプレーガンには日本ランバーク、日本デビルビス、サメス エンジニアリングの静電塗装ガンと神戸製鋼所製のトラルファー塗装ロボットが採用された。これらの自動塗装機器類の統括制御でありながら、稼動中にそれぞれが環境設定ができる方式を大気社塗装機事業部のエンジニアリングにより完成した。残念ながらCHM（ホンダ オブ カナダ製造）が上塗り塗装用



サメス式超高速回転霧化静電塗装機によるクリヤーコート塗装

自動機として採用したホンダ エンジニアリング製の「マルチヘッド自動塗装システム」とよばれる汎用型高速／密度自動塗装機はこのプロジェクトのコンセプトである優れた塗装外観と塗着効率の追求には適合しなかったので採用を遠慮させてもらっていた。

(3)「補修作業は“A”外観作りには悪である」

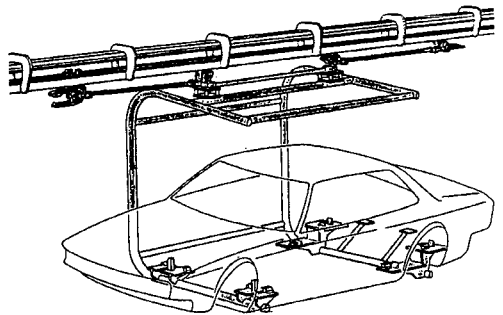
ベンツ社ではクルマが製造される時から廃車になるまでの間、高級車としての誇りである優れた塗装外観を保持して行くために塗装工程内であれ、完成車タッチアップ工程であれ、工場からの物流経路であっても、販売店のサービス部でも、どこでも積極的に発見した外観欠点を徹底的に修正して、「ベンツはかくあるべし」の優雅な塗装外観を一般の人々に見せることにより「ベンツ神話」の評判が定着していったのであろう。しかし我々は少なくとも製造工場内では「補修塗装をおこなうことは悪である」との信念を掲げて工程内で欠点を発生させないことを実現して目標を達しようとするのである。そのための塗装プロセスを構築するには塗装生産技術者のアイデアを投入するに加えて、所長の岩井さんが提唱した乗用車組立工場の生産原則として塗装工程で生ずる塗装不良の修正による生産順位の変更を1%以下にする順序生産制もこれを支援しているのである。

その第一は、これまで続けてきた塗膜厚さ70ミクロンに達する下／中塗り兼用粉体塗膜の持っている素材鋼板表面に存在する欠点を隠蔽カバーする特性を3C3B塗装プロセスでも実現するために、1980年代の初め頃からアメリカで実用化された厚膜塗膜が得られるPPG社のハイビルド カチオン電着塗料の採用が期待され、併せて同様に容易に厚膜を作ることのできるハイソリッドタイプの中塗り塗料の採用によって実現した。また上塗り塗料にもハイソリッドタイプの塗料を採用することにより同様の効果が得られることは確かである。特にハイビルド カチオン電着塗膜はその厚い塗膜の平滑な仕上がりが被塗物である鋼板の表面性状の影響を受けない特性があり、また仮に表面に欠点があっても35ミクロンの厚い塗膜があるから素地鋼板を研ぎ出してしまうような防錆品質を下げる欠点を作らないのである。

第二には、スタートアップや終業時、操業中、停止中（休憩時、故障中、夜間、休日）保全清

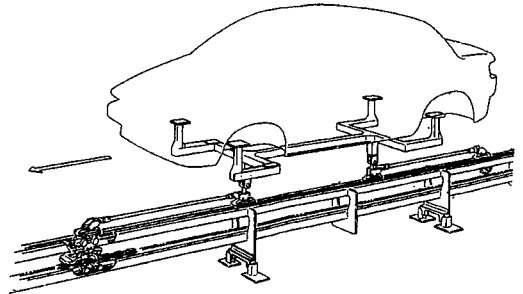
掃中などのいずれの時間でも塗装ラインを流動、停止している車体の被塗物面に落下物（異物、塗料ダスト、塗膜研磨ダスト、処理液の流れ跡水滴、結露汚染、隙間からの吹き出し物、雰囲気中に浮遊する離型剤や床ワックス剤、人の触手による汚染など）の付着を絶無にする対応策を講ずることにある。そのいくつかの具体例を述べておこう。

全ての前処理洗浄や電着塗装後のUF液洗浄などにはフルデップ（全没）方式を採用して洗浄後の車体表面への流れ跡の防止に努めている。そして水切り乾燥炉をふくめて全ての乾燥炉はフロア支持型コンベアーの採用を徹底して落下物の発生を防止することに勤めた。前処理および電着塗装の車体つり下げハンガーはそれぞれが専用であって、それが乾燥炉内を通過することにより処理液の蒸発粕の蓄積、そして落下などの現象を避けるため乾燥炉内やストレージの搬送治具との共用を避けさせたこと、またハンガーにはフッ素系樹脂によるライニングを施して処理液の洗浄を確実にする工夫を施した。



D/M PF コンベアー

【注】C型キャリアー



インバーテッドフロアコンベアー

P & F タイプ吊り下げハンガー、インバーテッドコンベアー

次に搬送コンベアーが非常停止した際に被塗物表面に潜在的や顕在的な表面欠点を生ずるチャンスのある工程、たとえば前処理、電着塗装では先行する搬送コンベアー系の非常停止の影響を受けないようリスク回避対策がとれるコンベアーシステムを設定した。これらは正常時には無用の長物であるが品質の均質化を保証する重要な視点である。また休日中に行われる保全や清掃の作業に際して被塗物が回避できるコンベアーシステムのレイアウトが配慮された。

第3に、工程内で発生した欠点を修正するための複列化した待避ラインと、その修正作業で生じた遅れを挽回するための工程間のストレージラインの設置を配慮している。また前述したが塗装前のマニュアル研ぎ作業による塗膜素地調整や清掃作業を含めた吹きつけ塗装ブースを二系列装備してコンベアースピードを適切に低く設定することにより被塗物の表面欠点数の変動に確実に対応できる品質工程能力を備えていることは基本的な施策であるといえるだろう。

(4) ホンダ エンジニアリング製ロボット

ホンダエンジニアリングの第四技部（溶接塗装工程）が積極的に乗用車塗装設備のエンジニアリングに参画し始めたのは1983年のHAM第二塗装ラインの自動塗装システムの統括制御の設計施工からであったが、今回も有機溶剤雰囲気中で仕様に耐える防爆型塗装ロボットの開発が遅れていたこともあって、既に鈴鹿製作所で稼働して実績のあるPVCゾル材料のシーリングロボット、下回り自動スプレーシステムの開発に専念していた。この工程はタクト運行による順送搬送方式で行って位置制御の制度を確保し、ロボットは壁掛け指揮で設置されており、成功裏に推移した。またこのシーリング作業はボンネットやドア、トランクリッドなどの蓋物部品のヘミング部へのシーリングは今のところマニュアルにより行われており、残念ながらホンダは未だ部品単体としてのヘミング部への処理法についての進化は遅れている。その後に関の完了した電動式防爆型塗装ロボットを完成車防錆ワックス塗布作業用に実用化した。ところが、不幸にもこのプロジェクトが完成間近な頃にこのロボット先端に取りつけられたエアレススプレーガン前から帯電放電スパークにより出火して重大な災害に遭遇したのであったが、これはロボット自身が原因ではないことが

明らかになったことは章を改める。

5) 国内における前処理クロムリンス工程の復活

このテーマはこのプロジェクトの基本姿勢にあるように塗装プロセスは1982年に完成したアメリカのHAMの第一塗装ラインを踏襲することになっていたから別に不思議はないのだが、何しろクロムリンスの復活は国内では初めての試みであるからいささか重複するが説明をしておきたい。このクロムリンスの国内外での象徴については第7部の「消えたクロムリンスのミステリー」に詳しく述べてあります。

さて、昔の話しになるが1970年代に入ってから日本車の欧州における錆易さの原因の一つとして指摘されていたことに日本の自動車塗装ラインの前処理工程には欧米で標準となっているクロムリンス工程が省略されていることがささやかれていた。それはカチオン電着塗装の初期段階に前処理皮膜結晶面の接近層が強アルカリ性雰囲気帯びてから塗料の析出が開始されるという現象があり、そのためにクロムリンスを施していない前処理皮膜では仮に皮膜結晶の生成が粗雑な「ポイド」と呼ばれるような欠点があればそこに所期電流が集中して結晶を溶解してしまうことが原因と説明する向きもあった。しかし日本国内では、あの昭和30年代に社会問題になった「クロム禍」の嵐の際にはこのクロムリンスは下塗りに使われていたエポキシ樹脂系水溶性下塗り塗料の浸漬やスプレー塗装ではそれ程防錆品室向上には余り寄与していないと見なされて廃止の憂き目に陥ってしまったのだ。ところが、その数年後に電着塗装法が発明され普及したり、亜鉛めっき鋼板の使用などが進行するに及んでも遂にクロムリンスを復活させる機運は訪れることはなかったからである。それに加えて日本車独特の片面亜鉛電気めっき鋼板が車体内側からの穴あき腐食対策として多用されるようになったことから、この片面亜鉛電気めっき鋼板を作る工程で鉄板面に漏れるめっき層の除去には特殊な処理が行われていたことから必ずしも化成皮膜結晶の形成性が良好とはいえない事実があったのでクロムリンスがなかったことの影響が顕在化したとの考察をしたものであった。そしてこの課題は1980年代に入って鉄鋼板専用の前処理液としてフッ

素イオンを添加した浸漬処理法により耐アルカリ性の強い鉄含有率の高い燐酸亜鉛塩結晶型の化成皮膜が発明されるまで解決しなかったのである。この方法は鉄素地系専用であったから各種の亜鉛めっき鋼板の上のカチオン電着塗膜の温水二次密着性の不足の疑が払拭できなかったがクロムリンスを復活させるに到る原動力にはならなかった。これを解決する方法として亜鉛めっきの上に鉄成分の多い鉄-亜鉛合金電気めっき層を施した鋼板で対応しようとするのがトヨタ自工であった。

しかし1982年に操業を開始したHAMでは多くの自問自答の末に、トヨタ-日本パーカーライジングの共同開発になる鉄鋼板専用の耐アルカリ性の強い鉄成分のリッチな燐酸亜鉛結晶被膜が得られるフルデップ式の前処理法に加えてアメリカで標準としているクロムリンス工程を付随させて亜鉛めっき系鋼板への対応を万全として、各種鋼板への自由度の確保を狙ったのであった。このような信念を引き継いで日本での「クロムリンス」は復活したのである。そして廃水系へのクロムの排出はイオン交換樹脂処理と常法の廃水処理によってクロード化を成功させている。

この狭山工場でのプロジェクトが完了してから二年後にはクロムリンスが不要となるマンガ、ニッケル、亜鉛の三元金属イオンを利用した素材万能型前処理法が発明されてからはクロムリンスの存在理由は無くなったようにもみえる。しかし、この前処理のマンガ、ニッケルなどの重金属を多量に消費する処理方式が特にニッケルの存在を嫌う欧州の環境管理の事情からするとまだ「クロムリンス」の技術的使命が生き残るのかも知れない。また将来のアルミニウム合金素材と亜鉛めっき鋼板、鉄鋼版などの混在する車体の到来に対して、アルミニウム合金上のリン酸亜鉛被膜の耐糸さび性がクロメート処理に比べていささか劣ると云う点で活路が見い出されるかも知れないと思っている。

6) ハイビルド カチオン電着塗料の導入秘話

この開発が持つ狙いのそれぞれについて、第8部の中頃にある「東西の厚膜カチオン電着塗料の栄枯盛衰」、第9部では後半にある「クレータを絶滅した新カチオン電着塗料の出現」に

も詳しく述べてきた。ここでは“A”の高質塗装外観を実現するための手法としての観点から回顧してみたい。

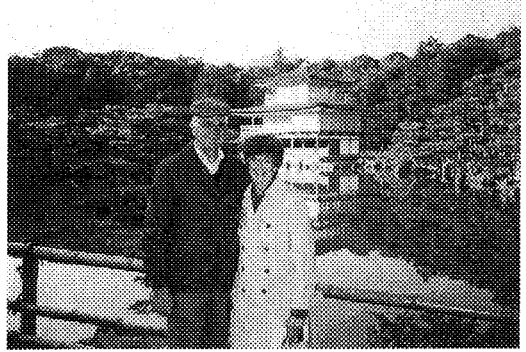
この塗料に出会ったのはHAMの乗用車工場プロジェクトの時に、ペンシルバニア州都のピッツバーグ市郊外にあるPPG社塗料研究所を訪れてハイソリッド上塗料の外観テストをしていた1981年秋までさかのぼる。その日のランチタイムの席上で「この塗料の開発のスタートは、1970年代にホンダが採用した厚膜が得られる下/中塗り兼用の粉体電着塗装法を西ドイツのヘキスト社が導入して実車テストを欧州で実行して我が社のカチオン電着塗料の牙城がおびやかされたことに触発されたのです。」とは研究所長の漏らした言葉であった。確かに、この両者の塗膜構成上の共通点としては車体の外板面は厚い塗膜がえられ、内板部分はそれより薄い普通の電着塗膜となる軽妙な組み合わせを実現した点であり、これを成立させるために神東塗料の粉体電着塗料では微細な粉体塗料粒子を配合して外板を塗装し、続いて内版は次の別の通常の電着塗装をリバース方式で行うものであるのに対して、PPGのハイビルド電着塗料では通曉の電着塗料の中に巨大なエマルジョン樹脂粒子を配合して内外板を同時塗装するものであったから現在の設備の処理条件を大幅に変更しないのが特徴としていた。元々最初のアニオン電着塗装ではせいぜい20ミクロンであったが、私が軽トラック用のワンコート電着塗装をアメリカのグリデン社の技術で開発したアクリル系アニオン電着塗料では何とか30ミクロンまで膜厚を稼ぐことができたが、その後開発された耐食性の優れたカチオン電着塗装となつてからは18ミクロン程度になってしまったのだったが、粉体電着塗装では60ミクロン、ハイビルドでは40ミクロンが得られるから注目を浴びていたのである。

