

駅ホームの上家の耐風性能を高める



石川 大輔

Daisuke Ishikawa

元 構造物技術研究部
建築研究室
研究員



山本 昌和

Masakazu Yamamoto

構造物技術研究部
建築研究室長



土井 一郎

Ichiro Doi

構造物技術研究部
建築研究室
研究員

はじめに

我が国では、夏の台風シーズンを中心に強風による建物被害を防ぐためさまざまな対策が取られています。駅のホーム上に設けられた上家(図1)も例外ではありません。元々この上家は、風雨、雪、日差しから鉄道利用者を守るために設置されるものです。旅客上家、ホーム上家、通路上家のように、設置目的や場所によってよばれ方が変わります。また、鉄骨造で、一般的な建物よりも壁が少ない、または全く壁が

ないものがあり、屋根を主体とした建物といえます。また、屋根と柱や梁^{はり}などの断面形状によって、F型、Y型、W型などに分類されています(図2)。

これら駅の上家は、全面に壁がないことで風が入り込むため、屋根の面積が小さいわりに風の力を受けやすいという特徴があります。そのため、強風に備え、適切に設計しておく必要があります。ここでは、ホーム上家の耐風性能を高める工夫について紹介します。

図1 ホーム上の上家の例



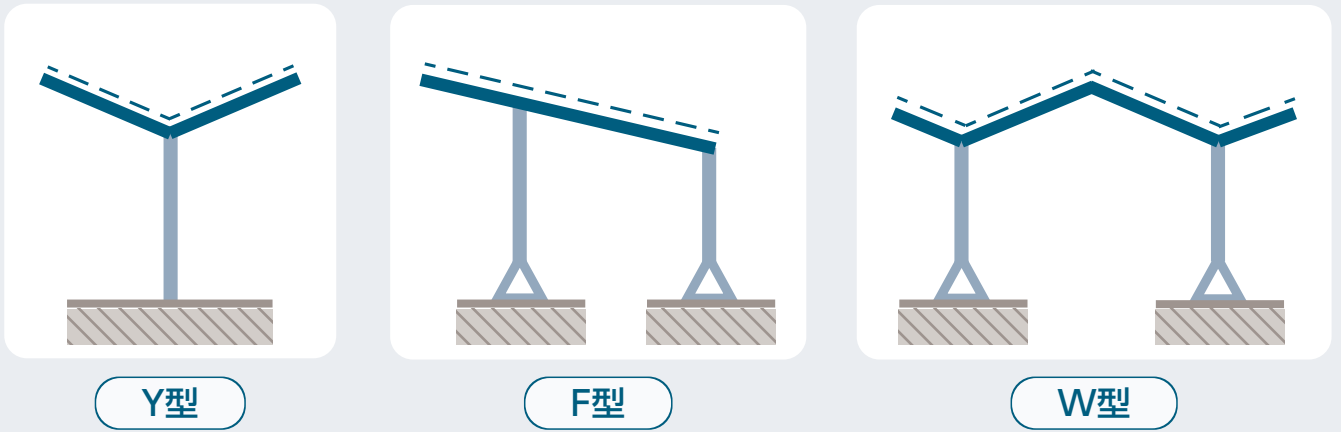


図2 断面形状による上家の分類例

上家の設計と風

建築物の設計では、地震や台風などのうち最も大きな外力で部材の大きさが決まりますが、地震国である我が国では、一般的な建物では地震による外力が支配的となることが多いといわれています。ただ、ホーム上家のような建物は、質量が軽いことから地震による外力は大きくなりにくい代わりに、屋根の下面が風にさらされるため風による上向きの強い力が生じやすく、風による外力によって、屋根を固定する部材の強度や、柱、基礎といった部材の大きさが決まることがあります。

上家は、家や倉庫のような建物と同じように柱と梁でできていますが、建築基準法の適用範囲からは除外されています。ただ、実態としては、建築基準法の考え方を参考にしながら設計されるのが一般的で、風によって生じる力に対する構造設計（以下、耐風設計）においても、多くの場合、建築基準法と同じ考え方に基づいて設計がなされています。なお、建築基準法では、その地方における過去の台風の記録に基づく強風を想定しています。具体的には、地域ごとに定められた基準となる風速や安全係数を用いて設計が行なわれます。

