

平成6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6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7年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

平成6年度農林水産省補助事業
木質資源利用事業
—ログハウス防火性能評価事業—

実験報告書

目次

1	研究目的	1
2	実施内容	2
2.1	試験実施概要	2
2.2	委員会組織	3
3	実験方法	4
3.1	試験体の選定	4
3.2	加熱方法	8
3.3	載荷荷重量算出と載荷方法	9
3.4	試験体の温度測定位置	11
3.5	試験体の軸・面外方向変位測定位置	12
3.6	炉内圧力の測定	13
3.7	映像記録	14
3.8	目視観察	14
3.9	炭化状況の測定	14
4	実験結果	46
4.1	ログ壁体の土塗壁同等性能—ログ壁体防火3級加熱試験体の実験結果—	46
4.2	ログ壁体の防火性能—ログ壁体防火2級加熱試験体の実験結果	66
4.3	ログ壁体の準耐火性能—ログ壁体ISO載荷加熱試験体の実験結果	76
4.4	ログ交差部分の防・耐火性能—ログ交差部加熱試験体の実験結果	111
5	結果概要	123
5.1	防火3級加熱試験結果について	123
5.2	防火2級加熱試験結果について	123
5.3	ISO載荷加熱試験について	124
5.4	ログ交差部の耐火性能について	125
6	平成6年度実施事業のまとめ	131
7	本事業のまとめ	133
	参考資料（別冊）目次	144

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 1,000~1,500棟ほど建築されていると言われている。昭和61年以前のログハウスは、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、地階を除く階数が2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以下であることその他に、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、3年度にわたって外壁部材の類焼防止性能及び内装部材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。

平成4年度の本事業による実験では、一般的に用いられているログの断面形状（丸ログ、角ログ）による壁体に、ログの継ぎ手を想定した部分を組み込み、防火2級加熱（類焼防止性能の確認）、ISO耐火加熱（延焼防止性能の確認）を行った結果、ログの継ぎ手部分が防火上の弱点であること、継ぎ手部分に防火処理を行えば1時間程度の延焼防止性能を有すること、角ログに比べて丸ログの防火性能が低いこと、延焼防止性能と同様に継ぎ手部分の処理を行えば類焼防止性能を有することなどが明らかとなった。

平成5年度では、住宅金融公庫仕様書による継ぎ手の種類と防火性能との関係、ログ壁体と開口部周り、交差部周辺の防火性能等を明らかにするために、実際の仕様に即して載荷加熱試験を行い、いずれの継ぎ手も防火処理を施せばログハウス壁体が1時間程度の準耐火性能を有すること、開口部自体（ガラスと框の接点）、交差部周辺部が防火上の弱点であることが明らかとなった。

そこで本年度では、これまでに実施した実験結果を参考にして、ログハウス壁体の防火性能と土塗壁同等性能、準耐火性能の調査、継ぎ手部・交差部とそれらの周辺部の防火性能を高めるために防火処理を施した試験体について防火性能開発実験を行うこととした。

2 実施内容

2. 1 実験実施概要

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、平成6年度は768棟の建築確認申請がなされ、その他を含めると約1,000~1,500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いるとおり、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、ログハウス壁体にはこれらの性能の確認が必要となってくる。そこで一連の実験では、仕様頻度の高い樹種及び断面形状を選定してログハウス壁体を組み立て、ログハウス壁体や壁体に組み込まれた継ぎ手・開口部とその周辺部、ログハウス壁体がお互いに交差する部分とその周辺部の類焼防止性能や延焼防止性能の調査と試験結果の蓄積を行うために、防火2, 3級加熱、I S O耐火加熱（載荷加熱）を行った。

平成4年度では、使用頻度の高い樹種（スギ）や断面形状を用いたログハウス壁体において、防火2級加熱試験によりログハウス壁体の類焼防止性能を確認し、同時に同一の試験体によりI S O耐火加熱試験方法に準拠した加熱により延焼防止性能の確認を行った。また継ぎ手の形状の違いによる継ぎ手周辺部の類焼・延焼防止性能を調査した。