その年末に帰国する私はPPG社の自動車営業技術部長であるE. J. カパルコさんからお土産にと三枚の電着塗装テストパネルを約束通りに届けられたのだった。それは一枚の塗装前処理が済んだ鋼板パネルの下半分をハイビルド電着塗装を施した後に、上半分に標準的なカチオン電着を塗装をしてから焼き付けたもので、私の注文したものであった。その頃の国内でもPPGのハイビルド カチオン電着塗料の存在

は知られていたが、誰も実物に触ってはいなかったようだ。私は早速これをホンダ技術研究所材料研究ブロックのマネージャー藤森義次さんに持ち込んで下塗り塗膜性能試験をお願いしたのであった。もちろんこの時にはハイビルドカチオン電着塗装が既にGM社の数ラインで実用に入っていることや両面合金化溶融亜鉛めっき鋼板をしようした車体に適用してフレーターのない平滑な厚膜の下塗りとして評価されているとの情報も話して将来の体質改善に役に立つかも知れないからと念を押したのであった。

このパネルは沸騰水試験と呼ばれた耐ブリスタ性をスクリーニングする簡易試験法が実施されたのであった。この強烈過ぎるといわれる沸騰水試験は15年前にホンダ鈴鹿製作所の塗装ラインを襲ったプリスターの嵐を解決するための塗料選択の簡易試験法として塗装品質を担当していた今は亡き松浦功さんが工夫したことで業界に知られていたものであった。その結果、ハイビルドだけでは微細プリスターが発見され不合格となってしまった。

そして翌年春になってHAM向けのアメリカ製塗料を使った耐久塩害走行テスト車の製造に立ち会うために来日したPPG社の自動車営業技術部長であるE. J. カバルコさんが藤森さんを訪問して議論が闘わされた。藤森さんの改善要請に対して、当初のカバルコさんは「そんなに過酷な性能要求は自動車塗膜には不要である」との主張を繰り返していたのであったが、「標準のカチオン電着塗膜にはそのようなウイークポイントを持っていないのだから敢えて悪くすることはない」と執拗な説得をホンダの連中はカバルコさんを取り囲んで続けていたのであった。「これが一年くらいで合格しなければアメリカやカナダの工場を初めとするオールホンダは採用しない」という藤森さんの意思表明もあったからであろうか、なかなか納得しなかったカバルコさんも自らの作った“一枚の”テストピースに現れている両者の性能の差のあることは認めたとようで、渋々ながらホンダの見解をピッパバーグの研究所にトスしてみようとの言葉を残して帰国したのであった。それは「天下に覇を唱えるPPG」が世界的後発メーカーであるホンダの主張を研究所の開発テーマに組み入れて進めさせてくれたのは自動車塗料のセールス技術の責任者としてのカバルコさんの見識



来日したカバルコさん夫妻

の高さに敬意を払うものである。

このPPGのカバルコさんが帰国してから間もなく、塗装の生産技術では技師の笠井昭夫さんが中心となって最新の塗装材料候補を使用して3C3b塗装プロセスを模して製作したテスト車を栃木PG（ブルーピンググランド；実証試験場）に持ち込んで4ヶ月を費やして塩害防錆走行試験を実行していた。ここでは日ペが「国産化ハイビルド カチオン電着塗料」ど銘打った塗料を品川の電着塗装実験場に建浴して提供してくれたし、またこのクルマの一部には予めアメリカのPPG社でハイビルド電着塗装した部品が組込まれていた。一方競合相手の関べは未だハイビルド型電着塗料は完成の域に達しておらず、PPGライセンスを得て製造していた最新型の標準タイプで試験に参加していた。この試験後の解体検証では床下の足回り補強部水切れの劣るクローズド部の一部の内面に日ペの塗膜にだけ剥離がおこり、赤さびが発見されたのであった。この原因追究に対して国産化に際して樹脂骨格の結合方式に異なる点があることが明らかになったことからますますPPG製に期待がかかった。そして骨格樹脂の国産化は日ペ自身の課題とすることにし、ホンダも日ペ共にPPG製ハイビルド カチオン電着塗料の改善を督促することが急務であることになった。

やがて、4年目になってからホンダ技術研究所のテストに合格したとの内示があり、アメリカのオハイオ州にあるホンダ系部品メーカーであるベルマー部品製造のホイルドスク電着塗装ラインでハイビルド電着塗装を採用して長期的なランニング条件の確認を実行したが阻害要因は特になかった。一方、体質改革プロジェクト

チームでは技術研究所からの正式なPPG製ハイビルドカチオン電着塗料の材質認証を受け取ったことから、再び全ての候補材料を使用して事前耐久塩害防錆品質確認のためのテスト車を製造することになった。やがてアメリカからPPG製塗料が到着して、日べの品川事業所にある実車電着塗装テスト用タンクに建浴調整され、再びカバルコさんの到着を待ってテスト車の塗装が順調に進行した。この際にも関べの平塚研究所でも新開発のハイビルド型と称するカチオン電着塗料を使用して競合テスト車が作られていた。そして半年後には両者ともに採用が決定し、特に最初に稼働し、将来“SA”外観を求められるモデルを担当する予定となっている第2塗装ラインにはホンダの乗用車塗装プロセスの標準ラインとしてアメリカ、カナダ、メキシコ、イギリス、東南アジアなどへの技術支援の国際流通性を確保する観点から、前処理プロセスは日本パーカーライジングのフルデップ処理方式に組み合わせてPPG製を受け継ぐ日べ製のハイビルドカチオン電着塗料を採用したのであった。そして役目の終了したPPG製ハイビルド電着塗料液はホンダ系列下の足回り部品メーカーである福田プレス工業の部品電着塗装ラインに移動して、1年間を目標にして連続操業を実施してアメリカで既に行っていたと同様に現場的な情報を取得するイベントを狭山化成の材料技術の白鳥聡さんが中心となって進めた。確かこの頃であったろうか、「この塗膜が厚膜の故に車体への部品の組み付けボルト締め部の経時的に緩みの発生を危惧(きぐ)する」との意見が技術研究所の中に起こったことから、この実験期間中に「ピッチの細かい精密標準ボルトを使った締め付けトルクの経時変化」などの多くの検証を行なうことができた。そして特に車体の床回りの鉄板の重ね合わせ構造部が多く散在していることから、この個所は熱容量が大きい部分であり電着塗膜の焼き付け硬化不足による潜在的なリスクをなくするために焼き付け温度ゾーンの通過時間の確保に十分な配慮をさせた覚えがある。近頃の話だが、東海道新幹線の新形車両の『のぞみ』のモーターの取り付けボルトの走行中の脱落はぬられていた塗膜の厚さが大きかったことが原因との話が伝わるにつけ、当時の下塗り電着塗膜の硬化不足がもたらす問題を思いだした。

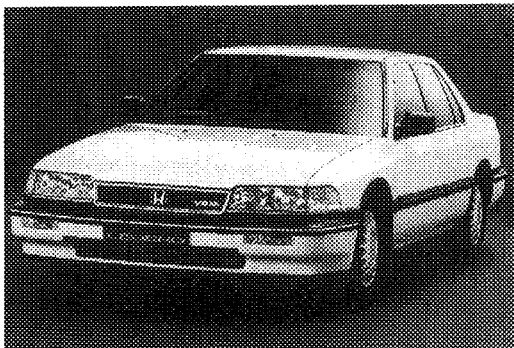
その後、PPG製ハイビルド電着塗料の製造に当たっては日べの甚大なる努力の末に、アメリカ製と全く同一の性質を持った「低溶剤化したハイビルドカチオン電着塗料」が供給され実用化を果たし、そしてこれは日本の電着塗装技術の一大変革の始まりとなった。この金の掛かったイベントには日への技術責任者の美川信さんの指揮と電着技術の谷村達夫さんや所沢営業所長として折衝を演出してくれた岡本志郎さんらの板ばさみになった苦労には今でも感謝の念にたえないし、また福田プレス工業でのイベントには塗料ディーラーとして複雑な材料費の決済をスムーズに面倒をみてくれた内玄の今は亡き青屋銃一さんの貢献にも頭が下がるのである。またPPGのカバルコさんも同様に板ばさみの苦しさを乗り越えて完成に貢献した最大の功労者といえるだろう、余り多くを語らぬ温厚な紳士ゆえに彼の心中も察しられるというものである。またホンダでは技術研究所の藤森さん、狭山の生産技術担当の白鳥さんのひたむきな努力に感謝の念を表すものである。そして、この成功は、ホンダの全ライン、イギリスの提携先BL(ブリテッシュレイランド)のARG(オースチンローバーグループ)にまで強力に及ぼさせることになる。しかし国内には「塗料メーカーのPPGだけを儲けさせるだけの愚挙」と批判があることも承知しているが、世界の要請から厚膜が“15ミクロン”程度アップしている現状からこのイベントは広く再評価されるべきと自負しているのである。

この厚膜カチオン電着塗装が稼働を始めて1年ほど経過した頃であったろうか、UF透過液による浸漬洗浄工程に措いて沈殿物が発生し外観に影響を及ぼしそうになる現象が発生、そのうちに電着塗料液を濾過しているフィルター面にも堆積するようになり、日本ペイントの谷村達夫さんらの技術陣が解析に当たって、鉛イオンと空気中の炭酸ガスとの結合によって炭酸鉛の結晶が生成したことが判明し、UF透過液のpHコントロールと新透過液との置き換え頻度のアップなどの対応策がとられて解決したことが唯一のトラブルでは無かったかと思われる。

5. 最高級乗用車「ホンダ レジェンド」への“SA”外観の実現

1985年ともなると、待ちに待った最高級乗用車として「ホンダ レジェンド」が姿を現し始めたし、続いて本格的なスポーツカーの再登場としての「ホンダ NSX」の開発がささやかれるようになってきた。これらのクルマには最高級外観ランクである“SA”の適用が期待されており、この外観イメージは「ベンツを超える外観レベル」と定義されていたものであった。その頃、『仮に、一台当たり一百万円のコストアップを認めたら、君達はどうやって外観のレベルアップをしてくれるのかね』などとセールスのトップから声を掛けられて戸惑っていたことがあった。

しかし、既に狭山工場の両塗装ラインは曲がりなりにも“A”ランクの外観を達成したと自認していた「ホンダ アコード」が順調に生産されていたから、塗装品質を担当していた浜中さんらは現状の工程に何らかの「+アルファ」を加えれば“SA”の達成はできるであろうとの目論見で討議していた。そこへ生産技術のトップでありホンダ エンジニアリング社長の石川富士夫さんは「今までの延長上にある塗料材質や作業方法の改善ではなくて、塗装プロセス自身が外観レベルアップを保証する方法が望ましく、それは他社が簡単には追従できないようにすることが必須である。例えば本格的な“新4C4B”の実現などがこれに当たると思うのだが」との強い示唆であった。



ホンダのフラッグシップ「ホンダ レジェンド」

1) 最高級外観車のコンセプト作り

それは塗装外観そのものが優れた意匠デザイ

ンを実現していることは勿論の上でクルマ同士の、またはクルマの表面の場所同士の間に大きな塗装外観品質レベル（例えば色彩や光彩感、光沢、平滑度、膜厚による厚味感などの質感）に格差が極力存在しない品質の均一性も重要なファクターであると考えて遂行してきた前の塗装ライン体質改革をさらに強く追求して行くことになる。

(1) 不良修正のない塗装ラインを目指して

商品の製造には雑多な加工プロセスがあるが、その加工中に欠点が生じたとしても、塗装工程ならば再び加工をやり直して商品を無事に作り出すことのできる珍しい作業である。それが自動車塗装の場合には不思議なことに、少なくとも見かけはその欠点を修正塗装をした部分またはクルマは補修塗装なしのクルマよりも得てして厚い塗膜、より平滑で光沢があつたりして外観レベルが上がるということが起こることのある不思議な世界である。その容易さの故に、塗装不良が出て再塗装することの罪の意識は極めて薄いのであろう。それならば、始めから全部の製品を再塗装することを覚悟しても良いといえる筈である。この上塗り塗膜の上に上塗りの再塗装をすることが外観レベルアップが起こることになるのであるから、現在の中塗りの上に上塗り塗膜の外観をレベルアップする目的の第2中塗りを専用に塗装する新4C4B塗装プロセスが考えられた。そこで現行の中塗り塗料の機能が素地調整、耐チップング、上塗り外観寄与性などが全体的バランスを取っていることから、何れも中途半端とならざるを得ないのが実態である。従って中塗り塗膜を上、下の二層に分けてそれぞれの優先機能の発揮に集中した設計を目指すことにした。

