

平成元年度農林水産省補助事業
日本住宅・木材技術センター事業

木造化推進標準設計施工マニュアル作成等事業報告書(2)
「建造物適用技術推進」

平成2年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

まえがき

1. 木造化推進標準設計施工マニュアル作成等事業について

我が国には、文化的遺産として高く評価されている大規模木造建築物が多いが、戦後は、ほとんど他の建築物に席を譲ってきた。また、建築外構物や公園・広場等空間構成物にも経済性や耐久性から木材以外の材料が多く使われている。しかし、最近のように経済的水準が向上し、建物に対するニーズが高度化・多様化するにつれて、木材固有の量感や質感を建築物や空間構成物等に再生しようとする要請が高まりつつある。

また、今後供給の増大化が見込まれる国産材を、これらの建築物や空間構成物等に活用し、その需要を拡大しようとする要請も高い。

このため、これら要請へ対応して構造安全性・防耐火性・耐久性・経済性等に関する技術開発を推進しようとするものである。

2. 平成元年度事業の実施方法及び内容

1) 木造化に必要な技術開発の推進

ア. 下記の委員会を設置して大断面部材の接合金物の接合効率を実験的に明らかにし、試験方法と評価基準をとりまとめた。

接合等技術開発委員会

委員長	平嶋 義彦	静岡大学農学部 助教授
委員	定方 啓	豊橋技術科学大学建築工学科 教授
“	徳田 勉夫	三重大学生物資源学部 教授
“	宮沢 健二	工学院大学工学部 講師
“	手塚 升	早稲田大学工学部
“	祖父江信夫	名古屋大学農学部
“	大橋 好光	東京大学工学部
“	神谷 文夫	森林総合研究所木材利用部構造性能研究室長
“	川元 紀雄	“ “ 接合研究室
“	安村 基	建築研究所第3研究部耐風研究室

イ. 下記の委員会を設置して、大断面部材の接合金物について、防火性能向上について検討した。

接合部防火性能委員会

委員長	中村 賢一	建築研究所第5研究部 防火材料研究室長
”	最上 宏二	建築研究所第5研究部防火材料研究室
”	上杉 三郎	森林総合研究所難燃化研究室
”	宮林 正幸	三井木材工業(株)

ウ. 下記の委員会を設置して、1)のアでとりまとめた実験結果及び試験方法について、「資料編」としてとりまとめ、普及啓発資料として活用を図った。

資料編編集委員会

委員長	平嶋 義彦	静岡大学農学部 助教授
委員	宮沢 健二	工学院大学工学部 講師
”	手塚 升	早稲田大学工学部
”	祖父江信夫	名古屋大学農学部
”	大橋 好光	東京大学工学部
”	神谷 文夫	森林総合研究所木材利用部構造性能研究室長
”	小松 幸平	森林総合研究所木材利用部接合研究室長
”	川元 紀雄	森林総合研究所木材利用部接合研究室
”	飯島 泰男	富山県林業技術センター

2) 国産材製品の木造建築物等への利用方法の推進

下記の委員会を設置して、木製サッシに使用する部材の断面寸法、薬剤処理、塗装等を検討し、防耐火性、耐久性の高い製品の開発を進めた。

内装システム委員会

委員長	菅原 進一	東京大学 工学部 助教授
主査	塚越 功	建築研究所第5研究部 防火研究調整官
委員	佐藤 寛	武蔵工業大学工学部 講師
”	上杉 三郎	森林総合研究所難燃化研究室
”	増田 秀昭	建築研究所国際地震工学部建築試験室

3) モデル木造建設事業等への技術的、法手続上の協力

ア. 重ね透かし梁耐力試験

山梨県市川大門町が建設を予定する「武道と伝統工芸の館（仮称）」は、重ね透かし梁により空間を構成することとし、試験体による耐力試験を行い、そのデータを提供した。

イ. 現場接合型集成材モーメント抵抗接合法の改良研究

昨年度、寒川町（香川県）が建設した木造の武道場における「現場接合型集成材剛節骨組み構法」について、一般化を図るための追加実験を行いとりまとめた。

4) 建造物適用技術推進

ア. 本事業の実施にあたって、下記の委員会を設置し事業全体の計画立案、事業の進め方等について御指導をいただきながら進めた。

建造物適用技術推進委員会

委員長	塩田 敏志	東京農業大学農学部 教授
委員	宮島 寛	北海道大学農学部 教授
”	木方 洋二	名古屋大学農学部 教授
”	大熊 幹章	東京大学農学部 教授
”	矢田 茂樹	横浜国立大学教育学部 助教授
”	三上 純	北海道東海大学芸術工学部 助教授
”	小林 章	東京農業大学農学部 講師
”	平井 卓郎	北海道大学農学部
”	信田 聡	東京大学農学部
”	井上 衛	森林総合研究所木材化工部化学加工科防腐研究室長
”	内海 東男	日本道路公団技術部植栽課 課長
”	大間 武	(社)日本造園コンサルタント協会技術部長
”	蓮見 隆	(財)日本マリーナ協会 調査役
”	山名 成雄	日本木材防腐工業会 専務理事
”	梶山 英幸	(株)一色建築設計事務所 設計室長
”	山畑 信博	(株)環境計画研究所 研究員

イ. 下記の分科会を設置し、課題別に要求性能をとりまとめると共に、モデルプランを作成した。また、1課題を選定し性能実験を行った。

建造物適用技術推進分科会

委員長	塩田 敏志	東京農業大学農学部 教授
委員	矢田 茂樹	横浜国立大学教育学部 助教授
〃	三上 純	北海道東海大学芸術工学部 助教授
〃	小林 章	東京農業大学農学部 講師
〃	平井 卓郎	北海道大学農学部
〃	信田 聡	東京大学農学部
〃	内海 東男	日本道路公団技術部植栽課 課長
〃	大間 武	(社)日本造園コンサルタント協会技術部長
〃	蓮見 隆	(財)日本マリーナ協会 調査役
〃	梶山 英幸	(株)一色建築設計事務所 設計室長
〃	山畑 信博	(株)環境計画研究所 研究員

3. 実施結果のとりまとめ

前記の実施結果は、下記のとおり報告書(1)、(2)に分冊しとりまとめた。

木造化推進標準設計施工マニュアル作成等事業報告書(1)

「建築物適用技術推進編」

ダイヤフラムの振動実験	2. 1) アの一部とりまとめ
ジベル接合の強度試験と許容耐力の誘導	
応力と木材繊維が直角の場合	2. 1) アの一部とりまとめ
中規模重木構造において樹脂カプセルアンカー工法を適用した	
柱-梁接合部の強度と靱性に関する実験的研究	2. 1) アの一部とりまとめ
木材を側材としたラグスクリュー接合部の接合耐力	2. 1) アの一部とりまとめ
繊維方向と直交方向の力を受けるボルト接合特性と補強法	
	2. 1) アの一部とりまとめ

エポキシ樹脂充填鋼板挿入式ボルト接合に関する研究	2. 1) アの一部とりまとめ
鋼板挿入式ドリフトピン接合の繊維に直交方向の耐力	2. 1) アの一部とりまとめ
集成材接合部の耐火加熱実験	2. 1) イのとりまとめ
資料編の編集	2. 1) ウのとりまとめ
木製サッシの防火性開発	2. 2) のとりまとめ
重ね透かし梁耐力試験	2. 3) アのとりまとめ
現場接合型集成材モーメント抵抗接合法の改良研究	2. 3) イのとりまとめ

木造化推進標準設計施工マニュアル作成等事業報告書(2)

「建造物適用技術推進編」

遊具の要求性能とモデルプラン	2. 4) イの一部とりまとめ
舗装の要求性能とモデルプラン	2. 4) イの一部とりまとめ
遮音壁の要求性能とモデルプラン	2. 4) イの一部とりまとめ
浮棧橋の要求性能とモデルプラン	2. 4) イの一部とりまとめ
木橋の要求性能とモデルプラン	2. 4) イの一部とりまとめ
遊具の性能実験	2. 4) イの一部とりまとめ

本報告書は、上記(2)「建造物適用技術推進」の結果をとりまとめたものである。

広範な内容に積極的に取り組んでいただいた委員各位に深甚な謝意を表するとともに、事業を進めるにあたり貴重な御意見等を寄せられた関係者の各位に感謝申し上げます。

平成2年3月

(財)日本住宅・木材技術センター
理事長 下川 英雄

目 次

第1章 建造物の要求性能およびモデルプランの作成

1. 遊 具	1-1
1.1 一般的な要求性能	1-1
(1) 遊びと発達	1-1
(2) 屋外環境と教育	1-3
(3) 遊び場の計画	1-5
(4) 遊具のデザイン	1-6
(5) 遊具の安全性	1-7
1.2 構造に関する要求性能	1-12
(1) 強度設計の必要性	1-12
(2) 部材の接合法	1-12
(3) 基本構造	1-16
(4) 付加施設の構造	1-18
1.3 材料に関する要求性能	1-18
(1) 木材および木質材料	1-18
(2) 接合金具	1-21
(3) その他	1-21
1.4 保守管理	1-23
(1) 全体的な点検	1-23
(2) 部材・部品の点検と保守	1-23
1.5 モデルプラン	1-25
2. 木質舗装	1-39
2.1 舗装の機能に関する要求性能	1-39
(1) 歩行者系舗装、カラー舗装の発達と背景	1-39
(2) 歩行者系舗装の分類と木質舗装の位置付け	1-40
(3) 木質舗装と施工方法	1-45

(4) 歩行者系舗装の機能	1-46
(5) 舗装のデザイン	1-47
(6) 安全性	1-50
2.2 舗装の構造に関する要求性能	1-52
(1) 断面と構造	1-52
(2) 木質舗装の構造	1-54
(3) 設計の条件	1-55
2.3 舗装材に関する要求性能	1-57
(1) 全般的（一般的）要求性能	1-57
(2) 木材に関する要求性能	1-61
2.4 その他	1-61
2.5 モデルプラン	1-63
3. 遮音壁	1-73
3.1 現状分析	1-73
3.2 要求性能	1-74
(1) 目的	1-74
(2) 設置	1-74
(3) 形式の選定	1-76
(4) 設計条件	1-78
(5) 設計	1-78
(6) 構造細目	1-81
(7) 景観対策	1-83
3.3 モデルプラン	1-85
3.4 仕様	1-86
4. 浮棧橋	1-92
4.1 現状分析	1-92
4.2 要求性能	1-93
(1) 係留施設（棧橋・浮棧橋）の目的	1-93

(2) 浮棧橋の特徴	1-93
(3) タイプ別分類	1-93
(4) 設置形態	1-94
(5) 配列	1-94
(6) 設置方法	1-95
(7) 連結方法	1-95
(8) 甲板(デッキ)	1-95
(9) フロート	1-95
(10) 渡橋(タラップ)	1-95
4.3 モデルプラン	1-96
4.4 仕様	1-96
5. 木橋	1-103
5.1 現状分析	1-103
5.2 要求性能	1-104
(1) 目的	1-104
(2) 構成	1-105
(3) 安全率	1-105
(4) 荷重の種類	1-106
(5) 地震荷重	1-107
(6) 雪荷重	1-107
(7) 景観設計のポイントと決定条件	1-107
(8) 安定感の確保	1-108
(9) 高欄の設計	1-108
(10) 歩道舗装	1-108
5.3 モデルプラン	1-109
5.4 仕様	1-109

第2章 木製遊具の性能実験

1. 目 的	2-1
2. 丸棒加工材のボルト・ナット接合耐力	2-2
2.1 実験方法	2-2
2.2 結果および考察	2-7
3. 中空円柱材の鋼製パイプと特殊締め具による接合	2-23
3.1 結果方法	2-23
3.2 結果および考察	2-23
4. デッキ部材接合用釘の引抜耐力	2-27
4.1 実験方法	2-27
4.2 結果および考察	2-27
5. 断面形状の工夫および集成化による高耐久性遊具部材の製造	2-29
5.1 実験方法	2-29
5.2 実験結果	2-31
6. ま と め	2-34

第1章 建造物の要求性能およびモデルプランの作成

1. 遊 具

1.1 一般的な要求性能

(1) 遊びと発達

『遊び』とは何かを考える場合、『仕事』と対置すると理解しやすいであろう。仕事とは、何がしかの報酬を代償に行う生産活動等であり、ある程度強制される世界である。一方、遊びとはそれ自体を目的とする完全自発的な活動の世界である。大人の遊びはリクリエーションの形をとる。その名が示す通り、次の仕事につくために心身を『再生』するのである。

子供の遊びは大人とは異なり、それ自体が学ぶことへの一つの方法である。すなわち遊ぶことが学習手段であり、遊ぶことによって肉体的（運動能力を含む）にも精神的にも発達することができる。これは普通の子供でも、心身に障害を持つ子供でも共通である。とくに後者の子供達にとっては感覚運動技能、身体意識、時間・空間意識、心理的諸機能の向上発達のために遊戯・運動はとりわけ重要な要素となっている。換言すれば、遊戯・運動は『発達』の引き金であり、そのための道具として遊具が存在する。遊戯施設の諸機能をまとめて表1に示す。

子供の遊びはその成長段階にしたがって変化する。ピアジュの認知的思考過程の分類（リチャード・ダットナー；遊び場の計画、1977、鹿島出版会）によれば次のように分類される。

0 ～ 2 才	感覚・運動知能の段階	受動的反応から能動的反応へ変化。言語を修得すると終了。同じ動作（遊び）を飽きずに繰り返す行う。
2 ～ 4 才	前概念的思考の段階	いわゆる「ごっこ遊び」（模倣遊び）
4 ～ 7.8 才	直観的思考の段階	ひとり遊びから仲間遊びへの移行期
7.8 ～ 11.12 才	具体的操作の段階	ルールに基づいたゲーム遊び（規則）
11.12 ～ 15.16 才	形式的操作の段階	青年期、ゲーム遊びをするが、ゲームのルールそのものにも強く感心を持つ。

表1 遊戯施設の意義

生理的価値	身体支配力の向上, 身体の適応動作の発達, 運動機能の進化 懸垂力・握力・脚筋力・腹筋力などの筋力および骨格筋群の発達, 骨格の発達 平衡感覚(空間知覚)の発達 神経系統の能力の発達, 運動神経の発達 内臓諸器官の能力の発達
知能的価値	スリル感・リズム感・優越感・好奇心・征服感などの各種体験 各種知識の体得, 思考力の養成 創造力の育成, 造形への理解 感覚能力(安全・危険)の発達
情緒的価値	精神の緊張と弛緩による精神的能力の向上・強化 思いやり・ゆずり合い・競争意欲とそれに耐える力など, 情緒的安定 決断力の養成, 忍耐力の養成
社会的価値	集団同化と協調精神の養成, フェアプレー精神の体得 問題解決への思考力, 判断力, 工夫する力の養成, 独立心の養成 個人の社会的責任・義務などの体得 順番への規律(社会規則の体得と尊重)

表2 年齢別の遊戯嗜好

年齢, 性別		年齢別遊戯嗜好
幼稚園	男, 女	砂遊び, すべり台, ぶらんこ, ボート遊び, 遊動馬, 水遊び, まり遊び, 積木遊び, 懸垂, 鬼ごっこ
小学校 1, 2年	男, 女	デッドボール, バスケットボール, かけっこ, バレーボール, ジャンプ, 砂遊び, テニス, 登はん木, すべり台
小学校 3, 4年	男	デッドボール, すもう, かけっこ, バスケットボール, ジャンプ, 砂遊び, すべり台, 登はん木, 野球, ラダー
	女	縄飛び, デッドボール, かけっこ, ジャンプ, プランコ, 砂遊び, 石蹴り, すべり台, 登はん木, バスケットボール
小学校 5, 6年	男	デッドボール, 野球, すもう, バレーボール, ジャンプ, テニス, バスケットボール, 鉄棒, 徒歩競争
	女	デッドボール, 縄飛び, バスケットボール, バレーボール, テニス, 徒歩競争, ジャンプ, ピンポン, ぶらんこ
中学校 1, 2年	男	デッドボール, バスケットボール, バレーボール, すもう, テニス, 野球, ジャンプ, 徒歩競争, 鉄棒
	女	デッドボール, 縄飛び, バレーボール, バスケットボール, 鬼ごっこ, テニス, ピンポン, ジャンプ, 徒歩競争, ぶらんこ

(北村信正、造園施工の実際、公共造園編、1973、技報堂出版)

前述のように年齢によって身体の大きさも運動能力も遊び方も変化するから、それに対応した遊戯・運動施設が必要である。表2に年齢別の遊戯・嗜好を示す。施設計画に当たっては、必要に応じ、幼児用と児童用を区分することが望まれる。一般的にあって、児童公園の遊具の現状を見ると、その多くは幼児向けであり、高年齢層の児童を満足させるような遊具は少ない。近年コンビネーションタイプ遊具が増え、改善の傾向は認められるが、高学年の児童が創意工夫を十分に活かせるような創造的遊具は、なお不十分と言えよう。

(2) 屋外環境と教育

幼稚園、小学校、中学校などの学校施設は、これまでの「一斉・平等・平均化」と言う言葉で代表される画一的な教育の場から、「個別・多様・地域化」と言う言葉で代表される人間的な生活をする場、及び地域のコミュニティ施設への転換が叫ばれるようになって久しい。こうした流れの中で学校建築に従来の鉄筋コンクリート一辺倒から木質化への回帰の機運も出始めている（文部省大臣官房文教施設部長通知、1985）。これは従来の無機質な環境が児童生徒の情緒的発達の妨げとなっていることに対する反省と、木質環境の持つ快適性機能、環境調節機能の再認識によるものであろう。

上記のような流れは校舎のみならずそれを取り巻く屋外環境にも表われつつある。最近では「心豊かでたくましい子供を育てる」ことを目的に種々の屋外施設が整備されつつある。幼稚園では3～6才児向けの遊戯施設（写真1）が、小学校では使用する児童の年齢幅が大きいので低学年用のブランコ、滑り台などと高学年向けのフィールド・アスレチック等がそれぞれ別個に設置されるようになった（図1）。

屋外施設は耐久性、安全性の観点から無機材料が使用されがちであるが、感覚的特性（視覚、触覚、温冷感、歩行感）、物理的特性（断熱性、吸汗性、衝撃吸収性）なども考慮して総合的な見地から材料を選択すべきであろう。

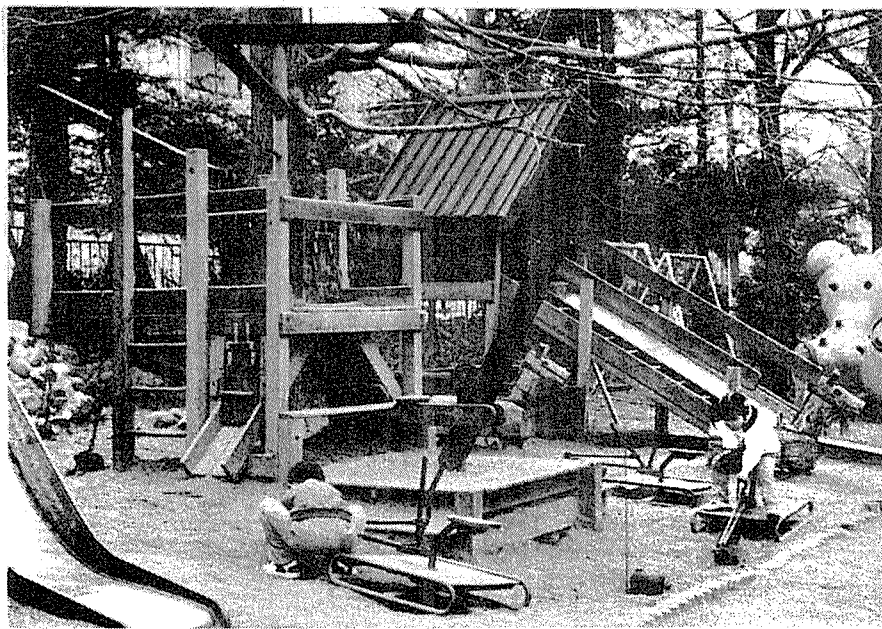


写真1 幼稚園の遊戯施設

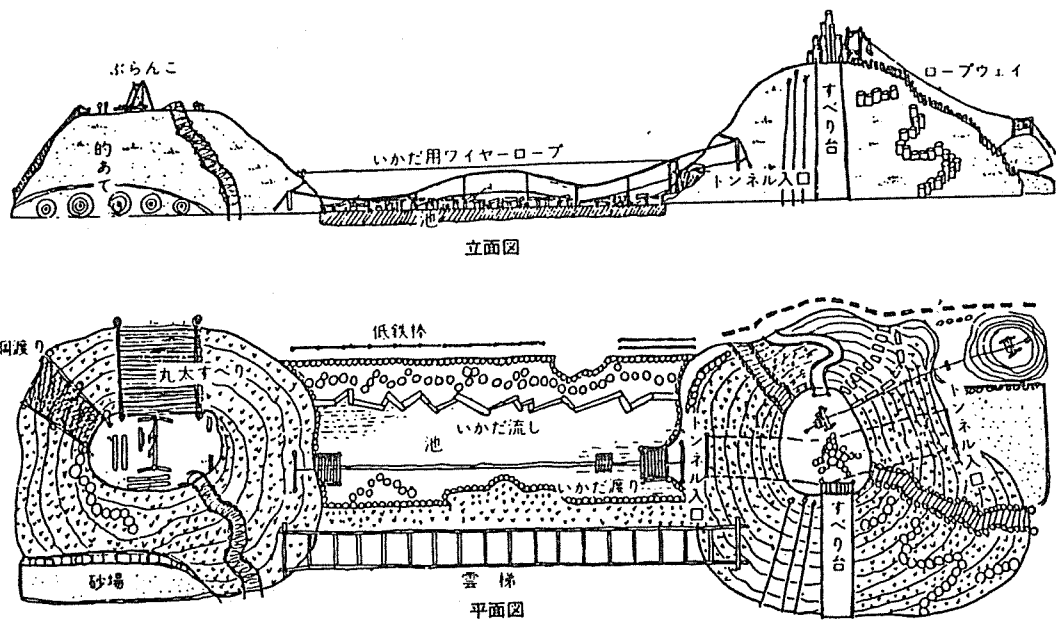


図1 小学校設置のフィールドアスレチック

(3) 遊び場の計画

遊具の計画は、遊具そのものの計画とそれを配置する計画に分けられる（図2）。

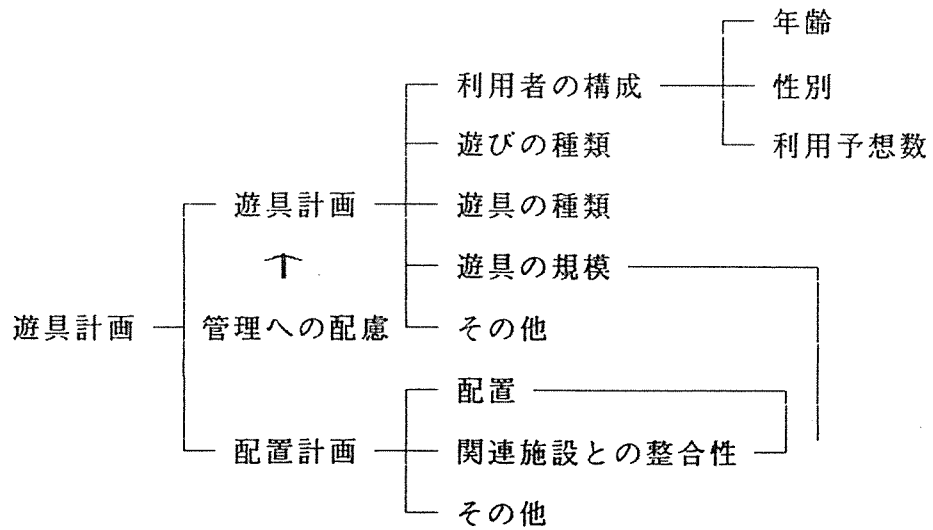


図2 遊具計画の検討事項

①遊具計画

使用する子供の構成を把握し、遊びの種類、遊具の種類を選択する。そして利用予想数、敷地条件、管理体制、予算等を考慮して規模を決定するが安全性、耐久性についても十分な検討を行う必要がある。

②配置計画（レイアウト）

ア)いろいろな遊びを配置する。

人間としての基本的な行動（表3）が可能な遊具をバランスよく配置する。

イ)大きい子と小さい子のために遊び場を分ける。

ウ)遊具の回りに適切なスペースをとる。

エ)導線計画では子供の目の高さに配慮し、スムーズな移動

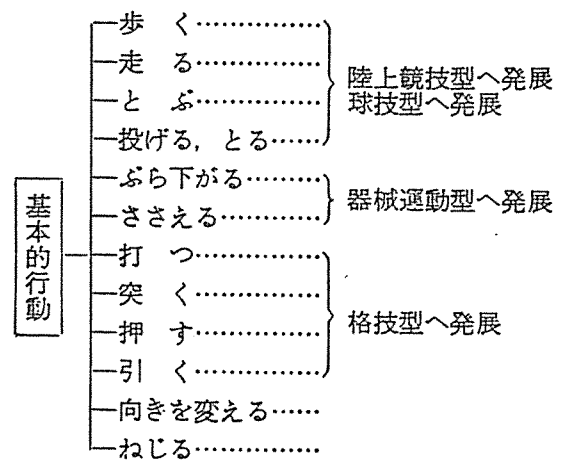


表3 人間の基本的行動の構造

- ができるようにする。また一ヶ所だけが込み合うことのないように配置する。
- わ)遊び場全体をフェンスや樹木で囲う。出入口は走って、直接道路に飛び出さないよう配慮する。
- か)子供の動きを見通せる場所にベンチを置く。夏には木陰になるよう樹木を配置する。
- キ)地面には適切な排水設備を計画する。

(4) 遊具のデザイン

遊具の設計に置ける一般的な要件としては次の項目が上げられる。

- ①利用する子供の年齢構成、遊びの嗜好を考慮する。
- ②部材寸法や配置には人体寸法・動作寸法を考慮する。
- ③安全性に係わる要素（構造、部材寸法、仕上げ寸法など）は十分にチェックする。
- ④木製遊具の場合、耐久性が問題になる。とくに水平部材の劣化が著しいので設計に当たっては少なくとも水平部材は高耐久性仕様とする。また、部材加工、仮組み立ては工場で行い、その後、防腐剤、撓水剤等の保存剤を加圧注入する。施工現場での切り欠き、穴あけは最小限度にとどめる。やむを得ず加工する時は必ず防腐剤を塗布または噴霧する。
- ⑤さまざまな遊びを連続して行えるよう配置する（表4）。コンビネーションタイプの遊具においては、連結可能な基本ユニットをベースに種々の単体遊具をバランスよく組み合わせる。ただし、滑り台は夏高温になるので滑り面の方位に注意する。
- ⑥設置後の維持管理、修繕が容易な構造・材料にする。

表4 運動体系と遊具

器 具	揺動系 (ぶらんこ, 遊動木など) 上下動系 (シーソー, テーターラダーなど) 回転動系 (オーシャンウェーブ, ターンテーブル, レボルピンクパラレルバーなど) 滑降系 (すべり台類) 懸垂運動系 (ラダー類, ジャイアント, ストライドなど) 登はん運動系 (ジャングルジムなど) 平衡, 跳躍, 匍状, その他運動系 (プレイウォール, その他)
その他工作物	造形, 創作 (砂場, がらくた園, ままごとの家) 水遊び (徒渉池) 複合形 遊戯彫塑 プレイスカルプチュア

(5) 遊具の安全性

遊具の安全性については最大限の配慮が必要であるにもかかわらず、事故が絶えない。このため国民生活センターは1990年春、建設省、日本公園施設協会等の関係機関に事故防止のための要望書を提出した。その内容は、①公園等に設置する遊具の安全規格基準の制定 ②公園等に設置する遊具の安全管理強化 ③関係団体等に対する指導強化 の3点である。

遊具の事故についての当センターの公表資料を表5に示す。事故は主としてブランコ、滑り台などの動く遊具で発生している。遊具によるけがの原因はアメリカの例（米国消費者製品安全委員会資料）を見ると表6に示すように転落が最も多く、72%を占め、次いで衝突、転倒となっている。日本国内では「学校管理下の死亡・障害」（平成元年度版 日本体育・学校健康センター）を見ると、保育園・幼稚園・小学校における事故（教育活動としての体育以外の事故）では表7に示すように転落、転倒、衝突、挟まれたり・巻き込まれたり、が比較的類似の頻度で発生している。

体育・遊戯施設での主な転落事故事例を見ると、子供たちの遊び方に問題のある場合が多いが、遊具の配置、構造、材料に問題があったために生じた事故もある。それらの事例をまとめて表8に示す。

前述の事故を防ぐためには次の配慮が必要であろう。

- ①【遊具の高さ制限】 不注意による転落事故が避けられないことから、デッキレベルの高さ制限が必要である。小学校高学年向きのもので3m以下にする。
- ②【保護柵の設置】 デッキレベルが70～80cm以上の時は柵を設置する。その手すりの高さは110cm以上とする。手すり子の間隔は11cm以下にして、子供の頭が抜けられないようにする。笠木は子供たちが極めて危険な平均台として利用することがある（写真2）ので取り付けない。
- ③【遊具の下の危険物排除】 グランドカバーは砂、土などの軟らかい物にする。雨水等によって表土が多少流出してもコンクリート基礎などの危険物が露出しないようにする。
- ④【首吊り事故の可能性排除】 子供の頭や体をはさむような角度や空間を造る

表5 公園遊具の年度別事故件数

遊具 年度	ブラン コ	滑 り 台	鉄 棒	登 棒	シ ー ソ ン	鞦 梯	遊 具	年 度 別 総 計
75~ 77	13	3	0	0	0	0	1	17
78	23	19	16	1	2	0	4	65
79	63	40	38	1	8	5	13	168
80	41	39	21	1	4	2	15	123
81	48	18	20	0	7	1	14	108
82	63	35	29	0	3	1	25	156
83	35	32	27	1	5	2	12	114
84	50	42	13	1	6	5	14	131
85	43	31	17	0	5	1	18	115
86	48	44	13	2	1	0	13	121
87	32	47	2	0	4	2	20	107
88	38	28	16	1	2	4	23	112
89	35	46	17	2	5	0	28	133
総計	532	424	229	10	52	23	200	1,470

表6 遊具によるケガの原因

(アメリカの事例)

設置面への落下	59%	動く遊具との衝突	7%
同じ遊具の中に落下	11%	突起部・鋭角部との接触	5%
別な遊具への落下	2%	動かない遊具への転倒	8%
落下によるケガ合計	72%	その他・不明	8%

1977年約93,000人の事故分析から
1978-12 CPSC
CPSC: 米國消費者製品安全委員会

表7 学校における事故件数(体育の授業を除く)

— 昭和62年度 —

	保育所	幼稚園	小学校	合計
転落	6	2	52	60
転倒	4	4	62	70
衝突	2	0	43	45
人・物の接触	1	1	27	29
挟まれる、巻き込まれる	5	3	36	44

表8 公園遊具による主な事故事例（国民生活センター調べ）

遊具名	発生場所	事故の内容	問題点
滑り台（ウォータースライド）	滑走面の手すり	ステンレス加工の滑り台の上から5m程の所で手すりの下の隙間に右手が挟まり、そのままの勢いで滑り降りたため指の先がらぎれるように、もぎ取られた。	①隙間は傾斜がなくなる平面部分付近の左右におきている。②隙間長さ約1m、隙間幅は2.5～2.3mmで始まり、最後は狭まって閉じている状態でステンレスの厚さは1.5mmである。③設置当時はプラスチック製だったがヒビがささくれ立つようになっただけで全体をステンレスで覆う工事をした。④工事完成時点の検定では問題視されず通った。⑤施工、管理に安全の観点が必要。⑥経年変化、摩擦の少ない材質使用の配慮が必要。
滑り台+ジャングルジム	滑り台の踊り場とジャングルジムの接続部分	滑走面から1人で重い登り、約40cm四方の踊り場で立ち上がった。向きを変えようとした時、よろよろと2歩ほど後退りしたため、ジャングルジムの空洞部にスボット吸い込まれるように転落してしまっただ。	①滑り台用の梯子がないため、ジャングルジムを登って滑り台に移るか、滑走面をはい登って滑ることになり、幼児には危険。②踊り場とジャングルジムの境に手すり等による仕切りがない。③踊り場の柵は、幅、高さ共に40cm、最低11cm間隔の支柱が必要。④ジャングルジムのパイプ枠の組み立て部分の出っ張り、手足、衣服、カバンなどを引っ掛けたり転落したときには、怪我が増大する原因となる。⑤危険性の少ないデザインが必要。⑥危険性の少ないデザインが必要。
滑り台+ジャングルジム+吊り輪+鉄棒等のコンビネーション遊具	踊り場の柵の間	滑り台の踊り場についている隙き間から頭が抜けて、約2m下の地面に墜落した。	①子供の頭が抜けてしまう柵は、問題。組子と組子の支柱の間隔に安全配慮を、高さ1m以上の柵子、踊り場には、転落防止を配慮した柵の取付けが必要。②色々なものを複合的に繋げた遊具は、豪華なので増加の傾向である。中には、高さ5m（2階建家屋）位のものもある。高さの制限が必要。③安全性を重視したデザインが大切。④大きな石や窪みなどを除去した環境整備が必要。⑤大型遊具ほど幼児も、小学生も一緒に遊ぶこととなるので、指導員の配置が必要。⑥遊び方の注意点を書いた立札などが必要。
滑り台+砂場	コンクリート製の砂場の囲い	友達を避けて砂場に滑り降りようとしたところ、滑り終わった近くにあったコンクリート製の砂場の囲いの後頭部をぶつけた。	①砂場のコンクリート囲い（幅10cm）の上に滑走面の下部が重なっている。②砂場で遊ぶ子供と滑り下りて来た子供との衝突事故が発生している。③滑り台の設置場所が問題。④遊具を固定する、コンクリート基礎が地上に突き出ている場合にも同様の事故がおきている。）
ブランコ	道路に停車中の自動車	ブランコに乗っていて、手を離したらしい。柵を越えて道路に停車中の自動車にあたり頭を打った。ブランコから柵までの距離は2.5mであった。	①動く遊具の周辺には十分なスペースを取り、子供の動きを考慮した安全環境が必要。
グローブジャングルジム	ジャングルジムのパイプ	回転式ジャングルジムの中の足場の中に数人で乗っていた。外から友達かスピードをつけて回したため、フラットと倒れそうになり、パイプにもろに顔面を強打した。	①本人の意志に関係なくスピードが上がっても、減速可能な構造が必要。②遊具の下は転落時の衝撃緩和を計る必要がある。③鉄棒の間隔は、頭が入らない深さか、すぐ抜けるだけの広さが必要。ことに上部の接角部分には、配慮が必要。④子供の体力や年齢にあわないうと事故が起きる。
アスレチックランド	はしご	回転式ジャングルジムの外側の鉄棒にしがみついていたが、友達かスピードを上げたので振り落とされた。治療見込みはたない。	①木製遊具は、大きくつかみにくい。子供の手に握りやすい寸法（直径2.5～2.8cm）の配慮が必要。②鉄棒と違ってベンキが塗れないため、劣化が早い。木という素材は、耐久性の点で劣る。③水分に弱いので、年月が経ったものほど滑りやすい。
回転ブランコ	パイプ	かさを広げた形のブランコ。かさを骨の部分でチェーンで、その先に2本のパイプが輪に張り巡らされていて子供達は、ここにぶら下がって遊ぶ。この2本のパイプの間隔は14.5cmで、この間に首を挟んで死亡。	①パイプ間隔が14.5cmでは、子供の頭は楽に通る。遊具のあらゆる隙間は、子供の頭が通らないことが原則。②間違った遊び方をしても重大な事故が起こらないような設計が必要。
その他の遊具	円形ブロック	20本位のコンクリートの円柱（直径30～45cm、高さ50cm～1m）をビョンビョン渡って遊ぶようになっていたが、そこから落下した。	①円柱の、高さ、太さの異なるものをブロックにして設置されているため、バランスをくずしやすい遊具である。②幼児の1人遊びは危険。

部材や部材構成をつくらない。ネットのます目は10cm以下か25cm以上とする。滑り台の滑り面付近は、子供が滑る時、洋服やかぼんの紐が引っ掛からないようにする。

⑤【滑り止めと握り易さの改善】 登る時、足をかける部材には適切な滑り止め加工をし、握る部材は握り易い寸法と形状にする。丸太遊具の欠点の一つは断面寸法が大きすぎて、子供の手ではうまく握れないことにある。円形断面の部材の場合、子供の手で握り易い直径は2.5～3.5cmといわれている（写真3）。木材をこの寸法にすることは強度的に不可能であるが、表面に凸凹をつけて握り易くすることは可能である。

⑥【ブランコの改善】 ブランコの周辺には保護柵を設け、座板は軟らかい材料で被覆する。座の下の地面は掘り下げられ、降雨時に水たまりになりやすいので適当な材料（例えばマット）でカバーする。

⑦【屋根登りについて】 遊具に屋根を付ける場合は、その上に登れないような構造にする。冒険心から子供たちはしばしば屋根の上に登って遊ぶ（写真4）が、転落の危険を考えると決して好ましいことではない。登れる場合は仮に飛び降りることがあっても怪我を防ぐよう、周囲を砂場等の軟らかい地面にする。



写真2 横木を使った平均台遊び

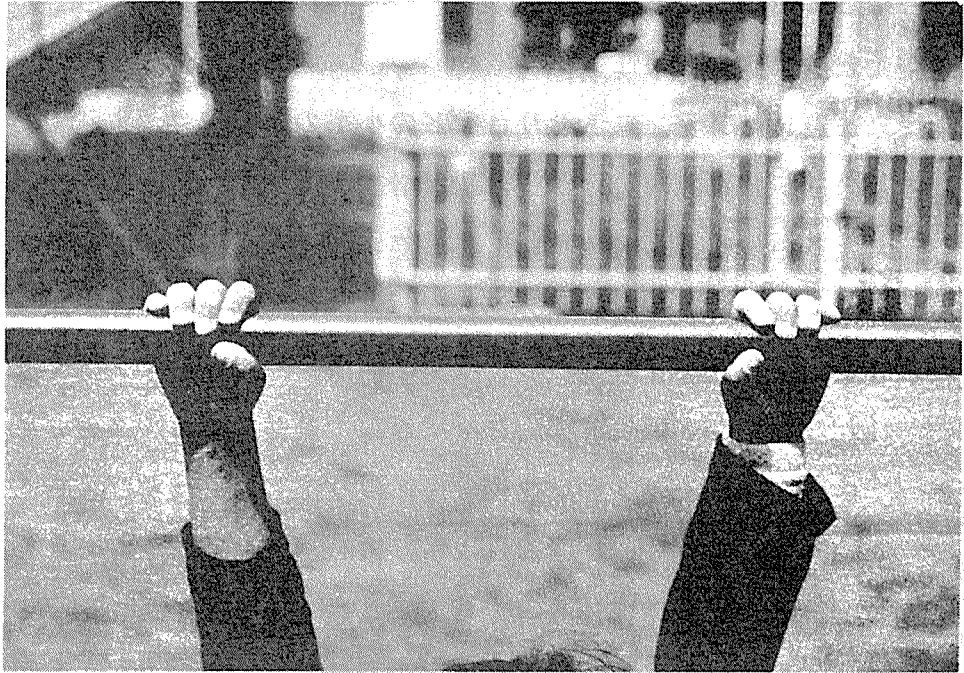


写真3 遊具の握り



写真4 屋根の上での遊び

1.2 構造に関する要求性能

(1) 強度設計の必要性

従来、遊具はブランコ、滑り台などの小型の単体遊具が主流であったが、近年は種々の遊びを連続的に行う複合型が増加している。それに伴い、高さ10mにも及ぶ大型の複合型木製遊具も出現している（写真5）。これらは単に大きいばかりでなく揺動する吊り橋やブランコが付置されている。

設置状況の現地調査によると、構造に問題があって障害を生じている事例が見受けられる。写真6は設置後約2年経過した遊具であるが主柱が約5度傾いてしまっている。写真7のブランコ支持梁（張り出し梁）は水平方向の補強が不十分のため、横揺れが激しい。写真8は吊り橋を示すが垂れ下がりが激しい。時には左右の支持柱が傾く場合もある。写真9はユニットタイプのデッキだが板厚が薄くスパンが長いので人間が乗った時、デッキ部材のたわみが大きい。その結果、固定用の釘が引き抜けてしまい、部材がはずれやすくなる。

この他、基礎工事が不十分な事例も認められる（写真10）。主柱にぐらつきが発生すると、それ自身が遊びの対象になるので遊戯中に倒壊の危険が高まる。

これまで遊具の強度設計に関して規制はないが、上記の実情を考えると、今後、建築物に準じた基準が必要になるであろう。

(2) 部材の接合法

木製遊具部材の接合は、ボルトナット、鋼製パイプと特殊締め具、皿ネジ、スクリュー釘によるものがほとんどであり、ほぞ加工、実加工など木造建築物に見られるような複雑な加工はほとんど行われぬ。接合方法およびがたつき防止方法の現状についての調査結果を表9に示す。

周囲の環境との調和を考慮して、遊具部材にはしばしば丸太・丸棒加工材が使用される。これらを直交させて、ボルト・ナット接合する事例はごく一般的に行われているが、がたつきの発生が著しい。特に梯子部は繰り返し荷重がかかるため、がたつきが激しく、ゆるみ止めのないナットを使用するとしばしばナットが脱落してしまう（写真11）。

梯子部の丸太接合法の現状を図3に示す。前述のようにaとbはがたつきが大

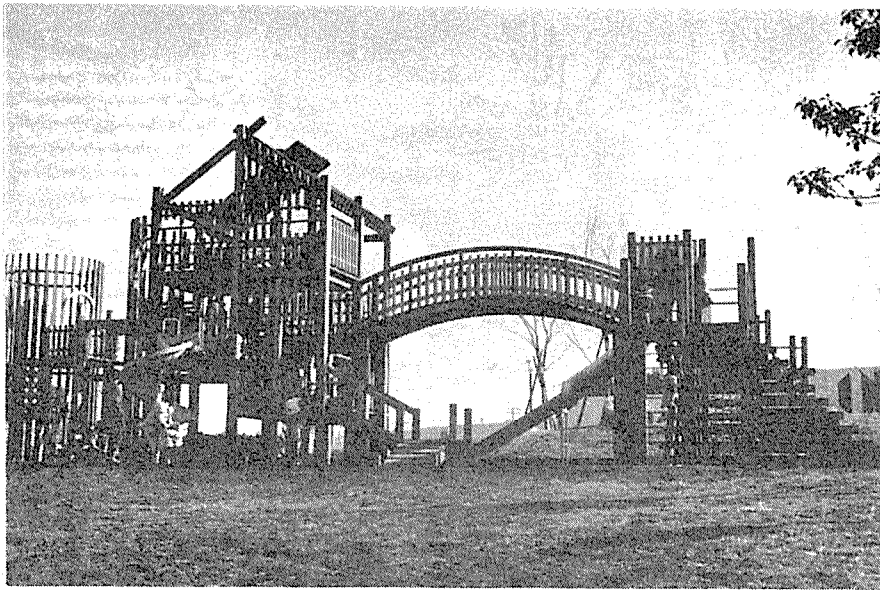


写真5 大型木製遊具

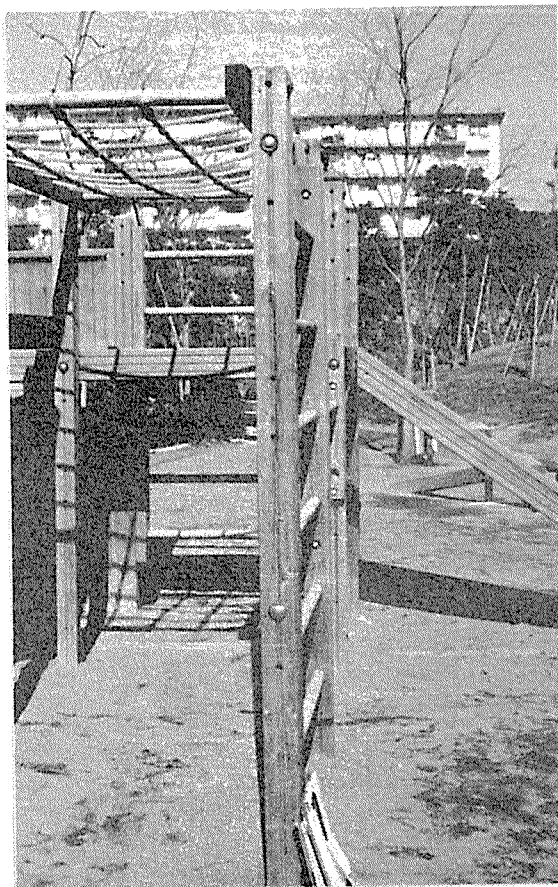


写真6 傾いてしまった遊具の支柱

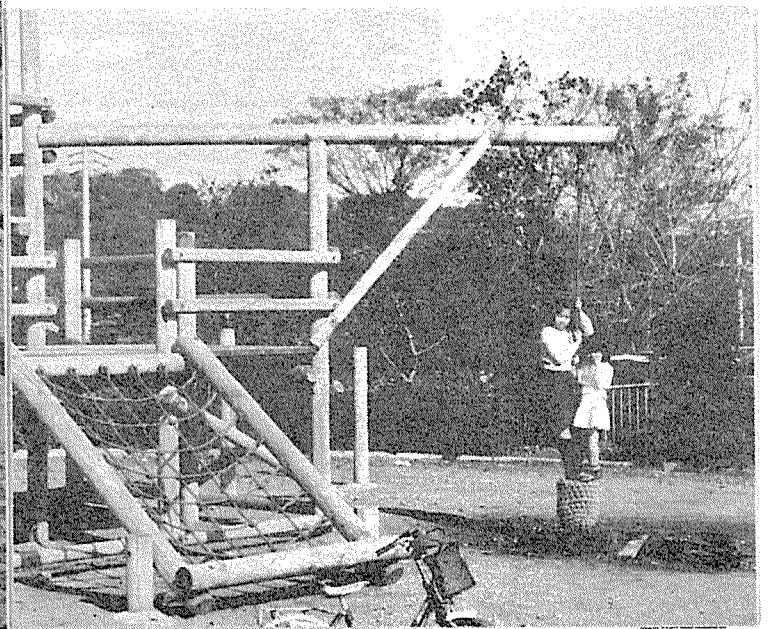


写真7 横揺れのはげしいブランコ支持梁

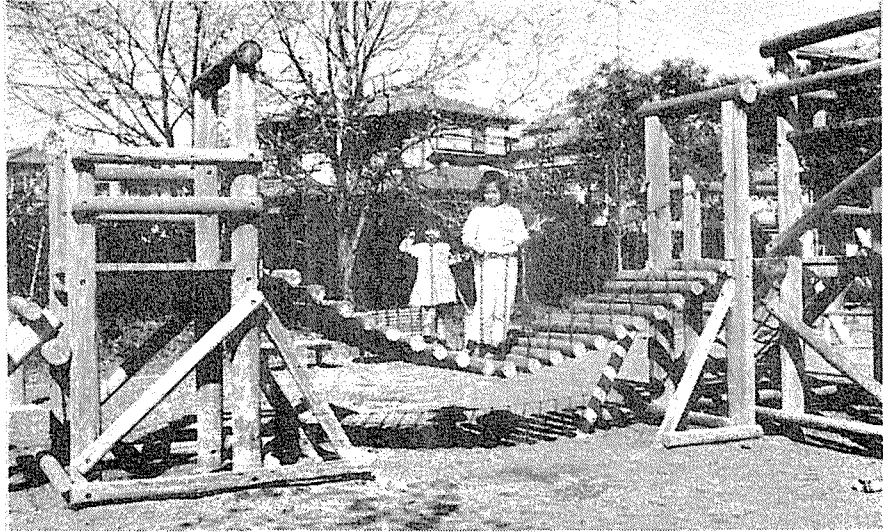


写真8 吊り橋の垂れ下がり

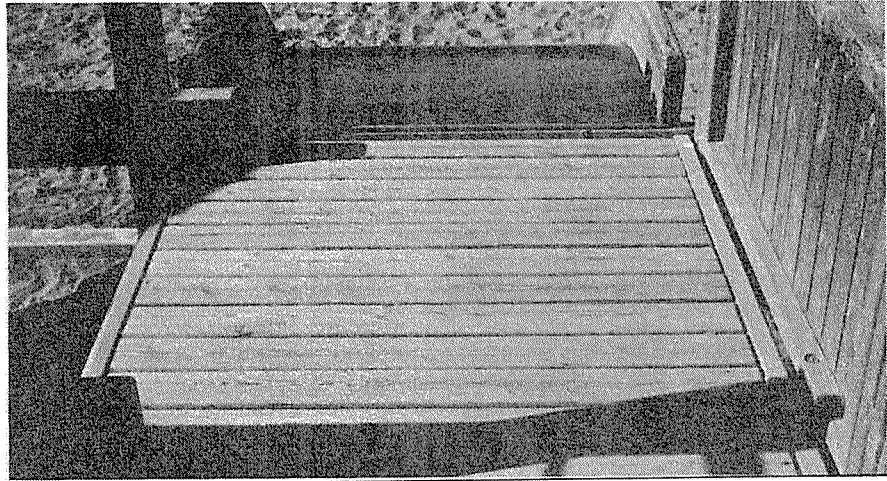


写真9 たわみの大きいデッキ部材 板厚2.8cm スパン 102cm

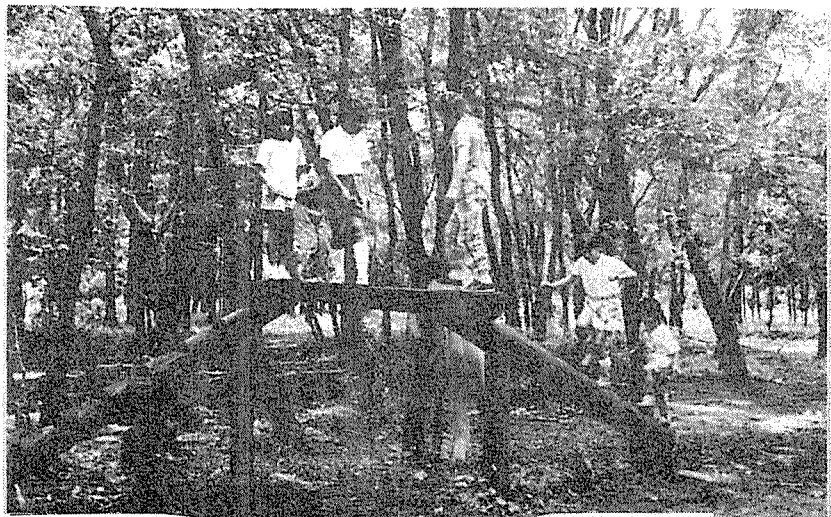


写真10 主柱のぐらつきの大きい遊具

— ぐらつきそのものが遊びの対象となる —

表9 接合方法とがたつき防止

接合方法

- ① 釘, 木ねじ … ほとんど防錆加工済のスクリー
 釘
- ② ボルト・ナット … ほとんどステンレス鋼あるい
 は防錆加工済
- ③ 鉄パイプ+特殊締め具
- ④ かすがい
- ⑤ ワイヤロープ, チェーン

がたつき防止

- ① 丸太, 丸棒 … 欠込みによる接触面積の増加
- ② 太い鋼製パイプと特殊締め具の使用
- ③ スプリングワッシャー, ダブルナットの使用
- ④ ボルト穴部の埋め木あるいはコーキング材による
 被覆
- ⑤ ボルト・ナットとスクリー釘の併用

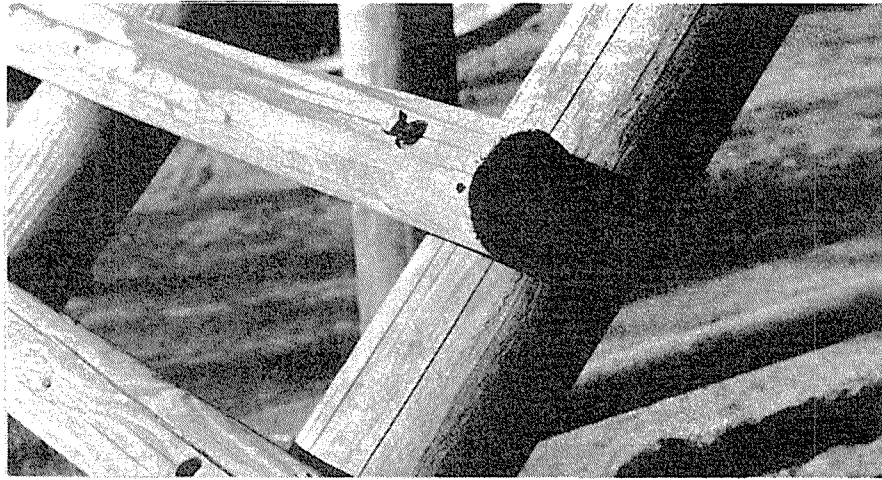


写真11 ナットの脱落した木製遊具の梯子

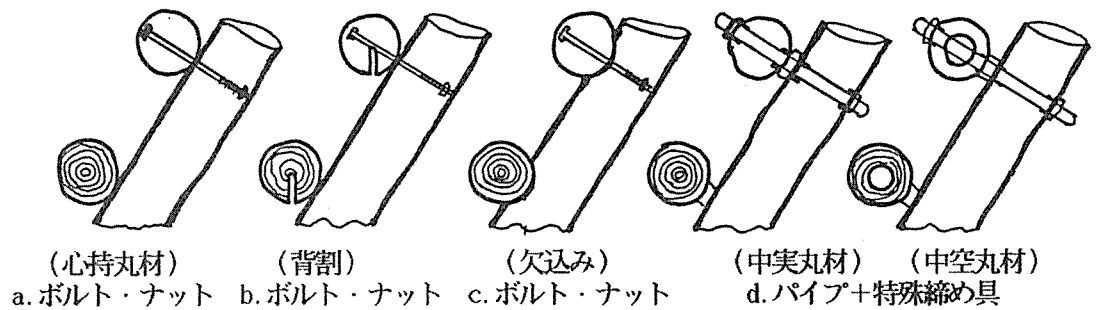


図3 梯子部の丸材接合法

きいので、改善が望まれる。cはa、bよりがたつきが少ないが加工に手間取るため、これまでのところ余り普及していない。d、eは一部の輸入遊具に見られる接合法であるが、太いパイプと特殊締め具・スペーサーを用いて接合しており、がたつきの少ない構造となっている。

デッキ部材はスクリュー釘またはスクリング加工されたスクリュー釘で接合されるが、それでもなお、使用中にしばしば頭が抜け出てくる。ある調査例では設置後7年で87%の釘が1～12mm（平均3mm）抜け出たため、補修時に全数が打ち替えられた。屋外使用においては乾湿の変化が大きく、ステンレス釘等の錆びない釘は使用中に引き抜けがちである。これは安全性の面からも危険なので防錆加工釘の引き抜け防止対策が早急に必要である。

(3) 基本構造

【基礎】 掘立柱方式の構造の場合は、強度・安全性を考慮して木造建築物に準拠した基礎工事を行う（図4）。ただしコンクリート基礎部は地中に埋没し、その上面はやや勾配をつけエッチは丸くする。この処置は表土が流失してコンクリート基礎の一部が露出した場合の安全性を考慮したためである。

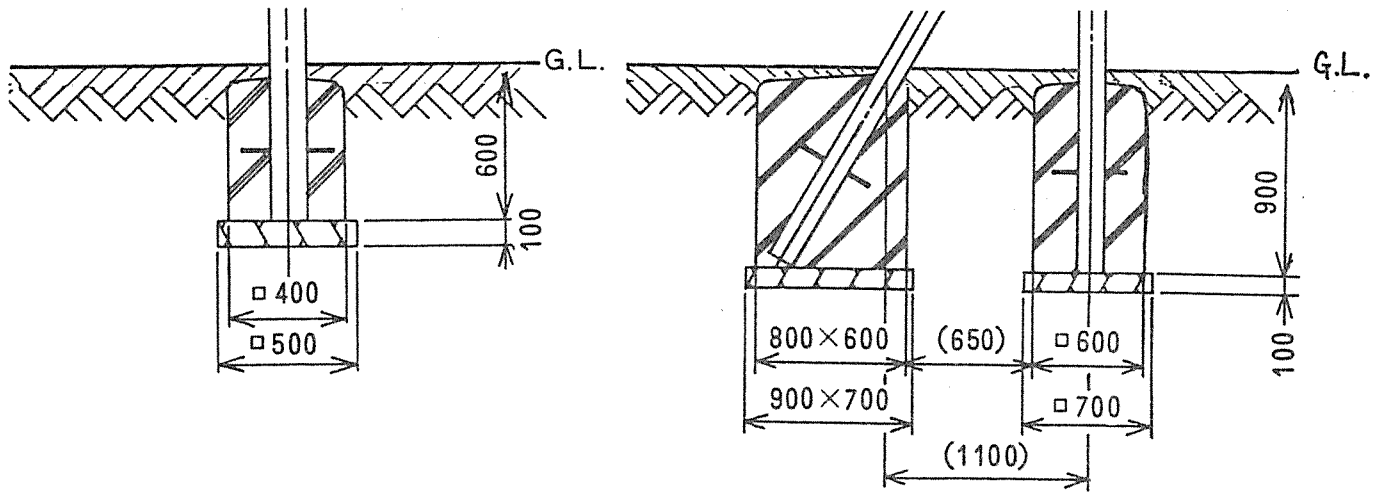
地表設置型の構造の場合は水平な地盤固めを行い、アンカーで固定する。土台となる横木は腐朽しやすいのでインサイジング等により高耐久性仕様とする。

【デッキ】 部材の木端のはぎ合わせは密着させると雨水が滞留して劣化を早めるので相互に適当な間隔（約1cm）をあける。固定に釘を使う時は必ず引き抜け防止対策の取られたものを使用する。隠し釘として埋め木をする時は、接着剤を併用して埋め木が引き抜けないようにする。

【保護柵】 デッキ側面の柵は高さ110cm以上とし、平均台として使用される恐れのある笠木は原則として取付けない。手すり子の間隔は11cm以下にする。

【階段・梯子】 子供の使用を考慮して段差は通常のものよりやや小さく、20cmまたはそれ以下とする。梯子の場合は踏みづらばかりでなく、握りとしても使用するので、滑り止め加工すると同時に子供の手でも握り易い形状にする。

【屋根】 屋根を取り付ける場合は、子供が屋根に登れないようにすると同時に、



通常鉛直材の場合

ターザンロープ支持柱の場合

図4 基礎の構造

ひさしにぶら下がれないような構造にする。あるいは仮に登ったりぶら下がったりしても大丈夫なように、強度上・安全上の配慮をする。

(4) 付加施設の構造

複合型遊具には滑り台、ブランコ、ネット、クライミング、ジャングルジム、うんていなどの付加施設が取り付けられるが、それらは子供たちの動線を考慮して相互に適当な間隔をあけ、バランスよく配置する。本体が木造であってもこれら付加施設には非木質系材料を使うことが多いので、本体への取り付けに当たっては、強度、耐久性、安全性を考慮した接合を行う必要がある。動く遊具の場合、繰り返し動的な荷重が加わりゆるみ易いので、接合部はすべてゆるみ止め仕様とする。

1.3 材料に関する要求性能

(1) 木材および木質材料

部材は安全性を考え、コーナー部は面取りして丸くすると共に、とげ・ささくれは取り除く。屋外用遊具部材として木材を使用する時に問題になるのは、割れ・ささくれ、摩耗、腐朽である。これらの劣化は遊具の耐久性と安全性を低下させる。とくに腐朽は耐久性を大きく損なうので、屋外遊具用材は防腐処理材（加圧注入材）または耐候性の著しく高い素材（例えばレッドウッド心材）を使うよう義務付ける必要がある。遊戯・運動施設の耐用年数は一般に10年とされているが、木製遊具においてメンテナンスフリーでこの条件を満たすものはまれである。

腐朽

現在、遊具用に使われるスギ、ヒノキは主として間伐小径木である。この場合、腐り易い辺材部が存在するので部材は必ず防腐仕様にしなければならない。スギ丸太製遊具の劣化調査の結果によると、現状では防腐処理済みの部材でもしばしば品質不良品が発見される。これは防腐薬剤の注入不足によるものと推定される。一般に公園施設は年度末に集中的に施工される場合が多く、部材の防腐処理にかかる時間にゆとりがないため、品質管理（含水率管理）が不十分になりがち

である。

今後使用者の信頼を得るためには、薬剤注入量の一定水準の確保と分布の均一化およびそれを保障する制度の確立が必要である。そのためにはスギ丸太を、割れ発生を防ぎつつ急速に乾燥し、しかも劣化防止剤を均一に注入できるような断面形状にする必要がある。もちろん、使用するのは子供であるから、滑りにくく、つかみ易い形状が好ましい。がたつきの少ない接合法とも関連づけて、スギ・ヒノキ間伐材を利用した新しい高耐久性・高安全性遊具部材の開発が望まれる。