平成5年度はログハウス壁体の準耐火性能を調査するために、実際の建物を想定して屋根荷重・床荷重を算出し、その荷重をかけながらログハウス壁体のI S O耐火加熱試験を行った。また加熱試験に際し、住宅金融公庫仕様書に記載されている継ぎ手や、開口部材を壁体に組み込み、継ぎ手とその周辺部、開口部とその周辺部についての防火性能も調査した。またログハウス壁体がお互いに交差する部分については、一般的に用いられているログの断面形状と交差部の加工状況として角ログでは鎌欠き、丸ログでは鞍型欠きを用いて、これらの仕様を試験体として供試し、防・耐火性能を調査した。

本年度では、平成4, 5年度の試験結果を踏まえて、ログハウス壁体の防火性能と土塗壁同等性能、準耐火性能を調査することとした。各試験体については、平成5年度と同様、住宅金融公庫仕様書に記載されている継ぎ手を壁体に組み込んだ仕様を試験体として供試することとした。またログハウス壁体がお互いに交差する部分については、平成5年度の加熱試験の結果、交差部分とログハウス壁体の接合部（丸太の上下部材間の重なり部分）との接点が防火上の弱点であることが明らかとなったため、引き続き本年度では、防火上の弱点部分に防火処理を施した場合の防・耐火性能を調査することとした。

2. 2 委員会組織

本開発研究は、実験方針、実験方法、実験の実施、実験結果の検討等のために以下の委員会を設置し、各委員の御指導、ご協力により事業を実施した。

(敬称略、順不同)

委員長	菅原 進一	東京大学工学部建築学科、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	建設省建築研究所第五研究部長
委員	上杉 三郎	農林水産省森林総合研究所難燃化研究室長
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 (株式会社 ヤノテック 取締役社長)
委員	香川 幹	自治省消防庁予防課、課長補佐
委員	金子 弘	建設省住宅局建築指導課建築物防災対策室、課長補佐
委員	瀬戸口 満	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	白井 浩一	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	堀内 計治	(財)日本住宅・木材技術センター試験研究所、主任研究員 (全国ログハウス振興協会、事務局長)
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
事務局	最上 滂二	(財)日本住宅・木材技術センター試験研究所、主任研究員
事務局	高田 峰幸	(財)日本住宅・木材技術センター試験研究所、研究員

3 実験方法

3. 1 試験体の選定

本年度の実験では、平成4、5年度の継ぎ手、開口部を組み込んだ仕様のログハウス壁体（以下ログ壁体とする）の防・耐火性能に引き続き、4種類の一般的な断面形状（図3-1参照）を有するログ壁体に、昨年度と同様の3種類の住宅金融公庫仕様書による継ぎ手（図3-12～15参照）を組み込み、接合部、継ぎ手周辺部に防火発泡材（グラファイト系）を挿入した試験体を供試し、土塗壁同等構造に相当する防火3級加熱（以下ログ壁体防火3級加熱試験体〔試験体記号：LA-1～4〕とする）、防火構造に相当する防火2級加熱（以下ログ壁体防火2級加熱試験体〔試験体記号：LB-1,2〕とする）、準耐火構造に相当する載荷を伴ったISO 834 耐火加熱（以下ログ壁体ISO載荷加熱試験体〔試験体記号：LC-1～7〕とする）によって、ログ壁体の構造安定性および継ぎ手周辺部の防・耐火性能について調査することにした。

また昨年度に引き続き、ログ壁体が互いに交差する部分を設けた試験体（以下ログ交差部加熱試験体〔試験体記号：LK-1～4〕とする）を供試し、ISO 834 耐火加熱によって、ログの断面形状と交差部の加工方法の違いによる防火性能について調査することにした。またログ壁体の接合部と交差部内には防火発泡材を挿入した。