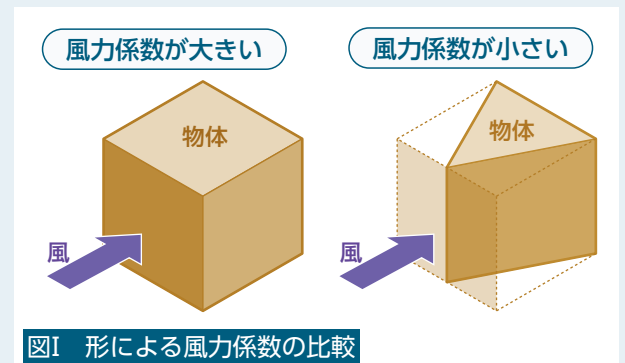
風力係数について

では、さまざまな形を持つホーム上家の耐風性能を比較するには何に注目すればよいのでしょうか。このとき重要となる指標のひとつとして、「風力係数」¹⁾というものがあります。物体にかかる風による外力の強さは、風速、風を受ける面の面積と物体の形によって決まります¹⁾。このうち、風による外力に対する物体の形

風力係数

風力を、風速と物体が風を受ける面積に基づく数値で除し、単位面積あたりの値に整理した係数。この値に、実際の建築物の面積や設計に用いる風速を乗じることで、実物大の屋根に働く風力に換算することができます²⁾。図Iのように正面から見たときの面積が同じであっても物体の形が異なることで、風力係数は小さくなる場合があります。

本文に示す小型の上家の風力係数 C_f は屋根の風力係数を意味しており、屋根面で測定された風圧や風速などから算出される数値を、屋根面の面積で除したものとなります。

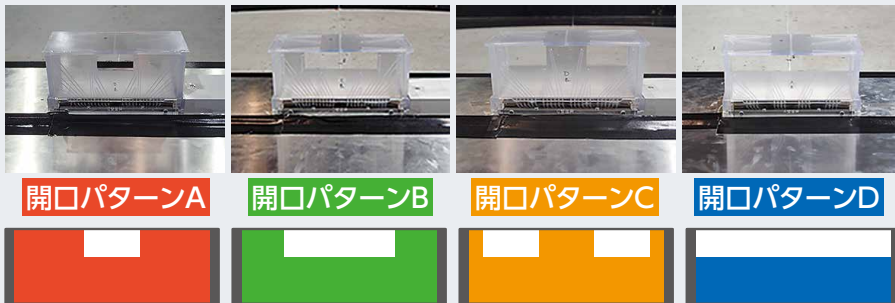
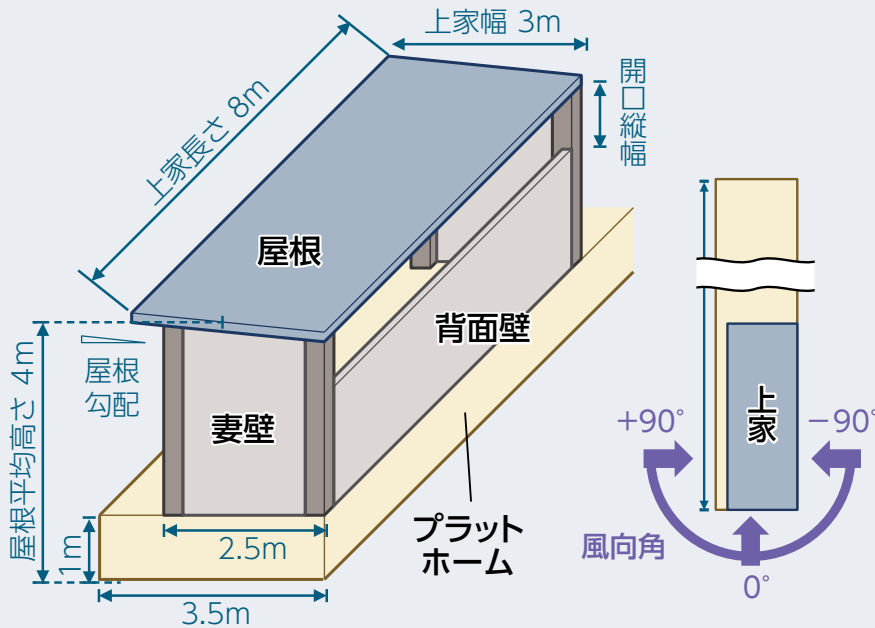


