

鉄道一般
車両
施設
電気
運転・輸送
防災
環境
人間科学
浮上式鉄道

大型低騒音風洞の実績および今後の活用

大型低騒音風洞（米原風洞）は、1996年に滋賀県坂田郡米原町（現在の米原市）に建設されました。その後、20年間にわたり事故や大きなトラブルもなく稼働を続けています。そして、鉄道の空気力学や空力騒音に対する研究開発の推進に寄与してきました。ここでは、米原風洞の稼働日数に着目して20年間の米原風洞の実績をたどるとともに、これからの活用の方向を展望します。



井門 敦志
Atsushi Ido
研究開発推進部
風洞技術センター
所長
【専門分野】 空気力学、
風洞実験

はじめに

大型低騒音風洞（以下、米原風洞）が完成してから、はや20年の月日が経過しました。米原風洞の航空写真を見るとその時間を実感できます（図1）。この20年の間、事故や大きなトラブルもなく、米原風洞を運営することが

できました。そして、鉄道の空気力学や空力騒音に対する研究開発の推進に寄与してきました。米原風洞を利用した研究開発の成果については、ほかの記事にお任せするとして、ここでは、米原風洞の稼働日数に着目して、20年間の米原風洞の実績とこれからの活用を見てゆきましょう。



しゆん
竣工時



現在

図1 米原風洞全景

研究テーマ試験と受託試験

米原風洞の設計段階においては、低騒音性能を始めとして、さまざまな風洞の性能について検討がなされました。一方で、運営面においても、年間の稼働日数、要員数、さらには鉄道総

