

SCOOP! 三菱ランサー・エボリューションVIIがドイツ・ニュルブルクリンクを走った!!「隔週木曜日発売」

AUTOSPORT



超速攻SCOOP!

マカオ・グランプリ速報!!
佐藤琢磨惜しくもリタイア、福田良表彰台へ

[オートスポーツ] オールカラーで楽しめる
No.1モータースポーツ・マガジン
2000 12/7 No.810 480yen

CART 2000-2001 レビュー&プレビュー

2000年シーズンハイライト/2001年プレビュー&カレンダー/2001年チーム体制/
中野信治インタビュー/高木虎之介CART参戦「抱負を語る」

チャンピオントーク2000 vol.2

フォーミュラ・ニッポン 高木虎之介 スーパー耐久 クラス1 竹内浩典/田中哲也
クラス2 小川日出生/細野智行/伊藤勝一 クラス3 三好正己/大井貴之 クラス4 山内伸弥/浅見 武
Nプラス 横島 久/菊地 靖 インターF3000 / FIA-GT / DTM2000 / BTCC

- RACE REPORT** プジョーがメイクス・タイトル獲得 WRC第13戦/オーストラリア
- 検証** 日本初ナンバー付きレースでアンケート調査「ヴィッツシリーズ参戦白書」
- TOPICS** 童夢が作った50%風洞施設“風流舎”に潜入!!
- 綴り込み付録** これは便利!! 2001年シーズン主要レースカレンダー

次号は12月7日(木)発売です

2000
December
12/7
No.810
480YEN

1999年12月7日発行 No.772号 1000円(税別) 1999年12月7日発行 No.772号 1000円(税別)

[11月27日オープン 超直前レポート]

これが童夢 風流舎だ!!

なぜ、童夢は50%風洞実験施設を作ったのか?

童夢が滋賀に50%スケールの風洞実験施設を作った!!

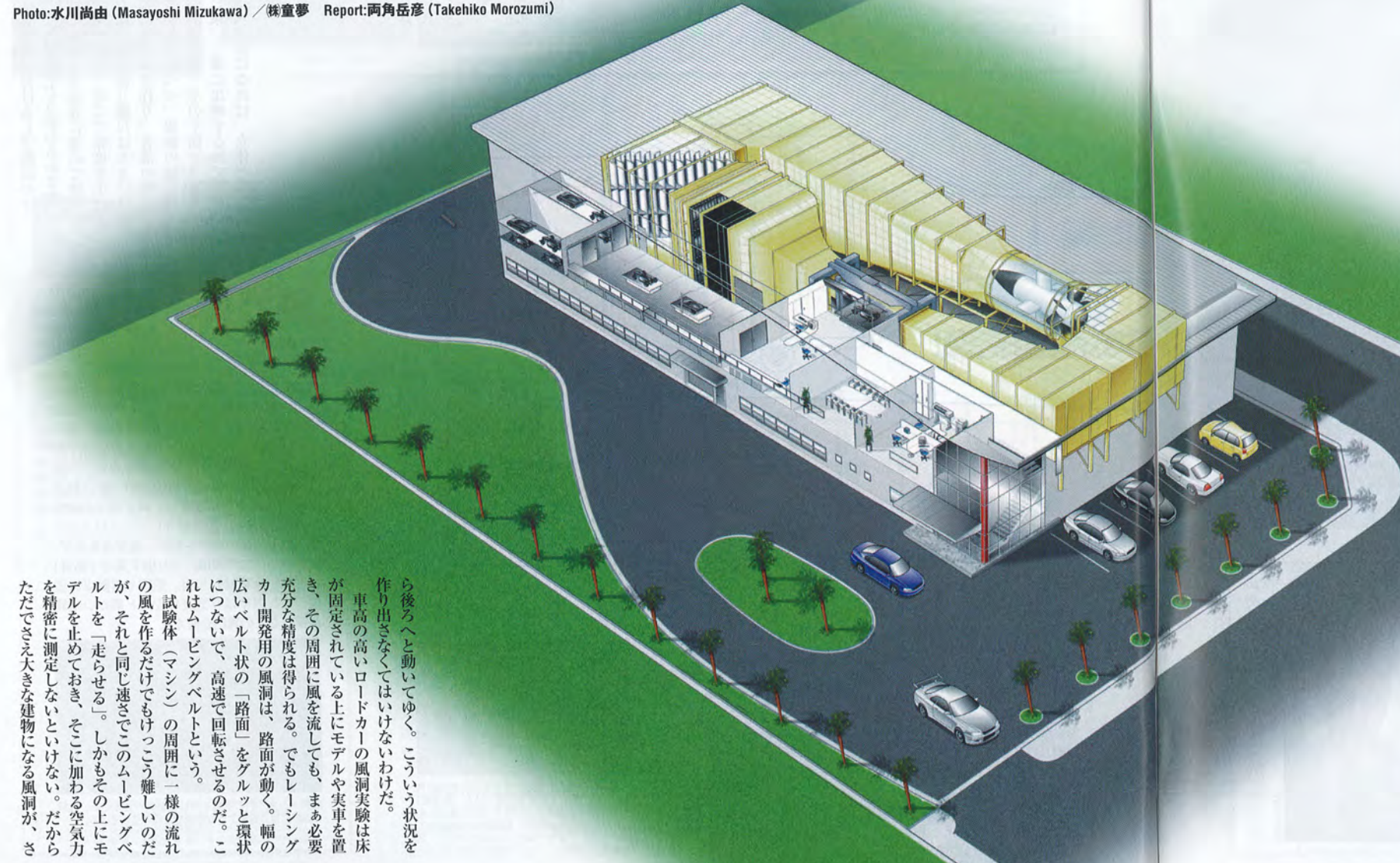
11月27日の正式オープンを前に、本誌取材班は巨大施設を訪れ、内部撮影に成功した。