割れ・ささくれ

遊具施設に木材を使用した場合には急激な水分傾斜によって発生する膨脹・収縮応力によって割れ・ささくれを発生する。これらは接合部のがたつき、部材の腐朽を招くばかりでなく、けがの原因にもなるので施設管理者からはその防止が強く望まれている。干割れ・ささくれ防止対策の現状を表10に要約した。干割れ・ささくれの主な発生原因は水分移動であるから、防止対策の第一は木材の防水加工である。また、材料表面に存在する加工時の微小亀裂もささくれの原因になるから、これを接着するような機能をもつ防水加工が望まれる。

摩耗・衝撃破壊

これは遊具・運動施設に共通して発生する劣化である。とくに砂場周辺の遊具の踏み板の木端面は鋭いナイフエッジ状に摩耗し（写真12）、動く遊具の場合には足をけがすることもある。

複合型遊具にはしばしば各種の吊り橋が取り付けられているが、それらの中には踏み材がかなり大きく揺れ動くタイプのものである。これらは相互にあるいは支柱としばしば衝突して破損するため、木製遊具の中ではブランコの座板に次いで耐用年数が短い。防止対策としては踏み材の可動範囲をせばめる構造にして衝突を防いだり、要所にゴムカバーを取り付ける方法が取られている。厚膜弾性塗装なども行われているが、現状では不十分である。

これらの発生個所は限定され、あらかじめ予見できるので危険個所には適当なカバーを取り付けるような仕様を義務付けるべきであろう。

干割れ防止

- ①塗装、撻水塗装、焼加工、金属板被覆
- ②撻水材の加圧注入
- ③心去材、無節材の使用
- ④心持材のパイプ加工、背割り、切り欠き、切り込み
- ⑤水平部材における材料の天地（木表・木裏・柃目・板目）についての配慮

ささくれ防止

- ①ささくれを起こしにくい樹種の使用
- ②無節材の使用
- ③表面の精密切削・研削
- ④塗装による表面被覆

表10 干割れ及びささくれ防止対策の現状

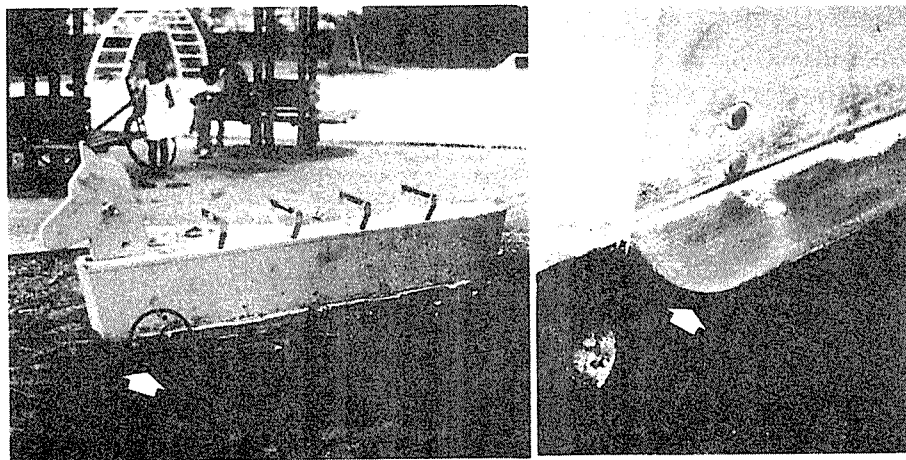


写真12 砂場に設置された遊具の踏み材の摩耗

(2) 接合金具類

屋外使用なので、金具類はステンレス鋼（SUS 304）、アルミ合金（AC 3A, AC 4 C）および防錆メッキされた鋼材を使わなければならない。すでに多くの遊具類はこの点を配慮しているが、補修時に普通の鋼材を使用して不都合を生じている事例も認められるので、補修仕様書の中にもこの項目を入れるべきであろう。ボルト・ナット接合に当たっては、材料にあける穴とのクリアランスが問題になる。施工上はクリアランスが大きいほど好都合であるが、がたつきの原因にもなるので、クリアランスは3mm以下にする。なお、ナットはゆるみ止め仕様とし、座金は一般建築用よりも大きなものを使用する。

釘類はスクリング加工したスクリー釘、リング釘等の摩擦抵抗の大きなものを使用する。釘の長さは側材厚の2.5倍以上とする。

チェーン類は指づめ防止の処置をする。また木材をチェーンで吊す場合には、しばしば木材が激しく摩耗するので、防止処置を施す。また、吊り橋に使用するチェーン取付金具は現状では使用中の脱落が多い（写真13）ので強度および耐久性についての仕様を早急に明確化する必要がある。

デッキ等の床組を水平の鋼製パイプで支える遊具があるが、スパンが長くなると、たわみが大きく、時には破壊を生じることがある。パイプの曲げ剛性と許容されるスパン長との関係を仕様書にはっきりと示す必要がある。

ワイヤーロープ類は一部の吊り橋等に使用されるが、防錆加工されていない場合が多く、錆の発生と疲労により切断することがある（写真14）。ワイヤーの損傷は肉眼で見分けられることが多いので日常の保守点検が重要である。

回転または揺動する部分の軸部はローラベアリング、ボールベアリング、スライドベアリングまたはオイルベアリング入りとする。

(3) その他

遊具部材は必要に応じ塗装される。使用個所により要求性能が異なるから使用目的や使用条件に適応した塗料、膜厚等の検討が大切である。屋外使用において、耐クラック性、耐摩耗性、耐候性すべてを満足する塗装体系はまだ確立されていない。とくに遊具の床面は砂により激しく摩耗するので、カラー塗装をすると、まだら模様になってかえって美観を損ねることになりかねない。したがって、デ

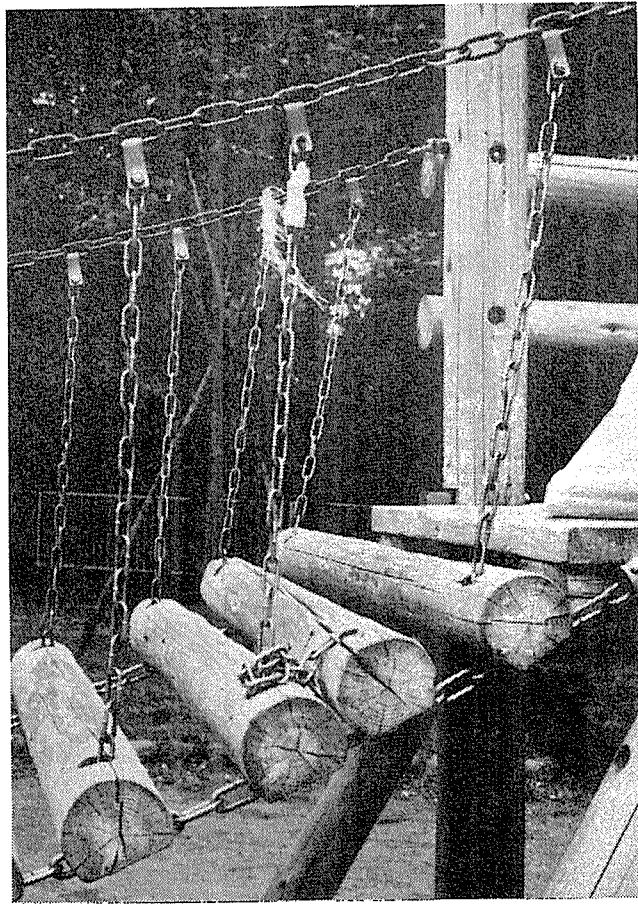


写真13 チェーン取付金具の脱落

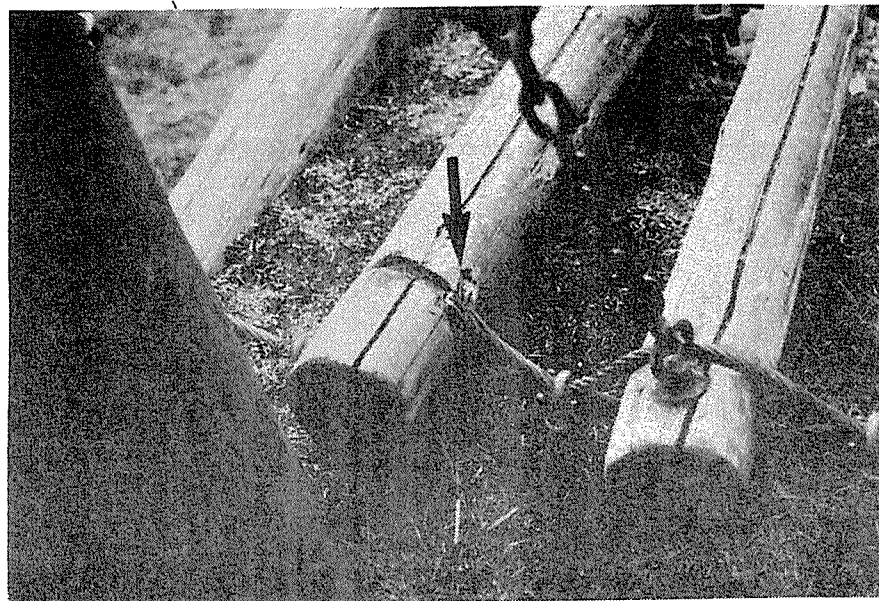


写真14 吊り橋揺れ止め用ワイヤーロープの切断

ザイン上、塗装が必要であっても床面への塗装は極力避けることとし、壁面や屋根に留めるべきであろう。

ネット・ロープ類はアスレチック遊具には不可欠の材料であるが、これらは耐候性および強度に優れたテトロン繊維製にする。なお、ネット取付け部は摩耗を防ぐためジャックル方式とする。

1.4 保守管理

(1) 全体的な点検

- ①傾いたり、歪んだりしていないか。
- ②支柱がぐらついていないか。
- ③支柱の周囲、ブランコの下などがへこんで水溜まりが出来ていないか。
- ④コンクリート基礎がぐらついていないか。
- ⑤遊具をゆすってみて、がたついていないか。
- ⑥動く遊具に異常音はないか、また動きは滑らかか。
- ⑦部材、部品の脱落はないか。
- ⑧塗装がはげていないか。

(2) 部材・部品の点検と保守

1) 木材

とげ・ささくれ……ナイフ等でえぐり取り、紙やすりで滑らかに仕上げる。必要に応じ、接着剤で固定する。

割れ……………割れ目のカドが鋭角にならないよう周囲をえぐり、紙やすりで仕上げる。子供の指が入るほどの大きな割れはパテ等で埋め、紙やすりで滑らかに仕上げる。

反り・曲り……………かんな等で平滑にする。とくに不都合な場合は交換する。

腐朽……………ハンマー等で叩くか、超音波診断器で調べる、腐朽が著しい場合は部材を交換する。

埋め木の抜け出し・脱落……ボルト・ナットの緩みを点検後補填する。

2) 金具

ボルト、釘等のゆるみ・抜け出し……増締をする。または十分に叩き込む。必要に応じ接着剤を併用する。

チェーン、ジャックル等の摩耗……断面積が $1/2$ 以下になったら交換する。

ワイヤーロープの摩耗……断面積が $9/10$ 以下になったら交換する。

3) ロープ・ネット類

目視により点検し、断面が部分的に破断していたり、長さが2割以上伸びている時は交換する。

4) その他

遊具にはしばしば外部から持ち込まれた紐やタオル、ビニール類が取り付けられている。これらは転落事故、首吊り事故の原因にもなりかねないので必ず除去する。

点検にあたっては、点検項目（構造部材の劣化内容、塗装状況、据付状況、ボルト類、可動金具、ロープ類、チェーン類など）別にチェックできるよう、適切な点検表を用意する。

1.5 モデルプラン

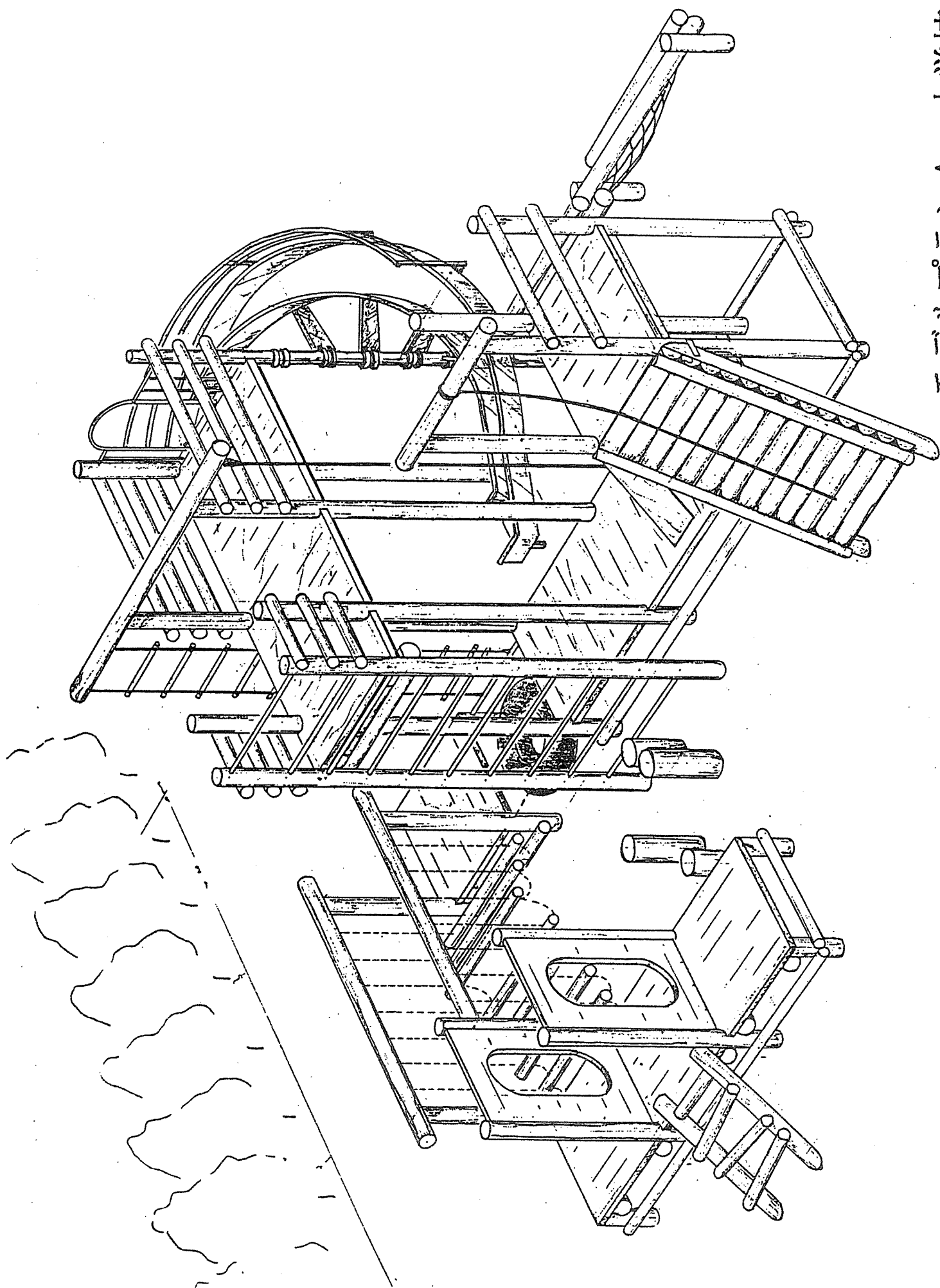
1. モデルプラン作成に当たっての留意事項

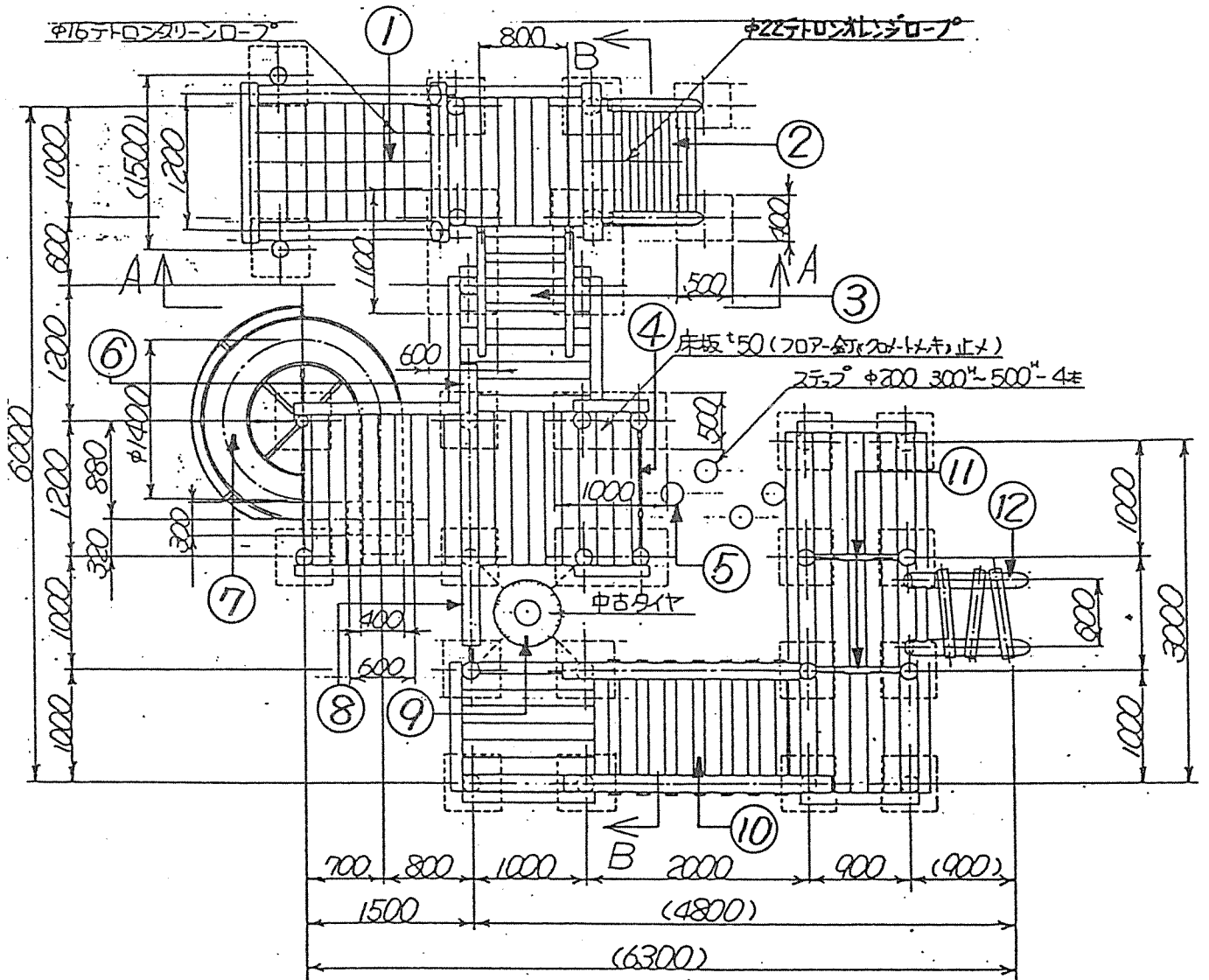
遊具のデザインは対象年齢、設置場所により異なるから、まずこれらの点を明確にしなければならない。ここでは現在の設置状況、今後の需要拡大の可能性、広報性（宣伝効果）を考慮して、A. 小学校（6～12才）、B. 児童公園（幼児～小学校中学年、2～10才）、C. 幼稚園・保育園（3～6才）を想定してプランを作成することとした。

A. 小学校用プランでは、遊具としての機能を持つが、むしろ運動としての機能をより強く指向したものとし、構造的にも高学年の児童の使用に耐えうるよう強固なものとした。 *運動目的を強く*

B. 児童公園用プランでは、使用年齢が限定されないが幼児、小学校低学年の使用頻度が高いことから、全体の高さを低く押さえて安全性に配慮すると共に平坦な公園に立体感を与えるよう配慮した。

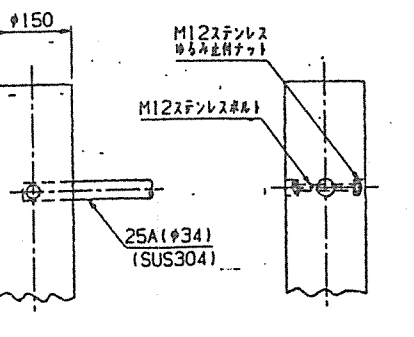
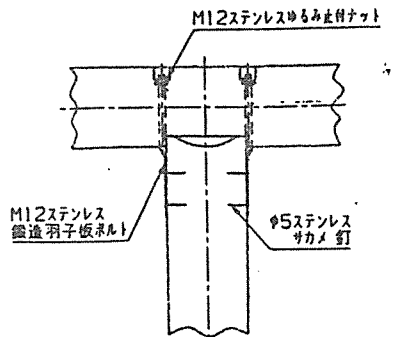
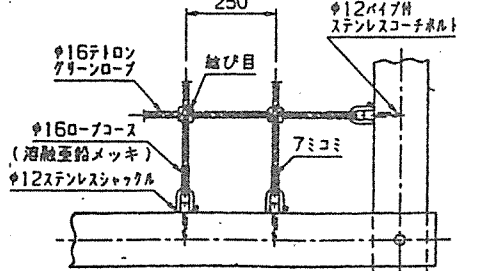
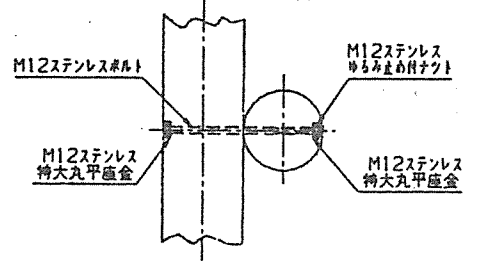
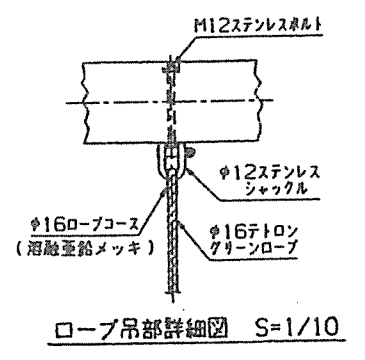
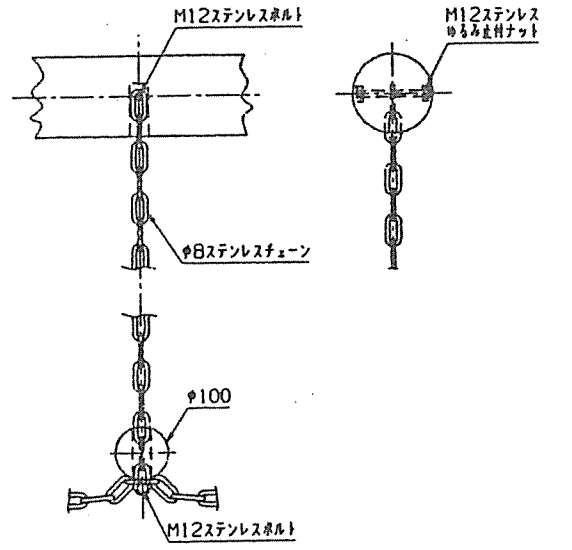
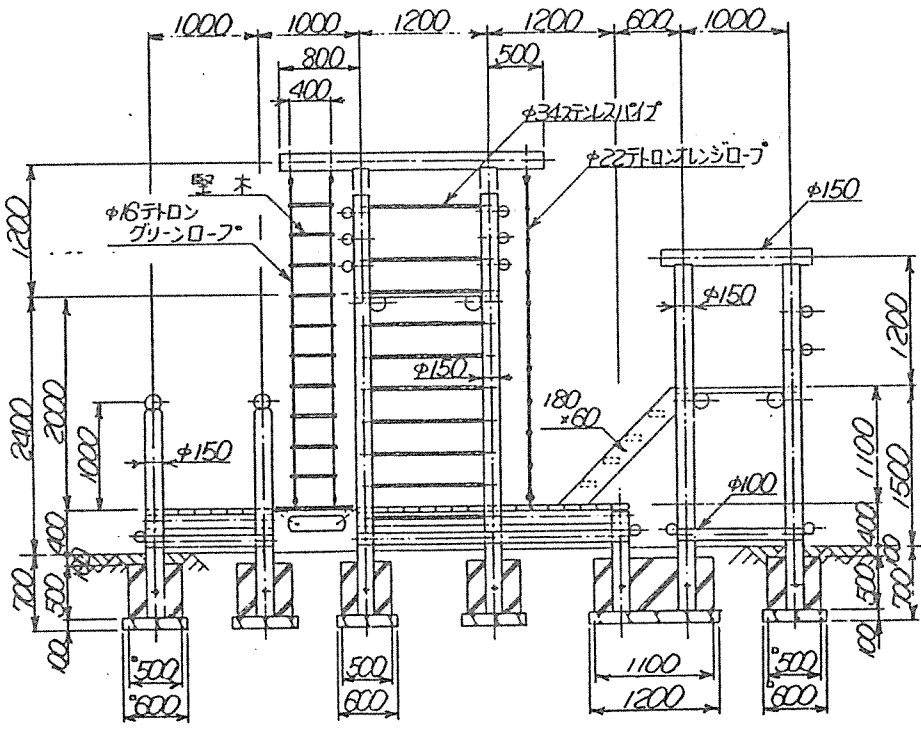
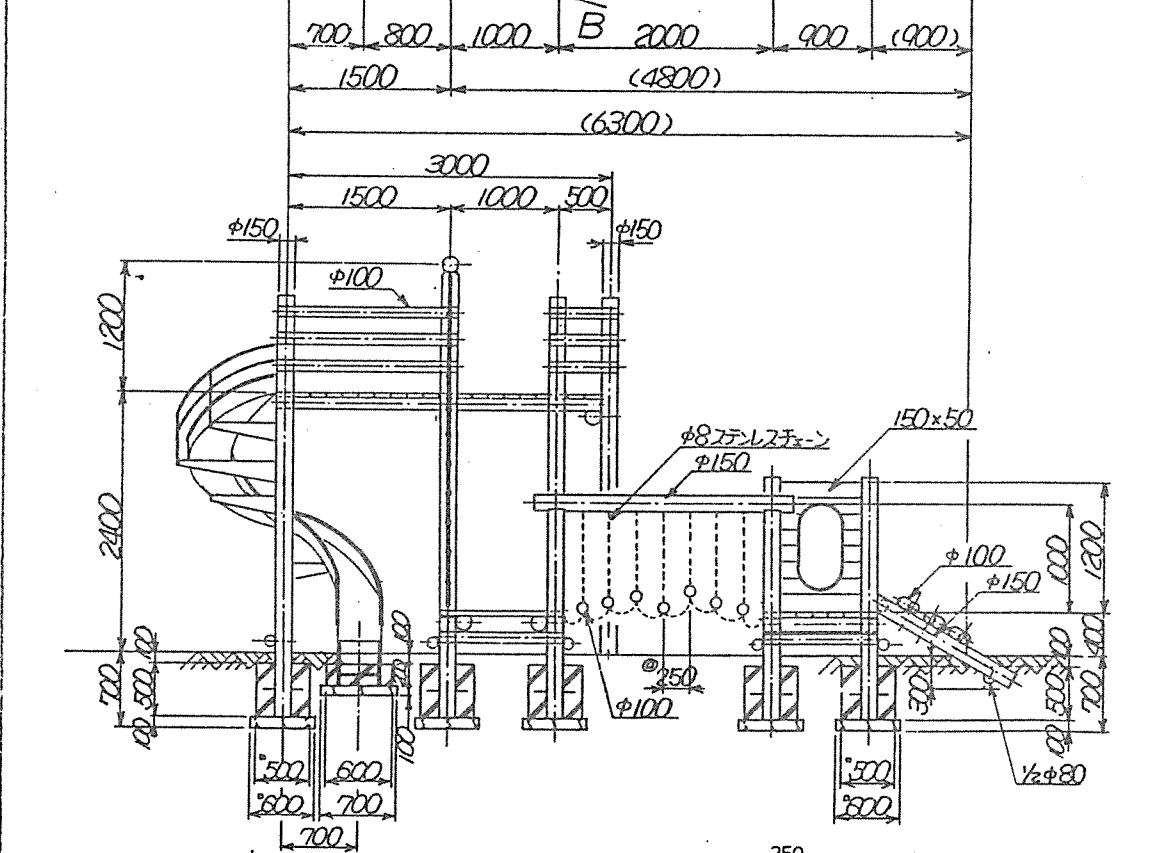
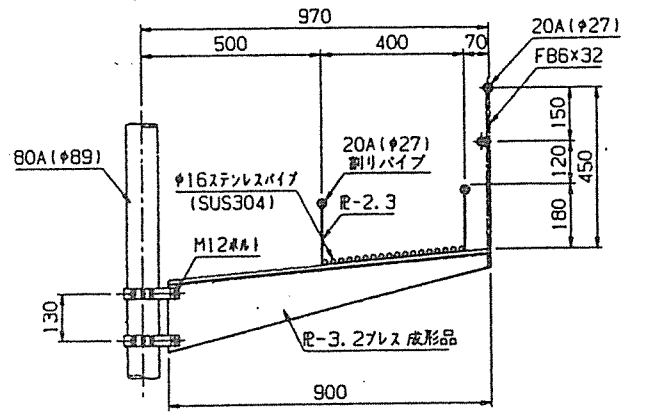
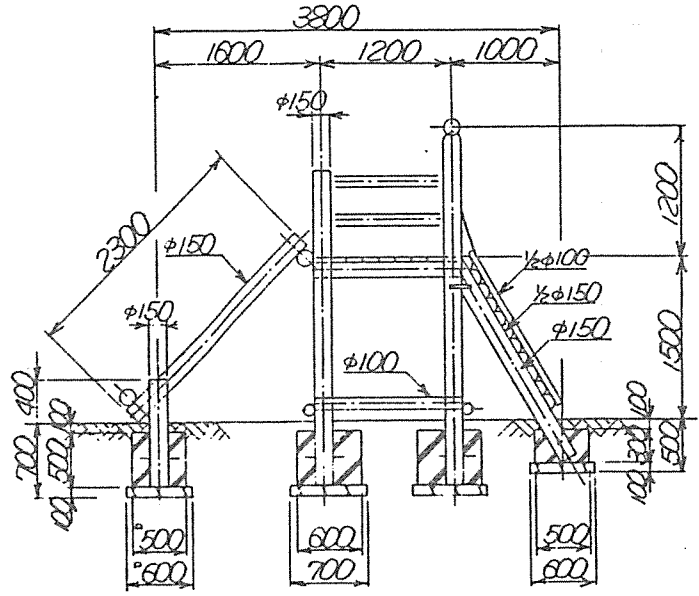
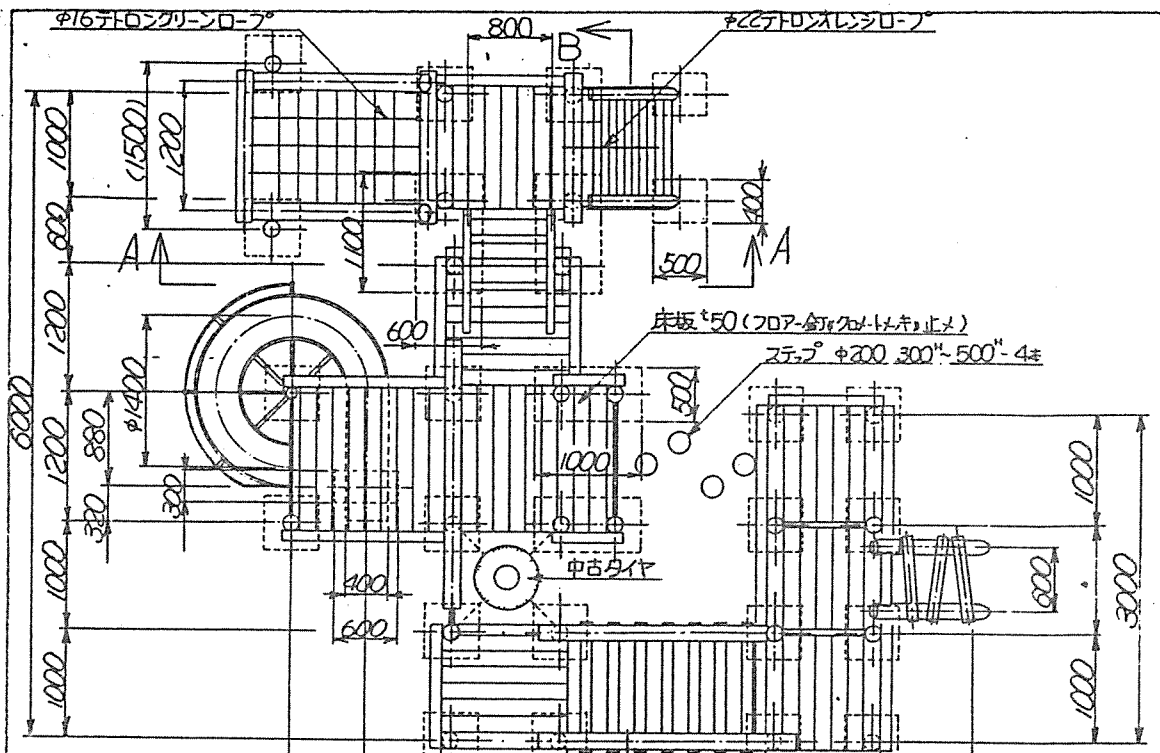
C. 幼稚園・保育園用プランでは、一度に多数の園児が遊ぶことを前提に、遊具的側面、運動的側面がバランスよく入るようレイアウトした。なお、使用にあたっては 1～2名の保護者（保母等）がつくことを前提にしている。屋根や柱はカラー塗装して、園児の興味・関心を引くと同時に、学園のシンボリック的存在として宣伝効果を持つよう配慮した。





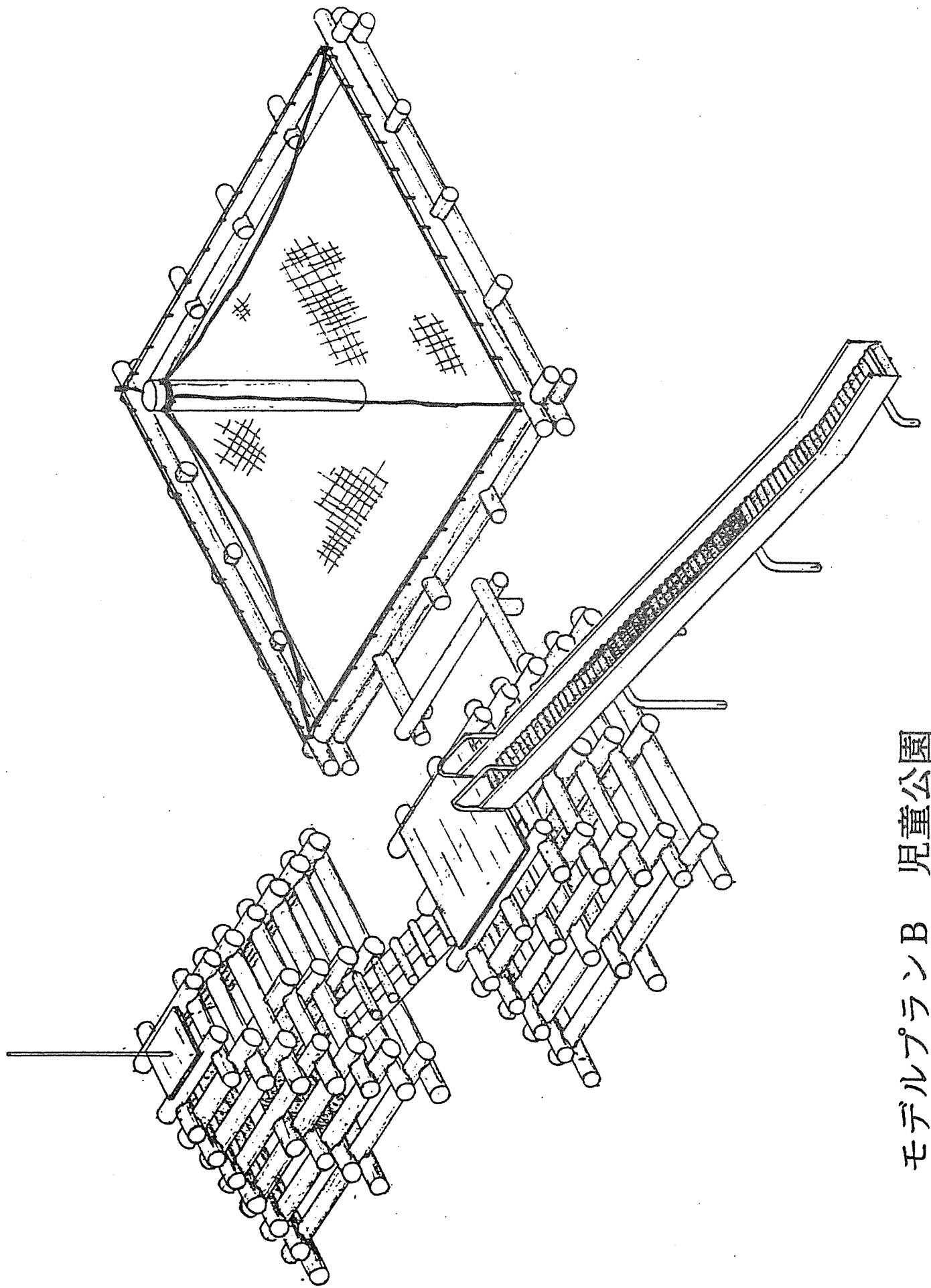
モデルプランA 小学校

- ① ネットクライム --- テトロン材質によるネットを昇り降りします。
- ② ロッククライム --- 連続する丸太による斜面を、吊られたロープをたよりのぼりおりします。
- ③ 階 段 --- 踊場への、のぼりおりを主目的とします。
- ④ ロクボクパイプ --- SUS製の横パイプを梯子状にならべのぼりおりをして遊びます。
- ⑤ ステップ --- 踊場間を渡らせたり、踊場への昇り降りの1つの手段とします。
- ⑥ ロープのぼり --- 1本の吊られたロープをのぼりおりします。
ロープには登りおりしやすいようコブをもうけてあります。
- ⑦ 回転滑台 --- 270°回転させた滑台です。通常の滑台と違う滑り心地を感じます。
- ⑧ は し ご --- ネットの材質のロープに、横木を取り付けたものなので不安定なはしごをのぼりおりして遊びます。
- ⑨ タイヤわたり --- チェーンによって吊られた、不安定なタイヤの上を渡って遊びます。
- ⑩ 丸太わたり --- チェーンによって吊られた、不安定な丸太の上を渡って遊びます。
- ⑪ かべくぐり --- かべにあいた穴をくぐって遊びます。
- ⑫ 梯 子 --- 踊場へののぼりおり、特に他の昇降手段ができない者を対象にしています。丸太を不規則に取付け、変化をもたせてあります。

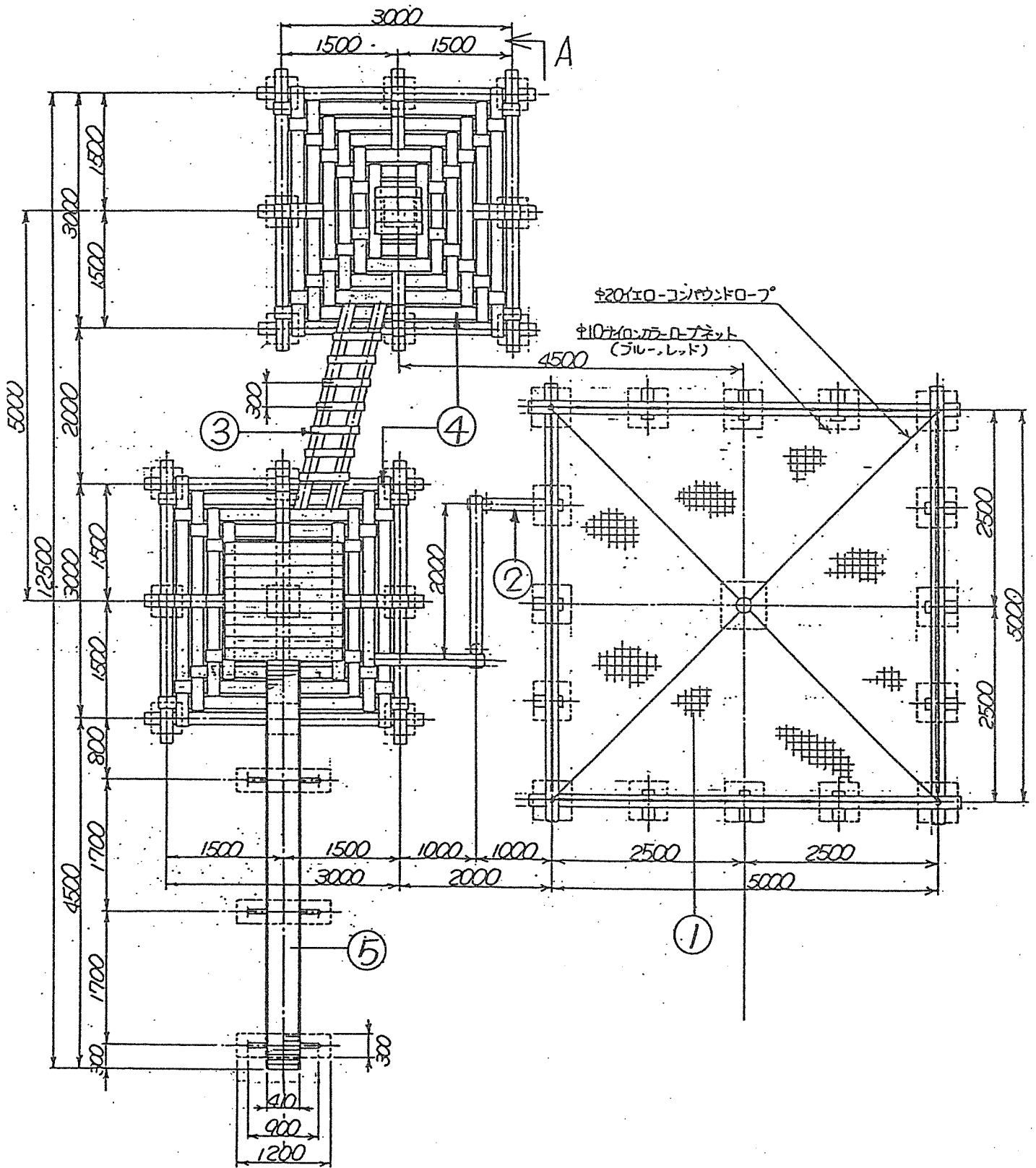


- 1) 木材は杉削り丸太とし、十分乾燥させ、BM防腐剤を加圧注入する事。
- 2) 指示なき金具（ボルト、ナット等）は全てステンレス製（SUS304 2B仕上）とする事。
- 3) ボルト頭部はネジ部と一体化とし、ネジ部の長さは70mm以下とする事。
- 4) ナットはゆるみ止付きのものを使用し焼付防止処理を施す事。

モデルプランA 小学校

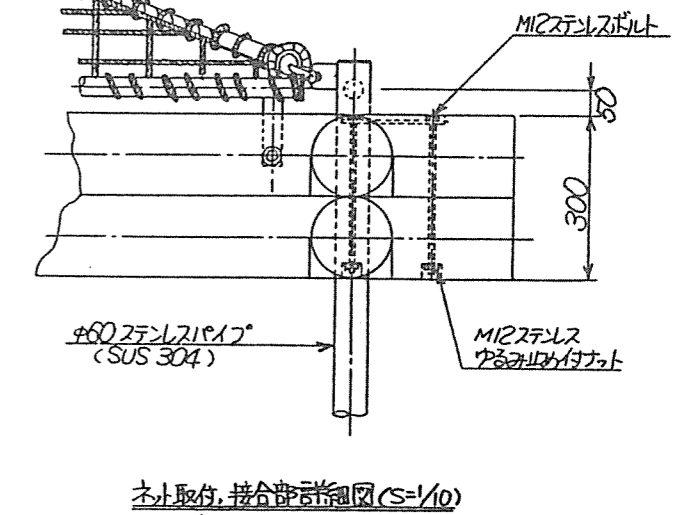
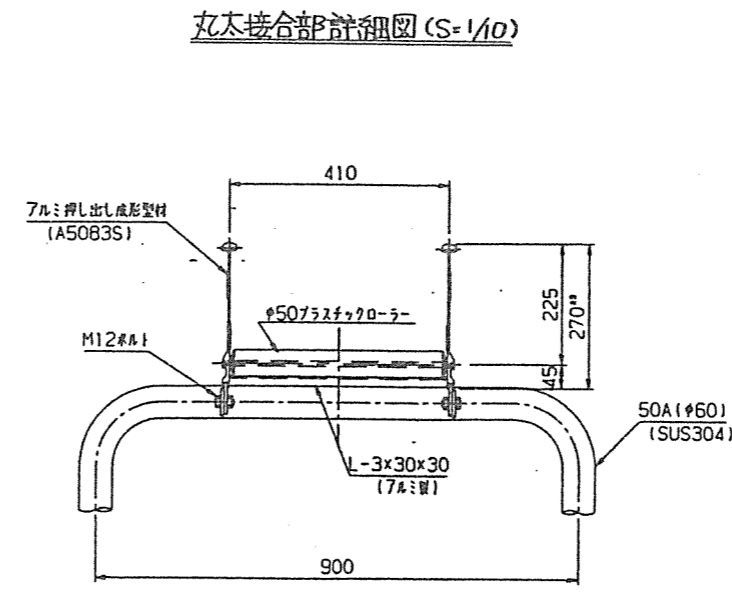
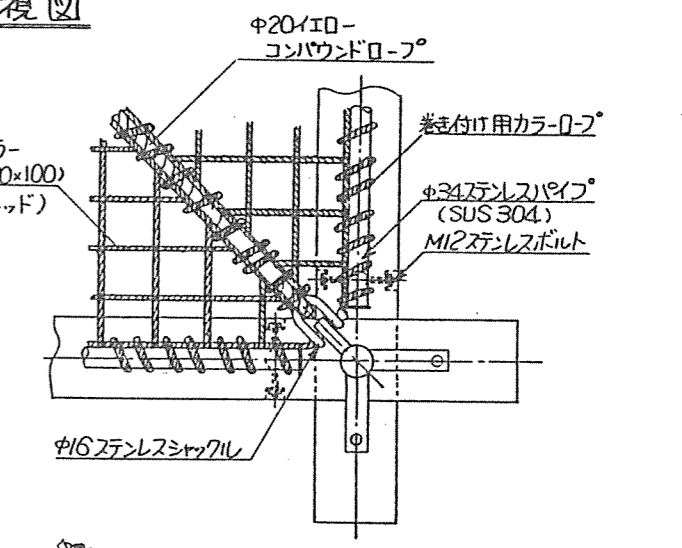
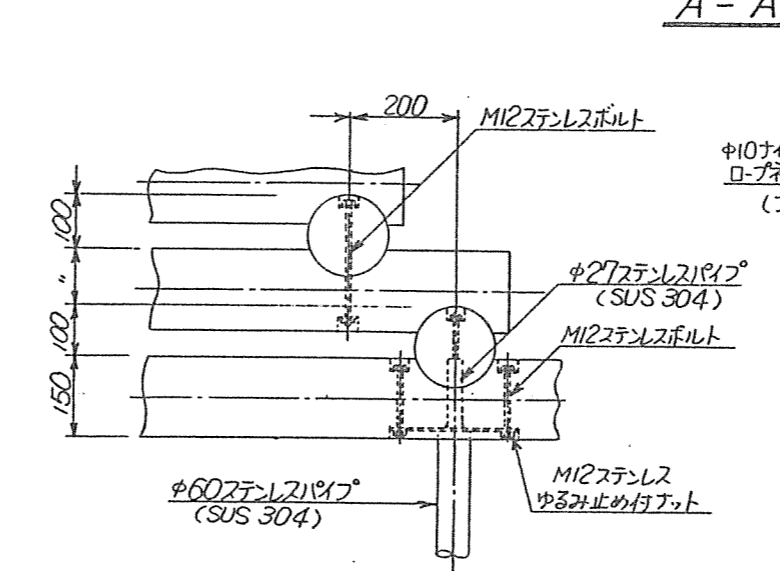
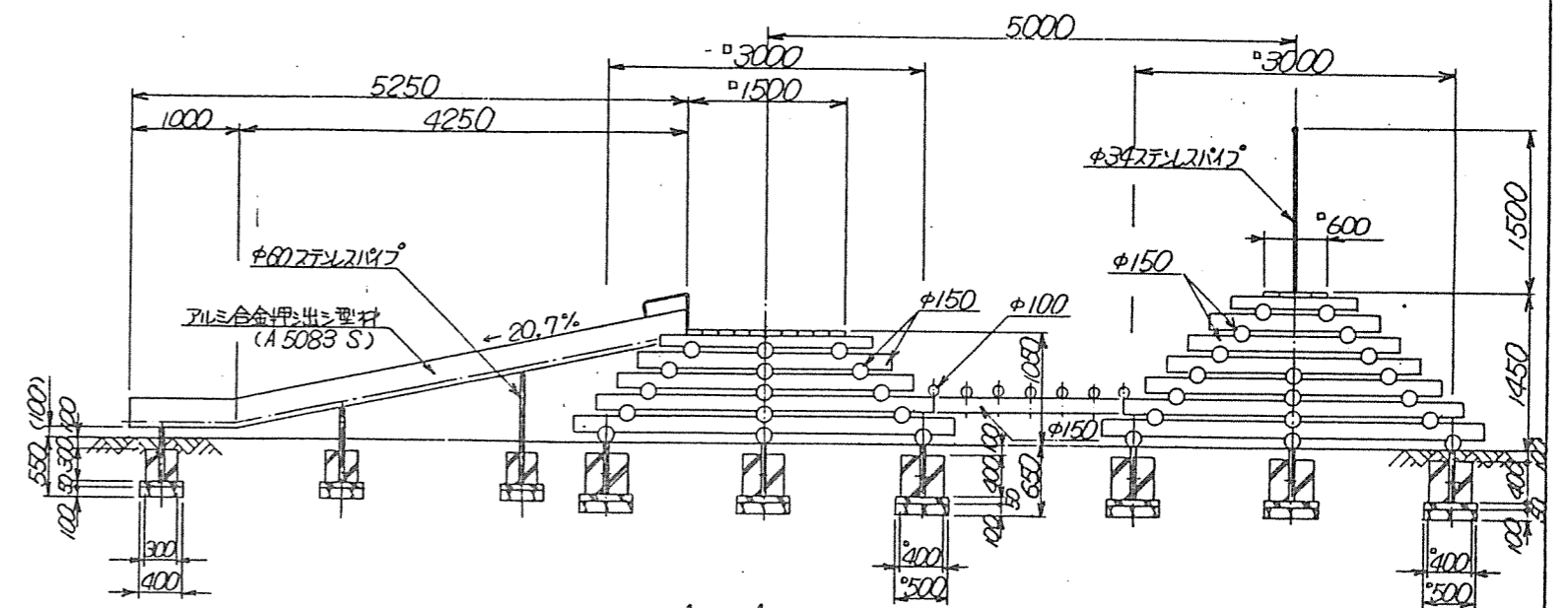
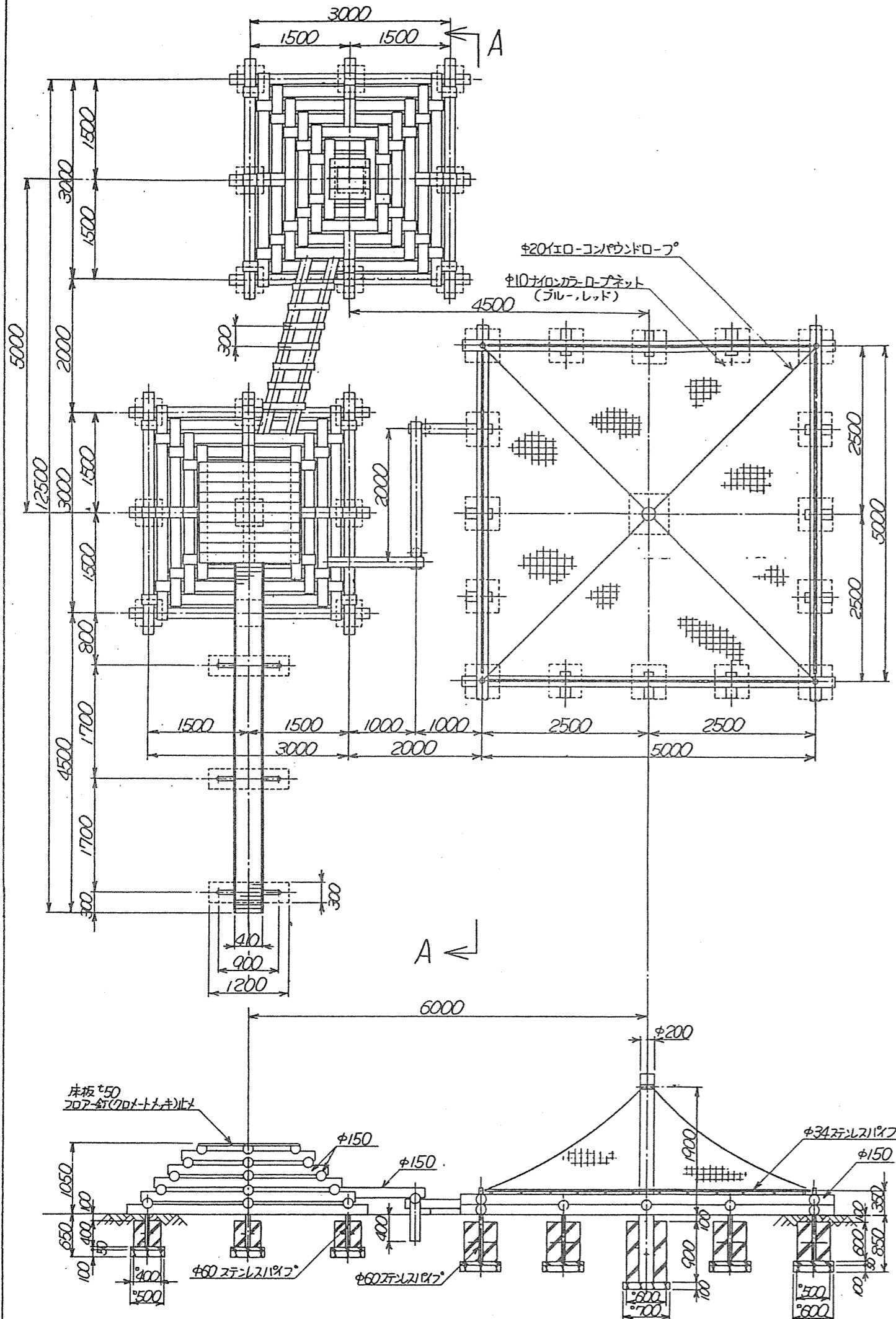


モデルプランB 児童公園



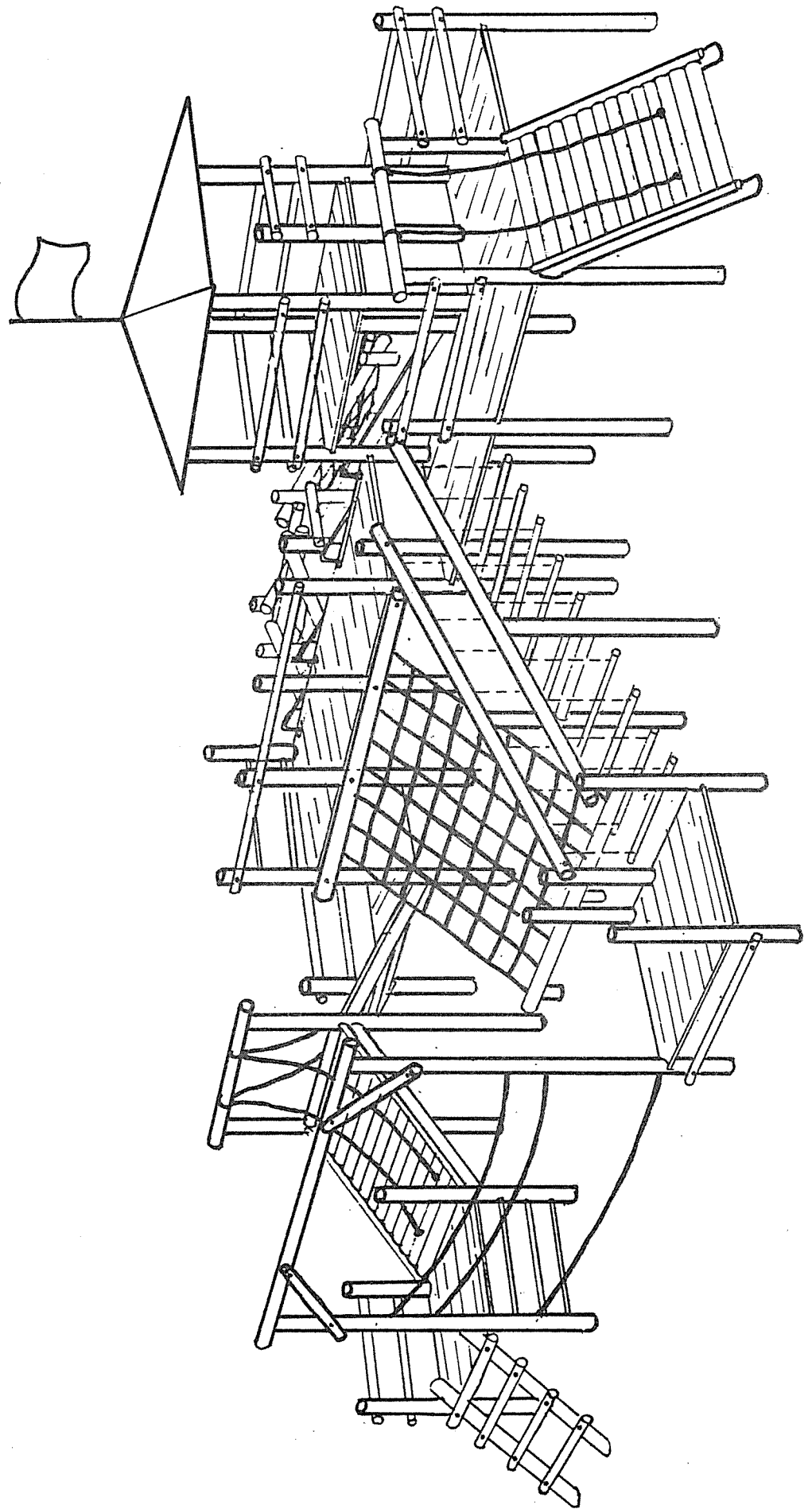
モデルプランB 児童公園

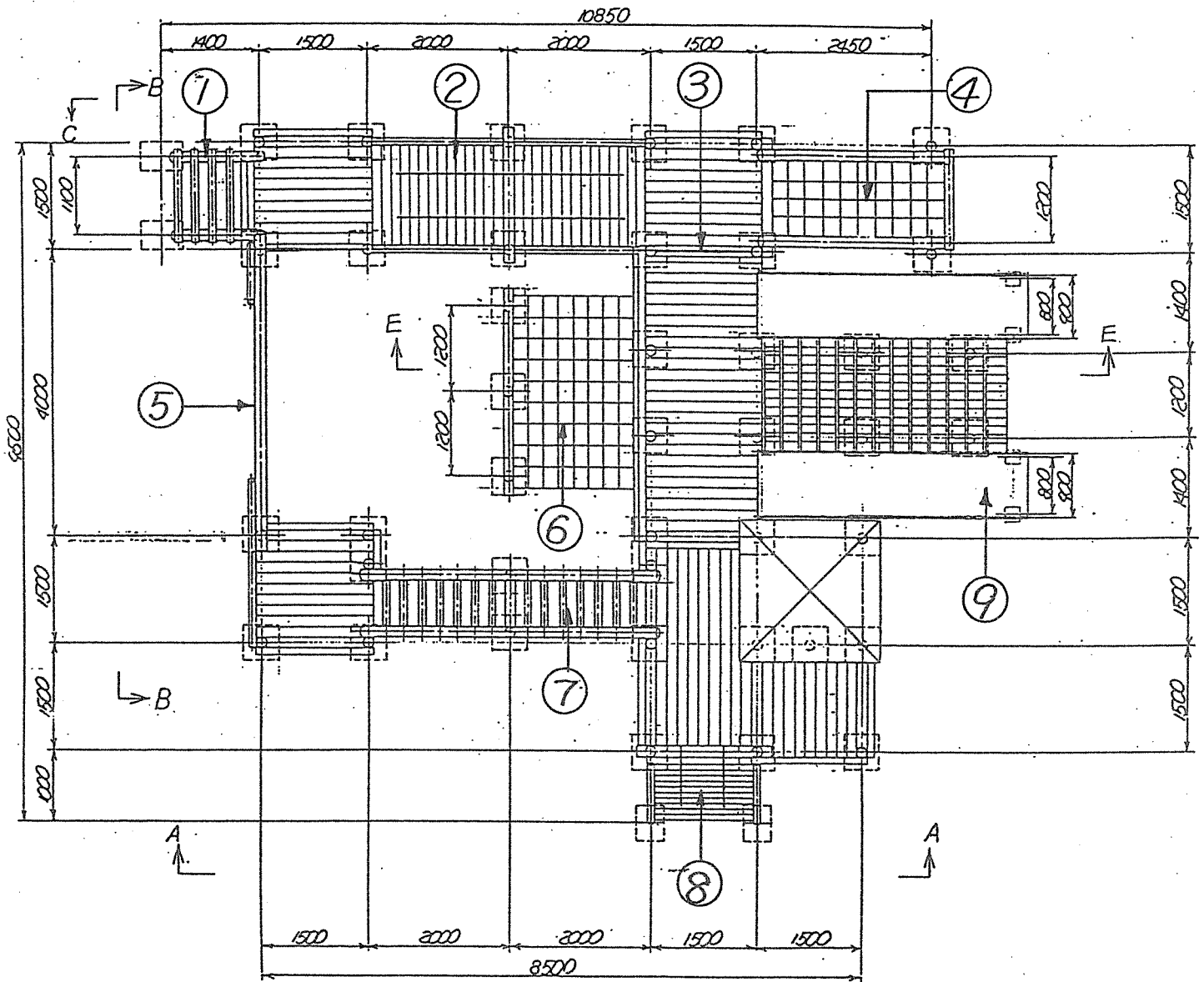
- ①ピラミッドネット――テロン 材質のネットでカラフルなネットをもちい小さい子供の目を引き、また、通常のネットよりマス目を小さくし、小さい子が、ぬけおちないようにしてあります。
ネット全体の面積を広くとり高低差を少なくおさえてあります。
ネットの上で自由に遊びます。
- ② 丸太平均台 ――φ150の丸太の上をバランスをとって渡って遊びます。
- ③ はしごわたり ――はしごを水平にわたし、その上を渡って遊びます。
- ④ピラミッドのぼり――ピラミッド状にくんだ丸太を、最頂部の踊場まで、のぼったりおりたりして遊びます。
- ⑤ ローラー滑台 ――通常の滑台より緩斜面ですが、滑面を板からローラーにかえて、よりいっそうのスピードを感じさせます。
ただし、小児用に角度・長さをおさえてあります。



