農業用温室設置コスト低減推進事業報告書

（平成２８年度補正予算国庫補助事業）

（第二分冊）

温室設計指針検討専門委員会

平成３０年３月

一般社団法人日本施設園芸協会

目　次

Ⅰ．総論

１．温室設置コスト低減推進事業の目的　・・・・・・・・・・・・・・・・・　(1)

２．温室設置コスト低減推進事業の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・　(1)

３．温室設置コスト低減推進事業の実施体制
３．１　運営企画委員会の構成と開催　・・・・・・・・・・・・・・・・・　(1)
３．２　低コストモデル検討専門委員会の構成と開催　・・・・・・・・　(3)
３．３　温室設計指針検討専門委員会の構成と開催　・・・・・・・・・　(7)

Ⅱ．温室設計指針検討専門委員会報告

１．概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　1

２．現行の園芸用施設安全構造基準の解説
２．１　園芸ハウスの強度の考え方　・・・・・・・・・・・・・・・・・・　3
２．２　園芸用施設安全構造基準の解説　・・・・・・・・・・・・・・・・　5

３．新たな温室設計指針の基本項目策定の検討方向　・・・・・・・・・・　17

４．風洞試験　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　21

５．融雪試験　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　77

６．融雪調査　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　105

７．オランダ温室規格（別途）
７．１　欧州規格　温室：設計と建設－第一部：商業的生産温室
７．２　園芸用施設安全構造基準との比較

Ⅰ　総論

1. 温室設置コスト低減推進事業の目的

国は、「総合的な TPP 関連政策大綱」（平成 27 年 11 月 25 日 TPP 対策本決定定）に即し、農林水産物の輸出を拡大し、需要フロンティアの開拓を図ることにより､攻めの農林水産業を推進することが必要になっている。

このため、平成 28 年度補正予算で品目別輸出促進緊急対策事業を実施することとなり、その中で農産物輸出コスト低減対策特別支援事業を実施し、低コスト防除技術、低コスト資材の利用技術の実証に取り組むこととした。その一環として、野菜等の輸出の拡大と国際競争力の強化に向けて、高度に環境を制御し、高い生産性を実現できる温室の設置コストの低減を図ることを目的とし本事業を実施する。

２．温室設置コスト低減推進事業の概要

野菜等の輸出拡大と国際競争力の強化に向けて、高度に環境を制御し、高い生産性を実現できる温室の設置コストを低減するため、次に掲げる取組を実施する。

（１）温室の低コストモデルの検証・改良

野菜等の輸出拡大に資する高生産性温室の低コストモデルを確立するため、専門委員を参集し、温室の設計について詳細検討を行う。また、輸出を目指す施設園芸産地又は生産者と連携し、低コストモデルの実証・改良のための現地調査、実証・改良に必要な資機材の導入及び、導入効果に係る調査・分析等を実施する。

（２）温室の設計指針の策定に必要なデータの整備

高生産性温室の低コスト化及び生産者の適切な選択を促す観点から、生産者の参画を得て、温室の構造計算の方法等を例示した指針（以下、「設計指針」という。）の基本的な項目の策定に向けた検討を行う。また、設計指針の策定に必要な根拠データを整備するための試験を実施する。

３．温室設置コスト低減推進事業の実施体制

３．１　運営企画委員会の構成と開催

３．１．１　構成

本事業の内容である、温室の低コストモデルの検証・改良と温室の設計指針の内容は密接に関連するため、全体の事業計画の検討、調整を行うためにこの運営企画委員会を設置した。構成は次の通り。

職名	区分	氏　名	所　　属・役　　職
委員長	学識経験者	高市　益行	（国研）農研機構　野菜花き研究部門　企画管理部長
委員	学識経験者	丸尾　達	千葉大学大学院園芸学研究科 教授
		田中　礼治	東北工業大学 名誉教授
	農業者等	大山　寛	全国野菜園芸技術研究会 会長
		向後　武彦	農事組合法人 和郷園 副代表理事
		渋谷　忠宏	全国野菜園芸技術研究会 副会長
	メーカー等	鈴木　秀典	株式会社大仙 会長
		大出　祐造	株式会社誠和。代表取締役
		中澤　秀樹	全国農業協同組合連合会 生産資材部 園芸資材課長

３．１．２　開催

第１回　　開催日：平成 28 年 11 月 10 日（木）
場所：東京八重洲ホール
出席者：委員 9 名中 8 名出席（大山委員欠席）
検討事項：①平成 28 年度補正予算：農業用温室設置コスト低減推進事業について
②本事業の実施内容について
③高生産性低コストモデルの検討の進め方について
④新技術についてのアンケート調査について

第２回　　開催日：平成 29 年 3 月 24 日（金）
場所：東京八重洲ホール

出席者：委員９名中８名出席（鈴木委員欠席）
検討事項：①農業用温室設置コスト低減推進事業の本年度の
実績について
②同事業の来年度の進め方について

第３回　開催日：平成３０年３月５日（月）
場所：東京八重洲ホール
出席者：委員９名中８名（丸尾委員欠席）
検討事項：農業用温室設置コスト低減推進事業報告書の
とりまとめについて

３．２　低コストモデル検討専門委員会の構成と開催

３．２．１　構成

（1）委員名簿

職名	区分	氏名	所属・役職
委員長	学識経験者	丸尾　達	千葉大学大学院園芸学研究科教授
委員	学識経験者	中野　明正（H30 年 10 月まで）	農研機構 野菜花き研究部門生産環境ユニット長
		林　真紀夫	東海大学名誉教授
		糠谷　明	静岡大学名誉教授
		星　岳彦	近畿大学生物理工学部教授
	農業者等	大山　寛	全国野菜生産技術研究会会長
		小林　秀男	JA 佐野いちご部会長
		新美　康弘	株式会社にいみ農園代表取締役
		鈴木　和雄	静岡県温室農業協同組合代表理事・組合長
		西郡　義博	八代地域農業協同組合 営農部 営農企画課主任
		林　俊秀	農業生産法人株式会社 Tedy 代表取締役
		吉田　稔 H29 年 4 月～	JA 玉名前ミニトマト部会長

	メーカー等	阿部　茂喜	渡辺パイプ株式会社 グリーン事業部商品開発部部長
		津川　修一	株式会社 大仙取締役関西支社長
		久米　寛二	イノチオアグリ株式会社専務取締役
		大西　亮造	サンキン B&G 株式会社資材管理部長執行役員
		斉藤　章	株式会社誠和。営業部ソリューション事業室室長
		番 三千郎	ネポン株式会社 営業本部営業推進部次長

（２）作物別担当委員

作目	委員区分	委員名	所属･役職
トマト	生産者	西郡義博	八代地域農業協同組合営農部営農企画課主任
	生産者	大山　寛	全国野菜園芸技術研究会会長
	学識経験者	丸尾　達	千葉大学大学院園芸学科教授
	メーカー等	久米寛二	イノチオアグリ株式会社専務取締役
	メーカー等	番三千郎	ネポン株式会社営業本部営業推進部次長
イチゴ	生産者	小林秀雄	JA 佐野いちご部会長
	学識経験者	中野明正	（国研）農研機構野菜花き研究部門生産環境ユニット長
	メーカー等	斉藤　章	株式会社誠和。営業部ソリューション事業室室長
ミニトマト	生産者	西郡義博	八代地域農業協同組合営農部営農企画課主任
	生産者	新美康弘	株式会社にいみ農園代表取締役
	学識経験者	林真紀夫	東海大学名誉教授
	メーカー等	阿部茂喜	渡辺パイプ株式会社グリーン事業部商品開発部部長
メロン	生産者	鈴木和雄	静岡県温室園芸農業協同組合代表理事・組合長
	学識経験者	糠谷　明	静岡大学名誉教授
	メーカー等	津川修一	株式会社大仙 取締役関西支社長
パプリカ	生産者	林　俊秀	農業生産法人株式会社 Tedy 代表取締役
	学識経験者	星　岳彦	近畿大学生物理工学部教授
	メーカー等	大西亮造	サンキン B&G 株式会社 資材管理部長執行役員

３．２．１　開催

第１回　開催日：平成 28 年 11 月 30 日（水）
場所：東京八重洲ホール
出席者：委員 17 名中 16 名出席（阿部委員欠席）
検討事項：①平成 28 年度補正予算：農業用温室設置コスト低減推進事業について
②本事業全体の実施内容について
③第１回運営企画委員会の決定事項について
④本委員会に係る事業実施内容

第２回　開催日：平成 29 年 1 月 19 日（木）
場所：農林水産省 農林水産政策研究所
出席者：委員 17 名中 16 名出席（大山委員欠席）
検討事項：①現地調査結果について
②ハウスの設置コストの低減に結びつく新技術等に関するアンケート調査結果について
③標準となる高生産性低コストハウスの仕様の検討
④作物別高生産性低コストハウスの検討方向について
⑤今後の検討の進め方について

第３回　開催日：平成 29 年 1 月 31 日（火）
場所：東京八重洲ホール
出席者：委員 17 名中 16 名出席（中野委員欠席）
検討事項：①ハウスの設置コストの低減に結びつく新技術等に関するアンケート（技術選定のとりまとめ、３名以上が選定）
②標準となる高生産性低コストハウスの仕様の検討

第４回　開催日：平成 29 年 3 月 9 日（木）
場所：東京八重洲ホール
出席者：委員 17 名中 15 名出席（林委員、阿部委員欠席）

検討事項：①標準となる高生産性低コストハウス仕様の検討
②本年度事業のとりまとめ及び来年度事業の進め方について

第５回　開催日：平成 29 年 9 月 5 日（火）
場所：東京八重洲ホール
出席者：委員 17 名中 18 名出席
検討事項：①標準となる高生産性低コストハウスの検討経緯のとりまとめの方向について
②作物別・地域別高生産性低コストハウスの検討について
③輸出目標設定に向けての基本的な考え方について

（作物別・地域別高生産性低コストハウスの検討）
トマト検討小委員会　第 1 回　平成 29 年 11 月 15 日（水）
第 2 回　平成 30 年 1 月 12 日（金）

ミニトマト検討小委員会第 1 回　平成 29 年 10 月 18 日（水）
第 2 回　平成 29 年 12 月 21 日（水）

イチゴ検討小委員会　第 1 回　平成 29 年 10 月 27 日（金）
第 2 回　平成 30 年 1 月 15 日（月）

メロン検討小委員会　第 1 回　平成 29 年 10 月 10 日（火）
第 2 回　平成 29 年 12 月 12 日（火）

パプリカ検討小委員会　第 1 回　平成 29 年 10 月 20 日（金）
第 2 回　平成 29 年 12 月 22 日（金）

第６回　開催日：平成 30 年 2 月 20 日（火）
場所：農林水産省 農林水産政策研究所
出席者：委員 17 名中〇〇名出席
検討事項：①作物別・地域別高生産性低コストハウスの検討結果について
②報告書のとりまとめについて

３．３　温室設計指針検討専門委員会の構成と開催

３．３．１　構成

（1）委員名簿：

職名	区分	氏名	所属・役職
委員長	学識経験者	田中　礼治	東北工業大学　名誉教授
委員	学識経験者	石井　雅久	農研機構本部企画調整部　上級研究員
		小川　秀雄	元神奈川大学
		佐瀬　勘紀	日本大学生物資源科学部生産環境工学科教授
		古野　伸典	山形県庄内総合支庁農業技術普及課産地研究室主任専門研究員
		森山　英樹	農研機構農村工学研究部門農地基盤工学研究領域農業施設ユニット　上級研究員
		師橋　憲貴	日本大学生産工学部建築工学科　教授
	農業者	尾原　由章	株式会社尾原農園　代表取締役
		向後　武彦	農事組合法人和郷園　副代表
		今野　文隆	デリシャスファーム株式会社　代表取締役
		渋谷　忠宏	全国野菜生産技術研究会　副会長
	設計者	川口　厚	イノチオアグリ株式会社 設計工務部統合施設工務課　担当課長
		西田　達	サンキンＢ＆Ｇ株式会社農芸施設事業部技術課　次長
		佐々木伸明	株式会社大仙営業事業部　部長 兼建築士事務所　所長
		阿部　茂喜	渡辺パイプ株式会社グリーン事業部商品開発部　部長

（２）実施内容別担当委員

実施内容	担当委員
専門委員会	委員長、全委員
風洞試験	森山
融雪試験	古野
融雪調査	古野、小川
オランダ温室規格	佐瀬、師橋、設計者委員
基準解説書	小川、農業者委員、設計者委員
指針基本的項目	田中、小川、森山、農業者委員、設計者委員

３．３．２　開催

第１回　　開催日：平成 28 年 11 月 10 日（木）
場所：東京八重洲ホール 8 階 800 会議室
出席者：委員 15 名中 14 名出席（師橋委員欠席）
検討事項：①事業の経過
②事業の実施内容
③本専門委員会に係る事業の実施内容の検討

第２回　開催日：平成 29 年 3 月 21 日（火）
場所：東京八重洲ホール 9 階 901 会議室
出席者：委員 15 名中 13 名出席（佐瀬、向後委員欠席）
検討事項：①事業実施経過
②風洞・融雪試験計画の検討
③融雪調査結果の検討
④オランダ温室規格の検証
⑤基準解説書の作成
⑥指針基本項目の検討
⑦本年度事業のとりまとめおよび来年度事業の進め方

第３回　開催日：平成 29 年 10 月 13 日（金）
場所：東京八重洲ホール 3 階 301 会議室
出席者：委員 15 名中 13 名出席（石井、西田委員欠席）
検討事項：①事業実施経過および今後の進め方
②風洞試験結果の検討
③オランダ温室規格の検証
④指針基本項目の検討

第４回　開催日：平成 30 年 2 月 27 日（火）
場所：東京八重洲ホール 5 階 511 会議室
出席者：委員 15 名中 14 名出席（向後委員欠席）
検討事項：①事業実施経過
②融雪試験結果の検討
③指針基本項目の検討
④実施結果報告の検討

３．３．３　基準解説ＷＧの開催

開催日：平成 28 年 12 月 26 日（月）
場所：当協会３階会議室
出席者：小川委員、設計者委員（川口、西田、佐々木、阿部）
検討事項：(1)基準解説書の校正
(2)温室ハウス型式・強度の種類
(3)今後の作成手順

３．３．４　指針基本項目ＷＧの開催

開催日：平成 30 年 1 月 17 日（水）
場所：山形県庄内総合支庁農業技術普及課産地研究室
出席者：田中委員長、石井、小川、佐瀬、古野、師橋各委員
検討事項：　風洞試験、融雪試験、融雪調査結果を反映した指針基本項目の策定内容

Ⅱ．温室設計指針検討専門委員会報告

１．概要

野菜等の輸出拡大と国際競争力の強化のためには温室の設置コストの低減が必要であり、これに結び付くよう園芸施設安全構造基準の見直しを行い、新たな温室設計指針（仮称）として策定に必要なデータの整備を行った。このため各種の試験・調査を実施するとともに海外の温室基準を翻訳し参考とした。さらに、指針については農業者が温室を設置する際にその種類、経済性・安全性等について適切な選択が出来る目安になるよう配慮することとした。

検討は、第１回から第４回の温室設計指針検討専門委員会において実施し、技術的な検討を行うため学識経験者委員による基準解説ＷＧ会議および指針基本項目策定ＷＧ会議を開催した。

まず、園芸用施設安全構造基準を農業者にとって分かり易いものにするために、「園芸ハウスの強度の考え方」および「園芸用施設安全構造基準の解説」を作成した。前者は、設計用風速・積雪を代表的な場所・再現期間別に示し、それぞれに見合うハウス仕様の一例をリーフレット様式で表した。後者は、ハウスがどれ程の積雪・強風に耐えるかの事例を挙げるなど構造基準を中心に施工・被覆材・保守管理基準について簡略に解説した。この成果は当協会ホームページに掲載している。

試験・調査の実施経過は次のとおりである。

区分	日時	場所	実施者
風洞試験	H29.1.12- H29.9.30	農研機構農村工学研究部門（つくば市）	１名
融雪試験	H29.7.1- H30.3.15	山形県庄内総合支庁産業経済部農業技術普及課産地研究室（酒田市）	１名
融雪調査	H29.1.24	グリーンズプラント巻（新潟市）	２名
	〃	高儀農場（新潟市）	〃
	H29.1.26	クリタ園芸（新庄市）	〃
	H29.2.9	苫東ファーム（苫小牧市）	３名
	〃	Ｊファーム苫小牧（苫小牧市）	〃
	H29.2.10	エア・ウォーター農園千歳農場（千歳市）	〃
	〃	Ｊファーム札幌（札幌市）	〃

風圧力基準を見直すためにハウス独自の風力係数の適用を目指し、７モデルの風洞試験を農研機構に委託し行った。風上側面の風圧係数が下がり風力係数の低下、

設計値の低減に繋がる結果となった。また斜め風向時に屋根面で部分的な風圧力の増大が見られ新たな知見となった。

連棟ハウスの積雪基準を見直すために融雪試験と融雪調査を行った。前者については、山形県に試験委託し屋根フィルムの熱伝導量を評価することで必要とされる融雪能力を検討した。後者については、３道県７箇所でハウス仕様・融雪装置の効果について検討し設計値の低減に繋がる結果を得た。

オランダ温室基準を翻訳し、現行基準との比較を行った。基本的な強度の考え方等は同様だが、オタンダ基準は他のユーロ基準の参照が多く複雑である。また施工、火災安全、保守管理に関する基準は包含されていない。安全度に関して設計値の低減に繋がる知見を得た。

これらの結果を含めて指針の基本的項目の策定について検討した。設計基準においてはハウスの種類の適用拡大、安全度の選択性拡大、風圧力・積雪荷重の低減、設備・作物荷重の追加、設計値の基となる観測値の変更・更新等、また保守管理基準における有効な融雪装置の条件および事例記載等々の見直しについてデータ等にもとづき方向性を示した。

農業用ハウスを設置する農業者の皆さんへ

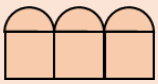
園芸ハウスの強度の考え方

○ （一社）日本施設園芸協会が、ハウスを設置する地域毎に、将来の最大瞬間風速や積雪量を想定し、必要と考えられるハウスの強度を整理しています。
○ 農業者の皆さんは、ハウスを設置する地域と再現期間（この期間内に一回は設計値の強風や積雪があると予測される期間）に応じて、必要なハウスの強度（耐風速、耐積雪荷重）を参照することができます。
○ 農業者の皆さんがハウスを整備する際に、ご自身の栽培・経営に合ったハウスを選ぶ参考として下さい。

➢ 強風に対する強度【耐風設計値】

設置地域（例えば）	再　現　期　間			
	１５年	２２年	３０年	４３年
茨城県水戸	① ２８m/s	２８m/s	② ２９m/s	３０m/s
三重県四日市	③ ４２m/s	４４m/s	④ ４６m/s	４８m/s

参考として、上記の強風に対応した強度を有するハウスの仕様の一例を以下に示します。
ここに示したのはあくまで一例であり、これらと異なるハウスの形や柱の太さ等の仕様（例：山形屋根連棟で柱の太さを変える等）により必要な強度を確保することも可能です。

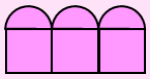
	①	②	③	④
ハウスの仕様の一例	丸屋根 連棟	 丸屋根 連棟	山形屋根 単棟	山形屋根 単棟
間口、軒高	7.2m、3.0m	7.2m、3.0m	8.0m、2.7m	8.0m、2.7m
主骨材の種類※	□-75*45*2.3	□-100*50*2.3	LH-150*75 *3.2*4.5	LH-200*100 *3.2*4.5
強　度	低 ⟷			高
価　格	低 ⟷			高

※ □は角形鋼管、LH は軽量 H 型鋼を表しています。

➢ 積雪に対する強度【耐雪設計値】

設置地域（例えば）	再 現 期 間			
	１５年	２２年	３０年	４３年
静岡県静岡	① ２cm	３cm	３cm	② ４cm
長崎県長崎	③ ９cm	１０cm	④ １１cm	１２cm
福島県福島	④ ４３cm	４７cm	５０cm	⑤ ５３cm

参考として、上記の積雪に対応した強度を有するハウスの仕様の一例を以下に示します。ここに示したのはあくまで一例であり、これらと異なるハウスの形や柱の太さ等の仕様（例：山形屋根連棟で柱の太さを変える等）により必要な強度を確保することも可能です。

	①	②	③	④	⑤
ハウスの仕様の一例	 丸屋根 連棟	丸屋根 連棟	山形屋根 単棟	山形屋根 単棟	山形屋根 単棟
間口、軒高	7.2m、3.0m	7.2m、3.0m	8.0m、2.7m	8.0m、2.7m	8.0m、2.7m
主骨材の種類※	□-50*50*2.3	□-75*45*2.3	□-100*50*2.3	LH-150*75*3.2*4.5	LH-200*100*3.2*4.5
強　度	低 ⟷				高
価　格	低 ⟷				高

※ □は角形鋼管、LHは軽量H型鋼を表しています。

➢ ご利用にあたって

○ 園芸用ハウスの設計値の考え方及び地域毎の設計値の詳細は、（一社）日本施設園芸協会ホームページ（http://www.jgha.com）の「農業用温室設置コスト低減推進事業」をご覧下さい。

○ 強風・積雪に対する強度のほか、ハウス本体や内部設備、作物の重さ及び地震力に対する強度も考慮する必要があります。

○ 農業者の皆様からのご意見も踏まえ、新たに試験データの収集・検討を行い、近年中に、風や雪の設計値の考え方を見直す予定です。

○ 農業用ハウスの強度について、ご意見・ご質問等ございましたら、（一社）日本施設園芸協会（03-3667-1631）までお知らせください。

２．２　園芸用施設安全構造基準の解説

園芸施設の安全構造基準について（解説）

１．園芸基準のはじまり

施設園芸が普及して大型化するのに伴って豪雪や暴風による被害が増大化したため、安全な柱や梁部材が使用されていることを確認するための基準整備が必要とされ、「園芸用施設安全構造基準(園芸基準)」が 1974 年(昭和 49 年)に作成されました。その後、新たな研究成果による緩和を盛り込んだ改訂を経て現在の園芸基準となっています。園芸基準では、施設を設計する際の基本となる「構造基準」とともに、「被覆材基準」、「火災安全基準」、「保守管理基準」が定められています。

２．施設の耐用年数と考慮する荷重（必要とする強度の基準）の求め方

積雪や強風は、季節毎に毎年繰り返されて襲来し、周期性はありますが、年間の最大値は豪雪の年と雪の少ない年の様に周期性が無い独立の現象となっています。これより、園芸施設の建設費を合理的に引き下げる方策として、構造計算に用いる設計荷重の値を確立統計的に取り扱うこととされています。

この方法は、園芸施設において構造部材が使用できる年数を標準耐用年数、その施設の設計に用いた荷重値を超える現象が生じない確率を安全度とし、その建設地における長期間観測データを基に、安全度の程度に応じた荷重の再現期間より、積雪や強風の期待値(設計用の荷重)を求めることとなっています。

標準耐用年数は被覆材の種類に応じて定められており、プラスチックハウスでは被覆材が長期使用に耐えるかどうかに応じて 10 年と 15 年、ガラスハウスの場合は 20 年となっています。また、安全度は、一般的な施設の場合 50%、育苗棟や大規模面積の施設、高額となる施設の場合は安全度を少し上げた 70%を採用することとなっています。

構造部材が使用可能な標準耐用年数と 2 種の安全度に応じた再現期間の関係を取りまとめたものを**表－１**に示します。

表－１　標準耐用年数・安全度と再現期間(年)の関係

安全度(%) ＼ 標準耐用年数(年)	１０	１５	２０
５０	１５	２２	３０
７０	３０	４３	５７

この園芸施設の標準耐用年数と安全度の組み合わせより、積雪や強風の期待値を求める再現期間が定められます。なお、園芸基準では、園芸施設の建設地ごとに、構造計算に使用する最大積雪深、新積雪重量と最大瞬間風速が、別紙付表から簡単に求められるようになっています。

３．施設の構造に関する基準

園芸施設の建設地によって、積雪が多い所や強風が吹く所と気象条件が異なります。このため、地域毎に設計に用いる積雪や強風の値と、それらの値にハウスの柱や梁が

耐えることを確認する構造計算の方法等が「設計基準」として、また、園芸施設の建設に関する施工方法が「施工基準」として構造基準に規定されています。

（１）どれ程の積雪に耐えられるか

設計基準では、積雪の値を積雪荷重と呼び、施設建設地の最深積雪深（積雪量）と雪の重さ（単位体積重量）を乗じて求めることとなっています。

代表的な園芸施設の間口方向に用いられる各種フレーム形状について、使用される柱・梁部材と許容される最大積雪深の関係を設計基準で定められた構造計算によって求め、取りまとめたものを**表－２**に示します。

タイプ①の山形（切妻）屋根ハウスでは、積雪深 10 ㎝までは柱・梁部材が□－100×50×2.3 ㎜で、それ以上の積雪深 50 ㎝まではLH－150×75×3.2×4.5 ㎜で安全、それ以上の積雪深 95 ㎝まではLH－200×100×3.2×4.5 ㎜の部材が必要となります。

表－２　各種フレームと許容される最大積雪深

（被覆材：農 PO、ハウスの柱･梁等の重量も含む）

①山形（切妻）屋根ハウス

フレーム形状	許容される最大積雪深		
	～10 ㎝	～50 ㎝	～95 ㎝
間口 8m×単棟、軒高 2.65m、桁行スパン 3m	柱、梁共に □－100×50×2.3	柱、梁共に LH－150×75 ×3.2×4.5	柱、梁共に LH－200×100 ×3.2×4.5

②丸（アーチ）屋根ハウス

フレーム形状	許容される最大積雪深		
	～3 ㎝	～16 ㎝	～41 ㎝
間口 7.2m×3 連棟、軒高 3m、桁行スパン 3m	柱、梁共に □－50×50×2.3	柱、梁共に □－75×45×2.3	柱、梁共に □－100×50×2.3

③フェンロー屋根ハウス

フレーム形状	許容される最大積雪深
	～50 ㎝
間口 8m×4 連棟 2 山/棟、軒高 4.7m、桁行スパン 4m	柱 □－125×75×3.2 ラチス梁（梁成＝500 ㎜） □－75×45×2.3 ＊フェンロータイプでは、柱と梁の部材幅 75 ㎜を基本として設計している。

（作物荷重として 150N/㎡を考慮。）

④パイプハウス

フレーム形状	許容される最大積雪深			
	～9 ㎝	～14 ㎝	～36 ㎝	～52 ㎝
間口 5.4m×単棟、軒高 1.8m、桁行スパン 0.5m	アーチパイプ φ22.2×1.2	アーチパイプ φ25.4×1.2	アーチパイプ φ31.8×1.6	アーチパイプ φ31.8×1.6 （タイバー付）

この様な構造計算を行うことで、パイプハウスの計算例のように、同一形状のフレームでも軒と棟の間に水平なタイバーを設置することで、積雪によって棟部が下方へ

下がり、軒部付近が左右へ拡がろうとするハウスの変形がおさえられ、結果としてハウスの耐力が向上することが確認できます。

雪は降雪時の温度等の状況や降り積もってからの時間に応じてその重さが増加します。この雪の重さ(単位体積重量)は、設計基準では施設屋根への積雪が比較的短期間で滑り落ちる、または、屋根雪を速やかに除雪することを基本としているため、最大積雪深 50 ㎝までは積雪深１㎝あたり 10N/㎡(１kg/㎡)と、一般建築物の 1/2～1/3 程度の数値が採用されています。しかし、春先等に降る水分を多く含んだ雪の場合は、降り始めからその重さが 3～4 倍程度にもなるため、見かけ上は少ない積雪でも大きな重量となり、多大な被害を発生させる要因となるため注意が必要です。

また設計基準では、園芸用施設の屋根の雪が比較的短期間で滑り落ちることを考慮して、単棟施設で、

①軒下の除雪を完全に実施する。
②被覆材の整備点検を十分行う。
③降雪時には窓を閉じ、外気が入り込まないようにする。

の 3 条件を満足する場合は、積雪荷重を建設地での 1 日の積雪量(新積雪重量)として良いとされており、これによる積雪荷重の最大値は 800N/㎡まで低減できるとされています。

さらに、単棟の加温施設の場合については、

①上記の 3 条件を満足する。
②屋根面付近の室温を 4℃以上に保つ。
③屋根勾配が 20° 以上ある。
④屋根被覆材がガラス、硬質のプラスチック板かプラスチックフィルム仕上げ、屋根面の雪の滑落阻害要因を無くす。

の条件を全て満足する場合は、積雪荷重を 300N/㎡まで低減できるとされています。

連棟施設の場合は、連棟谷部への屋根雪の偏り等による影響が不明確でハウスの損傷も危惧されます。しかし、能力が十分な融雪装置があって常時有効に作動するように管理する場合は、最大積雪荷重を 800N/㎡とした新積雪重量を採用して良いとされています。

（２）どれ程の強風に耐えられるか

強風によってある面に働く圧力を速度圧と呼び、設計基準では園芸施設建設地の最大瞬間風速(設計用風速)と施設の軒部高さを乗じて求めることとなっています。

強風時に園芸施設の各部に作用する圧力は、風上側と風下側の壁、屋根の各部毎に異なった値となります。このため、施設各部に作用する風の圧力(風圧力)は、速度圧に施設形状に応じて各部に作用する圧力を示した係数(風力係数)とその部分の面積を乗じて各部毎に求めることとなっています。

積雪荷重と同様の園芸施設の間口方向に用いられる各種フレーム形状について、使用される各種柱・梁部材と許容される設計用風速(最大瞬間風速)の関係を園芸基準の構造計算で求め、取りまとめたものを**表－３**に示します。

タイプ①の山形(切妻)屋根ハウスでは、最大瞬間風速 16m/s までは柱・梁部材が□－100×50×2.3 ㎜で、それ以上の風速 47m/s までは LH－150×75×3.2×4.5 ㎜で安全、さらにそれ以上の風速 73m/s までは LH－200×100×3.2×4.5 ㎜の部材が必要となります。

表－３　各種フレームと許容される設計用風速（最大瞬間風速）

（被覆材：農 PO、ハウスの柱･梁等の重量も含む）

①山形（切妻）屋根ハウス

フレーム形状	許容される設計用風速（最大瞬間風速）		
	～16m/s	～47m/s	～73m/s
間口 8m×単棟、軒高 2.65m、桁行スパン 3m	柱、梁共に □－100×50×2.3	柱、梁共に LH－150×75 ×3.2×4.5	柱、梁共に LH－200×100 ×3.2×4.5

②丸（アーチ）屋根ハウス

フレーム形状	許容される設計用風速（最大瞬間風速）		
	～20m/s	～28m/s	～39m/s
間口 7.2m×3 連棟、軒高 3m、桁行スパン 3m	柱、梁共に □－50×50×2.3	柱、梁共に □－75×45×2.3	柱、梁共に □－100×50×2.3

③フェンロー屋根ハウス

フレーム形状	許容される設計用風速（最大瞬間風速）		
	～40m/s	～44m/s	～55m/s
間口 8m×4 連棟 2 山/棟、軒高 4.7m、桁行スパン 4m	柱 □－125×75×3.2 ラチス梁 □－75×45×2.3	柱 □－125×75×4.5 ラチス梁 □－75×45×2.3	柱 □－150×75×4.5 ラチス梁 □－75×45×2.3

（作物荷重として 150N/㎡を考慮。）

④パイプハウス

フレーム形状	許容される設計用風速（最大瞬間風速）		
	～29m/s	～33m/s	～46m/s
間口 5.4m×単棟、軒高 1.8m、桁行スパン 0.5m	アーチパイプ φ22.2×1.2	アーチパイプ φ25.4×1.2	アーチパイプ φ31.8×1.6 （タイバー付も同値）

園芸施設へ強風が作用する場合、施設の間口方向では、左右軒部付近の距離が短くなるためにタイバーへは圧縮力が働き、細い断面のタイバーは容易に曲がってしまうためにその設置による耐力向上は期待できません。このため、上記パイプハウスのように、タイバー設置の有無にかかわらず許容される設計用風速は同じ数値となっています。

風力係数は、風上側の壁には施設へ向かう力（正圧）が作用し、風下側の壁には施設から離れる方向の力（負圧）が作用します。屋根面では、風下側については負圧（吹上力）が作用しますが、風上側の屋根については屋根勾配によって性状が異なり、山形（切妻）屋根ハウスでは屋根勾配が 22°以上の場合は正圧が、それ以下の場合は負圧が作用と変化します。アーチ形状ハウスの場合でも、屋根勾配に応じて異なった風力係数を採用することとなっています。

また、施設の棟部、軒部等には局部的な風圧力（局部風圧）が作用するため、被覆材や被覆材取り付け部等の風圧力を増して計算するよう定められています。

（３）その他にどの様な力が作用するか

園芸施設も地震時には揺れ、地震力が作用します。しかし、一般的な園芸施設では、柱や梁の重量がかなり軽量で、被覆材もフィルム等と施設全体の重量の値が小さく、間口方向の構造計算では積雪や強風で柱や梁部材の断面が決定され、地震力による問題はほとんど無いと言えます。大規模地震によって被災された人々が、仮の避難場所として園芸施設で過ごされていることからも確認されます。

園芸施設の桁行方向については、柱と梁を簡易な接合としているため、水平耐力を全てブレース(筋交い)で対応させる必要があり、その数によって施設の耐力が決定されます。このため、設計基準では、水平力が作用する基となる風圧力と地震力の両者について構造計算を行い、どちらも満足するブレースの総数を施設の両側へ均等に配置するよう定められています。この時、風圧力については妻面に大きな風圧が作用するため、両側妻面付近にブレースを多く配置するよう定められています。

トマトを育成しているハウス等では、水平な構造材にワイヤーを渡して作物を吊す方式が多く採用されています。この様な施設では、作物の重量がワイヤーを介して構造材に作用するため、作物の重量による鉛直力とともに、作物を吊すワイヤーが端部で水平力となることを考慮して計算するよう定められています。なお、作物荷重の値は実況による他、水平面１㎡当たり 150N として良いとされています。

園芸施設の内部には、環境制御のための各種装置、作業運搬用の装置、天窓開閉用の装置等が多く設置されています。これらの内部装置等の荷重についても、個々の装置重量や運転時の移動荷重等を考慮して設計することが定められています。

（４）構造計算の方法と施設の変形制限

園芸施設の建設地によって異なる積雪や強風に施設が耐えることを確認する作業を構造計算と言い、大きな曲げる力が作用する施設の軒部(肩部)を主な検討対象として、柱梁部材等へ作用する力が使用材料によって許容されている値以下となっていることを確認することとなっています。

園芸施設は、軽量で平屋の構造物のため、地震力に関してはほとんど被害を生じることは無い施設であると判断されます。しかし、基本として、園芸施設の建設地に想定される積雪深、風速と地震力について設計基準で定められた構造計算を行い、柱と梁部材、柱と梁の接合部、基礎、妻面柱等へ作用する力が許容される力以下であることや使用される部材が有効に働くことを確認することとなっています。

また、設計基準では、園芸施設の柱・梁部材の力に対する安全確認とともに、園芸施設の構造が変形を生じやすい柔らかい構造であるため、被覆材との取り合い等も考慮した変形制限が設定されています。この変形制限の値は、園芸施設の特性が考慮された、一般建築物に比べてかなり緩和された値となっています。

変形制限を考慮することで、例えば屋根面の過度な変形による局部的な積雪増加や、被覆材と止め材との無用なクリアランスの発生等が回避される等により安全性が保たれるようになっています。

（５）施設の工事に関する基準

園芸施設を建設する場合に関係する各種工事の内、基本的となる各種の施工方法や使用部材の規準等が整理されて施工基準として記載されています。

内容としては、鉄筋の加工・組立て方、コンクリートの打設と養生、柱脚の引抜力に抵抗させるための杭の種類と施工方法、柱や梁に多く使用される鉄骨工事、屋根や壁に使用されるアルミ部材の工事、被覆材の取り付けに関する工事　等が記載されて

います。

４．被覆材に関する基準

園芸施設に使用される各種被覆材として、ガラス、軟質プラスチックフィルム(農ビ、農 PO、農ポリ、農サクビ)、硬質プラスチックフィルム(農業用フッ素フィルム、農業用 PET フィルム)、硬質プラスチック板(農業用 PC 板等)について、それらの適用範囲、材質や製品規格、検査方法等が規定されています。

５．市街地等に指定された地域での施設の被覆材について

防火地域および準防火地域以外の市街地に指定された区域に 200 ㎡以上の園芸施設を建てる場合には、火災時の火の粉による延焼防止対策への対応が必要とされています。

園芸施設で高さが 3m以上の場合では、施設間の距離を 3m以上とし、隣接施設が防火構造や耐火構造ではその距離を 3m以上、隣接施設が防火構造等でない場合は 7m以上離さなければならないと規定(隣棟距離の確保)されています。

また、暖房施設として設けるボイラー室の構造規定や、施設の被覆材は飛火試験に合格したものを使用する等が規定されています。

６．施設の保守や管理に関するアドバイス

園芸施設を正常に維持するための日常の保守管理、積雪や強風に対する事前と事後の管理方法とともに、積雪に関する対策として一時的な中柱設置による耐力向上の効果と中柱に必要とされる断面等の考え方、強風に関する対策として一時的な斜材設置による耐力向上の効果と通常の保管方法の考え方、換気扇を利用した防風効果等について解説されています。

この一時的な中柱設置対策を採用することにより、想定以上の豪雪となった場合でもハウスの安全性が確保されることや、少し小さな断面のサイズのアーチパイプを使用したハウスでも、中柱の効果によってある程度の耐力向上が期待出来ることとなります。

この他、施設内部の温度と屋根雪の滑落に関する資料、融雪に要する散水量に関する資料、隣棟間の流雪溝に関する資料等が記載されています。

これらの詳細については、(一社)日本施設園芸協会から発行されている
「園芸用施設安全構造基準　―平成２８年版―」 をご覧下さい。

付表―1

設計用積雪深（最大積雪深）　　(cm)

地方	県名	地名	再現期間（年）				
			15	22	30	43	57
北海道	北海道	稚内	139	146	151	157	162
		羽幌	141	150	158	167	174
		雄武	119	127	133	140	145
		留萌	183	195	205	216	225
		旭川	123	129	133	138	142
		網走	100	107	112	119	124
		小樽	142	148	153	159	164
		札幌	139	147	153	160	165
		岩見沢	157	167	174	183	190
		帯広	108	117	123	131	137
		釧路	75	82	87	93	98
		根室	74	80	85	91	95
		寿都	121	129	135	142	148
		室蘭	51	55	59	62	65
		苫小牧	64	69	74	79	82
		浦河	46	51	54	58	61
		江差	120	133	143	154	163
		森	86	92	96	101	105
		函館	65	69	73	77	80
		倶知安	281	294	305	317	327
		琴平	166	180	191	204	214
		紋別	176	191	203	217	227
		広尾					
東北	青森	青森	162	172	180	189	197
		八戸	56	60	64	69	72
		深浦	74	80	85	91	95
		田名部	125	134	141	149	155
	秋田	秋田	86	93	98	104	108
		湯沢	195	208	218	229	238
	岩手	盛岡	67	71	75	79	82
		宮古	67	73	79	85	89
	宮城	仙台	31	34	36	38	40
		石巻	27	30	32	34	35
	山形	山形	75	81	86	91	95
		酒田	55	59	62	66	69
		新庄	219	233	244	257	267
	福島	福島	43	47	50	53	55
		白河	38	42	45	48	50
		小名浜	21	24	25	27	29

地方	県名	地名	再現期間（年）				
			15	22	30	43	57
関東	栃木	宇都宮	21	23	25	27	28
		日光	54	59	63	68	71
	群馬	前橋	27	29	32	34	36
	埼玉	熊谷	23	26	28	31	33
		秩父	42	46	49	53	55
	茨城	水戸	22	24	25	27	29
		筑波	46	50	53	57	61
	千葉	銚子	10	11	13	14	15
		勝浦	19	22	24	27	29
		千葉	14	16	17	19	20
	東京	東京	24	26	28	31	33
		大島	17	20	22	24	26
		三宅島	0	0	0	0	0
		八丈島	0	0	0	0	0
	神奈川	横浜	27	30	32	35	37
甲信	山梨	甲府	35	38	41	44	46
	長野	長野	55	60	63	67	70
		松本	51	55	59	63	66
		諏訪	39	42	44	47	49
		軽井沢	70	76	82	88	93
		飯田	38	41	44	47	50
越	新潟	新潟	80	87	92	99	104
		相川	48	52	55	59	63
		高田	286	308	326	346	362
北陸	富山	富山	149	162	173	184	194
		伏木	137	148	158	169	177
	石川	金沢	123	134	143	153	162
		輪島	77	84	89	95	100
	福井	福井	146	160	171	183	193
		敦賀	113	123	130	139	146
東海	静岡	静岡	2	3	3	3	4
		浜松	2	3	3	3	4
		御前崎	1	1	1	2	2
		三島	6	6	7	8	8
		網代	9	10	11	12	13
	愛知	名古屋	17	19	20	22	23
		伊良湖	3	4	4	4	5
	岐阜	岐阜	42	46	49	53	56
		高山	90	96	101	106	111

(cm)

地方	県名	地名	再現期間（年）				
			15	22	30	43	57
近畿	和歌山	色川	2	2	2	2	2
	三重	津	9	10	11	12	13
		尾鷲	1	1	1	1	1
		上野	17	19	20	22	23
		亀山	16	18	19	20	21
	滋賀	彦根	72	78	84	90	94
	京都	京都	20	22	24	26	28
		舞鶴	68	75	80	86	90
	奈良	奈良	15	17	18	20	21
	大阪	大阪	9	10	11	12	13
	兵庫	神戸	7	7	8	9	9
		姫路	8	9	10	11	11
		豊岡	123	133	141	150	157
		洲本	10	11	12	12	13
山陽	岡山	岡山	7	8	9	9	10
		津山	25	27	28	30	32
	広島	広島	13	15	16	17	18
		呉	4	5	5	5	6
		福山	5	6	7	7	8
	山口	下関	11	12	13	14	15
		萩	12	13	13	14	15
		防府	23	25	26	28	30
山陰	鳥取	鳥取	86	94	100	106	112
		米子	59	64	68	73	77
	島根	西郷	77	85	91	99	104
		浜田	21	23	25	27	29
		松江	58	64	68	74	78
四国	高知	高知	3	3	4	4	5
		宿毛	18	20	22	24	25
		土佐清水	5	6	6	6	7
	愛媛	松山	8	9	10	11	11
		宇和島	19	21	22	24	26
	香川	高松	15	17	19	21	22
		多度津	9	10	11	12	13
	徳島	徳島	10	11	12	13	14

地方	県名	地名	再現期間（年）				
			15	22	30	43	57
九州	福岡	福岡	11	13	14	15	16
		飯塚	20	22	23	25	26
	佐賀	佐賀	7	7	8	8	8
	長崎	長崎	10	12	13	14	15
		平戸	7	7	8	8	9
		佐世保	9	11	11	12	13
		厳原	2	2	3	3	3
	熊本	熊本	6	7	8	9	9
		阿蘇山	60	66	71	77	82
		人吉	11	12	13	14	15
	大分	日田	16	18	19	21	22
	宮崎	宮崎	1	1	1	1	1
		都城	4	4	5	5	6
	鹿児島	鹿児島	12	14	15	17	18
		阿久根	12	14	15	16	17
		枕崎	19	21	23	26	27
		名瀬	0	0	0	0	0
沖縄	沖縄	那覇	0	0	0	0	0

付表―2

設計用積雪重量（新積雪重量）　(kg/㎡)

地方	県名	地名	再現期間（年）				
			15	22	30	43	57
北海道	北海道	稚内	53	58	61	65	68
		北見枝幸	64	69	73	78	82
		羽幌	45	48	50	53	55
		雄武	69	74	79	84	88
		留萌	34	36	37	39	40
		旭川	27	29	30	31	32
		網走	48	52	55	58	61
		小樽	59	63	67	71	74
		札幌	81	88	94	100	106
		岩見沢	46	49	51	54	56
		帯広	92	100	108	116	122
		釧路	65	70	75	79	83
		根室	67	73	78	84	88
		寿都	40	42	45	47	49
		室蘭	40	44	48	52	55
		苫小牧	42	46	49	53	56
		浦河	33	36	39	43	45
		江差	31	33	34	35	36
		森	39	41	42	44	45
		函館	29	30	32	34	35
		倶知安	68	74	78	83	88
		紋別	64	69	74	79	82
		広尾	125	136	144	155	162
東北	青森	深浦	43	47	49	52	55
		青森	47	50	52	55	58
		むつ	49	52	55	59	61
		八戸	70	76	81	86	90
	秋田	秋田	45	48	51	54	56
	岩手	盛岡	50	54	57	61	63
		宮古	56	63	68	74	79
	山形	酒田	45	48	51	54	56
		山形	38	40	42	43	45
	福島	福島	34	36	38	40	42
北信越	長野	長野	30	32	33	35	36
		松本	37	38	40	41	42
		軽井沢	36	38	40	41	43
		飯田	30	31	33	34	36
	新潟	相川	36	39	41	44	46
		新潟	58	62	66	70	73
		高田	102	107	110	114	117
北信越	富山	伏木	61	65	67	71	73
		富山	67	72	76	80	84
	石川	輪島	52	55	58	61	64
		金沢	57	60	63	65	68
	福井	福井	62	65	68	71	73
		敦賀	98	104	110	116	120
中部及び近畿	岐阜	岐阜	34	37	40	42	45
		高山	47	49	51	53	55
	滋賀	彦根	39	42	44	46	48
	京都	舞鶴	58	63	67	71	75
	兵庫	豊岡	69	74	77	81	84
山陰	鳥取	境	64	69	73	78	81
		米子	50	53	56	60	62
		鳥取	51	53	55	58	59
	島根	西郷	48	51	54	57	59
		松江	52	57	60	64	67

付表―3

設計用風速 (m/sec)

地方	県名	地名	再現期間(年) 15	22	30	43	57
北海道	北海道	稚内	37	38	39	40	40
		北見枝幸	33	34	34	35	36
		羽幌	34	35	36	36	37
		雄武	42	43	44	46	47
		留萌	35	36	36	37	38
		旭川	27	28	28	29	29
		網走	34	35	36	37	37
		小樽	34	35	36	37	38
		札幌	31	32	33	34	34
		岩見沢	31	31	32	33	33
		帯広	26	26	27	27	27
		釧路	33	34	34	35	36
		根室	38	39	40	41	42
		寿都	40	41	42	43	44
		室蘭	34	35	35	36	36
		苫小牧	32	33	33	34	34
		浦河	44	45	46	47	48
		江差	41	42	42	43	44
		森	31	32	32	33	34
		函館	36	37	38	39	40
		倶知安	33	34	35	36	37
		紋別	32	33	34	34	35
		広尾	41	42	43	45	46
東北	青森	青森	30	31	31	32	32
		むつ	37	38	39	39	40
		八戸	34	34	35	35	36
	岩手	大船渡	31	32	33	33	34
		盛岡	31	32	32	33	33
		宮古	35	37	38	39	40
		深浦	40	41	42	44	45
	秋田	秋田	35	36	36	37	37
	山形	新庄	31	32	32	33	33
		酒田	36	37	38	39	40
		山形	25	26	27	27	28
	宮城	仙台	30	31	31	32	32
		石巻	32	34	34	35	36
	福島	若松	26	27	28	29	29
		福島	29	30	30	31	31
		白河	34	34	35	36	37
		小名浜	29	30	31	32	33

地方	県名	地名	再現期間(年) 15	22	30	43	57
関東	栃木	日光	46	48	50	52	54
		宇都宮	29	30	30	31	32
	群馬	前橋	29	30	31	31	32
	茨城	水戸	28	28	29	30	30
		筑波	58	61	64	67	69
	埼玉	秩父	27	28	29	30	31
		熊谷	27	28	28	28	28
	千葉	館山	31	32	32	33	34
		銚子	43	45	47	48	50
		千葉	38	40	40	42	42
		勝浦	37	38	39	40	41
	東京	東京	34	35	36	37	38
		大島	37	38	38	39	39
		三宅島	47	49	51	53	54
		八丈島	56	59	62	64	67
	神奈川	横浜	33	34	35	36	37
甲信越	山梨	河口湖	35	36	37	38	38
		甲府	29	29	30	30	31
	長野	飯田	29	30	31	32	33
		長野	26	27	27	28	28
		松本	29	29	30	31	32
		諏訪	30	31	32	33	34
		軽井沢	23	23	24	24	24
	新潟	相川	35	35	36	37	37
		新潟	34	35	36	36	37
		高田	40	43	45	48	49
北陸	富山	伏木	34	35	36	37	37
		富山	33	34	35	36	37
	石川	輪島	34	35	35	36	37
		金沢	31	32	32	33	33
	福井	福井	31	32	32	33	34
		敦賀	31	32	32	33	33
東海	静岡	静岡	28	29	30	30	31
		網代	39	40	40	41	42
		御前崎	38	39	40	40	41
		石廊崎	42	43	44	45	46
		浜松	35	36	38	38	40
		三島	34	35	36	37	38
	愛知	名古屋	35	36	38	39	40
		伊良湖	47	50	52	54	55

