

平成4年度農林水産省補助事業
(財)日本住宅・木材技術センター事業

平成4年度
木質資源利用事業
ログハウス防火性能評価事業
報告書

「ログハウス壁構造の加熱試験」報告書

平成5年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

実験報告書

目 次

| | | |
|-------|-----------------------|----|
| 1 | 研究目的 | 1 |
| 2 | 実施概要 | 2 |
| 3 | 試験体 | 3 |
| 3.1 | 試験体の選定 | 3 |
| 3.1.1 | ログ試験体の概要 | 3 |
| 3.1.2 | 継ぎ手試験体の概要 | 3 |
| 3.2 | 加熱方法 | 5 |
| 3.3 | 試験体の温度測定 | 5 |
| 3.4 | 炉内温度の測定 | 6 |
| 3.5 | 炉内圧力の測定 | 6 |
| 3.6 | 映像記録 | 6 |
| 3.7 | 目視観察 | 6 |
| 3.8 | 炭化状況の測定 | 6 |
| 4 | 実験結果 | 23 |
| 4.1 | ログ試験体の防火性能 | 23 |
| 4.1.1 | ログ試験体の防火2級加熱試験 | 23 |
| 4.1.2 | ログ試験体のISO耐火加熱試験 | 29 |
| 4.2 | 継ぎ手試験体の継ぎ手部分の防火性能 | 35 |
| 4.2.1 | 継ぎ手試験体の防火2級加熱試験 | 35 |
| 4.2.2 | 継ぎ手試験体のISO耐火加熱試験 | 36 |
| 5 | まとめ | 42 |
| 5.1 | ログ形状と継ぎ手想定部分の防火性能について | 42 |
| 5.2 | 継ぎ手部分の防火性能について | 42 |
| 5.3 | ログ壁構造の防火性能について | 43 |
| 6 | 今後の検討課題 | 43 |

参 考 資 料

1 研究目的

丸太組構法（以下「ログハウス」と言う）は、我が国ではかつて校倉や井楼組等と呼ばれ、この工法による建物として、正倉院や東大寺に遺構が残されている。現在では、ログハウスは別荘やセカンドハウスとして用いられていることが多く、年間約1500棟ほど建築されていると言われている。ログハウスは、建築基準法施行令第3章第3節「木造」の規定に適合しない建物として建築基準法38条による建設大臣の特別認定が必要であったが、昭和61年建設省告示第859号により丸太、製材その他これに類する木材を水平に積み上げた壁により建築物を建築する工法を丸太組構法と定義し、この工法によるものは「木造」と同等以上の効力があるものとして認められたため、技術基準に適合するものは建設大臣の特別認定が必要でなくなった。その後、平成2年建設省告示第2023号の改正により、2階建以下であること、延べ面積が300㎡以下であること、高さが8.5m以下であることの他に、材料、土台及び基礎、耐力壁、ダボやボルト等についての技術基準が定められた。

ログハウスは、木造と同等の効力を有することから建築基準法の第61条及び第62条により防火地域及び準防火地域並びに22条地域には建築が制限されている。そのため、防火性能に関する開発研究はほとんど行われておらず、ログハウスに要求される防火性能も不明である。しかし、最近では、木造の準耐火構造に見られるように、市街地においても防火性のある木造建築物の建設が可能となってきたことから、ログハウスの防火性能の基礎的データを整備しておくことは重要な課題であると言える。そこで、本開発研究においては、本年度は外壁部材の防火性能として類焼防止性能及び内部の延焼防止性能についての基礎的資料を得る目的で実験を実施した。

2 実施概要

近年、住宅需要の多様化などを背景とし、ログハウスの建築実績が積み重ねられ、年間約800棟程度建築確認申請がなされ、その他を含めると約1500棟程度建築されていると言われている。ログハウスの防火地域内、および準防火地域内における制限は、建築基準法第61条、同62条によって規制されており、木造建築物の扱いと同様に、これらの地域内には建築することが制限されている。そのため、都市防火政策の範囲内でログハウスを建築可能とするためには、防火性能の開発が必要となってくる。

防火性能には、外部からの火災を防ぐ類焼防止性能と内部火災の拡大を防ぐ区画防火性としての延焼防止性能があり、これらの性能の確認が必要となってくる。

本研究では、防火性能確認の手段として既往の試験方法の中から類焼防止性能の確認のための方法として防火構造の確認試験として用いられている防火2級加熱試験を採用し、区画防火性による延焼防止性能の確認の方法として耐火加熱試験方法を採用することとした。このうち、現在の防火構造の試験では、加熱側に5分以上の火気の残存がないこと、

加熱中に火炎の貫通が生じないことなどの評価方法によるため、ログハウスなどのように表面に木材が露出している構造では、防火構造として認められる道が閉ざされている。しかし、5分以上の火気の残存が生じて、いずれは鎮火して外部から建物内部への燃え抜けがなければ、建物としての防火安全性能は十分に確保できるものとも考えられ、この評価方法をもとに防火2級加熱試験による類焼防止性能は確認を行うこととした。また、建物内火災を容易に外部に延焼させない性能の確認のための耐火加熱方法は、ISO/DIS 834に定める耐火加熱標準曲線に沿った加熱を行い、燃え抜けるまでの時間を遮熱性能（熱を遮る性能）・遮炎性能（炎を遮る性能）と評価して、延焼防止性能の確認を行うこととした。

ログ部材の形状には、丸ログと角ログがあり、これらを加工して建物が組み立てられている。試験に用いる樹種及びログの形状については、仕様頻度の高いものを選定し、試験体を組み立てて、上記類焼防止性能及び延焼防止性能の確認を行うこととした。また、実際のログ壁体の組み立てにはログの継ぎ手が用いられることがあるため、継ぎ手を含んだ試験体の加熱試験を行うこととした。しかし、継ぎ手については多種類となるため、基礎的試験については、継ぎ手を想定した切断部分を組み込み、継ぎ手部分の試験として別途に継ぎ手だけを組み込んだ試験体を組み立てて防火2級試験及び耐火加熱試験を行うこととした。

本実験は、以下の方々の指導、協力等により実施した。

（敬称略、順不同）

| | | |
|------|--------|------------------------------------|
| 委員長 | 菅原 進一 | 東京大学工学部建築学科、助教授 |
| 委員 | 平嶋 義彦 | 静岡大学農学部森林資源科学科、助教授 |
| 委員 | 佐藤 寛 | 武蔵工業大学工学部建築学科、講師 |
| 委員 | 中村 賢一 | 建設省建築研究所、防火研究調整官 |
| 委員 | 上杉 三郎 | 農林水産省森林総合研究所木材化工部、主任研究官 |
| 委員 | 斎藤 勇造 | （財）建材試験センター中央試験所、防耐火試験課長 |
| 委員 | 西谷 嘉寿夫 | （社）全国木材組合連合会、専務理事 |
| 委員 | 福本 雅嗣 | 日本ログハウス協会技術開発部会長 （住友林業株式会社、技師長） |
| 委員 | 井戸 淳次 | 全国ログハウス振興協会、専務理事 （㈱ヤノテック 取締役社長） |
| 協力委員 | 渡邊 洋己 | 自治省消防庁予防課、課長補佐 |
| 協力委員 | 安藤 恒次 | 建設省住宅局建築指導課防災対策室、防火係長 |
| 協力委員 | 河野 元信 | 建設省住宅局住宅生産課木造住宅振興室、課長補佐 |
| 協力委員 | 塚田 市朗 | 林野庁林産課、課長補佐 |
| 事務局 | 牧 勉 | （財）日本住宅・木材技術センター試験研究部長 |
| 事務局 | 山田 誠 | （財）日本住宅・木材技術センター試験研究所、主任研究員 |

3 試験体

3.1 試験体の選定

現在、住宅における木材供給のほとんどは、輸入材によって賄われている。そのため、将来資源の増大が見込まれているにもかかわらず、需要の少ない国内の森林資源は有効利用が図られていない。国産材では、エゾマツ、トドマツ、スギ等が住宅用途として用いられているが、その中でもログハウス部材標準化調査報告書（（財）日本住宅木材技術センター報告書、1990.3）によるログハウス部材使用樹種では、スギの使用頻度が特に高いため、本開発研究の実験に用いる樹種としてスギを選定した。断面形態については丸ログと角ログがあり、丸ログでは、下面に弧状グループを持つ断面が最も多く用いられ、次いで片面丸、他面角、実加工の順になっている。角ログでは、2枚実、1枚実が比較的多くみられる。この調査結果を基に、

- A：丸ログ円弧落とし実加工（丸太径 180mm）、
- B：丸ログ小円弧落とし加工（丸太径 180mm）、
- C：角ログ一枚実加工（寸法90×150mm、実20×30mm）

の3種類を選定した。このうち、小円弧加工の丸ログは、背割り入りのものを使用した。試験体断面図を図3-1に示す。

3.1.1 ログ試験体の概要（試験体A、B、C）

試験体は、上記の3種類のログを用い、それぞれに継ぎ手部分を含むことにしたが、一般的に用いられている各種の継ぎ手を各試験体に組み込むことが困難であったので、継ぎ手を想定してログの一部をいす形に切り落とし、これを組み合わせて試験体を組み立てた。試験体Aの概要図を図3-2、断面詳細を図3-3に、試験体Bの概要図を図3-4、断面詳細を図3-5に、試験体Cの概要図を図3-6、断面詳細を図3-7に示す。

試験体は、図3-2、図3-4、図3-6に示すように、左右の溝形鋼に取り付けて固定し、上下方向は径13mmの通しボルトにより緊結した。試験体A及びBの丸ログの接合部分には、図3-8に示すようにウレタン系の気密材を挿入して組み立て、角ログでは気密材を使用せずに組み立てた。

試験体の寸法は幅2m、高さ2.72mとした。

3.1.2 継ぎ手試験体の概要

ログの継ぎ手については、関係団体の協力を得て調査し、継ぎ手を選定した。その結果、ダボ継ぎ手、クサビ継ぎ手、本実継ぎ手、フィンガージョイント及び腰掛けあり継ぎを選定し、一体の試験体の中に組み込んだ。図3-9に全体の概要図を、図3-10に姿図を示す。試験体の寸法は、幅2m、高さ2.72mとした。

(1) ダボ継ぎ手（継ぎ手記号：A）、丸太径：180mm

継ぎ手部の相互の丸ログの木口面に幅30mm、深さ30mmの欠き込みを行い、厚さ30mm、幅60mm、長さ135mmの角材を継ぎ手部分に挿入し、長さ120mmのカスガイを打ち込んで継ぎ手部の固定を行った。

ダボ継ぎ手は2箇所を組み込み、その内、下部に設けた継ぎ手部分とその下の部材との間にシリコン系のゴム（厚さ2mm、幅20mm）を気密材として挿入した。

断面詳細を図3-11に示す。

(2) クサビ継ぎ手（継ぎ手記号：B）、丸太径：180mm

継ぎ手部の相互の丸ログの木口面に幅30mm及び最大幅60mm、深さ60mmを欠き込み、丸太を加工したクサビ（最小厚30mm、幅 120mm、長さ 170mm）を継ぎ手部分に挿入して継ぎ手部分を緊結した。

断面詳細を図3-12に示す。また、継ぎ手AとBは円弧落とし実加工の丸ログ（径180mm）を用い、左右を径13mmの通しボルトで緊結した。

(3) 本実加工継ぎ手（継ぎ手記号：C）、丸太径：160mm

継ぎ手部の一方の丸ログ木口面に幅35mm、長さ30mmの凸部を加工し、もう一方の丸ログ木口面には幅35mm、深さ35mmの欠き込みを設け、本実加工の継ぎ手とした。

本実加工の継ぎ手は2箇所を組み込み、その内、下部に設けた継ぎ手部分とその上の部材との間にシリコン系のゴム（厚さ 2mm、幅20mm）を気密材として挿入した。

断面詳細を図3-13に示す。

(4) フィンガージョイント継ぎ手（継ぎ手記号：D）、丸太径：120mm

継ぎ手部分の木口にフィンガージョイント加工を行い、レゾルシノール接着剤を用いて接着した。フィンガーの幅：4mm

断面詳細を図3-14に示す。また、継ぎ手CとDは太鼓落とし実加工の丸ログを用い、各ログの組み立てには径25mmの木製ダボを用いた。

(5) 腰掛けあり継ぎ継ぎ手（継ぎ手記号：E）、丸太径：150mm

機械加工の腰掛けあり継ぎにより、継ぎ手を行った。断面詳細を図3-15に示す。

継ぎ手記号Eについては、図3-10に示すように、計4箇所に組み込んだが、片側の面についてはログの接合部にシリコン系ゴムを気密材として挿入した。

表3-1に示す試験体の仕様にしたがって、試験体記号A、B、Cは各3体、計9体、継ぎ手試験体は各2体製作し、それぞれを防火2級試験及び耐火加熱試験に供した。

表3-1 ログ試験体の仕様

| 記号 | ログの形状等 | 寸法 | 含水率 | その他の仕様 |
|----|---|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| A | 丸ログ円弧落とし実加工 | 径18cm | 13.6% | ログ接合部にウレタン系気密材 |
| B | 丸ログ小円弧落とし | 径18cm | 14.4% | ログ接合部にウレタン系気密材 |
| C | 角ログ一枚実加工 | 9X15cm | 15.2% | 接合部に気密材は無し |
| D | 丸ログ円弧落とし実加工 丸ログ太鼓落とし実加工 丸ログ太鼓落とし実加工 | 径18cm 径16cm 径15cm | 12.4% 16.5% 12.4% | ダボ、クサビ継ぎ手 本実、フィンガージョイント 腰掛けあり継ぎ |

注：含水率は、試験直前のログ表面の平均含水率を示す。

3.2 加熱方法

加熱は、プロパンガスを燃料とする垂直加熱炉（幅3,000mm、高さ3,200mm）を用いた。加熱炉は、標準曲線に従い温度の時間的変化を試験面にほぼ一様に与えられ、試験体取付用枠は、耐火性セラミックファイバーを用い、試験面を所定の位置に保持できる構造となっている。この加熱炉を使い防火2級試験及び耐火加熱試験を行った。加熱試験炉の概要を図3-16に示す。

防火2級加熱は、外壁が防火構造と同等の性能をもつか否かを評価するためJIS A 1301「建築物の木造部分の防火試験方法」に規定する防火2級特性曲線に従い加熱を行った。JIS A 1301〔建築物の木造部分の防火試験方法〕では、5分以上の火気の残存がないこととなっているが、本実験では、燃え抜けが生じるか否かの検討を行うために、各温度測定位置に於ける温度変化の測定及び、目視により燃え抜けが生じるか否かの観察を加熱後も継続した。

耐火加熱は、内部火災に対する類焼防止性能評価のためISO/DIS834-1による標準加熱曲線に沿った加熱を行い、加熱側の火炎が壁体を貫通するまで加熱を継続することとした。

3.3 試験体の温度測定

1) 試験体A, B, C

① ログ部材間の接合部の内部温度（ログの厚み方向）

- ・試験体A：加熱側から深さ20mmの位置、加熱側から深さ60mmの位置
- ・試験体B：加熱側から深さ20mmの位置、加熱側から深さ60mmの位置
- ・試験体C：加熱側から深さ26mmの位置、加熱側から深さ64mmの位置

② 継ぎ手部温度（3ヶ所の仮想継ぎ手に対して厚み方向）

- ・試験体A：加熱側から深さ60mmの位置、加熱側から深さ120mmの位置
- ・試験体B：加熱側から深さ60mmの位置、加熱側から深さ120mmの位置
- ・試験体C：加熱側から深さ30mmの位置、加熱側から深さ60mmの位置

③ ログ部材間の接合部の裏面温度

④ 裏面一般部温度

⑤ 移動熱電対温度（ディスク熱電対温度）

試験体の温度測定位置を図3-2～図3-7に示す。

2) 試験体D

① ログ部材間の接合部の内部温度（ログの厚み方向）

- ・継ぎ手A：加熱側から深さ25mmの位置、加熱側から深さ55mmの位置
- ・継ぎ手B：加熱側から深さ25mmの位置、加熱側から深さ55mmの位置
- ・継ぎ手C：加熱側から深さ21mmの位置、加熱側から深さ54mmの位置
- ・継ぎ手D：加熱側から深さ15mmの位置、加熱側から深さ45, 48mmの位置
- ・継ぎ手E：加熱側から深さ20mmの位置、加熱側から深さ80mmの位置

② 継ぎ手部温度

- ・継ぎ手A：ダボ加熱側表面2箇所、ダボ加熱側裏面2箇所
- ・継ぎ手B：クサビ加熱側表面2箇所、クサビ加熱側裏面2箇所

- 継ぎ手C：本実加熱側表面2箇所、本実加熱側裏面2箇所
- 継ぎ手D：フィンガー内部は測定せず
- 継ぎ手E：あり部分の加熱側2箇所、あり部分の裏面側2箇所
- ③ ログ接合部の裏面温度
- ④ ログ丸太一般部裏面温度

試験体温度測定位置を図3-10～図3-15に示す。

3.4 炉内温度の測定

- 試験体面から10cmの位置に径1.6mmのCA熱伝対を先端を露出させ、試験体面に沿って10cm以上となるように設定した。
- 設置位置は、炉内に均等に9点設置した。
- 炉内加熱温度測定位置を図3-16に示す。

3.5 炉内圧力の測定

- 加熱中の炉内圧力を測定した。測定は、(株)サヤマトレーディングの微差圧トランスデューサー モデル264 (SETRA社製) $\pm 6.35\text{mmH}_2\text{O}$ (出力0～5VDC) を用い、バーチカルペンレコーダー TYPE 3056 (YOKOGAWA) に記録した。炉内圧力測定位置を図3-16に示す。

3.6 映像記録

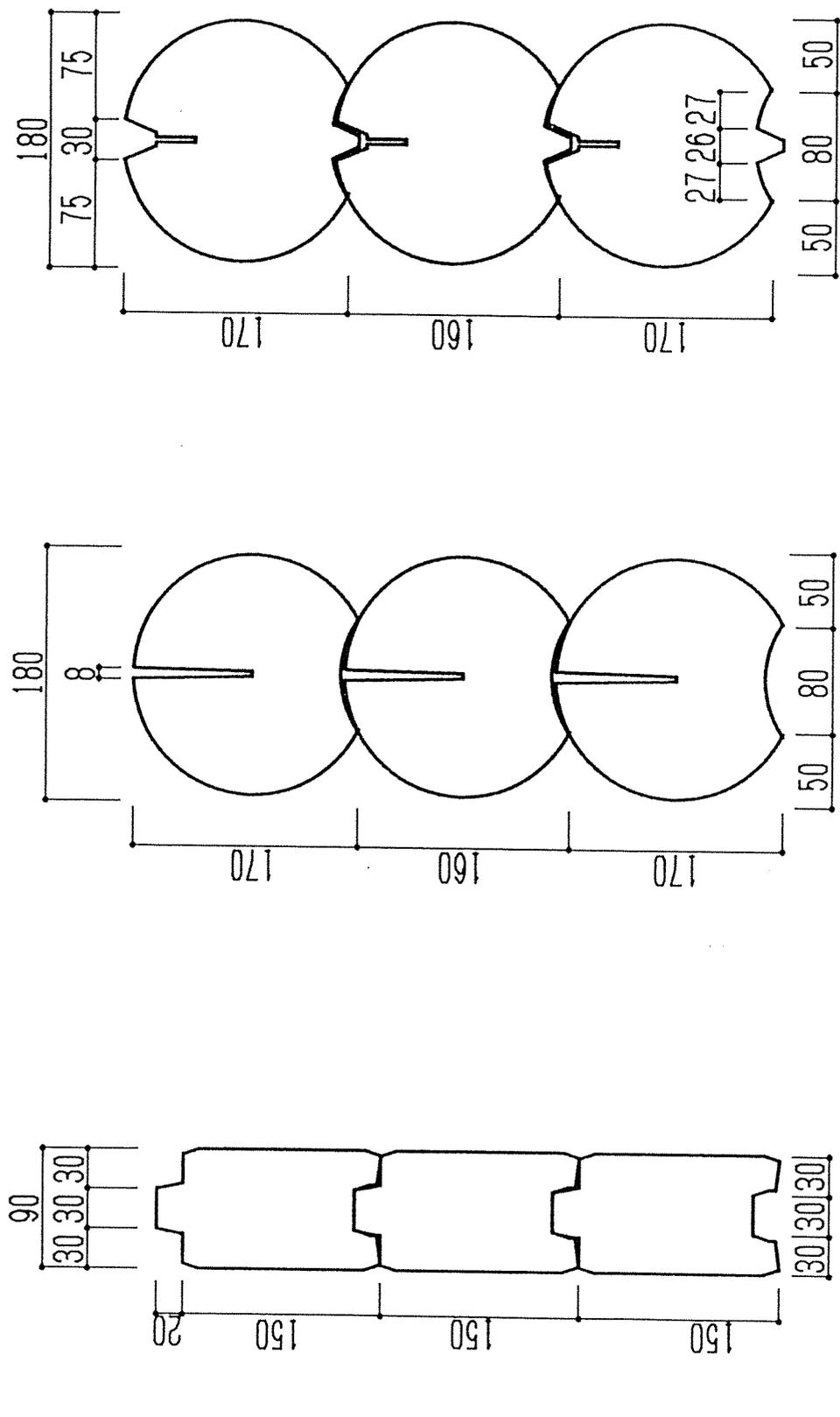
- 加熱試験中の供試体の非加熱側の変化状況を3分おきの写真撮影及びVTRにより記録した。

3.7 目視観察

- 加熱試験中の供試体の加熱面及び非加熱面の変化状況を目視により観察記録した。

3.8 炭化状況の測定

- 加熱試験終了後に継手部の3ヶ所を含む計11ヶ所の炭化深さを測定した。
- 継ぎ手試験体については、各継ぎ手部分と継ぎ手上下の部材の炭化深さを測定した。

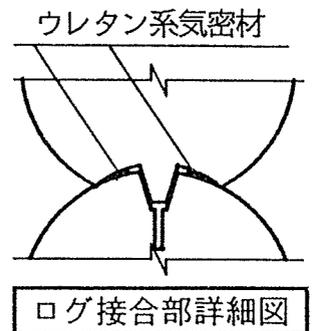
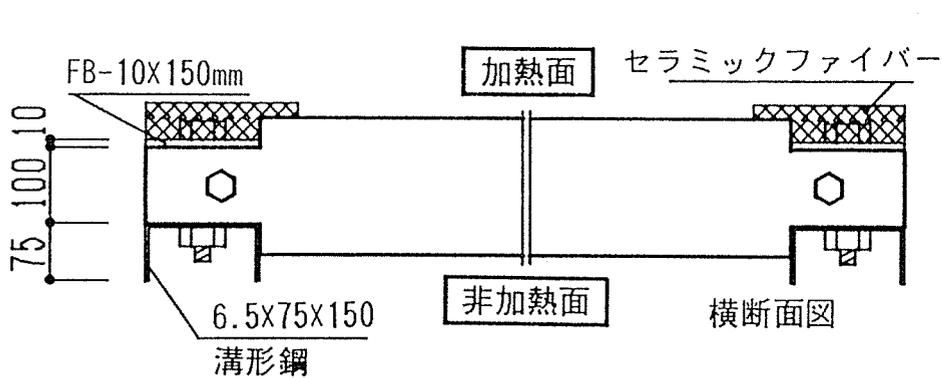
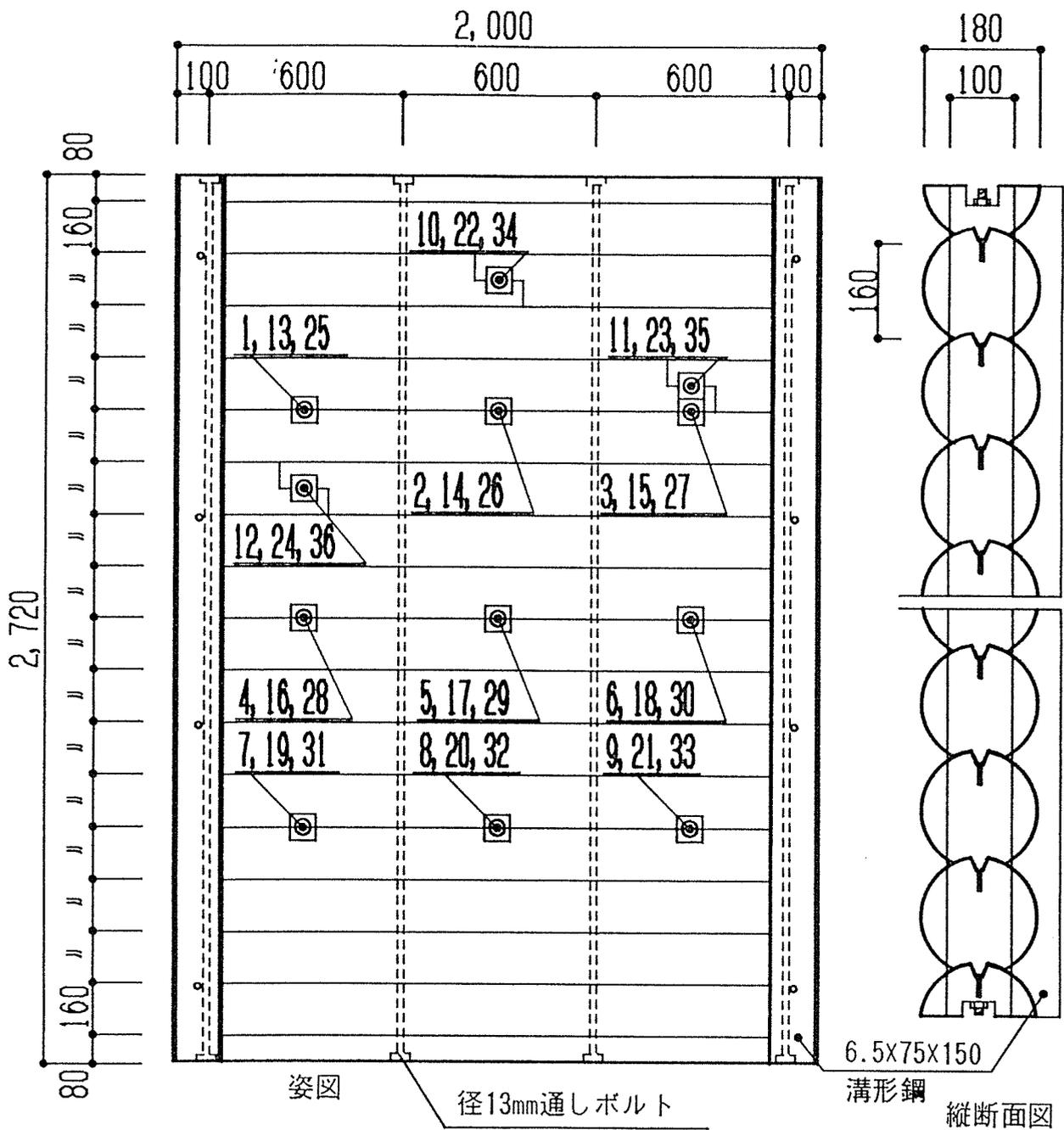


A : 丸ログ円弧実

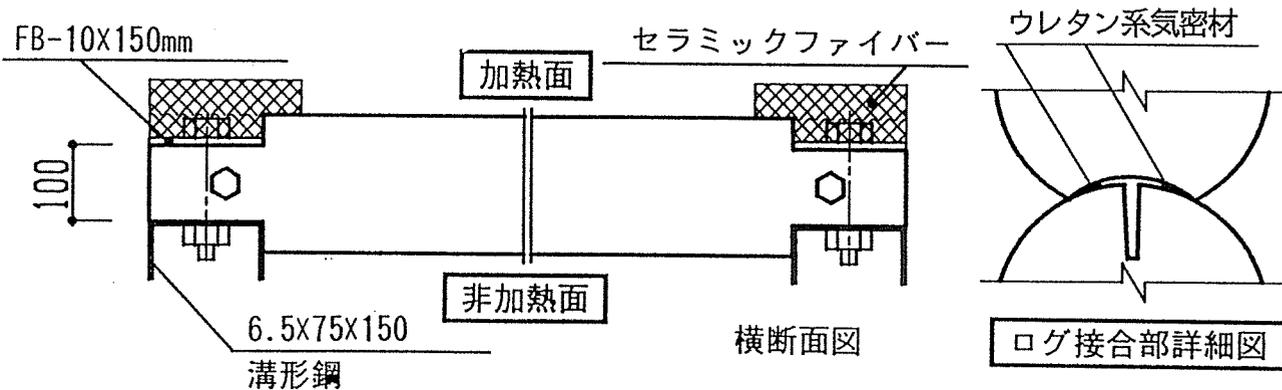
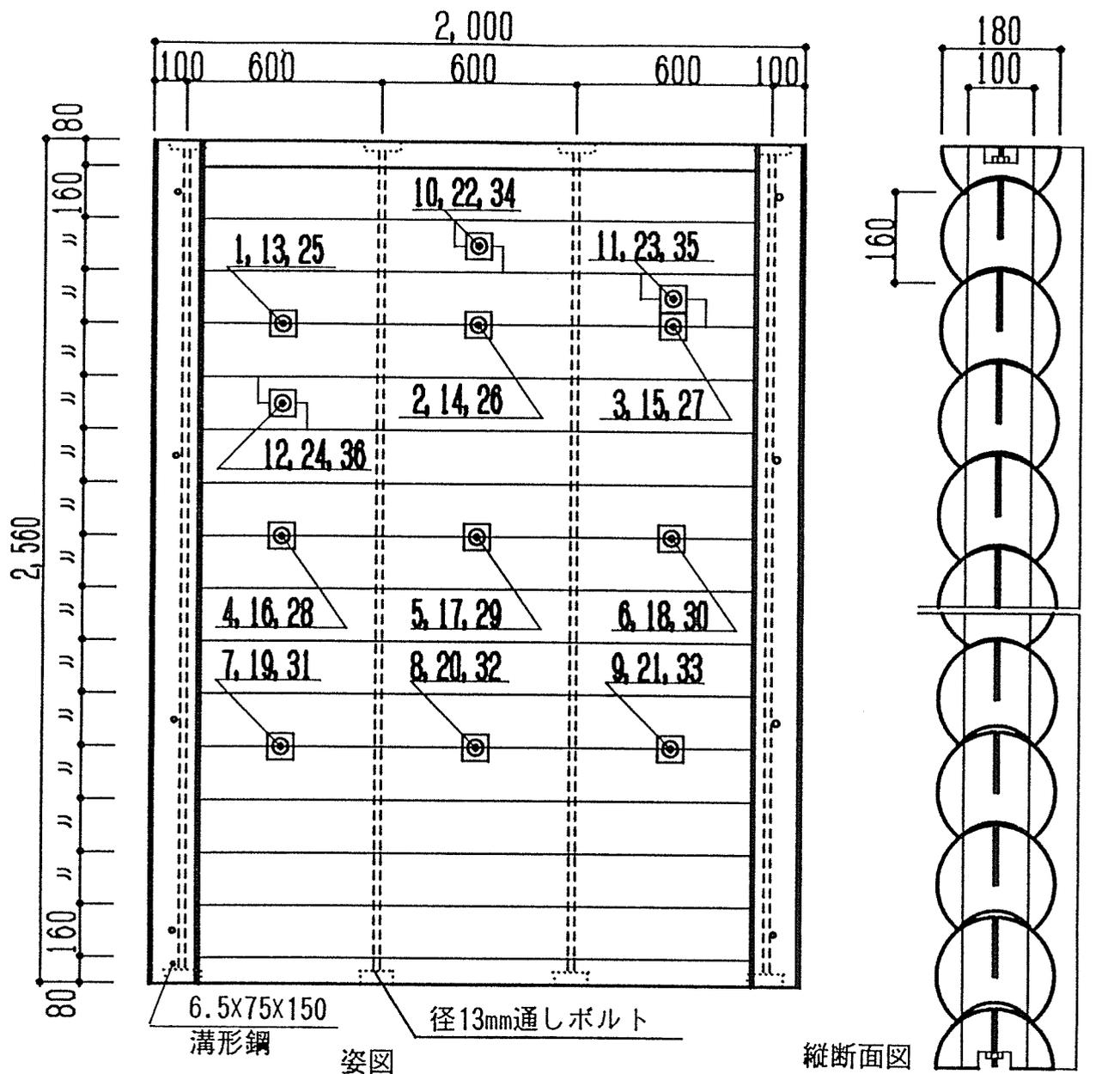
B : 丸ログ小円弧

C : 角ログ1枚実

図3-1 ログ試験体断面形状



試験体 A、丸ログ円弧落とし実加工
 図3-2 試験体概要図



試験体B、丸ログ小円弧落とし

図3-4 試験体概要図

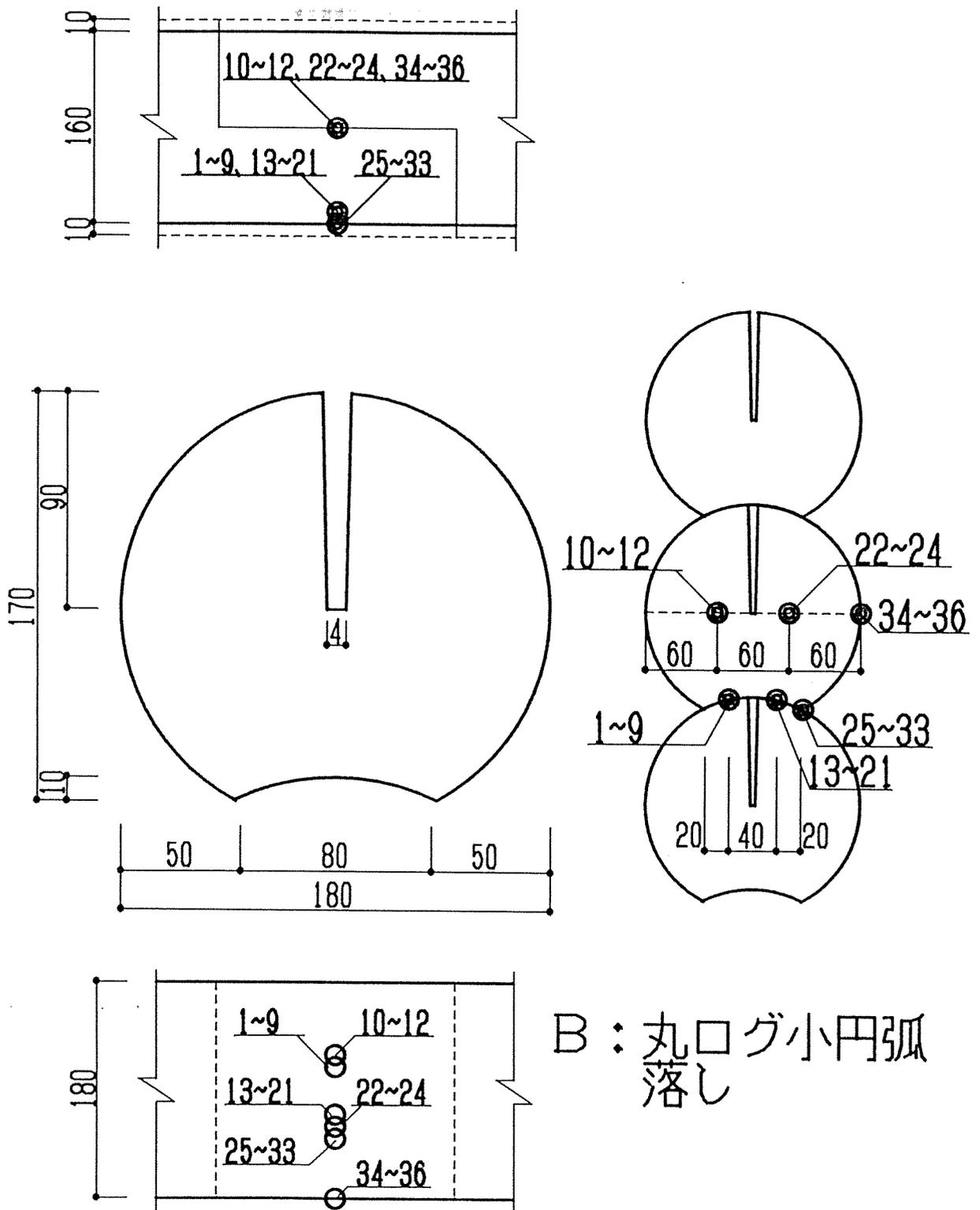
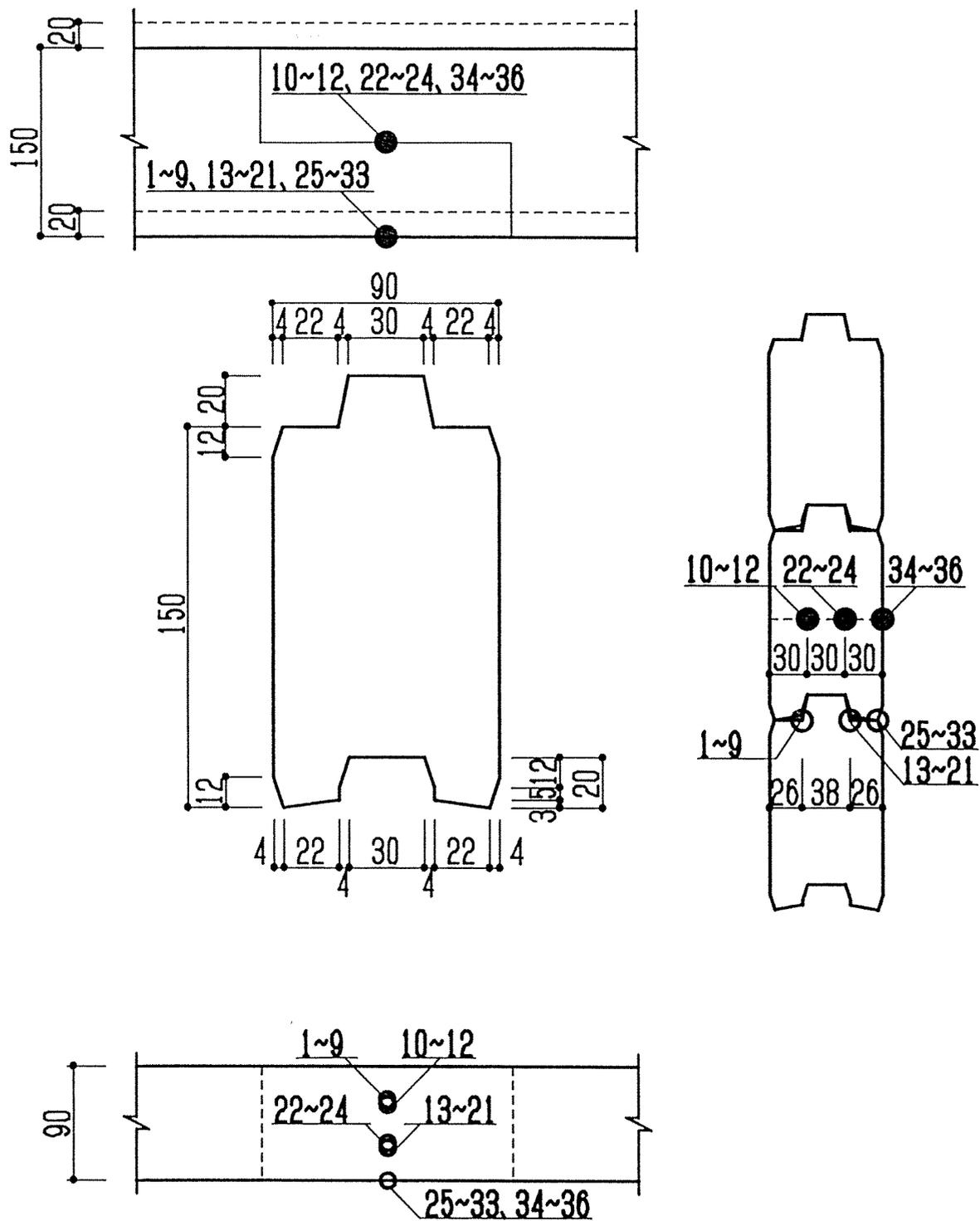
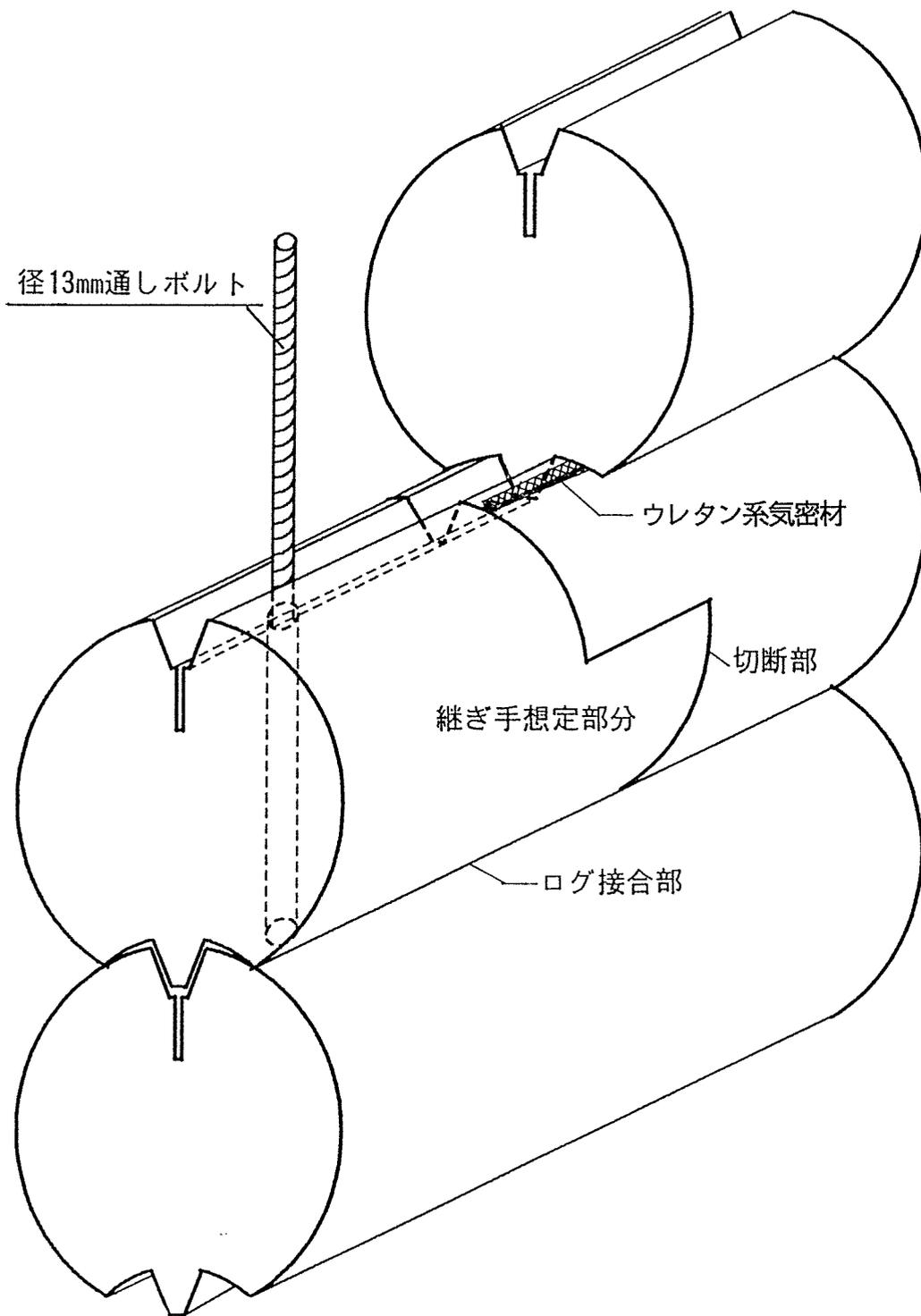