- 滑面断面図 S=1/10
- 1) 木材は杉削り丸太とし、十分乾燥させ、BM防腐剤を加圧注入する事。
 - 2) 指示なき金具(ボルト、ナット等)は全てステンレス製(SUS304 2B仕上)とする事。
 - 3) ボルト頭部はネジ部と一体成型とし、ネジ部の長さは70mm以下とする事。
 - 4) ナットはゆるみ止付きのものを使用し焼付防止処理を施す事。

モデルプランB 児童公園

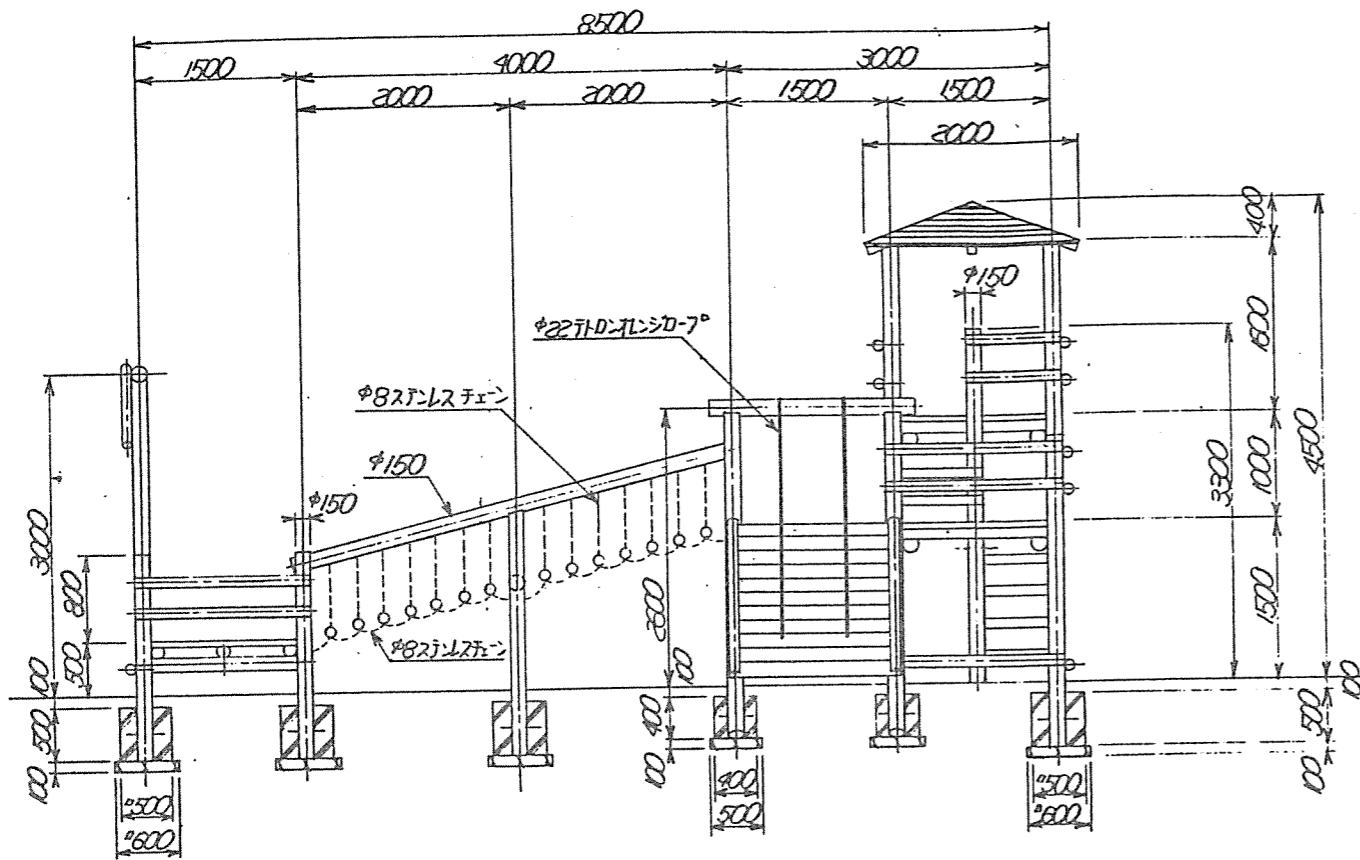




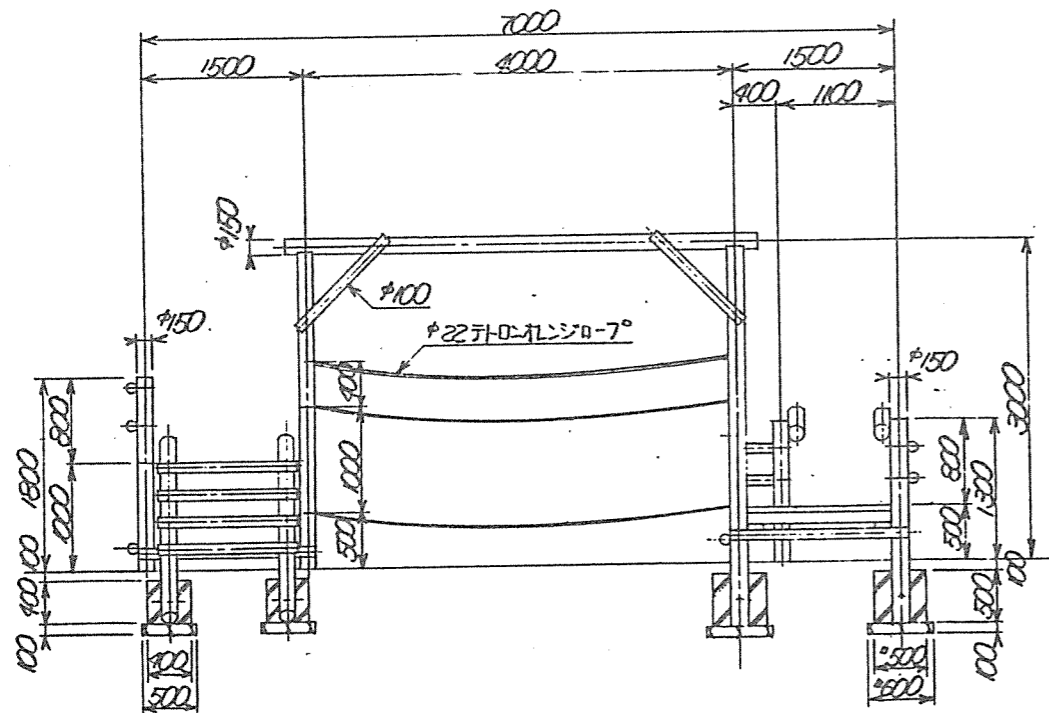
モデルプランC 幼稚園・保育園

- ① はしご --- 踊場へののぼりおり、特に他の昇降手段ができないものを対象にしています。丸太を不規則に取付け、変化をもたせてあります。
- ② 丸太のやま --- 内容・遊び方はロッククライムと同じですが、角度はゆるやかで山形になっていますので、通常のロッククライムよりのぼりおりしやすいでしょう。
- ③ ロクボクパイプ --- SUS製の横パイプを梯子状にならべのぼりおりをして遊びます。
- ④ ネットクライム --- テトロン材質によるネットを昇り降りします。
- ⑤ ロープわたり --- 丸太間に何本かはったロープをわたって遊びます。
- ⑥ ネットクライム --- (幅広) テトロン材質によるネットを昇り降りします。
- ⑦ 丸太わたり --- チェーンによって吊られた、不安定な丸太の上を渡って遊びます。
- ⑧ ロッククライム --- 連続する丸太による斜面を、吊られたロープをたよりのぼりおりします。
- ⑨ ダブルワイド滑台 --- 2本の幅広の滑台、中央には、滑台と同角度のスロープをもうけてあります。幅広滑台の特長は、小児なら2人一緒に並んで滑れるところです。

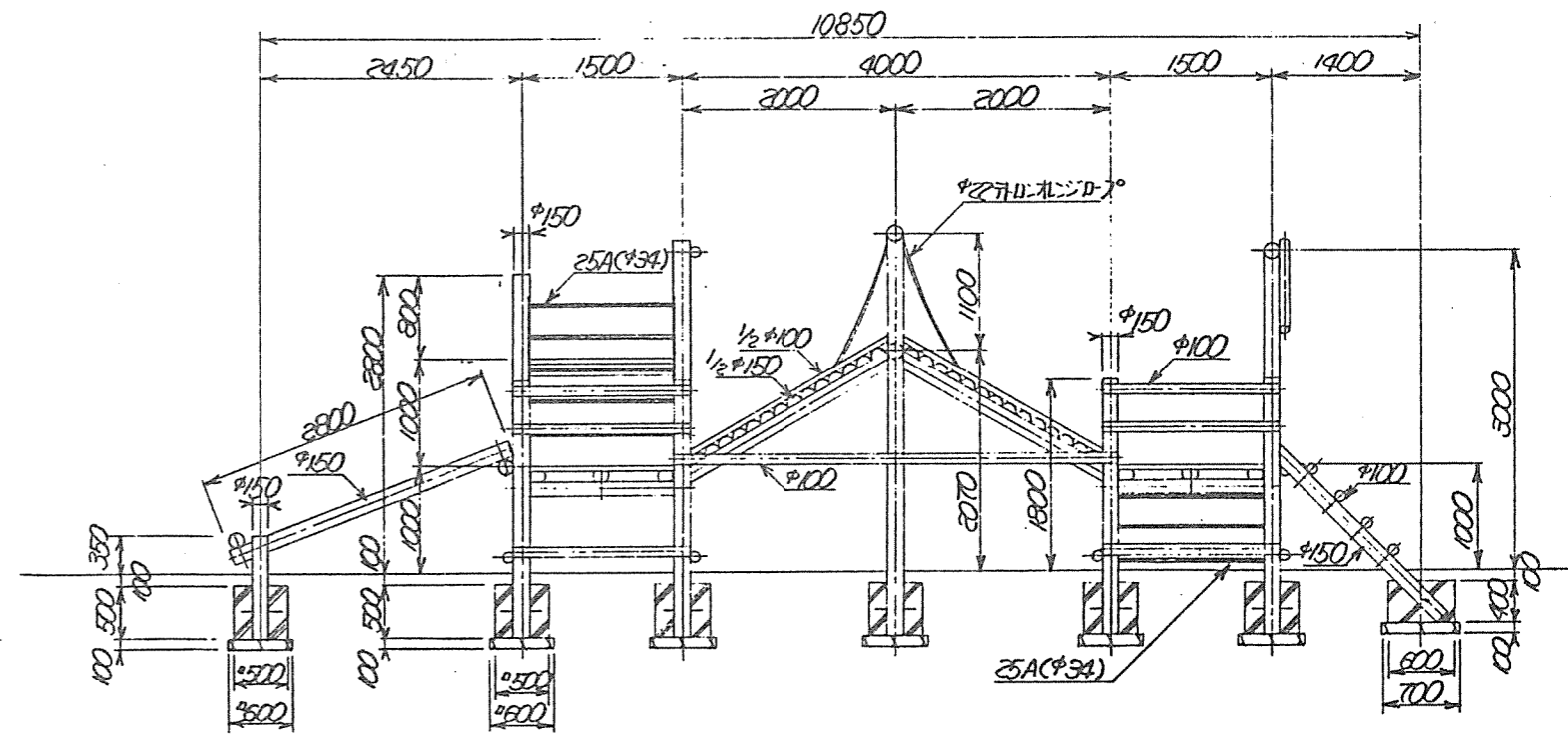
(注) 屋根や柱はカラー塗装する。屋根の上は園旗を揚げる。



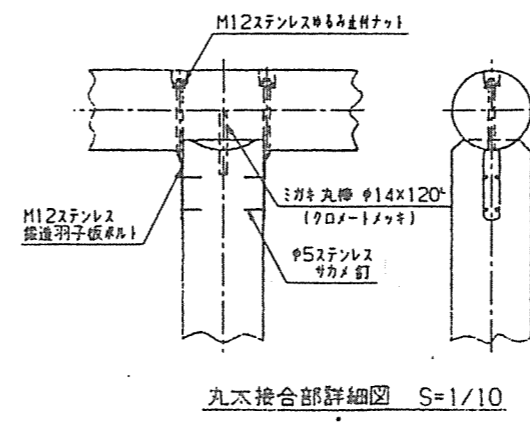
A-A 矢視図



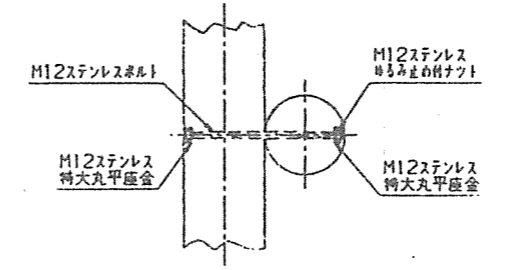
B-B 矢視図



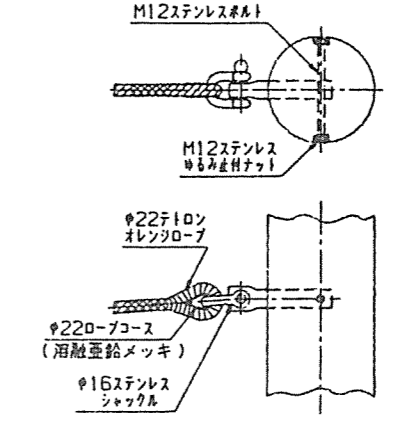
C-C 矢視図



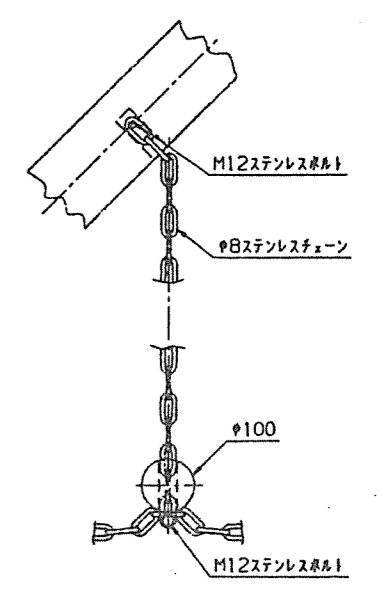
丸太接合部詳細図 S=1/10



丸太接合部詳細図 S=1/10

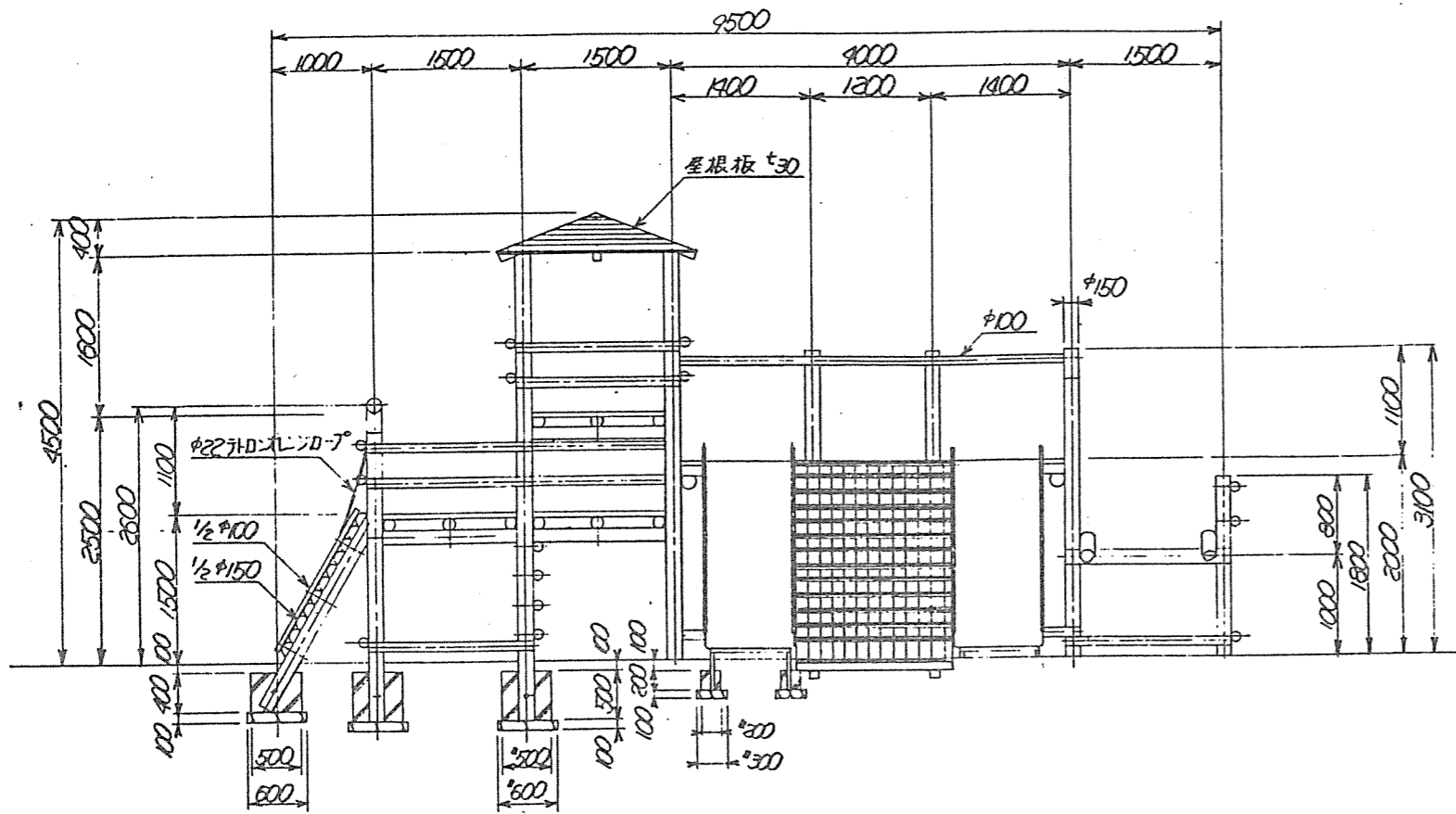


ロープ取付部詳細図 S=1/10

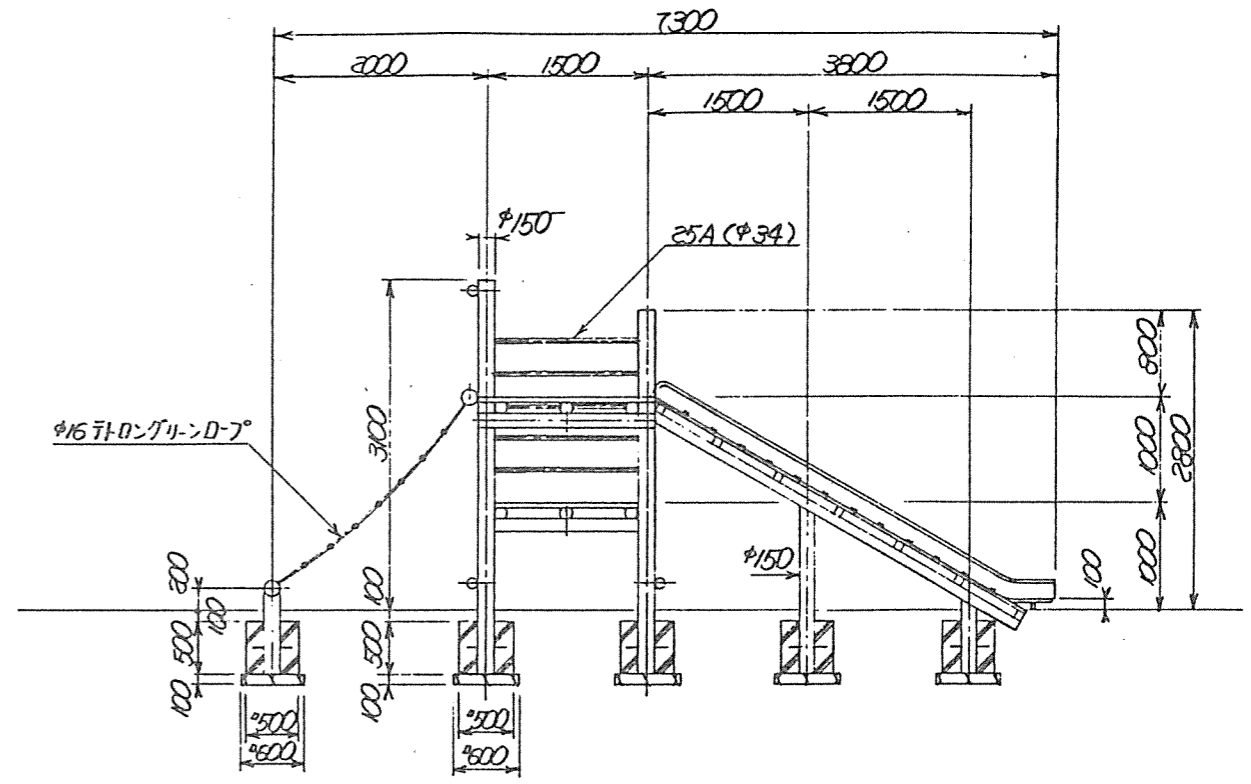


チェーン取付部詳細図 S=1/10

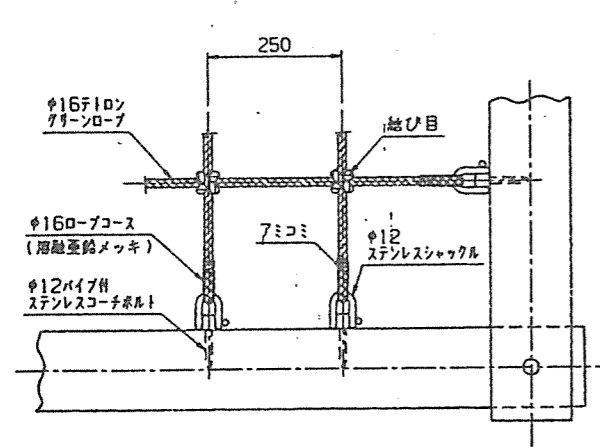
モデルプランC 幼稚園・保育園



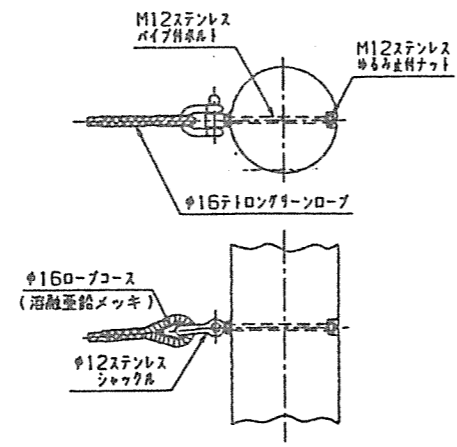
D-D 矢視図



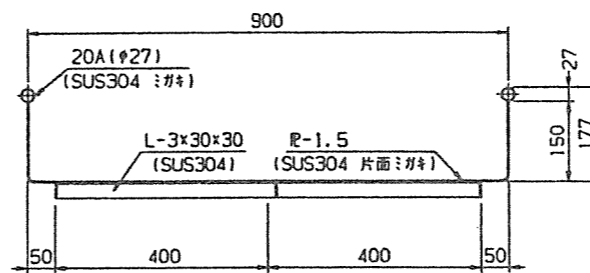
E-E 矢視図



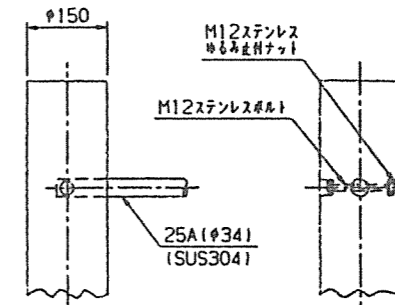
ネット取付部詳細図 S=1/10



ネット取付部詳細図 S=1/10



滑面詳細図 S=1/10



パイプ取付部詳細図 S=1/10

モデルプランC 幼稚園・保育園



2 木質舗装

2.1 舗装の機能に関する要求性能

(1) 歩行者系舗装、カラー舗装の発達と背景

大型トラックの交通量に耐えるために、車道は強固な構造で作られているが、アスファルト舗装やコンクリート舗装は、比較的安くて丈夫な実用的舗装であり、自動車のための舗装として発達してきた。しかし、それらは人のための街路や公園の舗装、すなわち潤いや安らぎをもつ舗装としては、色彩やデザイン性という点で満足されないことが多く、それらをベースに、いろいろな舗装材料が工夫されつつある。

舗装材は舗装の構造材であるが、そのなかで表層の材料はデザイン材料という側面も併せ持っており、そのことは建築の仕上げ材の概念に近いものともいえよう。歩行者系舗装の表層に用いられるカラフルなカラー舗装材の発達は目ざましく、インターロッキングブロック、樹脂系舗装材など新しい舗装材の開発が進む一方、石、れんが、木れんがなど古典的な舗装材も見直され、改良が加えられている。ブロック、タイル、れんが類は形の面白さ、言い替えると目地の面白さに配慮したものが多くなり、かつ石のようなテクスチャーのタイル、れんがのような色彩のコンクリートブロックなど、自然な雰囲気を持つ製品も増えている。

交通機能のための舗装デザインとして、従来車道のレーンマーク、制限速度、横断歩道の表示などがトラフィックペイントで描かれてきた。一方、カラー舗装は街路の車道、その中のバスレーン、また歩道、自転車道、あるいは軌道敷というように交通の種類により色彩、テクスチャーを変え、街路の各部分の機能を明示することにも用いられてきた。しかしショッピングモール、駅前広場などに代表される、より高いグレードの舗装のカラー化は、舗装デザインに装飾の要素を色濃くしてきた。これらの道・広場は都市のなかで人のために新しい役割を持つもので、そのことは新しい舗装デザインにより明示される必要があったといえる。

そして遊び心を前面に出した舗装デザインもしばしば見られるようになった。その実例としてワンポイントの絵タイル、金属レリーフを埋め込んだ舗装、文字をデザイン化した舗装などがある。また道しるべや方向指示など各種のサイン（標識）の役割を舗装デザインが担うことがある。

さらに都市デザインのなかで、カラー舗装が果たす役割とデザイン技法を挙げると次のようなものがある。

○軸線を彩る：都市に街路による軸線を造り出し、整った景観を構成する手法がある。軸線に相当する街路の舗装を、遠い丘の上から見ても鮮やかな赤などの色彩で彩る技法があり、パリ、キャンベラなどに代表的な事例が見られる。

○道・広場・公園の系統を明示する：街に遊歩道、サイクリングロードなど、広場や公園と結び付けて楽しめる道を整備する手法がある。道・広場・公園の系統を明示する技法として、舗装のカラー化、道しるべとしての絵タイルの等間隔の設置などがある。

その他、舗装により、○街路を個性的にする、○街路景観の連続性を高める、○地域特性を表現する、などの技法があるが、地域特性の表現には地場材の木材の活用も有効な手段である。

人が直接足で触れるもの、歩きながら最も多く視界のなかに入ってくるのが舗装であり、街路は生活の場として、潤いのあるものへと見直しが進んでいる。日本では1910年に大都市の幹線道路において、コンクリート、アスファルト、木塊による舗装が行われるようになったが、現在の日本の歩行者系舗装、カラー舗装は欧米に比べても発達が著しく、その建設に多くの予算が費やされている。木質舗装もそうした潮流のなかで再登場してきたものであり、1982年に掛川市でヒノキの間伐材による木れんが舗装を新幹線の駅前商店街に施工している（写真1）。

(2)歩行者系舗装の分類と木質舗装の位置付け

歩行者系の舗装には数多くの素材や工法が使われている。これらの分類の方法として公的に認められたものはまだ無いが、素材による分類、施工方法による分類、機能による分類が考えられる。舗装材料にはセメント、天然石材、木材、陶磁器、アクリル樹脂・エポキシ樹脂など高分子材料、その他が使われている。アスファルトやセメント、高分子材料はバインダーとして使われることが多く、骨材や顔料などと混合して使用される。この種の舗装材は物理的には混入される骨材や添加材によってその性能が左右されることが多い。これに対し、石材や木材、陶磁器などはそれ自体をブロック状にして使用することが多く、素材のもつ味わいがそのまま表面に現れる。

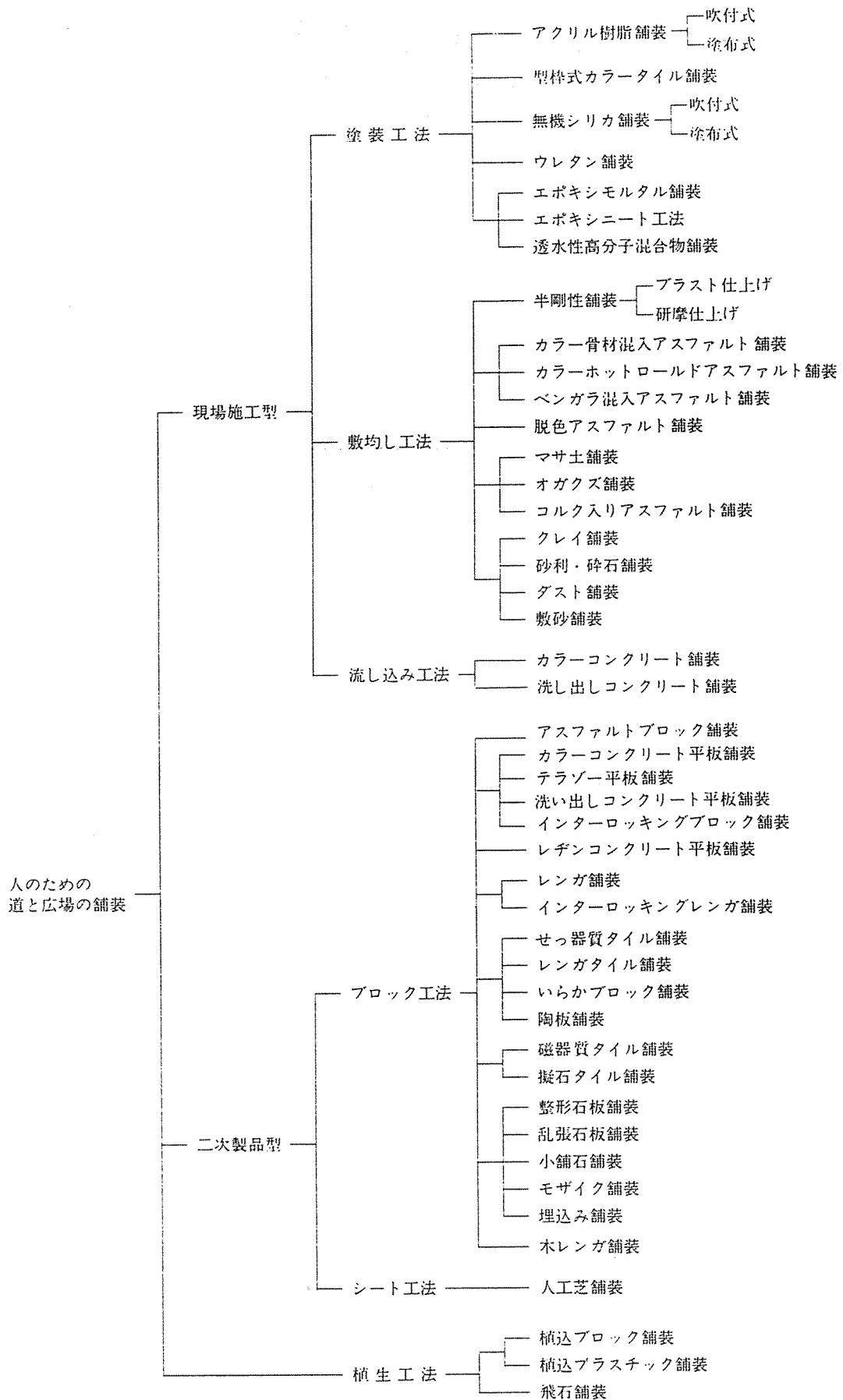


図1 舗装の分類

(分類は鈴木 敏らによる。出典：金井 格 他著：人のための道と広場の舗装、技報堂出版、1987)



写真1 木れんが舗装、掛川市商店街

写真中央はヒノキ材の木れんが、左は小舗石（ピンコロ）、右はベンガラ混入アスファルトの舗装。木れんがは防腐処理により黒っぽい。各種材料の色彩、テクスチャーなどコーディネートした、直線的デザイン。



写真2 木れんが舗装、JR掛川駅前広場

黒っぽいところが木れんが。小舗石（写真奥）、切石（写真中央）と組合せた舗装。木れんがを同心円状に敷き、切石を放射状にデザイン。

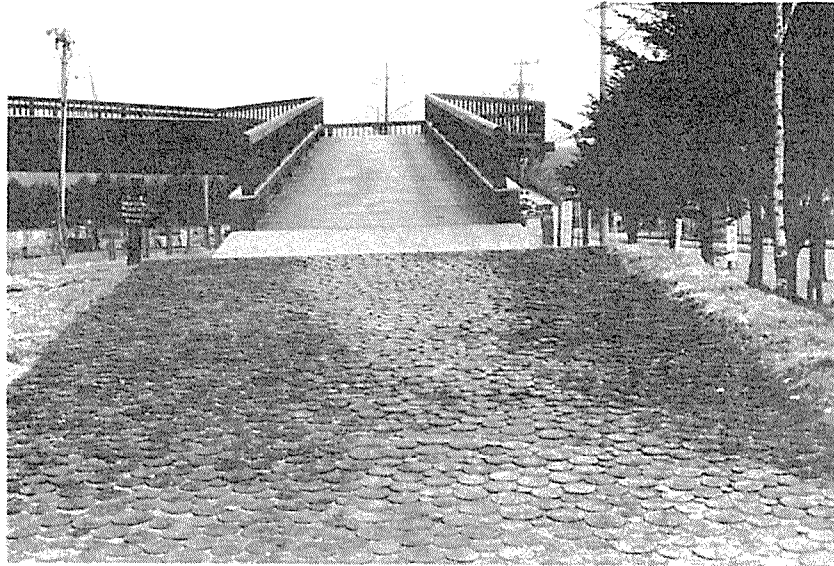


写真3 木れんが舗装、軽井沢町矢が崎公園

カラマツ材の木れんが。基層はアスコンで、碎石路盤10cm厚の下に32cm厚の切込碎石の凍上抑制層を設けている。写真はスロープ部分。

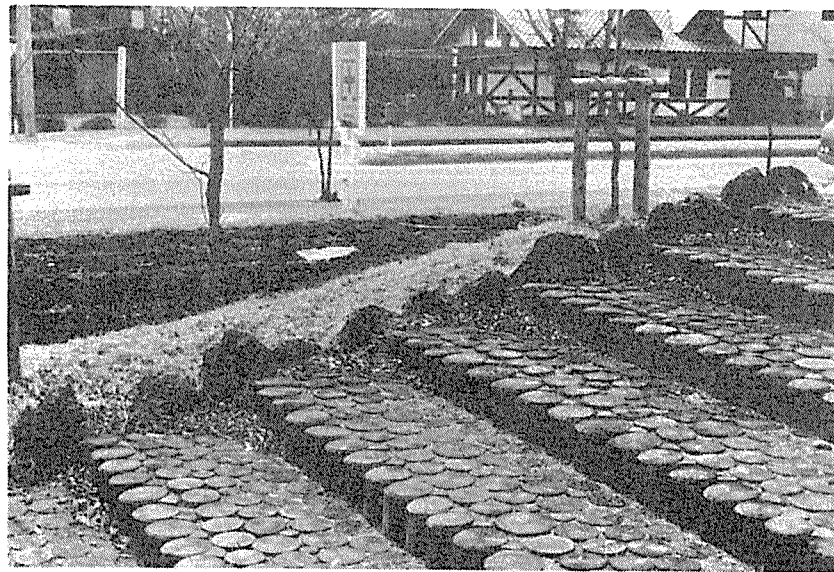


写真4 木れんが舗装、軽井沢町矢が崎公園

階段部分。



(ケンパス材)

写真5 まくら木舗装、名古屋市若宮大通公園

まくら木はJR規格、ケンパス材。高速道路の高架下の公園で雨は当たらない立地条件。写真奥にスロープ。



写真6 まくら木舗装 町田市内

レストラン前の歩道。

舗装の施工方法を大きく分類すると、材料を現場で塗布したり、敷均しや流し込みにより施工していく現場施工型と、ブロックやタイル状のものを敷並べたり、貼り付けていく二次製品型との2種類に分類することができる。一般に二次製品型は現場施工型よりも自由なデザインが可能である。

歩行者系の舗装の機能としては歩行性（歩き易さ）と排水性などがあげられる。これら3種類の分類方法を組み合わせたものに、図1の分類がある。

(3)木質舗装と施工方法

木質舗装を広くとらえれば、現在次のようなものがある。

〔木れんが舗装〕（写真1-4）〔まくら木舗装〕（写真5-6）

〔コルク入りアスファルト舗装〕〔オガクズ舗装〕

〔パークのグラウンド・カバー〕

ただし、まくら木舗装と、パークのグラウンド・カバーは図1には記載が無い。舗装の施工方法には種類が多いが、木質舗装に関わりの深いものを次に述べる。

○塊状ブロック工法：二次製品ブロックの中でも比較的厚い（6cm以上）タイプのブロックで、アスファルトやセメントコンクリートなどの下地舗装を使わず、クッション砂の上にブロックを敷並べていく工法で、ブロックとブロックとのかみあわせにより安定させるものである。ヨーロッパの石畳舗装はほとんどのこのタイプで、コンクリートやれんがによるインターロッキングブロックが使われることもある。

○平板ブロック工法：平面サイズが20-40cmに対して厚さが3-5cm程度のブロックを使い、コンクリートやアスファルト舗装上に2-3cmの敷モルタルにより固定しながら敷並べる工法である。素材は天然石、セメントコンクリート、れんが、せっ器質タイルなどが使われる。目地は5-10mm程度で、セメントモルタルを充填する。

○タイルブロック工法：平板ブロックとタイルブロックとの明確な区分は難しいが、タイルブロックは厚さが10-20mm程度の比較的薄いもので、陶磁器質や天然石材が使われる。セメントコンクリート製のものほとんどない。コンクリート舗装のうえにモルタルで固定しながら敷並べるが、薄いため割れや剥がれによる破損が起こりやすい。タイルブロック工法の耐久性についてはまだ研究の余地

がある。

〔木れんが舗装〕個々の木れんがの形は塊状ブロックに似ているが、施工法としては従来はタイルブロック工法に入るものであった。当初はコンクリート舗装の上にセメントモルタルにより高さを調整しながら木れんがを1個1個敷並べる方法が（写真1）とられ、ついで平坦性の良いアスファルト舗装のうえにアスファルト系接着剤を使って敷並べる方法（写真3）で施工されることが多くなった。この方法は木れんがと基層との接着安定が良く、また施工もさほど熟練を必要としないという長所があった。木れんがの目地は10mm程度とし、アスファルト系の材料で充填する。

しかし、その後、施工法にはさらに改良が加えられることになった。それは、木れんがを1個1個現場で敷並べる方法はどうしても多くの人手を必要とし、舗装の単価を下げるのに限界があったことが理由の一つであった。現在、工場で複数の木れんがをプラスチックフレームや金属フレームに装着し、あるいは補助金具で連結し、適当な目地間隔をとってユニット化した部材を現場で敷並べる施工法が普及しつつある。

〔まくら木舗装〕塊状ブロック工法による舗装（写真5）と平板ブロック工法による舗装（写真6）の例がある。

（4）歩行者系舗装の機能

「アスファルト舗装要綱」では歩道舗装について、『水がたまることのないように、また美観、供用性について配慮すると同時に、その受ける荷重条件は予想以上に苛酷であるから、この点も十分に考慮する必要がある。従って歩道の舗装では美観とともに、路面の平坦性ならびに歩行に対する耐摩耗性とすべりにくさが必要条件となる。』としている。ここでは歩行者系舗装の機能として、表面の滑り抵抗や軟らかさによって決まる歩行性（歩きやすさ）と排水性について見ることにする。

○歩行性

歩行による肉体的な疲労は舗装が足に与える衝撃の程度によって異なる。衝撃は舗装の軟らかさ（クッション性）によって異なり、水平方向の衝撃は舗装表面の滑り抵抗に影響される。滑りやすい舗装は歩きにくく危険であり、疲労が大き

く、極度に滑りにくい舗装も疲労を伴うものである。一般には滑り抵抗の比較的大きな舗装をよしとする傾向があり、滑りやすい舗装が問題となることが多い。滑り抵抗は乾燥状態と湿潤状態では大きく異なり、湿潤状態での滑りやすさが問題となることが多く、対策として透水機能による表面排水の促進や表面のショットブラストやカッター溝によるグルーピングなどが行われる。寒冷地において滑りが問題になるときは、積雪や着氷によることが多く、この場合は舗装表面の凹凸が逆に雪や氷の離れを阻害することもある。

一般には事故対策としての滑り止め舗装工法の開発に力が入っており、真に歩きやすい舗装の研究はあまり行われていない。滑りと歩きやすさや疲労との定量的な研究は歩行者系舗装の課題の一つとされている。

舗装は通行車両のために耐久性だけが追求されてきたが、現在では生活空間の一部として、アメニティーも追求されるようになってきている。それには見て美しいだけでなく、触れてソフトな、暖かさや優しさを感じさせるということも必要である。この点で木質舗装はソフトな舗装といえるもので、児童公園など子供の遊び場への利用に特性が活かされている。

○排水性

舗装の排水は表面排水による場合と浸透排水による場合とに分けられる。路床、路盤も雨水が侵入すると、その支持力が極端に小さくなることから、舗装のなかには雨水をいれないように、舗装の表面を雨水を流して側溝に集めて放流するということが鉄則であった。しかし、不陸による水たまりができやすかったり、街路樹の生育に悪影響があったり、放流する雨水の量が下水の能力を越えるという問題があった。

そこで、人の歩行が主体となる交通量の少ない街路であれば、路盤の厚さなどを考慮して、雨水を舗装体を通して直接地中に浸透させる工法が考案され、透水性舗装が開発された。浸透排水は透水性舗装によって行われるが、これは雨水を直接地面に浸透させるものであり、路面に水たまりができにくいという利点と同時に、雨水を大地に還元して樹木の成長を助け、また下水への流入量を調整するという機能を持つ。

(5)舗装のデザイン

カラー舗装材の発達とともに、舗装のデザインも発展しているが、都市のメインストリートだけでなく、狭い裏通り、建物周り、橋面、公園緑地の園路なども舗装デザインの対象になる。舗装デザインは道や広場の、歩行をはじめ各種交通機能、および装飾に深く関わり、道や広場のデザインに遊びの要素の導入することやサインのデザインとも関連して、景観に多大な影響を与える。

舗装デザインの見られ方は、大きく3つのケースになる。a. ビルの上階、あるいは坂の上などにいる人が遠景の中に舗装を見る。b. 道・広場を歩く人が近景の中に舗装を見る。c. 道・広場を歩く人が足元に舗装を見る。いずれにせよ、舗装のデザインは常に見おろされる（膵観される）。舗装デザインには現代のデザインの潮流が反映しているが、それとともに舗装の古典的デザインも活用されている。欧米の古い街路・広場・庭園や、中国の庭園等に様式化された舗装デザインがあり、小舗石やれんがの敷方にも伝統的パターンがある。また舗装材とデザインの関係は密接なものがある。

石の舗装には年月を経て、古びて重厚さを増すものがあるように、街の年輪を刻んでいけるような舗装材は大切であるが、一方では目新しい色彩、デザインの舗装材が好まれるなど、舗装がファッション化しつつある側面もある。

次にデザインの要素について見ることにする。

○色彩

カラー舗装材は、それぞれの素材により特色ある色彩が開発されているが、ひとくちに赤系統といっても、色相、明度、彩度を変えて何種類もの色を揃え、カラーをシステム化した製品も現れてきた。このことは、より微妙な変化のある舗装の配色を可能にした。また、低明度、低彩度の色彩の舗装材も開発され、より落ち着いたある配色も可能になった。舗装材によっては施工後退色、汚れの目だつものや、降雨時に濡れ色の鮮やかなものがある。

木質舗装では木地のままとするか、防腐剤の色とするか、塗装するかなど、考慮する。屋外では木材の色は日光、雨等により変退色しやすい。

道・広場の性格により舗装の色を明るくするか、暗くするかなど事情が違うのは当然であるが、配色には色彩の調和が重要である。また有彩色の舗装に目が集まりがちであるが、無彩色（黒、白、灰色）についても考慮する必要がある。

なおカラー舗装を色違いの材料で縁取れば、舗装の色をくっきりさせる効果がある。

○テクスチャー

舗装デザインを考えるとテクスチャーは材質感に直接かかわる重要な要素である。表層に2種類以上の材料を使えば異なるテクスチャーが組み合わせられるが（写真1、2）、単一の材料でも加工の仕方を変えてテクスチャーに変化を与えることができる。たとえば、石材舗装でバーナー仕上げとサンドブラスト仕上げを並べたりする場合である。舗装のテクスチャーを考えると周辺の建築との調和に配慮する必要がある。

テクスチャーは触覚的テクスチャー（タクチルテクスチャー）と視覚的テクスチャー（ヴィジュアルテクスチャー）に分けて考えられる。

〔タクチルテクスチャー〕触れることにより感じる材料の表面の状態をいう。舗装材の場合は足で、履物の底を通じて感じる表面の状態ということになる。滑りやクッション性と関わりが深い。

〔ヴィジュアルテクスチャー〕目で見て感じる材料の表面の状態をいう。各種材料ごとに特有な表面の状態がある一方、同じ材料でも加工の仕方により、凹凸、つやつや、というように表面の状態は異なる。しかし、現在は大理石のように見えるコンクリートブロック、花崗岩あるいは布地のように見える磁器質タイルなど、より自然なものに見える材料も開発されている。この点、木質舗装のテクスチャーは最も自然なものである。

○形態

平面構成の要素に、点、線（直線、折れ線、曲線）、形（三角形、四角形、多角形、円、楕円、不規則な形）があり、直線を交叉、直交させれば十字や格子ができる。

道の軸線に平行に描かれた直線は強い方向性を示し（写真1）、軸線に直角に等間隔に描かれた直線は歩行のリズムを刻む。広場に描かれた平行線は安定感があり、かつ方向性を示す。折れ線はダイナミックな動きを示し、道の軸線に沿ってうねる曲線はゆるやかなリズムを感じさせる。同じ波形の曲線の繰り返しは強いリズムと強い方向性を示す。道・広場の軸線に平行な直線とそれに直行する直

線の格子のパターンは、整然としたスタティック（静的な）印象を与え、軸線に45°振った格子は整然としたなかにもダイナミックな印象を与える。

合同の三角形を繰り返すパターンは強い方向性を示し、合同の四角形を繰り返すパターンは整然として安定感がある。四角形のパターンは市松模様にするると整然として、かつリズムカルである。円のパターンには広場全体を同心円と放射線で構成する古典的なもの（写真2）があるが、このデザインは強い求心性を持つ。小さな円を繰り返すデザインもある。どんな形も繰り返して直線的に並べれば方向性を示す。

不規則な形によるデザインも試みられることがあるが、高度なデザイン能力の裏付けが無いと、視覚的に歩行のリズムを乱すなど、成功しにくい。

ワンポイントのデザインに使われる絵タイル、レリーフや広場の一部の地図など具象形が描かれることがある。また、デザインの要素としてヨーロッパや日本の伝統的な文様、図案が使われることがある。

○スケールとモジュール

カラー舗装のデザインはさまざまなスケールで構成されている。舗装デザインは高い場所から見られる場合は別にして、道・広場を歩く人の目によって部分が見られ、歩き回ることによって全体のデザインが把握される。したがって描かれる図形のスケールが人の視覚で認識されるスケールに合っていないと、設計図の上では面白いものが施工後は見栄えがしないこともありうる。

舗装材のモジュールとしては、コンクリート平板300×300×60mm、小舗石（ピッコロ）90mm立方、れんが210×100×60mm、床タイル目地共100mm角、などが代表的サイズで、木材により新しい舗装材を開発するにも、これらとコーディネートできるようなサイズを考える必要がある。（写真1、2）

○構成の形式

平面構成の基本的な形式で舗装デザインによく応用されるものとしては、シンメトリー（対称）、リズム、グラデーション（漸移）が挙げられる。

(6)安全性

商店街のアーケード内などによく用いられるテラゾー（人造石研ぎ出し）平板舗装は表面に光沢があり、美しいが、屋根の無い場所では降雨時に滑り易い場合

がある。また、表面の平滑なタイルを雨の当たる歩道の舗装に用いても同様のケースが生じる。一方、表面を粗く仕上げた石塊の舗装は自然な雰囲気を出すが、乳母車や買物用カートの通行のある歩道に用いれば、車ががたついて危険なことがある。しかし、これらのことは舗装材に難点があるのではなく、舗装材の使い方に問題があるのであって、舗装材も適材適所を考える必要がある。

ヒノキの木れんが舗装を建設した商店街で、表面を平滑に仕上げた木れんがは降雨時に歩行者や自転車が滑って危険である、ということで施工後、表面を荒す処理を施した例がある。

2.2 舗装の構造に関する要求性能

(1) 断面と構造

舗装は構造から、たわみ性舗装（アスファルト舗装）と剛性舗装（コンクリート舗装）に大きく分類される（図2）。歩行者系の舗装の構造は基本的には車道の舗装と変わるところは無いが、車道の舗装と異なるところは、舗装に働く載荷重が小さいというだけでなく、表層の舗装材にアスコンやコンクリート以外の様々な材料を使用しているところにある。歩行者系の舗装を設計する際には、一般道路の舗装基準をそのまま適用すると、構造が過大になることがある。

一般的な歩道用の設計基準は確立されていないが、「アスファルト舗装要綱」には次のような舗装基準が示されている。

1) 表層は平坦で歩行に対する耐摩耗性、耐圧性をもち、滑りにくい材料であること。

2) 路盤には切込み碎石（7-8 cm）、粒度調整碎石（10 cm）を用いる。

3) 路面は排水のために2-3%の勾配を設ける。

しかし、ショッピング・モールなどでは人が歩くだけでなく、管理用の車の侵入なども考えられることから、歩行者だけを考えた歩道の舗装とは異なった基準で設計する必要がある。

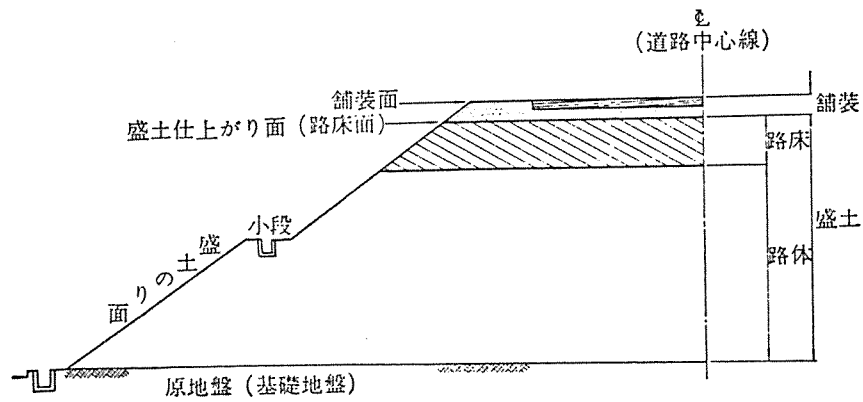
道路舗装の設計では、載荷重に耐える厚さを持ち、力学的に釣合のとれた構成となるように全体を設計するとされているが、歩行者系の舗装では、表層に働く荷重は小さいが、舗装材に様々な材料が使用されているので、その舗装材に適した舗装構成をとることが必要である。

舗装の標準的な構成は、表層・基層・路盤からなるが、舗装全体は路床が支えており、一般の道路と同様に路床土の条件が舗装の構成に影響を与える。（図2）

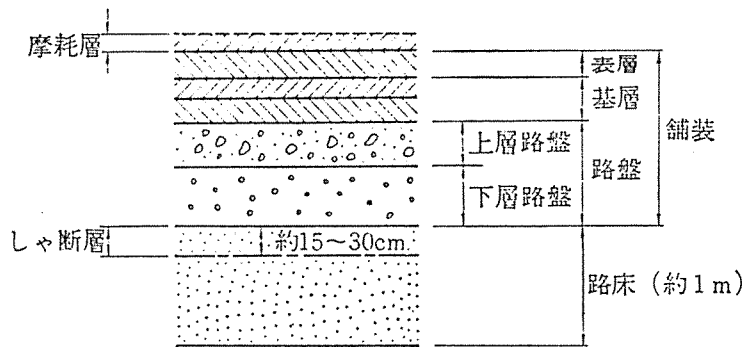
木質舗装は表層に木材を用いるものである。

路床は舗装下面より厚さ1 mの範囲をさすが、路床土はその性質が舗装の構造や凍上対策などに関係してくるので、事前に土質調査や土質試験を行っておくのが望ましい。

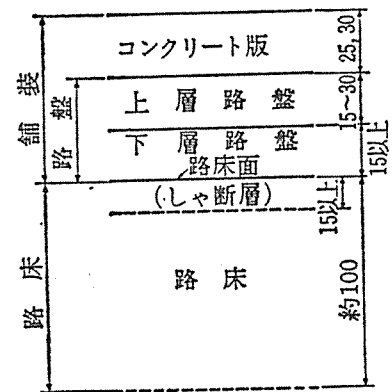
路床は現地土をそのまま用いる場合もあるが、設計CBRが2未満の軟弱な地盤では良質な材料で置き換えたり（置換工法）、セメントや石灰を添加して地盤



盛土部断面の名称



アスファルト舗装の構成と各層の名称



コンクリート舗装の構成 (単位cm)

図2 舗装の構造

(出典：道路土工一施工指針、アスファルト舗装要綱、セメントコンクリート舗装要綱、いずれも日本道路協会)

を改良したり（安定処理工法）して路床をつくりかえることもある。また、路床土が地下水の上昇とともに路盤内に侵入し、路盤を軟弱化するのを防ぐため、路盤下に遮断層（砂層）を15-30cm 設けることもあるが、これは路床の一部と考える。路盤は上からの荷重を分散して路床に伝える役目をもっているが、路盤に十分な支持力がないと、表面に不陸ができたり、表層の転圧が十分に行えないなどいろいろ影響があるので、一般には耐久性に富んだ碎石やダストを用いて締め固めた路盤が作られる。

基層はたわみ性舗装では設計されるが、歩行者系舗装では載荷重が小さいので特に基層を必要としない。しかし塗装工法では表層が非常に薄いので、基層で荷重に対抗できるように基層をアスファルト合材やコンクリートでつくる。また二次製品の舗装材を用いる場合、表層の下に表層の平坦性を維持するため、クッション層を設ける。クッション層は砂や空練りモルタルが用いられる。磁器やせっき質の舗装材ではコンクリート版との接着にモルタルが用いられている。

〔バリエーション〕舗装の基本的構造は平坦な面であるが、バリエーションとして、坂道（スロープ）（写真3、5）、階段（写真4、6）、車道と歩道の境目の切下げ、樹木のための植え樹などが挙げられる。坂道のスリップ止めのために溝を付けたり、ゴムを取り付けたりした役物を備えた舗装材もある。ハンディキャプトのためには、車椅子のためのスロープの勾配、視覚障害者のための表面仕上げなど規格がある。視覚障害者には「進む」「曲がる」「止まる」という3要素の情報提供が最低必要とされ、「進む」は線状、「止まる」は点状、「曲がる」は線状・点状の組合せ、の舗装表面で情報提供される。そのための表面仕上げの役物を備えた舗装材も生産されているが、木れんがにもそうしたものがある。

（2）木質舗装の構造

木質舗装の構造も基本的には路盤、路床により強度が保たれている。木材の表層が基層、路盤、路床と一体になる堅牢な舗装であることが必要である。表層材である木材が、外れたり、剝離したりしないことは必須の条件である。

木質舗装の表層材の基層への固定の方法として次のようなものがある。

〔木れんが舗装〕

- ・木材を敷並べて、材料の重量と接着剤、目地材により固定する。

- ・木材を金属のフレームに装着し、フレームを基層に接着することによりにより固定する。

- ・木材を敷並べて、材料の重量と補助金具の噛み合わせにより安定させる。

- ・木材をプラスチックのフレームに装着し、フレームの噛み合わせにより安定させる。

〔まくら木舗装〕

- ・木材を敷並べて、材料の重量により固定する。

- ・木材を敷並べて、材料の重量と目地モルタルにより固定する。

(3)設計の条件

1) CBR試験；舗装の設計のうえで、路床土の性質が重要であり、これを判定する方法の一つにCBR試験がある。「路床土支持力比試験」とも呼ばれる。路盤に対しても支持力の判定を行う。

2) 荷重；歩行者系の舗装では、車道舗装のように強い衝撃を伴う載荷重は少ない。歩行者系の舗装では過去の実施例を基に舗装の断面を決定している場合が多い。

一方、舗装材料に含まれる水分や温度の変化によって生じる水平方向の圧縮力・引張力や舗装材の表面と裏面の温度差や路盤の容積変化によって生じる応力など、いろいろな応力が作用する。

3) 排水；舗装に影響を与える水には、a 舗装面を流れる表面水、b 地下水面から上昇してくる毛管水、c 舗装の目地やクラックから侵入して路盤内に留まる重力水、d 地下水などがある。

〔表面排水〕歩行者系の舗装は地表水を排水するため、一般には2%前後のわずかな勾配をつけて施工される。

〔路盤排水〕路盤の水は重力水や毛管水がほとんどで、これを防ぐためには、地下水位を下げ毛管水の上昇を防ぐか、路床の下に遮断層を設けるなどの対策がある。

〔地下水排水〕切土を路床とする場合や周辺の地下水位が高い場合は、舗装の下に水がたまり路床を軟弱なものにすることが多い。地下水の浸入を舗装の手前で遮断し排水管や暗渠で地下水位を低下させる工法をとる必要がある。

〔透水性舗装〕表層に透水性の材料を用い、水は路盤から路床に浸透していくが、地下へ浸透していく量は限られており、路盤の空隙率と表層材料の保水能力が透水性舗装の機能を左右する。透水性は歩行者系の舗装材では、重視される要素である。

4) 凍結深さ；積雪寒冷地では、地表面下の温度が0℃以下になると、土中の水分が凍結し、氷になって膨張するが、これがさらに進むと地面が隆起するようになり、この現象を凍上という。舗装が凍上すると、a路盤が凍結し路面が盛り上がり、この現象を生じて破壊に至る、b路床土は毛管水の補給があると氷層が発達するが、春に氷層が融けると、土の水分は飽和状態となり、締め固められた路盤がゆるみ、支持力をなくして、舗装を破壊する、ことがある。

凍上現象は、土質、温度、地下水などの条件が同時に整ったときに発生するが、これらの要因のうち一つを改善すれば、凍上は防止することができ、一般に次のような工法、地下水低下工法、置換工法、遮水工法、断熱工法、安定処理工法、薬剤処理工法、地下水を舗装面に流す工法、が実施されている。軽井沢町で施工された木れんが舗装は、凍上抑制層として、32cmの切込み砕石層を設けているが、これは置換工法に属する。