設計用風速 (m/sec)

地方	県名	地名	再現期間(年) 15	22	30	43	57
東海	岐阜	岐阜	29	31	32	33	34
		高山	26	27	28	28	29
近畿	和歌山	和歌山	38	39	41	41	42
		潮岬	48	50	52	54	56
	三重	尾鷲	39	42	43	45	47
		上野	31	32	33	35	36
		津	37	39	40	42	44
		四日市	42	44	46	48	50
	滋賀	彦根	33	34	35	36	37
	京都	舞鶴	34	35	36	37	38
		京都	26	27	28	29	29
	奈良	奈良	33	34	36	37	39
	大阪	大阪	34	35	36	37	38
	兵庫	豊岡	29	30	31	32	33
		姫路	32	34	35	36	37
		神戸	36	37	38	39	40
		洲本	43	45	46	48	49
山陽	岡山	津山	34	35	36	37	38
		岡山	27	28	29	30	31
	広島	広島	35	37	38	40	41
		呉	39	41	43	45	47
		福山	28	29	31	32	33
	山口	山口	44	46	48	51	53
		萩	32	33	34	34	35
		下関	40	42	43	44	45
山陰	鳥取	境	32	33	34	35	35
		米子	31	32	33	34	35
		鳥取	33	33	34	35	35
	島根	浜田	38	39	40	41	41
		松江	33	34	35	36	36
		西郷	43	45	46	48	49
四国	香川	多度津	29	29	30	30	31
		高松	31	32	33	34	35
	愛媛	松山	32	33	34	36	37
		宇和島	49	51	54	56	58
	徳島	剣山	65	67	68	70	71
		徳島	39	41	42	43	45
	高知	高知	46	50	52	55	58
		宿毛	48	50	52	54	56
		清水	51	54	56	58	60
		室戸岬	64	67	69	72	74

地方	県名	地名	再現期間(年) 15	22	30	43	57
九州	福岡	福岡	31	32	33	34	34
		飯塚	30	31	32	33	33
	佐賀	佐賀	33	34	36	37	38
	長崎	厳原	41	42	44	46	47
		平戸	36	37	38	39	40
		長崎	30	30	31	32	32
		佐世保	35	37	38	40	41
		雲仙岳	56	59	61	64	66
		福江	38	40	41	43	44
		牛深	46	49	51	53	55
	熊本	熊本	30	31	32	33	34
		阿蘇山	49	51	52	53	54
		人吉	37	39	41	43	45
	大分	日田	28	30	31	32	33
		大分	31	32	33	34	35
	宮崎	延岡	40	42	44	46	47
		都城	41	44	46	48	50
		宮崎	41	43	45	48	49
		油津	37	38	39	40	41
	鹿児島	阿久根	38	38	41	43	44
		鹿児島	48	50	53	55	57
		枕崎	52	54	56	58	60
		屋久島	57	59	61	64	66
		種子島	43	45	46	48	49
		名瀬	62	66	70	74	78
		沖永良部島	56	59	62	65	67
沖縄	沖縄	与那国島	65	69	73	77	80
		石垣島	73	78	83	88	91
		宮古島	71	76	80	85	89
		久米島	58	61	64	67	69
		那覇	49	51	53	55	56
		南大東島	51	54	56	59	61

３．新たな温室設計指針の基本項目策定の検討方向

１．「指針(仮称)」の考え方

（１）農業者が園芸ハウスを設置するに当たって、安全性と経済性を考慮し、その種類および区分の選択が可能なものとする。

（２）指針(仮称)の基本項目について主な検討事項は下表のとおりとする。なお、項目全体の構成については現行基準に準じる方向で検討する。

項目	検討事項	課題
構造計算の適用範囲	大口径や高強度鋼材を使用した強化型パイプハウスへの適用	これらハウスの導入が進んでいる。構造診断指導が行われている経緯もある。
構造計算に用いる風圧力･積雪荷重設計	標準耐用年数と安全度および再現期間	農業者がハウスの種類にもとづく耐用年数および投資の多寡等による経済性に対応した安全度を選ぶ幅を広げる。
積雪荷重	融雪装置を装備する連棟ハウスの設計値	積雪荷重を緩和する。
風圧力	風圧力を求める速度圧計算式	設計用風速算出に適用するデータを最大瞬間風速から最大風速へ変更する。
風圧力	風力係数	一般建築物の適用ではなくハウス独自の係数を設定する。
付表	設計用積雪深･積雪重量および風速	最大風速等観測地点の多いデータを適用し設定地点を多くする。

（３）基本項目の具体的な検討方向は以下のとおりである。

２．構造基準（設計基準）

（１）適用範囲

強化型パイプハウスは対象とする。ただし、地中部およびアーチパイプ・接合部の耐力については、「地中押し込み式パイプハウス安全構造指針」のたわみ・応力度関係図、または性能検証値（指針にはない製品規格・方法

の場合）を用いることを検討する。

また、鉄骨補強パイプハウスについても、同図や「園芸用鉄骨補強パイプハウス安全構造指針」の仕口の許容応力表、および性能検証値（同上）を用いることを検討する。

（２）構造計算

積雪荷重、風圧力を定めるもととなる標準耐用年数、安全度および再現期間については下表を検討する。この場合、区分Ⅰ、Ⅱ、Ⅲについて施設規模の大小、設備機器の多寡、安全性の高低等により適用・選択基準を示す必要がある。

標準準耐用年数と安全度

施設の種類	標準耐用年数（年）		安全度(%)		
			Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
ガラスハウス		20	40	50	70
プラスチックハウス	長期展張被覆材	15			
	短期展張被覆材	10			

再現期間（年）

安全度＼標準耐用年数	10 年	15 年	20 年
40%	11	16	22
50%	15	22	30
70%	30	43	57

（３）荷重および外力（内部装備、作物荷重等）

重装備化やハンギングガターの導入が進んでおり、内部装備等による荷重を考慮する。

また、ハイワイヤー栽培に対応するため作物荷重の基準値を検討する。

（４）荷重および外力（積雪荷重）

融雪調査・融雪試験の結果を踏まえ、融雪装置を装備し相当の融雪が可能な連棟ハウスについては荷重の低減を検討する。

基準積雪重量は新積雪重量から 100N/㎡程度の低減を検討する。この場合、低減上限値の変更も検討する。また低減の適用においては、滑雪、暖房、融雪装置等に関する条件についても検討する。

【５．融雪調査、６．融雪試験を参照】

（５）荷重および外力（風圧力）

設計用風速の再現値の算出には最大風速を用いることを検討し、これに伴い風圧力の計算式の変更も検討する。

具体的には、①現行速度圧計算式（旧建築基準の式を参考）の設計用風速に突風率（1.3～2.0）に関する係数を乗じるか、②建築基準による速度圧計算の結果に低減係数を乗じること等を検討する。

※園芸基準：(速度圧)＝0.16×(最大瞬間風速起因風速)^{2}×高さ$^{1/2}$

※建築基準：(速度圧)＝0.6×(平均風速の高さ方向の分布を表す係数)×(地表粗度を勘案した突風影響係数)×(最大風速起因風速)^{2}

（６）荷重および外力（風圧力）

速度圧計算式の高さ（ｈ）を検討する。構造計算の結果、小差により部材ランクの違いが見られるため検証する必要がある。

※h：施設の軒部（肩部）の地表面からの高さ、または棟部高さの 1/2 の高さの大なる方の値（m）

（７）荷重および外力（風圧力）

風洞試験の結果を踏まえ、風圧力計算式におけるハウス独自の風力係数を検討する。

風上側面の風力係数は 0.7 への低減を検討する。また風向によっては屋根面の風力係数が局所的に大きくなるので、施設構造を部分的に変更する等して強度が低下しないよう留意するよう記載を検討する。

※(風圧力)＝(速度圧)×(風力係数)×(見つけ面積)

【４．風洞試験を参照】

（８）荷重および外力（設計用積雪深・積雪重量、風速）

付表の設計用積雪深・積雪重量および風速ついて、直近データを含めた観測値にもとづく算出による設定を検討する。また風速については最大風速をもとに算出することで設定地点を増やすことを検討する。さらに設置場所の最寄り地点のデータによって設計値を求められるように算出方法の明示を検討する。

※(観測値)と（観測値再現期間＝(観測期間＋1)／観測値順位）による近似式の作成　→　$a \cdot \log_{10}$(再現期間)+b＝(設計値)

（９）構造材の許容応力度

地盤や整地状況に合わせた基礎構造の関係についての詳述を検討する。

（１０）変形制限

高強度鋼材使用のハウス等の場合について適用を検討する。

３．構造基準（施工基準）

（１）共通事項

工事一般に、基礎地盤や地耐力についての詳述を検討する。また地耐力測定や整地に関する記載も検討する。

（２）鉄骨工事（材料）

高強度鋼材を始め、材料表示としてＪＩＳ規格の表記を検討する。

（３）鉄骨工事（接合ボルト）

アンカーボルトのＪＩＳ規格を現在の使用状況に合わせて検討する。

４．保守管理基準

（１）自然災害の積雪

積雪荷重の低減においては融雪装置のあることが前提とされるため、有効な融雪が可能な装置の条件および事例等についての記載を検討する。

５．その他

「指針(仮称)」の名称については、「規範」・「規程」（code）または「規格」・「標準」（standard）を検討する。

農業者が「指針(仮称)」を容易に活用するために主要項目について「解説（commentary）」・手引（guidance）」を付すことも検討する。

４．風洞試験

１）目的

日本施設園芸協会温室設計指針委員会における温室の耐風設計に関する内部検討用資料とするため、わが国で使用されている代表的な温室形状 7 ケースについて風圧係数を算定するものである。

２）実験方法

（１）風洞

農村工学研究部門が所有するエッフェル型風洞（**図 2.1**）を使用した。計測胴は、幅 4m、高さ 3m、長さ 20m である。

（２）実験用模型

実験対象温室を**表 2.1** に示す。実験に供した模型は実験対象温室の 1/20 モデルで、日本施設園芸協会から借り受けた（**図 2.2**）。

妻面から 70、141、281、563 および 1125mm の断面に圧力測定孔列を設けた。原則として、一つの模型における複数の圧力測定点について、同時に圧力を測定した。しかし、模型および圧力測定装置の仕様上、3 連棟温室の模型については 2 回に分けて圧力を測定した。最初に第 1 棟（外側の棟）の屋根部に圧力測定孔を有する測定用屋根模型を設置し、それ以外の 2 棟にはダミーの屋根模型を設置し、圧力を測定した。次に、第 2 棟（中央の棟）に測定用屋根模型を設置し、再度圧力を測定した。最後に、同一風向ごとに 2 つの測定結果を統合して模型外表面全体の圧力分布とした。

（３）風向

間口方向の風向を 0 度とし、5 度間隔で 355 度まで測定した。最終的に検討する風向の範囲は、間口から見た温室断面が左右非対称である K18 および K24 は 0～180 度、それ以外の模型は 0～90 度である。355 度まで測定したのは、温室の間口方向および桁行方向に関する対称性を考慮し、模型の 1/4 もしくは 1/2 の領域に圧力測定孔が設置されているためである。

（４）風のプロファイル

農村工学研究部門の大型風洞における標準ラフネスブロック配置を使用したため、標準ラフネスブロックによる風のプロファイル（式 2.1）を適用した。

$$U = 1.08 \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \qquad \text{（式 2.1）}$$

ここで、U : 平均風速（m/s）、z : 風洞床面からの高さ（mm）である。z_0 は粗度長で、0.43mm である。

（５）圧力測定方法

農村工学研究部門が所有する変動風圧測定装置（F98-6149、共和電業）を使用し、模型外表面の圧力を測定した。静圧を検討する目的であるため、サンプリングレートは 200Hz、サンプリング間隔は 60 秒とした。基準高さは模型の軒高である 125mm とした。基準高さにおける風速は 6.14m/s である。

（６）風圧係数の求め方

C_p の値は、以下の 2.2 式によって求めた。

$$C_p = \frac{P - P_s}{\left(\rho \frac{U_H{}^2}{2}\right)} \qquad \text{（式 2.2）}$$

ここで、P：模型に生じる圧力（Pa）、P_s：風洞内の静圧（Pa）、：空気の密度（kg/m^3）、U_H：棟高における風速（m/s）、である。静圧 P_s はターンテーブルの中心から風上側 3.5m の位置に設置したピトー管によって測定した。

３）実験結果

MSs、R18、R24、K18、K24、M3s および R3s について、風圧係数の等値線および数値データを、**図 3.1.1～図 3.7.19**、および**表 3.1.1～表 3.7.19** に示す。ただし M3s の模型において、圧力測定孔 1 点（D20）に圧力を計測できないトラブルがあったため、欠測扱いとした。

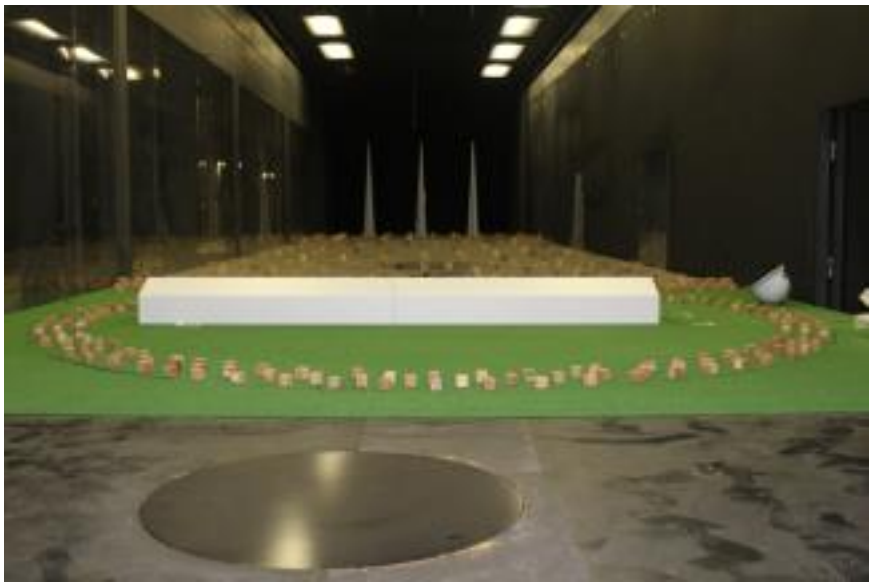
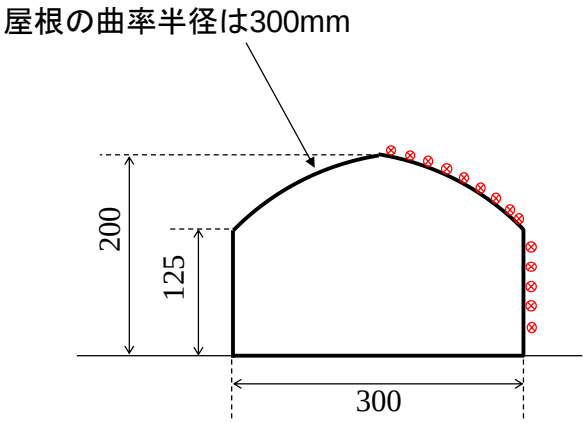


図 2.1　農村工学研究部門の大型風洞

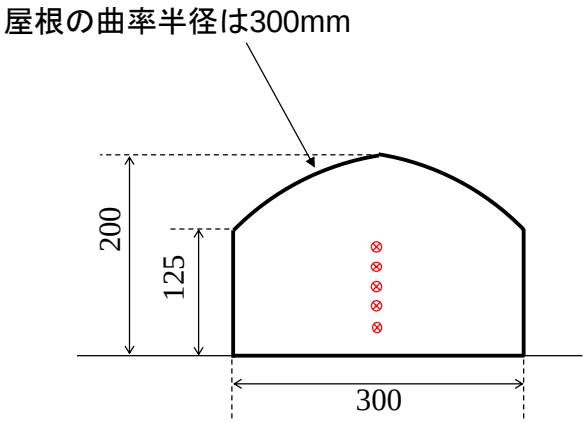
表 2.1　実験対象温室と試験記号

試験記号	温室形状	屋根勾配	連棟数	間口 (m)	軒高 (m)	奥行 (m)
MSs	丸屋根	曲率半径6m	1	6	2.5	45
R18	両屋根	18°	1	6	2.5	45
R24	両屋根	24°	1	6	2.5	45
K18	片屋根	18°	1	6	2.5	45
K24	片屋根	24°	1	6	2.5	45
M3s	丸屋根	曲率半径6m	3	6	2.5	45
R3s	両屋根	22°	3	6	2.5	45



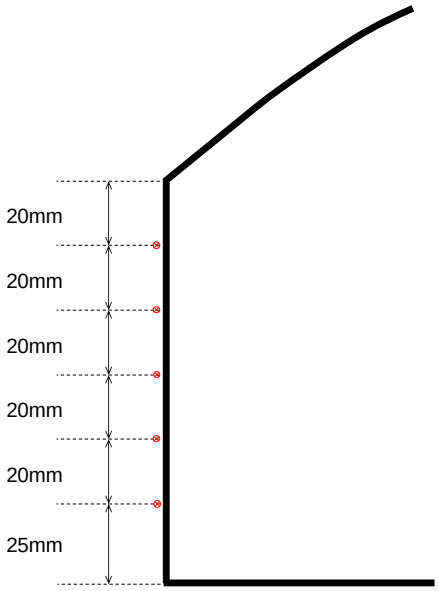
(mm)

側面および屋根面における圧力測定孔（赤丸）

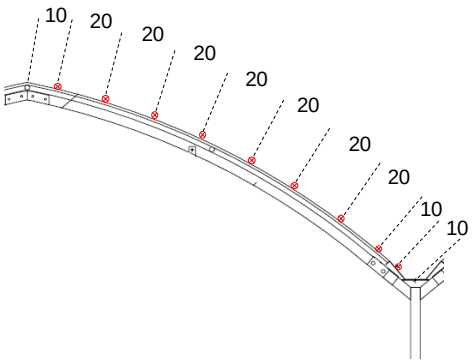


(mm)

妻面における圧力測定孔（赤丸）



側面の詳細

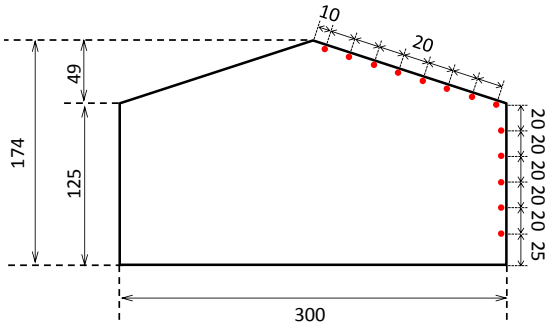


(mm)

屋根面の詳細

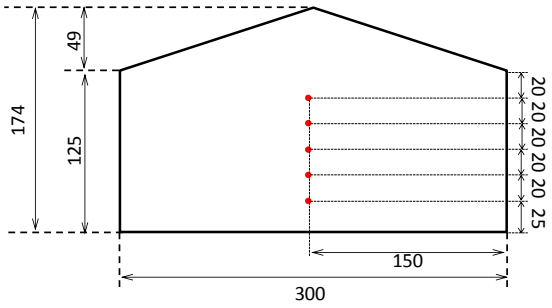
図 2.2　風洞実験用模型

(a)　丸屋根型温室：MSs



(mm)

側面および屋根面における圧力測定孔（赤丸）

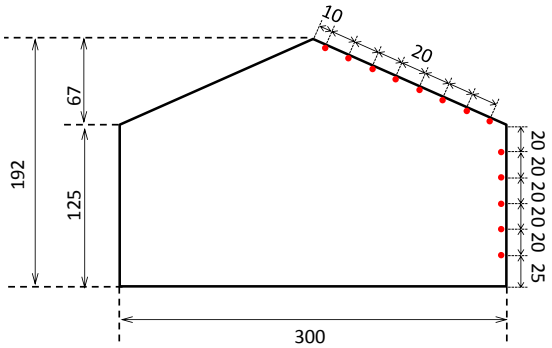


(mm)

妻面における圧力測定孔（赤丸）

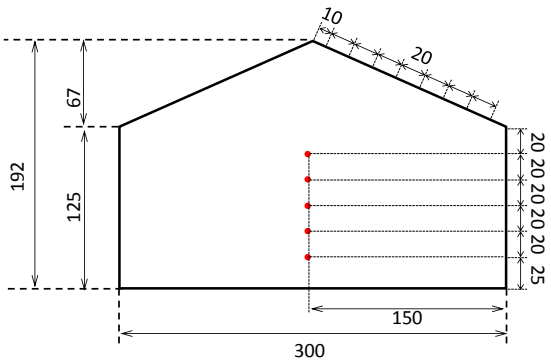
図 2.2　風洞実験用模型

(b)　両屋根型温室（屋根勾配 18°）：R18



(mm)

側面および屋根面における圧力測定孔（赤丸）

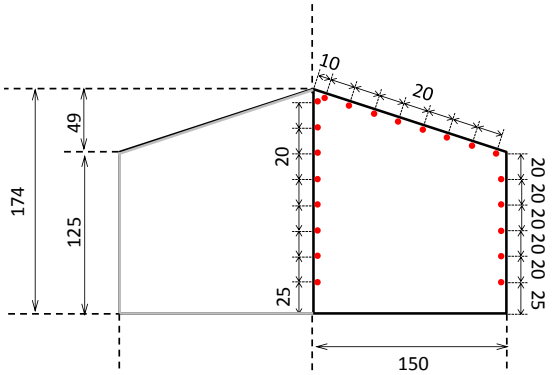


(mm)

妻面における圧力測定孔（赤丸）

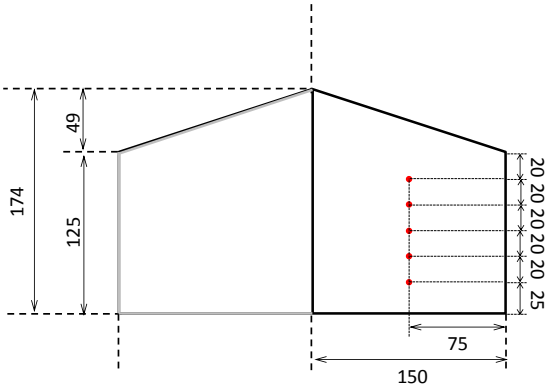
図 2.2　風洞実験用模型

(c)　両屋根型温室（屋根勾配 24°）：R24



(mm)

側面および屋根面における圧力測定孔（赤丸）

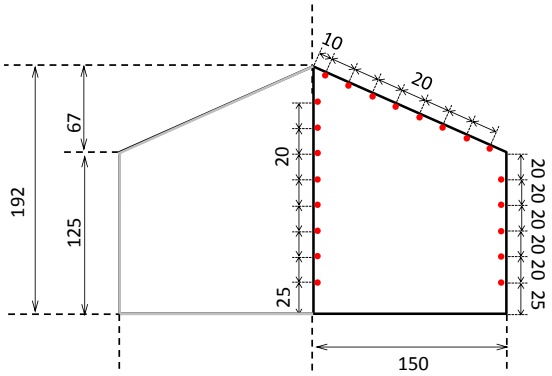


(mm)

妻面における圧力測定孔（赤丸）

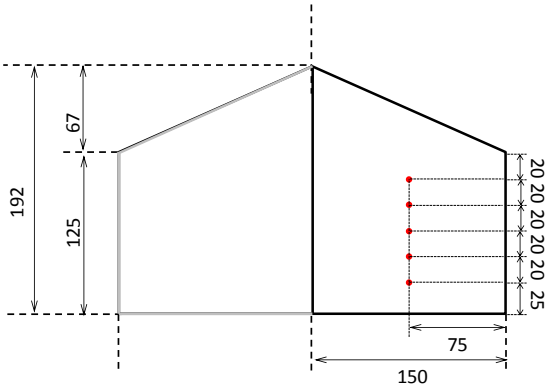
図 2.2　風洞実験用模型

(d)　片屋根型温室（屋根勾配 18°）：K18



(mm)

側面および屋根面における圧力測定孔（赤丸）

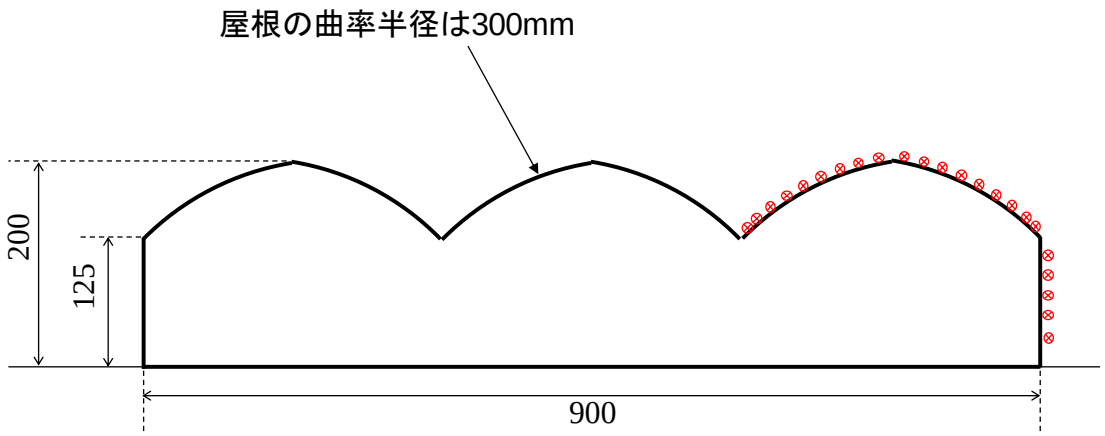


(mm)

妻面における圧力測定孔（赤丸）

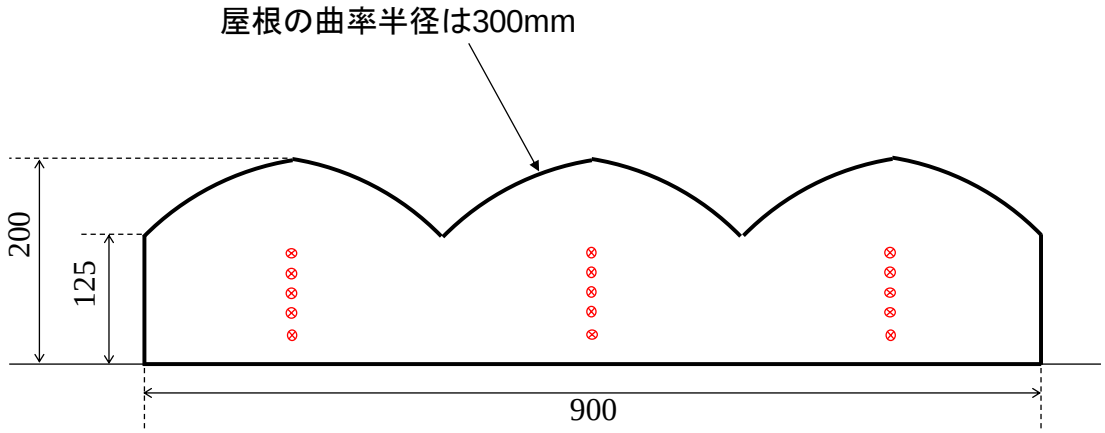
図 2.2　風洞実験用模型

(e)　片屋根型温室（屋根勾配 24°）：K24



側面および屋根面における圧力測定孔（赤丸）（詳細は MSs と同じ）

(mm)

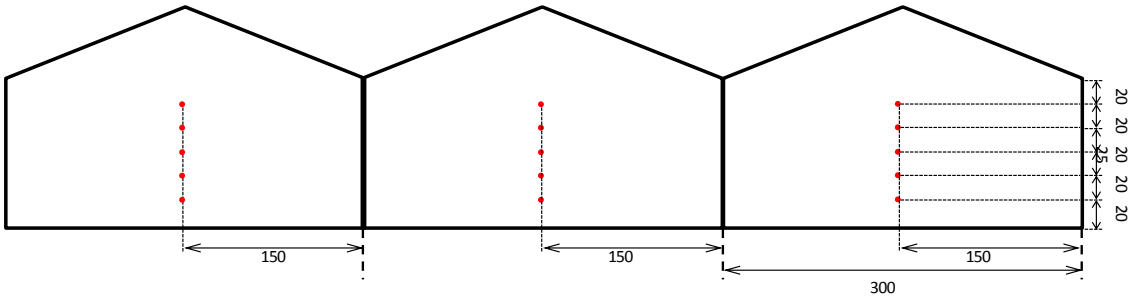


妻面における圧力測定孔（赤丸）（詳細は MSs と同じ）

(mm)

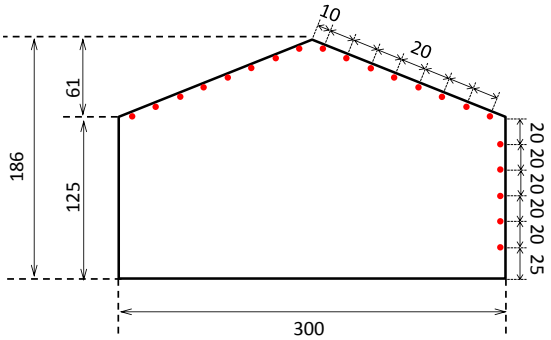
図 2.2　風洞実験用模型

(f)　丸屋根型 3 連棟温室：M3s



妻面における圧力測定孔（赤丸）

(mm)



(mm)

側面および屋根面における圧力測定孔（赤丸）

図 2.2　風洞実験用模型

(g)　両屋根型 3 連棟温室：R3s

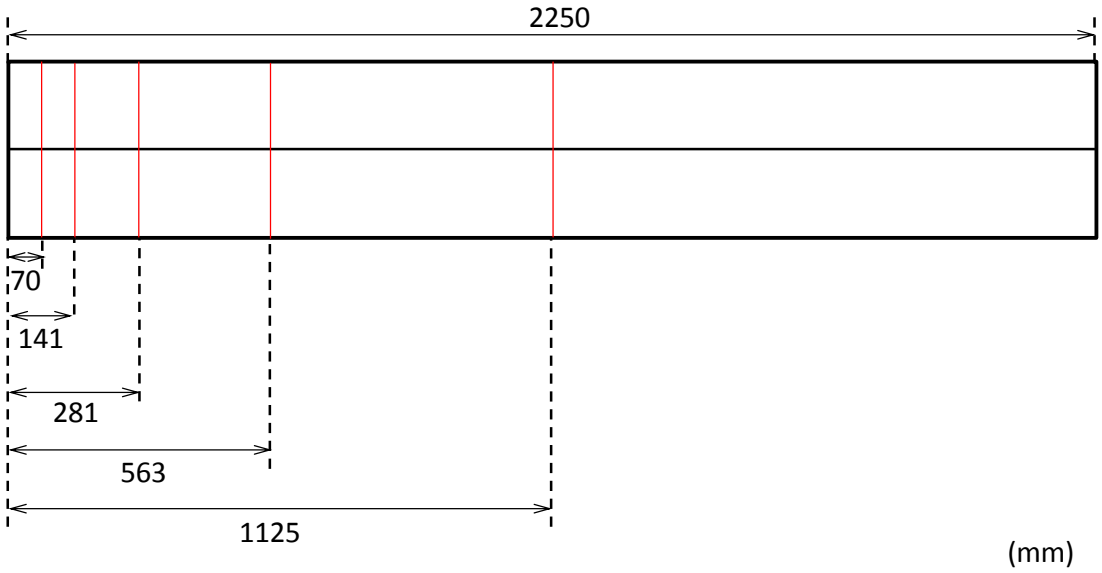


図 2.2　風洞実験用模型（平面図）

(h)　圧力測定孔の列

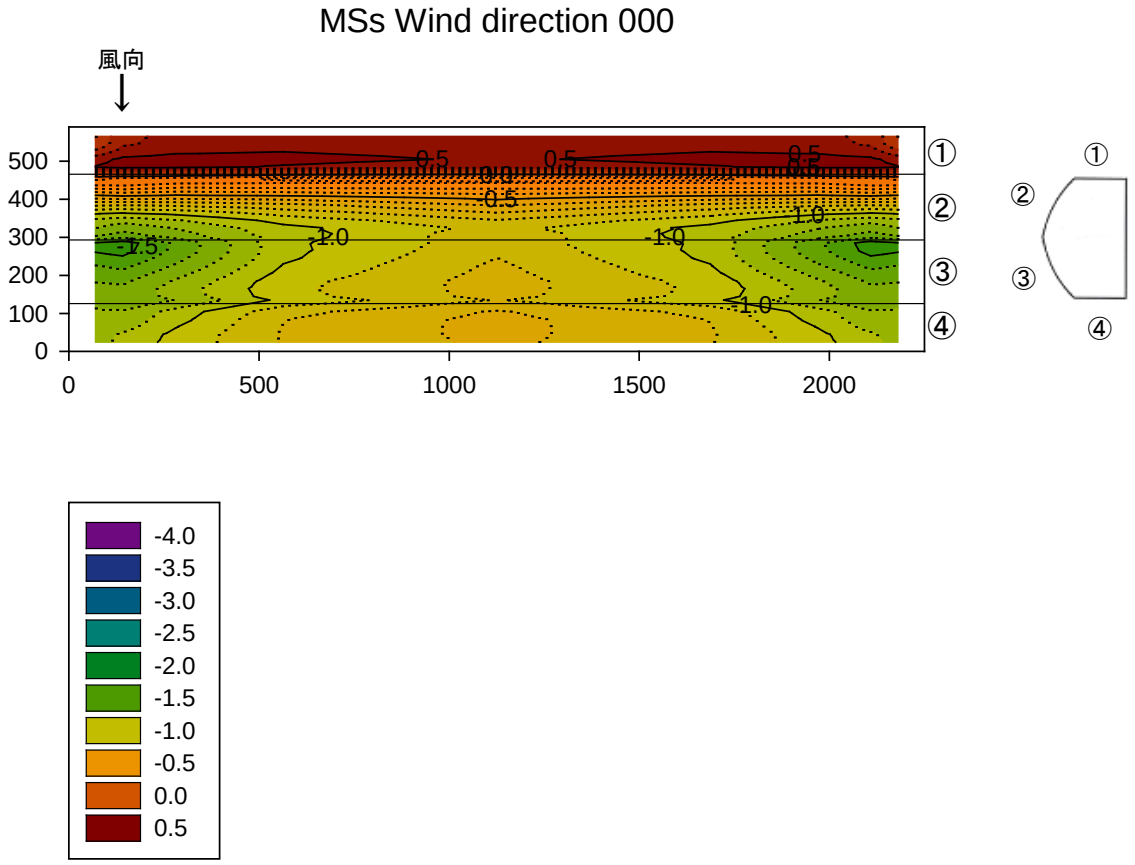


図 3.1.1　MSs：風圧係数の等値線（風向 0 度）

表 3.1.1　MSs：等値線作成に使用した風圧係数（風向 0 度）

妻面からの距離(mm)

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
0.20	0.38	0.43	0.46	0.43	0.46	0.43	0.38	0.20
0.21	0.39	0.43	0.46	0.44	0.46	0.43	0.39	0.21
0.34	0.45	0.49	0.50	0.47	0.50	0.49	0.45	0.34
0.46	0.52	0.54	0.53	0.49	0.53	0.54	0.52	0.46
0.51	0.54	0.53	0.49	0.43	0.49	0.53	0.54	0.51
(0.09)	(0.12)	(0.15)	(0.22)	(0.25)	(0.22)	(0.15)	(0.12)	(0.09)
(0.12)	(0.11)	(0.17)	(0.18)	(0.19)	(0.18)	(0.17)	(0.11)	(0.12)
(0.34)	(0.32)	(0.36)	(0.34)	(0.32)	(0.34)	(0.36)	(0.32)	(0.34)
(0.57)	(0.55)	(0.56)	(0.55)	(0.46)	(0.55)	(0.56)	(0.55)	(0.57)
(0.79)	(0.80)	(0.78)	(0.73)	(0.59)	(0.73)	(0.78)	(0.80)	(0.79)
(0.98)	(0.99)	(0.96)	(0.86)	(0.70)	(0.86)	(0.96)	(0.99)	(0.98)
(1.13)	(1.16)	(1.11)	(0.96)	(0.81)	(0.96)	(1.11)	(1.16)	(1.13)
(1.20)	(1.26)	(1.19)	(1.03)	(0.86)	(1.03)	(1.19)	(1.26)	(1.20)
(1.29)	(1.34)	(1.25)	(1.05)	(0.83)	(1.05)	(1.25)	(1.34)	(1.29)
(1.51)	(1.55)	(1.38)	(1.02)	(0.84)	(1.02)	(1.38)	(1.55)	(1.51)
(1.51)	(1.54)	(1.37)	(1.03)	(0.82)	(1.03)	(1.37)	(1.54)	(1.51)
(1.46)	(1.48)	(1.33)	(1.02)	(0.80)	(1.02)	(1.33)	(1.48)	(1.46)
(1.40)	(1.43)	(1.28)	(0.99)	(0.78)	(0.99)	(1.28)	(1.43)	(1.40)
(1.35)	(1.37)	(1.23)	(0.97)	(0.77)	(0.97)	(1.23)	(1.37)	(1.35)
(1.31)	(1.32)	(1.19)	(0.94)	(0.76)	(0.94)	(1.19)	(1.32)	(1.31)
(1.26)	(1.28)	(1.15)	(0.93)	(0.76)	(0.93)	(1.15)	(1.28)	(1.26)
(1.23)	(1.27)	(1.16)	(0.94)	(0.76)	(0.94)	(1.16)	(1.27)	(1.23)
(1.23)	(1.29)	(1.20)	(0.97)	(0.79)	(0.97)	(1.20)	(1.29)	(1.23)
(1.19)	(1.19)	(1.06)	(0.83)	(0.69)	(0.83)	(1.06)	(1.19)	(1.19)
(1.17)	(1.16)	(1.04)	(0.80)	(0.67)	(0.80)	(1.04)	(1.16)	(1.17)
(1.16)	(1.14)	(1.00)	(0.80)	(0.67)	(0.80)	(1.00)	(1.14)	(1.16)
(1.16)	(1.08)	(0.97)	(0.79)	(0.67)	(0.79)	(0.97)	(1.08)	(1.16)
(1.14)	(1.07)	(0.97)	(0.79)	(0.68)	(0.79)	(0.97)	(1.07)	(1.14)

(1.46)	(1.46)
(1.42)	(1.42)
(1.39)	(1.39)
(1.35)	(1.35)
(1.29)	(1.29)
妻面	妻面

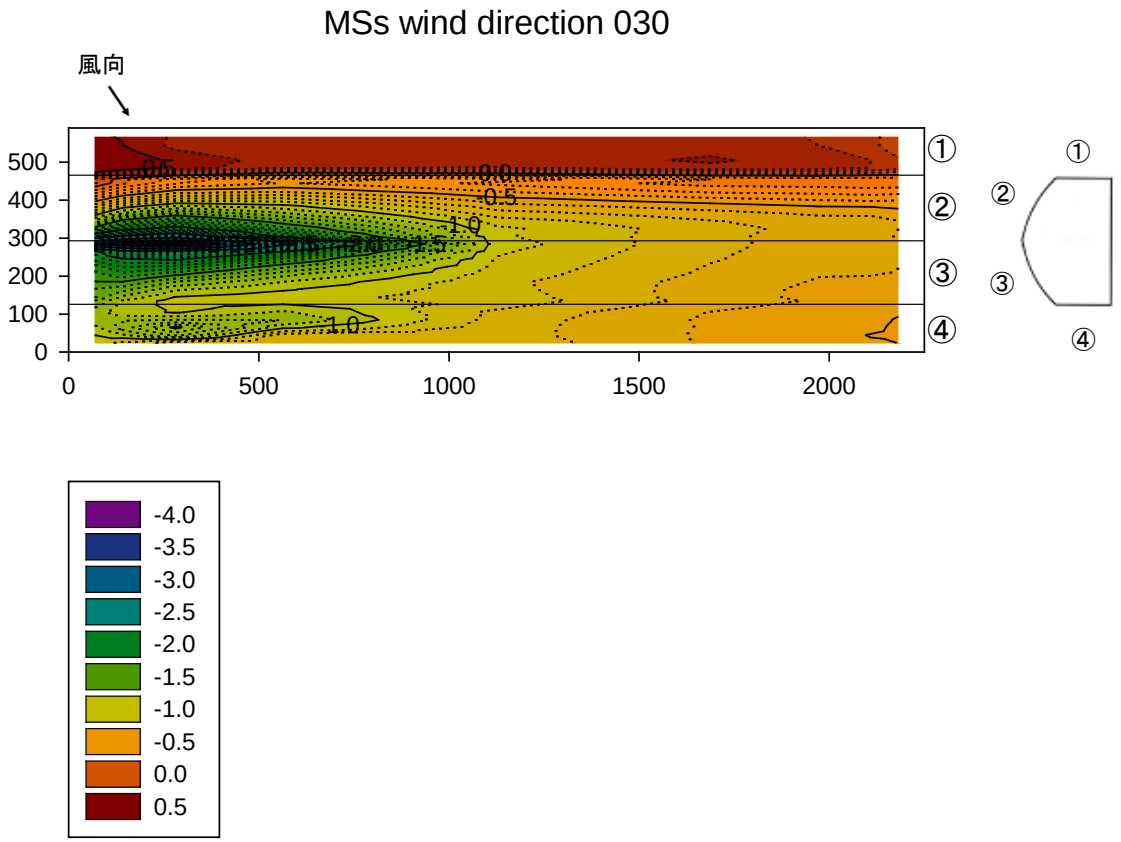


図 3.1.7　MSs：風圧係数の等値線（風向 30 度）

表 3.1.7　MSs：等値線作成に使用した風圧係数（風向 30 度）

妻面からの距離(mm)

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
0.50	0.50	0.38	0.32	0.33	0.36	0.29	0.25	0.10
0.51	0.50	0.37	0.31	0.33	0.37	0.30	0.24	0.11
0.61	0.54	0.42	0.33	0.35	0.39	0.33	0.27	0.17
0.69	0.60	0.47	0.36	0.35	0.41	0.36	0.30	0.23
0.70	0.61	0.46	0.31	0.29	0.38	0.35	0.30	0.24
0.14	(0.08)	(0.24)	(0.45)	(0.35)	(0.20)	(0.16)	(0.18)	(0.16)
0.10	(0.08)	(0.29)	(0.41)	(0.28)	(0.16)	(0.15)	(0.13)	(0.14)
(0.12)	(0.32)	(0.53)	(0.57)	(0.39)	(0.27)	(0.26)	(0.24)	(0.25)
(0.39)	(0.60)	(0.80)	(0.80)	(0.52)	(0.41)	(0.37)	(0.36)	(0.37)
(0.66)	(0.93)	(1.11)	(1.03)	(0.64)	(0.55)	(0.50)	(0.49)	(0.47)
(0.94)	(1.23)	(1.42)	(1.22)	(0.75)	(0.64)	(0.58)	(0.58)	(0.55)
(1.25)	(1.56)	(1.75)	(1.43)	(0.85)	(0.71)	(0.65)	(0.64)	(0.60)
(1.57)	(1.91)	(2.10)	(1.65)	(0.92)	(0.74)	(0.66)	(0.66)	(0.60)
(2.20)	(2.54)	(2.75)	(1.94)	(0.92)	(0.73)	(0.65)	(0.64)	(0.59)
(3.53)	(3.81)	(4.16)	(2.61)	(0.95)	(0.72)	(0.66)	(0.67)	(0.64)
(1.94)	(2.33)	(2.35)	(2.00)	(0.92)	(0.72)	(0.66)	(0.66)	(0.64)
(1.84)	(1.98)	(2.04)	(1.68)	(0.89)	(0.71)	(0.64)	(0.64)	(0.63)
(1.66)	(1.81)	(1.77)	(1.42)	(0.87)	(0.69)	(0.62)	(0.63)	(0.60)
(1.56)	(1.67)	(1.53)	(1.23)	(0.85)	(0.68)	(0.61)	(0.60)	(0.59)
(1.49)	(1.50)	(1.29)	(1.10)	(0.83)	(0.66)	(0.59)	(0.59)	(0.58)
(1.39)	(1.34)	(1.11)	(1.01)	(0.84)	(0.65)	(0.58)	(0.58)	(0.56)
(1.40)	(1.17)	(1.00)	(0.94)	(0.85)	(0.65)	(0.57)	(0.58)	(0.56)
(1.28)	(1.08)	(0.96)	(0.95)	(0.86)	(0.66)	(0.59)	(0.59)	(0.57)
(1.14)	(1.04)	(0.99)	(1.12)	(0.78)	(0.60)	(0.53)	(0.53)	(0.51)
(1.17)	(1.18)	(1.21)	(1.20)	(0.76)	(0.58)	(0.54)	(0.52)	(0.49)
(1.08)	(1.25)	(1.53)	(1.03)	(0.74)	(0.59)	(0.54)	(0.52)	(0.49)
(1.00)	(1.08)	(1.34)	(0.74)	(0.74)	(0.58)	(0.54)	(0.50)	(0.50)
(0.97)	(0.87)	(0.75)	(0.70)	(0.77)	(0.59)	(0.54)	(0.51)	(0.50)

(0.19)
(0.19)
(0.20)
(0.20)
(0.18)

妻面

(0.51)
(0.51)
(0.50)
(0.50)
(0.49)

妻面

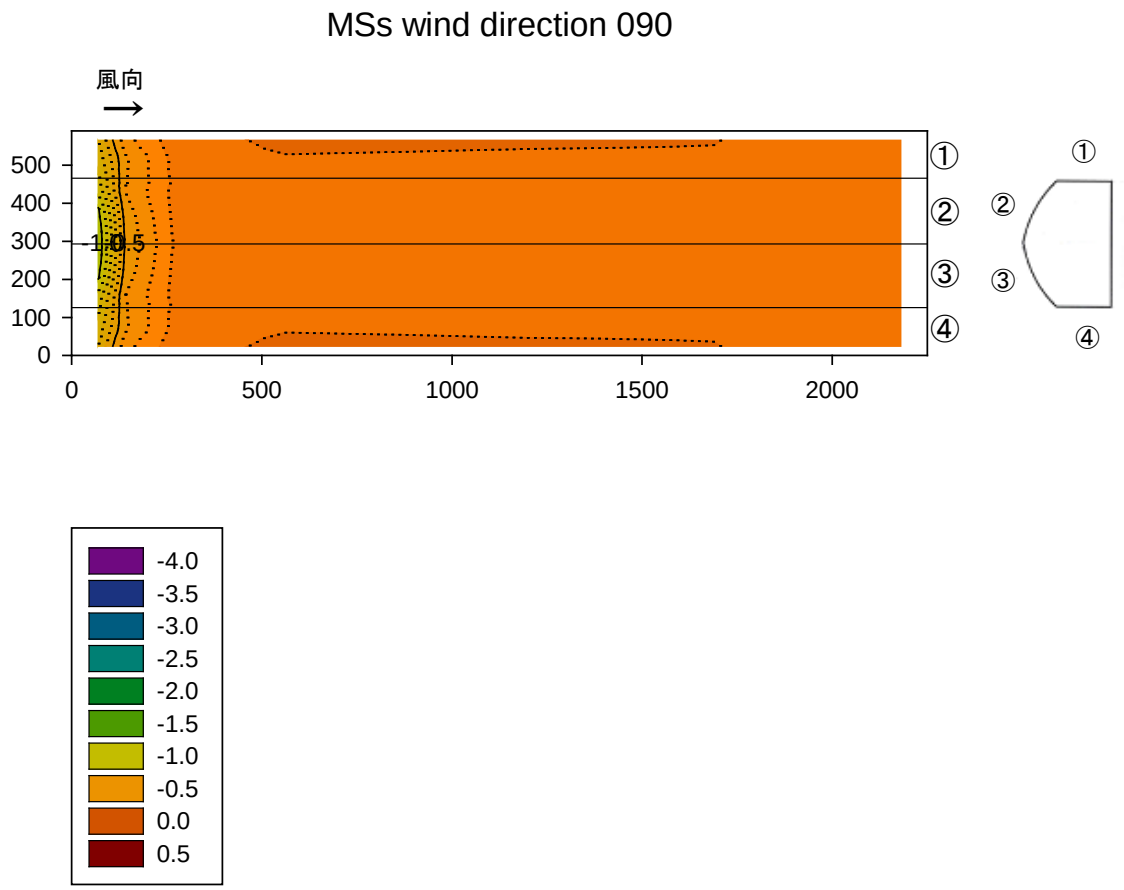


図 3.1.19　MSs：風圧係数の等値線（風向 90 度）

表 3.1.19　MSs：等値線作成に使用した風圧係数（風向 90 度）

妻面からの距離(mm)