図3-5 ログ断面詳細、温度測定位置図



C : 角ロゲー一枚実加工

図3-7 ログ断面詳細、温度測定位置図



試験体A、丸ログ円弧落とし実加工
 図3-8 ログ試験体、組み立て概要図

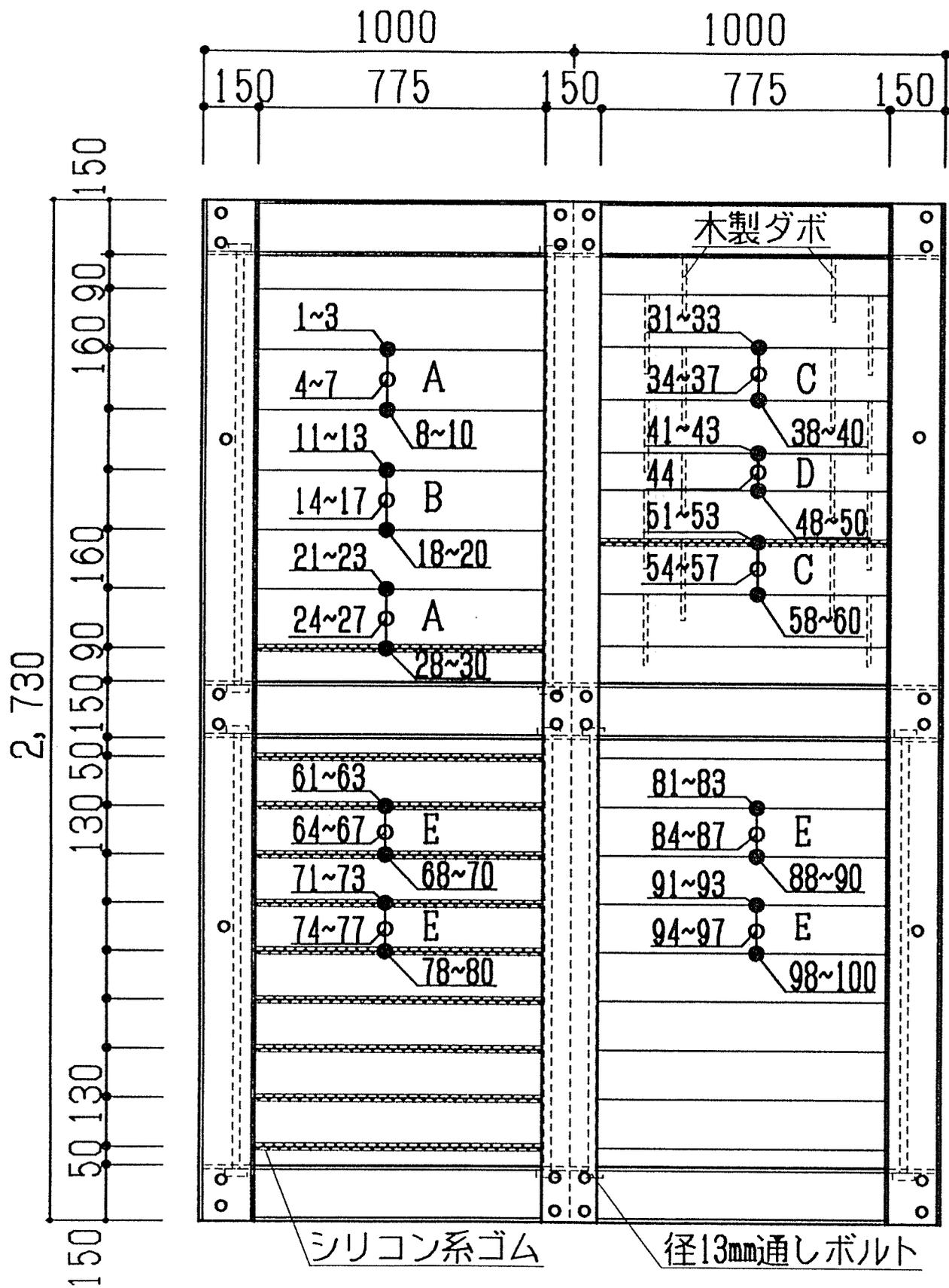
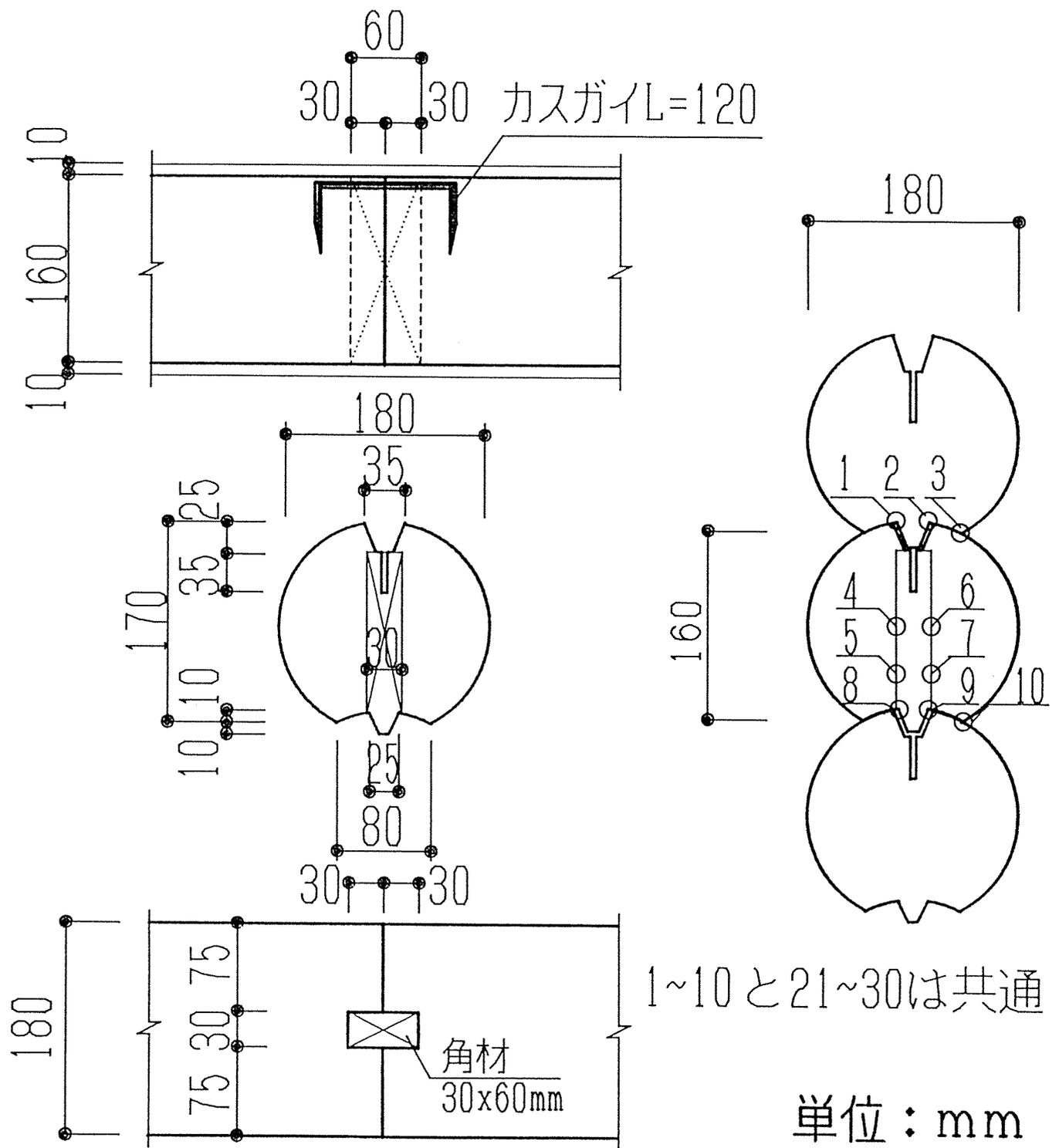
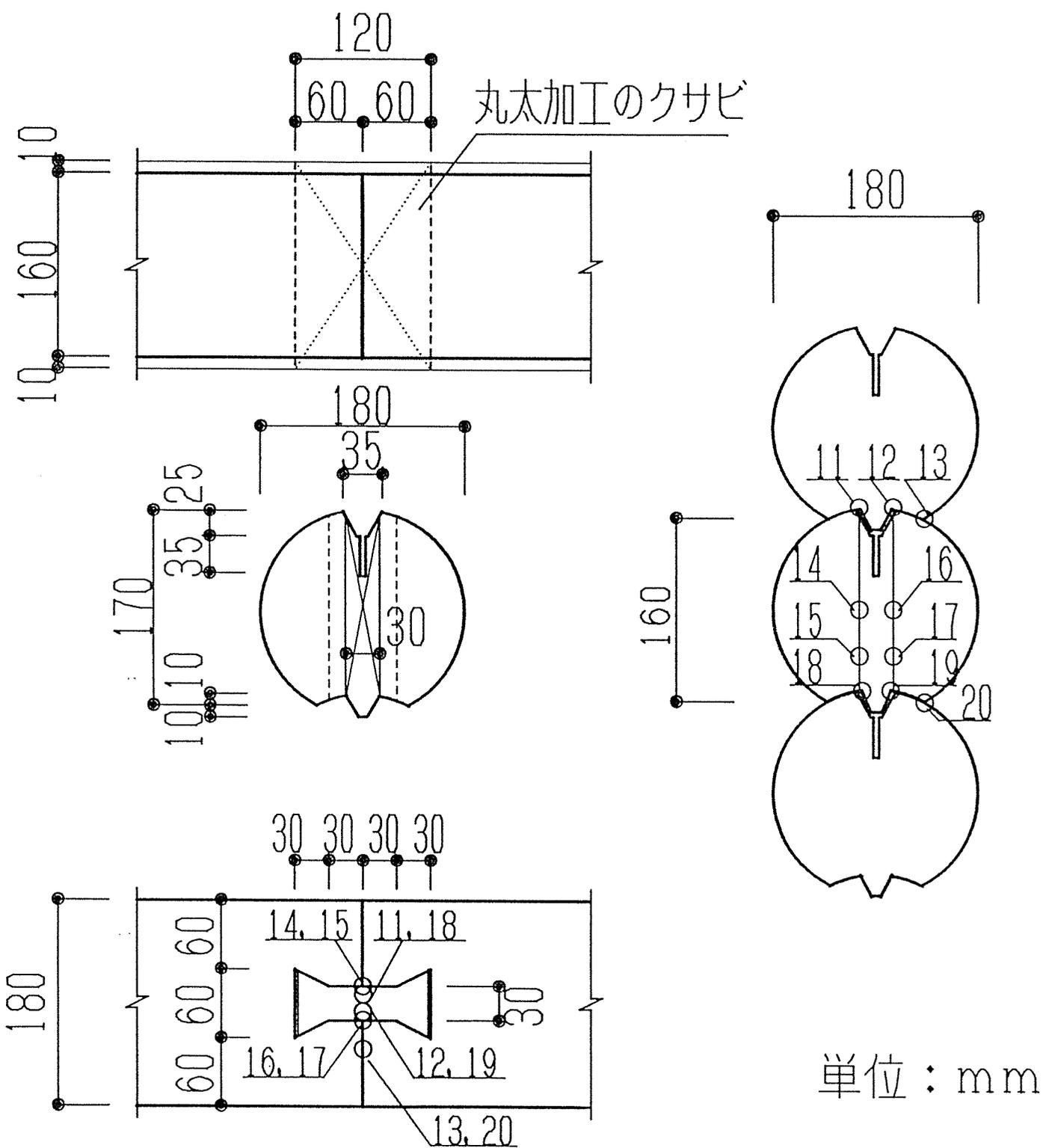


図3-10 継ぎ手試験体姿図、温度測定位置図

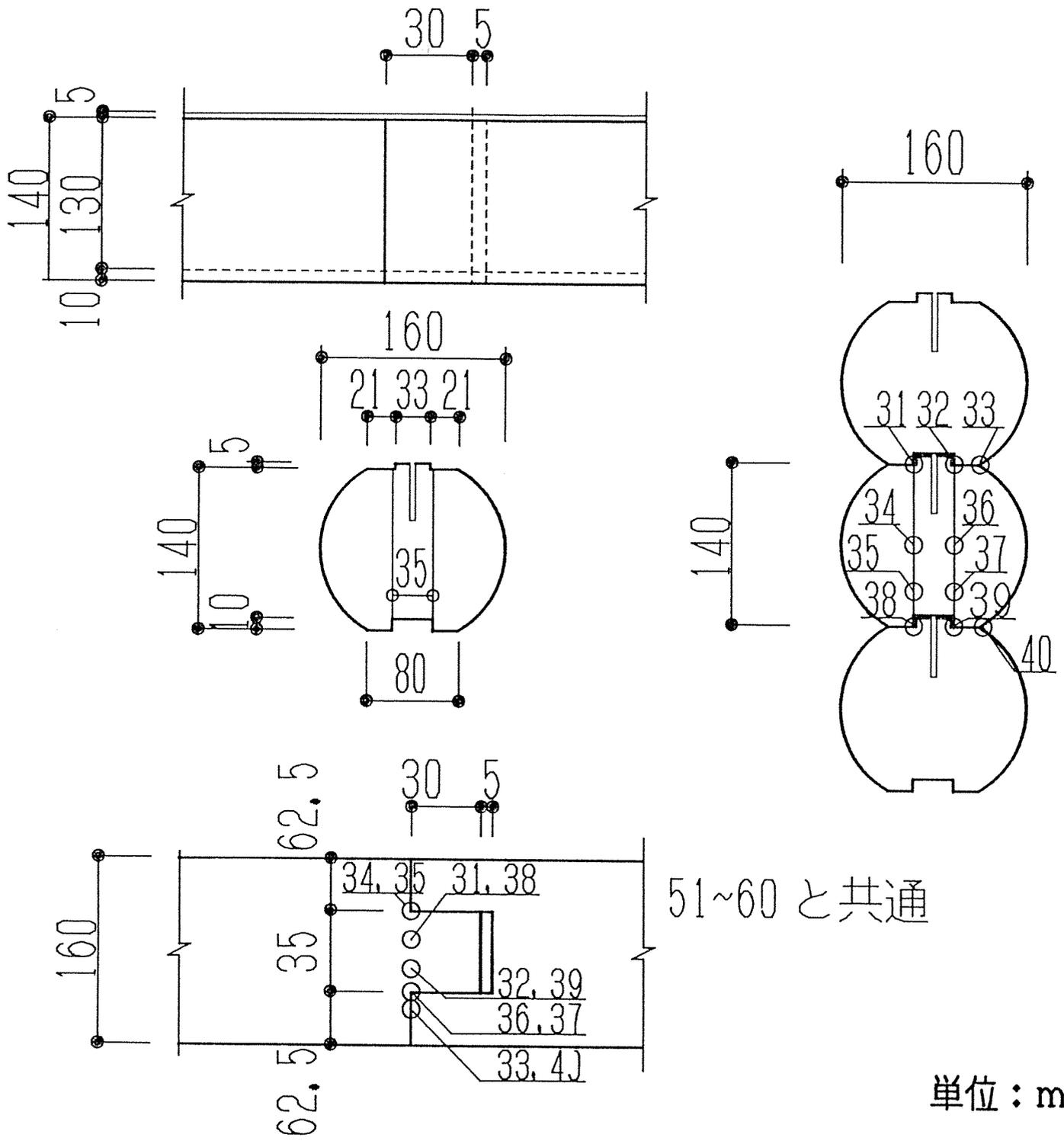


継ぎ手A、ダボ継ぎ手詳細、温度測定位置
 図3-11 継ぎ手試験体断面詳細図



継ぎ手B、クサビ継ぎ手詳細、温度測定位置

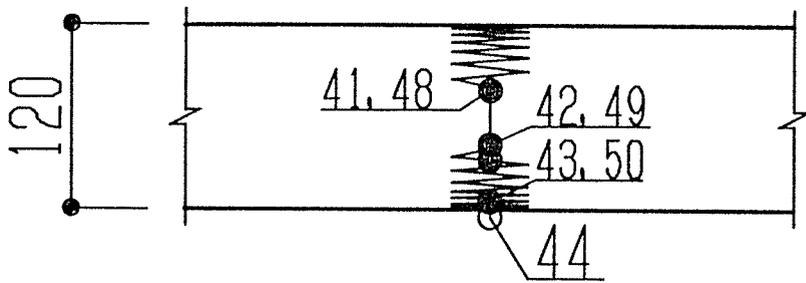
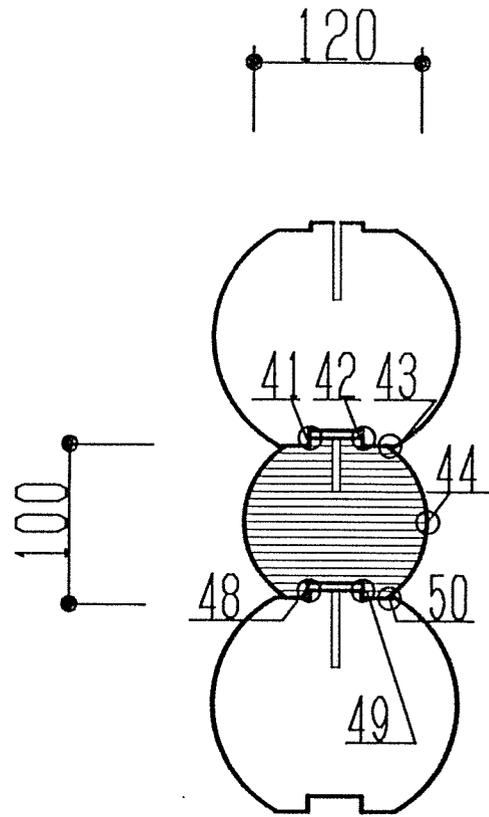
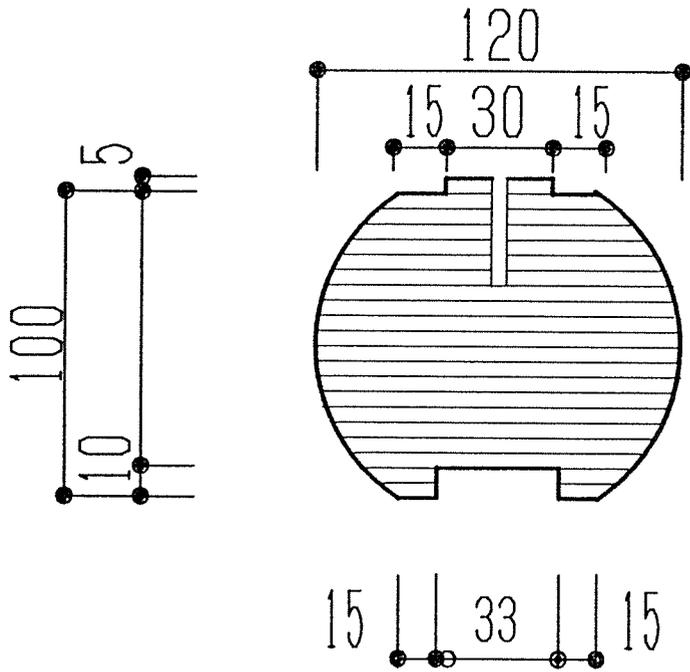
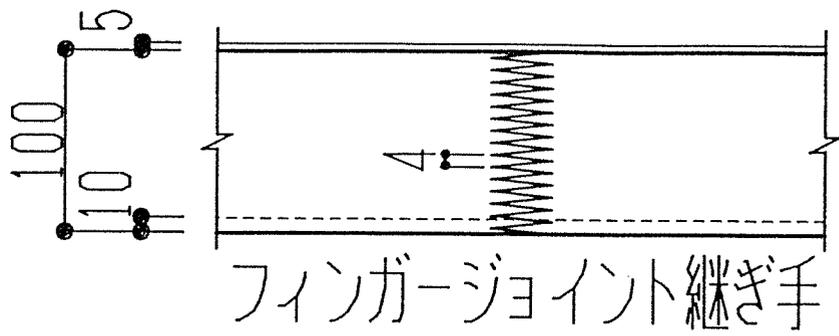
図3-12 継ぎ手試験体断面詳細図



単位：mm

継ぎ手C、本実加工継ぎ手詳細、温度測定位置

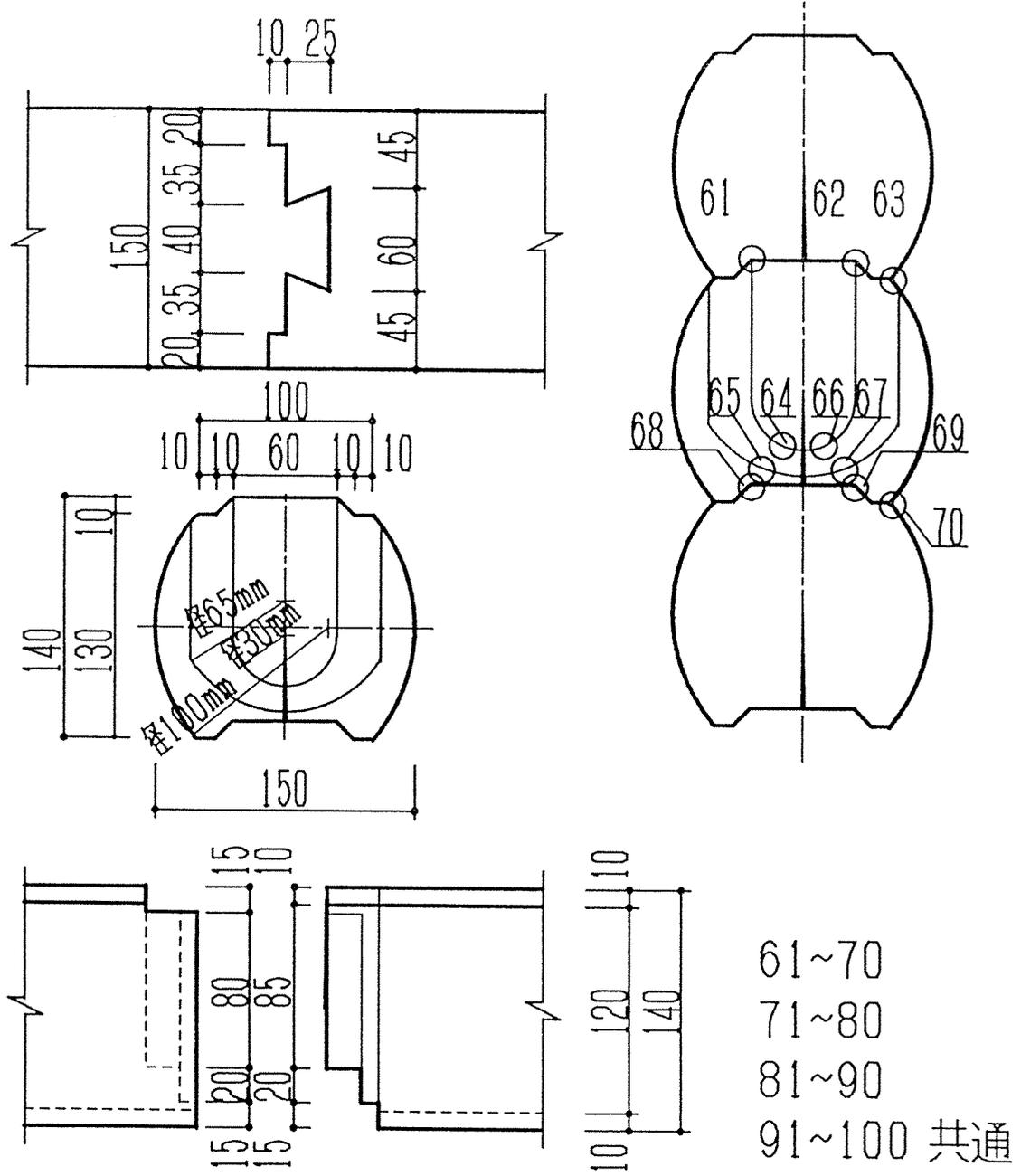
図3-13 継ぎ手試験体断面詳細図



単位：mm

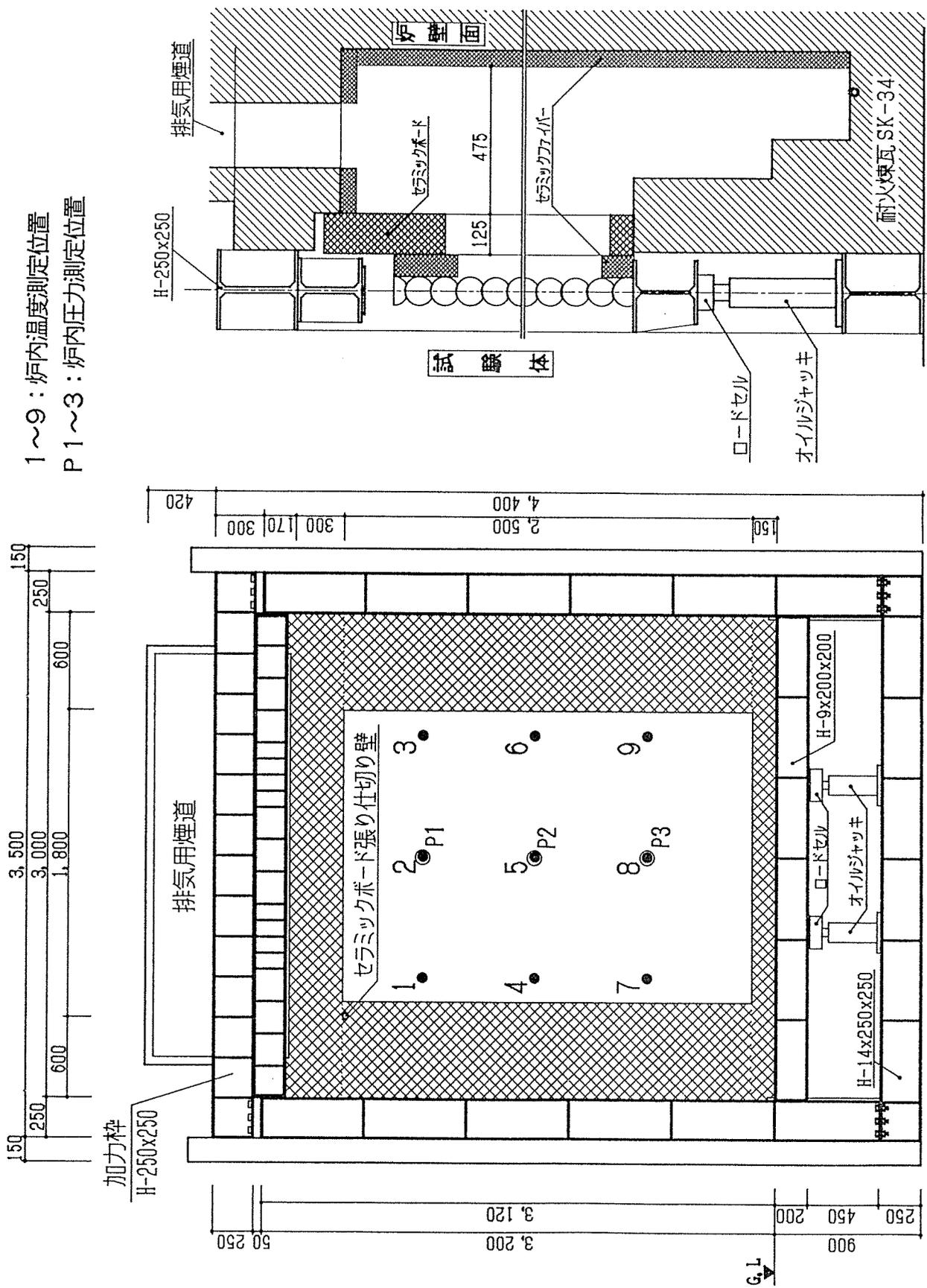
継ぎ手D、フィンガージョイント 継ぎ手詳細図、
温度測定位置図

図3-14 継ぎ手試験体断面詳細図



継ぎ手E、腰掛けあり継ぎ、詳細図、
温度測定位置図

図3-15 継ぎ手試験体断面詳細図



側面図

加熱炉正面図、炉内温度測定位置図

図3-16 加熱試験炉、概要図

1~9: 炉内温度測定位置
P1~3: 炉内圧力測定位置

4 試験結果

4.1 ログ試験体の防火性能

各試験体の接合部・継手部の深さごとの最高値と平均値の温度の100℃、260℃到達時間と最高時、終了時の温度及び炭化深さの最大値、平均値のまとめを、表4-1, 2に示す。また各試験体の一般部、継手部、接合部の炭化深さのまとめを、表4-3に示す。

4.1.1 ログ試験体の防火2級加熱試験

4.1.1.1 試験体記号A-1：丸ログ円弧落とし実加工（継手部目地処理）

温度測定時間：120分

加熱開始後加熱側では、4分44秒に表面が黒く焦げ始め、4分55秒にログ表面に着炎した。ログ表面の炎は勢いが上下した後、15分12秒に炎が消え、赤熱状態となった。赤熱状態は加熱終了時（30分）に部分的に残り、40分になってから全体的に消えた。

一方非加熱側では、5分04秒に継手部分、通しボルト穴上部から白煙が一気に発生し始めた。18分07秒に継手周囲が焦げ始め、42分に火炎貫通した（47分に耐火接着剤などで火炎貫通部分を埋める）。56分17秒にはログ接合部から多量の白煙が発生し、60分に火炎貫通した（直ちに耐火接着剤などで火炎貫通部分を埋める）。

ログ接合部の加熱面から深さ20mm位置温度は、測定点中最も高い温度（以下『最高』とする）は27分に82℃、各測定点の温度の平均（以下『平均』とする）は43分に57℃まで上昇した後、試験終了時には最高は57℃、平均は46℃まで下降した。ログ接合部の加熱面から深さ60mm位置温度は、最高は23分に82℃まで上昇した後、試験終了時には49℃まで下降したが、平均は112分に30℃まで徐々に上昇し、試験終了時までほぼ一定温度を保った。ログ接合部の裏面温度は、最高は53分に38℃まで上昇した後、試験終了時には35℃まで下降したが、平均は試験終了時に最高20℃までわずかに上昇した。

ログ継手部の加熱面から深さ60mm位置温度は、最高は104分に73℃、平均は104分に68℃まで徐々に上昇し、試験終了時までほぼ一定温度を保った。ログ継手部の加熱面から深さ120mm位置温度は、最高は118分に50℃、平均は118分に38℃まで徐々に上昇し、試験終了時までほぼ一定温度を保った。ログ継手部の裏面温度は、最高は103分に20℃、平均は104分に17℃までわずかに上昇し、試験終了時までほぼ一定温度を保った。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大15.0mm、平均10.4mm、ログ継手部中央では最大16.0mm、平均13.3mm、ログ接合部では最大10.0mm、平均7.2mmであった。ログの炭化図を図炭4.1.1-1に示す。

加熱中の炉内の各位置の最大炉内圧力は、上(3/4)で16.8Pa、中央(1/2)で13.7Pa、下(1/4)で6.2Paであった。炉内圧力変化を図炉圧4.1.1-1に示す。

- 燃料消費量（プロパンガス）：4.2 (m³)
- 260℃を超える加熱温度時間面積：72.0 (X100℃・分)
- 260℃を超える特性温度時間面積：68.3 (X100℃・分)
- 加熱比率：1.05

試験体A-1の同一深さの温度の平均を、図4.1.1-1に示す。

4. 1. 1. 2 試験体記号B-1：丸ログ小円弧落とし（継手部目地無処理）

温度測定時間：135分

加熱開始後加熱側では、4分40秒に表面が黒く焦げ始め、4分50秒にログ表面に着炎した。ログ表面の炎は勢いが上下した後、9分56秒にログ表面から表面の炭化層が脱落し始め、10分36秒に全体に広がった。その後18分30秒にログ表面の炎が消え、赤熱状態となった。赤熱状態は26分50秒にも依然として残っていた。

一方非加熱側では、4分10秒に継手部分から、4分45秒に通しボルト穴上部から白煙が発生し始めた。8分36秒に継手部、接合部のログ表面が黒くなり始め、白煙が発生した。その後13分09秒、15分55秒と20分54秒にそれぞれの継手部分から火炎が貫通した（47分に耐火接着剤、セラミックファイバーなどで火炎貫通部分を埋める）。

ログ接合部の加熱面から深さ20mm位置温度は、最高は36分に100℃を越え、73分に260℃を越え、134分時に最高626℃まで上昇した（試験終了時：626℃）。一方平均は96分に100℃を越え、134分時に最高118℃まで上昇した（試験終了時：118℃）。ログ接合部の加熱面から深さ60mm位置温度は、最高は62分に100℃を越え、87.3分頃に260℃を越え、試験終了時に最高660℃まで上昇した。一方平均は120分に100℃を越え、試験終了時に最高104℃まで上昇した。ログ接合部の裏面温度は、最高は92.4分頃に100℃を越え、109.4分頃に260℃を越え、134分時に最高556℃まで上昇した（試験終了時：556℃）。一方平均は122分に98℃まで徐々に上昇し、試験終了時までほぼ一定温度（試験終了時：92℃）を保った。

ログ継手部中央の加熱面から深さ60mm位置温度は、最高は4.6分頃に100℃を越え、6.4分頃に260℃を越え、117分時に最高941℃まで上昇した（試験終了時：838℃）。一方平均は5.9分頃に100℃を越え、42.6分頃に260℃を越え、108分時に最高836℃まで上昇した（試験終了時：643℃）。ログ継手部の加熱面から深さ120mm位置温度は、最高は5.7分頃に100℃を越え、9.8分頃に260℃を越え、117分時に最高999℃まで上昇した（試験終了時：761℃）。一方平均は8分に100℃を越え、49.4分頃に260℃を越え、109分時に最高777℃まで上昇した（試験終了時：510℃）。ログ継手部の裏面温度は、最高は8分に100℃を越え、53分に260℃を越え、119分時に最高748℃まで上昇した（試験終了時：438℃）。一方平均は46.6分頃に100℃を越え、55.6分頃に260℃を越え、114分時に最高416℃まで上昇した（試験終了時：331℃）。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大22.0mm、平均14.2mm、ログ継手部中央では最大180.0mm（炭化が非加熱側まで進行）、平均180.0mm、ログ接合部では最大84.0mm（炭化が非加熱側まで進行）、平均22.4mmであった。ログの炭化図を図4.1.1-2に示す。

1. 1-2に示す。

加熱中の炉内の各位置の最大炉内圧力は、上(3/4)で17.4Pa、中央(1/2)で12.2Pa、下(1/4)で5.0Paであった。炉内圧力変化を図4.1.1-2に示す。

- 燃料消費量（プロパンガス）：4.5 (m³)
- 260℃を超える加熱温度時間面積：83.9 (×100℃・分)
- 260℃を超える特性温度時間面積：68.3 (×100℃・分)
- 加熱比率：1.23

試験体B-1の同一深さの温度の平均を、図4.1.1-2に示す。

4. 1. 1. 3 試験体記号C-1：角ログ一枚実（継手部目地無処理）

温度測定時間：112分

加熱開始後加熱側では、5分11秒に表面が黒く焦げ始め、5分38秒にログ表面に着炎した。ログ表面の炎は勢いが上下した後、16分に炎が消え、赤熱状態となった。赤熱状態は加熱終了時（30分）に部分的に残り、47分50秒になってから全体的に消えた。

一方非加熱側では、4分40秒に継手部分から、5分55秒に通しボルト穴上部とログ木口面などから白煙が一気に発生し始めた。11分に継手周囲が焦げ始め、68分に火炎貫通した（99分に炎が消える）。

ログ接合部の加熱面から深さ26mm位置温度は、最高は7.9分頃に、平均は11.9分に100℃を越え、最高は14分に256℃、平均は14分に111℃まで上昇した後、試験終了時には最高は90℃、平均は73℃まで下降した。ログ接合部の加熱面から深さ64mm位置温度は、最高は16分に90℃まで上昇した後、試験終了時には63℃まで下降したが、平均は108分に54℃まで徐々に上昇し、試験終了時までほぼ一定温度（試験終了時：53℃）を保った。ログ接合部の裏面温度は、最高は112分に39℃、平均は108分に29℃まで徐々に上昇し、試験終了時までほぼ一定温度を保った。

ログ継手部中央の加熱面から深さ30mm位置温度は、最高は5分に100℃を越え、8.9分頃に260℃を越え、75分時に最高732℃まで上昇した（試験終了時：541℃）。一方平均は5.5分頃に100℃を越え、18.3分頃に260℃を越え、87分時に最高593℃まで上昇した（試験終了時：459℃）。ログ継手部の加熱面から深さ60mm位置温度は、最高は10.0分頃に100℃を越え、24.4分頃に260℃を越え、87分時に最高931℃まで上昇した（試験終了時：660℃）。一方平均は16.5分に100℃を越え、37.4分頃に260℃を越え、87分時に最高540℃まで上昇した（試験終了時：450℃）。ログ継手部の裏面温度は、最高は19.3分頃に100℃を越え、85分に260℃を越え、87分時に最高746℃まで上昇した（試験終了時：301℃）。一方平均は37分に100℃を越え、86.3分頃に260℃を越え、87分時に最高340℃まで上昇した（試験終了時：209℃）。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大21.0mm、平均11.7mm、ログ継手部中央では最大90.0mm（炭化が非加熱側まで進行）、平均90.0mm、ログ接合部では最大13.0mm、平均10.7mmであった。ログの炭化図を図炭4.1.1-3に示す。

加熱中の炉内の各位置の最大炉内圧力は、上(3/4)で16.2Pa、中央(1/2)で11.6Pa、下(1/4)で4.1Paであった。炉内圧力変化を図炉圧4.1.1-3に示す。

- 燃料消費量（プロパンガス）：5.0 (m³)
- 260℃を超える加熱温度時間面積：74.6 (×100℃・分)
- 260℃を超える特性温度時間面積：68.3 (×100℃・分)
- 加熱比率：1.09

試験体C-1の同一深さの温度の平均を、図4.1.1-3に示す。

4. 1. 1. 4 試験体記号A-3：丸ログ円弧落とし実加工（継手部目地処理）

温度測定時間：120分

加熱開始後加熱側では、4分25秒に表面が黒く焦げ始め、4分30秒にログ表面に着炎した。ログ表面の炎は勢いが上下した後、17分に炎が消え、赤熱状態となった。赤熱状態は加熱終了時（30分）に部分的に残り、31分になってから全体的に消えた。

一方非加熱側では、7分30秒に継手部分から、9分20秒に通しボルト穴上部から白煙が発生し始めた。18分40秒にはログ接合部から白煙が発生し始めた。68分と97分にそれぞれ2箇所の継手部分から火炎が貫通した。

ログ接合部の加熱面から深さ20mm位置温度は、最高は10.5分に80℃、平均は43.5分に50℃まで上昇した後、試験終了時には最高は44℃、平均は41℃まで下降した。ログ接合部の加熱面から深さ60mm位置温度は、最高は116分に28℃、平均は105.5分に24℃までわずかに上昇し、試験終了時までほぼ一定温度を保った。ログ接合部の裏面温度は、最高は112分に16℃、平均は110分に14℃までわずかに上昇し、試験終了時までほぼ一定温度を保った。

ログ継手部中央の加熱面から深さ60mm位置温度は、最高は119.5分に90℃、平均は116.5分に77℃まで上昇し、試験終了時までほぼ一定温度を保った。ログ継手部の加熱面から深さ120mm位置温度は、最高は118.5分に75℃、平均は119分に47℃まで上昇し、試験終了時までほぼ一定温度を保った。ログ継手部の裏面温度は、最高は10分に44℃まで上昇した後、試験終了時には29℃まで下降したが、平均は9.5分に20℃までわずかに上昇し、試験終了時までほぼ一定温度を保った。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大17.0mm、平均11.7mm、ログ継手部中央では最大23.0mm、平均15.0mm、ログ接合部では最大14.0mm、平均8.1mmであった。ログの炭化図を図炭4.1.1-4に示す。

加熱中の炉内の各位置の最大炉内圧力は、上(3/4)で16.8Pa、中央(1/2)で12.1Pa、下(1/4)で5.0Paであった。炉内圧力変化を図炉圧4.1.1-4に示す。

- 燃料消費量（プロパンガス）：4.5 (m³)
- 260℃を超える加熱温度時間面積：75.9 (X100℃・分)
- 260℃を超える特性温度時間面積：68.3 (X100℃・分)
- 加熱比率：1.11

試験体A-3の同一深さの温度の平均を、図4.1.1-4に示す。

4. 1. 1. 5 試験体記号B-3：丸ログ小円弧落とし（継手部目地処理）

温度測定時間：150分

加熱開始後加熱側では、4分35秒に表面が黒く焦げ始め、4分40秒にログ表面に着炎した。ログ表面の炎は勢いが上下した後、16分45秒に炎が消え、赤熱状態となった。赤熱状態は加熱終了時（30分）に全体的に消えた。

一方非加熱側では、5分40秒に継手部分から、8分30秒に通しボルト穴上部から白煙が発生し始めた。12分30秒にログ表面の長さ方向に割れが広がった。なお火炎貫通は計測終了時（150分）まで確認できなかった。

ログ接合部の加熱面から深さ20mm位置温度は、最高は24.5分に89℃、平均は31分に72℃まで上昇した後、試験終了時には最高は54℃、平均は44℃まで下降した。ログ接合部の加熱面から深さ60mm位置温度は、最高は48.5分に38℃、平均は122分に27℃まで徐々に上昇し、試験終了時までほぼ一定温度を保った。ログ接合部の裏面温度は、最高は84分に20℃、平均は122分に16℃までわずかに上昇し、試験終了時までほぼ一定温度を保った。

ログ継手部中央の加熱面から深さ60mm位置温度は、最高は12分に100℃を越え、73.5分に260℃を越え、140.5分時に最高470℃まで上昇した（試験終了時：465℃）。一方平均は19分に100℃を越え、99分頃に260℃を越え、試験終了時に最高396℃まで上昇した。ログ継手部の加熱面から深さ120mm位置温度は、最高は130分に100℃を越え、試験終了時までほぼ一定温度を保った（146分時に最高101℃）。一方平均は145.5分に最高82℃まで上昇し、試験終了時までほぼ一定温度を保った。ログ継手部の裏面温度は、最高は142.5分に34℃、平均は130.5分に23℃までわずかに上昇し、試験終了時までほぼ一定温度を保った。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大17.0mm、平均12.6mm、ログ継手部中央では最大104.0mm、平均94.0mm、ログ接合部では最大13.0mm、平均8.1mmであった。ログの炭化図を図4.1.1-5に示す。

加熱中の炉内の各位置の最大炉内圧力は、上(3/4)で16.2Pa、中央(1/2)で11.8Pa、下(1/4)で4.7Paであった。炉内圧力変化を図4.1.1-5に示す。

- 燃料消費量（プロパンガス）：4.4 (m³)
- 260℃を超える加熱温度時間面積：75.1 (×100℃・分)
- 260℃を超える特性温度時間面積：68.3 (×100℃・分)
- 加熱比率：1.10

試験体B-3の同一深さの温度の平均を、図4.1.1-5に示す。

4. 1. 1. 6 試験体記号C-3：角ログ一枚実（継手部目地処理）

温度測定時間：120分

加熱開始後加熱側では、4分37秒に表面が黒く焦げ始め、4分44秒にログ表面に着炎した。ログ表面の炎は勢いが上下した後、15分42秒に炎が消え、赤熱状態となった。赤熱状態は26分32秒に全体的に消えた。

一方非加熱側では、4分40秒に継手部分から、5分55秒に通しボルト穴上部とログ木口面などから白煙が一気に発生し始めた。11分に継手周囲が焦げ始め、68分に火炎貫通した（99分に炎が消える）。

ログ接合部の加熱面から深さ26mm位置温度は、最高は15分に、平均は27分に100℃を越え、最高は30分に129℃、平均は34.5分に102℃まで上昇した後、試験終了時には最高は70℃、平均は64℃まで下降した。ログ接合部の加熱面から深さ64mm位置温度は、最高は55.5分に75℃まで上昇した後、試験終了時には61℃まで下降したが、平均は86.5分に50℃まで徐々に上昇し、試験終了時までほぼ一定温度（試験終了時：49℃）を保った。ログ接合部の裏面温度は、最高は45.5分に45℃まで上昇した後、試験終了時には34℃まで下降したが、平均は113.5分に31℃まで徐々に上昇し、試験終了時までほぼ一定温度を保った。

ログ継手部中央の加熱面から深さ30mm位置温度は、最高は40分に100℃、平均は35.5分に99℃まで上昇した後、試験終了時には最高は68℃、平均は66℃まで下降した。ログ継手部の加熱面から深さ60mm位置温度は、最高は12.5分に94℃、平均は53.5分に65℃まで上昇した後、試験終了時には最高は58℃、平均は56℃まで下降した。ログ継手部の裏面温度は、最高は19分に34℃、平均は93分に32℃まで徐々に上昇し、試験終了時までほぼ一定温度を保った。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大15.0mm、平均10.2mm、ログ継手部中央では最大16.0mm、平均12.3mm、ログ接合部では最大13.0mm、平均10.2mmであった。ログの炭化図を図炭4.1.1-6に示す。

加熱中の炉内の各位置の最大炉内圧力は、上(3/4)で16.6Pa、中央(1/2)で11.8Pa、下(1/4)で5.0Paであった。炉内圧力変化を図炉圧4.1.1-6に示す。

- 燃料消費量（プロパンガス）：4.5 (m³)
- 260℃を超える加熱温度時間面積：75.9 (×100℃・分)
- 260℃を超える特性温度時間面積：68.3 (×100℃・分)
- 加熱比率：1.11

試験体C-3の同一深さの温度の平均を、図4.1.1-6に示す。

4. 1. 2 ログ試験体の I S O 耐火加熱試験

4. 1. 2. 1 試験体記号 A-2 : 丸ログ円弧落とし実加工 (継手部目地処理)