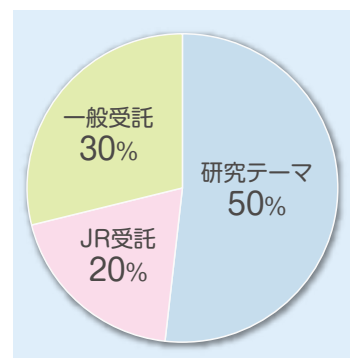


図2 研究テーマと受託の割合

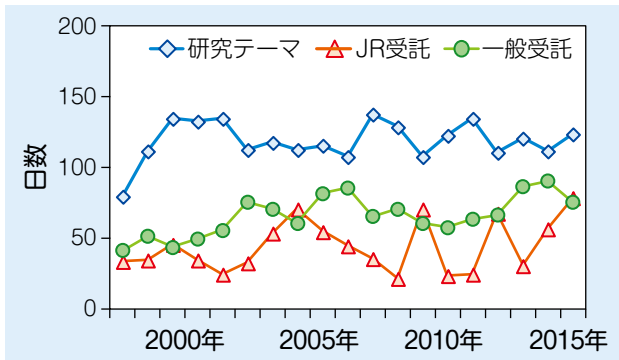


図3 各年度の研究テーマと受託の日数

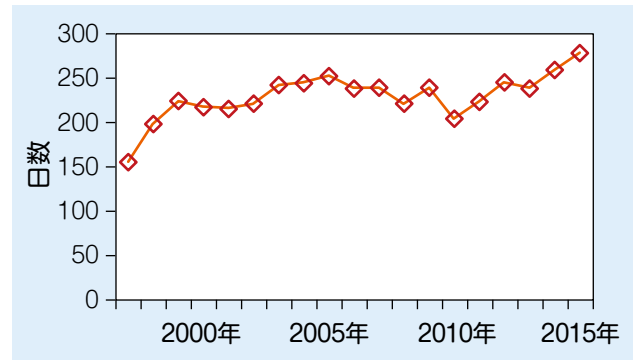


図4 風洞稼働日数

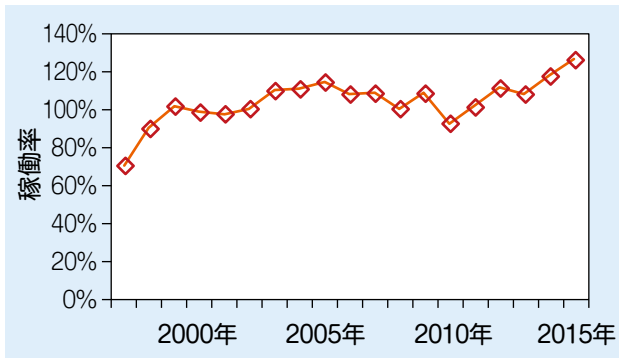


図5 風洞の稼働率

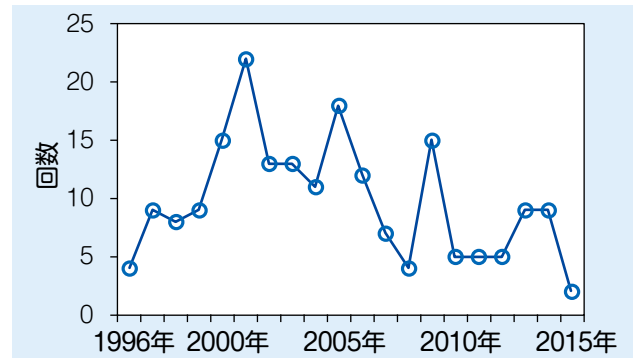


図6 故障回数

研が行う研究開発（研究テーマ）とJR会社からの受託による試験（JR受託）の割合などが検討されました。年間の稼働日数としては、休日および定期点検期間を除いた年間200日程度を見込みました。研究テーマの風洞試験とJR受託の風洞試験を実施しても、年間の稼働日数には余裕があるだろうと予測されていました。そこで、余裕部分については、一般企業からの受託試験（一般受託）を受けることとし、外部のシンクタンクに依頼して一般企業からの受託試験がどの程度見込めるかも検討しました。それらを総合して、年間の運用としては、鉄道総研の研究テーマに50%、JR受託試験に25%程度使い、残り25%程度は一般企業の受託試験に充てることになると予測されました。図2に、この20年間の研究テーマと受託の割合を示します。研究テーマが50%程度、JR受託が20%程度、一般受託が30%程度と、ほぼ当初の予測通りの実績となっています。

図3に、各年度の鉄道総研の研究テーマと外部からの受託試験の日数を示します。研究テーマは年間110～130日、一般受託は60～80日程度と安定しますが、JR受託は20～80日と年度による振れ幅が大きくなります。JR受託の日数の変動が大きいのには、JR会社が行う車両などの開発案件の有無に影響を受けているためであると考えられます。

稼働日数

図4に、1年間に風洞試験を行っている日数（稼働日数）を示します。運営開始2年目の1997年度は150日程度でしたが、3年目の1998年度に200日となり、その後は220～250日で推移しています。2010年度以降は増加傾向にあり、ここ数年は250日を超えています。ところで、風洞を稼働することができる日数は、1年365日から、土曜日、日曜日、祝日、ゴールデンウィーク・お盆・年末年始の長期

休暇、風洞の定期点検（約15日）を除いた220日程度です。その日数を基準とした稼働率を図5に示します。1999年度に風洞の稼働率が初めて100%を超えた後は、ほぼ100%を超えた稼働率となっています。稼働率が100%を超えているということは、休日にも風洞試験を行っていることを意味しています。現在の要員で対応が可能な範囲で、休日にも風洞試験を行うことにより、多くの風洞試験ニーズに応えてきました。

故障回数

図6に、これまでの故障回数を示します。2000年度近くまでは故障回数が増加傾向にありますが、これは、初期故障が散発していた時期にあたります。一通りの初期故障に対応した後は、故障回数は減少に転じました。現在は、稼働開始後20年が経過し、機械設備の経年劣化により故障が増加する時期に入りつつあります。しかしながら、