なぜいま、50%風洞が必要なのか? その謎を解くために、

(株)童夢の技術部長である奥明栄氏に話を聞いた。

そこには、童夢の大きな野望があったのだ……。

Photo:水川尚由 (Masayoshi Mizukawa) / (株)童夢 Report:両角岳彦 (Takehiko Morozumi)



ら後ろへと動いてゆく。こういう状況を作り出さなくてはいけないわけだ。車高の高いロードカーの風洞実験は床が固定されている上にモデルや実車を置き、その周囲に風を流しても、まあ必要十分な精度は得られる。でもレーシングカー開発用の風洞は、路面が動く。幅の広いベルト状の「路面」をグルッと環状につないで、高速で回転させるのだ。これはムービングベルトという。試験体(マシン)の周囲に一樣の流れの風を作るだけでもけっこう難しいのだが、それと同じ速さでこのムービングベルトを「走らせる」。しかもその上にモデルを止めておき、そこに加わる空気を精密に測定しないといけない。だからただでさえ大きな建物になる風洞が、さ

滋賀県米原に建設された童夢「風流舎」は、敷地面積1500坪、総工費10億円以上というビッグプロジェクトだ。20世紀に稼働する夢の施設は、21世紀に夢の工業製品を世に送り出すことになる。



25%モデルと50%モデルを比較する。細かいディテールを作り込むことで、50%風洞では実戦的なデータを収集することができるのだ。



50%風洞とはいえ、ウインドトンネルはここまで巨大になる。モデルになっていた奥氏と比べると、そのスケールがわかる。



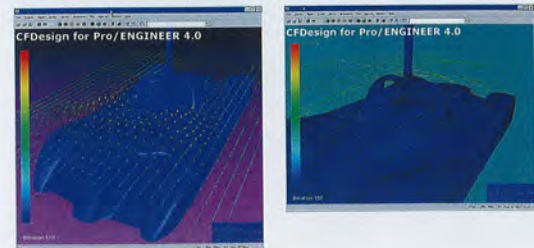
風流舎のエクステリアは、風をイメージしたという曲線の屋根が特徴的。高さは4階建てのビルに相当する。オレンジがテーマカラーになっている。