本年度の供試材料の樹種は、ログハウスへの仕様頻度の高さから、これまでと同様スギを選定した。各試験体のログの断面形状と断面寸法は、以下の、

- ① LA-1、LC-1,4、LK-1：丸ログ小円弧落とし（ログ径 190mm）
- ② LA-2、LB-1、LC-5,6、LK-2：丸ログ円弧落とし実加工（ログ径 180mm）
- ③ LA-3、LC-2、LK-3：角ログ二枚実（断面寸法：幅90mm、高さ 150mm）
- ④ LA-4、LB-2、LC-3,7、LK-4：角ログ二枚実（断面寸法：幅 110mm、高さ 190mm）

を選定した（図3-1、表3-1、表3-2参照）。

ログ壁体防火2、3級加熱試験体の試験体寸法は幅 2,000mm、高さ 2,750mmで、ログ壁内の上下方向を径13mmの通しボルトにより緊結し、加熱側の左右端部には平型鋼、非加熱側の左右端部には溝型鋼を取り付けて固定した。また接合部、継ぎ手周辺部には防火発泡材を挿入した。ログ壁体防火2、3級加熱試験体の壁体図を図3-2～5に示す。

またログ壁体ISO載荷加熱試験体の試験体寸法は幅 2,900mm、高さ 3,000mmで、ログ壁内の上下方向をLC-1～3では径13mmの通しボルトによって緊結し、LC-4,5,7では径30mmの木製ダボ、LC-6では径13mmの鋼製ダボによって組み上げ、試験前には加熱側の左右端部には平型鋼、非加熱側の左右端部には溝型鋼を取り付けて固定した。そして載荷によってログ壁体に著しい座屈が直ちに発生しないように、ログ壁体の両端にログの袖壁（控え壁）を組み込んだ。そして載荷加熱試験時には溝型鋼を取り外すことによって、ログ壁体のみならず載荷を行うようにした。また接合部、継ぎ手周辺部には防火発泡材を挿入した。ログ壁体ISO載荷加熱試験体の壁体図を図3-6～11に示す。

またログ交差部加熱試験体は、交差部からの突出部分の長さを 200mmとして試験体を組み上げ。各試験体の高さは図 3-1 に示すようにログの断面寸法によって異なり、LK-1は 775mm、LK-2は 810mm、LK-3は 750mm、LK-4は 760mmで、突出部分を含む壁長さ（片側）を 1,700mmとし、水平加熱炉に試験体が納まるように部分的に加工して組み上げ、ログ壁内の上下方向を径13mmの通しボルトにより緊結した。また接合部、交差部内部には防火発泡材を挿入し（図 3-24参照）、通しボルト穴にはグラスウールを挿入した。ログ交差部加熱試験体の壁体図を図 3-16~23に示す。

なおいずれの試験体も試験体側部からの火炎貫通を遮断するために、加熱側周囲（ログ壁体加熱試験体においては袖壁部分を含む）や側部を耐火性セラミックファイバーで覆い、ログ木口面の（背割り等の）隙間には耐火接着剤（水ガラス系）を充填した。

3. 1. 1 ログ壁体加熱試験体（LA-1~4, LB-1, 2, LC-1~7）の概要

1) ログ壁体防火 3 級加熱試験体（試験体寸法： 2,000×2,700mm）

- ① LA-1：丸ログ小円弧落とし（径 190mm）（図 3-2 参照）
- ② LA-2：丸ログ円弧落とし実加工（径 180mm）（図 3-3 参照）
- ③ LA-3：角ログ二枚実（90×150mm）（図 3-4 参照）
- ④ LA-4：角ログ二枚実（110×190mm）（図 3-5 参照）