加熱時間 : 75分

加熱開始後加熱側では、3分に表面が黒く焦げ始め、3分27秒にログ表面に着炎した。その後もログ表面の炎は炉内温度の調整で勢いが上下した。7分09秒にログ表面に細かい割れが発生し始め、表面が所々白黒の斑模様に変化した後、34分04秒にはログ表面の横方向に深い亀裂が発生しているのが確認された。

一方非加熱側では、2分29秒に継手部分、通しボルト穴上部から白煙が発生し始めた。13分11秒に継手周囲が焦げ始め、また22分53秒にログ接合部が焦げ始めた。その後58分に継手部分が火炎貫通し、継手部分から火の粉が舞うようになった。

ログ接合部の加熱面から深さ20mm位置温度は、最高は40.8分頃に100℃を越え、70.5分に260℃を越え、加熱終了時に最高308℃まで上昇した。一方平均は46.5分に100℃を越え、加熱終了時に最高223℃まで上昇した。ログ接合部の加熱面から深さ60mm位置温度は、加熱終了時までには最高は97℃、平均は81℃まで徐々に上昇した。ログ接合部の裏面温度は、加熱終了時までには最高は81℃、平均は44℃まで徐々に上昇した。

ログ継手部中央の加熱面から深さ60mm位置温度は、最高は62.5分、平均は74.5分頃に100℃を越え、加熱終了時までにはほぼ一定温度を保った。ログ継手部の加熱面から深さ120mm位置温度は、加熱終了時までには最高は77℃、平均は54℃まで徐々に上昇した。ログ継手部の裏面温度は、加熱終了時までには最高は82℃、平均は58℃まで徐々に上昇した。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大55.0mm、平均48.9mm、ログ継手部中央では最大53.0mm、平均50.0mm、ログ接合部では最大34.0mm、平均31.8mmであった。ログの炭化図を図炭4. 1. 2-1に示す。

加熱中の炉内の各位置の最大炉内圧力は、上(3/4)で16.4Pa、中央(1/2)で12.2Pa、下(1/4)で5.0Paであった。炉内圧力変化を図炉圧4. 1. 2-1に示す。

- 燃料消費量 (プロパンガス) : 24.0 (m³)
- 260℃を超える加熱温度時間面積 : 444.5 (X100℃・分)
- 260℃を超える標準温度時間面積 : 423.8 (X100℃・分)
- 加熱比率 : 1.05

試験体 A-2 の同一深さの温度の平均を、図4. 1. 2-1に示す。

4. 1. 2. 2 試験体記号B-2：丸ログ小円弧落とし（継手部目地処理）

加熱時間：100分

加熱開始後加熱側では、2分20秒にログ表面に着炎した。その後もログ表面の炎は炉内温度の調整で勢いが上下した。7分にログ表面に細かい割れが発生し始め、表面が所々白黒の斑模様に変化した後、30分06秒にはログ表面の横方向に深い亀裂が発生しているのが確認された。8分30秒から火の粉が舞い始め、11分40秒から表面の炭化層が脱落し始め、時間経過に伴いその大きさもしだいに大きくなっていった。

一方非加熱側では、1分58秒に通しボルト穴上部から、2分10秒に継手部分から白煙が発生し始めた。9分に継手周囲が焦げ始め、また19分18秒にログ接合部（鉄棒との隣接部分）が焦げ始めた。その後73分58秒に継手部分が火炎貫通した。

ログ接合部の加熱面から深さ20mm位置温度は、最高は23.5分頃に100℃を越え、46.7分頃に260℃を越え、加熱終了時に最高813℃まで上昇した。一方平均は28分に100℃を越え、59.9分頃に260℃を越え、加熱終了時に最高675℃まで上昇した。ログ接合部の加熱面から深さ60mm位置温度は、最高は75分に100℃を越え、加熱終了時に最高203℃まで上昇した。一方平均は88.1分頃に100℃を越え、加熱終了時に最高121℃まで上昇した。ログ接合部の裏面温度は、最高は79.7分頃に100℃を越え、加熱終了時に最高193℃まで上昇した。一方平均は加熱終了時に最高91℃まで徐々に上昇した。

ログ継手部中央の加熱面から深さ60mm位置温度は、最高は15.6分頃に100℃を越え、21.9分頃に260℃を越え、加熱終了時に最高876℃まで上昇した。一方平均は17.1分頃に100℃を越え、34.3分頃に260℃を越え、加熱終了時に最高795℃まで上昇した。ログ継手部の加熱面から深さ120mm位置温度は、最高は39分に100℃を越え、70.3分頃に260℃を越え、加熱終了時に最高531℃まで上昇した。一方平均は43.2分頃に100℃を越え、91.6分頃に260℃を越え、加熱終了時に最高333℃まで上昇した。ログ継手部の裏面温度は、加熱終了時までには最高は85℃、平均は74℃まで徐々に上昇した。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大77.0mm、平均62.9mm、ログ継手部中央では最大180.0mm（炭化が非加熱側まで進行）、平均153.3mm、ログ接合部では最大66.0mm、平均45.6mmであった。ログの炭化図を図炭4.1.2-2に示す。

加熱中の炉内の各位置の最大炉内圧力は、上(3/4)で17.4Pa、中央(1/2)で12.7Pa、下(1/4)で5.6Paであった。炉内圧力変化を図炉圧4.1.2-2に示す。

- 燃料消費量（プロパンガス）：31.4 (m³)
- 260℃を超える加熱温度時間面積：634.8 (×100℃・分)
- 260℃を超える標準温度時間面積：604.6 (×100℃・分)
- 加熱比率：1.05

試験体B-2の同一深さの温度の平均を、図4.1.2-2に示す。

4. 1. 2. 3 試験体記号C-2：角ログ一枚実（継手部目地処理）

加熱時間：97分

加熱開始後加熱側では、2分50秒に表面が黒く焦げ始め、3分05秒にログ表面に着炎した。その後もログ表面の炎は炉内温度の調整で勢いが上下した。11分にログ表面に細かい割れが発生し始め、表面が所々白黒の斑模様に変化した後、50分にはログ表面の横方向に深い亀裂が発生しているのが確認された。

一方非加熱側では、2分29秒に継手部分から、26分05秒に通しボルト穴上部から白煙が発生し始めた。81分に継手周囲が焦げ始め、95分にログ接合部が火炎貫通した。継手部分は97分に火炎貫通した。

ログ接合部の加熱面から深さ26mm位置温度は、最高は5.2分頃に100℃を越え、32.5分に260℃を越え、加熱終了時に最高984℃まで上昇した。一方平均は16分に100℃を越え、35分頃に260℃を越え、加熱終了時に最高922℃まで上昇した。ログ接合部の加熱面から深さ64mm位置温度は、最高は69.5分に100℃を越え、90.1分頃に260℃を越え、加熱終了時に最高406℃まで上昇した。一方平均は76.5分に100℃を越え、95.8分頃に260℃を越え、加熱終了時に最高282℃まで上昇した。ログ接合部の裏面温度は、加熱終了時までには最高は78℃、平均は66℃まで徐々に上昇した。

ログ継手部中央の加熱面から深さ30mm位置温度は、最高は22.5分頃に100℃を越え、41.1分頃に260℃を越え、加熱終了時に最高771℃まで上昇した。一方平均は24分に100℃を越え、49.1分頃に260℃を越え、加熱終了時に最高715℃まで上昇した。ログ継手部の加熱面から深さ60mm位置温度は、最高は44分に100℃を越え、67.8分頃に260℃を越え、加熱終了時に最高489℃まで上昇した。一方平均は48分に100℃を越え、95.6分頃に260℃を越え、加熱終了時に最高272℃まで上昇した。ログ継手部の裏面温度は、最高は66.5分頃に100℃を越え、加熱終了時に最高144℃まで上昇した。一方平均は加熱終了時に98℃になるまで徐々に上昇した。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大67.0mm、平均57.4mm、ログ継手部中央では最大88.0mm、平均72.0mm、ログ接合部では最大77.0mm、平均67.1mmであった。ログの炭化図を図炭4.1.2-3に示す。

加熱中の炉内の各位置の最大炉内圧力は、上(3/4)で15.8Pa、中央(1/2)で12.1Pa、下(1/4)で6.2Paであった。炉内圧力変化を図炉圧4.1.2-3に示す。

- 燃料消費量（プロパンガス）：30.5 (m³)
- 260℃を超える加熱温度時間面積：606.5 (X100℃・分)
- 260℃を超える標準温度時間面積：586.0 (X100℃・分)
- 加熱比率：1.03

試験体C-2の同一深さの温度の平均を、図4.1.2-3に示す。

表4-1 各試験体の各測定位置の100℃、260℃到達時間(分)と最高時と終了時の温度、炭化深さの最大値、平均値のまとめ(ログ接合部)

| 試験体 記号 | 30, 26mm位置の各温度到達時間(分) | | | 60, 64mm位置の各温度到達時間(分) | | | 試験体裏面の各温度到達時間(分) | | | 炭化深さ (mm) | | | |
|---------------|-----------------------|------|-------------|-----------------------|------|-------------|------------------|------|------------|--------------|-----------|-------|------|
| | 100℃ | 260℃ | 終了時 | 100℃ | 260℃ | 終了時 | 100℃ | 260℃ | 最高時 | | 終了時 | | |
| A-1 (120分) | 最高 | — | 27.0, 82℃ | — | — | 23.0, 82℃ | — | — | 53.0, 38℃ | 35℃ | 10.0 | | |
| | 平均 | — | 43.0, 57℃ | — | — | 111.0, 30℃ | — | — | 120.0, 20℃ | 20℃ | 7.2 | | |
| B-1 (135分) | 最高 | 36.0 | 134.0, 626℃ | 62.0 | 87.3 | 135.0, 660℃ | 660℃ | 92.4 | 109.4 | 134.0, 556℃ | 556℃ | 84.0* | |
| | 平均 | 96.0 | 134.0, 118℃ | 120.0 | — | 135.0, 104℃ | 104℃ | — | — | 122.0, 98℃ | 92℃ | 22.4 | |
| C-1 (112分) | 最高 | 7.9 | 14.0, 256℃ | — | — | 16.0, 90℃ | 63℃ | — | — | 112.0, 39℃ | 39℃ | 13.0 | |
| | 平均 | 11.9 | 14.0, 111℃ | — | — | 108.0, 54℃ | 53℃ | — | — | 108.0, 29℃ | 29℃ | 10.7 | |
| A-3 (120分) | 最高 | — | 10.5, 80℃ | — | — | 116.0, 28℃ | 28℃ | — | — | 112.0, 16℃ | 16℃ | 14.0 | |
| | 平均 | — | 43.5, 50℃ | — | — | 105.5, 24℃ | 24℃ | — | — | 110.0, 14℃ | 14℃ | 8.1 | |
| B-3 (150分) | 最高 | — | 24.5, 89℃ | — | — | 48.5, 38℃ | 36℃ | — | — | 84.0, 20℃ | 20℃ | 13.0 | |
| | 平均 | — | 31.0, 72℃ | — | — | 122.0, 27℃ | 27℃ | — | — | 122.0, 16℃ | 16℃ | 8.1 | |
| C-3 (120分) | 最高 | 15.0 | 30.0, 129℃ | — | — | 55.5, 75℃ | 61℃ | — | — | 45.5, 45℃ | 34℃ | 13.0 | |
| | 平均 | 27.0 | 34.5, 102℃ | — | — | 86.5, 50℃ | 49℃ | — | — | 113.5, 31℃ | 31℃ | 10.2 | |
| A-2 (75分) | 最高 | 40.8 | 75.0, 308℃ | — | — | 74.5, 97℃ | 97℃ | — | — | 75.0, 81℃ | 81℃ | 34.0 | |
| | 平均 | 46.5 | — | — | — | 74.5, 81℃ | 81℃ | — | — | 75.0, 44℃ | 44℃ | 31.8 | |
| B-2 (100分) | 最高 | 23.5 | 46.7 | 100.0, 813℃ | 75.0 | — | — | — | — | 100.0, 193℃ | 193℃ | 66.0 | |
| | 平均 | 28.0 | 59.9 | 100.0, 675℃ | 88.1 | — | — | — | — | 100.0, 91℃ | 91℃ | 45.6 | |
| C-2 (97分) | 最高 | 5.2 | 32.5 | 97.0, 984℃ | 69.5 | 90.1 | 97.0, 406℃ | 406℃ | — | — | 97.0, 78℃ | 78℃ | 77.0 |
| | 平均 | 16.0 | 35.0 | 97.0, 922℃ | 76.5 | 95.8 | 97.0, 282℃ | 282℃ | — | — | 96.5, 66℃ | 66℃ | 67.1 |

注) ログの形状 A-1~3:丸ログ円弧落とし美加工(径180mm)、B-1~3:丸ログ小円弧落とし(径180mm)、C-1~3:角ログ一枚実(90×150mm)

加熱曲線 A-1,3,B-1,3,C-1,3:防火2級加熱、A-2,B-2,C-2:ISO耐火加熱 水:火災貫通(炭化が非加熱側まで進行)

温度測定位置 A-1~3,B-1~3:加熱面から深さ20, 60mm位置。C-1~3:加熱面から深さ26, 64mm位置

測定温度で、「最高」は同一深さで最も早く任意の温度に到達する時間、「平均」は同一深さの温度の平均が任意の温度に到達する時間とする。

表4-2 各試験体の各測定位置の100℃、260℃到達時間(分)と最高時と終了時の温度、炭化深さの最大値、平均値のまとめ(ログ継手部)

| 試験体 記号 | 縦 寸 | 60, 30mm位置の各温度到達時間(分) | | | | | | 120, 60mm位置の各温度到達時間(分) | | | | | | 試験体裏面の各温度到達時間(分) | | | | | | 炭化 深さ (mm) | | | | |
|---------------|--------|-----------------------|------|--------|------|--------|-------|------------------------|--------|------|------|------|------|------------------|------|------|--------|-----|-----|------------------|---|---|---|------|
| | | 100℃ | | 260℃ | | 最高時 | 終了時 | 100℃ | | 260℃ | | 最高時 | 終了時 | 100℃ | | 260℃ | | 最高時 | 終了時 | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A-1 (120分) | 最高 | — | — | — | — | 104.0, | 74℃ | 73℃ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 16.0 |
| | 平均 | — | — | — | — | 104.0, | 68℃ | 67℃ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 13.3 |
| B-1 (135分) | 最高 | 4.6 | 6.4 | 117.0, | 941℃ | 838℃ | 5.7 | 9.8 | 117.0, | 999℃ | 761℃ | 8.0 | 53.0 | 119.0, | 748℃ | 438℃ | 180.0* | | | | | | | |
| | 平均 | 5.9 | 42.6 | 108.0, | 836℃ | 643℃ | 8.0 | 49.4 | 109.0, | 777℃ | 510℃ | 46.6 | 55.6 | 114.0, | 416℃ | 331℃ | 180.0* | | | | | | | |
| C-1 (112分) | 最高 | 5.0 | 8.9 | 75.0, | 732℃ | 541℃ | 10.0 | 24.4 | 87.0, | 931℃ | 660℃ | 19.3 | 85.0 | 87.0, | 746℃ | 301℃ | 90.0* | | | | | | | |
| | 平均 | 5.5 | 18.3 | 87.0, | 593℃ | 459℃ | 16.5 | 37.4 | 87.0, | 540℃ | 450℃ | 37.0 | 86.3 | 87.0, | 340℃ | 209℃ | 90.0* | | | | | | | |
| A-3 (120分) | 最高 | — | — | 119.5, | 90℃ | 90℃ | — | — | 118.5, | 75℃ | 75℃ | — | — | 10.0, | 44℃ | 29℃ | 23.0 | | | | | | | |
| | 平均 | — | — | 116.5, | 77℃ | 77℃ | — | — | 119.0, | 47℃ | 47℃ | — | — | 9.5, | 20℃ | 19℃ | 15.0 | | | | | | | |
| B-3 (150分) | 最高 | 12.0 | 73.5 | 140.5, | 470℃ | 465℃ | 130.0 | — | 146.0, | 101℃ | 101℃ | — | — | 142.5, | 34℃ | 34℃ | 104.0 | | | | | | | |
| | 平均 | 19.0 | 99.0 | 150.0, | 396℃ | 396℃ | — | — | 145.5, | 82℃ | 82℃ | — | — | 130.5, | 23℃ | 23℃ | 94.0 | | | | | | | |
| C-3 (120分) | 最高 | 40.0 | — | 40.0, | 100℃ | 68℃ | — | — | 12.5, | 94℃ | 58℃ | — | — | 19.0, | 34℃ | 32℃ | 16.0 | | | | | | | |
| | 平均 | — | — | 35.5, | 99℃ | 66℃ | — | — | 53.5, | 65℃ | 56℃ | — | — | 93.0, | 32℃ | 31℃ | 12.3 | | | | | | | |
| A-2 (75分) | 最高 | 62.5 | — | 74.5, | 101℃ | 101℃ | — | — | 73.5, | 77℃ | 76℃ | — | — | 73.0, | 82℃ | 82℃ | 53.0 | | | | | | | |
| | 平均 | 74.5 | — | 74.5, | 100℃ | 100℃ | — | — | 75.0, | 54℃ | 54℃ | — | — | 72.0, | 58℃ | 58℃ | 50.0 | | | | | | | |
| B-2 (100分) | 最高 | 15.6 | 21.9 | 100.0, | 876℃ | 876℃ | 39.0 | 70.3 | 100.0, | 531℃ | 531℃ | — | — | 98.0, | 85℃ | 75℃ | 180.0* | | | | | | | |
| | 平均 | 17.1 | 34.3 | 100.0, | 795℃ | 795℃ | 43.2 | 91.6 | 100.0, | 333℃ | 333℃ | — | — | 98.0, | 74℃ | 70℃ | 153.3 | | | | | | | |
| C-2 (97分) | 最高 | 22.5 | 41.1 | 97.0, | 771℃ | 771℃ | 44.0 | 67.8 | 97.0, | 489℃ | 489℃ | 66.5 | — | 97.0, | 144℃ | 144℃ | 88.0 | | | | | | | |
| | 平均 | 24.0 | 49.1 | 97.0, | 715℃ | 715℃ | 48.0 | 95.6 | 97.0, | 272℃ | 272℃ | — | — | 96.0, | 98℃ | 98℃ | 72.0 | | | | | | | |

注) ログの形状 A-1~3:丸ログ円弧落とし実加工(径180mm)、B-1~3:丸ログ小円弧落とし(径180mm)、C-1~3:角ログ一枚実(90X150mm)
 加熱曲線 A-1,3,B-1,3,C-1,3:防火2級加熱、A-2,B-2,C-2:ISO耐火加熱 ※:火炎貫通(炭化が非加熱側まで進行)
 温度測定位置 A-1~3,B-1~3:加熱面から深さ60,120mm位置。C-1~3:加熱面から深さ30,60mm位置
 測定温度で、『最高』は同一深さで最も早く任意の温度に到達する時間、『平均』は同一深さの温度の平均が任意の温度に到達する時間とする。

表4-3(1) 各試験体の各位置の炭化深さのまとめ (ログ壁体、防火2級加熱 [A-1,3,B-1,3,C-1,3]、ISO耐火加熱 [A-2,B-2,C-2])

| 試験体 記号 (測定時間) | 各温度測定位置における炭化深さ (一般: 一般部ログ表面、接合: ログ接合部、継手: ログ継手部表面)、単位 (mm) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|----|----|----|----|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | A | | K | | J | | B | | C | | D | | E | | F | | G | | H | | I | | |
| | 一般 | 継手 | 一般 | 継手 | 一般 | 継手 | 一般 | 継手 | 一般 | 継手 | 一般 | 継手 | 一般 | 継手 | 一般 | 継手 | 一般 | 継手 | 一般 | 継手 | 一般 | 継手 | |
| A-1 (120分) | 13 | 10 | 10 | 12 | 13 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 13 | 9 | 15 | 9 | 8 | 14 | 9 | 14 | 8 | 6 |
| B-1 (135分) | 12 | 14 | 9 | 22 | 22 | 180* | 16 | 18 | 14 | 18 | 10 | 15 | 11 | 16 | 14 | 15 | 14 | 10 | 14 | 13 | 14 | 10 | 10 |
| C-1 (112分) | 9 | 12 | 11 | 14 | 9 | 180* | 11 | 8 | 11 | 8 | 7 | 9 | 12 | 7 | 9 | 14 | 6 | 21 | 12 | 13 | 20 | 10 | 18 |
| A-3 (120分) | 14 | 10 | 8 | 6 | 14 | 23 | 9 | 12 | 12 | 12 | 9 | 12 | 6 | 7 | 10 | 8 | 10 | 11 | 9 | 12 | 11 | 11 | 17 |
| B-3 (150分) | 14 | 13 | 3 | 16 | 17 | 104 | 10 | 11 | 13 | 14 | 6 | 13 | 6 | 9 | 11 | 8 | 14 | 7 | 8 | 14 | 14 | 6 | 10 |
| C-3 (120分) | 9 | 11 | 13 | 11 | 11 | 16 | 10 | 8 | 10 | 8 | 10 | 9 | 11 | 12 | 11 | 8 | 11 | 9 | 10 | 7 | 11 | 10 | 15 |
| A-2 (75分) | 54 | 30 | 45 | 34 | 52 | 47 | 41 | 50 | 42 | 50 | 33 | 48 | 54 | 31 | 48 | 54 | 49 | 32 | 50 | 46 | 50 | 44 | 55 |
| B-2 (100分) | 58 | 34 | 53 | 84 | 56 | 180* | 54 | 70 | 55 | 70 | 47 | 56 | 69 | 44 | 54 | 62 | 70 | 66 | 72 | 73 | 70 | 42 | 77 |
| C-2 (97分) | 60 | 48 | 60 | 66 | 57 | 72 | 56 | 51 | 57 | 51 | 64 | 48 | 57 | 63 | 59 | 56 | 59 | 75 | 67 | 60 | 57 | 71 | 64 |

注) *: 火災貫通

表4-3(2) 各試験体の各位置の炭化深さ (mm)、炭化速度 (mm/min) の平均値のまとめ (ログ壁体、防火2級加熱、ISO耐火加熱)

| 炭化部分 測定位置 | 防火2級加熱 | | | | | | | | | ISO耐火加熱 | | | |
|--------------------|--------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|
| | 加熱曲線 | A-1 | B-1 | C-1 | A-3 | B-3 | C-3 | A-2 | B-2 | C-2 | A-2 | B-2 | C-2 |
| 一般部 (mm), (mm/min) | 試験体記号 | 10.4(0.51) | 14.2(0.69) | 11.7(0.57) | 10.8(0.53) | 12.6(0.61) | 10.2(0.50) | 48.9(0.68) | 62.9(0.64) | 57.4(0.61) | 48.9(0.68) | 62.9(0.64) | 57.4(0.61) |
| 継手部 (mm), (mm/min) | | 13.3(0.65) | 180.0(—) | 90.0(—) | 15.0(0.73) | 94.0(—) | 12.3(0.60) | 50.0(0.70) | 153.3(1.57) | 72.0(0.77) | 50.0(0.70) | 153.3(1.57) | 72.0(0.77) |
| 接合部 (mm), (mm/min) | | 7.2(0.35) | 22.4(1.09) | 10.7(0.52) | 8.1(0.40) | 8.1(0.40) | 10.2(0.50) | 31.8(0.44) | 45.6(0.47) | 67.1(0.71) | 31.8(0.44) | 45.6(0.47) | 67.1(0.71) |

注) A-1~3 一般部 継手部の幅 180mm B-1~3 一般部 継手部の幅 180mm C-1~3 一般部 継手部の幅 90mm 接合部平均には、
(丸の内縁と丸の外縁) 接合部の幅 84mm (丸の内縁と丸の外縁) 接合部の幅 84mm (丸の内縁と丸の外縁) 接合部の幅 82mm 継手K上部を除く。

4. 2 継ぎ手試験体の継ぎ手部分の防火性能

各試験体の接合部・継手部の深さごとの温度の 100℃、260℃到達時間と最高時、終了時の温度及び炭化深さの最大値、平均値のまとめを、表 4-4, 5 に、各試験体の一般部、継手部、接合部の炭化深さのまとめを、表 4-6 に示す。なお継手部上下のログ接合部内部の温度測定位置は、継手 A-1,2 (ダボ)、継手 B (クサビ型ダボ) で加熱側から深さ 25, 55mm 位置、継手 C-1,2 (本実) で深さ 21, 54mm 位置、継手 D (フィンガージョイント) で深さ 15, 45(48)mm 位置、継手 E-1~4 (腰掛けあり) で深さ 20, 80mm 位置とした。

4. 2. 1 継ぎ手試験体の防火 2 級加熱試験 (試験体記号 D-1)

温度測定時間: 135分

加熱開始後加熱側では、5分30秒にログ表面に着炎した。ログ表面の炎は勢いが上下した後、17分に炎が消え赤熱状態となり、火の粉が舞うようになった。27分頃まで所々に小炎が残った。なお赤熱状態は32分50秒まで部分的に残った。

一方非加熱側では、5分30秒に継手 A-1、継手 B、継手 C-1,2 から白煙が発生し始めた。その後 127分に継手 C-2 の下側が火炎貫通し、134分に炎が出現した。ログの接合部では、通しボルトの直上部から 107分に火炎貫通し、115分頃にその周囲が焦げ始めた。

ログ接合部内部において、実部分の加熱側寄りの端部の温度は、継手 C-1 の上側 (到達時間: 29.0分、以下同様) と下側 (5.3分)、継手 C-2 の上側 (8.5分) と下側 (8.2分)、継手 E-1 の上側 (17.0分)、継手 E-2 の下側 (13.0分)、継手 E-3 の下側 (12.0分) で 100℃を越え、さらに継手 C-1 の下側 (7.8分)、継手 C-2 の上側 (11.2分) と下側 (48.0分) で 260℃を越えた。実部分の非加熱側寄りの端部の温度は、継手 C-1 の下側 (13.6分)、継手 C-2 の下側 (60.5分) で 100℃を越え、さらに継手 C-1 の下側 (98.3分)、継手 C-2 の下側 (86.6分) で 260℃を越えた。ログ接合部の裏面温度は、継手 C-1 の下側 (119.0分)、継手 C-2 の下側 (126.0分) で 100℃を越え、さらに継手 C-2 の下側 (133.0分) で 260℃を越えた。

ログ継手部内部において、ログの中心線上から加熱側寄りの継手部下側の温度 (測定番号の下一桁が5) は、継手 C-1 (9.0分)、継手 C-2 (54.3分)、継手 E-1 (17.0分)、継手 E-2 (13.0分)、継手 E-4 (20.0分) で 100℃を越え、さらに継手 C-1 (85.4分)、継手 C-2 (67.8分) で 260℃を越えた。ログの中心線上から加熱側寄りの継手部中央の温度 (下一桁が4) は、継手 C-1 (89.0分)、継手 C-2 (76.7分) で 100℃を越え、さらに継手 C-2 (95.7分) で 260℃を越えた。ログの中心線上から非加熱側寄りの継手部下側の温度 (下一桁が7) は、継手 C-1 (64.0分)、継手 C-2 (93.0分)、継手 E-3 (17.0分) で 100℃を越え、さらに継手 C-1 (120.6分)、継手 C-2 (124.0分) で 260℃を越えた。ログの中心線上から非加熱側寄りの継手部中央の温度 (下一桁が6) は、継手 C-1 (103.0分)、継手 C-2 (104.0分) で 100℃を越えた。

炭化深さ測定においては、一般部ログ表面では 6~17mm の炭化層が確認された。継手部ログ表面では、継手 C-1、継手 C-2 において継手部下側とログ接合部の間からの燃え込みが発生したため、他の継手部に比べ著しい炭化層が生じた。ログ接合部では、継手 A-2 の下側、継手 C-1、継手 C-2 の上側と下側で火炎貫通が発生したが、それ以外の部分では 9~14mm の炭化層が確認された。ログの炭化図を図 炭 4. 2. 1-1~10 に示す。

加熱中の炉内の各位置の最大炉内圧力は、上(3/4)で 12.7Pa、中央(1/2)で 9.0Pa、下(1/4)で 1.4Paであった。炉内圧力変化を図 炉圧 4. 2. 1-1 に示す。

・燃料消費量 (プロパンガス) : 5. 2 (m³)

- 260℃を超える加熱温度時間面積：72.6 (X100℃・分)
- 260℃を超える特性温度時間面積：68.3 (X100℃・分)
- 加熱比率：1.06

4.2.2 継ぎ手試験体のISO耐火加熱試験（試験体記号D-2）

加熱時間：90分

加熱開始後加熱側では、2分40秒にログ表面に着炎し、加熱終了まで勢いが上下した。9分20秒頃から火の粉が炉内を舞った。28分頃にログ表面に大きな割れが確認された。

一方非加熱側では、3分15秒には継手 B、23分には継手 E-3,4、27分には継手 A-1,2、継手 C-1,2、30分には継手 E-1、47分には継手 E-2から白煙が発生し始めた。ログ接合部からは、3分15秒から白煙が発生し始めた。36分に継手 B周囲が、42分に継手 C-1周囲が水蒸気で茶色に変色した。66分に通しボルト上部から白煙が発生し始めた。79分に継手 A-1下側が火炎貫通し、88分に周囲が焦げ始めたため、90分に加熱を終了した。

ログ接合部内部において、実部分の加熱側寄りの端部の温度は、すべての部分において100℃を越え、継手 A-2の上側を除くすべての部分において260℃を越えた。実部分の非加熱側寄りの端部の温度は、継手 A-2の上側、継手 E-1の上側、継手 E-2の下側、継手 E-4の下側を除くすべての部分において100℃を越え、継手 A-1の下側（16.6分）、継手 Bの上側（75.8分）、継手 C-1の上側（84.2分）と下側（37.6分）、継手 C-2の上側（88.4分）と下側（37.6分）で260℃を越えた。ログ接合部の裏面温度は、継手 A-1の下側（36.0分）、継手 Bの上側（50.0分）で100℃を越え、さらに継手 A-1の下側（77.4分）、継手 Bの上側（80.1分）で260℃を越えた。

ログ継手部内部において、ログの中心線上から加熱側寄りの継手部下側の温度（測定番号の下一桁が5）は、すべての部分において100℃、260℃を越えた。ログの中心線上から加熱側寄りの継手部中央の温度（下一桁が4）は、すべての部分において100℃を越え、継手 B、継手 A-2、継手 C-1を除くすべての部分において260℃を越えた。ログの中心線上から非加熱側寄りの継手部下側の温度（下一桁が7）は、すべての部分において100℃を越え、継手 E-1（82.2分）、継手 E-3（76.6分）で260℃を越えた。ログの中心線上から非加熱側寄りの継手部中央の温度（下一桁が6）は、継手 B、継手 A-2、継手 C-1、継手 C-2を除くすべての部分において100℃を越え、継手 E-3（77.9分）で260℃を越えた。

炭化深さ測定においては、一般部ログ表面では35～65mmの炭化層が確認された。継手部ログ表面では、継手 A-1は継手下部とログ接合部の間から、継手 Bは継手上部とログ接合部の間からの燃え込みが発生したため、他の継手部に比べ著しい炭化層が生じた。ログ接合部では、継手 A-2の下側、継手 Bの上側で火炎貫通が発生したが、それ以外の部分では35～70mmの炭化層が確認された。ログの炭化図を図 炭4.2.1-1～10に示す。

加熱中の炉内の各位置の最大炉内圧力は、上(3/4)で12.6Pa、中央(1/2)で8.9Pa、下(1/4)で1.6Paであった。炉内圧力変化を図 炉圧4.2.2-1に示す。

- 燃料消費量（プロパンガス）：30.0 (m³)
- 260℃を超える加熱温度時間面積：538.7 (X100℃・分)
- 260℃を超える標準温度時間面積：542.6 (X100℃・分)
- 加熱比率：0.99

表4-4(1) 試験体記号D-1 (防火2級加熱、135分測定) 各測定位置の100℃、260℃到達時間と最高時と終了時の温度と炭化深さのまとめ

| 継手種類 | 測定位置 | ログの中心線上から加熱側寄り(分) | | | ログの中心線上から非加熱側寄り(分) | | | 試験体裏面(分) | | | 炭深さ(mm) | | | |
|-----------------------|------|-------------------|------|-------------|--------------------|-------|-------|-------------|------|---------------------------------|---------|-------------|------|-------|
| | | 100℃ | 260℃ | 最高時 | 終了時 | 100℃ | 260℃ | 最高時 | 終了時 | 100℃ | | 260℃ | 最高時 | 終了時 |
| A-1 ボ 手 | 上側 | — | — | 135.0, 90℃ | 90℃ | — | — | 135.0, 79℃ | 79℃ | — | — | 135.0, 54℃ | 54℃ | 9.0 |
| | 継手 | — | — | 38.0, 90℃ | 74℃ | — | — | 135.0, 73℃ | 73℃ | 左側：外表面中央(№4)、中央：外表面中央(№6) | — | — | — | 11.0 |
| | 内側 | — | — | 10.0, 95℃ | 66℃ | — | — | 23.0, 71℃ | 69℃ | 左側：外表面下側(№5)、中央：外表面下側(№7) | — | — | — | — |
| | 下側 | — | — | 24.0, 76℃ | 60℃ | — | — | 24.0, 75℃ | 58℃ | — | — | 15.0, 75℃ | 44℃ | 9.0 |
| B ケサビ 型ダボ 継手 | 上側 | 7.9 | — | 12.0, 156℃ | 58℃ | — | — | 24.0, 77℃ | 47℃ | — | — | 29.0, 67℃ | 40℃ | 12.0 |
| | 継手 | — | — | 11.0, 98℃ | 67℃ | — | — | 62.0, 62℃ | 58℃ | 左側：ケサビ表面中央(№14)、中央：ケサビ裏面中央(№16) | — | — | — | 13.0 |
| | 内側 | — | — | 31.0, 98℃ | 60℃ | — | — | 11.0, 77℃ | 54℃ | 左側：ケサビ表面下側(№15)、中央：ケサビ裏面下側(№17) | — | — | — | — |
| | 下側 | — | — | 13.0, 97℃ | 55℃ | — | — | 44.0, 57℃ | 50℃ | — | — | 68.0, 40℃ | 39℃ | 9.0 |
| A-2 ダボ 継手 | 上側 | — | — | 30.0, 72℃ | 54℃ | — | — | 51.0, 43℃ | 43℃ | — | — | 124.0, 35℃ | 35℃ | 10.0 |
| | 継手 | — | — | 46.0, 79℃ | 66℃ | — | — | 110.0, 48℃ | 48℃ | 左側：外表面中央(№24)、中央：外表面中央(№26) | — | — | — | 11.0 |
| | 内側 | — | — | 46.0, 82℃ | 63℃ | — | — | 95.0, 49℃ | 49℃ | 左側：外表面下側(№25)、中央：外表面下側(№27) | — | — | — | — |
| | 下側 | — | — | 60.0, 59℃ | 54℃ | — | — | 68.0, 52℃ | 50℃ | — | — | 110.0, 34℃ | 34℃ | 25.0 |
| C-1 本 継手 | 上側 | 29.0 | — | 31.0, 101℃ | 94℃ | — | — | 11.0, 88℃ | 79℃ | — | — | 27.0, 78℃ | 68℃ | 21.0 |
| | 継手 | 89.0 | — | 135.0, 233℃ | 233℃ | 103.0 | — | 135.0, 145℃ | 145℃ | 左側：本表面中央(№34)、中央：本表面中央(№36) | — | — | — | 15.0 |
| | 内側 | 9.0 | 85.4 | 135.0, 436℃ | 436℃ | 64.0 | 120.6 | 135.0, 333℃ | 333℃ | 左側：本表面下側(№35)、中央：本表面下側(№37) | — | — | — | — |
| | 下側 | 5.3 | 7.8 | 17.0, 510℃ | 373℃ | 13.6 | 98.3 | 135.0, 401℃ | 401℃ | 119.0 | — | 135.0, 127℃ | 127℃ | 75.0* |
| D フィンガ ジョイント | 上側 | — | — | 34.0, 76℃ | 63℃ | — | — | 110.0, 50℃ | 50℃ | — | — | 134.0, 41℃ | 41℃ | 7.0 |
| | 継手 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 134.0, 37℃ | 36℃ | 15.0 |
| | 下側 | — | — | 36.0, 89℃ | 61℃ | — | — | 75.0, 53℃ | 51℃ | — | — | 133.0, 41℃ | 41℃ | 7.0 |

注) 温度測定位置 上側：継手の上側ログ接合部 内部：継手の下側ログ接合部 下側：継手の下側ログ接合部 *：火災貫通(炭化が非加熱側まで進行)

表4-4(2) 試験体記号D-1 (防火2級加熱、135分測定) 各測定位置の100℃、260℃到達時間と最高時と終了時の温度と炭化深さのまとめ

| 継手種類 | 測定位置 | ログの中心線上から加熱側寄り(分) | | | ログの中心線上から非加熱側寄り(分) | | | 試験体裏面(分) | | | 炭化深さ(mm) | | | |
|-------------------|------|-------------------|------|-------------|--------------------|-------|-------|-------------|------|---------------------------------------|----------|-------------|------|-------|
| | | 100℃ | 260℃ | 最高時 | 終了時 | 100℃ | 260℃ | 最高時 | 終了時 | 100℃ | | 260℃ | 最高時 | 終了時 |
| C-2 本継手 | 上側 | 8.5 | 11.2 | 17.0, 435℃ | 354℃ | — | — | 134.0, 97℃ | 97℃ | — | — | 135.0, 61℃ | 61℃ | 54.0 |
| | 継手 | 76.7 | 95.7 | 134.0, 610℃ | 602℃ | 104.0 | — | 135.0, 259℃ | 259℃ | 左側: 本表面中央(№54)、中央: 本裏面中央(№56) | | | 94.0 | |
| | 内部 | 54.3 | 67.8 | 135.0, 637℃ | 637℃ | 93.0 | 124.0 | 135.0, 451℃ | 451℃ | 左側: 本表面下側(№55)、中央: 本裏面下側(№57) | | | — | |
| | 下側 | 8.2 | 48.0 | 135.0, 485℃ | 485℃ | 60.5 | 86.6 | 135.0, 662℃ | 662℃ | 126.0 | 133.0 | 135.0, 335℃ | 335℃ | 75.0* |
| E-1 腰掛け あ継手 | 上側 | 17.0 | — | 17.0, 100℃ | 67℃ | — | — | 134.0, 44℃ | 43℃ | — | — | 123.0, 36℃ | 36℃ | 10.0 |
| | 継手 | — | — | 58.0, 79℃ | 67℃ | — | — | 13.0, 72℃ | 57℃ | 左側: 腰掛けあり表面中央(№64)、中央: 腰掛けあり裏面中央(№66) | | | 11.0 | |
| | 内部 | 17.0 | — | 17.0, 100℃ | 62℃ | — | — | 13.0, 93℃ | 55℃ | 左側: 腰掛けあり表面下側(№65)、中央: 腰掛けあり裏面下側(№67) | | | — | |
| | 下側 | — | — | 20.0, 98℃ | 61℃ | — | — | 16.0, 50℃ | 49℃ | — | — | 120.0, 37℃ | 37℃ | 10.0 |
| E-2 腰掛け あ継手 | 上側 | — | — | 15.0, 99℃ | 58℃ | — | — | 131.0, 43℃ | 41℃ | — | — | 134.0, 38℃ | 37℃ | 10.0 |
| | 継手 | — | — | 31.0, 73℃ | 59℃ | — | — | 32.0, 57℃ | 52℃ | 左側: 腰掛けあり表面中央(№74)、中央: 腰掛けあり裏面中央(№76) | | | 11.0 | |
| | 内部 | 13.0 | — | 29.0, 104℃ | 54℃ | — | — | 15.0, 69℃ | 45℃ | 左側: 腰掛けあり表面下側(№75)、中央: 腰掛けあり裏面下側(№77) | | | — | |
| | 下側 | 13.0 | — | 13.0, 100℃ | 55℃ | — | — | 16.0, 52℃ | 43℃ | — | — | 116.0, 34℃ | 34℃ | 10.0 |
| E-3 腰掛け あ継手 | 上側 | — | — | 13.0, 99℃ | 61℃ | — | — | 116.0, 48℃ | 47℃ | — | — | 134.0, 39℃ | 37℃ | 12.0 |
| | 継手 | — | — | 12.0, 86℃ | 56℃ | — | — | 20.0, 76℃ | 60℃ | 左側: 腰掛けあり表面中央(№84)、中央: 腰掛けあり裏面中央(№86) | | | 8.0 | |
| | 内部 | — | — | 13.0, 78℃ | 50℃ | 17.0 | — | 17.0, 100℃ | 57℃ | 左側: 腰掛けあり表面下側(№85)、中央: 腰掛けあり裏面下側(№87) | | | — | |
| | 下側 | 12.0 | — | 15.0, 108℃ | 54℃ | — | — | 13.0, 65℃ | 48℃ | — | — | 103.0, 35℃ | 35℃ | 14.0 |
| E-4 腰掛け あ継手 | 上側 | — | — | 15.0, 99℃ | 55℃ | — | — | 116.0, 42℃ | 40℃ | — | — | 134.0, 35℃ | 34℃ | 13.0 |
| | 継手 | — | — | 62.0, 71℃ | 60℃ | — | — | 13.0, 85℃ | 53℃ | 左側: 腰掛けあり表面中央(№94)、中央: 腰掛けあり裏面中央(№96) | | | 18.0 | |
| | 内部 | 20.0 | — | 20.0, 100℃ | 57℃ | — | — | 15.0, 96℃ | 48℃ | 左側: 腰掛けあり表面下側(№95)、中央: 腰掛けあり裏面下側(№97) | | | — | |
| | 下側 | — | — | 10.0, 99℃ | 58℃ | — | — | 15.0, 96℃ | 45℃ | — | — | 17.0, 36℃ | 35℃ | 11.0 |

注) 温度測定位置 上側: 継手の上側ログ接合部 内部: 継手内部 下側: 継手の下側ログ接合部 水: 火炎貫通(炭化が非加熱側まで進行)

表4-5(1) 試験体記号D-2 (1SO耐火加熱、90分加熱) 各測定位置の100℃、260℃到達時間と最高時と終了時の温度と炭化深さのまとめ

| 継手種類 | 縦位置 | ログの中心線上から加熱側寄り(分) | | | ログの中心線上から非加熱側寄り(分) | | | 試験体裏面(分) | | | | 炭化深さ(mm) |
|-----------------------|-----|-------------------|------|------------|--------------------|------|------|---------------------------------|------|------------|------|----------|
| | | 100℃ | 260℃ | 終了時 | 100℃ | 260℃ | 終了時 | 100℃ | 260℃ | 最高時 | 終了時 | |
| A-1 ボ 手 | 上側 | 34.4 | 41.5 | 90.0, 601℃ | 70.0 | — | 149℃ | — | — | 90.0, 68℃ | 68℃ | 55.0 |
| | 継 | 55.0 | 80.1 | 90.0, 636℃ | 34.7 | — | 238℃ | 左側：ボ手裏面中央(№4)、中央：ボ手裏面中央(№6) | | | | 93.0 |
| | 内 | 18.5 | 31.3 | 90.0, 642℃ | 28.5 | — | 236℃ | 左側：ボ手裏面下側(№5)、中央：ボ手裏面下側(№7) | | | | |
| | 下 | 10.1 | 16.9 | 90.0, 386℃ | 9.9 | 16.6 | 368℃ | 36.0 | 77.4 | 90.0, 460℃ | 460℃ | 80.0* |
| B クサビ 型ダボ 継手 | 上側 | 4.9 | 17.2 | 90.0, 656℃ | 37.4 | 75.8 | 395℃ | 50.0 | 80.1 | 90.0, 283℃ | 283℃ | 80.0* |
| | 継 | 52.0 | — | 90.0, 160℃ | — | — | 95℃ | 左側：クサビ裏面中央(№14)、中央：クサビ裏面中央(№16) | | | | 82.0 |
| | 内 | 36.5 | 79.6 | 90.0, 564℃ | 34.4 | — | 102℃ | 左側：クサビ裏面下側(№15)、中央：クサビ裏面下側(№17) | | | | |
| | 下 | 29.0 | 30.1 | 90.0, 485℃ | 89.0 | — | 101℃ | — | — | 90.0, 82℃ | 82℃ | 35.0 |
| *** A-2 ボ 手 | 上側 | 56.7 | — | 90.0, 204℃ | — | — | 87℃ | — | — | 90.0, 52℃ | 52℃ | 35.0 |
| | 継 | 78.0 | — | 90.0, 133℃ | — | — | 90℃ | 左側：ボ手裏面中央(№24)、中央：ボ手裏面中央(№26) | | | | 75.0 |
| | 内 | 24.2 | 85.9 | 90.0, 341℃ | 30.5 | — | 130℃ | 左側：ボ手裏面下側(№25)、中央：ボ手裏面下側(№27) | | | | |
| | 下 | 21.2 | 89.3 | 90.0, 267℃ | 24.7 | — | 249℃ | — | — | 90.0, 97℃ | 97℃ | 58.0 |
| C-1 実 手 | 上側 | 28.7 | 33.4 | 90.0, 667℃ | 51.0 | 84.2 | 308℃ | — | — | 89.0, 87℃ | 87℃ | 54.0 |
| | 継 | 13.0 | — | 90.0, 108℃ | — | — | 99℃ | 左側：本裏面中央(№34)、中央：本裏面中央(№36) | | | | 60.0 |
| | 内 | 12.0 | 70.6 | 90.0, 460℃ | 53.0 | — | 142℃ | 左側：本裏面下側(№35)、中央：本裏面下側(№37) | | | | |
| | 下 | 10.0 | 23.3 | 34.0, 620℃ | 26.0 | — | 179℃ | 68.0 | — | 90.0, 113℃ | 113℃ | 46.0 |
| D フィンガ ジョイント | 上側 | 39.5 | 66.3 | 90.0, 594℃ | 83.0 | — | 125℃ | — | — | 90.0, 57℃ | 57℃ | 46.0 |
| | 継 | — | — | — | — | — | — | — | — | 89.0, 49℃ | 49℃ | 45.0 |
| | 内 | — | — | — | — | — | — | — | — | 89.0, 50℃ | 50℃ | 42.0 |
| | 下 | 27.7 | 33.3 | 90.0, 539℃ | 64.0 | — | 131℃ | — | — | — | — | — |