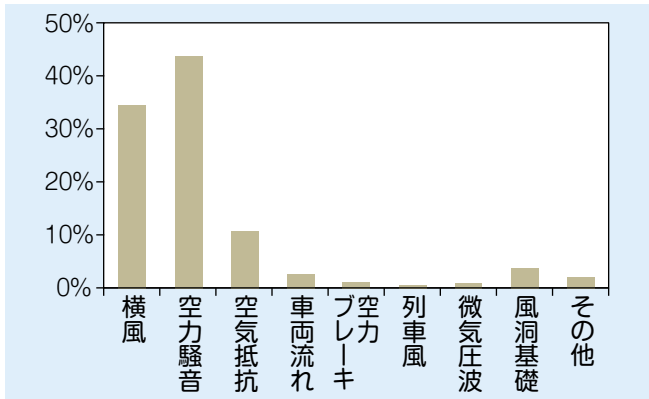


図7 鉄道関連の研究開発分野の割合

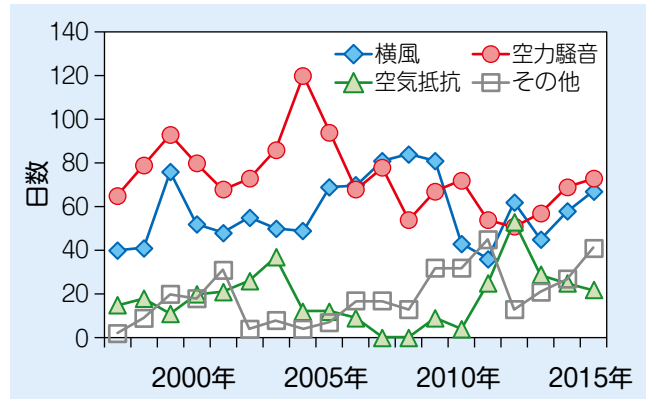


図8 研究開発分野別風洞試験日数

米原風洞では、定期点検に加えて、「予防保全」の考え方に基づき、経年劣化により故障発生が想定される機器や部品については、故障する前に交換を進めています。これは、大きな故障が発生してから修理を行うと、部品調達に時間がかかったり、場合によっては部品の設計・製作が必要となる可能性があり、そのような場合は風洞を長期間止めざるを得なくなります。図4からもわかるように、風洞試験のニーズは多く、長期間の風洞停止は何としても避けなければなりません。

鉄道関連の研究開発分野

図7に、この20年間に実施してきた鉄道関連の風洞試験（研究テーマおよびJR受託）について、各々の研究開発分野の占める割合を示します。横風の研究開発が35%程度、空力騒音の研究開発が45%弱程度で、2項目で全体の80%弱を占めます。鉄道における最重要課題の1つである、“安全”と“環境”の研究開発分野に、米原風洞が活用されてきたことがわかります。この2つの研究開発分野と比較すると、割合は小さいですが、そのほかにも、空気抵抗、車両周りの流れ、空力ブレーキの研究開発など、米原風洞はほかの多様な分野にも活用されています。

図8に、主要な研究開発分野における、各年の風洞試験日数を示します。最初の10年間（2005年度まで）は、空

力騒音の試験日数（年間60～100日程度）が横風の試験日数（年間40～80日程度）を上回っています。新幹線の高速化にともなう空力騒音低減の研究開発ニーズが多かったこと、また、その目的で建設した米原風洞のコンセプトが正しかったことを証明しています。次の10年では、空力騒音の試験日数と横風の日数がほぼ同じ程度となり、毎年、40～80日程度実施されています。この20年間で、空力騒音、横風ともに、多くの成果をあげてきていますが、毎年の風洞試験日数の推移を見ると、今後も、両分野での風洞試験のニーズは多いと予想されます。

風洞設備の発展的維持

風洞設備を維持し安定的に稼働させるためには、当然のことですが費用が必要です。しかしながら、風洞を長期的に活用する場合には、設備を維持する費用だけでは十分とはいえません。有名なテーマパークの戦略を見れば、何が必要であるのかがわかってきます。テーマパークでは、来場者数を維持し、さらには増加を図るために、現行のアトラクションの維持整備に加えて、新たなアトラクション導入などに投資を行います。それができない場合には、そのテーマパークの魅力が、徐々に薄れてゆき、人気はなくなって、やがて閉園ということになります。風洞の場合には、風洞本体の維持に加えて

計測機器などを含めた風洞設備全体の能力を向上させることが非常に重要です。この20年を振り返ると、計算機の能力が飛躍的に向上し、風洞試験のための新たな計測方法が生まれています。たとえば、音源探査についての計測技術が大きく進歩（当初は1時間以上かかっていた測定が数十秒で可能となり、音源分布が供試体の写真と重ね合わせて出てくる）したことにより、集電機器などの空力騒音低減の研究開発推進のスピードが一気に上がりました。風洞本体の性能としては、世界でもトップクラスの低騒音性能を維持していますが、このような新たな計測装置を導入していなければ、米原風洞の魅力は半減していたと思われます。