また再塗装率の現状の10%以下の上位にあることから考えると再々塗装、再々再塗装の出現数は無視できる数ではないことが分ってくる。これにも増して、外観レベルの向上をすればこの不良率の増加をもたらすことさえ考えられるのである。現実には最高の外観を誇るベンツでは25%程度はやむを得ないとされていた。このホンダの新4C4Bが完成してからドイツのベンツが来日して見学してもらった時に、我々の考え方を説明したが自動化のできない欠点除去のための労働者の質がものをいっているのではないか、また品質管理の自動化により信頼度が

上がることを期待しているとのことであった。

高い車格とすれば、すべからく等質であることが求められても当然といわねばならないと信じたからである。そこで世界の名車になればなる程、再々塗装の結果が市場に出ていることも事実であるが、例えば総合塗膜の最大膜厚限界を400ミクロンとす場合も欧州では内規としてあるとのことであった。

このような背景から、再塗装をゼロとする目標をたてて、工程の編成、設備の改善に取り組むと共に、塗装に携わる人々の意識革命が必要であったことはいうまでもない。

幸いなことに過去に「1C1Bワンコートメタリック塗装法」から最上層にクリヤー層を塗装する「2C1Bメタリック塗装法」2転換したことによって、再塗装率は激減させることを経験した歴史的事実を考えれば、新しいクリヤーコートには無欠点塗装の実現を目指した膜厚や材質特性を活かすことが重要と解釈して進めた。

この膜厚アップと修正塗装ゼロの狙いがそれから10年後には思わぬりペアラインの間欠稼働方式や順位生産方式などの実現をもたらして省資源や省エネルギーなどの点で効果を挙げて我々の考え方の先見性を示している。

ここで新4C4B塗装プロセスが採用され、それぞれの工程で徹底した無欠点作業を進めるための塗装ライン複列化の堅持が続けて第二中塗り塗装ラインにも求められる。

ここに掲げた塗膜断面概念図は塗膜機能の説明用として私が作ったものであり、各所に引用

されているものであり、例えば鳥羽山満著「驚異の新塗料、見えない爆撃機から太陽電池まで」(講談社(1991))、43ページなどがある。

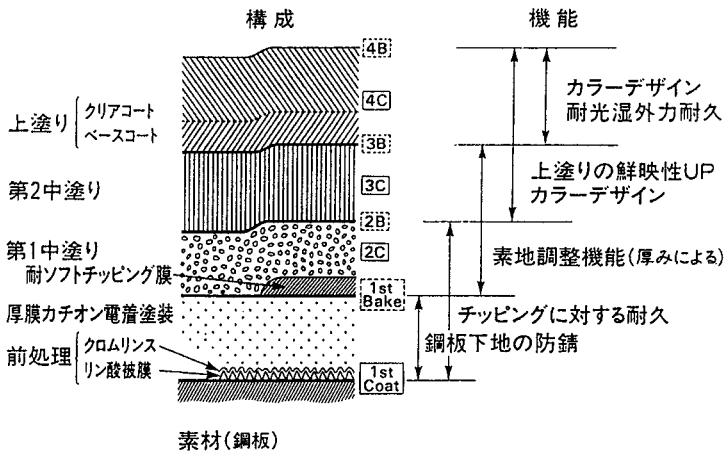
そしてこの新しい塗装系の材料組み合わせ開発は技術研究所材料研究ブロックのマネージャーとなった小松泰典さんと狭山の浜中さんらを中心にして関ヶ自動車塗料部の山田正毅さんらとの共同開発で進めることになった。

(2) 水平部の優先管理の是正

先にはクルマ毎の均一性を述べたが、ここでは一台のクルマの中に部位による外観差が生じていることに注目したい。典型的なのは水平面の外観が垂直面に比べて優れていることであり、中でもボンネット面が最優先的な部位とされているようだ。その原因はユーザーの眼に付きやすい部位であるから良く仕上げていることだけでなく、不本意ながら塗装の原理からも水平部分がより一ランクも良く仕上がるからである。

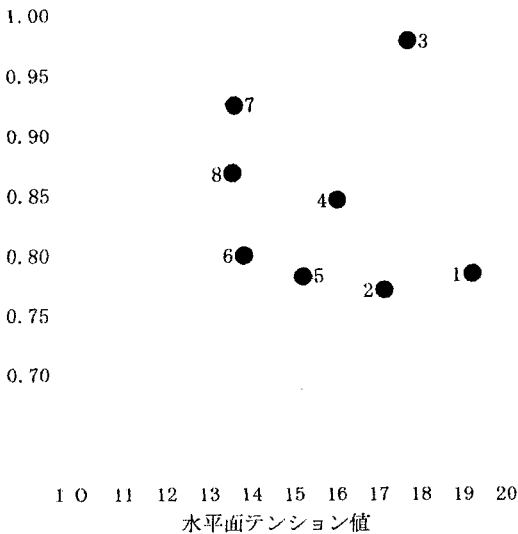
そこで何故垂直面が疎(うと)んじられるのかを再び考えてみると、元来人間の眼球の位置が高い所にあるためにその垂直面の鮮映度は直接観察することは滅多にないのだからである。しかし車体を台上に乗せたりしするショールームや展示会などでスポットライトを浴びている垂直面を発見した時その肌の悪さは目を覆うばかりの衝撃に打たれた経験のある塗装関係者は少なくないだろう。

そこで原理に逆らうことを十分に承知の上で垂直面の外観レベルアップさせる何らかの対応策を強い意志で試みようとしたのである。



4C4B塗膜構成と機能

水平部／垂直部の鮮映度の例



クルマの塗装面の垂直／水平テンション平均値比率
 (“Project 19”の9th版より)

1. MERCEDES : (19) / (15)、リベア一部
2. 同上 : 17.31 / 13.34
3. LUCE (MAZDA) : 18.16 / 18.08、回転塗装
4. ACURA (HONDA) : 16.02 / 13.53
5. LINCOLN CONTINENTAL : 15.80 / 12.25
6. VOLVO (495) : 13.90 / 11.23
7. BMW 325 I : 13.95 / 12.89
8. CAMRY (TOYOTA : K y 製) : 13.81 / 12.07

第一に膜厚を水平部と同一に塗装するためには どうするか、また垂直部の下段の位置は、飛び石などのダメージを受け易い位置であるにも拘らず、膜厚レベルは必ずしも充分であるとはいえないのが実態であろう。次ぎ垂直部が肌あれを起こさないための条件を塗料のレオロジーだけに頼るだけでなく、スプレー塗装中「ダストかぶり」などによる塗装面の肌荒れ防止の研究がすすめられた。それには塗装順序としてワンパス塗装、水平後垂直塗装、前補正の徹底などがあげられる。中でも中塗りを二層化したこと、そして復列ライン化したことにより30～ミクロン塗膜厚さがワンパスで可能になり、35,000rpmの高回転霧化静電塗装機が採用されている。勿論この条件は塗料NV、コンペアスピード、ガン数によって決まるが、ワンパスで行なうことに特徴があり、ソリッドカラー、クリアも同様である。

そして素地の塗膜の平滑性を作りだす研摩方

法の研究も行った。それらの具体策としては、とくに中塗り、第二中塗り塗料については垂直面の厚膜化と肌の平滑性を重視した塗料設計に専念してもらい、スプレー塗装時の視点としてはスプレー順序の設定により「ダストかぶり」を減らす、低吐出量化と微粒化と塗装ステージ数の増加など、塗装ブース内気流の整流化などが挙げられる。また今までとは逆の発想で水平面の表面荒さよりも一ランク微細な垂直面を整える挑戦も試みた。

(3) 新4C4B塗装による新しい意匠外観

新たに追加された第二中塗り塗料に色彩的な工夫を凝らすことによって、上塗り塗料の設計と相まって新しいジャンルの意匠外観を開発しようとするものである。これには上塗りと明度や色相をあわせたり、または全く異なる色彩を採用することが今までの中塗りでも試みられていたが、これを更に自由度を広げて試みようとするもので、パールトーン、にごりクリヤーソリッドラーなどが検討された。また第二中塗り塗膜の耐溶剤性の向上による上塗り塗膜の鮮映度向上をもたらず設計もその一つである。

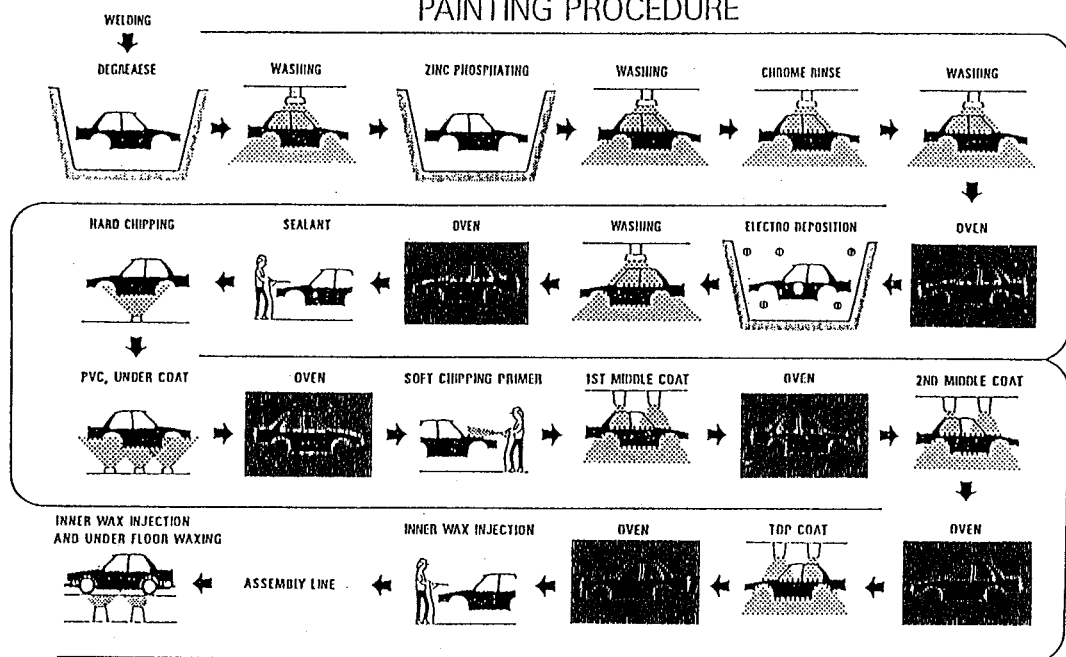
上塗り塗膜でメタリック色感における光色彩顔料の配列による「フリップ フロップ」性の強調が色彩デザイナーの意志で求められた、これを実行するためには従来からベンツで行われていた「ベンツ メタリック」方式の塗料や塗装方式が求められるためにそれらの対応に苦心していた。

またクリヤーコートのスプレーガンとして超高速回転式霧化静電塗装ガンをフランスのサメス社から導入して成果を上げている。

(4) 新4C4B塗装ラインの構築とその変容

当初は、高級車の計画台数はNo.2塗装ラインの生産能力の20%程度で設備を準備することになったので既存の中塗り塗装ラインを終了した車体を専用にした単列の第二中塗り塗装ラインと上塗り塗装ラインで仕上げる方式が採用された。やがて、その生産能力を50%まで引きあげることになったので、No.2塗装ラインそのものの能力全体が4C4Bに対応できるようにして生産がスムーズにできるように体制を整えた。それには第二中塗りラインを複列に増設すると同時に、上塗り塗装ラインにもそれなりの改善を講じることで臨んだ。

PAINTING PROCEDURE



ホンダの4C4B塗装プロセスのフロー

(5) 登場した高鮮映度鋼板へのホンダの姿勢

乗用車の塗装外観レベルアップが急速に話題となると、製鉄メーカーでもそれに寄与する冷延鋼板の開発が進められたようである。

それには鋼板の表面性状を「3次元的に捕らえて評価する表面粗度解析が応用されるようになった。そして従来の冷延鋼板表面に付けられている「ダル目」を解析すると極めて塗装外観に影響を与える凹凸が存在することが判明してきた。

このプレス油を確保する目的で植えられたヘコミは圧延ロールにグリッド噴射によって目付された形状によって仕上げロール工程で圧延鋼板の表面に転写されていたのである。

そこでこのロールへの目付をレーザー光によって規則正しく付けることにより得られる鋼板の「ダルメ」をコントロールすることにより塗装面の鮮映度を向上する効果が顕著であるとの趣旨で川崎製鉄から提案されてから次第に広まってきつつあった。

しかし、「ホンダ レジェンド」では下塗りのカチオン電着塗装には厚膜型方式が採用され、しかも中塗りが二層に機能を分離して上塗り塗膜の外観レベル向上を狙って設計されていたことも踏まえて、敢えて鋼板に追加コストを

払って高鮮映度鋼板を採用することには否定的であった。それは間もなく到来するであろう車体外販面への亜鉛めっき層の適用がなされるとこの高鮮映度鋼板としての効果は期待できないであろうからでもあった。