各地の凍結指数は「アスファルト舗装要綱」に示されている。

5) 目地；コンクリート舗装やコンクリートをベースに表層に陶板、タイルなどを用いた舗装では、舗装材が温度や湿度の影響を受け、伸び、縮み、そりを生じる場合がある。これを放置すれば応力が生じ舗装にクラックが発生するので、ある程度の間隔で目地を設ける必要がある。夏季に高温になる地域では舗装材の膨張により表層が盛り上がる例がある。目地の種類には道の中心線に平行に設ける縦目地、道の中心線に直角に設ける横目地、施工上必要な施工目地がある。目地は舗装材の縮みに有効な収縮目地、膨張に有効な伸縮目地、その他そり目地がある。

目地材としては、目地板に木材系、樹脂発泡体系、歴青系、歴青繊維質系など、注入目地材では、加熱施工式と常温施工式がある。木れんがを1個1個敷き並べる施工法の場合、木材の膨張収縮に対応するため目地材は従来、歴青系の注入目地とされてきた（写真1-4）。

6) 表層材の外しにくさ; かつて東京の都心部で、学生運動による投石事件があったとき、歩道のコンクリート平板が外されて投石に使われたため、歩道のコンクリート平板舗装がアスコン舗装に取り替えられたことがある。都心部では舗装の表層材の外しにくさは、現在も警察により留意すべき事項とされている。

7) 縁石; 設計上の留意事項であるが、縁石が無ければ、どんな種類の舗装でも端部から破損しやすくなる。木れんが舗装で、縁石が設計されていないために、端部から木れんがを装着したフレームが外れている例があるが、これは材料の問題点ではなく、設計の問題である。

2.3 舗装材に関する要求性能

(1) 全般的(一般的)要求性能

舗装材は荷重を支持し、その荷重を下層に伝達する耐圧性や耐摩耗性を持ち、あわせて表層材においてはの平坦性や滑りにくさが要求される。舗装材はさらに経済性、施工性などが検討されて選ばれ、舗装材に適した断面構造が決定される。

歩行者のための舗装に使われる舗装材は、車道に使われる舗装材とは異なった評価を行う必要があり、次の a 耐久性 b 耐候性 c 歩行性 d 安全性 e 施工性 f デザイン性 g 透水性、のような条件を満足するものが好ましい。

○耐久性

舗装に加わる荷重に対して、これに耐える材質と構造を有していること。

材料の耐久性を表す方法として、一般には各材料ごとに圧縮強度試験や曲げ強度試験などを行い、各材料に応じた値で判定を行っている。舗装材の耐久性は、コンクリート平板については、JISに規定された強度試験の方法があるが、現在統一された基準値はない。しかし実際は舗装材の強度だけでは耐久性は判断できず、舗装の構成や基盤の厚さ、路床の強度など各種の要因が影響してくる。

各種の工法のなかで、敷均し工法は「アスファルト舗装要綱」に、流し込み工法は「コンクリート舗装要綱」に準じて試験を行うことが多い。塗装工法やブロック工法は、JIS規格が制定されているものが無く、その他の試験方法を応用して各種物性試験を行っている。

表1によく使われる試験方法の一覧表を示す。このほか、ASTM規格を用い

表1 舗装材によく使われる試験方法

(表は牧 恒雄による。出典：金井 格 他著：人のための道と広場の舗装、技報堂出版、1987)

試験	工法	塗装工法	ブロック工法
圧縮強度		R 5201	R 1250
曲げ強度		K 7203 R 5201	A 5209 A 5210 A 5304 A 5415
吸水率		K 6911	A 1110 R 1250
滑り抵抗		A 1407 K 6911	A 1407 ASTM E 303-69 T
耐候性		A 6909 K 5400	A 1410 A 1415 ASTM D 529-68
摩耗減量		K 5665 K 7204	A 1451 A 5209 K 7205
耐衝撃性		K 5400 K 7211 K 6911	A 1420 A 5403 A 5415
凍結融解		—	A 5209
付着強度		A 6909 建研式接着力試験機	—
透水性		—	A 6910

ているものもある。

○耐候性

紫外線による舗装表面の劣化や退色、あるいは凍結融解作用による材質の劣化など戸外の気象条件で受ける物理的・化学的变化に対する抵抗性。これを調べるには、ウェザーメーターによる試験が行われるが、この試験は促進耐候性試験と呼ばれ、材料に光・熱・水など各種の気象条件を人為的に与えて劣化を促進させ、材質の耐候性を調べようとするものである。

また、寒冷地では舗装材が温度変化により凍結したり融解したりするが、これが長期間繰り返されるとひび割れを生じ破壊に至るので、材料に凍結・融解作用をサイクルとして与え、短時間にこれらの現象を把握しようとする凍結・融解試験などを行う。凍結・融解に対して大きな影響を与える要因としては、材料の空隙率や材質の吸水率がある。特に吸水率の高い舗装材や、舗装の排水が悪く部分的に水のたまりやすいところなどでは、冬期夜間に凍結し材料に凍害を生じることがある。

舗装材の色彩は、材料そのものが持つ色が表面に出ているものは退色しにくいですが、表面に着色してあるもの、あるいは表面を特殊な樹脂で着色コーティングしてあるものなどは色彩が変化したり、光沢が無くなったりすることがある。色彩が変化する理由としては、紫外線などによる変色のほかに、摩耗による損傷や舗装表面に汚れが付着し退色することが多い。舗装材の汚れの落ちにくさはテクスチャーにも関係がある。

○歩行性

人のための舗装であるから、弾力性があって歩行性が良いこと。また、汚れが付着しにくく、歩行者に不快感を与えないこと。

舗装を利用する人にとって歩きやすい舗装とは、1)歩いている時に足に弾力性を感じ、2)滑らず、3)ひっかからず、4)表面が平坦で凹凸の少ないことが条件となる。

1)弾力性はコンクリート二次製品の舗装材よりは、アスコン系の舗装のほうが良い。2)表面が研磨されている舗装材やタイル類など降雨時に滑りやすい材質の使用は、目地や模様をよく検討して使用する。透水性舗装は舗装面を勾配を

つけずに施工することが可能で、降雨時でも水たまりがないことから歩きやすい舗装として最近多く使われている。3) 材質によっては、目地にハイヒールのかかたがひっかかったり、舗装材の凹凸がつまづきやすいなど、舗装材の構成や敷き方が問題となる場合もある。4) 平坦性の測定には、舗装施工後の仕上げ面の凹凸をみる平坦性試験があり、プロフィールメーターが用いられる。プロフィールメーターは、3mの長さを基準とし基準車輪・測定車輪・記録計より構成され、舗装面の凹凸を記録紙より1.5mごとに読み取り偏差値から平坦性を求める試験方法である。

なお舗装材の色彩が歩行性に影響することもある。夏期は白色系の舗装材は照り返しがあり、歩きにくく、黒色のアスコン系は熱を吸収しやすいので、舗装全体が熱くなりやすい。

○安全性

滑りにくい材質で、できるだけ凹凸の少ない安全な材質であること。

安全性で一番問題になるのは舗装面の滑りである。滑りに対する対策として、表面を細かく加工することがある。表面加工の方法としては、鉄粒を高速回転するブレードに投射して表面を粗面に仕上げるショット・ブラスト加工や、表面をたたいて仕上げるビシャン加工などがある。滑りを測定する方法としては、ポータブル・スキッドレジスタンステスターを用いることが多い。ポータブル・スキッドレジスタンステスターの測定値(BPN)から摩擦係数に換算する。

○施工性

施工が容易で経済的な材質であること。また、補修が可能で容易な材質であること。

舗装面の施工性については塗装工法や敷均し工法などが施工も速く、均一な施工を行うことができるが、ブロック工法は作業の手間がかかり、施工する人により仕上がり面が変化する可能性もある。しかし、補修は比較的容易で部分的な補修が可能である。

○デザイン性

舗装材の色彩、テクスチャー、形態の多彩なこと。またモジュールも、各種の舗装材とコーディネートしやすいこと、例えば小舗石と木れんが、コンクリート

平板と木れんがを組み合わせて使うことも一方法である。

○透水性

舗装材が水を地表面下へ通し易い孔隙を有すること。木材にこれを望むことは難しいので、木質舗装では、目地から水を通すことを考えなくてはならないが、その点に配慮したフレームも開発されている。

(2)木材に関する要求性能

2.3(1)①で見たような条件を満足することが望ましいが、舗装材としての木材についてさらに述べれば次のようになる。

〔木材〕防腐処理は必須の条件である。現在木れんがにはカラマツ、スギ、ヒノキなどが使われている。木れんがの形は従来、平面か正方形のもの、円形のもの生産されていたが、円形のは丸太を輪切りにしたものであり、施工後材があばれる、という理由で生産しなくなったメーカーが少なくない。しかし軽井沢のカラマツ材の輪切りの木れんが舗装は施工後年月を経ても安定しており、一概には言えないことと思われる。色彩に関しては、着色する、表面を焼くなど、また、テクスチャーに関しては表面を彫るなど、それぞれより多彩にしていくことも考えられてよいであろう。

〔副材料〕防腐剤、接着剤、目地材、トップシール、塗料

プラスチックフレーム、金属フレーム、接合金具

木ねじ、くぎ

木れんがの目地材は木材の膨張・収縮に対応して、伸縮・膨張することが必要。

木れんがに関しては、プラスチックや金属のフレーム、接合金具により、ユニット化が進められている。フレームに木れんがを装着する方法としては、木ねじ、接着剤、フレームのツメなどがあるが、その場合も木材の膨張収縮に対応できる必要がある。ユニット化されたものは舗装の部材というのが適当であろう。

2.4 その他

〔維持管理〕舗装を美しく保つためには維持管理が必要で、路面の清掃はもちろんのこと、デパートやホテルの外構などグレードの高い舗装では、ガムが付着すれば、すぐ剝されるなど美観が保たれる。タイル舗装も破損したら、貼り代える努力をされるところが少なくない。

なお表層の舗装材が破壊している原因について、現地での観察結果から分類すると、3つに分けられる。

1) 材料；二次製品のタイプと現場施工タイプの材料では破損する原因が異なっている。二次製品のタイプでは、材質にむらがあったり、製品の寸法に差が大きいなど品質に安定性のない製品は破損している割合が高い。また舗装材が複数の層で構成されているもの、製造後二次加工されているものなど、舗装材の構造や製造工程に原因があると考えられるものがいくつかある。現場施工タイプの舗装材は、混合時の温度不足や配合量が規程に適合しない、施工時の降雨や積雪が材料に影響を与える、材料を接着するとき使用法が適切でない、などの場合に破損している例が多い。

2) 施工；盛り土部では基盤の転圧が不十分で不等沈下を起こし、これが原因で破損している場合や、基盤が軟弱な場合には、十分な締め固めが行えず、舗装表面に細かいクラックが多数発生していることが多い。また、表層の舗装材下のサンドベッドの厚さが適切でなく、舗装面に凹凸を生じ、これが原因で舗装材の角が欠損したり、ひび割れを起こして、破壊を広げていく場合もある。舗装に目地を設けることも多いが、目地の間隔が十分でなかったり、目地の幅や目地材の材質が適切でない場合は、舗装面全体が膨張や収縮を起こし、舗装全体がふくれたり、目地以外の場所でひび割れを生じたりすることがある。

3) 舗装の使用状況；当初予定しなかった車の侵入があったり、ベンチや自動販売機などが置かれ、部分的に集中荷重が作用した場合や、荷物運搬中に荷物を落として衝撃力で破損する場合がある。また、樹木の根系が舗装下に伸長して、舗装材を持ち上げひび割れを生じさせている例もある。寒冷地などで凍上や凍害の起こることが予想されるにもかかわらず、適切な材料を用いていない場合もある。

以上のように、舗装の耐久性は、材料の強度試験結果だけでなく、舗装される場所の環境や使用状況などからも総合的に検討していく

入ったり、欠けたりしても、歩行に支障の無い程度なら、大きな問題とされることは少ない。材料の善し悪しと、材料の使い方の適・不適が、混同されて批判されることがあるが、木質舗装に限らず、適材適所ということが重要である。高架下の公園・広場など、雨の当たらない場所に木質舗装は有望であろう。

木れんが舗装の維持管理に関しては、外れたり劣化した材料・部材の修理・補充が必要となる。

〔関連技術基準〕

アスファルト舗装要綱	日本道路協会
アスファルト舗装工事共通仕様書解説	日本道路協会
セメントコンクリート舗装要綱	日本道路協会
簡易舗装要綱	日本道路協会
自転車道等の設計基準	日本道路協会
道路土工―土質調査指針	日本道路協会
道路土工―施工指針	日本道路協会
道路土工―排水工指針	日本道路協会
透水性舗装ハンドブック	社団法人日本道路建設業協会編 山海堂

2・5 モデルプラン

○木れんが舗装に関しては、カラマツなど廉価な材を使い、予めフレームに装着してユニット化し施工性を高めるなど、コストダウンに努めて普及を図った部材が開発されている。しかし一方では、装飾や遊びの要素の濃いデザインに配慮した木れんがの施工事例は乏しいので、スギ、ヒノキを用い、舗装デザイン上の可能性を追求し、木質舗装の付加価値を高める方向での木れんがのモデル・プランを2例作成した。基層、路盤、路床は一般の舗装と同様の内容とし、表層の木れんがに工夫したものである。

○公園の園路をウッド・デッキにする例が各地に見られるようになったが、それらは地表面あるいは水面よりも高い位置に設計される。地表面と同じ高さに板材を用いる設計では、板材が基層に接するため板のそりや腐朽が懸念されるので、ヒノキを用い、板の下を空けた低いウッド・デッキの、いわば「すのこ」状の舗

装のモデル・プランを1例作成した。

(1) 文字彫り込み木れんが舗装

舗装の表面になる部分に文字や形を彫った木れんが。子供にとっては文字や絵の描かれた積木を敷並べたイメージに近いもの。敷並べ方は整形的なので、木れんがの基層への固定の仕方は、金属フレームやプラスチックフレームに装着された部材によれば施工性が良い。ここでは、金属フレームに装着された部材を、コンクリート版に接着するものとした。排水は表面排水となる。

(2) 模様敷木れんが舗装

小舗石の古典的な模様敷に習い、かつ木れんがの年輪の面白さを生かす舗装。木れんがを1個ずつ手作業で模様に敷並べることになる。平坦性の確保のために基層はアスコンとし、木れんがは接着剤と目地材で固定する。排水は表面排水となる。

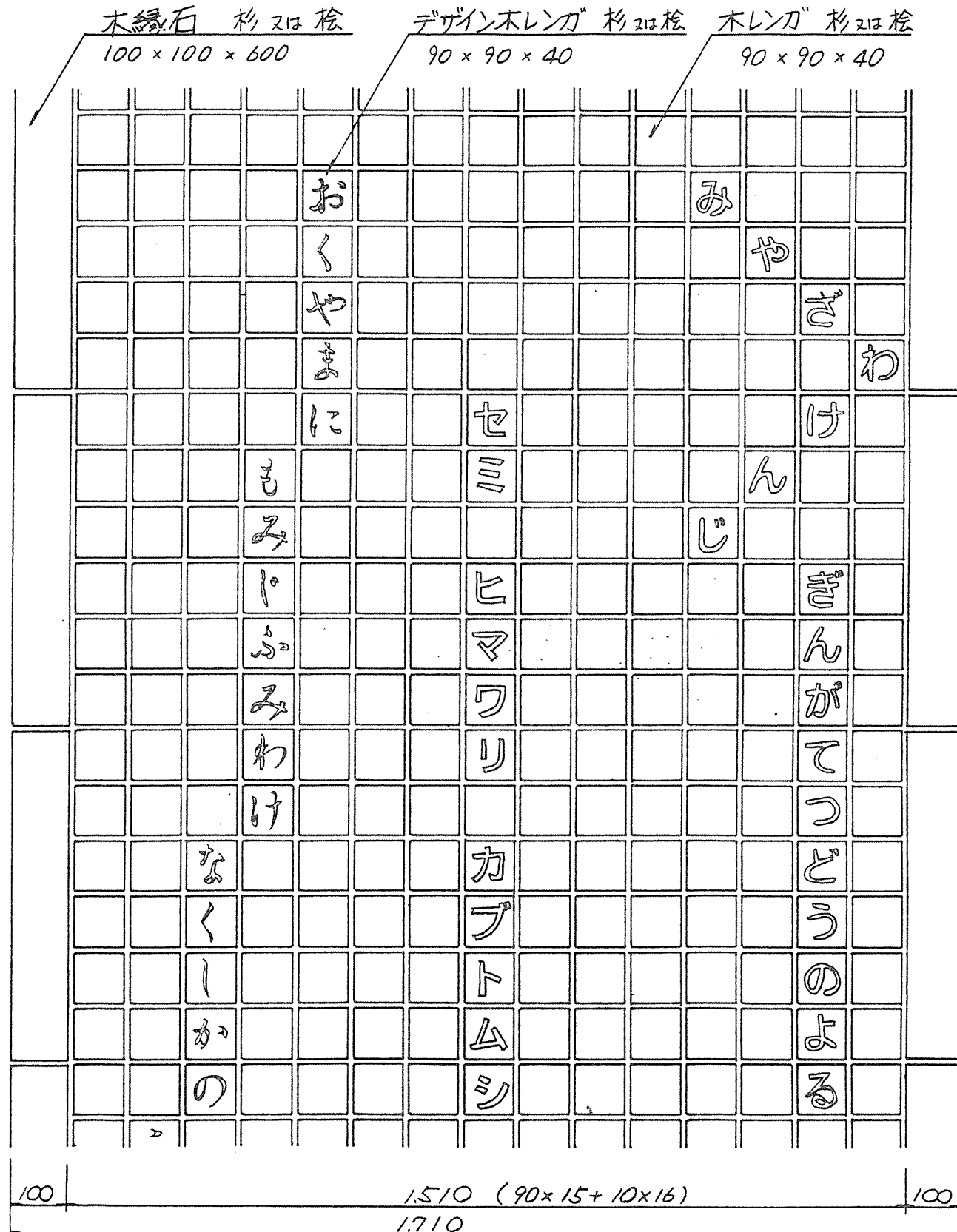
(3) 板張り舗装

低いウッドデッキで、表層の木材がダイレクトに基礎に接してはいない。平坦性は基礎のコンクリートとH型鋼により確保される。厳密な意味の舗装とは言えないが、道や広場の木材によるデザインの可能性を追求し、ヒノキを用いて耐久性に配慮した。排水は基礎のコンクリート面を流下させる。

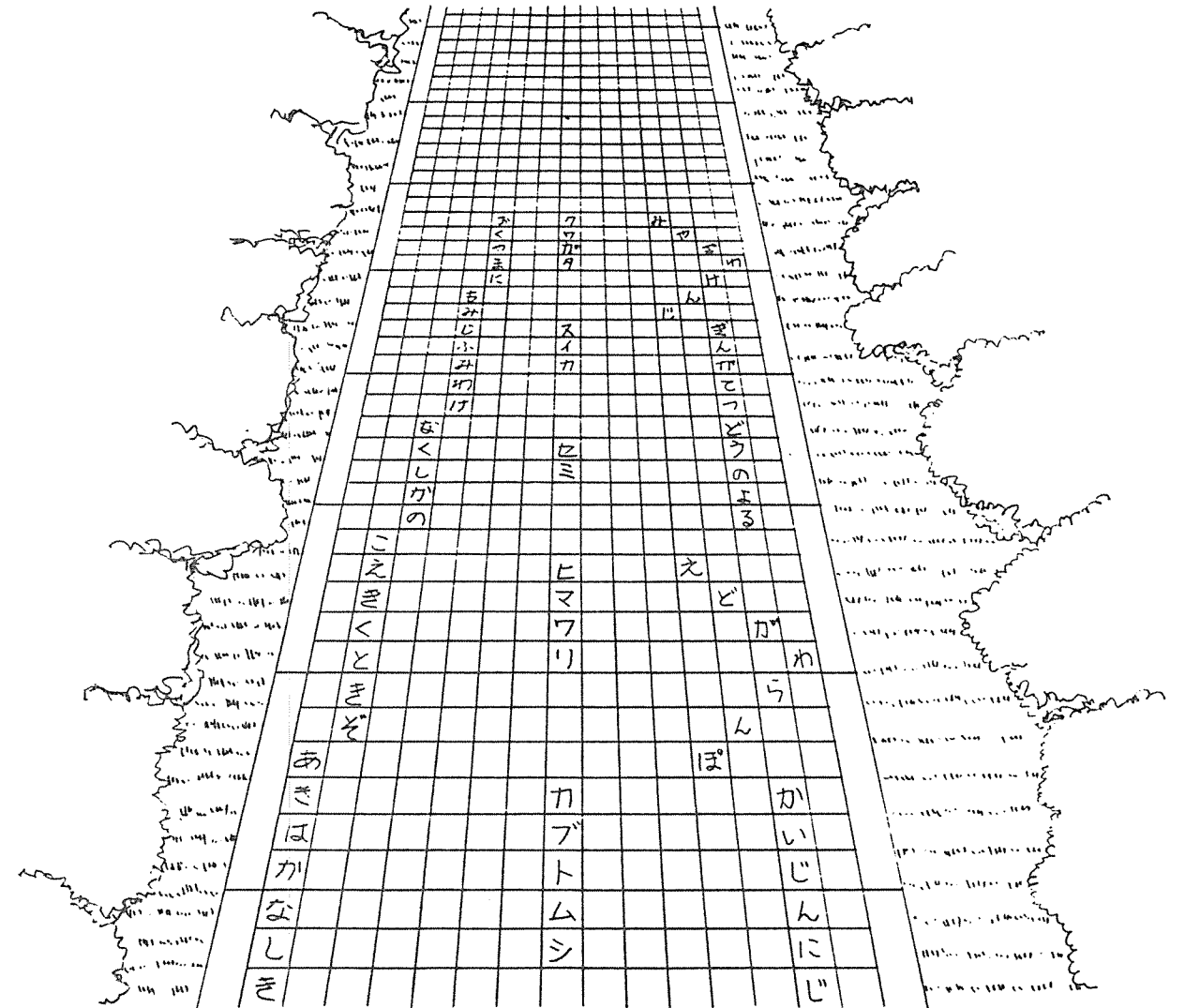
○以上のモデルプランの設置場所としては、いずれも公園、遊歩道などを想定している。

文字彫込み木レンガ舗装 (1)

平面図
S=1:10



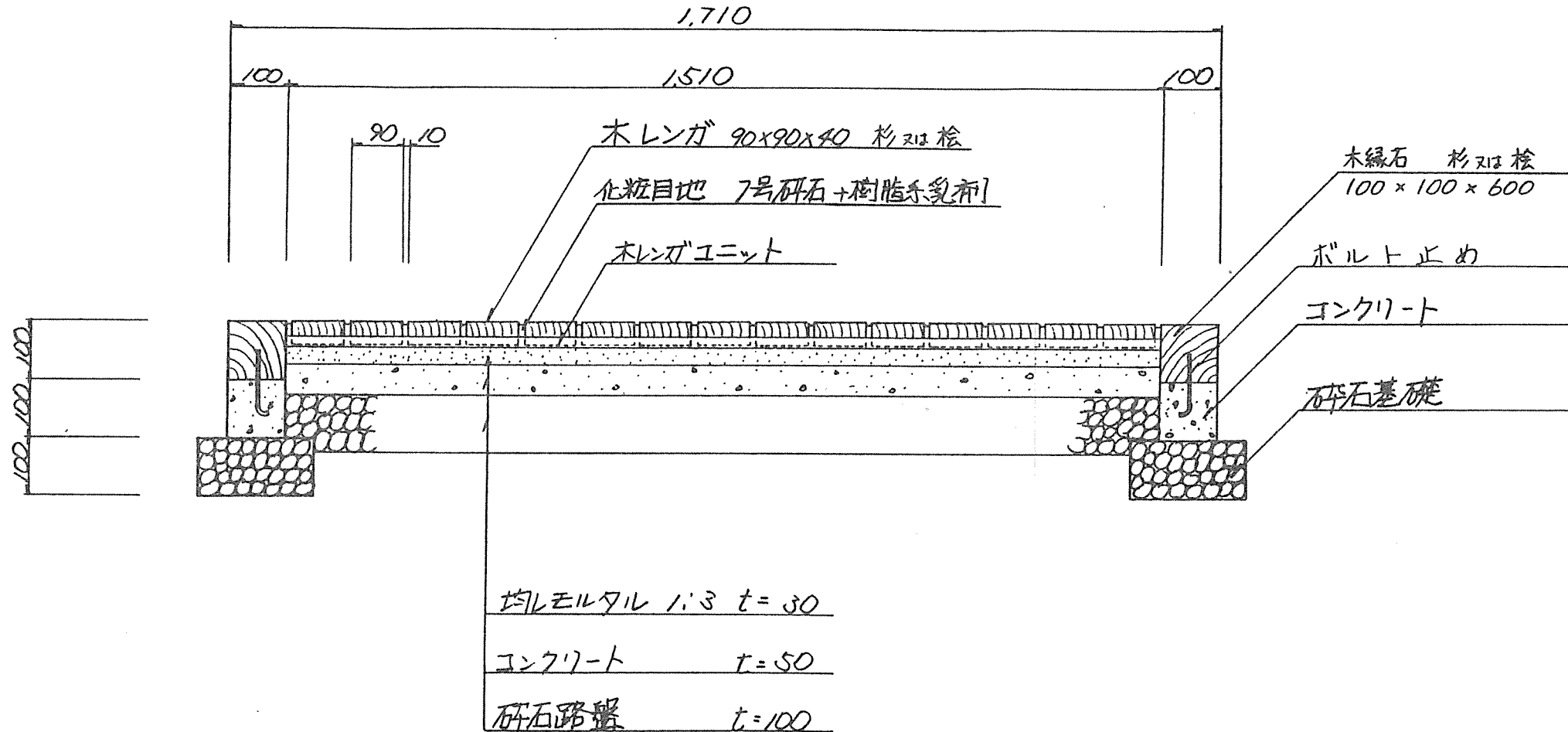
スケッチ



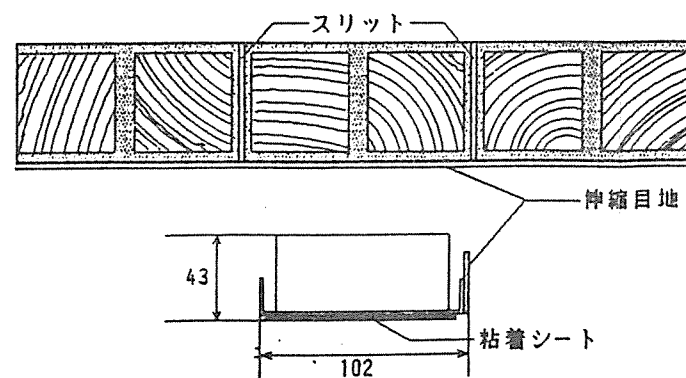
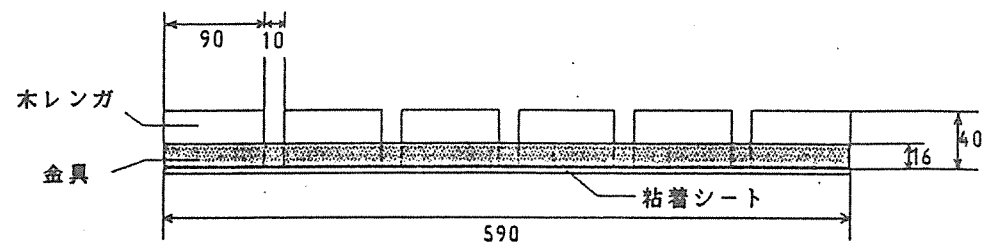
文字彫込み木レンガ舗装 (2)

パブリックワークス

断面図
S = 1 : 10



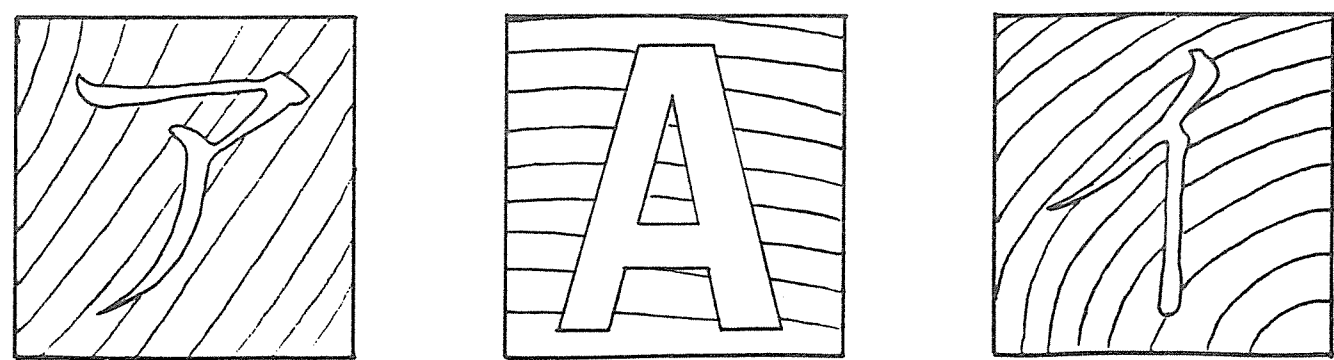
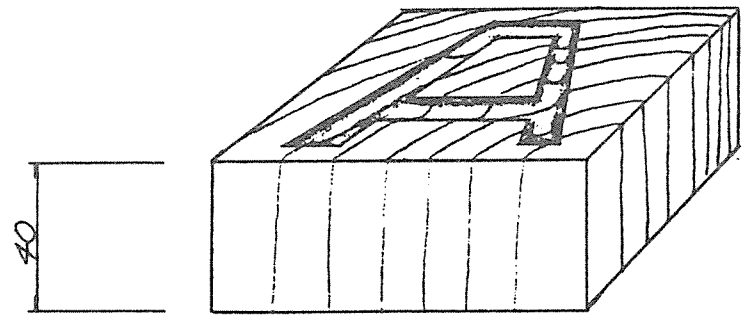
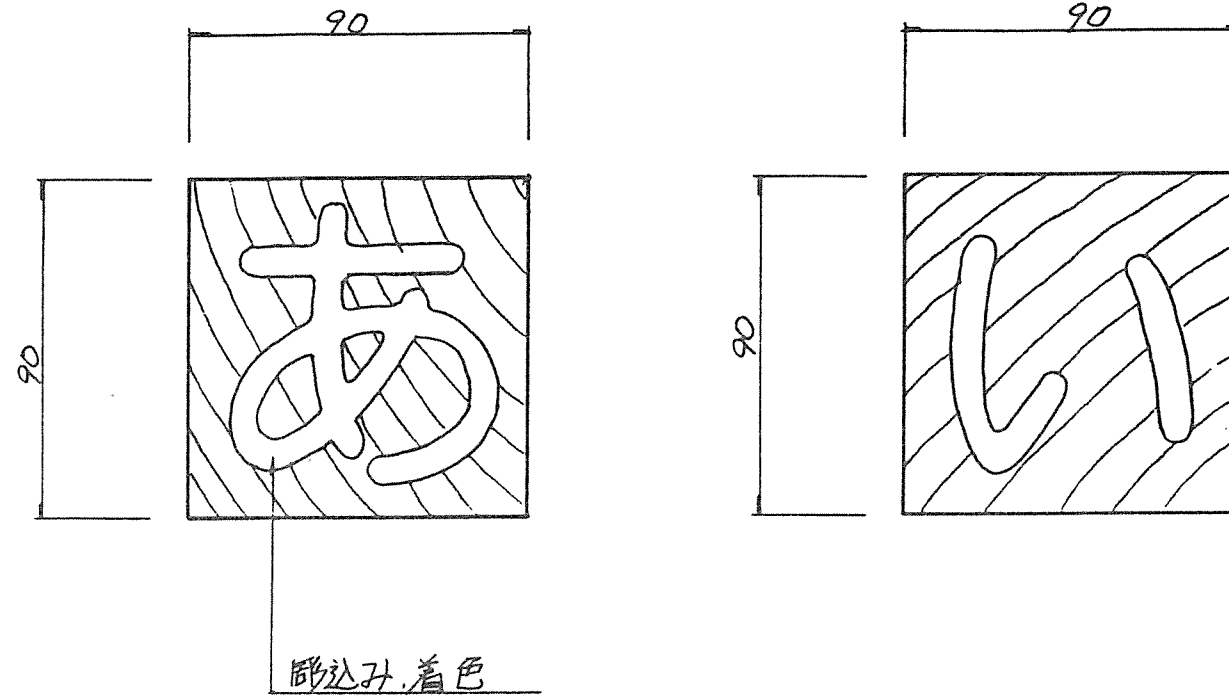
木レンガユニット詳細図



- 木部：樹種 杉又は桧
寸法 90mm×90mm×40mm
- 金具：亜鉛メッキ鋼板 (SPG)
厚さ1mm、6個のギャングネイルを付けたもの (釘二重円配列12本)
寸法 100mm×590mm×16mm
- 伸縮目地：スポンジ (独立発泡ポリエチレン)
片面接着テープ張り付け品
寸法 2mm厚×25mm×590mm
- 粘着シート：粘着性ゴムシート、2mm厚×85mm幅

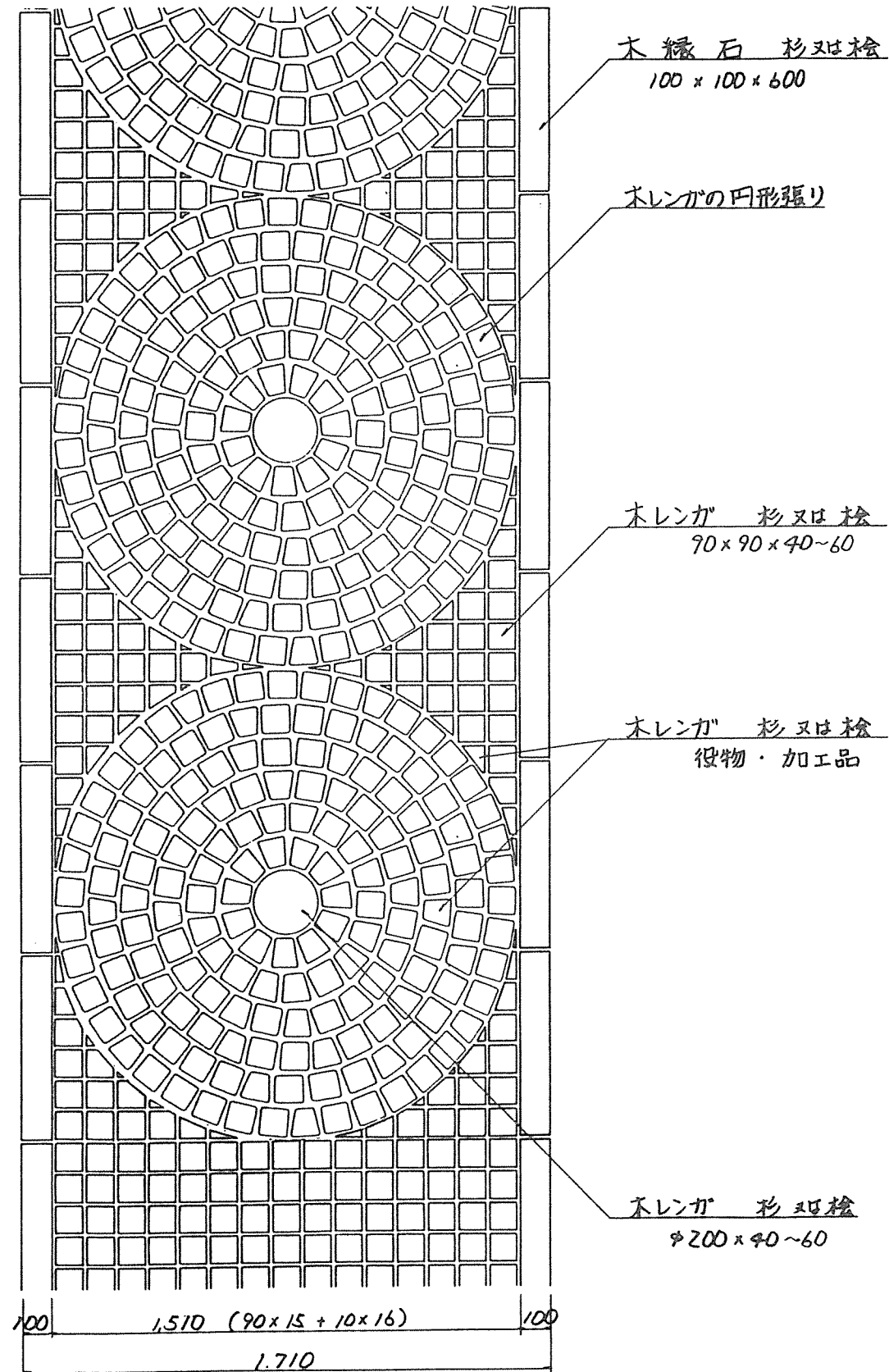
文字彫込み木レンガ舗装（3）

材料詳細図
S = 1 : 2

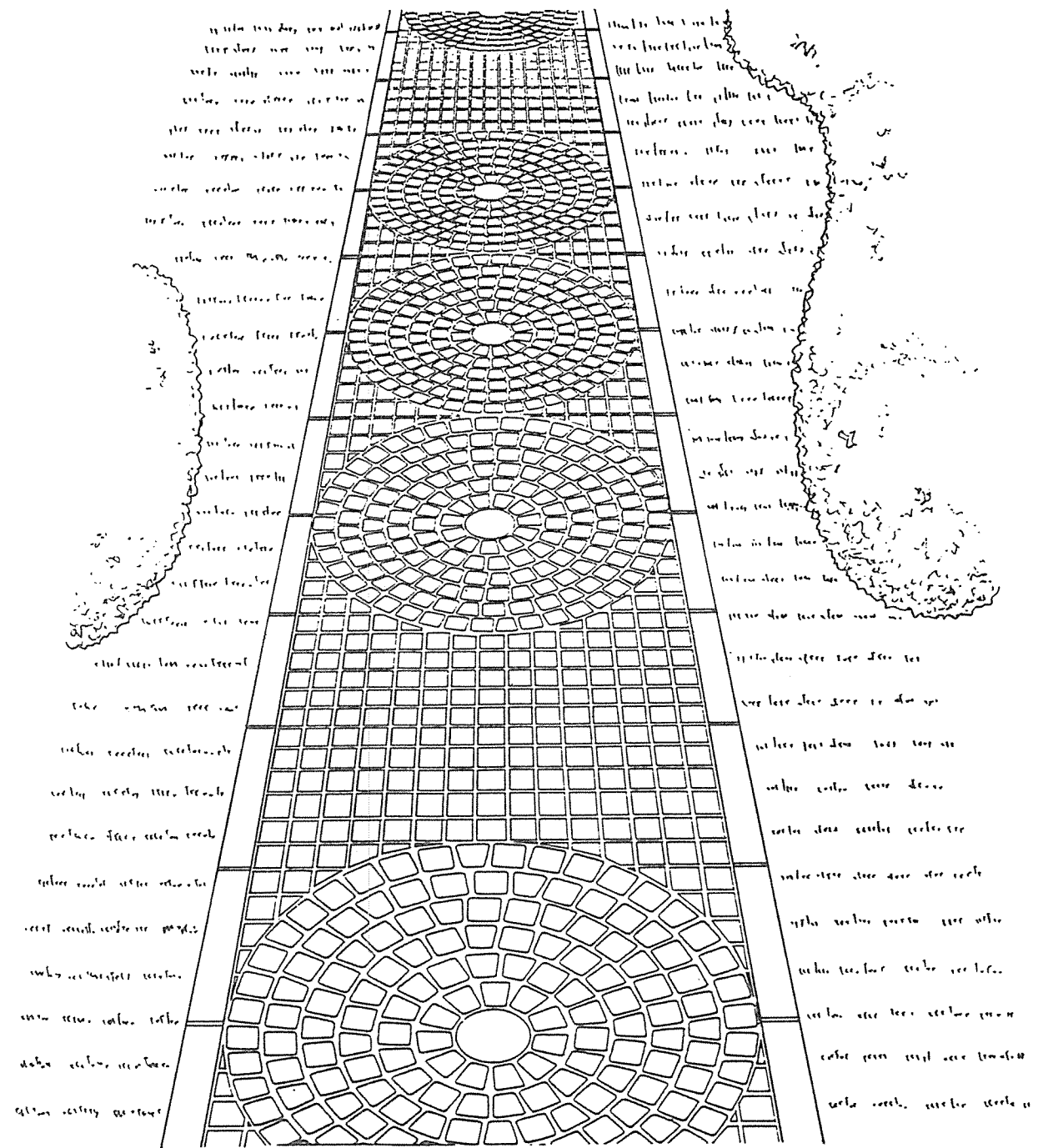


模様敷き木レンガ舗装 (1)

平面図
S = 1 : 20

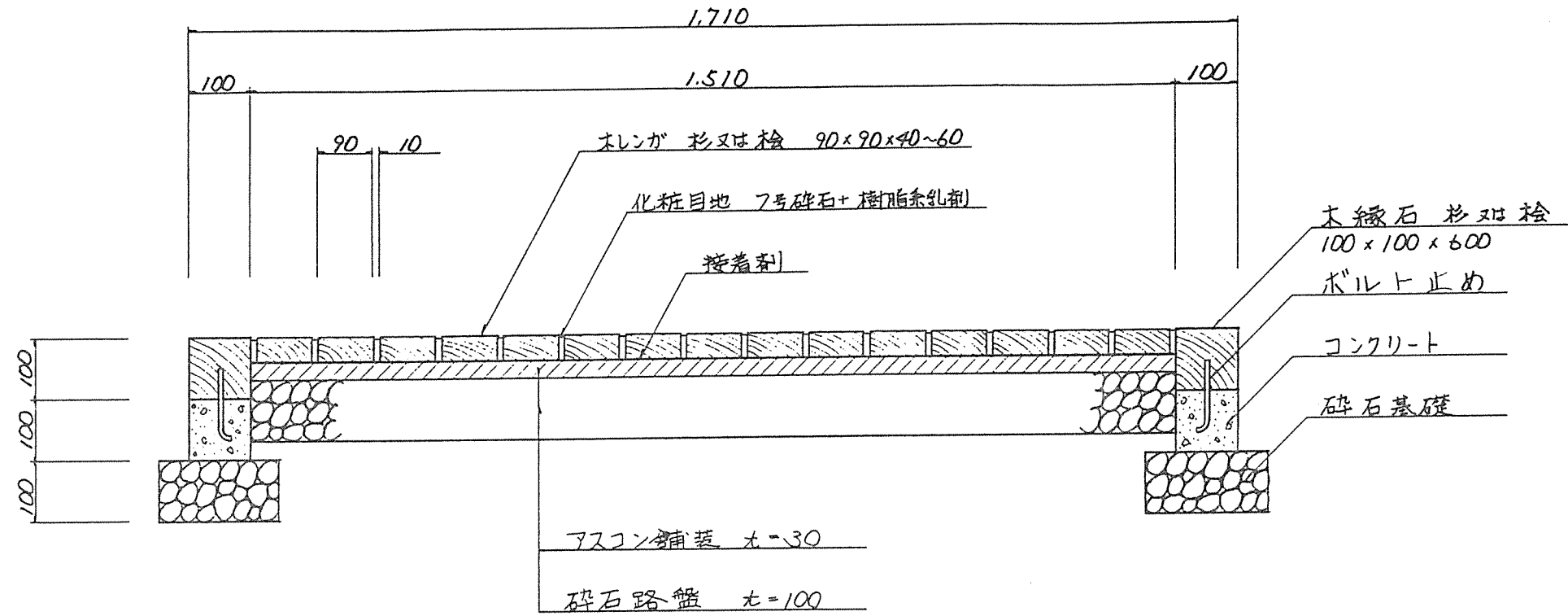


スケッチ

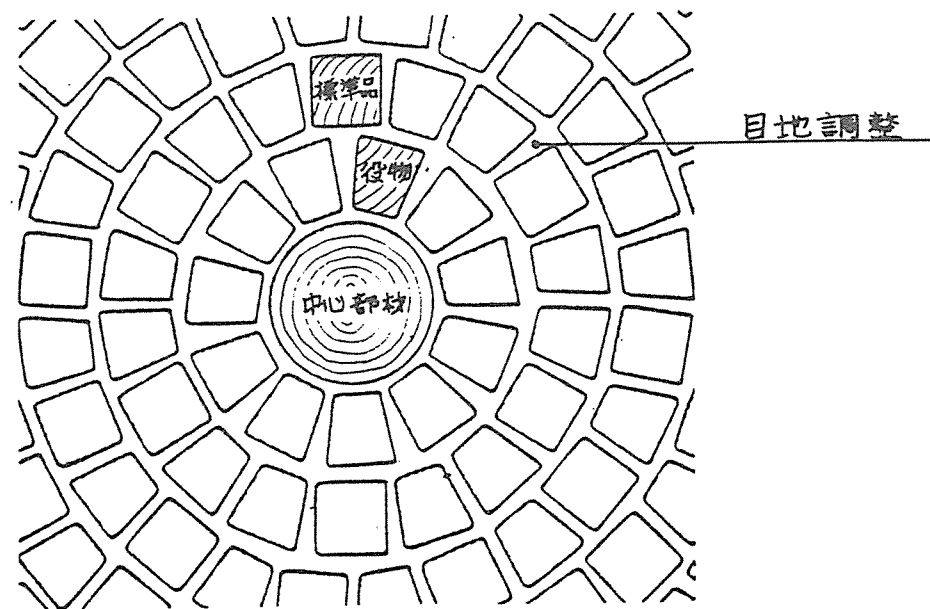


模様敷き木レンガ舗装 (2)

断面図
S = 1 : 10



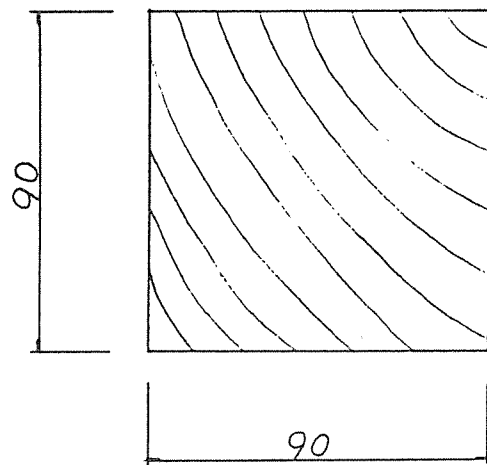
円形張り平面図



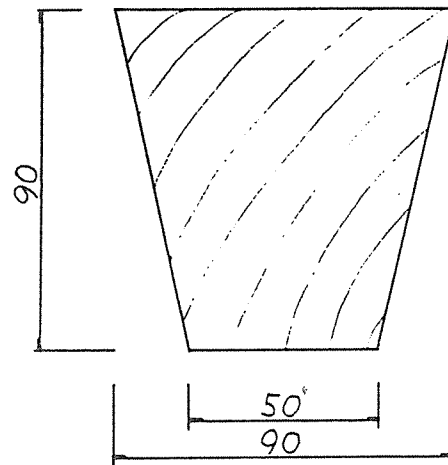
模様敷き木レンガ舗装（3）

材料詳細図
S = 1 : 2

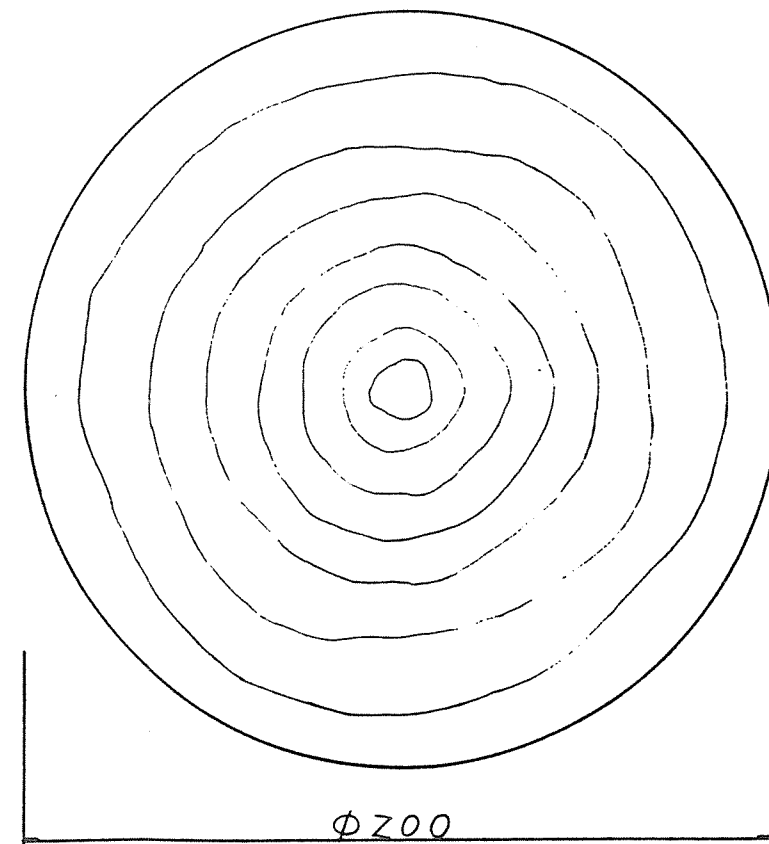
標準品



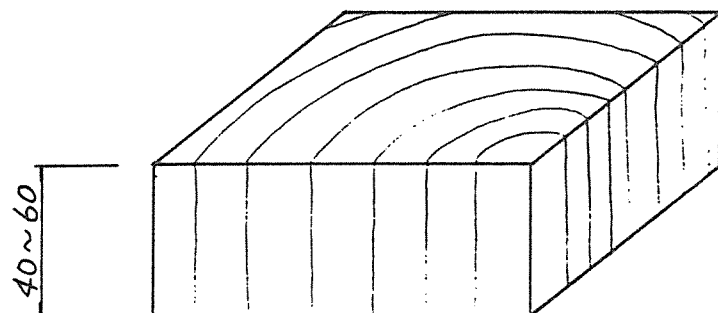
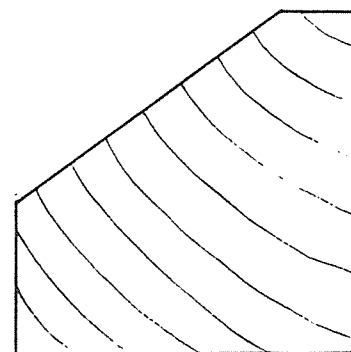
円形張り役物



円形張り中心部材

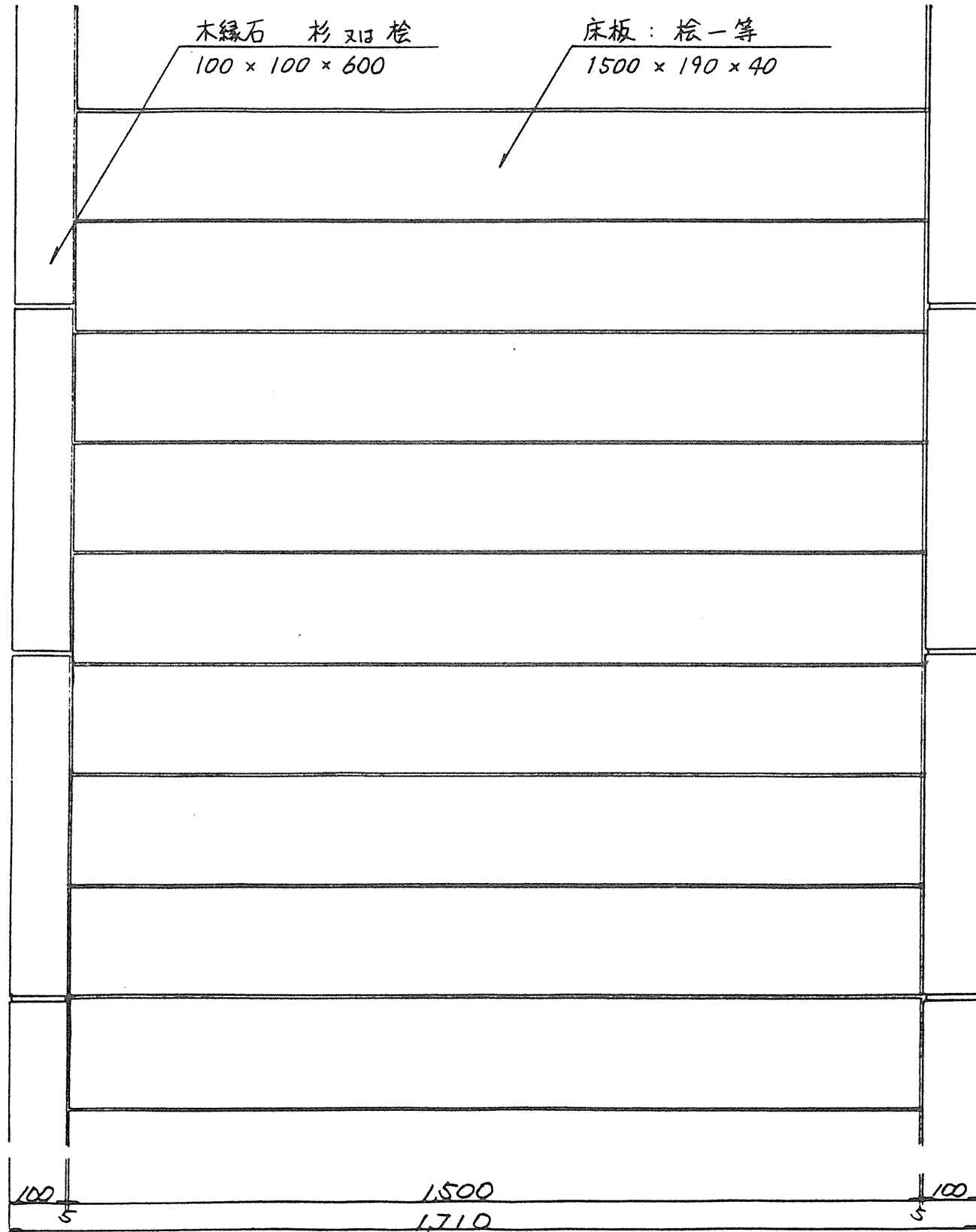


現場合せ加工品

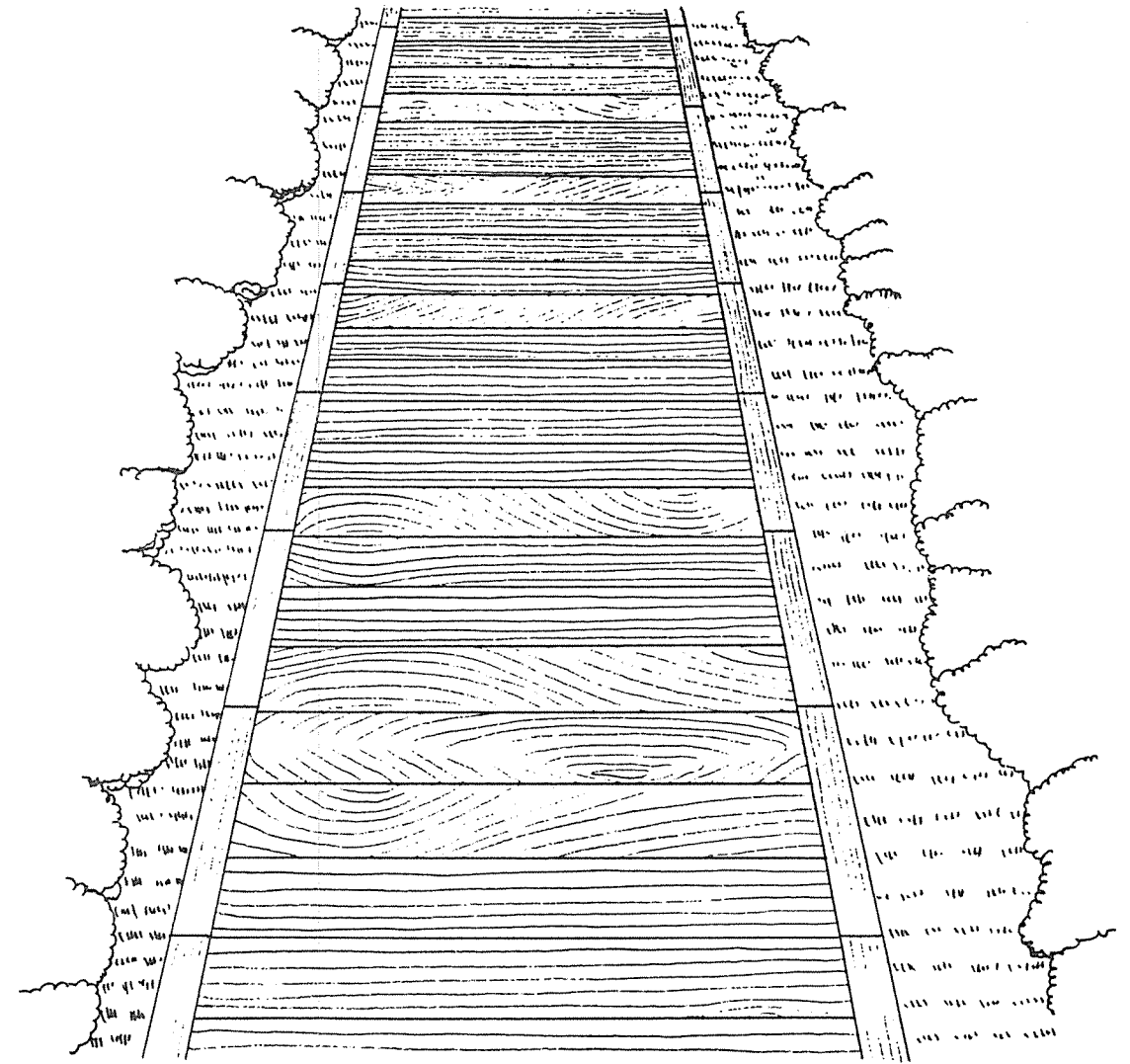


板張り舗装 (1)

平面図
S = 1 : 10

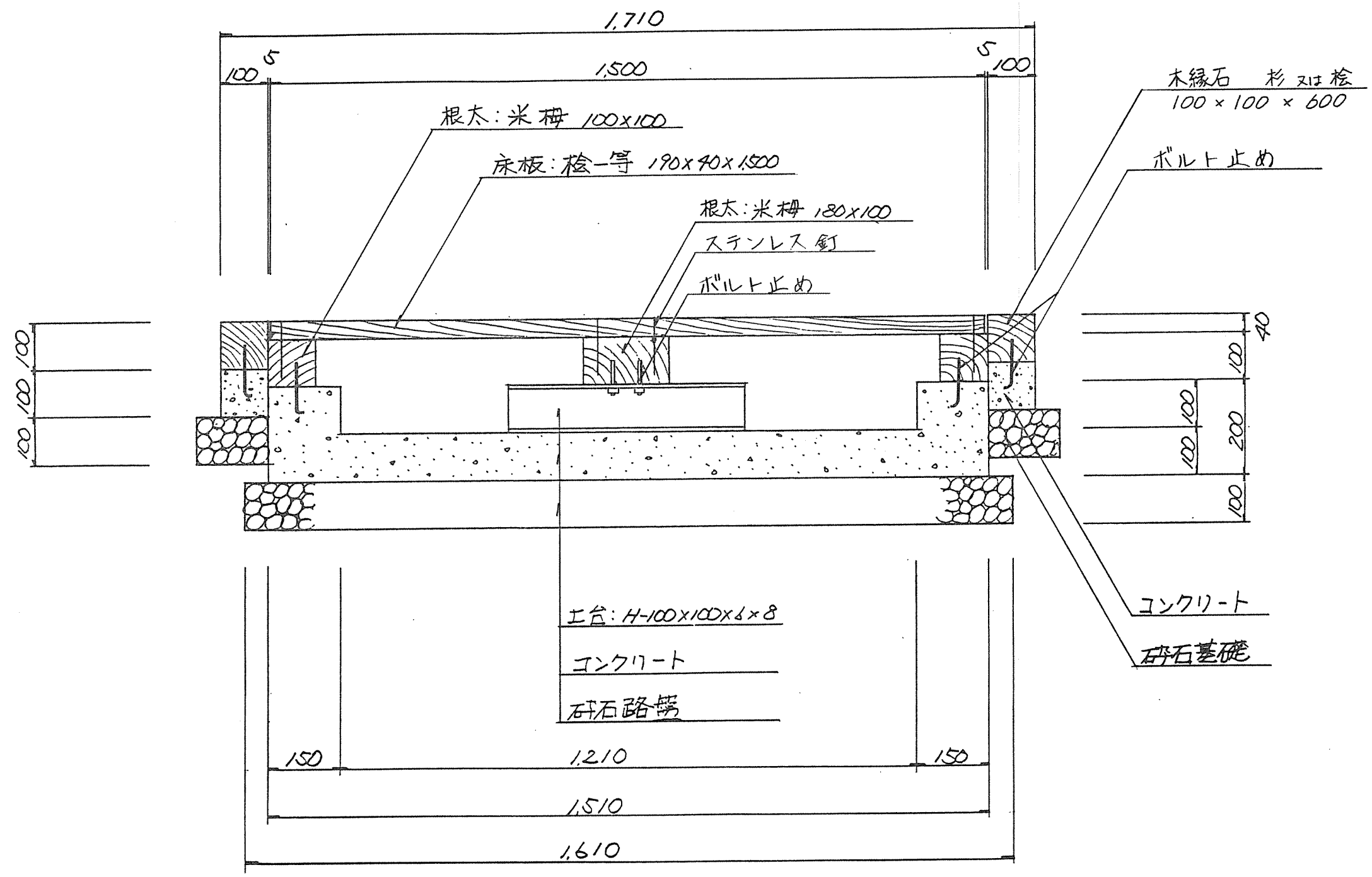


スケッチ



板張り舗装 (2)

