

2021 年度 修士設計

日曜市活性化のためのテントと休憩所の設計

**Designing Tents and Rest Areas
for Revitalizing the Kochi Sunday Market**

高知工科大学 大学院
工学研究科基盤工学専攻
社会システム工学コース 1245073

西村 駿

指導教員 重山 陽一郎
服指導教員 西内 裕晶

2022 年 3 月

論文要旨

日曜市活性化のためのテントと休憩所的设计

社会システム工学コース

1245073 西村 駿

本設計は高知市の日曜市を対象としている。衰退しつつある日曜市の活性化策として「テントと休憩所的设计」をした。設計の目的は「出店者の負担軽減」「休憩所利用者の増加」である。

日曜市にて休憩所の家具配置と利用者数の関係を調査し、休憩所の家具はベンチを採用することで利用者数と利用時間が増加するという結果を得たため、設計した休憩所ではベンチを配置した。

テントは課題の抽出と対応を繰り返し第1案から第4案まで設計した。しかしどの案も製作の都合や構造的な欠陥によって実現できなかった。これは設計者としての技量不足と設計方針の不適が原因であったとして、最終的に設計方針の変更が必要であると結論づけた。

設計したテント及び休憩所の実地検証ができず、目的は達成できなかったが実地調査によって休憩所設計が休憩所利用者増加に対して有効であることを確認した。また、設計を経てテント構成パーツの縮小化に効果的な部材接合部を考案した。

Abstract

Designing Tents and Rest Areas for Revitalizing the Kochi Sunday Market

Infrastructure Systems Engineering Course

1245073 Shun NISHIMURA

This design project is for the Kochi Sunday Market. The measure that revitalizing the declining Kochi Sunday Market is designing a tent and rest area.

The purpose of this design project was to reduce the burden on the stall holders and to increase the number of users of the rest area.

A study of the relationship between the number of users and the arrangement of furniture in rest areas at the Sunday Market showed that the number of users and the time spent using the rest area increased when benches were used as rest area furniture, so benches were used in the rest area that was designed.

The tent was designed from the first to the fourth proposal after repeatedly identifying and addressing the issues. However, none of the proposals could be realized due to manufacturing reasons or structural defects. This was due to the lack of skill of the designer and the design policy, and it was finally concluded that a change in the design policy was necessary.

Although the objectives were not achieved because the designed tent and rest area could not be verified in the field, the field survey confirmed that the rest area design was effective in increasing the number of rest area users. However, the field survey confirmed that the rest area design is effective in increasing the number of rest area users. In addition, the project led to the development of effective material joints for reducing the size of tent components.

目次

論文要旨	2
1 背景.....	1
1.1 日曜市の概要	1
1.1.1 概要	1
1.1.2 出店者の区分	1
1.2 使用されているテント	1
1.2.1 構成パーツ	3
1.2.2 建て方	7
1.3 日曜市が抱える課題	8
1.3.1 高齢化と後継者不足による出店者の減少	8
1.3.2 新規出店者の募集	8
1.3.3 滞留空間の整備.....	9
2 目的.....	10
2.1 課題への対応方針	10
2.1.1 高齢出店者の負担軽減.....	10
2.1.2 新規出店のハードル低下	10
2.1.3 休憩所の利用者数増加.....	10
2.2 本設計の目的	10
3 休憩所の家具配置と利用者数の関係	11
3.1 調査の概要	11
3.2 結果.....	13
3.3 利用者数の差についての考察	14
3.3.1 同席するグループ数のデータをもとにした考察	14
3.3.2 休憩所利用時間のデータをもとにした考察.....	14
4 来市者の消費金額に関する調査.....	20
4.1 調査の概要	20
4.2 結果.....	20
4.3 消費金額に関する検定	21
5 設計条件	24
5.1 敷地.....	24
5.2 設計方針	26

5.2.1	既存テントの勾配屋根を継承.....	26
5.2.2	分解折りたたみ時のパーツの長さが 2,200mm 以内	26
5.2.3	一人で展開できるテント	26
5.2.4	2本の柱で建つテント	26
5.2.5	休憩所のベンチが構造部材となるテント	26
5.3	風荷重	26
5.3.1	地表面粗度区分	27
5.3.2	速度圧 q	27
5.3.3	環境係数 E	27
5.3.4	基準風速 V_0	27
5.3.5	風力係数 C_f	27
6	第1案.....	28
6.1	構成パーツ	29
6.1.1	基礎	29
6.1.2	柱.....	30
6.1.3	桁.....	31
6.1.4	梁.....	33
6.1.5	生地	34
6.2	既存テントとの比較	35
6.3	構造計算	36
6.4	建て方	37
6.5	課題.....	38
6.5.1	加工不可能なパーツ	38
6.5.2	構造的な弱点	38
7	第2案.....	39
7.1	構成パーツ	39
7.1.1	基礎	39
7.1.2	柱と桁	40
7.1.3	梁.....	42
7.1.4	生地	42
7.2	既存テントとの比較	43
7.3	構造計算	44

7.4	建て方	45
8	第3案	46
8.1	構成パーツ	47
8.1.1	柱	47
8.1.2	基礎兼ベンチ	49
8.1.3	桁	52
8.1.4	生地	53
8.2	既存テントとの比較	54
8.3	テント展開時の構造	55
8.4	構造計算	56
8.5	建て方	57
8.6	課題	58
9	第4案	59
9.1	新たに生じた課題	62
9.1.1	面外の回転と変位	62
9.1.2	柱2本の限界	63
10	総括	64
10.1	本設計のまとめ	64
10.2	本設計で得たもの	64
	謝辞	64
	参考文献	64

図目次

図 1-1 既存テント 側面寸法.....	2
図 1-2 既存テント	3
図 1-3 基礎とプレートの結合部	3
図 1-4 既存テント構成パーツ	4
図 1-5 基礎と基礎結合プレートの寸法	5
図 1-6 柱と桁の寸法.....	5
図 1-7 定時出店者の推移（土佐の街路市の概要令和3年度版 ²⁾ より）.....	8
図 1-8 既存の休憩所.....	9
図 1-9 立ち食いの様子	9
図 3-1 対象敷地.....	11
図 3-2 対象敷地とその周辺（右側手前のテントが対象敷地）.....	11
図 3-3 利用組数と利用者数の比較.....	13
図 3-4 休憩所利用者の滞在時間(11月28日)	15
図 3-5 休憩所利用者の滞在時間(12月5日)	15
図 3-6 休憩所利用者の滞在時間(12月12日)	16
図 3-7 休憩所利用者の滞在時間(12月19日)	17
図 3-8 休憩所利用者の滞在時間(12月26日)	18
図 5-1 対象敷地.....	24
図 5-2 出店可能範囲 断面図.....	25
図 5-3 出店可能範囲 平面図.....	25
図 6-1 第1案 イメージ	28
図 6-2 第1案 基礎.....	29
図 6-3 第1案 柱	30
図 6-4 第1案 桁	31
図 6-5 桁と柱の納まり	32
図 6-6 第1案 梁	33
図 6-7 第1案 生地.....	34
図 6-8 第1案 荷重イメージ	36
図 6-9 加工不可能部位	38
図 7-1 第2案 イメージ	39
図 7-2 第2案 柱と桁.....	40

図 7-3 第2案 展開時のイメージ.....	41
図 7-4 第2案 生地.....	42
図 7-5 第2案 荷重イメージ.....	44
図 8-1 第3案 イメージ.....	46
図 8-2 第3案 柱.....	47
図 8-3 展開時の寸法.....	48
図 8-4 第3案 柱の基礎となるベンチ.....	49
図 8-5 第3案 ベンチ.....	49
図 8-6 ベンチ結合イメージ.....	50
図 8-7 実際に組み上げたベンチ.....	51
図 8-8 展開の機構.....	52
図 8-9 ワイヤーの張力による Y 字形状の保持.....	52
図 8-10 第3案 生地.....	53
図 8-11 吹上げ時のイメージ.....	55
図 8-12 吹下ろし時のイメージ.....	55
図 8-13 第3案荷重イメージ.....	56
図 8-14 ワイヤーが伸びて桁の角度を維持できない状態.....	58
図 9-1 第4案.....	59
図 9-2 第4案 桁の折りたたみ機構.....	60
図 9-3 立バンドとプレートで支えた桁.....	60
図 9-4 方杖部分のアップ.....	61
図 9-5 構成パーツ.....	61
図 9-6 比較的強い回転方向.....	62
図 9-7 弱い回転方向.....	62
図 9-8 桁のブレへの対応策.....	63

表目次

表 1-1 既存テントの構成パーツ.....	6
表 1-2 既存テントを建てる手順.....	7
表 3-1 休憩所のパターン.....	12
表 3-2 実地調査日の環境データ.....	12
表 3-3 調査結果.....	13

表 3-4 各パターンの利用時間	18
表 3-5 パターン A,B の利用時間の比較.....	19
表 3-6 パターン B,C の利用時間の比較.....	19
表 3-7 パターン A,C の利用時間の比較.....	19
表 4-1 回答者の属性.....	20
表 4-2 休憩所利用の有無についての回答数	20
表 4-3 休憩所利用の有無と平均消費金額.....	21
表 4-4 休憩所滞在時間と平均消費金額	21
表 4-5 休憩所利用の有無と消費金額の関係	22
表 4-6 休憩所滞在時間と消費金額の関係(5分未満滞在).....	22
表 4-7 休憩所滞在時間と消費金額の関係(5分以上10分未満滞在).....	22
表 4-8 休憩所滞在時間と消費金額の関係(10分以上15分未満滞在).....	23
表 4-9 休憩所滞在時間と消費金額の関係(15分以上20分未満滞在).....	23
表 6-1 第1案と既存テントの各パーツの質量比較	35
表 6-2 第1案を建てる手順.....	37
表 7-1 第2案と既存テントの各パーツの質量比較	43
表 7-2 第2案を建てる手順.....	45
表 8-1 第3案と既存テントの各パーツの質量比較	54
表 8-2 第3案を建てる手順.....	57

1 背景

1.1 日曜市の概要

1.1.1 概要

日曜市は、1690年から続く「土佐の街路市」の中で日曜日に開催されているものを指す。街路市の中でも日曜市が最も規模が大きく、高知市道高知街1号線(以下、追手筋と呼ぶ。)上の約900mの範囲に300店以上が軒を連ねる。日曜市には1日約17,000人が訪れ、2016年のデータ¹⁾ではその60%は県外からの来市者である。

出品されるものは主に農作物や海産物、民芸品であり、地元住民のための生活市としての性質が強い。しかし、食べ歩きできる食品や住民の生活を身近に感じられる日曜市特有の雰囲気が観光客に人気であり、県外からの来市者も多いことから観光資源としての性質も少なからず持っている。

1.1.2 出店者の区分

出店希望者は高知市産業政策課に出店希望申請書類を提出し、業種や品目、他に店舗を有していないか等の審査を受ける。審査を通過すると高知市から出店の許可を得て出店者となることができる。

出店者は臨時出店者と定時出店者の2つに区分されている。臨時出店者は出店者として登録をした上で当日限りの出店許可を受ける者であり、定時出店者は臨時出店者としての継続出店実績や出店日数などを鑑みて定時出店の許可を受ける者である。新規の出店者や1日限定のイベント出店などは基本的に臨時出店者に区分される。

1.2 使用されているテント

日曜市で使用されているテントはほとんどが同じ規格で作られている(以下、既存テントと呼ぶ。)(図1-1)。テントは全て出店者が高知市内のテント業者から実費で購入している。昔から同じ規格で製造されてきたため、日曜市全体に統一感がありテント自体が日曜市らしさの一つとなっている。出店者は当日の朝に軽トラックや商用バンで商品と共にテント一式を運搬する。

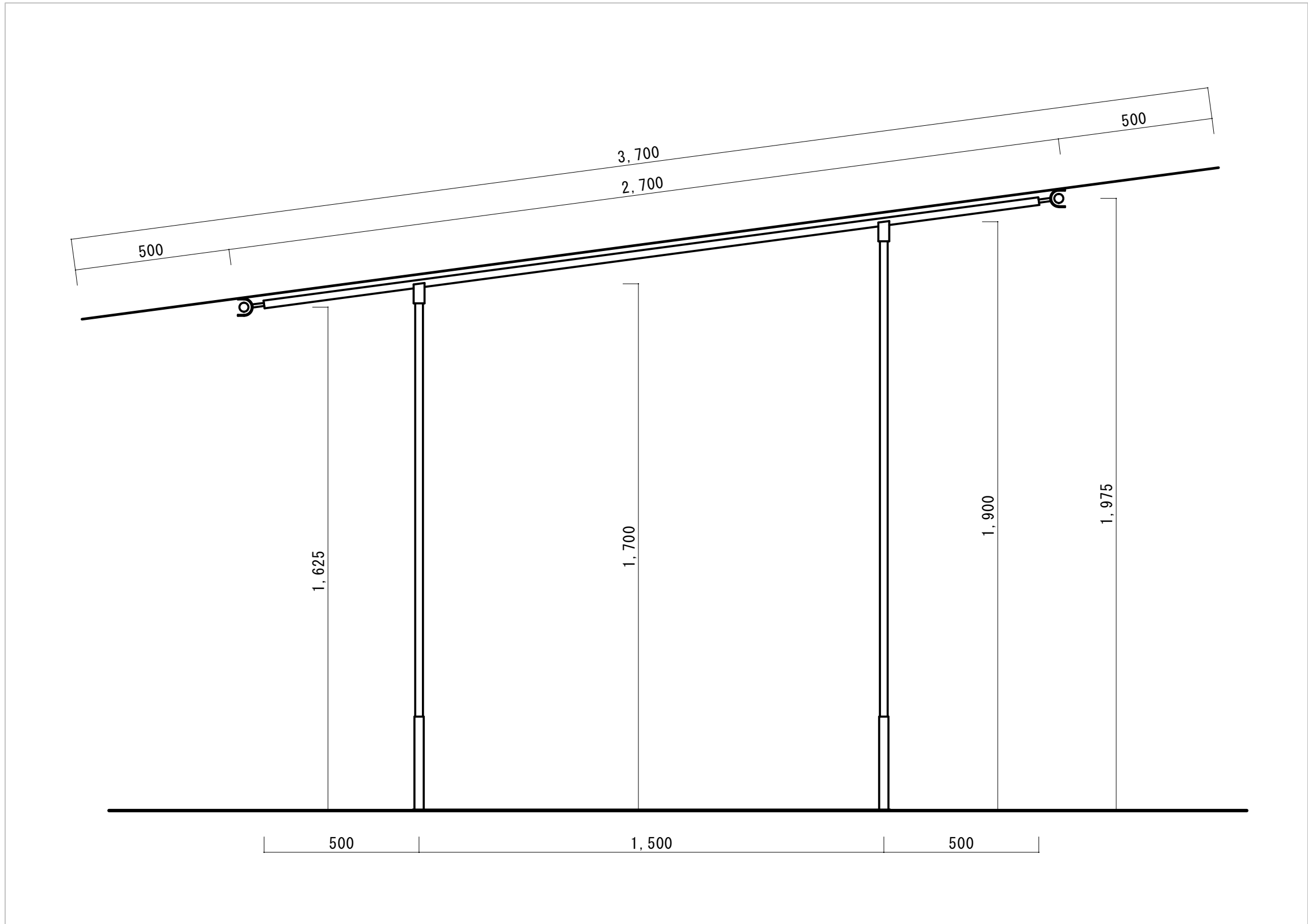


図 1-1 既存テント 側面寸法

1.2.1 構成パーツ

既存テントは「テント生地」「物干し竿」「桁と柱が溶接で接合されたもの」「柱を立てるための基礎」「基礎を結合するためのプレート」の5つのパーツから成る。テント撤去時は分解し、パーツそれぞれを折りたたみ小さくすることで持ち運びが可能となる。分解折りたたみ時に最も長いものは柱と桁のパーツであり、約2,700mmの長さとなる。パーツの寸法は(図1-5,図1-6)に、重さと素材、折りたたみ時の寸法は(表1-1)にまとめる。

基礎にボルトが溶接されており、ボルトに基礎結合プレートを刺して蝶ナットで固定する(図1-3)。



図 1-2 既存テント



図 1-3 基礎とプレートの結合部



図 1-4 既存テント構成パーツ

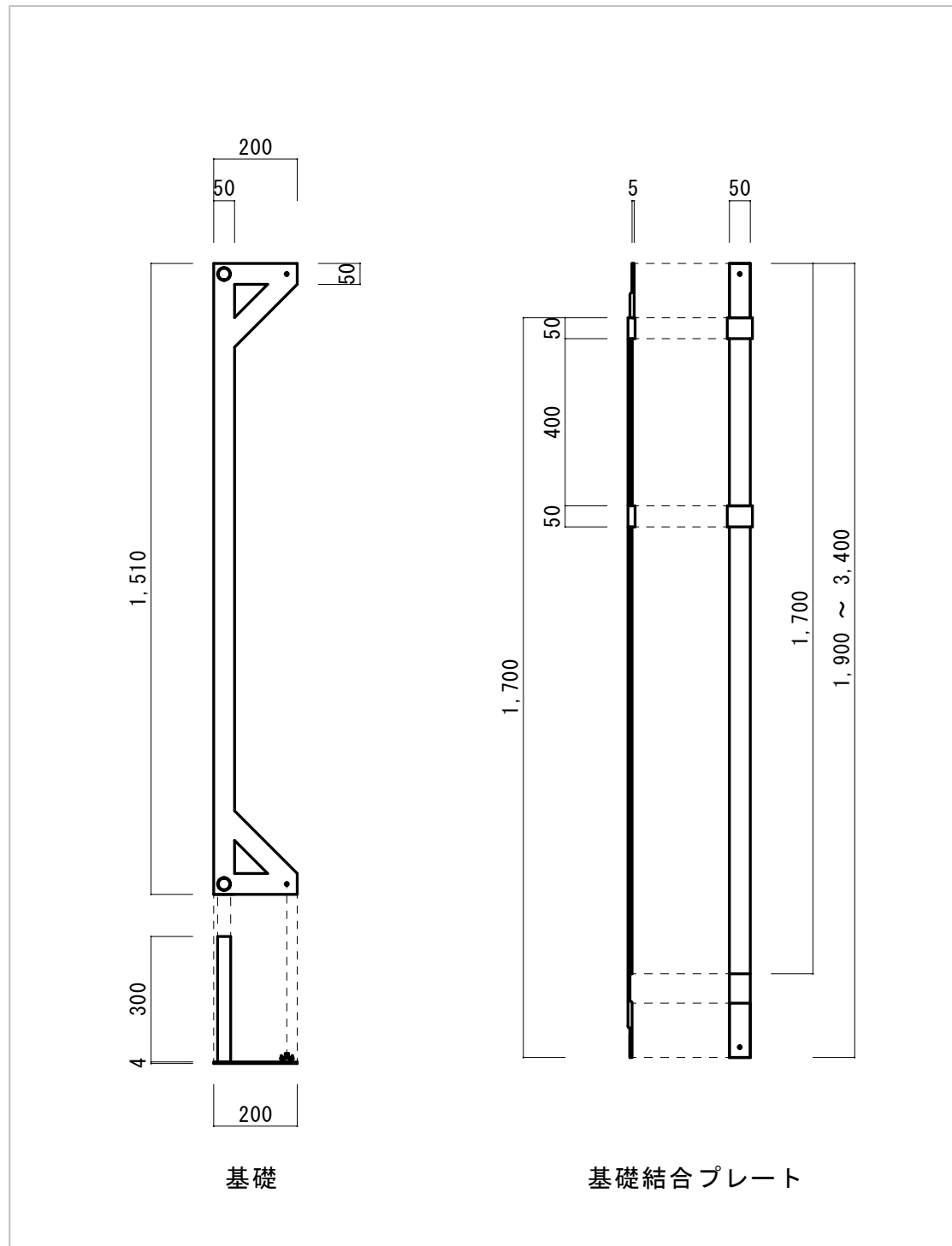


図 1-5 基礎と基礎結合プレートの寸法

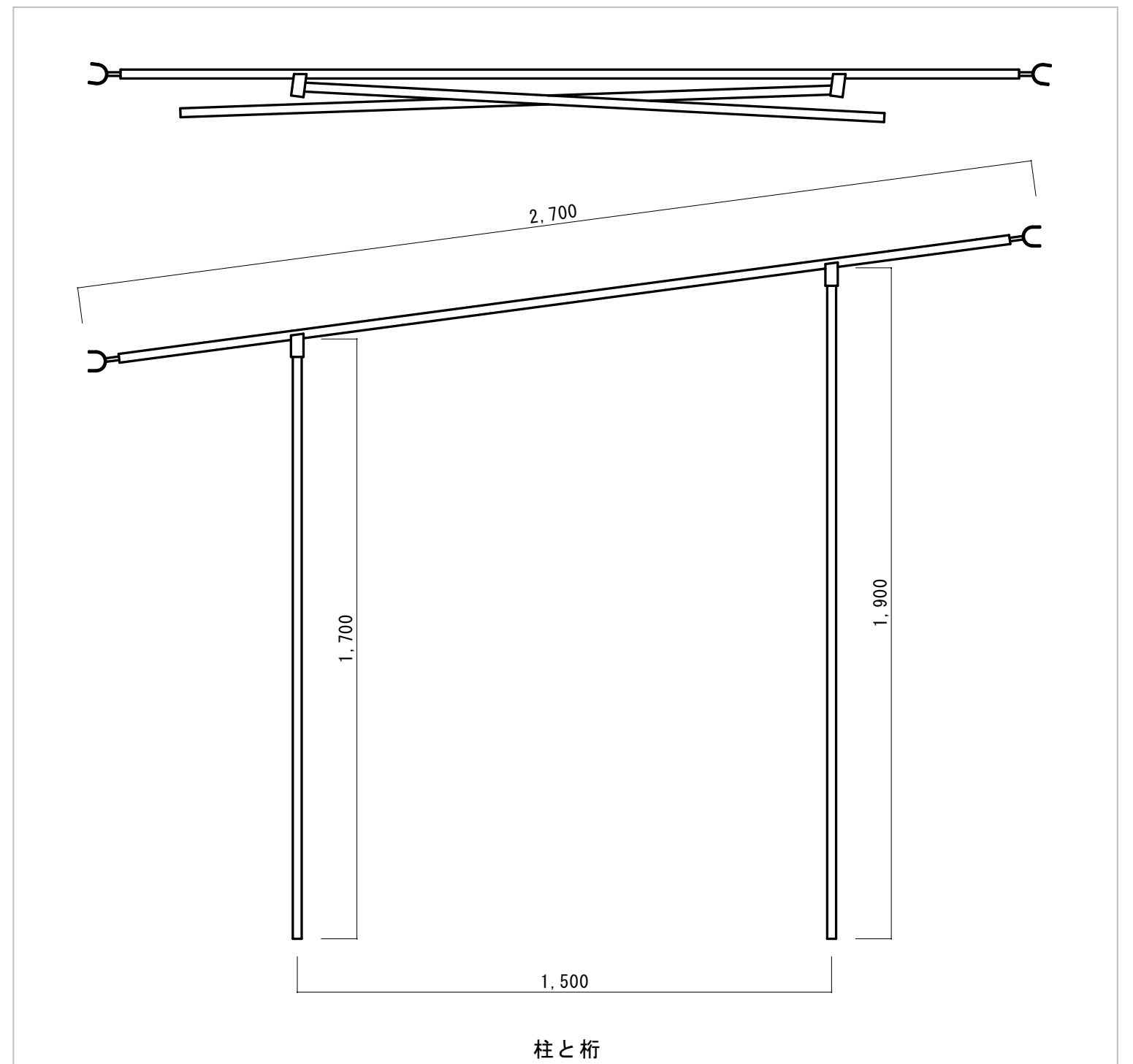

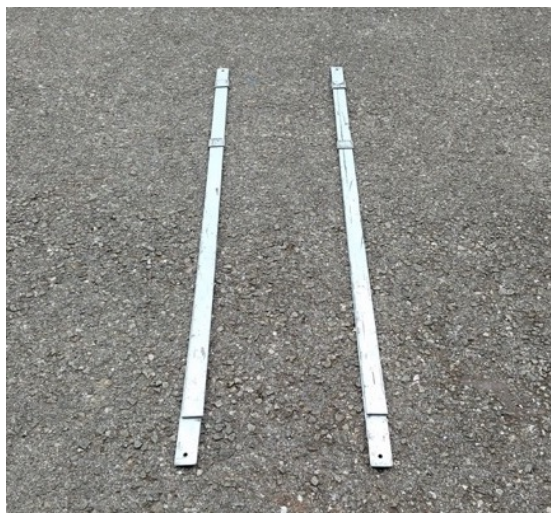





図 1-6 柱と桁の寸法

表 1-1 既存テントの構成パーツ







部材	基礎	基礎結合プレート	物干し竿
			
素材	鉄	鉄	ステンレス巻きパイプ
重さ (kg)	4.1	6.0	1.0
分解折りたたみ時の長さ (mm)	2,700	1,900	2,200

部材	柱と桁	生地
		
素材	鋼管 φ25	耐水生地
重さ (kg)	6.3	4.3
分解折りたたみ時の長さ (mm)	2,700	1,000

1.2.2 建て方

テント生地に取り付けられたループに物干し竿を通して生地を骨とする。基礎プレート、柱、桁は鉄でできており溶融亜鉛メッキで仕上げられている。桁の両端でテント生地に通した物干し竿を受ける構造となっている。

表 1-2 既存テントを建てる手順

1 基礎を設置する	2 基礎をプレートで結合する	3 柱を立て、桁に竿を1本かける
		
4 生地に竿を通し、竿を桁にかける	5 生地を持ち上げ、3 でかけた竿に生地を結びつける	6 垂木となる竿を数本通して生地を張る
		

1.3 日曜市が抱える課題

1.3.1 高齢化と後継者不足による出店者の減少

日曜市に限らず街路市全体を通して出店者の減少が大きな課題となっている。これは出店者の高齢化と後継者の不足が大きな要因である。また、アクセスの良い大型の直売所がオープンしたことや産地直送コーナーを設けるスーパーマーケットが増えたことから、日曜市で買い物をする地元住民が減少しているため日曜市での売上げが期待できなくなってきたことも要因の一つである。