2) ログ壁体防火 2 級加熱試験体（試験体寸法： 2,000×2,700mm）

- ① LB-1：丸ログ円弧落とし実加工（径 180mm）（図 3-3 参照）
- ② LB-2：角ログ二枚実（110×190mm）（図 3-5 参照）

3) ログ壁体 I S O 載荷加熱試験体（試験体寸法： 2,900×3,000mm）

- ① LC-1：丸ログ小円弧落とし（径 190mm）、鞍型欠き加工（図 3-6 参照）
- ② LC-2：角ログ二枚実（90×150mm）、鎌欠き加工（図 3-7 参照）
- ③ LC-3：角ログ二枚実（110×190mm）、鎌欠き加工（図 3-8 参照）
- ④ LC-4：丸ログ小円弧落とし（径 190mm）、鞍型欠き加工（図 3-9 参照）
- ⑤ LC-5：丸ログ円弧落とし実加工（径 180mm）、鞍型欠き加工（図 3-10参照）
- ⑥ LC-6：丸ログ円弧落とし実加工（径 180mm）、鞍型欠き加工（図 3-10参照）
- ⑦ LC-7：角ログ二枚実（110×190mm）、鎌欠き加工（図 3-11参照）

（LA-1~4、LB-1, 2、LC-1~3は通しボルトによって、LC-4, 5, 7は木製ダボによって、LC-6は鋼製ダボによって上下間のログを接合（緊結）して試験体を組み上げた。）

また各加熱条件における継ぎ手周辺部の加熱時の状況を調査するため、ログ壁体加熱試験体には、断面形状の違いにより図 3-12~15に示すような住宅金融公庫仕様書による継ぎ手 3 種類を、1 試験体に組み込んだ。各断面形状における継ぎ手および補強金物の種類は、以下の、

- ① 継ぎ手 A：本実継ぎ手、ひら金物あるいはかすがい
- ② 継ぎ手 B：腰掛けあり継ぎ手、ボルトあるいはかすがい

③ 継ぎ手C：雇い実継ぎ手、（長）ボルトあるいはかすがいである。また各試験体の接合部・継ぎ手周辺部には防火発泡材を挿入した。ログ壁体加熱試験体概要図を図3-2～11に示す。

3. 1. 2 ログ交差部加熱試験体（LK-1~4）の概要

ログ交差部加熱試験体には、いずれの試験体にも通しボルト穴にグラスウールを挿入し、接合部・交差部内部には防火発泡材を挿入した。各試験体のログの断面形状と交差部の加工方法の組み合わせは、以下の、

- ① LK-1：丸ログ小円弧落とし（径 190mm）、鞍型欠き加工（図3-16, 17参照）
- ② LK-2：丸ログ円弧落とし実加工（径 180mm）、鞍型欠き加工（図3-18, 19参照）
- ③ LK-3：角ログ二枚実（90×150mm）、鎌欠き加工（図3-20, 21参照）
- ④ LK-4：角ログ二枚実（110×190mm）、鎌欠き加工（図3-22, 23参照）

を選定した。ログ交差部加熱試験体概要図を図3-16～23に示す。

表3-1 試験体の仕様一覧表とログ表面の平均含水率

試験体記号	加熱曲線	ログの断面形状	断面寸法 (cm)	平均含水率(%)		備考
				加熱側	非加熱側	
LA-1	防火3級 特性曲線	丸ログ小円弧落とし	径19	13.9	15.0	継ぎ手形状 A:本実 B:腰掛けあり C:雇い実
LA-2		丸ログ円弧落とし実加工	径18	14.7	14.8	
LA-3		角ログ二枚実	9×15	17.4	20.5	
LA-4			11×19	15.9	15.4	
LB-1	防火2級 特性曲線	丸ログ円弧落とし実加工	径18	12.3	12.0	同上
LB-2		角ログ二枚実	11×19	12.7	11.4	
LC-1	ISO 834 標準曲線 (載荷)	丸ログ小円弧落とし	径19	16.4	11.1	同上 (載荷荷重:6.5t) LC-1~3は通し ボルト接合 LC-4,5,7は木製ダボ、LC-6は鋼製ダボ
LC-2		角ログ二枚実	9×15	15.4	14.2	
LC-3			11×19	13.2	13.2	
LC-4		丸ログ小円弧落とし	径19	22.4	20.4	
LC-5		丸ログ円弧落とし実加工	径18	21.3	21.1	
LC-6				20.9	20.5	
LC-7				角ログ二枚実	11×19	
LK-1	ISO 834 標準曲線 (耐火)	丸ログ小円弧落とし	径19	13.3	12.3	交差部形状： 鞍型欠き加工 交差部形状： 鎌欠き加工
LK-2		丸ログ円弧落とし実加工	径18	24.8	23.1	
LK-3		角ログ二枚実	9×15	21.1	20.9	
LK-4			11×19	11.8	11.5	