図I 形による風力係数の比較



図3 小型の上家の例

図4 対象とした上家の概要



風洞実験の様子



状の影響を表す係数を「風力係数」とよびます。そのため、風速や風を受ける面の面積を同じとした場合、建物の形状に応じた風力係数に着目することで、風によってホーム上家に生じる外力の大きさを調べたり、異なる形状の屋根が持つ耐風性能を比べたりすることができます。

上家の耐風性能を高める工夫

本章では、風による外力を下げるために有効な形状の工夫に関して、小型の上家を例に鉄道総研の試みを紹介します。

検討対象

本題の前に、小型の上家の概要と課題を説明します。閑散線区の上家では、保守や管理を続けるために小型化が進められています。この小型化に際しては、鉄道利用者が風雨をしのぎやすいように線路側以外に壁を設ける場合も少なくなく、例えば図3のような形状が想定されます。このように上家へ壁を設置すると、上家が風をより多く受けるため、耐風性能向上のための工夫が設計上重要です。そこで、鉄道総研では、図3のような上家を出発点として、壁の開口や屋根の勾配を変えることで、壁や屋根の風力係数がどのように変化するかを検討しました。ここでは、それらのうち、特に顕著な傾向を得られた屋根の風力係数の検討について説明します。

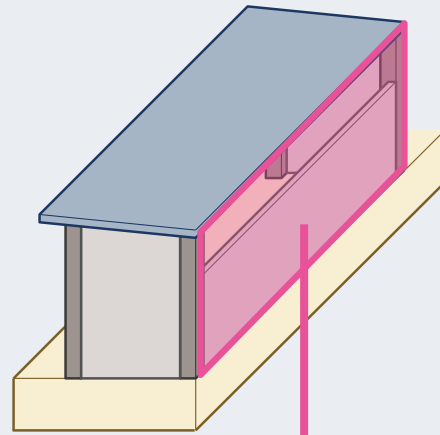
検討方法

一般に、風力係数による評価

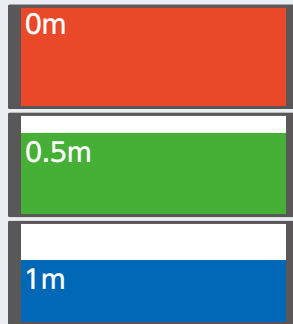
は、風洞実験を用いて行われます。本検討でも、風洞実験を、鉄道総研の所有する大型低騒音風洞を用いて実施しました。風洞実験では、縮尺1/40の模型を使用し、**図4**のように複数の風向角で実験しました。ただし、次節以降の説明では簡便のため0～90度の結果で説明しています。模型の各部の名称は**図4**のとおりです（寸法は実寸法）。模型の屋根の両面には、小さな穴が複数空けられており、この穴で空気の圧力を測定できる仕組みとなっています。この各穴で測定された圧力について面積を加味した加重平均をし、屋根の風力係数を算出しました。

工夫1 開口の違い

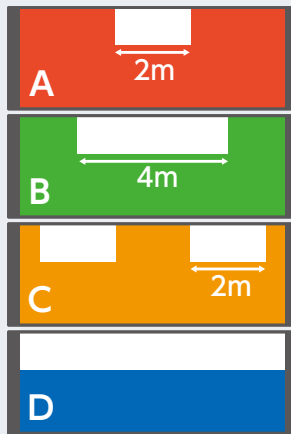
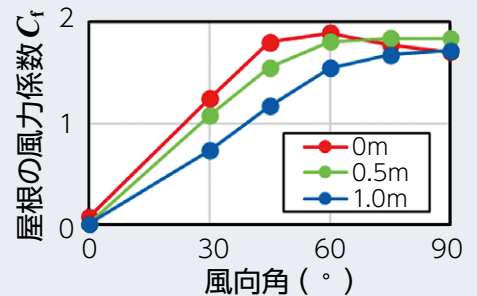
まず、背面壁に設けた開口の違いによる影響を検討しました。検討は、**図5**に示す開口縦幅と開口のパターンの観点から行いました。なお、極端に大きな開口を設けることで鉄道利用者が風雨にさらされないように、開口縦幅は最大で1mとしました。**図5(a)**に開口縦幅毎の風向角と屋根の風力係数の関係を示します。開口縦幅が広いほど、屋根の風力係数は小さく、開口縦幅が1mの場合には開口がない場合と比べてピーク値で1割程度小さいことがわかります。続いて**図5(b), (c)**に開口のパターンごとの風向角と屋根の風力係数の関係を示します。**図5(b)**では開口縦幅を1mに、**図5(c)**では開口面積を2m²に揃えた結果の比較です。**図5(b)**から、開口縦幅を



