

耐風性に優れたコンパクト型旅客上家

構造物技術研究部 建築研究室

研究員 土井 一郎

本日の発表

- ◆ 研究背景・目的
- ◆ 対象とするコンパクト型旅客上家
- ◆ 風荷重の検討
 - ◆ 風洞試験による風圧力の検討
 - ◆ 骨組解析による部材応力の検討
- ◆ 耐風性に優れた上家形態
- ◆ まとめと成果の活用

◆研究背景・目的



閑散線区の地平旅客上家では、
保守の負担が増加

- ➡
- 利用者のために撤去が難しい場合も
 - 老朽化に伴う建替えに際し、
利用実績に応じて規模縮小

縮小した上家（＝コンパクト型旅客上家）
⇒特に線路方向の長さが小さい上家

- 部材が軽量で地震荷重が小さい
- 壁等が設置され風を受けやすい

↓
設計で風荷重が支配的

◆研究背景・目的



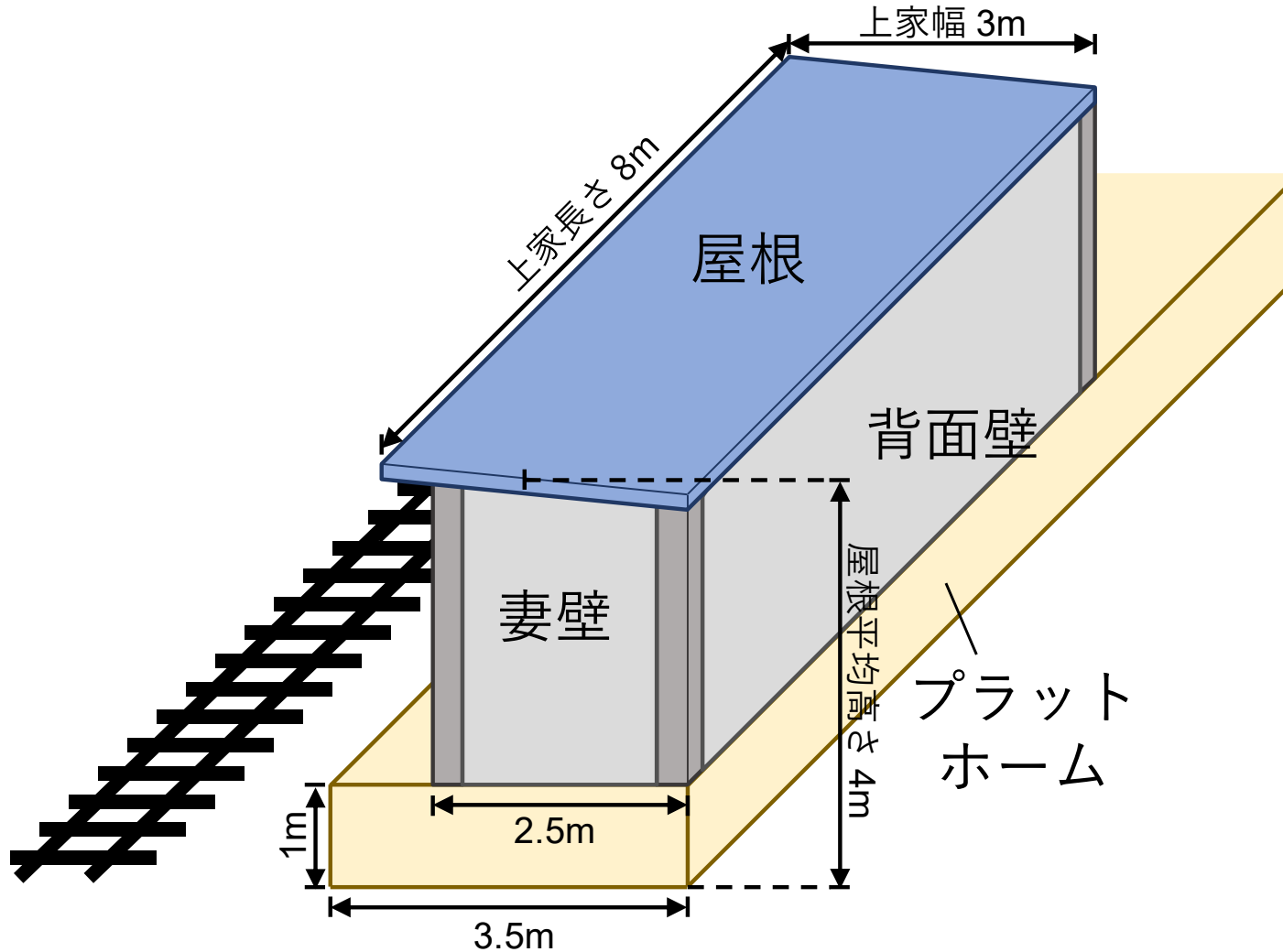
コンパクト型旅客上家の設計に用いる風荷重は...
一般建築の類似形態から転用

旅客上家特有の条件
ホーム、部分的な壁、etc.