断面図
S = 1 : 10



3. 遮音壁

3.1 現状分析

現在、日本道路公団において使用されている遮音壁は、土工部（地面に接しているところ）ではそのほとんどがコンクリート製であり、橋梁部では金属板が使用されている。これらの素材が標準仕様として使用されている背景には、遮音板として使用され得る素材の種類が多さとそれらの組合せの多様性が、維持補修を困難なものとし、また、道路景観を考える上でも素材の統一感の問題など様々な問題を引き起こすと考えられていることがあげられる。さらに、標準仕様となっているコンクリート板、金属板は、現在我が国では比較的容易に、しかも安価に入手でき、また、これらの部材が工業製品であることなどから、性能が一定で把握しやすく、安定供給の面からも有利であると考えられる。

しかしながら、コンクリートは遮音板として使用されるとき、いくつかの問題点が指摘されている。ひとつには、コンクリートは遮蔽性を有すると同時に、反射性をも有しているからである。すなわち、コンクリート製遮音壁を設置したために、一方の側は遮音を得るが、他方の側で音の反射による騒音が増加してしまうことである。このような場合には、現状では、吸音性のある金属製の遮音板の使用を検討し、個別に対処している。また、コンクリートの重量も問題となっている。特に橋梁部においては、遮音壁の自重が無視できないため、金属製の遮音板が使用される。

以上のような遮音板の素材に関する現状から、日本道路公団では「遮音壁標準設計図集」において、土工部ではコンクリート板、橋梁部では金属板の使用を基本としている。しかし、近年では景観対策などの面から、画一的なコンクリート板、金属板の使用に対する見直しを図っている。我が国ではすでに高速道路における遮音壁の設置総延長が1000キロメートルを超えており、よりよい景観対策が高速道路のイメージを向上させることの一因として考えられるようになってきている。したがって、ますます困難になりつつある道路建設を、効果的な景観対策によって促進させてゆこうという考えが重

視されつつあるのは当然のことであろう。特に国立公園、国定公園など、自然公園法に基づく地域や、眺望の良い箇所、人目の多いところなどでは、遮音壁の外観が景観を大きく左右するため、特別な配慮が必要とされると思われる。

このように、木製の遮音壁が設置される可能性は、以前よりも高くなりつつあるが、コンクリート、金属などの工業製品の持つ性能の安定性や、経済的な理由などから、木製遮音壁を普及させてゆくことはまだまだ容易なことではないように思われる。特に、自動車が衝突したときに遮音壁自身が炎上しないことや、破片が飛散しないことなどは、公園側としては遮音壁の素材の基本性能として重視している。それゆえ、これらの基本性能をクリアすることは、木材が遮音壁の素材として使用されてゆくことの必要条件であると思われる。

また、日本道路公団では「遮音壁設計要領（第12-10編）」により、「遮音壁標準設計図集」以外の設計を認めているが、これもコンクリート製や金属製の遮音壁の設計を前提としているのか現状である。

3.2 要求性能

(1) 目的

遮音壁とは、高速道路等から発生する音を遮断し、音の回折によって減音を図り隣接する地域の生活環境を保全することを目的として設置する環境対策施設をいう。

(2) 設置

I 設置位置

- ①平地部及び盛土部では、路肩端より1.75m離れた位置とする。
- ②壁高欄を有する橋梁部では、直接これに設置するものとし、その他の構造物は現場の条件に応じて最適な位置とする。

③切土部では、のり肩より壁の設置必要幅を確保して位置とする。

- ①・車道側には、遮音壁の修景のための植樹を行なうことを原則とし、ガードレール羽根前面より植樹幅（標準1.5m）を確保するものとしている。
- ・遮音壁は、その原理から音の発生源の近くに設置するほど大きな減音効果が得られる。
- ・積雪地域等特殊な条件のある場合は、この限りではない。

II 設置高さ

- ・遮音壁の高さは、目標減音量を得るに必要な高さとするが、その高さは単区間での起伏を避けるとの配慮から1mピッチで定めるのを基本とする。
- ・遮音壁の必要高さ5mを超える場合、遮音壁による対策だけでなく築堤等、他の方策との組合せや道路構造による対応も合わせて検討することが必要である。

III 設置延長

遮音壁の設置に当たっては、対象受音点の直前部分に加えて、その両端に減音効果を維持できるように一定距離だけ壁を延ばすのが望ましい。

- ・遮音壁の効果を十分に発揮させるためには、対象受音点の直前部分だけでなく、図のように道路に沿って前後に張出し部を設け、側面からの音の影響をおさえることが必要である。このため、設置に当たっては下記に示す値を目安に現地の状況を勘案し張出し長を決めるのがよい。
- ①車道中心線から対象受音点までの距離（D）の3倍を標準とし少なくとも2倍以上とする。
- ②張出し長が50mに満たない場合は50mとする。

(3) 形式の選定

I 形式

(1) 遮音板は標準図集に示す遮音板を使用するのを基本とする。

(2) 基礎は次に示す形式の中から道路構造に応じて選択するのを基本とする。

① 鋼管杭基礎

② 直接基礎

③ 構造物取付

(2) - 土工部の遮音壁基礎は経済性、施工性を考慮して鋼管杭基礎を標準とするが、土質状況、構造物等の近接区間、その他の理由により鋼管杭の施工が困難な場合には直接基礎の形式とする。
橋梁壁高欄、あるいはカルバート上等に遮音壁を設置する場合には直接これらに取付けるものとする。

II 遮音板の選定

性能等を考慮して、設置箇所^(に)の適したものを使用しなければならない。具体的には、下記の点等を考慮して選定するものとする。

(1) 橋梁部等遮音壁の自重が問題となる箇所は、または遮音壁による反射音の影響が無視できないと考えられる箇所では、金属製遮音板の使用を基本とする。

(2) 土工部においてはコンクリート遮音板の使用を基本とする。

III 遮音板の音響性能及び試験方法

遮音板の音響性能の基準値及び試験方法は、次のとおりとする。

(1) 透過損失

400 Hz に対して 25 dB 以上

1000 Hz に対して 30 dB 以上

試験方法は JIS A 1416 「実験室における音響透過損失測定方法」とする。

(2) 吸音率

400 Hz に対して 70 % 以上

1000 Hz に対して 80 % 以上

試験方法は JIS A 1409 「残響室法吸音率の測定方法」とする。

(1) 遮音壁は、直接音をさえぎるとともに、回折効果により減音させるものであることから壁を直接透過してくる音が、壁の上を超えてくる回折音に比べ十分小さくなくてはその効果を発揮できない。透過音が回折音に対し無視しうるレベルとなるためには回折音よりも、10 dB 以上小さな音となる必要がある。また、交通騒音の主な周波数成分は、250 Hz ~ 2000 Hz の範囲にあると考えられている。以上を考慮して板の持つべき透過損失の基準値として上記を定めた。尚、道路の景観対策や日照障害等の理由から特殊なパネルを使う場合で遮音性能よりも景観・日照等を優先する場合は特例として次の値とすることができるものとする。

400 Hz に対して 20 dB 以上

1000 Hz に対して 25 dB 以上

測定方法は、JIS A 1416 によるものとする。

(2) 吸音性を要する遮音板については、(1)の透過損失の他に(2)に示す吸音性能を持つものとする。

(4) 設計条件

I 荷重の種類

遮音壁の設計に当たっては、次の荷重を考慮する。

(i) 死荷重 (ii) 風荷重 (iii) 土圧

衝突荷重等については通常考慮しないこととする。また、一般的には地震の影響も考慮して設計を行なうが、風荷重が地震の影響に対して卓越するため標準設計では地震の影響を考慮しないこととする。

II 荷重

(1) 死荷重

死荷重の算出に用いる材料の単位重量は、以下のとおりとする。但し、実重量のあきらかなものは、その値を用いるものとする。

鋼材 $7.85t/m^3$	鉄筋コンクリート $2.5t/m^3$
コンクリート $2.35t/m^3$	金属板 $30kg/m^2$
コンクリート板 $225kg/m^2$	土留板 $225kg/m^2$ ($t=9cm$)

(2) 風荷重

風荷重は、遮音壁横断方向に作用する水平荷重とし、その大きさは次のとおりとする。

- ・ 橋梁部 $200kg/m^2$
(但し、橋梁・高架本体の設計に対しては $300kg/m^2$)
- ・ 土工部 $150kg/m^2$

(5) 設計

I 支柱間隔

- (1) 土工部は4 mを標準とする。
- (2) 壁高欄を有する橋梁部は4 mを標準とする。但し、遮音壁高さ(壁高欄天端より)3, 4 mの場合は2 mを標準とする。
- (3) ガードレール型式橋梁部の支柱間隔は2 mを標準とする。

II 遮音板の設計

遮音板は 150 kg/m^2 (橋梁部 200 kg/m^2)の荷重を受ける単純梁として設計するものとする。

III 支柱の設計

- (1) 支柱に作用する荷重は、支柱自重、遮音板自重、土留板自重、土圧、風荷重とするものとする。
- (2) 支柱は基礎または高欄天端及びアンカーボルト位置を固定端とする片持ばりとして設計するものとする。

IV 杭基礎の設計

設計の基本

杭基礎の設計は水平方向の安定、杭本体の断面力について検討を行なうものとし、計算に当たっては斜面の影響を考慮し、かつ風荷重を作用させるものとする。

杭長

- (1) 基礎杭の水平方向安定度照査は、支柱設置位置で行なうものとする。
- (2) 切土部についても土質定数、のり面勾配及び支柱設置位置に留意し設計するものとする。

V 直接基礎の設計

設計の基本

直接基礎の設計は、地盤の支持力、転倒及び滑動に対する安定、躯体の断面力について検討しなければならない。
この場合基礎根入れ部の前面抵抗土圧は原則として無視するものとする。

直接基礎の安定

(1) 許容支持力

常時 $q_a = 10 \text{ t/m}^2$

風荷重時 $q_a = 10 \times 1.5 = 15 \text{ t/m}^2$

(2) 転倒に対する安定

基礎底面における荷重の作用位置は、基礎外端より測って常時においては底面幅の $1/3$ 、風荷重時には $1/6$ より内側にしなければならない。

(3) 滑動に対する安定

滑動に対しては、原則として基礎底面の滑動のみで抵抗させるものとする。

安全率 - 常時 : 1.5

風荷重時: 1.2

(6) 構造細目

I 遮音板

- (1) 遮音板の形状寸法は、所定の支柱間隔に適合し、各板相互に目違いの生じないものであるものとする。
- (2) コンクリート製遮音板の鉄筋のかぶり、あきはコンクリート標準示方書(土木学会)33章コンクリート製品によるものとする。
- (3) コンクリート製遮音板は、音漏れ防止のためEPT系系ゴム(3倍発泡体)を目地材として用いるものとする。
- (4) 道路、鉄道と交差する箇所などで遮音板の落下防止が必要と認められる場合、遮音板は板落下防止装置の付いたものを使用するものとする。

II 支柱落下防止装置

設置箇所

遮音壁に対する車両の衝突などによる支柱の落下を防止するため、必要と認められる場合、支柱落下防止装置を設置するものとする。

III 基礎

杭基礎

- (1) 杭に用いる鋼管は、JIS A 5525または、JIS G 3444の規格に適合するものを用いるものとする。

(2) 支柱埋め込み部には、スパイラル鉄筋を配筋し補強するものとする。

(3) 支柱埋め込み部の支柱先端と中詰土砂の間隔は、10cmとする。

直接基礎

(1) 直接基礎の底面は、支持地盤に密着し、十分な滑動抵抗を有するよう設計しなければならない。

(2) 連続直接基礎の端部長は、支柱中心より35cmとする。

(3) 支柱の埋め込み部は、あらかじめ箱抜きしておき、補強鉄筋で補強を行なうものとする。

(1)-直接基礎の底面処理は、支持地盤に荷重を伝えるため、切込碎石によって底面処理を行なう。但し、基礎に配筋を行なう場合は、均しコンクリート及び切込碎石によって底面処理を行なう。

維持管理用扉及び窓

(1) 土工部維持管理用扉

(a) 遮音壁の延長が500～1000mの場合には中間に1箇所、また1000mを超える場合には500mごとに1箇所の割合で防災及び維持管理のため出入口を設置することを標準とする。また、短区間であっても防災及び維持管理のため必要と認められる箇所にも設置する。

(b) 維持管理用扉の大きさは、高さ2m、幅4mを標準とする。

(c) 維持管理用扉の後方が斜面部の場合は、階段を

設置するものとする。

(d) 維持管理用扉には表示板を取り付けるものとする。

(2) 橋梁部維持管理用窓

(a) 維持管理用窓は、照明、通信等の施設のある箇所及びその他必要と認められる箇所に設置するものとする。

(b) 維持管理用窓の大きさは、遮音壁高さ（壁高欄天端より） $H = 1\text{ m}$ の場合は高さ 1 m 、幅 2 m 、遮音壁高さ $H = 2\text{ m}$ 以上の場合は高さ 1.5 m 、幅 2 m を標準とする。

(7) 景観対策

I 景観対策の基本方針

(1) 景観対策の水準（レベル）を設定し、景観対策を施すべき条件によってレベルを3段階に区分して、それぞれのレベルに応じて対策を実施する。

(2) 景観対策の水準に応じた遮音壁を道路構造や道路を構成する他の施設と一体のものと考えた設計を行うものとする。

(1)-効率的に景観対策を実施するため、道路の通過する地域の特性や道路の特性により、景観対策レベルを3段階に区分して各々のレベルに応じた対策を行なうこととした。

(2)-遮音壁は、道路側面に連続する壁面をつくり出すため、道路の景観上重要な構造物となる。このため、遮音壁の設置に当たっては、設計当初から道路施設と一体のものと考え、景観的な配慮を行なう必

要がある。

II 景観対策の水準

遮音壁の景観対策の実施に際し、その対策の水準を次の3段階に設定する。

レベルⅠ：遮音壁に対する通常の景観対策

レベルⅡ：景観を特に重視すべき地域や地点において実施される遮音壁の景観対策

レベルⅢ：特殊な条件下での遮音壁の景観対策

(1)-レベルⅠは、遮音壁が設置される一般的な箇所での対策を示すものであり、原則として全ての遮音壁に適用するものとする。

(2)-レベルⅡは、特に景観を重視すべき地域や環境に対するものであり適用すべき地域、環境条件の目安は次のとおりである。

〈外部景観〉

・都市部：住居専用に地域指定がなされているか、またはこれと相応の地域で道路に隣接して相当数の住居が連担している地域

：近接する建物等に遮音壁の外観が大きく関わる箇所

・景勝地：国立公園、国定公園等、自然公園法等に基づいて地域

：景勝地、行楽地等、人目の多い箇所

：眺望の特に良い箇所

〈内部景観〉

・走行環境：走行空間の快適性が特に求められる箇所

：内部からの眺望の特に優れた箇所

(3)-レベルⅢは、環境対策の方法等の他に道路構造自体に関わる要素も入りうるための個々に判断するものとするが、一応の目安は次の通りである。

・レベルⅡの地域であって、特に遮音壁が長区間連続する箇所

- ・レベルⅡの地域であって、遮音壁の高さが特になくなり周囲への影響について特段の配慮が必要となる箇所

Ⅲ 景観対策の具体的方法

レベルⅠの対策

レベルⅠの具体的方針は、次のとおりとする。

- (1) 遮音壁の各種タイプの混在、バラツキ、横断方向の設置位置の凹凸等からくる不連続性に対する改善
- (2) 遮音壁の点端部のラインの通りの悪さに対する改善
- (3) 遮音壁の始終点端部における連続性やおさまりの悪さに対する改善

レベルⅡの対策

レベルⅡの対策の具体的方針は、次のとおりとする。

- (1) 橋梁部の支柱やその取り付け部の煩雑さに対する改善
- (2) 単調感・圧迫感・地域景観との不調和に対する改善

レベルⅢの対策

レベルⅢの対策は、大規模な遮音対策及び特殊な条件下での遮音対策における景観処理を示すものである。

但し、その具体策は個々の状況により判断されるべきものである。

緑化等総合的な修景等が挙げられる。

3.3 モデルプラン

本モデルプランの作成は、日本道路公団の「遮音壁設計要領」（以下、設計要領）にもとづき、設計を行なった。

設計要領は、現状分析でも述べたようにコンクリートおよび金属・鋼材による設計・施工を想定しており、木材に適用することはきわめて困難である。橋梁部においては重量制限などの規制によって、木材を使用することは事実上不可能である。しかしながら、平地部・盛土部・切土部においては、設置可能である。そこで本モデルプランでは切土部を想定して設計を行なった。これは平地部、盛土部においても適用可能である。

タイプ（A）は、基礎を鋼管とし、遮音板は無垢の木材を使用し、ボルトで固定した木製固定板と支柱の間に遮音板を落とし込むものである。

タイプ（B）は、基礎をコンクリートとし、木製板の間に吸音材を挟み込んだものである。頂部はアルミ製の笠木によって保護する。

タイプ（A）、タイプ（B）ともに基礎に関しては互換性があり、設置現場の状況により個別に選定する。

遮音性能に関しては、設計要領に記載されている試験方法により、個別に試験を行なう。

3.4 仕様（単位mm（×）内数値は1スパン当り数量）

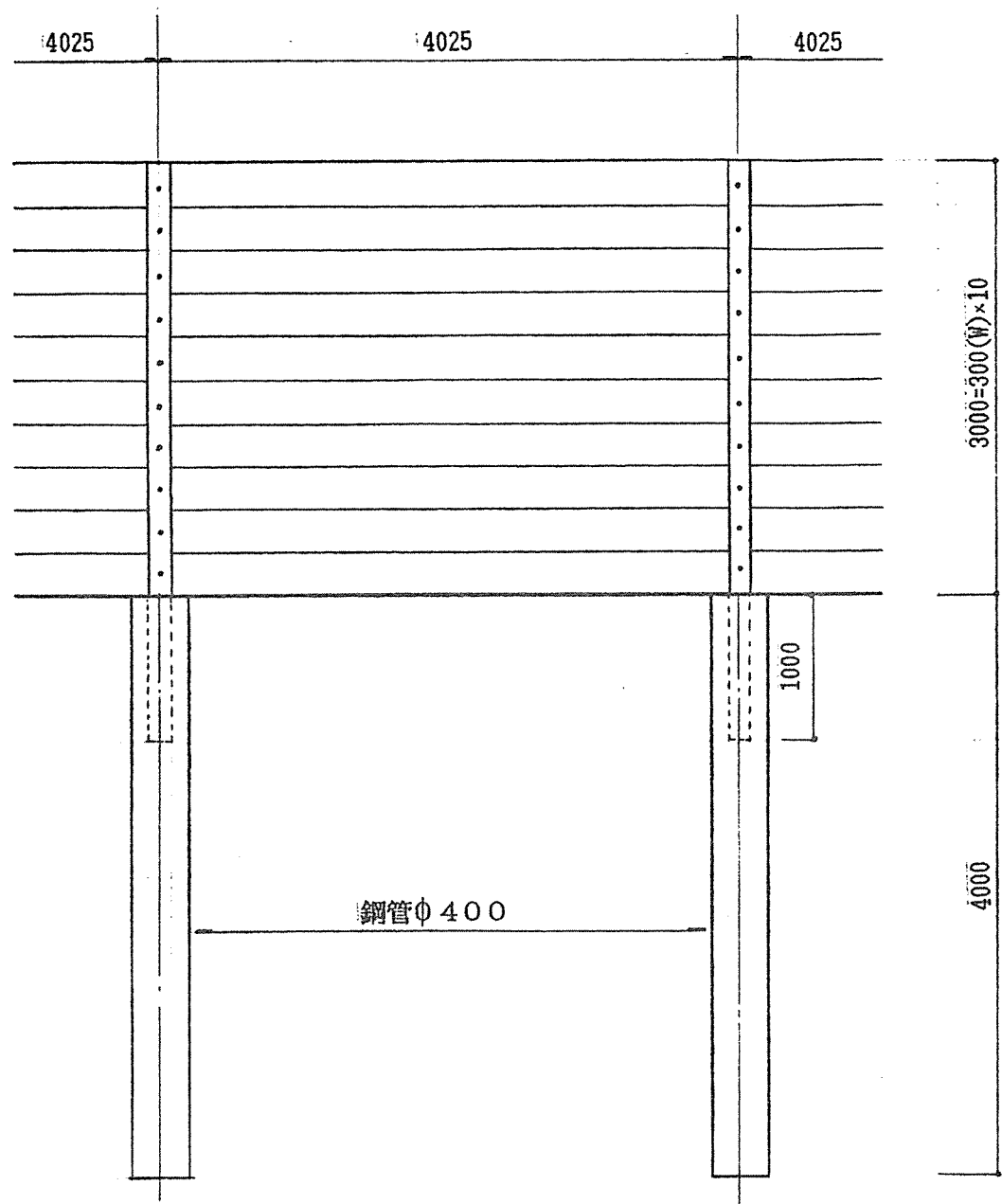
タイプ（A）：

- 「遮音板」 4000（L）×300（W）×120（D）（×10）
- 「支柱」 4000（L）×120（W）×50（D）（×1）
- 「固定板」 4000（L）×150（W）×50（D）（×2）
- 「その他」 遮音板固定用鋼製ボルト・ナット一式、基礎用鋼管400φ
基礎用モルタル

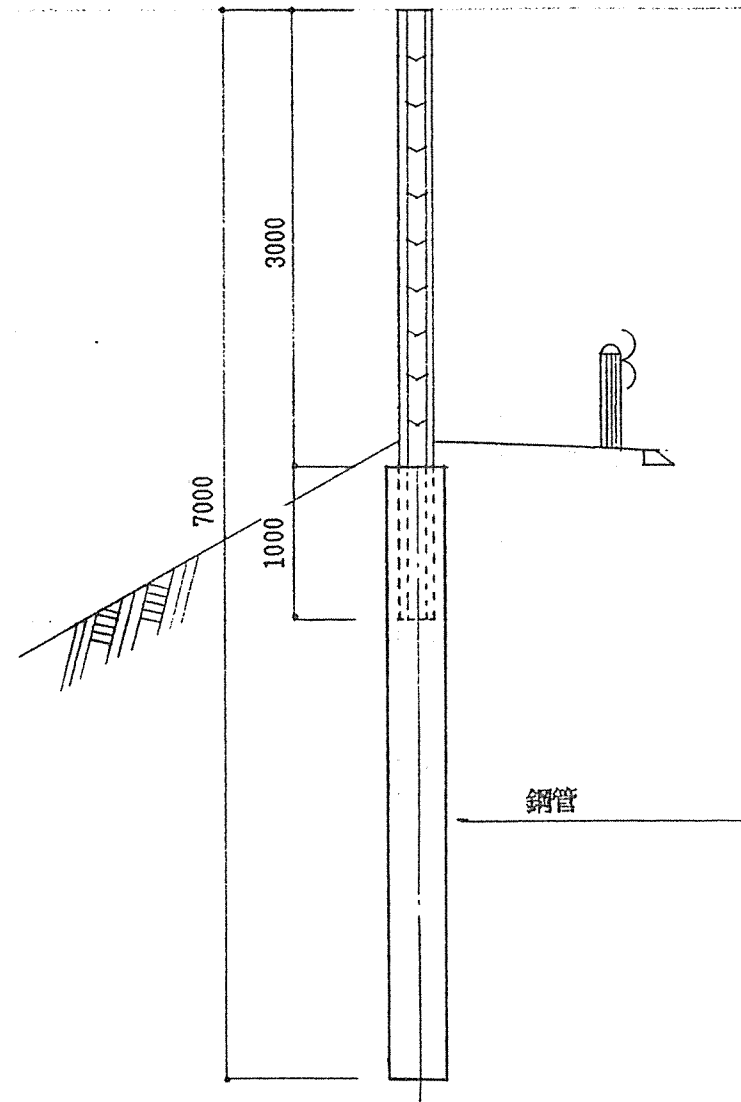
タイプ（B）：

- 「遮音板」 2700（L）×300（W）×24（D）（×10）
- 「支柱A」 3500（L）×98（W）×50（D）（×1）
- 「支柱B」 3500（L）×50（W）×50（D）（×2）
- 「固定板」 3500（L）×200（W）×50（D）（×2）

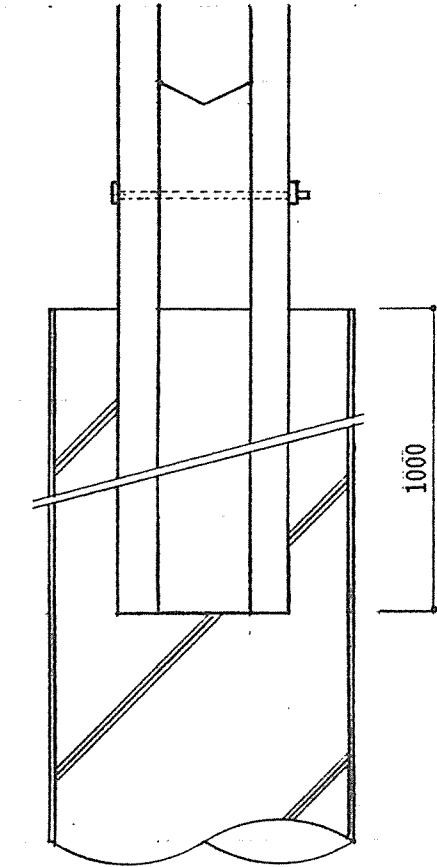
- 「アルミ板」 2750(L)×360(W)×0.8(D)(×1)
- 「吸音材」 3000(L)×900(W)×50(D)(×3)
- 「その他」 遮音板固定用鋼製ホルト・ナット、笠木固定用ビス一式
基礎用コンクリート



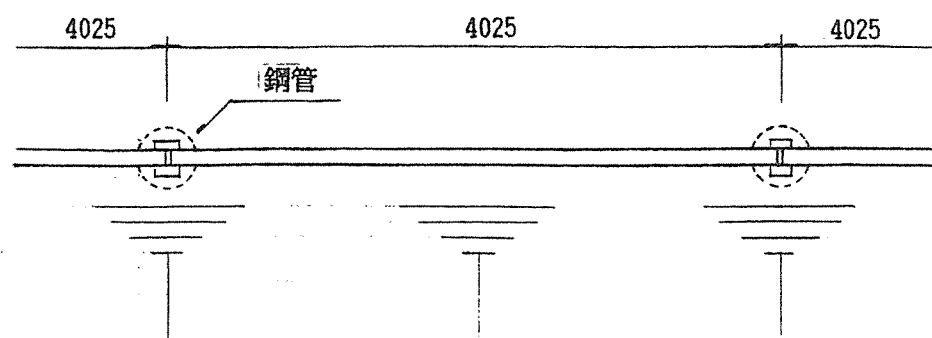
側面図 1 : 50



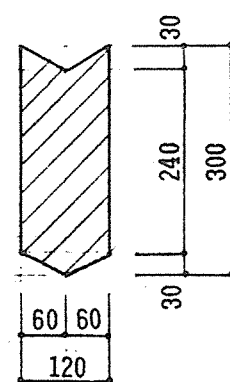
断面図 1 : 50



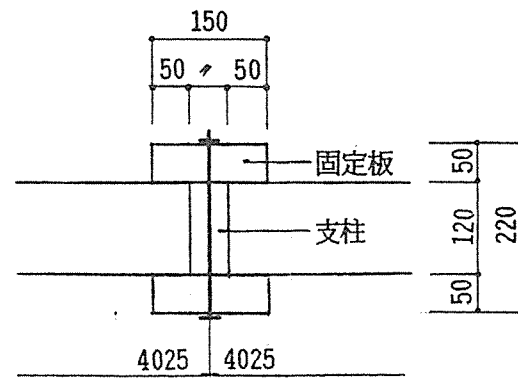
くい見頂部詳細図 1 : 10



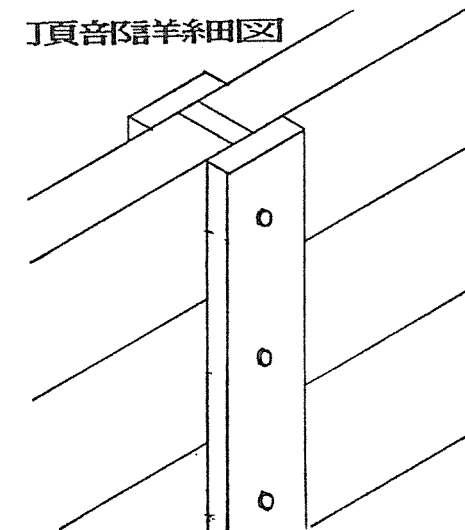
平面図 1 : 50



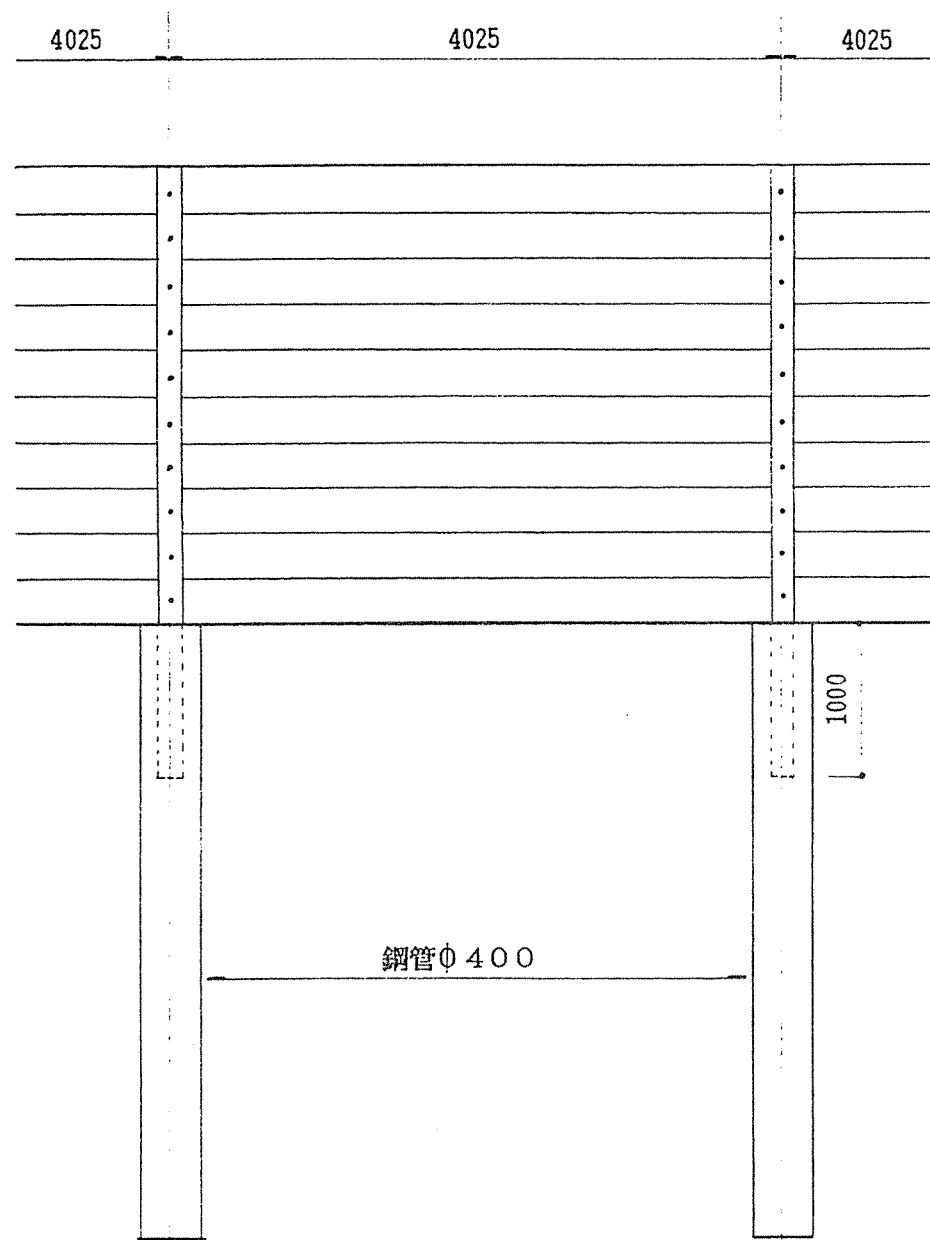
遮音板断面詳細図
1 : 10



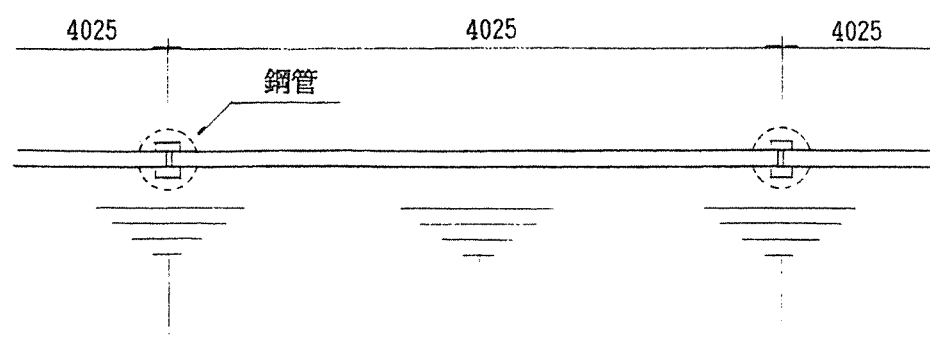
遮音板取付詳細図
1 : 10



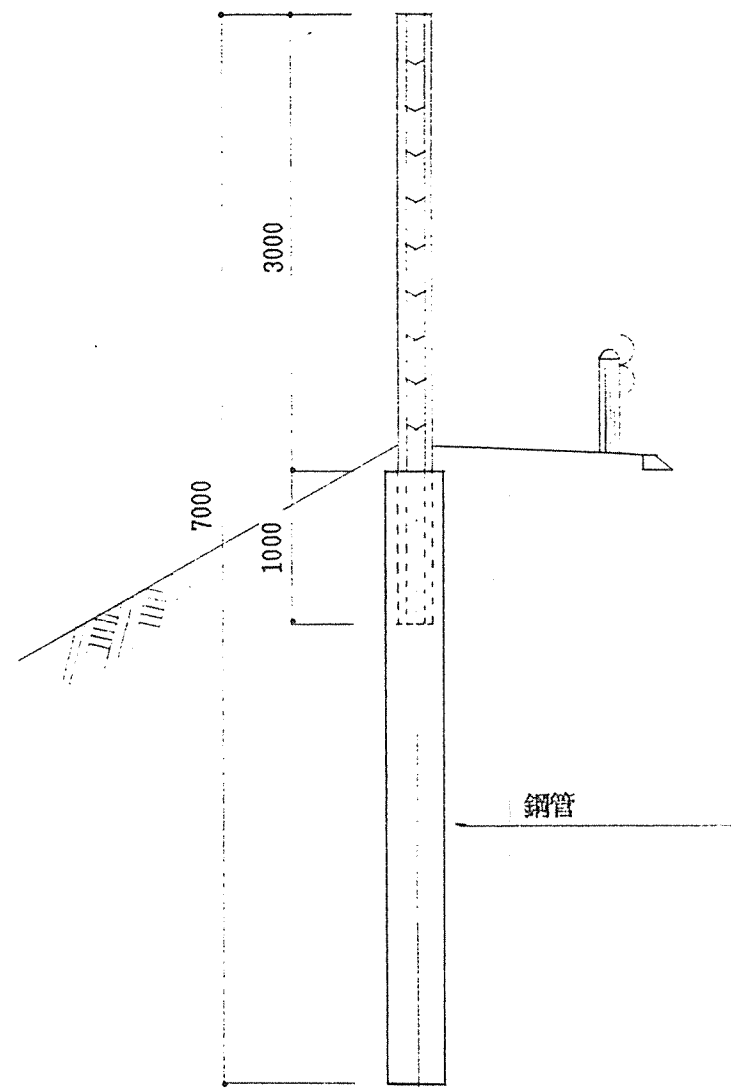
丁部詳細図



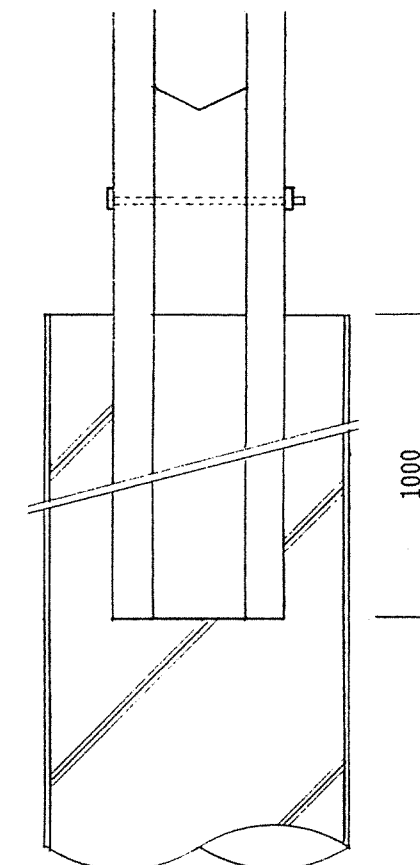
側面図 1 : 50



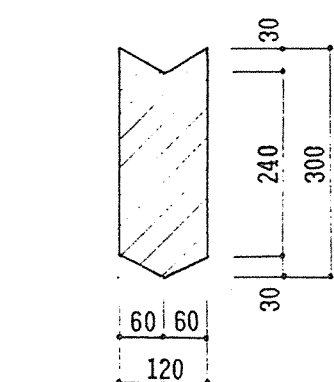
平面図 1 : 50



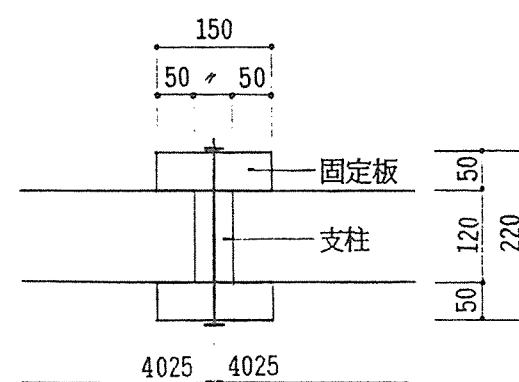
断面図 1 : 50



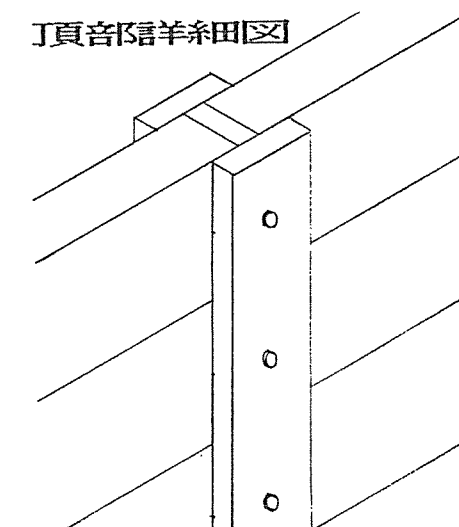
＜い＞頁詳羊糸田図 1 : 10



遮音板断面詳細図 1 : 10

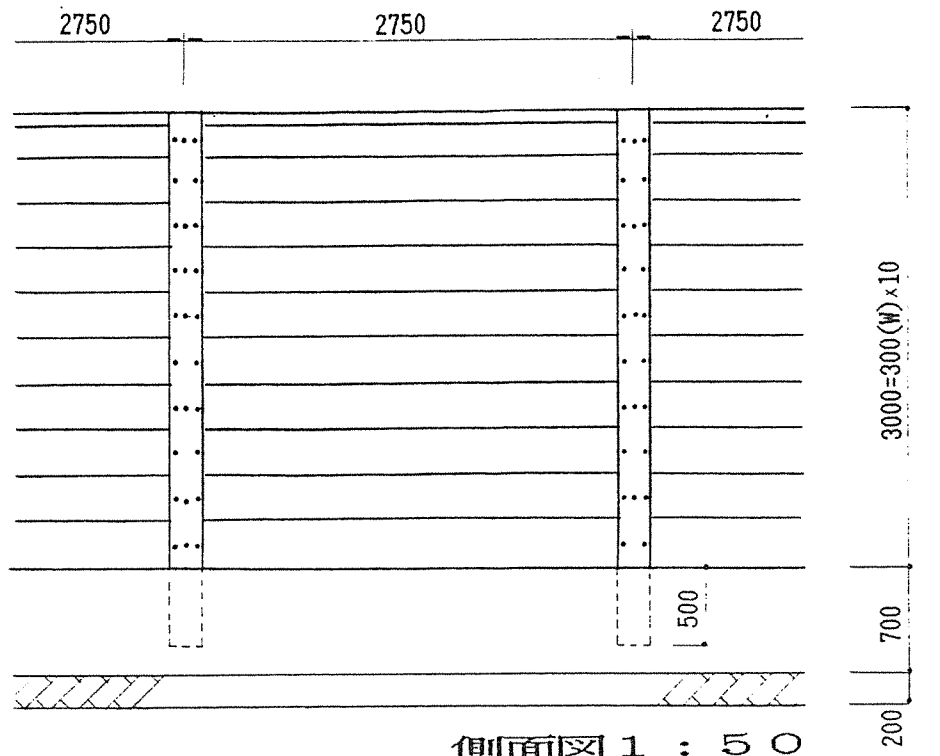


遮音板取付詳細図 1 : 10



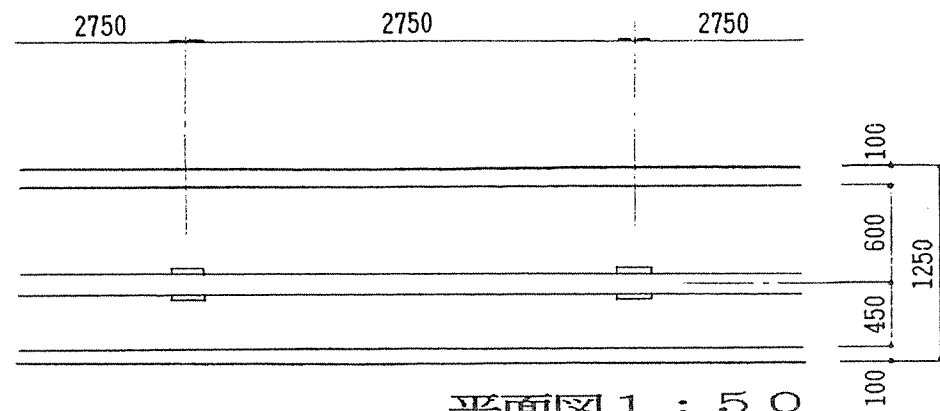
丁頁音障羊糸田図

遮音壁モデルプランタイプA



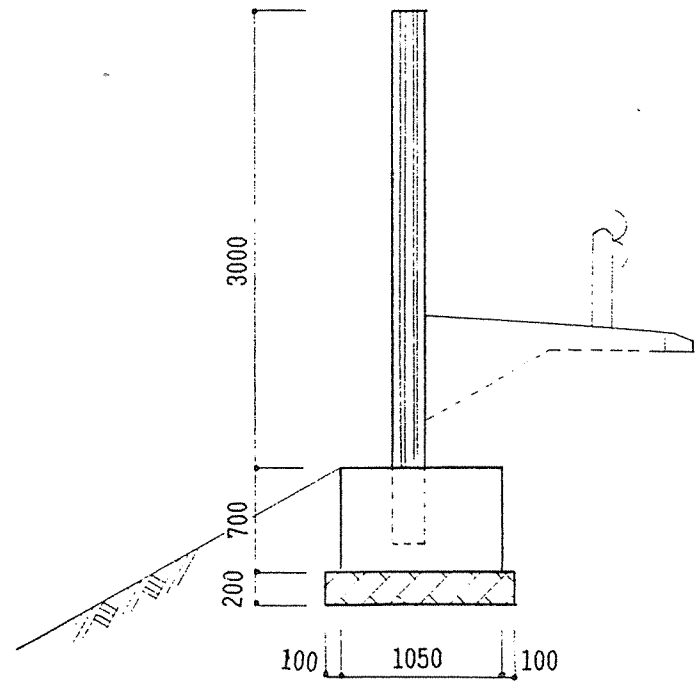
側面図 1 : 50

3000=300(W)×10
700
200



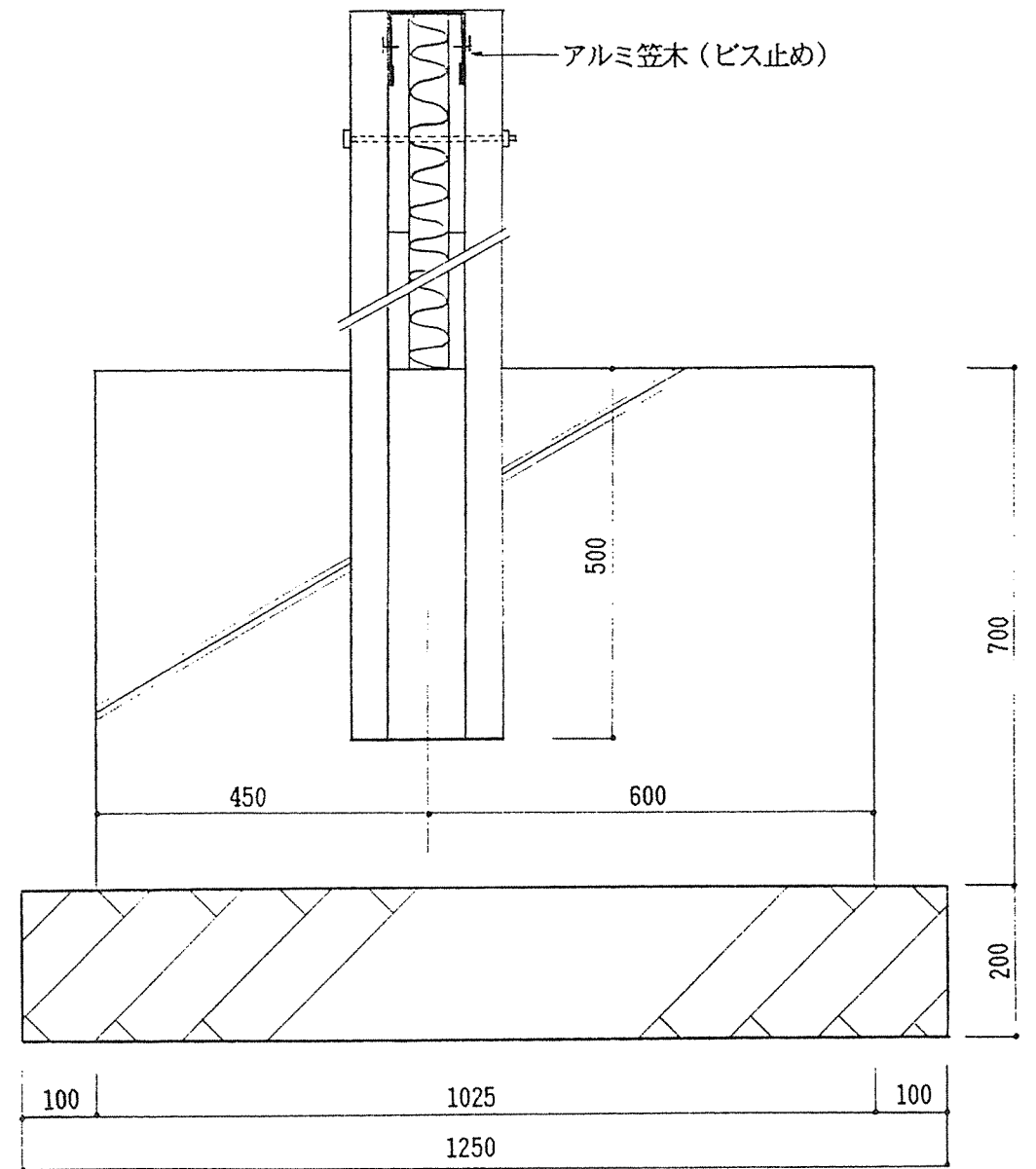
平面図 1 : 50

100
600
1250
450
100



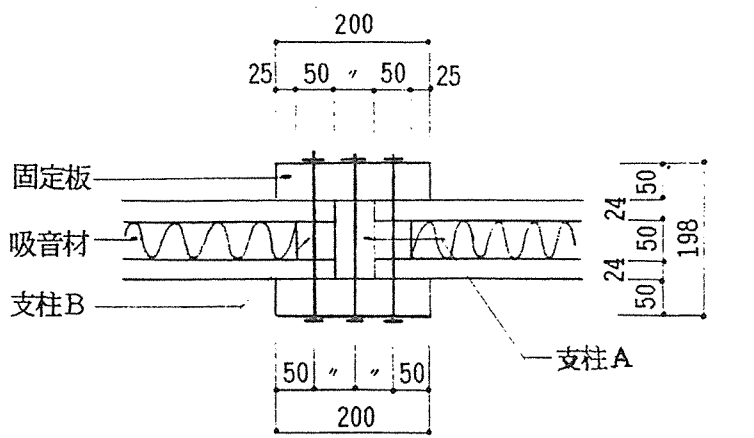
断面図 1 : 50

3000
700
200
100 1050 100



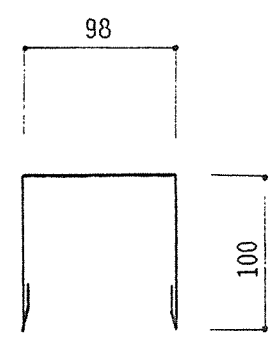
断面詳細図 1 : 10

450 600
700
200
100 1025 100
1250



遮音板取付詳細図 1 : 10

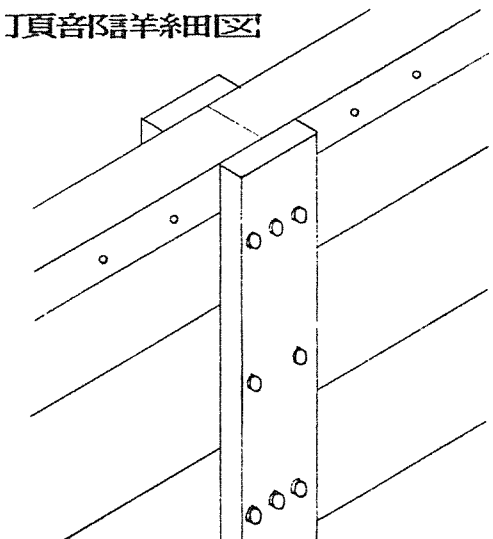
200
25 50 50 25
固定板
吸音材
支柱B
24
24
50 50 150
198
50 50
200
支柱A



アルミ笠木詳細図 1 : 5

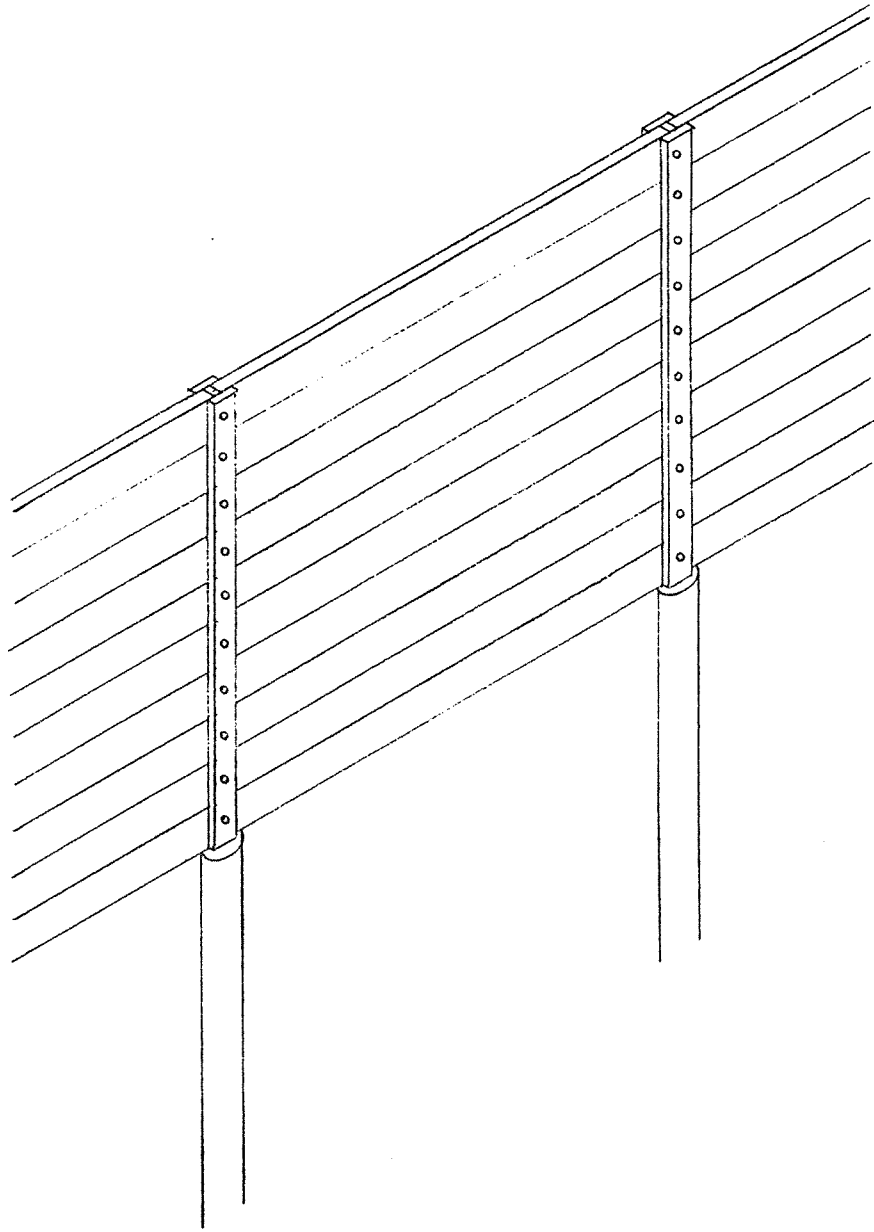
98
100

丁頭部詳細図

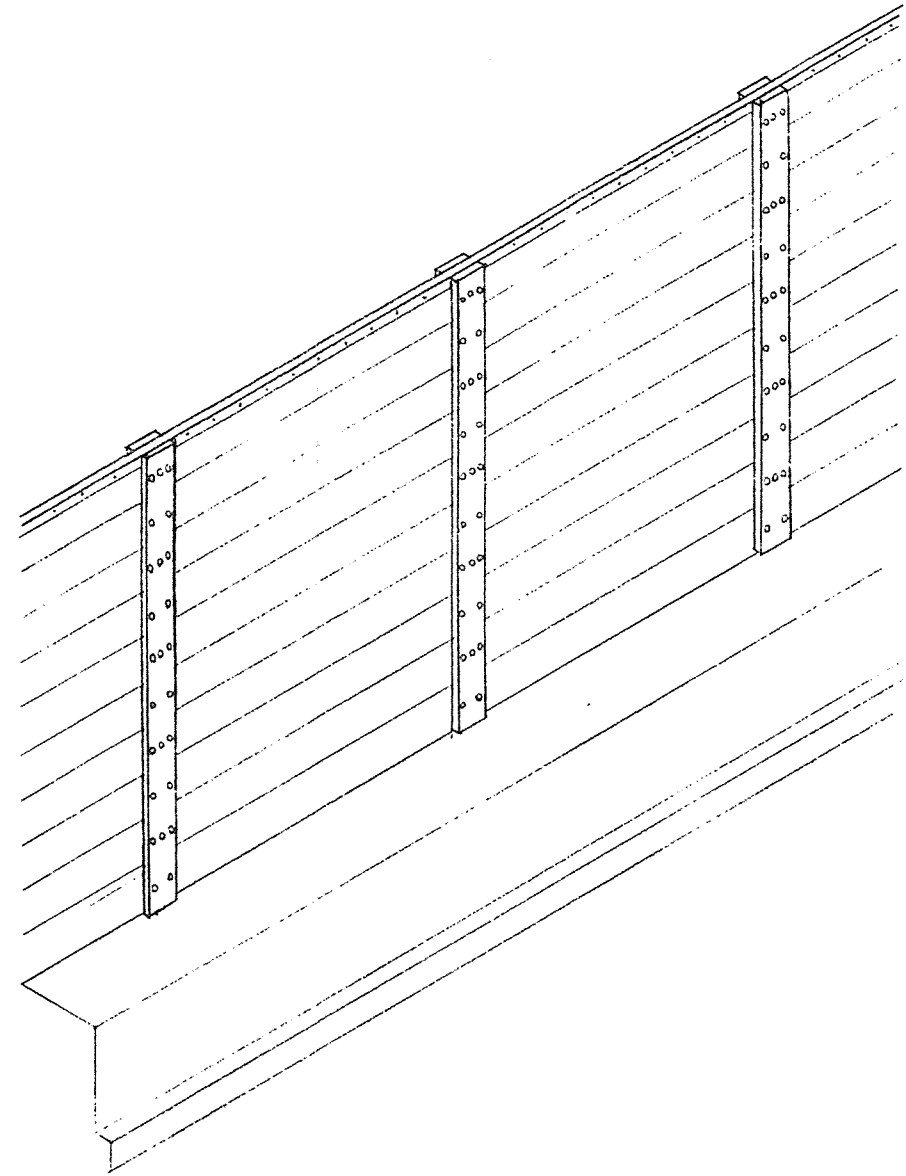


遮音壁モデルプランタイプB

アイソメ図 (タイプA)



アイソメ図 (タイプB)



遮音壁モデルプラン—タイプA・B

4. 浮棧橋

4.1 現状分析

ウォークーフロントが見直されている現在、従来のように耐久性や経済性のみを優先した棧橋、浮棧橋、デッキなどは、次第に使用されなくなってきている。FRPなどプラスチック系の素材は、浮棧橋として使用される場合、設置やメンテナンスがきわめて容易であるが、利用者にとってはあまり好ましくない素材である。特に海辺では、人々は素足やサンダルで歩くことが多く、これらの素材よりも、木材が最適な素材であることは自明であろう。アメニティが重視されつつある今日、上記のような利用者本意の素材を選択することは、重要なことである。米国のボストンやボルチモアなどのウォークーフロント開発の先駆的な事例でも、木製のデッキや浮棧橋が積極的に使用されている。

浮棧橋では、デッキ（床面）だけではなく、それを支える支柱も防腐処理をした木材が使用されることもある。耐久性を重視する棧橋においても防腐処理をした木材が、デッキはもとより支柱にも使用されており、木材に対する考え方が我国とは異なっていることがわかる。我国でも、最近では、マリーナなどの比較的資本の集まる場所では、木製の浮棧橋が使用されつつある。しかし、米国ではワシントン湖畔の遊歩道用の浮棧橋のように、公共の場でも木製のデッキが使用されており、これは、木材が普遍的な素材であるのと同時に安価な素材であることに起因すると思われる。

我国では最近、リゾートブームの中で、海洋構造物（主としてマリーナ関係）を制作している会社が、積極的に浮棧橋やデッキなどを製品化して販売している。それらの特徴は、耐久性、安定性、基本ユニットを組み合わせることによるフレキシビリティ、また、設置工事の容易さや給水バルブ、電気コンセント等の設備機器の充実性などである。特に、浮力部や各浮棧橋のジョイント部分の性能が各社の重要なセールスポイントとなっている。この浮力部は、各社ともにFRP製一体型かまたは発泡スチロール充填コンクリートなど安定性が重視された工業製品である。その中でデッキ（床面）が木製品で

あるものも、いくつか存在するが、木材を使用していることをアピールしているところは少ない。逆に、木材を使用しているも、デッキ表面をすべり止め加工したFRPで被った製品もある。

以上のように、我国では浮棧橋など、マリーナにおいて木製品が使用されつつあるが、その普及度は充分とは言えない。しかしながら、小松市の木場潟湖上園路のように、マリーナ以外のところでも木製の浮棧橋が出現してきており、今後、天然素材である木材を使用した浮棧橋やデッキが普及して行く傾向にあると思われる。

4.2 要求性能

4.2 (1) 係留施設(棧橋・浮棧橋)の目的

- I 純粹に海上でプレジャーボート(ヨット・モーターボート等)を係留保管する。
- II 陸上保管艇を海上に降した時の出港準備等の一時作業、及び昼食等のために帰港したビジター艇の来航時等の係留に対応した一時係留。

4.2 (2) 浮棧橋の特徴

- I 波と同調するので、干満差が大きな海、湖、沼、比較的波高の大きい所での使用に適している。(現在、波高1.5m程度の条件でも耐えられるものが使用されている。)
- II プレジャーボートの係留に利点が多いので係留施設の主流として伸長してきている。
- III 一艇当りの面積が他の係留施設より少ない