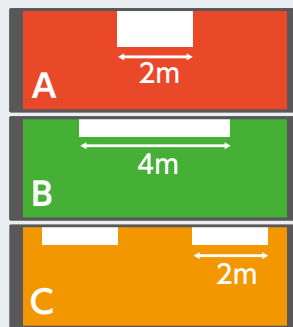
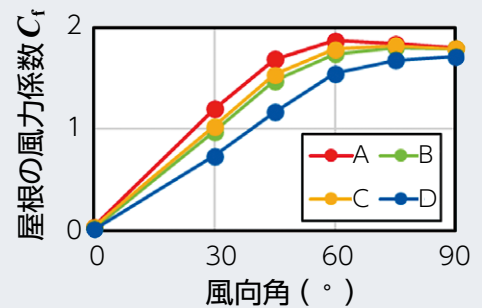
背面壁の開口に着目



(a) 開口縦幅の比較



(b) 開口パターンの比較 (開口縦幅共通)



(c) 開口パターンの比較 (開口面積共通)

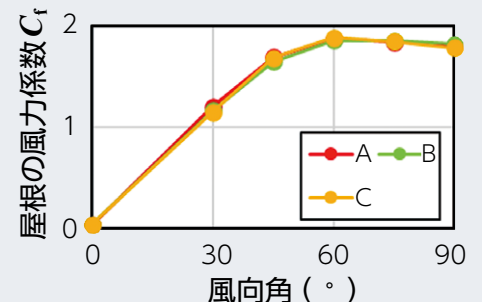
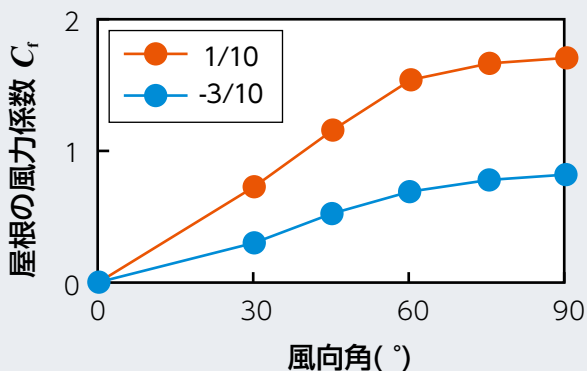
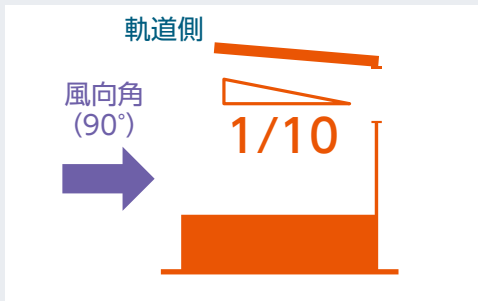
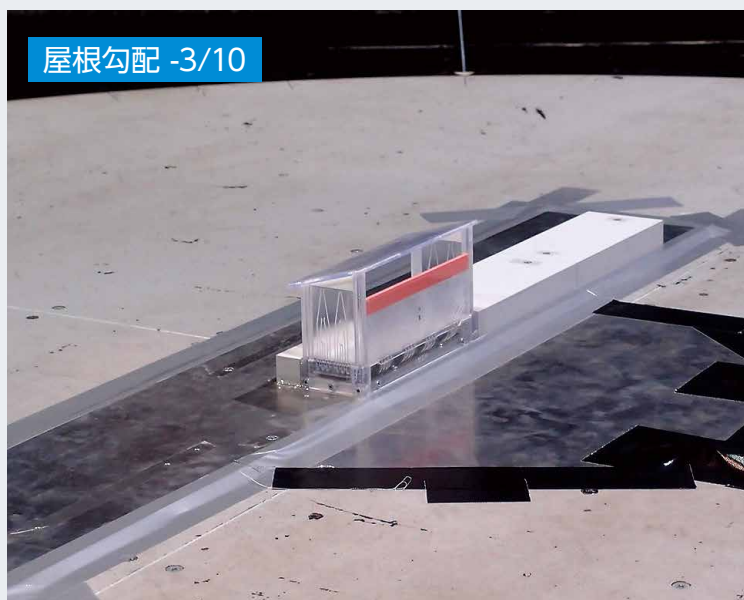
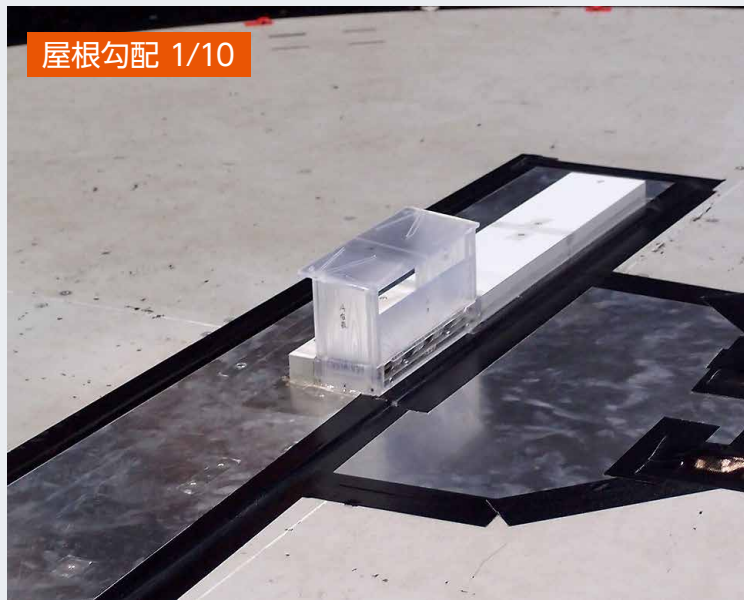
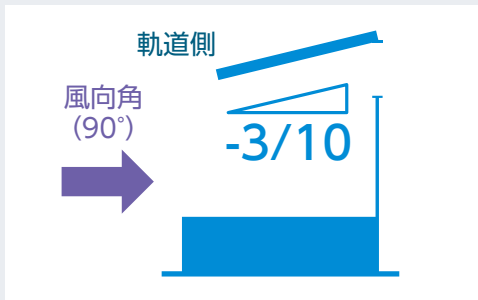