2) 取り残されていたサイドパネル外板への防錆板の適用

ホンダとしての北米向けの最高級車「アキュラ」の開発に時期を合わせて、技術研究所の内部では車体の北米塩害地域における長期耐食性のウィークポイントを徹底的に探る調査が耐久走行試験を担当していた第7研究ブロックの主任研究員の皆川孝雄さんをチーフとして狭山から浜中さんや白鳥さんが参加して進められていた。この皆川さんは我々塗装生産技術者にとっては恐い存在でもあり、また力強い味方となることもある頼もしい人物であった。そこでは約8年を塩害地で過ごしたホンダ車を蒐集してアメリカのオハイオ州のクリーブランドにて解体分析を行っていた。そして最も腐食ダメージを受けている箇所は今まで我々が叫び続けてきたサイドシルと呼ばれるサイドパネルの下部の内側からの腐食であった。ホンダの車体のサイドは「モヒカン構造」として知られるユニークな

方式が伝統的に採用され続けている。

これは乗用車の車体作りから半田作業を駆逐するために発明された外販の接合線の新しいデザイン方法である。車体のサイドはルーフの一部までせり上がった大物プレス部品として集約されており、これには床面と接合する車体サイドの下部であるサイドシル（アメリカ車ではロッカーパネルと呼ばれて板厚の大きい溶融亜鉛めっき鋼板が採用されている部分）を包含しているから、板厚は一般面と同様に薄板とならざるを得ない弱点が生まれている。そしてこの大型プレス部品は深い絞りプレス成形を必要としていることもあって鋼板種の選択を制限しているのであった。

この車体のサイドの構造は、サイドアウターとサイドインナーと呼ばれる大型一体プレス部品を積み重ねて構成されており、そしてドア開閉部下に当たるサイドシル部だけでは肉厚の隔壁板（ダイアゴナル）を挟んだ3枚合わせ構造となって強度を補強している。従ってこの部分は複雑な構造となっているから塗装前処理や電着塗装などの処理が最も不完全となり易い箇所として注目されていたから、初期の段階からサイドパネルアウターを防錆鋼板を採用するように求めてきたのであったが、深絞りを伴う厳しいプレス加工性がもとめられること、防錆順位の低い上部を含むことから面積の大きくなることによる甚大なコストアップを伴うことなどの理由で片面亜鉛めっき鋼板を採用することは長らく見送られていたのであった。それ故に、電着塗装後にサイドシル内面には長柄のスプレーガンを使ってジンクリッチペイントや防錆ワックスの塗布で補強していたのだが、その作業の信頼性には疑問が残っていた。

そして今回の調査の結果から、片面亜鉛めっき鋼板を採用することになり、その品種の選択会議が車体設計マネジャーの鈴木さんの招集で開かれた。このサイドパネルは周囲が全てスポット溶接で接合されており、そのサイドシル部周辺は両面溶融亜鉛めっき鋼板のサイドパネルインナー、隔壁板とサイドパネルアウターとの三枚あわせであり、しかも下端面は溶融亜鉛めっき鋼板の床板との四枚合わせであり車体の強度メンバーとして重要な接合部である視点からスポット溶接性の品質維持と異種表面処理鋼板の接合部の耐腐食性を考慮しなければならなか

ったり、特に後者は鈴鹿製作所で進められていた長期保証プロジェクト報告で佐藤登さんは接する相手の鋼板種の選択によっては接合面の腐食レベルが異なることを指摘していたことも参考にして、プレス加工性、溶接性、塗装前処理性などにも配慮して片面複層鉄-亜鉛合金電気めっき鋼板「エクセライト」を採用することに決まった。いずれにせよ全ての輸出車への適用に必要なコストアップの了解を得るための説得が続けられ、87年モデルから「アキュラ」を皮切りに実施された。

これと時を同じくして、すでに両面溶融亜鉛めっき鋼板を採用していた床面板の形状を「バスタブ」に設計変更してドア下部のサイドパネルとの接合構造をすっきりとさせて、サイドシル部に相当する外板にはプラスチック成型部品が装着されて飛び石や塩泥水の飛沫への対応を行っていた。

話は変わるが、丁度その頃に久しぶりに狭山工場に本田さんが顔を見せてホンダ専務の原田隆夫さんがお相手をされていたが、「車体のスポット溶接をシーム溶接に換えて連続的に溶接して車体強度を向上させよ」との宿題を残された。

この対応には、真面目にシーム溶接機的设计を始めるホンダ エンジニアリングの溶接技術者もいたがこれに対して私は防錆鋼板の亜鉛めっき層が焼損ダメージを受けるからシーム溶接には反対の意向を表明していた。そこでシーム溶接と同様の効果を与えるであろう強度の高いエポキシ樹脂系構造用接着剤をスポット溶接面に十分に塗布して、塗装の乾燥炉で硬化させようとするアイデアが浮上してテスト車が造られたのである。

しかし、この方法では多量の接着剤が高温の脱脂液や前処理液、そして溶剤を多少含んでいる電着塗料液の中を浸漬しながら通過する際に圧力のある液流などにより抜け落ちたり、処理液を汚染するであろう課題が予測されるので、実用的には塗装に入る前に事前硬化反応を起こさせることを求める必要があると提言した。このテスト車は塩害耐久試験走行を実施した後に丁寧にスポット溶接点を抜き取ってから解体分析が行われた。スポット点の間に接着剤が詰まっている板を分離する際に、電気めっき鋼板では鋼板素地から亜鉛めっきが接着剤層に付着し

てはがれたり、溶融亜鉛めっき鋼板では亜鉛めっき層自身が凝集破壊を起こして分離したりする現象が現れた。

ここでは強過ぎる接着剤の強度、弱すぎる電気亜鉛めっき層の密着性、また弱い溶融亜鉛めっき層自身の強度などのバランスのあり方について議論が沸騰したが明確な答えはなかなか出なかった。この情報は鋼板メーカーの研究所でのテーマに取り上げられて学会などで報告されたが答えは同様であった。特に最も弱かった溶融亜鉛めっき層の凝集破壊についてはプレス加工の際に金型でしごかれて剥落する亜鉛めっき層の程度を紙に押しつけて転写して評価する方法が知られている程度であったからである。どうも本田さんの要求には当面スポット溶接のさいの打点ピッチを小さくしてその意向に沿って仕事をすすめていた。

多分、本田さんは全く新しい溶接技術、例えばレーザー溶接のようなものを頭に描いていたのではなかっただろうか。この数年後に車体外板に両面亜鉛めっき鋼板を採用することになった時、表面の亜鉛めっき層にダメージを与えないようにスポット溶接法は廃止されてレーザー溶接法が採用されたのであった。しかしその消費電力の容量の大きさからこの方法を拡大することはこれまた難しい話である。

3) 最高級車「ホンダ レジェンド」の外観評価

(1) 「ベンツ メタリック」への錯誤

実はこの新塗装システムが完成して、この4C4B塗装を施した最高級車「ホンダ レジェンド」の新車発表が昭和61(1986)年10月に済んで暫く経ってから、「どうも今度の塗装はベンツとは感じが違うようだね」の声が大きくなり、トップへの云い訳にいささか困ったのであった。それは、ソリッドカラーはともかくとしてもシルバーメタリックカラーではそのフリップフロップ性が乏しいことを指摘されたのであった。このフリップフロップ性は塗装面を見る角度によってそこから反射してくる明るさが急変する性質を示しており、逆に被塗物の曲面形状が変化すると明るさが変化する程度が強く、「めりはり」があると呼ばれることなのである。当初はベンツメタリックとしてしられたこの外観も採用する計画が持ち上がって

いたことも事実であった。しかし、「このクルマのデザインの特徴である張り出した形の「プリスター フェンダー」にはこのフリップフロップ性は似合わない」というのがホンダ内のデザイナーの主な主張であった。それに加えて決定的であったことは、このフリップフロップ性は太陽の光の弱い欧州の人々の好みであって、陽光の強いアメリカでは不要であるとの意見があったことである。勿論塗装する側としては、この有機溶剤を多量に配合したメタリックベースコート塗料を使用しなければならない上に今までより二倍程度のステージ数が塗装ブース内に必要となる側面もあったことからこの方式に積極的であったとはいえなかった。このような背景から浜中さんが採用したメタリックカラーには特別の高光輝性を持ったアルミニウム箔を粒度分布も小さくした上で配合して逆の特徴をだしたのであった。この時、私の意見は仮にこの要請があったとしてもこのような有機溶剤の浪費性と二倍を越える塗装ステージ数をそのままにしてこの方式を採用することは困難であろうとしていた。またこの課題の解決を頼まれた塗料メーカーに取っても相当に困難なものであったし、時間はたちまちの間に過ぎ去っていった。このテーマが我々の手の届くようになるには「水性ベースコートによるメタリック塗装」が実用化の域に入る1980年代の末になってからである。

我々がこれらの検討を進めていた頃、マツダと日本ペイントが共同開発によってこのドイツ式のフリップフロップ性の強い塗料を国産化に成功して、マツダの高級車に適用すると新聞発表があったのには、一体どんな新しい合理的な手法が発明されたのか興味を持っていたのだが、その内容は不祥のままであった。

(2) アメリカでの「アキュラ」の塗装外観の評価

このホンダの最高級車として高質感塗装外観を実現した「ホンダ レジェンド」は北米向けには「アキュラ」と名付けられて、従来のホンダ系列の販売店網とは別的高级乗用車のアキュラ系列販売網を設立してアメリカホンダから華々しく発表された。

その頃には既に業界に知られていた乗用車マーケットリサーチ会社であるJ. D. POWER社によるCSI(顧客満足度指数)では、多

販売店別CSI順位の推移

順位	1986年	1987年	1988年	1989年	1990年	1991年
1位	HONDA 132	ACURA 146	ACURA 144	ACURA 147	ACURA 154	LEXUS 170
2位		HONDA 130				170
3位	TOYOTA 127		HONDA 135	HONDA 137	TOYOTA 144	
4位		TOYOTA 124		TOYOTA 134		ACURA 146
5位			TOYOTA 122		HONDA 140	HONDA 146

【注】“CSI”（お客様満足度指数）とはポイントが高いほどよいことを示し、新車購入後1年を経過したオーナーを対象に1981年より毎年実施され、2、3、4月に新車を購入した人に対して、翌年4、5月にアンケート用紙を送り調査し8月に公表される。調査：J. D. パウワー&アソシエイツ社（アメリカ）

最近はこのほかに下記の品質調査も行われる。

VPI：車両性能指数・新車購入後2〜3年経過
1991〜

VDI：車両信頼度指数・新車購入後4〜5年経過
1990

IQS：初期品質調査・新車購入後3カ月経過
1987〜

くの販売システムの中での競争でベンツを抜いて第一位を獲得したのは平成2年（1989）8月のことであった。勿論、この評価の決定する経過の中では塗装外観の向上策が寄与していることは疑いのないところである。

アメリカ市場の乗用車外観評価データ

（“Project 19” 9版より抜粋した。）

車銘柄名	垂平部	垂直部
MERCEDES 300 D (19)	17.31	(15) 13.34
MERCEDES 260 E	16.90	12.72
MAZDA (LUCE)	18.16	18.08
ACURA (89)	16.02	13.53
LINCOLN CONTINENTAL		15.80 12.25
BMW 325 I	13.95	12.89
TOYOTA (CAMRY) KY製		13.81 12.07
NEW YORKER	15.50	11.63

注記：数値は平均テンショウ値、（ ）は最高値で修正ありの部位。

そして数年来我々を悩ましてきたアメリカ生まれの既販乗用車モデルの塗装外観評判レポートでしられる“Project 19”の評価対象車として「アキュラ」が登場できたのは喜ばしい限りであった。これはPPG車のヒット商品であるハイビルド カチオン電着塗料を利用していたこともあったろうし、事実外観評価も誇れるレベルに達していたこともここに選択された理由の一つであると思われる。

やがて、国内のバブル景気に乗って続々と登場する高級乗用車にはそれぞれの車格にふさわしい高品質感を訴えることのできる塗装外観のレベルアップが追求された。そして丁寧な仕上げを目指した4C4B系の塗装プロセスや、世界最良の仕上げをねらった回転と層方、またメンテナンスフリー性、耐すり傷性、外観の豊麗性などの優れた機能を持たせた塗装品質レベルアップを狙って高価な上塗り塗料材質を開発して登場させたりして成果を競い合うようになるのである。例えばマツダの「ルーチェ」の回転塗装、4C4B塗装では「ベンツ」を始めとして、「レパード」（日産）、「セルシオ（レクスス）」（トヨタ）、4C4B/水性ベースコート塗装の「ホンダ スポーツ NSX」などがあり、フッ素樹脂クリアー塗装には「インフィニティ」（日産）、二液ウレタン樹脂系クリアー塗装の「リンカーン コンチネンタル」（フォード）などが挙げられよう。