- ← 一般建築の形態と**明確には対応しない**
- コンパクト型旅客上家特有の**形態と風荷重の関係**も十分に**明らかにされていない**

→ 上家形態と風荷重の関係を明らかにし
耐風性の高いコンパクト型旅客上家の形態を抽出する

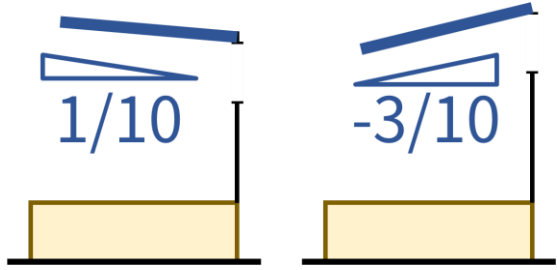
◆対象とするコンパクト型旅客上家



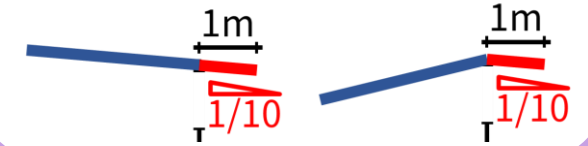
従来型の3面に壁のあるF型旅客上家

◆対象とするコンパクト型旅客上家

屋根勾配

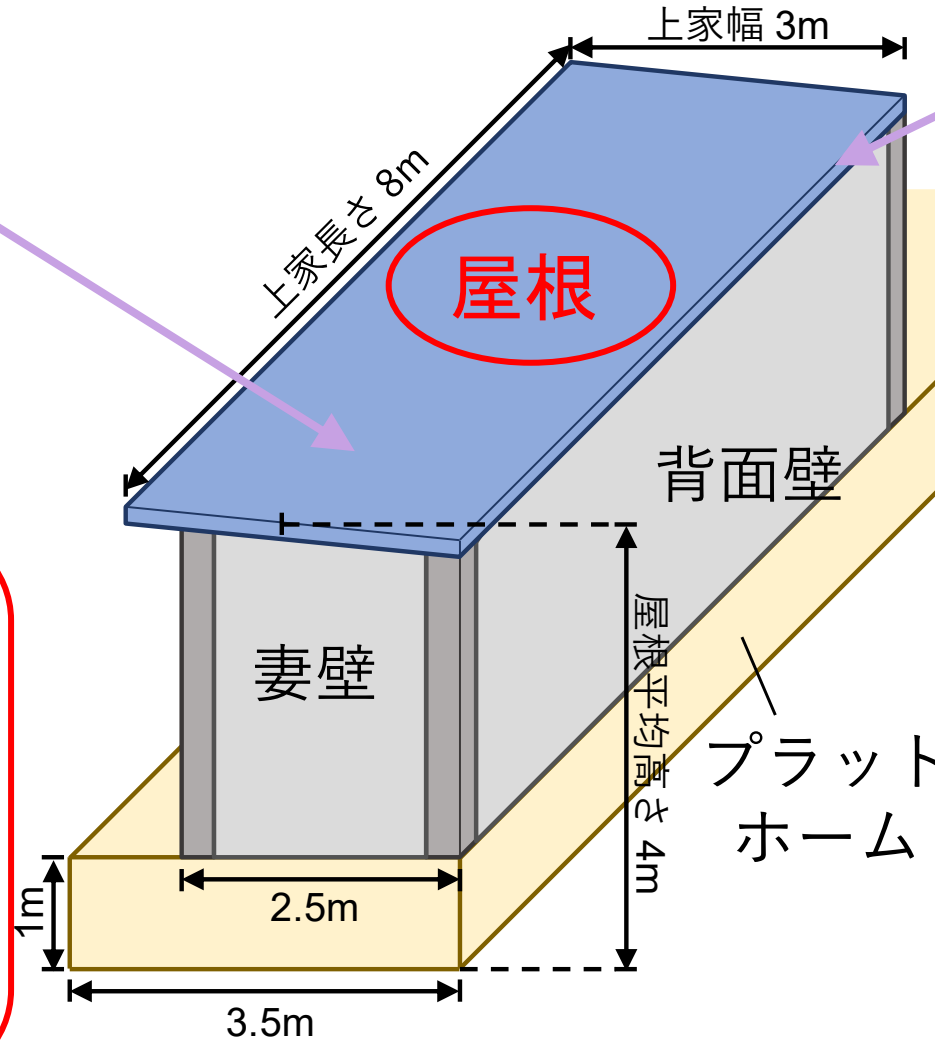


軒の有無

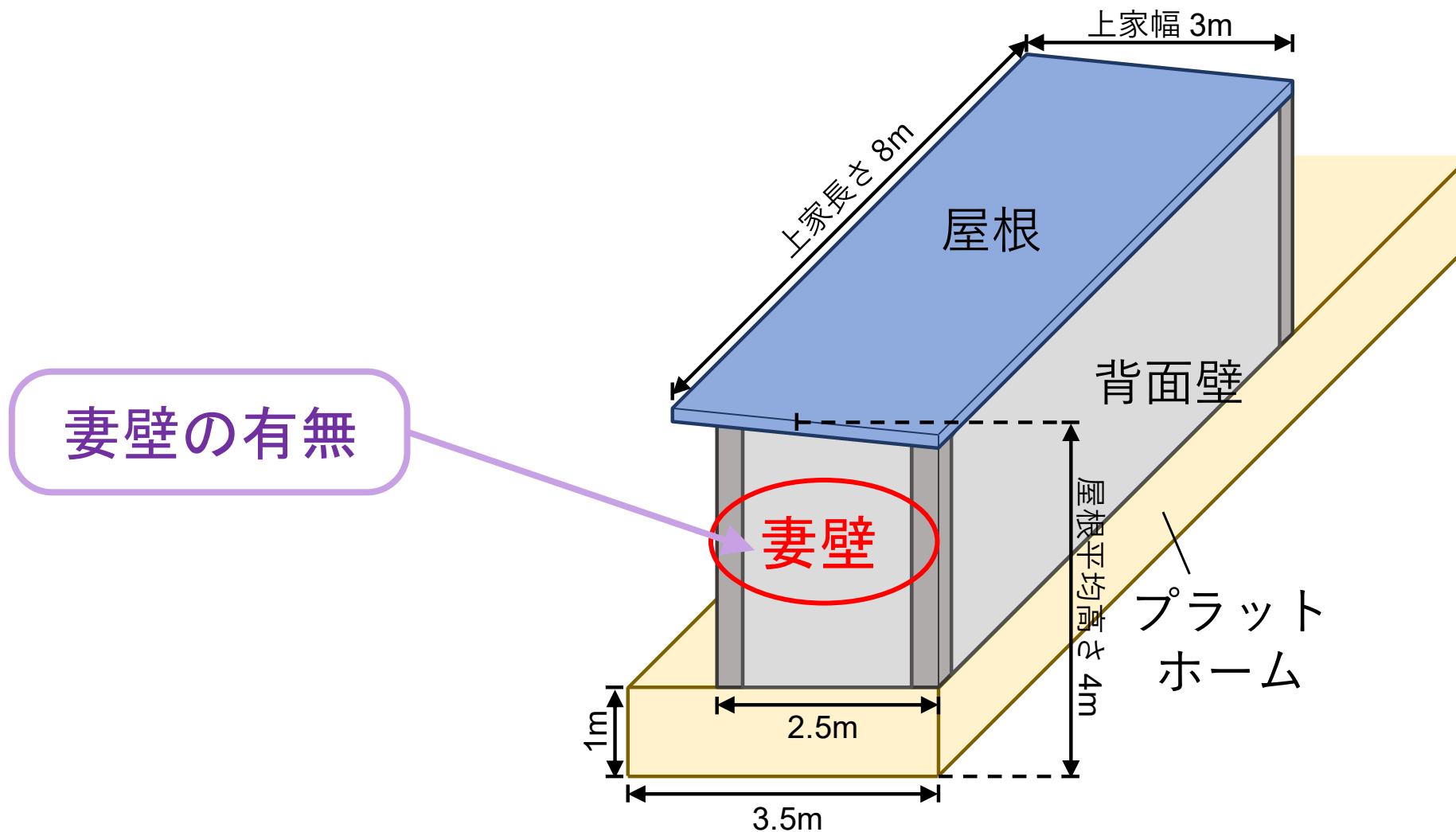


背面壁に開口がある場合に、雨の吹込みを防ぐために検討

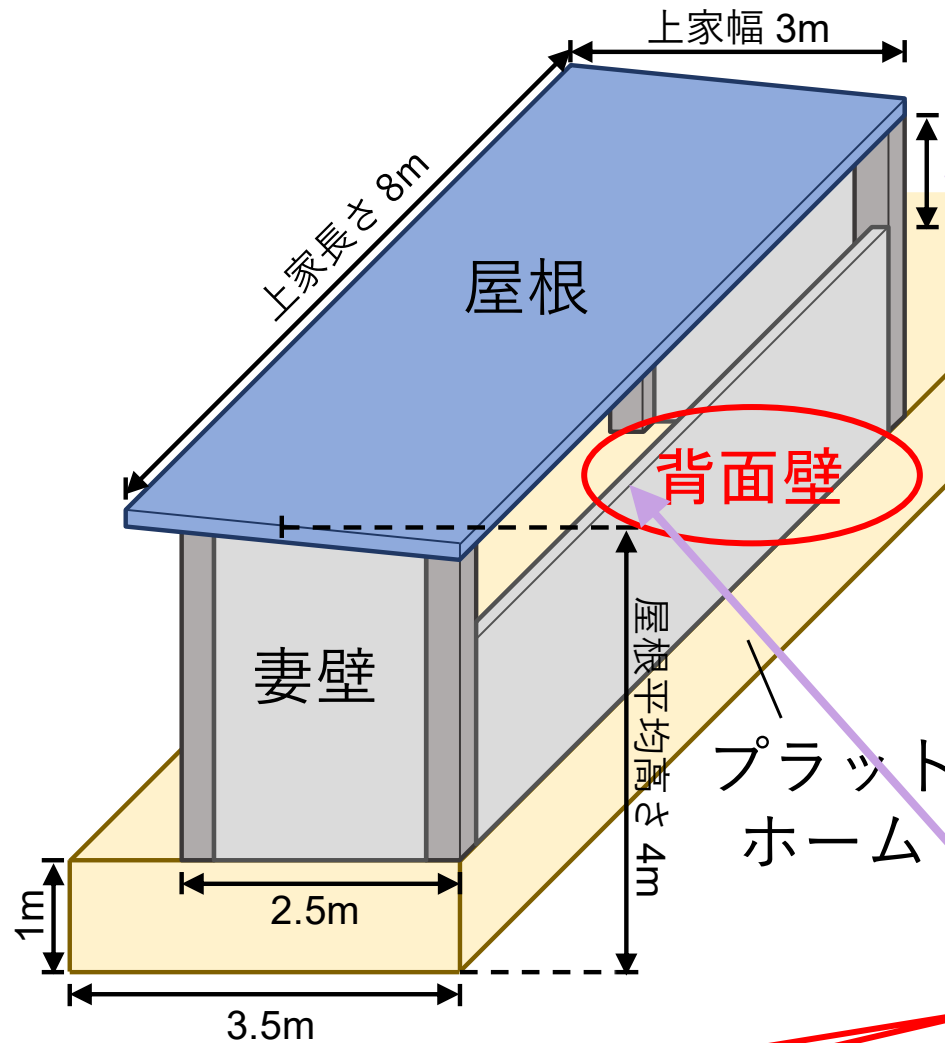
- ・従来型の $1/10$ と、事前検討として実施した流体解析で効果が見込まれた $-3/10$ を選択
- ・より急な勾配でも効果が上がらないことも確認



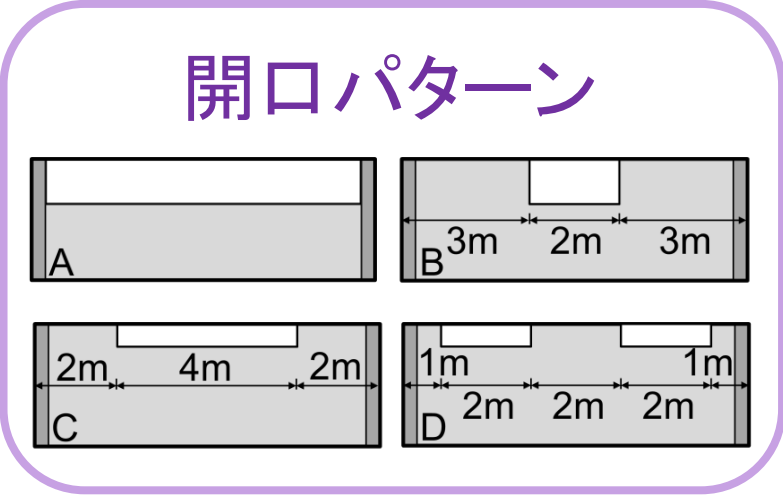
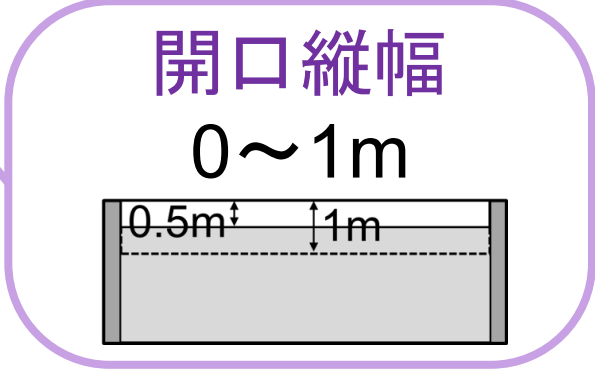
◆対象とするコンパクト型旅客上家