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
(0.69)	(0.33)	(0.13)	(0.09)	(0.09)	(0.10)	(0.14)	(0.14)	(0.18)
(0.72)	(0.36)	(0.13)	(0.09)	(0.10)	(0.10)	(0.14)	(0.13)	(0.18)
(0.74)	(0.41)	(0.14)	(0.10)	(0.11)	(0.11)	(0.14)	(0.16)	(0.18)
(0.77)	(0.41)	(0.15)	(0.10)	(0.11)	(0.11)	(0.15)	(0.16)	(0.18)
(0.79)	(0.41)	(0.15)	(0.11)	(0.11)	(0.12)	(0.14)	(0.16)	(0.18)
(0.83)	(0.41)	(0.16)	(0.12)	(0.12)	(0.12)	(0.15)	(0.17)	(0.18)
(0.83)	(0.40)	(0.15)	(0.11)	(0.12)	(0.11)	(0.15)	(0.17)	(0.18)
(0.88)	(0.40)	(0.15)	(0.11)	(0.13)	(0.11)	(0.14)	(0.17)	(0.19)
(0.95)	(0.42)	(0.15)	(0.10)	(0.12)	(0.12)	(0.14)	(0.17)	(0.20)
(1.01)	(0.44)	(0.15)	(0.11)	(0.12)	(0.12)	(0.14)	(0.17)	(0.20)
(1.03)	(0.45)	(0.15)	(0.11)	(0.12)	(0.12)	(0.14)	(0.18)	(0.19)
(1.05)	(0.46)	(0.15)	(0.11)	(0.12)	(0.11)	(0.14)	(0.18)	(0.19)
(1.07)	(0.47)	(0.16)	(0.11)	(0.13)	(0.11)	(0.14)	(0.18)	(0.19)
(1.07)	(0.48)	(0.16)	(0.13)	(0.13)	(0.11)	(0.14)	(0.18)	(0.19)
(1.07)	(0.48)	(0.16)	(0.13)	(0.13)	(0.11)	(0.14)	(0.18)	(0.19)
(1.07)	(0.47)	(0.16)	(0.11)	(0.13)	(0.11)	(0.14)	(0.18)	(0.19)
(1.05)	(0.46)	(0.15)	(0.11)	(0.12)	(0.11)	(0.14)	(0.18)	(0.19)
(1.03)	(0.45)	(0.15)	(0.11)	(0.12)	(0.12)	(0.14)	(0.18)	(0.19)
(1.01)	(0.44)	(0.15)	(0.11)	(0.12)	(0.12)	(0.14)	(0.17)	(0.20)
(0.95)	(0.42)	(0.15)	(0.10)	(0.12)	(0.12)	(0.14)	(0.17)	(0.20)
(0.88)	(0.40)	(0.15)	(0.11)	(0.13)	(0.11)	(0.14)	(0.17)	(0.19)
(0.83)	(0.40)	(0.15)	(0.11)	(0.12)	(0.11)	(0.15)	(0.17)	(0.18)
(0.83)	(0.41)	(0.16)	(0.12)	(0.12)	(0.12)	(0.15)	(0.17)	(0.18)
(0.79)	(0.41)	(0.15)	(0.11)	(0.11)	(0.12)	(0.14)	(0.16)	(0.18)
(0.77)	(0.41)	(0.15)	(0.10)	(0.11)	(0.11)	(0.15)	(0.16)	(0.18)
(0.74)	(0.41)	(0.14)	(0.10)	(0.11)	(0.11)	(0.14)	(0.16)	(0.18)
(0.72)	(0.36)	(0.13)	(0.09)	(0.10)	(0.10)	(0.14)	(0.13)	(0.18)
(0.69)	(0.33)	(0.13)	(0.09)	(0.09)	(0.10)	(0.14)	(0.14)	(0.18)

0.81
0.69
0.61
0.62
0.72

妻面

(0.29)
(0.28)
(0.27)
(0.26)
(0.25)

妻面

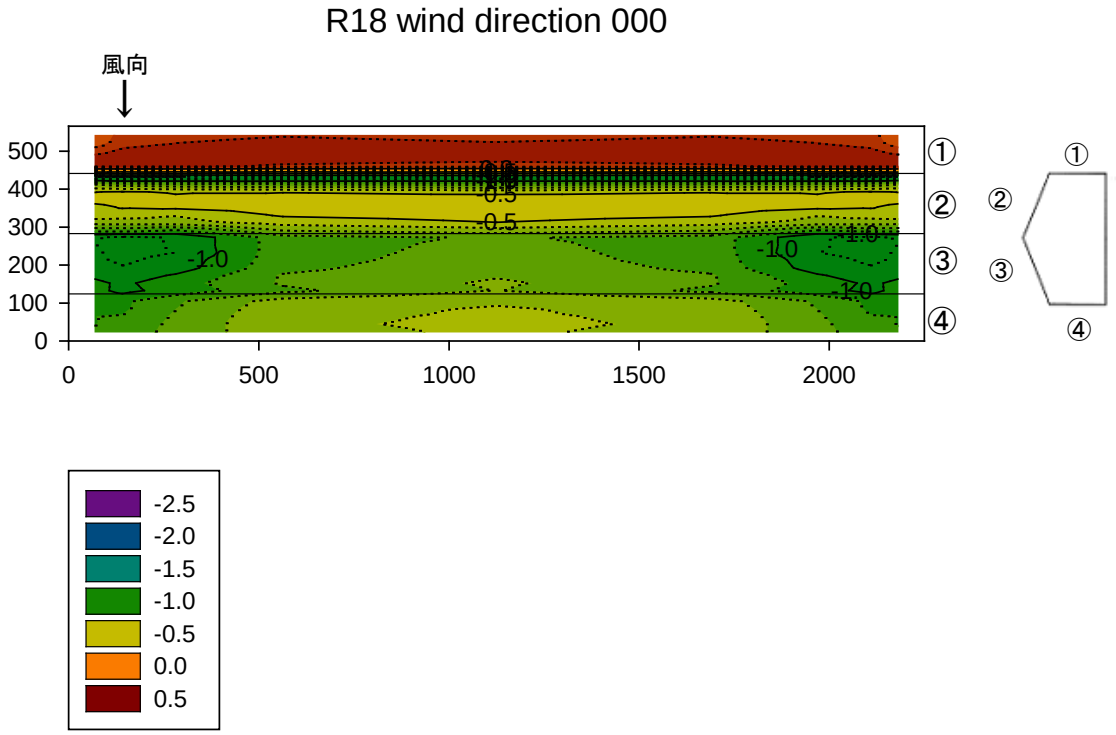


図 3.2.1　R18：風圧係数の等値線（風向 0 度）

表 3.2.1　R18：等値線作成に使用した風圧係数（風向 0 度）

妻面からの距離(mm)

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
0.22	0.34	0.38	0.40	0.38	0.40	0.38	0.34	0.22
0.25	0.36	0.40	0.42	0.40	0.42	0.40	0.36	0.25
0.35	0.43	0.46	0.45	0.44	0.45	0.46	0.43	0.35
0.45	0.47	0.50	0.47	0.44	0.47	0.50	0.47	0.45
0.44	0.44	0.44	0.38	0.34	0.38	0.44	0.44	0.44
(1.30)	(1.31)	(1.30)	(1.25)	(1.22)	(1.25)	(1.30)	(1.31)	(1.30)
(0.71)	(0.75)	(0.78)	(0.80)	(0.83)	(0.80)	(0.78)	(0.75)	(0.71)
(0.50)	(0.49)	(0.51)	(0.51)	(0.54)	(0.51)	(0.51)	(0.49)	(0.50)
(0.46)	(0.45)	(0.48)	(0.44)	(0.42)	(0.44)	(0.48)	(0.45)	(0.46)
(0.53)	(0.49)	(0.47)	(0.46)	(0.42)	(0.46)	(0.47)	(0.49)	(0.53)
(0.53)	(0.55)	(0.59)	(0.48)	(0.46)	(0.48)	(0.59)	(0.55)	(0.53)
(0.65)	(0.65)	(0.64)	(0.56)	(0.50)	(0.56)	(0.64)	(0.65)	(0.65)
(0.85)	(0.85)	(0.90)	(0.69)	(0.64)	(0.69)	(0.90)	(0.85)	(0.85)
(1.09)	(1.13)	(1.09)	(0.84)	(0.79)	(0.84)	(1.09)	(1.13)	(1.09)
(1.10)	(1.13)	(1.09)	(0.84)	(0.77)	(0.84)	(1.09)	(1.13)	(1.10)
(1.09)	(1.13)	(1.10)	(0.84)	(0.76)	(0.84)	(1.10)	(1.13)	(1.09)
(1.09)	(1.12)	(1.06)	(0.84)	(0.75)	(0.84)	(1.06)	(1.12)	(1.09)
(1.06)	(1.09)	(1.05)	(0.83)	(0.72)	(0.83)	(1.05)	(1.09)	(1.06)
(1.02)	(1.06)	(0.99)	(0.79)	(0.71)	(0.79)	(0.99)	(1.06)	(1.02)
(0.98)	(1.02)	(0.94)	(0.79)	(0.68)	(0.79)	(0.94)	(1.02)	(0.98)
(0.97)	(1.03)	(0.96)	(0.82)	(0.70)	(0.82)	(0.96)	(1.03)	(0.97)
(0.92)	(0.92)	(0.82)	(0.65)	(0.61)	(0.65)	(0.82)	(0.92)	(0.92)
(0.91)	(0.92)	(0.80)	(0.63)	(0.59)	(0.63)	(0.80)	(0.92)	(0.91)
(0.90)	(0.90)	(0.79)	(0.62)	(0.59)	(0.62)	(0.79)	(0.90)	(0.90)
(0.90)	(0.87)	(0.77)	(0.62)	(0.58)	(0.62)	(0.77)	(0.87)	(0.90)
(0.89)	(0.85)	(0.77)	(0.62)	(0.59)	(0.62)	(0.77)	(0.85)	(0.89)

(1.11)	(1.11)
(1.06)	(1.06)
(1.01)	(1.01)
(0.97)	(0.97)
(0.92)	(0.92)
妻面	妻面

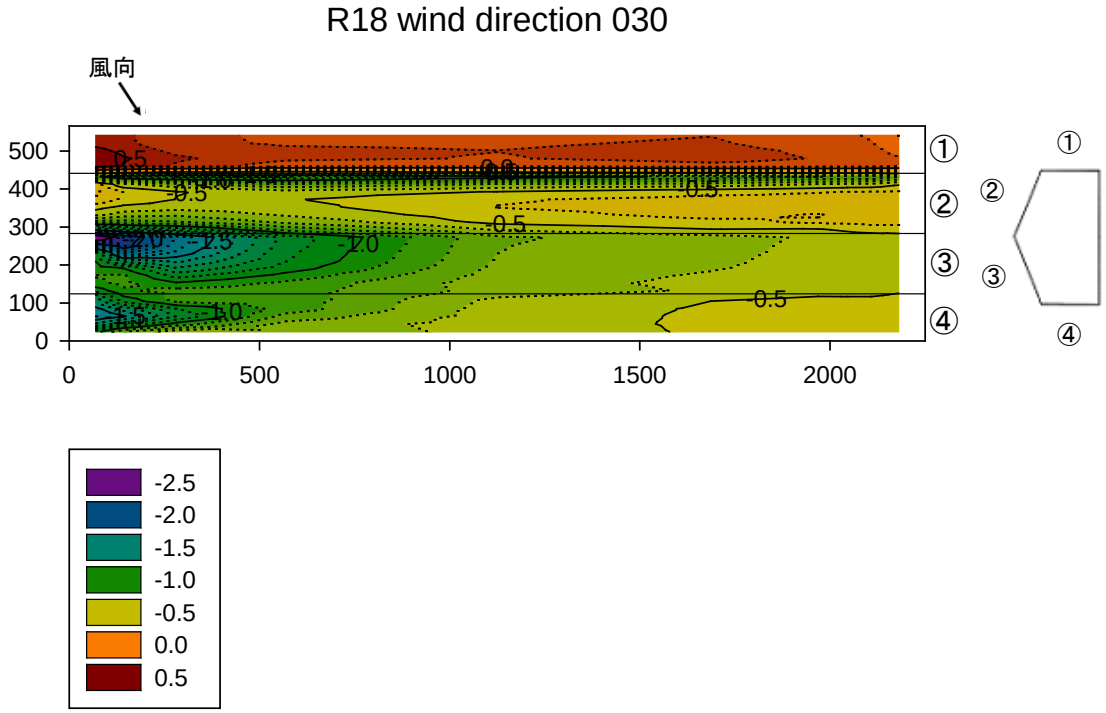


図 3.2.7　R18：風圧係数の等値線（風向 30 度）

表 3.2.7　R18：等値線作成に使用した風圧係数（風向 30 度）

妻面からの距離(mm)

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
0.45	0.42	0.33	0.28	0.28	0.30	0.24	0.19	0.10
0.46	0.42	0.32	0.29	0.29	0.31	0.25	0.21	0.11
0.54	0.47	0.37	0.32	0.30	0.33	0.28	0.24	0.16
0.62	0.51	0.42	0.32	0.29	0.34	0.29	0.25	0.21
0.60	0.49	0.38	0.24	0.21	0.27	0.25	0.23	0.20
(0.97)	(1.14)	(1.21)	(1.21)	(1.06)	(0.97)	(0.90)	(0.89)	(0.81)
(0.37)	(0.58)	(0.66)	(0.79)	(0.69)	(0.66)	(0.60)	(0.57)	(0.52)
(0.28)	(0.40)	(0.50)	(0.55)	(0.50)	(0.43)	(0.40)	(0.39)	(0.39)
(0.32)	(0.42)	(0.50)	(0.51)	(0.41)	(0.37)	(0.37)	(0.33)	(0.33)
(0.46)	(0.52)	(0.55)	(0.54)	(0.40)	(0.37)	(0.32)	(0.33)	(0.35)
(0.57)	(0.65)	(0.68)	(0.59)	(0.43)	(0.37)	(0.41)	(0.34)	(0.33)
(0.85)	(0.85)	(0.82)	(0.68)	(0.47)	(0.42)	(0.39)	(0.37)	(0.37)
(1.44)	(1.28)	(1.19)	(0.89)	(0.60)	(0.51)	(0.52)	(0.45)	(0.45)
(2.87)	(2.21)	(1.68)	(1.17)	(0.72)	(0.64)	(0.58)	(0.57)	(0.55)
(1.93)	(2.14)	(1.65)	(1.16)	(0.71)	(0.63)	(0.58)	(0.56)	(0.55)
(1.10)	(1.83)	(1.58)	(1.13)	(0.70)	(0.62)	(0.58)	(0.57)	(0.54)
(1.01)	(1.37)	(1.44)	(1.11)	(0.69)	(0.62)	(0.56)	(0.56)	(0.54)
(0.95)	(1.01)	(1.30)	(1.06)	(0.68)	(0.61)	(0.56)	(0.55)	(0.54)
(0.89)	(0.89)	(1.14)	(0.97)	(0.66)	(0.59)	(0.54)	(0.54)	(0.51)
(0.92)	(0.88)	(0.99)	(0.88)	(0.64)	(0.58)	(0.53)	(0.53)	(0.50)
(1.07)	(0.92)	(0.86)	(0.85)	(0.66)	(0.59)	(0.55)	(0.56)	(0.52)
(1.38)	(1.07)	(0.88)	(0.86)	(0.57)	(0.50)	(0.46)	(0.46)	(0.43)
(1.53)	(1.36)	(1.11)	(0.86)	(0.55)	(0.49)	(0.46)	(0.45)	(0.42)
(1.60)	(1.52)	(1.19)	(0.77)	(0.55)	(0.48)	(0.46)	(0.44)	(0.41)
(1.38)	(1.22)	(0.96)	(0.66)	(0.55)	(0.48)	(0.46)	(0.43)	(0.42)
(1.04)	(0.80)	(0.63)	(0.67)	(0.56)	(0.48)	(0.46)	(0.43)	(0.42)

(0.20)	(0.45)
(0.19)	(0.44)
(0.19)	(0.44)
(0.19)	(0.44)
(0.17)	(0.42)
妻面	妻面

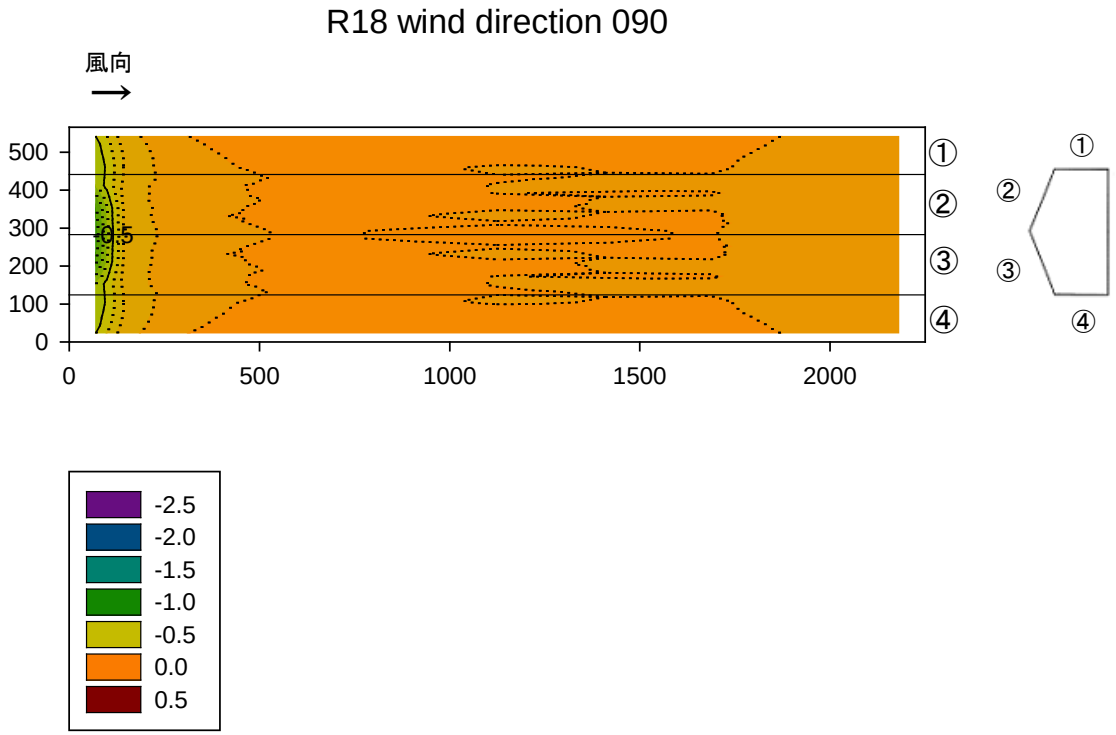


図 3.2.19　R18：風圧係数の等値線（風向 90 度）

表 3.2.19　R18：等値線作成に使用した風圧係数（風向 90 度）

妻面からの距離(mm)

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
(0.50)	(0.25)	(0.11)	(0.06)	(0.08)	(0.08)	(0.11)	(0.12)	(0.15)
(0.54)	(0.27)	(0.11)	(0.07)	(0.08)	(0.08)	(0.12)	(0.12)	(0.16)
(0.56)	(0.29)	(0.12)	(0.07)	(0.09)	(0.09)	(0.12)	(0.13)	(0.15)
(0.58)	(0.30)	(0.12)	(0.08)	(0.09)	(0.09)	(0.12)	(0.14)	(0.15)
(0.60)	(0.30)	(0.12)	(0.08)	(0.10)	(0.10)	(0.12)	(0.14)	(0.16)
(0.59)	(0.30)	(0.14)	(0.09)	(0.10)	(0.10)	(0.12)	(0.15)	(0.16)
(0.59)	(0.27)	(0.12)	(0.09)	(0.10)	(0.11)	(0.12)	(0.14)	(0.16)
(0.68)	(0.27)	(0.12)	(0.09)	(0.10)	(0.10)	(0.12)	(0.14)	(0.17)
(0.75)	(0.28)	(0.11)	(0.10)	(0.10)	(0.10)	(0.15)	(0.14)	(0.17)
(0.81)	(0.29)	(0.12)	(0.09)	(0.10)	(0.10)	(0.11)	(0.15)	(0.18)
(0.81)	(0.30)	(0.11)	(0.09)	(0.10)	(0.09)	(0.16)	(0.14)	(0.16)
(0.83)	(0.30)	(0.13)	(0.09)	(0.10)	(0.10)	(0.12)	(0.14)	(0.16)
(0.83)	(0.31)	(0.14)	(0.09)	(0.11)	(0.10)	(0.13)	(0.15)	(0.17)
(0.83)	(0.31)	(0.14)	(0.09)	(0.11)	(0.10)	(0.13)	(0.15)	(0.17)
(0.83)	(0.30)	(0.13)	(0.09)	(0.10)	(0.10)	(0.12)	(0.14)	(0.16)
(0.81)	(0.30)	(0.11)	(0.09)	(0.10)	(0.09)	(0.16)	(0.14)	(0.16)
(0.81)	(0.29)	(0.12)	(0.09)	(0.10)	(0.10)	(0.11)	(0.15)	(0.18)
(0.75)	(0.28)	(0.11)	(0.10)	(0.10)	(0.10)	(0.15)	(0.14)	(0.17)
(0.68)	(0.27)	(0.12)	(0.09)	(0.10)	(0.10)	(0.12)	(0.14)	(0.17)
(0.59)	(0.27)	(0.12)	(0.09)	(0.10)	(0.11)	(0.12)	(0.14)	(0.16)
(0.59)	(0.30)	(0.14)	(0.09)	(0.10)	(0.10)	(0.12)	(0.15)	(0.16)
(0.60)	(0.30)	(0.12)	(0.08)	(0.10)	(0.10)	(0.12)	(0.14)	(0.16)
(0.58)	(0.30)	(0.12)	(0.08)	(0.09)	(0.09)	(0.12)	(0.14)	(0.15)
(0.56)	(0.29)	(0.12)	(0.07)	(0.09)	(0.09)	(0.12)	(0.13)	(0.15)
(0.54)	(0.27)	(0.11)	(0.07)	(0.08)	(0.08)	(0.12)	(0.12)	(0.16)
(0.50)	(0.25)	(0.11)	(0.06)	(0.08)	(0.08)	(0.11)	(0.12)	(0.15)

0.71	(0.24)
0.60	(0.24)
0.51	(0.23)
0.47	(0.23)
0.55	(0.21)
妻面	妻面

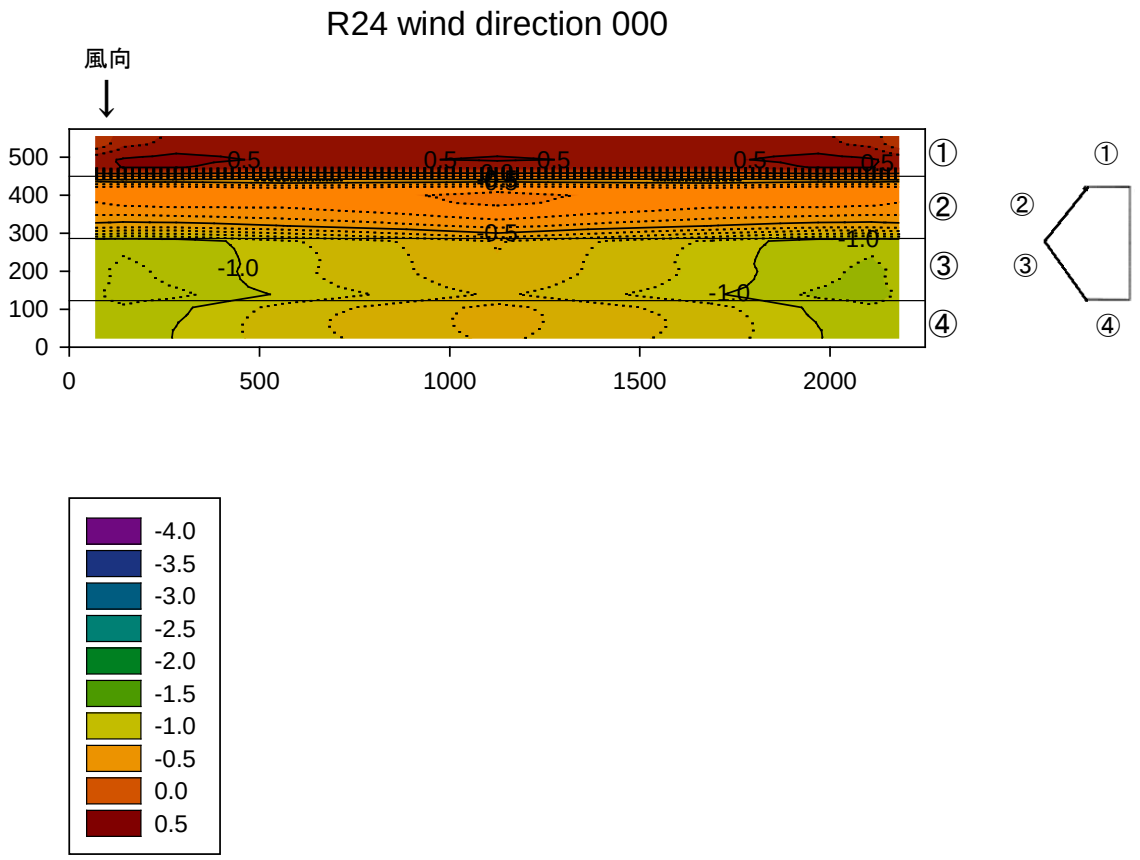


図 3.3.1　R24：風圧係数の等値線（風向 0 度）

表 3.3.1　R24：等値線作成に使用した風圧係数（風向 0 度）

妻面からの距離(mm)

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
0.20	0.35	0.42	0.43	0.44	0.43	0.42	0.35	0.20
0.22	0.38	0.43	0.43	0.45	0.43	0.43	0.38	0.22
0.36	0.45	0.49	0.46	0.49	0.46	0.49	0.45	0.36
0.46	0.51	0.54	0.48	0.51	0.48	0.54	0.51	0.46
0.48	0.50	0.51	0.41	0.45	0.41	0.51	0.50	0.48
(0.55)	(0.57)	(0.57)	(0.61)	(0.57)	(0.61)	(0.57)	(0.57)	(0.55)
(0.26)	(0.24)	(0.23)	(0.29)	(0.22)	(0.29)	(0.23)	(0.24)	(0.26)
(0.25)	(0.23)	(0.23)	(0.24)	(0.18)	(0.24)	(0.23)	(0.23)	(0.25)
(0.31)	(0.28)	(0.26)	(0.26)	(0.18)	(0.26)	(0.26)	(0.28)	(0.31)
(0.36)	(0.35)	(0.34)	(0.32)	(0.23)	(0.32)	(0.34)	(0.35)	(0.36)
(0.43)	(0.44)	(0.43)	(0.40)	(0.29)	(0.40)	(0.43)	(0.44)	(0.43)
(0.55)	(0.56)	(0.56)	(0.50)	(0.37)	(0.50)	(0.56)	(0.56)	(0.55)
(0.78)	(0.80)	(0.79)	(0.71)	(0.51)	(0.71)	(0.79)	(0.80)	(0.78)
(1.08)	(1.09)	(1.07)	(0.92)	(0.69)	(0.92)	(1.07)	(1.09)	(1.08)
(1.09)	(1.09)	(1.08)	(0.93)	(0.70)	(0.93)	(1.08)	(1.09)	(1.09)
(1.08)	(1.10)	(1.08)	(0.94)	(0.70)	(0.94)	(1.08)	(1.10)	(1.08)
(1.09)	(1.11)	(1.09)	(0.94)	(0.71)	(0.94)	(1.09)	(1.11)	(1.09)
(1.09)	(1.11)	(1.09)	(0.93)	(0.71)	(0.93)	(1.09)	(1.11)	(1.09)
(1.08)	(1.12)	(1.09)	(0.94)	(0.73)	(0.94)	(1.09)	(1.12)	(1.08)
(1.08)	(1.13)	(1.10)	(0.95)	(0.75)	(0.95)	(1.10)	(1.13)	(1.08)
(1.09)	(1.15)	(1.13)	(0.98)	(0.78)	(0.98)	(1.13)	(1.15)	(1.09)
(1.06)	(1.09)	(1.02)	(0.86)	(0.67)	(0.86)	(1.02)	(1.09)	(1.06)
(1.05)	(1.08)	(1.02)	(0.84)	(0.66)	(0.84)	(1.02)	(1.08)	(1.05)
(1.04)	(1.07)	(1.00)	(0.84)	(0.66)	(0.84)	(1.00)	(1.07)	(1.04)
(1.05)	(1.04)	(1.00)	(0.84)	(0.67)	(0.84)	(1.00)	(1.04)	(1.05)
(1.04)	(1.05)	(1.00)	(0.85)	(0.68)	(0.85)	(1.00)	(1.05)	(1.04)

(1.30)	(1.30)
(1.26)	(1.26)
(1.20)	(1.20)
(1.15)	(1.15)
(1.08)	(1.08)
妻面	妻面

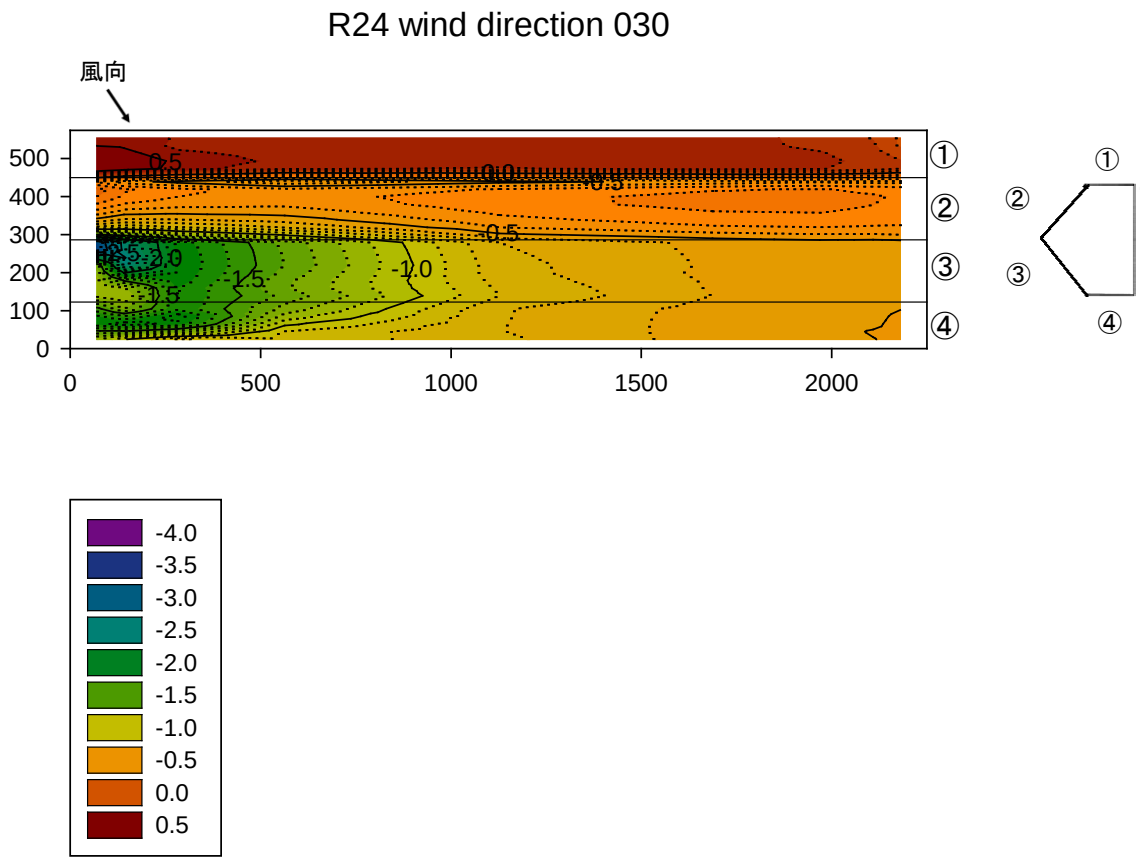


図 3.3.7　R24：風圧係数の等値線（風向 30 度）

表 3.3.7　R24：等値線作成に使用した風圧係数（風向 30 度）

妻面からの距離（mm）

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
0.48	0.48	0.38	0.33	0.32	0.34	0.27	0.19	0.08
0.50	0.48	0.37	0.33	0.33	0.35	0.28	0.21	0.08
0.61	0.54	0.42	0.36	0.34	0.37	0.31	0.24	0.16
0.69	0.59	0.47	0.37	0.34	0.39	0.33	0.26	0.21
0.69	0.59	0.46	0.31	0.29	0.34	0.31	0.25	0.20
(0.31)	(0.45)	(0.54)	(0.68)	(0.54)	(0.46)	(0.42)	(0.44)	(0.43)
(0.06)	(0.19)	(0.27)	(0.37)	(0.29)	(0.21)	(0.19)	(0.22)	(0.25)
(0.11)	(0.22)	(0.30)	(0.35)	(0.24)	(0.16)	(0.16)	(0.19)	(0.21)
(0.21)	(0.31)	(0.36)	(0.38)	(0.24)	(0.17)	(0.16)	(0.20)	(0.23)
(0.34)	(0.45)	(0.47)	(0.46)	(0.28)	(0.20)	(0.20)	(0.22)	(0.24)
(0.53)	(0.62)	(0.61)	(0.56)	(0.33)	(0.25)	(0.24)	(0.26)	(0.27)
(0.84)	(0.87)	(0.81)	(0.70)	(0.40)	(0.31)	(0.30)	(0.31)	(0.31)
(1.53)	(1.43)	(1.19)	(0.99)	(0.52)	(0.44)	(0.41)	(0.41)	(0.40)
(3.26)	(2.40)	(1.76)	(1.37)	(0.70)	(0.57)	(0.54)	(0.55)	(0.54)
(3.34)	(2.42)	(1.78)	(1.38)	(0.71)	(0.58)	(0.55)	(0.55)	(0.55)
(2.13)	(2.52)	(1.79)	(1.39)	(0.73)	(0.58)	(0.54)	(0.56)	(0.54)
(1.36)	(2.44)	(1.79)	(1.40)	(0.74)	(0.59)	(0.55)	(0.56)	(0.55)
(1.24)	(2.00)	(1.78)	(1.37)	(0.74)	(0.58)	(0.54)	(0.56)	(0.56)
(1.17)	(1.51)	(1.76)	(1.32)	(0.76)	(0.59)	(0.54)	(0.56)	(0.54)
(1.12)	(1.19)	(1.71)	(1.31)	(0.79)	(0.59)	(0.54)	(0.56)	(0.55)
(1.18)	(1.11)	(1.70)	(1.36)	(0.80)	(0.60)	(0.56)	(0.58)	(0.57)
(1.54)	(1.30)	(1.69)	(1.26)	(0.71)	(0.56)	(0.52)	(0.53)	(0.50)
(1.72)	(1.62)	(1.85)	(1.16)	(0.71)	(0.56)	(0.53)	(0.52)	(0.48)
(1.76)	(1.85)	(1.77)	(1.03)	(0.71)	(0.56)	(0.53)	(0.51)	(0.48)
(1.46)	(1.47)	(1.35)	(0.89)	(0.71)	(0.55)	(0.53)	(0.49)	(0.48)
(1.20)	(1.01)	(0.79)	(0.88)	(0.72)	(0.55)	(0.53)	(0.50)	(0.48)

(0.28)
(0.28)
(0.28)
(0.28)
(0.25)

妻面

(0.50)
(0.51)
(0.50)
(0.50)
(0.49)

妻面

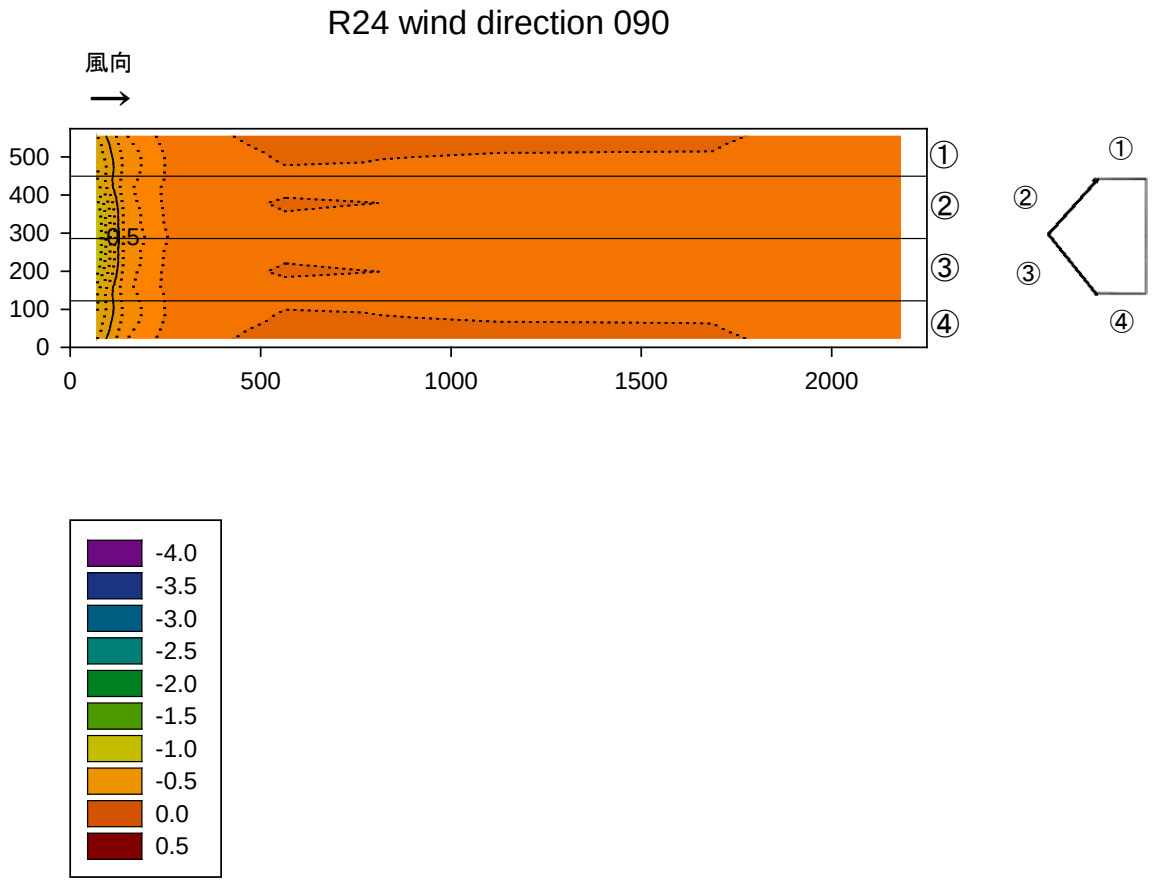


図 3.3.19　R24：風圧係数の等値線（風向 90 度）

表 3.3.19　R24：等値線作成に使用した風圧係数（風向 90 度）

妻面からの距離(mm)

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
(0.60)	(0.31)	(0.12)	(0.08)	(0.08)	(0.09)	(0.12)	(0.14)	(0.17)
(0.64)	(0.33)	(0.13)	(0.08)	(0.09)	(0.10)	(0.13)	(0.13)	(0.18)
(0.65)	(0.36)	(0.14)	(0.09)	(0.10)	(0.10)	(0.13)	(0.15)	(0.17)
(0.68)	(0.37)	(0.15)	(0.10)	(0.11)	(0.10)	(0.14)	(0.16)	(0.17)
(0.71)	(0.37)	(0.14)	(0.10)	(0.10)	(0.11)	(0.13)	(0.15)	(0.17)
(0.70)	(0.35)	(0.15)	(0.11)	(0.11)	(0.12)	(0.13)	(0.17)	(0.17)
(0.74)	(0.33)	(0.14)	(0.10)	(0.12)	(0.11)	(0.13)	(0.16)	(0.17)
(0.84)	(0.34)	(0.14)	(0.10)	(0.12)	(0.11)	(0.13)	(0.16)	(0.17)
(0.92)	(0.35)	(0.13)	(0.09)	(0.11)	(0.10)	(0.13)	(0.16)	(0.18)
(0.95)	(0.37)	(0.14)	(0.10)	(0.11)	(0.11)	(0.13)	(0.16)	(0.18)
(0.97)	(0.37)	(0.13)	(0.10)	(0.11)	(0.11)	(0.13)	(0.16)	(0.17)
(0.99)	(0.37)	(0.14)	(0.10)	(0.11)	(0.11)	(0.13)	(0.16)	(0.18)
(0.98)	(0.39)	(0.15)	(0.11)	(0.11)	(0.11)	(0.14)	(0.16)	(0.18)
(0.98)	(0.39)	(0.15)	(0.11)	(0.11)	(0.11)	(0.14)	(0.16)	(0.18)
(0.99)	(0.37)	(0.14)	(0.10)	(0.11)	(0.11)	(0.13)	(0.16)	(0.18)
(0.97)	(0.37)	(0.13)	(0.10)	(0.11)	(0.11)	(0.13)	(0.16)	(0.17)
(0.95)	(0.37)	(0.14)	(0.10)	(0.11)	(0.11)	(0.13)	(0.16)	(0.18)
(0.92)	(0.35)	(0.13)	(0.09)	(0.11)	(0.10)	(0.13)	(0.16)	(0.18)
(0.84)	(0.34)	(0.14)	(0.10)	(0.12)	(0.11)	(0.13)	(0.16)	(0.17)
(0.74)	(0.33)	(0.14)	(0.10)	(0.12)	(0.11)	(0.13)	(0.16)	(0.17)
(0.70)	(0.35)	(0.15)	(0.11)	(0.11)	(0.12)	(0.13)	(0.17)	(0.17)
(0.71)	(0.37)	(0.14)	(0.10)	(0.10)	(0.11)	(0.13)	(0.15)	(0.17)
(0.68)	(0.37)	(0.15)	(0.10)	(0.11)	(0.10)	(0.14)	(0.16)	(0.17)
(0.65)	(0.36)	(0.14)	(0.09)	(0.10)	(0.10)	(0.13)	(0.15)	(0.17)
(0.64)	(0.33)	(0.13)	(0.08)	(0.09)	(0.10)	(0.13)	(0.13)	(0.18)
(0.60)	(0.31)	(0.12)	(0.08)	(0.08)	(0.09)	(0.12)	(0.14)	(0.17)

0.78	(0.27)
0.66	(0.27)
0.56	(0.26)
0.54	(0.25)
0.64	(0.23)
妻面	妻面

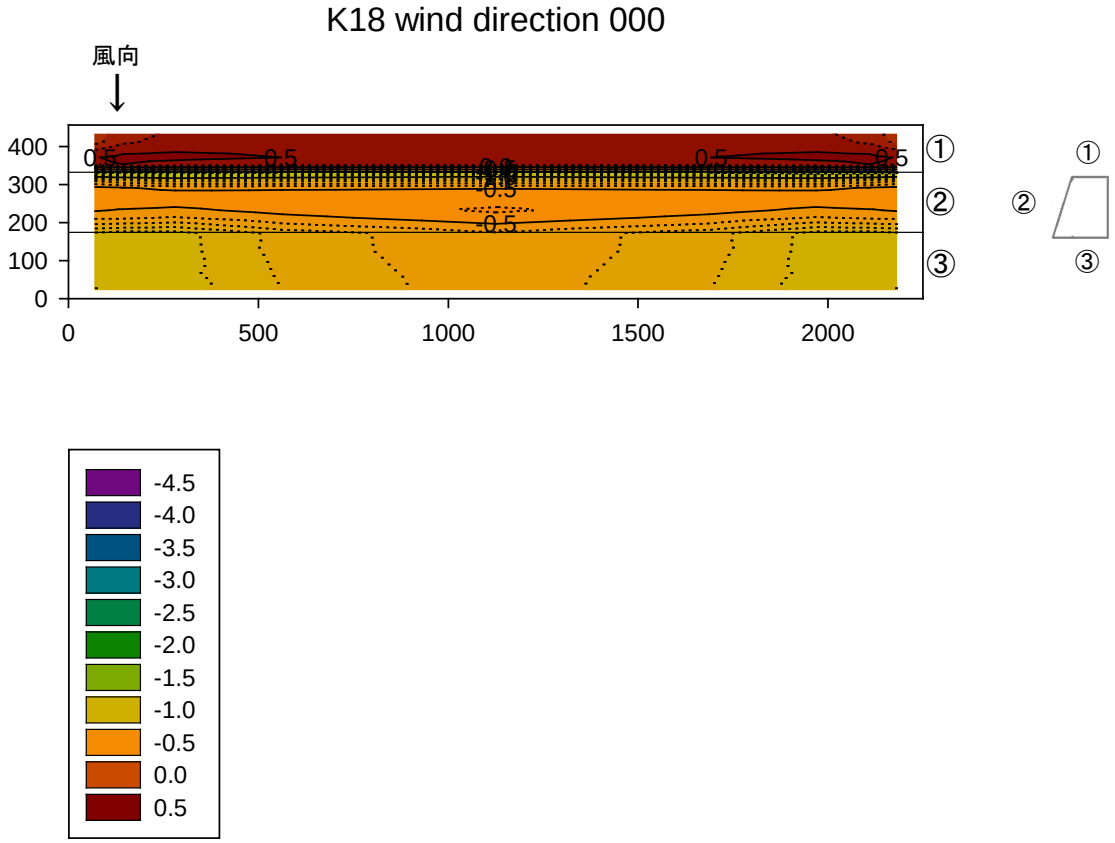


図 3.4.1　K18：風圧係数の等値線（風向 0 度）

表 3.4.1　K18：等値線作成に使用した風圧係数（風向 0 度）

妻面からの距離（mm）

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
0.24	0.36	0.42	0.43	0.44	0.43	0.42	0.36	0.24
0.27	0.38	0.44	0.45	0.45	0.45	0.44	0.38	0.27
0.41	0.47	0.49	0.49	0.50	0.49	0.49	0.47	0.41
0.50	0.53	0.53	0.50	0.50	0.50	0.53	0.53	0.50
0.48	0.50	0.45	0.41	0.41	0.41	0.45	0.50	0.48
(1.34)	(1.35)	(1.36)	(1.30)	(1.22)	(1.30)	(1.36)	(1.35)	(1.34)
(0.73)	(0.79)	(0.85)	(0.84)	(0.81)	(0.84)	(0.85)	(0.79)	(0.73)
(0.46)	(0.49)	(0.53)	(0.53)	(0.51)	(0.53)	(0.53)	(0.49)	(0.46)
(0.43)	(0.43)	(0.44)	(0.43)	(0.42)	(0.43)	(0.44)	(0.43)	(0.43)
(0.46)	(0.45)	(0.47)	(0.44)	(0.42)	(0.44)	(0.47)	(0.45)	(0.46)
(0.49)	(0.51)	(0.52)	(0.47)	(0.39)	(0.47)	(0.52)	(0.51)	(0.49)
(0.58)	(0.59)	(0.61)	(0.53)	(0.44)	(0.53)	(0.61)	(0.59)	(0.58)
(0.73)	(0.74)	(0.76)	(0.63)	(0.52)	(0.63)	(0.76)	(0.74)	(0.73)
(0.91)	(0.95)	(0.94)	(0.76)	(0.61)	(0.76)	(0.94)	(0.95)	(0.91)
(0.91)	(0.95)	(0.94)	(0.76)	(0.62)	(0.76)	(0.94)	(0.95)	(0.91)
(0.91)	(0.96)	(0.94)	(0.76)	(0.62)	(0.76)	(0.94)	(0.96)	(0.91)
(0.93)	(0.95)	(0.95)	(0.77)	(0.62)	(0.77)	(0.95)	(0.95)	(0.93)
(0.92)	(0.95)	(0.94)	(0.78)	(0.62)	(0.78)	(0.94)	(0.95)	(0.92)
(0.91)	(0.95)	(0.93)	(0.78)	(0.63)	(0.78)	(0.93)	(0.95)	(0.91)
(0.91)	(0.94)	(0.95)	(0.79)	(0.63)	(0.79)	(0.95)	(0.94)	(0.91)
(0.90)	(0.93)	(0.94)	(0.79)	(0.64)	(0.79)	(0.94)	(0.93)	(0.90)

(1.31)	(1.31)
(1.32)	(1.32)
(1.29)	(1.29)
(1.25)	(1.25)
(1.21)	(1.21)