そして先に掲げたアメリカ市場に出回る乗用車の外観を評価したデータをみても、日本車の外観レベルは名実共に世界の最高水準に踊り出ることになった。

やがて日本塗装技術協会が昭和58年に幕張で開催した第1回アジア塗装・塗料フォーラムの席上での特別講演「新しい四層塗装の開幕」をホンダ技術研究所の小松泰典さんが招待されて行った。そして昭和61年に東京の流通センターで開催された恒例のMETEC SHOW '86に招待されて特別出品として、「ホンダ レジエンド」の高質感車体モデルと4C4B塗装プロセスを解説したカット車体や塗膜機能断面図などを展示させてもらった。最後に、本田技研工業から塩沢信雄さん、ホンダ技術研究所から小松泰典さんが代表となって昭和62年度日本塗装技術協会技術賞を頂いた、これは粉体塗装、濁りクリヤー塗装に続く3回目の受賞であった。

4) 台湾の三陽工業が高望みした4C4B塗装プロセス

これも「ホンダ レジェンド」が成功した4C4B塗装の波紋であろうか、台湾でホンダ車をライセンス生産している台北の三陽工業が新鋭乗用車組立工場を台湾中部の新竹市に建設して、「ホンダ シビック」の生産を拡大することになった。このプロジェクトを支援していた鈴鹿製作所の技術者は三陽工業が4C4B塗装プロセスを採用したいとの要請に賛意を示さなかったことから、三陽工業では自らの技術でドイツからヘキスト系の自動車用塗料を採用する前提で塗装技術を導入して塗装ラインを構築したのであった。この背景にはオーナー社長の黄さんはドイツ留学の外科医であったこともあって、ドイツとの縁が深かった事も影響したのであるか4C4B塗装プロセスの生まれ故郷の自動車王国でもあるドイツから導入されたとのことであった。

それから数年後の1987年3月にHAM（ホンダ オブ アメリカ製造）からアメリカ製の「ホンダ アコード」が輸入されるとそのアメリカ的なハイソリッド塗料で仕上げられた塗装外観が台湾製「シビック」の外観を圧倒したことから騒動が持ち上がった。そして折から「ホンダ アコード」のライセンス生産を始めたいと計画していた時期でもあったことから、今度は15年振りに狭山工場に塗装ラインの立て直しの援助を求めてきたのであった。

そこで技術スタッフから東条英明さんと上塗り技能のベテランの樋口さんが現地調査に向かうこととなった。そこで摘出した課題は、

- ①：ヘキスト系のカチオン電着塗料の液管理状態が不全であって、膜厚不足による外観不良、耐食性レベル低下が著しく、ドイツからの塗料管理に対する技術指導が円滑でなく、出先のホンコン駐在技術者の支援では手に負えない程の事態であった。この時点での日本ではホンダからはヘキスト系のカチオン電着塗料は耐蝕性維持の面から既に淘汰されて久しかったから、現在台湾で良好に事業展開している関西ペイントのカチオン電着塗料への変更計画を提言した。
- ②：第2中塗り塗料の上塗り仕上がり性を促進させる性能が不適切のようであった。
- ③：メタリックベースコート工程ではベンツ

式の優雅なメタリック塗料の特徴である低固形分率のメタリック ベースコートを中心に塗装できるステージ数が不足しており、それに塗装機の適性にも疑問があったようで、所期にねらった美しいメタリックカラーの仕上げが実現していないのであった。そこで素早く効果を出すには日本的なメタリック ベースコート塗料に変更するのが確実であると提言した。

やがて最終的にこれらの対応策を受け入れるとの依頼がきたことから関西ペイントからは鈴木将孔さん、ホンダからは技術スタッフの白鳥聡さんが出張して角膜式の電着設備に変更するなどの対応に当ってカチオン電着塗装の正常化を成功させたし、一方の上塗りは樋口さんの長期に渡る指導により次第に外観が向上してきた。当時三陽工業の副社長にあっていたのはその昔わたしと一緒に狭山で体質改革を行ったことのある須藤登さんであったから、こちらからの要望の折衝には大変気を遣ってくれていたとの事であった。そして彼は「ホンダ アコード」のラインオフ式に招待された埼玉製作所長の岩井正樹さんに成果の上があった4C4B塗装を施したクルマをご覧に入れることが出来たとのことであった。実は私も昭和38年に三陽工業へめっき技術指導に出かけた縁もあって積極的に種々のアドバイスを与えることができた。それにしてもヘキスト系のカチオン電着塗料は液管理の面で難しさがあったのであろうか、ホンダの鈴鹿製作所の第2塗装ラインからの撤退劇から7年も後にこのような課題が系列の工場にも残っていたことは世界的な視野に立った仕事とは思えない痛恨事といわねばなるまい。

6. プラスチック車体への再挑戦「ホンダ CRX」

先ず1980年代の自動車におけるプラスチック製車体への塗装について述べておこう。その塗装プロセスは鋼板製車体に比べて材料コストの点を除けば同一レベルに達していたといえるだろう。アメリカでもFRP（ガラス繊維強化ポリエステル）製ボディのスポーツカー「コルベット」がGM社ボーリンググリーン工場（ケンタッキー州）で製造されており、またホワイト モーターズ社（ヴァージニア州）でもトレ

ーラーヘッド（牽引自動車）のキャビン（運転室車体）をFRP成型法で製造していたことを見学したことがある。これらはいずれも加工サイクル時間が長い加圧加熱成型法によって熱硬化製の成型品であることから通常の自動車塗料を使用することができたのであった。その後のGM社の小型乗用車戦略の中にはプラスチック製車体をねらった開発がスタートしており、それには今までのFRP製よりも量産性に優れた射出成型法で成型可能な樹脂系を開発して「フェロー」を登場させた。そして1990年に出現した「サターン計画」に継承されている。この方式は鋼板製の骨格車体を下塗り塗装まで完成してから、その上にプラスチック成型によって作られたシート部品を接着剤などにより接合してから、中塗り、上塗りの塗装工程を進めるものであって、「サターン計画」のSt. Threse工場では有機溶剤排出抑制規制に適合させるために上塗り塗料には水性ベースコート塗料を用いたメタリック塗装が採用されている。

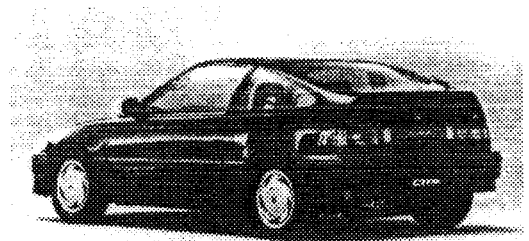
さてホンダでは車体全体をプラスチック化することは将来の目標として当面は成功裏に推移していたプラスチックバンパーの技術を生かして、塗装の完成した鋼板製車体の上に専用塗装ラインで車体色に合わせたプラスチック塗装を施したシート部品を接着剤などを使用して組み立てる方法で開発を進めていた。この材質はABS+ホリカーポネート+Xの三元ホリマーアロイで住友ノーガタック社との共同開発したホリプロピレン樹脂で、ホンダのプラスチック戦略である加工サイクルの短い射出成型法が利用できる熱可塑性樹脂であって、適度の柔軟性をもった材質であった。そして術研究所の材料研究ブロック マネージャーの藤森義次さんは開発中のスポーティカー「ホンダ CRX」に車体外板にプラスチック成形品の適用を念願していた。そして第一ステップの対象部品として、フロント フェンダー、ドアスキンパネルを選択したのであった。

そして、材質の柔軟性と耐熱変形性の制限のあることから、塗装プロセスはプラスチックバンパー塗装と同様にオフラインとして2Kウレタン樹脂塗料を用いたプラスチック塗装ラインで行う方式を踏襲せざるをえなくなり、正に塗装現場は色合わせに困惑し煩雑な管理と熟練を重ねて塗装を進めることになった。特にメタ

リック色は塗料の樹脂が異なるだけでなく、使用するスプレーガンなどの塗装機も形式が異なっていたから、明るいシルバーメタリックカラーの色あわせは名人芸であったというよりも、色合わせの合い易い色調が選ばれたり、冴えた赤のソリッドカラーが選ばれていた。

そして恒例の赤坂プリンスホテルでの新車発表会の晴れの舞台では当の藤森さんが美しくレッドに仕上げられたフロントフェンダーを木製ハンマーで潰し変形させても無傷で復元するフレキシブルな物性の素晴らしさを実演してPRして見せて来場者の喝采を浴びたとか。そして好評で迎えられた「ホンダ CRX」に対しては「1984年度プラスチック大賞」を日本プラスチック工業会からホンダ技術研究所と鈴鹿製作所が共同で受賞したのであった。

その後に桜島の噴火による強酸性の降灰が新車「CRX」のプラスチック塗装面を侵食する現象に見舞われたり、またプラスチック部品の熱膨張による寸法変化の吸収対策の不足や市場の補修塗装業界に幾らかの混乱をもたらす不本意な事件があった程度であったのだが、この方式の更なる拡大を見ることができなかった。それは矢張り塗装ラインの一元化ができないことによる経済性に起因しているように想われた。そのためにはプラスチック部品にも鋼板製ボディと同じように静電塗装法や水性ベースコート塗料などが使えるようにする必要を感じていたからである。

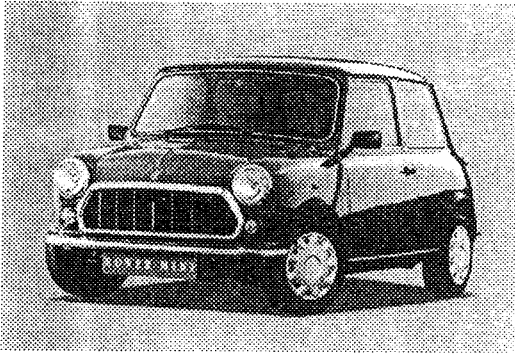


プラスチック大賞に輝いた「ホンダ CRX」

7. 塗装技術上の品質トラブルと不協和音

1) BLでの委託生産と電着塗装電圧論争

今もって世界中のミニカーマニアに人気の高い「オースチンミニ」を製造しているのはイギリスのBL（ブリテッシュ レイランド）社の



ロングセラーを続ける「ローバーミニ 1.3」

ARG（オースチン ローバー グループ）のロングブリッジ工場であった。

HondaはBL社と乗用車の生産で技術提携を1979年12月に締結して、順調に発展しつつあった。この欧州戦略は生産技術のトップにあった今は副社長となった石川富士夫さんが一手に進めていた。そして1984年には最初の共同開発のクルマは「トライアンフ アクレーム」と呼ばれた「Honda バラード」の姉妹車同士の生産で、東海岸の工業都市バーミンガムの近郊にあるロングブリッジ工場の第三塗装ラインで専門に製造されていた。そして1984年末の頃であろうか、イギリスから帰国した石川さんから「ARGがHondaの鈴鹿製作所の塗装技術者の指導するカチオン電着塗装の印加電圧設定が低過ぎると訴えてきたのだが、Hondaの塗装部門としての統一見解を教えてください」との御下問が伝えられた。

これまでARGでは車体部品にいかなる防錆鋼板などを使用した経験はなかったようであった。そしてカチオン電着塗装では塗膜の付き回り性を向上させるために可能な限り高い電圧を印加するのが生産技術の方針であった。そこへ車体用の大型プレス部品がHondaから輸出車仕様である溶融亜鉛めっきや合金化溶融亜鉛めっき鋼板を素材にした部品が送られてきたのであった。そして鋼板部品と共にそれらの防錆鋼板が混在するボディを初めて組み立てたのであった。次にカチオン電着塗装を施したところ、ボディの中にある合金化溶融亜鉛めっき鋼板で作られたフロントスクートの電着塗装表面に「クレーター」や「ピンホール」が多数生じたことから問題が発生したのであった。そこに居合わせた鈴鹿製作所の塗装技術者である松浦功

さんは「カチオン電着塗装の印加電圧を下げたい」との見解を申し入れたのであった。しかしARGの技術者は「電圧を下げると電着塗膜の付き回りが低下するから不可能であるので、むしろ合金化溶融亜鉛めっき鋼板を日本国内仕様の鋼板に変更して欲しい」との申し入れがあった。

この交渉は長引いていたことから、上層部の話題となった訳なのである。

このARGのカチオン電着塗装ラインには通電時間に余裕が無いために印加電圧を下げたことによる付き回り性や膜厚勾配の悪化などを取り戻す手段が見つからなかったことから、やむを得ず鋼板に戻すのであれば電気亜鉛めっき鋼板に変更することで我慢することにしようとのことになった。

しかしこの対応には石川さんは納得しなかったのは、狭山工場では高い印加電圧を平気で使っているとの情報を耳にしたことが問題を複雑にしたのであった。

実のところそんな理由は塗装技術者にとって当たり前の事実であったのだが、部外者にとっては不思議な議論と捕らえたのであったようだ。それは当時の国内のカチオン電着塗装では電気亜鉛めっき鋼板はともかく、合金化溶融亜鉛めっき鋼板（アニールド ガルバナイズド スチール）は電着塗膜面に残った気泡の為にスパークが発生し、そのあとに生じた樹脂の焼けた成分のためにクレーターができ易く、またガスの排出がスムーズにいかないことからピンホールが残る問題が解決していなかった。