◆対象とするコンパクト型旅客上家



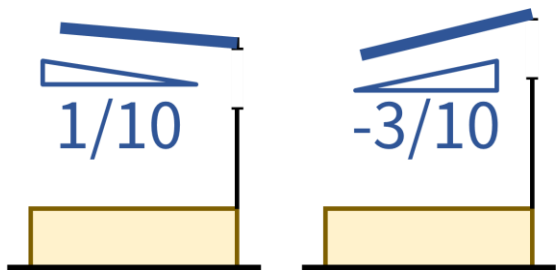
開口面積の検討



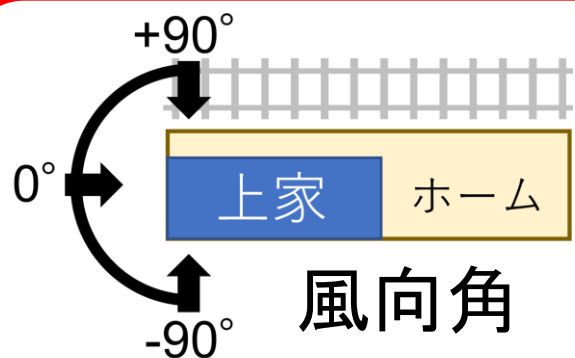
同じ開口面積で開け方を比較

◆対象とするコンパクト型旅客上家

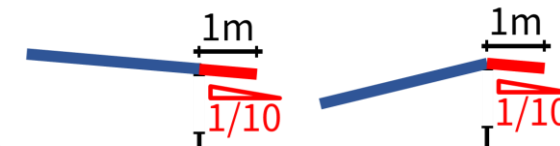
屋根勾配



妻壁の有無

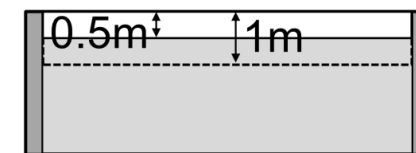


軒の有無

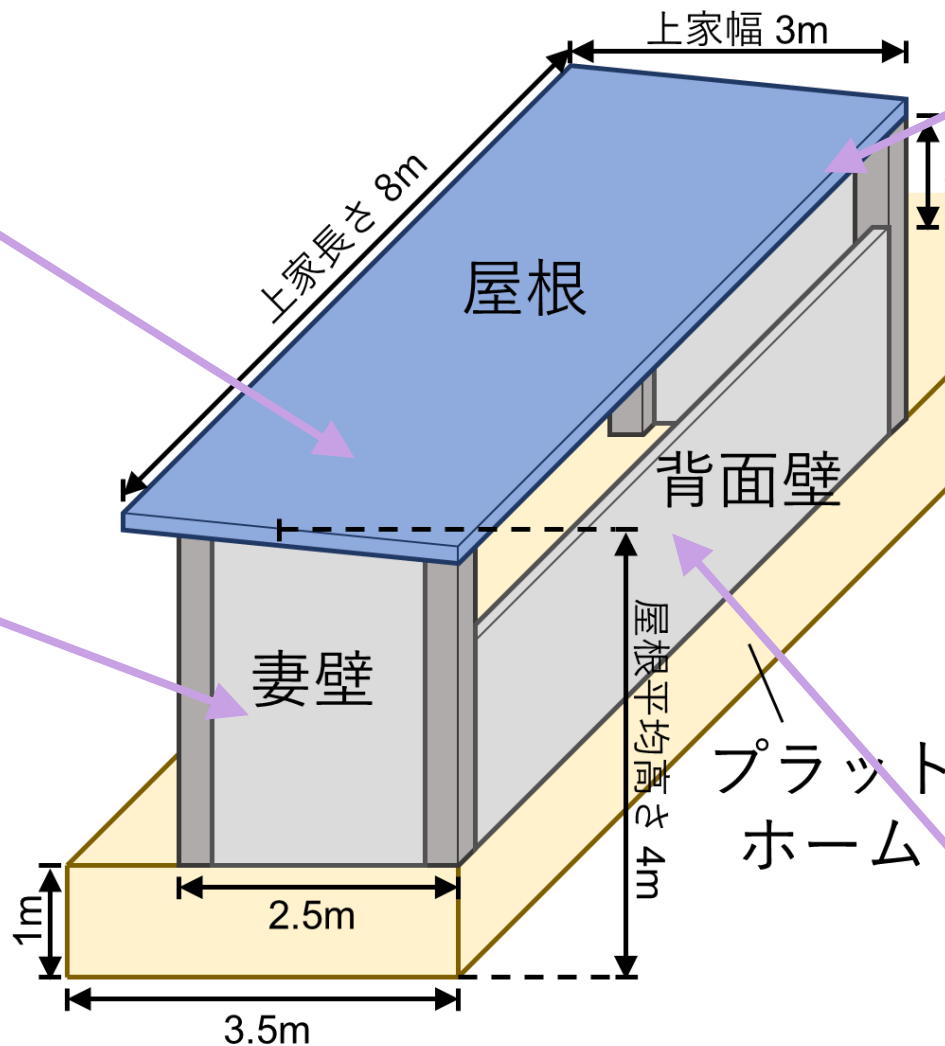
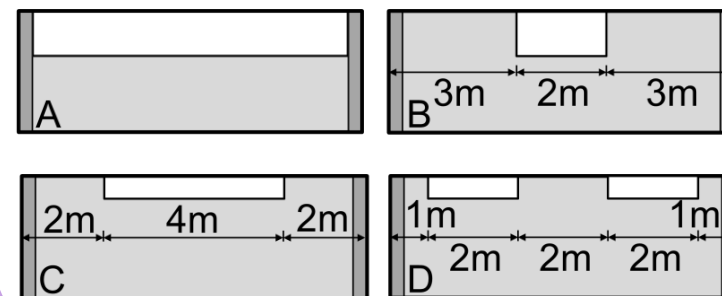


開口縦幅

0~1m



開口パターン

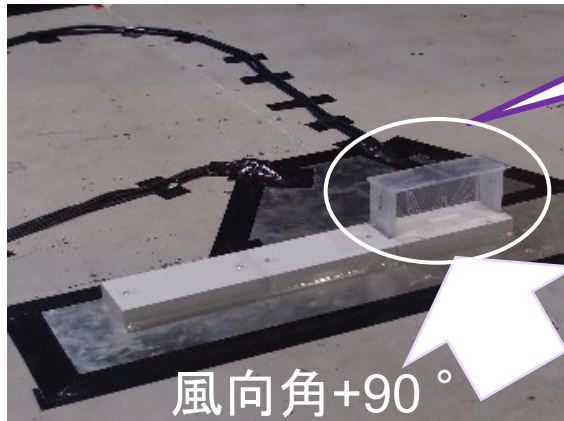
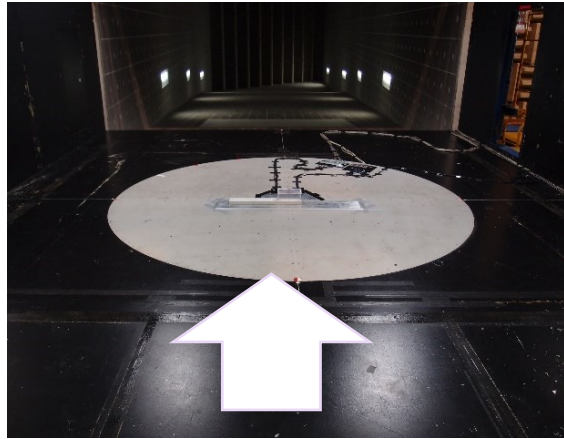


各上家形態に対して15°刻みの風向角で検討

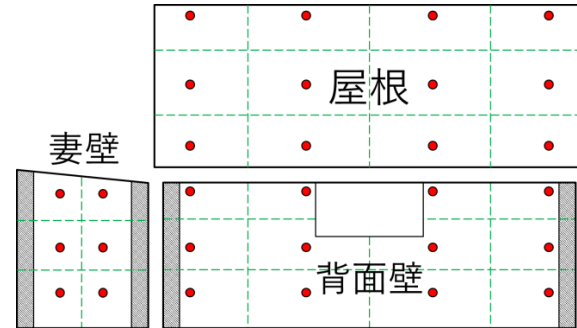
◆風荷重の検討

外力として風圧力を検討後、内力として部材応力を検討

【風圧力】 風洞試験(＋流体解析)



圧力測定孔



各条件で、50秒間(実大スケール約10分相当)、圧力測定孔における風圧力を測定



各部材面の風力係数で比較

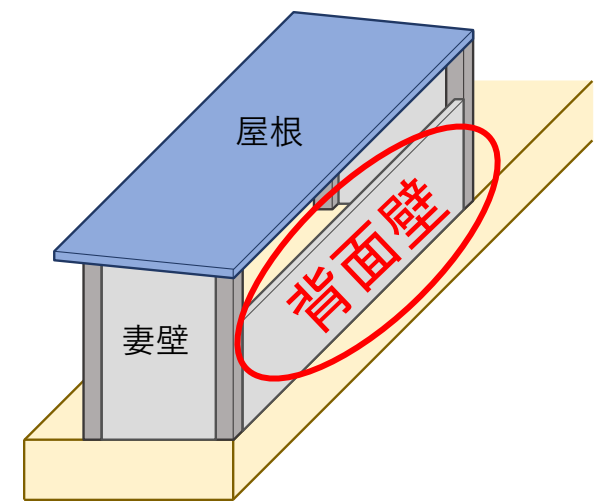
屋根、妻壁、背面壁

時間平均した風圧力を、各測定孔の負担面積で面平均

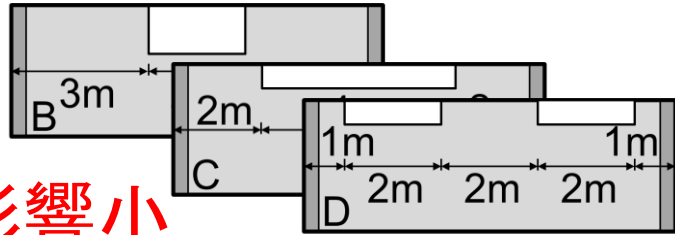
(以降では、全風向角の最大値で説明)