妻面

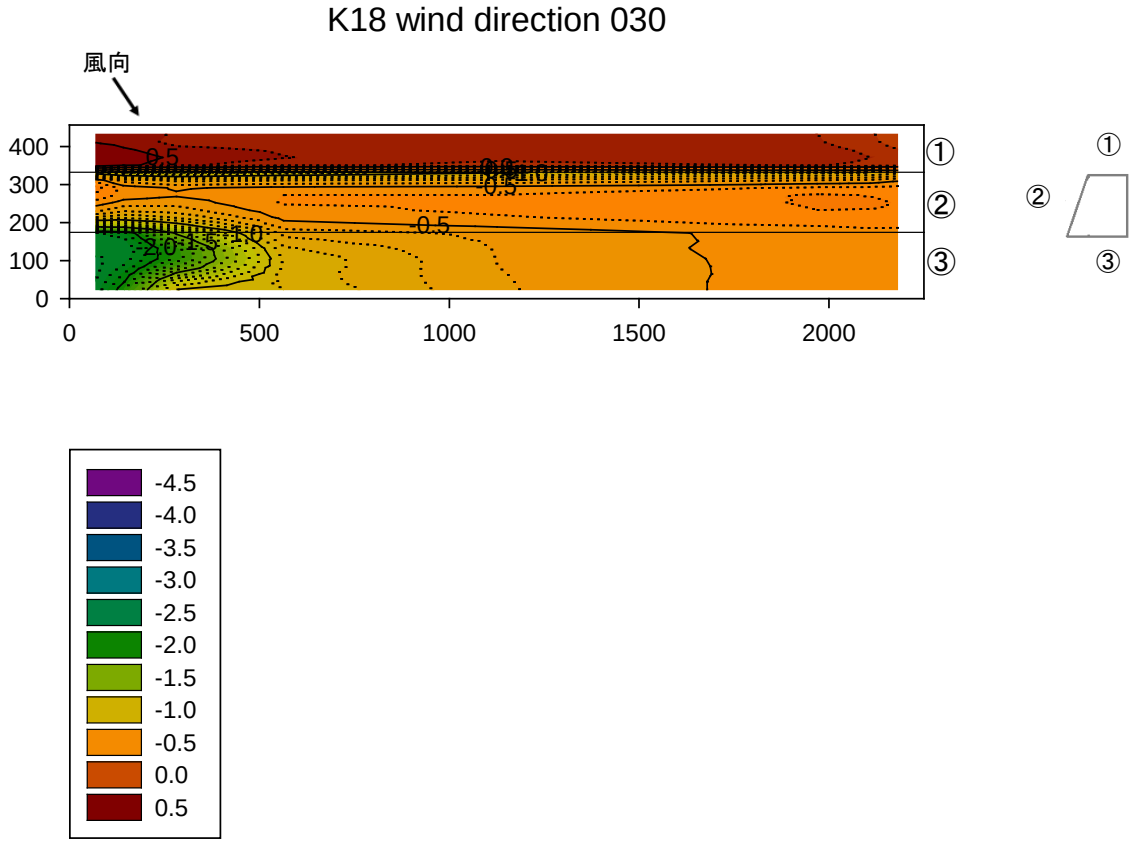


図 3.4.7　K18：風圧係数の等値線（風向 30 度）

表 3.4.7　K18：等値線作成に使用した風圧係数（風向 30 度）

妻面からの距離（mm）

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
0.47	0.46	0.39	0.35	0.31	0.33	0.30	0.22	0.12
0.49	0.45	0.37	0.36	0.31	0.34	0.31	0.23	0.14
0.61	0.52	0.43	0.39	0.33	0.36	0.34	0.28	0.21
0.69	0.57	0.47	0.40	0.33	0.36	0.36	0.30	0.25
0.67	0.54	0.42	0.33	0.26	0.29	0.30	0.27	0.23
(1.09)	(1.22)	(1.28)	(1.16)	(1.01)	(0.94)	(0.93)	(0.90)	(0.84)
(0.44)	(0.64)	(0.73)	(0.70)	(0.67)	(0.62)	(0.60)	(0.58)	(0.52)
(0.27)	(0.44)	(0.51)	(0.47)	(0.45)	(0.42)	(0.38)	(0.37)	(0.36)
(0.33)	(0.44)	(0.49)	(0.40)	(0.40)	(0.33)	(0.29)	(0.30)	(0.32)
(0.45)	(0.54)	(0.56)	(0.39)	(0.40)	(0.32)	(0.29)	(0.29)	(0.30)
(0.58)	(0.68)	(0.65)	(0.43)	(0.38)	(0.33)	(0.30)	(0.30)	(0.30)
(0.83)	(0.89)	(0.80)	(0.48)	(0.41)	(0.36)	(0.33)	(0.32)	(0.34)
(1.35)	(1.32)	(1.08)	(0.54)	(0.48)	(0.41)	(0.40)	(0.38)	(0.38)
(2.21)	(2.14)	(1.47)	(0.67)	(0.57)	(0.49)	(0.46)	(0.44)	(0.44)
(2.26)	(2.24)	(1.66)	(0.73)	(0.59)	(0.49)	(0.46)	(0.45)	(0.45)
(2.26)	(2.29)	(1.84)	(0.82)	(0.59)	(0.49)	(0.46)	(0.45)	(0.44)
(2.31)	(2.25)	(1.86)	(0.88)	(0.60)	(0.50)	(0.47)	(0.45)	(0.46)
(2.32)	(2.19)	(1.71)	(0.88)	(0.60)	(0.50)	(0.46)	(0.45)	(0.46)
(2.31)	(2.09)	(1.45)	(0.87)	(0.61)	(0.50)	(0.45)	(0.45)	(0.45)
(2.29)	(2.01)	(1.18)	(0.87)	(0.61)	(0.50)	(0.46)	(0.45)	(0.46)
(2.26)	(1.92)	(1.00)	(0.90)	(0.61)	(0.50)	(0.46)	(0.45)	(0.45)

(0.38)	(0.47)
(0.45)	(0.47)
(0.53)	(0.46)
(0.61)	(0.46)
(0.59)	(0.45)

妻面

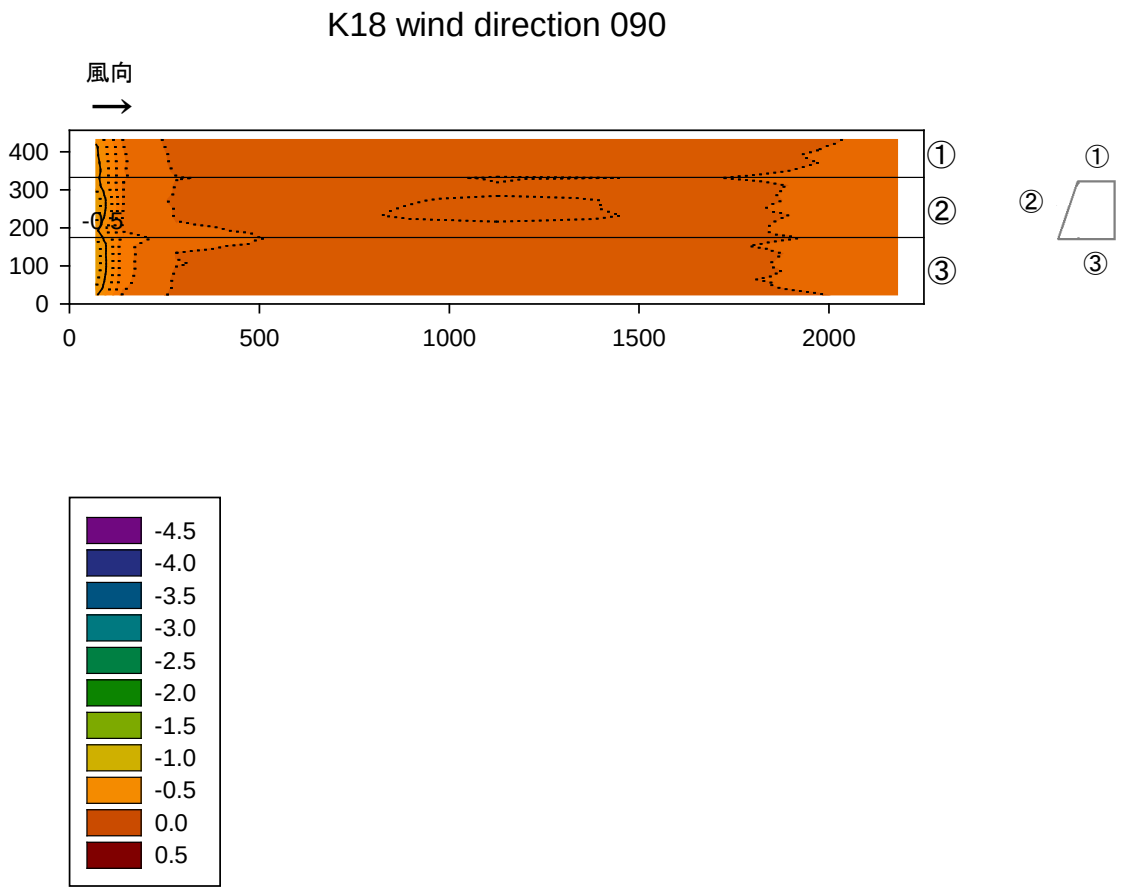


図 3.4.19　K18：風圧係数の等値線（風向 90 度）

表 3.4.19　K18：等値線作成に使用した風圧係数（風向 90 度）

妻面からの距離（mm）

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
(0.47)	(0.19)	(0.07)	(0.05)	(0.07)	(0.07)	(0.09)	(0.12)	(0.13)
(0.52)	(0.20)	(0.07)	(0.05)	(0.08)	(0.08)	(0.10)	(0.12)	(0.14)
(0.52)	(0.21)	(0.08)	(0.06)	(0.08)	(0.08)	(0.10)	(0.12)	(0.13)
(0.54)	(0.21)	(0.08)	(0.06)	(0.09)	(0.08)	(0.10)	(0.12)	(0.13)
(0.55)	(0.20)	(0.09)	(0.06)	(0.09)	(0.08)	(0.10)	(0.12)	(0.14)
(0.54)	(0.21)	(0.10)	(0.09)	(0.10)	(0.10)	(0.11)	(0.13)	(0.15)
(0.55)	(0.19)	(0.09)	(0.07)	(0.10)	(0.08)	(0.11)	(0.13)	(0.14)
(0.62)	(0.20)	(0.09)	(0.07)	(0.09)	(0.09)	(0.11)	(0.12)	(0.14)
(0.66)	(0.19)	(0.08)	(0.07)	(0.11)	(0.08)	(0.11)	(0.13)	(0.15)
(0.66)	(0.19)	(0.09)	(0.08)	(0.12)	(0.08)	(0.12)	(0.13)	(0.15)
(0.64)	(0.18)	(0.09)	(0.08)	(0.12)	(0.08)	(0.11)	(0.13)	(0.14)
(0.58)	(0.17)	(0.10)	(0.08)	(0.09)	(0.09)	(0.11)	(0.12)	(0.15)
(0.52)	(0.19)	(0.12)	(0.08)	(0.09)	(0.09)	(0.11)	(0.14)	(0.15)
(0.58)	(0.25)	(0.15)	(0.09)	(0.06)	(0.09)	(0.10)	(0.12)	(0.15)
(0.65)	(0.22)	(0.11)	(0.08)	(0.05)	(0.10)	(0.11)	(0.12)	(0.18)
(0.65)	(0.23)	(0.10)	(0.08)	(0.05)	(0.08)	(0.11)	(0.13)	(0.15)
(0.66)	(0.23)	(0.10)	(0.08)	(0.05)	(0.09)	(0.11)	(0.12)	(0.17)
(0.65)	(0.23)	(0.09)	(0.08)	(0.05)	(0.09)	(0.11)	(0.14)	(0.17)
(0.62)	(0.22)	(0.09)	(0.08)	(0.05)	(0.10)	(0.11)	(0.12)	(0.16)
(0.59)	(0.21)	(0.09)	(0.08)	(0.06)	(0.08)	(0.11)	(0.12)	(0.16)
(0.52)	(0.18)	(0.08)	(0.07)	(0.06)	(0.08)	(0.10)	(0.12)	(0.15)

0.84	(0.25)
0.73	(0.25)
0.61	(0.24)
0.52	(0.22)
0.54	(0.20)

妻面

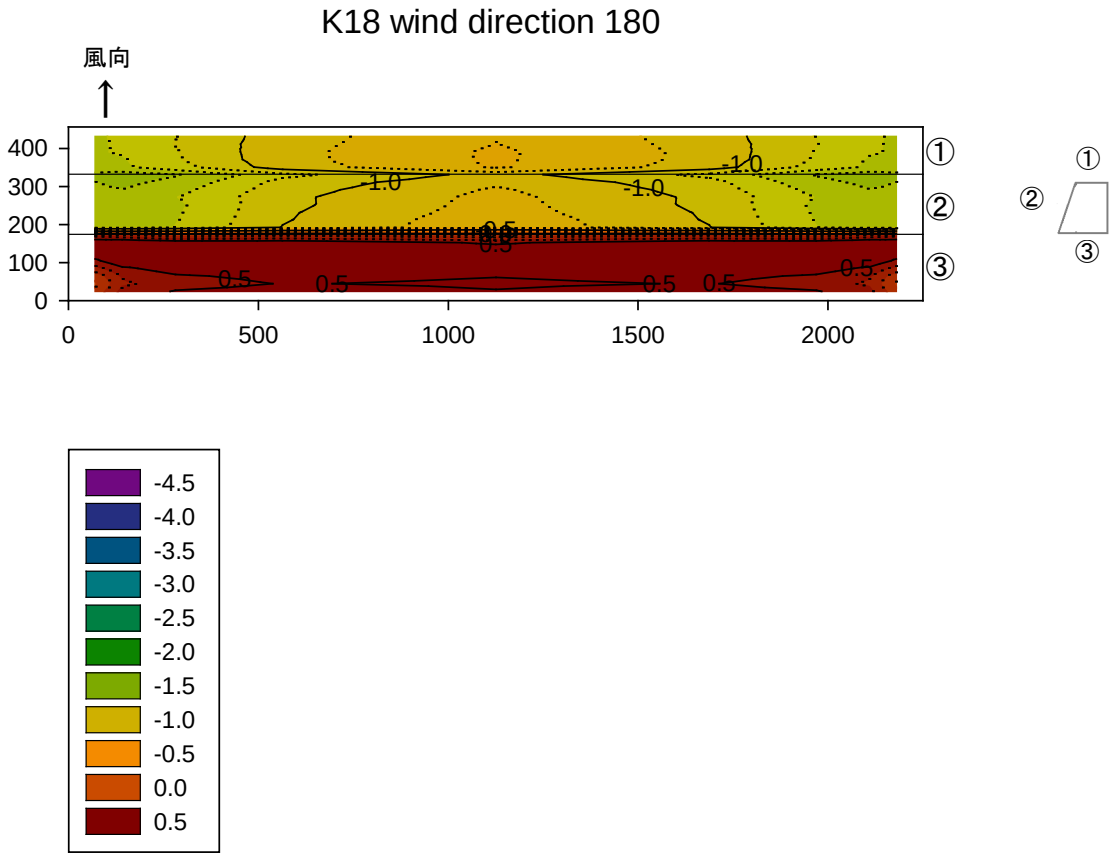


図 3.4.37　K18：風圧係数の等値線（風向 180 度）

表 3.4.37　K18：等値線作成に使用した風圧係数（風向 180 度）

妻面からの距離(mm)

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
(1.21)	(1.19)	(1.10)	(0.94)	(0.80)	(0.94)	(1.10)	(1.19)	(1.21)
(1.21)	(1.19)	(1.10)	(0.94)	(0.80)	(0.94)	(1.10)	(1.19)	(1.21)
(1.21)	(1.19)	(1.11)	(0.93)	(0.78)	(0.93)	(1.11)	(1.19)	(1.21)
(1.22)	(1.21)	(1.11)	(0.93)	(0.78)	(0.93)	(1.11)	(1.21)	(1.22)
(1.23)	(1.22)	(1.14)	(0.95)	(0.79)	(0.95)	(1.14)	(1.22)	(1.23)
(1.33)	(1.36)	(1.31)	(1.13)	(0.96)	(1.13)	(1.31)	(1.36)	(1.33)
(1.30)	(1.32)	(1.27)	(1.06)	(0.92)	(1.06)	(1.27)	(1.32)	(1.30)
(1.28)	(1.30)	(1.23)	(1.04)	(0.89)	(1.04)	(1.23)	(1.30)	(1.28)
(1.29)	(1.29)	(1.20)	(1.02)	(0.87)	(1.02)	(1.20)	(1.29)	(1.29)
(1.29)	(1.29)	(1.22)	(1.02)	(0.86)	(1.02)	(1.22)	(1.29)	(1.29)
(1.27)	(1.29)	(1.21)	(1.01)	(0.85)	(1.01)	(1.21)	(1.29)	(1.27)
(1.27)	(1.26)	(1.21)	(1.01)	(0.83)	(1.01)	(1.21)	(1.26)	(1.27)
(1.26)	(1.26)	(1.20)	(1.00)	(0.82)	(1.00)	(1.20)	(1.26)	(1.26)
0.35	0.32	0.21	0.27	0.22	0.27	0.21	0.32	0.35
0.60	0.62	0.59	0.58	0.49	0.58	0.59	0.62	0.60
0.59	0.63	0.63	0.65	0.55	0.65	0.63	0.63	0.59
0.48	0.59	0.61	0.64	0.56	0.64	0.61	0.59	0.48
0.36	0.48	0.55	0.59	0.54	0.59	0.55	0.48	0.36
0.24	0.41	0.49	0.53	0.50	0.53	0.49	0.41	0.24
0.18	0.38	0.45	0.51	0.48	0.51	0.45	0.38	0.18
0.23	0.43	0.51	0.55	0.51	0.55	0.51	0.43	0.23

(1.39)	(1.39)
(1.39)	(1.39)
(1.39)	(1.39)
(1.39)	(1.39)
(1.37)	(1.37)

妻面

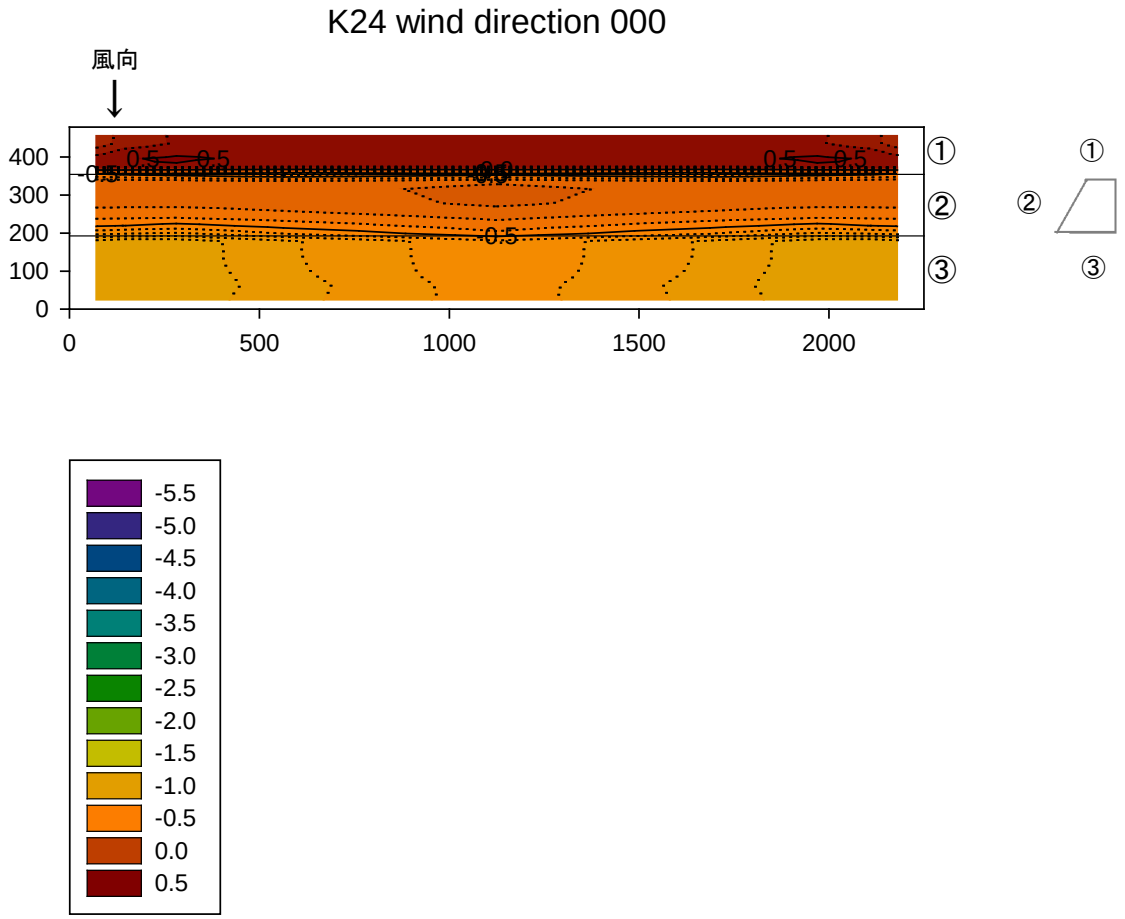


図 3.5.1　K24：風圧係数の等値線（風向 0 度）

表 3.5.1　K24：等値線作成に使用した風圧係数（風向 0 度）

妻面からの距離(mm)

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
0.23	0.35	0.41	0.41	0.43	0.41	0.41	0.35	0.23
0.24	0.34	0.41	0.42	0.44	0.42	0.41	0.34	0.24
0.35	0.43	0.47	0.46	0.49	0.46	0.47	0.43	0.35
0.44	0.49	0.52	0.47	0.49	0.47	0.52	0.49	0.44
0.47	0.49	0.49	0.42	0.44	0.42	0.49	0.49	0.47
(0.50)	(0.54)	(0.57)	(0.66)	(0.55)	(0.66)	(0.57)	(0.54)	(0.50)
(0.22)	(0.23)	(0.24)	(0.28)	(0.22)	(0.28)	(0.24)	(0.23)	(0.22)
(0.22)	(0.22)	(0.25)	(0.24)	(0.17)	(0.24)	(0.25)	(0.22)	(0.22)
(0.27)	(0.26)	(0.27)	(0.26)	(0.18)	(0.26)	(0.27)	(0.26)	(0.27)
(0.32)	(0.33)	(0.33)	(0.30)	(0.23)	(0.30)	(0.33)	(0.33)	(0.32)
(0.39)	(0.40)	(0.41)	(0.37)	(0.29)	(0.37)	(0.41)	(0.40)	(0.39)
(0.49)	(0.50)	(0.54)	(0.47)	(0.35)	(0.47)	(0.54)	(0.50)	(0.49)
(0.68)	(0.70)	(0.72)	(0.60)	(0.43)	(0.60)	(0.72)	(0.70)	(0.68)
(0.93)	(0.96)	(0.96)	(0.82)	(0.62)	(0.82)	(0.96)	(0.96)	(0.93)
(0.95)	(0.97)	(0.96)	(0.82)	(0.62)	(0.82)	(0.96)	(0.97)	(0.95)
(0.94)	(0.97)	(0.96)	(0.82)	(0.62)	(0.82)	(0.96)	(0.97)	(0.94)
(0.93)	(0.96)	(0.97)	(0.82)	(0.62)	(0.82)	(0.97)	(0.96)	(0.93)
(0.93)	(0.96)	(0.97)	(0.83)	(0.63)	(0.83)	(0.97)	(0.96)	(0.93)
(0.93)	(0.95)	(0.98)	(0.84)	(0.64)	(0.84)	(0.98)	(0.95)	(0.93)
(0.92)	(0.95)	(0.97)	(0.84)	(0.64)	(0.84)	(0.97)	(0.95)	(0.92)
(0.91)	(0.93)	(0.96)	(0.84)	(0.64)	(0.84)	(0.96)	(0.93)	(0.91)

(1.25)	(1.25)
(1.26)	(1.26)
(1.24)	(1.24)
(1.21)	(1.21)
(1.17)	(1.17)

妻面

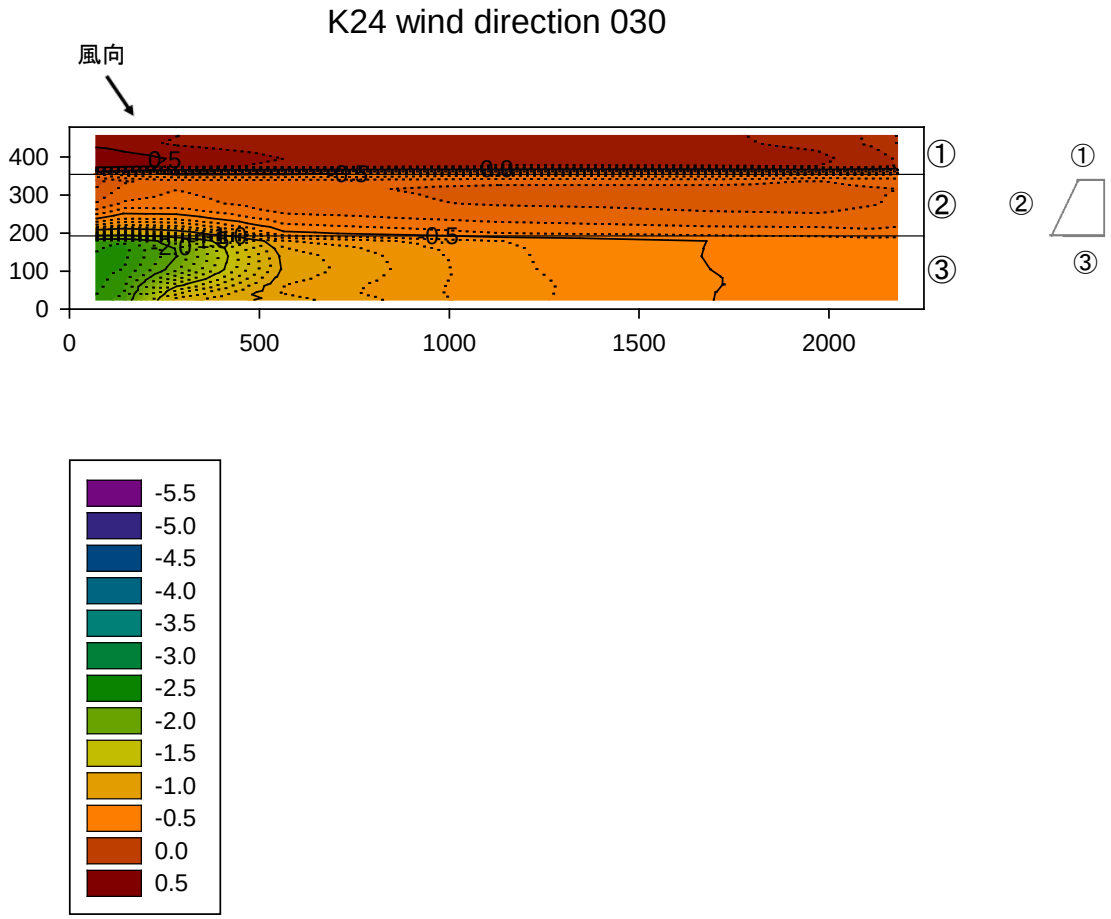


図 3.5.7　K24：風圧係数の等値線（風向 30 度）

表 3.5.7　K24：等値線作成に使用した風圧係数（風向 30 度）

妻面からの距離(mm)

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
0.44	0.45	0.40	0.35	0.30	0.31	0.28	0.18	0.09
0.45	0.43	0.39	0.35	0.31	0.32	0.28	0.18	0.10
0.55	0.49	0.43	0.37	0.33	0.34	0.30	0.23	0.15
0.63	0.56	0.48	0.40	0.33	0.33	0.33	0.25	0.19
0.64	0.56	0.46	0.36	0.29	0.30	0.30	0.24	0.19
(0.28)	(0.45)	(0.53)	(0.52)	(0.45)	(0.49)	(0.42)	(0.43)	(0.41)
(0.07)	(0.19)	(0.25)	(0.24)	(0.22)	(0.22)	(0.20)	(0.22)	(0.23)
(0.11)	(0.23)	(0.30)	(0.22)	(0.18)	(0.18)	(0.17)	(0.19)	(0.20)
(0.21)	(0.31)	(0.34)	(0.24)	(0.19)	(0.18)	(0.16)	(0.19)	(0.22)
(0.32)	(0.44)	(0.43)	(0.28)	(0.23)	(0.20)	(0.19)	(0.22)	(0.23)
(0.49)	(0.59)	(0.57)	(0.34)	(0.27)	(0.24)	(0.23)	(0.24)	(0.26)
(0.74)	(0.83)	(0.80)	(0.42)	(0.33)	(0.30)	(0.29)	(0.27)	(0.29)
(1.25)	(1.31)	(1.14)	(0.53)	(0.41)	(0.37)	(0.37)	(0.35)	(0.36)
(2.27)	(2.29)	(1.84)	(0.81)	(0.60)	(0.50)	(0.46)	(0.45)	(0.45)
(2.29)	(2.33)	(1.99)	(0.91)	(0.61)	(0.50)	(0.47)	(0.45)	(0.45)
(2.31)	(2.33)	(2.00)	(0.96)	(0.62)	(0.50)	(0.46)	(0.45)	(0.45)
(2.33)	(2.30)	(1.92)	(0.98)	(0.62)	(0.50)	(0.47)	(0.45)	(0.46)
(2.34)	(2.26)	(1.75)	(0.95)	(0.63)	(0.50)	(0.47)	(0.45)	(0.46)
(2.33)	(2.22)	(1.55)	(0.90)	(0.64)	(0.50)	(0.48)	(0.45)	(0.46)
(2.31)	(2.21)	(1.33)	(0.89)	(0.64)	(0.50)	(0.47)	(0.45)	(0.46)
(2.28)	(2.16)	(1.15)	(0.94)	(0.63)	(0.50)	(0.47)	(0.45)	(0.45)

(0.45)	(0.46)
(0.51)	(0.46)
(0.59)	(0.46)
(0.66)	(0.46)
(0.65)	(0.45)

妻面

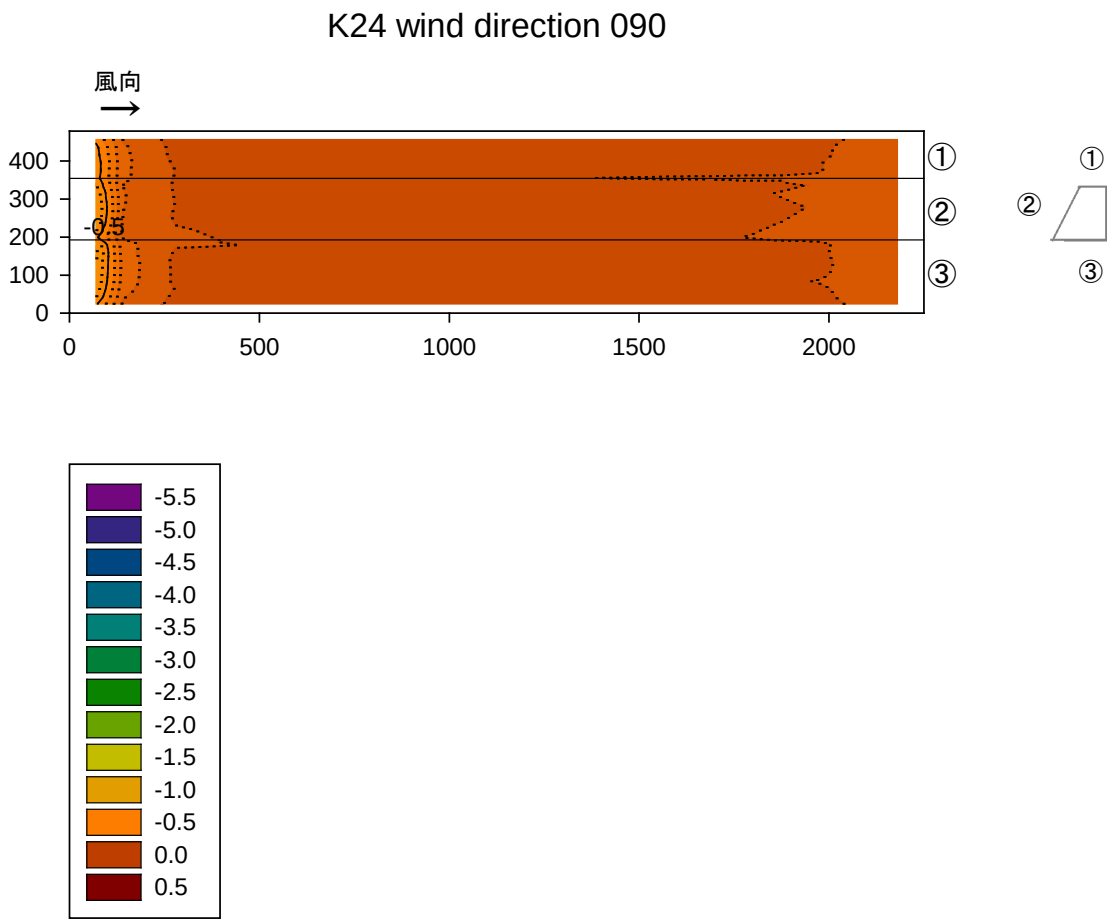


図 3.5.19　K24：風圧係数の等値線（風向 90 度）

表 3.5.19　K24：等値線作成に使用した風圧係数（風向 90 度）

妻面からの距離（mm）

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
(0.48)	(0.19)	(0.06)	(0.05)	(0.07)	(0.06)	(0.08)	(0.12)	(0.12)
(0.52)	(0.21)	(0.07)	(0.05)	(0.07)	(0.07)	(0.09)	(0.12)	(0.13)
(0.54)	(0.22)	(0.07)	(0.06)	(0.07)	(0.07)	(0.09)	(0.12)	(0.12)
(0.55)	(0.22)	(0.08)	(0.06)	(0.09)	(0.08)	(0.10)	(0.13)	(0.13)
(0.56)	(0.21)	(0.10)	(0.07)	(0.08)	(0.08)	(0.10)	(0.12)	(0.13)
(0.55)	(0.22)	(0.09)	(0.07)	(0.10)	(0.11)	(0.11)	(0.13)	(0.13)
(0.60)	(0.20)	(0.09)	(0.07)	(0.09)	(0.07)	(0.10)	(0.13)	(0.13)
(0.65)	(0.20)	(0.09)	(0.08)	(0.09)	(0.08)	(0.11)	(0.13)	(0.13)
(0.69)	(0.20)	(0.10)	(0.08)	(0.09)	(0.08)	(0.10)	(0.13)	(0.15)
(0.69)	(0.19)	(0.09)	(0.06)	(0.10)	(0.08)	(0.11)	(0.14)	(0.14)
(0.67)	(0.17)	(0.10)	(0.07)	(0.10)	(0.08)	(0.11)	(0.12)	(0.14)
(0.60)	(0.17)	(0.10)	(0.08)	(0.09)	(0.09)	(0.11)	(0.12)	(0.14)
(0.52)	(0.19)	(0.11)	(0.08)	(0.09)	(0.10)	(0.11)	(0.12)	(0.14)
(0.68)	(0.24)	(0.11)	(0.10)	(0.07)	(0.09)	(0.09)	(0.12)	(0.13)
(0.71)	(0.24)	(0.09)	(0.08)	(0.08)	(0.08)	(0.09)	(0.15)	(0.14)
(0.70)	(0.25)	(0.08)	(0.07)	(0.07)	(0.08)	(0.09)	(0.13)	(0.13)
(0.68)	(0.25)	(0.08)	(0.07)	(0.06)	(0.07)	(0.09)	(0.13)	(0.14)
(0.67)	(0.25)	(0.08)	(0.07)	(0.06)	(0.07)	(0.10)	(0.13)	(0.15)
(0.64)	(0.23)	(0.09)	(0.07)	(0.07)	(0.07)	(0.09)	(0.12)	(0.15)
(0.60)	(0.21)	(0.08)	(0.07)	(0.06)	(0.07)	(0.09)	(0.13)	(0.14)
(0.52)	(0.18)	(0.07)	(0.07)	(0.06)	(0.07)	(0.08)	(0.12)	(0.14)

0.83	(0.24)
0.72	(0.23)
0.60	(0.22)
0.53	(0.20)
0.56	(0.19)

妻面

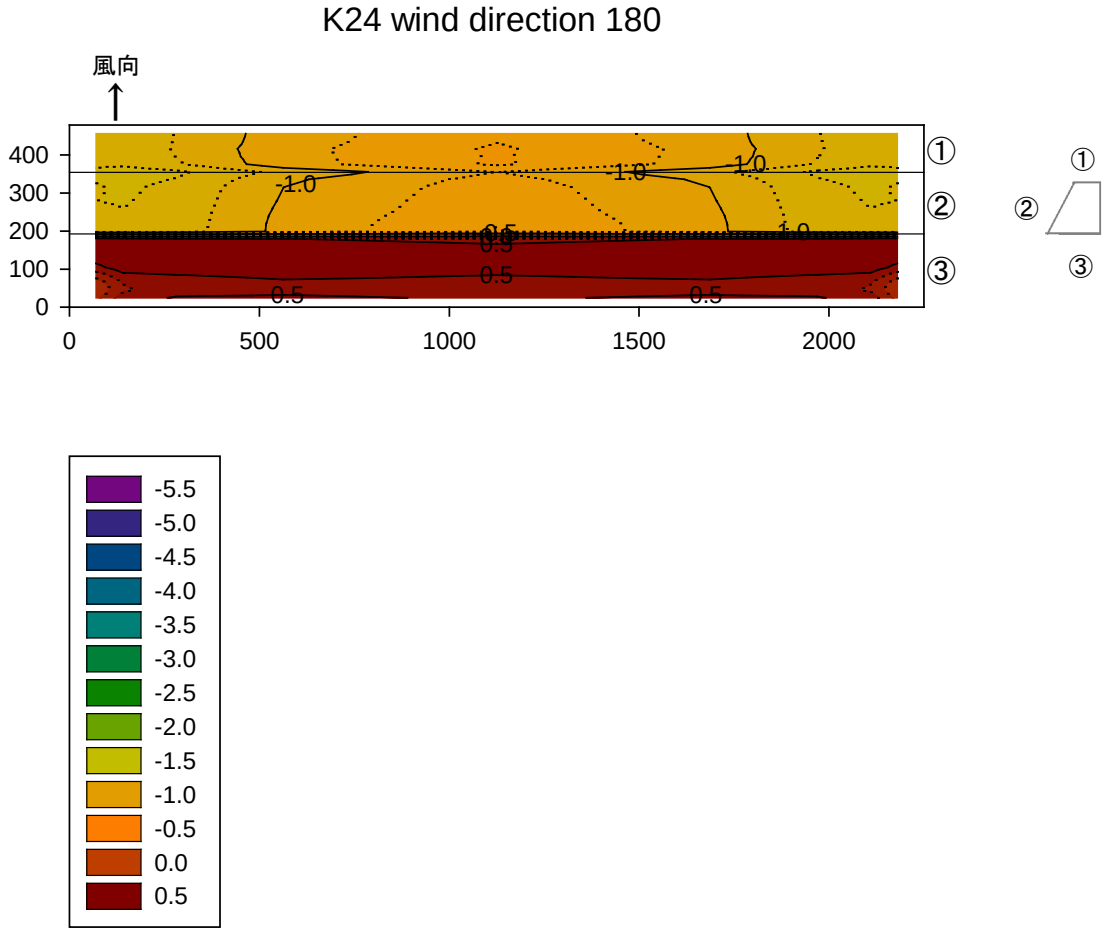


図 3.5.37　K24：風圧係数の等値線（風向 180 度）

表 3.5.37　K24：等値線作成に使用した風圧係数（風向 180 度）

妻面からの距離（mm）

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
(1.16)	(1.16)	(1.10)	(0.95)	(0.81)	(0.95)	(1.10)	(1.16)	(1.16)
(1.16)	(1.17)	(1.09)	(0.94)	(0.80)	(0.94)	(1.09)	(1.17)	(1.16)
(1.16)	(1.16)	(1.09)	(0.93)	(0.79)	(0.93)	(1.09)	(1.16)	(1.16)
(1.17)	(1.18)	(1.10)	(0.94)	(0.79)	(0.94)	(1.10)	(1.18)	(1.17)
(1.18)	(1.18)	(1.11)	(0.94)	(0.79)	(0.94)	(1.11)	(1.18)	(1.18)
(1.22)	(1.26)	(1.22)	(1.07)	(0.90)	(1.07)	(1.22)	(1.26)	(1.22)
(1.21)	(1.23)	(1.19)	(1.02)	(0.86)	(1.02)	(1.19)	(1.23)	(1.21)
(1.19)	(1.22)	(1.17)	(1.00)	(0.85)	(1.00)	(1.17)	(1.22)	(1.19)
(1.20)	(1.21)	(1.16)	(0.99)	(0.83)	(0.99)	(1.16)	(1.21)	(1.20)
(1.19)	(1.20)	(1.16)	(0.98)	(0.83)	(0.98)	(1.16)	(1.20)	(1.19)
(1.18)	(1.19)	(1.16)	(0.97)	(0.82)	(0.97)	(1.16)	(1.19)	(1.18)
(1.18)	(1.18)	(1.15)	(0.97)	(0.80)	(0.97)	(1.15)	(1.18)	(1.18)
(1.17)	(1.18)	(1.15)	(0.97)	(0.79)	(0.97)	(1.15)	(1.18)	(1.17)
0.64	0.63	0.56	0.50	0.45	0.50	0.56	0.63	0.64
0.64	0.66	0.62	0.59	0.53	0.59	0.62	0.66	0.64
0.57	0.63	0.62	0.60	0.54	0.60	0.62	0.63	0.57
0.47	0.56	0.57	0.57	0.53	0.57	0.57	0.56	0.47
0.34	0.47	0.50	0.52	0.50	0.52	0.50	0.47	0.34
0.24	0.40	0.45	0.48	0.47	0.48	0.45	0.40	0.24
0.21	0.39	0.46	0.48	0.46	0.48	0.46	0.39	0.21
0.27	0.45	0.51	0.52	0.49	0.52	0.51	0.45	0.27

(1.29)	(1.29)
(1.29)	(1.29)
(1.30)	(1.30)
(1.30)	(1.30)
(1.28)	(1.28)

妻面

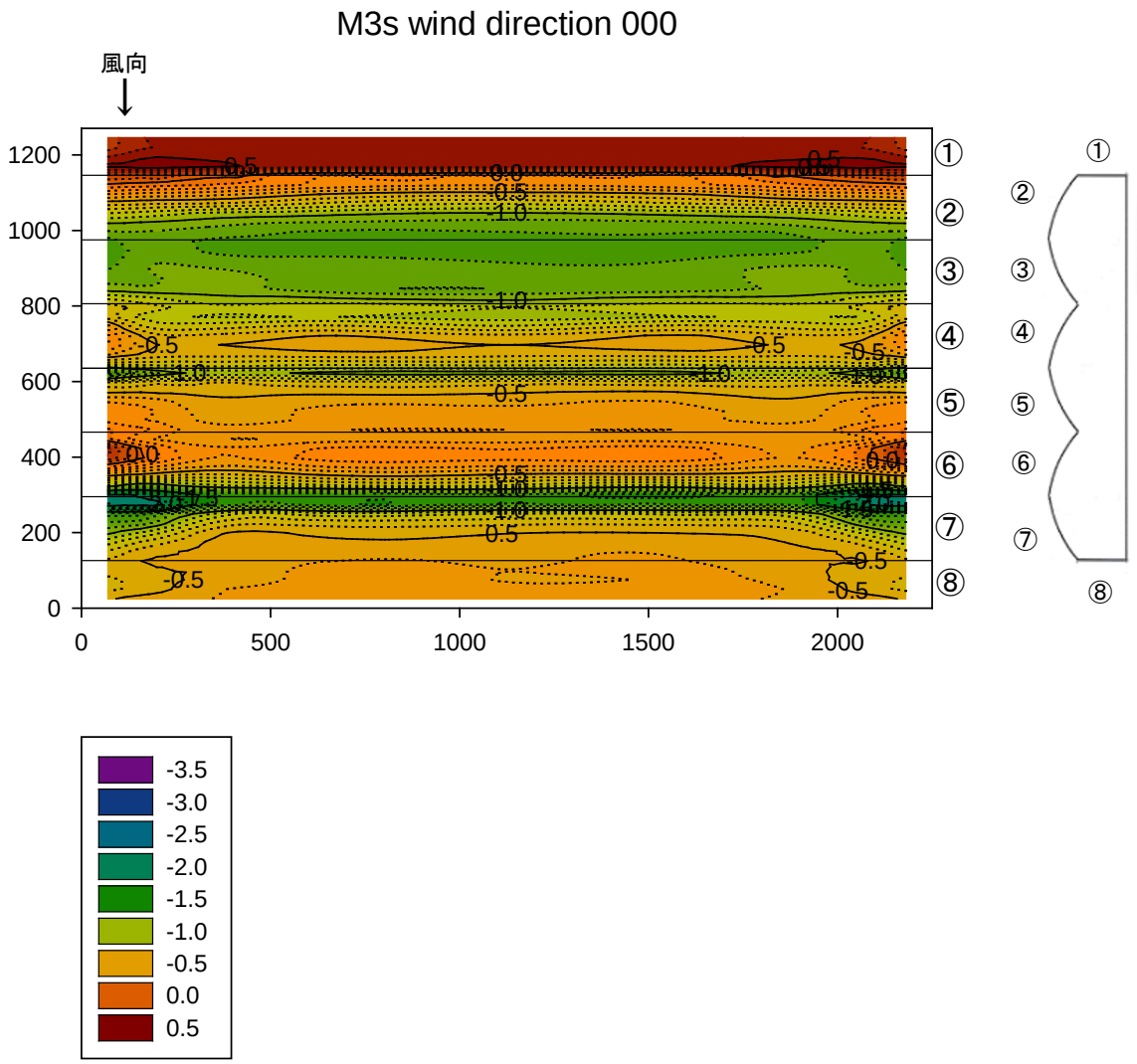


図 3.6.1　M3S：風圧係数の等値線（風向 0 度）

表 3.6.1　M3S：等値線作成に使用した風圧係数（風向 0 度）

妻面からの距離(mm)