「速い」レーシングカーを生み出すのに、風洞は絶対に欠かせない。いまはそういう時代。「レーシングカーの“速さ”の能力の半分、あるいはそれ以上がエアロダイナミクスで決まる」。そう言い切るエンジニアもいる。ここでいう「レーシングカーのエアロダイナミクス」は、まず第一にダウンフォースであり、できるだけ大きなダウンフォースを得ようとした時に生じる空気抵抗(ドラッグ)をどこまで小さくできるか、つまり空力効率がデザインのカンどころ。なぜそんなにダウンフォースが重要なのかといえば、それがタイヤを路面に押しつけ、その力が大きいほどタイヤと路面の間で生まれる摩擦力、つまりグリップが増えてゆくからだ。これに対して一般のロードカーの空力は、まず空気抵抗を減らすことであり、同時にリフト(ダウンフォースと反対に浮く方向に働く揚力)をできるだけ小さく、そして風切音も小さく、というあたりをメインテーマにデザインされる。レーシングカーの空力開発は、もっとずっとややこしい。今日のマシンが、車体を取り巻く空気の流れを利用して作るダウンフォース、そのかなりの部分は床下、正確には車体下面と路面の間で得ているのだから。静止している路面の上を駆けるマシンは、その上にある空気(風がなければ路面と同じところに止まっている)を押し分けて進み、その周囲に空気の流れや渦が生まれる。この流れをうまくコントロールして、床下のどこかで圧力が低くなるようにデザインすれば、そこで車体に向きの力が働く。その空気の流れを確かめ、空力力の大きさをきちんと把握するための設備が風洞。現実とは逆に、マシンを一点に固定しておいて、その周囲に風を流して実験をする。しかもレーシングカーは、車高が低く、路面のすぐ上を車体底面が動いてゆく。その間を流れる空気のふるまいを再現しないといけない。車体のまわりを流れる空気と同じ速さで、路面は前か

らに複雑で大きかりになる。そこで1/5、1/4サイズの縮尺模型を使うのが、これまでの常識だった。童夢も、京都本社に1/4(25%)スケールのムービングベルト式風洞を持ち、その精度を高めて実験・開発を進めてきた。そう、風洞も実験設備なので、精度が問題。それも風洞の中で正確な計測が再現できるか、だけでなく、それが実際のマシンになって、実際に路上を走った時の現象、力の大きさやバランスなどの数値と、きちんと相関がとれないと意味がない。ついでに補正しておく、風洞は全体の構成や風の流れ方、測定部の大きさや形などによって、ひとつひとつ癖があり、同じ試験体を別々の風洞に入ると、測定結果はそれぞれに違う。空気を相手にするのは、なかなかやこしいのだ。その意味で、童夢自前の25%風洞に関しては、精度も、現実の車両との相関も、かなりのレベルまで来ている。しかしそのなかでできることを突き詰めるような開発を繰り返してきた結果、ある種の「飽和点」に達しつつあった、と童夢の技術部門のリーダーである奥明栄氏は言う。25%縮尺、つまり現実のクルマでは

CFDってなんだ?

CFD (Computational Fluid Dynamics) は、コンピュータを使って (空気などの) 流体の運動をシミュレーションする技術。簡単にいうと、空間の中の1点を動く空気について、流体力学の運動方程式を解き、それを次々に連続して計算してゆくことで、空気の運動、流れや速度、渦の発生などを、まるで現実世界のように描き出す手法である。以前はスーパーコンピュータを必要としたが、最近はパソコンでも、かなり複雑な解析ができるようになってきた。これを空力開発にも応用しよう、という動きも急。童夢はとくに今回の50%風洞を使うなかで、モデルを支えるストラット (現実の車両にはない) の影響を、このCFDで分析することにしている。