図5 背面壁の開口と屋根の風力係数の関係

屋根勾配に着目



屋根勾配に着目



風洞実験の様子

図6 屋根勾配と屋根の風力係数の関係

揃えた場合、屋根の風力係数はAで最も大きく、Dで最も小さく、BとCでは同程度であることがわかります。これは開口面積の大きさに対応しています。一方、図5(c)から、開口面積が等しい場合、開口のパターンによらず屋根の風力係数は同程度であることがわかります。

以上のことから、上家の背面壁に開口を設けることで、屋根にかかる外力が小さくなり、開口の大きさが同じ場合には開口形状による違いは余りないことがわかりました。

工夫2 屋根勾配の違い

次に、屋根勾配の違いによる影響を検討しま

した。具体的には、図6に示すように屋根の軌道側が高い場合（屋根勾配正）と低い場合（屋根勾配負）を比較しました。図6に屋根勾配ごとの風向角と屋根の風力係数の関係を示します。屋根勾配正よりも負で、屋根の風力係数はピーク値で5割程度小さいことがわかります。

続いてこの現象を詳しく把握するため、流体解析により、上家周辺の風の流れを比較しました。条件は実験と同様です。図7に上家周辺の流速分布を示します。屋根勾配正の場合、屋根上面に沿って空気が流れなくなる不安定な領域が発達し、屋根の上下で流速が大きく異なって

