



基地局アンテナの風荷重性能の改善

ジョイ・ファン (Joy Huang)
主任メカニカルエンジニア

COMMSCOPE®

目次

概要	2
風荷重に関する物理について	2
液体圧に関するベルヌーイの公式	3
基地局アンテナの風荷重を減らすにはどうすれば良いでしょうか?	3
数値シミュレーションとテスト	3
CommScope独自のエアロダイナミックソリューション	4
後流の軽減	4
風荷重減少の結果	5
まとめ	5

概要

タワー上のスペースは貴重であり、インフラの中にはキャパシティの限界に近づいて来ているものもある。今、風荷重性能を向上したアンテナが極めて重要になってきています。CommScopeの新設計による基地局アンテナは、セルタワーや、同様の構造物への総風荷重を削減するために今まで以上に空気力学的な効率を向上させています。

風荷重に関する物理について

風荷重とは、風によって物体の外面上にかかる力を言います。航空宇宙産業、自動車産業では、前方向にかかる単一方向の風のみが問題となります。しかし、基地局アンテナでは、風向は予測不能です。そのため、360度にわたる風荷重を考慮する必要があります。

物体にかかる風の力は複雑ですが、中でも抗力が重要です。抗力には圧力抗力、摩擦抗力、渦抗力があります。通常最も大きいのが圧力抗力です。

圧力抗力は物体の風上側の圧力の方が風下側の圧力よりも高いために生まれます。この差が圧力抗力となります。圧力差が小さくなれば、抗力は減少します。

図1に示すように、気流は物体の後部に後流を作ります。物体が流線型であればあるほど圧力差は小さくなり、そのため後流は小さくなります。

そのため、流路の分離を抑えて、物体にできるだけ流れが沿うように空気力学的な表面と形状を設計する研究が行われてきました。大きさと場所に合わせて表面形状を最適化すると、抗力は大幅に減少できます。ゴルフボールとその表面のくぼみはその好例です(図2)。

基地局アンテナの風荷重減少のために設計において重要なことは、流れの分離を遅らせ、後流を減らすことです。

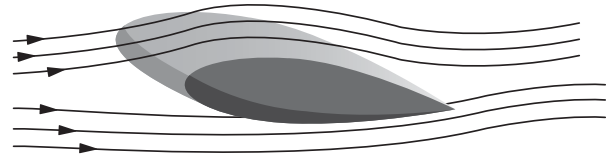


図1:羽根の形状が抗力を減少

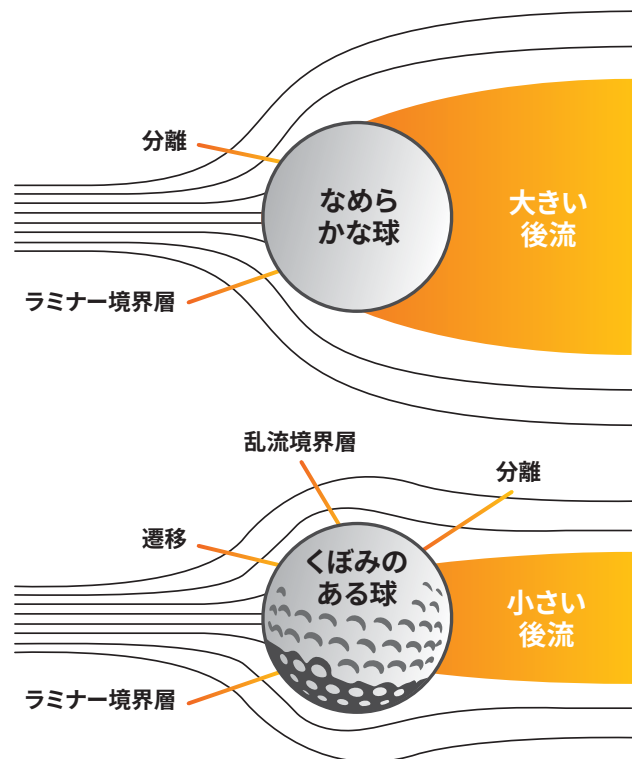


図2:ゴルフボールのくぼみが後流を減少

液体圧に関するベルヌーイの公式

$$P_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = P_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