含水率は、抵抗式含水率計で計測した。

斜字体は含水率30%以上のログを含むが、それらを30%として平均含水率を算出した。

表3-2 平成6年度 ログハウス防火性能開発、試験体仕様一覧表

試験体記号	ログの種類・寸法等	加熱方法	試験体寸法	その他	防火措置など
LA-1	丸ログ・小円弧落とし、径18cm	防火3級加熱	幅：2.0m、高さ：2.72m	3種類の継ぎ手を組み込む	丸太接合部、継ぎ手部分にウレタン系発泡材を挿入
LA-2	丸ログ・円弧実加工、径18cm	同上	同上	1) 本実加工継ぎ手	
LA-3	角ログ・9×15cm	同上	同上	2) 腰掛けあり継ぎ加工継ぎ手	
LA-4	角ログ・11×19cm	同上	同上	3) 覆い実加工継ぎ手	
LB-1	丸ログ・円弧実加工、径18cm	防火2級加熱	同上	*：載荷加熱は壁の両側に直交壁を設ける。	
LB-2	角ログ・11×19cm	同上	同上	*：LC-1～LC-3は通しボルト、LC-4～LC-7は壁の両端のみを通しボルトで固定する。	
LC-1	丸ログ・小円弧落とし、径18cm	ISO載荷加熱	幅：2.9m、高さ：3.0m	木製ダボ、径30mm、長さ20cm	
LC-2	角ログ・9×15cm	同上	同上	木製ダボ、径30mm、長さ20cm	
LC-3	角ログ・11×19cm	同上	同上	鋼製ダボ、径13mm、長さ20cm	
LC-4	丸ログ・小円弧落とし、径19cm	同上	同上	木製ダボ、径30mm、長さ20cm	
LC-5	丸ログ・円弧落し一枚実径18cm	同上	同上		
LC-6	丸ログ・円弧落し一枚実径18cm	同上	同上		
LC-7	角ログ・11×19cm、二枚実加工	同上	同上		
LK-1	丸ログ・小円弧落とし、径18cm	ISO耐火加熱	縦：1.7m、横：1.7m	鞍掛け交差部	丸太接合部、交差部部分にウレタン系発泡材を挿入
LK-2	丸ログ・円弧実加工、径18cm	同上	同上	鞍掛け交差部	
LK-3	角ログ・9×15cm	同上	同上	鎌欠き交差部	
LK-4	角ログ・11×19cm	同上	同上	鎌欠き交差部	

3. 2 加熱方法

加熱試験には、プロパンガスを燃料とした試験炉で、ログ壁体加熱試験体では図3-25、26に示す垂直加熱試験炉（幅 3,000mm、高さ 3,200mm）を、ログ交差部加熱試験体では図3-27に示す水平加熱試験炉（幅 2,220mm、奥行 1,700mm、深さ 1,110mm）を用いた。