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
0.24	0.37	0.43	0.41	0.41	0.41	0.43	0.37	0.24
0.24	0.35	0.41	0.43	0.42	0.43	0.41	0.35	0.24
0.35	0.43	0.46	0.46	0.46	0.46	0.46	0.43	0.35
0.46	0.51	0.52	0.49	0.48	0.49	0.52	0.51	0.46
0.52	0.54	0.52	0.44	0.40	0.44	0.52	0.54	0.52
0.05	0.01	(0.08)	(0.30)	(0.36)	(0.30)	(0.08)	0.01	0.05
0.01	(0.02)	(0.08)	(0.21)	(0.30)	(0.21)	(0.08)	(0.02)	0.01
(0.20)	(0.23)	(0.25)	(0.37)	(0.45)	(0.37)	(0.25)	(0.23)	(0.20)
(0.42)	(0.45)	(0.46)	(0.57)	(0.67)	(0.57)	(0.46)	(0.45)	(0.42)
(0.63)	(0.64)	(0.68)	(0.75)	(0.85)	(0.75)	(0.68)	(0.64)	(0.63)
(0.81)	(0.84)	(0.91)	(0.96)	(1.01)	(0.96)	(0.91)	(0.84)	(0.81)
(0.97)	(0.98)	(1.02)	(1.08)	(1.12)	(1.08)	(1.02)	(0.98)	(0.97)
(1.06)	(1.07)	(1.11)	(1.19)	(1.19)	(1.19)	(1.11)	(1.07)	(1.06)
(1.18)	(1.13)	(1.16)	(1.21)	(1.21)	(1.21)	(1.16)	(1.13)	(1.18)
(1.28)	(1.15)	(1.20)	(1.25)	(1.26)	(1.25)	(1.20)	(1.15)	(1.28)
(1.28)	(1.17)	(1.18)	(1.23)	(1.25)	(1.23)	(1.18)	(1.17)	(1.28)
(1.26)	(1.15)	(1.14)	(1.19)	(1.22)	(1.19)	(1.14)	(1.15)	(1.26)
(1.22)	(1.13)	(1.09)	(1.14)	(1.18)	(1.14)	(1.09)	(1.13)	(1.22)
(1.17)	(1.13)	(1.07)	(1.12)	(1.16)	(1.12)	(1.07)	(1.13)	(1.17)
(1.12)	(1.13)	(1.08)	(1.05)	(1.18)	(1.05)	(1.08)	(1.13)	(1.12)
(1.06)	(1.08)	(1.07)	(1.13)	(1.19)	(1.13)	(1.07)	(1.08)	(1.06)
(0.89)	(0.91)	(0.99)	(1.02)	(1.08)	(1.02)	(0.99)	(0.91)	(0.89)
(0.69)	(0.76)	(0.87)	(0.90)	(0.94)	(0.90)	(0.87)	(0.76)	(0.69)
(0.65)	(0.73)	(0.84)	(0.84)	(0.90)	(0.84)	(0.84)	(0.73)	(0.65)
(0.71)	(0.79)	(0.89)	(0.90)	(0.96)	(0.90)	(0.89)	(0.79)	(0.71)
(0.59)	(0.78)	(0.87)	(0.85)	(0.93)	(0.85)	(0.87)	(0.78)	(0.59)
(0.35)	(0.64)	(0.75)	(0.67)	(0.78)	(0.67)	(0.75)	(0.64)	(0.35)
(0.20)	(0.48)	(0.61)	(0.53)	(0.60)	(0.53)	(0.61)	(0.48)	(0.20)
(0.17)	(0.40)	(0.53)	(0.45)	(0.51)	(0.45)	(0.53)	(0.40)	(0.17)
(0.29)	(0.42)	(0.53)	(0.47)	(0.51)	(0.47)	(0.53)	(0.42)	(0.29)
(0.46)	(0.54)	(0.59)	(0.60)	(0.60)	(0.60)	(0.59)	(0.54)	(0.46)
(0.83)	(0.80)	(0.78)	(0.80)	(0.78)	(0.80)	(0.78)	(0.80)	(0.83)
(1.48)	(1.20)	(1.01)	(1.02)	(1.07)	(1.02)	(1.01)	(1.20)	(1.48)
(0.82)	(0.78)	(0.70)	(0.72)	(0.72)	(0.72)	(0.70)	(0.78)	(0.82)
(0.61)	(0.60)	(0.58)	(0.59)	(0.57)	(0.59)	(0.58)	(0.60)	(0.61)
(0.43)	(0.44)	(0.48)	(0.49)	(0.47)	(0.49)	(0.48)	(0.44)	(0.43)
(0.29)	(0.31)	(0.43)	(0.43)	(0.41)	(0.43)	(0.43)	(0.31)	(0.29)
(0.21)	(0.26)	(0.40)	(0.40)	(0.38)	(0.40)	(0.40)	(0.26)	(0.21)
(0.18)	(0.25)	(0.38)	(0.39)	(0.37)	(0.39)	(0.38)	(0.25)	(0.18)
(0.23)	(0.29)	(0.37)	(0.38)	(0.36)	(0.38)	(0.37)	(0.29)	(0.23)
(0.10)	(0.17)	(0.33)	(0.33)	(0.31)	(0.33)	(0.33)	(0.17)	(0.10)
(0.11)	(0.22)	(0.36)	(0.37)	(0.35)	(0.37)	(0.36)	(0.22)	(0.11)
(0.06)	(0.24)	(0.35)	(0.36)	(0.35)	(0.36)	(0.35)	(0.24)	(0.06)
0.32	0.02	(0.25)	(0.23)	(0.22)	(0.23)	(0.25)	0.02	0.32
0.33	0.10	(0.22)	(1.05)	(0.15)	(1.05)	(0.22)	0.10	0.33
0.10	(0.09)	(0.30)	(0.26)	(0.23)	(0.26)	(0.30)	(0.09)	0.10
(0.27)	(0.32)	(0.45)	(0.41)	(0.39)	(0.41)	(0.45)	(0.32)	(0.27)
(0.57)	(0.64)	(0.69)	(0.60)	(0.59)	(0.60)	(0.69)	(0.64)	(0.57)
(0.90)	(1.08)	(0.95)	(0.84)	(0.80)	(0.84)	(0.95)	(1.08)	(0.90)
(1.62)	(1.65)	(1.36)	(1.21)	(1.14)	(1.21)	(1.36)	(1.65)	(1.62)
(2.62)	(2.54)	(1.88)	(1.61)	(1.59)	(1.61)	(1.88)	(2.54)	(2.62)
(1.54)	(1.56)	(1.22)	(1.00)	(0.97)	(1.00)	(1.22)	(1.56)	(1.54)
(1.35)	(1.35)	(1.02)	(0.80)	(0.78)	(0.80)	(1.02)	(1.35)	(1.35)
(1.19)	(1.17)	(0.84)	(0.63)	(0.63)	(0.63)	(0.84)	(1.17)	(1.19)
(1.07)	(0.97)	(0.68)	(0.53)	(0.52)	(0.53)	(0.68)	(0.97)	(1.07)
(0.92)	(0.79)	(0.57)	(0.47)	(0.47)	(0.47)	(0.57)	(0.79)	(0.92)
(0.78)	(0.65)	(0.53)	(0.44)	(0.44)	(0.44)	(0.53)	(0.65)	(0.78)
(0.66)	(0.56)	(0.49)	(0.43)	(0.42)	(0.43)	(0.49)	(0.56)	(0.66)
(0.61)	(0.53)	(0.49)	(0.43)	(0.42)	(0.43)	(0.49)	(0.53)	(0.61)
(0.57)	(0.53)	(0.50)	(0.39)	(0.39)	(0.39)	(0.50)	(0.53)	(0.57)
(0.59)	(0.56)	(0.50)	(0.39)	(0.42)	(0.39)	(0.50)	(0.56)	(0.59)
(0.63)	(0.59)	(0.48)	(0.39)	(0.39)	(0.39)	(0.48)	(0.59)	(0.63)
(0.61)	(0.57)	(0.45)	(0.37)	(0.39)	(0.37)	(0.45)	(0.57)	(0.61)
(0.52)	(0.47)	(0.42)	(0.39)	(0.39)	(0.39)	(0.42)	(0.47)	(0.52)

1棟目 右岸	2棟目	3棟目
(1.03)	(0.33)	(0.38)
(1.02)	(0.31)	(0.36)
(0.99)	(0.28)	(0.33)
(0.95)	(0.26)	(0.32)
(0.91)	(0.25)	(0.31)

3棟目	2棟目	1棟目 左岸
(0.38)	(0.33)	(1.03)
(0.36)	(0.31)	(1.02)
(0.33)	(0.28)	(0.99)
(0.32)	(0.26)	(0.95)
(0.31)	(0.25)	(0.91)

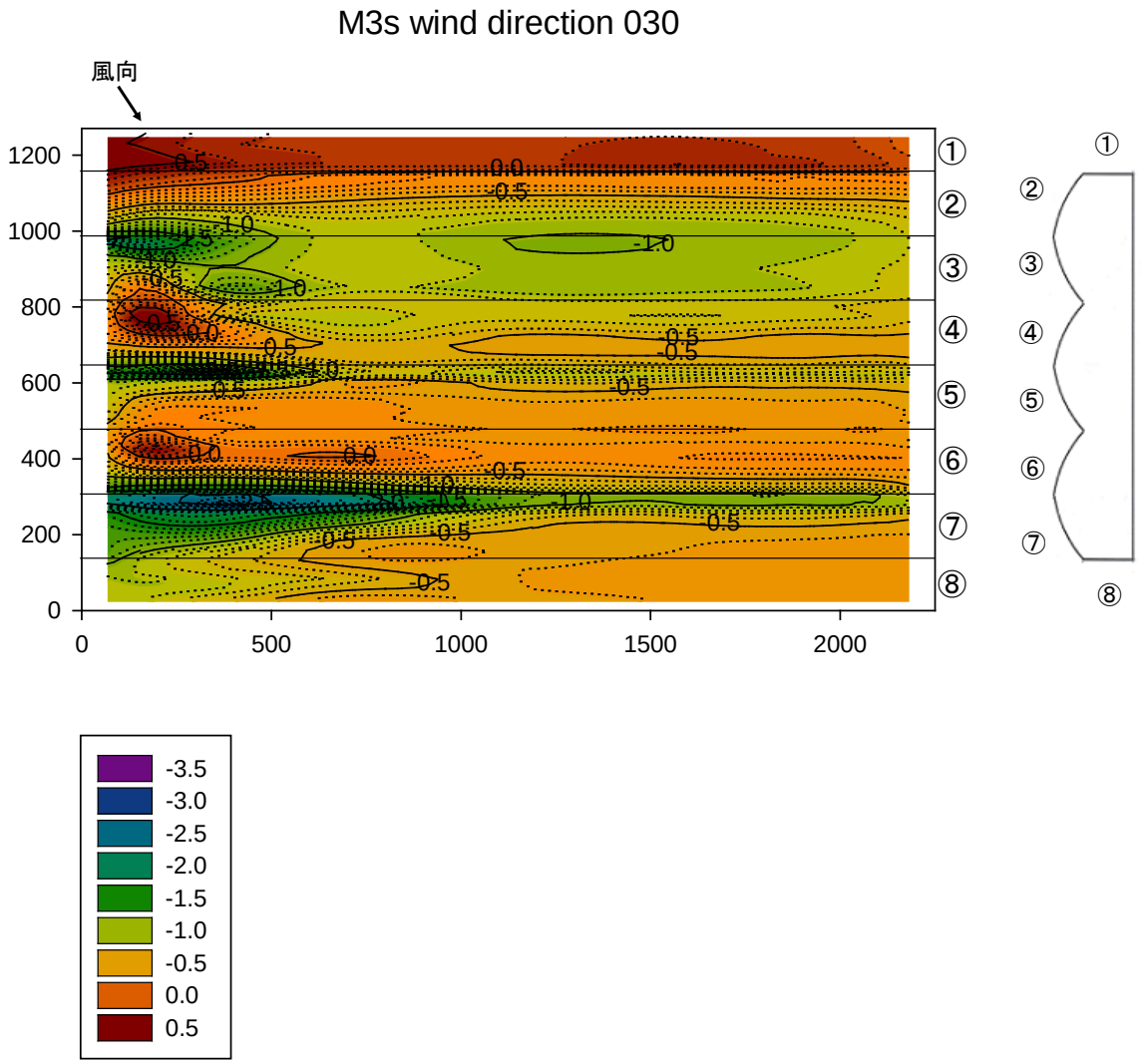


図 3.6.7　M3S：風圧係数の等値線（風向 30 度）

表 3.6.7　M3S：等値線作成に使用した風圧係数（風向 30 度）

妻面からの距離（mm）

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
0.55	0.52	0.41	0.28	0.26	0.29	0.23	0.13	0.02
0.52	0.48	0.37	0.28	0.26	0.31	0.23	0.13	0.03
0.59	0.53	0.40	0.29	0.28	0.33	0.26	0.17	0.09
0.69	0.59	0.46	0.33	0.28	0.35	0.28	0.20	0.14
0.74	0.63	0.50	0.28	0.23	0.31	0.25	0.20	0.15
0.34	0.20	0.06	(0.16)	(0.34)	(0.35)	(0.29)	(0.26)	(0.23)
0.29	0.16	0.02	(0.13)	(0.29)	(0.25)	(0.24)	(0.23)	(0.21)
0.09	(0.06)	(0.15)	(0.26)	(0.40)	(0.37)	(0.35)	(0.35)	(0.33)
(0.13)	(0.29)	(0.35)	(0.42)	(0.56)	(0.53)	(0.49)	(0.48)	(0.45)
(0.36)	(0.50)	(0.57)	(0.56)	(0.69)	(0.67)	(0.63)	(0.59)	(0.57)
(0.57)	(0.74)	(0.82)	(0.73)	(0.81)	(0.82)	(0.78)	(0.71)	(0.66)
(0.80)	(0.95)	(0.97)	(0.83)	(0.90)	(0.90)	(0.85)	(0.79)	(0.74)
(1.03)	(1.18)	(1.13)	(0.91)	(0.95)	(0.97)	(0.91)	(0.84)	(0.77)
(1.49)	(1.55)	(1.34)	(0.92)	(0.97)	(0.98)	(0.93)	(0.86)	(0.80)
(2.24)	(2.09)	(1.59)	(0.95)	(1.01)	(0.98)	(0.93)	(0.86)	(0.81)
(1.16)	(1.56)	(1.40)	(0.93)	(0.99)	(0.96)	(0.91)	(0.85)	(0.79)
(0.95)	(1.10)	(1.19)	(0.91)	(0.95)	(0.94)	(0.89)	(0.83)	(0.79)
(0.85)	(0.82)	(1.01)	(0.88)	(0.93)	(0.92)	(0.86)	(0.80)	(0.77)
(0.73)	(0.57)	(0.88)	(0.89)	(0.93)	(0.92)	(0.85)	(0.79)	(0.75)
(0.66)	(0.32)	(0.84)	(1.05)	(0.96)	(1.05)	(0.87)	(0.79)	(0.76)
(0.60)	(0.08)	(0.81)	(1.02)	(0.99)	(0.95)	(0.88)	(0.79)	(0.76)
(0.50)	0.01	(0.49)	(0.90)	(0.88)	(0.86)	(0.82)	(0.75)	(0.72)
(0.45)	0.07	(0.14)	(0.76)	(0.75)	(0.79)	(0.74)	(0.69)	(0.67)
(0.34)	0.33	(0.13)	(0.75)	(0.72)	(0.74)	(0.71)	(0.64)	(0.62)
(0.27)	0.57	(0.17)	(0.84)	(0.76)	(0.79)	(0.75)	(0.67)	(0.64)
(0.27)	0.59	0.14	(0.86)	(0.74)	(0.78)	(0.73)	(0.67)	(0.62)
(0.22)	0.33	0.30	(0.70)	(0.62)	(0.67)	(0.61)	(0.59)	(0.56)
(0.27)	0.05	0.15	(0.55)	(0.50)	(0.55)	(0.48)	(0.50)	(0.49)
(0.40)	(0.26)	(0.17)	(0.46)	(0.44)	(0.47)	(0.42)	(0.46)	(0.44)
(0.61)	(0.55)	(0.49)	(0.46)	(0.45)	(0.44)	(0.43)	(0.45)	(0.44)
(0.83)	(0.85)	(0.83)	(0.59)	(0.54)	(0.50)	(0.49)	(0.52)	(0.48)
(1.26)	(1.33)	(1.34)	(0.83)	(0.73)	(0.62)	(0.65)	(0.66)	(0.63)
(1.83)	(1.75)	(2.15)	(1.20)	(0.93)	(0.83)	(0.85)	(0.87)	(0.84)
(1.04)	(1.05)	(1.00)	(0.76)	(0.64)	(0.60)	(0.60)	(0.63)	(0.62)
(0.92)	(0.81)	(0.71)	(0.55)	(0.53)	(0.50)	(0.50)	(0.52)	(0.54)
(0.83)	(0.60)	(0.46)	(0.36)	(0.44)	(0.42)	(0.43)	(0.45)	(0.47)
(0.79)	(0.45)	(0.28)	(0.25)	(0.39)	(0.38)	(0.39)	(0.40)	(0.43)
(0.71)	(0.36)	(0.19)	(0.22)	(0.36)	(0.35)	(0.37)	(0.37)	(0.40)
(0.62)	(0.28)	(0.16)	(0.22)	(0.36)	(0.34)	(0.36)	(0.36)	(0.40)
(0.48)	(0.24)	(0.20)	(0.28)	(0.35)	(0.35)	(0.36)	(0.36)	(0.41)
(0.44)	(0.14)	(0.12)	(0.22)	(0.31)	(0.29)	(0.32)	(0.30)	(0.35)
(0.42)	(0.03)	(0.11)	(0.25)	(0.35)	(0.32)	(0.33)	(0.34)	(0.40)
(0.30)	0.15	(0.07)	(0.28)	(0.35)	(0.32)	(0.33)	(0.35)	(0.41)
(0.45)	0.34	0.22	(0.08)	(0.26)	(0.23)	(0.23)	(0.25)	(0.28)
(0.52)	0.11	0.17	(1.04)	(0.22)	(1.05)	(0.19)	(0.19)	(0.21)
(0.61)	(0.31)	(0.13)	(0.12)	(0.28)	(0.23)	(0.22)	(0.23)	(0.22)
(0.83)	(0.60)	(0.53)	(0.44)	(0.42)	(0.34)	(0.33)	(0.31)	(0.31)
(1.02)	(0.95)	(0.98)	(0.83)	(0.58)	(0.49)	(0.48)	(0.44)	(0.40)
(1.25)	(1.40)	(1.42)	(1.30)	(0.75)	(0.67)	(0.65)	(0.61)	(0.51)
(1.77)	(1.95)	(2.10)	(2.04)	(1.02)	(0.95)	(0.91)	(0.85)	(0.75)
(2.46)	(2.61)	(3.06)	(2.88)	(1.40)	(1.25)	(1.26)	(1.20)	(1.09)
(1.57)	(1.83)	(1.99)	(1.85)	(0.87)	(0.79)	(0.79)	(0.74)	(0.67)
(1.44)	(1.62)	(1.78)	(1.57)	(0.70)	(0.64)	(0.63)	(0.59)	(0.55)
(1.32)	(1.45)	(1.61)	(1.30)	(0.58)	(0.52)	(0.52)	(0.49)	(0.46)
(1.27)	(1.31)	(1.39)	(0.99)	(0.50)	(0.45)	(0.44)	(0.42)	(0.41)
(1.23)	(1.21)	(1.17)	(0.74)	(0.46)	(0.41)	(0.39)	(0.39)	(0.38)
(1.23)	(1.12)	(0.98)	(0.59)	(0.43)	(0.39)	(0.38)	(0.37)	(0.36)
(1.19)	(1.02)	(0.83)	(0.52)	(0.41)	(0.38)	(0.36)	(0.36)	(0.35)
(1.14)	(0.96)	(0.77)	(0.50)	(0.41)	(0.38)	(0.37)	(0.36)	(0.35)
(0.95)	(0.89)	(0.75)	(0.59)	(0.40)	(0.35)	(0.34)	(0.34)	(0.33)
(0.91)	(0.91)	(0.83)	(0.69)	(0.41)	(0.35)	(0.34)	(0.33)	(0.31)
(0.88)	(0.91)	(0.91)	(0.74)	(0.41)	(0.35)	(0.33)	(0.32)	(0.31)
(0.86)	(0.87)	(0.85)	(0.57)	(0.42)	(0.34)	(0.33)	(0.32)	(0.32)
(0.85)	(0.83)	(0.71)	(0.45)	(0.44)	(0.35)	(0.33)	(0.32)	(0.32)

1棟目	2棟目	3棟目
0.05	(0.06)	(0.24)
0.04	(0.07)	(0.25)
0.04	(0.08)	(0.26)
0.04	(0.08)	(0.26)
0.06	(0.07)	(0.26)

右岸

3棟目	2棟目	1棟目
(0.43)	(0.54)	(0.57)
(0.43)	(0.53)	(0.57)
(0.42)	(0.53)	(0.57)
(0.41)	(0.52)	(0.57)
(0.40)	(0.52)	(0.57)

左岸

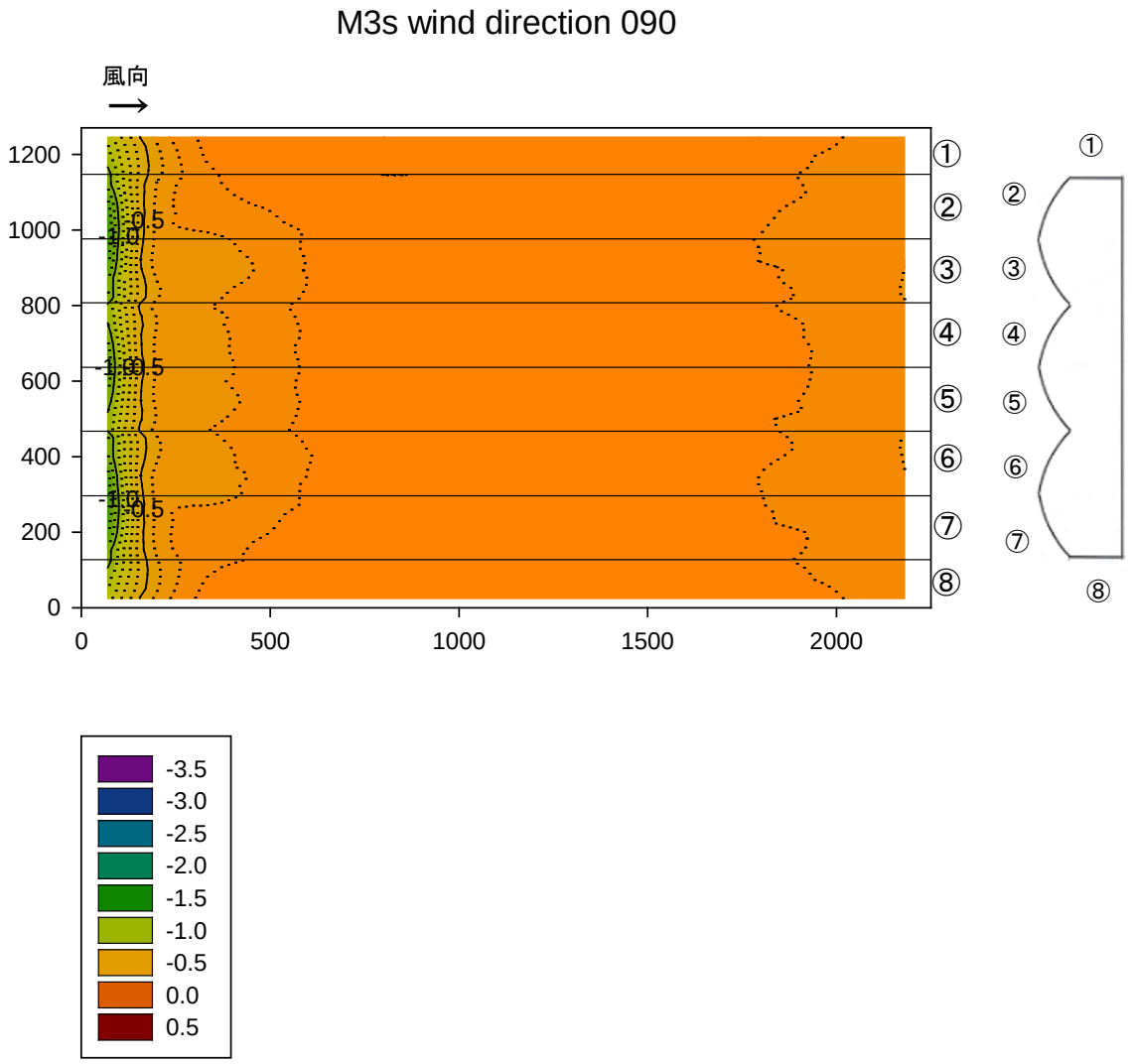


図 3.6.19　M3S：風圧係数の等値線（風向 90 度）

表 3.6.19　M3S：等値線作成に使用した風圧係数（風向 90 度）

妻面からの距離（mm）

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
(0.85)	(0.55)	(0.22)	(0.13)	(0.15)	(0.15)	(0.19)	(0.23)	(0.27)
(0.90)	(0.59)	(0.24)	(0.13)	(0.15)	(0.14)	(0.19)	(0.24)	(0.27)
(0.91)	(0.61)	(0.25)	(0.14)	(0.16)	(0.15)	(0.20)	(0.24)	(0.26)
(0.95)	(0.62)	(0.26)	(0.14)	(0.16)	(0.16)	(0.21)	(0.24)	(0.26)
(1.00)	(0.63)	(0.27)	(0.18)	(0.17)	(0.15)	(0.21)	(0.25)	(0.27)
(1.05)	(0.62)	(0.27)	(0.17)	(0.17)	(0.17)	(0.22)	(0.25)	(0.26)
(1.05)	(0.61)	(0.27)	(0.17)	(0.16)	(0.17)	(0.21)	(0.25)	(0.26)
(1.10)	(0.61)	(0.27)	(0.17)	(0.17)	(0.18)	(0.21)	(0.25)	(0.27)
(1.17)	(0.62)	(0.27)	(0.18)	(0.17)	(0.18)	(0.21)	(0.25)	(0.28)
(1.22)	(0.63)	(0.27)	(0.18)	(0.17)	(0.18)	(0.21)	(0.24)	(0.28)
(1.24)	(0.64)	(0.28)	(0.18)	(0.17)	(0.18)	(0.22)	(0.25)	(0.27)
(1.27)	(0.64)	(0.28)	(0.19)	(0.18)	(0.18)	(0.22)	(0.25)	(0.28)
(1.27)	(0.63)	(0.30)	(0.20)	(0.18)	(0.19)	(0.22)	(0.25)	(0.28)
(1.27)	(0.64)	(0.31)	(0.21)	(0.17)	(0.18)	(0.22)	(0.25)	(0.28)
(1.26)	(0.62)	(0.33)	(0.21)	(0.18)	(0.18)	(0.23)	(0.25)	(0.28)
(1.23)	(0.61)	(0.32)	(0.21)	(0.18)	(0.18)	(0.22)	(0.25)	(0.28)
(1.23)	(0.60)	(0.33)	(0.22)	(0.18)	(0.19)	(0.23)	(0.26)	(0.29)
(1.20)	(0.60)	(0.34)	(0.21)	(0.18)	(0.18)	(0.22)	(0.26)	(0.30)
(1.13)	(0.61)	(0.34)	(0.22)	(0.17)	(0.18)	(0.21)	(0.26)	(0.30)
(1.10)	(0.62)	(0.35)	(1.03)	(0.17)	(1.03)	(0.22)	(0.26)	(0.31)
(1.10)	(0.63)	(0.34)	(0.21)	(0.18)	(0.18)	(0.21)	(0.25)	(0.31)
(1.11)	(0.62)	(0.34)	(0.21)	(0.18)	(0.18)	(0.21)	(0.26)	(0.31)
(1.09)	(0.61)	(0.32)	(0.20)	(0.18)	(0.18)	(0.21)	(0.25)	(0.31)
(0.96)	(0.55)	(0.31)	(0.19)	(0.16)	(0.17)	(0.21)	(0.22)	(0.26)
(0.98)	(0.56)	(0.32)	(0.20)	(0.16)	(0.17)	(0.21)	(0.23)	(0.26)
(0.98)	(0.58)	(0.33)	(0.20)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.23)	(0.25)
(1.01)	(0.58)	(0.33)	(0.20)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.23)	(0.25)
(1.05)	(0.58)	(0.34)	(0.21)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.23)	(0.25)
(1.09)	(0.59)	(0.33)	(0.20)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.24)	(0.24)
(1.12)	(0.59)	(0.33)	(0.20)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.24)	(0.25)
(1.13)	(0.60)	(0.32)	(0.20)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.24)	(0.24)
(1.15)	(0.61)	(0.34)	(0.21)	(0.19)	(0.16)	(0.21)	(0.24)	(0.25)
(1.15)	(0.61)	(0.34)	(0.21)	(0.19)	(0.16)	(0.21)	(0.24)	(0.25)
(1.13)	(0.60)	(0.32)	(0.20)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.24)	(0.24)
(1.12)	(0.59)	(0.33)	(0.20)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.24)	(0.25)
(1.09)	(0.59)	(0.33)	(0.20)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.24)	(0.24)
(1.05)	(0.58)	(0.34)	(0.21)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.23)	(0.25)
(1.01)	(0.58)	(0.33)	(0.20)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.23)	(0.25)
(0.98)	(0.58)	(0.33)	(0.20)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.23)	(0.25)
(0.98)	(0.56)	(0.32)	(0.20)	(0.16)	(0.17)	(0.21)	(0.23)	(0.26)
(0.96)	(0.55)	(0.31)	(0.19)	(0.16)	(0.17)	(0.21)	(0.22)	(0.26)
(1.09)	(0.61)	(0.32)	(0.20)	(0.18)	(0.18)	(0.21)	(0.25)	(0.31)
(1.11)	(0.62)	(0.34)	(0.21)	(0.18)	(0.18)	(0.21)	(0.26)	(0.31)
(1.10)	(0.63)	(0.34)	(0.21)	(0.18)	(0.18)	(0.21)	(0.25)	(0.31)
(1.10)	(0.62)	(0.35)	(1.03)	(0.17)	(1.03)	(0.22)	(0.26)	(0.31)
(1.13)	(0.61)	(0.34)	(0.22)	(0.17)	(0.18)	(0.21)	(0.26)	(0.30)
(1.20)	(0.60)	(0.34)	(0.21)	(0.18)	(0.18)	(0.22)	(0.26)	(0.30)
(1.23)	(0.60)	(0.33)	(0.22)	(0.18)	(0.19)	(0.23)	(0.26)	(0.29)
(1.23)	(0.61)	(0.32)	(0.21)	(0.18)	(0.18)	(0.22)	(0.25)	(0.28)
(1.26)	(0.62)	(0.33)	(0.21)	(0.18)	(0.18)	(0.23)	(0.25)	(0.28)
(1.27)	(0.64)	(0.31)	(0.21)	(0.17)	(0.18)	(0.22)	(0.25)	(0.28)
(1.27)	(0.63)	(0.30)	(0.20)	(0.18)	(0.19)	(0.22)	(0.25)	(0.28)
(1.27)	(0.64)	(0.28)	(0.19)	(0.18)	(0.18)	(0.22)	(0.25)	(0.28)
(1.24)	(0.64)	(0.28)	(0.18)	(0.17)	(0.18)	(0.22)	(0.25)	(0.27)
(1.22)	(0.63)	(0.27)	(0.18)	(0.17)	(0.18)	(0.21)	(0.24)	(0.28)
(1.17)	(0.62)	(0.27)	(0.18)	(0.17)	(0.18)	(0.21)	(0.25)	(0.28)
(1.10)	(0.61)	(0.27)	(0.17)	(0.17)	(0.18)	(0.21)	(0.25)	(0.27)
(1.05)	(0.61)	(0.27)	(0.17)	(0.16)	(0.17)	(0.21)	(0.25)	(0.26)
(1.05)	(0.62)	(0.27)	(0.17)	(0.17)	(0.17)	(0.22)	(0.25)	(0.26)
(1.00)	(0.63)	(0.27)	(0.18)	(0.17)	(0.15)	(0.21)	(0.25)	(0.27)
(0.95)	(0.62)	(0.26)	(0.14)	(0.16)	(0.16)	(0.21)	(0.24)	(0.26)
(0.91)	(0.61)	(0.25)	(0.14)	(0.16)	(0.15)	(0.20)	(0.24)	(0.26)
(0.90)	(0.59)	(0.24)	(0.13)	(0.15)	(0.14)	(0.19)	(0.24)	(0.27)
(0.85)	(0.55)	(0.22)	(0.13)	(0.15)	(0.15)	(0.19)	(0.23)	(0.27)

1棟目 右岸	2棟目	3棟目
0.55	0.45	0.53
0.44	0.37	0.42
0.37	0.32	0.34
0.37	0.31	0.35
0.46	0.37	0.44

3棟目	2棟目	1棟目 左岸
(0.39)	(0.30)	(0.39)
(0.39)	(0.30)	(0.39)
(0.39)	(0.29)	(0.39)
(0.39)	(0.29)	(0.38)
(0.39)	(0.31)	(0.38)

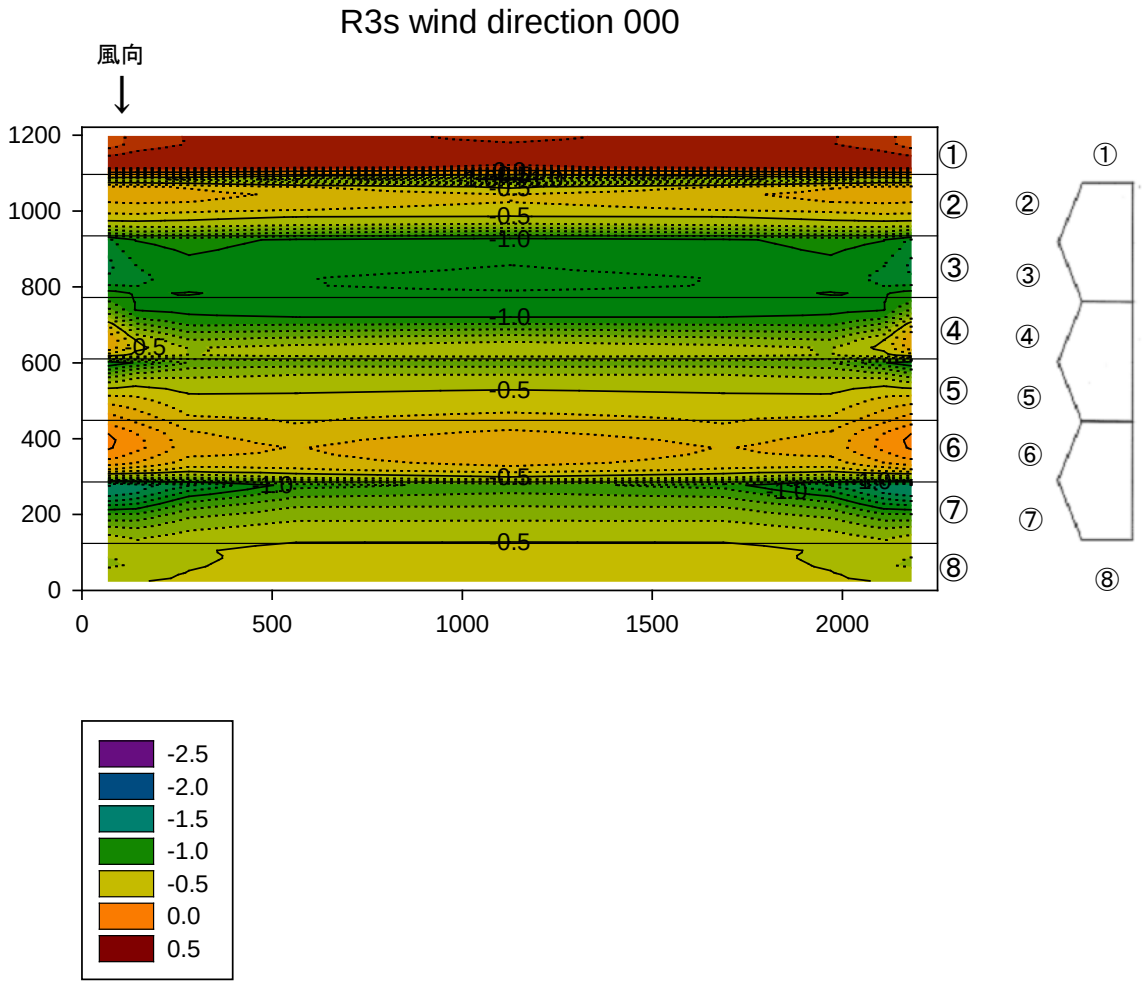


図 3.7.1　R3S：風圧係数の等値線（風向 0 度）

表 3.7.1　R3S：等値線作成に使用した風圧係数（風向 0 度）

妻面からの距離（mm）

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
0.24	0.34	0.41	0.42	0.39	0.42	0.41	0.34	0.24
0.25	0.34	0.41	0.42	0.40	0.42	0.41	0.34	0.25
0.35	0.41	0.46	0.47	0.44	0.47	0.46	0.41	0.35
0.45	0.48	0.49	0.49	0.46	0.49	0.49	0.48	0.45
0.50	0.48	0.47	0.44	0.37	0.44	0.47	0.48	0.50
(0.67)	(0.69)	(0.71)	(0.86)	(1.03)	(0.86)	(0.71)	(0.69)	(0.67)
(0.28)	(0.28)	(0.31)	(0.39)	(0.52)	(0.39)	(0.31)	(0.28)	(0.28)
(0.26)	(0.27)	(0.27)	(0.32)	(0.40)	(0.32)	(0.27)	(0.27)	(0.26)
(0.30)	(0.29)	(0.30)	(0.35)	(0.40)	(0.35)	(0.30)	(0.29)	(0.30)
(0.36)	(0.35)	(0.37)	(0.39)	(0.44)	(0.39)	(0.37)	(0.35)	(0.36)
(0.44)	(0.44)	(0.46)	(0.50)	(0.51)	(0.50)	(0.46)	(0.44)	(0.44)
(0.56)	(0.56)	(0.55)	(0.59)	(0.62)	(0.59)	(0.55)	(0.56)	(0.56)
(0.77)	(0.72)	(0.74)	(0.79)	(0.84)	(0.79)	(0.74)	(0.72)	(0.77)
(1.12)	(1.00)	(0.97)	(1.02)	(1.04)	(1.02)	(0.97)	(1.00)	(1.12)
(1.14)	(1.02)	(0.98)	(1.03)	(1.06)	(1.03)	(0.98)	(1.02)	(1.14)
(1.19)	(1.06)	(1.00)	(1.05)	(1.07)	(1.05)	(1.00)	(1.06)	(1.19)
(1.22)	(1.09)	(1.01)	(1.06)	(1.09)	(1.06)	(1.01)	(1.09)	(1.22)
(1.21)	(1.11)	(1.02)	(1.07)	(1.11)	(1.07)	(1.02)	(1.11)	(1.21)
(1.18)	(1.13)	(1.04)	(1.10)	(1.14)	(1.10)	(1.04)	(1.13)	(1.18)
(1.10)	(1.10)	(1.03)	(1.09)	(1.15)	(1.09)	(1.03)	(1.10)	(1.10)
(0.96)	(1.01)	(0.99)	(1.04)	(1.07)	(1.04)	(0.99)	(1.01)	(0.96)
(0.89)	(1.00)	(1.02)	(1.05)	(1.07)	(1.05)	(1.02)	(1.00)	(0.89)
(0.78)	(1.01)	(1.03)	(1.06)	(1.08)	(1.06)	(1.03)	(1.01)	(0.78)
(0.63)	(0.92)	(0.98)	(1.00)	(1.00)	(1.00)	(0.98)	(0.92)	(0.63)
(0.43)	(0.77)	(0.91)	(0.90)	(0.88)	(0.90)	(0.91)	(0.77)	(0.43)
(0.29)	(0.63)	(0.79)	(0.78)	(0.74)	(0.78)	(0.79)	(0.63)	(0.29)
(0.21)	(0.50)	(0.70)	(0.66)	(0.62)	(0.66)	(0.70)	(0.50)	(0.21)
(0.23)	(0.47)	(0.61)	(0.57)	(0.54)	(0.57)	(0.61)	(0.47)	(0.23)
(0.45)	(0.54)	(0.60)	(0.58)	(0.56)	(0.58)	(0.60)	(0.54)	(0.45)
(1.08)	(0.99)	(0.79)	(0.76)	(0.77)	(0.76)	(0.79)	(0.99)	(1.08)
(0.87)	(0.75)	(0.66)	(0.63)	(0.64)	(0.63)	(0.66)	(0.75)	(0.87)
(0.68)	(0.60)	(0.60)	(0.58)	(0.57)	(0.58)	(0.60)	(0.60)	(0.68)
(0.54)	(0.51)	(0.54)	(0.53)	(0.52)	(0.53)	(0.54)	(0.51)	(0.54)
(0.43)	(0.43)	(0.50)	(0.50)	(0.48)	(0.50)	(0.50)	(0.43)	(0.43)
(0.34)	(0.37)	(0.47)	(0.47)	(0.45)	(0.47)	(0.47)	(0.37)	(0.34)
(0.25)	(0.31)	(0.43)	(0.45)	(0.42)	(0.45)	(0.43)	(0.31)	(0.25)
(0.18)	(0.26)	(0.40)	(0.42)	(0.38)	(0.42)	(0.40)	(0.26)	(0.18)
(0.10)	(0.18)	(0.34)	(0.40)	(0.34)	(0.40)	(0.34)	(0.18)	(0.10)
(0.01)	(0.10)	(0.29)	(0.36)	(0.28)	(0.36)	(0.29)	(0.10)	(0.01)
0.02	(0.07)	(0.27)	(0.33)	(0.23)	(0.33)	(0.27)	(0.07)	0.02
0.01	(0.07)	(0.26)	(0.30)	(0.21)	(0.30)	(0.26)	(0.07)	0.01
(0.05)	(0.13)	(0.29)	(0.32)	(0.23)	(0.32)	(0.29)	(0.13)	(0.05)
(0.15)	(0.20)	(0.35)	(0.34)	(0.27)	(0.34)	(0.35)	(0.20)	(0.15)
(0.31)	(0.36)	(0.45)	(0.42)	(0.34)	(0.42)	(0.45)	(0.36)	(0.31)
(0.69)	(0.69)	(0.70)	(0.60)	(0.52)	(0.60)	(0.70)	(0.69)	(0.69)
(1.40)	(1.36)	(1.21)	(0.94)	(0.86)	(0.94)	(1.21)	(1.36)	(1.40)
(1.37)	(1.31)	(1.07)	(0.84)	(0.80)	(0.84)	(1.07)	(1.31)	(1.37)
(1.22)	(1.17)	(0.92)	(0.76)	(0.75)	(0.76)	(0.92)	(1.17)	(1.22)
(1.04)	(1.01)	(0.81)	(0.69)	(0.69)	(0.69)	(0.81)	(1.01)	(1.04)
(0.87)	(0.87)	(0.72)	(0.64)	(0.63)	(0.64)	(0.72)	(0.87)	(0.87)
(0.76)	(0.76)	(0.65)	(0.59)	(0.58)	(0.59)	(0.65)	(0.76)	(0.76)
(0.63)	(0.67)	(0.60)	(0.54)	(0.54)	(0.54)	(0.60)	(0.67)	(0.63)
(0.57)	(0.61)	(0.56)	(0.52)	(0.52)	(0.52)	(0.56)	(0.61)	(0.57)
(0.57)	(0.57)	(0.51)	(0.46)	(0.45)	(0.46)	(0.51)	(0.57)	(0.57)
(0.60)	(0.59)	(0.52)	(0.45)	(0.44)	(0.45)	(0.52)	(0.59)	(0.60)
(0.61)	(0.59)	(0.51)	(0.45)	(0.45)	(0.45)	(0.51)	(0.59)	(0.61)
(0.58)	(0.55)	(0.49)	(0.44)	(0.45)	(0.44)	(0.49)	(0.55)	(0.58)
(0.53)	(0.51)	(0.48)	(0.44)	(0.44)	(0.44)	(0.48)	(0.51)	(0.53)

1棟目	2棟目	3棟目
(1.12)	(0.35)	(0.44)
(1.08)	(0.33)	(0.40)
(1.02)	(0.29)	(0.37)
(0.96)	(0.26)	(0.36)
(0.89)	(0.27)	(0.35)

右岸

3棟目	2棟目	1棟目
(0.44)	(0.35)	(1.12)
(0.40)	(0.33)	(1.08)
(0.37)	(0.29)	(1.02)
(0.36)	(0.26)	(0.96)
(0.35)	(0.27)	(0.89)

左岸

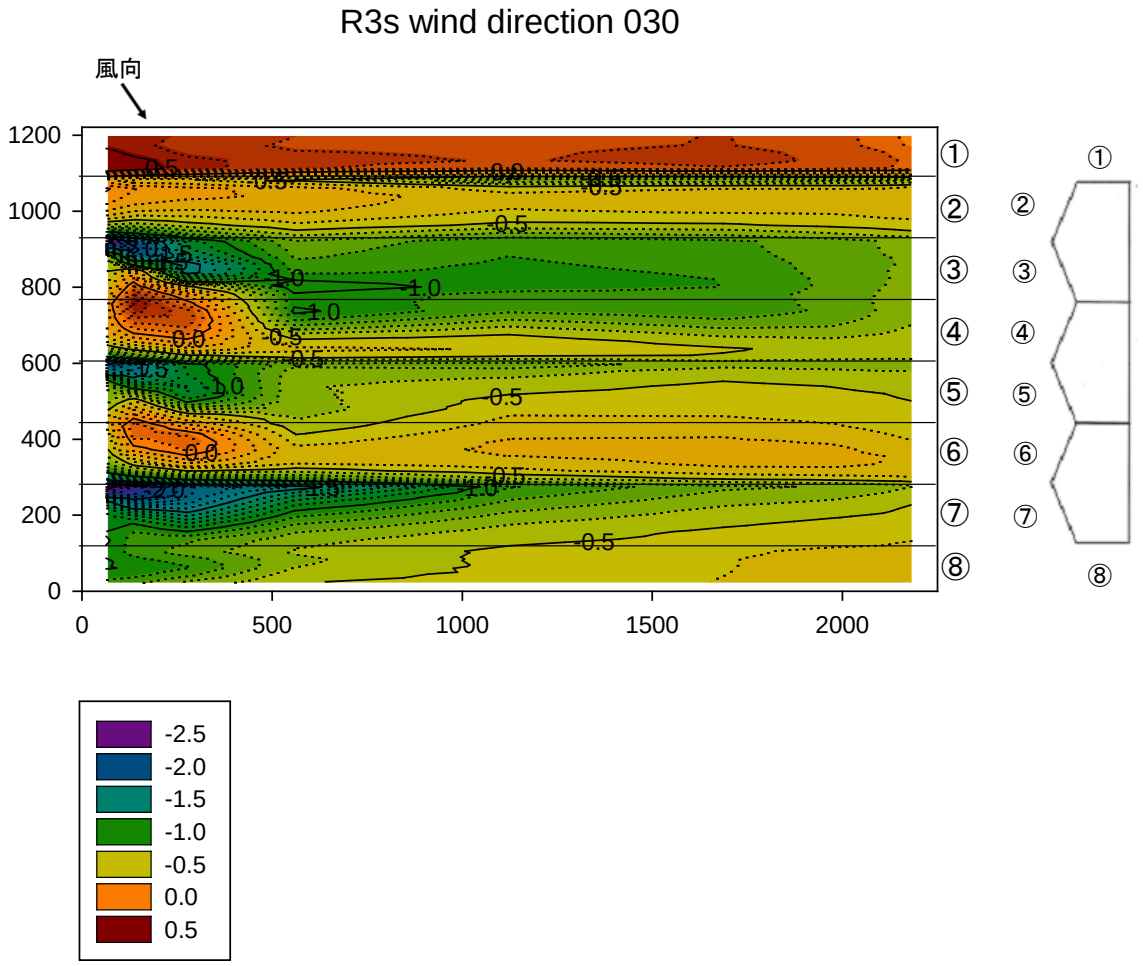


図 3.7.7　R3S：風圧係数の等値線（風向 30 度）

表 3.7.7　R3S：等値線作成に使用した風圧係数（風向 30 度）

妻面からの距離（mm）

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
0.49	0.45	0.37	0.30	0.26	0.31	0.25	0.16	0.06
0.48	0.43	0.35	0.28	0.27	0.31	0.24	0.17	0.08
0.55	0.48	0.38	0.31	0.28	0.34	0.27	0.21	0.13
0.63	0.54	0.44	0.34	0.29	0.34	0.28	0.23	0.17
0.67	0.57	0.45	0.31	0.22	0.29	0.25	0.21	0.18
(0.25)	(0.37)	(0.39)	(0.54)	(0.79)	(0.78)	(0.74)	(0.73)	(0.70)
0.01	(0.09)	(0.16)	(0.26)	(0.46)	(0.42)	(0.42)	(0.41)	(0.40)
(0.03)	(0.14)	(0.18)	(0.22)	(0.38)	(0.33)	(0.33)	(0.34)	(0.33)
(0.10)	(0.19)	(0.23)	(0.25)	(0.37)	(0.34)	(0.33)	(0.33)	(0.33)
(0.21)	(0.30)	(0.31)	(0.28)	(0.41)	(0.37)	(0.37)	(0.35)	(0.35)
(0.37)	(0.44)	(0.42)	(0.35)	(0.46)	(0.45)	(0.43)	(0.40)	(0.39)
(0.63)	(0.67)	(0.55)	(0.42)	(0.53)	(0.51)	(0.48)	(0.46)	(0.44)
(1.17)	(1.05)	(0.79)	(0.55)	(0.72)	(0.66)	(0.60)	(0.54)	(0.53)
(2.67)	(1.91)	(1.16)	(0.70)	(0.89)	(0.82)	(0.75)	(0.69)	(0.68)
(1.93)	(2.08)	(1.22)	(0.75)	(0.89)	(0.83)	(0.75)	(0.70)	(0.68)
(0.66)	(1.93)	(1.35)	(0.78)	(0.90)	(0.84)	(0.76)	(0.70)	(0.70)
(0.58)	(1.04)	(1.59)	(0.83)	(0.92)	(0.86)	(0.77)	(0.70)	(0.70)
(0.49)	(0.28)	(1.59)	(0.87)	(0.93)	(0.88)	(0.77)	(0.70)	(0.69)
(0.44)	(0.06)	(1.14)	(0.99)	(0.95)	(0.90)	(0.78)	(0.70)	(0.69)
(0.38)	0.13	(0.46)	(1.06)	(0.96)	(0.90)	(0.78)	(0.70)	(0.68)
(0.27)	0.31	(0.13)	(0.98)	(0.86)	(0.87)	(0.76)	(0.69)	(0.67)
(0.12)	0.50	0.07	(0.98)	(0.84)	(0.85)	(0.78)	(0.68)	(0.65)
(0.16)	0.43	0.24	(1.03)	(0.82)	(0.86)	(0.78)	(0.69)	(0.64)
(0.14)	0.28	0.28	(0.93)	(0.72)	(0.81)	(0.75)	(0.67)	(0.62)
(0.18)	0.14	0.21	(0.79)	(0.61)	(0.73)	(0.70)	(0.64)	(0.60)
(0.26)	(0.02)	0.10	(0.61)	(0.51)	(0.64)	(0.64)	(0.60)	(0.57)
(0.39)	(0.20)	(0.06)	(0.46)	(0.44)	(0.55)	(0.58)	(0.56)	(0.53)
(0.60)	(0.45)	(0.24)	(0.38)	(0.41)	(0.49)	(0.53)	(0.54)	(0.51)
(1.02)	(0.82)	(0.55)	(0.44)	(0.50)	(0.51)	(0.54)	(0.55)	(0.54)
(2.02)	(1.66)	(1.06)	(0.73)	(0.76)	(0.65)	(0.67)	(0.68)	(0.68)
(1.75)	(1.64)	(1.09)	(0.65)	(0.65)	(0.55)	(0.58)	(0.60)	(0.60)
(1.00)	(1.43)	(1.14)	(0.63)	(0.59)	(0.51)	(0.54)	(0.55)	(0.56)
(0.74)	(1.06)	(1.21)	(0.61)	(0.55)	(0.48)	(0.50)	(0.53)	(0.53)
(0.64)	(0.67)	(1.20)	(0.62)	(0.50)	(0.46)	(0.48)	(0.50)	(0.52)
(0.61)	(0.40)	(0.99)	(0.63)	(0.46)	(0.44)	(0.46)	(0.48)	(0.50)
(0.51)	(0.20)	(0.69)	(0.65)	(0.44)	(0.42)	(0.45)	(0.46)	(0.49)
(0.38)	(0.01)	(0.37)	(0.61)	(0.39)	(0.40)	(0.42)	(0.43)	(0.47)
(0.24)	0.18	(0.13)	(0.57)	(0.36)	(0.36)	(0.39)	(0.43)	(0.47)
(0.40)	0.16	0.09	(0.51)	(0.32)	(0.31)	(0.36)	(0.40)	(0.44)
(0.43)	0.06	0.16	(0.45)	(0.29)	(0.28)	(0.31)	(0.35)	(0.39)
(0.48)	(0.06)	0.12	(0.37)	(0.28)	(0.28)	(0.28)	(0.33)	(0.36)
(0.57)	(0.26)	(0.04)	(0.39)	(0.30)	(0.27)	(0.27)	(0.30)	(0.34)
(0.71)	(0.42)	(0.23)	(0.40)	(0.35)	(0.28)	(0.28)	(0.30)	(0.33)
(0.93)	(0.70)	(0.49)	(0.56)	(0.42)	(0.34)	(0.33)	(0.33)	(0.33)
(1.46)	(1.20)	(0.98)	(0.86)	(0.59)	(0.48)	(0.45)	(0.43)	(0.42)
(2.57)	(2.27)	(1.82)	(1.59)	(0.91)	(0.72)	(0.69)	(0.65)	(0.61)
(2.24)	(2.20)	(1.81)	(1.33)	(0.84)	(0.68)	(0.64)	(0.60)	(0.56)
(1.41)	(1.85)	(1.72)	(1.15)	(0.78)	(0.63)	(0.59)	(0.55)	(0.52)
(1.15)	(1.45)	(1.57)	(1.01)	(0.72)	(0.58)	(0.55)	(0.52)	(0.48)
(1.06)	(1.14)	(1.37)	(0.90)	(0.66)	(0.55)	(0.51)	(0.49)	(0.47)
(1.07)	(0.98)	(1.16)	(0.79)	(0.60)	(0.51)	(0.48)	(0.47)	(0.45)
(0.99)	(0.89)	(0.97)	(0.70)	(0.56)	(0.48)	(0.45)	(0.44)	(0.42)
(1.02)	(0.85)	(0.82)	(0.64)	(0.53)	(0.47)	(0.44)	(0.43)	(0.41)
(0.96)	(0.86)	(0.76)	(0.59)	(0.48)	(0.41)	(0.38)	(0.37)	(0.35)
(1.02)	(0.93)	(0.85)	(0.62)	(0.47)	(0.40)	(0.38)	(0.36)	(0.35)
(1.01)	(0.99)	(0.91)	(0.60)	(0.47)	(0.40)	(0.37)	(0.36)	(0.33)
(0.94)	(0.93)	(0.82)	(0.54)	(0.48)	(0.40)	(0.37)	(0.35)	(0.33)
(0.88)	(0.83)	(0.68)	(0.50)	(0.48)	(0.39)	(0.37)	(0.36)	(0.34)