各辺の第3項のみが圧力抗力に関わりますので、この等式はシンプルにすることが可能です。さらに、力は次のように圧力と関係しています：

$$P = F/A \rightarrow F = PA$$

シンプルな形にすると、基本的な風荷重の等式は次のようになります：

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot C_d \cdot A$$

ここに：

F_w = 風の荷重力 (lbf, N)

ρ = 空気の密度 (0.0765 lb/ft³, 1.226 kg/m³)

C_d = 抗力係数

V = 風速 (ft/s, m/s)

A = 風向に垂直な面の面積

基地局アンテナの風荷重を減らすにはどうすれば良いでしょうか？

上の基本式で、任意の風速において、主要な変数は抗力係数 C_d です。CommScopeの新設計のアンテナでは、この C_d の低下に重点を置いています。

数値シミュレーションとテスト

風荷重の物理と空気力学を深く理解することにより、CommScopeではアンテナの設計を最適化し、風荷重を最小に抑えました。これには設計段階で計算流体力学 (CFD) 分析を採用するなどの数値手法も用いて、形状の最適化を図りました。CFDシミュレーションの採用により、設計段階初期で様々な形状と配置を分析できました。その上でこれらの変数を最適化し、風荷重性能の最適化に成功しました。最終設計は風洞試験で検証しました。

図3には長方形の物体背後にできる大きな後流と、風荷重効率の良いCommScopeの実際のアンテナの背後にできる小さく、縮小した後流を対比しています。

認可を受けたサードパーティーの風洞試験施設で風洞試験を実施し(図5)、図4の数値シミュレーションの結果を検証しました。

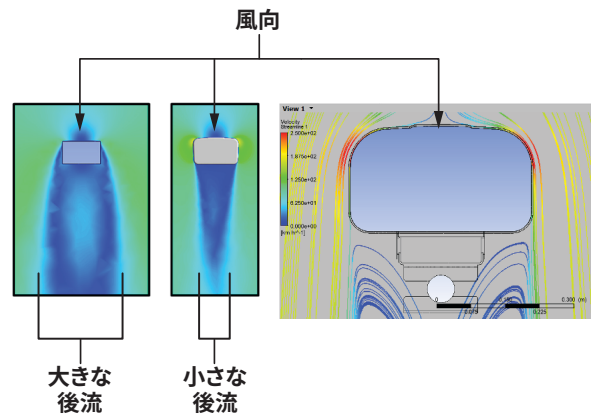


図3:長方形の物体とCommScope新設計のアンテナのCFD比較

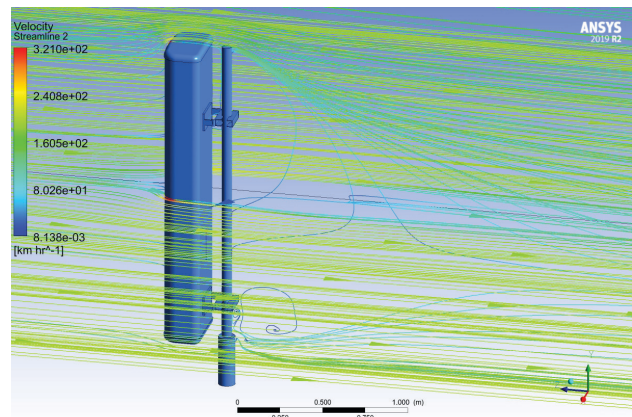


図4:CommScope新設計のアンテナのCFDシミュレーション

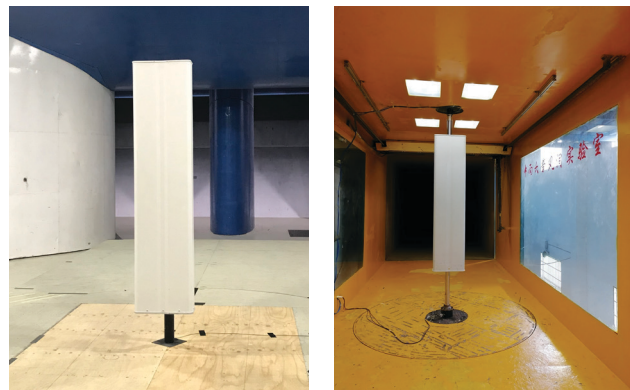


図5:風洞試験用セットアップの例

CommScope独自の空気力学的ソリューション

後流の軽減

CommScopeの画期的な設計では、弊社アンテナのために最適化された後流削減表面ノードの使用によって気流を制御することに重点を置いています。これらの形状は気流境界層で気流をアンテナに長く沿わせることによって、気流が離れることを抑え、後流の形成を抑えています。