実際に日曜市の定時出店者数は2012年から2021年までの10年間で84名減少しており(図1-7)、高知市はこの問題に対して地元住民の呼び戻しと後継世代に街路市の魅力を理解してもらう取り組みが必要であるとしている。

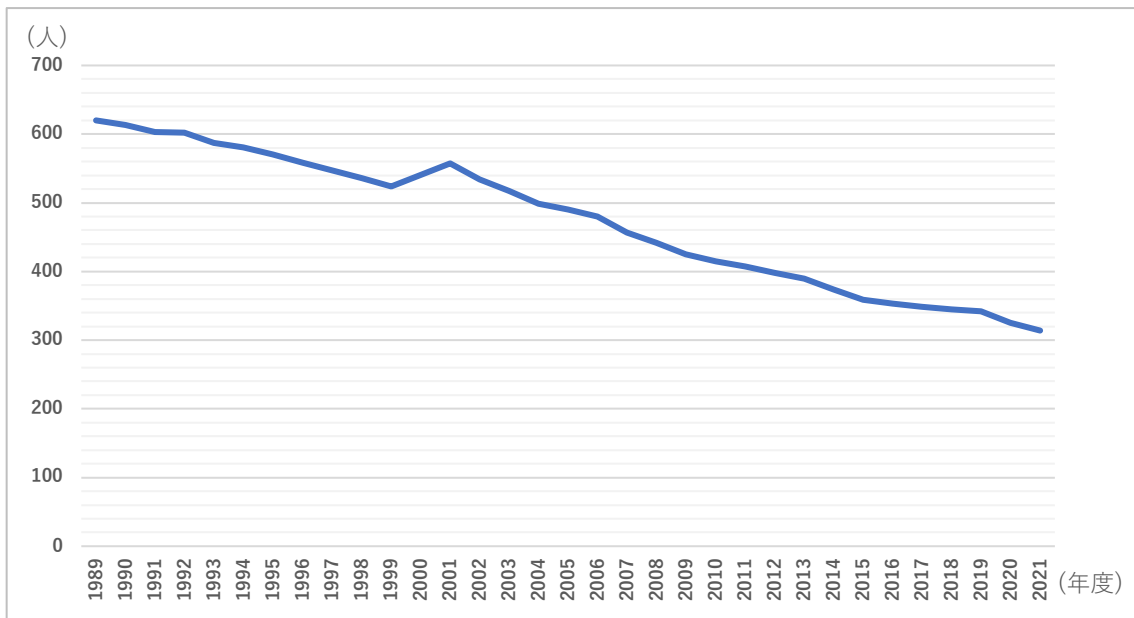


図 1-7 定時出店者の推移 (土佐の街路市の概要令和3年度版²⁾より)

1.3.2 新規出店者の募集

高知市は常に新規の出店者を募集しており、2016年には販売商品に関する規制を緩和し、2018年にはグループ出店制度という新たな出店基準を設けて新規出店の間口を広げた。毎年10件から30件ほどの新規出店があるが、日曜市の存続のために今後もさらに新規出店を促す取り組みを続ける必要がある。

1.3.3 滞留空間の整備

日曜市内には買ったその場で食べられるような商品も多数存在する。しかしそれらを座って食べられる飲食スペースは3件ほどしかない上に現状ではあまり利用されていない。人気店の周りでは多くの人が立ち食いをする光景が見られる(図1-9)。

高知市街路市活性化構想¹⁾によれば休憩所の設置を望む声も多く挙がっており、滞留空間が不足していることと需要があることがわかる。



図 1-8 既存の休憩所



図 1-9 立ち食いの様子

2 目的

2.1 課題への対応方針

1.2 で挙げた課題に対して建設業が介入できる範囲での対応方針を以下にまとめる。

2.1.1 高齢出店者の負担軽減

出店者の多くは高齢者である。テントの運搬、設置には身体的な負担があるため、負担を軽減できるテントを設計することによって身体能力の限界による廃業を減少させることができると考える。

2.1.2 新規出店のハードル低下

新規出店のためにはテントを購入する必要がある。テントは日曜市らしい景観の一つとなっており、これを守っていくためには新規出店者が既存テントを購入して日曜市の景観に合わせることが望ましい。

近年は弁当屋やコーヒーショップなどが出店することもあり業種や品目に多様性が見えるようになった。ここで生まれた懸念は「既存テントを運べるほどの大きい車を持っていない出店希望者もいるのではないか。」である。大きい車を持っていない出店者はホームセンター等で購入できる小さく折りたたみ可能なテントを購入し、使用するしかないが、市販のテントは日曜市の景観に合わない可能性が高い。新規出店者の参入と日曜市の景観がトレードオフになりかねない現状である。

運びにくい景観に合う既存テントをとるか運びやすい景観を損ないかねない市販店とを取るかという選択が新規出店者にとってハードルの一つになりかねない。そこで、軽自動車にも積載可能かつ日曜市の景観にも合うテントを設計する。

2.1.3 休憩所の利用者数増加

休憩所の需要は必ずあるものの、既存の休憩所はあまり使用されていない。これは休憩所のデザインや様式によって来市者が利用しづらい状況が生まれているのではないかと考える。そこで、より利用しやすい休憩所を設計することで休憩所利用者の増加を図る。休憩所の需要に応えることで来市者の満足度が向上し、将来的に来市者の増加に繋がるのが理想である。

2.2 本設計の目的

1.2 で挙げた日曜市の課題と 2.1 で挙げた対応方針を踏まえ、本設計の目的を設定する。本設計は新しいテントの設計によって出店者の負担を軽減すること、休憩所利用者が増加する休憩所を設計することを目的とする。

3 休憩所の家具配置と利用者数の関係

休憩所の家具配置と利用者数の関係を明らかにするために日曜市での実地調査を行った。

3.1 調査の概要

(図 3-1)に示す対象敷地にて休憩所を3パターン設置し、7時から13時の間で観察した。観察対象は主に休憩所の利用組数、利用人数、利用時間、利用中の活動である。休憩所のパターンは(表 3-1)に示す通りである。テントは既存テントを使用し、家具の種類と配置を変化させている。調査は2021年11月28日から12月26日までの日曜日に行なった。各日の気象データおよび日曜市内で開催されていたイベントは(表 3-2)に示す。

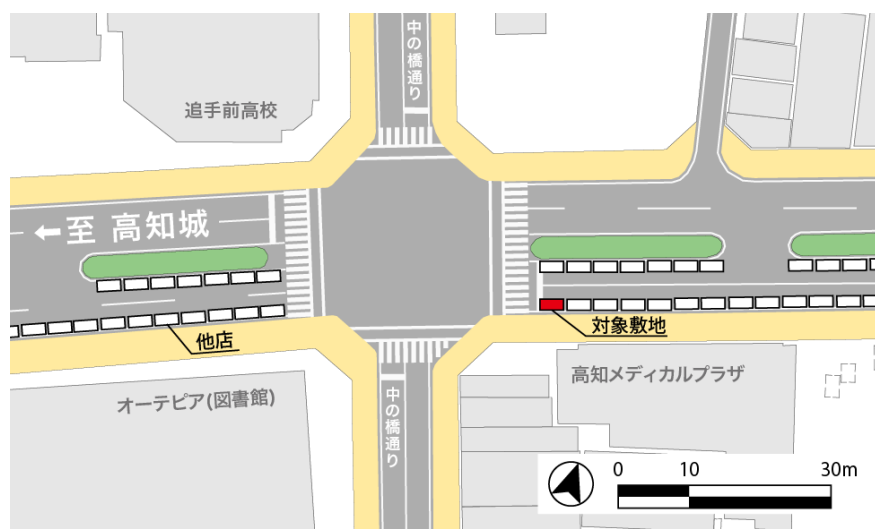


図 3-1 対象敷地



図 3-2 対象敷地とその周辺 (右側手前のテントが対象敷地)

表 3-1 休憩所のパターン




名称	パターン A	パターン B	パターン C
画像			
家具配置	折りたたみテーブル + パイプ椅子 (既存の休憩所と同じ)	テーブルなし + 可動の椅子	テーブルなし + 不動の椅子(ベンチ)
テント	既存テント	既存テント	既存テント
家具	<ul style="list-style-type: none"> 折りたたみテーブル ×2 パイプ椅子 ×8 	<ul style="list-style-type: none"> 木製スツール ×9 	<ul style="list-style-type: none"> 木製ベンチ ×4

表 3-2 実地調査日の環境データ

日付	休憩所のパターン	天気	気温 (°C)			風 (m/s)					湿度 (%)	イベント
			6:00-18:00	7:00	13:00	日平均気温	平均風速	最大風速	最大瞬間風速	最大瞬間風速 風向	最多風向	
11月28日	パターン A	晴	3.8	15.5	9.3	1.7	3	5.6	西	西北西	59	
12月5日	パターン B	晴	2.7	14.5	8.4	1.7	2.9	5.8	西	西	67	TSUNAGU マーケット
12月12日	パターン C	晴後一時曇	8.3	19.6	13.3	2	4.6	8.5	西南西	西北西	65	TSUNAGU マーケット
12月19日	パターン C	晴一時雨	0.4	10.3	4.9	1.5	4.1	9.5	西	西北西	63	TSUNAGU マーケット
12月26日	パターン A	晴	1.6	6.5	3.4	2.7	5.8	11.4	西	西	42	TSUNAGU マーケット

3.2 結果

12月26日の調査については強風のため12時で調査を中止した。

調査結果を(表 3-3)に示す。利用組数と利用者数をグラフ化したものが(図 3-3)である。パターン C が最も利用者が多く、パターン A が最も利用者が少ない。この結果を踏まえて、設計した休憩所ではベンチを採用した。

表 3-3 調査結果

日付	休憩所のパターン	家具配置	休憩所利用		休憩所利用時間	
			利用組数	利用者数	平均	最大
11月28日	パターン A	折りたたみテーブル + パイプ椅子	22	44	0:02	0:15
12月5日	パターン B	テーブルなし + 可動の椅子	39	80	0:03	0:25
12月12日	パターン C	テーブルなし + 不動の椅子(ベンチ)	82	163	0:06	0:31
12月19日	パターン C	テーブルなし + 不動の椅子(ベンチ)	73	148	0:04	0:29
12月26日 (強風につき 12時調査中止)	パターン A	折りたたみテーブル + パイプ椅子	33	52	0:01	0:09

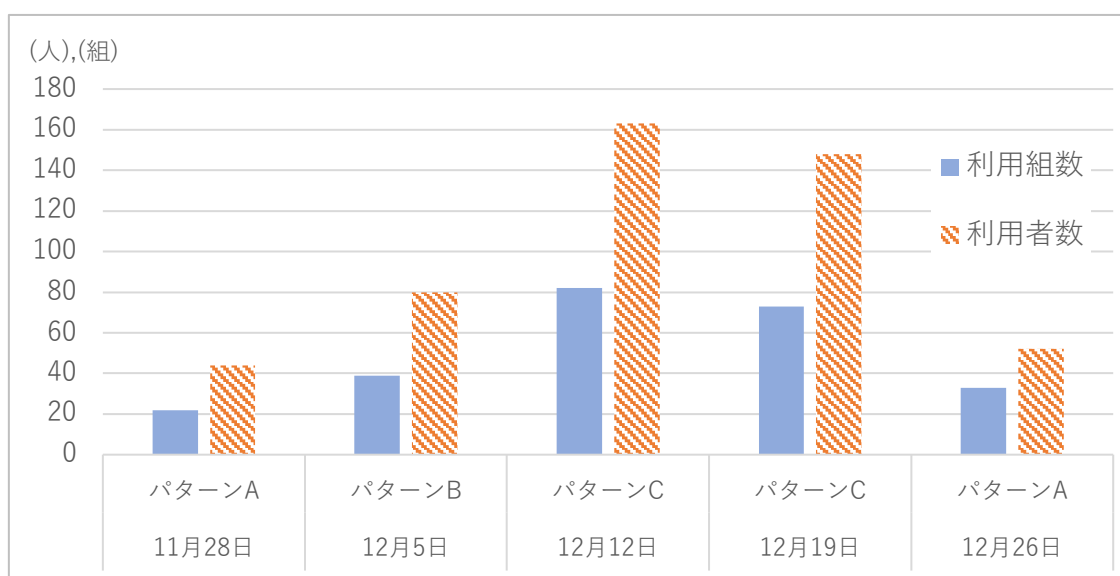


図 3-3 利用組数と利用者数の比較

3.3 利用者数の差についての考察

3.3.1 同席するグループ数のデータをもとにした考察

パターン A,B,C の利用者数の差について考察する。休憩所利用者が休憩所に滞在した時間を調査日ごとにグラフ化した(図 3-4,図 3-5,図 3-6,図 3-7,図 3-8)。グラフの帯の始点が利用開始時間を表し、帯の長さが滞在時間を表している。ある時刻に帯が複数本あればその時刻に複数の組が同席していると読み取れる。

パターン A では同席するグループが最大で 2 組である(図 3-4,図 3-8)。パターン B では最大で 4 組が同席している(図 3-5)。パターン C では最大で 5 組が同席している(図 3-6,図 3-7)。パターン A はテーブルがあることによって 2 組までしか同席できなかったと考えられ、パターン B,C ではテーブルを排除したために最大同席組数が増加したと考えられる。同席組数の差がパターン A が最も利用者が少なかった原因であると考察する。

3.3.2 休憩所利用時間のデータをもとにした考察

休憩所利用者と話をする中で「人が座っていたから休憩所として認識できた。」というコメントを得た。このことから、休憩所利用者がいるという状況がさらに利用者を増やす要因となる可能性があるかと推測できる。これがパターン B とパターン C の利用者数に差がでた要因となったのではないかと考え、休憩所利用者の利用時間に着目して表を作成した(表 3-4)。

各パターンの平均利用時間を t 検定を用いて比較した結果、パターン A とパターン C の平均利用時間には有意な差が見られ、それ以外の組み合わせでは有意な差は見られなかった(表 3-5,表 3-6,表 3-7)。パターン C はパターン A よりも平均利用時間が長く、利用者数が多い。これにより、パターン C は休憩所に人がいるという環境を長時間作り出せているためパターン A よりも利用者数が多くなったと考察する。パターン B とパターン C の平均利用時間には有意差は確認できず考察に足るデータとはならなかったが、これはパターン B のサンプル数不足によるものである可能性がある。十分にサンプル数を確保できればパターン B とパターン C の利用者数の差についても考察の余地がある。サンプル数不足は本調査の課題とする。

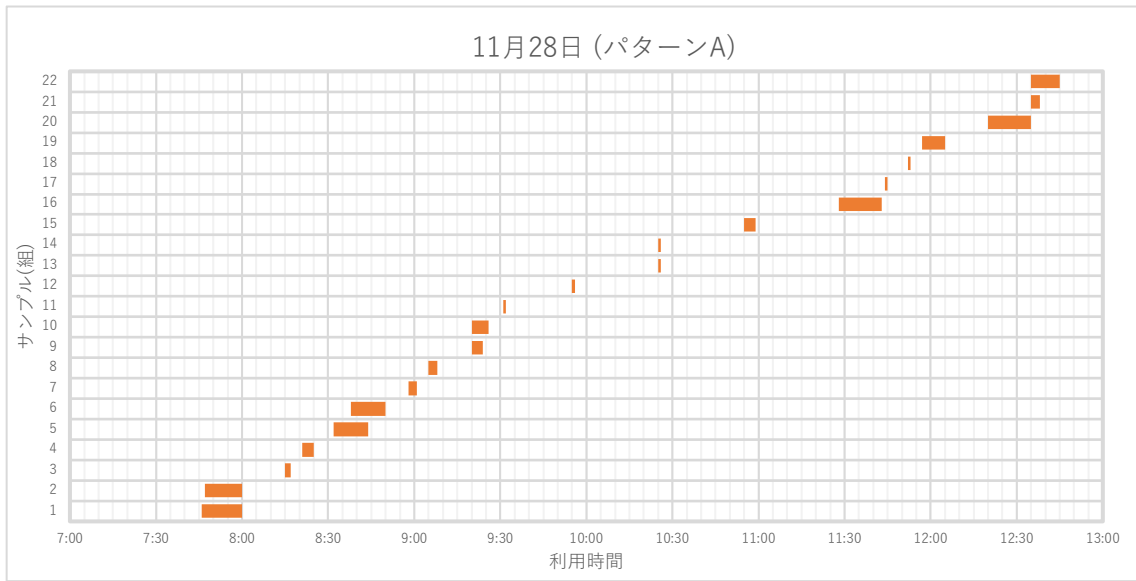


図 3-4 休憩所利用者の滞在時間(11月28日)

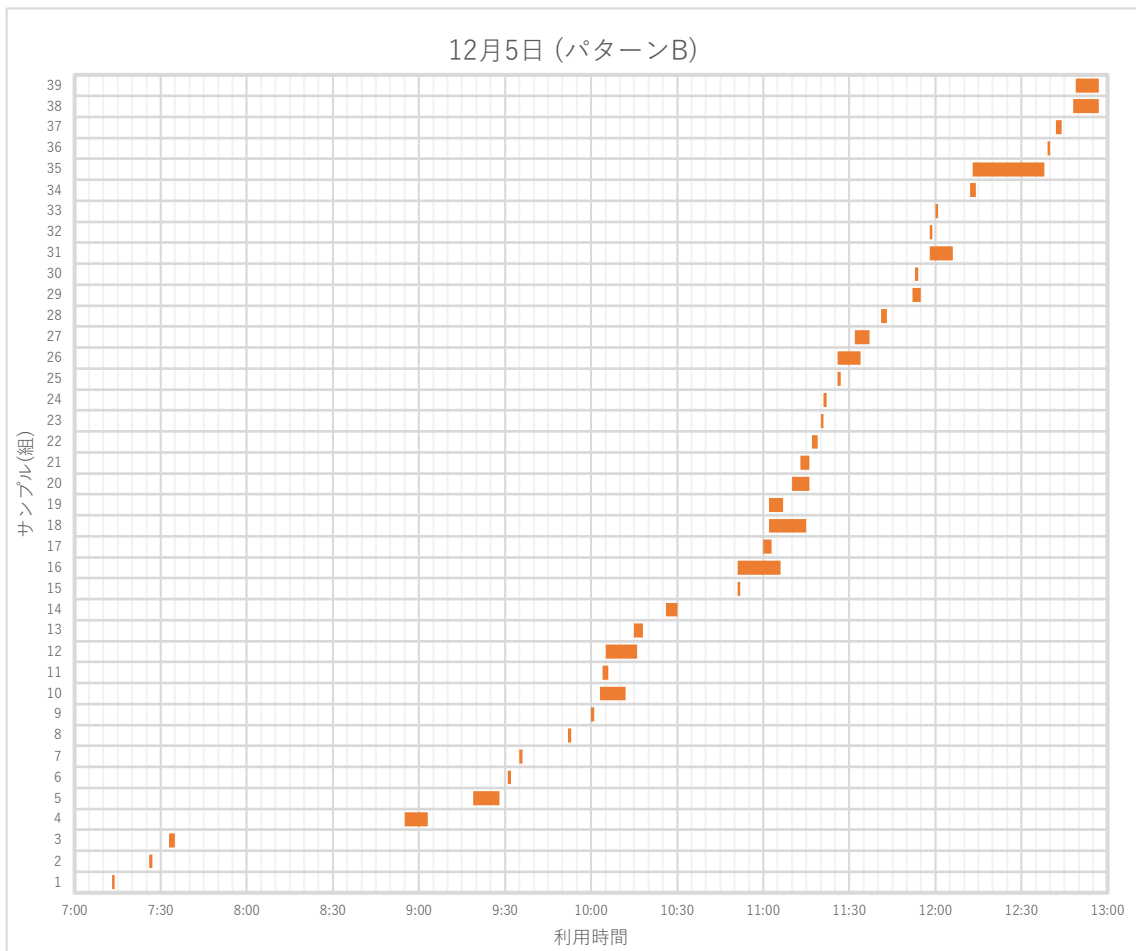


図 3-5 休憩所利用者の滞在時間(12月5日)

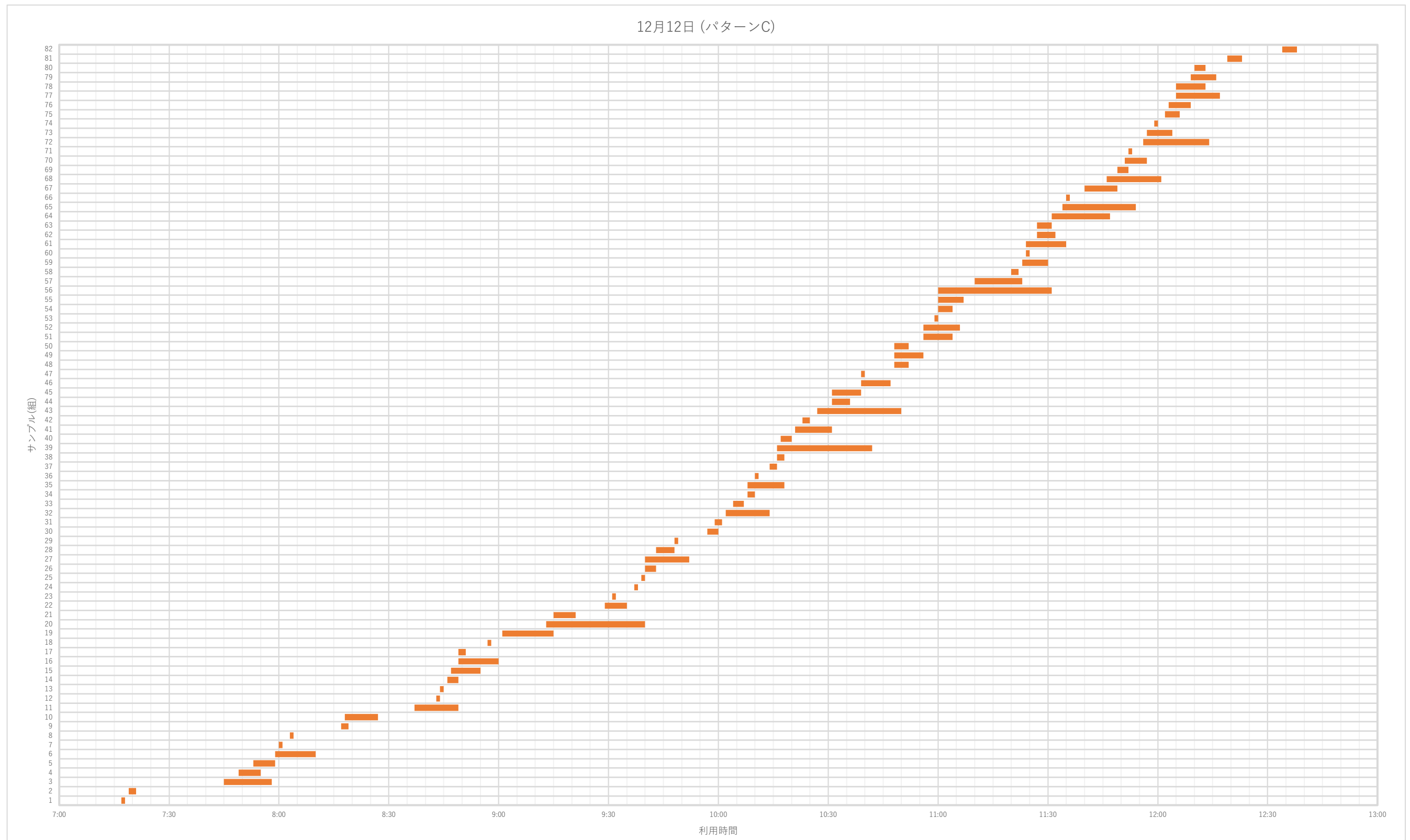


図 3-6 休憩所利用者の滞在時間(12月12日)