注) 温度測定位置 上側：継手の上側ログ接合部 内部：継手の内部、下側：継手の下側ログ接合部
 ＊：火炎貫通(炭化が非加熱側まで進行)、 ＊＊：下側ログ接合部にシリコン系ゴムを挿入

表4-5(2) 試験体記号D-2 (ISO耐火加熱、90分加熱) 各測定位置の100℃、260℃到達時間と最高時と終了時の温度と炭化深さのまとめ

| 継手種類 | ログの中心線から加熱側寄り(分) | | | ログの中心線から非加熱側寄り(分) | | | 試験体裏面(分) | | | 炭化深さ(mm) | | | | | |
|------------------------------|------------------------|---------|------------|-------------------|------------|------|-----------|------------|------------|---------------------------------------|------|-----------|-----------|-----------|------|
| | 100℃ | 260℃ | 終了時 | 100℃ | 260℃ | 終了時 | 100℃ | 260℃ | 最高時 | | 終了時 | | | | |
| | *** C-2 本実手 継 | 上側 | 38.0 | 44.8 | 90.0, 552℃ | 552℃ | 51.0 | 88.4 | 90.0, 274℃ | | 274℃ | — | — | 90.0, 77℃ | 77℃ |
| ** E-1 腰掛け あり 継手 | 上側 | 45.0 | 81.3 | 90.0, 634℃ | 634℃ | — | — | 89.0, 87℃ | 87℃ | 左側: 本表面中央(№54)、中央: 本裏面中央(№56) | — | — | — | — | 67.0 |
| | 内側 | 33.2 | 40.7 | 90.0, 699℃ | 699℃ | 78.0 | — | 90.0, 108℃ | 108℃ | 左側: 本表面下側(№55)、中央: 本裏面下側(№57) | — | — | — | — | — |
| | 下側 | 20.5 | 28.4 | 41.0, 657℃ | 531℃ | 30.7 | 37.6 | 43.0, 390℃ | 161℃ | — | — | — | 84.0, 81℃ | 80℃ | 54.0 |
| ** E-2 腰掛け あり 継手 | 上側 | 22.0 | 38.7 | 90.0, 848℃ | 848℃ | — | — | 90.0, 95℃ | 95℃ | — | — | — | 90.0, 72℃ | 72℃ | 58.0 |
| | 上側 | 41.0 | 77.9 | 90.0, 547℃ | 547℃ | 55.0 | — | 90.0, 198℃ | 198℃ | 左側: 腰掛けあり表面中央(№64)、中央: 腰掛けあり裏面中央(№66) | — | — | — | — | 67.0 |
| | 内側 | 14.0 | 25.9 | 84.0, 751℃ | 743℃ | 25.0 | 82.2 | 90.0, 320℃ | 320℃ | 左側: 腰掛けあり表面下側(№65)、中央: 腰掛けあり裏面下側(№67) | — | — | — | — | — |
| ** E-3 腰掛け あり 継手 | 下側 | 21.0 | 35.0 | 90.0, 718℃ | 718℃ | 81.0 | — | 90.0, 112℃ | 112℃ | — | — | — | 90.0, 79℃ | 79℃ | 58.0 |
| | 上側 | 8.0分 断線 | | | — | — | 69.0 | — | 87.0, 101℃ | 101℃ | — | — | — | — | 50.0 |
| | 上側 | 35.0 | 87.3 | 90.0, 333℃ | 333℃ | 77.0 | — | 90.0, 107℃ | 107℃ | 左側: 腰掛けあり表面中央(№74)、中央: 腰掛けあり裏面中央(№76) | — | — | — | — | 61.0 |
| E-4 腰掛け あり 継手 | 内側 | 18.0 | 49.5 | 90.0, 739℃ | 739℃ | 81.5 | — | 90.0, 113℃ | 113℃ | 左側: 腰掛けあり表面下側(№75)、中央: 腰掛けあり裏面下側(№77) | — | — | — | — | — |
| | 下側 | 18.0 | 36.4 | 90.0, 820℃ | 820℃ | — | — | 90.0, 98℃ | 98℃ | — | — | — | 90.0, 60℃ | 60℃ | 55.0 |
| | 上側 | 14.0 | 32.3 | 90.0, 808℃ | 808℃ | 73.5 | — | 90.0, 124℃ | 124℃ | — | — | — | 90.0, 99℃ | 99℃ | 57.0 |
| E-3 腰掛け あり 継手 | 上側 | 42.0 | 67.7 | 90.0, 714℃ | 714℃ | 56.5 | 77.9 | 90.0, 435℃ | 435℃ | 左側: 腰掛けあり表面中央(№84)、中央: 腰掛けあり裏面中央(№86) | — | — | — | — | 70.0 |
| | 内側 | 18.0 | 34.7 | 90.0, 888℃ | 888℃ | 40.5 | 76.6 | 90.0, 382℃ | 382℃ | 左側: 腰掛けあり表面下側(№85)、中央: 腰掛けあり裏面下側(№87) | — | — | — | — | — |
| | 下側 | 8.2 | 33.4 | 89.0, 828℃ | 827℃ | 72.5 | — | 90.0, 182℃ | 182℃ | — | — | — | 90.0, 88℃ | 88℃ | 70.0 |
| E-4 腰掛け あり 継手 | 上側 | 10.0 | 33.9 | 89.0, 884℃ | 874℃ | 86.0 | — | 90.0, 107℃ | 107℃ | — | — | — | 78.0, 97℃ | 96℃ | 66.0 |
| | 上側 | 51.0 | 85.8 | 90.0, 453℃ | 453℃ | 86.5 | — | 90.0, 108℃ | 108℃ | 左側: 腰掛けあり表面中央(№94)、中央: 腰掛けあり裏面中央(№96) | — | — | — | — | 64.0 |
| | 内側 | 18.0 | 53.0 | 90.0, 845℃ | 845℃ | 25.0 | — | 90.0, 142℃ | 142℃ | 左側: 腰掛けあり表面下側(№95)、中央: 腰掛けあり裏面下側(№97) | — | — | — | — | — |
| 下側 | 29.0 | 55.6 | 90.0, 840℃ | 840℃ | — | — | 89.0, 97℃ | 97℃ | — | — | — | 90.0, 81℃ | 81℃ | 58.0 | |

注) 温度測定位置 上側: 継手の上側ログ接合部、下側: 継手の下側ログ接合部
 : ログ接合部にシリコン系ゴム挿入、: 上側ログ接合部にシリコン系ゴムを挿入

表4-6 各試験体の各位置の炭化深さのまとめ（継ぎ手試験体加熱試験、防火2級加熱、ISO耐火加熱）

| 試験体記号（測定時間） | 各温度測定位置における炭化深さ（一般：一般部ログ表面、接合：ログ接合部、継手：ログ継手部） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---|----------------|-----|----|-----|----|-----|-----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | A区画 | | | | | | B区画 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| D-1 防火2級 加熱 (135分) | ログの部位 | A区画 | | | | | | B区画 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 継手の種類 | A-1 | B | | A-2 | | C-1 | D | | C-2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 炭化位置 | 一般 | 継 | 始 | 一般 | 継 | 始 | 一般 | 継 | 始 | 一般 | 継 | 始 | | | | | | | | | | | | |
| | 炭化深さ (mm) | 14 | 9 | 11 | 9 | 6 | 12 | 13 | 9 | 12 | 10 | 11 | 25 | 14 | 21 | 15 | 7 | 15 | 7 | 14 | 54 | 94 | 75 | 12 | |
| D-2 ISO耐火 加熱 (90分) | ログの部位 | A区画 | | | | | | B区画 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 継手の種類 | E-1 | E-2 | | | | E-3 | E-4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 炭化位置 | 一般 | 継 | 始 | 一般 | 継 | 始 | 一般 | 継 | 始 | 一般 | 継 | 始 | | | | | | | | | | | | |
| | 炭化深さ (mm) | 17 | 10 | 11 | 10 | 15 | 10 | 11 | 10 | 13 | 13 | 18 | 11 | 16 | 12 | 8 | 14 | 13 | 13 | 14 | 14 | 14 | 14 | | |
| D-2 ISO耐火 加熱 (90分) | ログの部位 | A区画 | | | | | | B区画 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 継手の種類 | A-1 | B | | A-2 | | C-1 | D | | C-2 | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 炭化位置 | 一般 | 継 | 始 | 一般 | 継 | 始 | 一般 | 継 | 始 | 一般 | 継 | 始 | | | | | | | | | | | | |
| | 炭化深さ (mm) | 49 | 55 | 93 | 80 | 56 | 80 | 82 | 35 | 57 | 35 | 75 | 58 | 56 | 54 | 60 | 46 | 46 | 46 | 45 | 42 | 43 | 54 | 67 | 54 |
| D-2 ISO耐火 加熱 (90分) | ログの部位 | C区画（シリコン系ゴム挿入） | | | | | | D区画 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 継手の種類 | E-1 | E-2 | | | | E-3 | E-4 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 炭化位置 | 一般 | 継 | 始 | 一般 | 継 | 始 | 一般 | 継 | 始 | 一般 | 継 | 始 | | | | | | | | | | | | |
| | 炭化深さ (mm) | 54 | 58 | 67 | 58 | 35 | 50 | 61 | 55 | 53 | 65 | 66 | 64 | 58 | 48 | 57 | 70 | 70 | 65 | 66 | 64 | 58 | 55 | 55 | 55 |

注）＊：火炎貫通（炭化が非加熱側まで進行） ＊＊：ログ接合部にシリコン系ゴム挿入、

それ以外の接合部にはウレタン系気密材（A、B区画）、気密材を挿入せず（D区画）

継手の種類 A-1,2:ダボ継手、B:クサビ型ダボ継手、C-1,2:本妻継手、D:フィンガジョイント、E-1~4:腰掛けあり継手

ログの形状 A-1,2(径180mm)、B(径180mm):丸ログ円弧落とし実加工、C-1,2(径160mm)、D(径120mm)、E-1~4(径150mm):丸ログ太鼓落とし実加工

接合部の幅 A-1,2:80mm、B:80mm、C-1,2:75mm、D:60mm（継手上側）、63mm（継手下側）、E-1~4:100mm

5 まとめ

5.1 ログ形状と継ぎ手想定部分の防火性能について

試験結果をまとめ、表5-1に防火2級加熱試験結果の概要を、表5-2に耐火加熱試験結果の概要を示す。

外壁防火構造同等評価のために行った防火2級加熱試験において、当初の予備試験では継ぎ手を想定して切り落としただけであったため、継ぎ手を想定した位置で簡単に燃え抜けが生じた。そこで、継ぎ手想定部分をセラミックファイバー及び耐火接着剤などで処理をしたが、丸ログ円弧落とし実加工の試験体は68分頃に燃え抜けを生じ、丸ログ小円弧落としおよび角ログ一枚実加工試験体は150分及び120分経過後も燃え抜けが生じなかった。また、丸ログ円弧落とし実加工試験体では、継ぎ手以外でもログ部材間の取り合い部分からの燃え抜けも発生した。このことから継ぎ手部分およびログ部材間の取り合いが、防火的に弱点であることが認められた。また、通しボルトのボルト穴から試験体上部に煙が発生し、ボルト穴が燃焼の拡大に影響する危険性があり防火上の弱点の一つであることが認められた。

内部火災に対する類焼防止性能評価のために行った耐火加熱試験において、角ログ以外の試験体では処理した継ぎ手想定位置の上下の丸太が燃え抜け、継ぎ手周辺は耐火的に弱点部分であることが明かとなり、角ログ一枚実加工試験体は、角ログ部材間の取り合いから燃え抜け、継ぎ手部分が防火的に十分な処理が施されていれば、必ずしも弱点とはならないと思われる。また通しボルトのボルト穴から試験体上部に煙が発生し、ボルト穴が燃焼の拡大に影響する危険性があり、防火上の弱点の一つであることが認められた。

5.2 継ぎ手部分の防火性能について

継ぎ手部分の防火2級試験及び耐火加熱試験結果の概要を表5-3～表5-6に示す。

防火2級加熱においては、ダボ継ぎ手の場合はいずれの測定位置も100℃以下で、加熱後の炭化の状況ではシリコンゴムを挿入した部分に内部までの炭化が少し認められた。クサビ継ぎ手では、継ぎ手部材の上面と接する部材との間の温度が12分頃に156℃に達したが、その後低下し、加熱終了の135分時点での温度は60℃程度であった。又、炭化は加熱側だけに止まり、丸太接合部の内部への炭化の侵入は認められなかった。本実加工の継ぎ手では、シリコンゴムの挿入に係わりなく非加熱側へ炭化進行し、燃え抜けが生じた。フィンガージョイント部分ではレゾルシノール接着剤で接着してあるために弱点は認められなかった。腰掛けあり継ぎの継ぎ手では、最高温度で108℃に達した後低下し、継ぎ手部分の内部及びログ接合部間への炭化進行は認められなかった。

耐火加熱試験では、ダボ継ぎ手部と下部の部材との間から、クサビ継ぎ手と上部の部材との間から燃え抜けが生じた。ダボ継ぎ手の下部にシリコンゴムを挿入した場合は温度上昇が遅くかつ炭化深さも少なかった。本実加工ではシリコンゴムの挿入による差はほとんど認められず、ログ接合部の中央付近まで炭化が進行していた。フィンガージョイント部分では、ログ接合部の炭化が中央部分まで進んでいたが裏面側への燃え抜けはなかった。腰掛けあり継ぎでは、シリコンゴムを挿入した場合の方が炭化深さは少し小さかったが、明らかな差は認められず、ログの中央付近まで炭化が進行していた。

以上の結果から継ぎ手とその防火性能を検討すると、本実加工タイプは継ぎ手部が突き

付で緊結されていないため、継ぎ手部分が開いて継ぎ手内部に燃焼が進行した。ダボ継ぎ手では、継ぎ手突き付け部が開かないようにカスガイで緊結してあるため、カスガイ部分が燃焼するまでは内部への燃焼が押さえられている。クサビ形式では継ぎ手が開かないように加工してあるため、内部への燃焼は遅くなった。フィンガージョイントはあらかじめ接着してあるため一般部とほぼ同等の性能であった。腰掛けあり継ぎでは、加工部分と部材の底面との距離が小さいためにログ接合部が多少早く燃焼する傾向を示したが、ログ接合部の加工精度が良く接合部も継ぎ手部も同じような燃焼状況であった。従って、今回実験を行ったログ継ぎ手は、本実加工が最も防火的に弱く、ダボ継ぎ手、クサビ継ぎ手がほぼ同程度の防火性能と考えられ、腰掛けあり継ぎ、フィンガージョイントの順に防火性能が向上する考えられる。

5.3 ログ壁構造の防火性能について

今回実施したログハウス壁構造の試験体は、耐火加熱に対して少なくとも60分の性能を確保し、防火構造同等性能試験に対しては、継ぎ手部分の処理を確実に行えば燃え抜けが生じないことが明らかとなった。ログハウスは、防火性能が低いとして延焼の恐れのある部分に用いることができないため、防火地域・準防火地域以外の地域に建設されることが多いが、以上の結果から見て、ログハウスは1時間の耐火性能（遮熱・遮炎性能）を満足すれば、類焼防止及び延焼防止に対して十分に性能を有していると考えられる。

6 今後の検討課題

本実験において、継ぎ手部分を想定して組み立てた試験体では、丸ログ円弧落とし実加工及び丸ログ小円弧落としの試験体は、継ぎ手上下のログが防火上の弱点となることが明らかとなった、又、継ぎ手部分を組み込んだ試験体の試験では防火的に弱点となる継ぎ手の種類が明らかとなった。よって、今後の検討として、ログ部材間の取り合いの形状と防火性能の検証並びに継ぎ手の種類と防火性向上のための処理方法の検討等を行うことが必要であると思われる。

表5-1-1 ログハウス、壁構造、防火2級加熱試験結果（観察記録）概要

| 試験体 記号 | ログ形式 | 計測終了 時間 | 加熱側の状況 | | 非加熱側の状況 | | 備考、その他の観察事項 |
|-----------|---------------|------------|--------|--------------------|-------------------|--------|---|
| | | | 深さ3cm | 深さ6cm | 深さ12cm | 燃え抜け位置 | |
| A-1 | 丸ログ 円弧・実加工 | 120分 | 70'30" | (97°C) 75'00" | (76°C) 75'00" | 42分 | 中央、継手位置 継手処理*有り 試験体上部のボルト穴から煙が出る。 |
| B-1 | 丸ログ 円弧落とし | 135分 | 46'45" | (203°C) 100'00" | 70'15" | 13分 | 中央、継手位置 継手処理無し 試験体上部のボルト穴から煙が出る。 |
| C-1 | 角ログ 1枚実 | 112分 | 32'30" | 90'15" | 67'45" | 68分 | 中央、継手位置 継手処理無し 試験体上部のボルト穴から煙が出る。 |
| A-3 | 丸ログ 円弧・実加工 | 120分 | 70'30" | (81°C) 75'00" | (82°C) 75'00" | 68分 | 中央、継手位置 継手処理有り 試験体上部のボルト穴から煙が出る。 |
| B-3 | 丸ログ 円弧落とし | 150分 | 46'45" | (193°C) 100'00" | 70'15" | なし | なし 継手処理有り 試験体上部のボルト穴から煙が出る。 |
| C-3 | 角ログ 1枚実 | 120分 | 32'30" | (78°C) 97'00" | (144°C) 97'00" | なし | なし 継手処理有り 試験体上部のボルト穴から煙が出る。 |

*：継手処理＝継手を想定した部分が簡単に燃え抜けたため、セラミックファイバー及び耐火接着剤で目地部を埋めた。

表5-1-2 ログハウス、壁構造、耐火加熱試験結果、概要

| 試験体 記号 | ログ形式 | 加熱終了 時間 | ログ接合部、260°Cを超えた時間 | | ログ継手部、260°Cを超えた時間 | | 燃え抜け 時間 | 燃え抜け位置 | 備考 |
|-----------|---------------|------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------|------------|---------|--------|
| | | | 深さ3cm | 深さ6cm | 深さ6cm | 深さ12cm | | | |
| A-2 | 丸ログ 円弧・実加工 | 75分 | 70'30" | (97°C) 75'00" | (81°C) 75'00" | (76°C) 75'00" | 58分 | 中央、継手位置 | 継手処理有り |
| B-2 | 丸ログ 円弧落とし | 100分 | 46'45" | (203°C) 100'00" | (193°C) 100'00" | 70'15" | 73分 | 中央、継手位置 | 継手処理有り |
| C-2 | 角ログ 1枚実 | 97分 | 32'30" | 90'15" | (78°C) 97'00" | 67'45" | 95分 | ログ接合部 | 継手処理有り |

*：継手処理＝継手を想定した部分が簡単に燃え抜けたため、セラミックファイバー及び耐火接着剤で目地部を埋めた。

表5-3 試験体記号D-1、継ぎ手試験体の継ぎ手部分の試験結果概要（防火2級加熱、測定時間：135分）

| 継ぎ手 記号 | 継ぎ手の形式 | 継ぎ手径 (mm) | 継ぎ手内部の中央 | | 260℃を越えた時間 到達時間(分) | 炭化 深さ (mm) | 炭化 速度 (mm/min) | 備考 |
|-----------|----------|--------------|-------------|--------------|-----------------------|------------------|----------------------|------------------|
| | | | 到達時間 (分) | 到達位置 (mm) | | | | |
| A-1 | タボ | 180.0 | Max. 90C | 105.0 | Max. 73C | 11 | 0.52 | 継ぎ手上下にウレタン系気密材挿入 |
| B | クサビ型タボ | 180.0 | Max. 98C | 105.0 | Max. 62C | 13 | 0.61 | 継ぎ手上下にウレタン系気密材挿入 |
| A-2 | タボ | 180.0 | Max. 79C | 105.0 | Max. 48C | 11 | 0.52 | 継ぎ手上下にウレタン系気密材挿入 |
| C-1 | 本妻 | 160.0 | Max. 233C | 97.5 | Max. 145C | 15 | 0.70 | 継ぎ手上下にウレタン系気密材挿入 |
| D | フィンジョイント | 120.0 | — | — | — | 15 | 0.70 | 継ぎ手上下にウレタン系気密材挿入 |
| C-2 | 本妻 | 160.0 | 95.7 | 97.5 | Max. 259C | 94 | 0.69 | 継ぎ手上下にウレタン系気密材挿入 |
| E-1 | 腰掛けあり | 150.0 | — | — | — | 11 | 0.52 | 継ぎ手上下にシリコン系ゴム挿入 |
| E-2 | 腰掛けあり | 150.0 | — | — | — | 11 | 0.52 | 継ぎ手上下にシリコン系ゴム挿入 |
| E-3 | 腰掛けあり | 150.0 | — | — | — | 8 | 0.38 | 継ぎ手上下には何も挿入せず |
| E-4 | 腰掛けあり | 150.0 | — | — | — | 18 | 0.85 | 継ぎ手上下には何も挿入せず |

表5-4 試験体記号D-1、継ぎ手試験体のログ接合部のログ接合部の試験結果概要（防火2級加熱、測定時間：135分）

| 継ぎ手 接合部位置 | ログの形式 | ログ接合部 | | 260℃を越えた時間 | | 到達時間 (分) | 試験体 種類 | 到達時間 (分) | 炭化 深さ (mm) | 燃え 抜け 時間 | 平均炭化速度 (mm/min) | 備考 | |
|--------------|---------------------------------|---------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-----------|-------------|------------------|----------------|--------------------|-------------|------------|
| | | 到達時間 (分) | 到達位置 (mm) | 到達時間 (分) | 到達位置 (mm) | | | | | | | | 内部温度* |
| 継ぎ手A-1上側 | 丸ログ 円弧落とし 実加工 (径180mm) | 25.0 | Max. 90C | 55.0 | Max. 79C | 80.0 | 80.0 | Max. 54C | 9 | なし | 0.42 | ウレタン系気密材挿入 | |
| 継ぎ手A-1下側 | | 25.0 | Max. 76C | 55.0 | Max. 75C | 80.0 | 80.0 | Max. 75C | 9 | なし | 0.42 | ウレタン系気密材挿入 | |
| 継ぎ手B上側 | | 25.0 | Max. 156C | 55.0 | Max. 77C | 80.0 | 80.0 | Max. 67C | 12 | なし | 0.57 | ウレタン系気密材挿入 | |
| 継ぎ手B下側 | | 25.0 | Max. 97C | 55.0 | Max. 57C | 80.0 | 80.0 | Max. 40C | 9 | なし | 0.42 | ウレタン系気密材挿入 | |
| 継ぎ手A-2上側 | | 25.0 | Max. 72C | 55.0 | Max. 43C | 80.0 | 80.0 | Max. 35C | 10 | なし | 0.47 | ウレタン系気密材挿入 | |
| 継ぎ手A-2下側 | | 25.0 | Max. 59C | 55.0 | Max. 52C | 80.0 | 80.0 | Max. 34C | 25 | なし | 1.18 | シリコン系ゴム挿入 | |
| 継ぎ手C-1上側 | | 如ク大鉄とし 皿(径160mm) | 21.0 | Max. 101C | 54.0 | Max. 88C | 75.0 | 75.0 | Max. 78C | 21 | なし | 0.99 | ウレタン系気密材挿入 |
| 継ぎ手C-1下側 | | 如ク大鉄とし 皿(径120mm) | 21.0 | 7.8 | 54.0 | 98.3 | 75.0 | 75.0 | Max. 127C | 75 | 135分 | 0.58# | ウレタン系気密材挿入 |
| 継ぎ手D上側 | 如ク大鉄とし 皿(径120mm) | 15.0 | Max. 76C | 45.0 | Max. 50C | 60.0 | 60.0 | Max. 41C | 7 | なし | 0.33 | ウレタン系気密材挿入 | |
| 継ぎ手D下側 | 如ク大鉄とし 皿(径120mm) | 15.0 | Max. 89C | 48.0 | Max. 53C | 63.0 | 63.0 | Max. 41C | 7 | なし | 0.33 | ウレタン系気密材挿入 | |
| 継ぎ手C-2上側 | 如ク大鉄とし 皿(径160mm) | 21.0 | 11.2 | 54.0 | Max. 97C | 75.0 | 75.0 | Max. 61C | 54 | なし | >0.42# | シリコン系ゴム挿入 | |
| 継ぎ手C-2下側 | 如ク大鉄とし 皿(径160mm) | 21.0 | 48.0 | 54.0 | 86.6 | 75.0 | 75.0 | Max. 133.0 | 75 | 127分 | 0.62# | ウレタン系気密材挿入 | |
| 継ぎ手E-1上側 | 丸ログ 太鼓落とし 実加工 (径150mm) | 20.0 | Max. 100C | 80.0 | Max. 44C | 100.0 | 100.0 | Max. 36C | 10 | なし | 0.47 | シリコン系ゴム挿入 | |
| 継ぎ手E-1下側 | | 20.0 | Max. 98C | 80.0 | Max. 50C | 100.0 | 100.0 | Max. 37C | 10 | なし | 0.47 | シリコン系ゴム挿入 | |
| 継ぎ手E-2上側 | | 20.0 | Max. 99C | 80.0 | Max. 43C | 100.0 | 100.0 | Max. 38C | 10 | なし | 0.47 | シリコン系ゴム挿入 | |
| 継ぎ手E-2下側 | | 20.0 | Max. 100C | 80.0 | Max. 52C | 100.0 | 100.0 | Max. 34C | 10 | なし | 0.47 | シリコン系ゴム挿入 | |
| 継ぎ手E-3上側 | | 20.0 | Max. 99C | 80.0 | Max. 48C | 100.0 | 100.0 | Max. 39C | 12 | なし | 0.57 | 接合部には何も挿入せず | |
| 継ぎ手E-3下側 | | 20.0 | Max. 108C | 80.0 | Max. 65C | 100.0 | 100.0 | Max. 35C | 14 | なし | 0.66 | 接合部には何も挿入せず | |
| 継ぎ手E-4上側 | | 20.0 | Max. 99C | 80.0 | Max. 42C | 100.0 | 100.0 | Max. 35C | 13 | なし | 0.61 | 接合部には何も挿入せず | |
| 継ぎ手E-4下側 | | 20.0 | Max. 99C | 80.0 | Max. 96C | 100.0 | 100.0 | Max. 36C | 11 | なし | 0.52 | 接合部には何も挿入せず | |

注) *：加熱側に最も近い測定位置の温度が260℃を越えた時間と着火時間の差から算出

**：炭化深さと加熱温度が260℃以下になる時間〔#〕加熱終了時に測定温度が260℃以上である場合には135分とした）と着火時間の差から算出

表5-5 試験体記号D-2、継ぎ手試験体の継ぎ手部分の試験結果概要（ISO耐火加熱、加熱時間：90分）

| 継ぎ手 記号 | 継ぎ手の形式 | 継ぎ手中央の幅 (mm) | 継ぎ手内部の中央 260℃を越えた時間 | | 燃え抜け 時間 (分) | 炭化 深さ (mm) | 平均炭化速度 (mm/min) | | 備考 |
|-----------|----------|-----------------|------------------------|-------------|-------------------|------------------|--------------------|--------|------------------|
| | | | 測定値 (分) | 到達時間 (分) | | | 内部温度* | 炭化深さ** | |
| A-1 | ダボ | 180.0 | 75.0 | 80.1 | なし | 93 | 0.97 | 1.06 | 継ぎ手上下にウレタン系気密材挿入 |
| B | クサビ型ダボ | 180.0 | 75.0 | Max. 160℃ | なし | 82 | <0.86 | 0.94 | 継ぎ手上下にウレタン系気密材挿入 |
| A-2 | ダボ | 180.0 | 75.0 | Max. 133℃ | なし | 75 | <0.86 | 0.86 | 継ぎ手上下にウレタン系気密材挿入 |
| C-1 | 本妻 | 160.0 | 62.5 | Max. 108℃ | なし | 60 | <0.72 | 0.69 | 継ぎ手上下にウレタン系気密材挿入 |
| D | フィンジョイント | 120.0 | — | — | なし | 45 | — | 0.52 | 継ぎ手上下にウレタン系気密材挿入 |
| C-2 | 本妻 | 160.0 | 62.5 | 81.3 | なし | 67 | 0.80 | 0.77 | 継ぎ手上下にウレタン系気密材挿入 |
| E-1 | 腰掛けあり | 150.0 | — | — | なし | 67 | — | 0.77 | 継ぎ手上下にシリコン系ゴム挿入 |
| E-2 | 腰掛けあり | 150.0 | — | — | なし | 61 | — | 0.70 | 継ぎ手上下にシリコン系ゴム挿入 |
| E-3 | 腰掛けあり | 150.0 | — | — | なし | 70 | — | 0.80 | 継ぎ手上下に何れも挿入せず |
| E-4 | 腰掛けあり | 150.0 | — | — | なし | 64 | — | 0.73 | 継ぎ手上下に何れも挿入せず |

表5-6 試験体記号D-2、継ぎ手試験体のログ接合部の試験結果概要（ISO耐火加熱、加熱時間：90分）

| 継ぎ手に対する 接合部位置 | ログの形式 | ログ接合部 260℃を越えた時間 | | | | 燃え 抜け 時間 | 炭化 深さ (mm) | 平均炭化速度 (mm/min) | | 備考 |
|------------------|---------------------------------|---------------------|-------------|-------------|-----------|----------------|------------------|--------------------|------|-------------|
| | | 測定値 (分) | 到達時間 (分) | 到達時間 (分) | 炭化深さ** | | | | | |
| 継ぎ手A-1上側 | 丸ログ 円弧落とし 実加工 (径180mm) | 25.0 | 41.5 | 55.0 | Max. 149℃ | なし | 55 | 0.64 | 0.63 | ウレタン系気密材挿入 |
| 継ぎ手A-1下側 | | 25.0 | 16.9 | 55.0 | 16.6 | 79分 | 80 | 1.76 | 1.05 | ウレタン系気密材挿入 |
| 継ぎ手B上側 | | 25.0 | 17.2 | 55.0 | 75.8 | 80.1 | 80 | 1.72 | 0.92 | ウレタン系気密材挿入 |
| 継ぎ手B下側 | | 25.0 | 30.1 | 55.0 | Max. 116℃ | なし | 35 | 0.91 | 0.40 | ウレタン系気密材挿入 |
| 継ぎ手A-2上側 | | 25.0 | Max. 204℃ | 55.0 | Max. 87℃ | なし | 35 | <0.29 | 0.40 | ウレタン系気密材挿入 |
| 継ぎ手A-2下側 | | 25.0 | 89.3 | 55.0 | Max. 249℃ | なし | 58 | 0.29 | 0.66 | シリコン系ゴム挿入 |
| 継ぎ手C-1上側 | | 21.0 | 33.4 | 54.0 | 84.2 | Max. 87℃ | 54 | 0.70 | 0.62 | ウレタン系気密材挿入 |
| 継ぎ手C-1下側 | | 21.0 | 23.3 | 54.0 | Max. 179℃ | なし | 46 | 1.05 | 0.53 | ウレタン系気密材挿入 |
| 継ぎ手D上側 | | 15.0 | 66.3 | 45.0 | Max. 125℃ | なし | 46 | 0.24 | 0.53 | ウレタン系気密材挿入 |
| 継ぎ手D下側 | | 15.0 | 33.3 | 48.0 | Max. 131℃ | なし | 42 | 0.50 | 0.48 | ウレタン系気密材挿入 |
| 継ぎ手C-2上側 | | 21.0 | 44.8 | 54.0 | 88.4 | Max. 77℃ | 54 | 0.51 | 0.62 | シリコン系ゴム挿入 |
| 継ぎ手C-2下側 | | 21.0 | 28.4 | 54.0 | 37.6 | Max. 80℃ | 54 | 0.91 | 0.62 | ウレタン系気密材挿入 |
| 継ぎ手E-1上側 | 丸ログ 太鼓落とし 実加工 (径150mm) | 20.0 | 38.7 | 80.0 | Max. 95℃ | なし | 58 | 0.56 | 0.66 | シリコン系ゴム挿入 |
| 継ぎ手E-1下側 | | 20.0 | 35.0 | 80.0 | Max. 112℃ | なし | 58 | 0.62 | 0.66 | シリコン系ゴム挿入 |
| 継ぎ手E-2上側 | | 20.0 | — | 80.0 | Max. 101℃ | なし | 50 | — | 0.57 | シリコン系ゴム挿入 |
| 継ぎ手E-2下側 | | 20.0 | 36.4 | 80.0 | Max. 98℃ | なし | 55 | 0.59 | 0.63 | シリコン系ゴム挿入 |
| 継ぎ手E-3上側 | | 20.0 | 32.3 | 80.0 | Max. 124℃ | なし | 57 | 0.69 | 0.66 | 接合部には何も挿入せず |
| 継ぎ手E-3下側 | | 20.0 | 33.4 | 80.0 | Max. 182℃ | なし | 70 | 0.66 | 0.81 | 接合部には何も挿入せず |
| 継ぎ手E-4上側 | | 20.0 | 33.9 | 80.0 | Max. 107℃ | なし | 66 | 0.65 | 0.76 | 接合部には何も挿入せず |
| 継ぎ手E-4下側 | | 20.0 | 55.6 | 80.0 | Max. 97℃ | なし | 58 | 0.38 | 0.67 | 接合部には何も挿入せず |