◆風洞試験による風圧力の検討

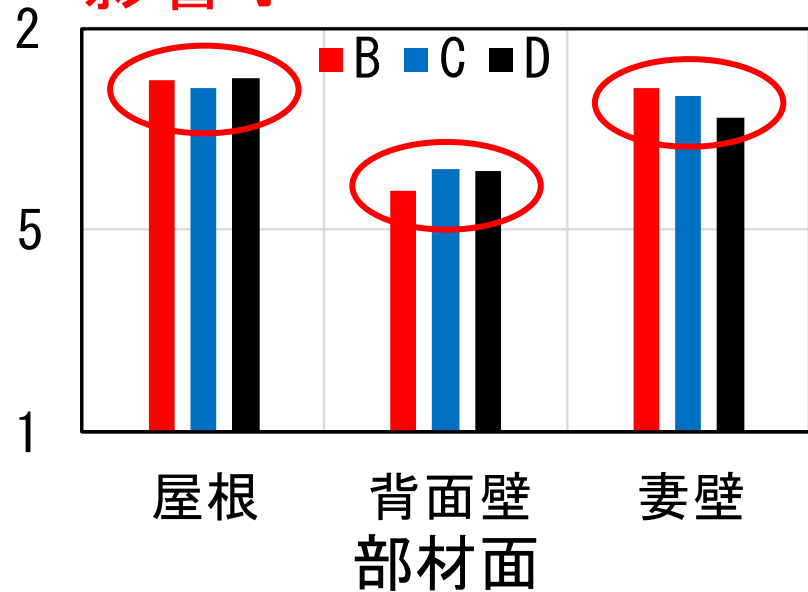
背面壁に関する因子と風力係数の関係



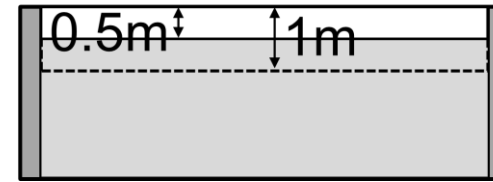
● 開口パターン



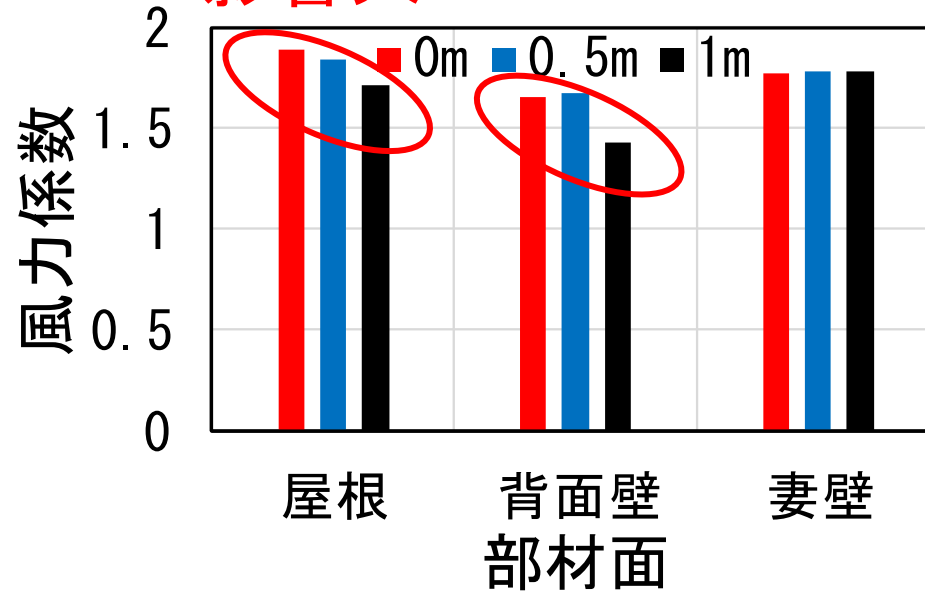
影響小



● 開口縦幅



影響大



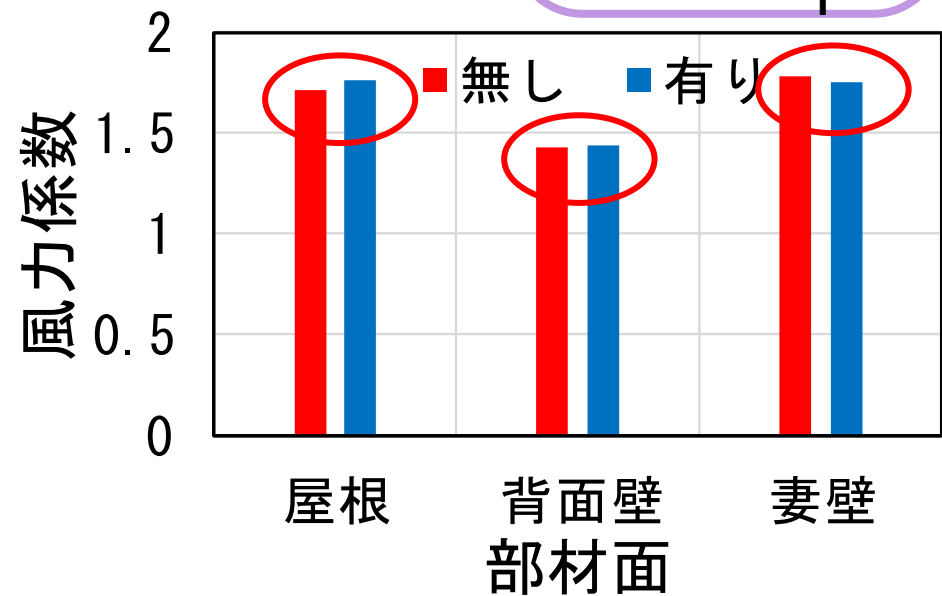
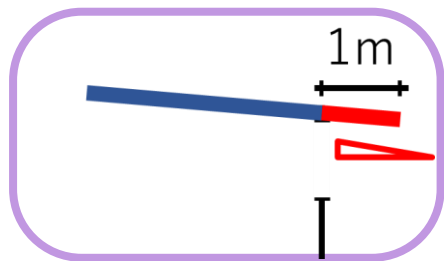
➤ 開口の開け方による風力係数の差は小さい

➤ 開口面積が大きいほど風力係数が小さい

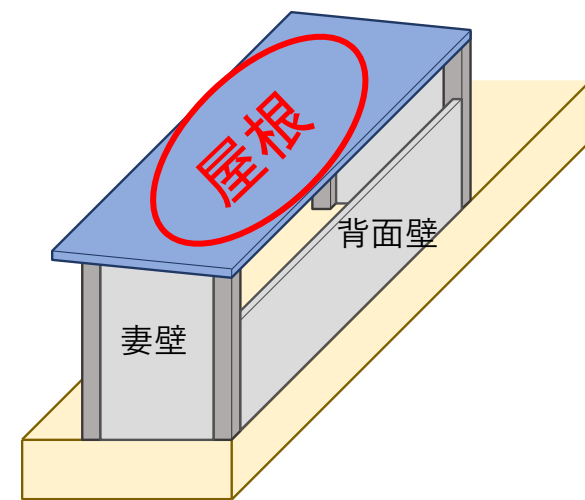
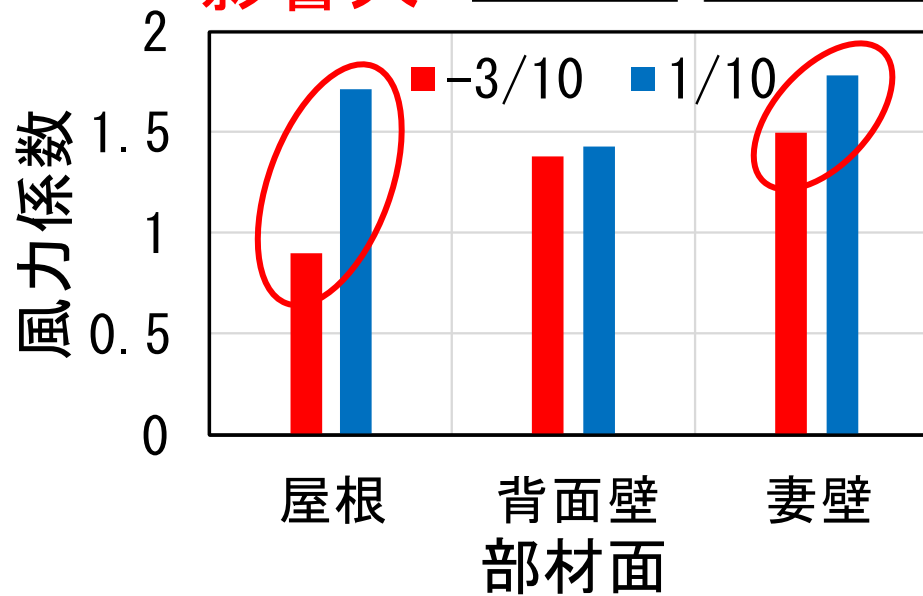
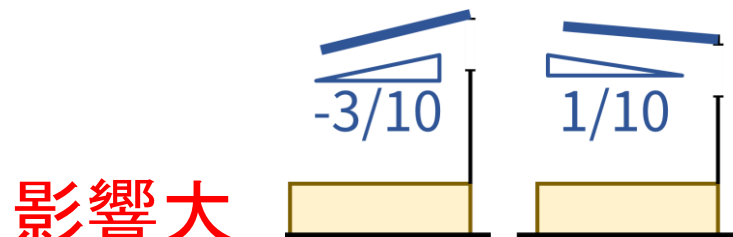
◆風洞試験による風圧力の検討