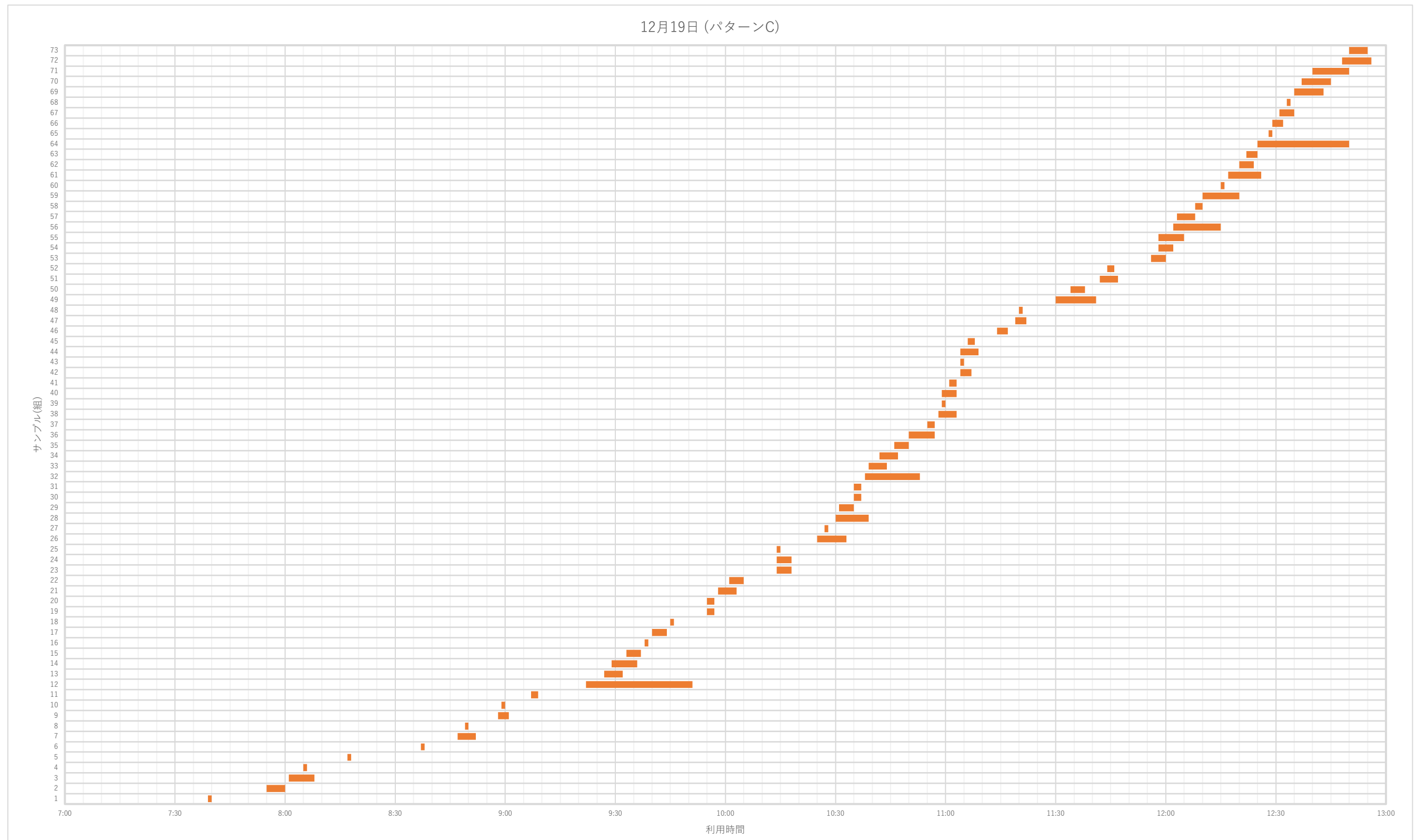


図 3-7 休憩所利用者の滞在時間(12月19日)

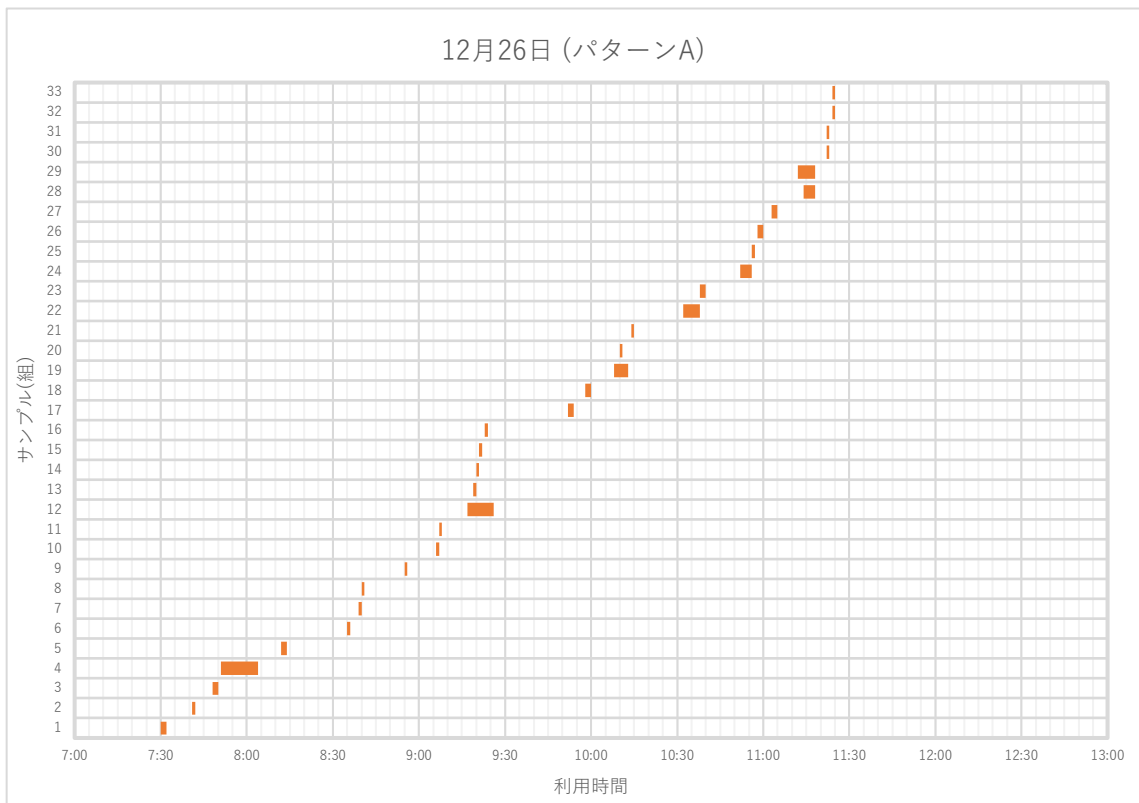


図 3-8 休憩所利用者の滞在時間(12月26日)

表 3-4 各パターンの利用時間

休憩所のパターン	家具配置	サンプル数	休憩所利用時間	
			平均	最大
パターン A	折りたたみテーブル + パイプ椅子	55	0:03:55	0:15:00
パターン B	テーブルなし + 可動の椅子	39	0:04:38	0:25:00
パターン C	テーブルなし + 不動の椅子(ベンチ)	155	0:05:51	0:31:00

表 3-5 パターン A,B の利用時間の比較

	パターン A	パターン B
平均利用時間(シリアル値)	0.002714646	0.003222934
分散(シリアル値)	8.72115E-06	1.23733E-05
自由度	73	
t	-0.736858431	
P(T<=t) 片側	0.231785038	
t 境界値 片側	1.665996224	
P(T<=t) 両側	0.463570077	
t 境界値 両側	1.992997126	

表 3-6 パターン B,C の利用時間の比較

	パターン B	パターン C
平均利用時間(シリアル値)	0.003222934	0.0040681
分散(シリアル値)	1.23733E-05	1.62929E-05
自由度	66	
t	-1.300441769	
P(T<=t) 片側	0.098986164	
t 境界値 片側	1.668270514	
P(T<=t) 両側	0.197972327	
t 境界値 両側	1.996564419	

表 3-7 パターン A,C の利用時間の比較

	パターン A	パターン C
平均利用時間(シリアル値)	0.002714646	0.0040681
分散(シリアル値)	8.72115E-06	1.62929E-05
自由度	129	
t	-2.635745422	
P(T<=t) 片側	0.004712455	
t 境界値 片側	1.656751594	
P(T<=t) 両側	0.00942491	
t 境界値 両側	1.978524491	

4 来市者の消費金額に関する調査

休憩所の観察調査と並行して、休憩所利用者と休憩所非利用者を対象とした消費金額に関するアンケート調査を行なった。これは、休憩所の設置が日曜市の売り上げに直接的な影響を与える可能性を探るために行なった調査である。

4.1 調査の概要

アンケート調査は11月28日から12月26日までの日曜日に実施した休憩所の観察調査と並行して行なった。2～3名の調査員が来市者にアンケート用紙を配布し、直接記入での回答を要請した。アンケート内容は主に回答者の属性、来市頻度、日曜日での滞在時間、休憩所利用の有無、休憩所の利用時間、休憩所利用の目的、消費金額である。休憩所の利用に関しては本研究で設置した休憩所の利用者とその他の既存休憩所の利用者を分けて集計した。

4.2 結果

5日間の調査で331の回答を得た。回答者の属性については(表4-1)に示す。休憩所利用の有無についての回答数は(表4-2)に示す。20代から50代の回答が多い結果となった。

表 4-1 回答者の属性

日程	回答数	性別			年齢										
		男性	女性	未回答	10代	20代	30代	40代	50代	60代	70代	80代	90代	未回答	
11月28日	39	16	20	3	2	2	10	8	10	2	2	1	0	2	
12月5日	112	49	61	2	4	19	16	21	23	13	11	4	0	1	
12月12日	98	44	51	3	3	15	16	19	24	7	4	7	2	1	
12月19日	45	19	25	1	1	4	11	12	6	8	2	1	0	0	
12月26日	37	16	19	2	0	9	4	11	8	5	0	0	0	0	
合計	331	144	176	11	10	49	57	71	71	35	19	13	2	4	

表 4-2 休憩所利用の有無についての回答数

日程	有効回答数	休憩所利用			
		有り			無し
		a,本研究で設置した休憩所	b,その他の休憩所	a+b,全ての休憩所	
11月28日	37	11	2	13	24
12月5日	111	22	4	26	85
12月12日	99	45	10	55	44
12月19日	45	19	3	22	23
12月26日	36	7	3	10	26
合計	328	104	22	126	202

4.3 消費金額に関する検定

消費金額に関するアンケート結果を(表 4-3,表 4-4)に示す。休憩所利用の有無と平均消費金額の関係、休憩所滞在時間と平均消費金額の関係について t 検定を用いて調べた。休憩所滞在時間と平均消費金額の検定に関しては、20 分以上の休憩所滞在者のサンプル数が極端に少なかったため 15 分以上 20 分未満滞在のデータまでを取り扱った。

t 検定の結果を(表 4-5,表 4-6,表 4-7,表 4-8,表 4-9)に示す。いずれも有意差は見られなかったため、今回の調査では休憩所利用と消費金額の関係は確認できなかった。

表 4-3 休憩所利用の有無と平均消費金額

	休憩所利用			
	有り			無し
	a,本研究で設置した休憩所	b,その他の休憩所	a+b,全ての休憩所	
サンプル数	104	22	126	202
平均消費金額	4898.08	4934.78	4864.29	3977.72

表 4-4 休憩所滞在時間と平均消費金額

	休憩所滞在時間			
	5分未満	5分以上10分未満	10分以上15分未満	15分以上20分未満
サンプル数	27	48	30	9
平均消費金額	4768.52	4173.96	3160.00	4011.11

表 4-5 休憩所利用の有無と消費金額の関係

	休憩所利用者	休憩所非利用者
平均	4864.29	3977.72
分散	90912394.29	23420832.60
自由度	166	
t	0.968778553	
P(T<=t) 片側	0.167032536	
t 境界値 片側	1.654084713	
P(T<=t) 両側	0.334065072	
t 境界値 両側	1.974357764	

表 4-6 休憩所滞在時間と消費金額の関係(5分未満滞在)

	休憩所 5分未満滞在	休憩所非利用者
平均	4768.52	3977.72
分散	22667913.11	23420832.60
自由度	34	
t	0.809002099	
P(T<=t) 片側	0.212069613	
t 境界値 片側	1.690924255	
P(T<=t) 両側	0.424139225	
t 境界値 両側	2.032244509	

表 4-7 休憩所滞在時間と消費金額の関係(5分以上10分未満滞在)

	休憩所 5分以上10分未満滞在	休憩所非利用者
平均	4173.96	3977.72
分散	26855105.27	23420832.60
自由度	68	
t	0.23877497	
P(T<=t) 片側	0.405999113	
t 境界値 片側	1.667572281	
P(T<=t) 両側	0.811998226	
t 境界値 両側	1.995468931	

表 4-8 休憩所滞在時間と消費金額の関係(10分以上15分未満滞在)

	休憩所 10 分以上 15 分未満滞在	休憩所非利用者
平均	3160.00	3977.72
分散	5190586.21	23420832.60
自由度	76	
t	-1.521191989	
P(T<=t) 片側	0.066180777	
t 境界値 片側	1.665151353	
P(T<=t) 両側	0.132361555	
t 境界値 両側	1.99167261	

表 4-9 休憩所滞在時間と消費金額の関係(15分以上20分未満滞在)

	休憩所 15 分以上 20 分未満滞在	休憩所非利用者
平均	4011.11	3977.72
分散	13351111.11	23420832.60
自由度	9	
t	0.026400738	
P(T<=t) 片側	0.489756914	
t 境界値 片側	1.833112933	
P(T<=t) 両側	0.979513829	
t 境界値 両側	2.262157163	

5 設計条件

5.1 敷地

敷地は実地調査で使用した場所と同じである(図 5-1)。今回は出店可能範囲は間口 3.0m、奥行き 1.5m とし、これは高知市が定める出店可能範囲の最大値である。

テントの基礎部分や柱は 3.0m×1.5m の出店可能範囲内に収まっていなければならないが、桁や梁などの構造部材やテント生地は通行人がぶつからない高さで出店可能範囲の上空にはみ出しても構わない(図 5-2,図 5-3)。また、道路には杭を打ち込むことができないため地面からのモーメント反力を得ることはできない。

今回の敷地はテントの前面が日曜市の中央通りに面し、背面が追手筋通りの歩道に面する。交差点に接しているため西面は他のテントが立つことはない。よって最低でも 3 面からアクセス可能なテントとなる。

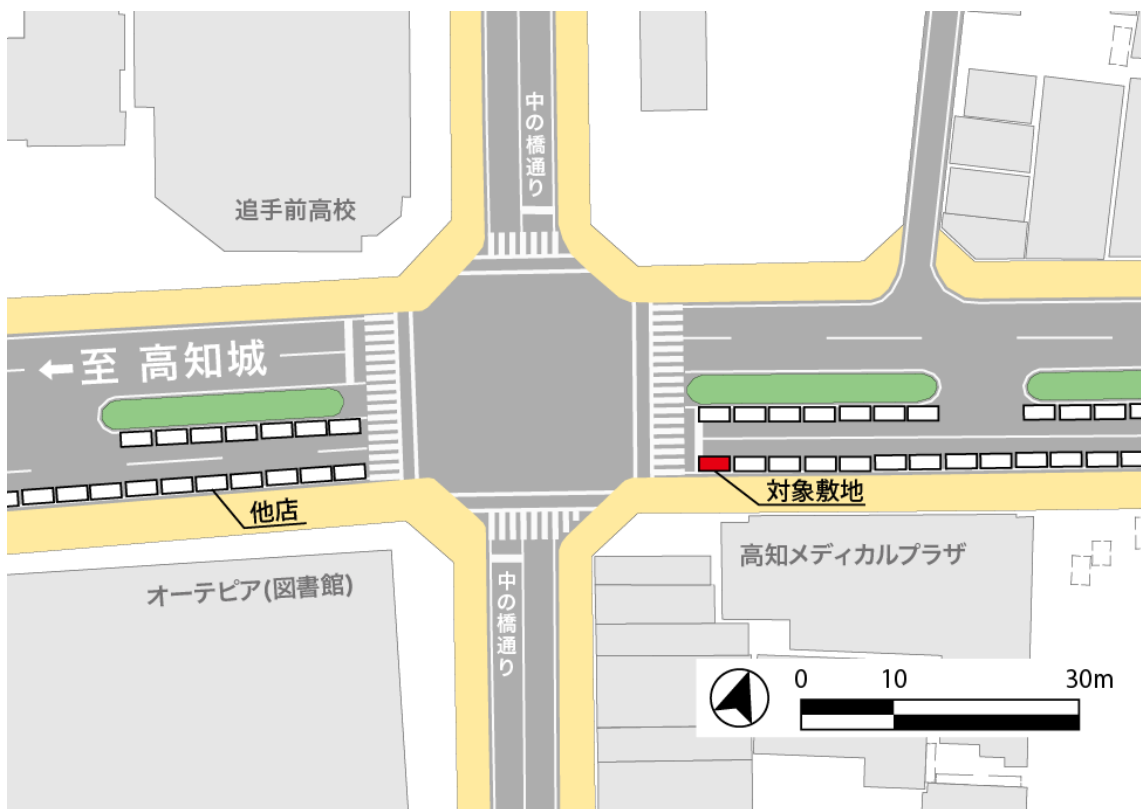


図 5-1 対象敷地

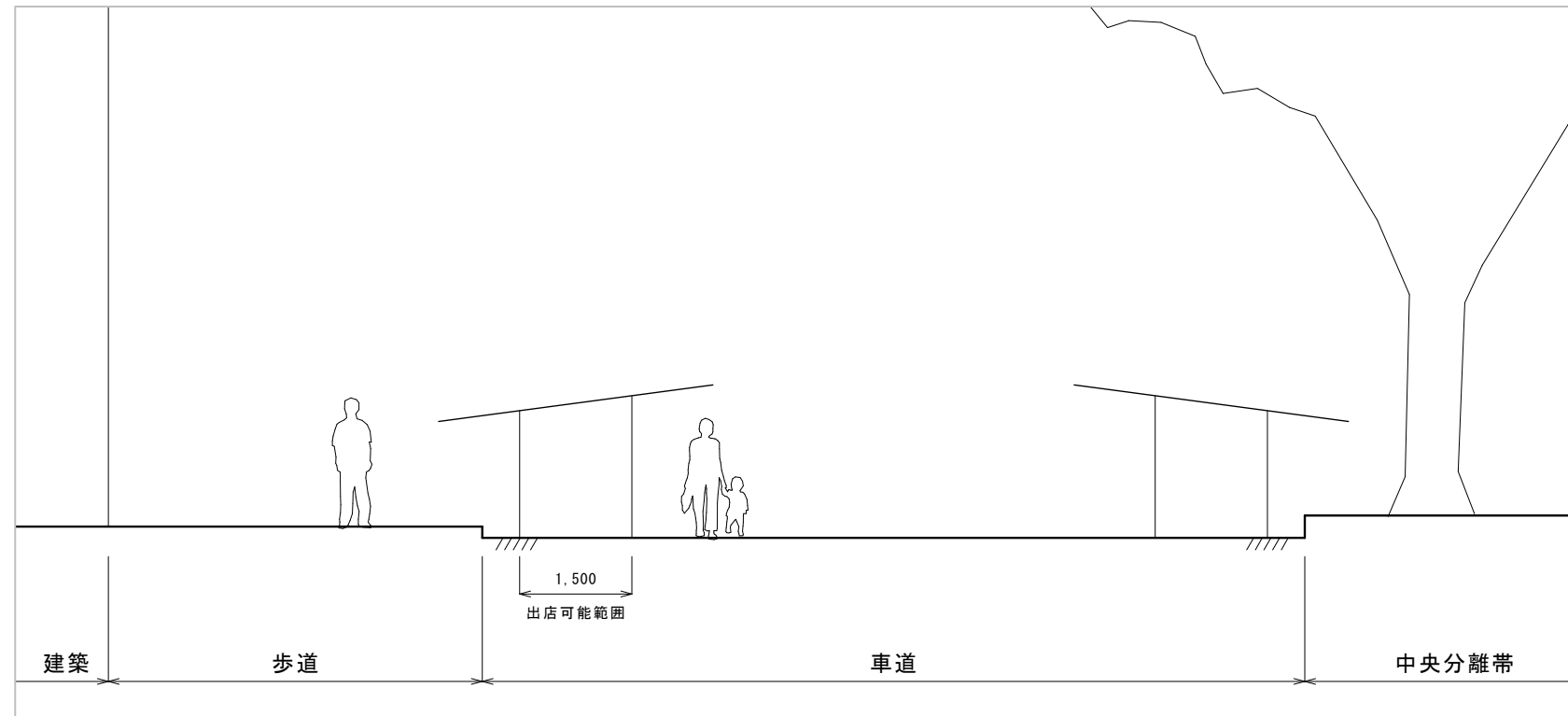


図 5-2 出店可能範囲 断面図

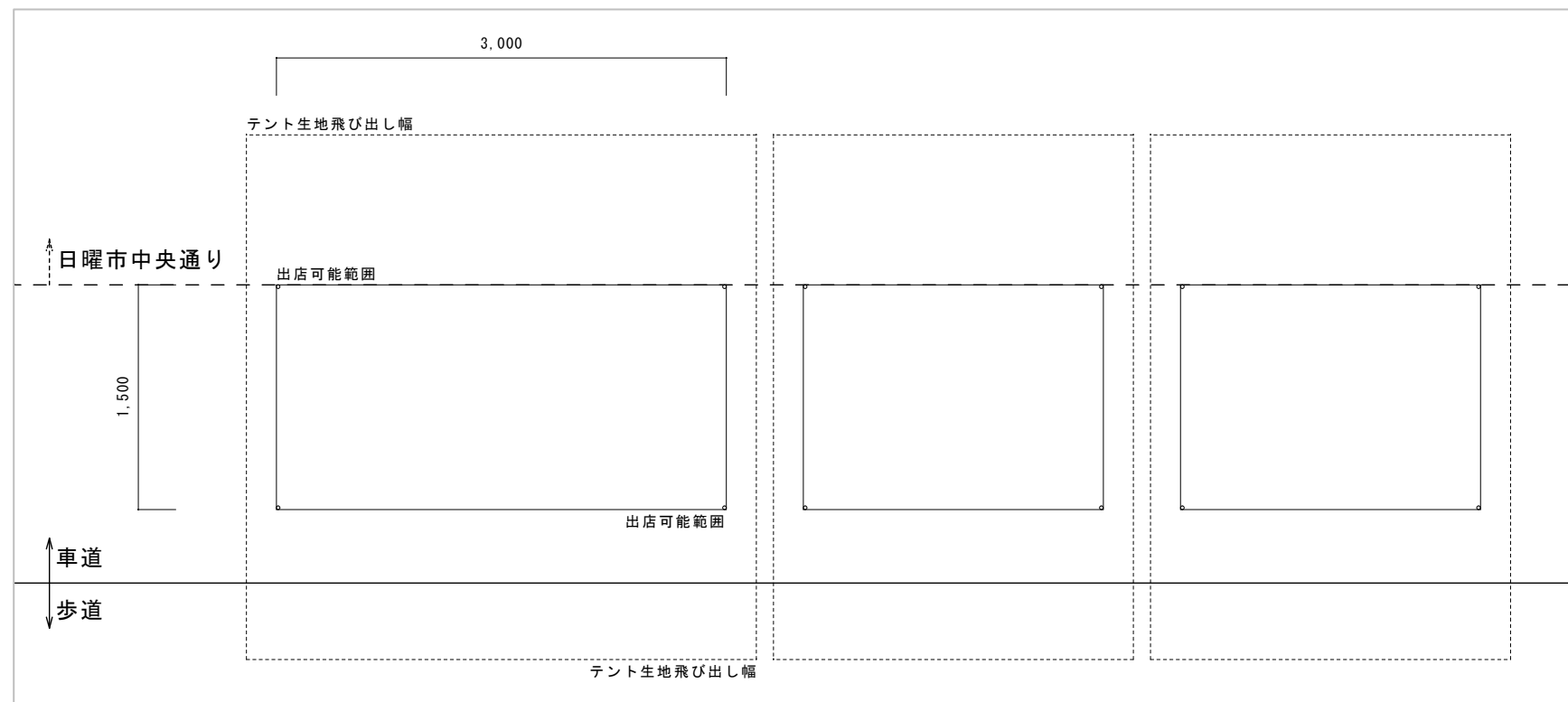


図 5-3 出店可能範囲 平面図

5.2 設計方針

5.2.1 既存テントの勾配屋根を継承

設計するテントにも片流れ勾配屋根を採用することで、既存テントによって形成されてきた日曜市の景観を継承した。既存テントの屋根勾配は約 7.6° である

5.2.2 分解折りたたみ時のパーツの長さが 2,200mm 以内

既存テントは分解折りたたみ時の最長パーツが 2,700mm であった。本設計では全てのパーツを折りたたみ時 2,200mm 以内とすることで軽自動車にも積載可能にした。これによって大きい車を持っていない出店者でも日曜市まで全ての荷物を運搬できる。

5.2.3 一人で展開できるテント

既存テントは桁端部の U 字のパーツで物干し竿を受ける構造であった。これは物干し竿を固定するものではなく物干し竿が引っ掛かっているだけに過ぎなかったため、生地を展開途中は竿が不安定で落下する危険があった。故に安全のために 2 名での作業が望ましいテントであった。手伝う人がいない出店者でも問題なく出店できるように、設計したテントでは一人でも安全に展開できる構造を考えた。

5.2.4 2本の柱で建つテント

既存テントは 4 本の柱で建つという点では安定した構造であった。設計したテントでは 2 本の柱で建つ構造をベースとして構造を考えた。安定性では不利な構造ではあるが、既存テントとの差別化、部材の削減による軽量化を目的としている。

2 本の柱とした理由は意匠面にもある。既存テントではテント下の空間が 4 本の柱に囲まれており、四角形で閉じられた空間という印象があった。休憩所で使用するテントとして考えた場合、2 本の柱で建つテントはテント下の空間を閉じることなく日曜市の中央通りや歩道に対してオープンな休憩スペースを作ることができる。

5.2.5 休憩所のベンチが構造部材となるテント

日曜市での実地調査の結果、ベンチを配置した休憩所が最も利用者が多かったため、設計した休憩所でもベンチを配置した。

5.3 風荷重

テントの構造計算には風荷重も算入した。吹き下ろし風は構造材の応力に関係し、吹き上げ風は構造材の応力とテント自体の転倒に関係する。

建築物の屋根に作用する風荷重は(3a)式による。

$$W = q \times Cf \times A \quad (3a)$$

ここで、 W ：風荷重 (N)

q : 速度圧 (N/m²)

C_f : 風力係数

A : 受圧面積 (m²) である。

また、風荷重の算出に必要な諸項目は以下による。

5.3.1 地表面粗度区分

地表面粗度区分は建設省告示第 1454 号及び高知県の条例・取り扱いより、対象敷地は区分Ⅲである。

5.3.2 速度圧 q

速度圧 q は建築基準法施行令第 87 条に定められた(3b)式による。

$$q = 0.6 \times E \times V_0^2 \quad (3b)$$

ここで、 E : 環境影響係数

V_0 : 基準風速 (m/s) である。

5.3.3 環境係数 E

環境係数 E は建設省告示第 1454 号に定められた(3c)式による。

$$E = E_r^2 \times G_f \quad (3c)$$

ここで、 E_r : 平均風速の高さ方向の分布を表す係数

G_f : ガスト影響係数 である。

地表面粗度区分Ⅲとして建設省告示第 1454 号に則り求めると $E_r = 0.691$, $G_f = 2.5$ であるため、 $E = 1.194$ となる。