このために電着電圧を極力下げる工夫をしたり、表面処理鋼板の材質を変更して目付け量を下げることでも止むを得ない選択であった。その電圧の変更の重要性は単に塗膜が析出したかどうかの「付き回り」だけでなく、析出した塗膜の厚さの勾配の程度の悪化をもたらす点であった。また増産を試みる場合には電着時間が槽の長さや、生産スピードで制限されるから、電着電圧（電流密度）が上げられないことは相対的に電着塗膜の付き回りを低下させることになってしまう傾向があり、これには現場の技術者は腐心させられていたのである。

しかし、狭山工場では車体の主な外版面を電着塗装する前に下/中塗り兼用の粉体塗装を施してからカチオン電着塗装を行う訳であるか

ら、仮に「クレーター」が発生したとしても外観に影響を及ぼさないので、より生産増に対応できる通電時間の短縮の可能な高電圧設定に傾いていたのである。私はめっき技術の時代から処理時間の短縮のために高電圧を使う主義であったから、電着塗装でも電源をサイリスタによる波形制御によって平均電圧は低く抑えて、波形先頭電圧を高くすることにより塗膜の付き回り性を向上させる特許を取得して実施したことがあった位である。また欧米では付き回り性を重視する点から比較的高電圧を使用することが多く、「クレーター」への対応は亜鉛めっき鋼板種や電着塗料の改質などで対応するのが常道とされているように聞いていたのであった。それに反して鈴鹿製作所では先ず塩害防錆上の要件から比較的厚目付けのめっきのできる合金化溶融亜鉛めっき鋼板をフロントスカートに使用することを前提にして、その電着槽の長さ之余裕があったのであろうか、またはカチオン電着塗料の濃度や浴温などの条件により電圧を下げて合金化溶融亜鉛めっき鋼板面に生じる「クレーター」を軽微にさせる方針をとっていたものと解釈できたのであった。このような複雑な因果関係をイギリス人は勿論、第三者に十分に理解させることは何よりも大切なことと肝に銘じた。

このような問題は1982年頃のアメ리카では既にGM社が実用化に成功したPPG社が開発した“ハイビルド”カチオン電着塗料によって完全に解決されており、これがBL社に導入されるのはホンダの次の共同開発車「ローバースターリング」と「ホンダ レジェンド」の姉妹車生産が始まった1988年まで待たねばならなかったのである。

2) 前代未聞の塗料メーカーの品質補償

ホンダがクルマの生産に乗り出してから15年余りの間に起こった上塗り塗膜の苦情は数える程しかないものと思っている。そのひとつには私がアメ리카に長期滞在していた頃に遭遇した事件である。オハイオ州都のコロンバス市郊外のモーテルに帰ってきた夕暮れに出会ったのはアメ리카人の運転するベージュ色の「ホンダアコード」であった。不運なことに次の朝の食堂でそのホンダ車のオーナーは我々のアタッシュケースに貼られたホンダの鷲マークのエンブレ

ムを見てホンダの社員であることを認めて話掛けてきた。「俺のクルマの塗膜の色が落ちて困っているんだがちょっと見てくれ」との訴えであった。昨夕は全く気が付かなかったが、これは明らかに顔料のチョーキング現象であると思ったから私がお相手をするようになった。

しかしアメ리카のユーザーに対する不公正取り引き禁止の条項に触れる懼れがあることに気が付いたからこの対応には歯切れが悪かった。そこで私は「販売店と交渉してくれ」との一点張りで通したが、余りにも誠意がないと想ったので、彼の住所を聞いて、担当するアメリカホンダの地域サービスマネジャーに連絡を取って善処を依頼することで済ましたのであった。

やがて帰国して分ったことはDNT社製のクロム酸鉛顔料の選択ミスが原因とのことであったが、実のところはクロム酸鉛顔料よりも併用していた最近開発された酸化鉄顔料に起因していたのではと今は疑っている。その後DNT社はどのようにこのクレームをホンダに補償したのかは私は知る由もない。

さて本題は、その数年後に顕在化したNP社製の国内専用の「極く淡いベージュ色味を帯びたシルバーメタリック色」を塗装したクルマの塗膜に生じたブリスターによって上層のクリヤーコートが剥離するクレームであった。最初に苦情が寄せられてから3ヶ月間に30件に増えていった。早急にサービス情報を流して積極的に無償修正処置を進めなければと思ったのであるが、原因不明で予測対象台数も特定できないのではサービスアクションを正式に発令することは難しかった。そこで予め保存してある試験板や実車の部品から切り出したテスト板などを集め耐候性と湿潤試験などを組み合わせて再現実験に努めた。ところがクリヤーコートを透過してメタリックベースコート塗膜に到達した溶剤がそれを膨潤させる現象が発見された。そこで最近熊本から転勤してきた材料技術担当となっていた中川力さんに指示してメタリックベースコート塗膜の硬化レベルの検証を検討させた。一方この色のクルマの生産は今年の5月末から3,000台余が行われていたが、ここでこのクルマの塗装日時別の台数と今までにブリスタークレームが訴えられたクルマの台数とその塗装日時とを照合して、クレームの発生確率の傾向の特定を急いだのであった。そして8月連休以降

に塗装されたクルマに高い発生確率が認められたのである。しかしながらそれ以外の日時にも発生確率は極めて低いクレームの存在が証明されたことは原因究明を難しくしたのであった。

このクレームは確かにこの色に限定されており、発生予測も可能になったので取りあえず大至急補修塗装の手配を起こすことに漕ぎ着けた。その方法は問題のクリヤーとベースコートとの塗膜を全て研ぎ落としてから再上塗り塗装を行うもので大変に時間とコストの掛かることになった。

それに平行し原因究明の議論が4ヶ月も続けられた。当初NP社はプリスター発生の引き金には塗料中に混入してきた多量の水分に起因していることを主張していた。それはホンダの塗料調合室において希釈塗料タンクの蓋の上に設置してある圧縮空気駆動式の塗料圧送レシプロポンプの本体から流れ落ちる水滴がタンク内に入り込んでいるのを発見したからである。この水分は圧縮空気の断熱膨脹によってポンプ本体の温度が冷えて、空気中の湿分が凝縮したからである。そして連休中には多量の水 droplet が混入したことから、連休明けのクルマにクレームが多発することもうなずけるとの指摘であった。

一方何故この色にだけ発生したのかの追究から、最終的には配合されていた透明酸化鉄顔料の製造時における洗浄レベルの不足であることが突き止められた。やがてT社のクルマにも類似のクレームが発生したことが伝わってきた。

そしてほぼ1年が過ぎる頃に、このクレーム処理に費やされた費用の分担を決めなければならなくなった。そこで品質担当の浜中さんの説明にも拘わらず、工場長の原田菊三さんは塗料メーカーの100%負担と云う前代未聞の補償要請交渉を資材部購買課長に任せることを主張したのであった。今回のようにクレームの原因が特定されるケースは希であったから、この補償は購買契約上の疑義もさることながら前代未聞の品質保証事件として業界に知られることになった。

その後NP社の自動車塗料事業部の技術課長であった三木勝夫さんは色材協会誌の連載講座でのなかでこの透明酸化鉄顔料の受け入れ基準について述べた項目で、顔料の水溶解性成分の示す電気伝導度に限界値を設けた背景を添え

て説明している。またホンダでも技術研究所の材料研究ブロックのマネージャーである小松泰典さんの手によってHES(ホンダ 技術規格)のなかに急遽この基準を設定したのは確かである。

別件であるが、これも自動車補修塗装業界を騒がせた話題である。某自動車修理業界紙の一面を飾ったのはホンダ オブ アメリカ製造(HAM)から逆輸入して肉持ち感のある塗装外観も公表であった「ホンダ アコード クーペ」で補修塗装が剥離トラブル発生とあった。この記事の内容からはホンダのライン塗装に問題が潜在していることを示唆してラッカー系の補修塗料の使用を避けたいとお客様の信頼を失う恐れありと結んでいた。私の所にこの情報が届いたのは可成り遅かったから既にサービス部門からの指示は出ていたが、これもラッカー塗料の使用を避けるようにとの指示にとどまっていた。それは元々クルマの外販には低温焼き付け型の二液ウレタン樹脂塗料で作られた純正補修塗料を使うのが建前であったから当然と思われた。

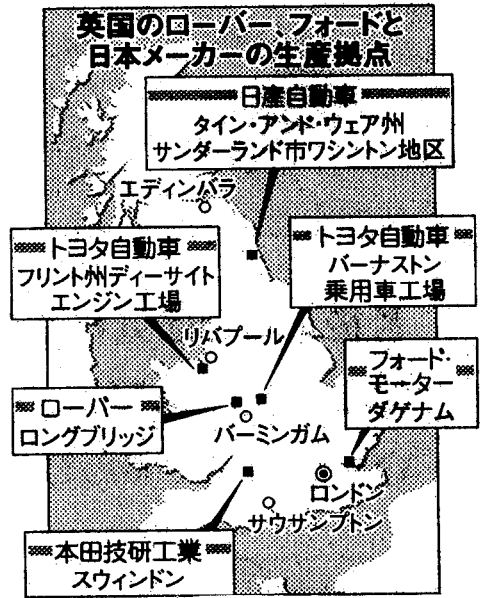
原因はアメリカで生産されるクルマは大気浄化法の有機溶剤排出規制を守るためにハイソリッド塗料(低揮発分型塗料)がつかわれており、その硬化を促進させるために酸硬化触媒が配合されていることから塗膜の最表面の硬化レベルが極めて高いために密着が容易に得られない補修塗料があったからなのであった。アメリカでは1970年代から矢張り公害対策のためにGM社が一部の工場で採用していた上塗り用の水溶性塗料を使った車では密着を助ける接着強化剤(アドヒージョン プロモーター)と呼ばれるプライマーを用意しているのが通念であったから、その後現れたハイソリッド塗料にも適用することが補修業界の常識となっていたのであった。翻って考えると、日本の市場ではラッカー塗料による補修塗装が今もって盛んに活躍していることを浮き彫りにした。このような塗料を販売する塗料メーカーからもアメリカと似た対応策の周知徹底を行って頂ければ幸いであるのだがと思っている。

8. イギリスにおけるBLとの乗用車生産戦略

1) 序説、18年振りのオックスフォード

1986年の夏、狭山工場では最高級車「ホンダ レジェンド」の4C4B塗装ラインの操業開始の準備に奔走していた。その頃はたしは右脚の膝関節内にできた結節と呼ばれる腫瘍の切除手術のために4ヶ月もの長い入院を余儀なくされていたのだ。確かその中頃であったろうか、あの大阪行きの日航ジャンボジェット機が操縦不能に陥ってダッチロール状態の迷走振り伊豆大島の上空から秩父の山並みの上を越えて長野と群馬の県境にある御巢鷹山中と云う深山の山腹に墜落するという惨事が起こったのである。そのつい三年ばかり前に浜松製作所で起こった塗装乾燥炉ガス爆発事故の原因究明に私が係わって安全工学手法を活用している時に、その防止対策の目標として取り上げたのが信頼性工学に基づく「フェール セーフ (失敗安全)」の思想であった。その代表的な実用例として勉強したのが「ジャンボ機機の安全確率は“10のマイナス8乗”であって、滅多に起きない安全レベルである」とする「安全神話」が目前で崩壊したのにはショックであった。しかしその後の原因究明により、その昔伊丹大阪空港での尻餅着陸で損傷した後部にある室内気圧保持用に設けられた隔壁板の修理ミスが重なった人災であることが判明したことから、安全工学を運用する人の資質がいかに安全確立を下げるかを思い知らされたのであった。

さて、その頃のホンダの欧州乗用車生産戦略は副社長になった石川富士夫さんがリードして1979年にはイギリスのBL (ブリテッシュ レイランド) 社のARG (オースチン ローバーグループ) と乗用車生産に関する技術提携を進めていた。その頃のイギリスでは日産自動車が東部のサンダーランド市に乗用車生産拠点の構築に踏み出していただけであった。そして小型車共同開発の“88計画”は既に中部の工業都市バーミンガム近郊にあるロングブリッジ工場の第3ラインで「トリアンプ アクレーム」と「ホンダ パラード」の委託生産の姉妹車生産が鈴鹿製作所の技術支援の下で成功裏に展開されていた。それに続いて昭和58 (1983) 年3月には高級乗用車共同開発である“99計画”の



イギリスの乗用車工場の立地図

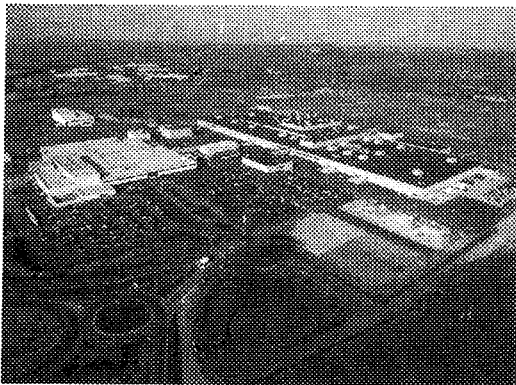
共同開発協定が調印された。そして1986年10月になって狭山工場で生産された「ホンダ レジェンド」として発売される一方、南西部にあるオックスフォード工場で生産が予定される「ローバー スターリング」と欧州向け「ホンダ レジェンド」の委託生産の姉妹車生産への製造技術支援チームのPLには狭山工場の品質管理室から藤波恒雄さんが指名された。