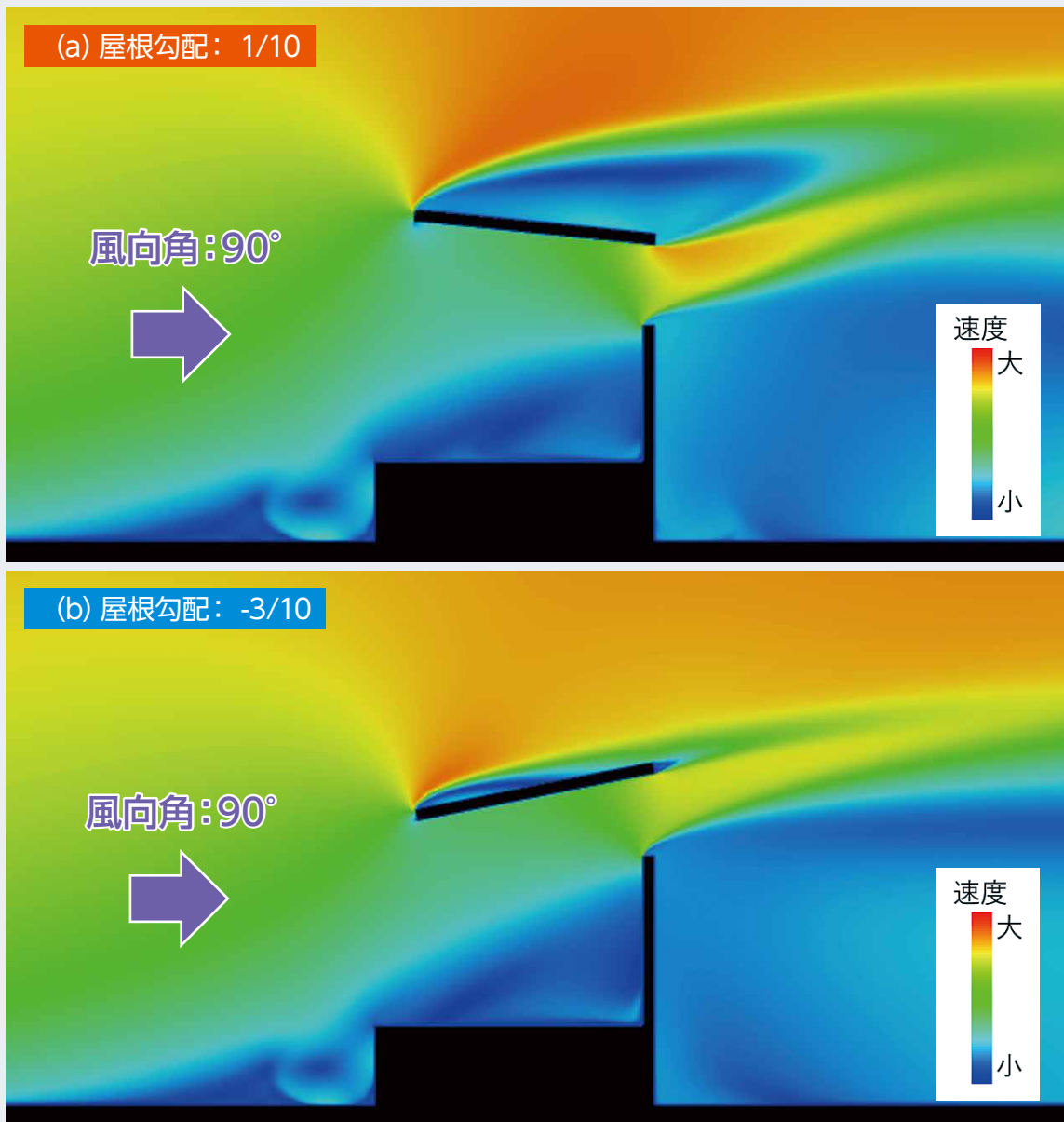


図7 上家周辺の流速分布（上家中央断面）

います。一方、屋根勾配負の場合にはこの現象があまり見られません。この風の流れの違いにより、屋根面に作用する外力が異なると考えられます。

以上より、今回の形状では、屋根の軌道側を下げることで、屋根にかかる外力が小さくなり、上家の耐風設計上有利になることがわかりました。

おわりに

ここでは、特に夏場の台風などで懸念される上家の耐風設計について説明するとともに、耐

風性能向上のために鉄道総研で実施した試みについて紹介しました。その中で、壁面に開口を設けることや屋根勾配を逆向きにすることで風による屋根への外力を抑えて、上家の耐風性能を高められることを示しました。この内容が、上家の設計の一助になれば幸いです。RRR

文献

- 1) 建築物等の耐風設計法プロ入門編集委員会：建築物等の耐風設計法プロ入門，一般財団法人日本建築センター，2022
- 2) 鈴木実，菊地勝浩，清水克将：鉄道駅のホーム上家に働く風の力を調べる，RRR，Vol.79，No.3，pp.26-29，2022