5.3.4 基準風速 V_0

基準風速 V_0 は建設省告示第 1454 号より $V_0 = 5$ (m/s) である。

5.3.5 風力係数 C_f

風力係数 C_f については、建設省告示第 1454 号では片流れ独立上家の風力係数を定めていない。そこで、一般社団法人ソーラーシステム振興協会が公開している太陽光パネルの設計ガイドライン³⁾から、設計するテントに最も近い構造物として陸屋根取り付けの太陽光パネルの風力係数を参考にし、テントの風力係数がこれに等しいと仮定して計算する。

設計するテントの屋根の角度 θ は $1^\circ \leq \theta \leq 10^\circ$ であるため風力係数は以下のようなになる。

- ・ 吹き下ろし(正圧)の場合 $C_f = 0.785$
- ・ 吹き上げ(負圧)の場合 $C_f = 0.95$

6 第1案

第1案は鉄工所での溶接加工等を前提として設計した。丸鋼管や角鋼管などの規格品にナットやボルトを溶接して作る。生地寸法は既存テントよりも小さくなるがテントの利便性に問題はない。屋根勾配は既存テントと同じ 7.6° になるように設計した。

今回依頼した鉄工所では第1案で必要とする金属加工が不可能であったことと、構造的な弱点が多数あったため廃案となった。



図 6-1 第1案 イメージ

6.1 構成パーツ

6.1.1 基礎

80mm×1,000mm のプレートで地面に接し、柱が刺さる部分は三角形のプレートで補剛する。

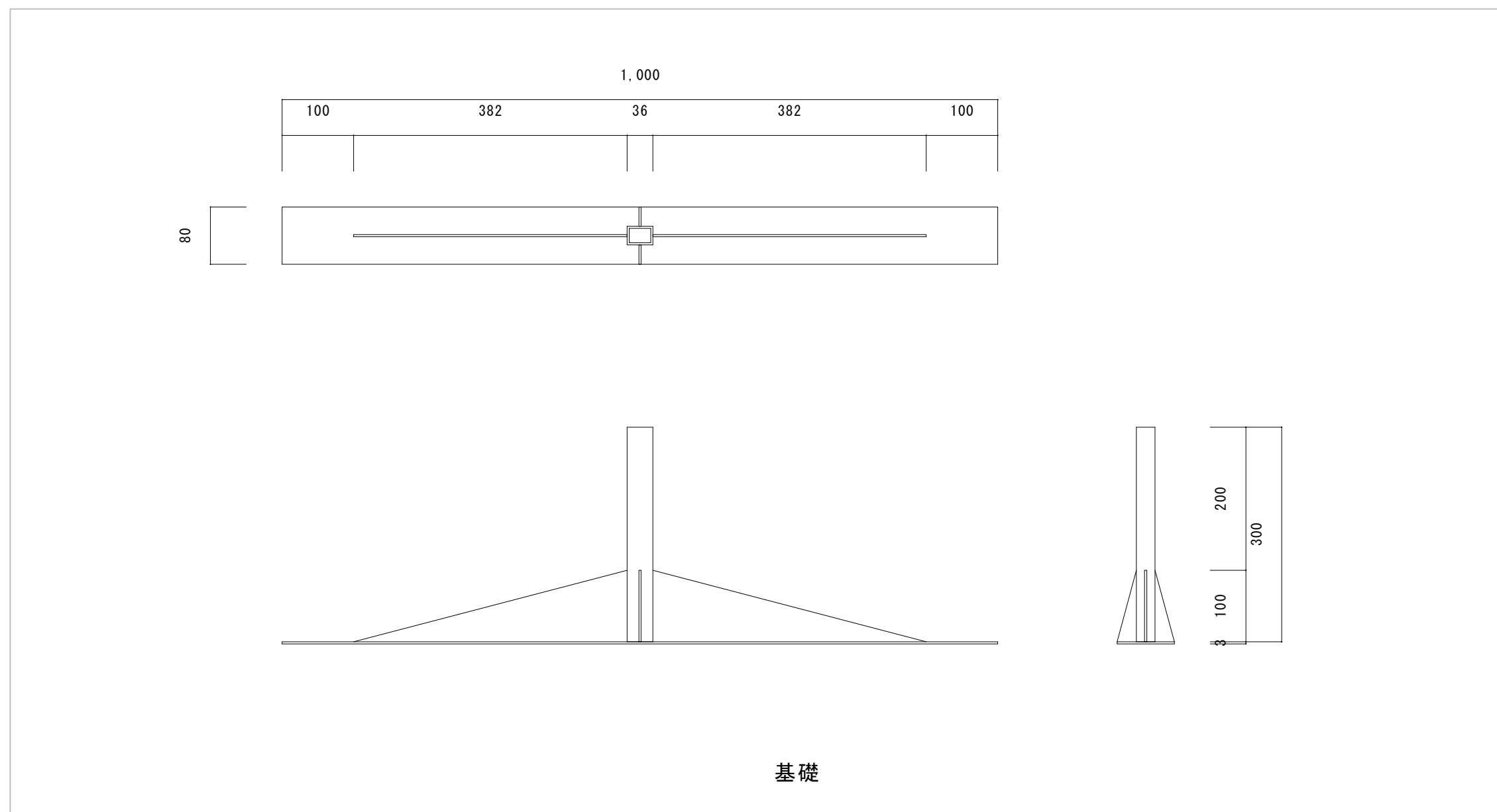


図 6-2 第 1 案 基礎

6.1.2 柱

柱には 40mm×20mm の角パイプを使用する。長さは 1,800mm で先端に桁を受ける鞘があり、柱の側面(テント内側の面)には梁を受けるための穴あけ加工を施す。

柱上端には桁を受ける鞘が溶接されている。鞘の両端はねじ切り加工をし、蝶番で開閉する構造となっている。桁を納めて鞘を閉じ、内側にねじ切り加工をした蓋パーツで両端を締める。桁に柄パーツが溶接されているため、桁を鞘に収めた後は柄と蓋が干渉し桁が軸方向へ抜け落ちないようにになっている。

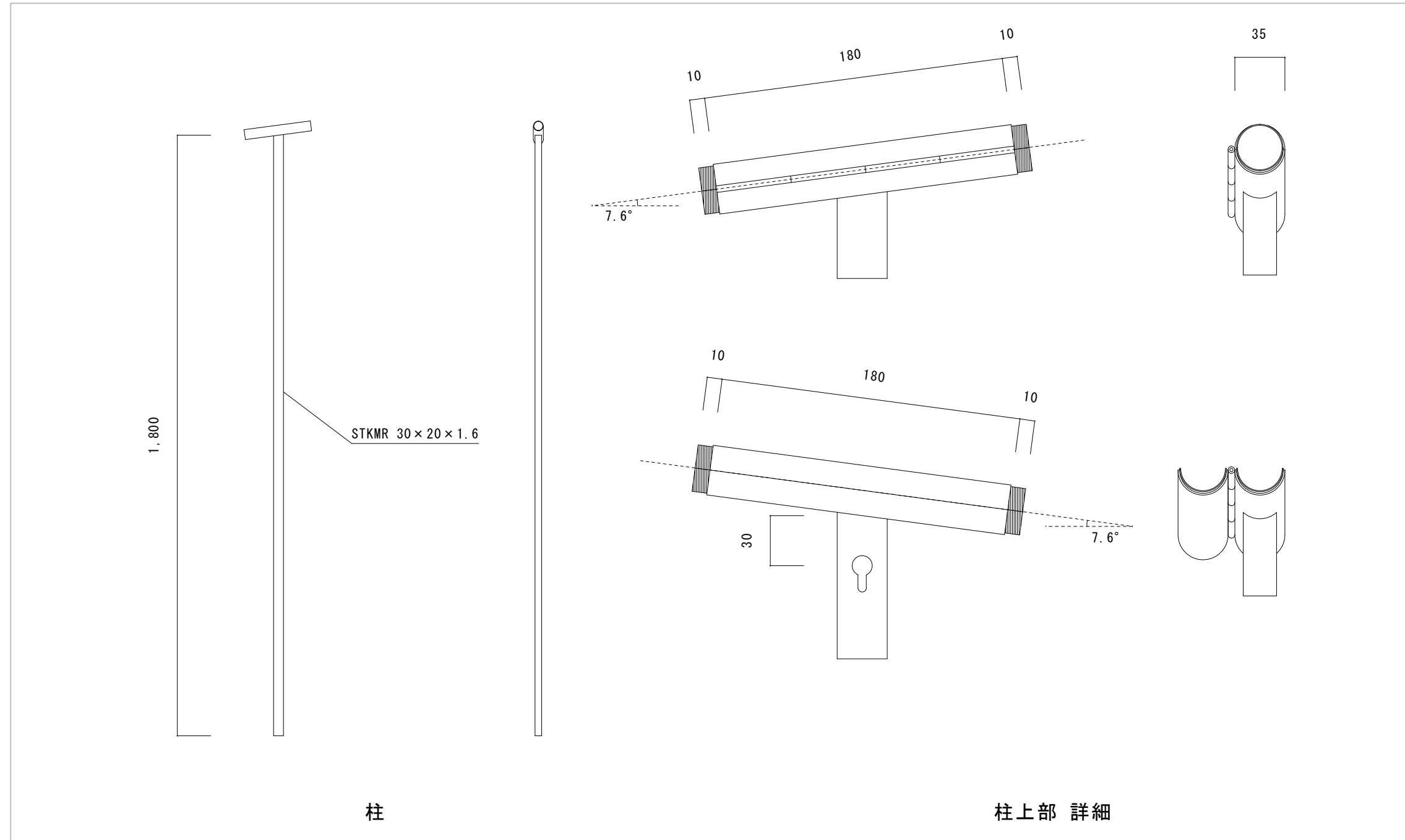


図 6-3 第1案 柱

6.1.3 桁

桁は直径 25mm の鋼管を使用する。1,600mm の長い材の両端に 500mm の材を継ぎ足して 2,600mm の桁とする。1,600mm の材の両端にはボルトを溶接し、500mm の材にナットを溶接することで継ぎ足せる機構を作る。柄パーツは柱の鞘部分に収まり蓋パーツに干渉する(図 6-5)。

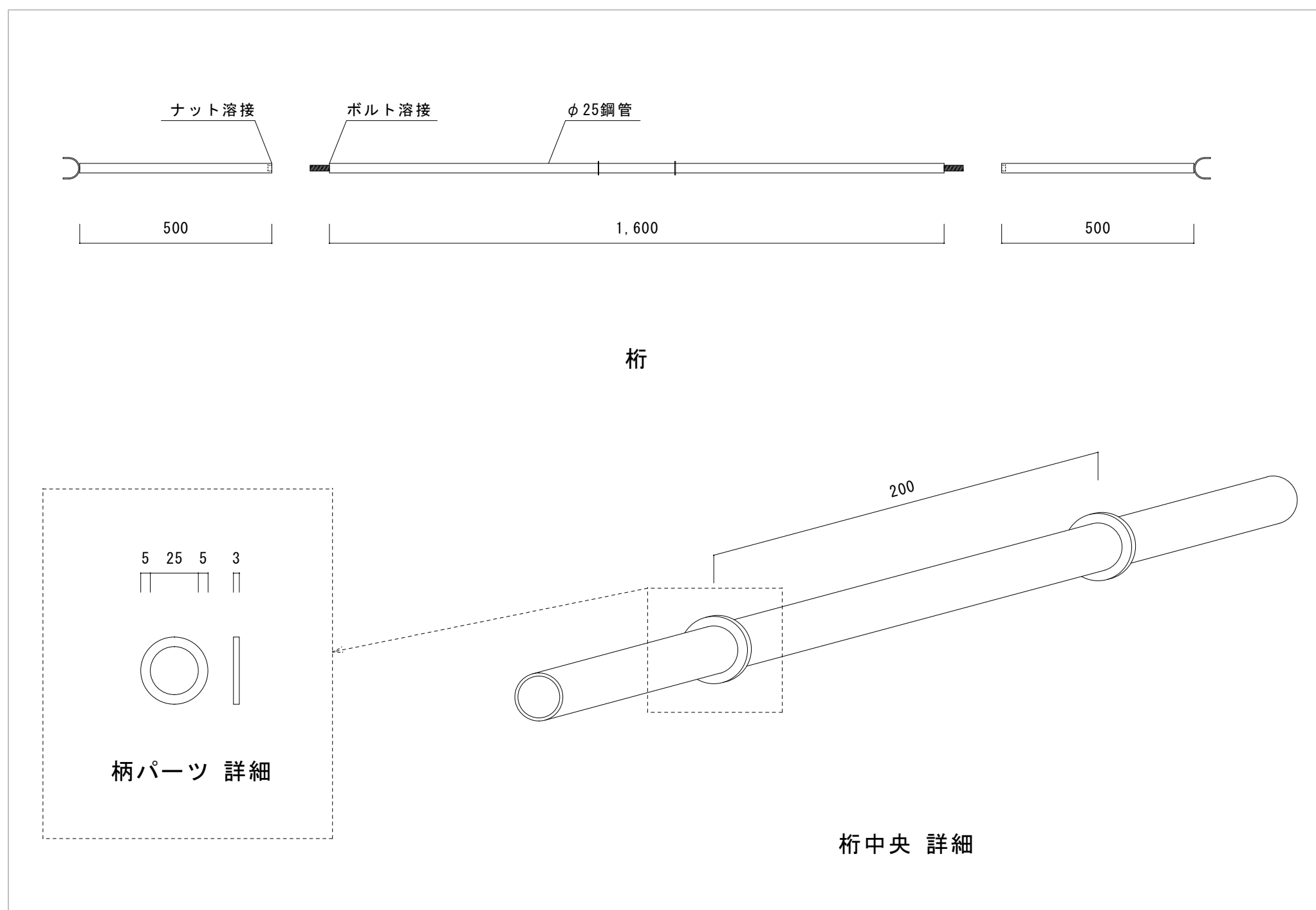


図 6-4 第1案 桁

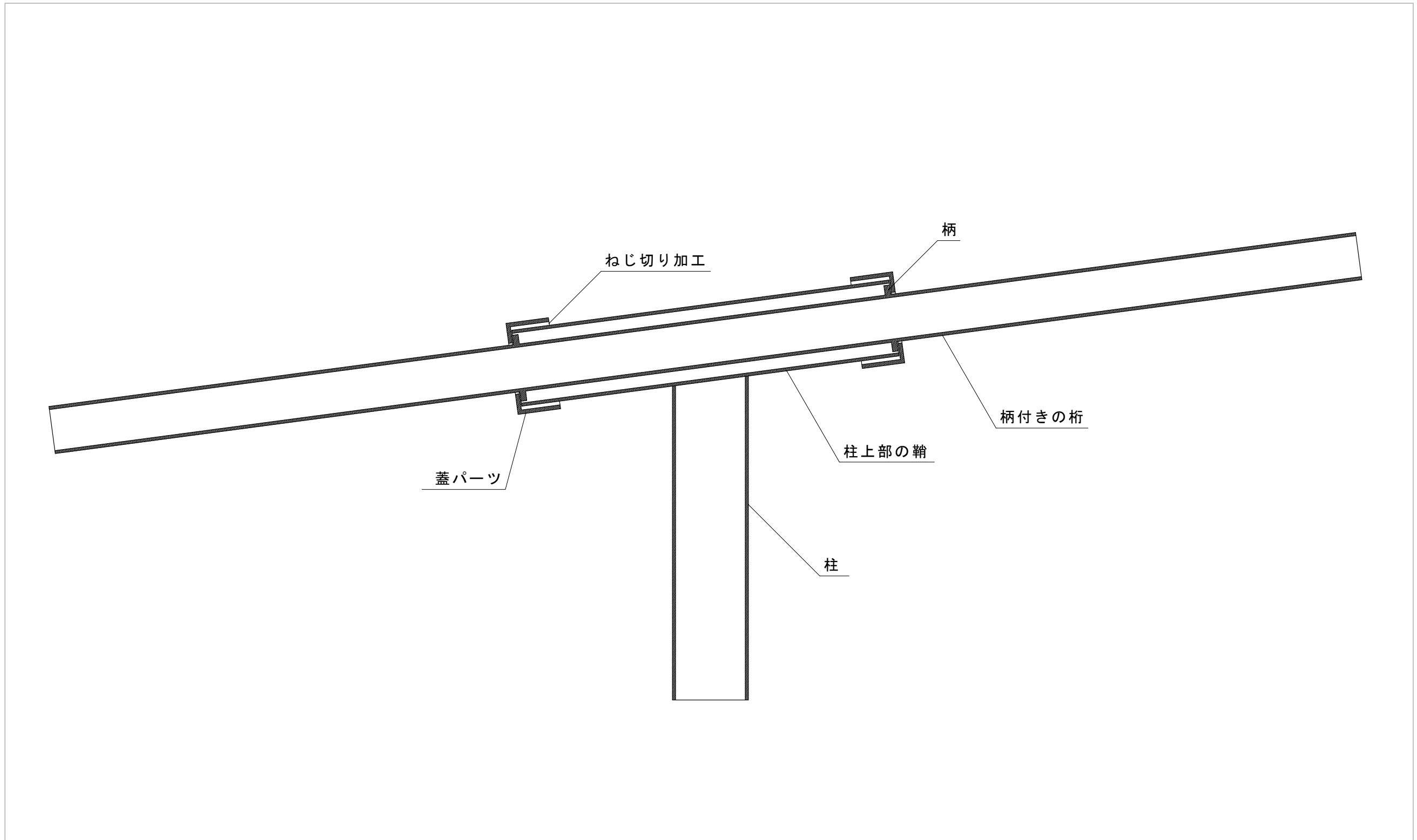


図 6-5 桁と柱の納まり

6.1.4 梁

梁は上からの荷重を受ける部材ではなく、柱を繋いでテント全体の横倒れを防ぐ部材として設計した。柱と噛み合う端部は鉄プレートを溶接して接する面積を広げて力の伝達を高めている。梁は3,000mmの長さがあるため半分に切断し、ボルトとナットの溶接によって1,500mmの材2本を継ぎ足す構造とした。

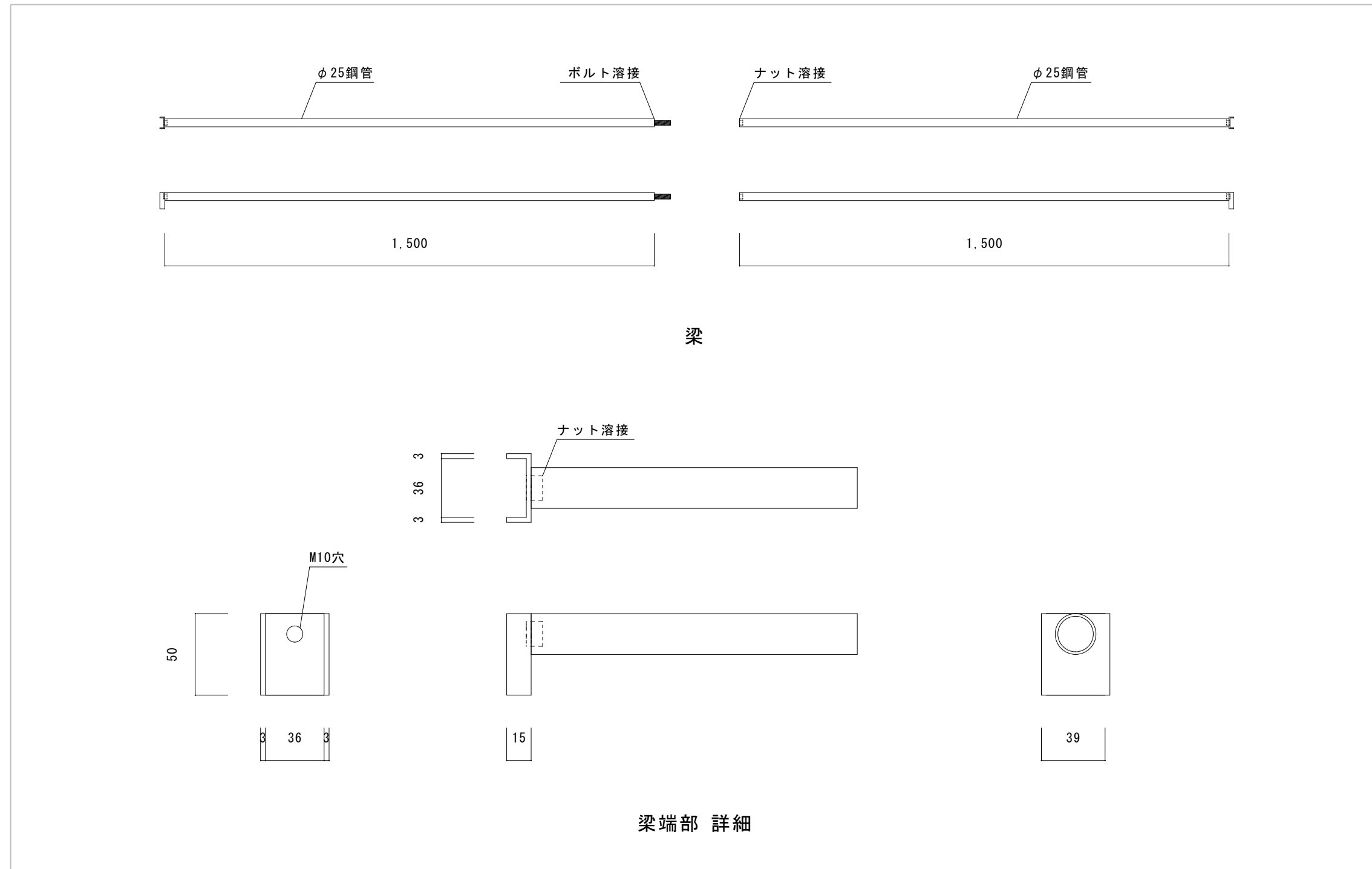


図 6-6 第1案 梁

6.1.5 生地

生地の素材は既存テントと同じものを使う。既存テントでは生地のリブ部分に物干し竿を通して竿を桁端部で支えたが、第1案のテントでは生地のリブに桁が通る。生地が受ける風荷重は桁全体に伝わり、最終的に柱と基礎で受ける。

桁の直行方向に生地の骨となる部材がないため、展開時は生地中央が垂れ下がり曲線を描く。これは機能面に問題はないとした。

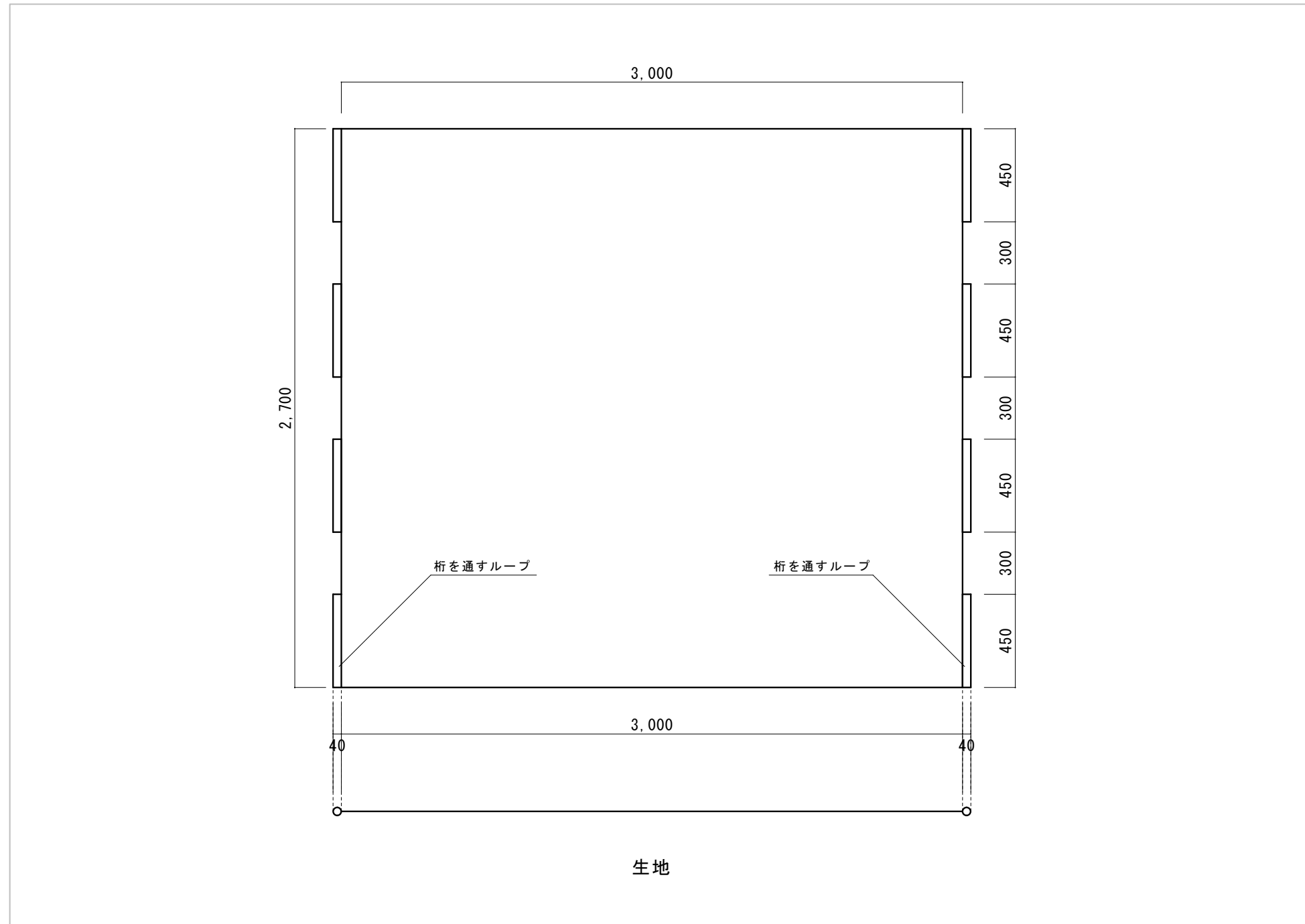


図 6-7 第1案 生地

6.2 既存テントとの比較

各パーツの質量を既存テントと比較する(表 6-1)。

表 6-1 第1案と既存テントの各パーツの質量比較

	第1案		既存テント	
	質量 (kg)	使用個数 (個)	質量 (kg)	使用個数 (個)
基礎	5.04	2	4.1	2
基礎結合 プレート	—	—	6	2
柱	1.31	2	6.3	2
桁	2.38	2		
梁	2.11	1	—	—
生地	2.98	1	4.3	1
物干し竿	—	—	1	8
合計	22.55		45.1	