屋根に関する因子と風力係数の関係

● 軒の有無



● 屋根勾配

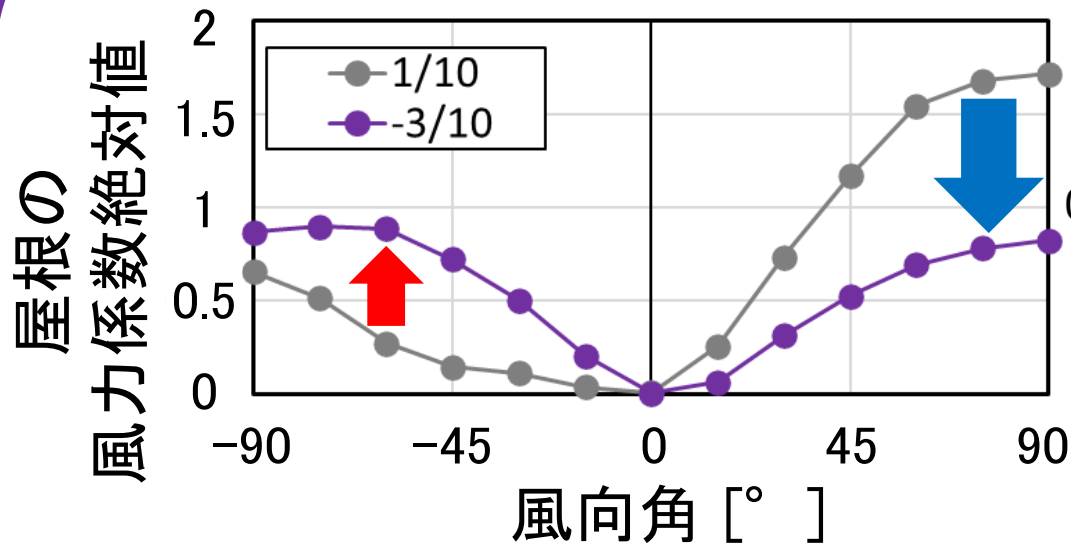


- 軒の有無による風力係数の差は小さい
- 屋根勾配を**負勾配**にすると、風力係数が大きく低減

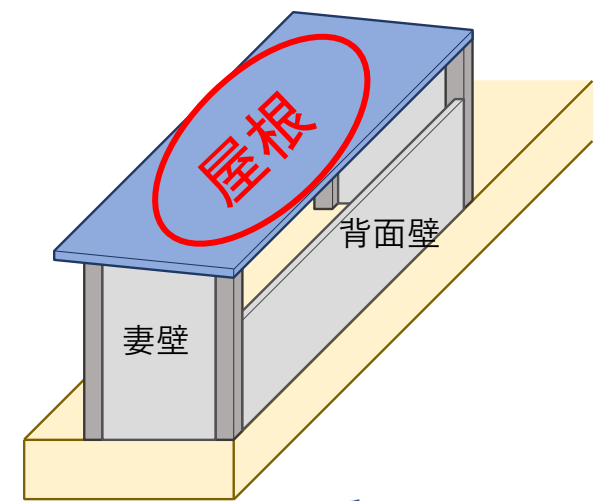
◆風洞試験による風圧力の検討

屋根に関する因子と風力係数の関係

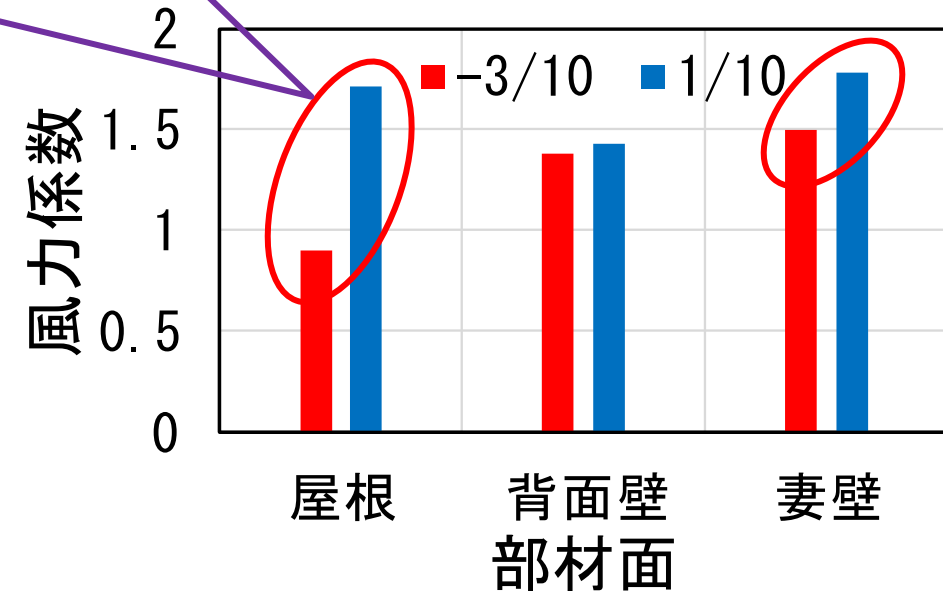
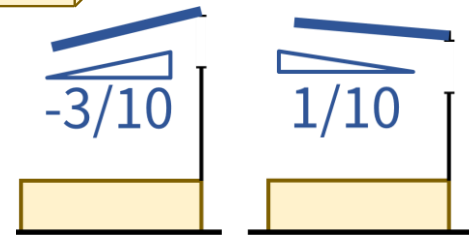
屋根勾配に関して、風向角との関係も確認



- 線路側の風に対して風力係数が大きく低減
- 線路反対側の風に対して風力係数が増加するが、低減と比較して値が小さい



● 屋根勾配

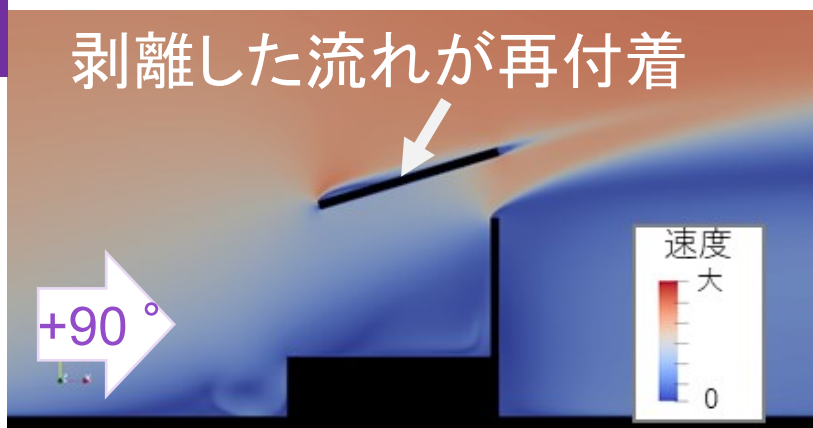


◆風洞試験による風圧力の検討

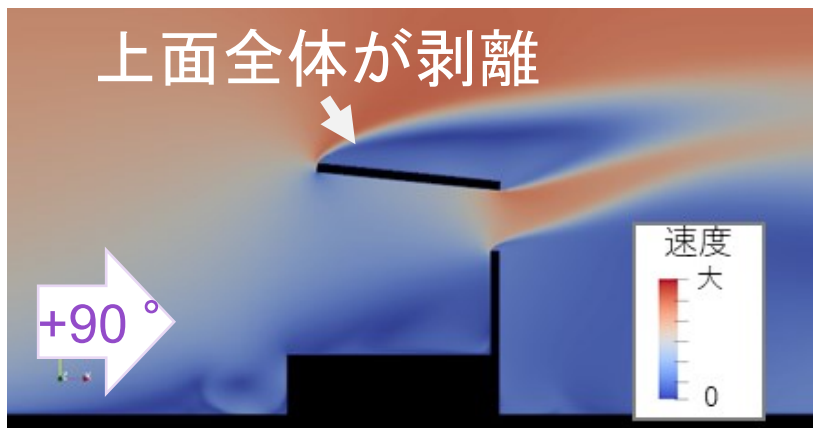
- 定常三次元流体解析によって検討
- 特に大きな違いが見られた屋根勾配について傾向を把握