1棟目 右岸	2棟目	3棟目
0.04	(0.12)	(0.30)
0.04	(0.14)	(0.30)
0.03	(0.13)	(0.30)
0.03	(0.10)	(0.31)
0.05	(0.13)	(0.30)

3棟目	2棟目	1棟目 左岸
(0.46)	(0.56)	(0.57)
(0.46)	(0.55)	(0.57)
(0.44)	(0.54)	(0.57)
(0.44)	(0.54)	(0.57)
(0.42)	(0.54)	(0.57)

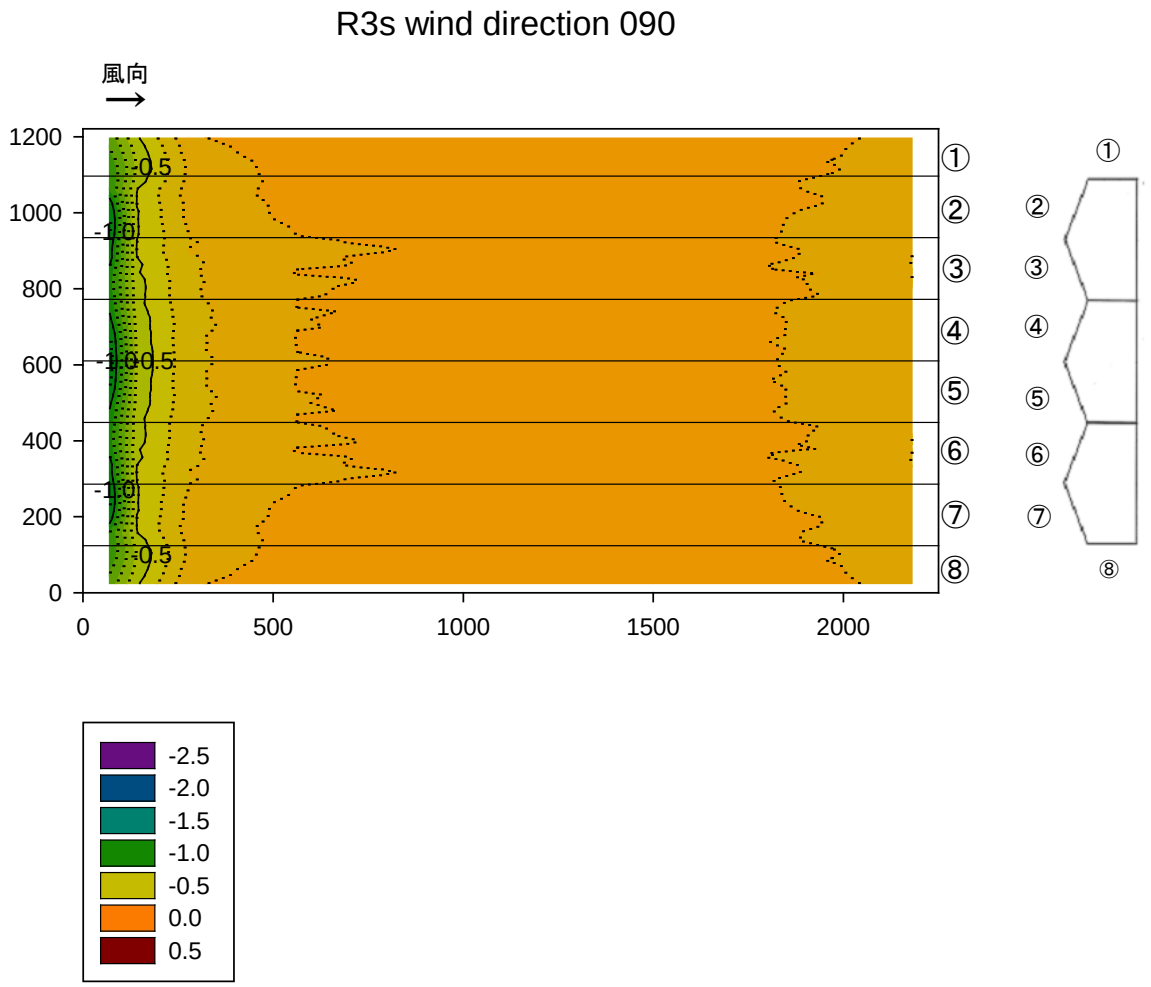


図 3.7.19　R3S：風圧係数の等値線（風向 90 度）

表 3.7.19　R3S：等値線作成に使用した風圧係数（風向 90 度）

妻面からの距離（mm）

2180	2109	1969	1687	1125	563	281	141	70
(0.76)	(0.52)	(0.22)	(0.12)	(0.15)	(0.13)	(0.17)	(0.22)	(0.25)
(0.79)	(0.55)	(0.24)	(0.14)	(0.16)	(0.15)	(0.19)	(0.22)	(0.24)
(0.82)	(0.57)	(0.25)	(0.14)	(0.16)	(0.15)	(0.19)	(0.23)	(0.24)
(0.85)	(0.58)	(0.26)	(0.15)	(0.15)	(0.16)	(0.20)	(0.24)	(0.25)
(0.88)	(0.59)	(0.27)	(0.16)	(0.16)	(0.16)	(0.19)	(0.23)	(0.25)
(0.89)	(0.55)	(0.27)	(0.17)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.25)	(0.27)
(0.88)	(0.50)	(0.26)	(0.17)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.24)	(0.26)
(0.98)	(0.50)	(0.25)	(0.17)	(0.17)	(0.17)	(0.20)	(0.24)	(0.27)
(1.04)	(0.49)	(0.27)	(0.17)	(0.17)	(0.17)	(0.20)	(0.24)	(0.27)
(1.08)	(0.51)	(0.27)	(0.17)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.24)	(0.27)
(1.11)	(0.51)	(0.27)	(0.18)	(0.17)	(0.18)	(0.22)	(0.24)	(0.27)
(1.11)	(0.51)	(0.28)	(0.19)	(0.16)	(0.18)	(0.22)	(0.24)	(0.28)
(1.09)	(0.51)	(0.29)	(0.20)	(0.18)	(0.19)	(0.21)	(0.24)	(0.28)
(1.06)	(0.50)	(0.31)	(0.21)	(0.17)	(0.18)	(0.22)	(0.25)	(0.28)
(1.04)	(0.49)	(0.30)	(0.22)	(0.18)	(0.18)	(0.21)	(0.25)	(0.28)
(1.04)	(0.50)	(0.31)	(0.21)	(0.17)	(0.18)	(0.21)	(0.25)	(0.30)
(1.00)	(0.52)	(0.31)	(0.21)	(0.17)	(0.19)	(0.21)	(0.24)	(0.30)
(0.96)	(0.51)	(0.31)	(0.19)	(0.17)	(0.20)	(0.20)	(0.26)	(0.30)
(0.95)	(0.53)	(0.31)	(0.21)	(0.17)	(0.18)	(0.21)	(0.25)	(0.30)
(0.95)	(0.54)	(0.31)	(0.21)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.25)	(0.30)
(0.96)	(0.53)	(0.31)	(0.20)	(0.16)	(0.18)	(0.20)	(0.23)	(0.29)
(0.98)	(0.53)	(0.32)	(0.20)	(0.17)	(0.18)	(0.22)	(0.23)	(0.28)
(0.99)	(0.54)	(0.33)	(0.21)	(0.18)	(0.18)	(0.23)	(0.24)	(0.26)
(1.02)	(0.56)	(0.32)	(0.20)	(0.17)	(0.17)	(0.22)	(0.24)	(0.25)
(1.06)	(0.56)	(0.33)	(0.20)	(0.17)	(0.18)	(0.22)	(0.24)	(0.26)
(1.09)	(0.57)	(0.32)	(0.20)	(0.18)	(0.17)	(0.22)	(0.24)	(0.26)
(1.11)	(0.57)	(0.32)	(0.20)	(0.17)	(0.18)	(0.23)	(0.24)	(0.26)
(1.12)	(0.57)	(0.32)	(0.20)	(0.17)	(0.17)	(0.22)	(0.25)	(0.25)
(1.13)	(0.58)	(0.32)	(0.20)	(0.17)	(0.18)	(0.22)	(0.25)	(0.27)
(1.13)	(0.58)	(0.32)	(0.20)	(0.17)	(0.18)	(0.22)	(0.25)	(0.27)
(1.12)	(0.57)	(0.32)	(0.20)	(0.17)	(0.17)	(0.22)	(0.25)	(0.25)
(1.11)	(0.57)	(0.32)	(0.20)	(0.17)	(0.18)	(0.23)	(0.24)	(0.26)
(1.09)	(0.57)	(0.32)	(0.20)	(0.18)	(0.17)	(0.22)	(0.24)	(0.26)
(1.06)	(0.56)	(0.33)	(0.20)	(0.17)	(0.18)	(0.22)	(0.24)	(0.26)
(1.02)	(0.56)	(0.32)	(0.20)	(0.17)	(0.17)	(0.22)	(0.24)	(0.25)
(0.99)	(0.54)	(0.33)	(0.21)	(0.18)	(0.18)	(0.23)	(0.24)	(0.26)
(0.98)	(0.53)	(0.32)	(0.20)	(0.17)	(0.18)	(0.22)	(0.23)	(0.28)
(0.96)	(0.53)	(0.31)	(0.20)	(0.16)	(0.18)	(0.20)	(0.23)	(0.29)
(0.95)	(0.54)	(0.31)	(0.21)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.25)	(0.30)
(0.95)	(0.53)	(0.31)	(0.21)	(0.17)	(0.18)	(0.21)	(0.25)	(0.30)
(0.96)	(0.51)	(0.31)	(0.19)	(0.17)	(0.20)	(0.20)	(0.26)	(0.30)
(1.00)	(0.52)	(0.31)	(0.21)	(0.17)	(0.19)	(0.21)	(0.24)	(0.30)
(1.04)	(0.50)	(0.31)	(0.21)	(0.17)	(0.18)	(0.21)	(0.25)	(0.30)
(1.04)	(0.49)	(0.30)	(0.22)	(0.18)	(0.18)	(0.21)	(0.25)	(0.28)
(1.06)	(0.50)	(0.31)	(0.21)	(0.17)	(0.18)	(0.22)	(0.25)	(0.28)
(1.09)	(0.51)	(0.29)	(0.20)	(0.18)	(0.19)	(0.21)	(0.24)	(0.28)
(1.11)	(0.51)	(0.28)	(0.19)	(0.16)	(0.18)	(0.22)	(0.24)	(0.28)
(1.11)	(0.51)	(0.27)	(0.18)	(0.17)	(0.18)	(0.22)	(0.24)	(0.27)
(1.08)	(0.51)	(0.27)	(0.17)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.24)	(0.27)
(1.04)	(0.49)	(0.27)	(0.17)	(0.17)	(0.17)	(0.20)	(0.24)	(0.27)
(0.98)	(0.50)	(0.25)	(0.17)	(0.17)	(0.17)	(0.20)	(0.24)	(0.27)
(0.88)	(0.50)	(0.26)	(0.17)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.24)	(0.26)
(0.89)	(0.55)	(0.27)	(0.17)	(0.17)	(0.17)	(0.21)	(0.25)	(0.27)
(0.88)	(0.59)	(0.27)	(0.16)	(0.16)	(0.16)	(0.19)	(0.23)	(0.25)
(0.85)	(0.58)	(0.26)	(0.15)	(0.15)	(0.16)	(0.20)	(0.24)	(0.25)
(0.82)	(0.57)	(0.25)	(0.14)	(0.16)	(0.15)	(0.19)	(0.23)	(0.24)
(0.79)	(0.55)	(0.24)	(0.14)	(0.16)	(0.15)	(0.19)	(0.22)	(0.24)
(0.76)	(0.52)	(0.22)	(0.12)	(0.15)	(0.13)	(0.17)	(0.22)	(0.25)

0.57	0.51	0.55
0.45	0.43	0.44
0.37	0.36	0.35
0.35	0.33	0.33
0.43	0.38	0.41
1棟目	2棟目	3棟目
右岸		

(0.42)	(0.31)	(0.41)
(0.43)	(0.31)	(0.41)
(0.42)	(0.30)	(0.41)
(0.43)	(0.30)	(0.40)
(0.42)	(0.31)	(0.40)
3棟目	2棟目	1棟目
		左岸

５．融雪試験

１）目的

積雪寒冷地域における連棟ハウスの融雪装置の現地調査を行ったところ、温湯配管する方式が多く採用されていた。また、山形県立園芸試験場では屋根フィルム内面に温風を送風する融雪方式について研究が実施され、高い融雪能力があることが示されている。これらのことから、屋根フィルム内面の温度などが融雪能力に影響していると考えられた。そこで、屋根フィルム内面から屋外への熱伝達量を定量的に評価し、各種条件における融雪能力の調査を実施する。

２）実験方法

（１）試験ハウスの諸元

間口 7.2m×奥行 11.0m×2 連棟（軒高 1.9m、棟高 4.0m）

図 2-1　試験ハウスの外観

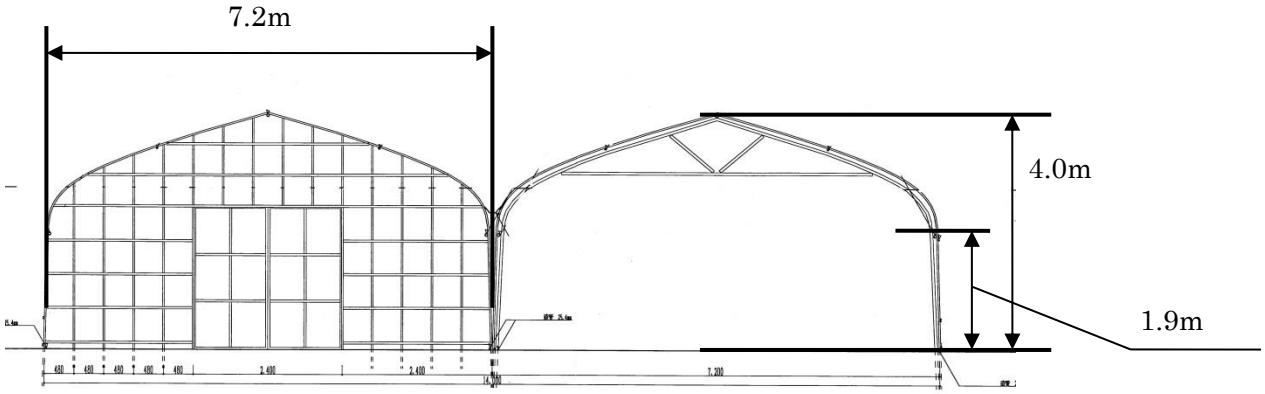


図 2-2　試験ハウスの外寸

（２）試験ハウスの所在地

山形県庄内総合支庁農業技術普及課産地研究室　場内圃場（山形県酒田市浜中字八窪１）

（３）試験ハウスの被覆条件、暖房条件

屋根フィルム：農業用ポリオレフィン系フィルム（厚さ 0.15mm）

保温カーテン：農業用ポリ塩化ビニルフィルム（厚さ 0.075mm）により１層被覆

暖房条件：温風暖房機（KA-205 ネポン製、23.3kw）により暖房設定室温 15℃で暖房

図 2-3　暖房用暖房機

（4）温風送風式融雪装置の構成

熱源として送風温度の調整が可能な温風暖房機（ニンニク用乾燥機、KN-1 木原製作所製、熱出力 46.5kW）を用いた。

温風暖房機から直径約 20cm のアルミ製フレキシブルダクトを経由して谷樋付近に設置したポリダクトに温風を送り、50cm 間隔で開けられた直径約 2cm の送風孔から屋根内表面に温風を送風した。なお、送風孔からの吹き出し風速は約 12m/s、屋根面付近での風速は約 2m/s であった。

屋根面への送風温度は 30℃、35℃、40℃、45℃、50℃の 5 水準で調査した。

図 2-4 温風送風式融雪装置の温風暖房機とアルミ製フレキシブルダクト

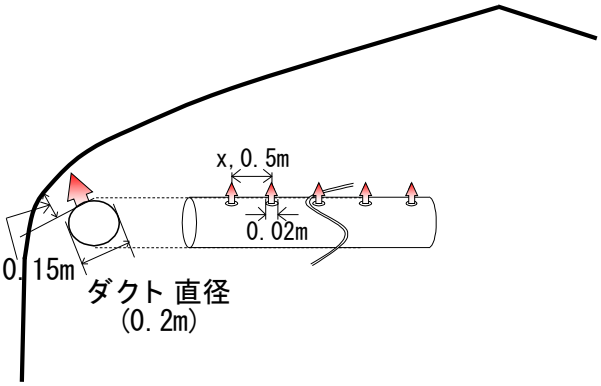


図 2-5　温風送風式融雪装置の概略

（５）温湯循環式融雪装置の構成

熱源として園芸用温湯ボイラー（ネポン製、ヒートクイック ON-313、熱出力 36.0kW）を用いた。設定温度まで加熱した温湯をラインポンプにより谷樋付近に取り付けた 50A ベアパイプに循環させた。

ベアパイプへの送水温度は 20℃、25℃、35℃、40℃、50℃、60℃の 6 水準で調査した。

図 2-6　温湯循環式融雪装置のボイラー（左）とバッファータンク（右）、ラインポンプ（上）

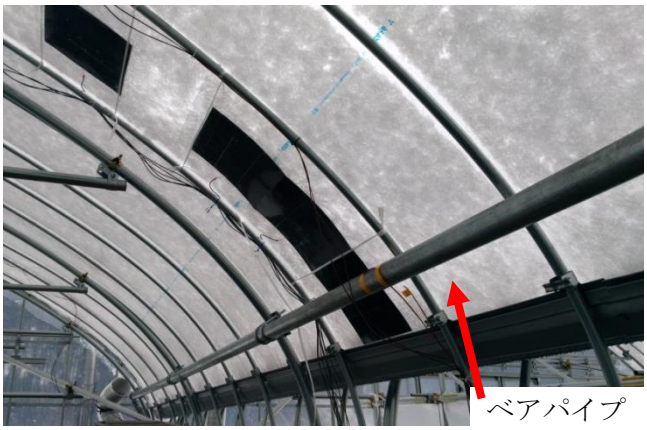


図 2-7　温湯循環式融雪装置のベアパイプ

（6）屋根面からの熱伝達量の測定

30cm×30cm の熱流板（MF-190）を屋根フィルム面に等間隔で 8 枚貼り付け、ハウス内から屋外方向への屋根表面積当たりの熱流を計測し、床面積当たりに換算して氷の融解熱との商により融雪量を推定した。

なお、熱流板は、フィルム内の熱流を計測するため、屋根フィルムと同じ素材の粘着テープによりハウス内側の全面を覆った。

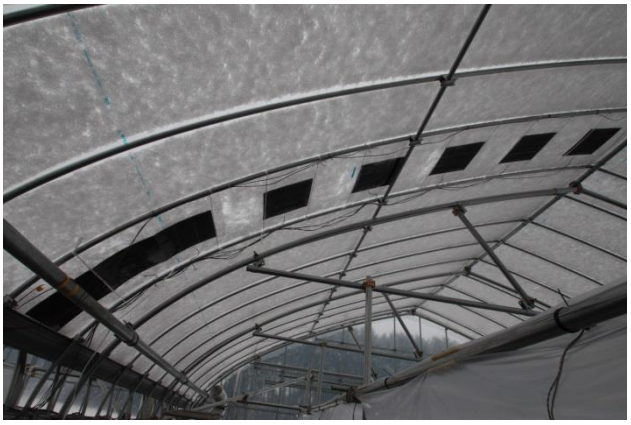


図 2-8　ハウス内屋根面に設置した熱流板

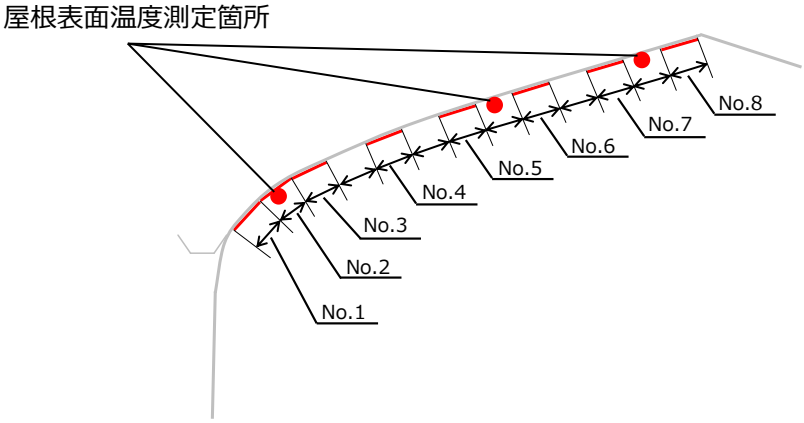


図 2-9　熱流板設置状況の詳細

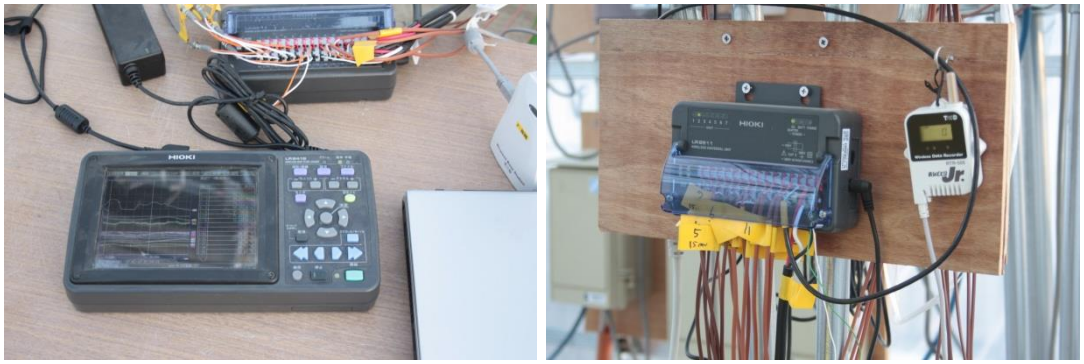


図 2-10　熱流計測装置

（7）環境条件および融雪量の計測

通風条件で外気温とハウス内気温を Pt100 で計測するとともに、屋根内表面温度として屋根フィルム内面のフィルムから 1mm の距離の雰囲気温度を T 型熱電対で計測した。

放射冷却により放熱が助長される条件では正確な融雪能力を評価することができないため、放射収支計で屋外放射を計測した。

また、谷樋から排出される融雪水の水量をパルス式流量計（ディグメサ社製、FMIG-AR-OC4）で計測して融雪量とした。

図 2-11　放射収支計

図 2-12　融雪水の計測

（8）データ解析

日射の影響を避けるため、18 時から翌日の 6 時まで 1 分単位で計測し、それらのデータを 30 分単位の平均としてまとめてデータの解析に用いた。

３）結果の概略

表3-1　温風送風式融雪装置の結果概略

	平均外気温（℃）	天候	平均送風温度（℃）	床面積当たり放熱量（W/m^2）	床面積当たり融雪能力（kg/m^2/h）	屋根面温度(上)（℃）	屋根面温度(中)（℃）	屋根面温度(下)（℃）
1月15日	5.3	雨	30.5	60.2	0.65	6.2	7.3	11.2
2月12日	-2.2	雪	30.9	76.1	0.82	1.8	2.8	7.2
1月21日	-0.4	雪	35.3	76.5	0.83	1.9	3.8	9.2
1月17日	3.0	雨	39.4	76.2	0.82	6.0	7.2	12.7
1月18日	5.3	雨	44.1	78.0	0.84	6.8	8.1	14.0
2月6日	1.9	雪	44.5	93.7	1.01	4.2	5.3	10.9
1月25日	-3.8	雪	48.3	96.9	1.05	0.4	2.4	8.9
1月22日	-0.2	雪	48.9	109.2	1.18	3.0	4.4	12.1

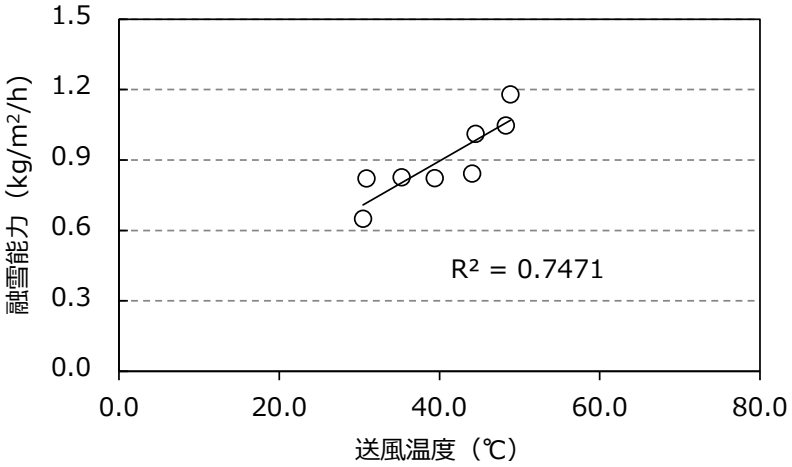


図 3-1　温風送風式融雪装置の送風温度と融雪能力の関係

温風送風温度を 30℃とした場合の屋根面からの熱伝達量は、温風が吹き付けられる No.1 が最も高く 150W/m^2 程度であった。送風ダクトから離れるほど熱伝達量は急激に低下した。床面積当たりに換算し、氷の融解熱から算出した融雪能力は 0.65～0.82kg/m^2/h であった。

送風温度が 40℃、50℃とした場合の屋根面からの熱伝達量と融雪量は、30℃の場合に比べて直線的に増加した。温風送風温度が 50℃の場合の融雪能力は 1.05～1.18 kg/m^2/h となった。50℃の条件は過去の融雪試験とほぼ同じ条件であるが、融雪能力の実測値である 1.5 kg/m^2/h よりもやや小さい値であった。これは、今回の実験に供したハウスの間口が過去の実験よりも広かったことなどが一因と考えられた。

表3-2　温湯循環式融雪装置の結果概略

	平均外気温（℃）	天候	平均温湯温度（℃）	床面積当たり放熱量（W/m²）	床面積当たり融雪能力（kg/m²/h）	屋根面温度(上)（℃）	屋根面温度(中)（℃）	屋根面温度(下)（℃）
1月29日	-2.6	雪	19.3	35.4	0.38	0.3	1.0	2.1
1月30日	-0.4	曇り	26.4	40.7	0.44	1.2	1.9	1.9
1月31日	1.1	曇り	35.0	39.0	0.42	2.4	3.3	2.8
2月4日	1.4	雪	40.9	46.1	0.50	1.7	2.4	4.0
2月3日	3.8	雪	41.1	37.9	0.41	3.8	4.7	5.4
2月5日	0.9	雪	48.0	44.7	0.48	1.9	3.0	3.4
1月4日	1.7	曇り	51.3	45.2	0.49	3.4	4.5	4.3
1月27日	0.6	雪	51.4	49.3	0.53	1.4	2.1	3.4
1月23日	-0.8	曇り	59.8	50.8	0.55	0.8	2.1	2.8
2月7日	-0.3	雪	60.6	55.2	0.60	1.6	2.7	3.0

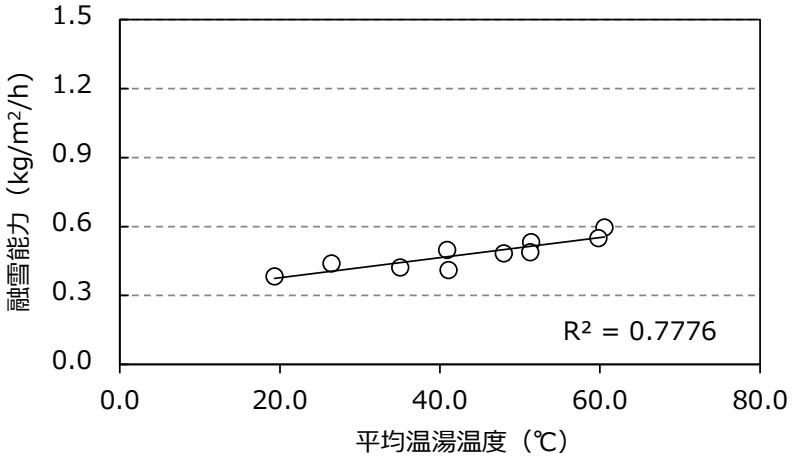


図 3-2　温湯循環式融雪装置の送風温度と融雪能力の関係

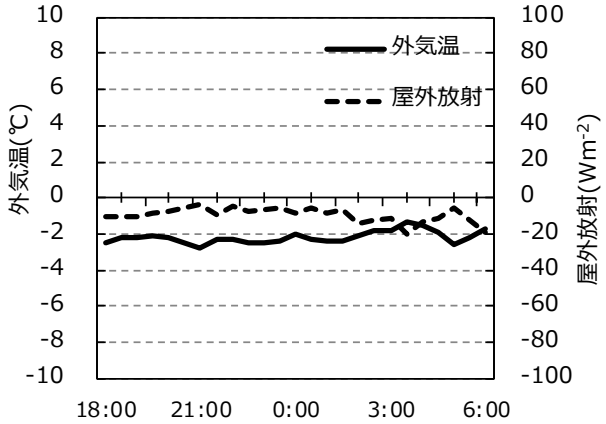
温湯の循環温度を 40℃とした場合の屋根面からの熱伝達量は、温湯を循環させたベアパイプに最も近い No.1 よりも、ベアパイプの直上となる No.2 で最も多くなった。しかし、放熱量は 100W/m²に満たず、温風送風式よりも少なかった。しかし、ベアパイプから離れても熱伝達量に大きな低下は見られなかった。床面積当たりに換算し、氷の融解熱から算出した融雪能力は 0.41～0.50kg/m²/h であった。　温湯の循環温度を 50℃、60℃とした場合でも屋根面からの熱伝達量の増加は小さく、融雪能力はそれぞれ 0.48～0.53 kg/m²/h、0.55～0.60 kg/m²/h となった。

今回の実験では 7.2m 間口に 1 対の温湯パイプの配置であったが、フェンロー型温室のように間口に対して谷樋が複数ある構造の場合、谷樋ごとに温湯パイプが設置されるため、床面積当たりの融雪能力はさらに向上すると考えられる。

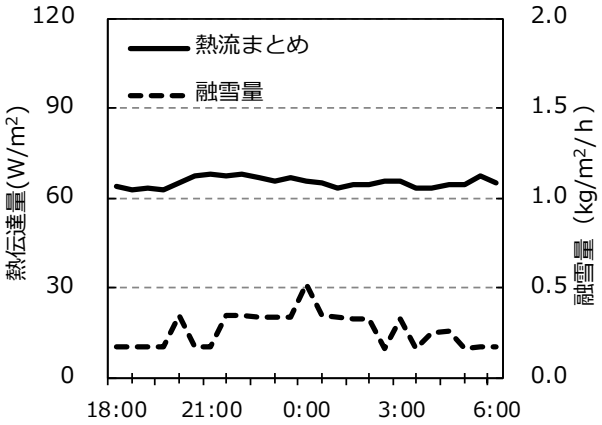
４）詳細データ（温風送風式融雪装置）

2018年2月12日

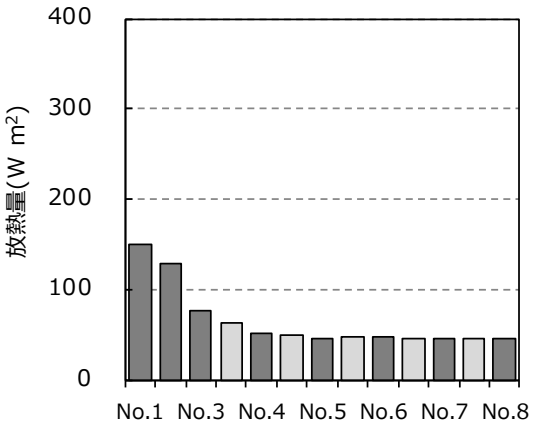
平均外気温	-2.2 ℃
天候	雪
平均送風温度	30.9 ℃



外気温と屋外放射の推移



熱伝達量と融雪量の推移

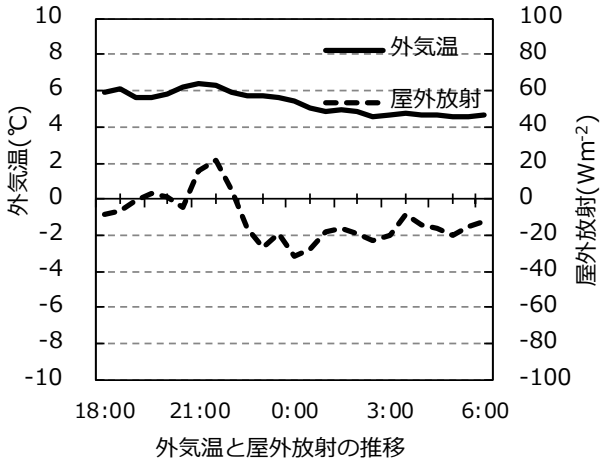


屋根面からの放熱量の分布

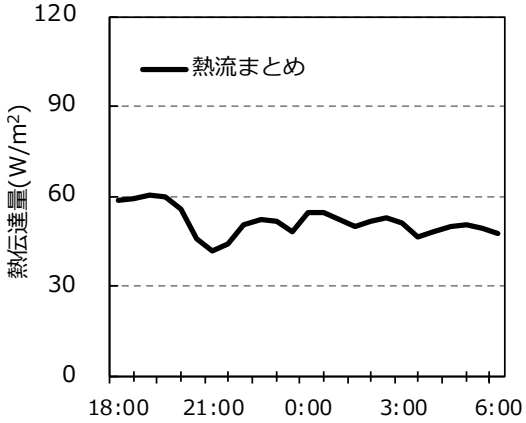
床面積当たり放熱量	76	W/m^2
床面積当たり融雪能力	0.82	$kg/m^2/h$
屋根面温度(上)	1.8	℃
屋根面温度(中)	2.8	℃
屋根面温度(下)	7.2	℃

2018年1月15日

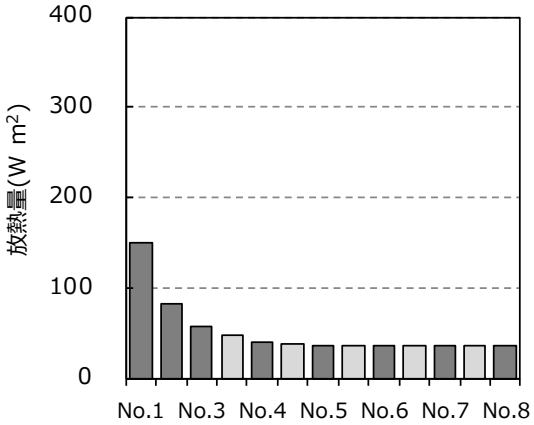
平均外気温	5.3 ℃
天候	雨
平均送風温度	30.5 ℃



外気温と屋外放射の推移



熱伝達量と融雪量の推移

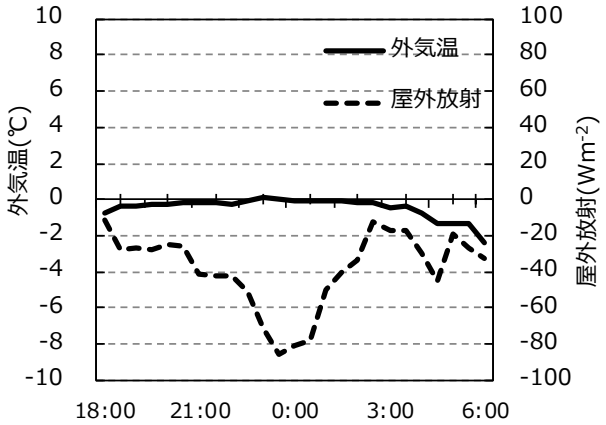


屋根面からの放熱量の分布

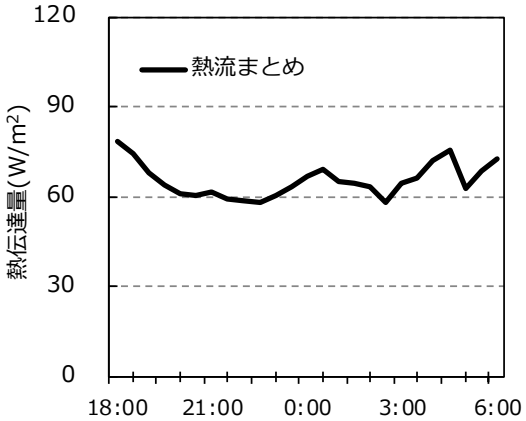
床面積当たり放熱量	60	W/m^2
床面積当たり融雪能力	0.65	$kg/m^2/h$
屋根面温度(上)	6.2	℃
屋根面温度(中)	7.3	℃
屋根面温度(下)	11.2	℃

2018年1月21日

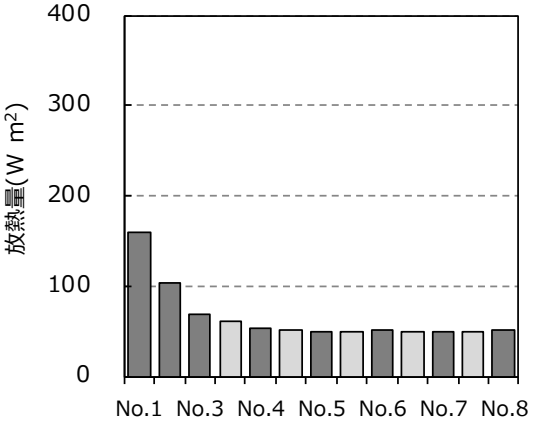
平均外気温	-0.4 ℃
天候	雪
平均送風温度	35.3 ℃



外気温と屋外放射の推移



熱伝達量と融雪量の推移

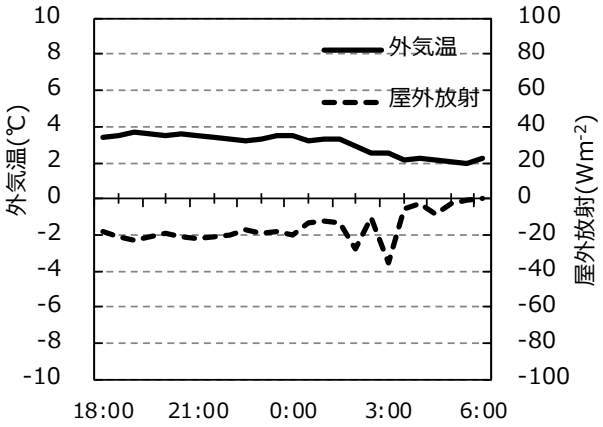


屋根面からの放熱量の分布

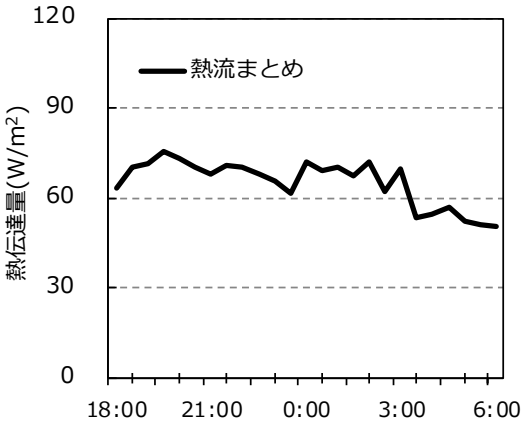
床面積当たり放熱量	76	W/m^2
床面積当たり融雪能力	0.83	$kg/m^2/h$
屋根面温度(上)	1.9	℃
屋根面温度(中)	3.8	℃
屋根面温度(下)	9.2	℃

2018年1月17日

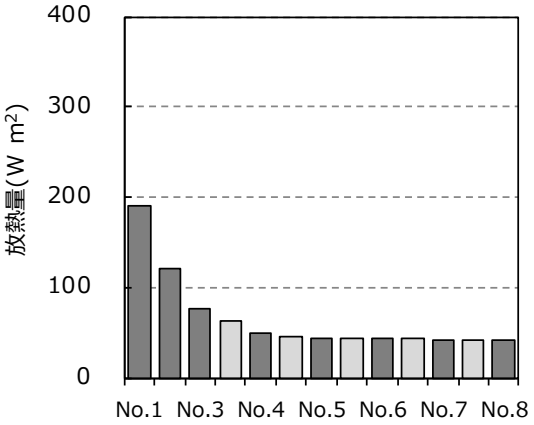
平均外気温	3.0 ℃
天候	雨
平均送風温度	39.4 ℃



外気温と屋外放射の推移



熱伝達量と融雪量の推移

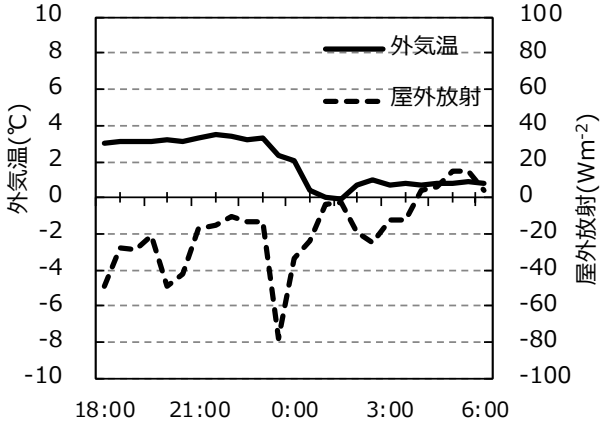


屋根面からの放熱量の分布

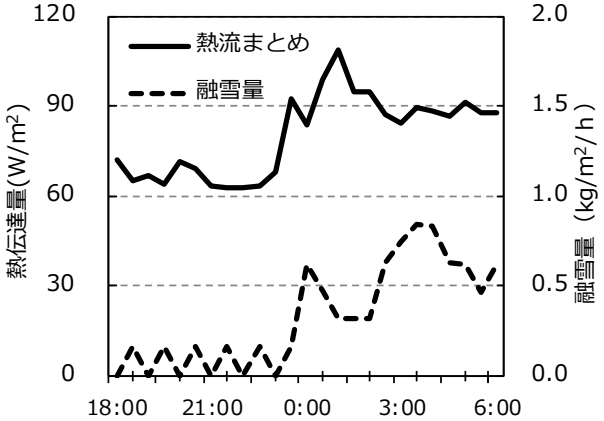
床面積当たり放熱量	76	W/m^2
床面積当たり融雪能力	0.82	$kg/m^2/h$
屋根面温度(上)	6.0	℃
屋根面温度(中)	7.2	℃
屋根面温度(下)	12.7	℃

2018年2月6日

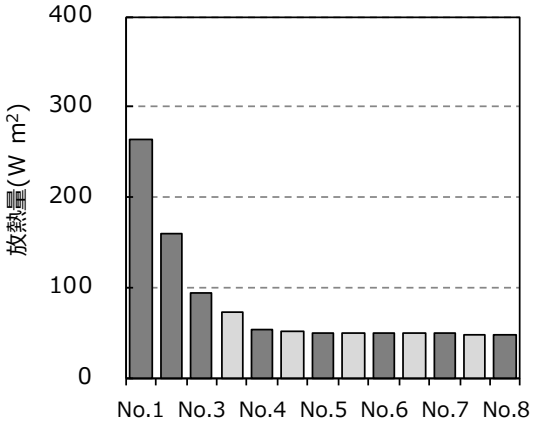
平均外気温	1.9 ℃
天候	雪
平均送風温度	44.5 ℃



外気温と屋外放射の推移



熱伝達量と融雪量の推移

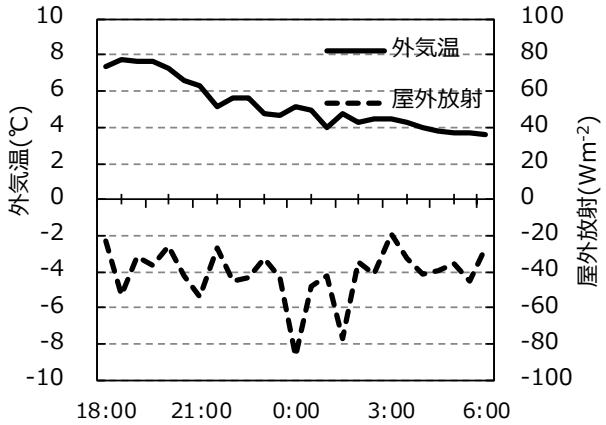


屋根面からの放熱量の分布

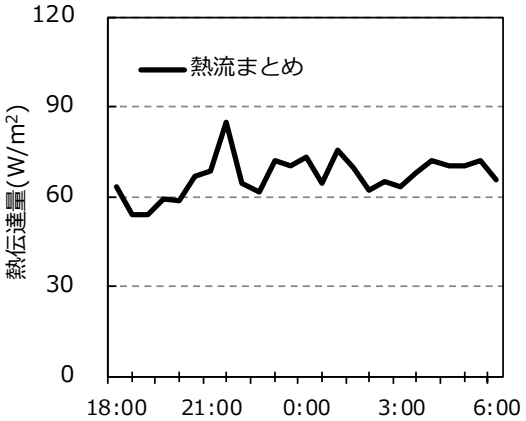
床面積当たり放熱量	94	W/m^2
床面積当たり融雪能力	1.01	$kg/m^2/h$
屋根面温度(上)	4.2	℃
屋根面温度(中)	5.3	℃
屋根面温度(下)	10.9	℃