6.3 構造計算

部材の断面や材長は構造計算によって決定した。風速 10m/s の時の風荷重が生地に作用するものとし、第 1 案は生地に作用する風荷重を桁が受ける構造であるため、計算上は風荷重は桁作用する分布荷重として計算した。(図 6-8)は荷重のイメージである。矢印は桁に風荷重と生地の重量、自重が分布荷重として作用することを表す。また、片方の桁および柱が負担する荷重は生地の 1/2 の面積に作用する風荷重であるとして生地を半分網がけで強調している。

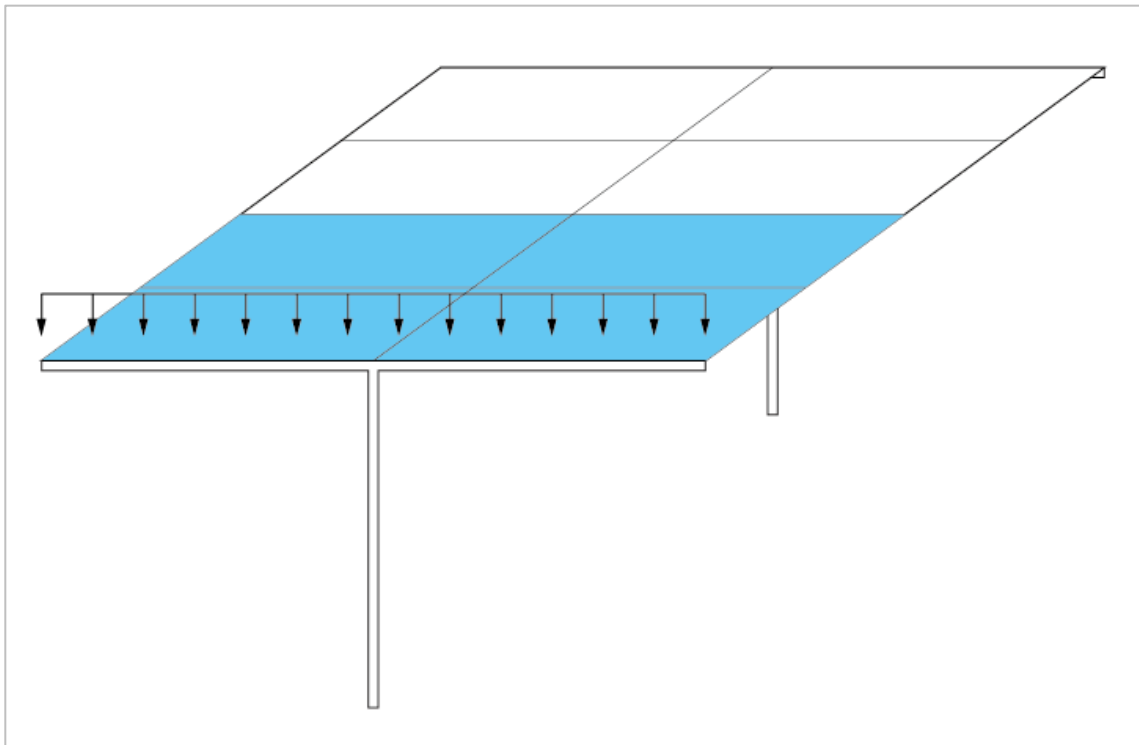

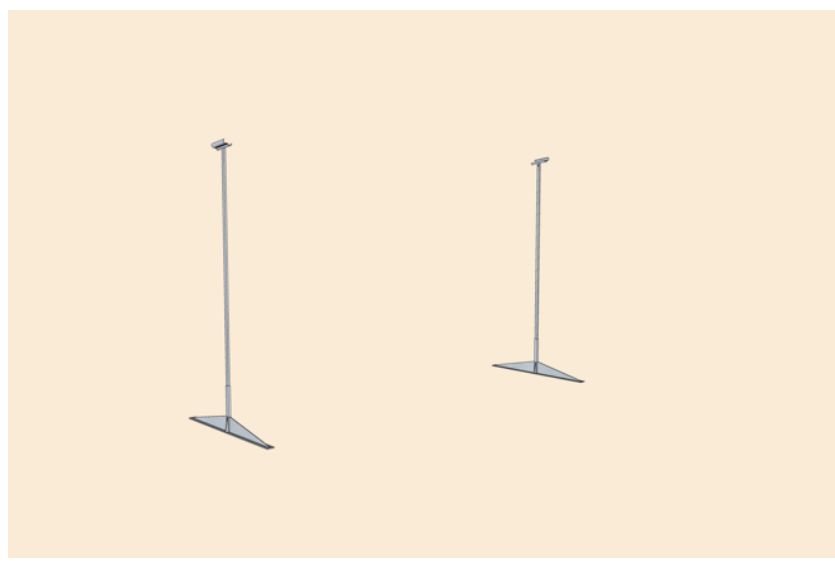
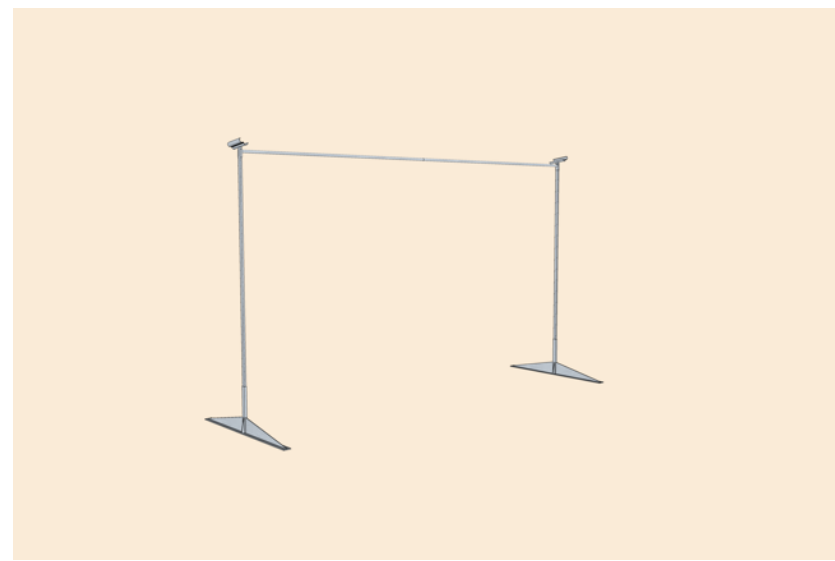
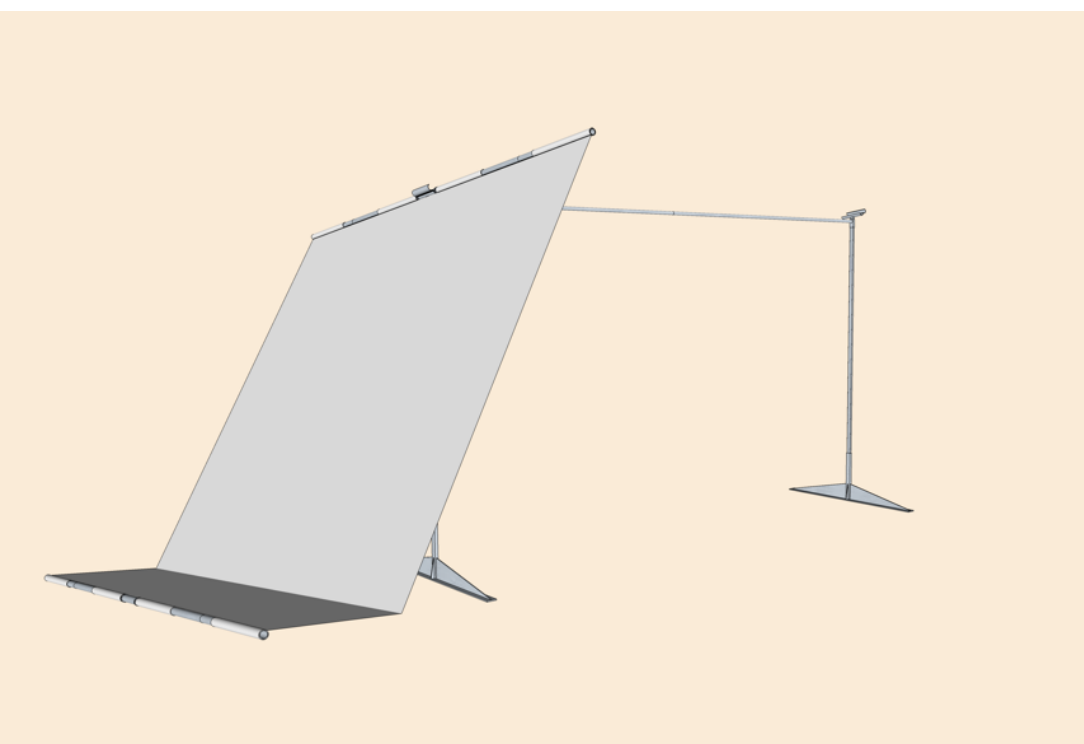



図 6-8 第 1 案 荷重イメージ

6.4 建て方

(表 6-2)で第1案を建てる手順を解説する。

表 6-2 第1案を建てる手順

1 基礎を設置する	2 柱を立てる	3 梁をかける
		
4 生地に桁を通し、桁を柱に固定する	5 生地を持ち上げ、もう片方の柱に固定する	
		

6.5 課題

6.5.1 加工不可能なパーツ

柱上端部の鞘部分が鉄工所では加工不可能であった。具体的には鞘の素材となるパイプ外側にねじ切り加工を施すことが困難であること、ねじ切り加工ができたとしても切断し蝶番で開閉機構を作った時点でねじの溝を合わせられなくなることが加工不可能な理由であった。

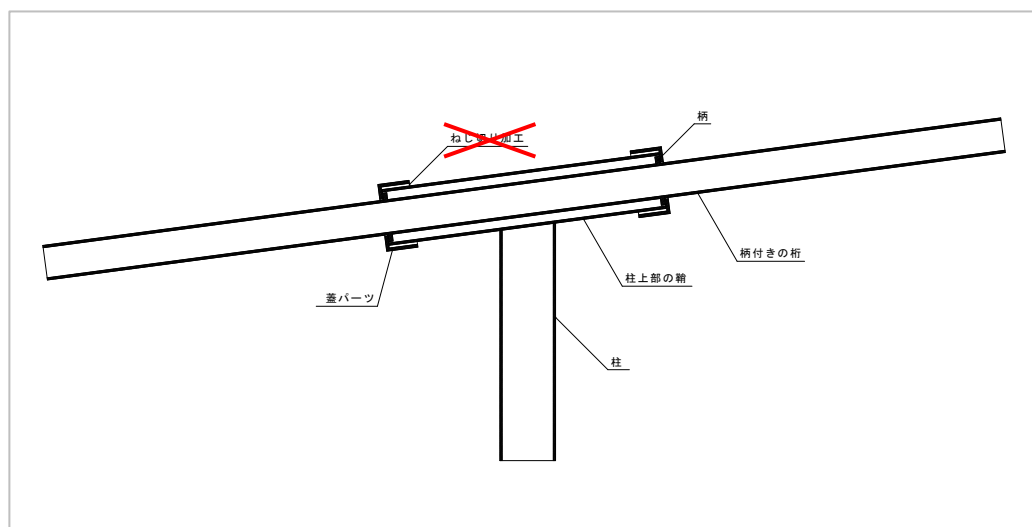


図 6-9 加工不可能部位

6.5.2 構造的な弱点

柱上端部の鞘は角パイプに溶接で取り付けることとしたが、ヒンジとなり応力が接合部に集中する構造である。桁から柱に応力を伝達する前に溶接部から破壊されると予測されるため、剛性を高めるための設計変更が必要であった。

7 第2案

第2案は第1案の課題を修正した案である。桁と柱の結合、柱と柱の繋ぎ方、鉄工所で加工可能な構造などが改善点である。また、鉄工所での製作をスムーズにするため「一人で展開できるテント」という設計方針を妥協して既存テントと同じ規格のものを転用した。

第2案は構造的には実現可能な案であったが、テント業者の廃業と研究日程の都合で実現できなかつたため廃案とした。



図 7-1 第2案 イメージ

7.1 構成パーツ

7.1.1 基礎

第1案からの変更点はない。

7.1.2 柱と桁

第1案からの変更点は柱と桁の結合部分である。第1案では加工不可能な点やヒンジで曲げに弱い点を課題として挙げた。第2案では鞘のねじ切り加工と開閉機構を取りやめ、(図7-2,図7-3)のように設計した。柱上端部のパイプに桁を継ぎ足す機構となっている。また、第2案では桁端部で生地に通した物干し竿を受ける構造としたため桁端部に鋼製プレートをつけて輪にしたパーツが取り付け。

配管の固定具として使われる金物(以下、立バンドと呼ぶ。)を桁に取り付ける。立バンドはボルトと蝶ナットで締め付ける力を調節できる。締め付ければ桁の軸方向に自由にスライド可能であり、強く締め付ければ摩擦力で好きな位置で固定できる。立バンドは鋼製プレートで柱とピン結合しているため、柱と桁は常に繋がっている状態である。

テント展開時は立バンドを締めることで鋼製プレートが方杖の役割を担って桁と柱の合成を高める。分解折りたたみ時は立バンドを緩めることで柱と桁をまとめることができる。

第2案は既存テントと同じように桁の両端部で物干し竿を受ける構造とした。桁両端部のU字のパーツは既存テントと同じ規格を用いた。

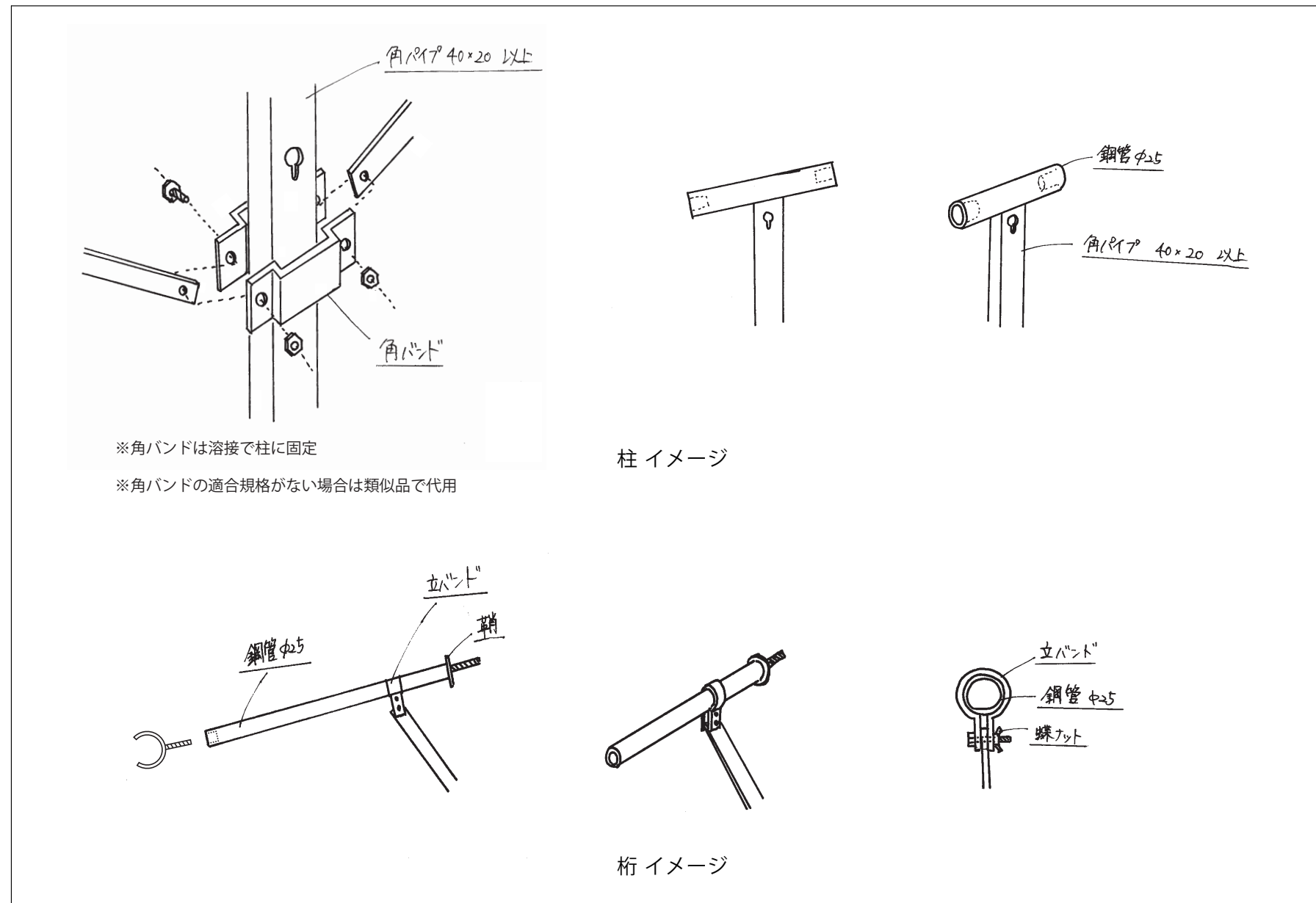
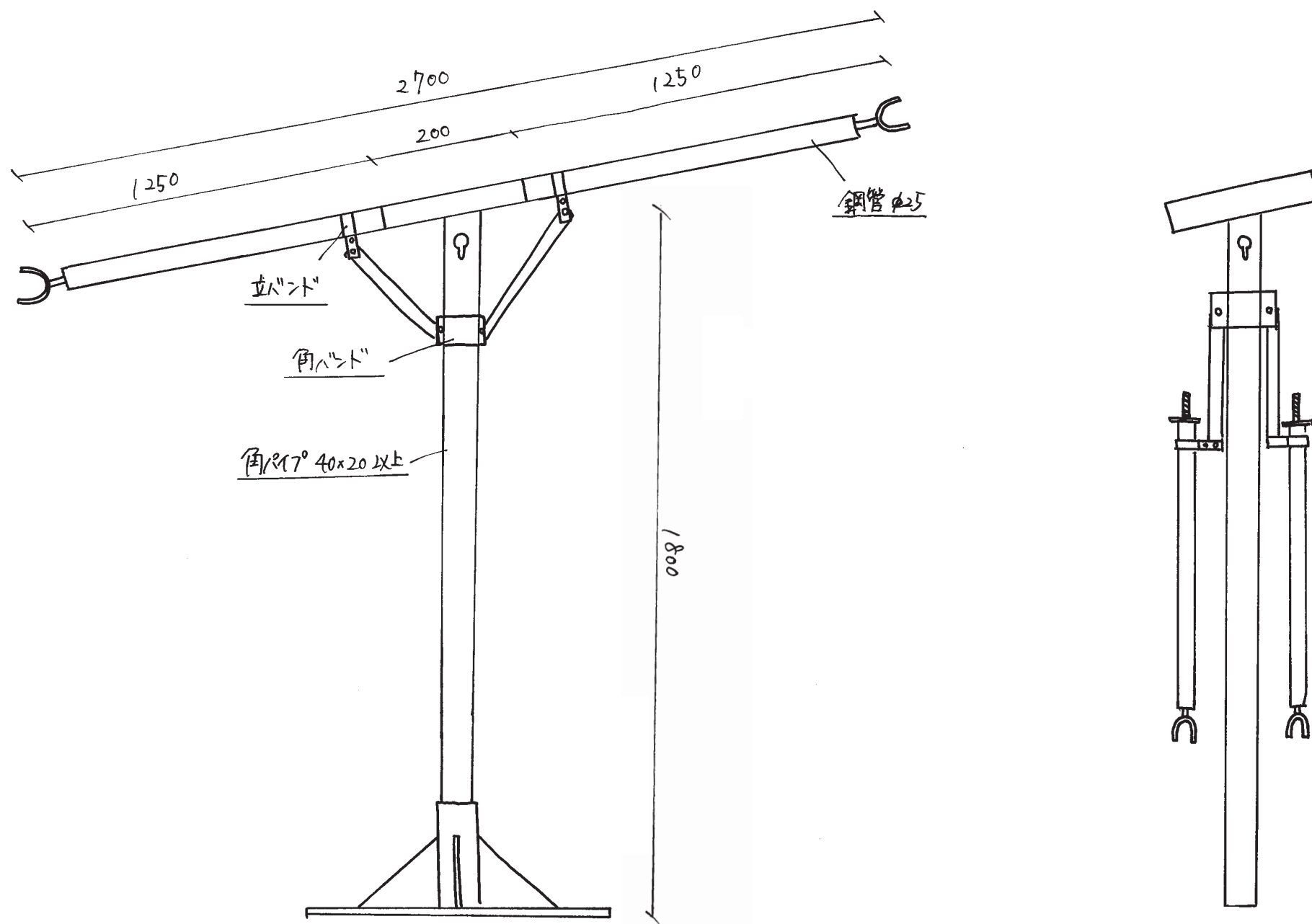


図 7-2 第2案 柱と桁



全体 イメージ

図 7-3 第2案 展開時のイメージ

7.1.3 梁

梁は第1案からの変更点はない。

7.1.4 生地

第1案では桁自体に生地を取り付ける構造であったが、第2案では生地に物干し竿を通して桁端部で物干し竿を受ける構造とした。風による生地のバタつきを抑えるため、生地と桁が接する部分は生地についている紐で結び留める。

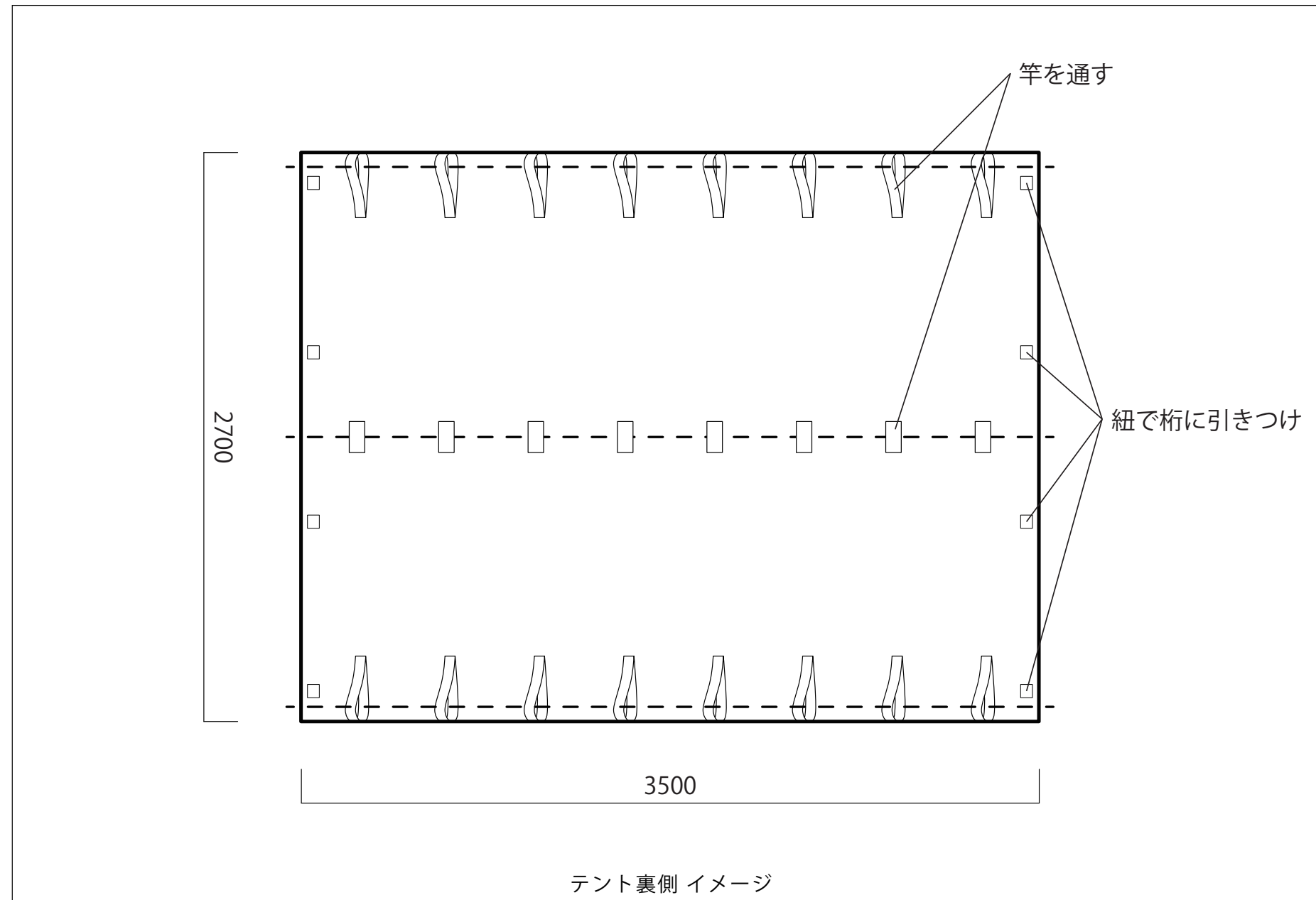


図 7-4 第2案 生地

7.2 既存テントとの比較

各パーツの質量を既存テントと比較する(表 7-1)。

表 7-1 第2案と既存テントの各パーツの質量比較

	第2案		既存テント	
	質量 (kg)	使用個数 (個)	質量 (kg)	使用個数 (個)
基礎	5.04	2	4.1	2
基礎結合 プレート	—	—	6.0	2
柱	3.94	2	6.3	2
桁				
梁	2.11	1	—	—
生地	3.48	1	4.3	1
物干し竿	1.0	3	1.0	8
合計	26.55		45.1	