4.2 (3) タイプ別分類

- I セパレートタイプ
 - ・甲板にフロートを取り付けたもの。
- II モノコックタイプ
 - ・甲板とフロートが一体構造になったもの。

- ・工場生産品（製品の精度が高い。）
- ・単位体積あたりの浮力が大きい→安定性がよい。
- ・狭い水域で使用できる。

III ユニットタイプ

- ・甲板とフロートを一体にしたパーツを連続してつなげるもの。
- ・パーツ自体が小型・軽量→運搬容易。設置、撤去簡単。
- ・構造上、波高の小さな所における小型艇の係留に適している。

4.2 (4) 設置形態

I 固定栈橋と併用したもの

- ・メイン栈橋は固定（利用者の歩行や荷物の運搬に適している）とし、係留するための部分を浮栈橋（艇の安定）にするとより安定性が高い施設となる。

II ブイ及び杭と併用したもの

- ・ブイ及び杭は、もやいロープの遊び分だけボートが動くので必要面積は大きくなり、一般に一時的な係留に使用されるが、浮栈橋と併用することによって、経済的な有効利用を得る。

4.2 (5) 配列

I マリーナの地理的条件、環境条件、保管及び一時係留隻数をもとに選択する。

II 一般に、メイン栈橋に小型のサブ栈橋を連結したクシ型栈橋が多い。

III 栈橋の向きは、係留の方向と恒風方向とが一致するように配慮する。

IV ボート一艇当りの必要面積の算定

例：30フィート（約10m）艇の場合

4艇分のスペースで考えると

$$(10\text{ m} + 2\text{ m} + 10\text{ m}) \times (8\text{ m} + 1\text{ m}) = 198\text{ m}^2$$

$$\therefore \text{一艇当り } 198\text{ m}^2 \div 4 \approx 50\text{ m}^2$$

（ただし、航路などの共通部分は含まない）

4.2(6) 設置方法

- I 杭（鋼管杭、PC杭など）による設置方法が一般的。
- II 海底地盤が岩盤で杭の打設ができない所では、アンカー式鋼管杭、またはアンカーにより設置
- III 水位線からのデッキ上端までは30cm程度を確保する。

4.2(7) 連結方法

- I 固定式：（波高30cm以下。）棧橋同士を、鉄、アルミ等の棒またはボルト等により完全に固定してしまうもの。
- II 半固定式：ヒンジ等を使用し、上下運動のみを自由化させたもの。
- III 自由連結式：チェーン等を使用して上下左右のどの方向へも動くもの。
- IV フレキシブルな連結方式が好ましい。
- V 浮棧橋を杭に連結する方法としては、専用金具を用いる例が多いが、騒音防止、波によるショックの緩和などに古タイヤが利用されている。

4.2(8) 甲板（デッキ）

- I 利用者の歩行や荷物の運搬に適しているもの。
- II 安定性があるもの。
- III 滑らず水はけの良いもの。
- IV 側面に防舷材を用いて、艇との接触による浮棧橋または艇の破損を防ぐ工夫が必要。

4.2(9) フロート

- I 単位体積あたりの浮力が大きいもの。
- II パーツ自体が小型、軽量であるもの。（運搬容易、設置・撤去簡単）

4.2(10) 渡橋（タラップ）

- I 幅0.6-0.9mのタラップに手摺を付けたものが多い。

II 浮棧橋への渡橋勾配は、最低水位時にも1：4より緩勾配を確保することが望ましい。

4.3 モデルフラン

浮棧橋は、既製のタイプでもデッキ部分は木製であるものが多い。しかしながら、デッキを支えるフロートの部分はFRP製、発泡ポリエチレン製または複合コンクリート製となっている。そこで、本モデルフランでは、フロート部分も木製とした総木製浮棧橋の設計を行なった。

タイプ（A）は、通常のデッキをフロートによって支えるタイプである。フロートは板状の集成材または合板を接着して成型し、ユニット化したものである。デッキの大きさに合わせて、フロートの数、配置を変えることにより、様々なバリエーションを得る。

タイプ（B）は、フロートとデッキが一体化したものであり、1メートル四方の大きさのユニットが、様々な形態に組み合わされるタイプである。各ユニットは板状の集成材または合板の接着によって形成されている。各ユニットの連結は、専用の連結材による。内部は、浮力を得るために発泡スチロール等の浮力補助材を充填する。給水、給電のための配管、配線もユニット内部に容易に納まる。

4.4 仕様（単位mm（×）内数値は1ユニット当りの数量）

タイプ（A）：

「通路棧橋用タイプ」 2500（L）×2000（W）

床材 2000（L）×100（W）×30（D）（×25）

桁材 2500（L）×75（W）×90（D）（×2）

「サブ棧橋用タイプ」 2500（L）×1000（W）

床材 1000（L）×100（W）×30（D）（×25）

桁材 2500（L）×75（W）×90（D）（×4）

「フロート」 900（L）×500（W）×500（D）

集成材 400（L）×400（W）×25（D）（×30）

500 (L) × 500 (W) × 25 (D) (× 6)

「その他」 連結用ボルト・連結金物一式、緩衝材

タイプ (B) :

「ユニット規模」 1000 (L) × 1000 (W) × 500 (D)

集成材 1000 (L) × 1000 (W) × 20 (D) (× 25)

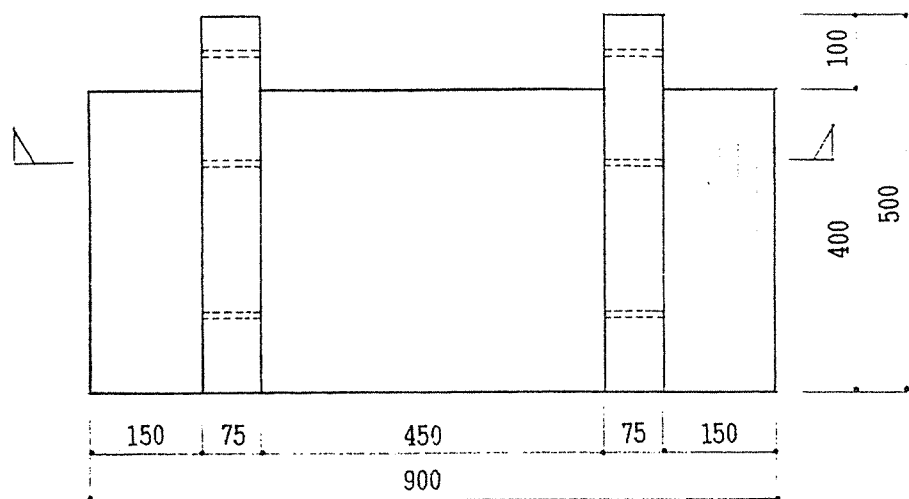
「連結材 A」 300 (L) × 300 (W) × 240 (D)

集成材 300 (L) × 300 (W) × 20 (D) (× 12)

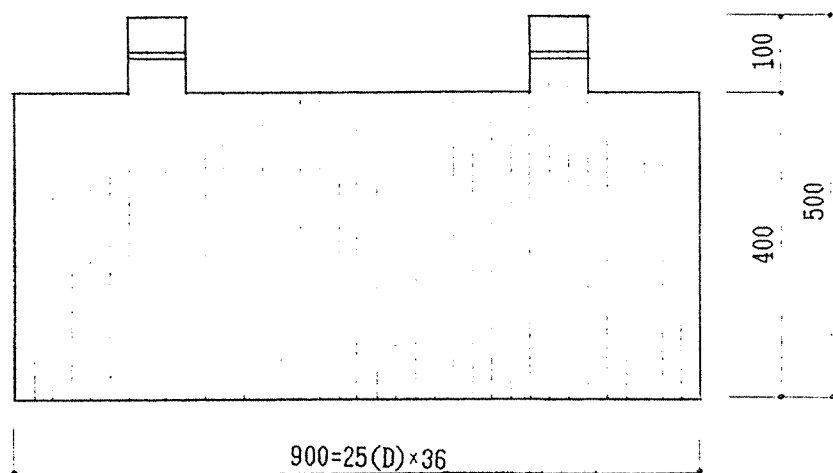
「連結材 B」 424.2 (L) × 212.1 (W) × 20 (D)

集成材 424.2 (L) × 212.1 (W) × 20 (D) (× 12)

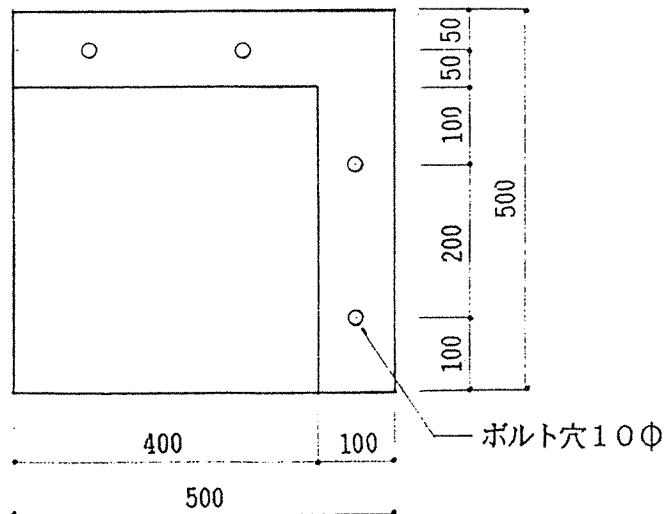
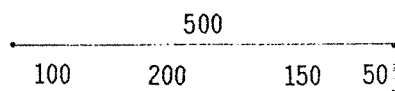
「その他」 浮力補助材、連結材用ボルト・ボルト受け金物一式



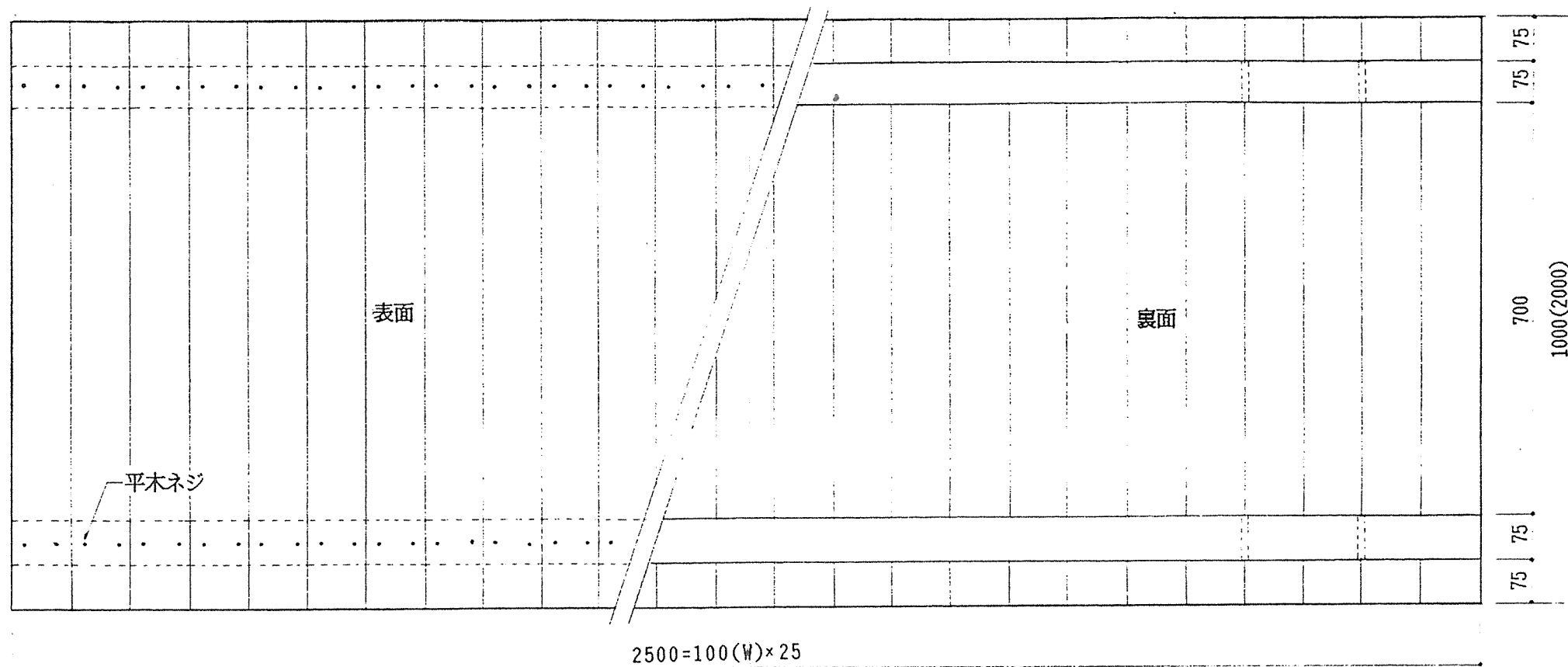
フロント平・立面図 1 : 1 〇



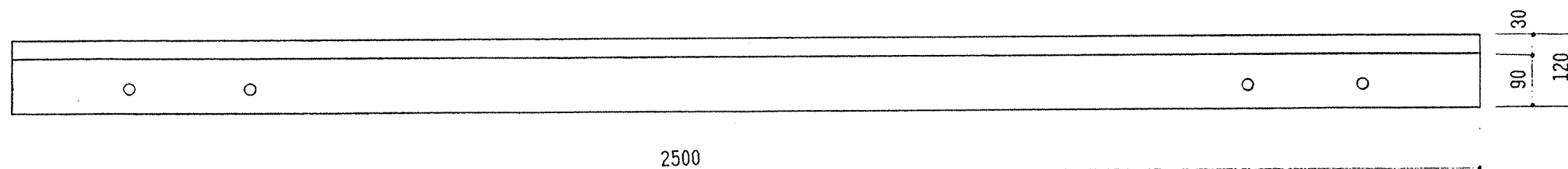
フロント断面図 1 : 1 〇



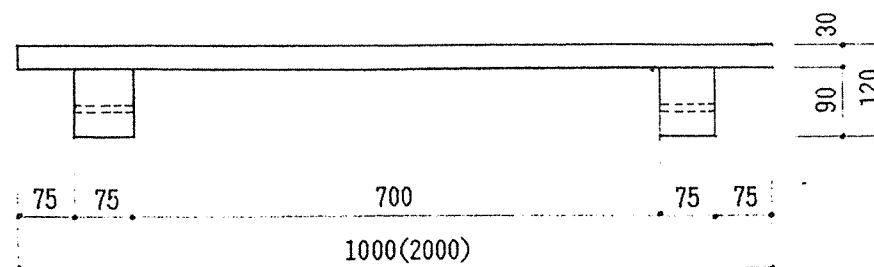
フロント立面図 1 : 1 〇



栈橋平面図 1 : 1 〇



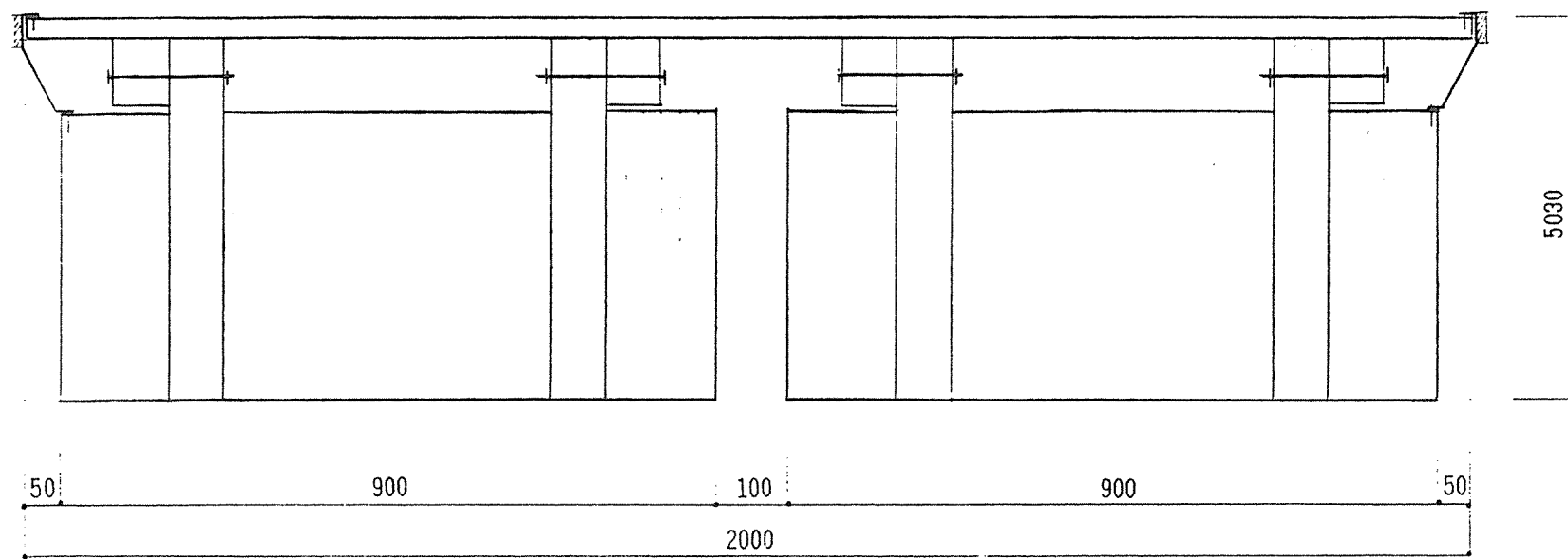
栈橋立面図 1 : 1 〇



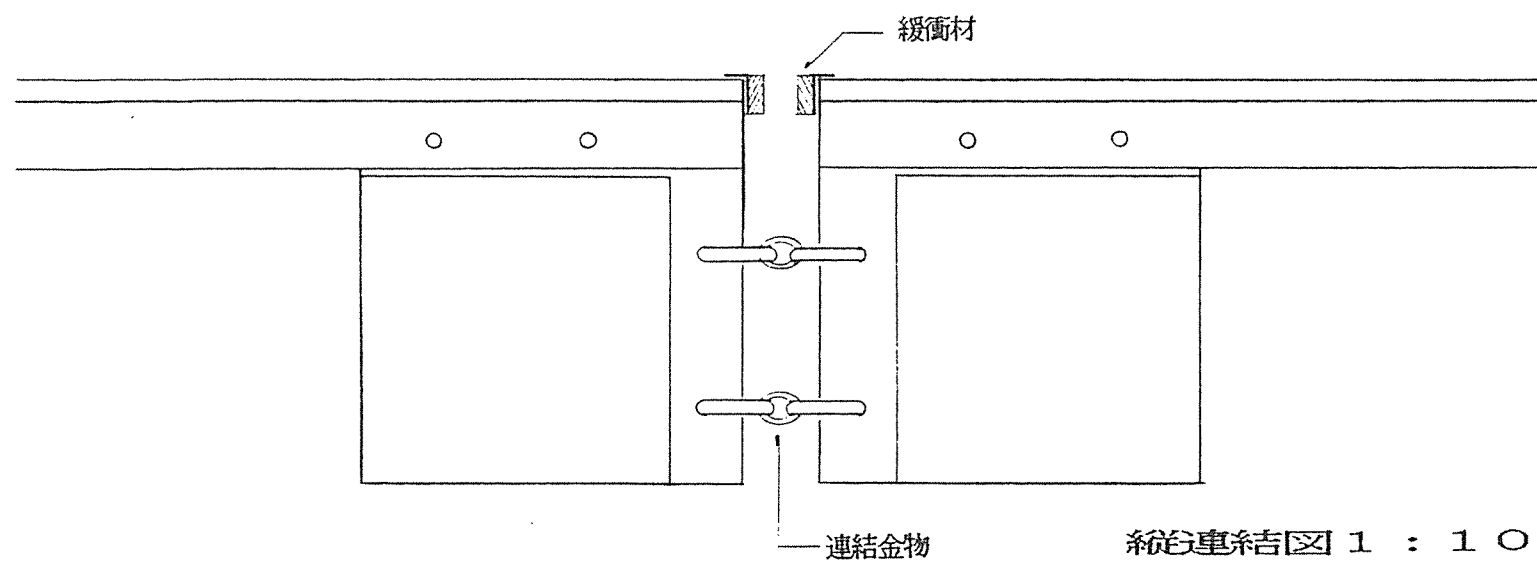
栈橋立面図 1 : 1 〇

* () 内数値は通路栈橋の場合

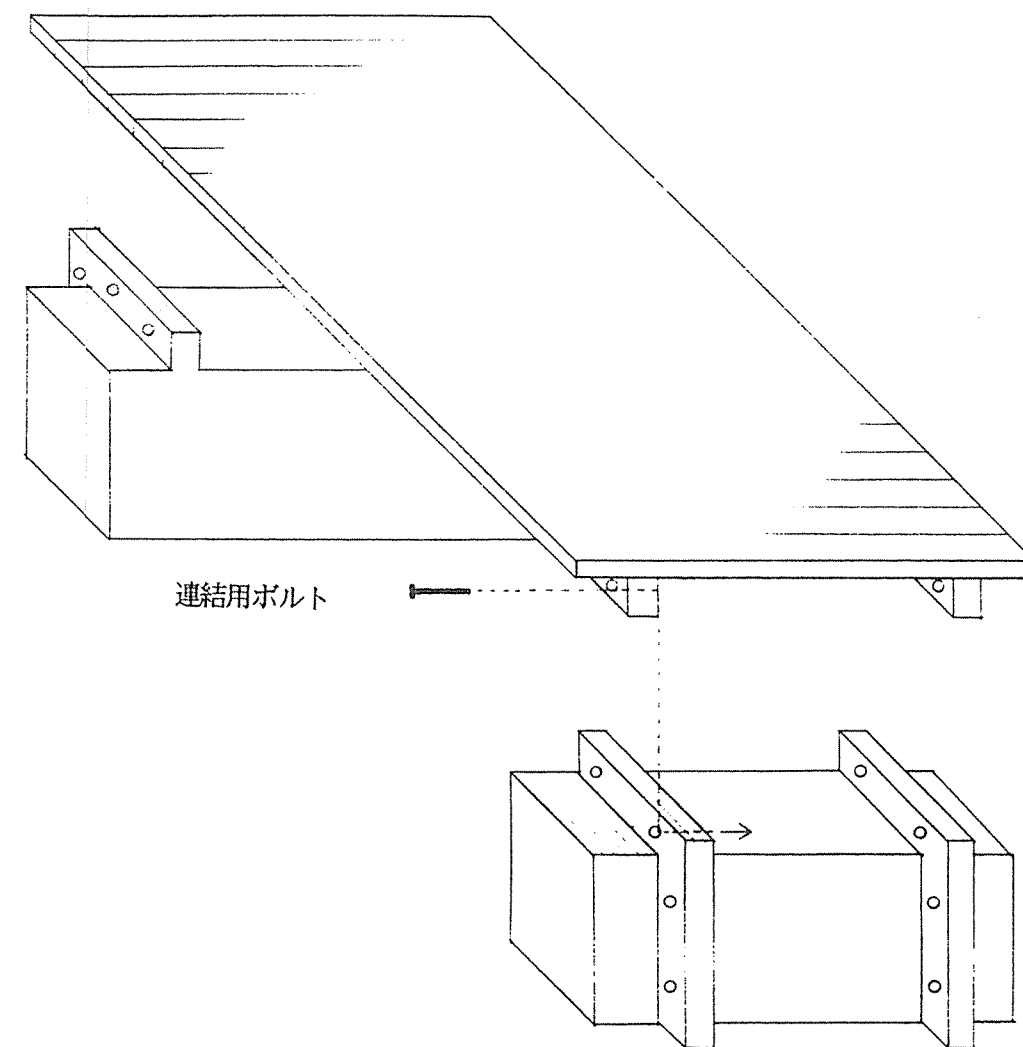
浮栈橋モデルプランタイプA



栈橋・フロート連結図 1 : 1 〇
 (通路栈橋W=2000の場合)



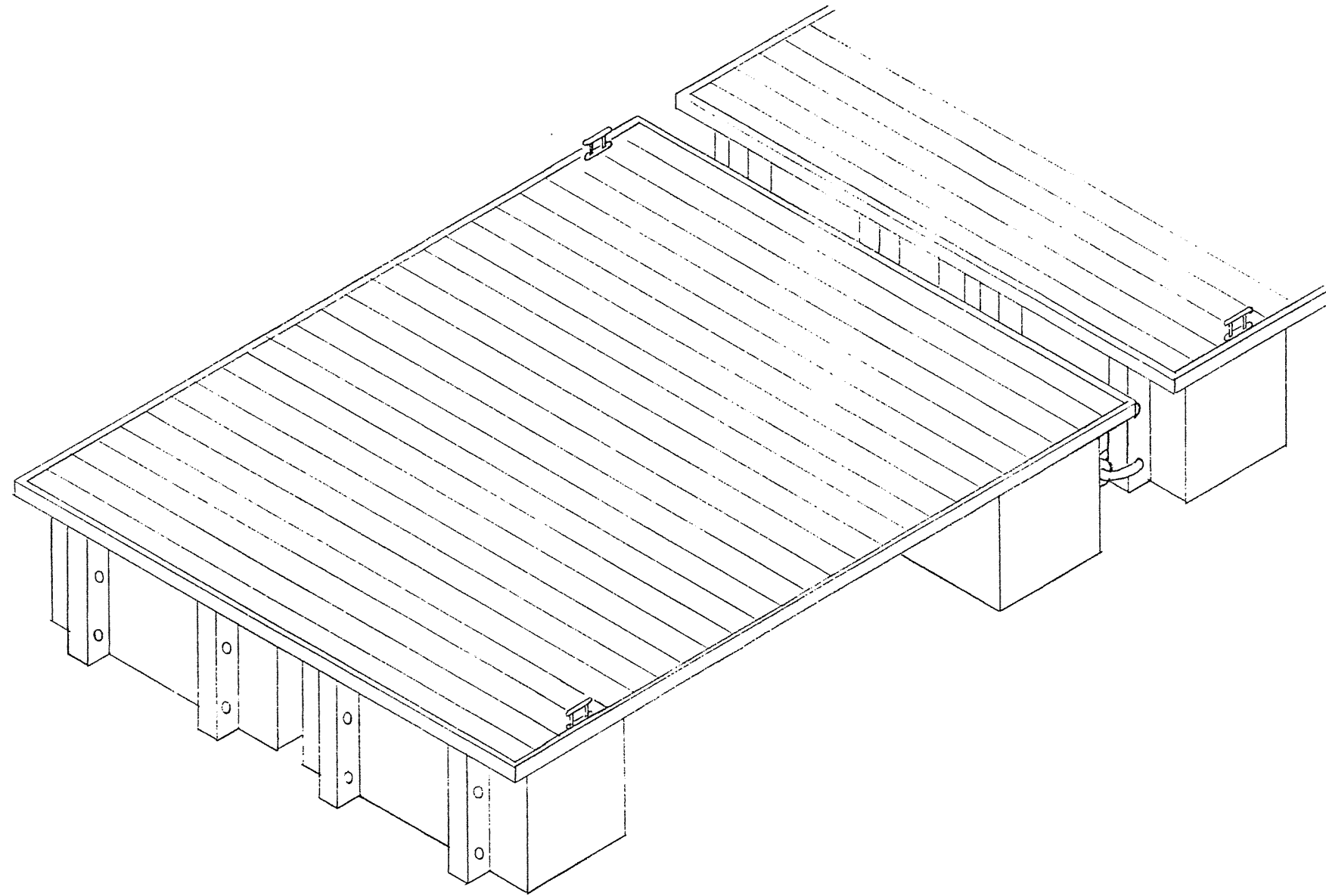
縦断連結図 1 : 1 〇



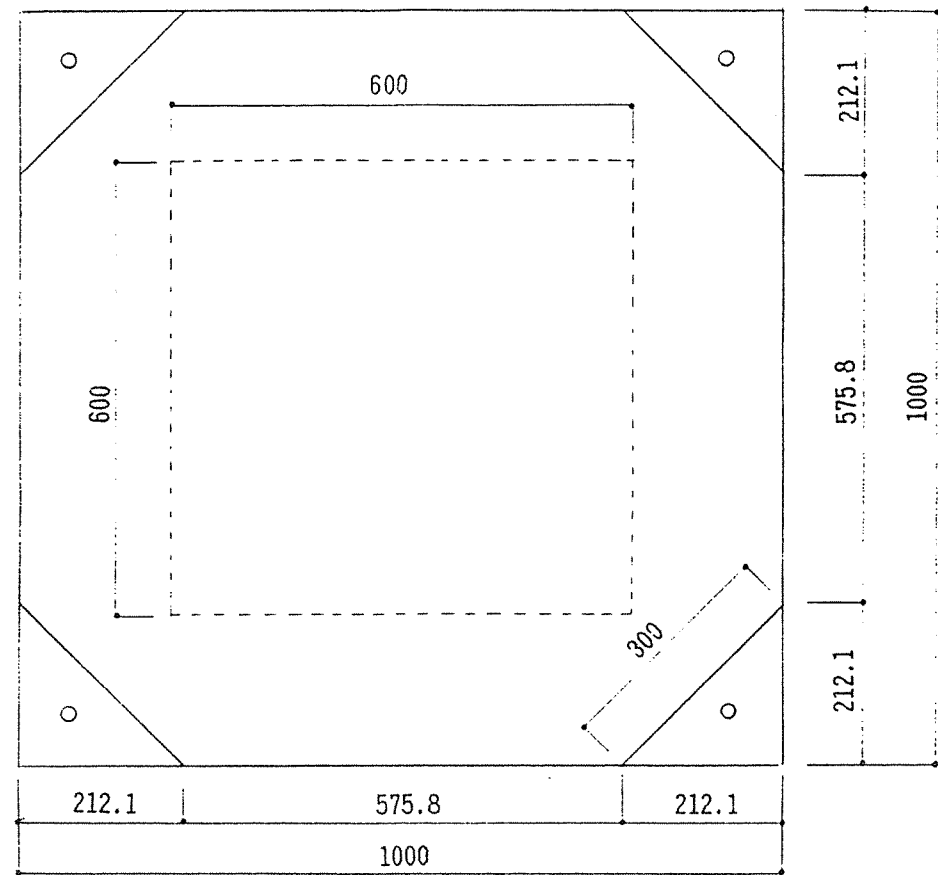
栈橋・フロート連結図
 (サブ栈橋W=1000の場合)

浮栈橋モデルプランタイプA

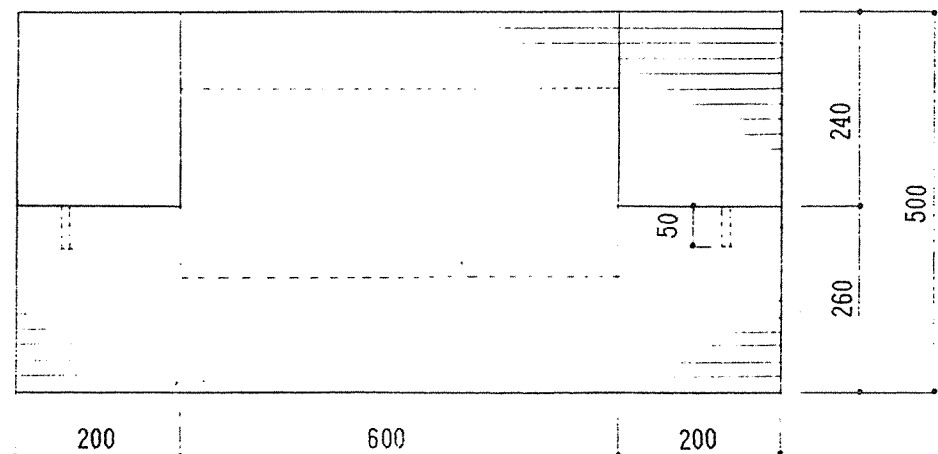
アイソメ図



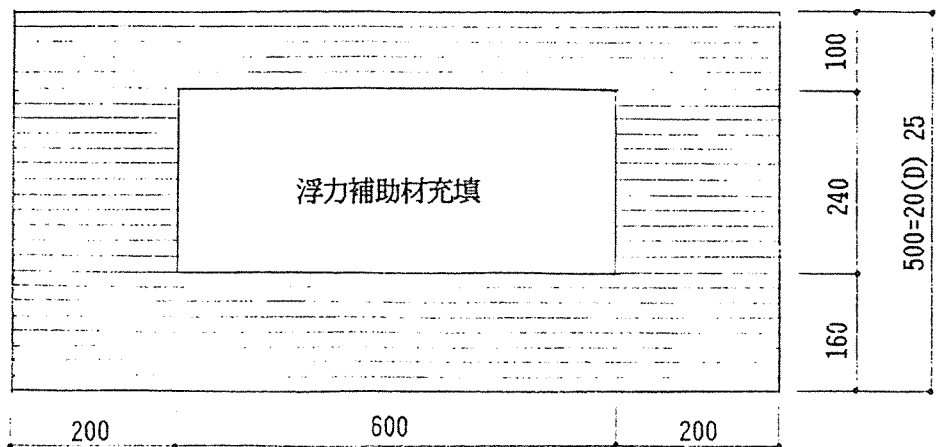
浮棧橋モデルプランタイプA



平面図 1 : 1 O

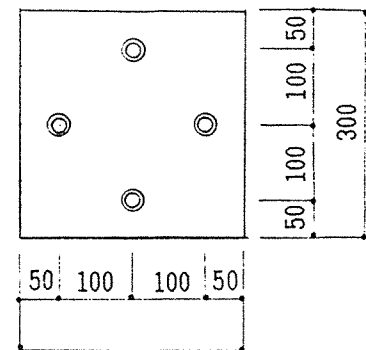


立面図 1 : 1 O

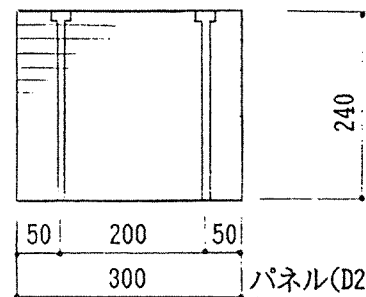


断面図 1 : 1 O

連結材 A (中間用)



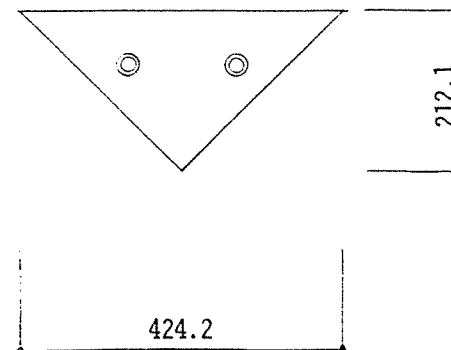
平面図 1 : 1 O



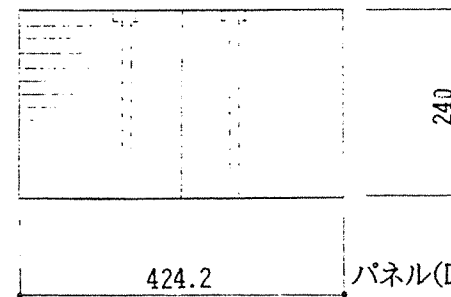
断面図 1 : 1 O

パネル(D20) 1 2枚

連結材 B (端部用)



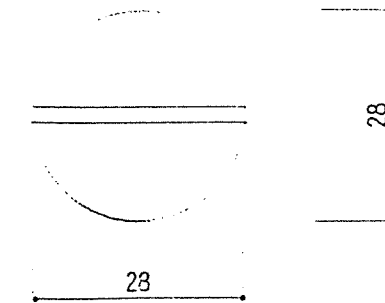
平面図 1 : 1 O



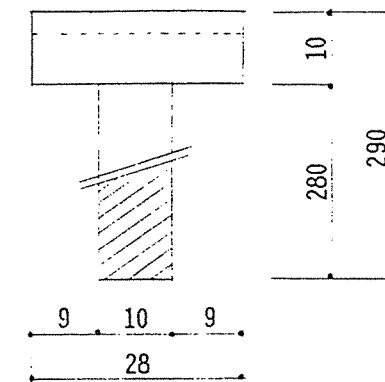
立面図 1 : 1 O

パネル(D20) 1 2枚

連結用ボルト



平面図 1 : 1



立面図 1 : 1

ボルト受金物

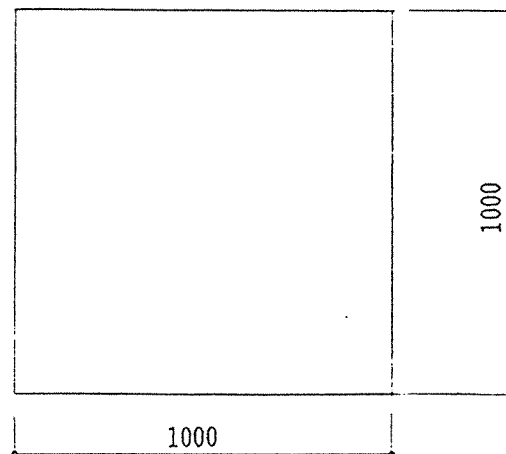


平面図 1 : 1

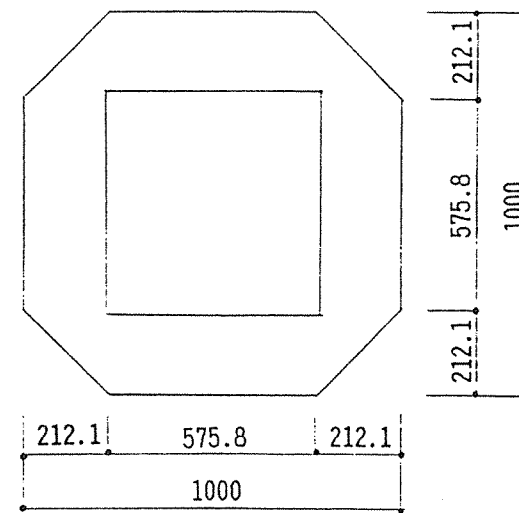


立面図 1 : 1

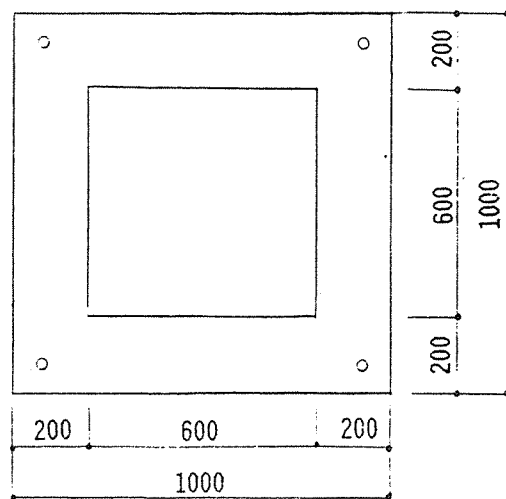
本体パーツ別平面図 1 : 20 (D20)



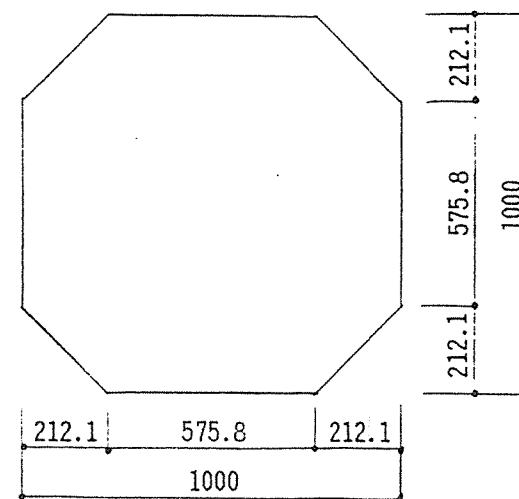
aタイプ



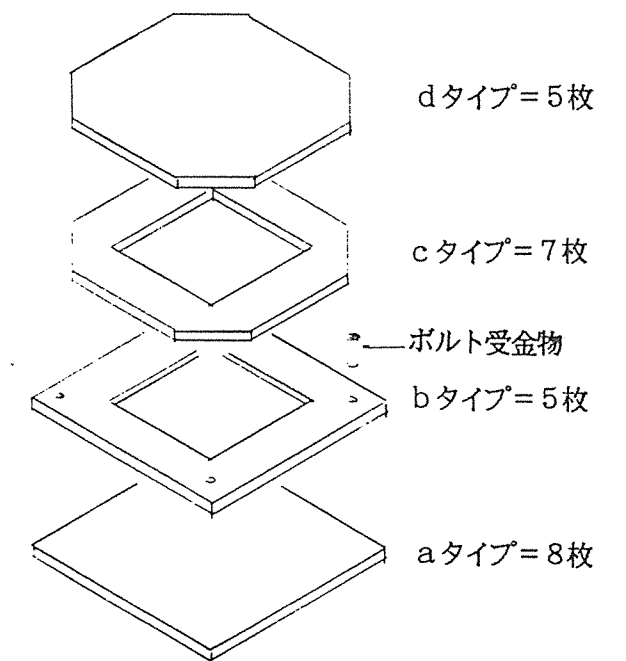
cタイプ



bタイプ



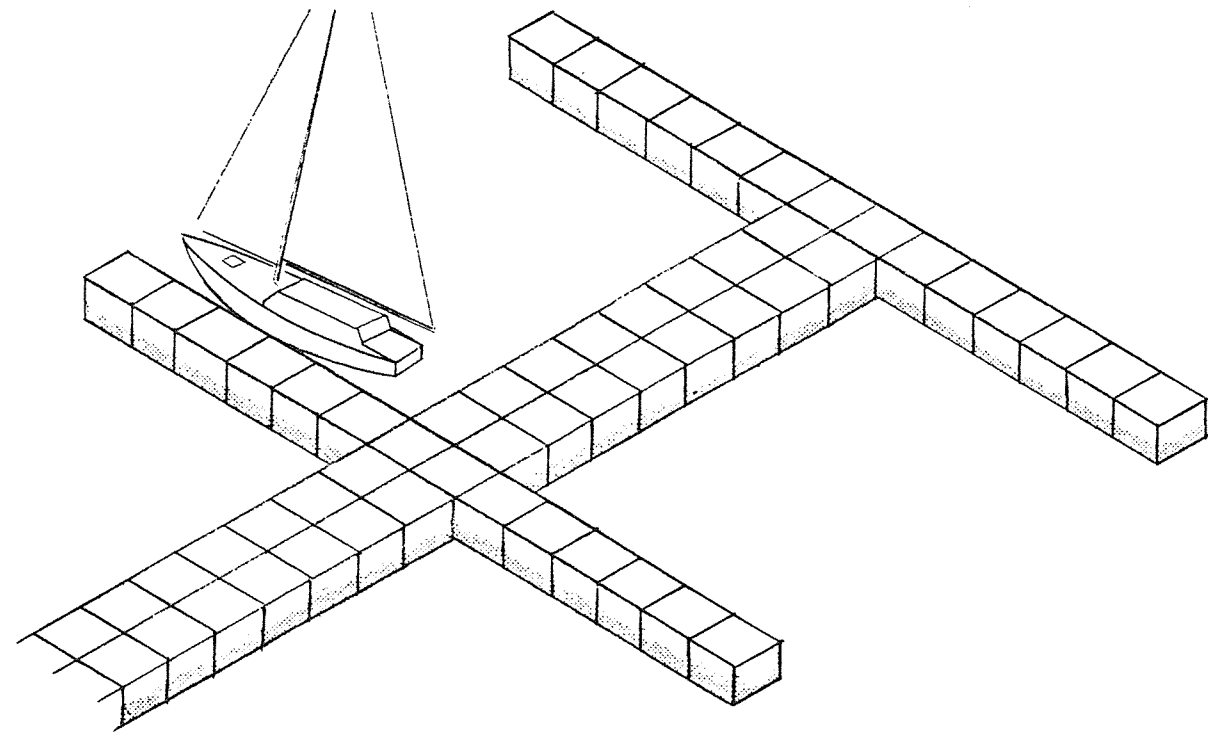
dタイプ



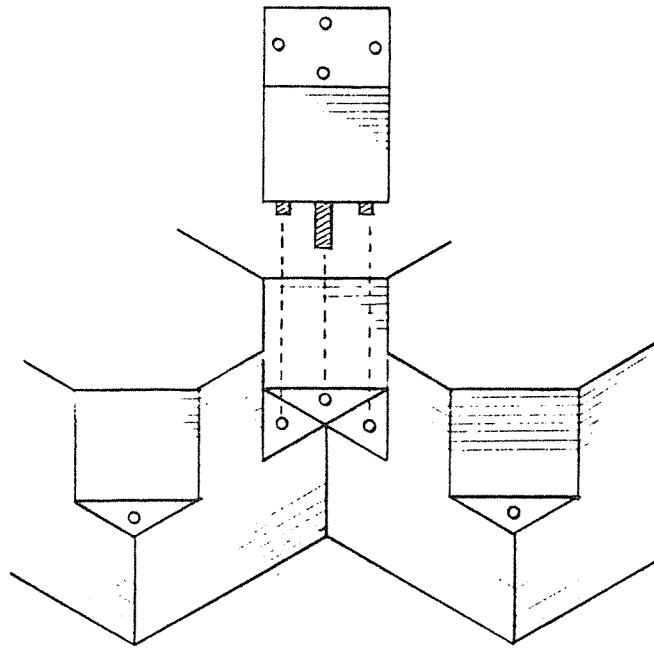
本体パーツ組立図

浮棧橋モデルプランタイプB

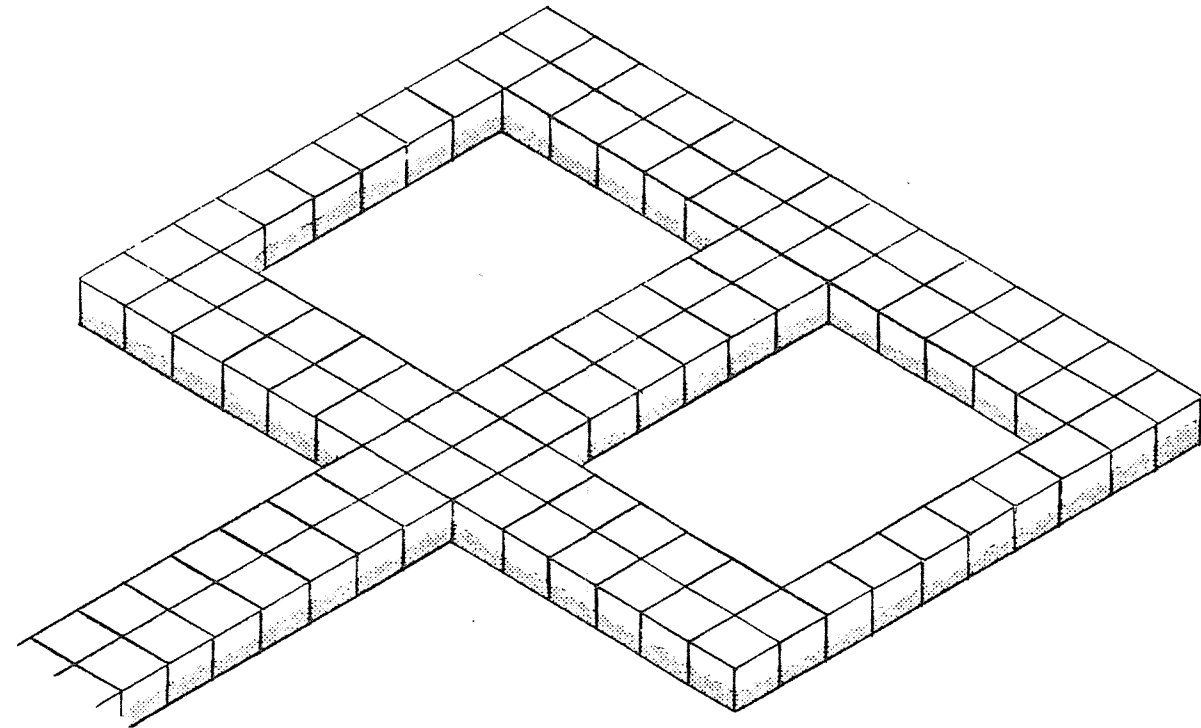
アイソメ図 (ヨットハーバー等)



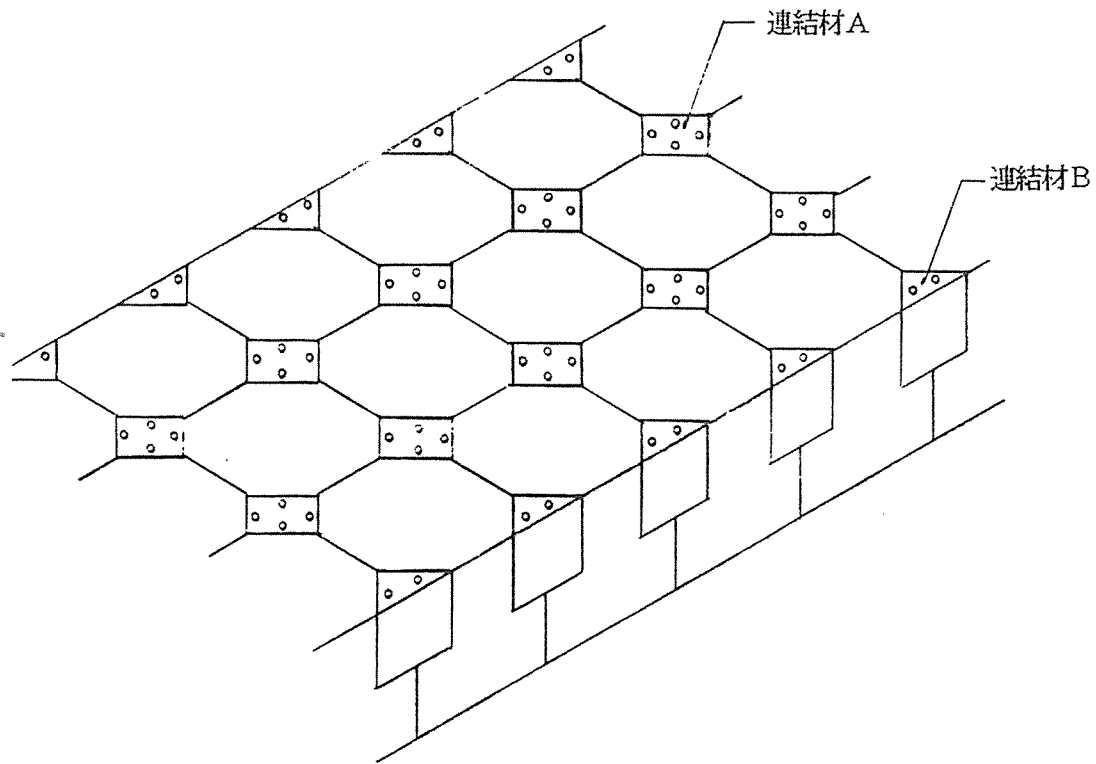
連結図



アイソメ図 (マリンプール等)



連結図



5. 木橋

5.1 現状分析

橋は、様々な方法によって分類される。用途別には、鉄道橋、道路橋、歩道橋、水道橋など、また、構造別には、トラス橋、アーチ橋、吊り橋、斜張橋などである。そして、それらは規模や周りの状況により、様々な種類の材料を組み合わせて建設される。また、「名橋」という言葉に表現されるように、橋は昔から周囲の風景と相まって、人々を引き付けてきた。橋というものが単に「機能的に優れていればそれでいい」というものではないことがわかる。このような橋にまつわる状況を考慮して、現在我国における木橋の置かれた立場を見てゆくことにする。

歴史的には、橋を構成する部材は、木材または石材であった。もちろん、これは、鉄鋼などの材料が産業革命以前には入手が困難であったことと、橋の使用が人馬を中心とした軽量なものに限られていたからである。

自動車、鉄道などが橋を利用するようになると、橋の規模も大きくなったが、最初の鉄による橋（コールブルックデール橋）は、従来の木橋の部材をそのまま鉄に置き換えたものであった。しかし、鉄という素材の性質が十分に把握されると橋は鉄の特性を活かした構造に変わっていった。コンクリートも同様である。そのような状況の中で、我国では木橋が次々と鉄橋、コンクリート橋に換えられていった。そして、木橋は一部の文化的保存地域を除いて、使用されなくなった。これは構造的な強度の問題と経済的な理由によるものである。すなわち、鉄橋またはコンクリート橋は、木橋に比べ施工が容易で安価なのである。

ところが、米国では、ワシントン州などで見られるように、木製の鉄道橋が健在である。AMERICAN INSTITUTE OF TIMBER CONSTRUCTIONの説明によれば、木橋のイニシャルコストは、他の鉄橋などに比べて高いが、30年、40年のタイムスパンで見ると、メンテナンスコストが低く抑えられることにより、結果としてトータルコストは安くなる。十分な防腐処理を行なうことにより、耐用年数も50年以上と長期間を見込んでいる。このように米国で

は、木橋は経済的な橋として認識されているが、我国では、木材の価格が高いことがその普及を妨げているようである。また、様々な法規が木材の公共的な場での使用を禁止していることも、木橋の普及を妨げている大きな理由の一つであろう。

ところが、最近では公園、ゴルフ場、山間部などで新しい木橋の設置が目立ってきている。これは、防腐処理をした木材の普及と、人々にとって好ましい環境を創造しようという意志の表れであろう。小規模のものでは、全ての部材が木材で組み立てられているが、ジョイント部分はボルトなど金属製のものが使用されている。伝統的な木組による橋は、職人不足により現在ではほとんど実現不可能である。少しスパンが長くなると、主桁をコンクリートの下部構造で支えるものがほとんどである。大手メーカーの設計例集でも同様であり、太鼓橋のような伝統的な形態の橋でも、H鋼による主桁によって支えられている。高欄などの上部構造は伝統的な形態を模倣しているが、先に述べたような、人々を引き付けるような橋にはなり得ないのが現状である。木材の特性を活かしたデザインもいくつか見られるが、不用意な金属製ジョイントの使用により、橋のデザインだけでなく周辺の美しい環境を破壊しているものもある。「木材さえ使えばそれでよい」という風潮すら感じられるが、安易な木材使用は木橋そのものの価値を誤らせてしまう。

木橋は、現行法規の中では上述のように人々の「憩いの場」で使用されることが多く、各設置場所ごとに違和感の無いデザインが求められる。それが、木橋普及のための啓蒙的な役割を担うように思われる。また、長野県軽井沢町の矢ヶ崎大橋のように集成材を利用した大スパンの木橋も出現している。このような新しい木材（集成材などの ENGINEERED WOOD）を使用することにより、大規模な木橋も現実のものとなり、様々な構造と組み合わせることにより、新しいデザインの木橋も考えられるようになった。

5.2 要求性能

5.2 (1) 目的

交通路・水路などが、河谷・くぼ地その他、これら道路の機能を阻害するもの

に突き当たった場合に、これを乗り越える目的をもって造られる各種の構造物
(土木用語辞典・土木学会編纂)

5.2(2) 構成

I 上部構造と下部構造

- ・橋台、橋脚およびこれらの基礎を含めたものを下部構造とよび、下部構造によって支持される主構、主桁、橋床などを総称して上部構造とよぶ。

II 支承

- ・橋の上部構造を支持する点を支点とよび、支点で支持すること、あるいは支点の構造を支承という。支承は上部構造に作用する荷重を下部構造に伝達しうる機構であるばかりでなく、温度変化や弾性変形による上部構造の伸縮、さらに、たわみによる回転などに対応しうる構造のものでなければならない。

III 床組と橋床

- ・通行に供する部分を橋床とよぶ。
- ・主桁中心間隔の大きい場合、および上路トラスト橋または下路橋では、適当な間隔に横桁(床桁)を配置し、その間に縦桁を入れ、これによって橋桁を支持する。
- ・横桁および縦桁の類を総称して床組という。

IV 主桁と主構

- ・橋の構造要素の主構造を、主桁および主構とよぶ。

V 横構と対傾構

- ・風や地震などによる横方向の力が作用すると、橋は、横方向に曲がったり、ねじれたりする。これを防ぐために、まず並列する主桁または主構を横方向のトラストで連結する。このトラストを横構という。橋の断面のねじれを防ぐためには、適当な間隔に対傾構を配置する。

5.2(3) 安全率

- ### I 材料の強度と許容応力との比を安全率という。

- II 木材などについては、その破壊強度を基準として許容応力を定める。
- III 安全率の値は、構造物の種類、使用目的、構造物中における部位および材料の種類・特性などによって異なる。橋の場合、その主要部材に対し常時作用する荷重については、木材では、4～5をとる。

5.2 (4) 荷重の種類

I 荷重の種類

- ・主荷重：死荷重・活荷重・衝撃・プレストレス力・コンクリートのクリープの影響・コンクリートの乾燥収縮の影響・土圧・水圧・浮力または揚圧力
- ・従荷重：風荷重・温度変化の影響・地震の影響
- ・主荷重に相当する特殊荷重：雪荷重・地盤変動の影響・支点変動の影響
- ・波圧・遠心荷重
- ・特殊荷重：制動荷重・施工時荷重・衝突荷重・その他

II 死荷重

橋体の自重

III 活荷重

- ・歩行者などの荷重を活荷重という。
- ・床版および床組を設計する場合－歩道などには500 kg/m²の等分布荷重を負載する。
- ・主桁を設計する場合：歩道などには以下の表のように等分布荷重を負載する。

歩道などに負載する等分布荷重

支間長 (m)	$L \leq 80$	$80 < L \leq 130$	$L > 130$
荷重 (kg/m ²)	350	430 - L	300

5.2(5) 地震荷重

- ・路橋の耐震設計は、「道示」と別に道路橋耐震設計指針が定められ、支間200m以下のものは、この指針を適用することになっている。

5.2(6) 雪荷重

- ・積雪の多い地方に用いる橋梁には、実状に応じて雪荷重を考慮する必要がある。

5.2(7) 景観設計のポイントと決定条件

設計段階	決定ポイント	決定条件
基本形式の選定	周辺環境の克服と調和 周辺施設との調和 橋梁群としての変化と調和 設計テーマの確立	道路の規格 河川条件 自然条件、施工条件 用途地域、予算
構造各部の造形	桁の連続感の強調 安定感の確保 視覚の求心性 上下部工の形状のバランス デザインを乱さない細部設計	川の景観 周辺施設の形態 地盤条件 風速条件 他の施工条件
橋面施設のデザイン	快適な歩行者空間の創造 親しみのある高欄のデザイン 照明灯による演出 附属施設の積極的な利用	橋の性格と形態 近接建造物の形・色 歴史的背景

5.2 (8) 安定感の確保

- I 橋は渡る人に不安感を与えてはならないから、視覚的な安定感もデザイン上重要な要素である。安定感はず橋のプロポーシヨンによって規定される。
- II 全体の安定感ハ構造各部の支えるものが支えられるものより重量感があることから得られる。それが逆転すると不安定となる。

5.2 (9) 高欄の設計

- I 高欄を設計する場合次の点に注意して行なうべきである。
 - ①安全性をい確保する。
 - ②安心感を与える形状にする。
 - ③もたれやすい形にする。
 - ④上部工とのデザイン上の調和を考慮する。
 - ⑤デザイン意図を明確にする。
 - ⑥材質感を大切にする。
 - ⑦メンテナンスに十分配慮する。
- II 高欄は歩行者および自動車ハ橋梁外へ転落するのを防止するために設置されるもので、歩道部に設けられるものは路面から110cmの高さを標準とし、その側面に1m当り250kgの推力が働くものとして設計を行なう。
- III 笠木などに身をあずけたり、重い物を乗せたりする場合もあるので、ある程度の鉛直荷重を見込んでおく必要がある。
- IV 縦棧や横棧などの部材間隔は幼児がすり抜けられないように15cm以下にするのが望ましい。
- V 横棧を強調したデザインでは子供が足をかけにくい形や笠木に身をのりだしたときすべりにくい形にする。

5.2 (10) 歩道舗装

- I 歩道部はあくまでも通行のスペースであり、戸外であるうえ、不特定多数

の人に利用されるので、飽きのこない落ち着いた材質とデザインを選ぶべきである。

II 優れたデザインであっても踏むのに心理的な抵抗があるものはさけたほうがよい。

5.3 モデルプラン

木の温もりを表現するため丸太材によって主要部材を構成した。疑似トラス構造のユニットを接続することにより、スパンの伸張に対応する。屋根は着脱可能なテント式リブホールタイプ(A)と切妻杉皮葺タイプ(B)をアイソメ図に示した。本モデルでは、7メートルスパンを想定して設計を行なった。

5.4 仕様 (単位 mm (×) 内数値は7 mスパン当り数量)

「規模」 7000 (L) × 2000 (W) × 3250 (H)

「本体」 丸太 径220 × 6300 (L) (×4)

径220 × 5500 (L) (×4)

径260 × 7200 (L) (×3)

径260 × 2250 (L) (×2)

板材 250 (W) × 100 (D) × 1800 (L) (×30)

「手摺」 丸太 径150 × 7300 (L) (×2)

径150 × 1100 (L) (×4)

径70 × 7300 (L) (×2)

径50 × 950 (L) (×54)

「屋根タイプA」 曲げ合板(リブ) R800 × 2540 (L) (×17)

桁材 90 (W) × 60 (D) × 4000 (L) (×4)

テント地(布) 2540 (W) × 4000 (D) (×2)

「屋根タイプB」 角材 50 (W) × 50 (D) × 1640 (L) (×14)