注) 水：加熱側に最も近い測定位置の温度が 260℃を越えた時間と着火時間の差から算出
水*：炭化深さと着火継続時間から算出

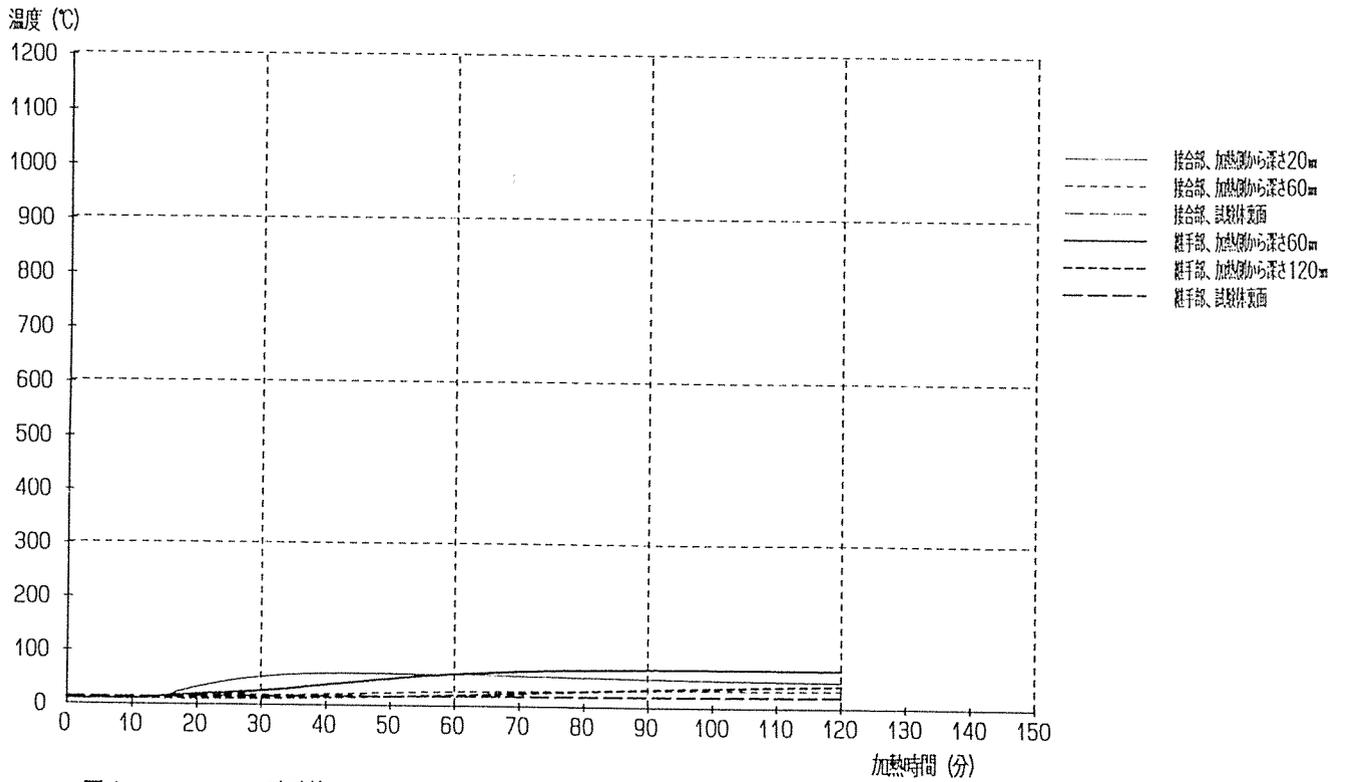


図4. 1. 1-1 試験体記号A-1 各部温度平均

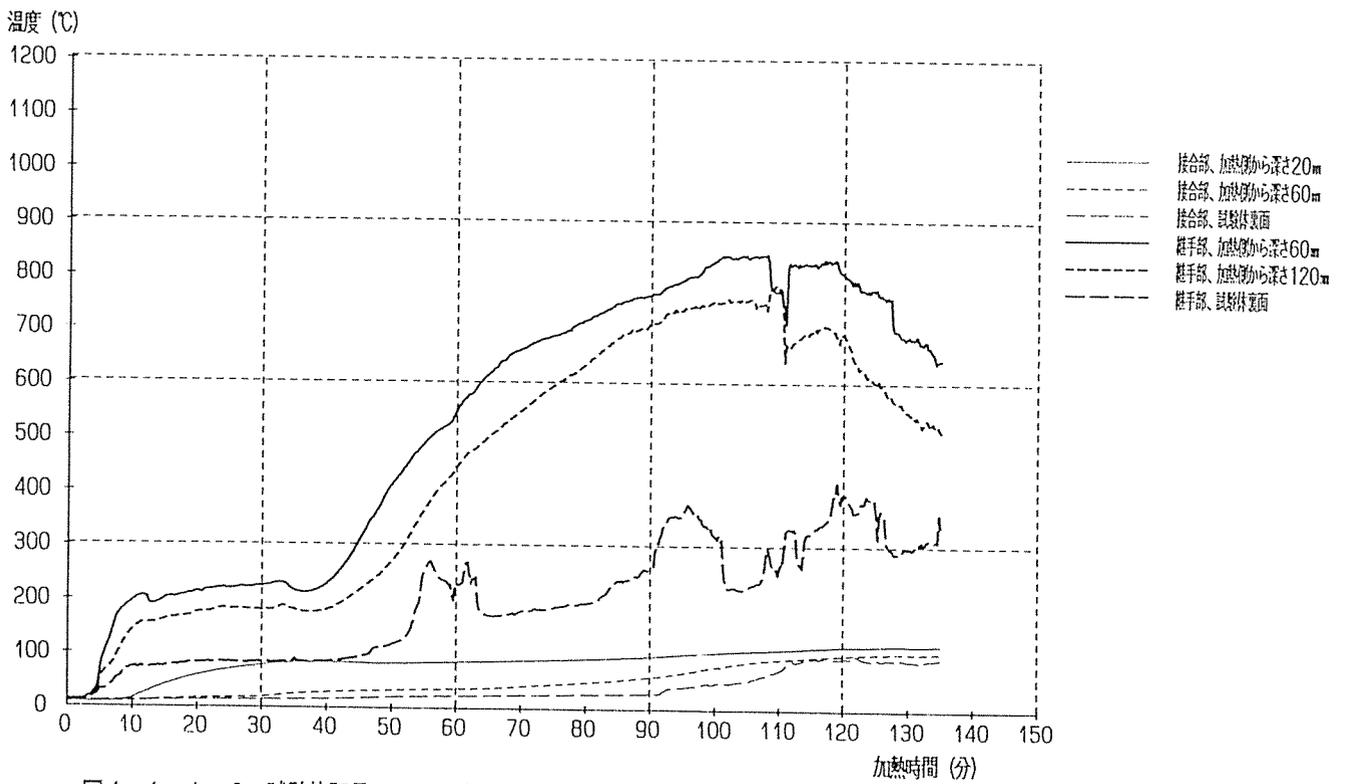


図4. 1. 1-2 試験体記号B-1 各部温度平均

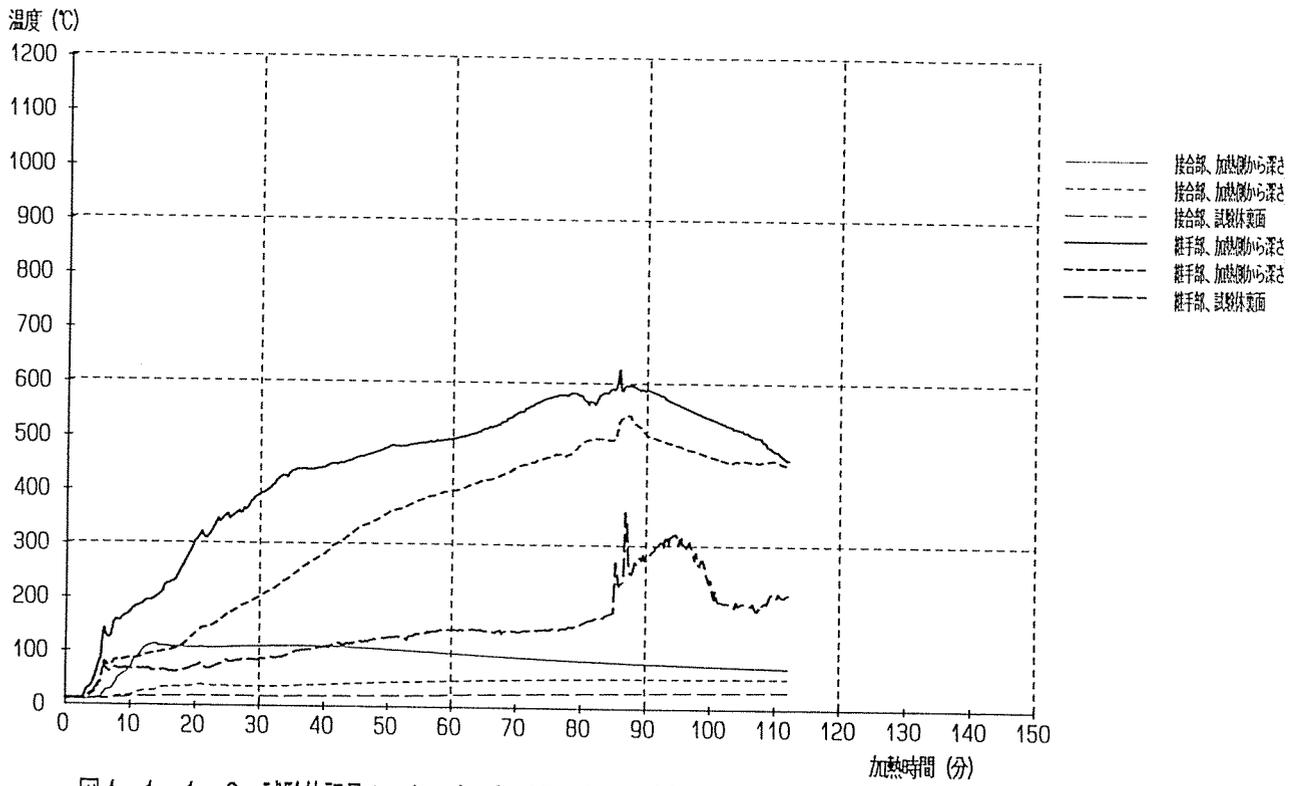


図4. 1. 1-3 試験体記号C-1 各部温度平均

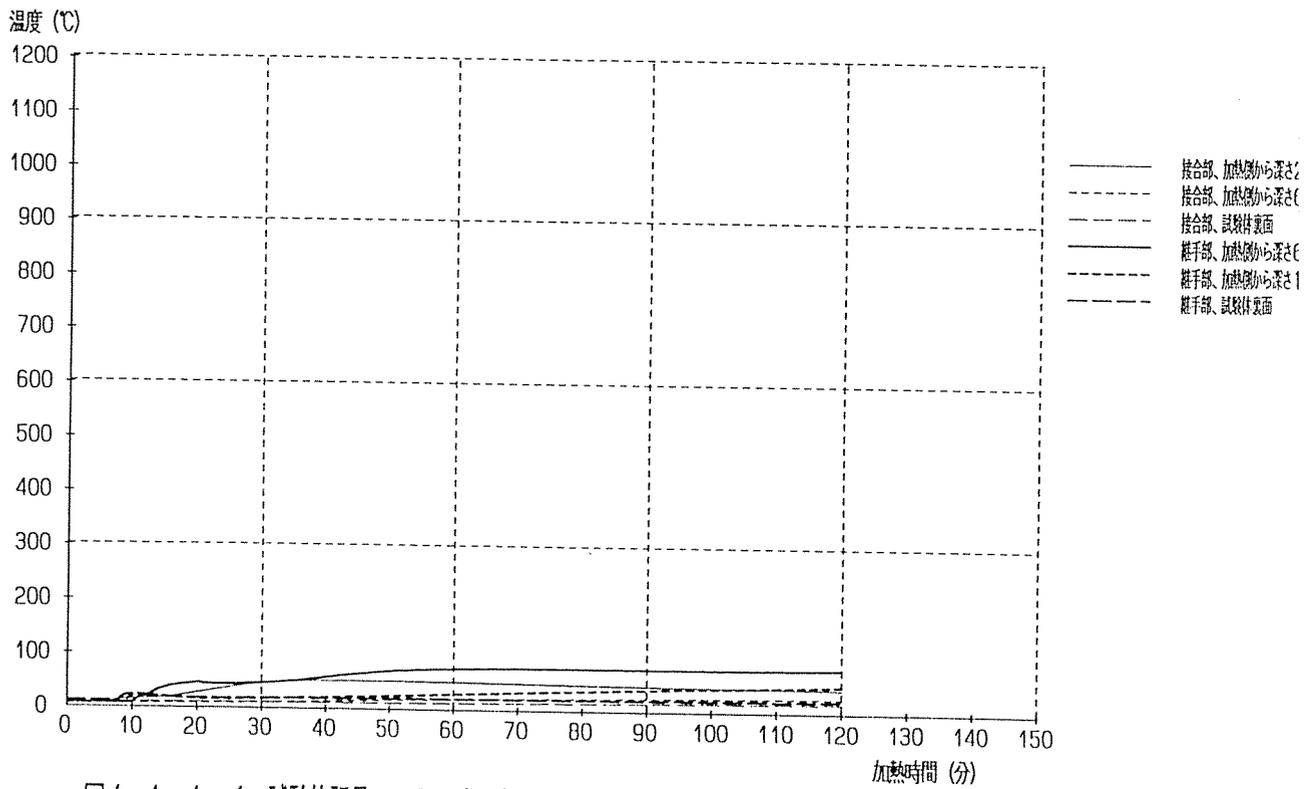


図4. 1. 1-4 試験体記号A-3 各部温度平均

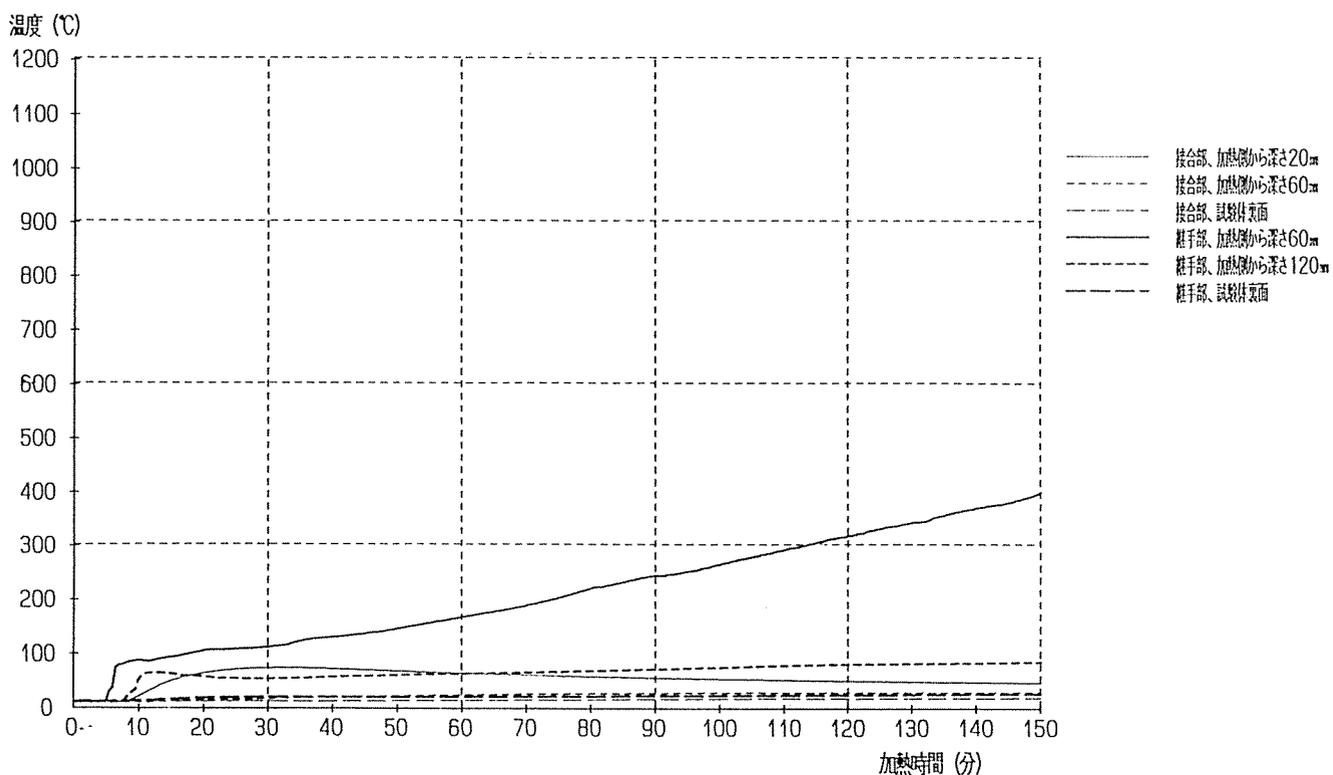


図4. 1. 1-5 試験体記号B-3 各部温度平均

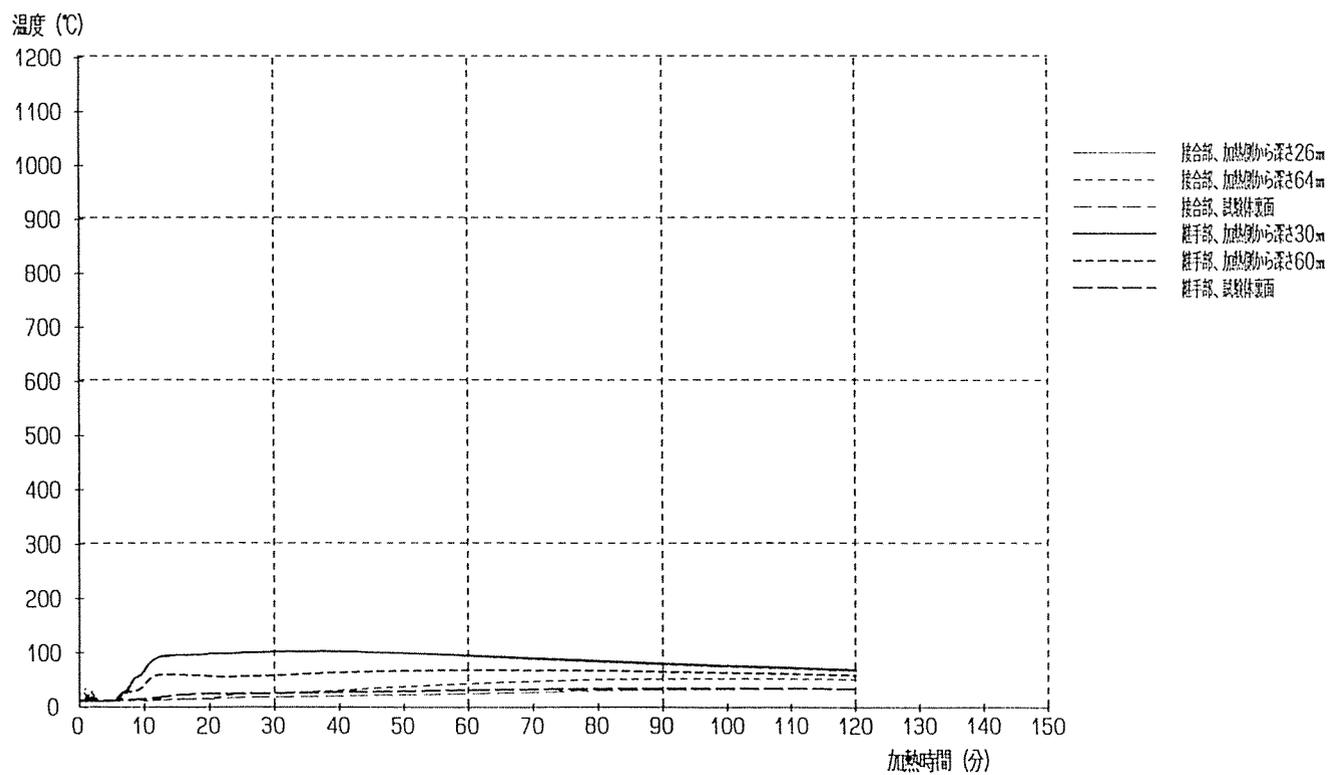
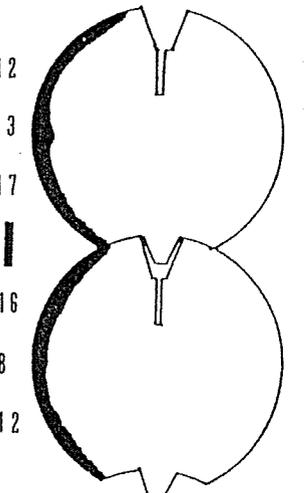
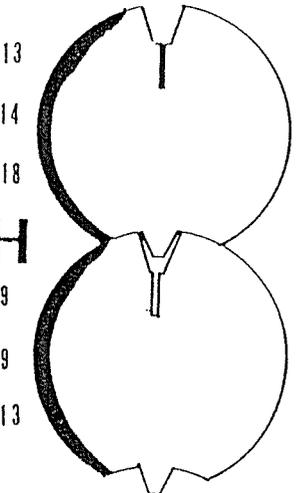
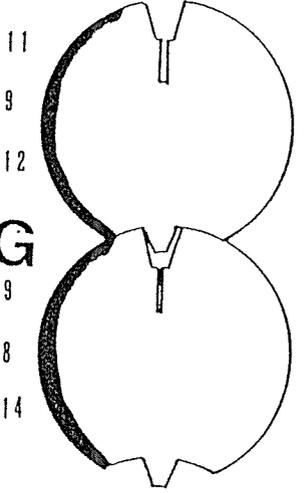
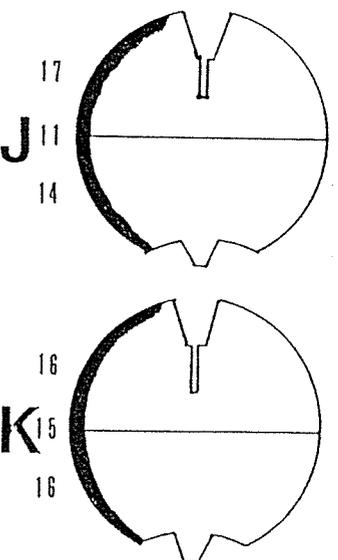
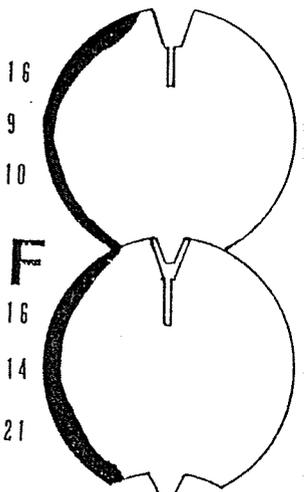
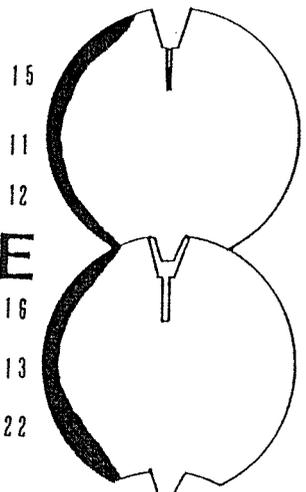
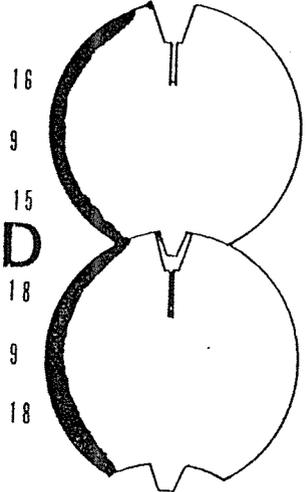
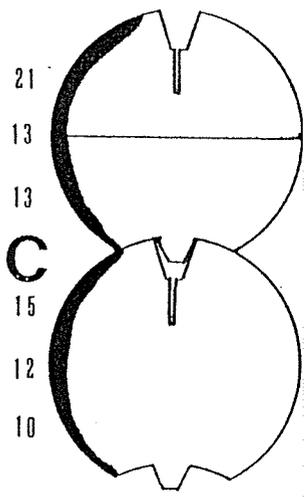
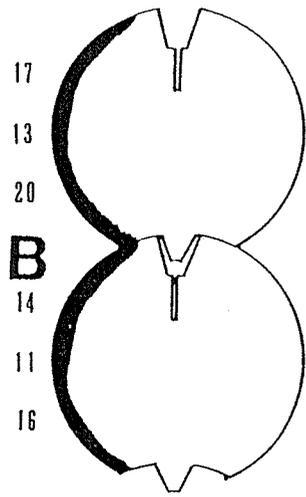
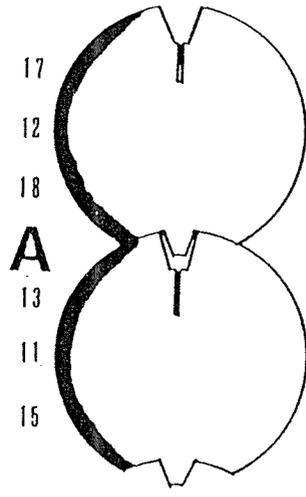
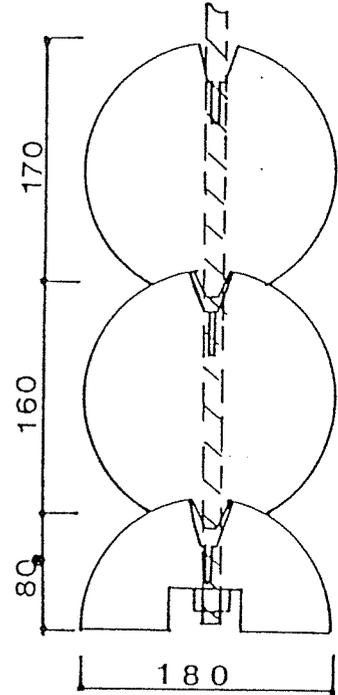
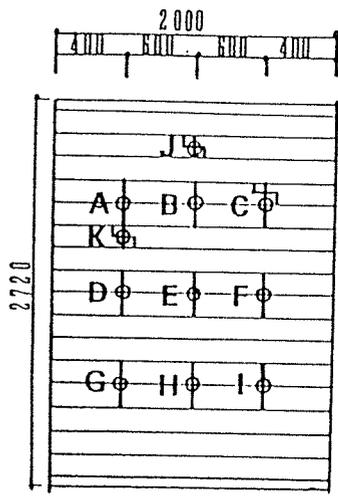


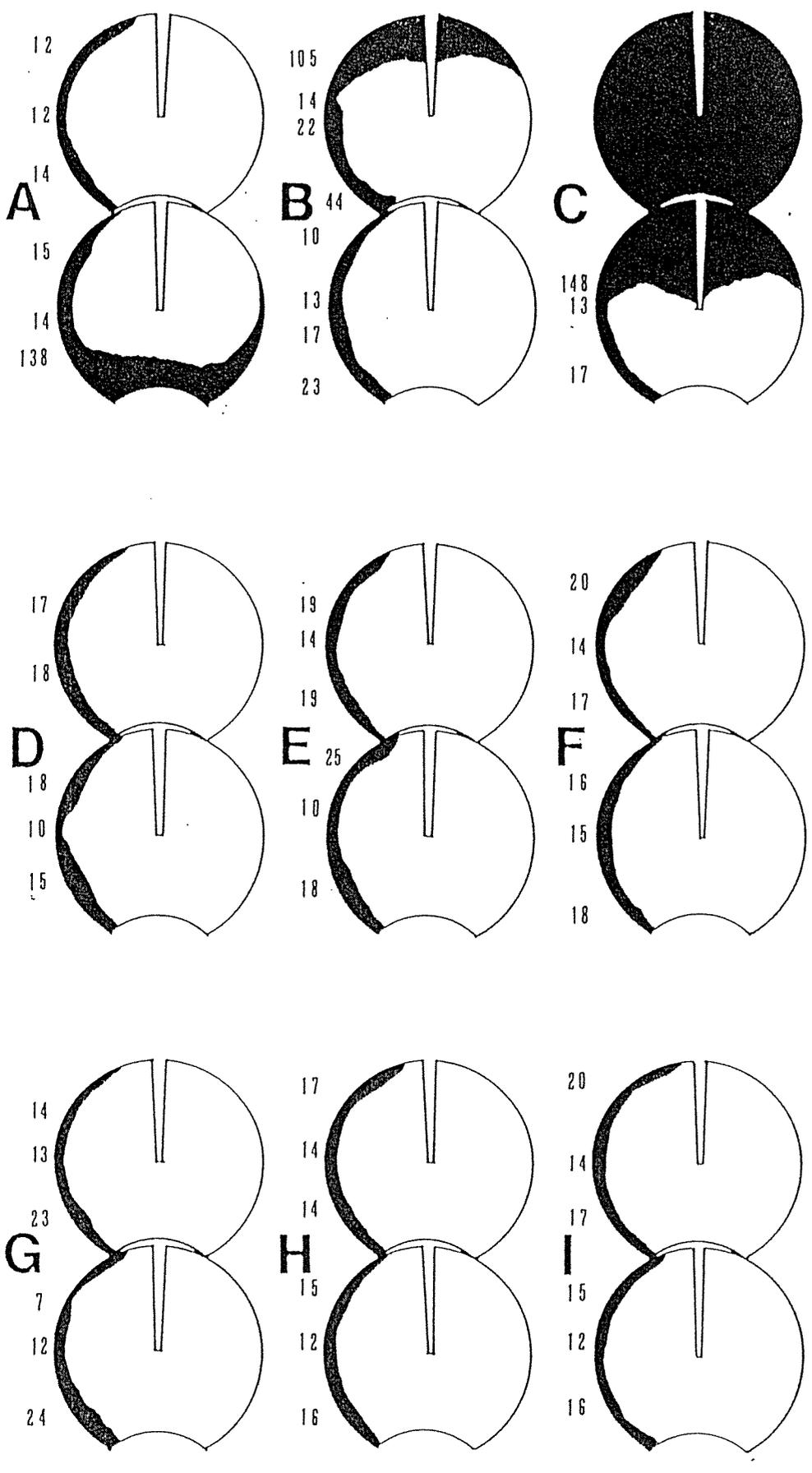
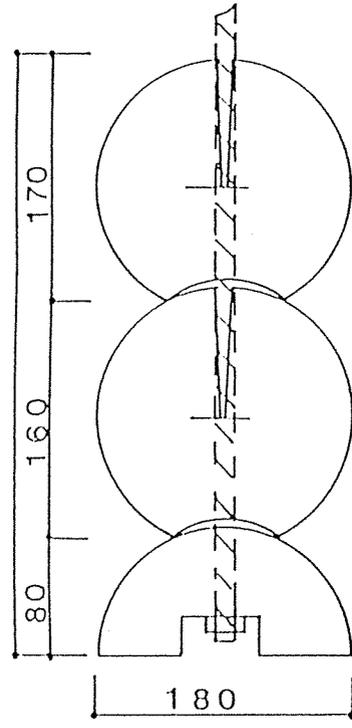
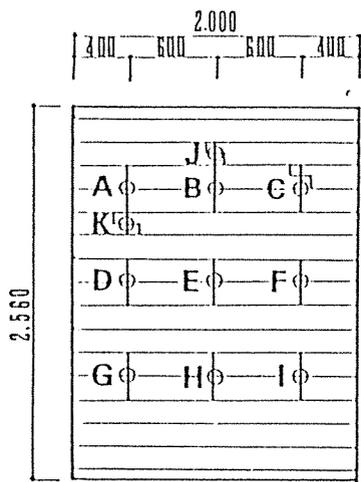
図4. 1. 1-6 試験体記号C-3 各部温度平均



■ : 炭化焼失部分

単位 : mm

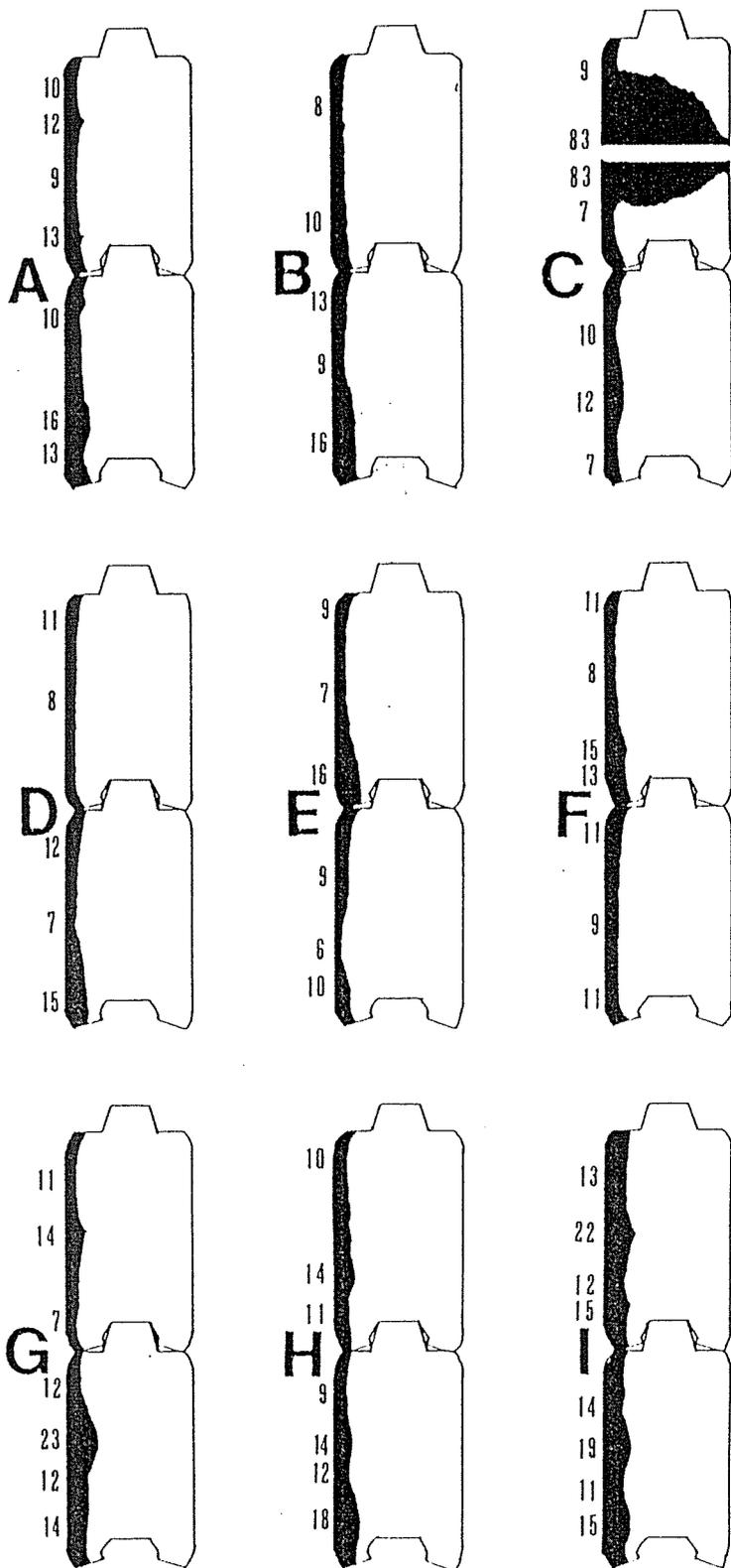
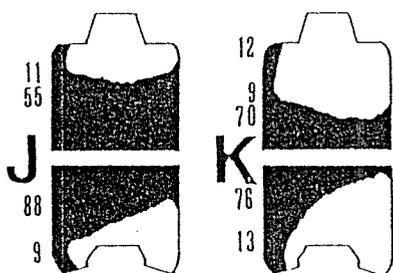
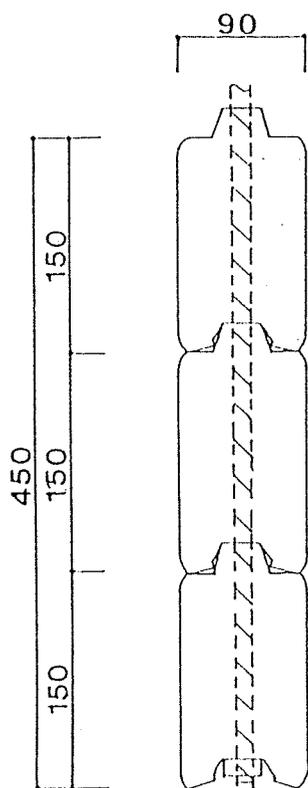
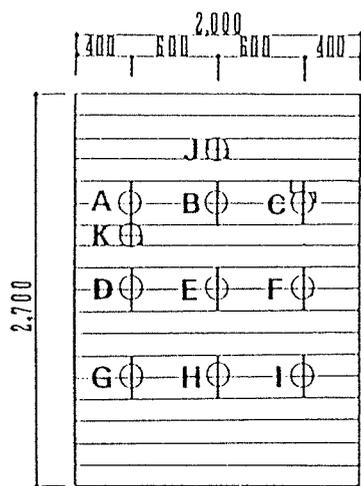
図 炭4. 1. 1-1 試験体記号A-1 各部炭化深さの断面図



■ : 炭化焼失部分

単位 : mm

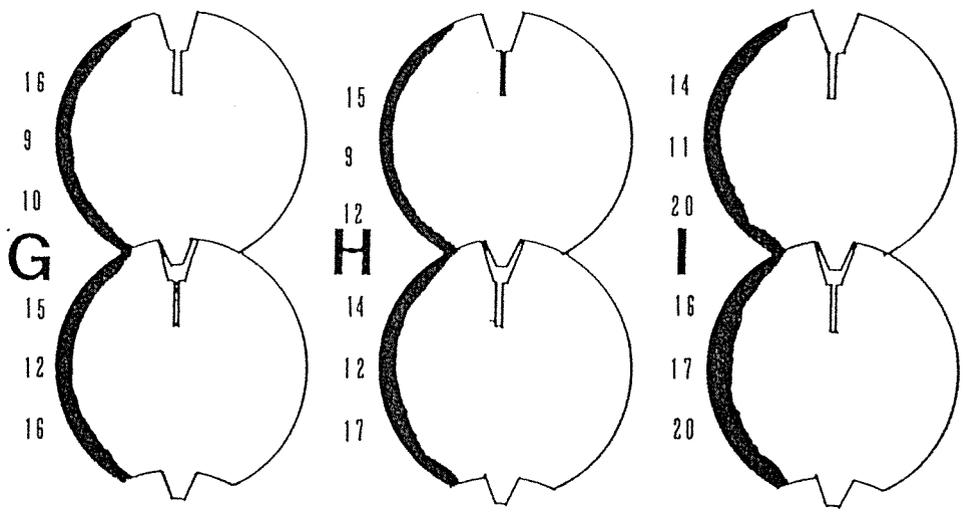
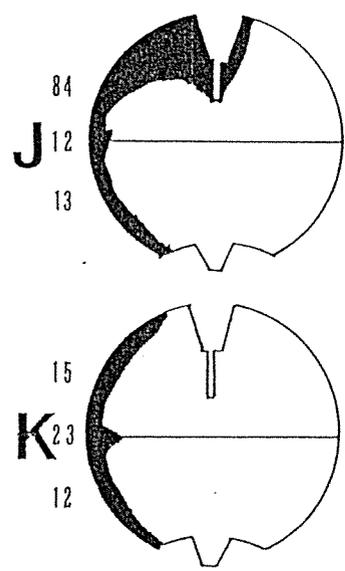
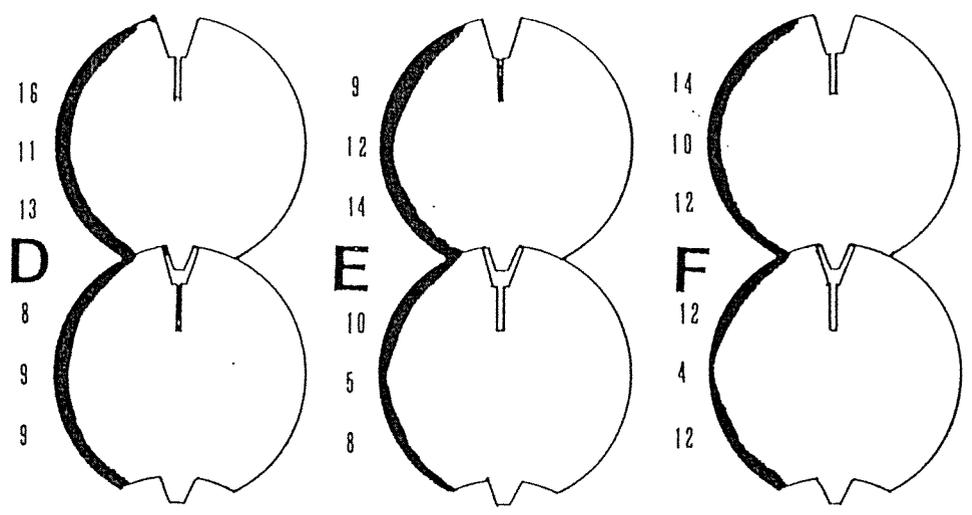
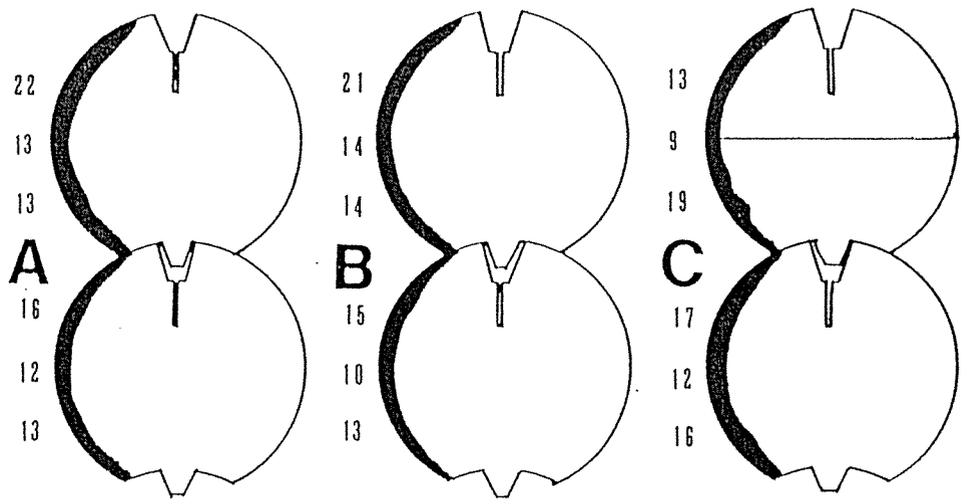
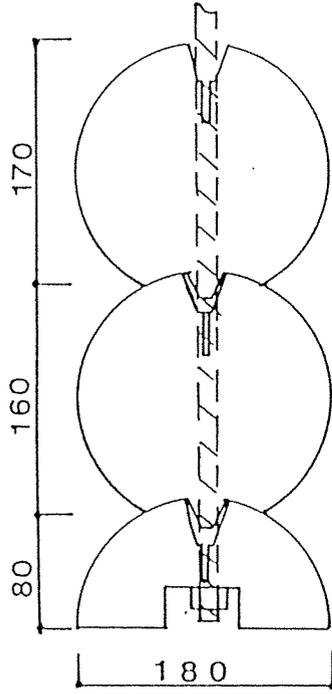
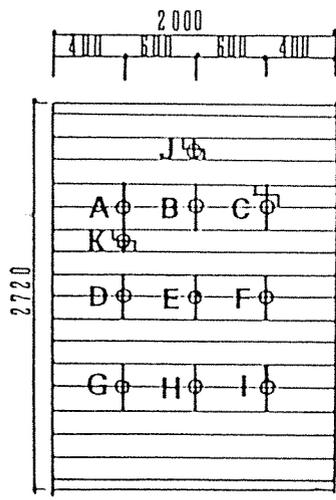
図 炭4. 1. 1-2 試験体記号B-1 各部炭化深さの断面図



■ : 炭化焼失部分

単位 : mm

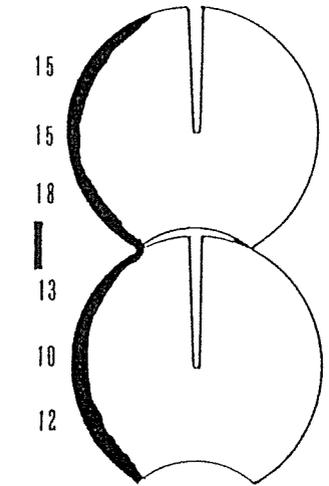
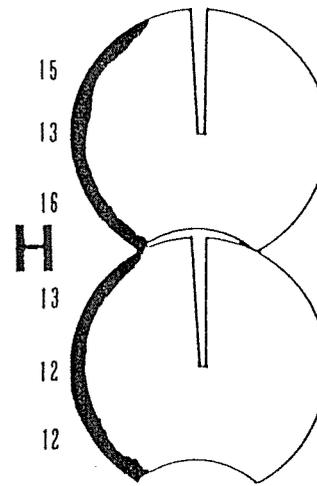
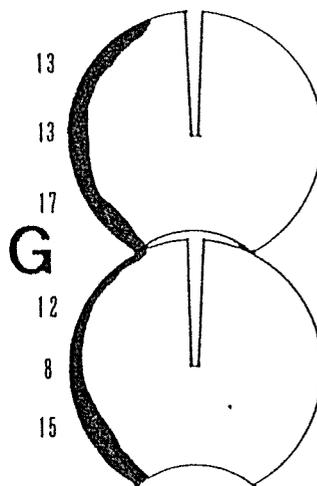
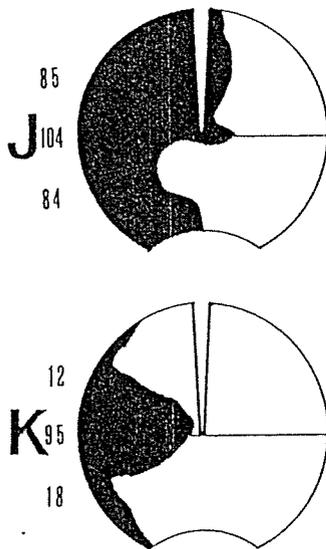
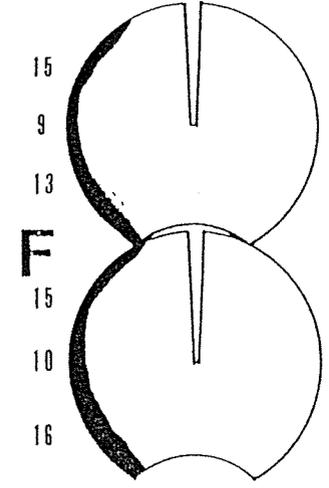
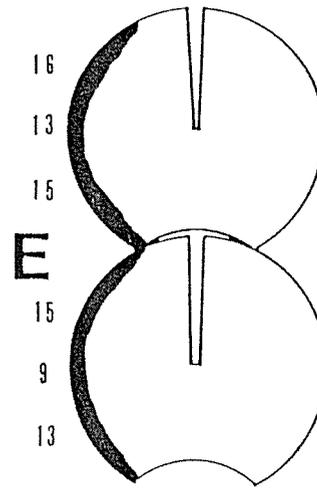
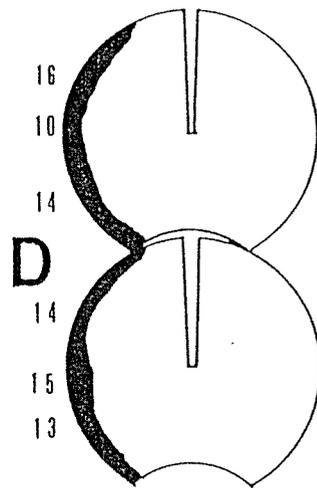
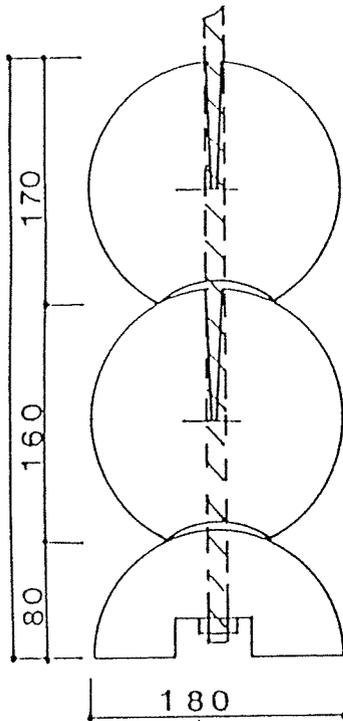
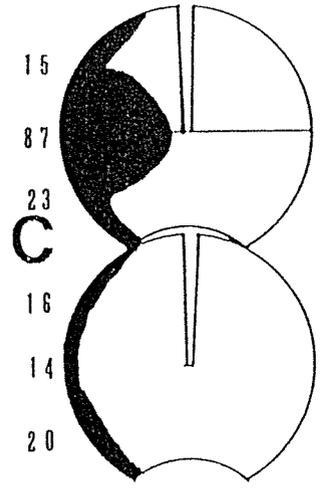
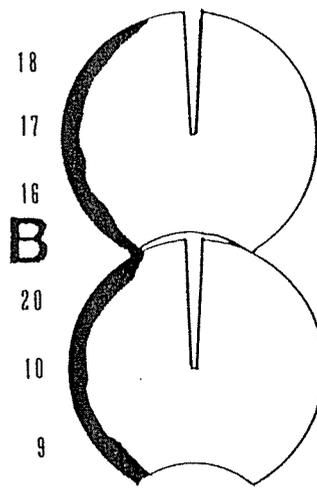
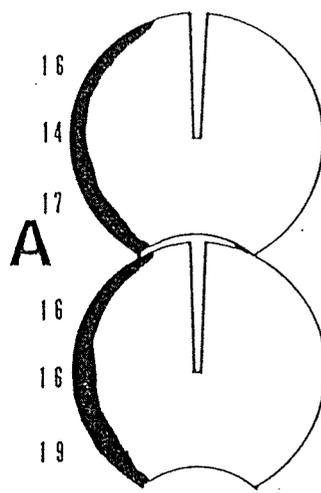
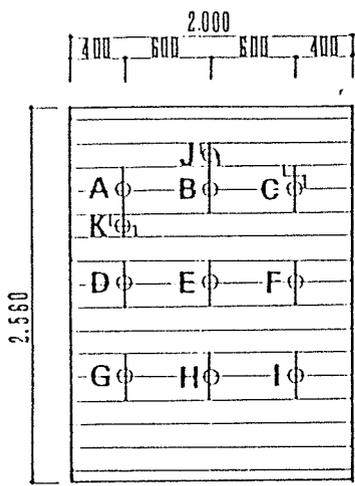
図 炭4. 1. 1-3 試験体記号C-1 各部炭化深さの断面図



■ : 炭化焼失部分

単位 : mm

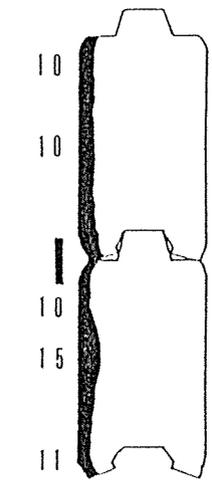
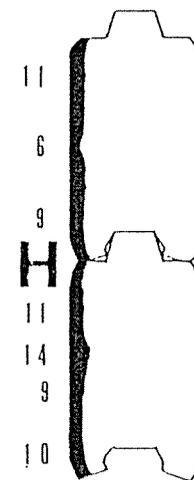
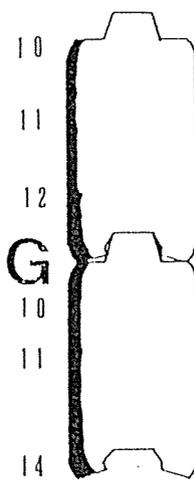
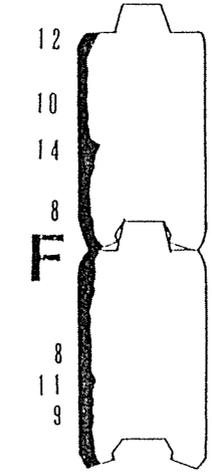
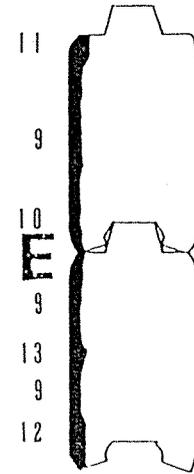
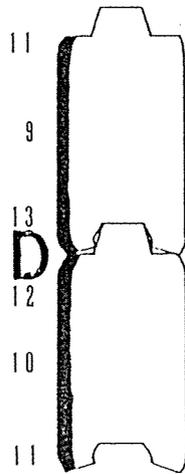
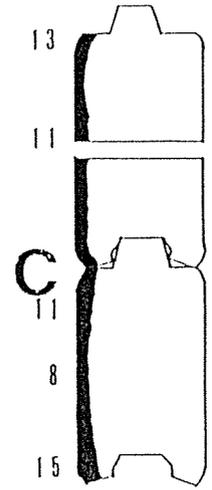
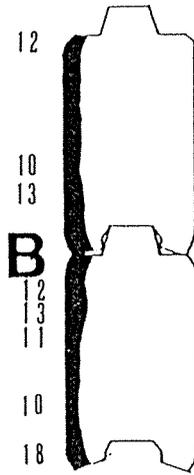
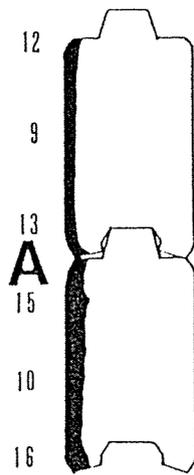
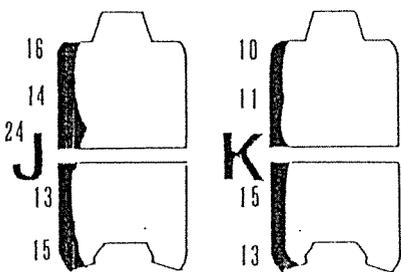
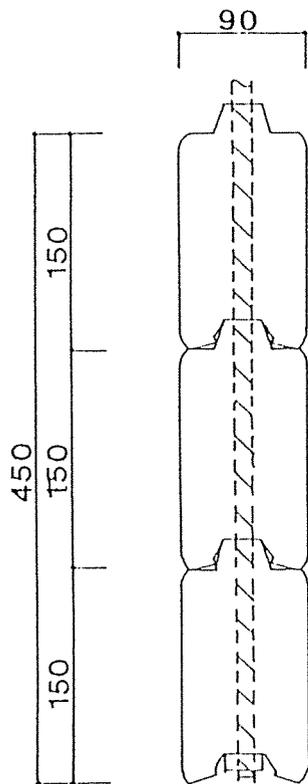
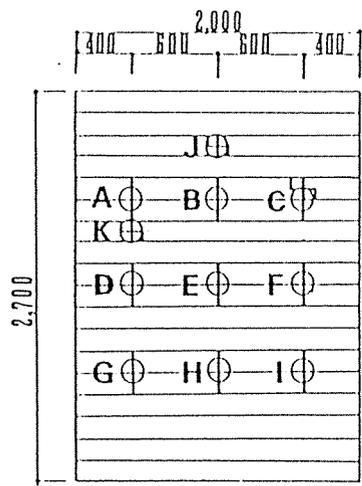
図 炭4. 1. 1-4 試験体記号A-3 各部炭化深さの断面図