7.3 構造計算

第2案は桁端部で物干し竿を受けるため、生地に作用する風荷重は桁端部への集中荷重として扱う。桁と生地が紐で固定されているが、桁端部への力の伝達が優先されるものと仮定する。また、風速 10m/s の場合の風荷重が作用するものとする。

桁の端部に作用する荷重は生地の 1/4 の面積に作用した風荷重と 1/4 分の生地の重量である。桁の自重は分布荷重で桁に作用する。

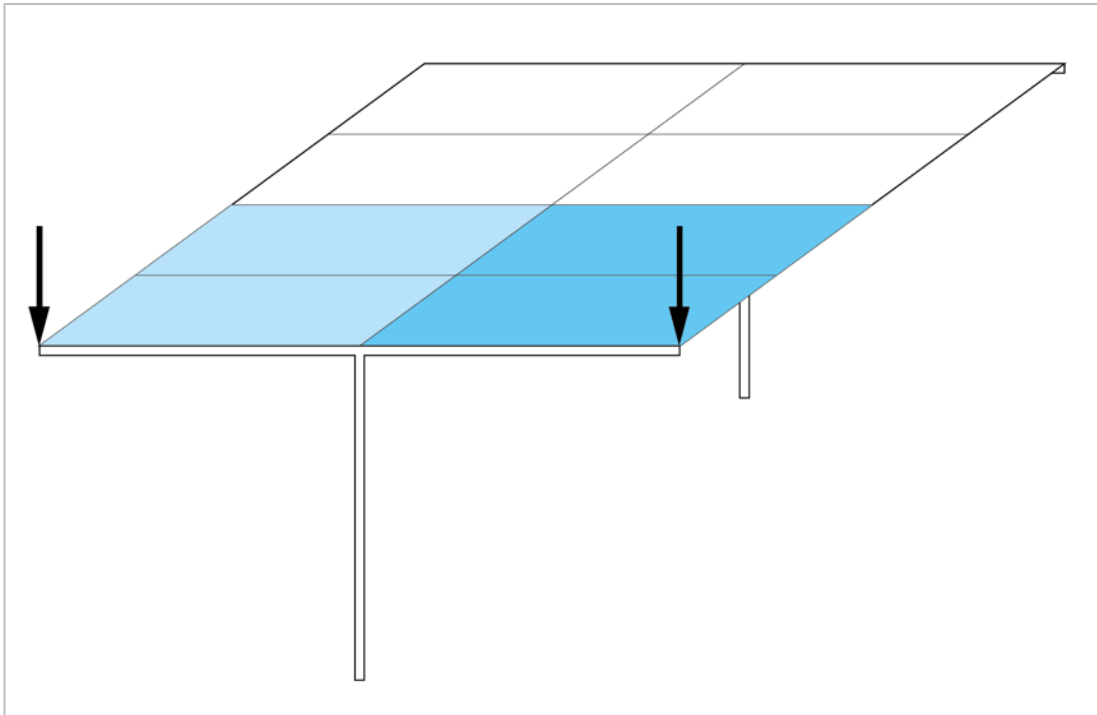
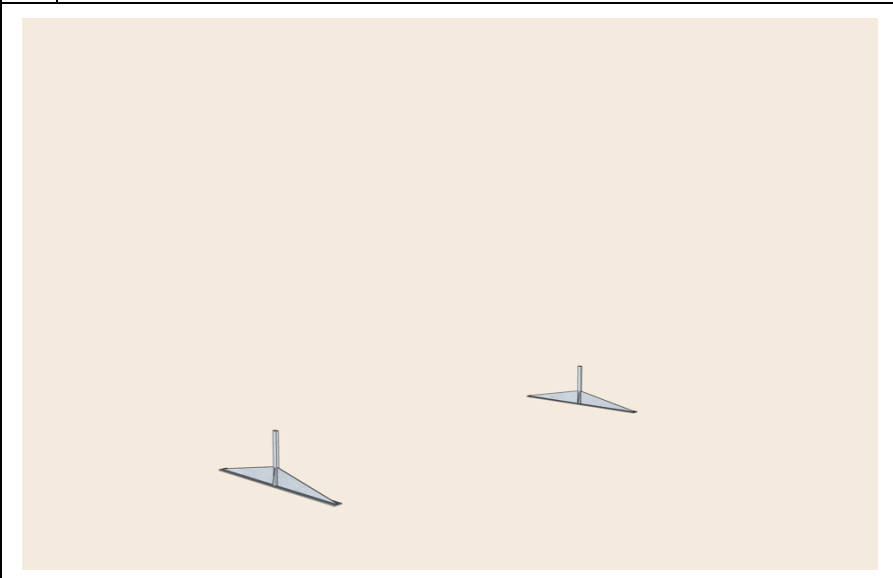
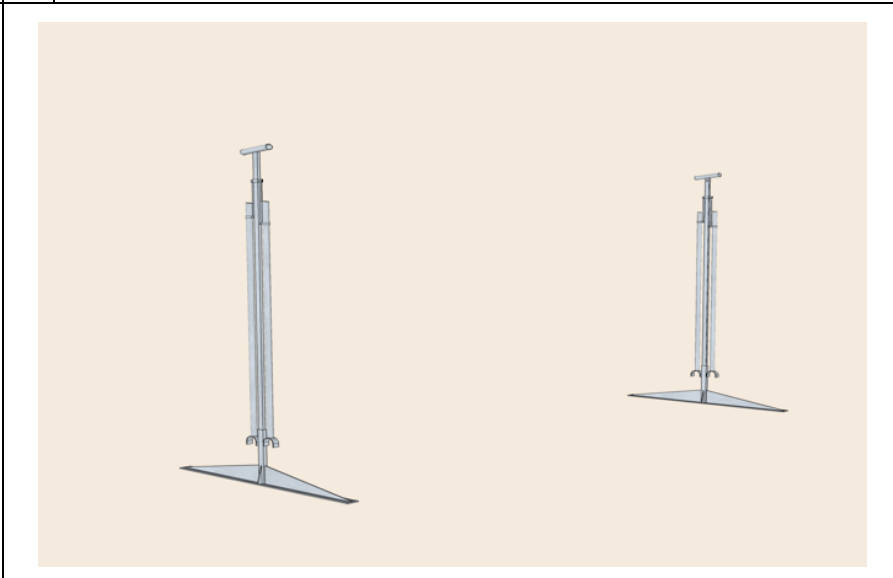
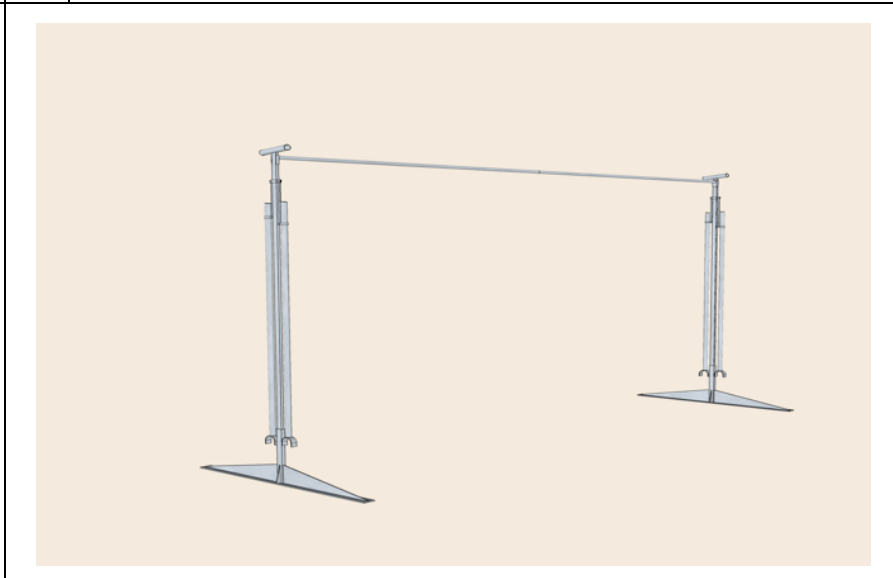
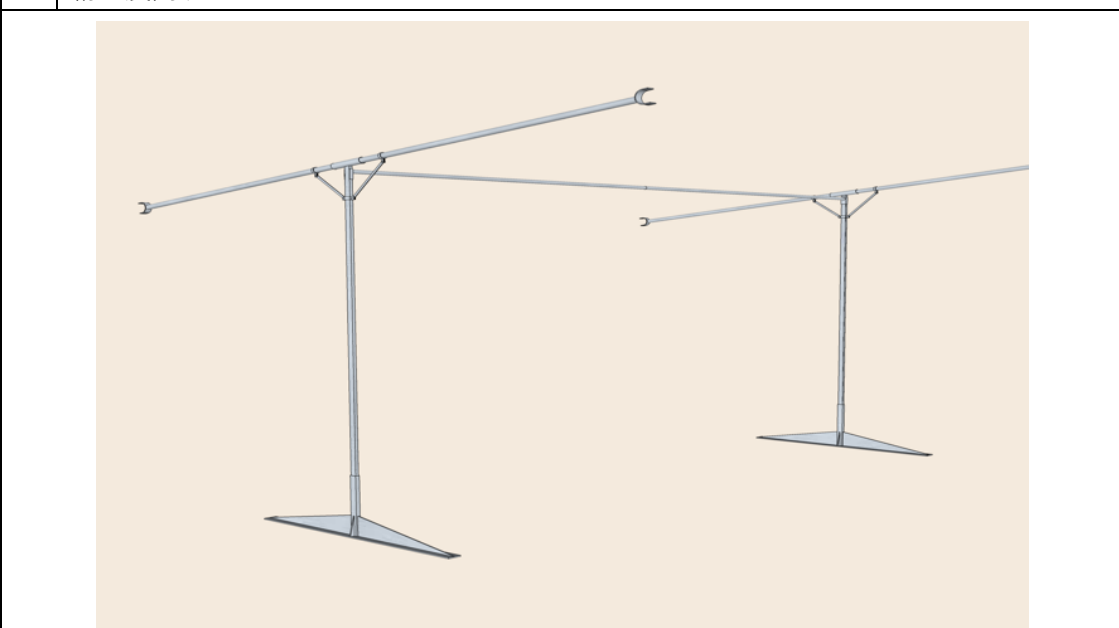



図 7-5 第2案 荷重イメージ

7.4 建て方

(表 7-2)で第 1 案を建てる手順を解説する。

表 7-2 第 2 案を建てる手順

1 基礎を設置する	2 柱を立てる	3 梁をかける
		
4 桁を展開する	5 生地を展開する	
		

8 第3案

第3案は自身で製作するものとして基本の構成素材は木材とした。屋根勾配は約 4.8° である。休憩所のベンチを兼ねた基礎で前後左右の揺れに耐える構造とすることで機能と構造の合理化を図った。

金属加工や溶接ができないため第1案、第2案と比べるとテント全体の強度は下げざるを得なかった。第1案、第2案では風速 10m/s の場合の風荷重で構造計算をしていたが、第3案では風速 7m/s の場合の風荷重を想定して構造計算をした。風速 7m/s 場合の風荷重は風速 10m/s 場合のおよそ2分の1である。

第3案は構造面の欠陥により建てることができなかつたため廃案とした。

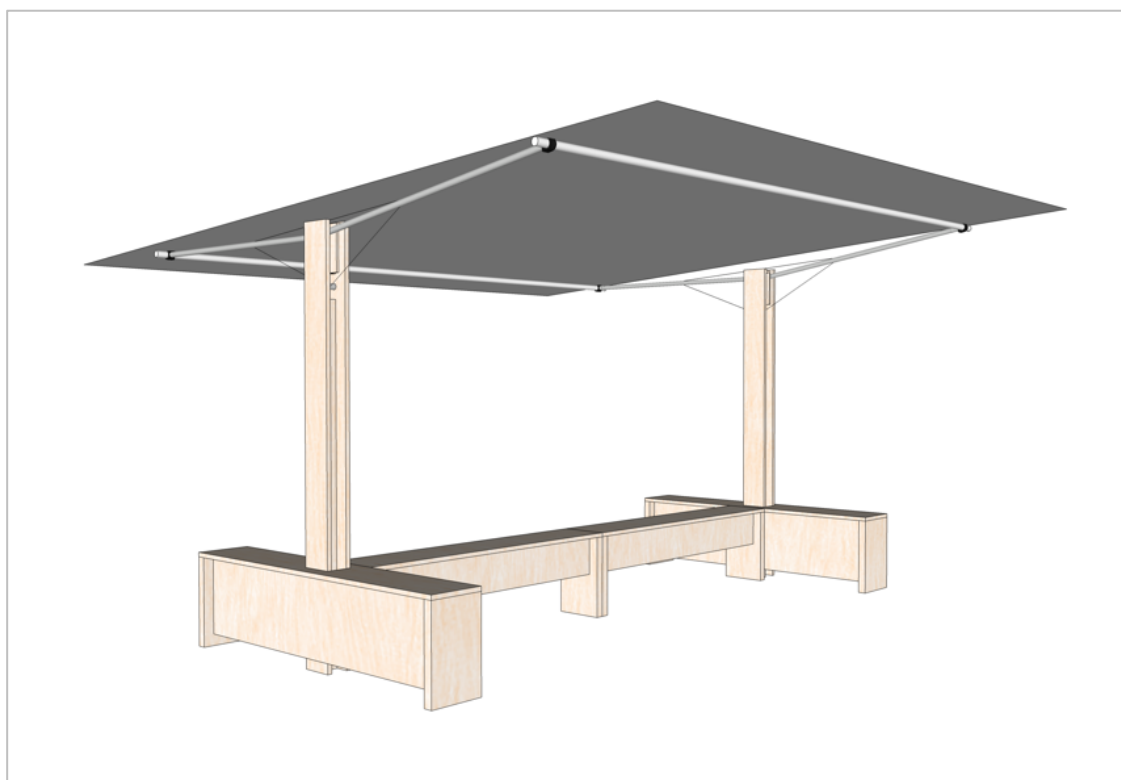


図 8-1 第3案 イメージ

8.1 構成パーツ

8.1.1 柱

18mm厚の集成材を108mm×140mmのH型に組んだものを柱とした。H型の隙間にアルミパイプが収納される。ワイヤーは直径2mmのステンレスワイヤーを使用した。

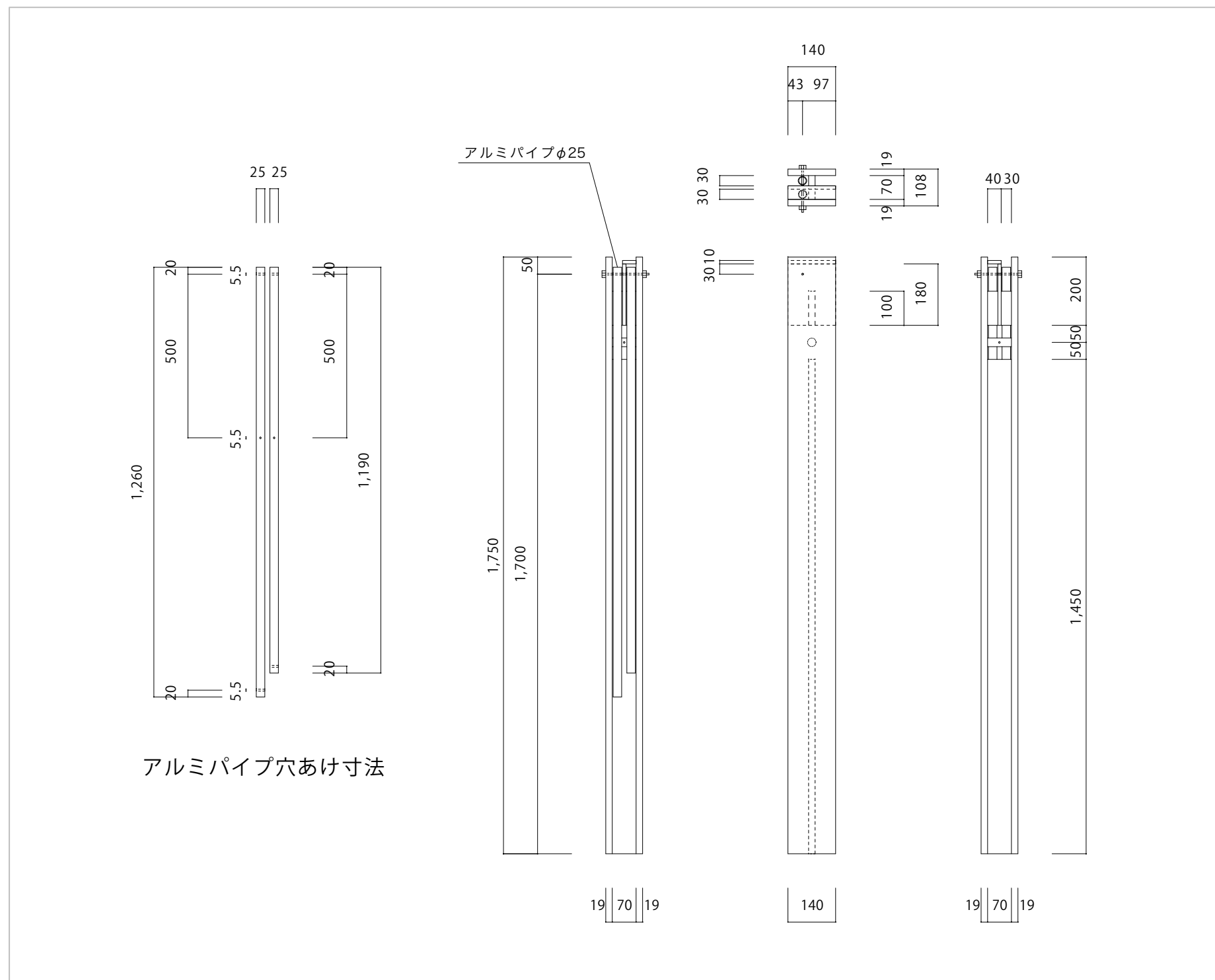


図 8-2 第3案 柱

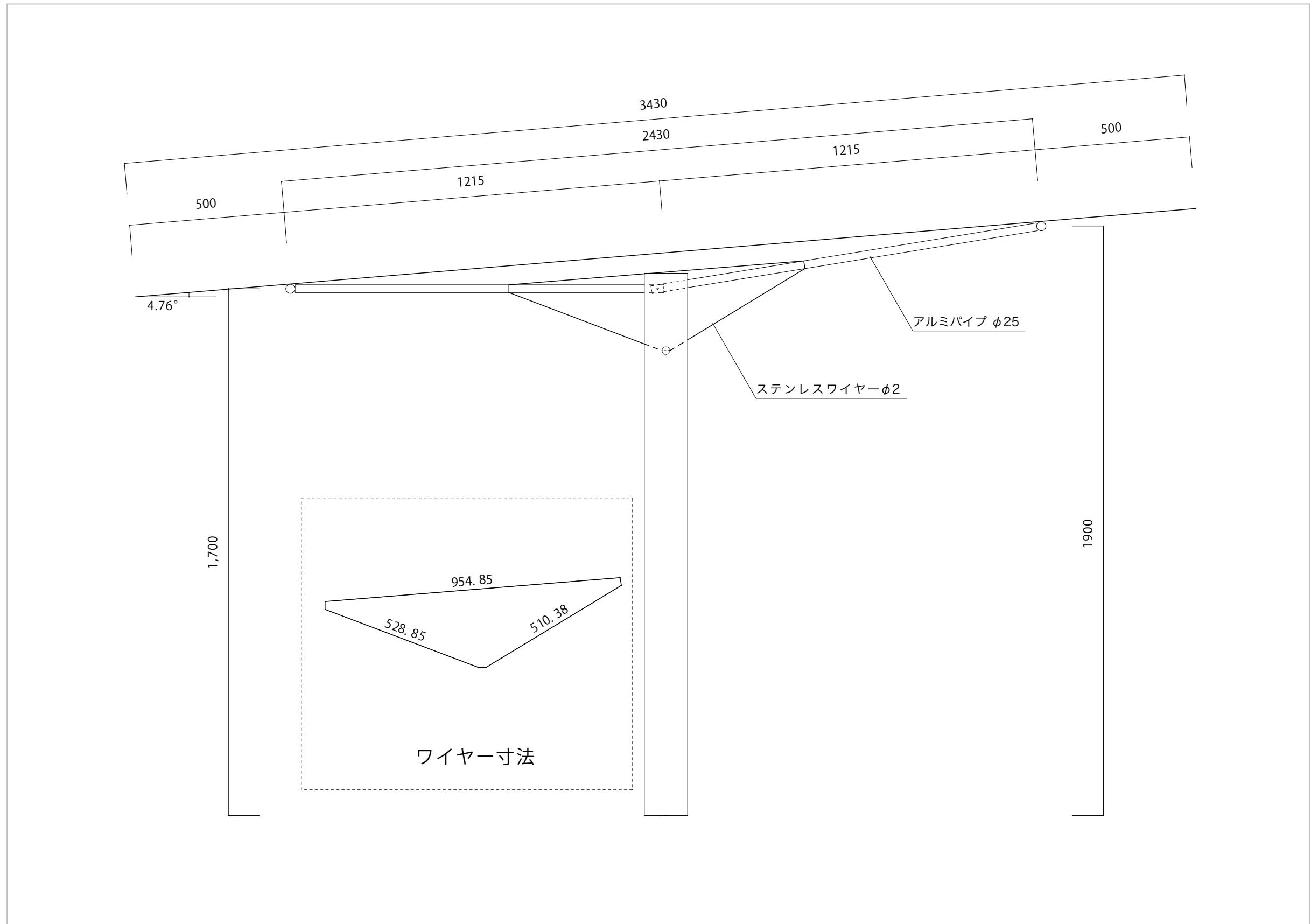


図 8-3 展開時の寸法

8.1.2 基礎兼ベンチ

ベンチの脚と座面は1×10のSPF材、曲げ荷重を負担する梁は18mm厚の集成材を2枚使用している。梁せいは180mmもあれば集成材1枚でも900kg以上の耐荷重があり十分であるが、柱の基礎となるベンチについては柱の揺れを抑える必要があるため梁せいを330mmとしている。