2018年1月18日

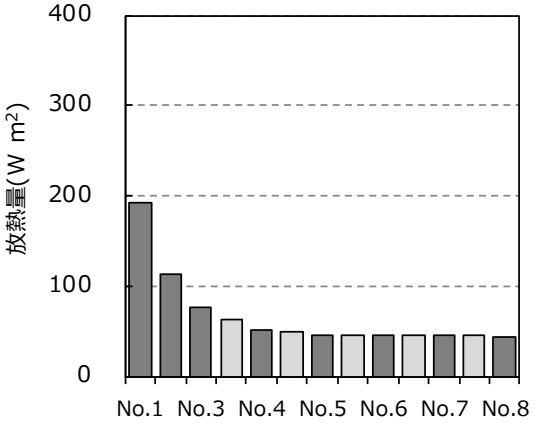
平均外気温	5.3 ℃
天候	雨
平均送風温度	44.1 ℃



外気温と屋外放射の推移



熱伝達量と融雪量の推移

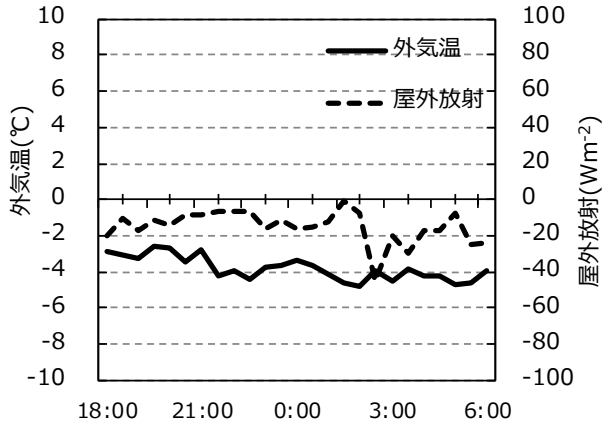


屋根面からの放熱量の分布

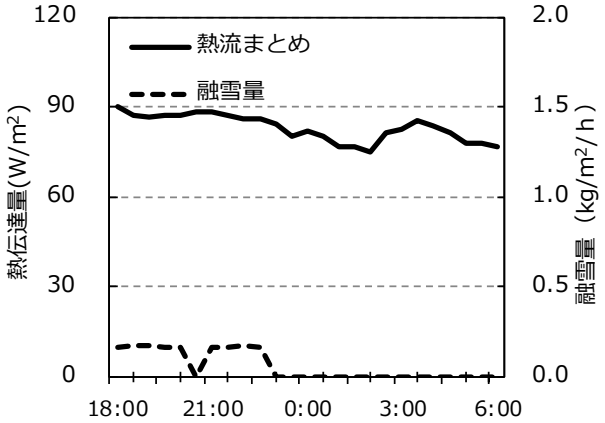
床面積当たり放熱量	78	W/m^2
床面積当たり融雪能力	0.84	$kg/m^2/h$
屋根面温度(上)	6.8	℃
屋根面温度(中)	8.1	℃
屋根面温度(下)	14.0	℃

2018年1月25日

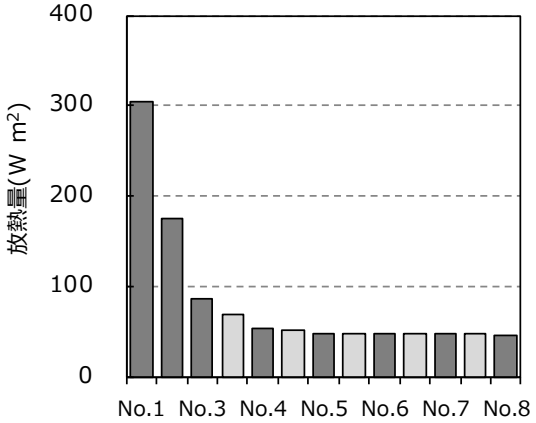
平均外気温	-3.8 ℃
天候	雪
平均送風温度	48.3 ℃



外気温と屋外放射の推移



熱伝達量と融雪量の推移

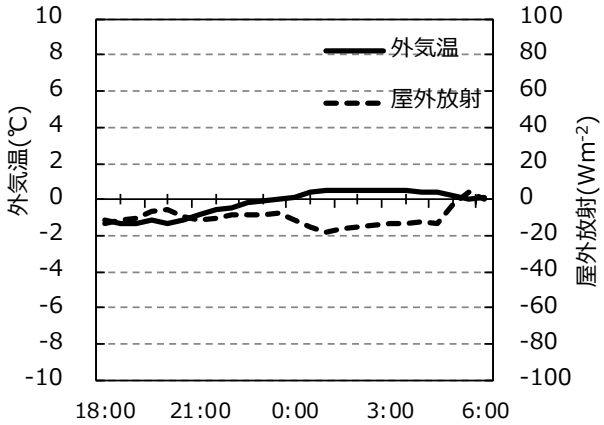


屋根面からの放熱量の分布

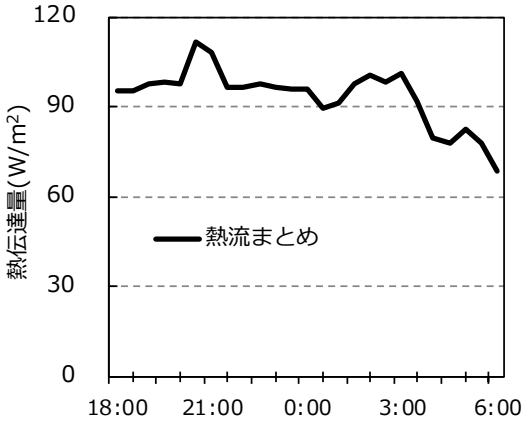
床面積当たり放熱量	97	W/m^2
床面積当たり融雪能力	1.05	$kg/m^2/h$
屋根面温度(上)	0.4	℃
屋根面温度(中)	2.4	℃
屋根面温度(下)	8.9	℃

2018年1月22日

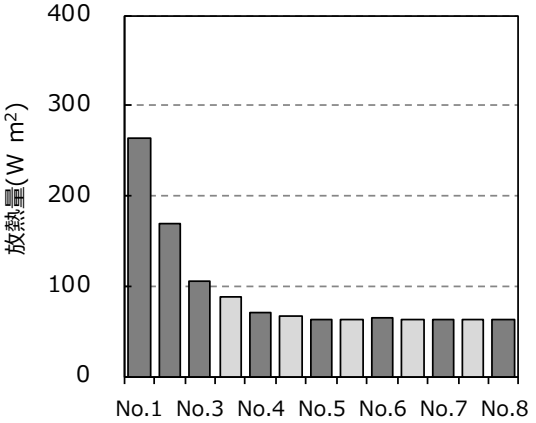
平均外気温	-0.2 ℃
天候	雪
平均送風温度	48.9 ℃



外気温と屋外放射の推移

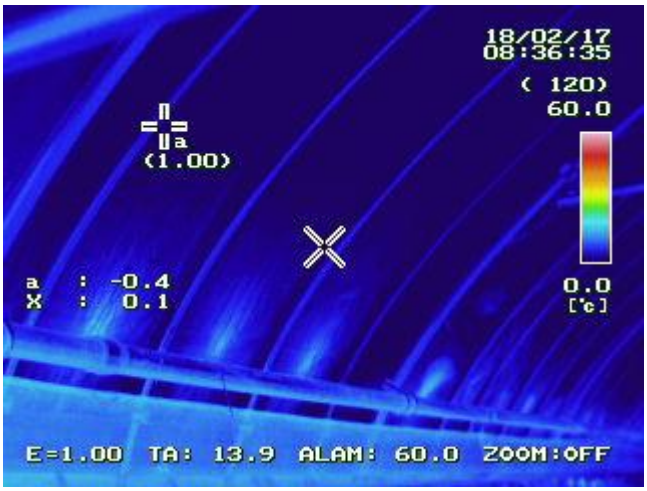


熱伝達量と融雪量の推移

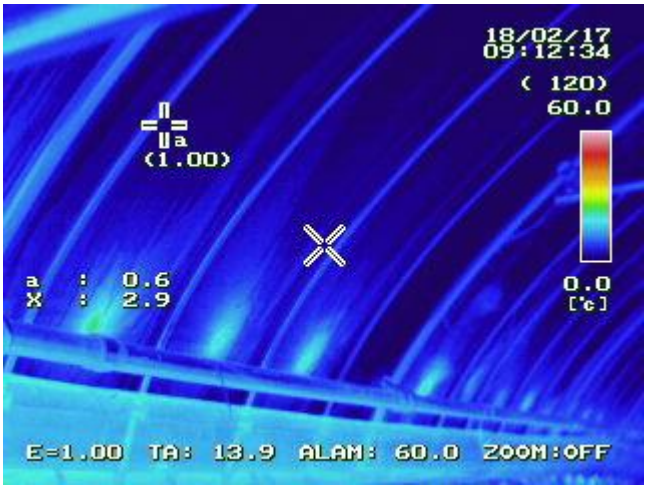


屋根面からの放熱量の分布

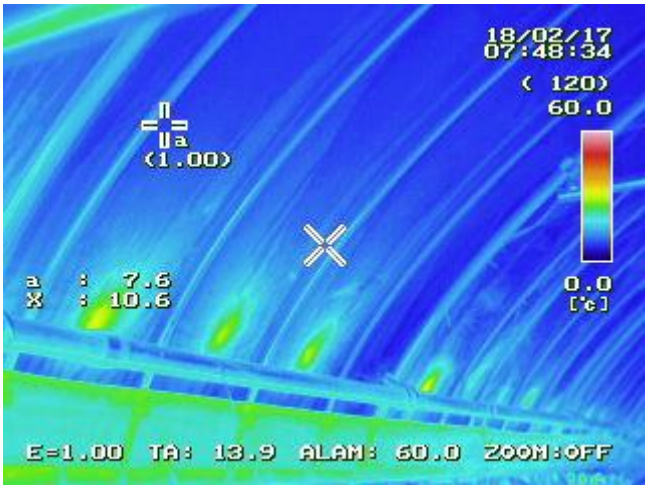
床面積当たり放熱量	109	W/m^2
床面積当たり融雪能力	1.18	$kg/m^2/h$
屋根面温度(上)	3.0	℃
屋根面温度(中)	4.4	℃
屋根面温度(下)	12.1	℃



送風温度 30℃



送風温度 40℃

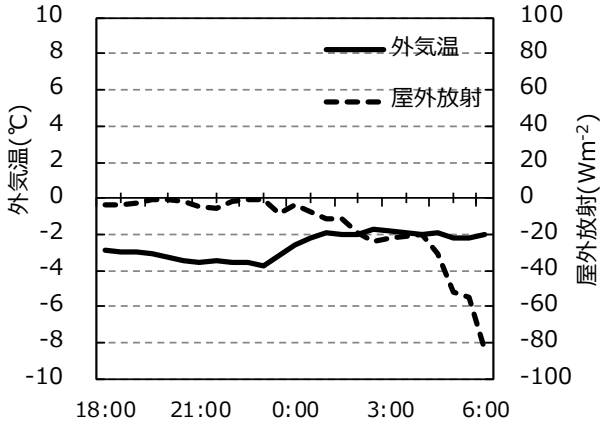


送風温度 50℃

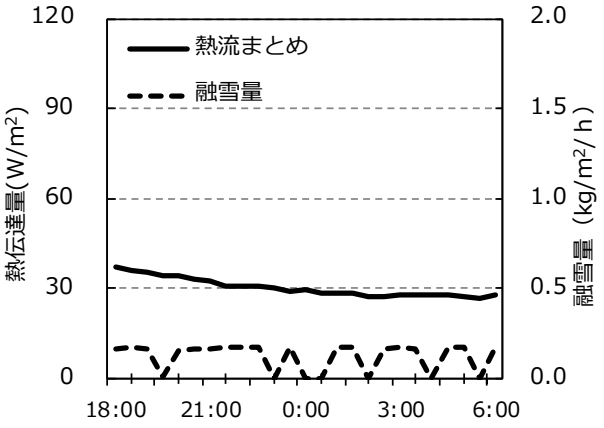
５）詳細データ（温湯循環式融雪装置）

2018年1月29日

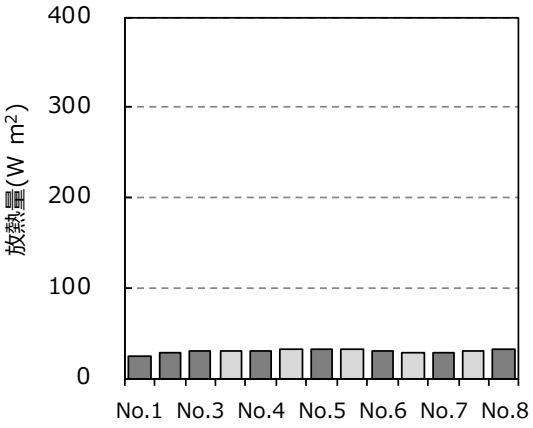
平均外気温	-2.6 ℃
天候	雪
温湯循環温度	19.3 ℃



外気温と屋外放射の推移



熱伝達量と融雪量の推移

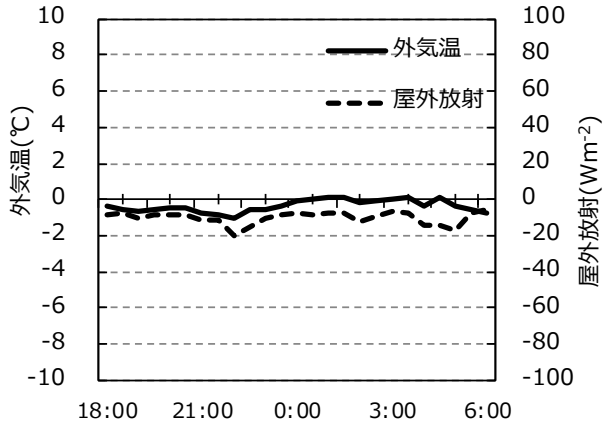


屋根面からの放熱量の分布

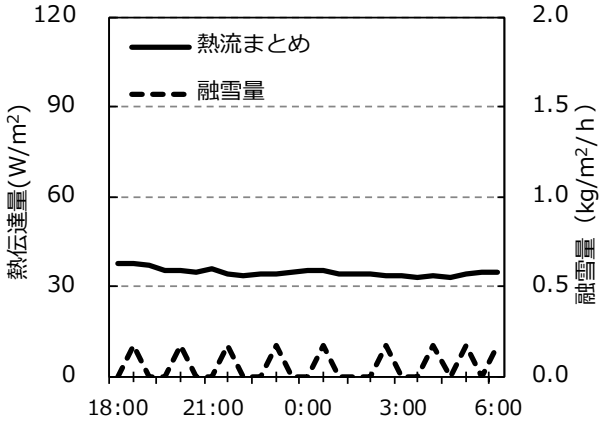
床面積当たり放熱量	35	W/m^2
床面積当たり融雪能力	0.38	kg/m^2/h
屋根面温度(上)	0.3	℃
屋根面温度(中)	1.0	℃
屋根面温度(下)	2.1	℃

2018年1月30日

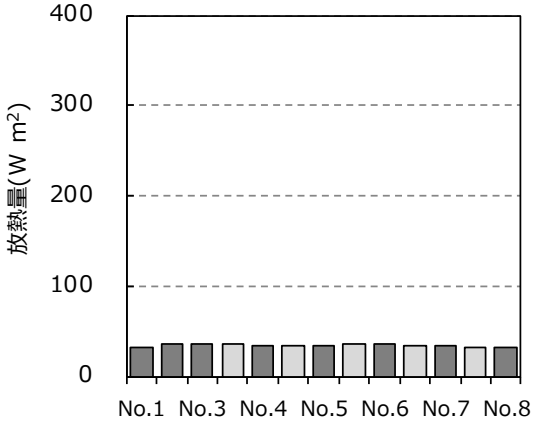
平均外気温	-0.4 ℃
天候	曇り
温湯循環温度	26.4 ℃



外気温と屋外放射の推移



熱伝達量と融雪量の推移

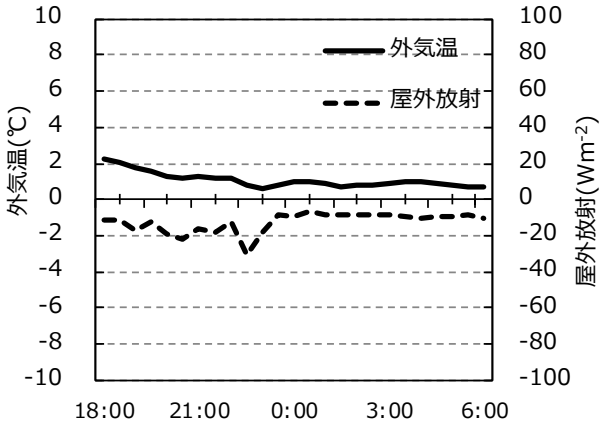


屋根面からの放熱量の分布

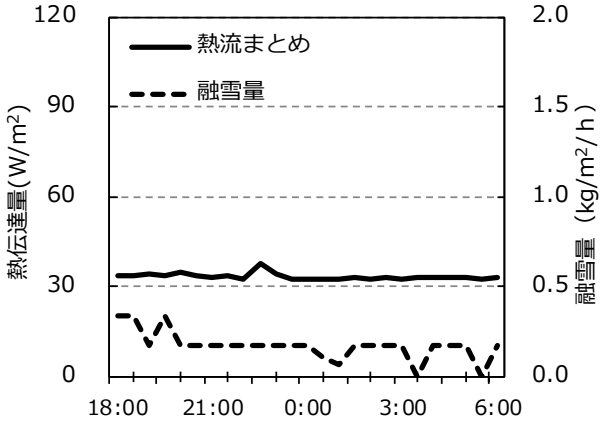
床面積当たり放熱量	41	W/m^2
床面積当たり融雪能力	0.44	$kg/m^2/h$
屋根面温度(上)	1.2	℃
屋根面温度(中)	1.9	℃
屋根面温度(下)	1.9	℃

2018年1月31日

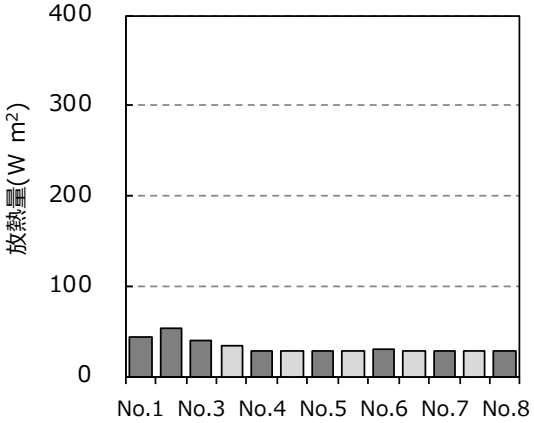
平均外気温	1.1 ℃
天候	曇り
温湯循環温度	35.0 ℃



外気温と屋外放射の推移



熱伝達量と融雪量の推移

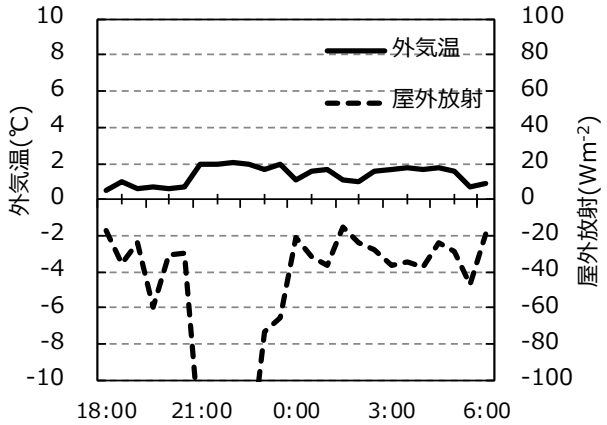


屋根面からの放熱量の分布

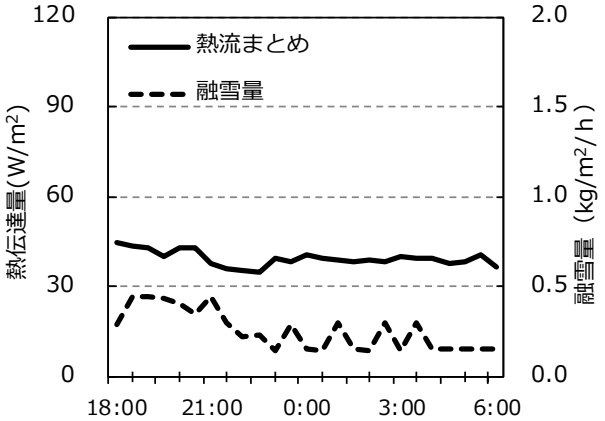
床面積当たり放熱量	39	W/m^2
床面積当たり融雪能力	0.42	$kg/m^2/h$
屋根面温度(上)	2.4	℃
屋根面温度(中)	3.3	℃
屋根面温度(下)	2.8	℃

2018年2月4日

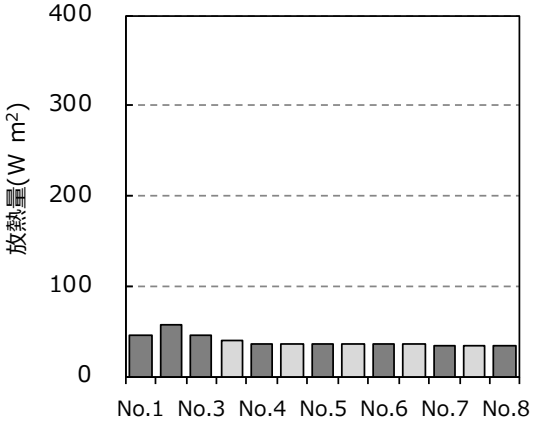
平均外気温	1.4 ℃
天候	雪
温湯循環温度	40.9 ℃



外気温と屋外放射の推移



熱伝達量と融雪量の推移

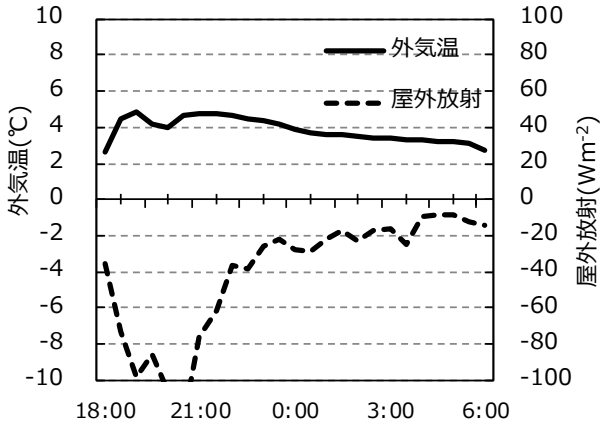


屋根面からの放熱量の分布

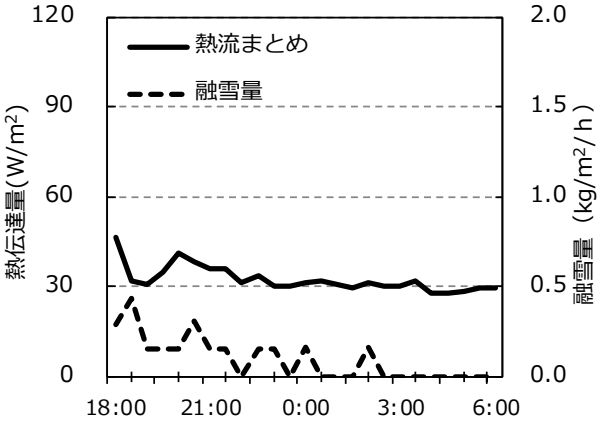
床面積当たり放熱量	46	W/m^2
床面積当たり融雪能力	0.50	$kg/m^2/h$
屋根面温度(上)	1.7	℃
屋根面温度(中)	2.4	℃
屋根面温度(下)	4.0	℃

2018年2月3日

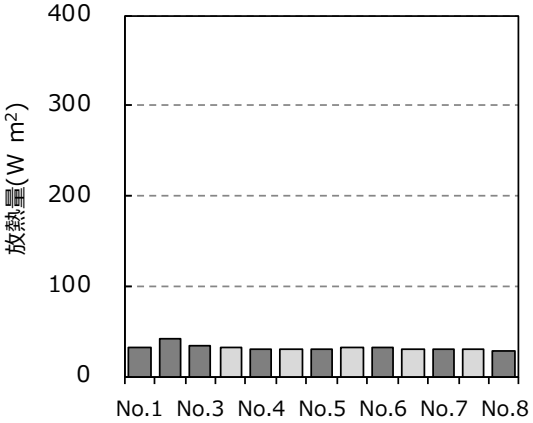
平均外気温	3.8 ℃
天候	雪
温湯循環温度	41.1 ℃



外気温と屋外放射の推移



熱伝達量と融雪量の推移

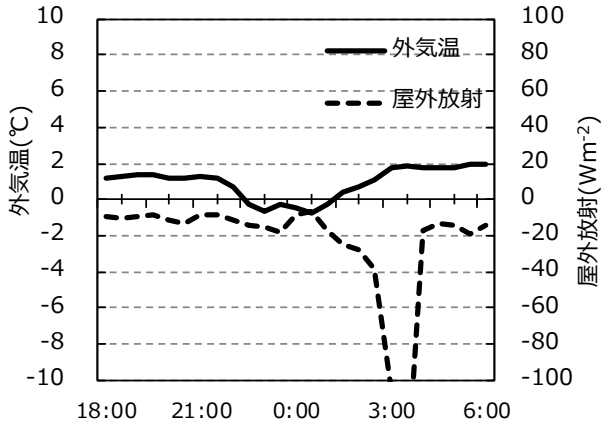


屋根面からの放熱量の分布

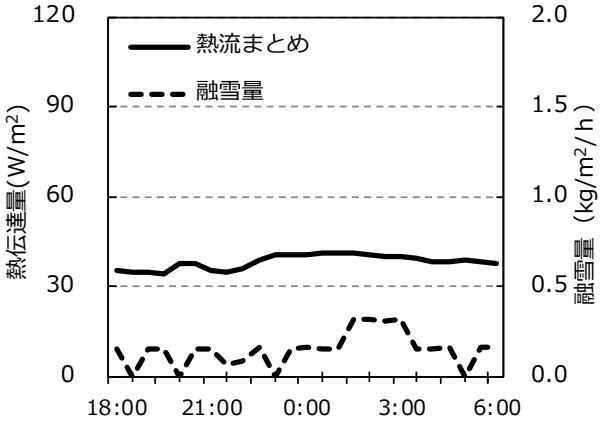
床面積当たり放熱量	38	W/m^2
床面積当たり融雪能力	0.41	kg/m^2/h
屋根面温度(上)	3.8	℃
屋根面温度(中)	4.7	℃
屋根面温度(下)	5.4	℃

2018年2月5日

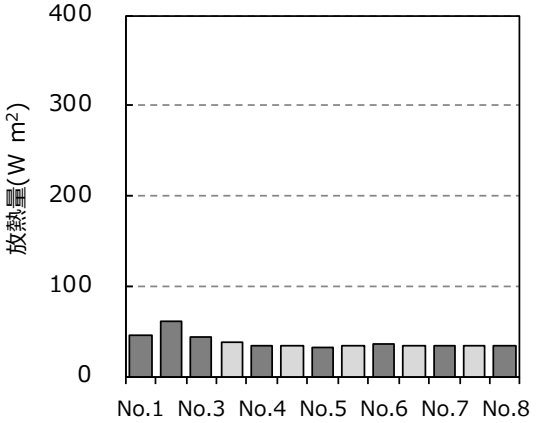
平均外気温	0.9 ℃
天候	雪
温湯循環温度	48.0 ℃



外気温と屋外放射の推移



熱伝達量と融雪量の推移

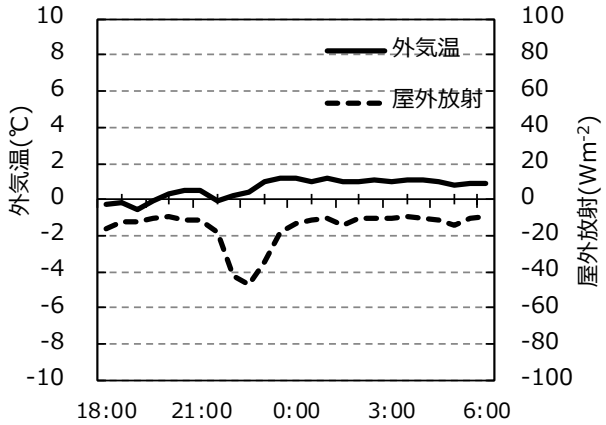


屋根面からの放熱量の分布

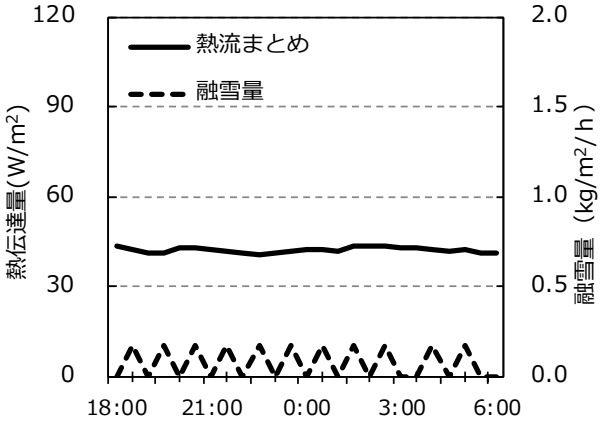
床面積当たり放熱量	45	W/m^2
床面積当たり融雪能力	0.48	$kg/m^2/h$
屋根面温度(上)	1.9	℃
屋根面温度(中)	3.0	℃
屋根面温度(下)	3.4	℃

2018年1月27日

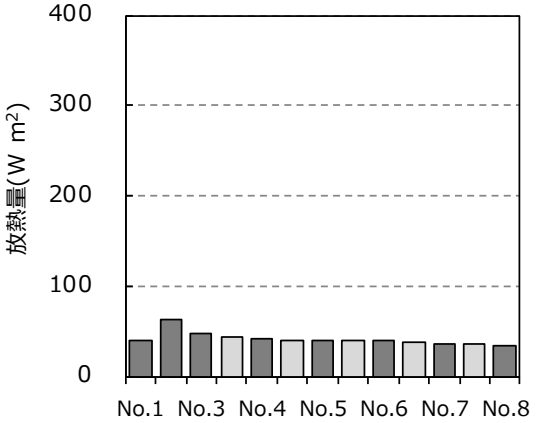
平均外気温	0.6 ℃
天候	雪
温湯循環温度	51.4 ℃



外気温と屋外放射の推移



熱伝達量と融雪量の推移

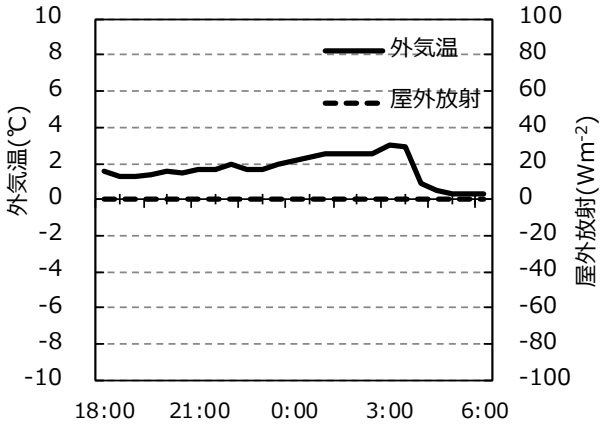


屋根面からの放熱量の分布

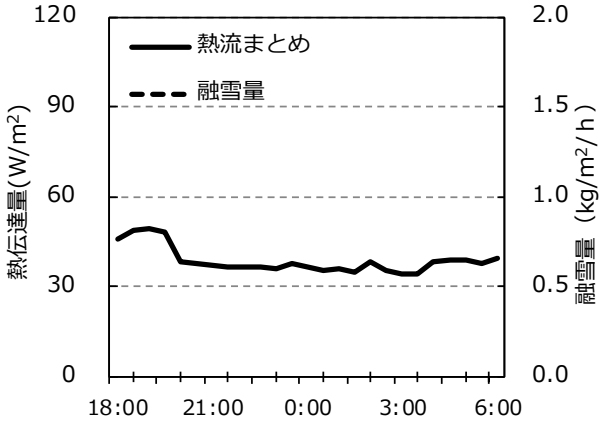
床面積当たり放熱量	49	W/m^2
床面積当たり融雪能力	0.53	$kg/m^2/h$
屋根面温度(上)	1.4	℃
屋根面温度(中)	2.1	℃
屋根面温度(下)	3.4	℃

2018年1月4日

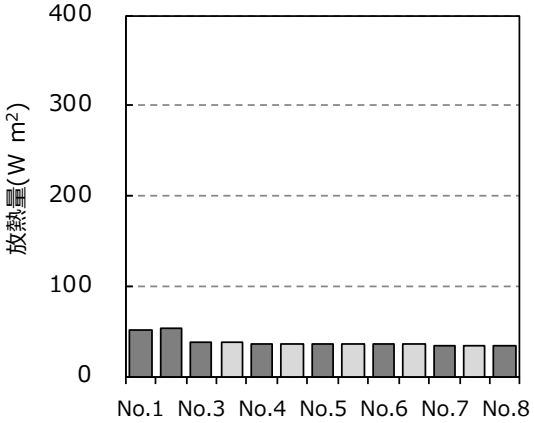
平均外気温	1.7 ℃
天候	曇り
温湯循環温度	51.3 ℃



外気温と屋外放射の推移



熱伝達量と融雪量の推移

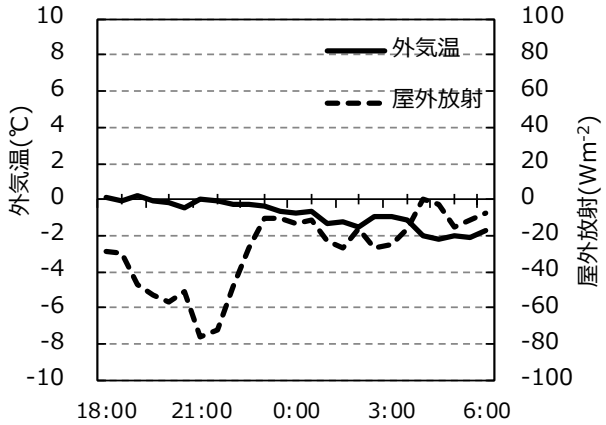


屋根面からの放熱量の分布

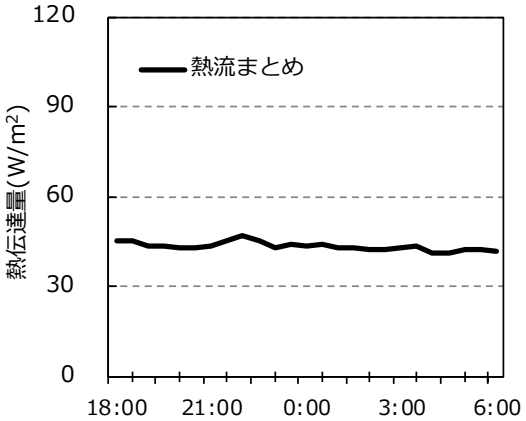
床面積当たり放熱量	45	W/m^2
床面積当たり融雪能力	0.49	$kg/m^2/h$
屋根面温度(上)	3.4	℃
屋根面温度(中)	4.5	℃
屋根面温度(下)	4.3	℃

2018年1月23日

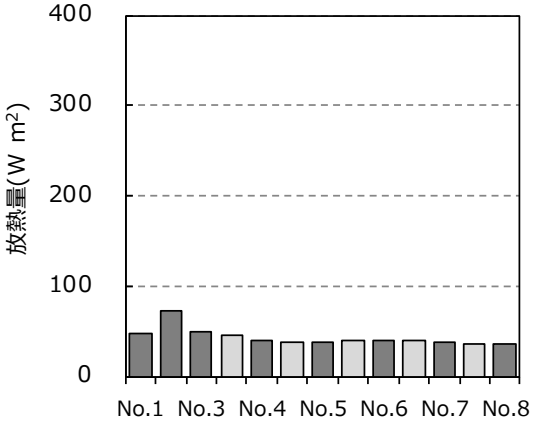
平均外気温	-0.8 ℃
天候	曇り
温湯循環温度	59.8 ℃



外気温と屋外放射の推移



熱伝達量と融雪量の推移

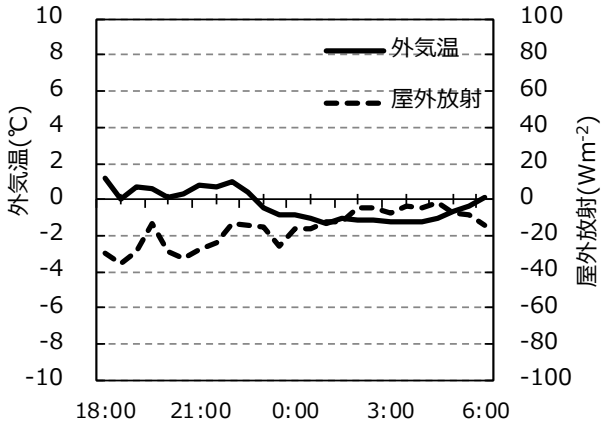


屋根面からの放熱量の分布

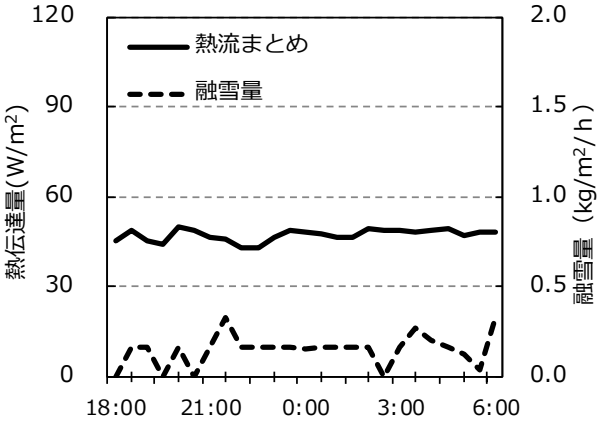
床面積当たり放熱量	51	W/m^2
床面積当たり融雪能力	0.55	$kg/m^2/h$
屋根面温度(上)	0.8	℃
屋根面温度(中)	2.1	℃
屋根面温度(下)	2.8	℃

2018年2月7日

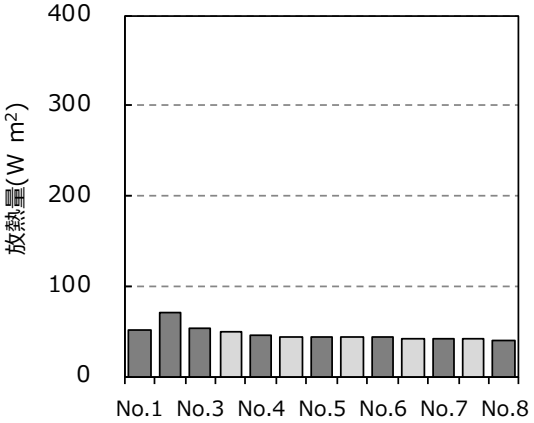
平均外気温	-0.3 ℃
天候	雪
温湯循環温度	60.6 ℃



外気温と屋外放射の推移

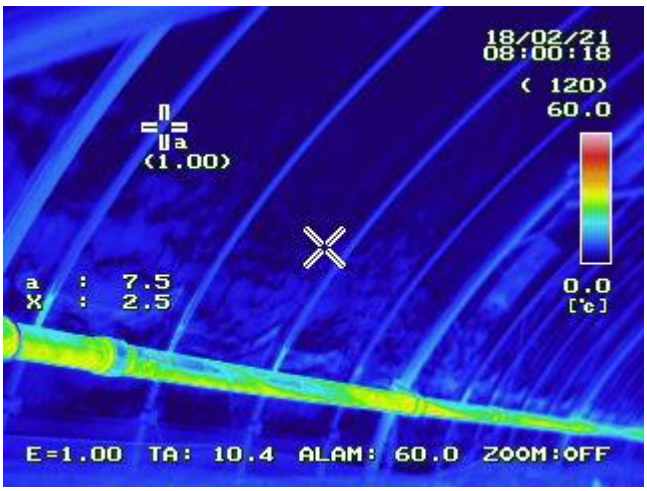


熱伝達量と融雪量の推移

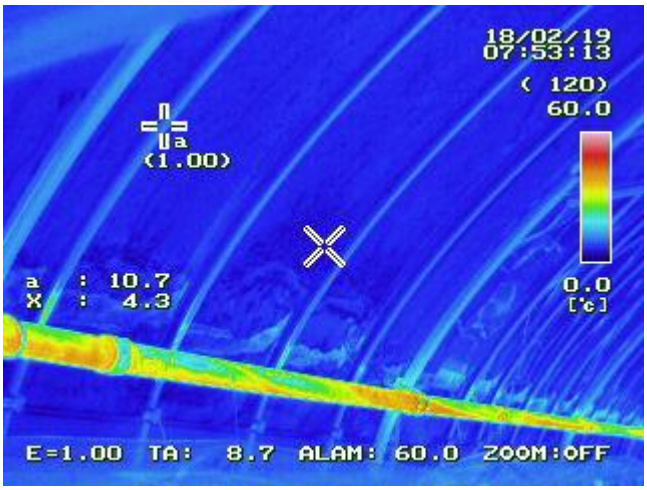


屋根面からの放熱量の分布

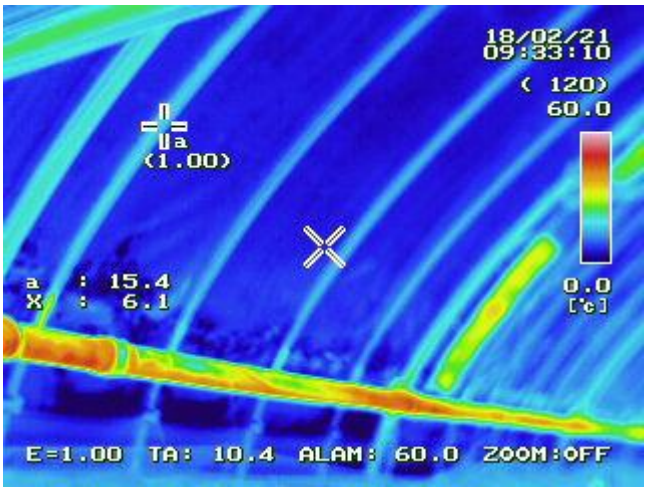
床面積当たり放熱量	55	W/m^2
床面積当たり融雪能力	0.60	$kg/m^2/h$
屋根面温度(上)	1.6	℃
屋根面温度(中)	2.7	℃
屋根面温度(下)	3.0	℃



温湯循環 40℃



温湯循環 50℃



温湯循環 60℃

６．融雪調査

１）調査目的

積雪寒冷地域でも連棟ハウスによる施設園芸の取組みがみられている。これらのハウスで採用されている融雪装置や過去の融雪能力などについて聞き取り調査を行い、融雪装置を装備する連棟ハウスの積雪荷重基準を見直す際の参考資料とする。

２）調査結果概略

（１）調査個所の一覧

調査箇所	所在地	融雪方式	特徴	最大[z]融雪能力	日降雪量の最大値[y]
１．グリーンズプラント巻	新潟県新潟市	・地下水散水	緩やかな屋根勾配	50cm	30.0mm
２．髙儀農場	新潟県新潟市	・施設外温湯配管	融雪装置は現在不使用	50-60cm	20.5mm
３．クリタ園芸	山形県新庄市	・地下水散水 ・温風送風	細かすぎない水滴になるノズルを使用	40cm	42.5mm
４．苫東ファーム	北海道苫小牧市	・施設内温湯配管	簡易なベア管を雨樋横に配管	50cm	40.5mm
５．Ｊファーム苫小牧工場	北海道苫小牧市	・施設内温湯配管 ・屋外温湯配管	２種類の融雪方式を比較	50cm	40.5mm
６．ｴｱ･ｳｫｰﾀｰ農園千歳農場	北海道千歳市	・施設内温湯配管	カーテンを開放し融雪・滑雪促進	70cm	43.0mm
７．Ｊファーム札幌工場	北海道札幌市	・屋外温湯配管	カーテン開放し融雪・滑雪促進	50-60cm	48.5mm

[z] 聞き取りした値（１日当たり降雪深）　　[y] 日平均気温が 0℃未満での日降水量の最大値

（２）調査結果の要約

⇒本州の日本海側（新潟県、山形県）では調査した施設では、地下水散水方式の融雪装置を装備している事例が多い。ただし、散水する水滴の粒径や屋根勾配に、局所的な気象条件を考慮した工夫がみられており、技術を一般化するには様々な条件設定が必要。

⇒北海道で調査したいずれの施設でも、施設内もしくは屋外へ温湯配管する融雪装置を装備している。

⇒調査を行ったいずれの施設とも、これまで積雪荷重による施設の倒壊は生じていない。

⇒いずれの融雪方式とも１日当たり 25～30cm の融雪能力はあると考えられた。

⇒カーテンを解放して屋根フィルム内面の温度を上昇させ、融雪や滑融を促している。屋根フィルムからの熱伝達量が融雪能力に大きな影響を及ぼしていると考えられた。

３）調査結果詳細

（１）グリーンズプラント巻

ア．調査概要

・調査日時：2017 年 1 月 24 日 12:40～14:00
・調査先：農業生産法人有限会社グリーンズプラント巻
・所在地：新潟県新潟市西蒲区角田浜 644-1（最寄り気象観測ポイント「巻」）
・調査先対応者：代表取締役社長　若林馨氏
・連絡先：0256-77-2299
・調査担当者：山形県庄内総合支庁農業技術普及課産地研究室　古野伸典
　　日本施設園芸協会　築部孝

イ．調査個所の気象条件

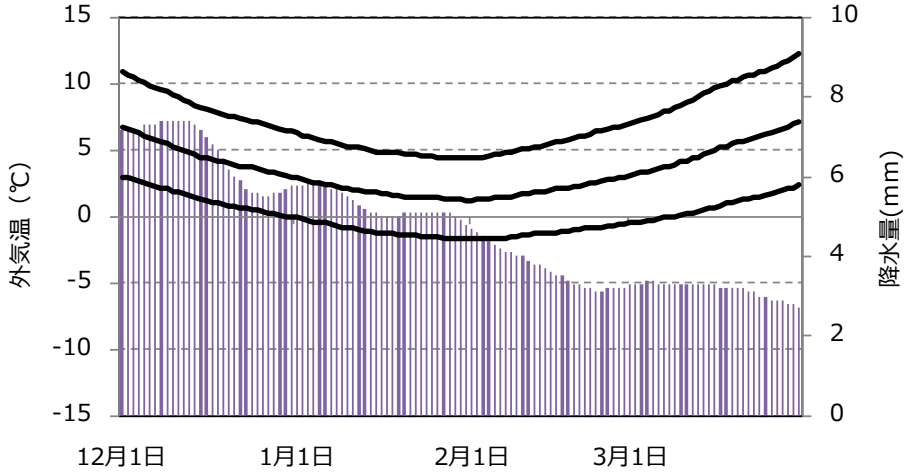


図　アメダス（新潟県巻）における 12 月 1 日から 3 月 31 日の
外気温（最高、平均、最低）と降水量（棒グラフ）の平年値推移

日降雪量の月別最大値（日平均気温が0℃未満の場合に降雪と判断した）

	'01-02 シーズン	'02-03 シーズン	'03-04 シーズン	'04-05 シーズン	'05-06 シーズン	'06-07 シーズン	'07-08 シーズン
12月	-	28.0	-	8.0	1.0	-	-
1月	19.0	8.0	20.0	14.0	13.0	-	16.0
2月	7.0	2.0	6.0	8.0	3.0	-	1.0
3月	-	-	9.0	3.0	1.0	-	-

	'08-09 シーズン	'09-10 シーズン	'10-11 シーズン	'11-12 シーズン	'12-13 シーズン	'13-14 シーズン	'14-15 シーズン	'15-16 シーズン
12月	0.5	-	-	-	11.5	-	-	-
1月	16.5	3.5	14.5	22.5	1.0	-	1.5	**30.0**
2月	8.0	19.5	-	19.5	5.0	3.0	1.0	3.5
3月	-	-	-	-	-	-	-	-

・日最低気温の平年値は最も低い時期でも-2℃程度であり、比較的高い。一方、降水量の平年値は厳冬期である 1 月、2 月でも 5mm 以上を記録している期間があることから、湿った雪が降ることが多いと考えられる。
・過去 15 年の日降雪量の最大値は 30mm と比較的少なかった。