■ : 炭化焼失部分

単位 : mm

図 炭4. 1. 1-5 試験体記号B-3 各部炭化深さの断面図



■ : 炭化焼失部分

単位 : mm

図 炭4. 1. 1-6 試験体記号C-3 各部炭化深さの断面図

- P1
- P2
- P3

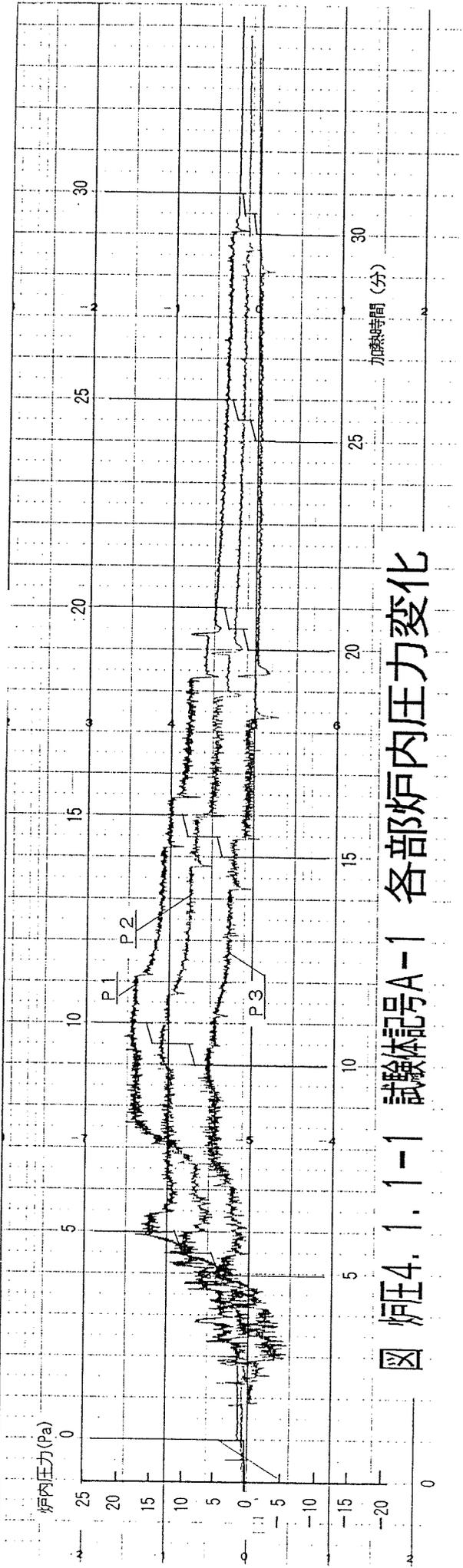


図 炉内4.1.1-1-1 試験体記号A-1 各部炉内压力変化

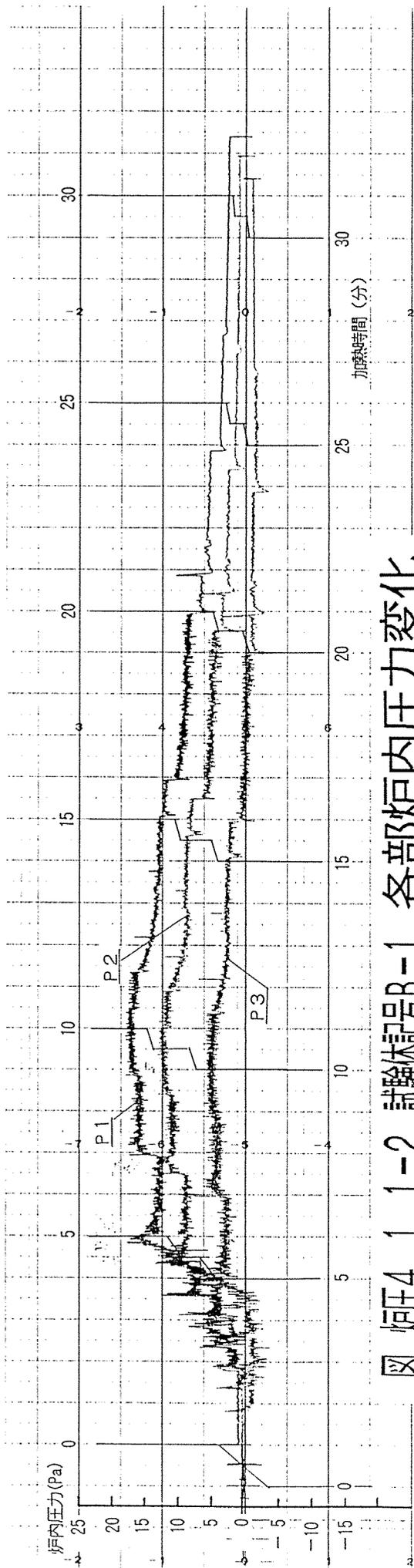
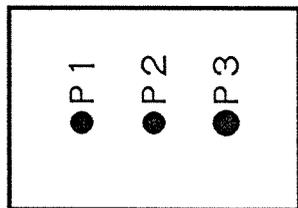


图 炉压 4.1.1-2 試驗体記号 B-1 各部炉内压力变化

- P1
- P2
- P3

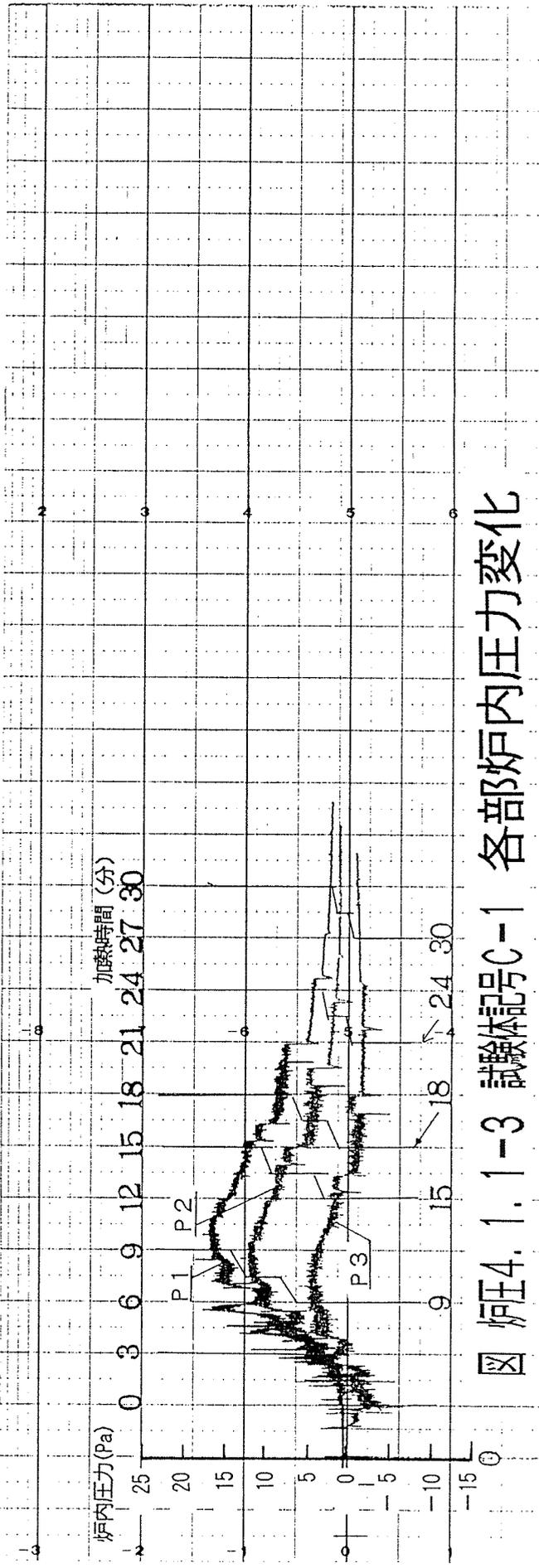


図 炉内 1.1-3 試験体記号 C-1 各部炉内圧力変化

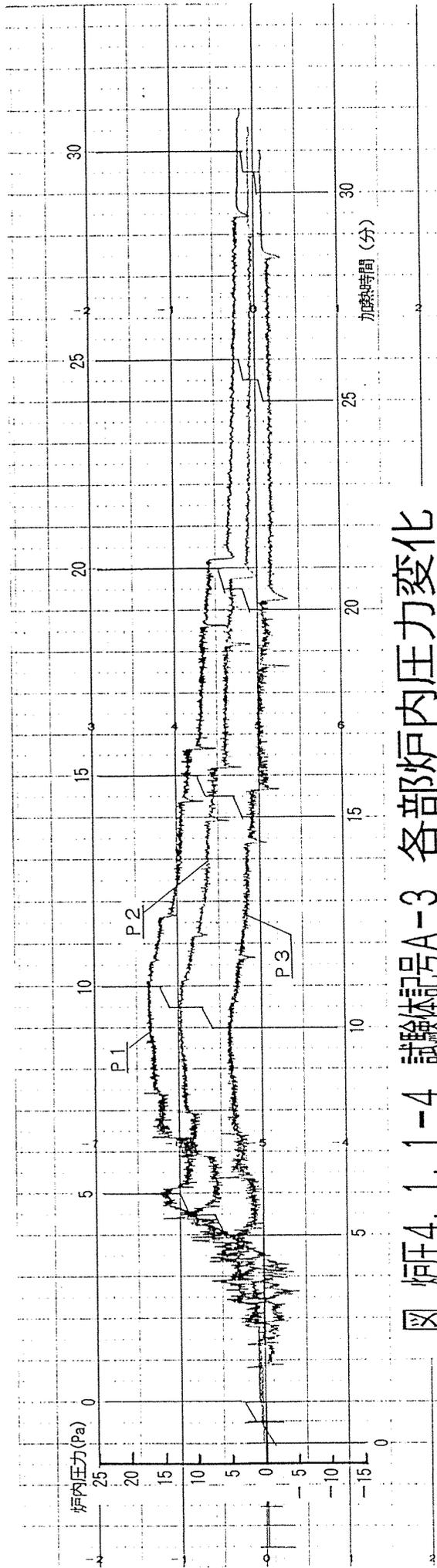
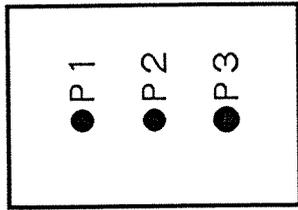


图 炉内 1.1-4 试验体记号 A-3 各部炉内压力变化

- P1
- P2
- P3

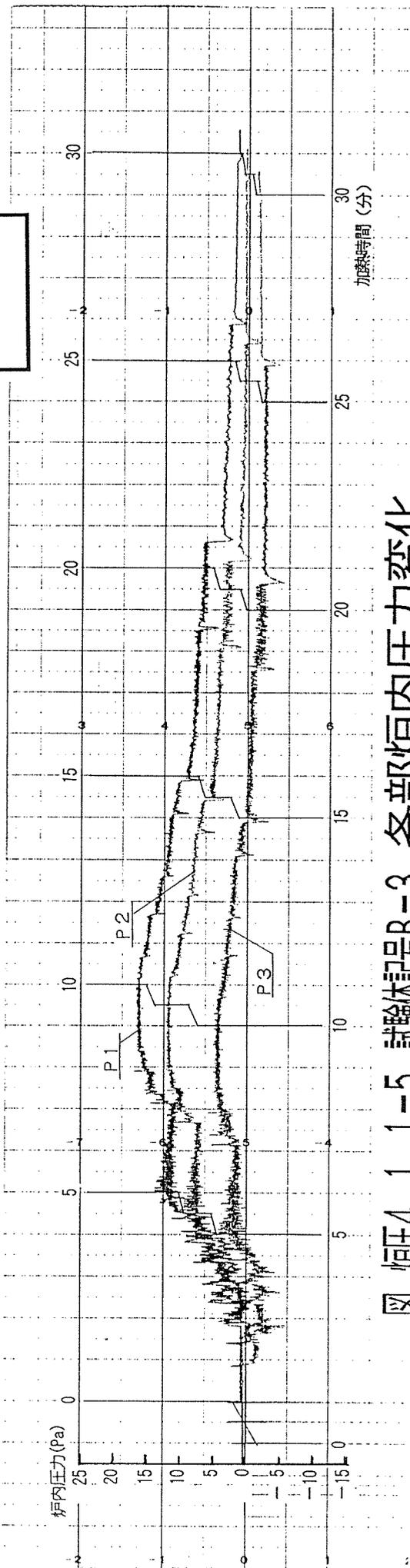


図 炉圧4.1.1-5 試験体記号B-3 各部炉内压力変化

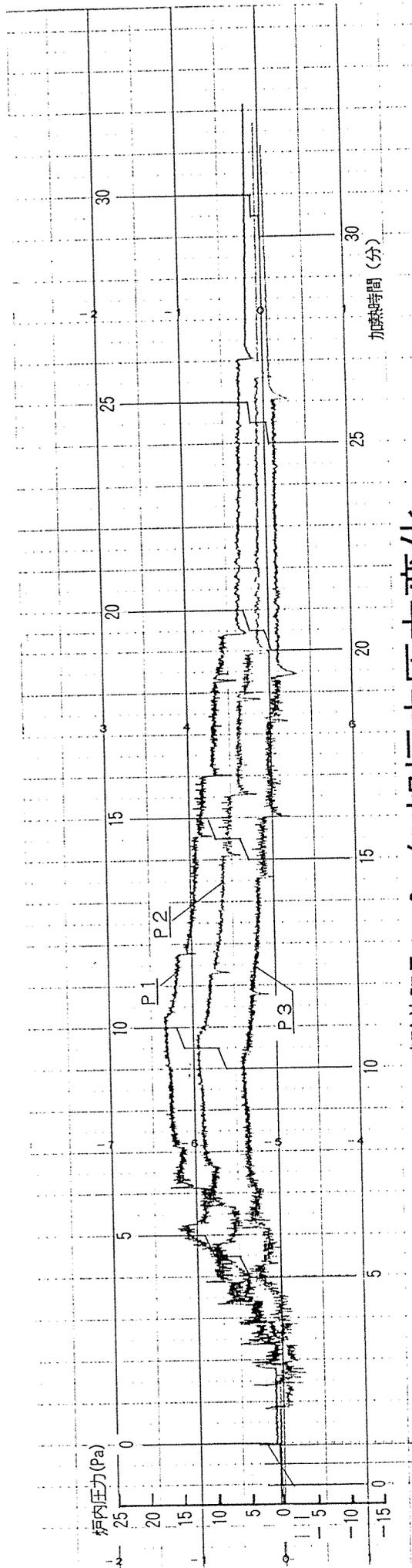
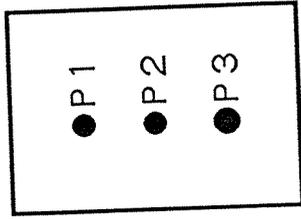


图 炉内 4.1.1-6 试验记号 C-3 各部炉内压力变化

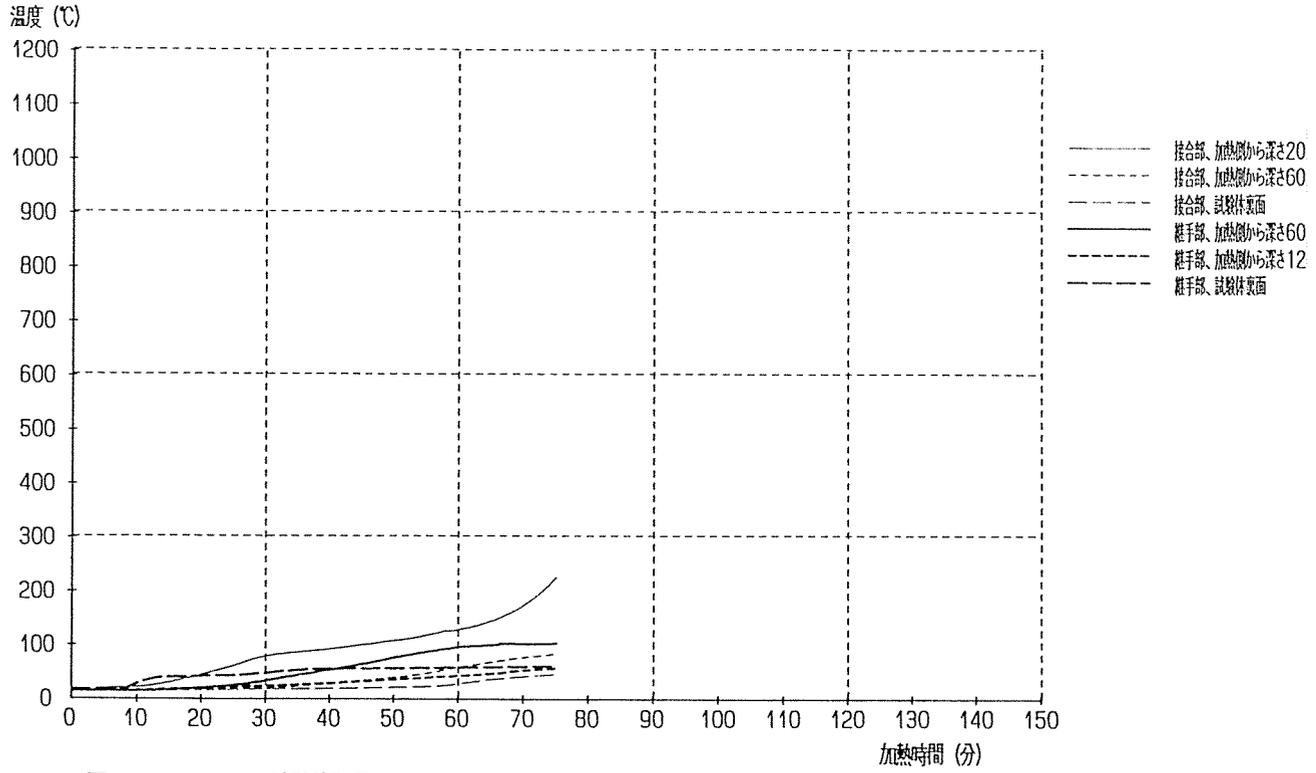


図4. 1. 2-1 試験体記号A-2 各部温度平均

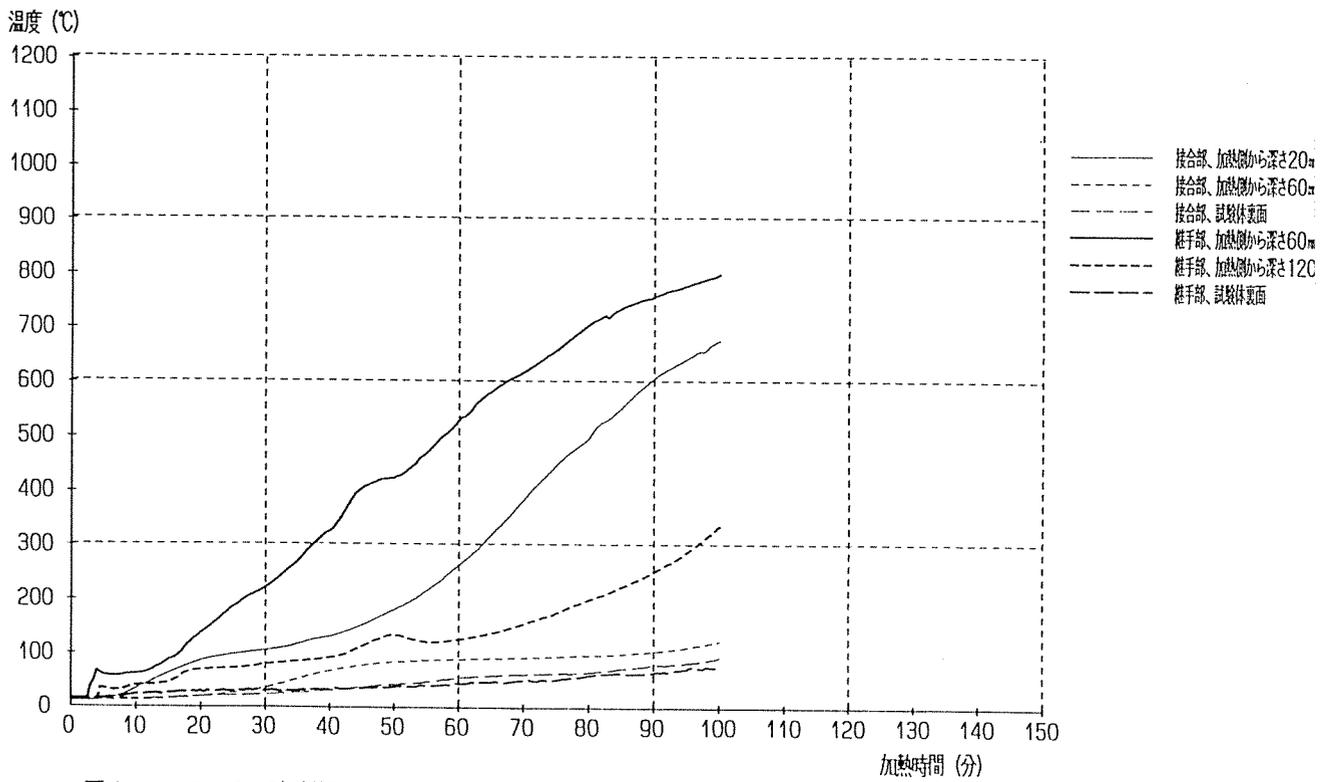


図4. 1. 2-2 試験体記号B-2 各部温度平均

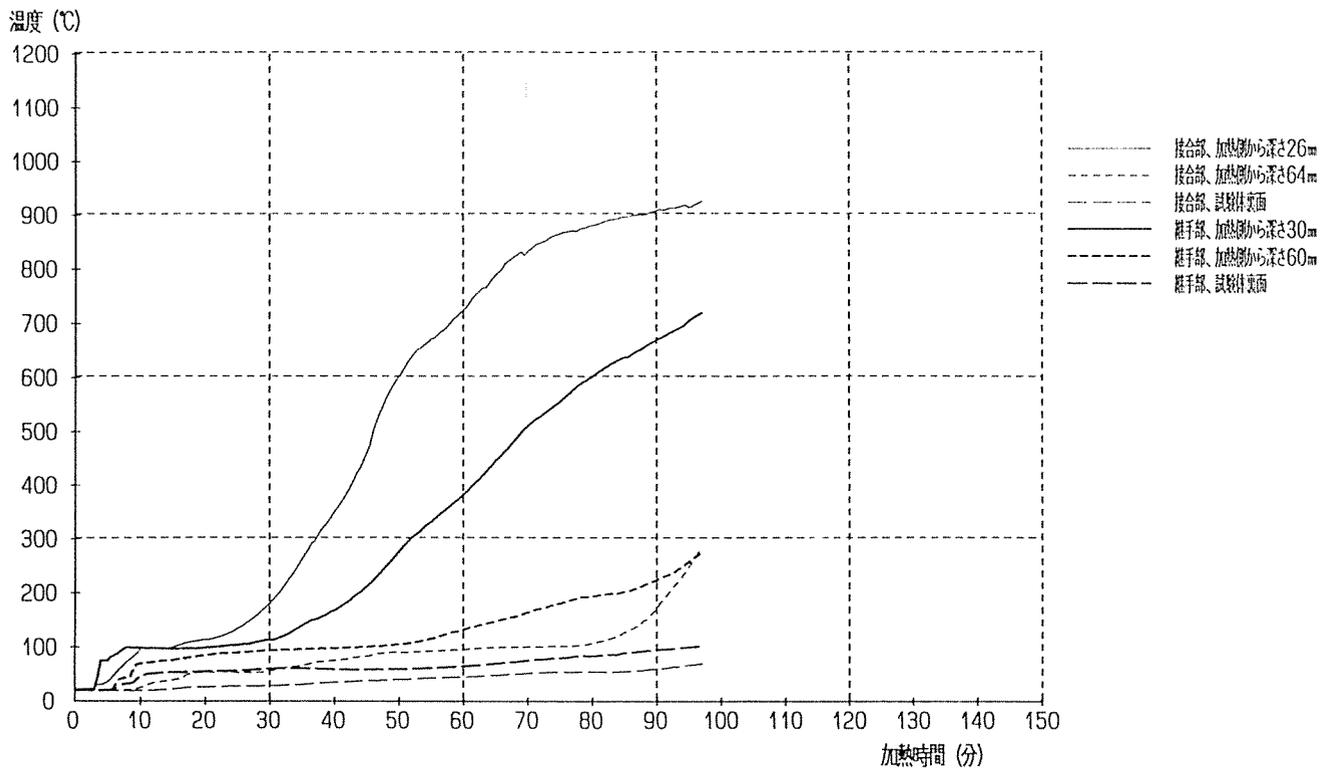
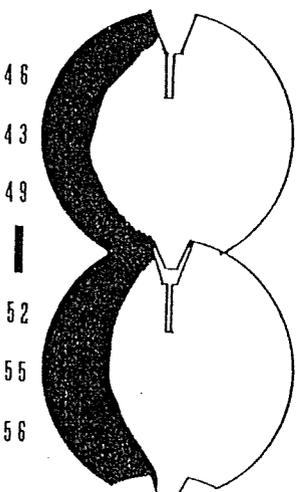
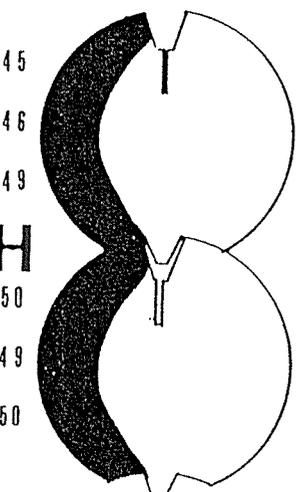
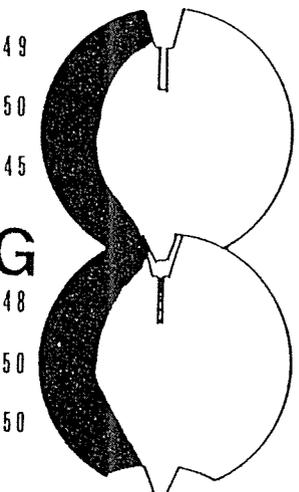
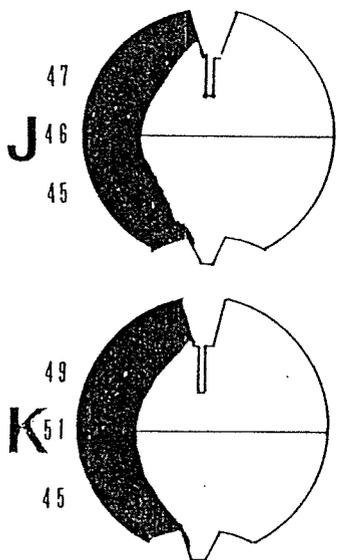
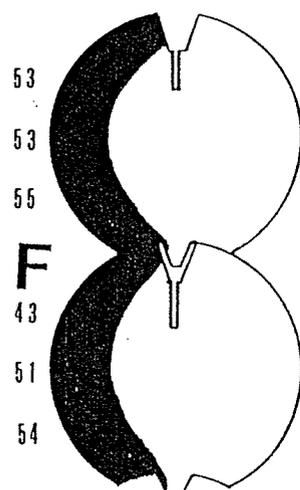
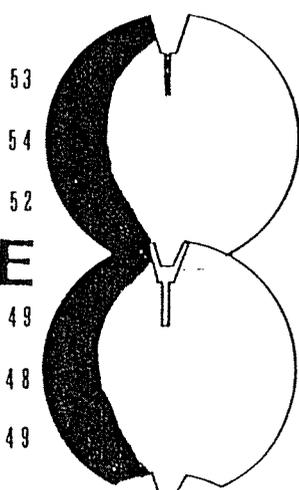
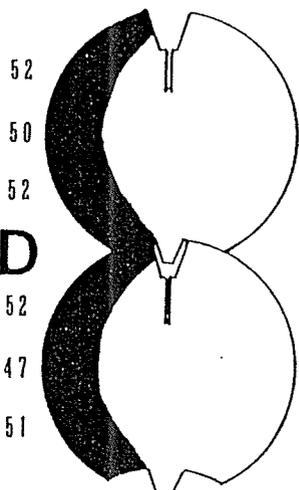
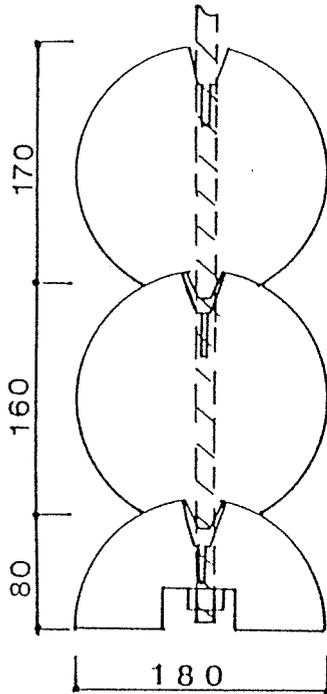
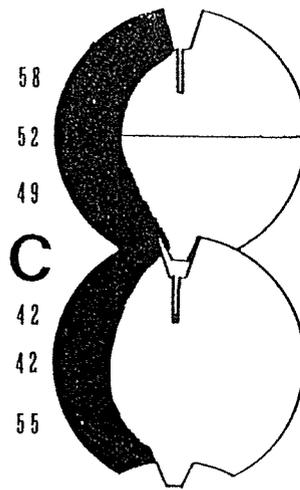
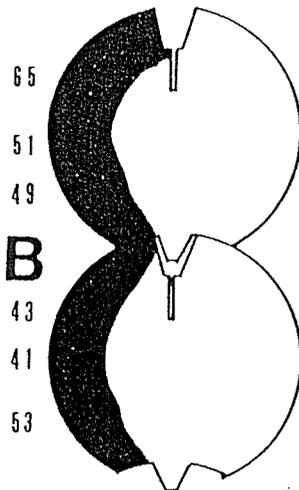
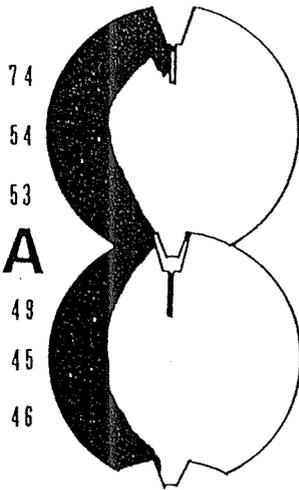
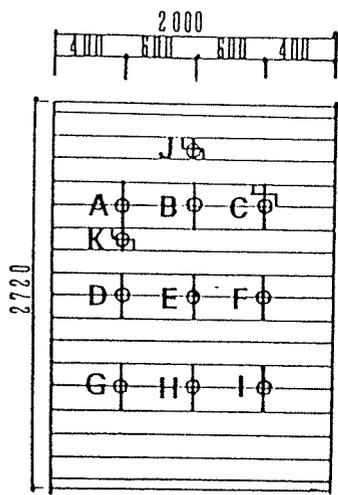


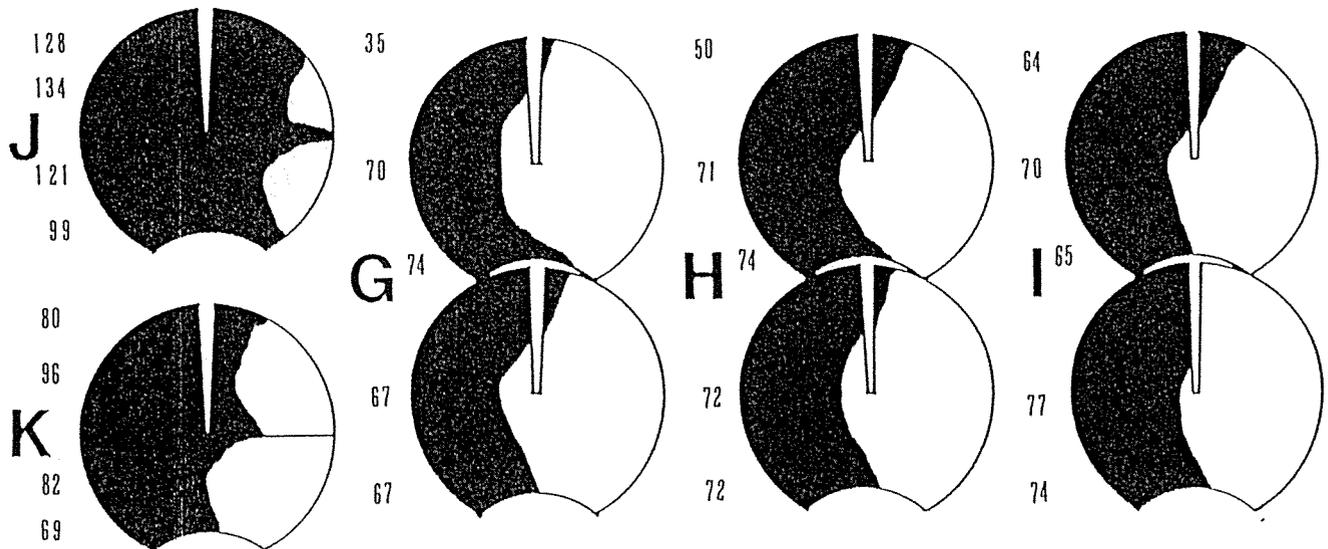
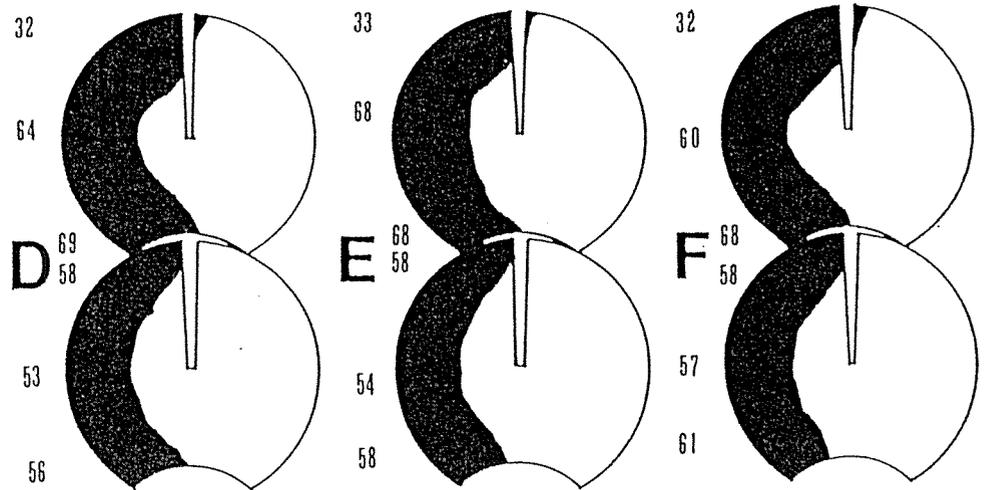
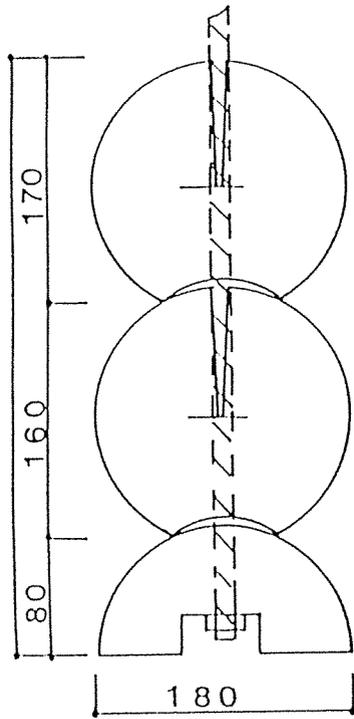
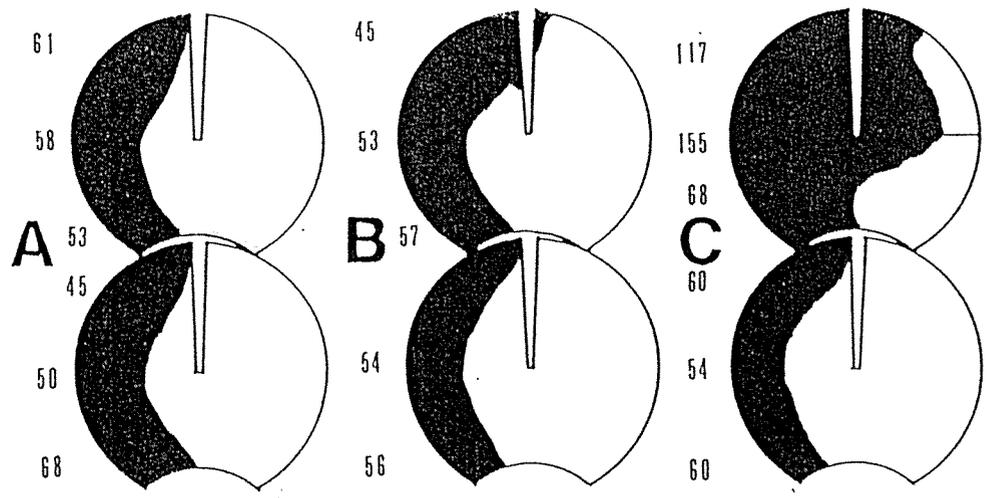
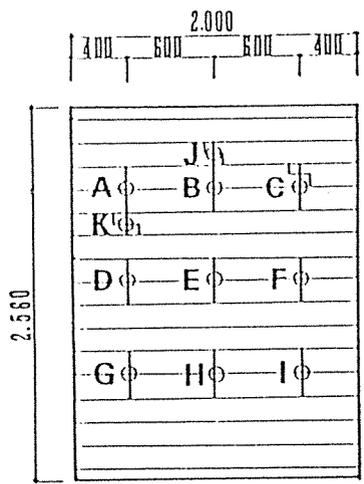
図4. 1. 2-3 試験体記号C-2 各部温度平均



■ : 炭化焼失部分

単位：mm

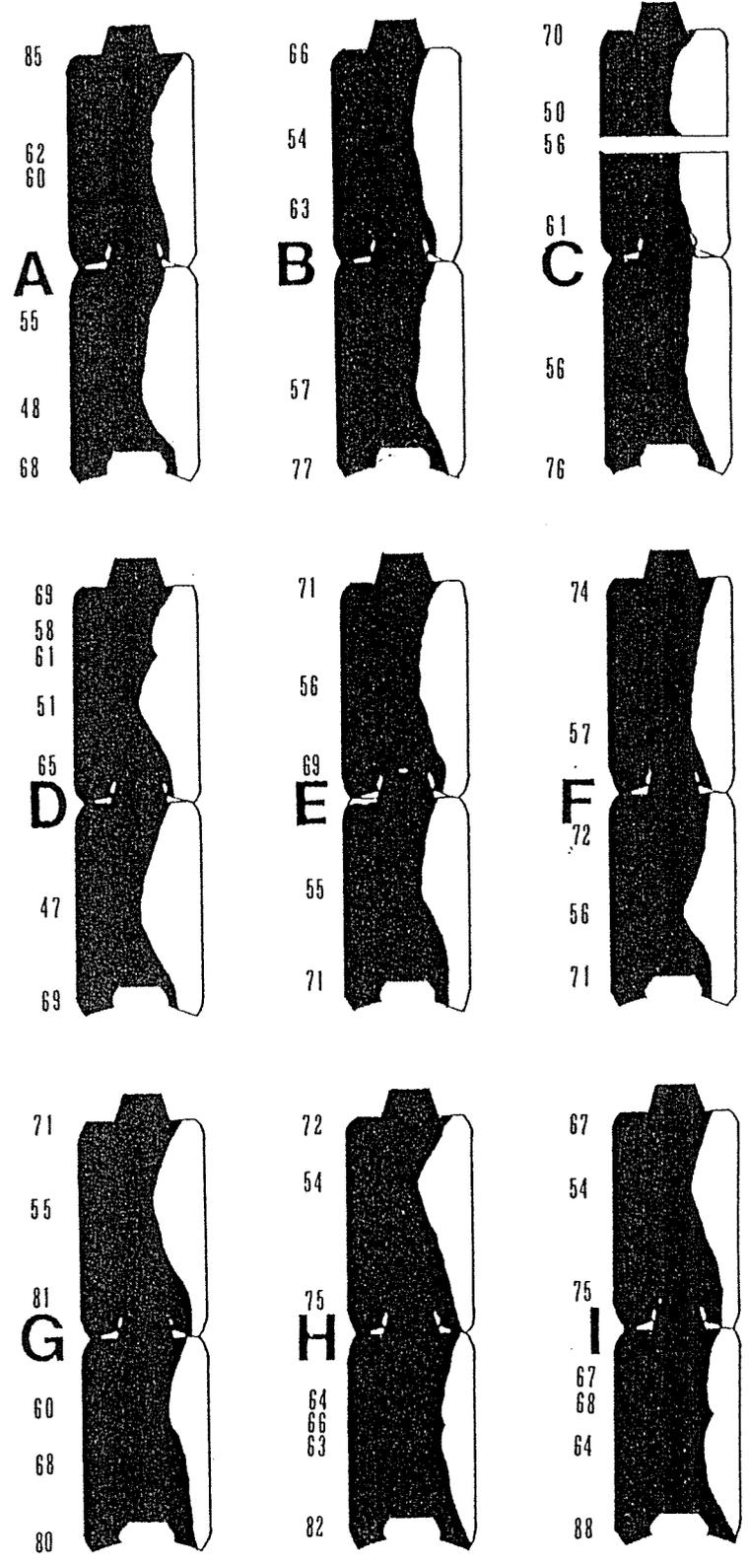
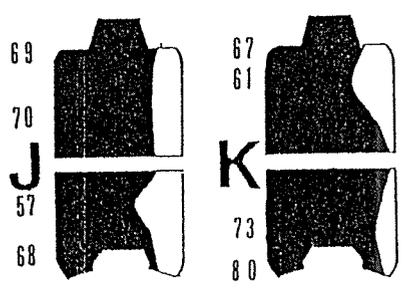
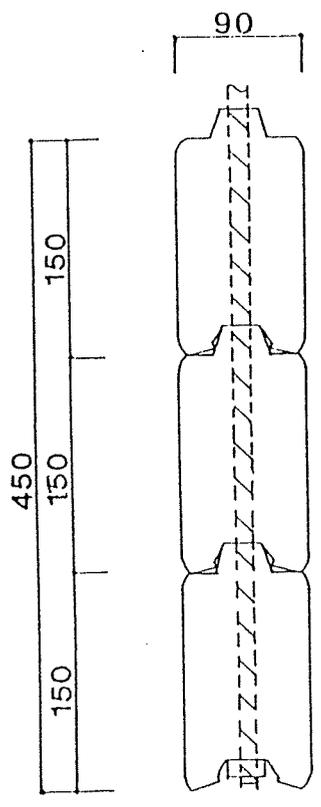
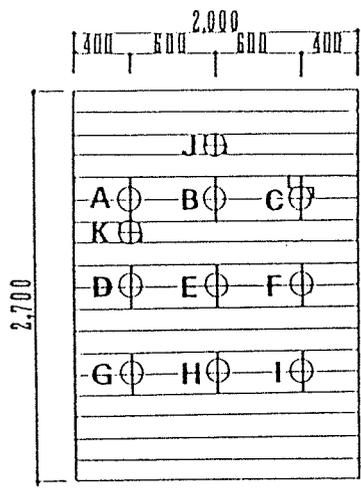
図 炭4. 1. 2-1 試験体記号A-2 各部炭化深さの断面図