柱の基礎となるベンチの間を2つのベンチで繋ぎ、計4つのベンチをボルトで接合することによってテント全体の横揺れを抑えている。

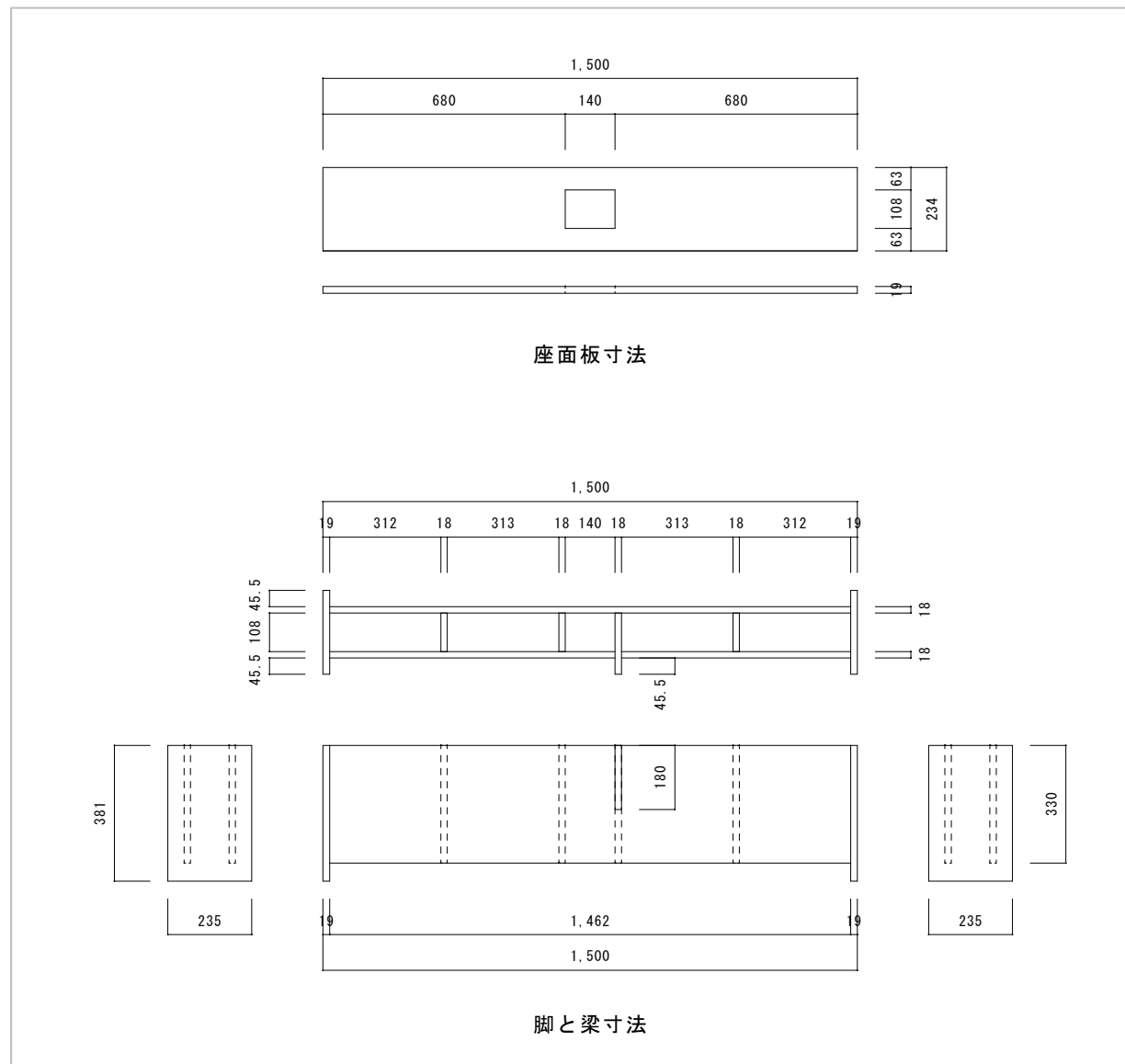


図 8-4 第3案 柱の基礎となるベンチ

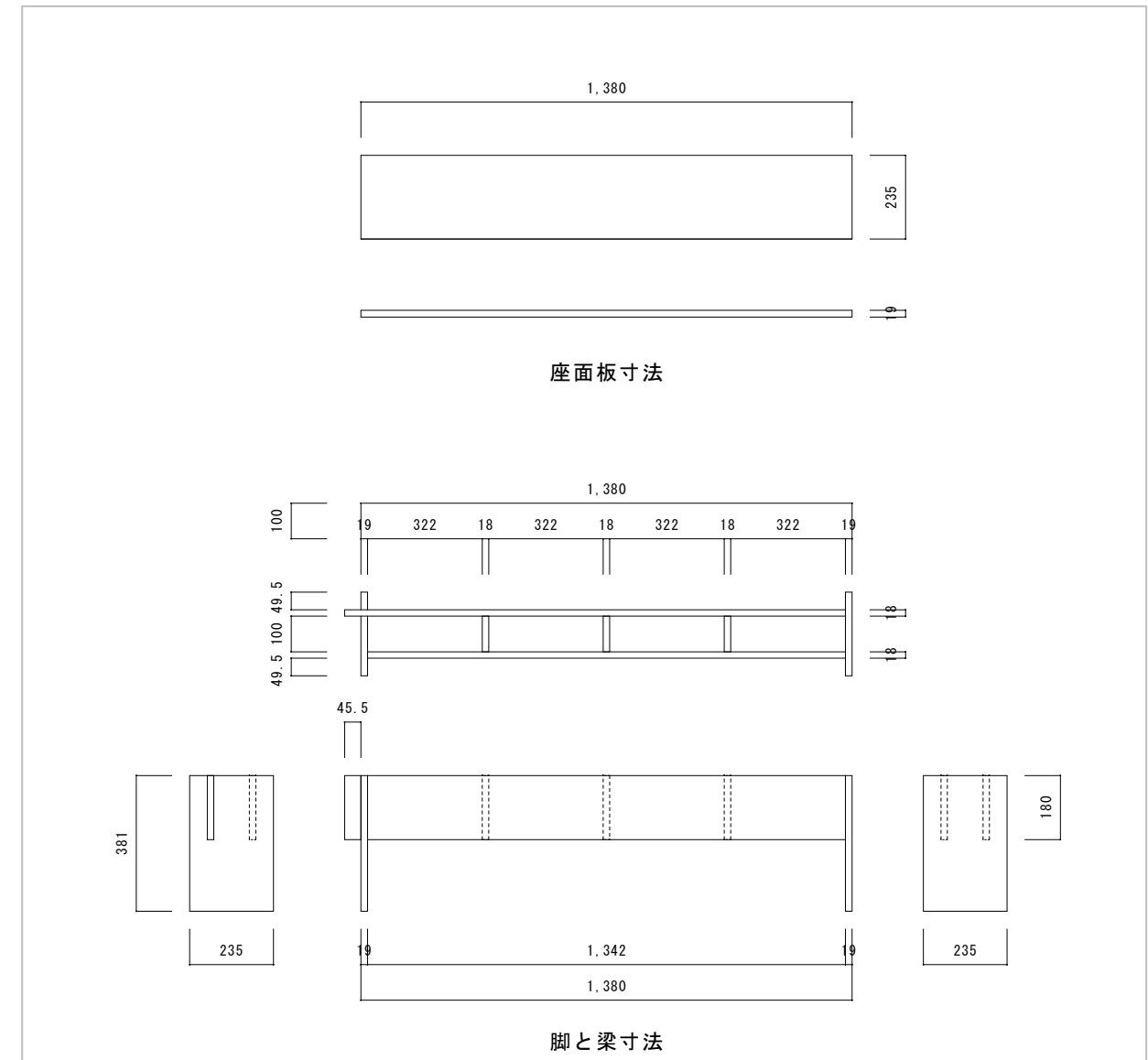


図 8-5 第3案 ベンチ

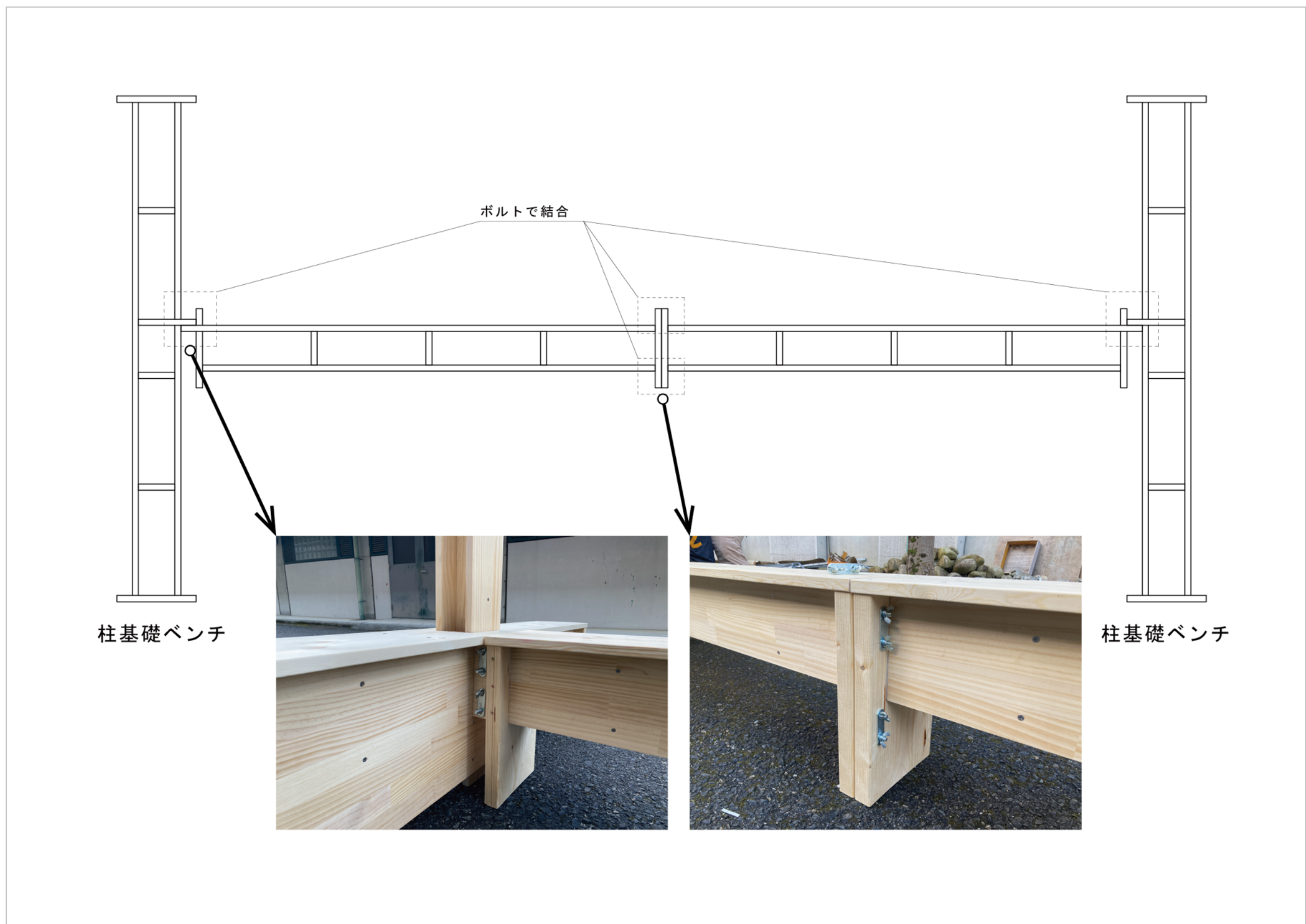


図 8-6 ベンチ結合イメージ



図 8-7 実際に組み上げたベンチ

8.1.3 桁

桁には穴あけ加工が必要であったためアルミパイプを使用した。ステンレスや鉄と比較すると強度が劣るが、柱やベンチが木製であり桁が破壊される前に柱もしくはベンチが破壊されるため問題ないものとした。

第3案は第1案、第2案と比べてパーツが重くなるため、テント生地を展開機構を工夫してテント使用時の負担軽減を図った。柱と2本の桁は直径3mmのワイヤーで繋がっており、ワイヤーを桁に貫通させてスリーブでかきめることでワイヤーと桁を一体にする。これにより展開時には1本の桁を回転させることでもう1本の桁がワイヤーに引かれて開く機構となる(図8-8)。

折りたたみ状態から桁を回転させ、展開した後にワイヤーの両端をターンバックルで緊張することで、展開した2本の桁と柱が相互に引っ張り合いY字の形状を保つ(図8-9)。

第3案も第2案と同じく桁端部で生地に通した物干し竿を受ける構造であるため、桁端部に装着できる受けパーツを3Dプリンターを使用してポリカーボネートで作成した。

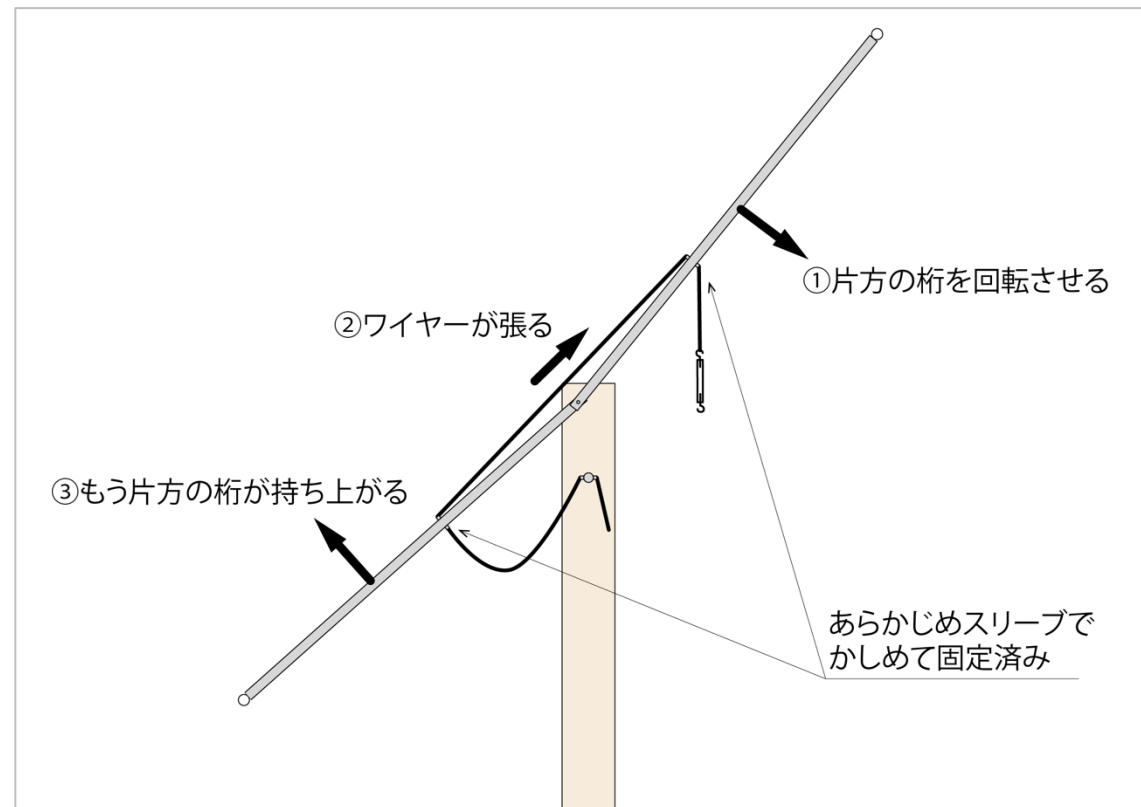


図 8-8 展開の機構

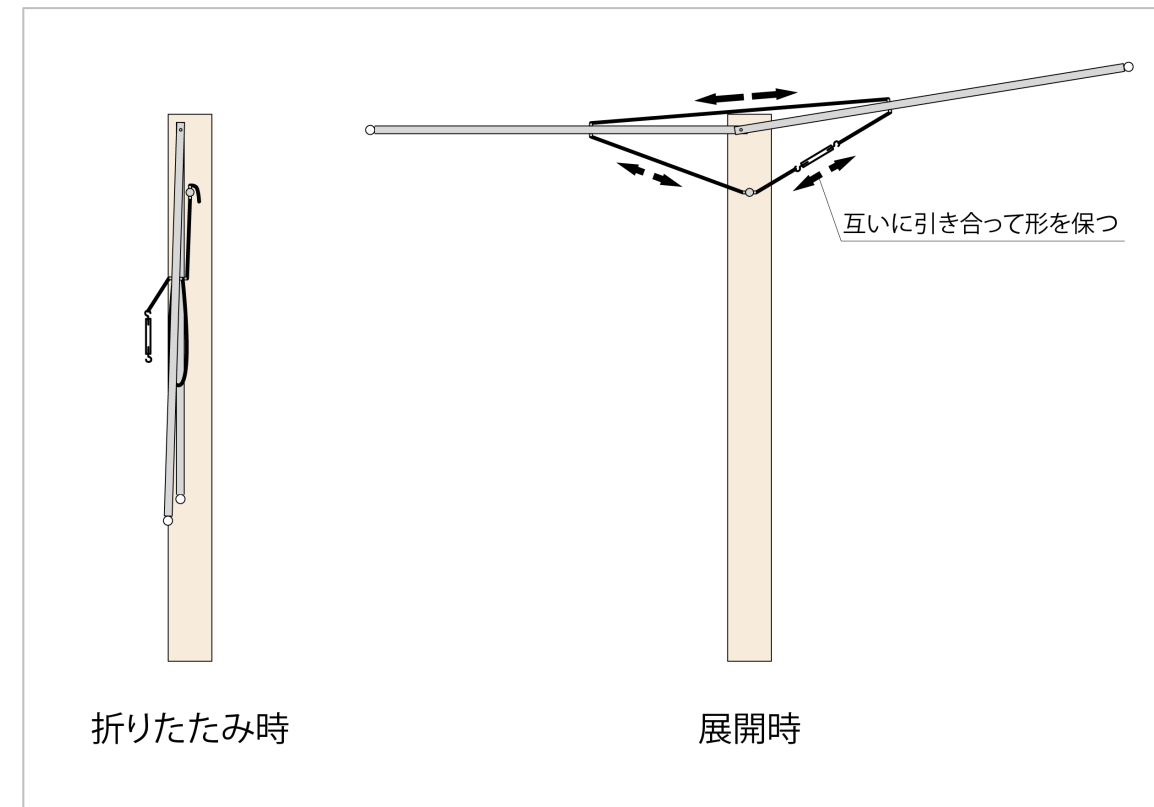


図 8-9 ワイヤーの張力による Y 字形状の保持

8.1.4 生地

第3案では既存テントと同じように生地が桁よりも500mm前に飛び出す構造とした。既存テントは飛び出た部分の生地を物干し竿を数本通すことで持ち上げていたが、第3案ではあらかじめ生地に骨となる直径9.5mmのステンレスパイプを縫い付けて固定する。これにより展開時の手間を削減できる。

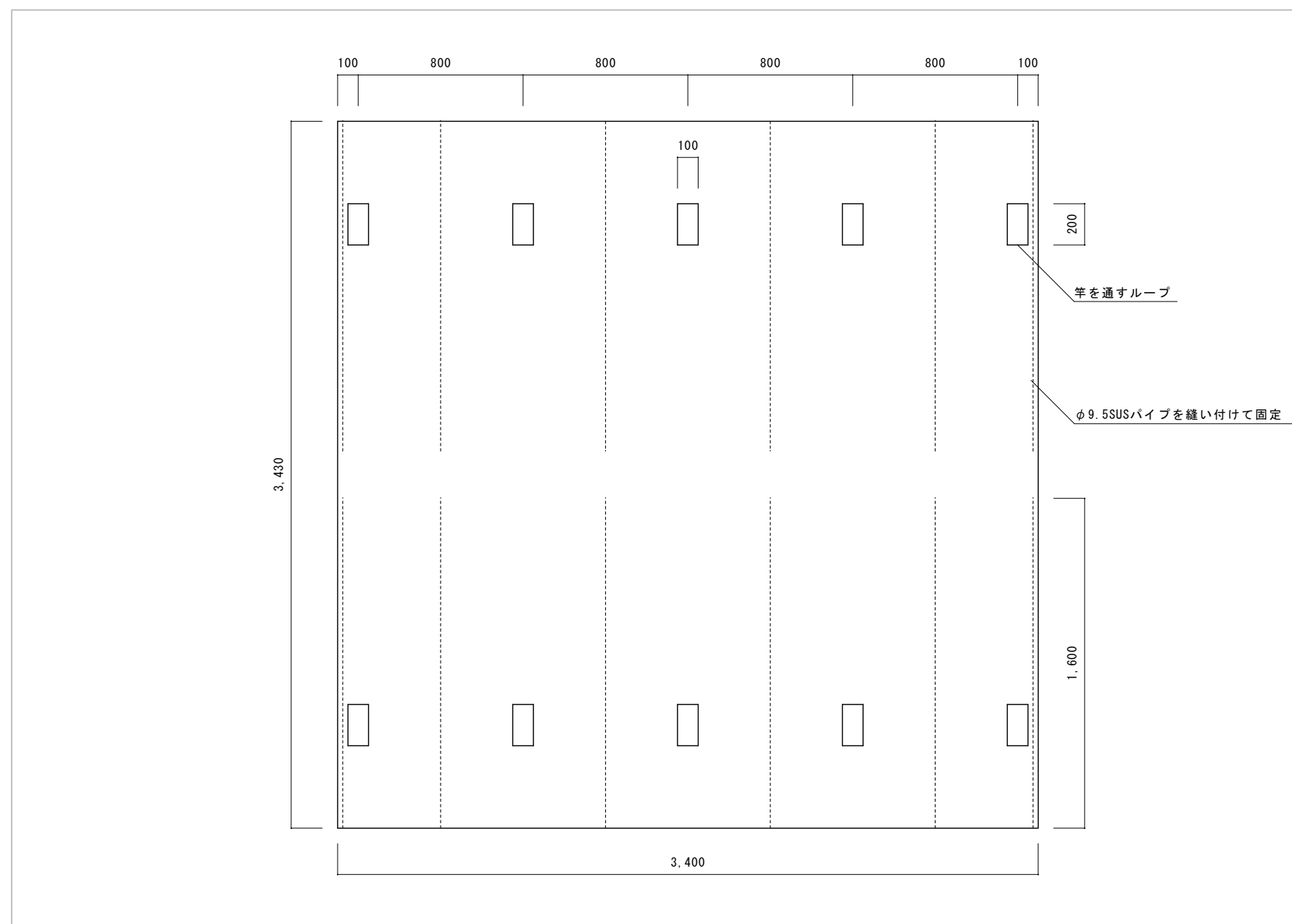


図 8-10 第3案 生地

8.2 既存テントとの比較

各パーツの質量を既存テントと比較する(表 8-1)。

表 8-1 第3案と既存テントの各パーツの質量比較

	第3案		既存テント	
	質量 (kg)	使用個数 (個)	質量 (kg)	使用個数 (個)
基礎	—	—	4.1	2
基礎結合 プレート	—	—	6.0	2
基礎兼ベンチ	15.35	2	—	—
ベンチ連結用 ベンチ	10.2	2	—	—
柱	5.75	2	6.3	2
桁				
生地	6.0	1	4.3	1
物干し竿	1.0	2	1.0	8
合計	70.6		45.1	