風洞を長期的に維持し、研究開発に活用してゆくためには、風洞本体や計測装置に対する投資が不可欠です（図9）。そのためには、まず、実績をあげなければなりません。通常ですと、実績をあげることにより、風洞本体や計測装置への投資が可能となり、その結果、より品質の高い風洞試験を行うことができるようになります。その結果、さらなる成果を得ることができ、風洞設備を発展的に維持することができる循環が生まれます。その一方で、実績をあげられず、風洞設備への投資ができなければ、風洞本体や計測装置が時代遅れとなり、目的とする研究開発成果が得られなくなります。その結

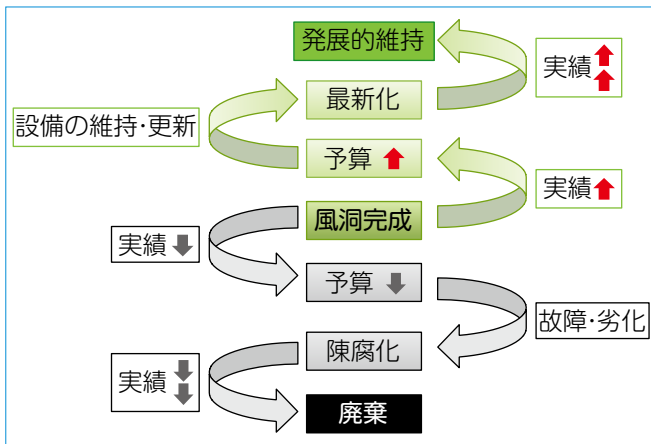


図9 風洞の発展的維持



図10 モーター



図11 インバーター



図12 空気冷却装置

果、ますます投資ができなくなる負の循環に陥り、最後は、風洞設備の廃棄となりかねません。世界中には、数多くの風洞設備がありますが、50年以上現役の風洞設備として活用されている風洞がある一方で、10年程度で使用されなくなり、廃棄されてしまった風洞もあります。

鉄道の安全運行に関わる横風の課題や沿線への環境問題となりうる空力騒音の課題は、今後とも、社会的な関心が高いと考えられ、これからも、多くの米原風洞での風洞試験ニーズが期待されます。米原風洞は、これまでも多くのニーズに応えるとともに、風洞設備への投資も行い、風洞設備を発展的に維持してきました。

大型更新工事

米原風洞では、上述のとおり、予防

保全の考え方により故障日数を抑え、安定的な稼働を実現してきました。しかしながら、完成から20年経過した現在では、各種機械やその部品が生産されていないことから、メーカーのサポートが難しくなっている機械もあります。その結果、風洞の心臓部ともいえる、送風機を駆動させるモーター、およびモーターに電気を供給するインバーター、さらに、風路内の空気の温度を一定に保つ空気冷却装置は、大きな故障が発生した場合に、修理が不可能な状況に陥る可能性が出てきました。今後、10年、20年と、米原風洞での風洞試験のニーズに応じてゆくためには、風洞の安定した稼働が必要です。そこで、これらの重要機器については、風洞が完成して20年目の2016年3～7月にかけて、更新工事を行いました(図10～12)。更新工事で

は、1年前の2015年5月からメーカーの工場で、機器の設計・製作を開始しました。工場で作成したモーターやインバーターを現地(米原風洞)に持ち込み、交換することにより、風洞の停止期間をできる限り短縮することができました。

おわりに

米原風洞は、この20年間、大きなトラブルもなく安定的に稼働し、各種の研究開発の推進に寄与してきました。2016年7月15日には、大型更新工事が完成し、運転を再開しました。再開後も引き続き、世界トップクラスの風洞性能と安定的な稼働を維持し、鉄道の技術開発にさらなる貢献ができるよう、鉄道総研および協力会社社員が一丸となって日々努力してまいります。RRR