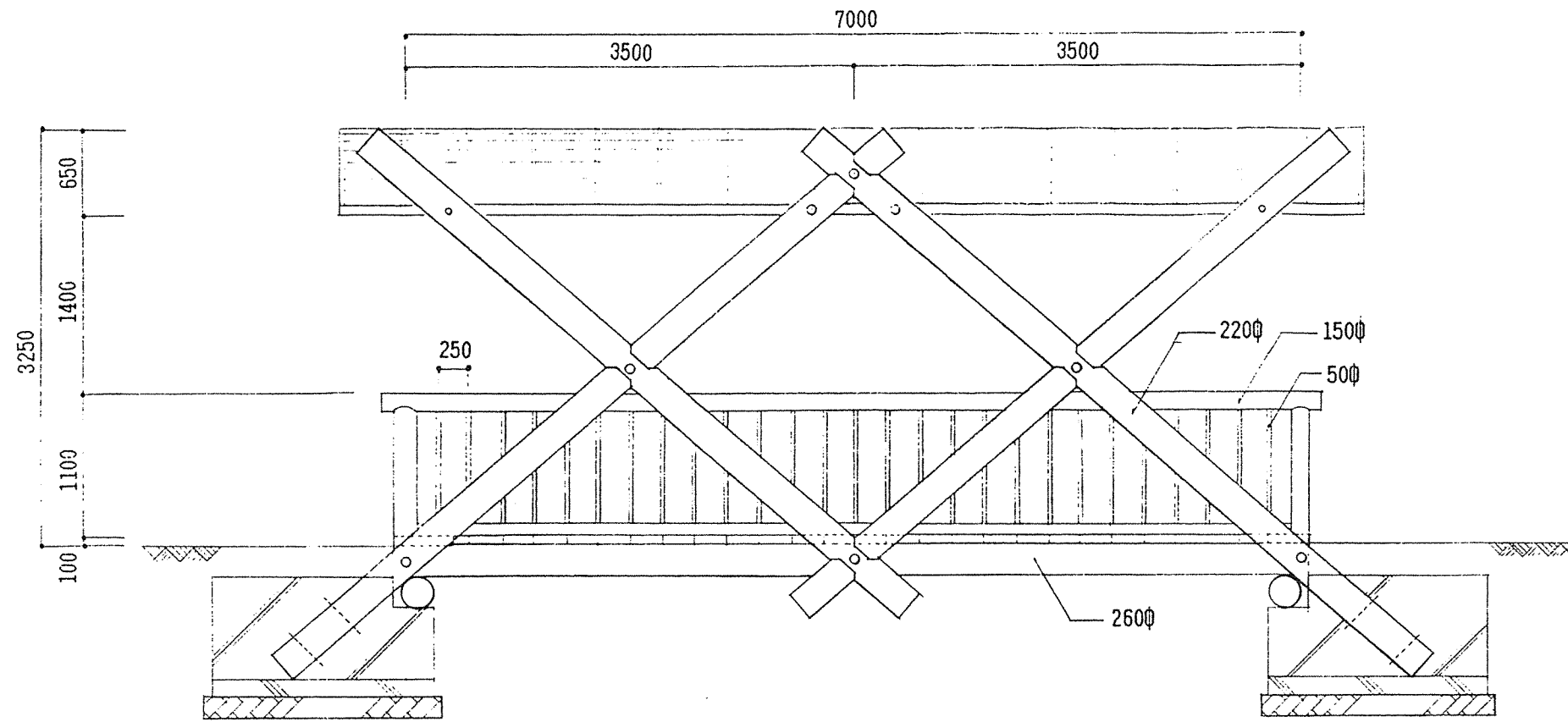
50 (W) × 50 (D) × 1100 (L) (×28)

50 (W) × 50 (D) × 4000 (L) (×6)

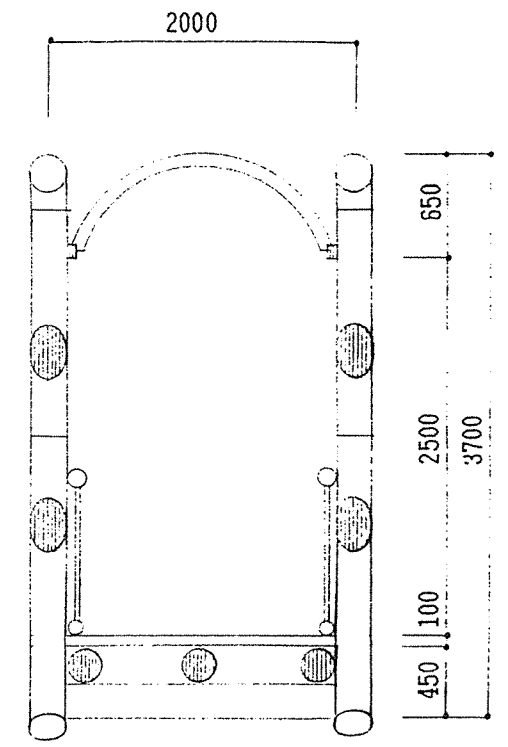
25 (W) × 20 (D) × 4000 (L) (×16)

屋根葺用杉皮 20㎡

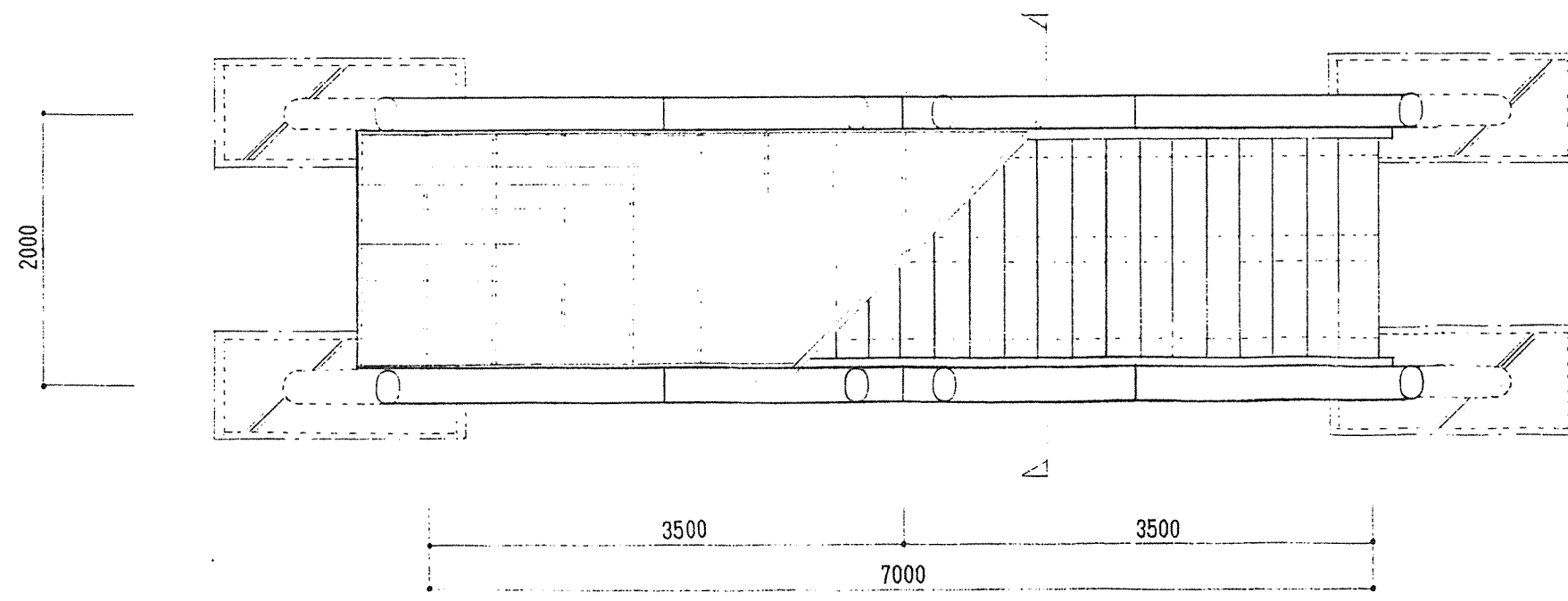
「その他」 固定用ボルト・ナット、金物一式、基礎用コンクリート



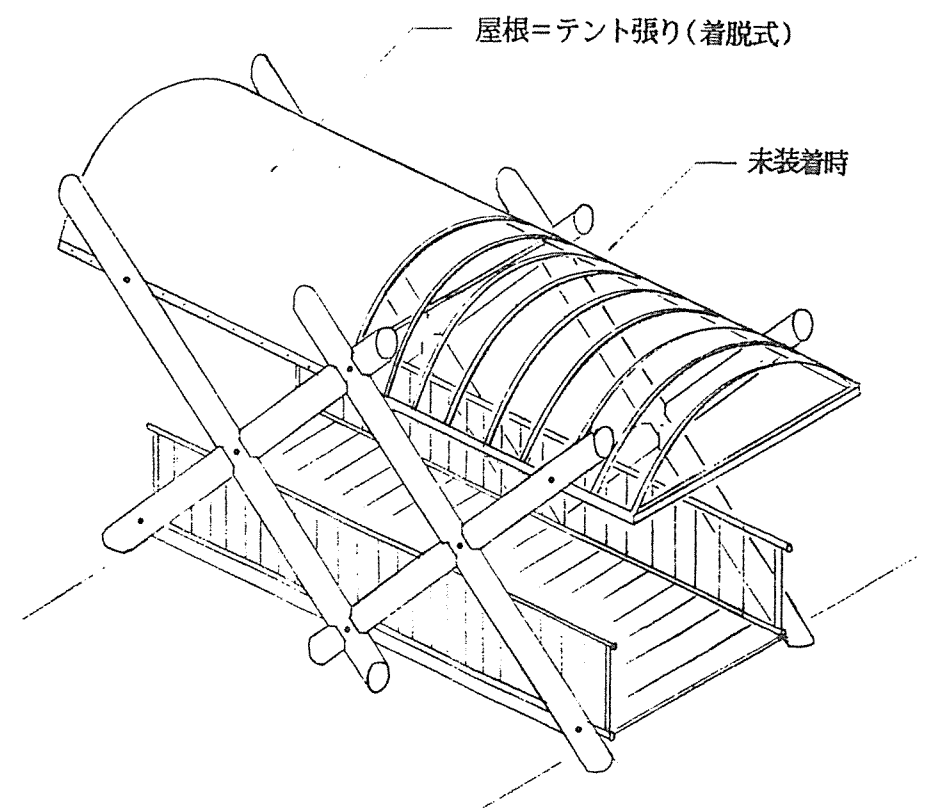
立面図 1 : 50



断面図 1 : 50



平面図 1 : 50

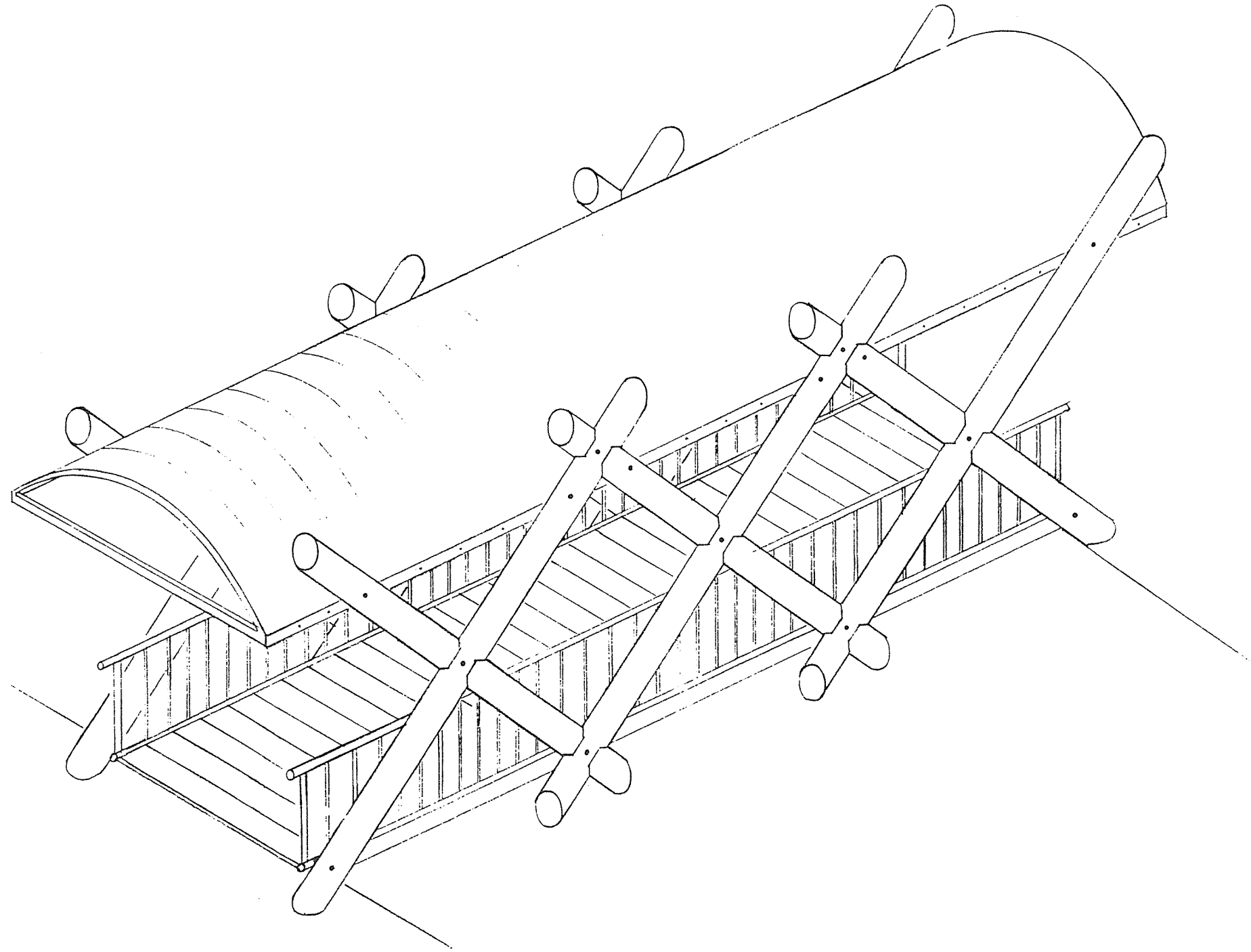


屋根=テント張り(着脱式)

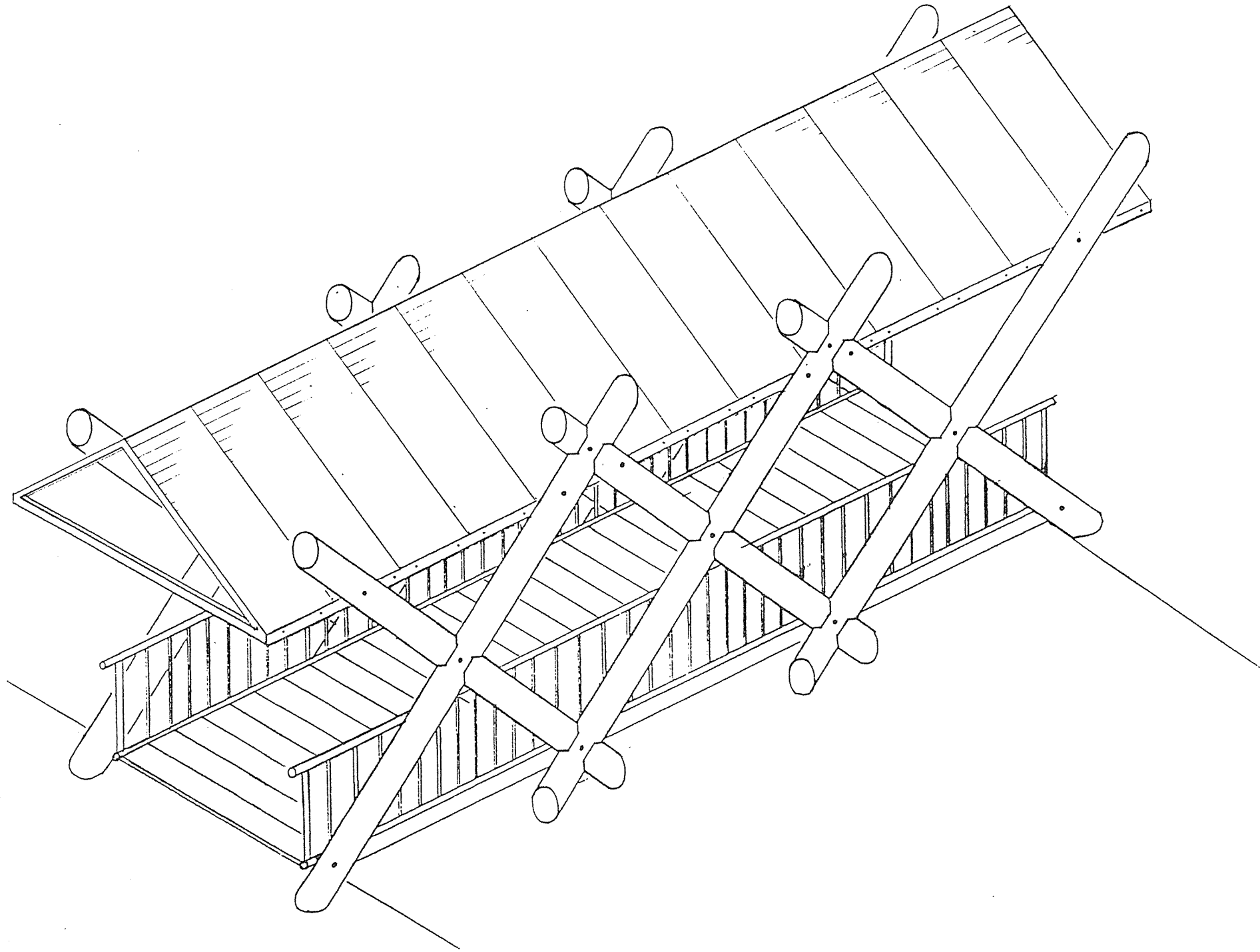
未装着時

木橋モデルプラン

アイソメ図



アイソメ図



第2章 木製遊具の性能実験

1. 目的

木製遊具の劣化に関する実態調査によって、次の諸点が明らかにされている。

- ①現状の丸棒加工材のボルト・ナット接合はがたつきが大きく、ナットのゆるみ、脱落が絶えない。
- ②丸棒加工材を使った輸入遊具の中には、鋼管と特殊締め具・スペーサーを用いてがたつき防止性能、接合性能を高めた遊具が存在する。これは長期間（7年間）にわたる屋外使用においてもがたつきを発生していない。
- ③デッキ部材をステンレス鋼等の錆びない釘で接合すると、板厚とスパンの長さも関係するが、使用中にしばしば釘が引抜ける。
- ④干割れ、腐朽等の劣化は垂直部材（接地部を除く）よりも水平部材で著しい。とくに心持材は広幅で深い干割れを発生するため雨水の侵入により腐朽し易くなる。
- ⑤スギ丸太、スギ丸棒加工材（心持）を使った遊具の場合、防腐剤を加圧注入した部材であってもしばしば品質不良品が存在する。すなわち部材表面はすべて腐り易い辺材であるから、薬品浸透の不完全なものは設置後2年程度で腐朽する。このような品質不良品が出る背景には、遊具の発注が年度末に集中的に行われるため、時間的制約の中で未乾燥材に薬剤を注入せざるを得ない現状がある。

これらの調査結果を踏まえて、木製遊具の強度および耐久性向上のために次の4項目の実験を行う。①丸棒加工材のボルト・ナット^(ナット埋当)接合耐力 ②中空円柱材の鋼管・特殊締め具接合の接合耐力 ③デッキ部材接合用特殊釘の引き抜け耐力 ④断面形状の工夫および集成化による高耐久性遊具部材の製造。

2. 丸棒加工材のボルト・ナット接合耐力

2.1 実験方法

ここでは、表-1のような基礎材質を持つ直径100mmのスギ丸棒加工材を横架材、同じく直径150mmの丸棒加工材を鉛直材として、図-1に示すような3つの基本タイプについてジョイント性能試験を行った。ただし、表中の各数値は入手した材料から試験体を加工する際に（木口から離れた部分から）切り取った円盤による測定値である。図-1に見られるように、試験体は実際の木製遊具を考慮して1面剪断型としたが、この場合ジョイント部には偏心モーメントが加わるため、ボルトは剪断力と軸力をともに受けることになる。(a)は標準タイプで100mmφの部材と150mmφの部材を単純に突き合わせただけのもの、また(b)、(c)はそれぞれ、アルミ合金性のスペーサーをはさみ込み、あるいは横架材を切り欠いて両部材間の有効接触面の増加による性能向上をねらったものである。接合に用いたボルト、座金、スペーサー及び(c)タイプの切り欠き形状はそれぞれ図-2に示す通りである。各タイプとも基本先孔径は現状における一般的な施工条件に従い15mmとしたが、(a)タイプではこの他に先孔径を13.5mm、12.5mmとしたもの、また先孔径は15mmのまま図-2に示される外形約45mmの大形の座金を使用したものについても実験を行った。この実験ではジョイント部のナットは素手で締めるにとどめたがこれは通常の屋外条件下においてボルト接合を使用する場合、長期間初期締め付け力を維持することは難しいものと考えられるためである。以上の実験に用いたスギ材はすべて未乾燥材で含水率調整は行っていない。そこで、試験期間中の木材乾燥によるデータ変動を出来る限り抑えるため、加力中以外は防水シートで密封して保管したが、乾燥によるジョイント性能の変化を見るため、一部の標準タイプ試験体については、試験体組立後スチーム暖房中の室内に4週間放置した後実験を行ってみた。これを含め試験体の種類は計7種類となった。なお、試験体の数は各3体ずつである。

ここで用いた木材は上述のように含水率が未調整でしかも繊維飽和点の上下にわたっているため、比重、ヤング係数等の材質指標を基準とした試験体のマッチ

ングが非常に困難であった。そこで、平均年輪幅に注目して試験体のランキングを行った後、次のようにして各試験条件に対して振り分けた。まず試験体の形状を図-3に示されるように、2本の鉛直材と1本の横架材を組み合わせたH形とした。このうち鉛直材は加力後もボルト孔付近が破損するだけで他の部分は損傷を受けていないと考えられる。そこで、図のように1回の試験が終了する毎に横架材の位置をずらしながら、1組の鉛直材を4本の横架材と組み合わせて試験を行った。これにより、横架材は平均年輪幅のみによって振り分けられているものの、鉛直材は4種類の試験条件に対しエンドマッチされていることになり、試験体材質の変動による誤差は幾分改善されているものと考えられる。今回の実験では標準タイプを除いた6種類の試験条件を3種類ずつA、Bふたつのグループに分け、各グループそれぞれに設定した標準タイプと比較することにした。したがって、標準タイプに関しては $3 \times 2 = 6$ 体試験していることになる。なお、Aグループに振り分けた試験条件は標準タイプその他、スペーサーを使用したもの、横架材を切り欠いたもの、大形の座金を使用したもので、他はBグループとした。

試験体に加える設計荷重は次のようにして設定した。木製遊具に関しては現在のところ適当な設計荷重基準値が見あたらないため、とりあえずこの実験では、最も一般的な使用範囲における日本人の体重上限値を仮に100kgと考えることにした。この体重100kgの人間ひとりが遊具の梯子状部分をのぼりながら、横架材のスパン1/4の位置に置かれた片足に全体重をかける場合を想定すると、図-3に示されるH形試験体の片側ジョイント部に加わる重量は75kgとなる。ここで安全率2を考慮すると、ジョイント1箇所あたり150kg、試験体全体としては300kgの荷重を加えれば良いことになる。今回の試験では、手動式油圧ジャッキを用いてこの値まで5回の繰り返し負荷を加えた後、ジョイント1箇所あたり750kg、全体で1500kg（一部の試験体では2000kg）まで負荷した。木材の乾燥によるジョイント性能の変化を見るための3体の試験体のうち、2体は4週間の室内放置後実験装置に取り付けて同様の加力を行ったが、1体は初めに1回だけ300kgまで加力した後測定装置をすべて取り付けたまま放置し、25日目まで5日目毎に1回ずつインターバル負荷を加え、28日目に同じく1回の負荷、除荷を行った後1500kgまで負荷した。

表-1 試験体の基礎材質

		平均年輪幅 (mm)	容積密度数 (kg/m ³)	含水率 (%)
横架材	最小	3.4	305	23.1
	平均	5.1	385	32.6
	最大	7.1	453	83.4
鉛直材	最小	3.0	303	34.8
	平均	4.5	336	49.9
	最大	5.6	386	68.9

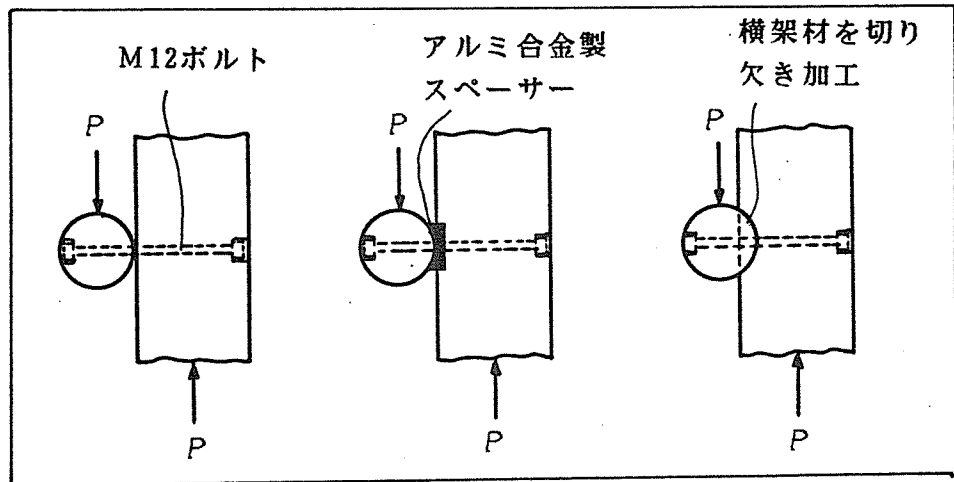


図-1 接合部の基本タイプ

表-2 乾燥後の含水率変化

	初期含水率 (%)	4週間後含水率 (%)
横架材	26.2	19.3
鉛直材	48.6	29.4

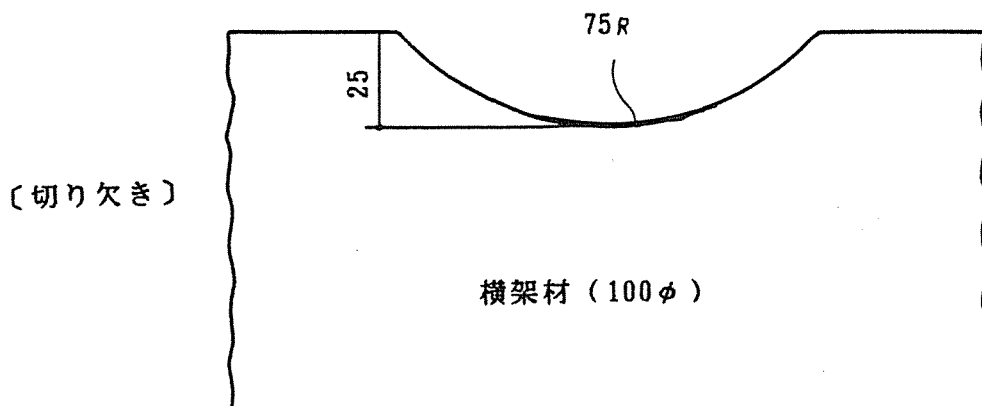
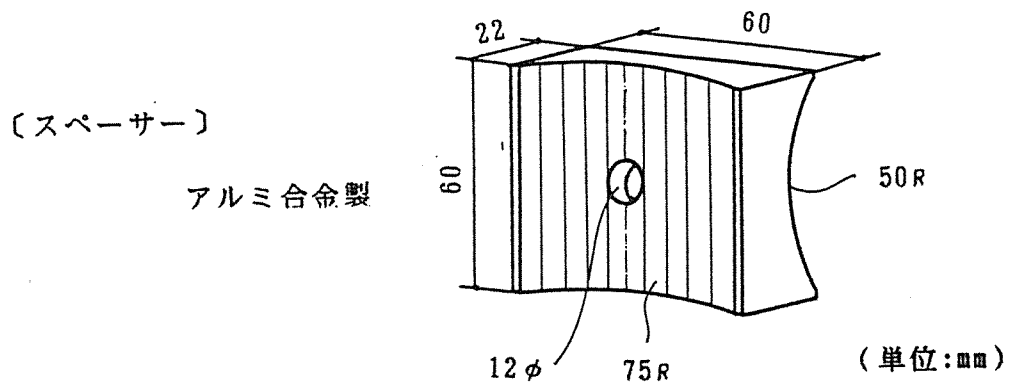
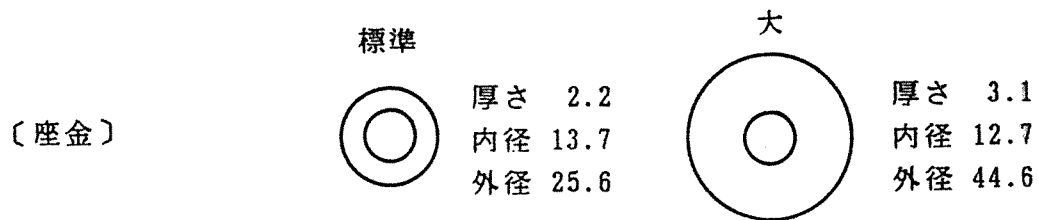
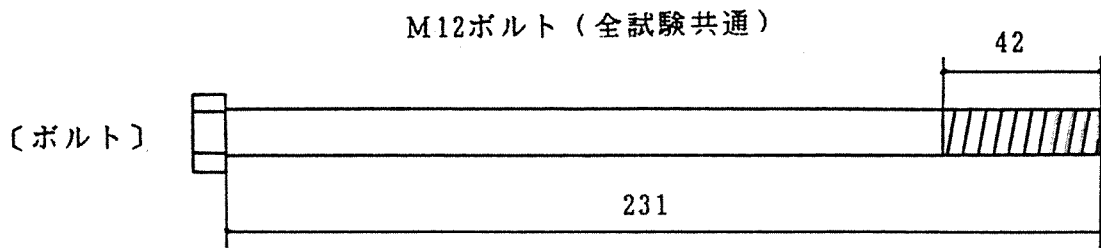


図-2 金具類と切り欠き形状

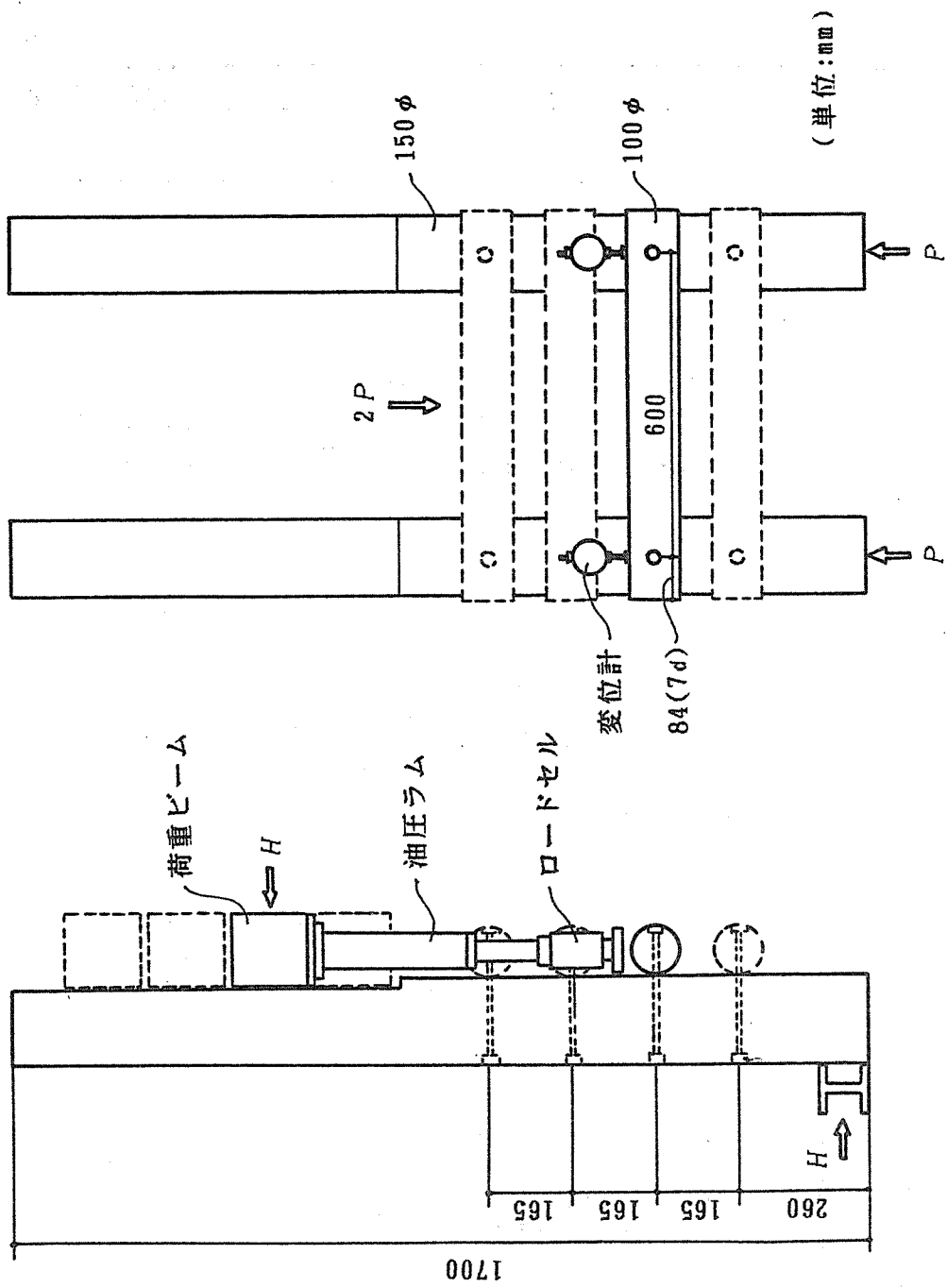


図-3 実験方法

2.2 結果および考察

試験の結果得られたジョイント1箇所あたりの荷重－変位曲線を各試験条件毎に章末の図-14～21に示す。これらの結果から、ここでは初めに各ジョイントタイプ毎にその荷重－変位曲線を標準タイプの荷重－変位曲線と比較し、ついでそれらの結果を総括的に比較検討して行くことにしたい。以下の各図中で比較される荷重－変位曲線は鉛直材が共通で横架材の平均年輪幅がほぼ等しい試験体どうしの結果である。

図-4に横架材を切り欠き加工した場合の結果を示す。図が示すように、この効果は極めて顕著である。横架材を切り欠くと、当然その分だけボルトを支える木材の面積（面圧面積）が減少するので、ジョイント部に剪断力のみが加わる場合には、むしろ剛性が低下するはずである。しかし、木製遊具で一般的な1面剪断型のジョイント部には最初に述べたように偏心モーメントが加わるので、横架材の切り欠き加工はこのモーメントアームを短くするプラスの効果を与えることになる。この効果と両部材の接触面積の増加が相伴って、面圧面積の減少によるマイナス効果を十二分にカバーすることになるわけである。

同様に図-5にアルミ合金製のスペーサーを使用した場合の結果を示す。この例では標準タイプと比べある程度ジョイント性能の向上が認められるが、横架材を切り欠き加工した場合と比べその効果はかなり低い。この理由は、切り欠き加工した場合とは逆に、部材間にスペーサーを挟み込むことによってその分だけモーメントアームが長くなってしまおうと言うマイナスの効果が生じるためと、木材どうしが接触する場合と異なり、スペーサーのシャープな稜線部が木材中に容易にめり込んでしまうためであると考えられる。

図-6には大形の座金を使用した場合の結果を示す。一般に大形の座金を使用する利点は、引き抜き抵抗の増大によるジョイント性能の向上である。その場合ジョイント部の変位が増加し、座金が木材面に強く押し当てられるほどこの効果が顕著になり、荷重－変位曲線が途中から立ち上がる傾向を示すのが普通である。しかし、図-6の荷重－変位曲線を見る限りではそのような挙動は認められず、今回の条件に関してはあまり大きな効果は期待出来ないようである。

図-7 にボルト先孔径を小さくし、ボルト径とのクリアランスを減少させた場合の結果を示す。クリアランスが大きいと、ボルトが初めに木材にめり込んで必要な有効接触面積が得られるまでの変位量が大きくなることの他に、ボルト先孔内部でボルトが浮く状態になり実際に有効に働く面圧面積が減少してしまう。そのため、図に見られるように特に初期剛性に対する効果が大きい。もちろん、もっと基本的な問題として、乾燥によって締め付け力が失われたときのいわゆるガタツキが減ることは言うまでもない。このクリアランスの大小による差異はボルトがある程度木材中にめり込み十分な面圧面積が得られるようになると減少するので、先孔径を小さくすることの実際的な効果は荷重および変位量が増えるにつれ低下して行き、最大耐力の増加はあまり期待出来ない。この先孔径の問題は、施工作業効率と密接に関連するので、一概にジョイント性能のみから考えることは出来ないが、工場での加工、仮組を前提とすればもう少しクリアランスを減らして行くことが可能なのではないだろうか。

続いて、各接合条件におけるジョイント性能を一括して比較してみることにしたい。初めにジョイント剛性を比べるため、設計荷重（150kg/ジョイント）およびその2分の1、すなわち安全率を考慮する前の荷重基準値（75kg/ジョイント）に対するすべり変位の大きさに注目すると図-8 のようになる。図中の（）内には標準タイプのすべり変位に対する比が示してあるが、この数値が低いほどジョイント剛性が高いことになる。今回試験を行って見た中では、設計荷重レベルにおけるジョイント剛性は、横架材を切り欠き加工したものと先孔径を12.5mm（クリアランス0.5mm）としたものが相対的にかなり優れ、以下先孔径13.5mm（クリアランス1.5mm）のもの、大形座金を使用したものの順となっている。また、これに対応する除荷時の残留すべり変位は図-9 のようになり、先孔径12.5mmのものが特に小さく、ついで切り欠き加工したものと先孔径13.5mmのもの（ほぼ同程度）、大形座金を使用したものの順となり、スペーサーを使用した場合にはかえって標準タイプよりも劣ると言う結果となっている。次に、設計荷重レベルを越え、さらに荷重とすべり変位が大きくなったときのジョイント性能を比べてみることにしたい。図-10 には、すべり変位が5、10、15mmとなったときの荷重を示してある。この場合には、図中の（）内の数値が高いほどジョイント性能が優れていること

になる。一見して明らかなように、荷重が設計荷重レベルを越えて増大して行くと、横架材を切り欠き加工した場合のジョイント性能が突出して来る。この他では、スペーサーを使用した場合に若干性能向上が見られる程度で、いずれのタイプもほとんど効果が認められない。なお、今回の実験で加えたジョイント1箇所あたり750kgの荷重ではいずれのタイプでも破壊した試験体は1体もなかった。以上の結果から総合的に判断すると、現状の加工技術で無理なくジョイント性能を向上させるためには、横架材を切り欠き加工することが最も効果的で、更にこれに加え出来る限りボルト先孔径を小さくすることが望まれる。この結果から今後の検討課題を整理すると次のようになる。a)横架材、鉛直材どちらの部材を切り欠くのが効果的か、あるいはまた両部材を互いに欠き込むのが良いか。b)その場合切り欠きの深さをどの程度とするのが最も効果的か。c)ボルト先孔径を現場での組立作業を困難にすることなく小さくするには、工場での仮組段階で部材どうしを重ね合わせたまま通し孔をあけるのが有効であるが、その際どのような治具を用い、どのような加工手順をとるのが便利であるか、また長い通し孔を真っ直ぐにあけるためにはどのようなドリルを用いるのがよいか。d)部材間の接触面及びボルト先孔部分において耐水性の高い接着剤または充填剤を使用してジョイント性能を高める可能性についてはどうか。

これまでの部分では、未乾燥部材を用いた試験結果について述べて来たが、以下では木材の乾燥によるジョイント性能の変化について簡単に触れる。まず、4週間室内に放置した後試験を行ったときの結果を乾燥前の結果と比較してみることにする。試験後ジョイント部に近い部分から切りとった円盤を用いて測定した放置期間中の平均含水率変化は表-2 に示す通りである。横架材ではほぼ繊維飽和点以下で約7%の含水率低下が見られるが、鉛直材では20%近い含水率低下が認められるものの、放置後も材表面付近を除いてはおおむね繊維飽和点以上の部分が多いと考えられる。したがって、放置前後の比較結果の相違は主として横架材の含水率低下による強度性能の向上（プラス因子）と、同じく横架材の収縮によるジョイント部のゆるみが原因となる性能低下（マイナス因子）に起因するものと考えられる。図-11はこの比較結果であるが、全体を概観してみると、強度性能の向上によるプラス効果がジョイント部のゆるみによるマイナス効果を大きく上

回り、ジョイント性能が向上していることがわかる。もちろん、図-11の荷重—変位曲線にもゆるみの影響は現れており、最初の負荷時及び繰り返し負荷時の初期に見られる急激なすべり変位とその後の曲線の立ち上がりが未乾燥試験体と比べて大きくなっている。つまり、接合部にゆるみがあると最初に急激に変位を生じ、その後変形抵抗が増すわけである。この結果から推測出来るように、木材の乾燥後、ボルトを締め直してゆるみを除けばその分だけジョイント性能を向上させることが出来る。また、当然初めに十分乾燥した木材を使用しておけば、ある程度このマイナス効果を減じることが出来るのは言うまでもない。ただし、この実験では試験体放置後負荷直前に変位計を取り付けているので、最初に試験体を組み立てた後、変位計を取り付けるまでの間に生じた変位は測定していない。また、その間に加わる外力によってどのような影響を受けるかを知ることが出来ない。そこで、組立後すぐに1回目の負荷を行った後、測定装置を取り付けたまま5日に1回ずつインターバル負荷を行った試験体の結果を見ると図-12のようになる。測定開始時及び終了時のこの試験体の含水率は横架材が32.7%、16.6%、鉛直材が54.4%、35.6%であったが、この期間の経時的含水率変化を直接測定することは出来なかった。そこで、実験済みの試験体から取り外した3本の横架材を実験装置のすぐ脇に放置し、インターバル負荷の度に計量して、測定開始時の推定絶対重量（初めに切り取った円盤の含水率から推定したもの）を基にそれぞれの含水率変化を推定した参考資料が図-13である。この実験では主に横架材の含水率変化が影響を与えていると考えられるので、多少の参考にはなるものと思われる。図-12は図-11と一見様相が異なっている。すなわち、横架材が乾燥する過程で負荷を受けることにより、木材の面圧による残留変位だけではなく、ジョイント部のゆるみに関係して生じる残留変位がそのまま蓄積され、特にインターバル負荷の初めの3回（初めの15日間）に大きく変位が増大している。そのため、この荷重—変位曲線からは乾燥によるジョイント性能の向上は認められない。図-11の場合には、この変位が測定されていないため、乾燥によるプラス効果が大きく表面に現れているわけである。ただ、木製遊具の一般的な構造形態や使用要件を考えると、この残留変位その他のマイナス点は、構造耐力と言う視点から見る限りは、それほど問題とする必要がないように思われる。と言うのは、木製遊具は特

殊な場合を除いて比較的単純な骨組構造となっており、また一般建築物との使用状態の違いから許容変形量をかなり大きめに見積もっておいても支障がないと考えられるからである。総合的に判断すれば、乾燥によって生じるジョイント部のゆるみの問題は、耐力性能よりもむしろいわゆるガタツキによる使用感の悪さや、ゆるみによって生じた隙間に子供が指をはさむ危険性が増すといったような使用性能の点から検討すべきであろう。

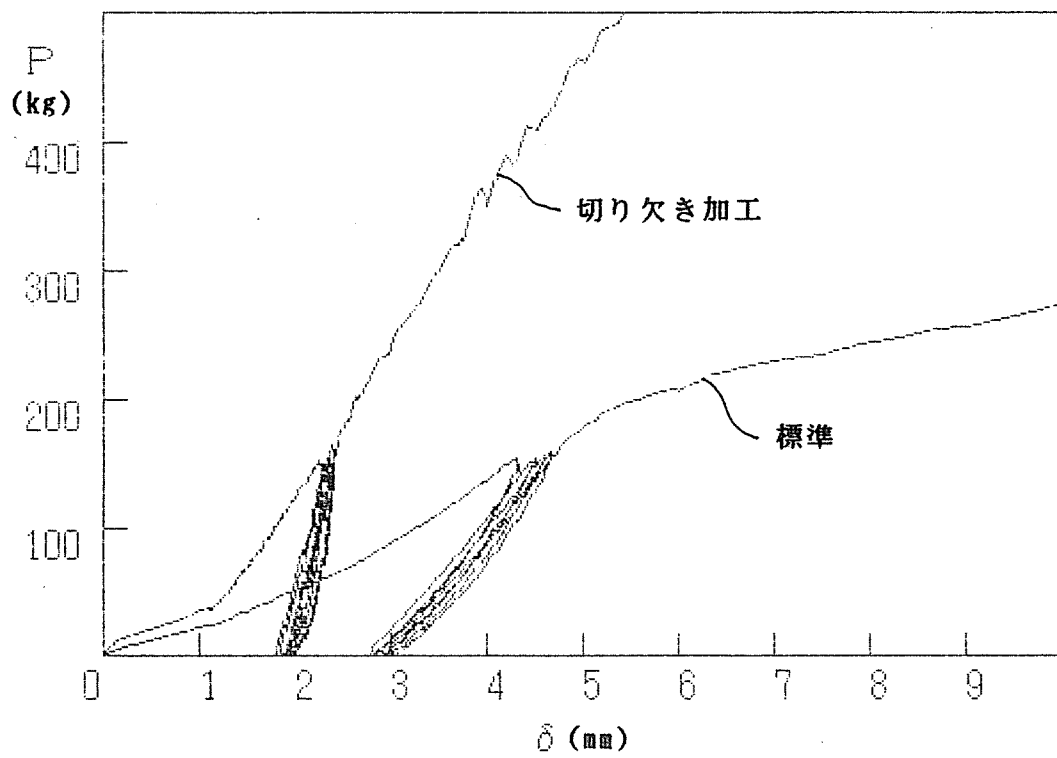


図-4 横架材切り欠き加工の効果

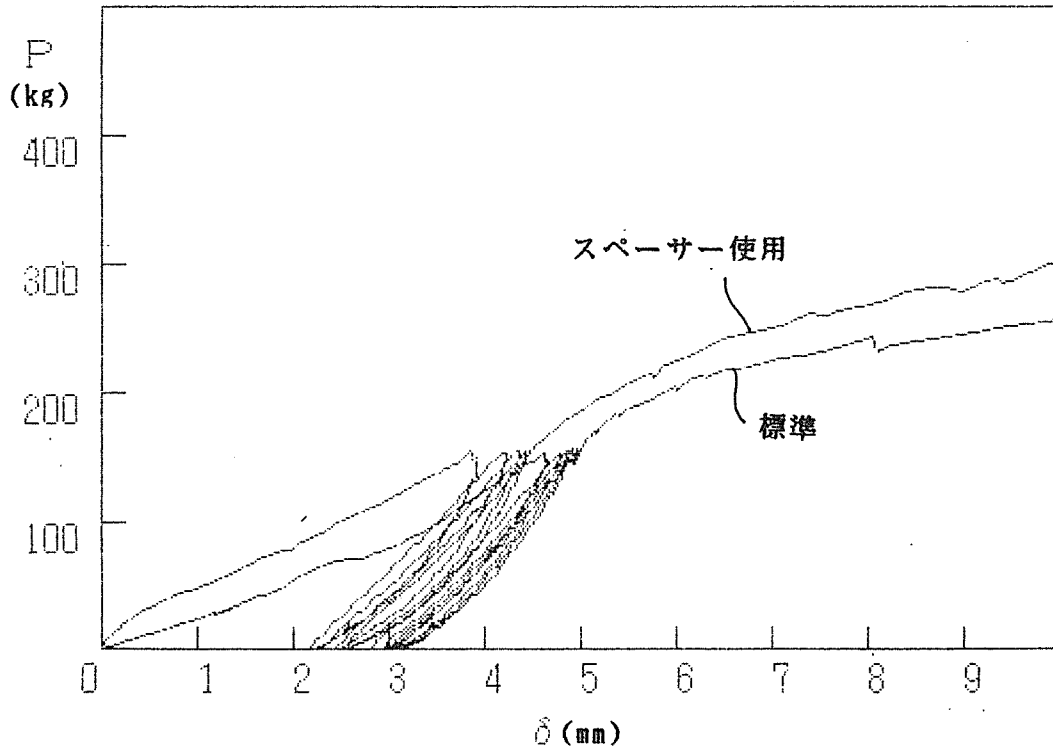


図-5 スペーサーの効果

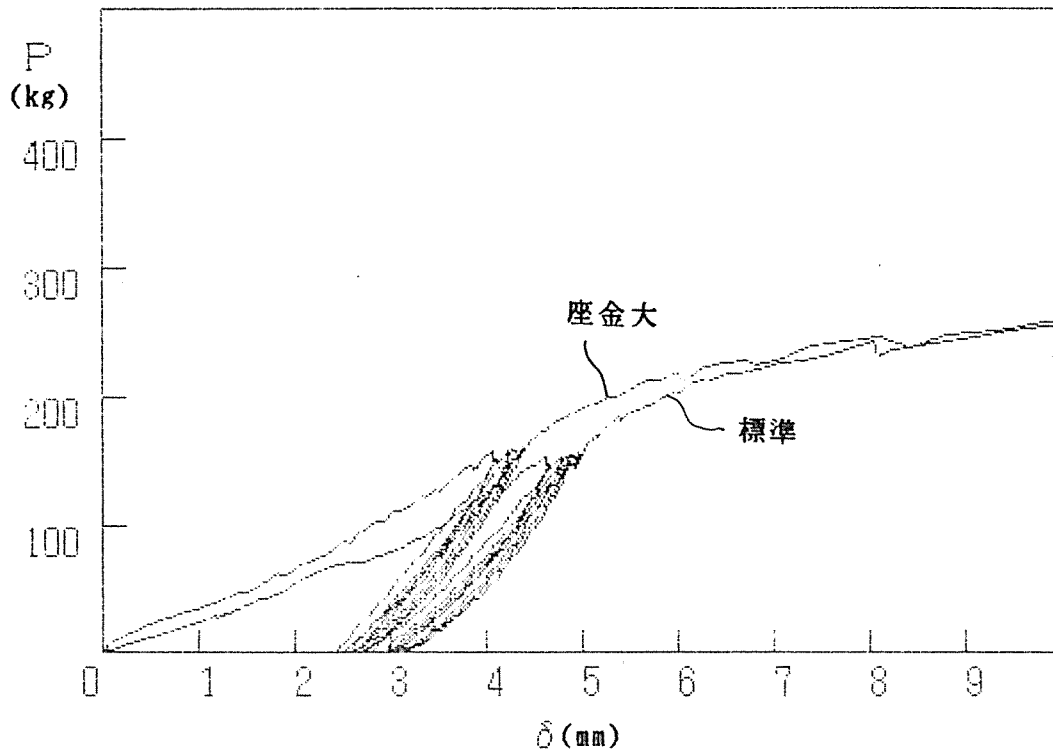


図-6 大型座金の効果

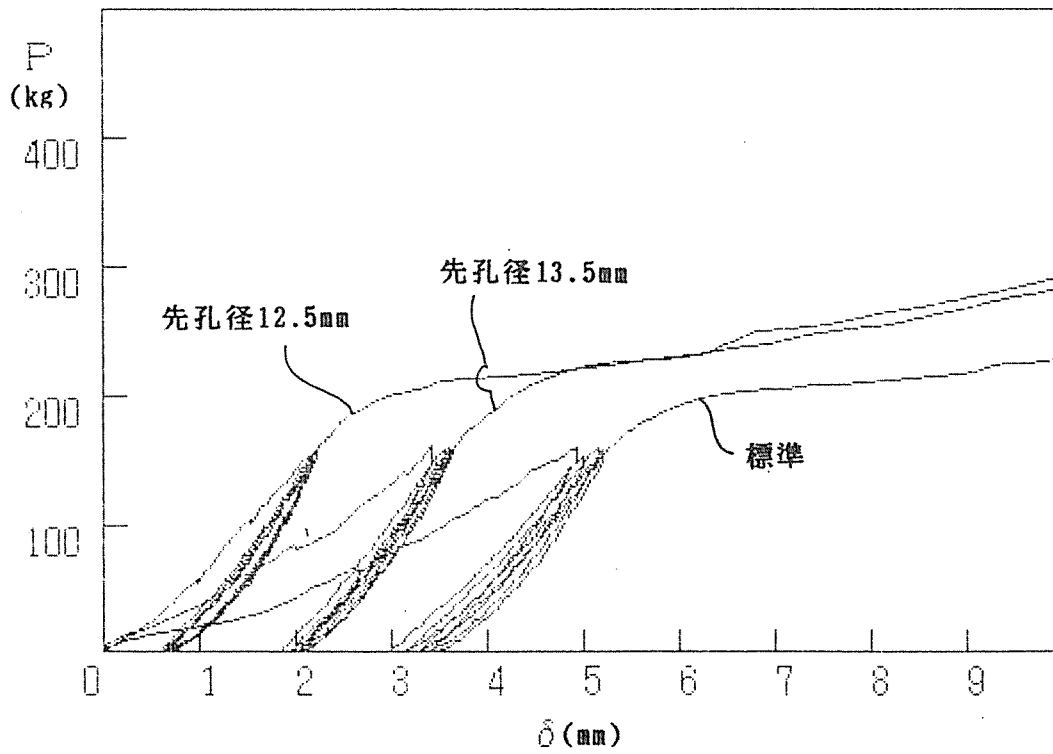
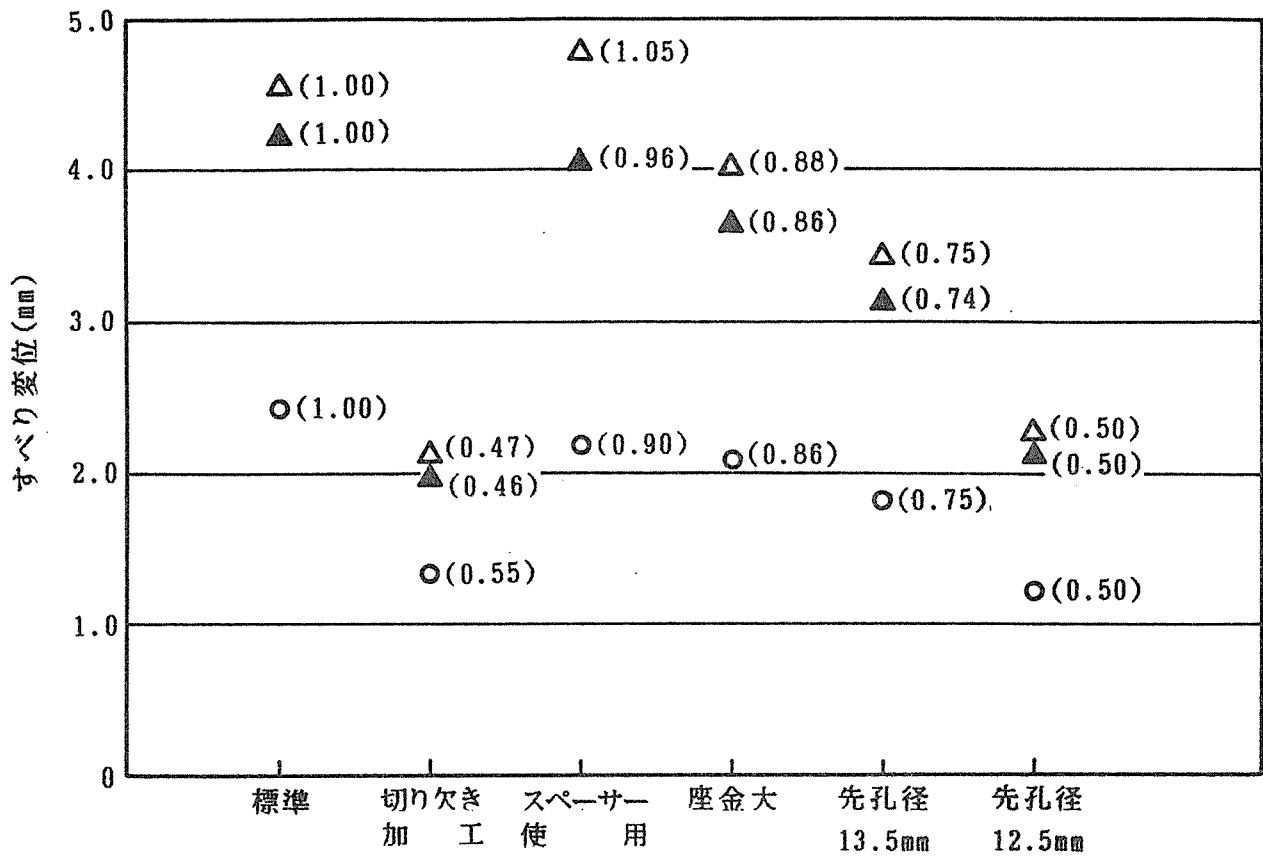