■ : 炭化焼失部分

単位：mm

図 炭4. 1. 2-2 試験体記号B-2 各部炭化深さの断面図



■ : 炭化焼失部分

単位 : mm

図 炭4. 1. 2-3 試験体記号C-2 各部炭化深さの断面図

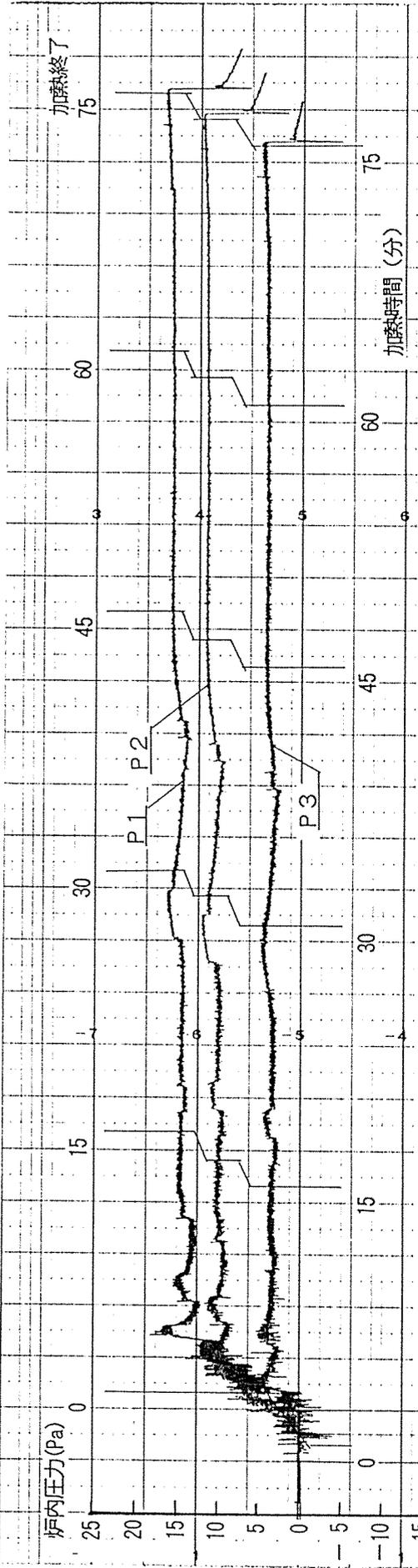
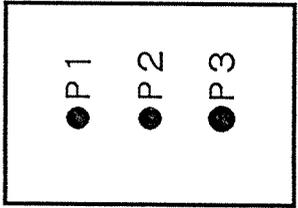


図 炉圧4.1.2-1 試験体記号A-2 各部炉内圧力変化

- P1
- P2
- P3

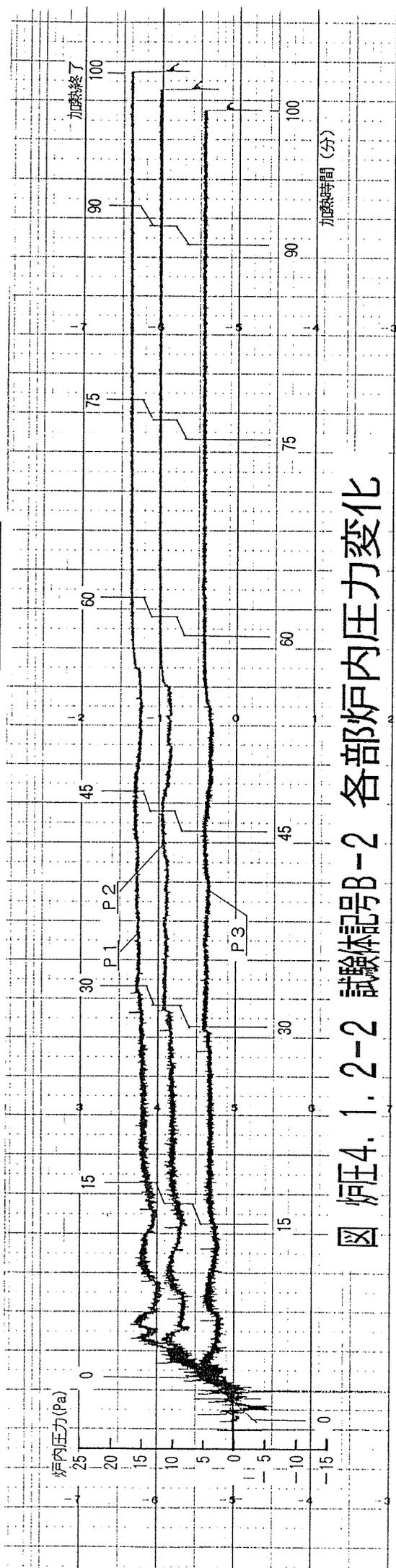


図 炉圧4.1.2-2 試験体記号B-2 各部炉内圧力変化

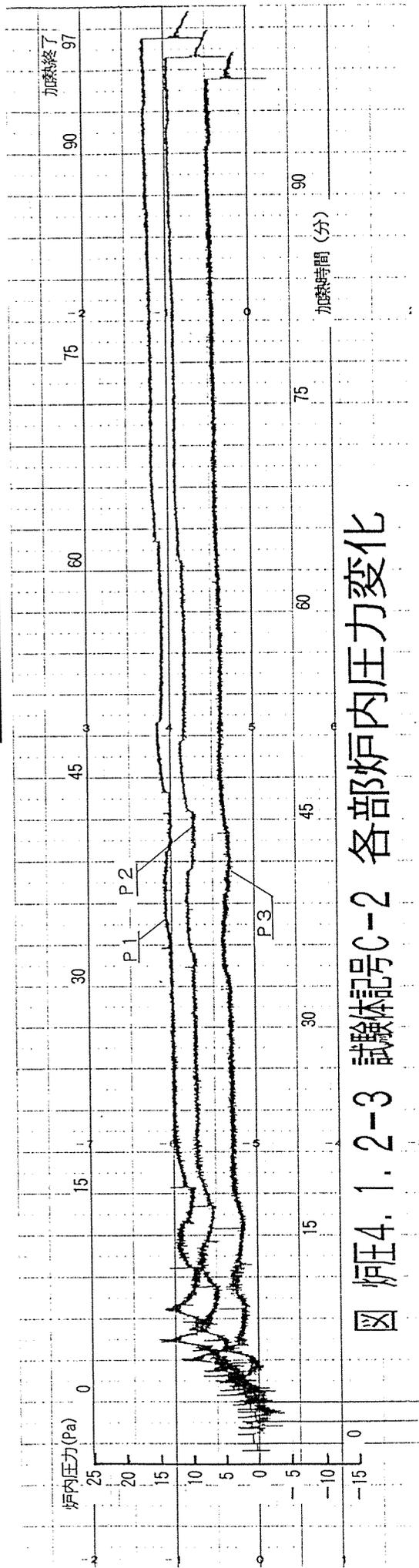
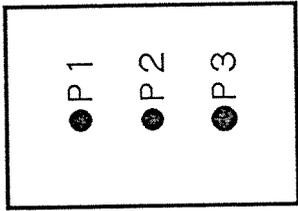
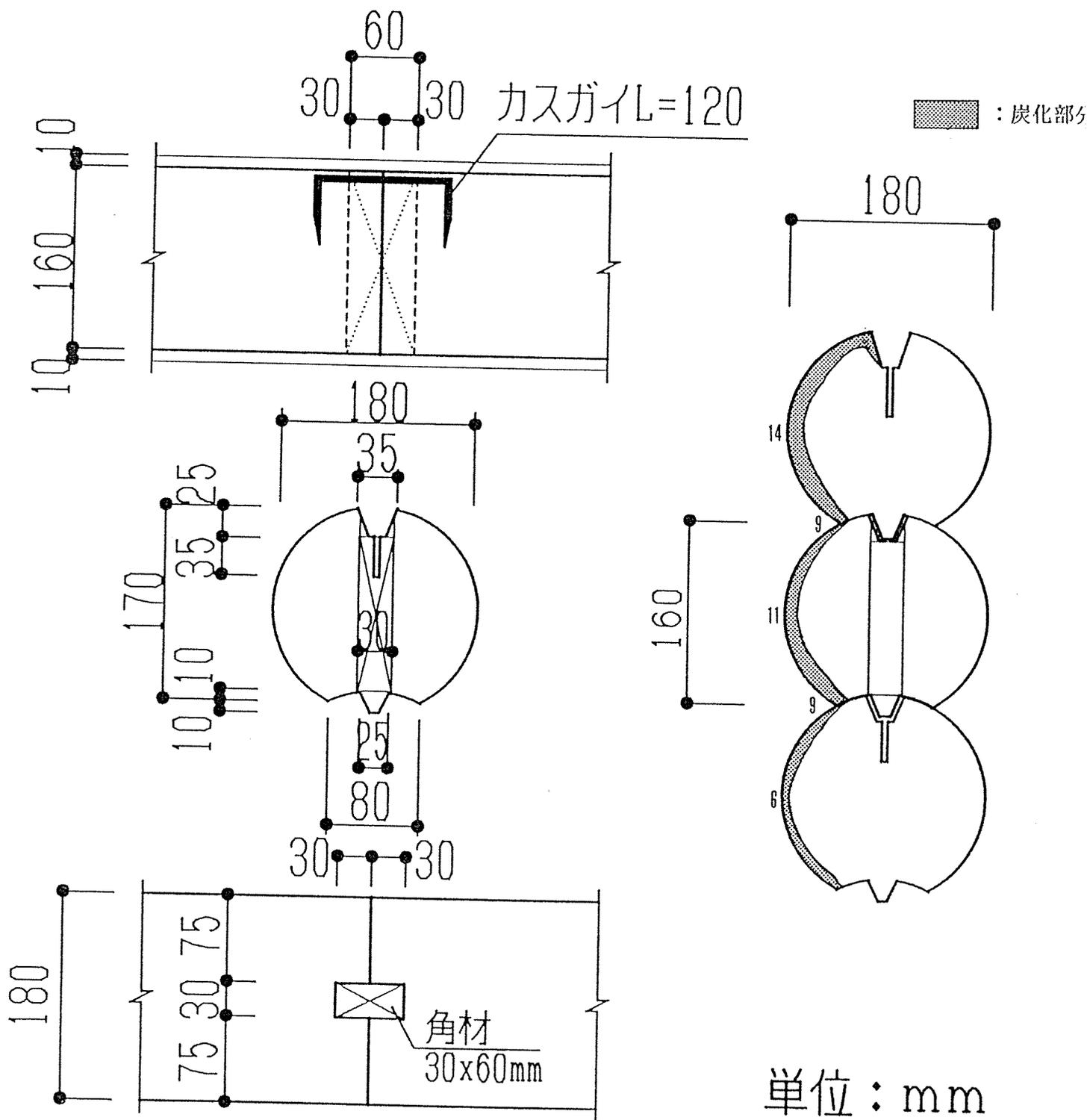
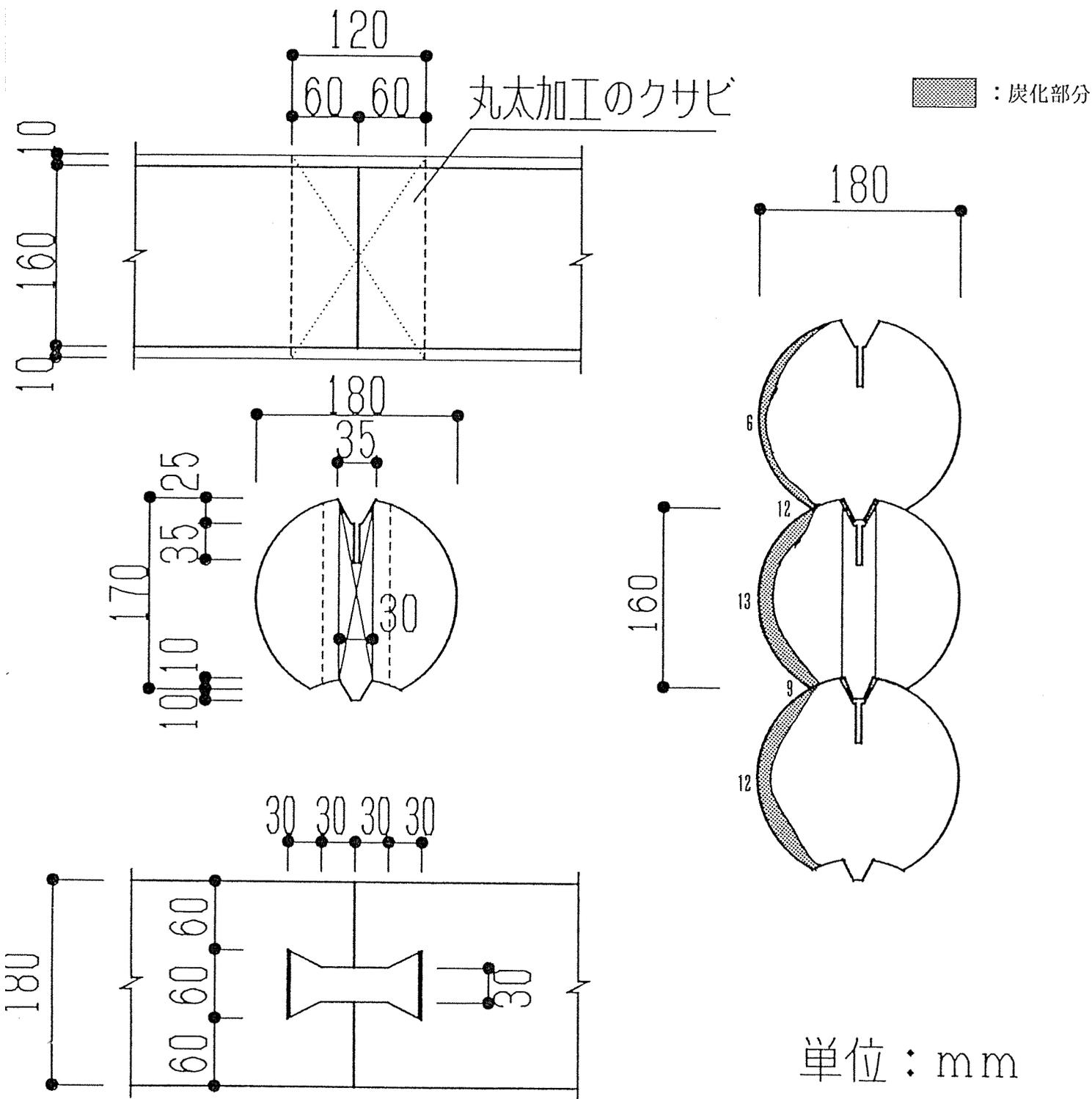


図 炉圧4.1.2-3 試験体記号C-2 各部炉内圧力変化



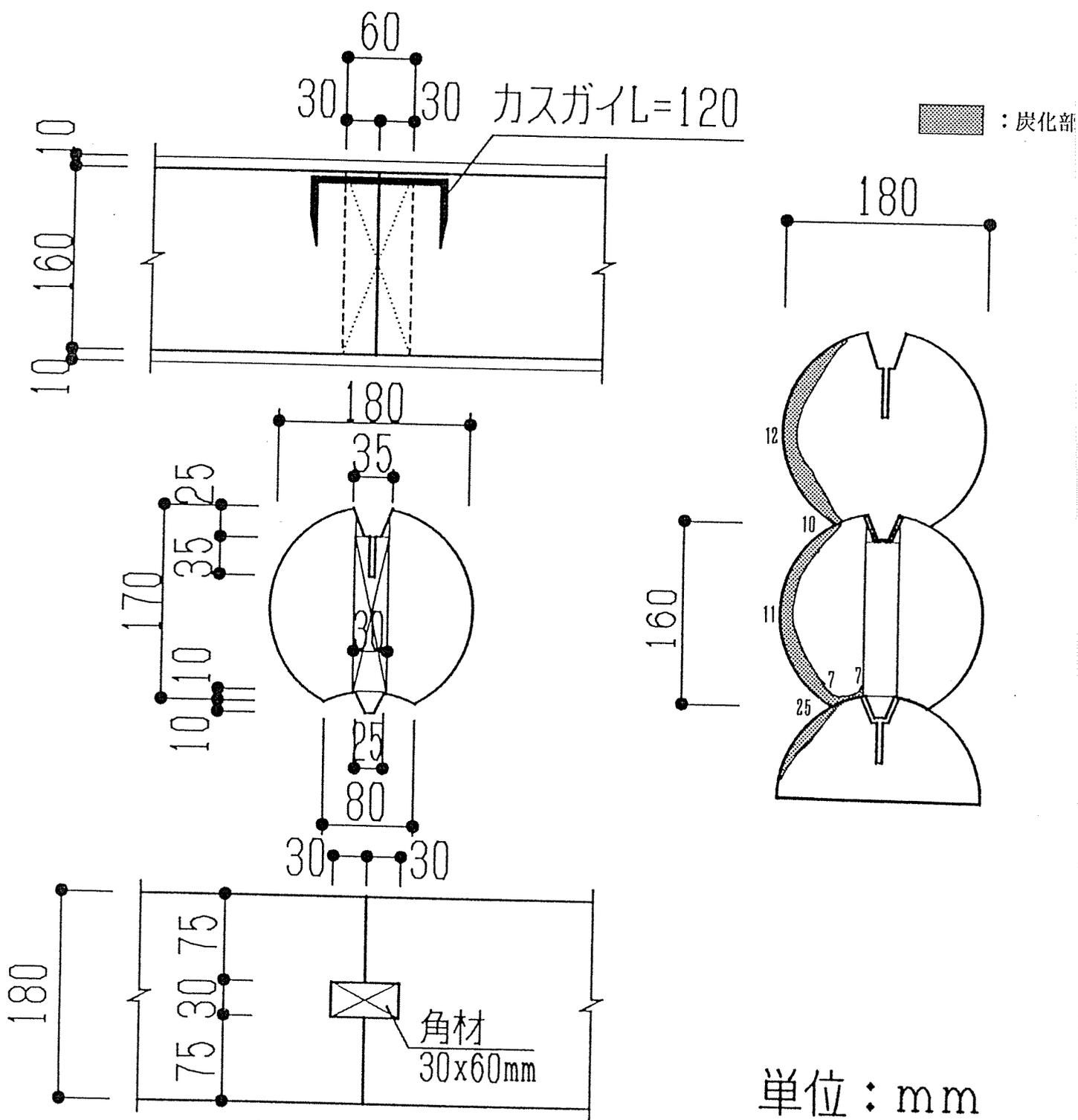
継ぎ手A、ダボ継ぎ手詳細

図 炭4. 2. 1-1 試験体記号D-1 ダボ継手Iを挟んだ部分の炭化図



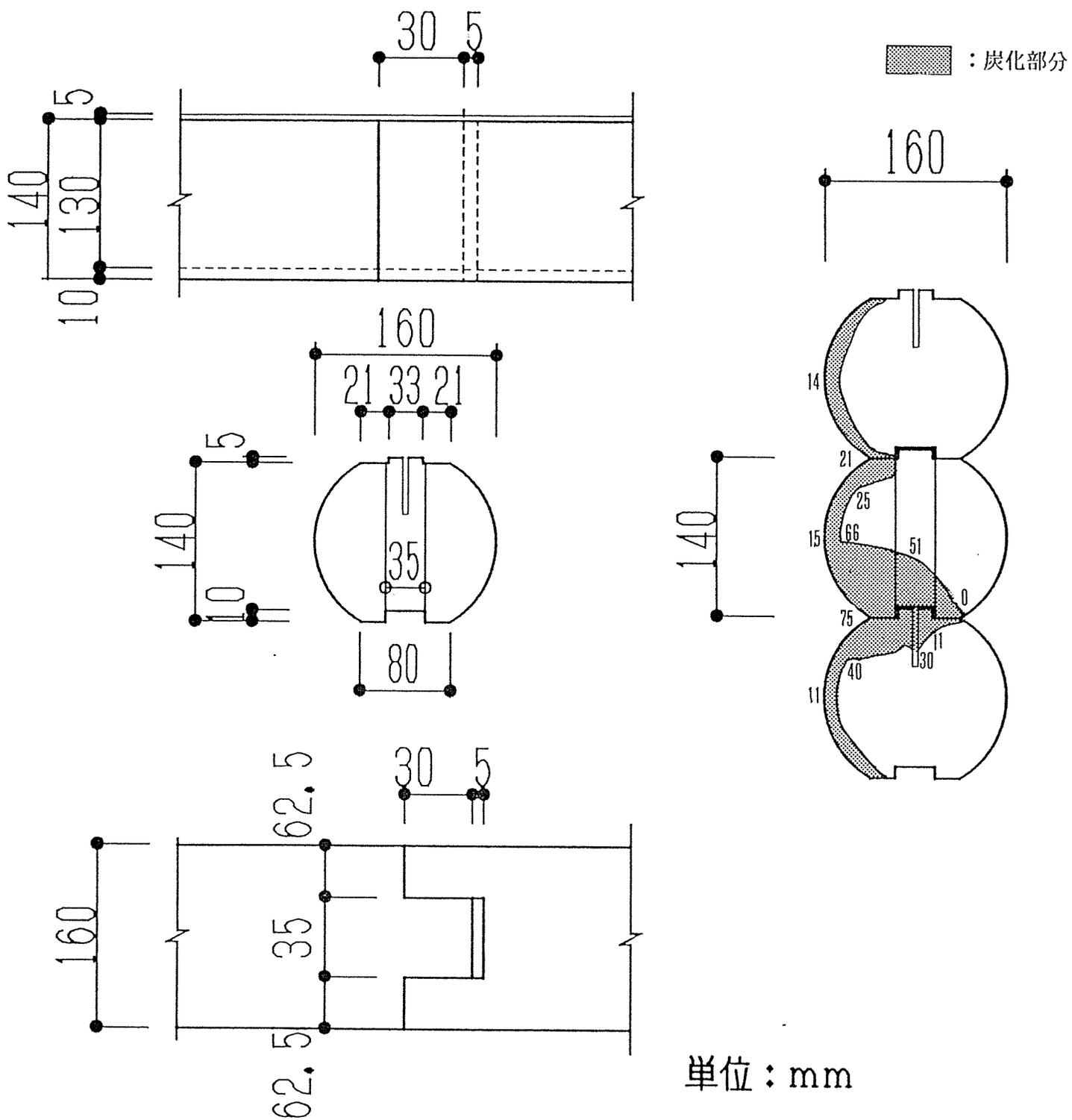
継ぎ手B、クサビ継ぎ手詳細

図 炭4. 2. 1-2 試験体記号D-1 クサビ型ダボ継手を挟んだ部分の炭化図



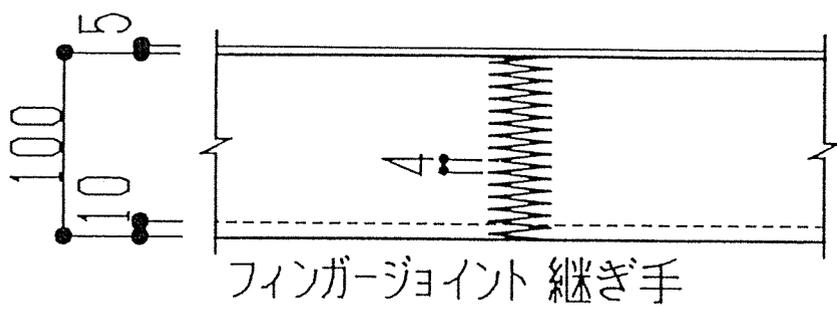
継ぎ手A、ダボ継ぎ手詳細

図 炭4. 2. 1-3 試験体記号D-1 ダボ継手IIを挟んだ部分の炭化図

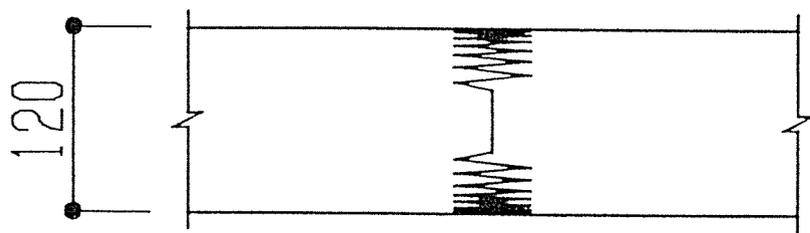
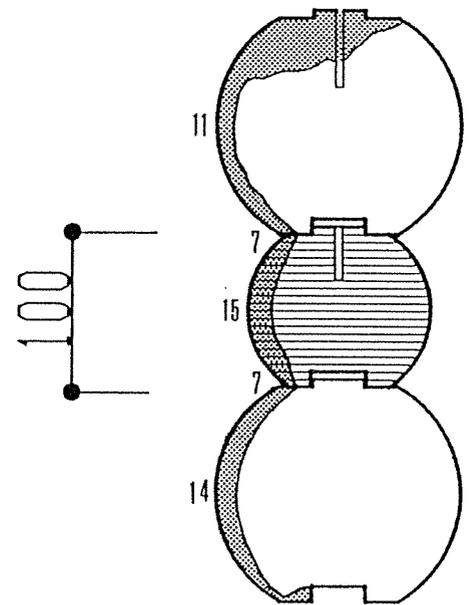
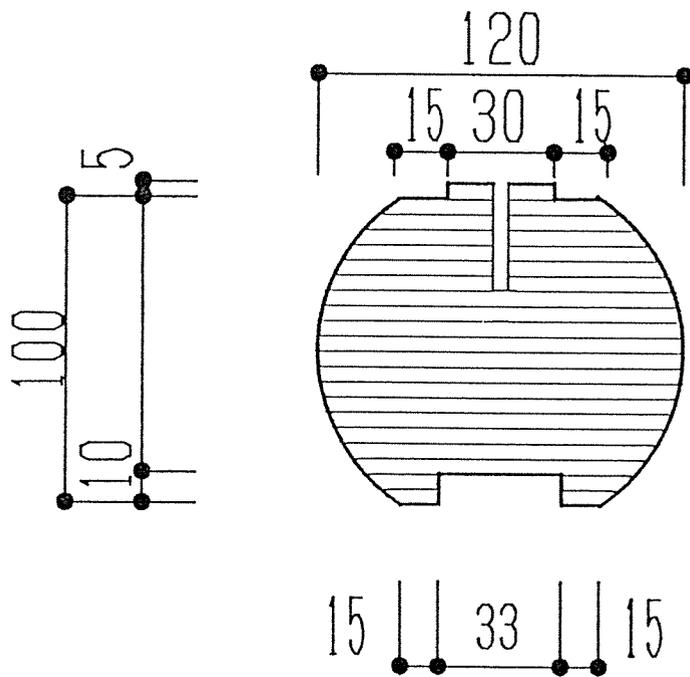
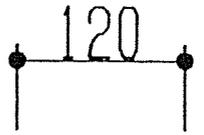


継ぎ手C、本実加工継ぎ手詳細

図 炭4. 2. 1-4 試験体記号D-1 本実継手Iを挟んだ部分の炭化図



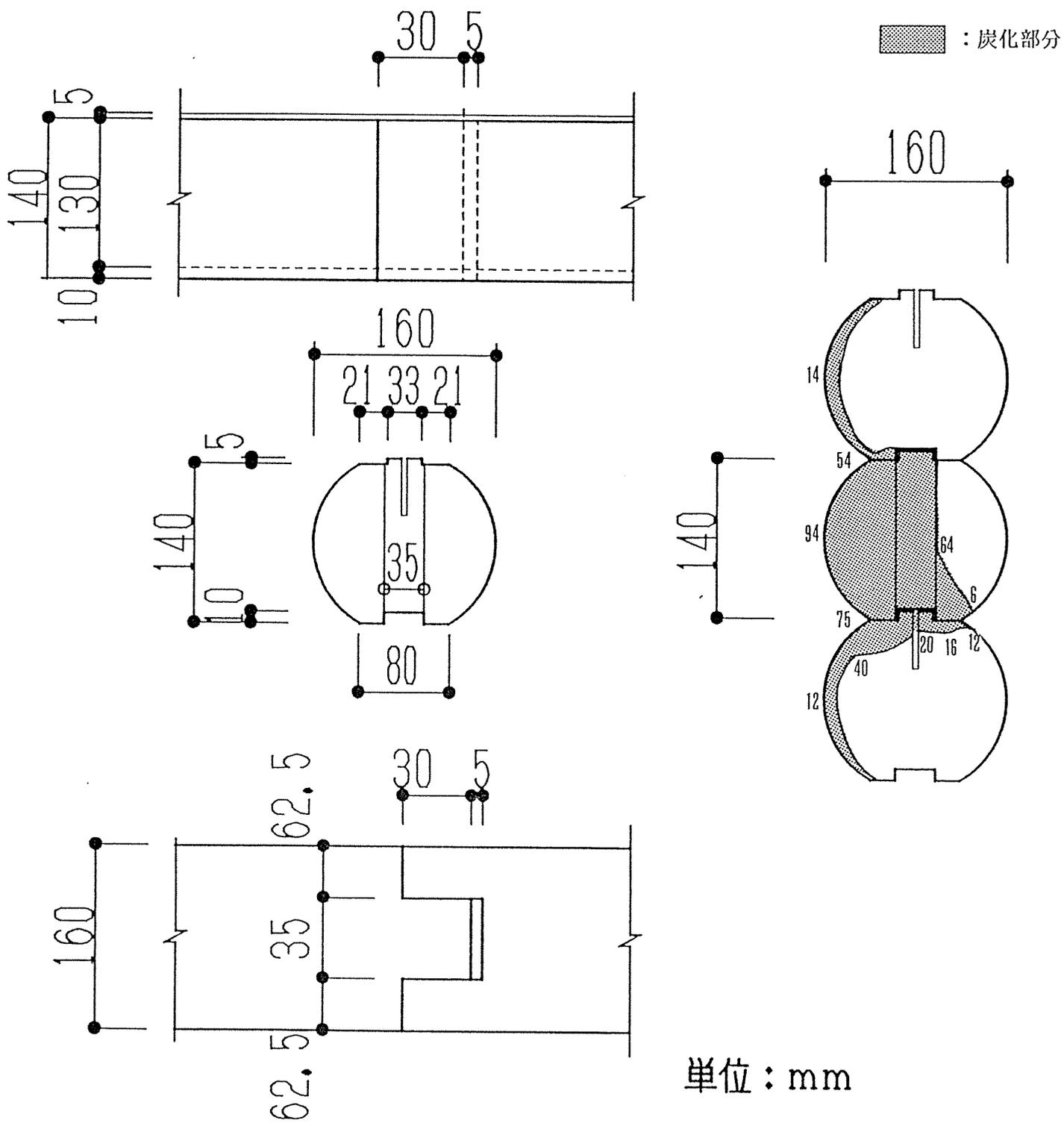
■ : 炭化部



単位 : mm

継ぎ手D、フィンガージョイント 継ぎ手詳細図

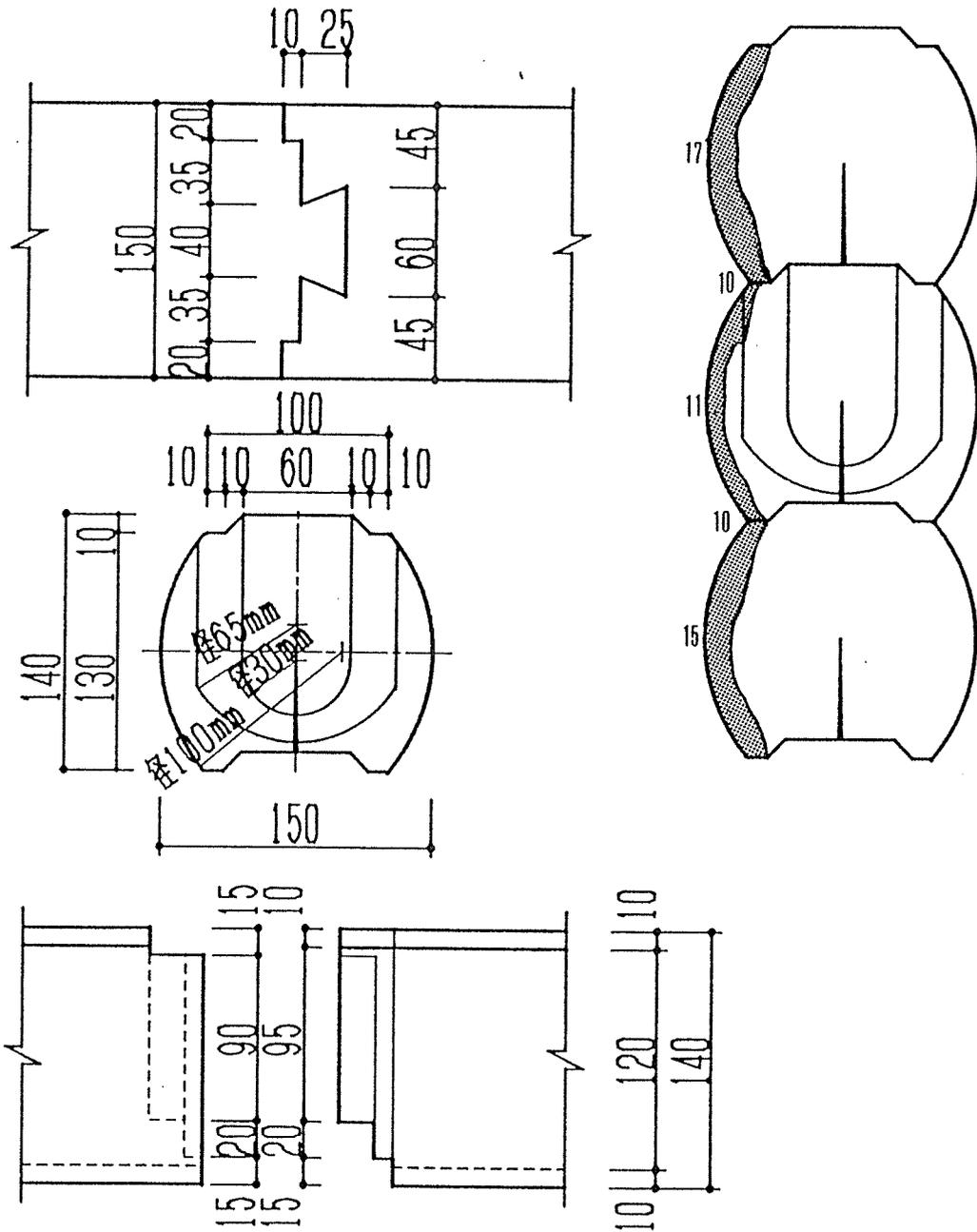
図 炭4. 2. 1-5 試験体記号D-1 フィンガージョイントを挟んだ部分の炭化図