速度分布

屋根勾配
-3/10

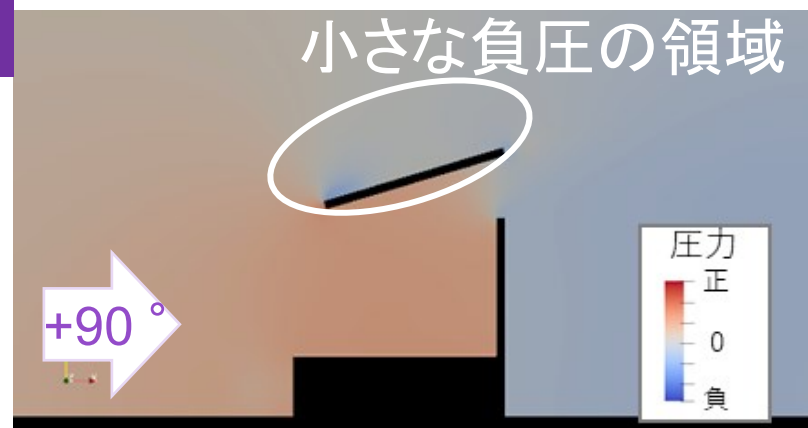


屋根勾配
1/10

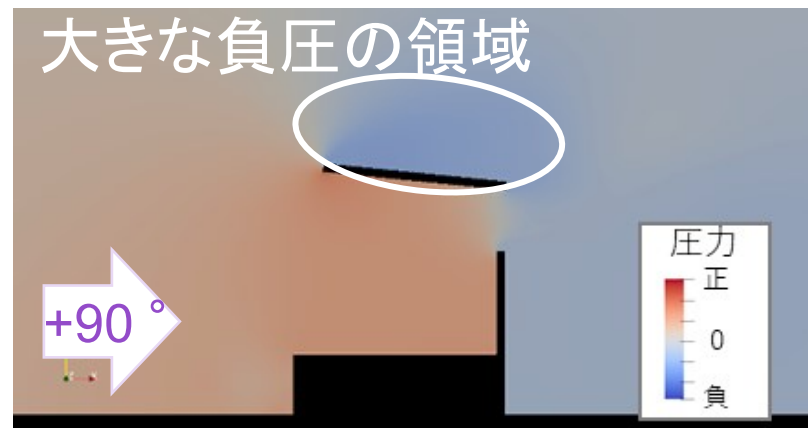


圧力分布

屋根勾配
-3/10



屋根勾配
1/10

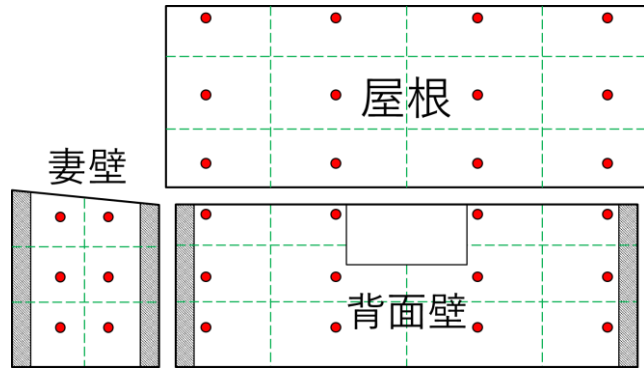


◆風荷重の検討

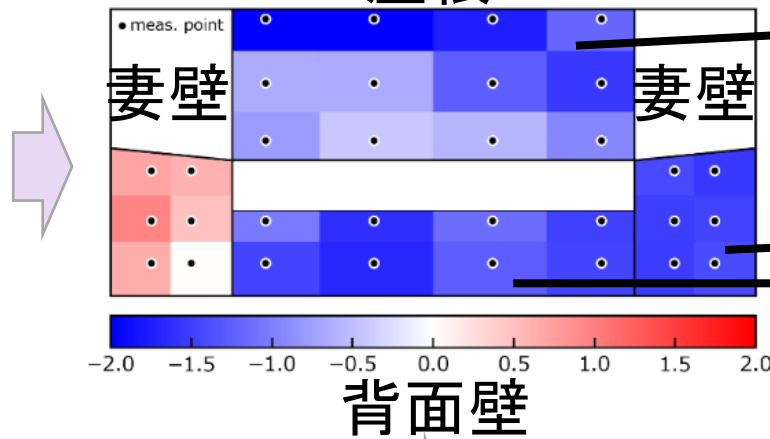
外力として風圧力を検討後、内力として部材応力を検討

【部材応力】 骨組解析

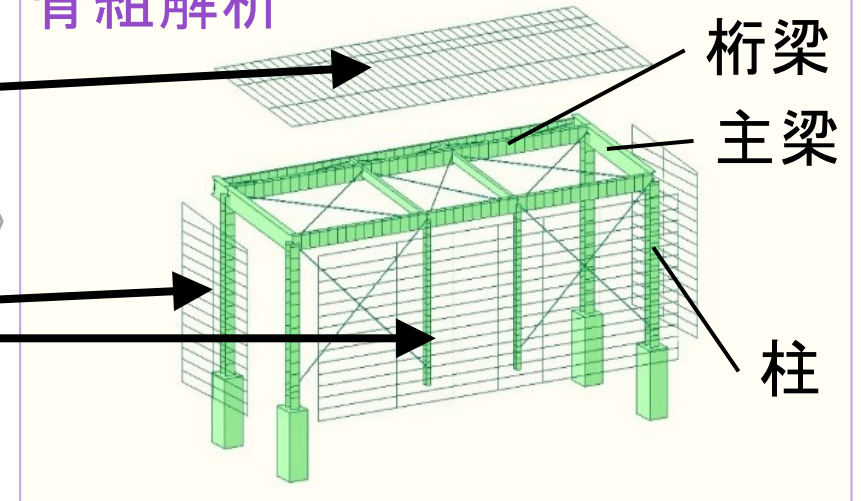
圧力測定孔



風圧力分布



骨組解析

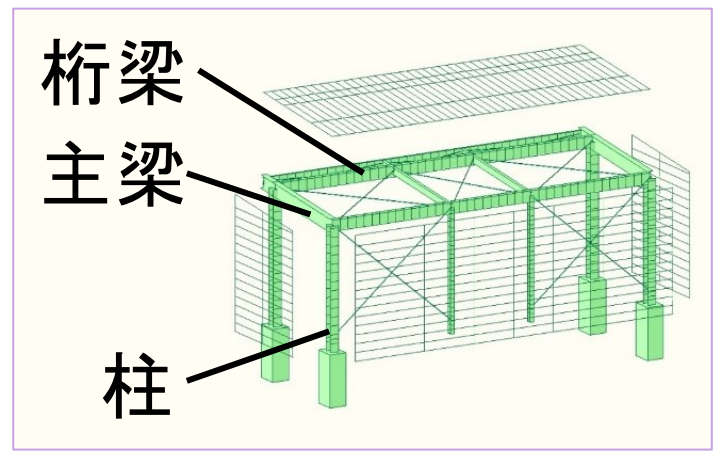


風洞実験で得られた各部材面の風圧力の分布を作用

各構造部材の応力で比較

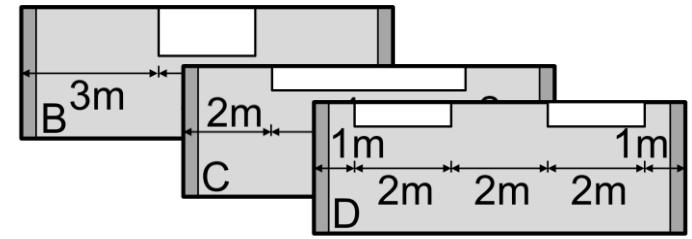
柱、主梁、桁梁

◆骨組解析による部材応力の検討

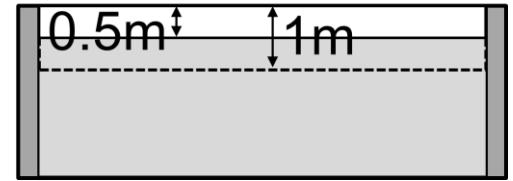


背面壁に関する因子と部材応力の関係

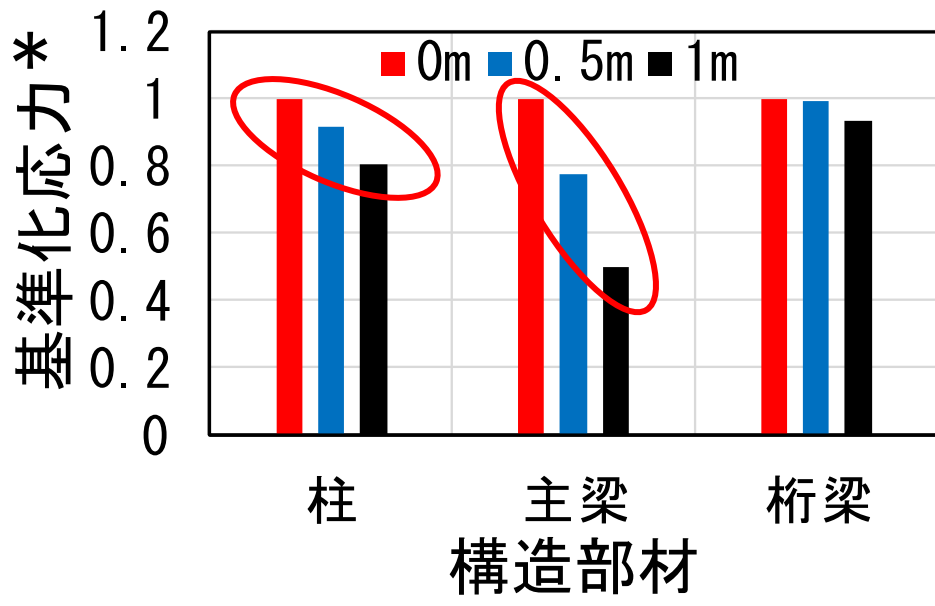
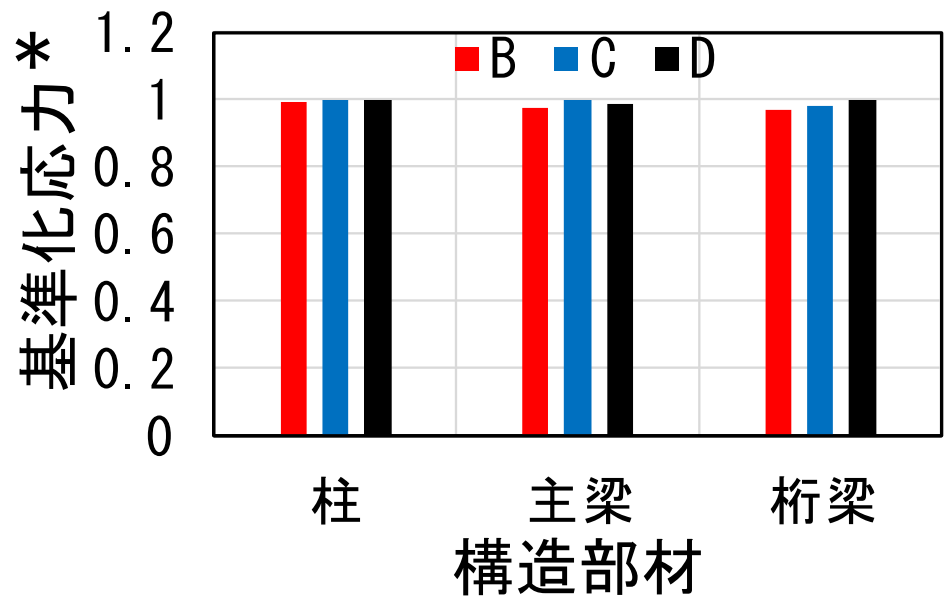
● 開口パターン



● 開口縦幅



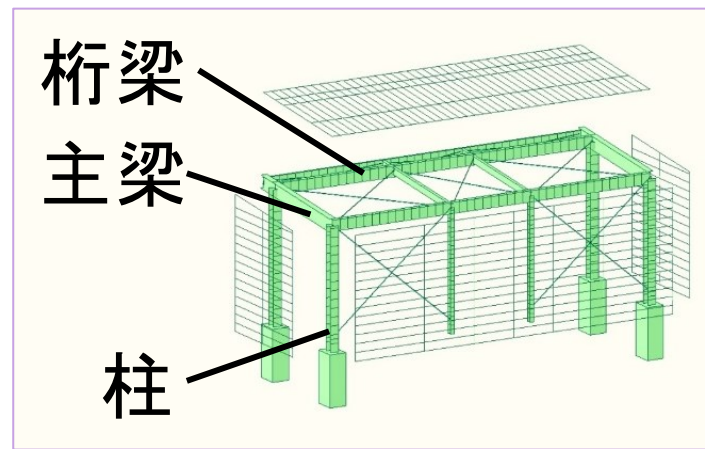
*部材毎に最大値を1に基準化



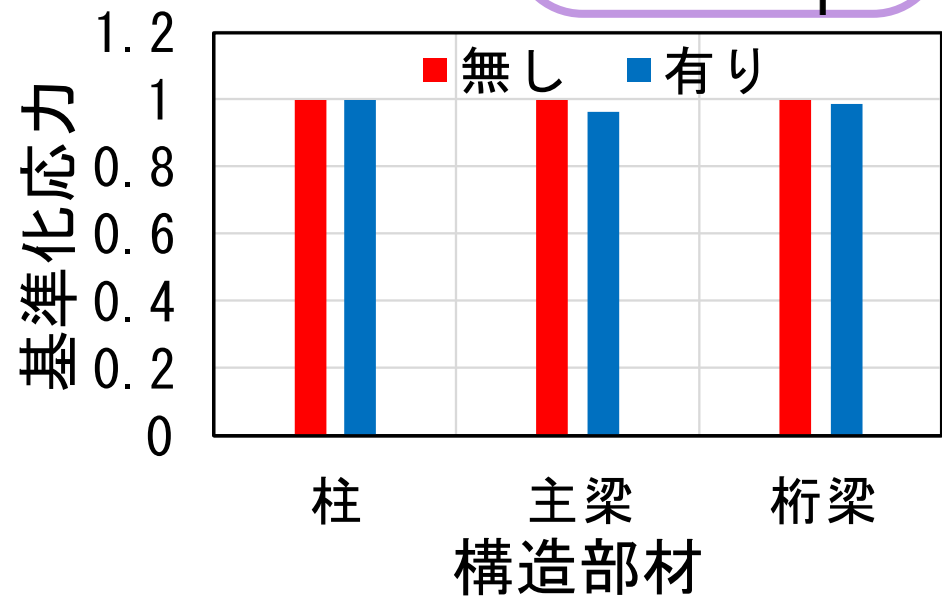
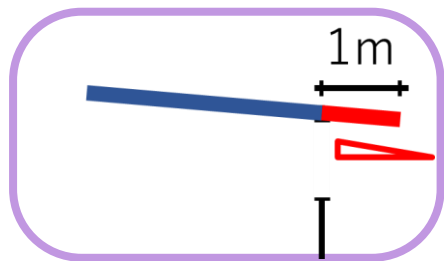
➤ 開口面積が大きいほど、特に主梁で応力が低減される