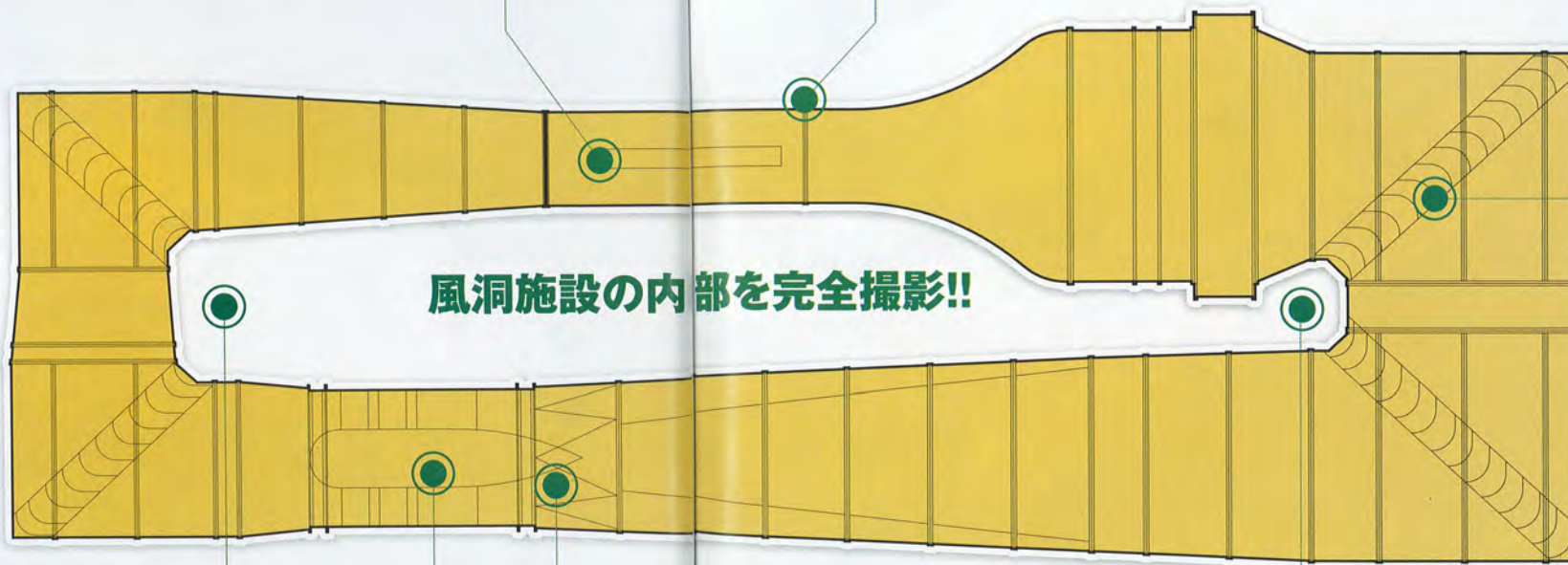
ムービングベルト

レーシングカー開発用風洞の鍵のひとつ、ムービングベルト。幅2mのベルトが最高62m/sec (実速223.2km/h) で走る。このベルトがばたいたりうねったりせず、平らなままきれいに走るかどうか、作る側のノウハウ。JR総研用に倍の大きさのものは開発済みだったわけだが、それでも今回の設備開発の中でも気をつけ、先行試験も重ねたところ。この「路面」の上流側・固定床面の端で「境界層」と呼ばれる動かない空気の層を吸い取り、下流側固定床との境に吹き出して、実際の床下/路面の間の空気のふるまいを精度高く再現する。さらに全体を支える大きな枠組全体を動かして、マシン+路面を風に対して最大5度まで向きを変え、横すべりしている状態の実験もできるようにしてある。



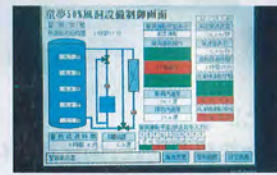
建設中のムービングベルト部。高速でベルトを回転させるため、かなりの精度が求められる部分だ。童夢では、その開発ノウハウを持っているのだ。

風洞施設の内部を完全撮影!!



測定室

測定部、つまりモーター+送風ファンで作った高速の風を整流し、できるだけ一様な流れにしてグルッと回流させて導いたところに、試験体 (つまり外形だけでなく、空気が流れる部分は内部まで精密に再現した縮尺モデル) を置くエリア。京都本社との25%風洞ではモデルを前後の車軸中央部で上からワイヤで釣り、そこに加わる張力で上下方向の力を測っていた。前後力は後方からの支持ロッドでとる。しかし8倍の容積になる模型を使うこの50%風洞では、上からストラット (支持柱) を伸ばしてモデルを支え、それがモデルの中に入って結合する部分に、各方向に加わっている力 (6分力=3次元の3軸に沿った方向の力と各軸まわりの回転力) を測るユニットを組み込む。車体の上下位置はストラットを伸縮させて合わせる。この測定エリア (とくにベルト) 、そしてモデルを常に目視でも確認する (モデルの周囲に煙の線を送り出して、流れを「可視化」する装置もつく) ため、コントロールルームとの仕切りは全面ガラス張り。その中央、大きく左右に開いてモデルを搬入するドアも、結局、童夢内部で設計している。自社の開発だけでなく、外部企業などからの委託試験・開発も行なうこともあり、セキュリティ (入室管理) も高レベル。指紋を使う最新の照合ユニットが設置されている。背後のモデル準備室 (かなり広い) にはコンピュータ援設計システムも設置され、京都本社とオンラインでつながる。