さてこの時点でのホンダのイギリスでの活動拠点について展望してみると、この西南部のウェールズにある学園都市オックスフォードのARGのオックスフォード工場からロンドンの方向に40km位戻ったスウィンドン市には金型・プレス工場が稼働しており、その縁によってホンダはその郊外にあった軍用飛行場跡地を買収して1985年4月にHUM (ホンダ オブ ユナイテッド キングダム製造) を設立してスウィンドン市に本拠をかまえることになった。ここには日本からの輸入部品を中継してARGに納入する業務をする部品工場があつて狭山から鈴木清さんがチーフとして着任していた。それに隣接して広大なイギリス配車センターが設けられ、日本からの輸入車の新車整備、ARGによる委託生産したホンダ車の受け入れ検査と新車整備の業務が既に展開されていた。また第2次計画としてARGへ供給する乗用車用エンジン工場建設が進められており、さらには自前の乗用車

組立工場の建設も予測されていたのである。

余談ではあるが、「このHUMの立地したスウィンドンの地がロンドンから南西のウエールズに向かうグレートウエスタン鉄道（GWR）の中心地であって、未だレール幅が統一される前の時代には超広軌鉄道で知られられ、その豪華な特急列車が走った歴史的ルートである。

これに対比して、アメリカの生産拠点であるHAM（ホンダ オブ アメリカ製造）の敷地の脇を通過する鉄道はアメリカの超広軌鉄道として知られるエリー鉄道（E R I E）であったことも不思議な因縁と覚えてならないのです。」などこの開設に腕を振った小出さんと雑談したことが思い出される。そしてこの街にはこれを記念する鉄道博物館があって往時の栄華の残映が保たれていると聞かされた。



ホンダオブ ユナイテッド キングダム製造（HUM）
全景

私は今度「ホンダ レジェンド」の委託生産が行われるARGのオックスフォード工場には昭和43年頃の欧州で起こった輸出車に塗布した保護ワックスによる補修塗装不全クレームで出張した際に訪問したことがあった。（この話は第3部の「欧州の補修塗装トラブルとその巡礼見聞記」にも述べています）

その時には高級乗用車メーカーのローバー社のオックスフォード工場に道路を隔てて立地していた車体メーカーのフレッドスチール社の塗装ラインを日本ペイントの技術提携先のインターナショナルペイント（現在のPPG-UK）の案内で見学させてもらった。その時も三階建ての工場らしくない塗装工場に驚かされたものだが、それは景観の保全を尊ぶこの学園都市の

気風がそうさせていたとのことであった。ここで「ローバー3000」のリフロータイプの上塗り仕上げの優雅な塗装外観に圧倒されたことを印象深く覚えている。この会社は欧州におけるアニオン電着塗装法の草分け的な存在であったから、私にも多くのイギリス特許出願公報にその名をみかけた位のアイデア尊重の会社であったことであり、外板をスプレー塗装の下塗り後、乾燥してから電着を行なって付き回りを向上させるリバース電着方式も特許申請していたのであった。確かその時には彼らは前処理を何とか車体を回転する方法で浸漬処理を施すべきだと主張していたし、また電着塗装でも高電圧を用いて付き回りの向上を計るべきだとの意見に賛同していたことをおぼえている。この会社がローバー社と合併してからどのように発展したのかは大きな楽しみでもあったからである。

2) ARG製乗用車の塩害耐久製の検定の波紋

私が入院で欠勤中にこのプロジェクトは着実に進行していた。やがてARGのオックスフォード工場の塗装ラインの生産能力と到達品質レベルがホンダの欧州向けのクルマとして充分かどうかの検証に狭山工場の塗装技術スタッフから浜中辰彦さん、金子進進悦さんが派遣されて事前調査を既に進めていたのであった。その中には日本からホワイトボディー（塗装前の鋼板ボディー）をイギリスに送って塗装工程を通過させた車体を解体して下塗り電着塗膜の付き回り製の検定が完了し、そこで採取された塗装面の品質確認用パネルの試験が進行中であった。

私がやっと退院して出社してみると既に塗装ラインを検証してきた調査団は懸案もなく報告が済んでしまっていた。そこで、委託生産したクルマは塩害腐食環境の厳しい地域である北欧の諸国にも輸出される予定であるから、ホンダのレベルとして容認できる車体の防錆対策が得られるかどうかの討議を再び行ってもらったのだが、どうしても確信が得られるデータが得られなかった。そこで私はこのプロジェクトの品質保証を担当していた外国サービス部参与の吉見隆一郎さんと相談して、ARG製のクルマの防錆レベルを栃木ブルーピング グランドで品質部技術センターの手で塩害防錆耐久試験

を検証してもらおうと作戦を立てた。これから作られる試作車の完成を待っている間は量産開始までに防錆対策の改善にはとても間に合わないので、次善の策としてロングブリッジ工場で生産された「トライアンフ アクレーム」とオックスフォード工場で製造された「ローバー」がイギリスの市場で一年以上走行した中古車を確保してもらって送ってもらうことを事前の計画として提案し、実行したのであった。ここの検証テストでは未だ穴あき腐食を再現出来るところまでは進化していなかったが表面錆（コスメテック コロージョン）への耐久レベルは十分に検証できる段階に達していたし、国内で生産するホンダの輸出車の防錆レベルも確実に把握されていたからである。そこで三ヶ月後に得られた結果は、「表面錆に対する防錆レベルは現在のホンダ車よりも劣っていることは明らかであり、このままでは塩害の厳しい北欧では再び錆苦情を受ける恐れがあり、車体の長期的な防錆耐久性の点からも赤錆の発生レベルから判断して疑問が多く存在することも指摘された。この実態を観察していた吉見さんと技術研究所のBL支援チームにも顔を出している耐久走行担当している第7研究ブロックの主任研究員の皆川孝雄さんが今は休戦中の錆プロを代表して品質担当専務の川本信彦さん（三代目ホンダ社長）に「BL社に塩害防錆仕様の充実を要請する提言」を直訴して了解を得ることができた。その時、幸運にも欧州乗用車戦略をリードしていた副社長の石川さんがBL社に主張していたので、この「塩害防錆仕様の強化改善」の要旨を説明した上で日本から派遣する「ホンダ防錆技術者団との協議を申し入れてもらうことができた。

そして私は派遣防錆技術者としては技術研究所材料研究ブロックの小松さんと狹山工場から塗装の品質技術の浜中辰彦さんを推薦したのであったが、当時狹山工場の車体工場長であった宮木清さんは往年のオートバイレーシングの監督としてイギリス内を何度も転戦した経験からイギリス人の性向を熟知していたからであろうか、この防錆仕様交渉は容易に片づく相手ではないことを見抜いていたようで、これにはプロジェクトリーダーの藤波さんを団長として、私に補佐役として付いて行くべきだとの見解であった。その頃は私の視力の低下もあるものの

眼圧変動は安定しつつあったので訪英することに覚悟を決めたのではあったが、実際には極めて困難に直面したのが実態であったのには自分自身が驚かされた。その派遣メンバーには藤波さん以下、研究所のマネージャーの小松泰典さん、鈴鹿製作所からは昔からARGとの交渉を担当していた松浦功さんが突如亡くなってしまったので部下の佐藤登さんが指名された。

この時に準備された「塩害防錆仕様の強化」の項目は次の通りであった。

①：塗装前処理が車体下部ハーフデップ＋上部スプレー処理方式をフルデップ処理方式に変更し、化成処理液もフルデップ用に変更する。また

特に鋼板が連続焼鈍材であればその表面に形成している酸化膜が標準としているバッチ式焼鈍材と異なり一般的に化成性が劣ることがあり、特にここで採用されている省エネ型の低温処理型化成剤に対しては化成不良を引き起こすので通常型に変更して欲しい。

②：表面調整工程はカチオン電着塗装用のリン酸亜鉛処理では特に重要な工程であるのだが、ここには設置されていない。従って化成皮膜処理の前の水洗工程を表面調整工程との兼用に変更する。

③：現在中断されている前処理後の水切り乾燥路を仕様変更して復活させる。

④：電着塗料には溶融亜鉛めっき鋼板面に「クレーター」の発生しないハイビルドカチオン電着塗料に変更する。

⑤：車体の骨格補強部品に溶融亜鉛めっき系鋼板、蓋もの部品には片面電気亜鉛めっき鋼板や複合防錆鋼板の採用の逐次拡大を要請する。

⑥：中塗り塗装工程において、チッピングダメージを受けやすい部位へのソフトチッピングプライマーの追加を、中塗りには耐チッピング性を改善した中塗り塗料に変更する。

⑦：研ぎ出しによる素地鋼板の露出部への補修塗装を徹底する。

これらの作成には予めオックスフォード工場に塗装材料を供給している塗装前処理メーカーのパイレン社には日本パーカーライジングから、電着塗料のメーカーであるUK-PPG社

には日ペを通じてアメリカのPPG社から技術的な折衝を取ってもらうように手配した。

この折衝は難航を極めた。特にカチオン電着塗料の入れ替えは次の夏休みに間に合うように各部門の担当者の説得を続けた。中でもBLの研究所の材料研究担当の老ボスで知られたクラークさんを説得させる難題には、世界的に活動しているアメリカのPPG社の自動車営業技術部長であるE. J. カパルコさんにお出ましを頂いて、UK-PPG社と共にBLの説得に当たってもらった。それに加えて、塗装現場で計画したハイビルド カチオン電着塗料への切り替えの予算の認可がストップする事態も発生したこともあったが、その後の受け入れに対する設備の改良などはスムーズに運ぶことができた。その時のオックスフォード工場の塗装技術課長のフィッシャーさんは「ホンダはPPG社のセールスマンのようだ」と皮肉を言っていたのだったが、その二年後にホンダの狭山工場の4C4B塗装ラインを見学と、ロングブリッジ工場の新しい塗装ラインのコンセプト協議に来日した際には、オックスフォード工場のハイビルド カチオン電着塗料の導入時のホンダの協力を感謝しているとの言葉が出ていた。

一方、英国鉄鋼公社の製造する各種の自動車用の垂鉛めっき鋼板が自由に調達できるようになるには時間が掛かるものと想われていたから、品質担当者のジレンマは当然続くのであろう。

この20年振りのイギリスへの私の旅は必ずしも体調が万全とはいえなかったから帰国後に再び入院する憂き目となってしまったが、帰りのヒースロー空港で買った“RIJGEWOOD”の銘のあるボーン チャイナ（豚背骨を原料とした磁器）の紅茶カップが記念に残っている。

3) ARGの「ローバー」と「オースチン」の故郷見学記

先ず、名車と呼ばれた「ローバー 3000」の華麗な塗装を仕上げていたオックスフォード工場の塗装ラインの見学記を付け加えておこう。新しい「タローバー スターリング」と「ホンダ レジェンド」の生産を予定している塗装ラインはとても工場とは思えない明るい潇洒な（しょうしゃ）なクリーム色のタイル張り化粧した三階建のビルの中にあつた。この出入り

の管理は厳しく、持ち物は全て取り上げられ、防塵衣と履きものを替えてから案内者の塗装技術課長のフィッシャーさんに導かれてエレベーターを經由して入場することができた。先ず一階は塗装前処理とカチオン電着塗装の工程が設置されており、特記すべきは前処理工程のハーブデップ式であることと、クロムリンス工程が組み込まれており、処理液は3価クロムイオン系であつて、水洗排水はそのまま都市下水道に流すことが許されているのであつた。また前処理後の水切り乾燥炉は現在運転中止中であり、その理由は熱源として電着塗装乾燥炉の排気をそのまま利用したことが原因でトラブルが発生したとのこどであつた。

二階には下塗り塗膜面素地調整、シーリング、アンダーコート、中塗り塗装などの工程がレイアウトされている。最も参考になったことは「シームシーリング」用自動塗装装置であつた。これは台車から車体は専用装置の上に自動的に精度良く据え付け直されてから、床裏の鋼板継ぎ目を視覚検出装置で検出しながら塩ビゾルシーラーをスプレーロボットがジグザグミシンのような塗り方で鋼板の継ぎ目を確実にシールするものであつて、これにより鋼板継ぎ目にある鋼板の鋭角な切り口端面を十分にコーティングして、防水、防錆の効果を上げていることを自慢していた。

中塗り塗膜が完成してから上塗り工程に入る前に設けられたワックスインジェクション工程がある。これは車体の床裏のボックス形状をしたフレームの内面に熱溶融防錆ワックスを噴霧注入する工程であり、注入されたワックスはその後に通過する上塗り塗膜乾燥炉によって安定化させるものである。これによって後工程の組立ラインの人々を悪臭で悩ませてきた溶剤型防錆ワックスが無くなったことは大きな成果といわれている。

三階には上塗り塗装ライン、リペアーラインがあり、その奥にはひとまず完成した塗装済みの車体を収納するストレージコンベアーが設置されており、必要に応じて艤装組立ラインへの塗装完了車体を送り出している。またこのストレージラインに入った補修塗装を必要とする車体は改めて専用のリペアー塗装ラインとの間を往復することになる。このリペアーラインの処理能力は極めて余裕のある本格的な塗装ライン