◆骨組解析による部材応力の検討

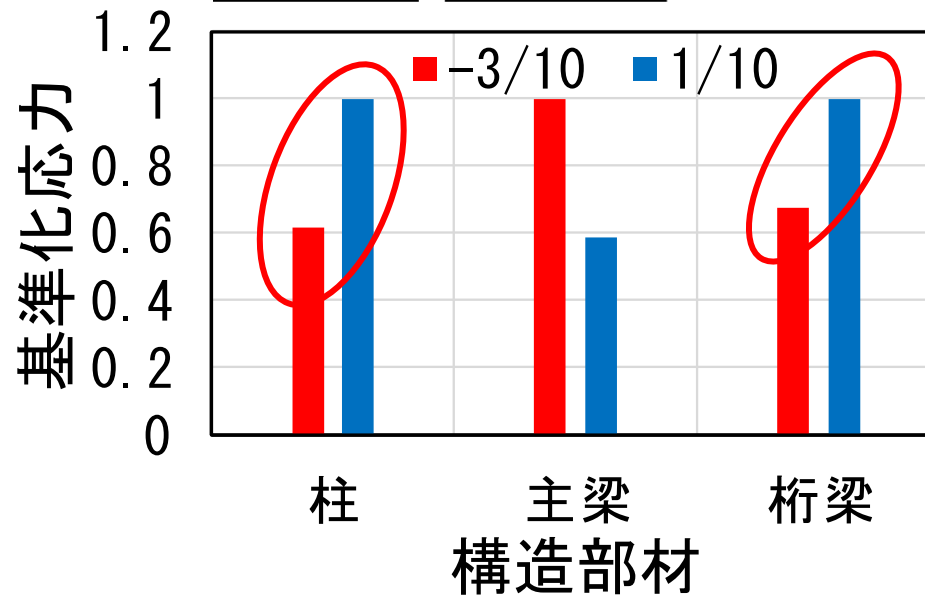
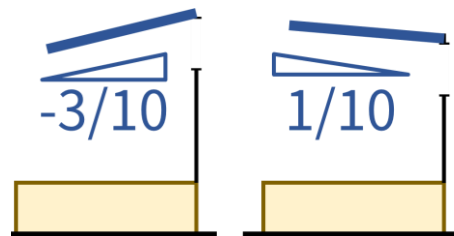
屋根に関する因子と部材応力の関係



● 軒の有無



● 屋根勾配

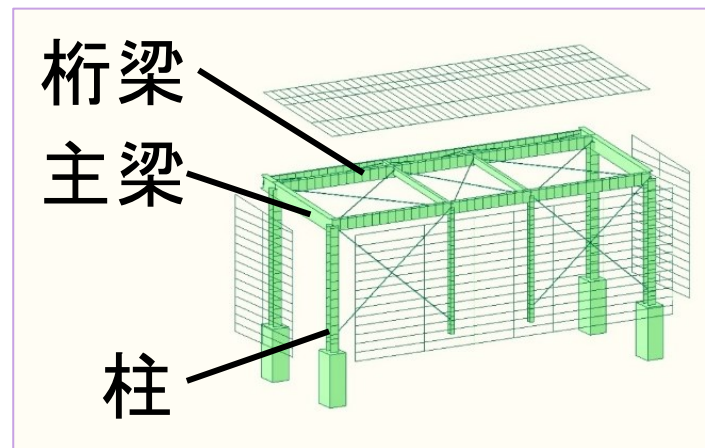


*部材毎に最大値を1に基準化

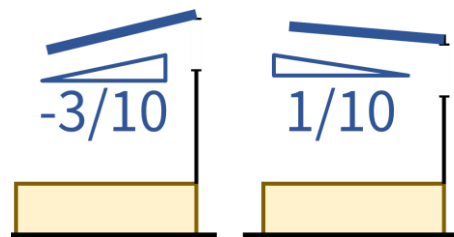
➤ 屋根勾配を負勾配にすると、柱・桁梁の応力が大きく低減

◆骨組解析による部材応力の検討

屋根に関する因子と部材応力の関係



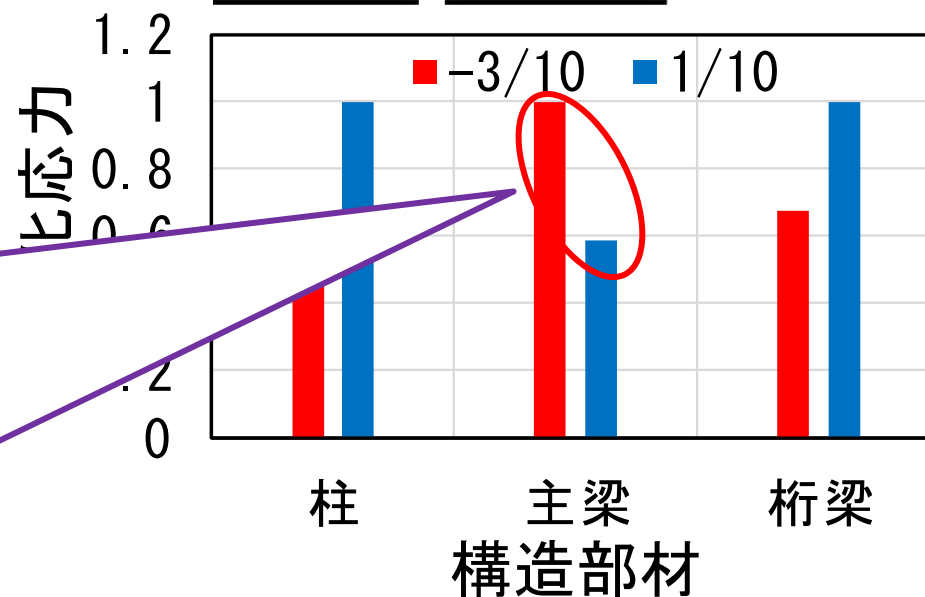
● 屋根勾配



*部材毎に最大値を1に基準化

主梁については、逆に負勾配で応力が増加

- 他の部材と比較して、応力の絶対値が小さい
- 次に示す全部材を考慮した指標により、上家全体で応力が低減することも確認



➤ 屋根勾配を負勾配にすると、柱・桁梁の応力が大きく低減

◆耐風性に優れた上家形態

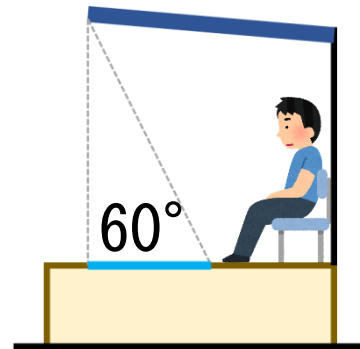
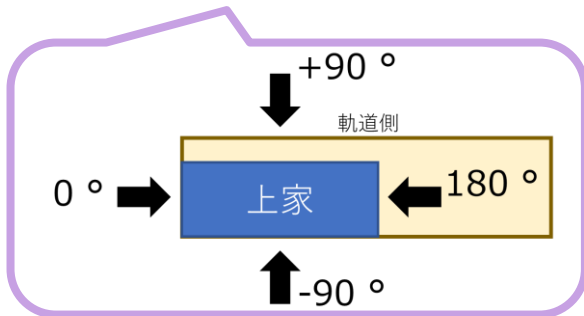
耐風性能(断面力)と防雨性能(雨の掛かりやすさ)の観点から抽出

断面力の大きさの指標

- 最大応力をエネルギーに換算
- 各部材のエネルギーを総和

雨の掛かりやすさの指標

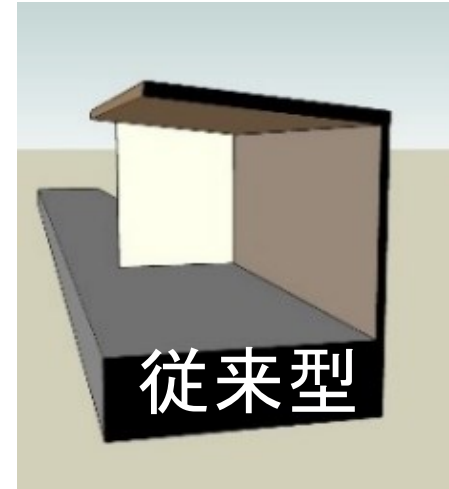
- 俯角 60° の降雨で上家床面が濡れる面積
- 4つの風向角で総和



抽出のポイント

従来型の上家

- 3面に壁がある
- 背面壁に開口無し
- 屋根勾配が正(1/10)



- 従来型を出発点として、各指標を従来型を1に基準化
- 各指標で従来型より性能がよい形態を抽出

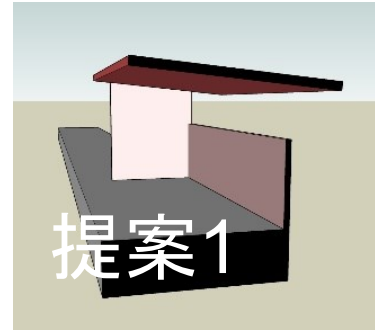
◆耐風性に優れた上家形態

耐風性能(断面力)と防雨性能(雨の掛かりやすさ)の観点から抽出

各指標で従来型よりも性能がよい形態を抽出

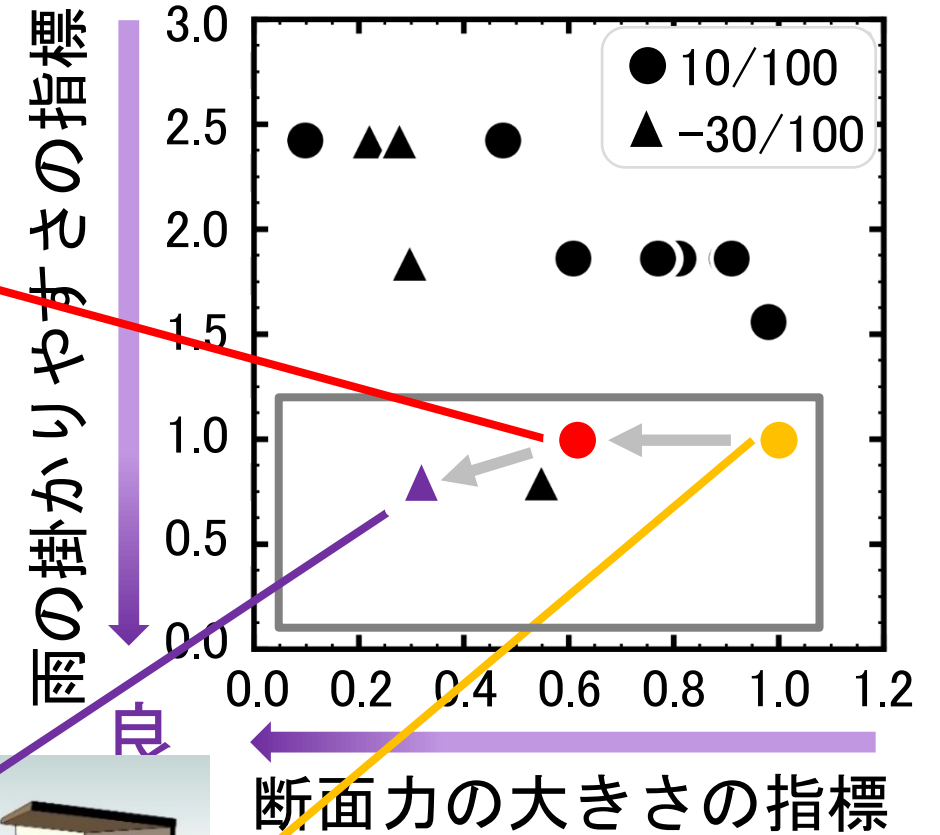
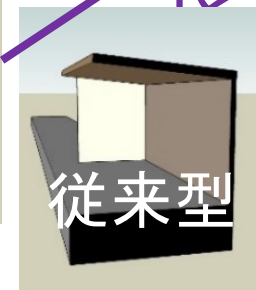
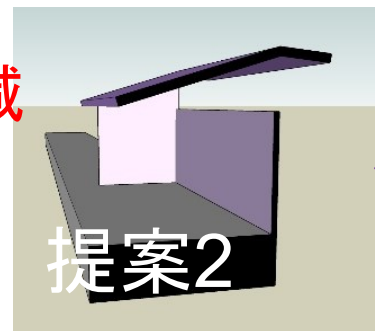
提案1