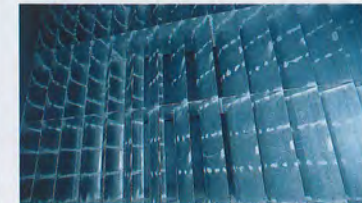
実際内部を見たら、風洞施設専用フロアは、コンクリートの土台に、ステンレス製の床板が敷き詰められていて、各部にはカーボン繊維の補強材が埋め込まれている。風洞施設専用フロアは、コンクリートの土台に、ステンレス製の床板が敷き詰められていて、各部にはカーボン繊維の補強材が埋め込まれている。風洞施設専用フロアは、コンクリートの土台に、ステンレス製の床板が敷き詰められていて、各部にはカーボン繊維の補強材が埋め込まれている。

4倍の寸法に拡大される。そういう小さなモデルでは、何かを変えても空気のふるまう部分、そのレベルのデザインを積み重ねてゆかないと、進化が現れてこない。そこまで開発の中身が煮詰まってきた、というのである。

フラップ+翼後縁に付けるし字断面のリップ) によって特性がどう変わるかまで、風洞で確認したデータを元に進めてゆくところまで来ていた。そこで精度を上げようとするれば、やっぱり縮尺は大きいほうがいい。でもモデルを作り、各部の形や付加物を変えたりしつつ、風洞の測定部に設置して実験する。その手間やコストは縮尺の二乗、三乗に比例する形で増えてゆく。縮尺が倍になれば、立体として

整流板

回転するプロペラで作られた「風」は、ねじれた流れになっている。それを徐々に水平で平行したまっすぐな流れに整え、同時に回流式風洞の特徴である4隅のコーナー部で風の向きを変えるため、風管内部に何枚もの整流板が組み込まれている。さらに測定部に向かって流れを絞る縮流部手前には細かい網も入れて、できるかぎり一様な流れを作る。ここには空調のコア (熱交換器) も組み込んであり、測定部での空気の温度を1年中、25℃前後にコントロールする。風洞全体の構想~設計は童夢自身だが、風管やその内部機構、作り出す風の「品質」などは、大気社が担当。空調や自動車の塗装ライン (やはり気流の安定と細かい噴霧が鍵) などの専門企業だ。



風洞トンネル内の空気を均等に循環させるため、施設の四隅にはこのような整流板が設置されている。

DATA

50%風洞実験施設「風流舎」

住所:滋賀県米原町大字三吉字三田215-53
東海道新幹線・米原駅からクルマで約8分
北陸自動車道・米原ICから約5分

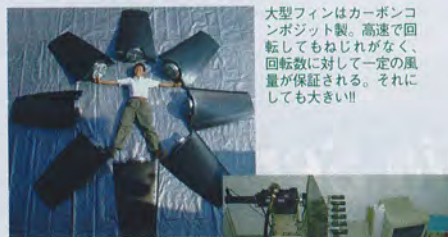
■建物	最大風速 60m/s
敷地面積 5053.78㎡	送風機 軸流式 定格出力600kw
建築面積 1374㎡	気流温度制御 25±3℃
作業場面積 1640㎡	■主要装備
■風洞本体	ムービングベルト寸法 幅2m長さ5.5m
風洞形式 水平回流式ゲッチェンゲン型	ベルト速度 62m/s
風管長 99m	ターンテーブル 偏揺角±5度
■基本構造 鉄骨鋼板構造	■計測装置
■基本性能	モデル支持方式 上下ストラット方式
測定部形式 クローズドテストセクション	6分力天秤 モデル内蔵式
縮流比 8.3:1	モデル位置制御 3軸まわりおよびライドハイ
測定部断面 幅2.75m高さ2.50m	データ処理 自動計測・演算・集計システム
測定部長さ 8m	