これらの形状のない基本的なモデルと比べ、新規設計では壁面近傍の境界層の変更によって後流が遙かに小さくなり、風荷重の減少に成功しました。

図6に示す空気力学的に改善した表面ノードは、物体周囲の気流を図7に示すように流します。風は物体の上下にも流れます。弊社のソリューションでは終端流も最適化します。

図8のFDシミュレーションでは、「通常」のエンドキャップとCommScopeの風荷重削減型エンドキャップが気流に与える違いを示しています。空気力学に基づいて作られた形状は終端流の分離を遅らせることで、終端流を効率良くします。



図6: 空気力学的な表面ノードが後流を大幅に減少

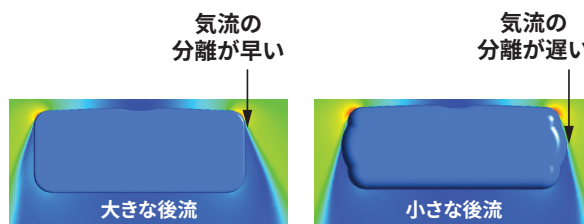


図7: 空気力学的表面ノードで改善された気流の分離

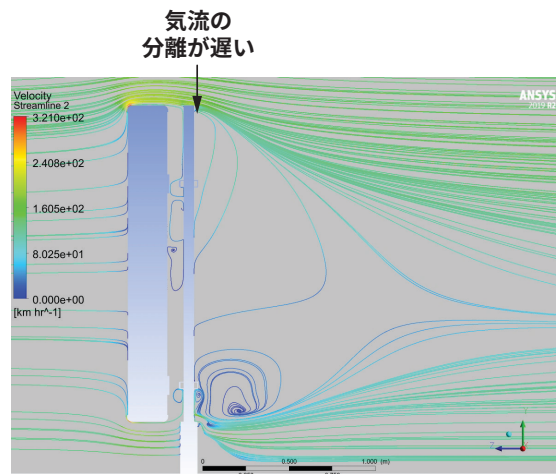
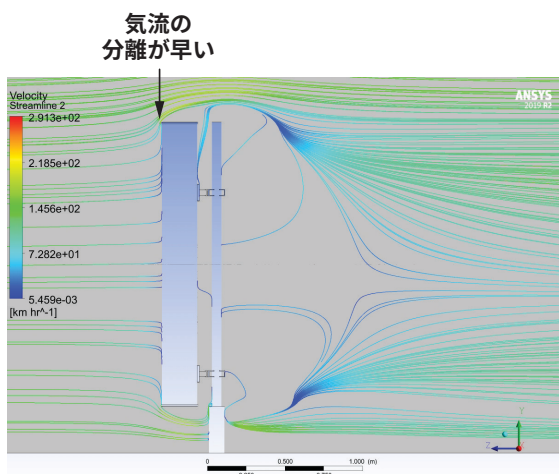
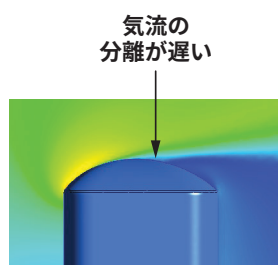
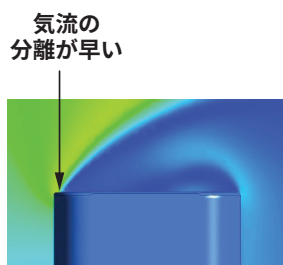