8.3 テント展開時の構造

ワイヤーによって2本の桁と柱がつながっており、桁の回転はワイヤーによる引っ張りとしてもう片方の桁と柱に伝わる構造である。

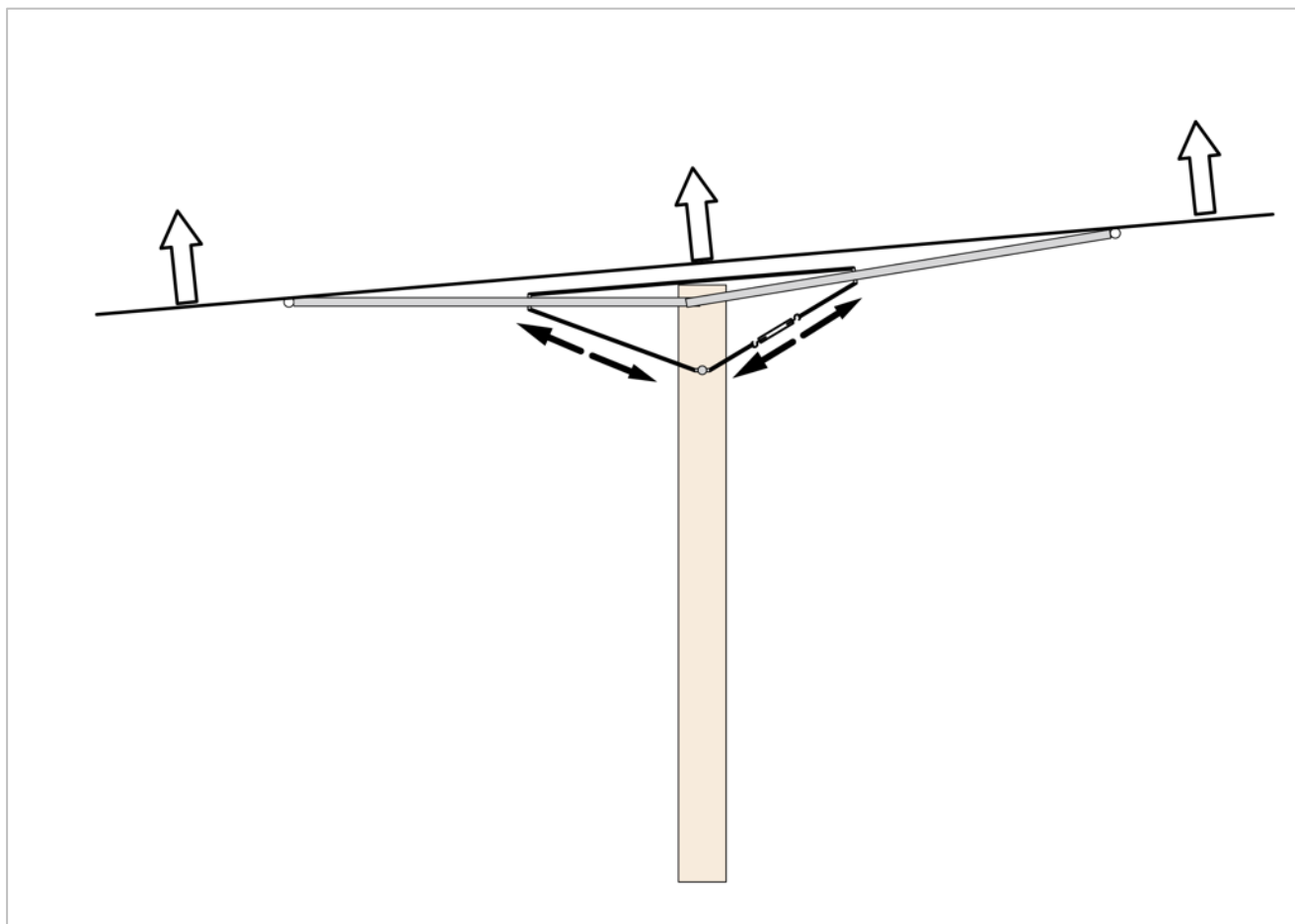


図 8-11 吹上げ時のイメージ

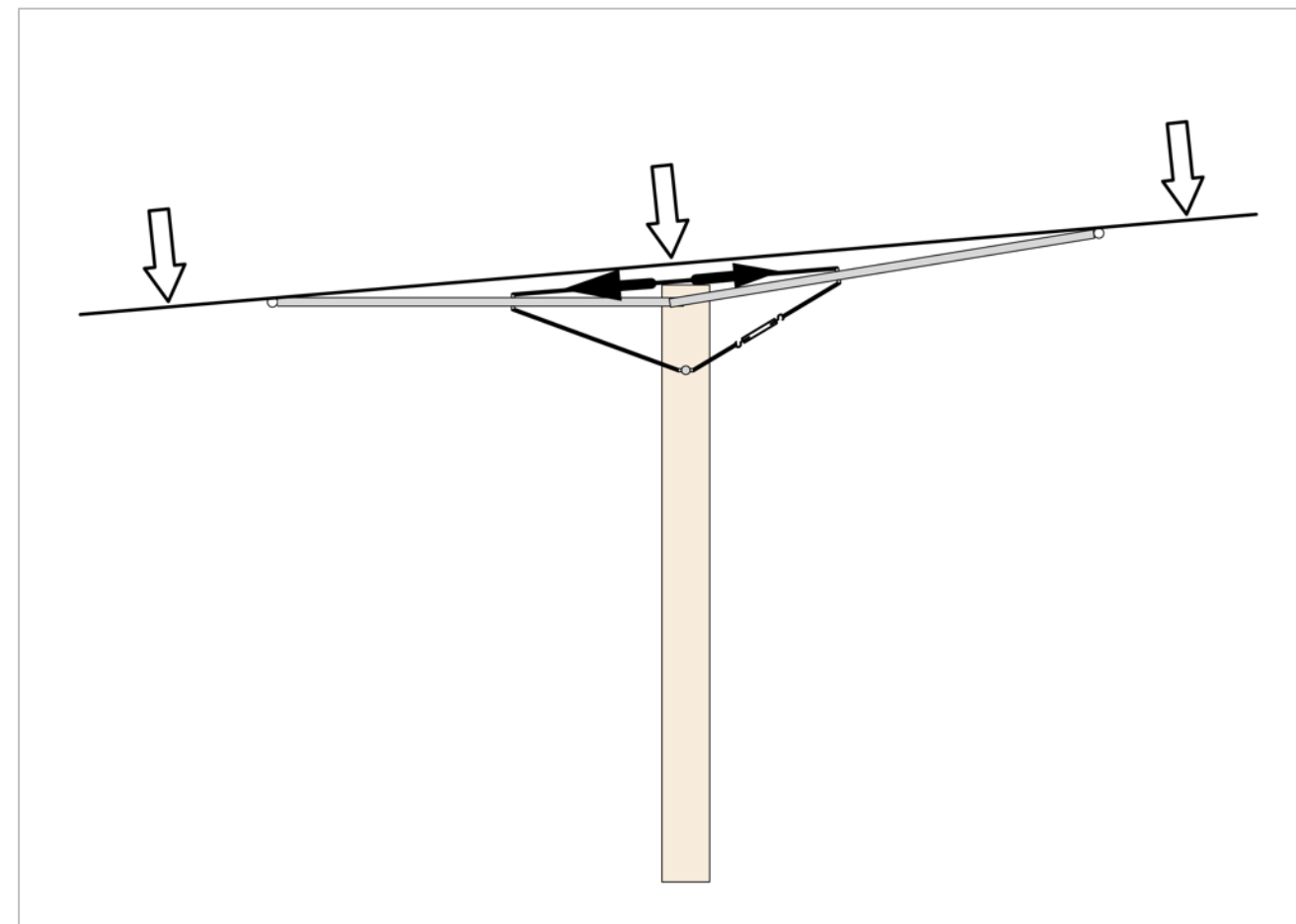


図 8-12 吹下ろし時のイメージ

8.4 構造計算

第3案は桁端部で物干し竿を受けるため、生地に作用する風荷重は桁端部への集中荷重として扱う。風速 7m/s の場合の風荷重が作用するものとする。

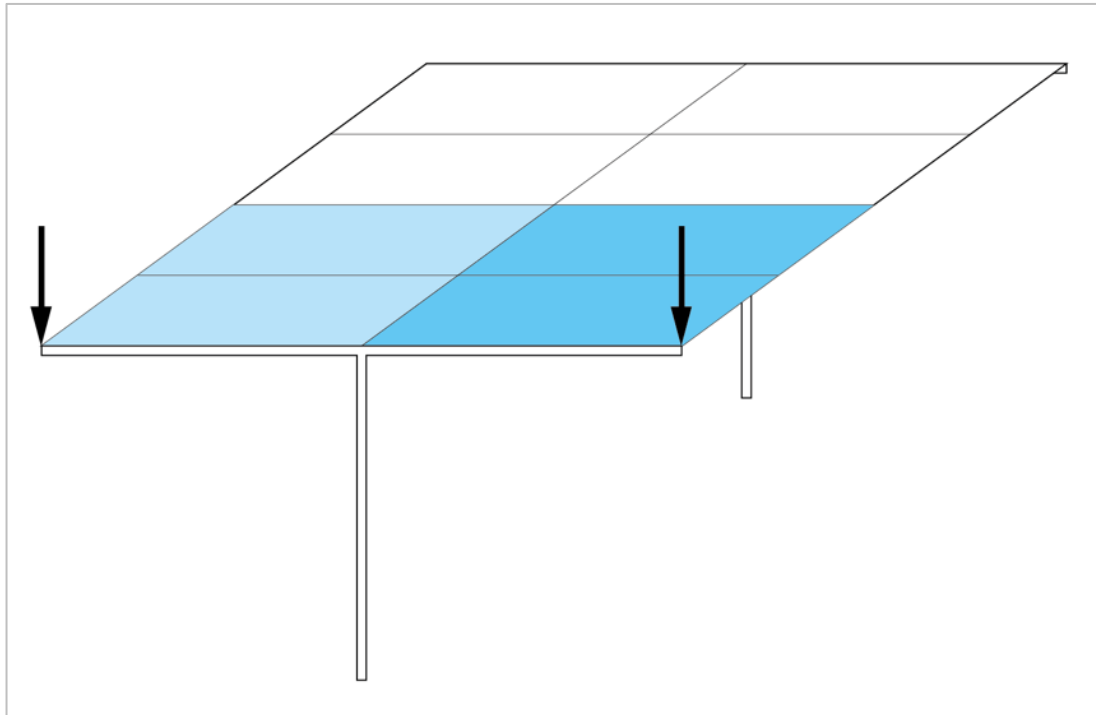
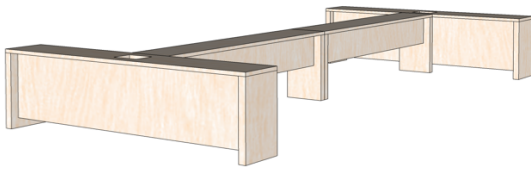
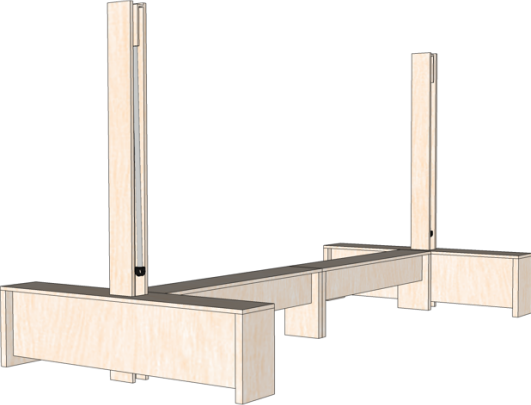
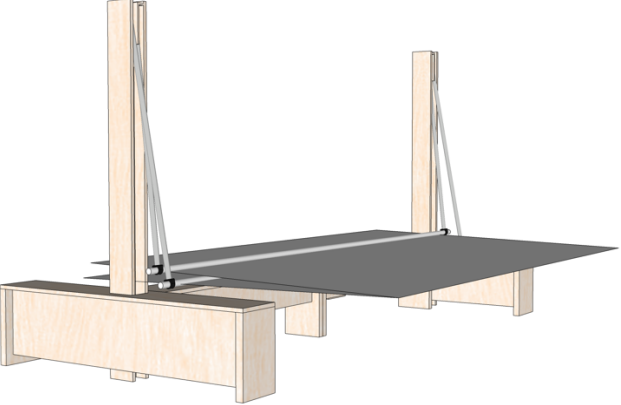
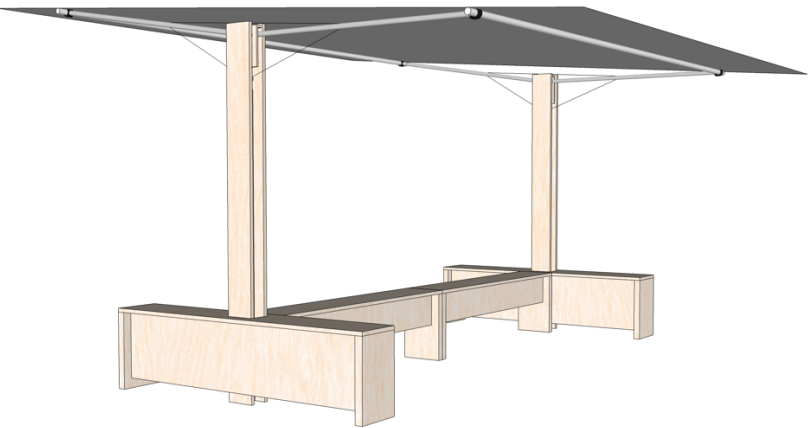


図 8-13 第3案荷重イメージ

8.5 建て方

(表 8-2)で第 3 案を建てる手順を解説する。

表 8-2 第 3 案を建てる手順

1 基礎を設置する	2 柱を立てる
	
3 物干し竿と生地を桁にかける	5 桁を回転させて展開する
	

8.6 課題

第3案は桁を Y 字に支える上で直径 2mm のステンレスワイヤーが重要な役割を担っていたが、10N ほどの荷重で伸びて Y 字を保持する役割を果たさなくなった。設計上、ワイヤーの耐荷重に問題はなかったが、ワイヤーの伸びを考慮していなかったためこの欠陥を見落とした。直径 3mm のステンレスワイヤーを使用しても伸びの問題は変わらず、ワイヤーを用いること自体に難があったと判断した。



図 8-14 ワイヤーが伸びて桁の角度を維持できない状態

9 第4案

第3案での失敗を踏まえ、第4案を考えた。第4案については詳細な寸法が定まっておらず、構造計算ができていないためテントの形と仕組みを提案する。

ベンチが基礎になる点や柱が木製のH型である点は変化がなく、ワイヤーで支えていた桁をどう支えるかに焦点を当てている。第2案で考案した立バンドと桁の仕組みを採用して桁を支えることとした。柱にピン支点で支えられた桁と、同じくピン支点でさせられた金属プレートを立バンドで結合したものである。立バンドを締めるとプレートが方杖の役割を果たし、立バンドを緩めると桁の軸状を立バンドがスライドするようになるため折りたたむことができる。

結果として桁を一定の角度で支えることができ、物干し竿をかけるところまでは耐えることができたが新たな課題も得た。



図 9-1 第4案

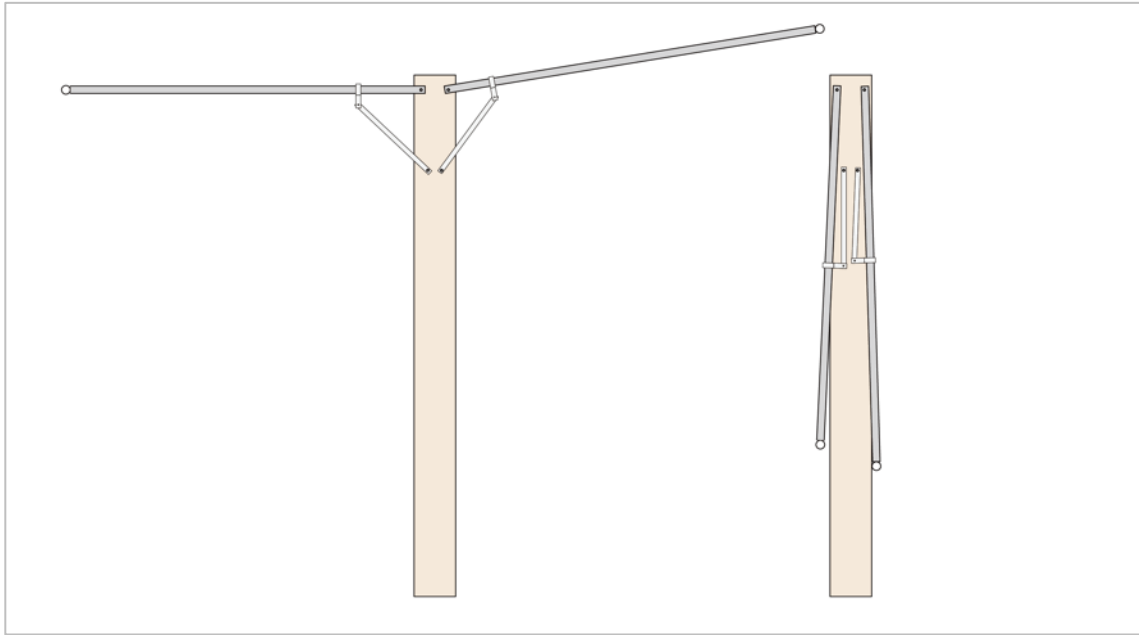


図 9-2 第4案 桁の折りたたみ機構



図 9-3 立バンドとプレートで支えた桁

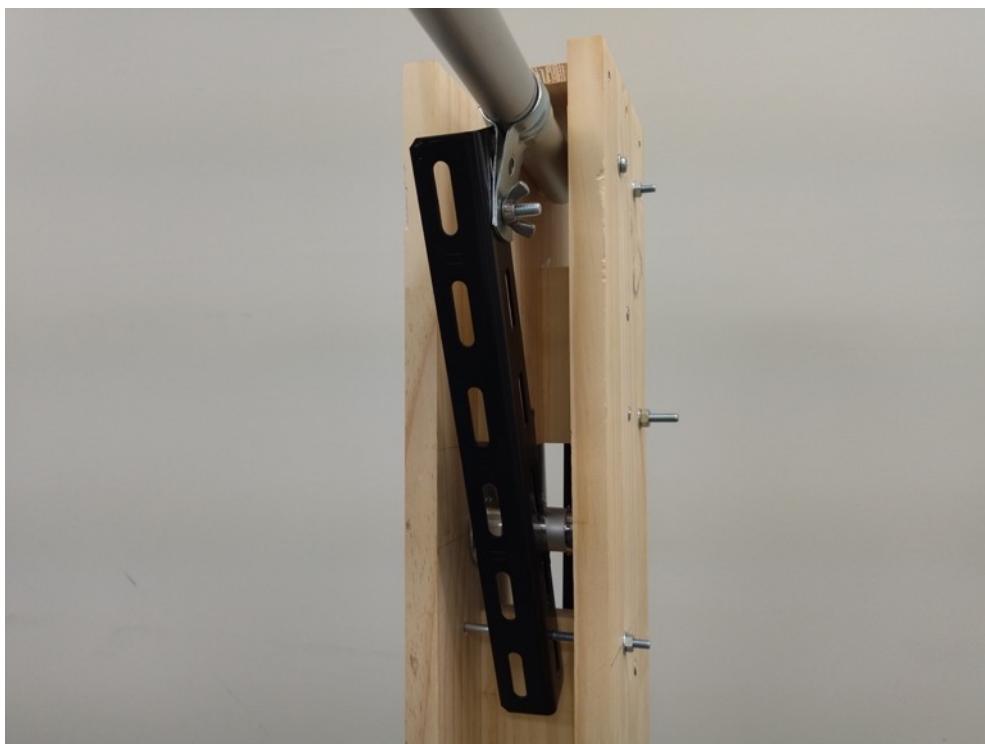


図 9-4 方杖部分のアップ



図 9-5 構成パーツ

9.1 新たに生じた課題

9.1.1 面外の回転と変位

第4案では、桁の支持に成功し、第3案ではクリアできなかった荷重を載せることができた。まだテント生地荷重や風荷重をかけられていないが、風荷重等にかかる前段階で新たな課題を得た。

第3案と第4案は桁の折りたたみ方向の回転を制御することを考えてきた。しかし、第4案のモックアップでは柱を軸に水平回転する方向で桁が揺れて不安定であった(図9-7)。第4案までテントを1面からしか見ていなかったため面外方向の変位を考慮できていなかった。

柱を軸に水平回転する桁は(図9-8)のようにトラスで制御することが望ましいが、トラスの反力を取るための梁ない。パーツの運搬を考えれば3,000mmの梁を1本の材で形成することは不可能である。また、トラスを組めた場合でも柱周りが煩雑になり建て方の面や意匠の面でデメリットがある。

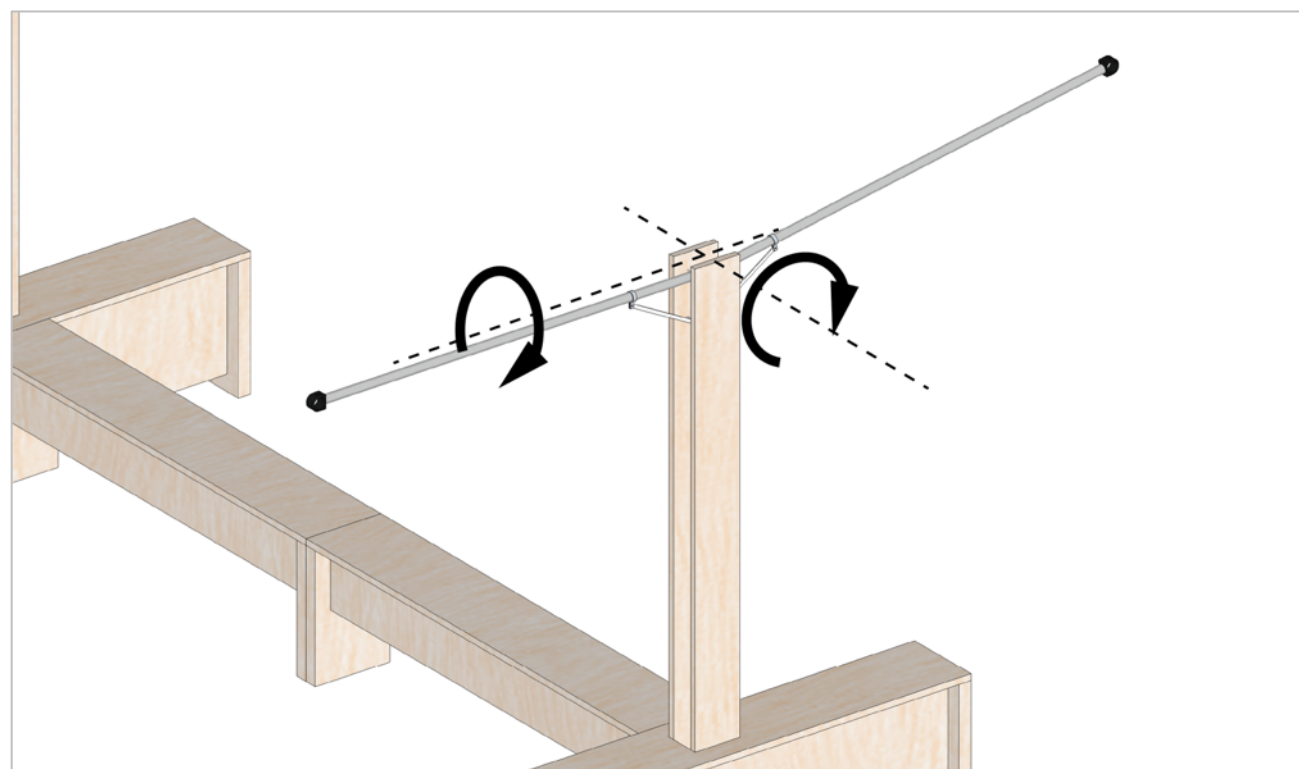


図 9-6 比較的強い回転方向

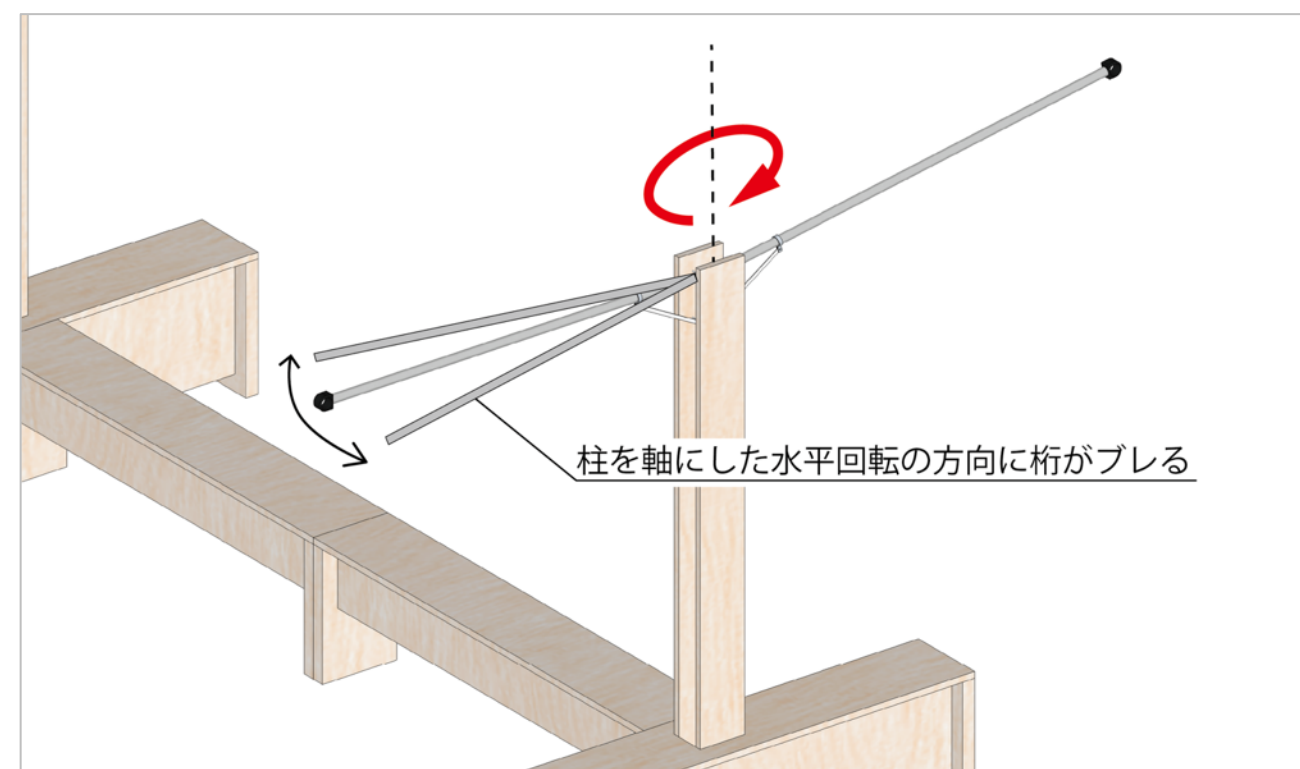


図 9-7 弱い回転方向

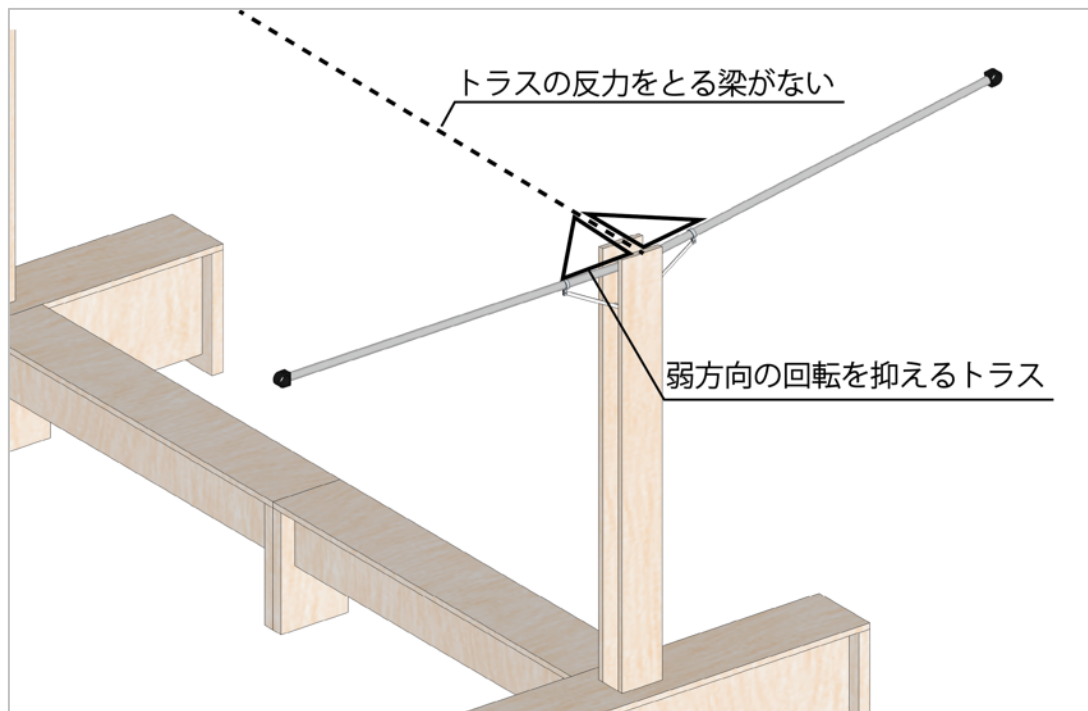


図 9-8 桁のブレへの対応策

9.1.2 柱2本の限界

設計方針として柱2本のテントを設計したが、9.1.1 で挙げた桁のブレに対しては不利であり対応策を講じても意匠的にも構造的にも納得できる結果を得られないと判断した。既存テントのように柱が4本あれば第4案のような問題は生じない。第3案第4案のように自身での製作を前提とする場合は4本の柱は必須条件である。。

10 総括

10.1 本設計のまとめ

日曜市出店者の高齢化と出店者数の減少への対応策、新規出店促進のための提案として運びやすく建てやすいテントを設計した。また、来市者の満足度向上をも目標として現在よりも利用者が増える休憩所も併せて設計した。

テントについては鉄工所での金属加工を前提にした第1,2案、自身での製作を前提とした第3,4案を設計したが、日曜市での使用に耐えうるものは設計できず、本設計の目的は達成できなかった。設計できなかった原因としては、設計方針である柱2本という条件が難易度が高いものであった点や、構造上の弱点に気づけなかった点が挙げられる。

10.2 本設計で得たもの

実地調査では休憩所の家具配置によって休憩所利用者の増減があることと、実地調査の結果を踏まえた上で既存の休憩所には建設業が介入する余地があり、改善の可能性があることを確認できた。

また、第2案,第4案で用いた「立バンドと金属プレートの組み合わせによる折りたたみ可能な方杖」には汎用性があり、柱4本のテントを設計する場合でもパーツの縮小化のために採用できるものであった。新しい日曜市のテントを設計する上でパーツの縮小化に効果があり、設置展開の面でも実用性がある接合部の機構を考案した。

謝辞

日曜市での実地調査及び既存テントの分析は高知市職員の方のご協力により実現した。ここに記して謝意を申し上げる。

参考文献

- 1) 高知市：高知市街路市活性化構想，2015.3
- 2) 高知市：土佐の街路市の概要令和3年度版，2021
- 3) 一般社団法人ソーラーシステム振興協会：業務用太陽熱利用システムの設計・施行ガイドライン， pp.106，2013.4