- 屋根勾配**正** (10/100)
- 従来型よりも**断面力を低減**
- **雨掛かりは従来型同等**



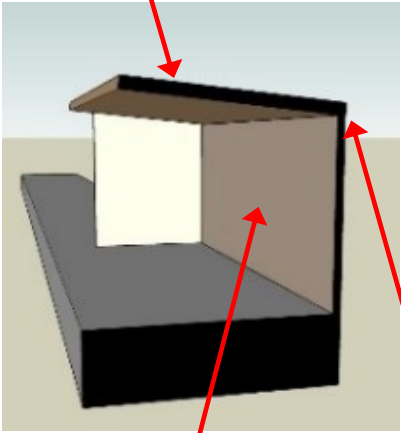
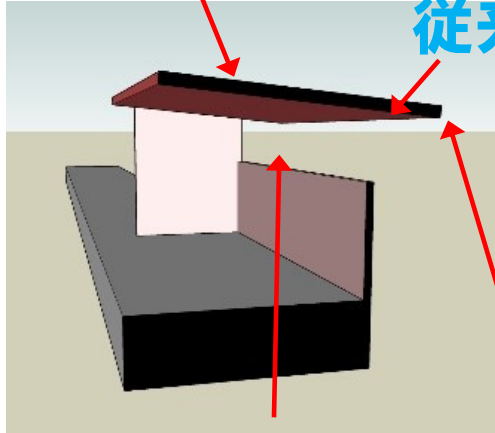
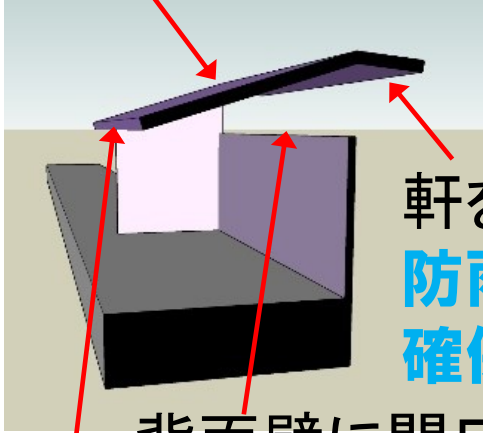
提案2

- 屋根勾配**負** (-30/100)
- 従来型よりも**断面力を大きく低減**
- **雨掛かりは従来型より少し改善**



◆耐風性に優れた上家形態

耐風性能(断面力)と防雨性能(雨の掛かりやすさ)の観点から抽出

	従来(出発点)	提案1	提案2
形態	<p>屋根は正勾配</p>  <p>背面壁に開口なし</p> <p>樋が背面に設置される</p>	<p>屋根は正勾配</p>  <p>軒を設け 防雨性能は 従来同等</p> <p>背面壁に開口を開け 部材応力を低減</p> <p>樋が背面に設置される</p>	<p>屋根は負勾配とし 部材応力を大きく低減</p>  <p>軒を設け 防雨性能を 確保</p> <p>背面壁に開口を開け 部材応力を低減</p> <p>樋が線路側に設置される (漏水時に対応できる必要有)</p>

◆耐風性に優れた上家形態

抽出した上家形態の試設計

想定地域：鹿児島県指宿市（基準風速が極めて大きい地域）

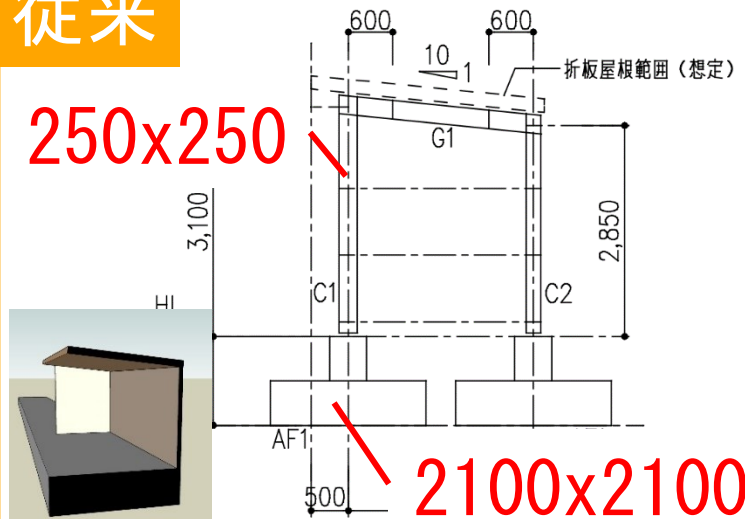
➡ 標準的な設計として他の地域への転用も視野

想定荷重：長期荷重、風荷重、積雪荷重、地震荷重 ➡ 風荷重が設計では支配的

↪ 風洞実験結果から代表風向角を選択、分布として作用

従来

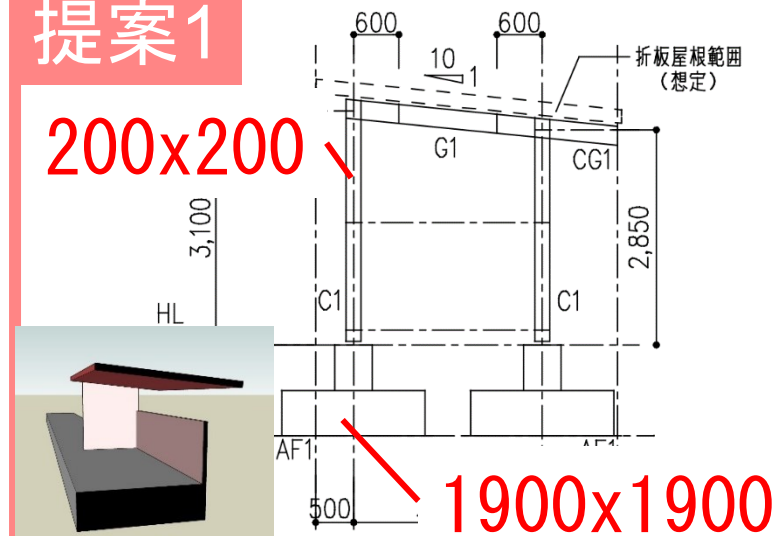
250x250



2100x2100

提案1

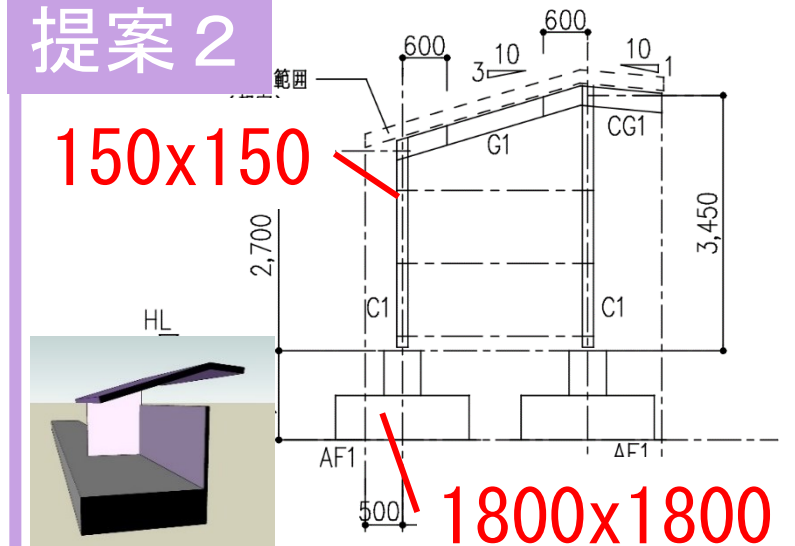
200x200



1900x1900

提案2

150x150



1800x1800

単位：mm

部材断面寸法を最大40%低減



◆まとめ

1

小型地平上家の形態と風荷重の関係を明らかにした。



影響大: 屋根勾配、背面壁の開口

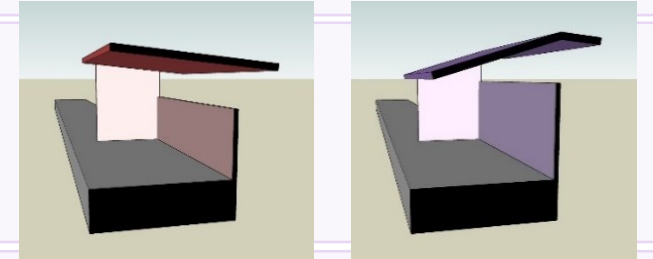
影響小: 妻壁・軒の有無、開口の開け方

2

雨を防ぎつつ耐風性の高い上家の形態を抽出した。



状況に応じた2タイプを提案



3

提案の形態で断面寸法を従来比最大40%軽減可能であることを確認した。



試設計により確認し、**構造図・設計計算書**を作成

◆成果の活用

風の強い地域でのコンパクト型旅客上家の設計検討時に、
耐風性が高く、経済的な形態として活用

参考文献

- ◆ 石川大輔, 清水克将, 鈴木実, 野口雄平: 小型地平ホーム上家の風圧力及び部材応答に対する壁面の開口の影響, 鉄道総研報告, Vol.37, No.6, pp.23-29, 2023
- ◆ 石川大輔, 山本昌和, 土井一郎: 駅ホームの上家の耐風性能を高める, RRR, Vol.80, No.3, pp.32-37, 2023