図8: 終端流の改善

風荷重減少の結果

図9に示すように、サードパーティーでの風洞試験で、新しい風荷重削減型の空気力学的設計が検証されました。こうした空気力学的なソリューションは風洞での試験で、基本設計のものに比べて全体的な風荷重を**30%**削減することがわかりました。こうした風荷重の削減は、タワー上での設置容量が限界に近づいているセルサイトでは極めて重要です。

風洞試験は最新の基地局アンテナの標準に関するGMN-P-BASTAの推奨事項に従って行われました。アンテナはポールに設置しました。試験に使用した風速は150 km/hです。風向を10度変えるごとに測定をしました。

市場に出回っている風荷重削減ソリューションには(自動車業界のものと同様)1方向のみを扱うものもありますが、CommScopeのソリューションは全方向を扱います。この設計では空気力学的効率を360度にわたって改善することにより、風向に関わらず風の荷重性能を向上しますので、基地局アンテナに打って付けです。

まとめ

CommScope独自の空気力学的な特徴はアンテナの風荷重性能を大幅に改善します。弊社の画期的なソリューションは基本的な設計に比べて全体的な風荷重を30%削減し、気流効率を最大化します。

今日のインフラの世界では風荷重はますます重要になっています。CommScopeの360度の風荷重削減型アンテナは風荷重を大幅に改善します。風荷重を最小に抑える弊社のソリューションは、ワイヤレス事業者がサービスの質を確保しながらリースコストを削減するお役に立ちます。CommScopeはモバイル事業者のセルサイト性能最適化を支援します。

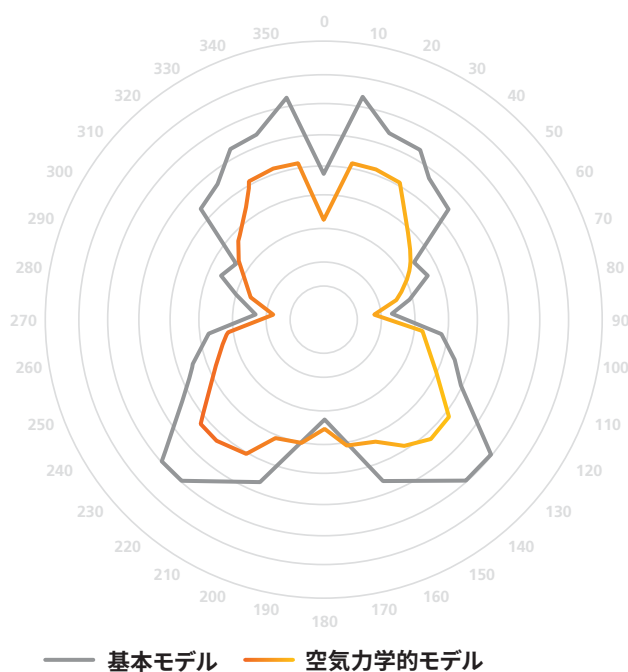


図9: エンドキャップと後流削減表面ノードを備えたモデルの風洞試験結果

CommScopeは人類に大きい達成をもたらすような、現状を打破するアイデアと画期的な発見で、通信技術の殻を破ります。お客様やパートナーとの協力により、世界最先端のネットワークを設計、創出、構築しています。次のチャンスを見出し、よりよい未来を実現することに情熱を傾けています。commscope.comでもっと詳しくご覧ください。

COMMSCOPE®

commscope.com

詳細については、ウェブサイトをご覧になるか、お近くのCommScope代理店までお問い合わせください。

© 2021 CommScope, Inc. All rights reserved.

特に注記がない限り、®または™で特定されるすべての商標は、CommScope, Inc.の登録商標です。本書は計画立案の参考としてのみ提供されており、CommScope製品やサービスの仕様や保証を変更または補完するものではありません。CommScopeは、最高水準の誠実な事業活動と環境の持続可能性に真摯に取り組んでおり、世界中のCommScopeの複数の施設がISO 9001、TL 9000、ISO 14001などの国際標準に準拠した認定を受けています。CommScopeのコミットメントに関する詳細は、www.commscope.com/corporate-responsibility-and-sustainabilityをご覧ください。

WP-115177-JA (01/21)