で構成されているとのことであった。上塗り塗料は伝統的な欧州型の低固形分のホリエステルCAB（セルローズ プチルアセテート）を配合したメタリックベースコートが採用されており、三ステージのレシプロケータ式自動塗装機によっておこなわれ、その後のクリヤーコートにはエアー霧化静電ガンを着装したレシプロケータが仕様されており、何故回転ベル霧化式静電塗装機を使わないのかとの問いかけにはその昔には欧州ランズバーク社のベル静電が設置されて使用されていたが仕上がりに不満があり失敗したままとなっているとのことであった。確かに往年の高級車塗装の名を残す余裕のある塗装ブースではあったが乾いた塗料ダストのゴミに汚れているような気配であった。完成検査を終わった車体はクリヤーコート塗膜の上に付着した微細な異物などの除去する軽ポリッシング作業などを行う気配はなく、全ての補修作業はリペアーラインに集中して任されているとのことであった。その修正率の高さは驚くべきものに思えた。ここにも何が何でも再塗装して無欠点の素晴らしい塗装外観に仕上げようとする名門ローバー式の考えが顔を覗かせているように思えたのであった。

帰国を前にしてロングブリッジ工場を訪問することになった。工場正面の迎賓館の当たりで待っていると出荷直前の完成車の床面を塗布する防錆ワックスの独特な臭いが流れてきたのに気が付いた。ここには三本の塗装ラインがあるが、あるラインでは今もって抜群の人気を保っている「ローバー（オースチン）ミニ」の生産が連続と続けられていたのには驚かされた。その最も古い第三ラインでは委託生産の「ホンダパレード」が生産され、いかにも経済社の生産ラインらしい狭隘な塗装工程には戸惑いを隠せなかった。ここはホンダの1970年代の初めの頃を思い出させる陳腐化したレベルであった。彼らも耐用年数が過ぎていることを承知で、更新のチャンスを伺っているとのことであった。そこで私は「トライアンフ アクレーム」に現在用いられている中塗り塗料の耐チップング性が余り芳しくなかったのがホンダのアメリカのオハイオ工場で使用している耐チップング性に配慮しているハイソリッド型中塗り塗料を紹介したところ、塗装技術者であったメイソンさんが「私の所の中塗り乾燥炉は現在は都市ガス燃焼

の直火加熱式熱風炉ですが、近いうちに間接加熱式に変更する予定なので、これが完成後に検討させて欲しい」との発言であった。彼の言によれば、「欧州でフォード車が中塗り塗膜の綿密着性低下による上塗り塗膜の剥離クレームが発生した品質トラブルがあり、それは直火加熱式熱風乾燥炉内のNOXに起因しているとの情報が有名となっているからです」と語っていたのが印象的であった。

4) 片面電気亜鉛めっき鋼板の塗装前処理不全

そして、いよいよ試作車輛製作される段階となり、前処理と電着塗装の生産に精通していたベテランの吉原元広さんが塗装工程の技術指導者として派遣されることになった。

「何かあったらファックスを送れ」と激励して送り出したのであった。

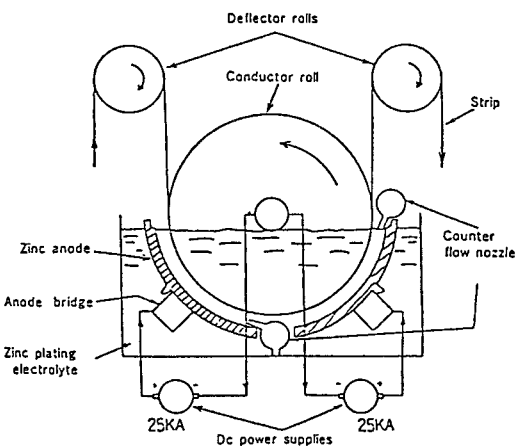
やがて、試作が始まると直ぐにボンネット表面の塗装前処理の磷酸亜鉛皮膜の被膜重量が極めて小さいことが外観からも判断されて騒ぎとなった。当初は生産量が僅かなので多くのプレス部品は日本から防錆梱包してHUMの部品工場へ送られてきて、そして10台分の部品を開梱し、外傷や錆、そして防錆油の酸化焼き付きの無いことを確認してからARGへ納入する段取りとなっていた。そしてその国際電話を受けた私は「緊急避難として、ボンネットをオックスフォード工場に納入する前に表面を細かい番手のサンドペーパーにより均一にしかも確実に研磨してから防錆油を塗布し直すことにして、順に変更して在庫の250枚を使えるようにしてくれ、こちらでも対策品の速やかな手配を進めるから」との指示を吉原さんを経由して部品工場に指示を出した。しかし量産が盛んになる前までに、この手間の掛かる作業としかも表面品質の不安定さを取り除くことは急務であると思われた。その後に吉原さんの確認実験では、新日鐵製の高張力性の片面電気亜鉛めっき鋼板を素材にしてプレスされたボンネットスキンの鉄板側表面だけが前処理の磷酸亜鉛皮膜重量が1/4程度しか析出しないため、カチオン電着塗装ごの塩温水浸漬法による簡便耐食性テストとではクロスカット傷部からの錆のクリープ幅が大きくなって品質的に黙認できないとの判断であった。勿論暫定的にサンドペーパーによる研磨

したテスト板は耐食性に異常はみとめられなかった。

一方、狭山工場では技術担当の浜中さんが中心となって、ARGのオックスフォード工場が採用していた塗装前処理剤のメーカーであるパイレン社と技術提携関係にある日本パーカーライジング社国際部と技術課長の田辺国昭さんらにお願いして現地の薬剤を再現してこの現象の原因究明を進めてもらった。

元来、片面亜鉛めっき鋼板を製造する方法には亜鉛めっき層の無い鉄板側面を作り出すための各社独自の創意工夫が発揮されており、その理由は鉄板面の磷酸亜鉛皮膜の生成が円滑に進むような表面性状を得ることにあったからである。勿論そのためには塗装前処理薬剤サイドでも相応の工夫がなされていたことが常識となっていた。これらの背景を踏まえた上で解決策を模索することになった。

- ①：この鋼板は最近時に採用された高張力鋼板であって、表面成分組成面からも課題の存在を暗示していた。
- ②：ARGの採用している前処理剤方式は省エネを狙った低温型処理液であり、特殊な有機化合物を配合しているとのことである。
- ③：オックスフォード工場の前処理法はスプレー処理と浸漬処理に共用の処理液を使用していた。
- ④：イギリスは欧州大陸に比べて幾らか塩害腐食被害の少ない地域であるから皮膜重量も低めであった。



川崎製鉄のカローセル式電気めっき鋼板製造法
(ラジアルセル方式)

⑤：日本の前処理液には反応性を促進するフッ素イオン添加が常道であった。

⑥：新日鐵の採用している鉄板側の化成皮膜形成性の改善に磷酸洗浄などの特別な表面処理法が実施されていたことが開示された。

これらの検討を踏まえて、早急に前処理液の組成を変更を交渉させたが時間が掛かりそうな見通しなので、鋼板側で対応することが確実な方法であると私は意思を固めて鋼板種の再選択を始めた。

その結果、ホンダの自動車用鋼板メーカーとしては後発の川崎製鉄の福山製鉄所だけがアメリカのUSスチール社からライセンスを得て稼働している「カローセル式電気めっき法」を利用して製造された片面亜鉛電気めっき鋼板に到達したのである。この方式の特徴はめっき液を通過する際にして、大きな直径のドラム電極に鋼板を巻き付けて片面だけをめっきする方式であるから鉄板面には化学変化は起こらないのが特徴であるものの、経済性だけは疑問が残ることは否めないのもであった。しかし、目玉商品の高張力鋼板をホンダの最高級車「ホンダ レジェンド」の最も重要部品であるボンネットスキンのシェアーを確保した新日鐵に取ってはこれを失うことは面子(めんつ)に係わることだけにその交渉は困難を極めていた。この時の鋼板購買は布津厚三さんがあたっており、彼は国際性の才覚を持ち合わせた人物であったから頼りにしていたのだった。私とは以前に塗料の購買製作で「塗料メーカー ダイレクト購買方式」の導入交渉を遂行したり、その後埼玉製作所の管理事務所長としての仲間でもあったし、私は彼の知見を生かして亜鉛めっき鋼板を使用する意義の重要性をホンダのトップを通じて、「ホンダの自動車製造技術を必ずしも信頼していない」ように見えるBL社の首脳陣に理解させるチャンスを作ってもらいたいと願っていた。

そして川崎製鉄製のサンプル板は現地におくられ、同時にロンドン駐在の新日鐵の技術者の立ち会いを願って実験が行われて最終的理解が得られた。またこれによりARGでも片面亜鉛めっき鋼板へのホンダの執念を感じ取ったようであった。この問題の解決はプレスの生産技術の早崎正昭さんの苦勞の賜のであった。そして二年後にその時に緊急で航空貨物で送った交換

部品に費やした二千万円の所要経費の負担先がなく最後の「つけ」は私が払うことになって稟議書にサインをさせられることになった。この事件は生産技術者の「調査段階での予測洩れ」が原因であり、外国塗装ラインの調査の難しさを顕著に示した事件であった。

5) 逆マスキング仕様の見落としと高級車「ローバー」の名残を見せる塗装仕上がり

ARGのオックスフォード工場で作られた委託生産の「ホンダ レジェンド」が輸入されて栃木PGに到着していた。塩害防錆走行試験に入る前の初期検定に参加して塗膜への傷付け作業や膜厚分布の測定などを実施してきた狭山工場の塗装技術の白鳥聡さんの報告には驚くべき事実が表面化していた。本来の「ホンダ レジェンド」の塗装仕上げの最後には車体の最下部を黒色塗装するブラックアウト塗装がチップング耐久性の良好な二液ウレタン系樹脂塗料を使って追加塗装されていたのだが、この試作車では逆マスキング法でブラックアウト塗装がされていたから、その部分の総合膜厚は50ミクロン程度と低くチップングダメージを受けやすい部位だけにその不始末が指弾されたのであった。実際の所、同じ塗装ラインで製造されている「ローバー スターリング」にはブラックアウト塗装の仕様は無かったことから、狭山工場と同様に上塗りとは相互に黒塗りと層を行う工程の準備を要請することを忘れたのか、またはARGがその要請を無視して逆マスキングを強行したのか、またはホンダ側が逆マスキング法を黙認したのかは判然としなかった。そこで止むを得ず技術研究所車体設計マネージャーから改めて黒塗り塗装の図面指示を発行してもらい上塗り塗装後の黒塗りと層工程の設定の交渉をBLに出張していた技術研究所の信頼性をみていた取締役の紫野真さんをお願いしたのだが成功しなかった。そこで本来ならばBLが受け入れないのであるならば黒塗り塗装仕様を廃止するか、またはHUMの補修塗装ラインを活用して黒塗り塗装をさせるとかのアクションに出なかったのは私の失敗であった。

幸いなことにこの委託生産車は種々の不都合から欧州大陸への輸出は取り止めとなり、イギリス国内向けだけの寂しい生産となってしまっ

た。

やがて夏休みが明けて量産が始まったが、上塗り塗装完了後の合格率が極めて悪く数回のリペアー塗装を重ねてやっと組立へ流れる始末であった。不思議なことに、上塗り塗装後の外観検査ではクリアー塗膜の上に付着した小さな異物を軽いポリッシング作業で取り除いて合格させる行動は一切行わず全てリペアーラインへ回送する習慣であった。そこで検査工程後にホンダの委託生産車だけは軽修正作業場を設けて合格率の向上を目指したのであった

このような補修塗装を徹底的に仕上がるまで繰り返す執念振りにはドイツの「ベンツ」でも励行されていた方法であったが、仕上がったクルマの塗装は重ねられた塗装のお陰で優れた外観になることは間違いないことである。その実例は、このラインで我々と同時に生産された「ローバー スターリング」はアメリカに多く輸出されて大変良い評判を獲得していた。そしてアメリカの乗用車塗装外観を調査している“PROJECT 19”の年次レポートによれば、この正規工程の外に補修塗装を重ねて仕上げられた「ローバー スターリング」の評価は意外に高く、ホンダの4C4B塗装をほどこしたホンダ狭山工場製の「アキュラ」を越える勢いであったのにはいささか驚かされた。この資料はUK-PPG社から欧州で初めてのハイビルドカチオン電着のユーザーであるBL社の首脳陣にも届られたことから、ホンダのトップにもあらぬ波紋を撒き散らしたのであった。ともあれ、HUMが受け容れて出荷検査を行った際の膜圧測定データによれば軽く500ミクロンを越える膜圧を誇るクルマが出現し、私の所にホンダとして一般塗装面の総合膜厚上限値を設定してくれとの要請があり困惑させられた。そこで、ベンツが内規で決めていると言われる400ミクロン程度であろうと考え、膜圧測定器の精度も考慮して450ミクロンと提言したのであった。それでも膜圧超過する場合は部品交換か、欧州での社用車に使用することの始末であった。この苦勞の多かったプロジェクトは僅か二年間続けられただけで発展的に解消された。一方、ARGLのロングブリッジ工場では新しい共同開発車のための新しい塗装工場を建設することとなり、我々に強力を求めてきたことをきくに付け我々の折衝が理解されたのではなからうか。