継ぎ手C、本実加工継ぎ手詳細

図 炭4. 2. 1-6 試験体記号D-1 本実継手IIを挟んだ部分の炭化図

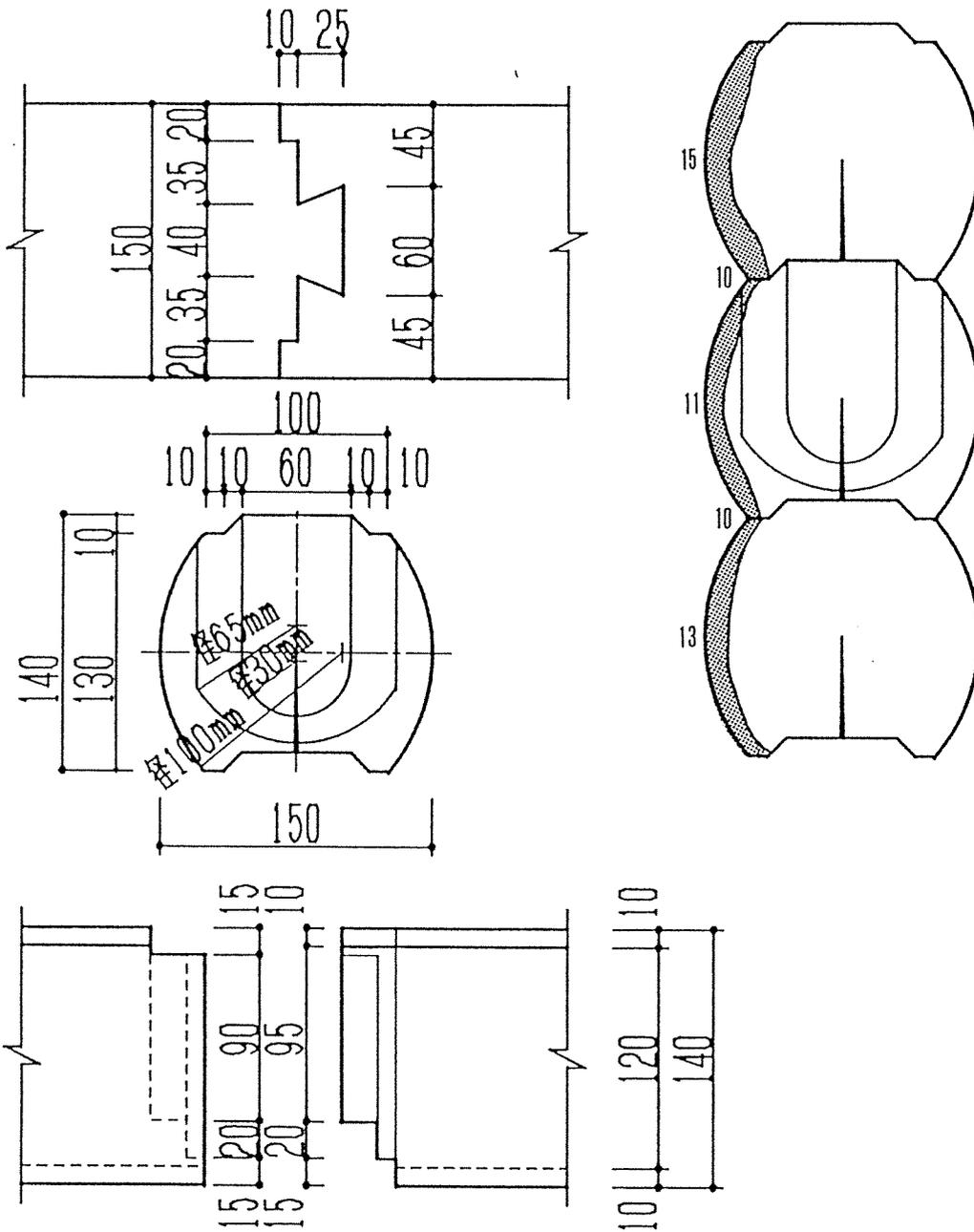
■ : 炭化部分



継ぎ手E、腰掛けあり継ぎ、詳細図

図 炭4. 2. 1-7 試験体記号D-1 腰掛けあり継手Iを挟んだ部分の炭化図

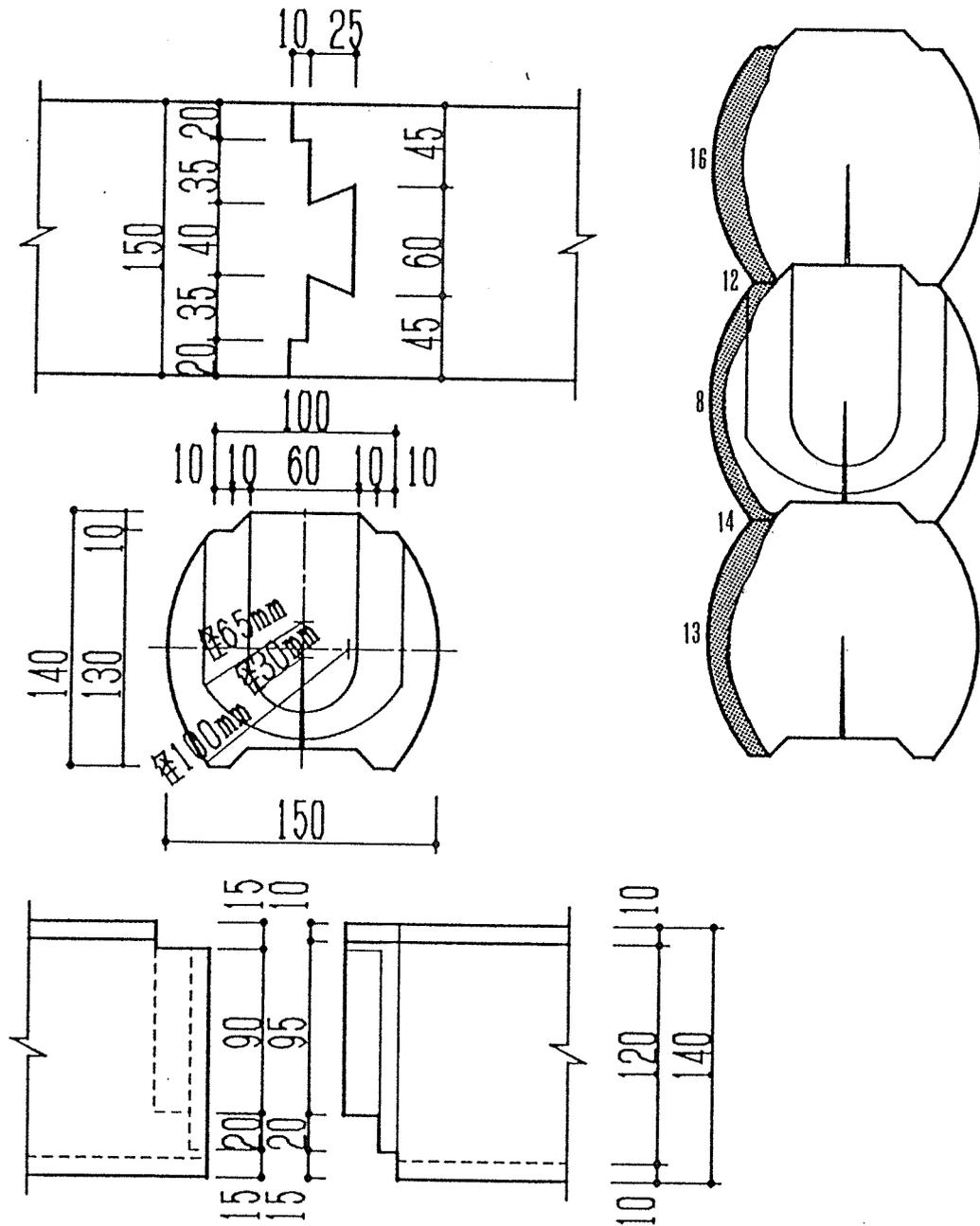
■ : 炭化部分



継ぎ手E、腰掛けあり継ぎ、詳細図

図 炭4. 2. 1-8 試験体記号D-1 腰掛けあり継手IIを挟んだ部分の炭化図

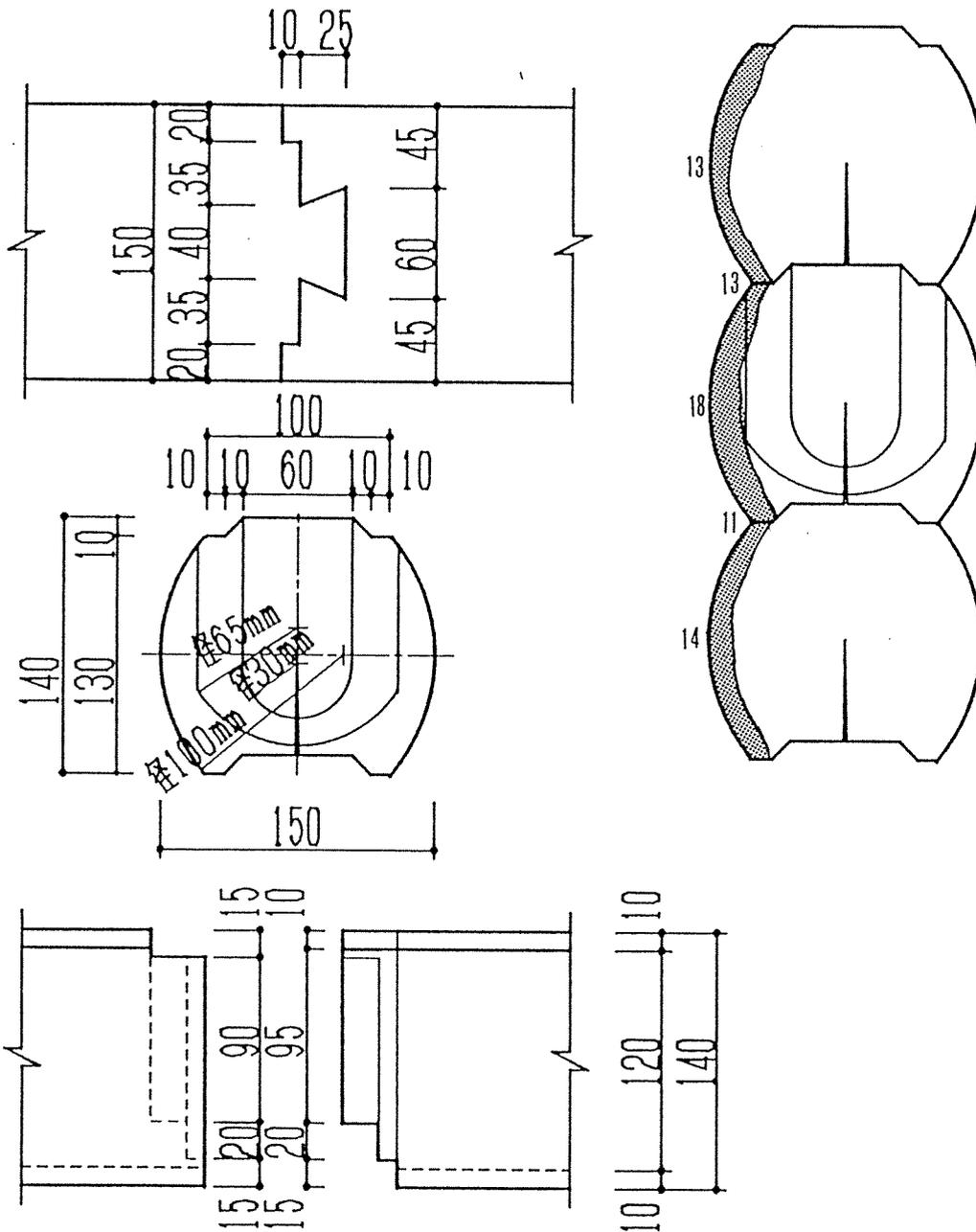
■ : 炭化部分



継ぎ手E、腰掛けあり継ぎ、詳細図

図 炭4. 2. 1-9 試験体記号D-1 腰掛けあり継手IIIを挟んだ部分の炭化図

■ : 炭化部分



継ぎ手E、腰掛けあり継ぎ、詳細図

図 炭4. 2. 1-10 試験体記号D-1 腰掛けあり継手IVを挟んだ部分の炭化図

- P1
- P2
- P3

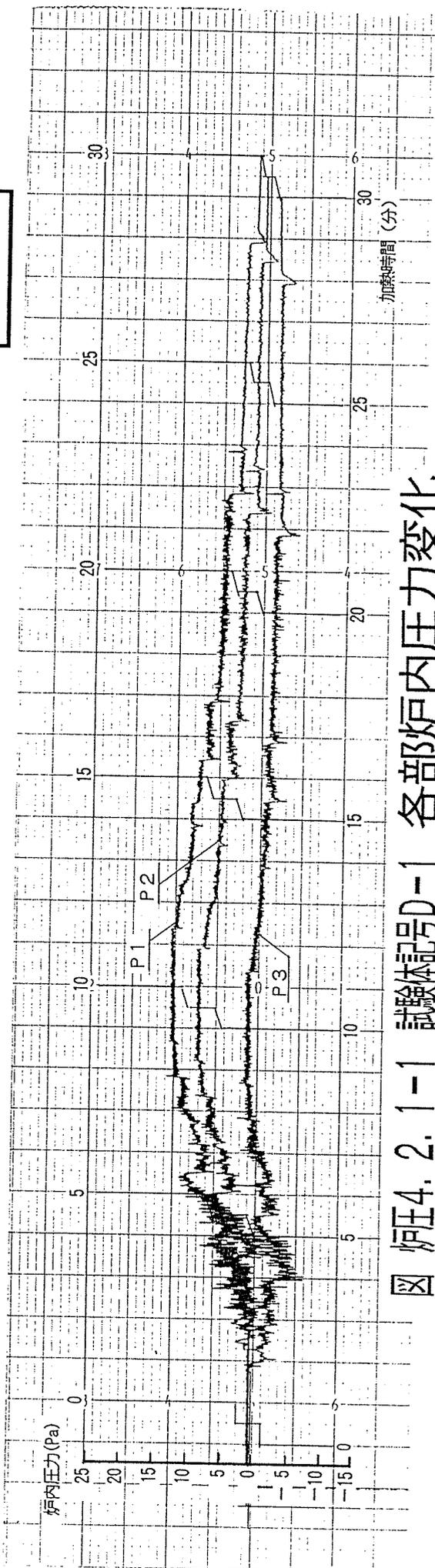
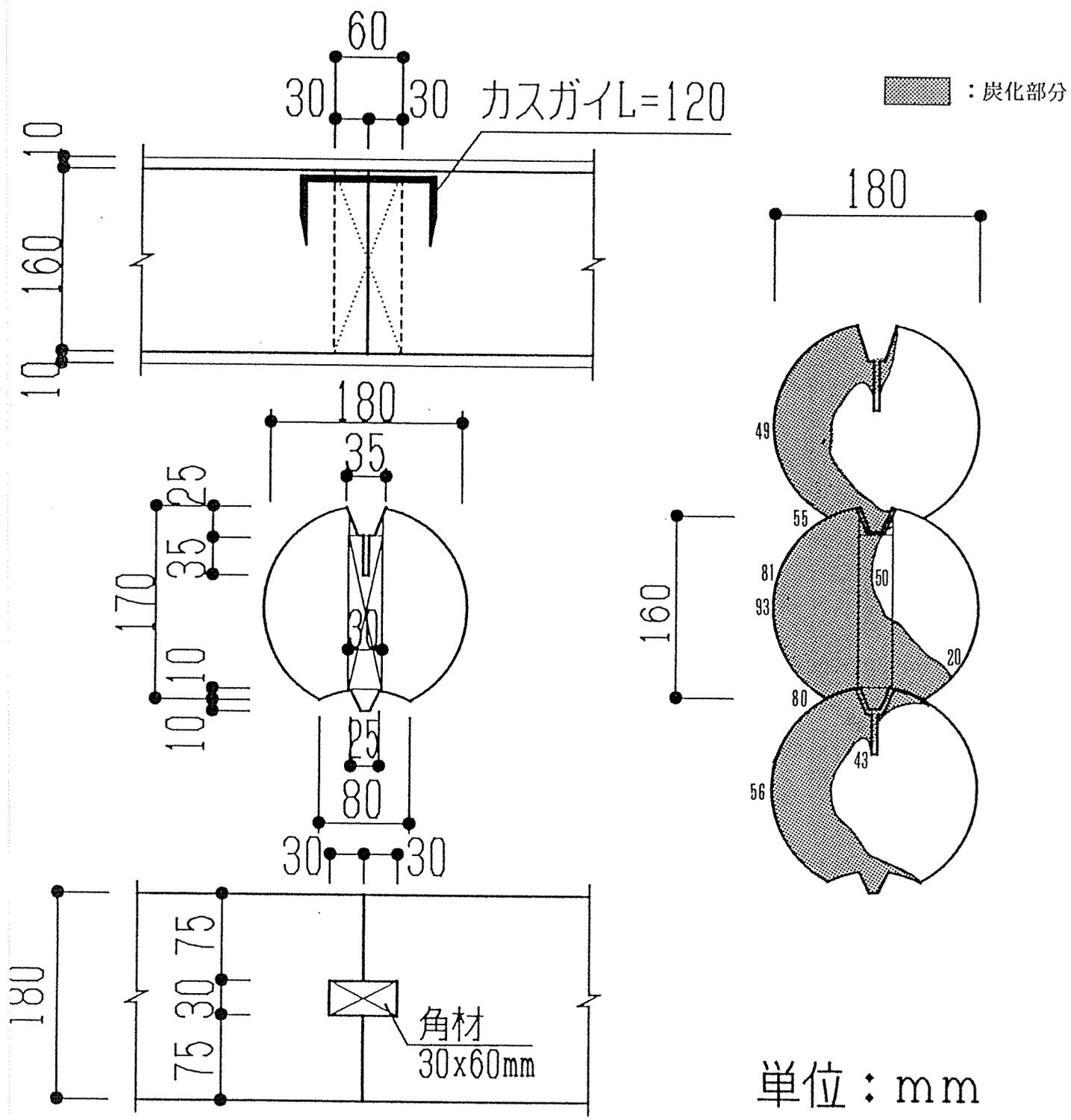
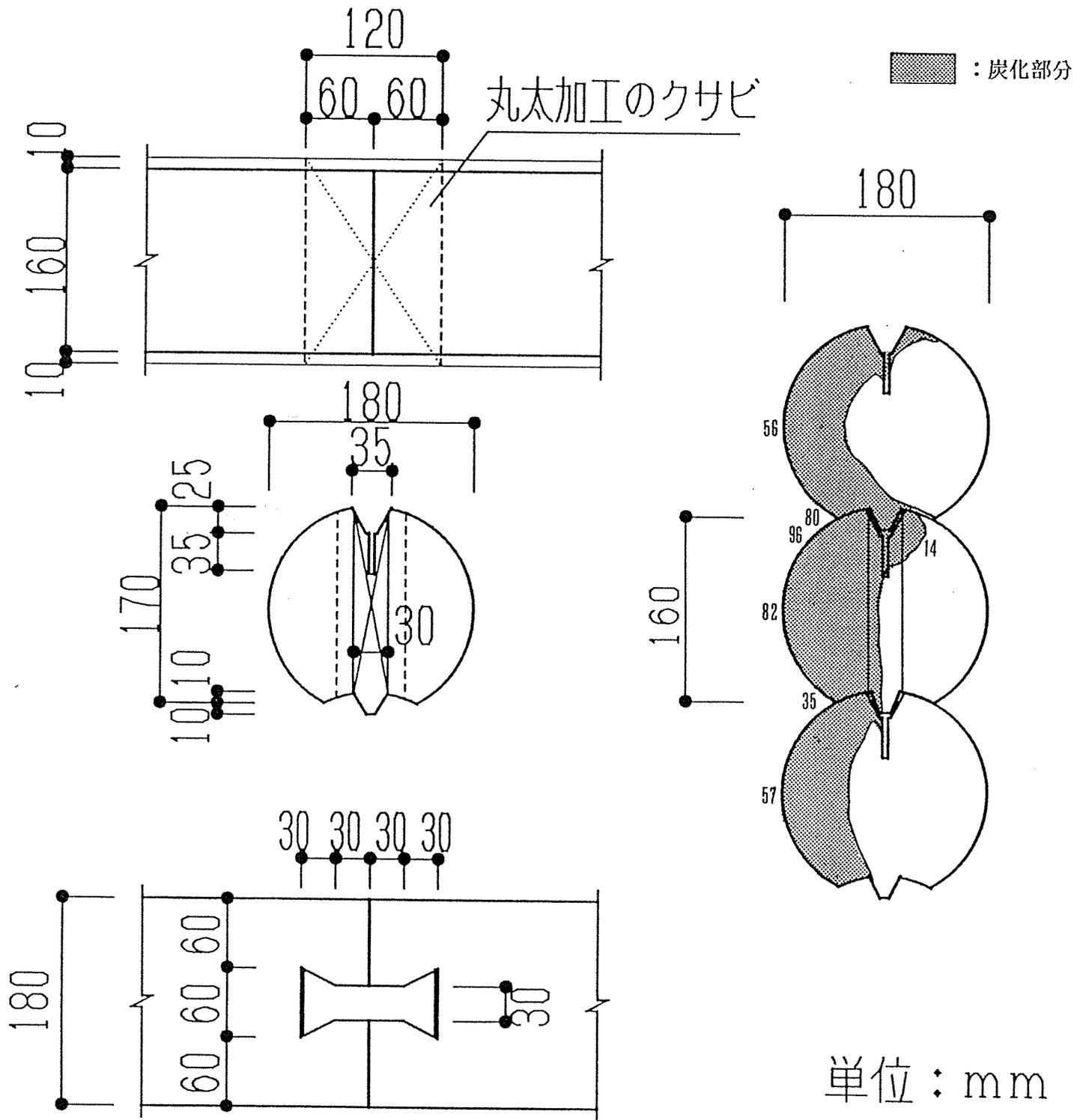


图 炉压4.2.1-1 试验体记号D-1 各部炉内压力变化



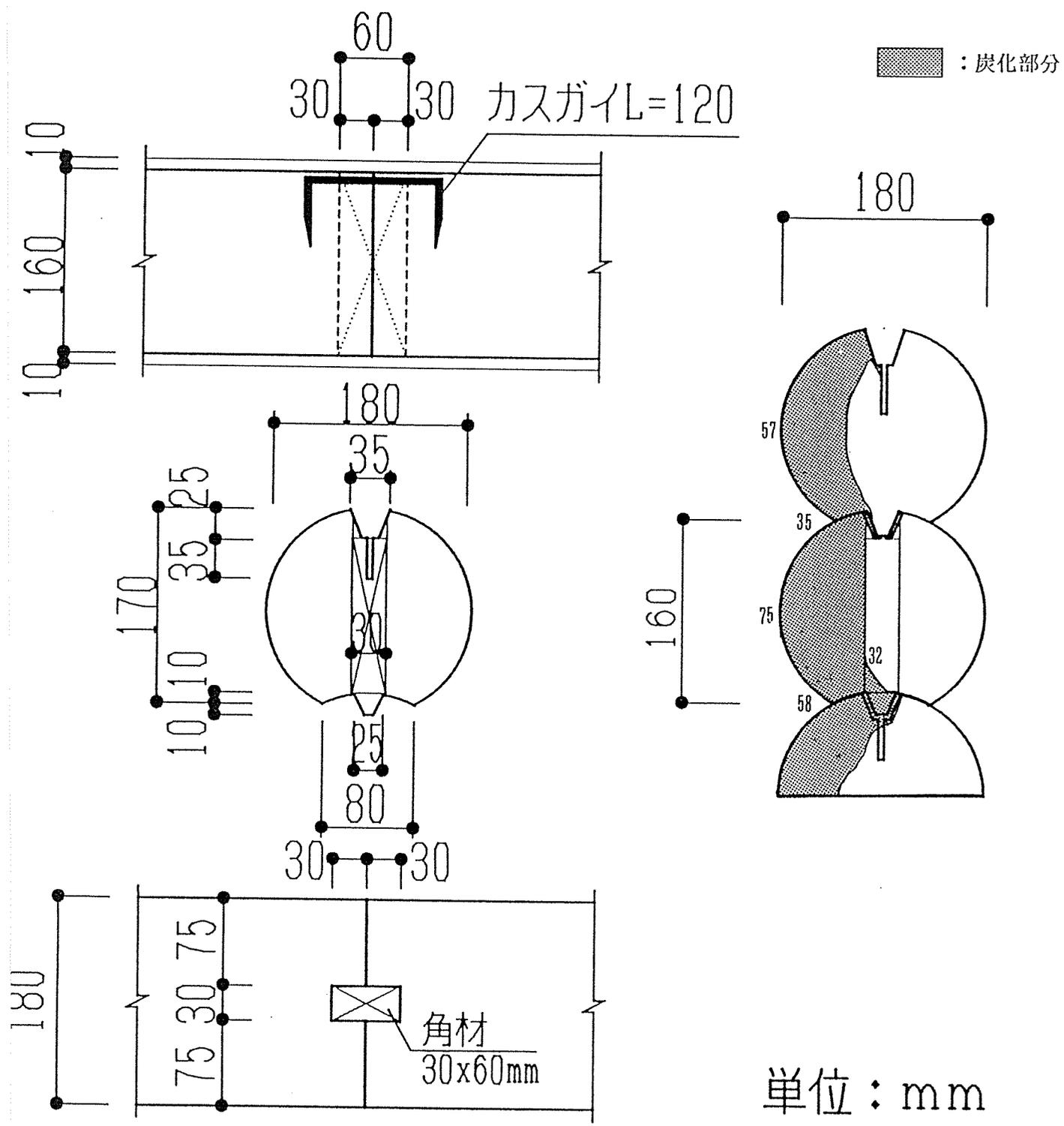
継ぎ手A、ダボ継ぎ手詳細

図 炭4. 2. 2-1 試験体記号D-2 ダボ継手Iを挟んだ部分の炭化図



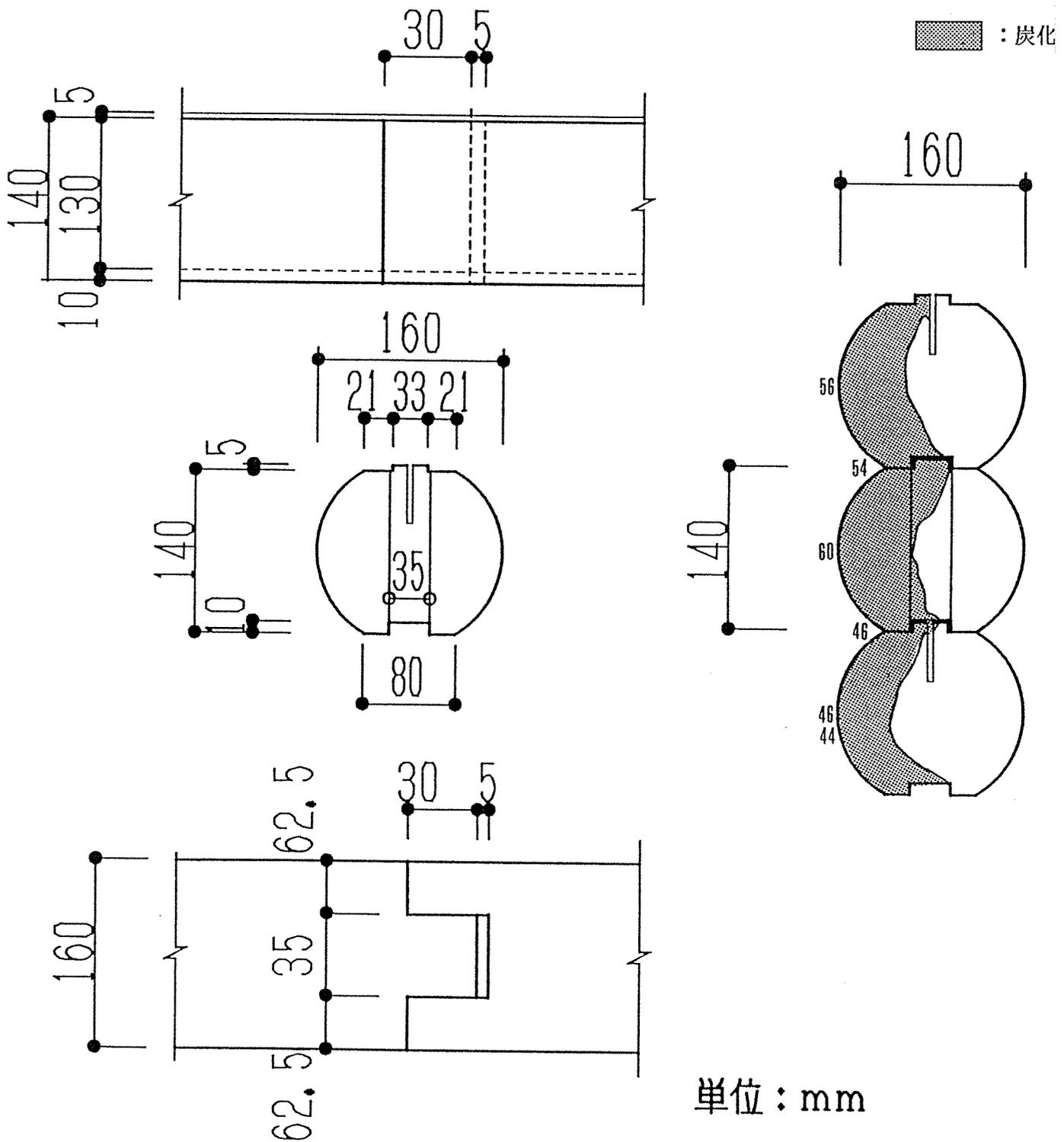
継ぎ手B、クサビ継ぎ手詳細

図 炭4. 2. 2-2 試験体記号D-2 クサビ型ダボ継手を挟んだ部分の炭化図



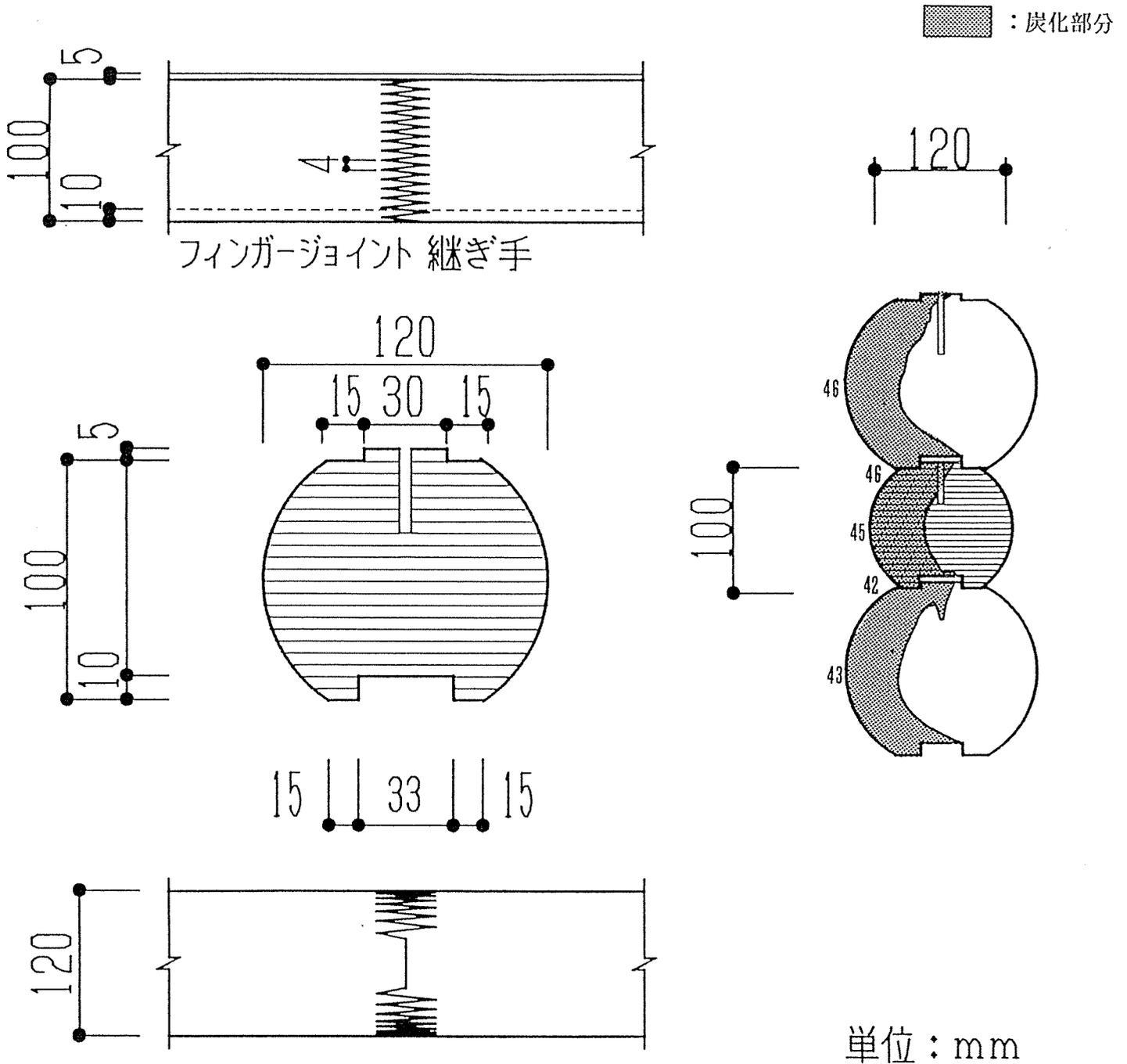
継ぎ手A、ダボ継ぎ手詳細

図 炭4. 2. 2-3 試験体記号D-2 ダボ継手IIを挟んだ部分の炭化図



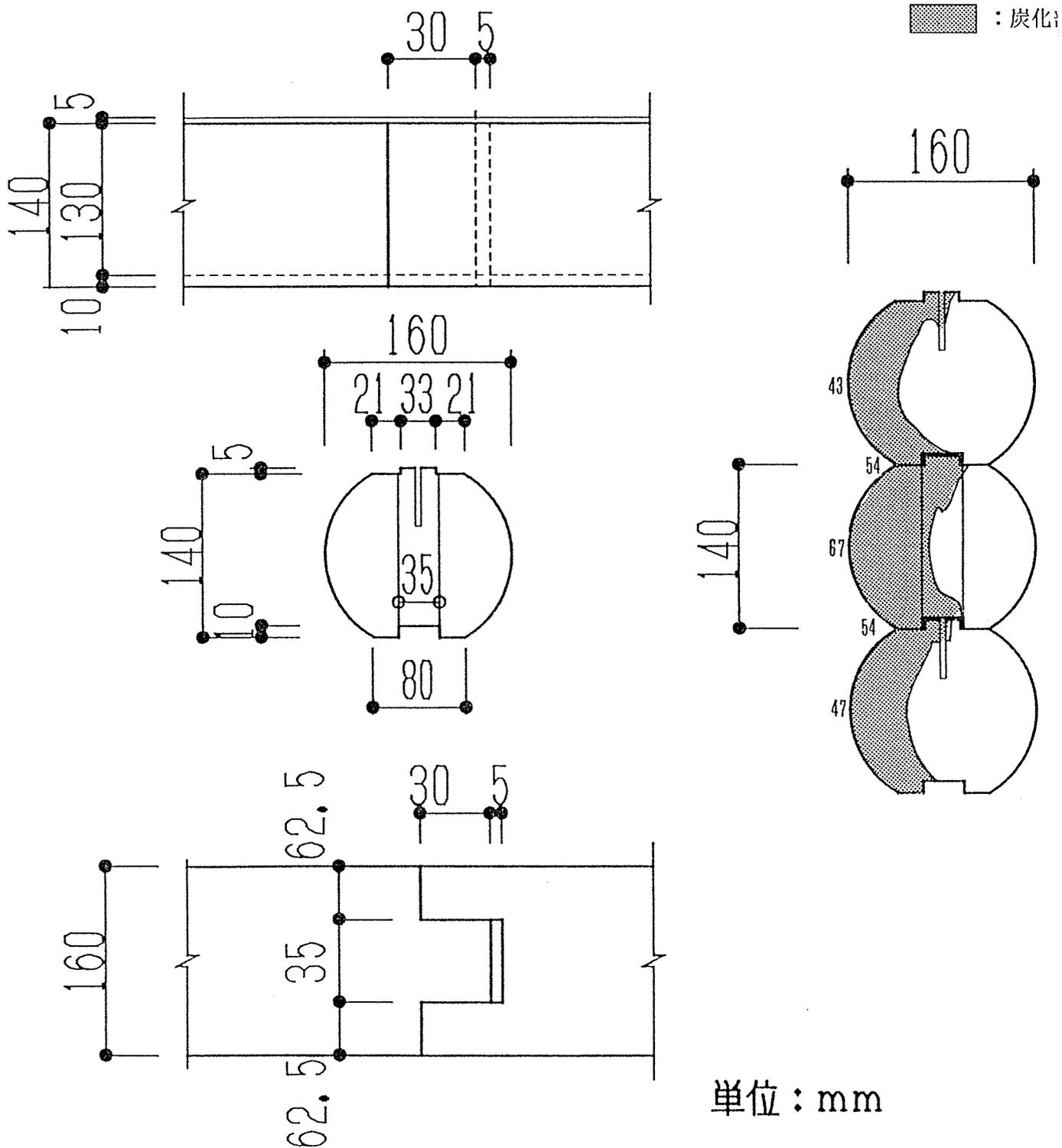
継ぎ手C、本実加工継ぎ手詳細

図 炭4. 2. 2-4 試験体記号D-2 本実継手Iを挟んだ部分の炭化図



継ぎ手D、フィンガージョイント 継ぎ手詳細図

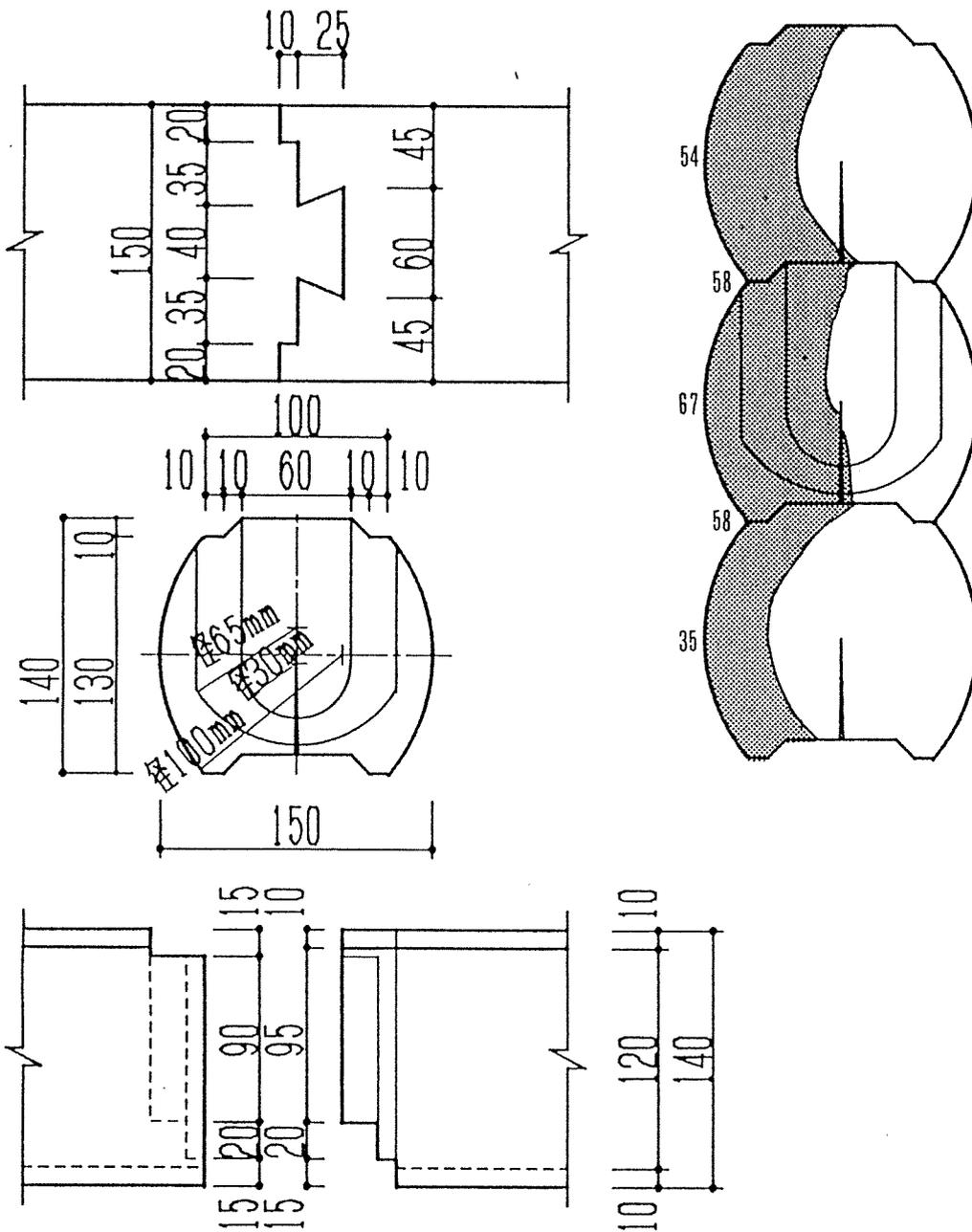
図 炭4. 2. 2-5 試験体記号D-2 フィンガージョイントを挟んだ部分の炭化図



継ぎ手C、本実加工継ぎ手詳細

図 炭4. 2. 2-6 試験体記号D-2 本実継手IIを挟んだ部分の炭化図

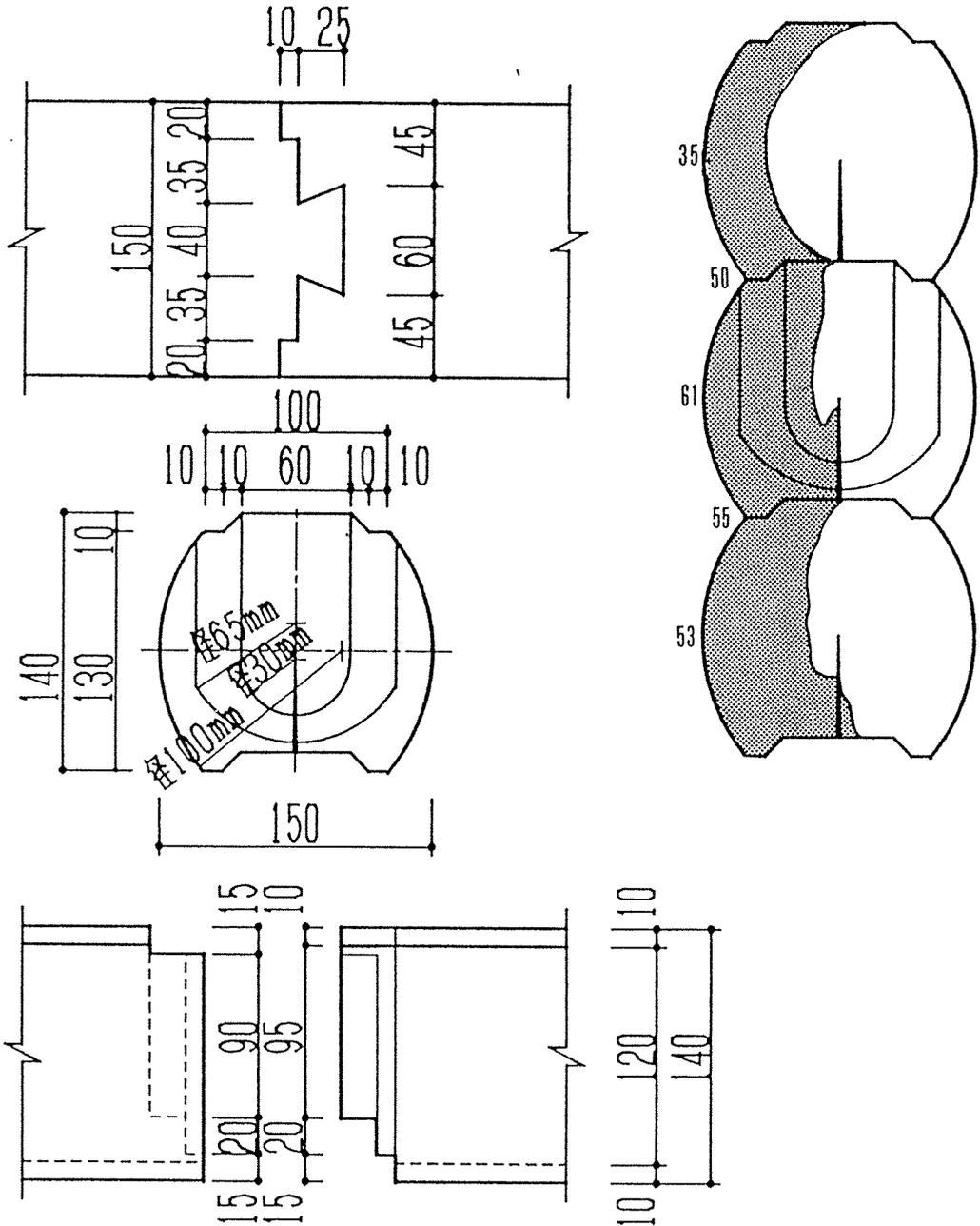
■ : 炭化部分



継ぎ手E、腰掛けあり継ぎ、詳細図

図 炭4. 2. 2-7 試験体記号D-2 腰掛けあり継手Iを挟んだ部分の炭化図

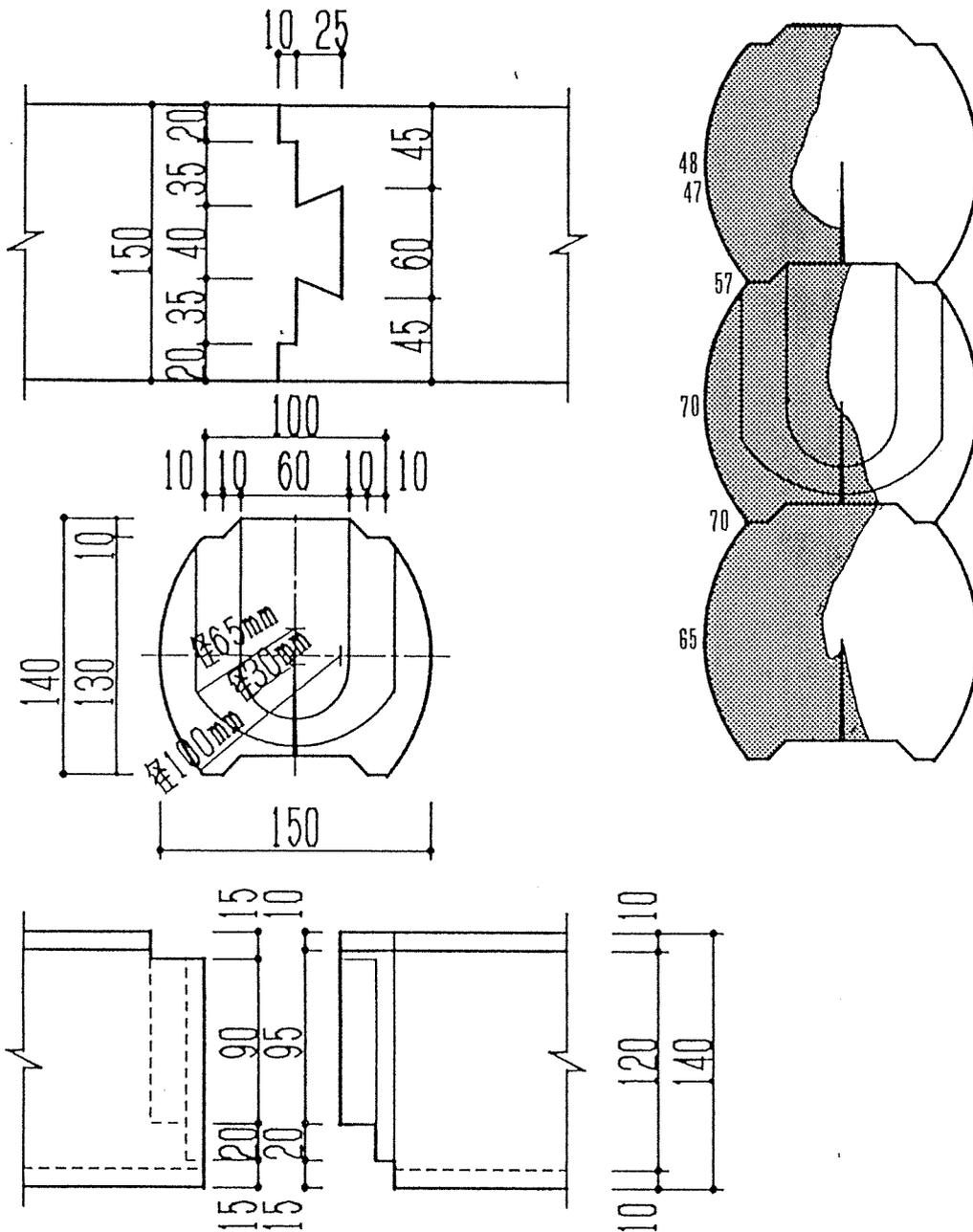
■ : 炭化部分



継ぎ手E、腰掛けあり継ぎ、詳細図

図 炭4. 2. 2-8 試験体記号D-2 腰掛けあり継手IIを挟んだ部分の炭化図

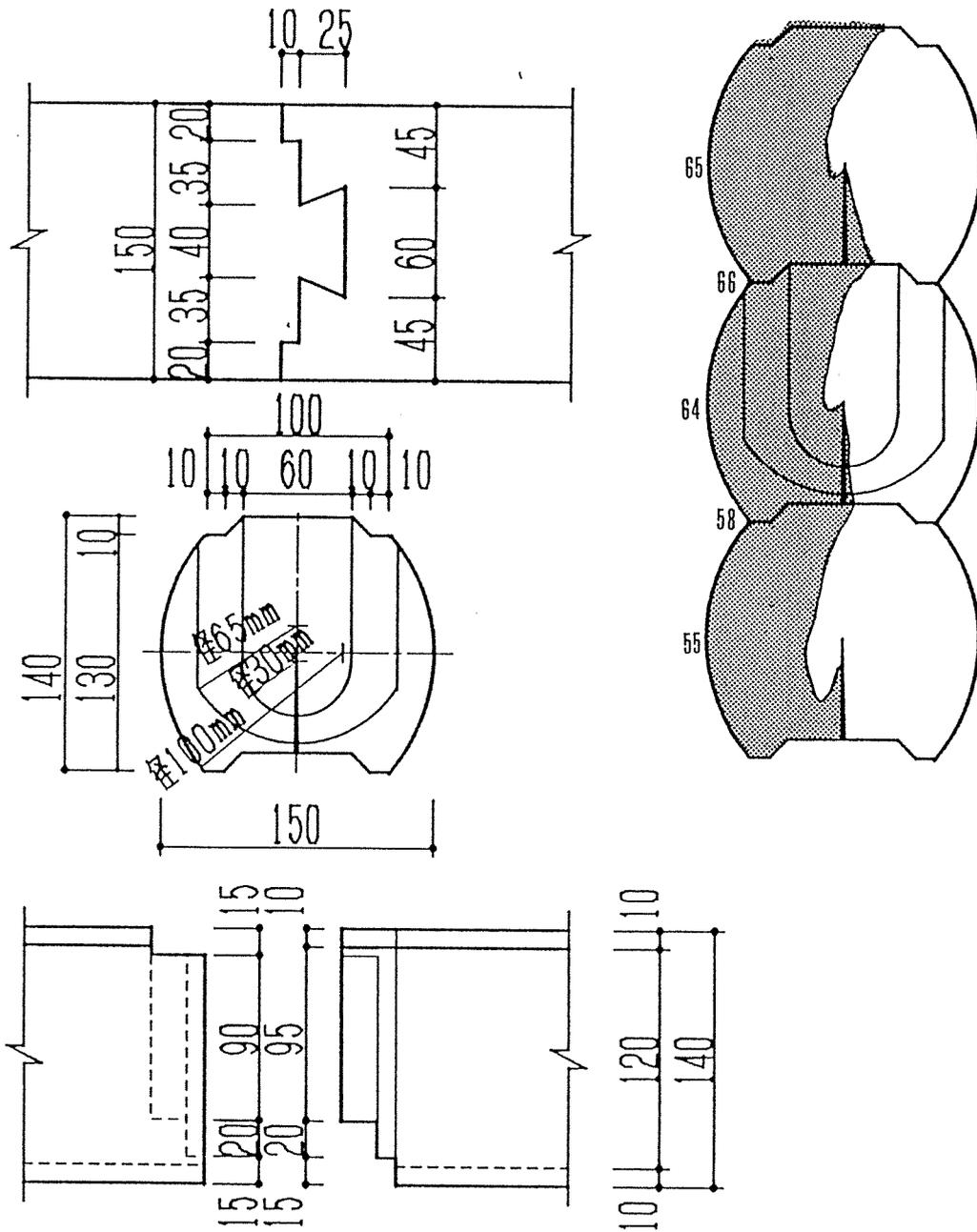
 : 炭化部分



継ぎ手E、腰掛けあり継ぎ、詳細図

図 炭4. 2. 2-9 試験体記号D-2 腰掛けあり継手IIIを挟んだ部分の炭化図

 : 炭化部分



継ぎ手E、腰掛けあり継ぎ、詳細図

図 炭4. 2. 2-10 試験体記号D-2 腰掛けあり継手IVを挟んだ部分の炭化図

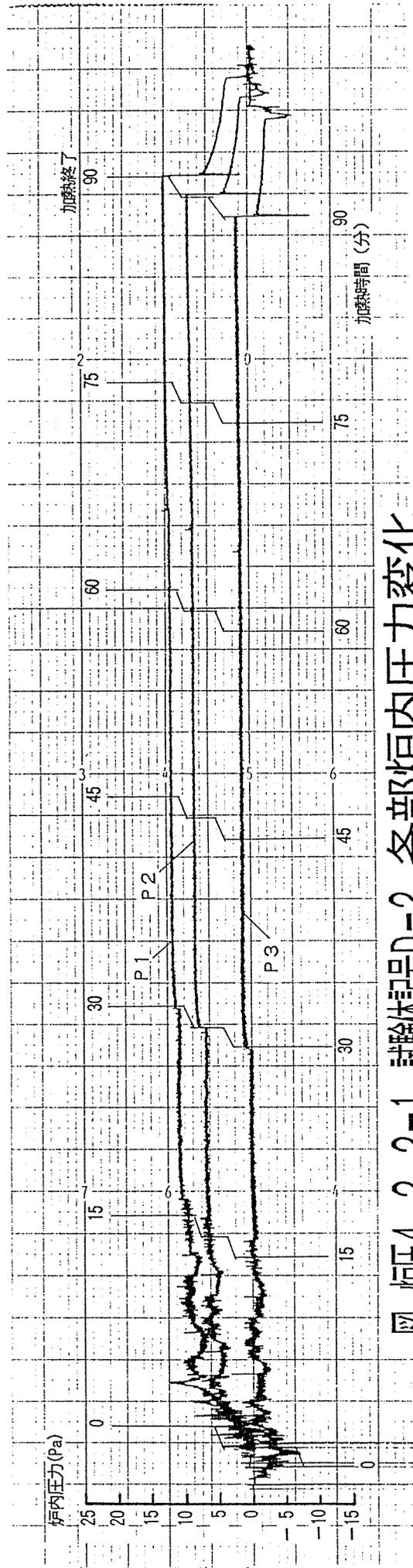
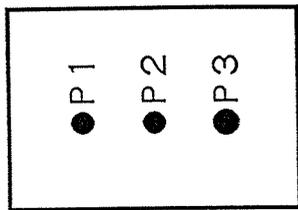


图 炉压4.2.2-1 試驗体記号D-2 各部炉内压力变化