測定部全体を囲むように両側 (上流側と下流側) に太い鋼材による門状の骨格が立ち、その上部中央をやはり太い鋼材の梁が縦通している。この梁の中央からストラットを伸ばしてモデルを固定する。その支持構造がたわんだり振動したのでは、精度の高い測定ができない。そこで思い切り強固な構造にしたのだ。

カーボン製大型フィン

送風機の「翼」。回転し、ねじれた翼型で空気を送り出すプロペラだが、人間と比べるとその大きさが伝わる。この送風機からして、童夢が独自に開発・設計・製造したものの。風洞本体の設計・施工が始まる前から開発を進めていた。翼単体の特性確認 (25%風洞) で、そして強度試験など、基本的な機能試験はがっちりやっていた。これだけの大型送風機をC (カーボン) FRP成形品で作る、というのもあまり前例がない。送風機の専門家関係では話題になっているらしい。軽い剛性も高いから、大きくて速く回る翼としてはエネルギー消費、振動などで有利なことが多々ある。そこで早くも引き合いが来ている、という話も。これを8枚組み込んだ巨大プロペラ+モーターのユニットは、風管建設の途中で、所定の「箱」の中に挿入されて、外からはもう見えないが、潜水艦の艦尾+スクリューのような形。高速の流体の中で、その流体を推進するのだから、同じような姿になるのも当然。



大型フィンにはカーボン繊維製。高速で回転してもねじれがなく、回転数に対して一定の風量が保証される。それにしても大きい!!



工事中に撮影したカーボン製フィン。風洞施設といっても、50%風洞になると工事の規模もかなり大きくなる。さて、この施設からなにが生まれるのか?

送風機モーター

送風用の巨大扇風機を回すモーターは定格出力 (一定に出し続けることのできる出力のピーク値) 600kW。馬力表示に換算すると816ps相当。これで回流している、つまりある速さでグルッと回ってきた空気をさらに加速することで、測定部に流れ込む風速を60m/sec (216km/h)、あるいはそれ以上まで上げることができる。当然、電力消費もすごい (1時間連続運転すれば600kWhだから...。一般家庭の電力消費の数百戸分?)。この送風機+モーターを収めて固定した大きな箱状 (両端は開いているわけだが) の構造体は、コンクリートの土台に固定される。回転しながら風を送り出す時は振動するので、両側の風管との間はフレキシブルな覆いでつながれている。



定格出力600kwの巨大モーター。これは一般家庭では考えられないような数値だ。また、エアータンネルに不要な振動を伝えるないように、独自の基礎を持つ。



四角く回流する風管の中央から、空気の流れを整えつつ集めて測定部に流し込む「縮流部」を見る。絞り込みがかなりきつい。縮流比を大きくとってあるのは、測定部を吹き抜けてゆく空気を一様かつ安定した流れにして、測定精度を上げたい、という意図による。

の大きさは8倍になるのだから。そのあたりの妥協点として、今は25%から50%、つまり実車の1/2サイズの模型で実験できるムービングベルト風洞へ、と進むステップにある、というわけ。

これはもちろん童夢だけでなく、世界の主要コンストラクターも、同じような水準でモノづくりをしてゆくかぎり、同じような壁が見えてくる。だからもっと大きな縮尺のモデルで実験するための、大型のムービングベルト風洞が次々に建設されているのだ。いま稼働している50%スケールのムービングベルト風洞は、世界で十数基。その半数近くが、F1チームがここ3~4年以内に建設したもの。ここで「自前」にこだわるのは、風洞に「籠もる」、その時間が多ければ多いほど、開発が進むから。他所の施設を借りていたのでは、自由に時間がとれないし、コストも嵩むからだ。もちろん日本ではこの童夢「風流舎」が第一号。ちなみにすぐ近くの米原駅構内に、乗用車+レーシングカー+トラック+バイク、つまり実車が入るスケールのムービングベルト風洞 (これは世界でも数えるほど) がある。JR総研が建設したものだが、そのムービングベルト装置は童夢の手に