ウ．施設概要【グリーンズプラント巻】

①施設規模、構造について

区分	項目		内　容
型式			
面積	10,000 ㎡		
規格	間口		１０ｍ
	連棟		10 連棟
	奥行		120m（5 棟）+80m（5 棟）
	軒高		４．５ｍ
	棟高		
	奥行ｽﾊﾟﾝ		１０ｍ
	屋根数／棟		１
	屋根勾配		３寸勾配
	変形の場合		
構造材	合掌(屋根材)		H150×100
	柱		□200×100
	繋ぎ梁		H150×100
	屋根ﾊﾟｲﾌﾟ(垂木)ﾋﾟｯﾁ		両端各２棟：@500(但し、南北各２sp:@250) 中間棟 24 棟：@750(但し、南北各１sp:@375) 天窓部：@500 ※@750 部は谷部補強のため母屋⑤⑥間は@375
	樋	材質	アルミ製谷樋：(1/1000 勾配)
		断面積	
基礎	方式		独立基礎
	寸法		
被覆材	屋根		ﾌｯ素ﾌｨﾙﾑ
	ｻｲﾄﾞ・妻		ﾌｯ素ﾌｨﾙﾑ
設計条件	耐積雪		
	耐風速		

②融雪装置の概要とこれまでの運用状況

・雨樋上に設置した散水ノズルで地下水を散水する方式。散水ノズルは雨樋から 10cm ほど浮かせている。しかし、この構造だと雪の重みで押されるので新しく建設予定のハウスでは雨樋内に収納予定。

・屋根勾配を３寸勾配と緩くすることで、屋根上での滑雪速度を遅らせて円滑な散水による融雪を図っている。

・雨樋をステンレス製にすることで滑りがよいので融雪水がスムーズに排出される。なお、雨樋の幅はかなり広い 35cm で特注。

・ミツバを栽培しており、暖房設定室温は 10℃で、１層カーテンで保温している。カーテン上部空間の気温は 10℃よりも高く、15cm 程度までの降雪であれば、融雪装置を稼働させなくても融雪する。

・散水による融雪装置は 15cm 以上の降雪があった場合にのみ稼動させている。通常であれば１シーズンに１～２回しか使用しない。

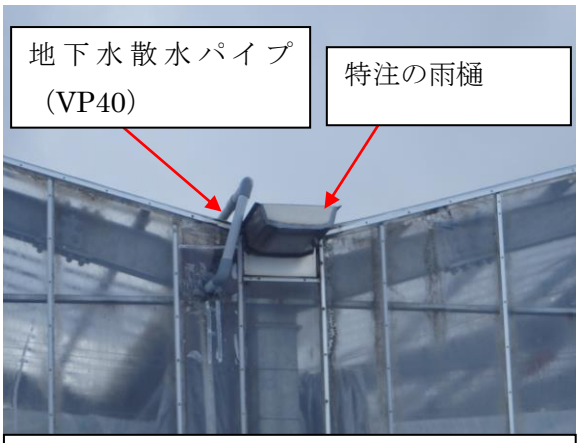
・赤外線方式の降雪センサーを使用していたが、誤作動が多く、現在は手動。

・これまで、積雪荷重による施設の破損・倒壊はなかった。

・これまでの１日当たり降雪量の最大は 50cm で、降雪した当日は半分程度しか融雪できなかった。

ハウス内でのミツバ生産状況

緩やかな屋根勾配。



谷樋での地下水散水による融雪。

（2）髙儀農場

ア．調査概要

・調査日時：2017 年 1 月 24 日 15:30～16:30
・調査先：農業生産法人有限会社髙儀農場
・所在地：新潟県新潟市北区新崎 2757（最寄り気象観測ポイント「松浜」）
・調査先対応者：代表取締役　髙橋治儀氏
・連絡先：025-259-8111
・調査担当者：山形県庄内総合支庁農業技術普及課産地研究室　古野伸典
日本施設園芸協会　築部孝

イ．調査個所の気象条件

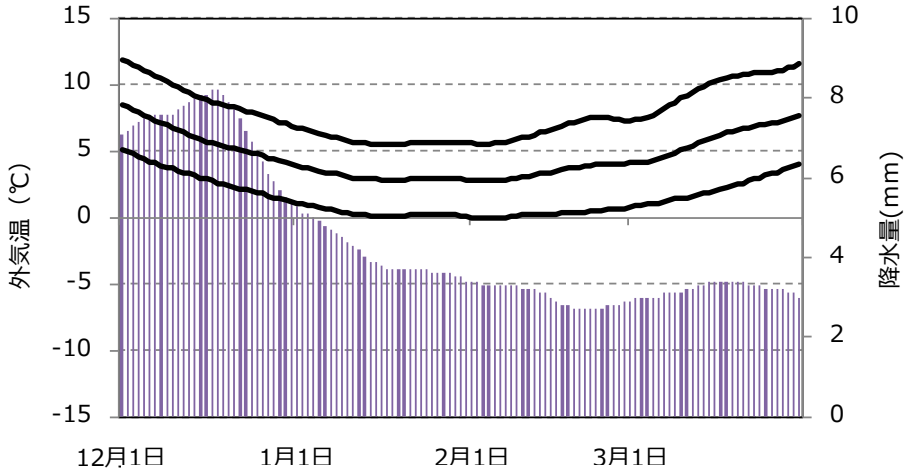


図　アメダス（新潟県松浜）における 12 月 1 日から 3 月 31 日の
外気温（最高、平均、最低）と降水量（棒グラフ）の平年値推移

日降雪量の最大値（日平均気温が0未満の場合に降雪と判断した）

	'01-02 シーズン	'02-03 シーズン	'03-04 シーズン	'04-05 シーズン	'05-06 シーズン	'06-07 シーズン	'07-08 シーズン
12月	-	-	-	-	-	-	-
1月	-	5.0	9.0	9.0	10.0	-	-
2月	-	-	-	1.0	2.0	-	1.0
3月	-	-	-	1.0	1.0	-	-

	'08-09 シーズン	'09-10 シーズン	'10-11 シーズン	'11-12 シーズン	'12-13 シーズン	'13-14 シーズン	'14-15 シーズン	'15-16 シーズン
12月	-	-	1.5	-	-	-	-	-
1月	-	-	8.5	5.0	3.0	-	-	**20.5**
2月	-	18.0	1.0	18.0	3.5	12.0	-	-
3月	-	-	0.5	-	-	-	-	-

・日最低気温の平年値は最も低い時期でも 0℃程度と高い。一方、1 月以降の降水量の平年値は 3mm と少ない。海が近いため、普段の降雪量は少ない地点と考えられる。
・過去 15 年の日降雪量の最大値は 20.5mm と少なかった。

ウ．施設概要【髙儀農場】

区分	項目		内　容
型式	山形連棟ハウス		
面積	7,140　㎡		
規格	間口		14　m
	連棟		10　連棟
	奥行		51　m
	軒高		3.5　m
	棟高		7.03　m
	奥行ｽﾊﾟﾝ		3　m
	屋根数／棟		1
	屋根勾配		5 寸
	変形の場合		
構造材	合掌(屋根材)		LH-150×75×3.2×4.5
	柱		LH-150×75×3.2×4.5
	繋ぎ梁(肩･軒部)		C-75×45×15×1.6
	繋ぎ梁(棟部)		□-75×45×2.3
	繋ぎ梁(水平)		
	母屋		C-75×45×15×1.6
	屋根ﾊﾟｲﾌﾟ(垂木)ﾋﾟｯﾁ		800　mm
	樋	材質	アルミ
		断面積	ｃｍ^2
基礎	方式		独立
	寸法		ﾍﾞｰｽ 800×800×150、立上 250×250×500H
被覆材	屋根		ｴﾌｸﾘｰﾝ
	ｻｲﾄﾞ		農ＰＯ
設計条件	耐積雪		構造計算なし　　ｃｍ(　　ｋｇ) ※谷部ｴﾛﾌｨﾝﾁｭｰﾌﾞで融雪
	耐風速		同上　　m/ｓ

②融雪装置の概要とこれまでの運用状況

・各谷部に 36.1kw の温湯ボイラーを１台ずつ設置し、屋外の雨樋内に配管したフィン付き温湯管で融雪していた。しかし、この融雪装置を稼働させると、温湯配管の周囲のみ融雪して空洞になってしまったため、現在は稼働していない。

・現在は、降雪した時に１層カーテンを開放して融雪を図っている。この方式でも、温湯配管と融雪能力は変わらないと見込んでいる。

・暖房設定室温は約 9℃であるが、カーテンを開放することでハウス内気温が 6℃程度まで低下することが課題である。

・単棟ハウスは土地利用効率が低い。耕地面積を有効に活用するために連棟ハウスにした。

・１日当たり 15cm の降雪であれば、少し残る時もあるが概ね当日中に融雪できる。

・１日当たり 30～40cm の降雪になるとなかなか融けなかった。

・これまでの１日当たり降雪量の最大は 50～60cm だった。断続的に降雪が続いたため、数日間は屋根上に雪が残ったままだった。

・これまで、積雪荷重により屋根面のブレースを固定しているボルトが破断することはあったが、施設の倒壊はなかった。

ハウス内でのイチゴ生産状況

谷部ごとに見える煙突は融雪用として設置したボイラーのもの。現在は使用していない。

（3）クリタ園芸

ア．調査概要

・調査日時：2017 年 1 月 26 日 14:00～15:30
・調査先：有限会社クリタ園芸
・所在地：山形県新庄市五日町月岡 6929（最寄り気象観測ポイント「新庄」）
・調査先対応者：代表取締役社長　栗田義夫氏
・連絡先：0233-29-4555
・調査担当者：山形県庄内総合支庁農業技術普及課産地研究室　古野伸典
　　日本施設園芸協会　築部孝

イ．調査個所の気象条件

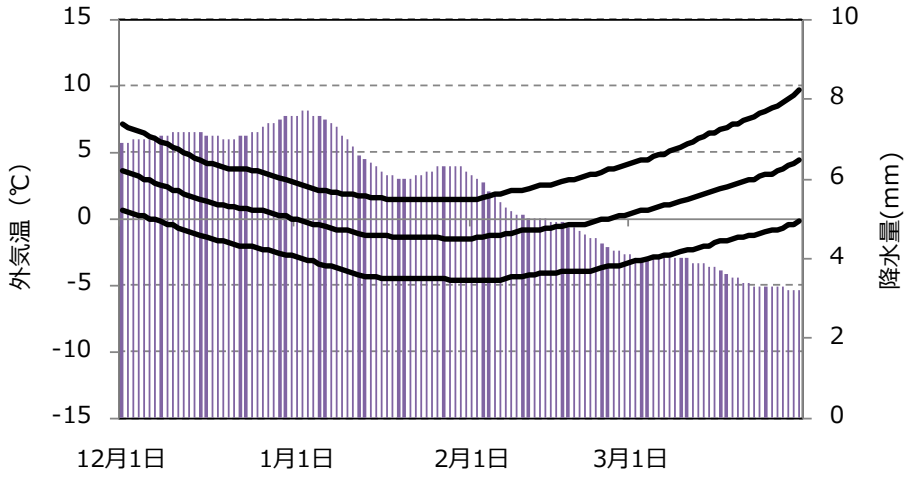


図　アメダス（山形県新庄）における 12 月 1 日から 3 月 31 日の
外気温（最高、平均、最低）と降水量（棒グラフ）の平年値推移

日降雪量の月別最大値（日平均気温が0未満の場合に降雪と判断した）

	'01-02 シーズン	'02-03 シーズン	'03-04 シーズン	'04-05 シーズン	'05-06 シーズン	'06-07 シーズン	'07-08 シーズン
12月	33.5	12.5	10.0	14.5	26.5	0.0	28.0
1月	29.0	30.0	20.5	34.0	13.0	19.5	17.0
2月	18.0	7.5	16.5	30.5	12.0	37.0	12.5
3月	2.5	14.5	13.5	9.0	11.0	20.0	11.0

	'08-09 シーズン	'09-10 シーズン	'10-11 シーズン	'11-12 シーズン	'12-13 シーズン	'13-14 シーズン	'14-15 シーズン	'15-16 シーズン
12月	15.5	23.5	28.5	19.0	30.5	38.0	40.0	15.5
1月	21.5	23.0	20.5	26.0	**42.5**	42.5	27.5	23.5
2月	16.5	9.5	16.5	20.0	22.5	22.5	20.0	15.0
3月	14.5	4.5	14.5	18.0	11.0	11.0	9.5	6.0

・日最低気温の平年値は最も低い時期でも-5℃程度。一方、1 月以降の降水量は徐々に減少するものの 7mm を超える期間もあり豪雪地帯である。
・過去 15 年の日降雪量の最大値は 42.5mm と多かった。

ウ．施設概要【クリタ園芸】

①施設規模、構造について

区分	項目		内　容
型式	ＡＰ60 型		
面積	1,360　㎡		
規格	間口		10.0　m
	連棟		4　連棟
	奥行		34　m
	軒高		3.0　m
	棟高		5.25　m
	奥行ｽﾊﾟﾝ		2.5　m
	屋根数／棟		1
	屋根勾配		4.5 寸
	変形の場合		
構造材	合掌(屋根材)		○-60.5ｘ2.3
	柱		○-60.5ｘ2.3
	繋ぎ梁(肩･軒部)		□-60x30x1.6
	繋ぎ梁(棟部)		□-60x30x1.6
	繋ぎ梁(水平)		○-60.5ｘ2.3
	母屋		C-60x30x10x1.6
	屋根ﾊﾟｲﾌﾟ(垂木)ﾋﾟｯﾁ		@500
	樋	材質	アルミ
		断面積	200　ｃｍ^2
基礎	方式		独立プレキャスト
	寸法		700ｘ700(フーチン) 200ｘ200
被覆材	屋根		ＰＯフィルム　0.15
	ｻｲﾄﾞ		ＰＯフィルム　0.15
設計条件	耐積雪		30ｃｍ(　　30　　ｋｇ)
	耐風速		32m/ｓ　30 年再現期間

②融雪装置の概要とこれまでの運用状況

【温風送風式】

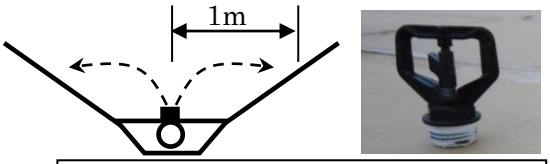
・施設内の雨樋下に融雪用暖房機から温風が送風される専用空間を作って温風を循環させる方式。各谷部に CHOFU 製のシロッコファン（風圧型）を装備した温風暖房機を設置して送風していた。

・融雪能力に問題はなかったが、良質な地下水が確保できたこと、地下水散水による融雪装置が安定して稼働するようになったこと、燃料代が上昇したことなどの理由で現在は使用していない。

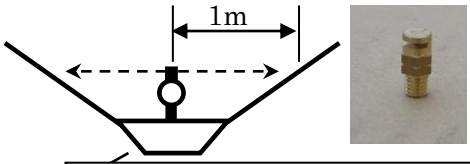
谷樋部の温風送風式融雪システムの送風ダクト。現在は使用していない。

【地下水散水式】

・雨樋上に設置した散水ノズルで地下水を散水する方式。ノズルの設置位置は、ノズルの散水方向によって決めている。斜め上方へ散水できるノズルは雨樋内に配管する。水平方向へ散水できるノズルは 10cm ほど浮かせている。いずれの方式も雨樋中心から水平方向に 1m ほど離れた屋根面に散水出来るような位置にノズルを配置している。



斜め上散水ノズルの設置位置（左）とノズル拡大図（右）



水平散水ノズルの設置位置（左）とノズル拡大図（右）と写真（下）

水平散水のノズル設置状況

水平散水ノズルの散水状況

・ノズルはさまざま試したが、霧になるタイプは融雪できない。ある程度、粗い水滴にすることで水温が低下せずに融雪できる。本施設の方式を見学して、安易に真似した生産者では、霧になるタイプのノズルを採用してうまく融雪できなかった事例があった。

ハウス内での鉢花生産状況

・散水量については、１時間当たり 10cm の降雪までは融雪できるように設定している。

・暖房設定室温は 5～18℃であり、ハウス内で栽培している鉢花品目によって変わる。

・散水ノズルは、地下水のケイ酸成分により詰まることがあるので注意する必要がある。

・少々の降雪では、融雪装置を動かさなくても融雪するので、オンディレータイマーが付いた降雪センサーを探しているがなかなかない。

・現在の場所（新庄市）に移ってくる前にハウスを建設していた金山町では、１日当たり降雪量の最大は 100cm 弱だった。断続的な降雪だったので、当日中は融雪できなかったが、屋根上への堆積は多くならず、融雪することができた。

・現在の場所（新庄氏）での最大降雪は 40cm だったが、問題なく融雪できた。

・これまで、積雪荷重による施設の破損・倒壊はなかった。

（4）苫東ファーム

ア．調査概要

・調査日時：2017 年 2 月 9 日 13:00～14:30
・調査先：苫東ファーム株式会社
・所在地：北海道苫小牧市字柏原 41 番 1（最寄り気象観測ポイント「苫小牧」）
・調査先対応者：取締役 青山征紀氏、取締役 山下純一氏、生産部部長 岩崎秀威氏
・連絡先：0144-84-6356
・調査担当者：日本施設園芸協会専門委員（元 神奈川大学） 小川秀雄
山形県庄内総合支庁農業技術普及課産地研究室 古野伸典
日本施設園芸協会 築部孝

イ．調査個所の気象条件

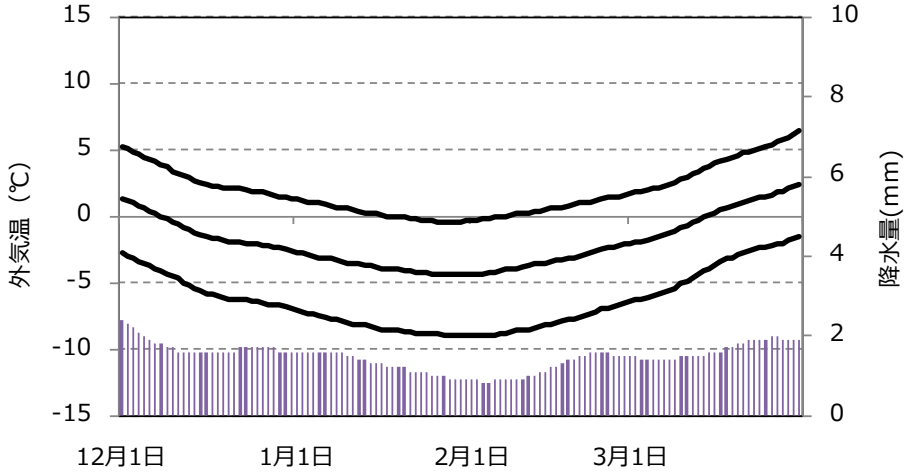


図 アメダス（北海道苫小牧）における 12 月 1 日から 3 月 31 日の
外気温（最高、平均、最低）と降水量（棒グラフ）の平年値推移

日降雪量の最大値（日平均気温が0未満の場合に降雪と判断した）

	'01-02 シーズン	'02-03 シーズン	'03-04 シーズン	'04-05 シーズン	'05-06 シーズン	'06-07 シーズン	'07-08 シーズン
12月	3.5	11.0	5.0	11.5	5.5	2.0	0.5
1月	7.5	5.5	17.0	14.0	5.5	13.5	18.0
2月	7.5	3.0	**40.5**	6.5	10.5	6.0	28.0
3月	2.0	7.0	4.5	9.0	9.0	1.0	2.0

	'08-09 シーズン	'09-10 シーズン	'10-11 シーズン	'11-12 シーズン	'12-13 シーズン	'13-14 シーズン	'14-15 シーズン	'15-16 シーズン
12月	10.5	14.0	5.0	9.0	4.5	11.5	37.0	3.5
1月	1.0	5.5	5.0	12.5	6.5	11.0	9.0	7.5
2月	15.5	3.0	4.5	13.0	6.5	6.5	4.0	5.5
3月	0.5	7.5	2.0	6.5	16.0	9.5	11.5	2.0

・日最低気温の平年値は最も低い時期には-10℃程度まで低下する。一方、降水量の平年値は 2mm 前後で推移していることから、降雪量は少ない。
・過去 15 年の日降雪量の最大値は 40.5mm と多い。

ウ．施設概要【苫東ファーム　その１　渡辺ﾊﾟｲﾌﾟ㈱】

①施設規模、構造について

区分	項目		内　容
型式	ＶＦＣ		
面積	20,832　㎡		
規格	間口		8.0　m
	連棟		28　連棟
	奥行		93　m
	軒高		3.6　m
	棟高		5.67　m
	奥行ｽﾊﾟﾝ		3.0　m
	屋根数／棟		
	屋根勾配		5 寸
	変形の場合		風除室　間口 3m x 奥行 1.8m　軒高 2.6m 資材棟　間口 4.5m x 奥行 45.0m　軒高 2.0m
構造材	合掌(屋根材)		□-125 x 75 x 3.2
	柱		□-125 x 75 x 3.2
	繋ぎ梁(肩･軒部)		C-75x45x15x1.6
	繋ぎ梁(棟部)		C-75x45x15x1.6
	繋ぎ梁(水平)		L-50x50x4
	母屋		C-75x45x15x1.6　@750
	屋根ﾊﾟｲﾌﾟ(垂木)ﾋﾟｯﾁ		端部棟　@500　(妻部補強 @250) 中央棟　@750　(妻部補強 @375) 谷樋補強　@375
	樋	材質	アルミ谷樋エース 3 型
		断面積	188.6　ｃｍ^2
基礎	方式		独立フーチング基礎
	寸法		750 x 750(フーチン) 250 x 250(基礎柱)
被覆材	屋根		屋根：　エフクリーンナシジ　80μ 天窓：　エフクリーンナシジ　100μ
	ｻｲﾄﾞ		上部固定：　エフクリーンナシジ　60μ 巻取部：　ＰＯフィルム　0.15
設計条件	耐積雪		51ｃｍ(　53　ｋｇ)
	耐風速		34m/ｓ

エ．施設概要【苫東ファーム　その２　三菱ﾏﾋﾝﾄﾞﾗ農機㈱】

①施設規模、構造について

区分	項目		内　容
型式			
面積	20832 ㎡		
規格	間口		８ｍ
	連棟		28 連棟
	奥行		93m
	軒高		４ｍ
	棟高		6.1m
	奥行ｽﾊﾟﾝ		３ｍ
	屋根数／棟		１
	屋根勾配		５寸勾配
	変形の場合		
構造材	合掌(屋根材)		□-125×75×3.2
	柱		□-125×75×3.2
	繋ぎ梁(肩･軒部)		C-75×45×15×2.3
	繋ぎ梁(棟部)		C-75×45×15×2.3
	繋ぎ梁(水平)		
	母屋		C-60×30×10×1.6
	屋根ﾊﾟｲﾌﾟ(垂木)ﾋﾟｯﾁ		両端各２棟：@500(但し、南北各２sp:@250) 中間棟 24 棟：@750(但し、南北各１sp:@375) 天窓部：@500 ※@750 部は谷部補強のため母屋⑤⑥間は@375
	樋	材質	アルミ製谷樋（t=2.0）
		断面積	328ｃｍ^2
基礎	方式		独立基礎（コンクリート２次製品）
	寸法		F1:ﾍﾞｰｽ□750×H150　立上り：□250×H550 F2:ﾍﾞｰｽ□600×H150　立上り：□250×H550
被覆材	屋根		ﾌｯ素ﾌｨﾙﾑ　ﾅｼｼﾞ 80μ(但し,天窓:ﾅｼｼﾞ 100μ)
	ｻｲﾄﾞ・妻		ﾌｯ素ﾌｨﾙﾑ　ﾅｼｼﾞ 60μ(但し,巻取部 P00.15)
設計条件	耐積雪		460N/㎡(但し、勾配低減により 345N/㎡⇒34cm) ※谷部融雪装置有り
	耐風速		40m/ｓ

②融雪装置の概要とこれまでの運用状況

・施設内の雨樋横両側にアルミのベア管を配管している。配管内の液体は水道水を使用している。管内の液体が液漏れして生産物に付着した場合のことを考慮すると、不凍液は使用できない。このため、ラインポンプは常に運転させて凍結を回避している。降雪時は約 55℃のお湯を通している。

・融雪装置は、融雪だけが目的でなない。温室内の植物の生育を考えると、霜による日射量の減少は大きな問題となる。このため、屋根面の霜とりを目的に稼働させる時もある。

・屋根の傾斜がきつすぎると、谷樋にたまってしまって融雪が進まないので、適度な緩さが必要である。降雪時は、屋根面に接触→即融雪→液化→排水というサイクルが重要と考えている。

・イチゴ栽培であるため、暖房設定室温は 8℃が基本。保温カーテンは 3 層。

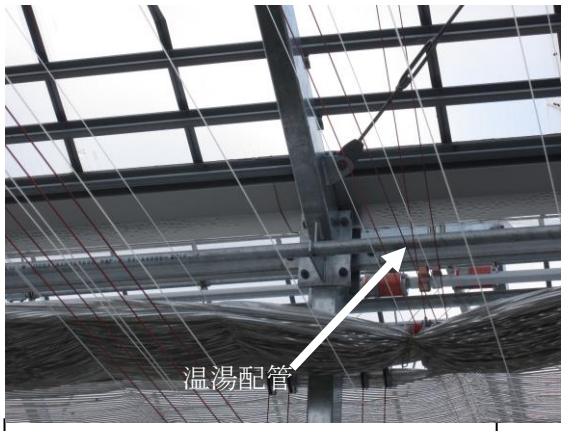
・1 日当たり 20cm 以内の降雪であれば融雪が可能だが、それ以上の降雪だと屋根面にたまる。

・これまでの 1 日当たり降雪量の最大は 50cm で、この時は融雪装置だけでなく暖房用暖房機もフル回転で運転させて、48 時間後には融雪できた。

・これまで、積雪荷重による施設の破損・倒壊はなかった。

ハウス内でのイチゴ生産状況

苫東ファーム　温室全景



融雪装置の温湯配管

（5） Ｊファーム苫小牧工場

ア．調査概要

・調査日時：2017 年 2 月 9 日 15:00～16:30
・調査先：株式会社Ｊファーム　苫小牧工場
・所在地：北海道苫小牧市字柏原 6-312（最寄り気象観測ポイント「苫小牧」）
・調査先対応者：技術部長　柳田弘毅氏、技術部　髙橋まゆ氏
・連絡先：0144-84-1850
・調査担当者：日本施設園芸協会専門委員（元 神奈川大学）　小川秀雄
山形県庄内総合支庁農業技術普及課産地研究室　古野伸典
日本施設園芸協会　築部孝

イ．調査個所の気象条件

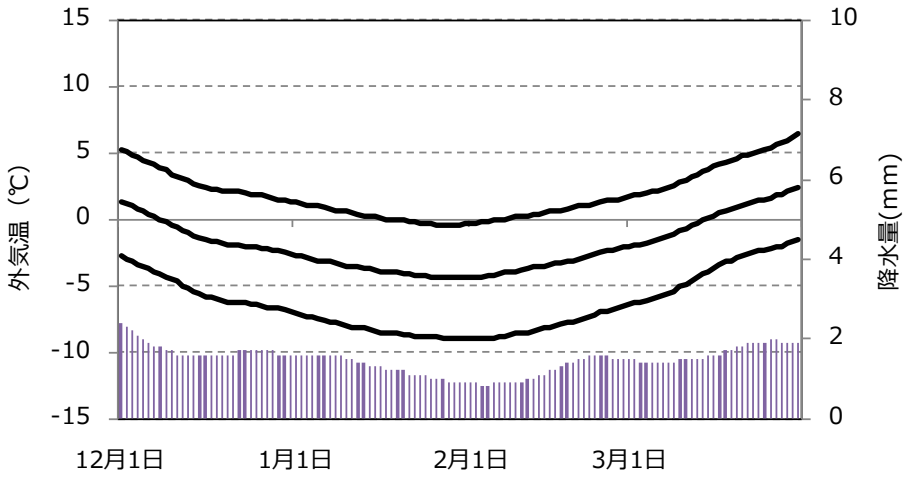


図　アメダス（北海道苫小牧）における 12 月 1 日から 3 月 31 日の
外気温（最高、平均、最低）と降水量（棒グラフ）の平年値推移

日降雪量の最大値（日平均気温が0未満の場合に降雪と判断した）

	'01-02 シーズン	'02-03 シーズン	'03-04 シーズン	'04-05 シーズン	'05-06 シーズン	'06-07 シーズン	'07-08 シーズン
12月	3.5	11.0	5.0	11.5	5.5	2.0	0.5
1月	7.5	5.5	17.0	14.0	5.5	13.5	18.0
2月	7.5	3.0	**40.5**	6.5	10.5	6.0	28.0
3月	2.0	7.0	4.5	9.0	9.0	1.0	2.0

	'08-09 シーズン	'09-10 シーズン	'10-11 シーズン	'11-12 シーズン	'12-13 シーズン	'13-14 シーズン	'14-15 シーズン	'15-16 シーズン
12月	10.5	14.0	5.0	9.0	4.5	11.5	37.0	3.5
1月	1.0	5.5	5.0	12.5	6.5	11.0	9.0	7.5
2月	15.5	3.0	4.5	13.0	6.5	6.5	4.0	5.5
3月	0.5	7.5	2.0	6.5	16.0	9.5	11.5	2.0

・日最低気温の平年値は最も低い時期には-10℃程度まで低下する。一方、降水量の平年値は 2mm 前後で推移していることから、降雪量は少ない。
・過去 15 年の日降雪量の最大値は 40.5mm と多い。

ウ．施設概要【Ｊファーム苫小牧工場　その１】

①施設規模、構造について

区分	項目		内　容	
型式	ダッチライト型温室　**第一・第二栽培棟**			
面積	15,952 ㎡			
規格	間口		9.8m	8m
	連棟		13 連棟	9 連棟
	奥行		80m	80m
	軒高		4m	5m
	棟高		5.125m	6m
	奥行ｽﾊﾟﾝ		4mx20 ｽﾊﾟﾝ	4mx20 ｽﾊﾟﾝ
	屋根数／棟			
	屋根勾配		5 寸	5 寸
	変形の場合			
構造材	合掌(屋根材)		□-75x45x4.5／□-75x45x2.3	
	柱		□-125x75x3.2	
	繋ぎ梁(肩･軒部)		□-75x75x2.3	
	繋ぎ梁(棟部)		□-75x75x2.3	
	繋ぎ梁(水平)		□-75x45x4.5 トラス（上弦・下弦材） ラチスＬ40x40x3	
	母屋		C-75x45x15x2.3	
	屋根ﾊﾟｲﾌﾟ(垂木)ﾋﾟｯﾁ		4m	
	樋	材質	アルミ	
		断面積	20m²(1 列分)／0.25x80m（２重樋）	
基礎	方式		束石	
	寸法		350mm 角／全体の高さ 950mm	
被覆材	屋根		フッ素フィルム 100μ／第一 フッ素フィルム GR80・100μ／第二	
	ｻｲﾄﾞ・裾		ＰＯフィルム 150μ／第一 フッ素フィルム GR80・80μ／第二	
設計条件	耐積雪		40ｋｇ／㎡＋(装備 10／作物 15)ベンチ式	
	耐風速		40m/ｓ	

※

エ．施設概要【Ｊファーム苫小牧工場その２】

区分	項目		内　容
型式	ダッチライト型温室　**第三栽培棟**		
面積	10,240 ㎡		
規格	間口		8　m
	連棟		16 連棟
	奥行		80　m
	軒高		5　m
	棟高		5.92　m
	奥行ｽﾊﾟﾝ		4mx20 ｽﾊﾟﾝ
	屋根数／棟		
	屋根勾配		4.125 寸
	変形の場合		
構造材	合掌(屋根材)		アルミ形材
	柱		□-150x75x3.2
	繋ぎ梁(肩･軒部)		□-100x50x2.3
	繋ぎ梁(棟部)		アルミ形材
	繋ぎ梁(水平)		□-75x45x2.3 トラス（上弦・下弦材） ラチス□-25x25x2
	母屋		無し
	屋根ﾊﾟｲﾌﾟ(垂木)ﾋﾟｯﾁ		750mm
	樋	材質	アルミ
		断面積	7.2m^2(1 列分)／0.09x80m（形材２重樋）
基礎	方式		束石
	寸法		250mmx300mm 角／全体の高さ 850mm
被覆材	屋根		フッ素フィルム GR80・100μ
	ｻｲﾄﾞ・褄		フッ素フィルム 60μ
設計条件	耐積雪		40ｋｇ／㎡(装備 15／作物 20)ハンギングベンチ （屋根部は２次部材）
	耐風速		40m/ｓ

②融雪装置の概要とこれまでの運用状況

・施設内の雨樋横両側に 40A のベア管を配管している温室が 1ha×1 棟、屋外の雨樋内に 25A のベア管を配置している温室が 1ha×1 棟＋0.5ha×1 棟。施設内の配管の液体は水道水を、屋外の配管は不凍液を使用している。

・温湯の温度は行きが 30℃で戻りが 25℃程度。

・雪が屋根面に残っていると施設内に光が入らないので必ず融雪する必要がある。翌日の午前中までには融雪させたい。ただし、深夜に融雪装置を動かすと気温が低く効率が低いので、日の出後に太陽の熱も利用しながら融雪するようにしている。

・施設内では、ベビーリーフ、トマトを栽培しており、暖房設定室温は、それぞれ 10℃と 12～16℃。2 層カーテンを設置しているため、カーテン上部の温度は-5℃程度まで下がる。

・降雪量が多い時は、カーテンも開放して融雪を促すが、このような操作を行うのは 1 シーズンで数回。

・これまでの 1 日当たり降雪量の最大は 50cm で、この時は融雪に 2～3 日かかった。

・これまで、積雪荷重による施設の破損・倒壊はなかった。

Ｊファーム苫小牧工場　温室

施設内配管方式の融雪装置

屋外配管方式の融雪装置

（6）エア・ウォーター農園千歳農場

ア．調査概要

・調査日時：2017 年 2 月 10 日 9:00～10:30
・調査先：農業生産法人株式会社エア・ウォーター農園新千歳農場
・所在地：北海道千歳市釜加 79 番地の 1 （最寄り気象観測ポイント「恵庭松島」）
・調査先対応者：代表取締役社長　松尾和重
・連絡先：0123-49-2361
・調査担当者：日本施設園芸協会専門委員（元 神奈川大学）　小川秀雄
山形県庄内総合支庁農業技術普及課産地研究室　古野伸典
日本施設園芸協会　築部孝

イ．調査個所の気象条件

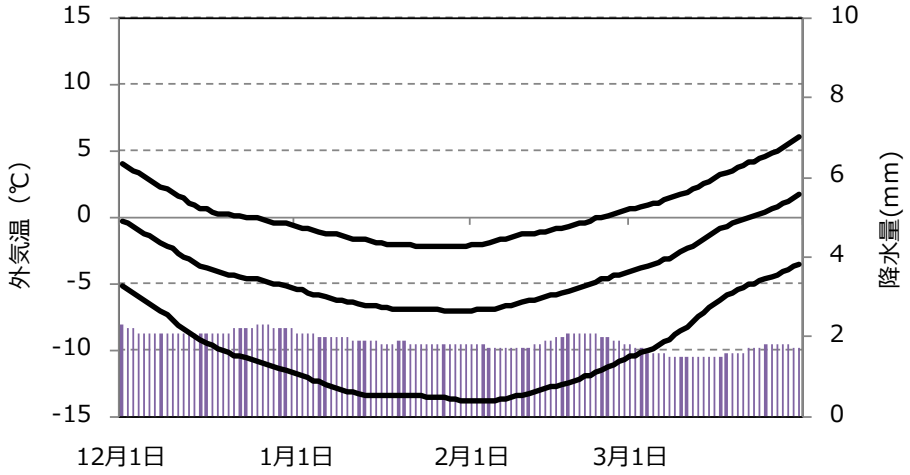


図　アメダス（北海道恵庭島松）における 12 月 1 日から 3 月 31 日の
外気温（最高、平均、最低）と降水量（棒グラフ）の平年値推移

日降雪量の月別最大値（日平均気温が0未満の場合に降雪と判断した）

	'01-02 シーズン	'02-03 シーズン	'03-04 シーズン	'04-05 シーズン	'05-06 シーズン	'06-07 シーズン	'07-08 シーズン
12月	29.0	8.0	14.0	**43.0**	9.0	7.0	7.0
1月	5.0	17.0	16.0	9.0	11.0	20.0	12.0
2月	10.0	3.0	30.0	16.0	22.0	25.0	16.0
3月	2.0	7.0	6.0	9.0	5.0	8.0	1.0

	'08-09 シーズン	'09-10 シーズン	'10-11 シーズン	'11-12 シーズン	'12-13 シーズン	'13-14 シーズン	'14-15 シーズン	'15-16 シーズン
12月	13.5	16.0	5.0	23.0	10.0	16.5	20.0	16.5
1月	9.5	15.5	8.0	17.0	5.0	9.0	7.5	4.5
2月	12.5	10.5	19.5	11.5	9.0	11.5	3.5	5.0
3月	3.0	2.5	7.0	3.5	17.5	11.0	9.5	12.0

・日最低気温の平年値は最も低い時期には-15℃程度まで低下する。一方、降水量の平年値は 2mm 前後で推移していることから、降雪量は少ない。
・過去 15 年の日降雪量の最大値は 43.0mm と多い。

ウ．施設概要【エア・ウォーター農園千歳農場】

①施設規模、構造について

区分	項目		内　容
型式	フェンロー型ガラスハウス		
面積	70,848　㎡		
規格	間口		8.0　m
	連棟		108　連棟
	奥行		164　m
	軒高		4.8　m
	棟高		5.7　m
	奥行ｽﾊﾟﾝ		4.0　m
	屋根数／棟		2　棟
	屋根勾配		4.5　寸
	変形の場合		
構造材	~~合掌(屋根材)~~トラス		上下弦□-60×60×3.0　ラチス□-20×20×3.0
	柱		□-125×60×3.0
	繋ぎ梁(肩･軒部)		―
	繋ぎ梁(棟部)		―
	繋ぎ梁(水平)		―
	母屋		―
	屋根ﾊﾟｲﾌﾟ(垂木)ﾋﾟｯﾁ		@1,000
	樋	材質	アルミ型材
		断面積	不明　ｃｍ^2
基礎	方式		独立基礎
	寸法		ﾍﾞｰｽ1,000×1,000×200　立上250×250×600
被覆材	屋根		強化透明ガラス4mm
	ｻｲﾄﾞ		フロート透明ガラス4mm
設計条件	耐積雪		56　kg/㎡
	耐風速		55　m/ｓ

②融雪装置の概要とこれまでの運用状況

・施設内の雨樋横両側にアルミのベア管を配管している。配管内の液体は水道水を使用している。凍結の恐れがあるため、雪が降っていない時でも 20℃で温めて回している。戻ってくる時には 0℃になっているので、20℃以下にはできない。

・温湯の行きの温度は、降雪量に応じて 30℃、40℃、60℃で変えている。戻ってくる時は、いずれも約 20℃低下している。

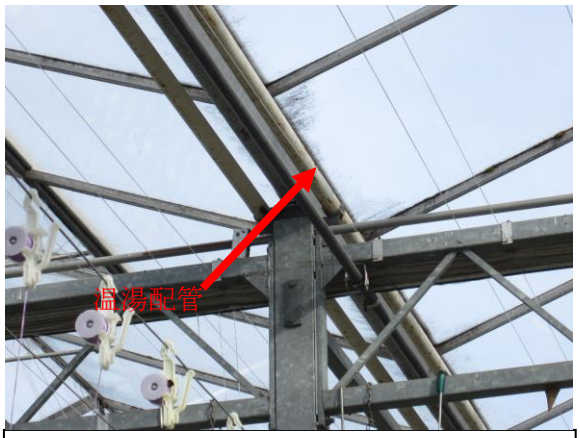
・暖房設定室温は、トマトの生育ステージによるが概ね 20℃。カーテンは 2 層。

・降雪量が 30cm を超える時は、カーテンも 5%程度開放して融雪を促す。

・これまでの 1 日当たり降雪量の最大は 70cm だった。

・これまで、積雪荷重による施設の破損・倒壊はなかった。

ハウス内でのトマトの栽培状況



融雪装置の温湯配管

暖房および融雪用の LNG ボイラ

温湯循環用のラインポンプ

（7） Ｊファーム札幌工場

ア．調査概要

・調査日時：2017 年 2 月 9 日 11:00～12:00
・調査先：株式会社 J ファーム　札幌工場
・所在地：北海道札幌市東区丘珠町 840（最寄り気象観測ポイント「札幌」）
・調査先対応者：技術部長　柳田弘毅氏、技術部　髙橋まゆ氏
・連絡先：011-768-8655
・調査担当者：日本施設園芸協会専門委員（元 神奈川大学）　小川秀雄
山形県庄内総合支庁農業技術普及課産地研究室　古野伸典
日本施設園芸協会　築部孝

イ．調査個所の気象条件

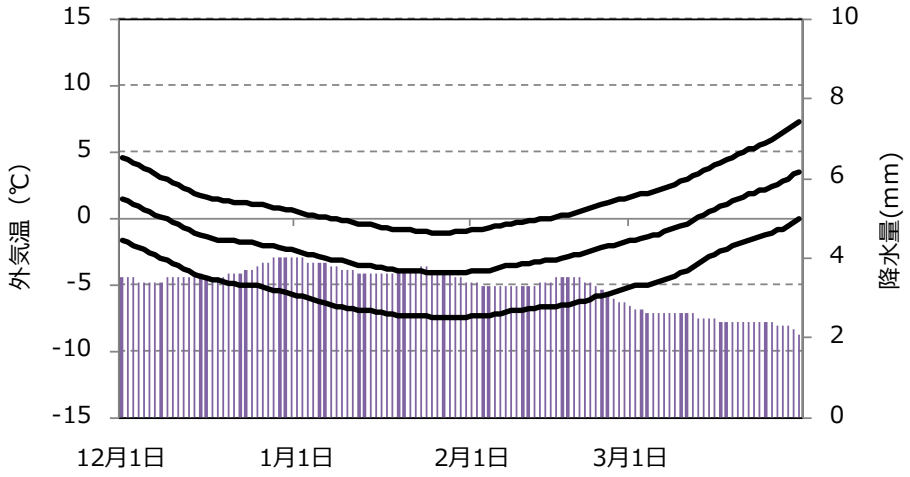


図　アメダス（北海道札幌）における 12 月 1 日から 3 月 31 日の
外気温（最高、平均、最低）と降水量（棒グラフ）の平年値推移

日降雪量の月別最大値（日平均気温が0未満の場合に降雪と判断した）

	'01-02 シーズン	'02-03 シーズン	'03-04 シーズン	'04-05 シーズン	'05-06 シーズン	'06-07 シーズン	'07-08 シーズン
12月	**48.5**	21.0	17.5	13.0	13.5	26.0	6.5
1月	11.5	11.0	30.5	19.0	13.5	18.0	24.0
2月	16.5	10.0	36.5	11.0	26.0	22.5	35.5
3月	6.5	10.5	2.5	12.5	24.0	21.5	7.5

	'08-09 シーズン	'09-10 シーズン	'10-11 シーズン	'11-12 シーズン	'12-13 シーズン	'13-14 シーズン	'14-15 シーズン	'15-16 シーズン
12月	35.5	15.5	10.0	22.0	28.5	27.0	34.5	21.5
1月	26.5	11.5	19.5	11.5	18.0	17.5	22.0	12.0
2月	26.5	14.0	17.0	11.0	16.5	18.5	8.0	19.0
3月	6.0	8.5	19.5	8.0	13.5	11.0	2.0	15.5

・日最低気温の平年値は最も低い時期には-7℃程度までしか低下せず北海道の中では暖かい。降水量の平年値も 3mm を超える期間がみられ、北海道の中では多い。
・過去 15 年の日降雪量の最大値は 48.5mm と調査を行った地点で最も多い。

ウ．施設概要【Ｊファーム札幌工場】

①施設規模、構造について

区分	項目		内　容
型式	ダッチライト型温室　**札幌栽培棟**		
面積	16,128　㎡		
規格	間口		8　m
	連棟		24 連棟
	奥行		84　m
	軒高		4.97　m
	棟高		1.13　m
	奥行ｽﾊﾟﾝ		4m x 21 ｽﾊﾟﾝ
	屋根数／棟		
	屋根勾配		5 寸
	変形の場合		
構造材	合掌(屋根材)		Ｌ-40x40x3
	柱		□-150x75x4.5
	繋ぎ梁(肩･軒部)		C-100x50x20x2.3
	繋ぎ梁(棟部)		□-60x60x2.3
	繋ぎ梁(水平)		□-75x45x2.3 トラス（上弦・下弦材） ラチス RB-20φ
	母屋		□-60x30x2.3
	屋根ﾊﾟｲﾌﾟ(垂木)ﾋﾟｯﾁ		500mm
	樋	材質	アルミ
		断面積	21 ㎡(1 列分)／0.25x84m
基礎	方式		束石
	寸法		250mmx300mm 角／全体の高さ 850mm
被覆材	屋根		フッ素フィルム NerGR ﾅｼｼﾞ・100μ
	ｻｲﾄﾞ・裾		フッ素フィルム 60μ
設計条件	耐積雪		56ｋｇ／㎡＋(装備 15／作物 20) ﾊﾝｷﾞﾝｸﾞﾍﾞﾝﾁ
	耐風速		50m/ｓ

②融雪装置の概要とこれまでの運用状況

・2016 年 12 月に完成し 1 月から稼働したばかりの新しい施設である。

・融雪方法について、近隣に簡易な実験温室を建設して調査した結果を踏まえて、屋外の雨樋両側上部に２本、樋の中央に１本の合計３本の 25A のベア管を配置した融雪様式を採用している。

・降雪時は、カーテン上部が 5℃以上になるようにカーテンを適宜開放するような制御となっている。屋根面での融雪と滑雪が目的と考えられる。

・温湯の行き温度は 40℃、戻り温度が 30℃で管理している。

・融雪の状況をネットワークカメラで監視している。

・暖房設定室温は、トマトの生育ステージによるが 14～18℃の範囲で設定。カーテンは 2 層。

・建設から間もないため、融雪の機会は少なかったが、2016 年 12 月 21～22 日の間で 60cm の降雪があった。この時は完全に融雪するまで 3～4 日かかった。なお、この時はハウス内暖房を行っていないので、融雪に時間がかかった。

Ｊファーム札幌工場　温室

屋外配管方式の融雪装置

融雪方式の試験を行った実験施設

４）まとめ

（１）構造と設計条件、気象条件

調査を行った施設は、園主の判断で稼働させていない事例もあったものの、全て融雪装置を装備していた。このため、現行の構造基準では、新積雪重量を採用でき、かつ、800N/m² を超える場合でも 800N/m² を採用できる条件である。現行基準が定める新積雪重量は、北海道札幌が 81kg/m²、苫小牧が 42kg/m²、新潟県新潟が 58kg/m²、山形県山形が 38kg/m² である。構造計算している施設は、調査を行った７施設のうち３施設だけだったが、耐雪基準として 30～50kgf/m² を確保していた。

アメダス等の気象観測データから過去 15 年間の１日当たり降水量の最大値を調査したところ、20.5～48.5mm（20.5～48.5kgf/m²）であった。雪の比重にもよるが、0.08 と仮定すれば 25.6～60.6cm となり、園主から聞き取った値とは若干ずれがみられる箇所もあるものの、概ね一致している。

（２）融雪方式

本州の日本海側である新潟県と山形県で行った調査では、融雪方式として地下水散水を採用している施設が３箇所のうち２箇所を占めた。地下水を屋根上に散水する場合、十分な融雪能力がないと、散水した地下水が屋根上への荷重を増加させる。東北・北陸地方では相対的に外気温が高いため、これらの現象が生じていないと考えられた。しかし、現地の気象条件を考慮して、散水する水滴の粒径や屋根勾配に工夫がみられており、技術を一般化するには様々な条件設定が必要と考えられた。

北海道で行った調査では、外気温が低いこともあり、調査を行ったすべての施設で施設内もしくは屋外へ温湯配管する方式を採用していた。なお、施設内に温湯配管する方式を採用している施設が４箇所のうち３箇所、屋外の雨樋内に温湯配管する方式を採用している施設が２箇所であった。また、カーテンを解放して屋根フィルム内面の温度を上昇させ、融雪や滑融を促している管理をしている施設も多かった。

（３）融雪能力

園主への聞き取りでは、これまでの１日当たり降雪量の最大値は 50～70cm であった。こうした降雪量が多い場合は、１日では融雪できずに屋根谷部に雪の堆積が生じた。しかし、遅くとも 2～3 日以内には融雪された。また、いずれの施設とも、これまで積雪荷重による倒壊はなかった。

また、カーテンを開放して融雪や滑雪の促進を図るなどの操作をしている施設が多かった。これらの操作では１日当たり 15cm 程度の降雪であれば融雪可能なようであった。融雪方式は様々あるものの、いずれも稼働させれば１日当たり 25～30cm の融雪は可能と考えられた。また、カーテンを解放して屋根フィルム内面の温度を上昇させ、融雪や滑融を促している。屋根フィルムからの熱伝達量が融雪能力に大きな影響を及ぼしていると考えられた。