図-7 先孔径の違いによる差



○ 荷重 75kg 時のすべり変位 ▲ 荷重 150kg 負荷 1 回目のすべり変位

△ 荷重 150kg 負荷 4 回目のすべり変位

図-8 一定荷重レベルにおけるすべり変位比較

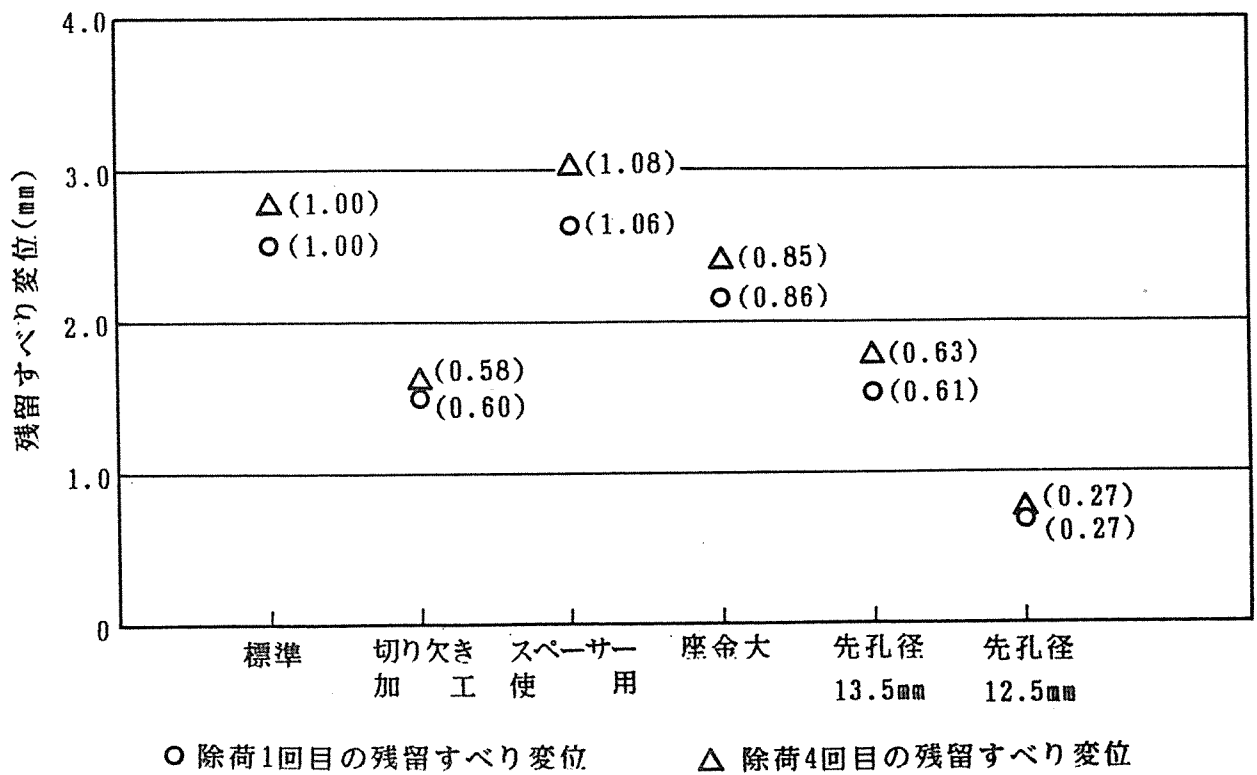


図-9 繰り返し負荷時の残留すべり変位比較

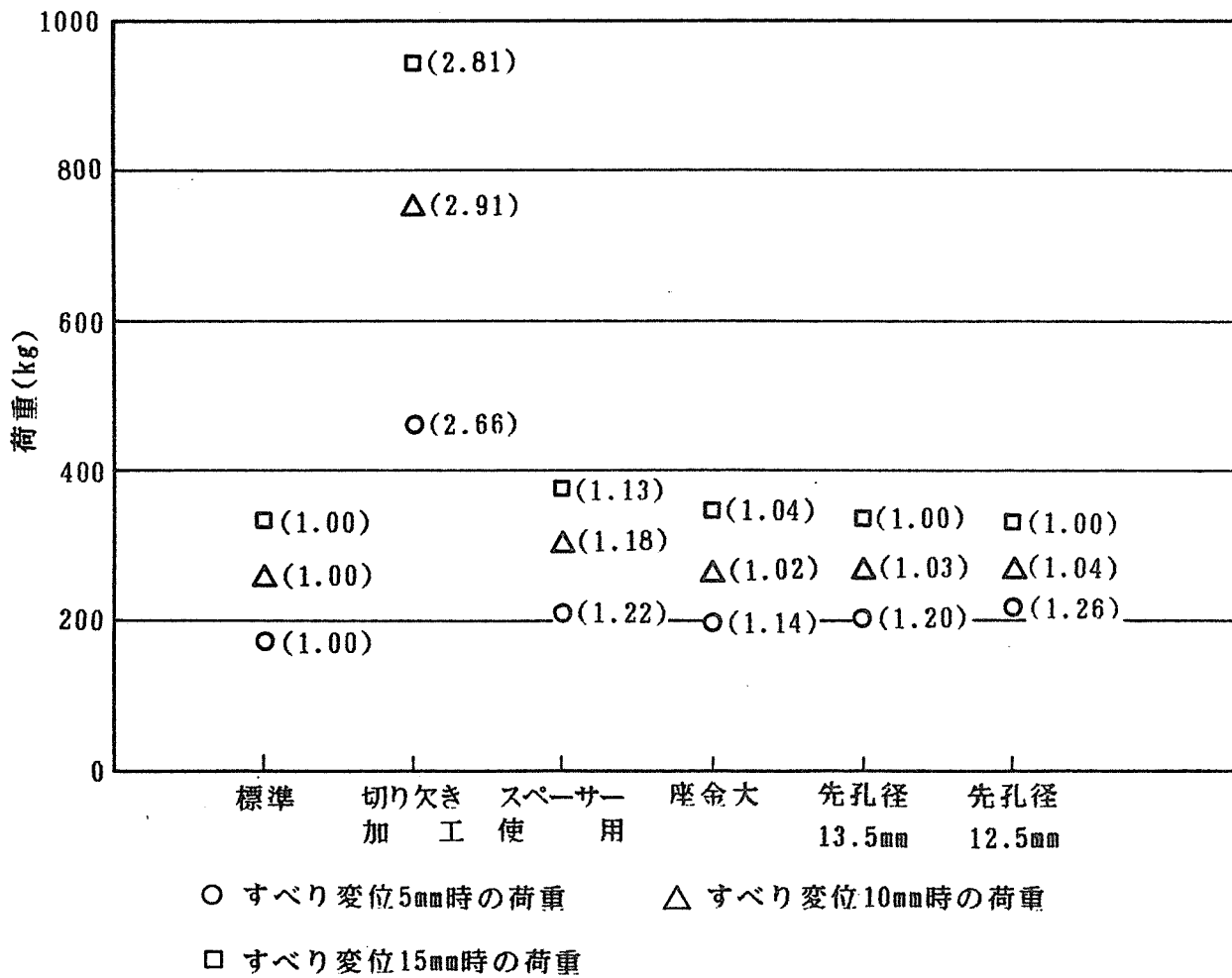


図-10 一定すべり変位レベルにおける荷重比較

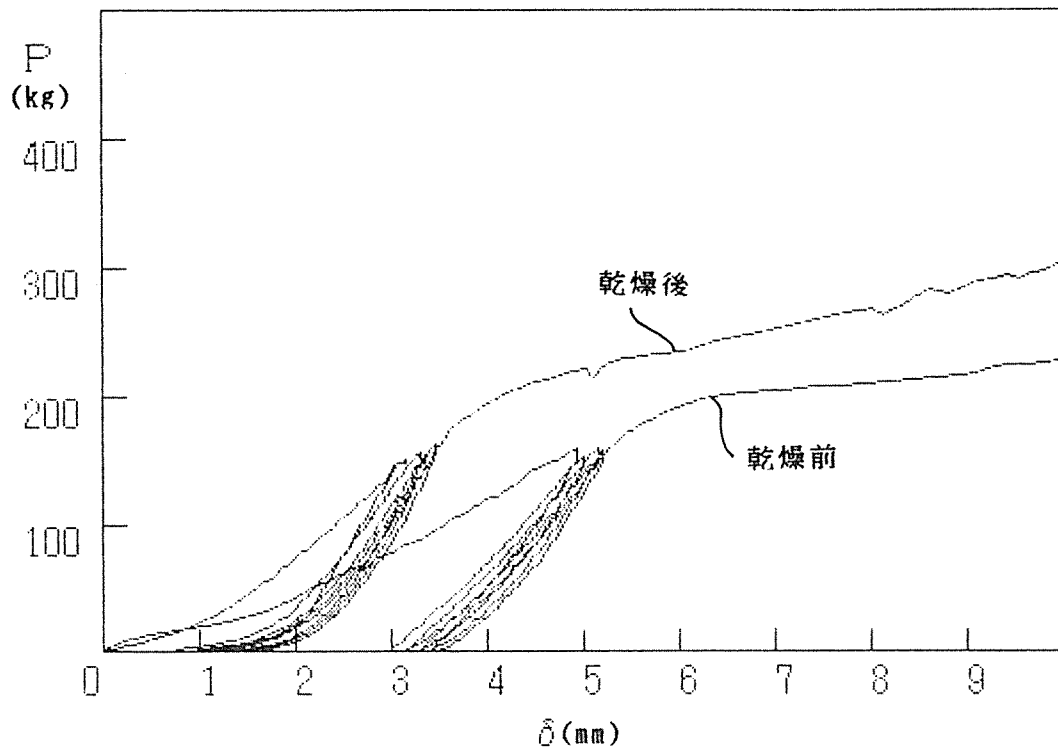


図-11 乾燥によるジョイント性能の変化

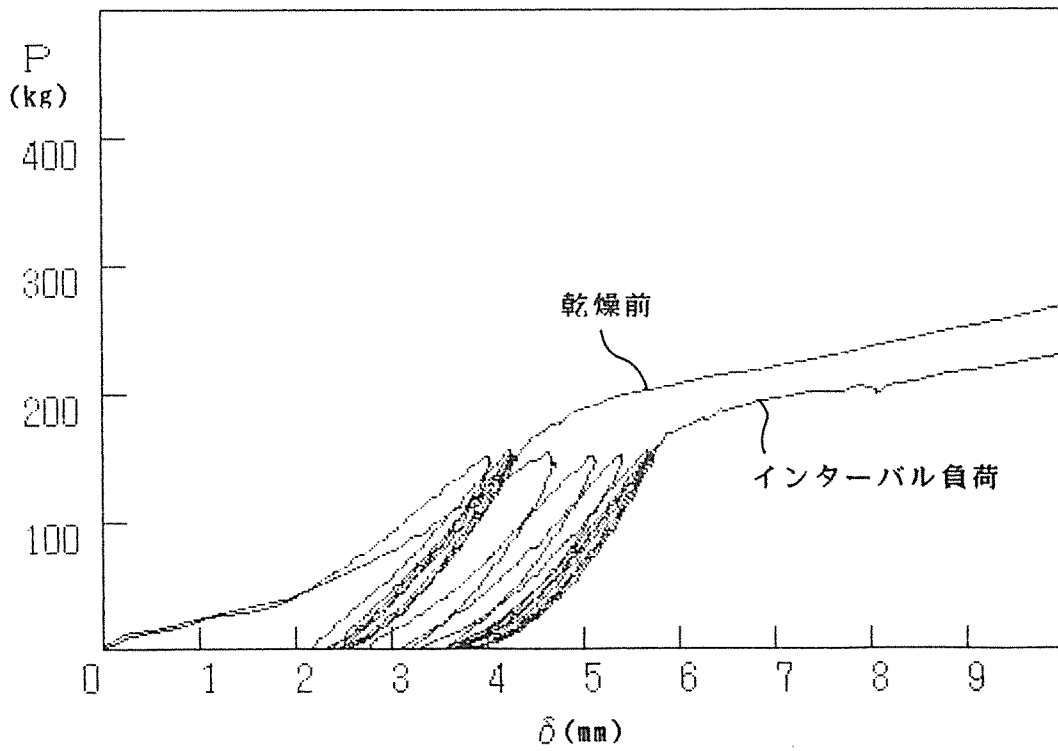


図-12 乾燥過程におけるインターバル負荷の影響

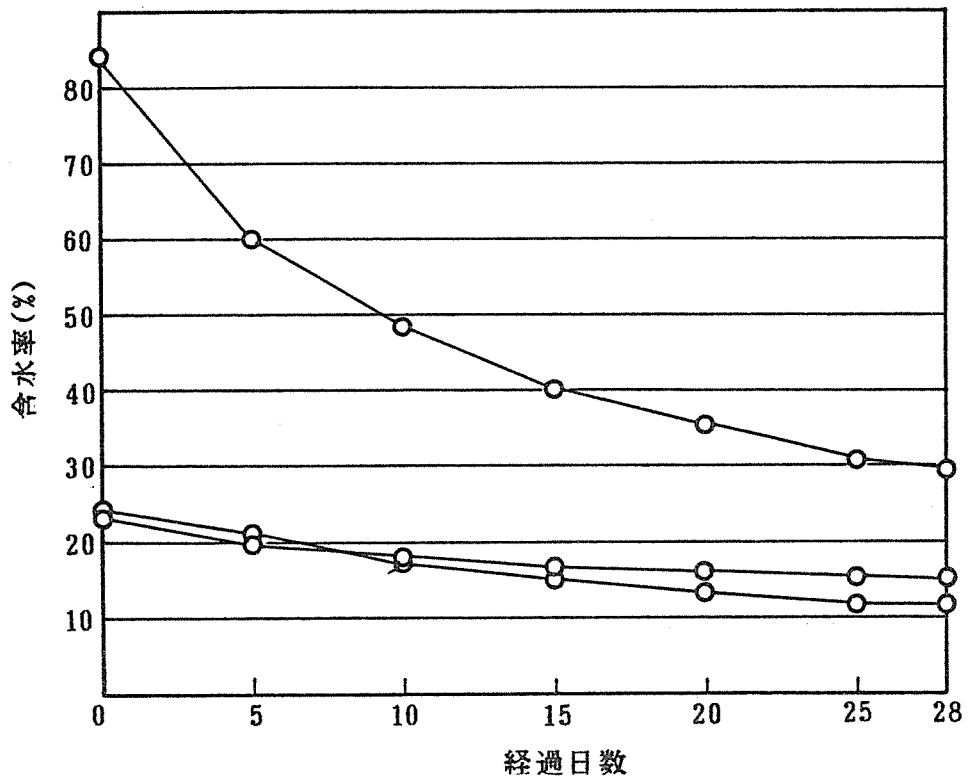


図-13 インターバル負荷試験期間中のサンプル試験体の含水率変化

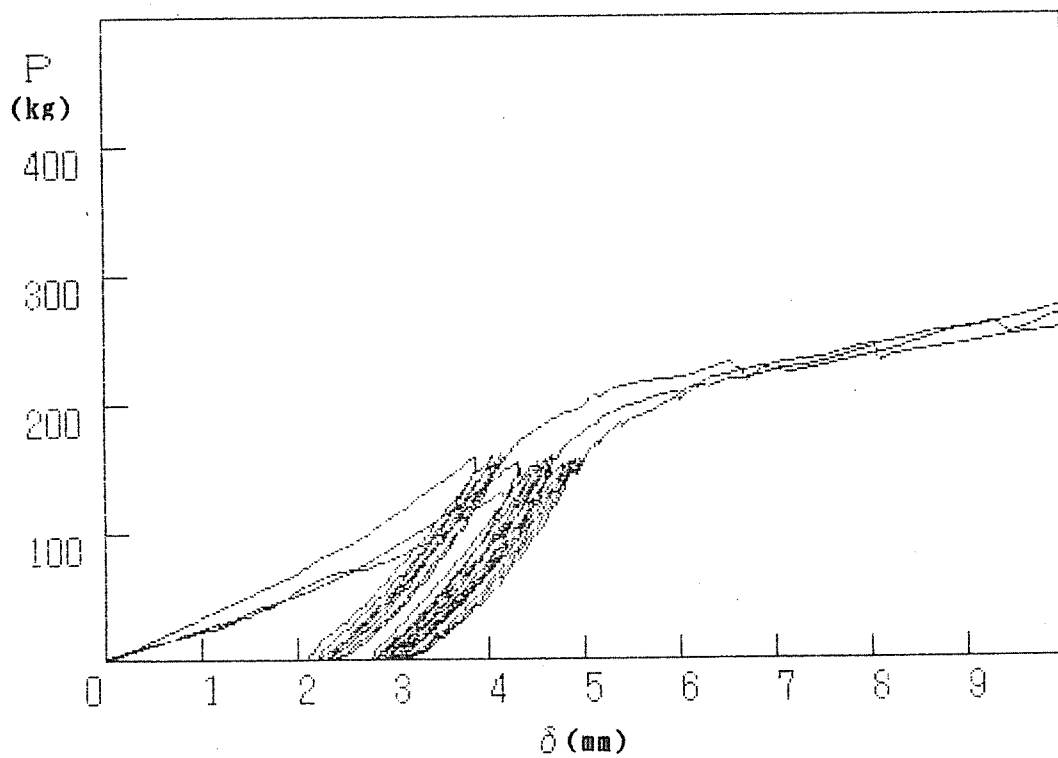


図-14 標準試験体 (A)

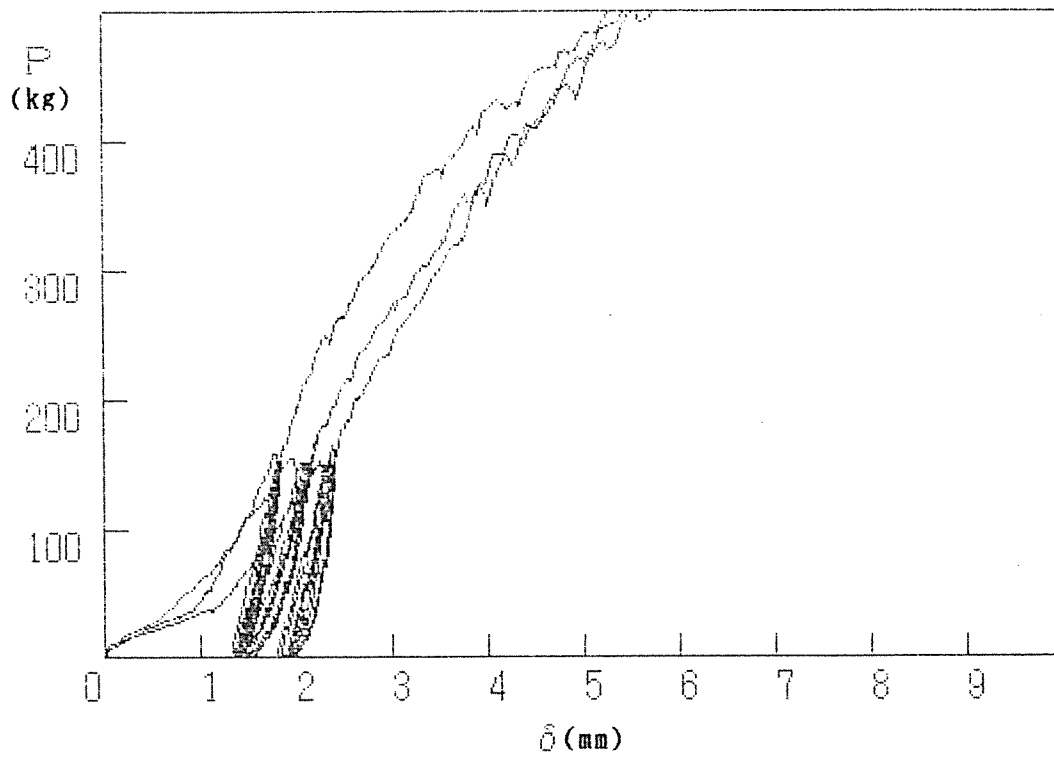


図-15 横架材切り欠き加工

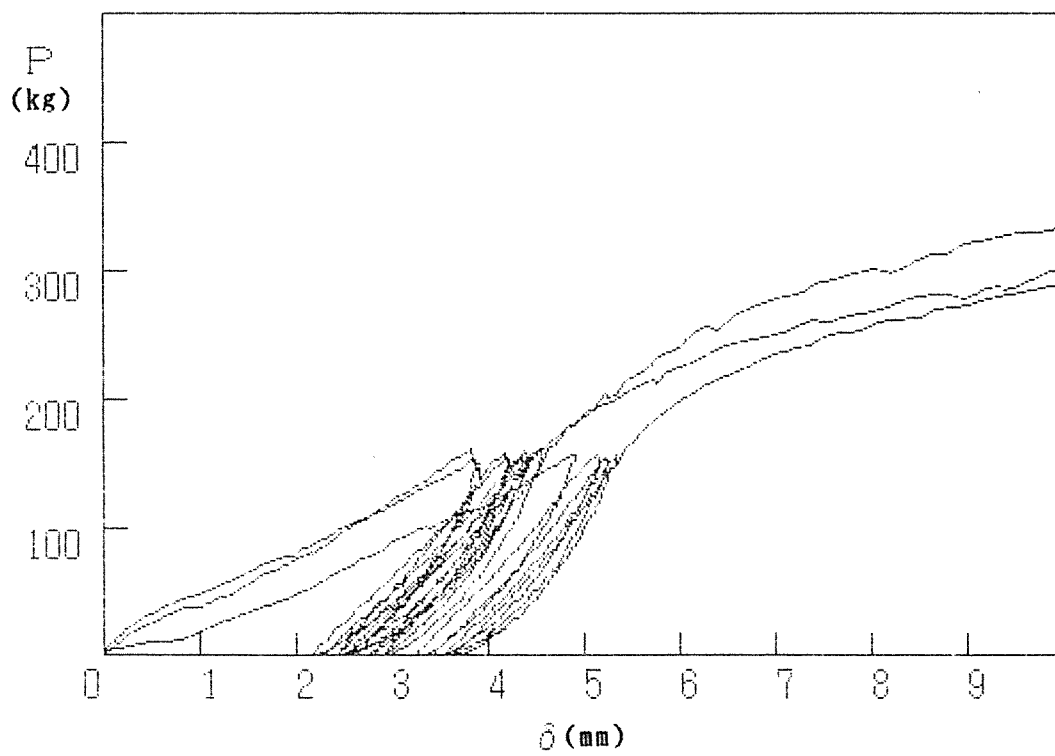


図-16 スペーサー使用

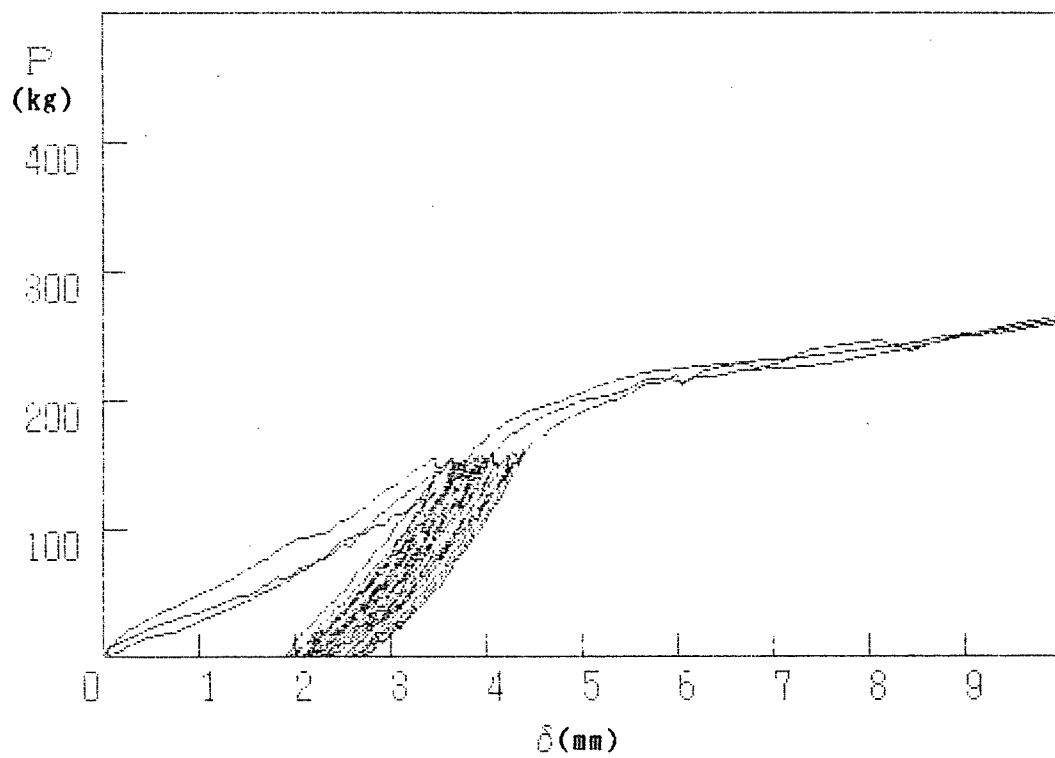


図-17 座金大

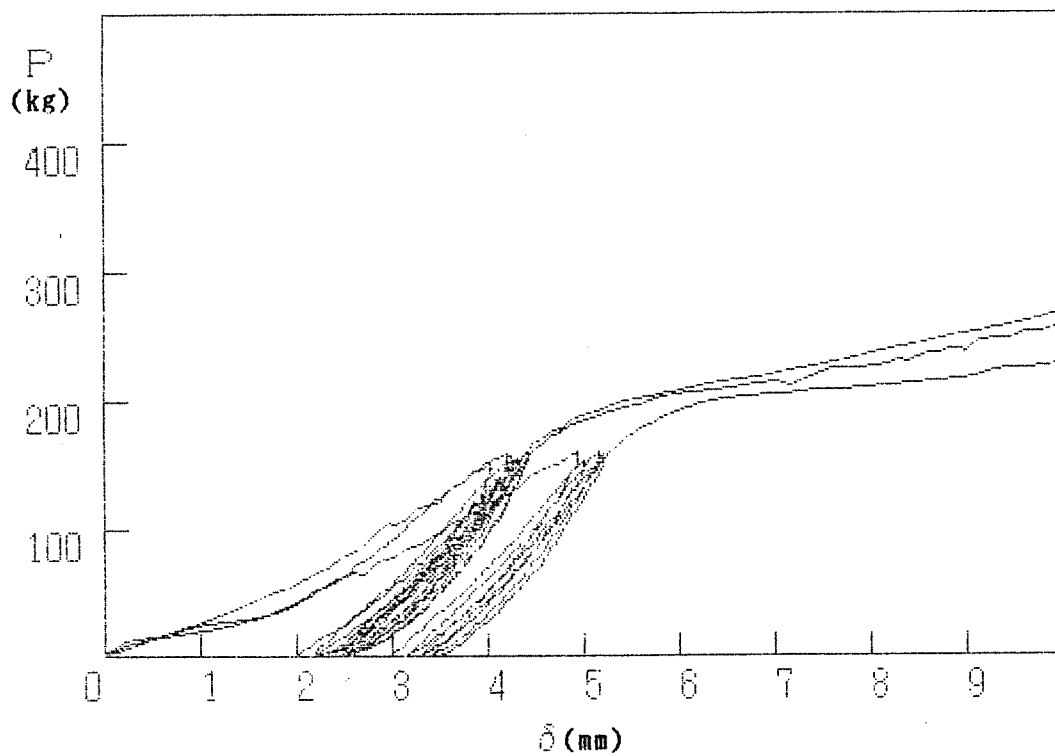


図-18 標準試験体 (B)

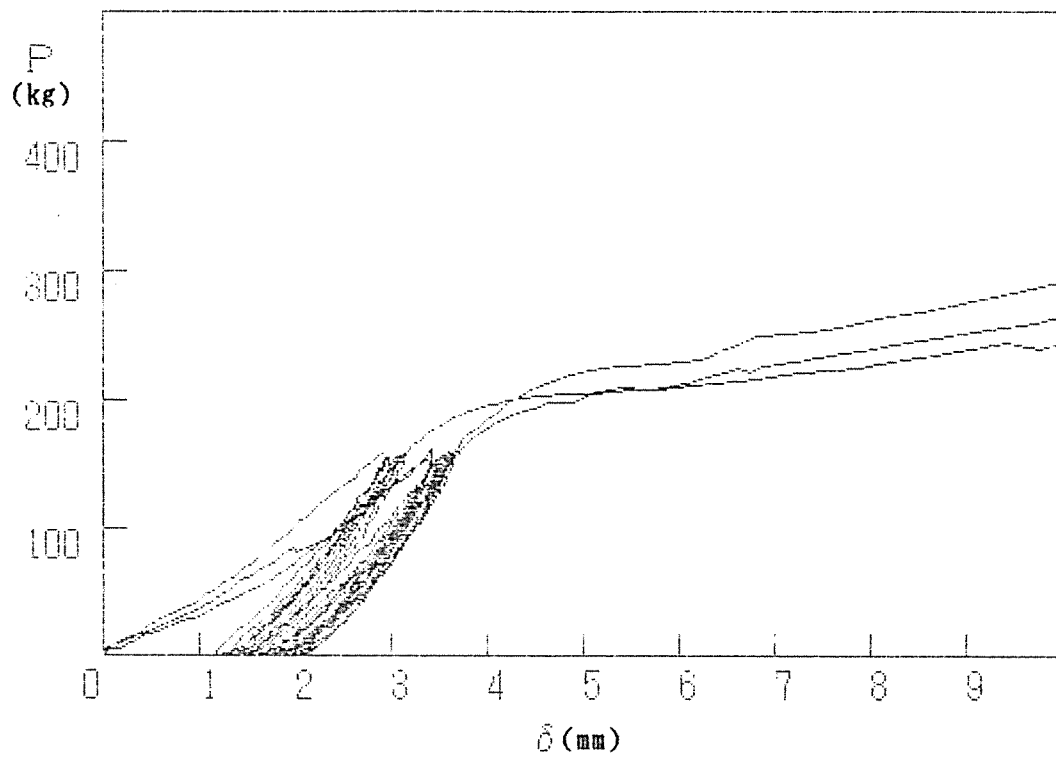


图-19 先孔径 13.5 mm

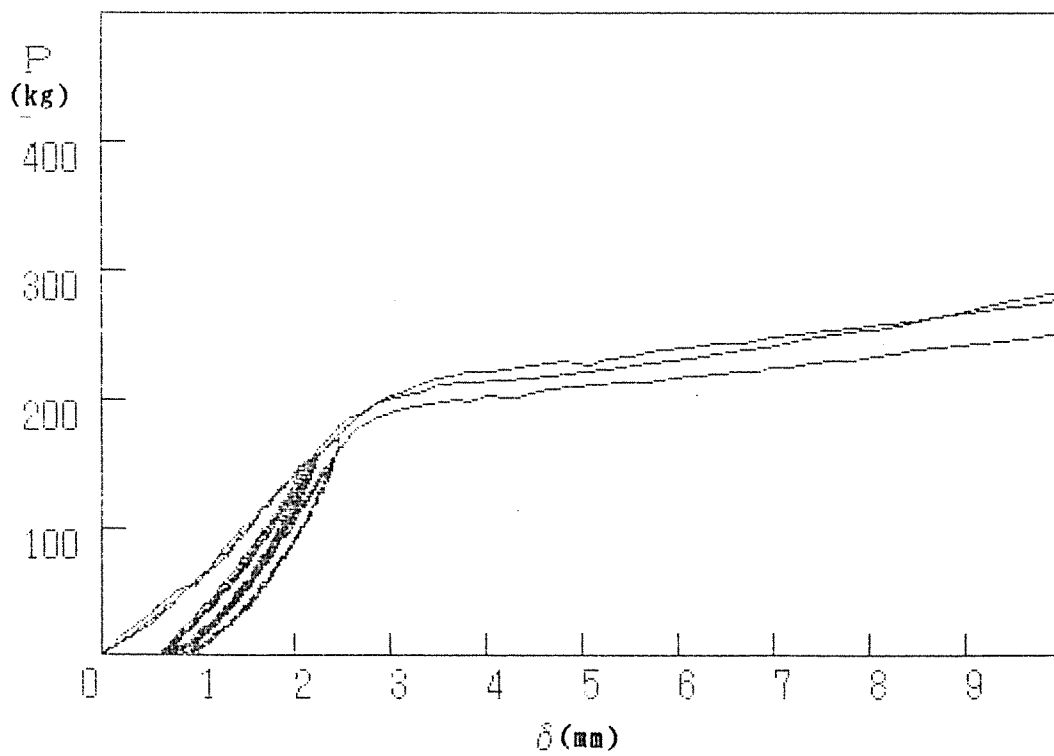


图-20 先孔径 12.5 mm

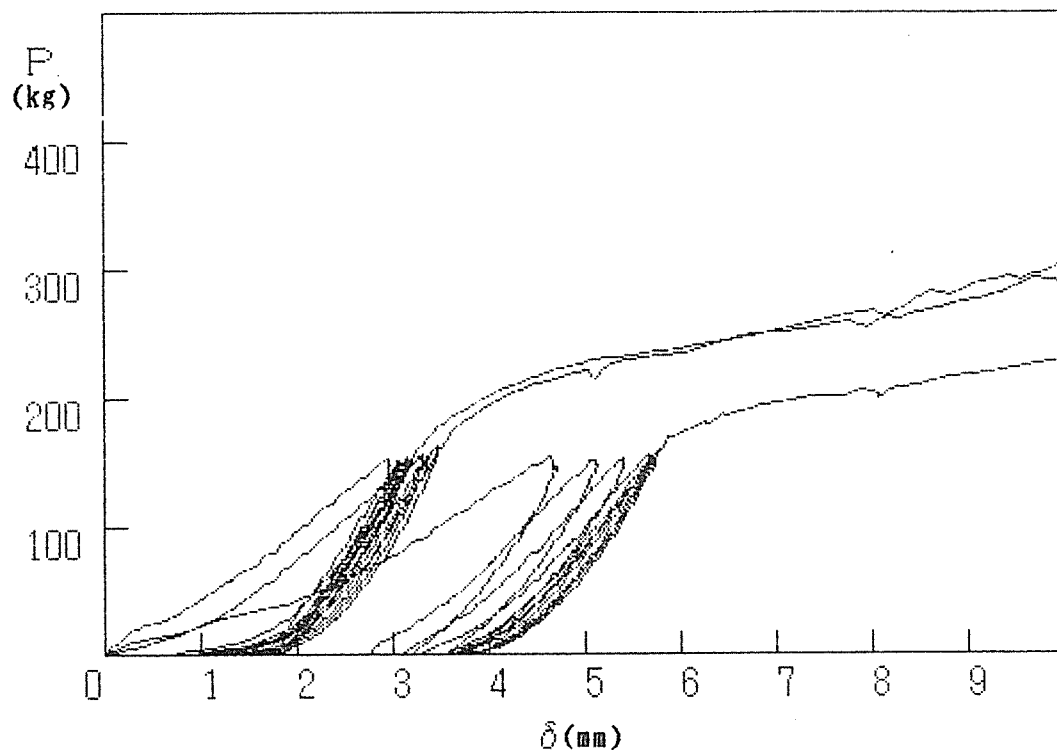


図-21 乾燥後負荷およびインターバル負荷

3. 中空円柱材の鋼製パイプと特殊締め具による接合

輸入品の中には、直径 150mm、内径60mmの中空円柱材を鋼管（外径34mm、内径28mm）とアルミ合金製ストッパー（カラー）で接合し、長期にわたる屋外使用でもがたつき、ゆるみの少ない構造にした遊具がある（写真1）。これは国産の間伐小径木の遊具部材への適用を考えるに当たって参考になると考えられるので、接合耐力等の実験を行うこととした。

3. 1 実験方法

供試木材：

遊具用に使用される外径150mm、内径60mmのベイマツ気乾材で、所定間隔に直径43mmの貫通穴があけてある（写真1参照）。この穴は子供たちが登り降りする時に、手がかり足がかりにもなる。

鋼管、カラー及びスペーサー：

鋼管は外径34mm、内径28mmの25A SGPW管で亜鉛メッキしてある。カラー及びスペーサーの形状は写真2に示す。カラーはアルミ合金製で木材の穴に打ち込んだ後、六角レンチでねじ締めして鋼管へ固定する。カラーには回転防止用のつめが出ている。スペーサーはとくに強度を要求しないのでプラスチック成型品が使われている。

実験方法：

遊具の組立時と同様の手法で金具を取り付け、①アルミ合金製ストッパーと木材間、②プラスチックスペーサーと木材間、③アルミ合金製ストッパーと鋼管間の引抜き実験を行った。引抜き実験にはテンシロンUCT-25T材料試験機を用い、引抜き速度は2mm/minで行った。なお、打込み・固定後1～2時間後に実験した。

次に鋼管の曲げ性能を調べるために、両端自由、中央集中荷重（スパン80cm）で曲げ実験を行った。

3. 2 結果及び考察

引抜き実験の結果を表3、4に示す。アルミ合金製ストッパーと木材間の接合は平均138kgf、最低のものでも96kgfに達しており、人力で引き抜くことは全く

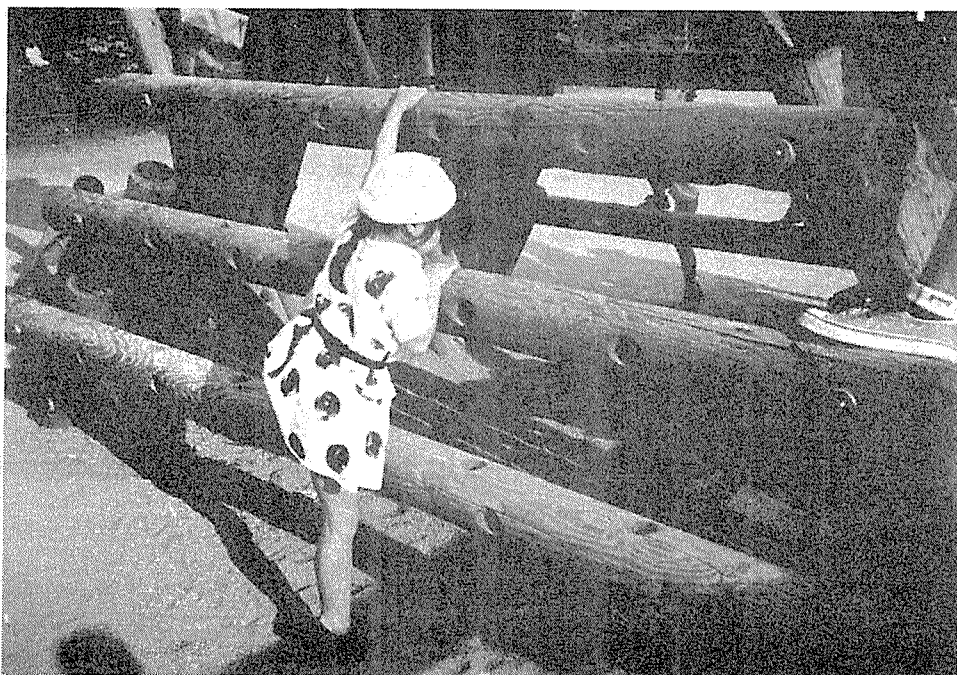


写真1 中空円柱材を用いた遊具

所定間隔であけた穴が登り降りの時、手がかり足がかりになる。

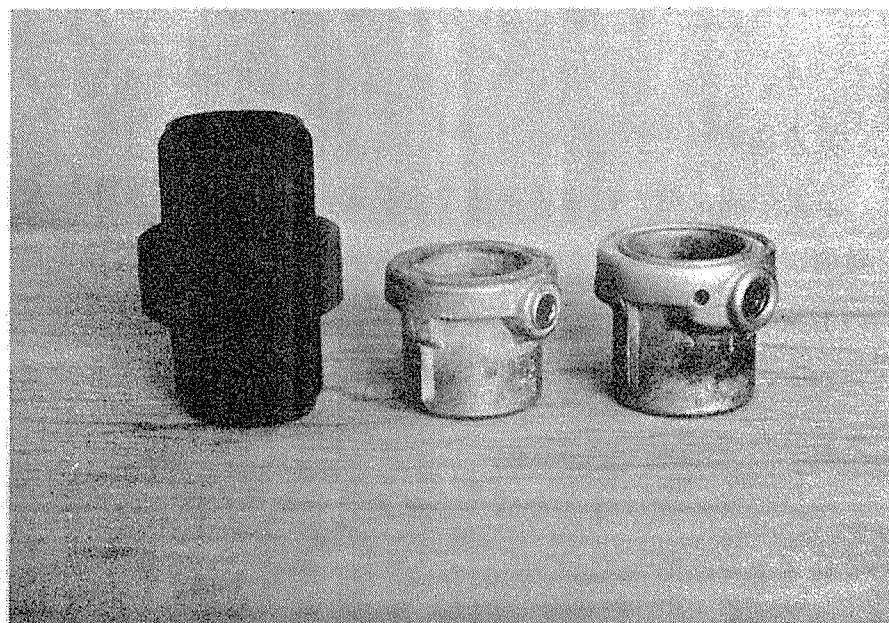
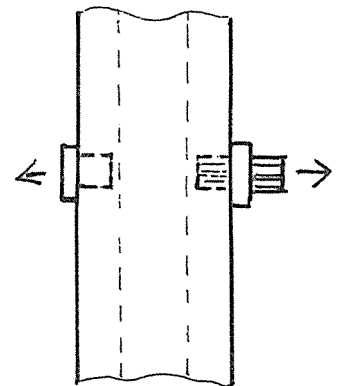


写真2 カラー及びスペーサー

表3 アルミ合金製ストッパーと木材、プラスチックスペーサーと木材間の引抜実験

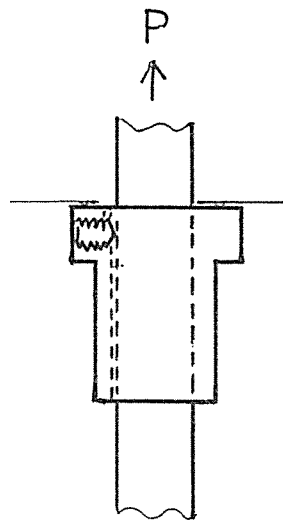
No.	最大引抜荷重(kgf)		穴の直径(mm)	
	アルミ合金製ストッパー	プラスチックスペーサー	繊維方向	繊維直角方向
1	153.75	30.50	42.7	42.5
2	106.75	20.05	44.1	43.2
3	150.00	31.45	43.5	41.8
4	175.50	28.05	43.9	44.0
5	147.00	28.95	44.0	43.8
6	138.25	28.20	44.0	43.3
7	95.75	14.55	44.0	44.0
8	127.25	29.10	42.2	42.5
9	174.25	28.60	43.6	43.2
10	111.00	33.22	44.2	43.0
平均	138	27.3	43.6	43.1
標準偏差	27.5	5.64	0.66	0.71



(注) 打ち込み後1~2時間内に実験 引抜速度は2mm/min

表4 アルミ合金製ストッパーと鋼製パイプ間の引抜実験

No.	ずれ開始荷重(kgf)
1	300
2	310
3	270
4	400
5	350
6	510
7	300
8	350
9	300
平均	343.3
標準偏差	73.5



(注) 締具の固定は専用六角レンチを使って手締。固定後直ちに引抜実験。

表5 鋼管の曲げ試験結果

No.	曲げ剛性 $\times 10^6 \text{kgf} \cdot \text{cm}^2$	破壊荷重 kgf
1	6.49	587
2	6.96	644
3	6.61	543
4	6.49	566
5	6.30	421
6	6.28	436
7	6.49	430
8	6.54	445
9	6.42	578
10	6.47	430
平均	6.51	508
標準偏差	0.189	83.7

スパン80.1cm、両端自由、中央集中荷重

困難なほど強固に緊結されている。プラスチックスペーサーと木材間の引抜強度は14~31kgf と低い値を示すが、がたつき防止と木材の密着防止用に使用される部品であるから、この程度の耐力で十分であろう。

アルミ合金製ストッパーと鋼管間の引抜耐力は遊具の構造強度に係わる重要なポイントであるが、実験結果を見ると、ずれ開始荷重は平均343kgf、最低のものでも270kgfに達している。また、固定用ねじの先端部は鋼管表面にしっかりと食い込んでおり、多少の振動ではゆるまないことから、遊具の接合方法として優れた性能をそなえていると結論される。

この遊具のデッキは木材を鋼管でいわゆる串ざしにして構成されているので、デッキの強度は鋼管の曲げ性能に依存する。そこで鋼管の曲げ性能を調べたところ表5の結果が得られた。曲げ剛性は $6.51 \times 10^6 \text{kgf} \cdot \text{cm}^2$ 程度であり、ぼらつきは小さい。また、破壊荷重は平均508kgf、最低421kgfでややぼらつきが大きかった。したがってデッキのスパンが短い場合は問題を生じることはないであろうが、2 mを越える程度に長くなるとたわみが大きく時には破壊することも起こり得よう。広いデッキの場合には、鋼管数を増すか、より高い強度の鋼管に交換する必要がある。

4. デッキ部材接合用釘の引抜耐力

遊具の劣化状況の現地調査結果によると、ステンレス鋼など錆びない釘はデッキなどに使用された時しばしば引抜ける。そこで作業性に支障をきたすことなく引抜き耐力を向上させる方法について検討することとした。そのためにマイクロカプセル化した接着剤の併用を検討した。すなわち打ち込み時の衝撃によって釘胴部のマイクロカプセルを破壊して接着作用を発現させようと意図した。

4. 1 実験方法

釘： 使用したステンレス釘を図22に示す。

接着剤：マイクロカプセル化したエポキシ樹脂を釘胴部に塗布し、乾燥した（乾燥後の塗布量44mg/本）。比較用にエポキシ樹脂接着剤（アラルダイト）を用い、塗布直後に木材中に打込んだ。

木材： ブナ（気乾比重0.61）、カツラ（気乾比重0.45）、スギ（気乾比重0.35）
寸法 40(R) × 45(T) × 50(L) cm

実験方法：釘は、繊維方向及び繊維直角方向（半径方向）にげんのうを用いて33mm打ち込んだ。引抜実験はテンシロンUCT-25Tを用いて打ち込み48時間後に行った。なお、引抜速度は2.0mm/minであった。

4. 2 結果及び考察

得られた結果を図22に示す。これらの結果から明らかなように、マイクロカプセルの併用によって、釘打ち作業に一切の支障をきたすことなく引抜耐力は1.6～2.0倍向上した。このことは単に摩擦抵抗によるのではなく、接着作用を与えることにより木材と釘の結合が著しく強固になることを示している。エポキシ樹脂接着剤をリング釘の胴部に塗布して、その直後に打ち込んだものの耐力はその木材のせん断強度に達し、その値はマイクロカプセルによる結果よりも高い値を示している。したがって、マイクロカプセル化接着剤はまだ十分にその機能を発揮しているとは言い難く、改良の余地がある。打ち込み時に効率的に接着剤を木材中に持ち込めるような釘胴部形状の開発と共にマイクロカプセルの改良が必要であるが、今回の実験結果は屋外使用の釘の一つの在り方を示すものとして注目される。

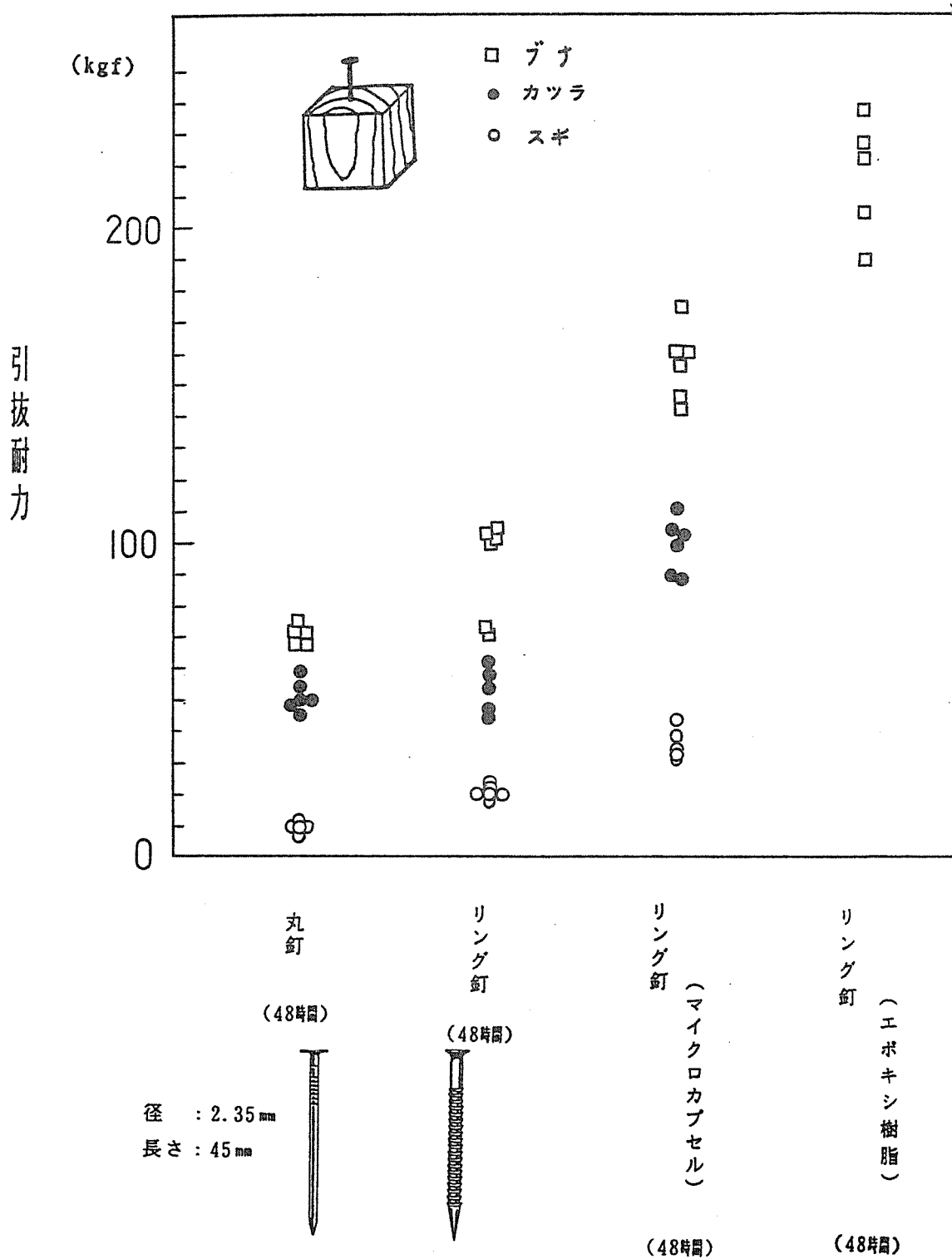


図22 釘の引抜試験結果

5. 断面形状の工夫及び集成化による高耐久性遊具部材の製造

3. 1で述べたように、防腐薬剤を加圧注入した木材の耐久性能にはばらつきが大きい。その原因は薬剤注入量の不足と分布の不均一にあると考えられるが、その背景には時間的制約のため未乾燥材に注入せざるを得ない現状がある。

ここでは小径木利用を念頭に置いて、部材の断面形状の工夫（集成材化を含む）によって①乾燥速度の向上、②薬剤注入性の向上と均一化、③干割れ防止をはかり、よって野外使用における総合的な耐久性の向上をはかることを目的とした試験を行う。

5. 1 実験方法

材料：遊具構造部材、デッキ部材を想定して、ヒノキ心持材から図23に示す断面形状の部材を製作した。なお、遊具用構造部材は乾燥後にレゾルシノール接着剤（コニシKR-15Y）で接着した。

防腐・防虫薬剤：本試験では外構用途を考慮して、加圧注入用薬剤としてCCA3号を使用した。

試験方法

製材工場で正角にひき材されたヒノキ材を入手し、図24の断面形状及び寸法に整えたのち実験室内に棧積して自然乾燥した。この間、重量を経時的に測定した。室内乾燥後の乾燥割れ状況も測定した。なお、木材の乾燥度と注入量との関係を調べるため、正角材の一部は製材後直ちにビニールシートに包み乾燥を防ぐよう処理した。乾燥後、接着を要する部材については接着面を自動かな盤で平滑にしたのち接着した。最終的な各条件の試験片数は6～8本であった。

【防腐・防虫処理】

薬剤の加圧注入条件は

前排気 : 600mmHg, 30分、

加圧注入 : 14～15Kg/cm², 45分、

後排気 : 600mmHg, 30分、 であった。

【屋外暴露試験】

1989年9月1日より地上高40cmの位置で水平に設置し、屋外暴露試験を開始し

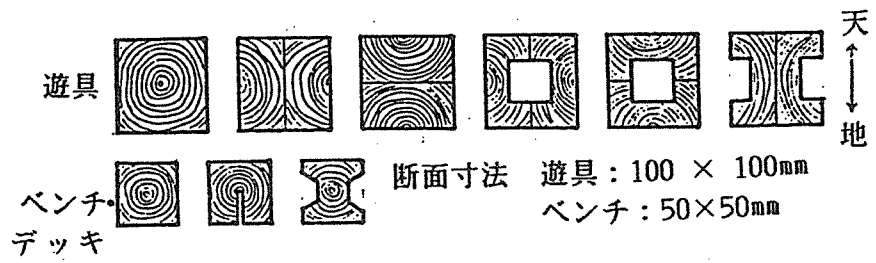


図23 部材の断面形状 (集成材化を含む)



図24 部材断面形状と寸法

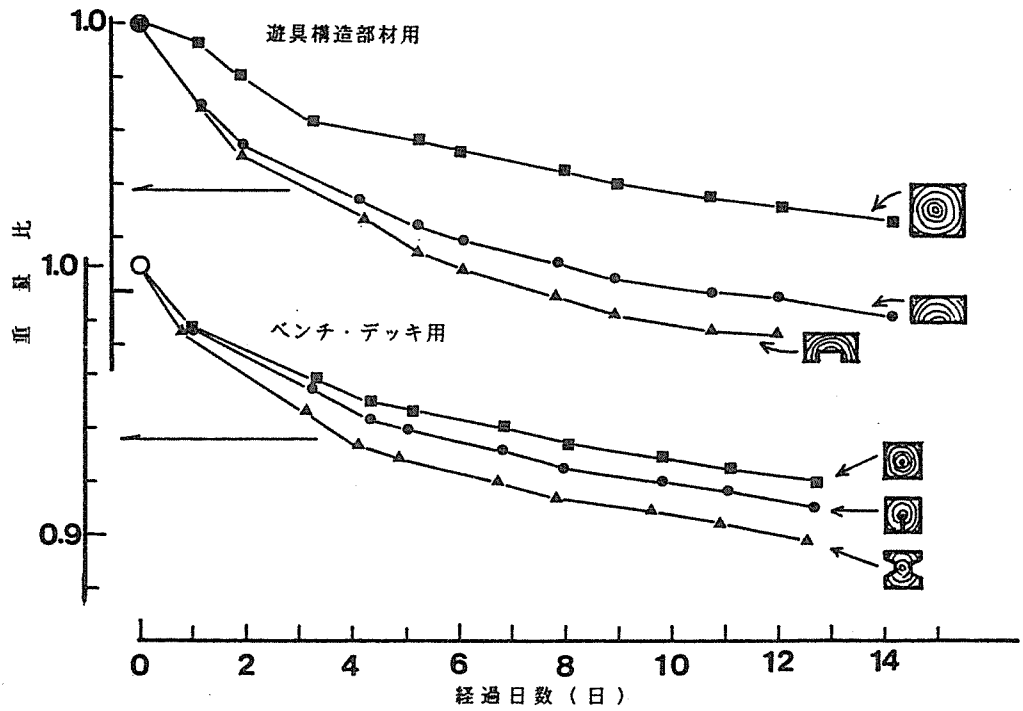


図25 室内放置による乾燥経過

た（ただし防腐処理木材を除く）。そして経時的に干割れ発生数及び長さを計測した。

5. 2 実験結果

a. 乾燥速度

各種断面形状の部材の室内放置における乾燥経過を図25に示す。コントロール材に比較して特殊断面形状の部材はいずれも急速に乾燥している。例えば遊具構造部材の場合コントロール材（初期含水率30%）が初期重量の95%になるまでに8日間を要するのに対し、乾燥の速いものは2日間で到達する。また室内乾燥中の割れ発生も抑制される。

b. 薬剤注入性

各種部材のCCA3号注入結果をまとめて表6に示す。

まず乾燥の有無による差異について、未乾燥材の注入量は乾燥材の48%（遊具部材）及び66%（ベンチ座材）であった。本試験で供試した未乾燥材の含水率は28~45%であったが、注入性は乾燥材（含水率約16%）よりも著しく劣ることが明らかになった。遊具部材に広く用いられている丸太を想定すると、表面は含水率の高い辺材で取り巻かれている。したがって未乾燥丸太への薬剤注入は更に困難になると考えられる。

次に断面形状別に見るとコントロール材よりも特殊断面形状のものの方が、注入量が増すと同時にばらつきも少なくなっている。










c. 屋外暴露による干割れ発生

防腐処理を施していない部材についての屋外暴露結果を図26,27に示す。7ヶ月経過までの干割れ発生状況を見ると、まず遊具構造部材では木表を接着面にした集成材の干割れ防止効果が高い。このタイプのものはいずれも優れた性能を示しており、小径木を利用した遊具部材の今後の在り方を示す一例となろう。

デッキ用部材の場合、断面形状の工夫により干割れ発生は低減され、さらに、表面の撥水化により干割れは一層低減されるが、心持材を使っている関係で現在の断面形状では干割れの完全防止は困難である。強度及びデザイン上の制約もあるが、今後より一層の工夫が必要である。

以上、乾燥促進、注入促進と均一化、干割れ防止をねらいとした試験をヒノキ小径木を用いて行った結果、一定の成果が得られた。集成材化を許容する場合、総合的な耐久性向上は比較的容易であるが、心持材をそのまま使用する場合（丸太も含む）、今回得られたデータはまだ不十分と言わざるを得ない。とくに屋外用途において心持材の干割れを抑制することは容易でない。今後の検討課題としては断面形状の工夫（子供たちの手で握り易い形状にすることも含む）とともに加圧注入用防腐・防虫薬剤の中に収縮抑制効果や撥水効果を発揮する添加剤を加えることが考えられる。

表6 CCA3号の加圧注入量

	遊具構造部材				
断面形状					
乾燥状態	Wet	Dry	Dry	Dry	Dry
注入量 (g/cm ³)	6 0.18 0.053	6 0.39 0.149	6 0.40 0.063	6 0.46 0.102	6 0.43 0.085
	ベンチ・デッキ材				
断面形状					
乾燥状態	Wet	Dry	Dry	Dry	
注入量 (g/cm ³)	6 0.16 0.065	6 0.24 0.074	6 0.28 0.044	6 0.26 0.094	

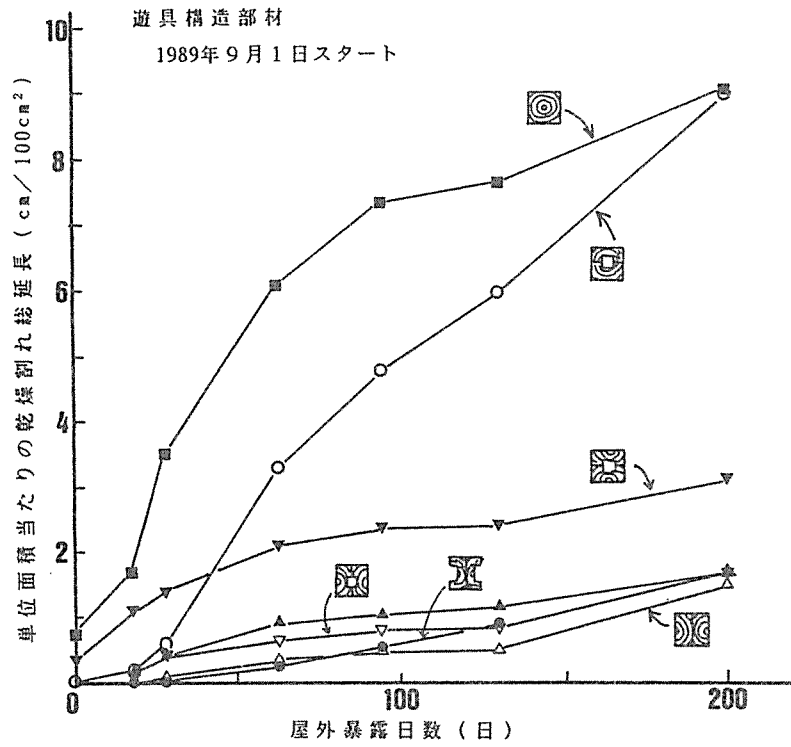


図26 屋外暴露による乾燥割れ発生経過 (遊具構造部材)

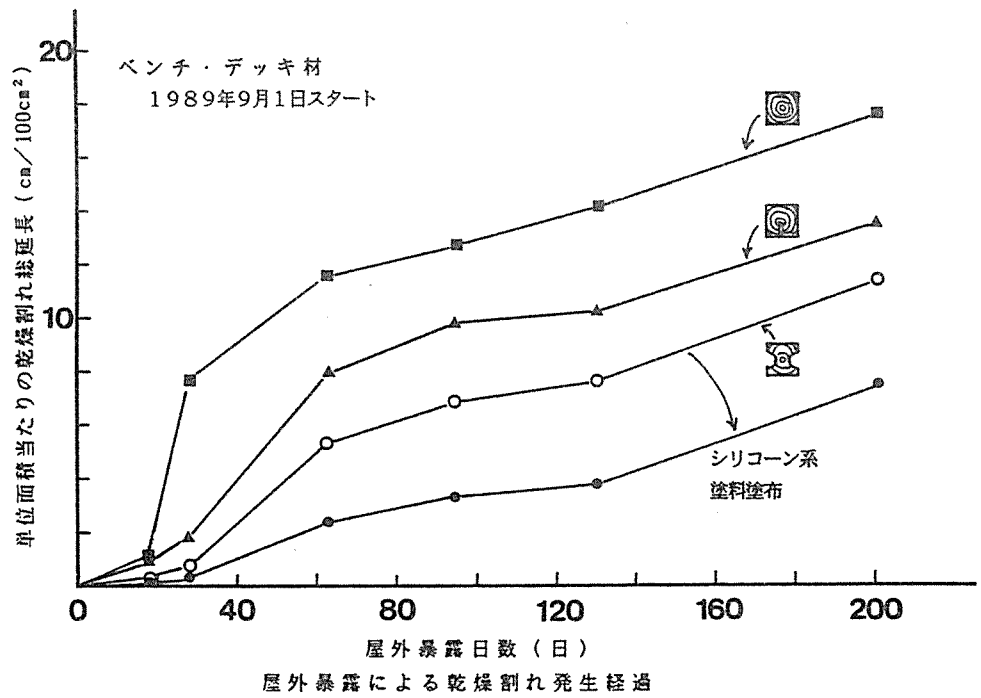


図27 屋外暴露による乾燥割れ発生経過 (デッキ材)

6. まとめ

屋外使用の木製遊具部材の劣化の実態調査結果を踏まえて接合強度、耐久性・安全性向上のための4項目の実験を行った。その結果をまとめると次のように要約される。

① 丸太・丸棒加工材のボルト・ナット接合ではがたつきが問題になるが、ジョイント性能を向上させるためには、横架材を切り欠いて柱材との接触部分を増すとともにボルトと先穴間のクリアランスを小さくする必要がある。切り欠きに関しては接合部に限定せず木材保存剤を均一に注入しやすい形状、子供の手で握りやすい形状、干割れを発生しにくい形状なども考慮に入れて部材全体を切欠加工することも考えられる。クリアランスに関しては施工性と関係があるので、工場での仮組立時の一体的穴あけ方法について検討する必要がある。

一部の輸入遊具に使われている鋼管及び特殊締め具は接合耐力の点で優れた性能を示しており、丸太・丸棒加工材の接合の一つの在り方を示すものとして注目される。

② デッキ部材の釘接合についてはステンレス鋼製リング釘にマイクロカプセル化接着剤を併用すると、釘打ち作業に支障をきたすことなく引抜耐力を2倍程度向上させることができる。今後の技術開発により更に改善されると見込まれるので、屋外使用において釘の頭が引き抜ける事態はこうした処置によって避けることができよう。

③ 腐朽は屋外使用の木製遊具の最大の弱点といえる。木材の耐久性を高めるためには木材保存剤の加圧注入において、浸透量の一定水準の確保と分布の均一化が不可欠である。そのためには遊具部材の断面形状を工夫(上記①の切り欠きと関連)して表面積を増やし、乾燥しやすくして保存剤が均一に浸透できるようにすることが重要であろう。必要に応じ、集成材化も考えられる。総合的な耐久性向上のためには防腐の他に、撓水化、干割れ防止も重要なので、それらの薬剤も配合した屋外用木材保存剤の開発が望まれる。