3. 2. 1 ログ壁体防火2, 3級加熱試験体における加熱方法

（試験体記号：LA-1~4、LB-1、2）

図3-25に示す垂直加熱試験炉は、防火2, 3級特性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、また開口部を設けた試験体取り付け枠（開口部寸法：幅 1,800mm、高さ 2,500mm）に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。炉内加熱温度（測定点番号：61~69）は、加熱面から1cmの位置に、径 1.6mmのCA熱電対を先端を開けた鉄管から露出させ、試験体面に沿って10cm以上となるように設定し、炉内に均等に9点設置した。加熱は、加熱試験炉の特性曲線に沿って30分間行い、温度計測時間は、各温度測定位置の温度下降が認められるか、加熱側の火炎が壁体を貫通するまでとした（判定項目については、表3-2参照）。

3. 2. 2 ログ壁体ISO 834 耐荷加熱試験体における加熱方法（試験体記号：LC-1~7）

図3-26に示す荷装置を取り付けた垂直加熱試験炉は、ISO 834 耐火加熱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、また開口部を設けた試験体取り付け枠（開口部寸法：幅 2,700mm、高さ 2,700mm）に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。炉内加熱温度（測定点番号：61~69）は、加熱面から10cmの位置に、径 1.6mmのCA熱電対を先端を開けた鉄管から露出させ、試験体面に沿って10cm以上となるように設定し、炉内に均等に9点設置した。加熱時間は、加熱側の火炎が壁体を貫通するまでか、変位の急上昇により荷が困難になるまでとした（判定項目については、表3-3参照）。

3. 2. 3 ログ交差部加熱試験体における加熱方法（試験体記号：LK-1~4）

図3-27に示す水平加熱試験炉の片側のバーナー列を用いて、ISO 834 標準曲線に従い、温度の時間的変化を試験面に対して45° 方向から与えられるようにバーナーの火力を調整した。試験体は加熱試験炉内に落とし込むような格好で設置した後に、試験体上部に耐熱レンガやけい酸カルシウム板等を適当な間隔で配置し（試験体と蓋の間に空気口を設ける）、試験体（加熱炉）上部を耐火性セラミックボード等で組み立てた蓋（屋根）で覆った。炉内加熱温度（測定点番号：61~66）は、図3-16, 18, 20, 22に示すように加熱面から10cmの位置に、径 1.6mmのCA熱電対を先端を開けた鉄管から露出させ、試験体面に沿って10cm以上となるように設定し、炉内に均等に6点設置した。加熱時間は、加熱側の火炎が壁体を貫通するまでとした（判定項目については、表3-2参照）。

表3-3 加熱試験（防・耐火性能）ごとの（試験終了の）判定項目

判定項目	防火3級加熱（JIS A 1301） （土塗壁同等性能）		防火2級加熱（JIS A 1301） （防火性能）		ISO加熱（ISO 834 加熱曲線） （準耐火性能）	
	建設省仕様到達	本試験の判定基準	建設省告示第2545	本試験の判定基準	建設省告示第1454	本試験の判定基準
防火上有害な 変形、破壊、 脱落	ないこと		ないこと		_____	
裏面温度	木材表面で 最高260℃以下	ログ裏面で 最高260℃以下	木材表面で 最高260℃以下	ログ裏面で 最高260℃以下	(最高温度) ≤ (初期温度) + 180℃ (平均温度) ≤ (初期温度) + 140℃	
最大軸方向収縮量	_____		_____		$\delta_1 \leq h/100$ (30mm)	
最大軸方向収縮速度	_____		_____		$v_1 \leq 3h/1000$ (0.9mm/分) → 載荷が困難になるまで	
裏面の発炎	ないこと		ないこと		ないこと	
残炎	30秒以下	計測終了までに 残存しないこと	30秒以下	計測終了までに 残存しないこと	_____	
残じん (火気の残存)	5分以下	計測終了までに 残存しないこと	5分以下	計測終了までに 残存しないこと	_____	
裏面の着炎	ないこと		ないこと		_____	
火炎が通る 割れ目	_____		_____		ないこと	
有害な発炎	ないこと		ないこと		_____	
衝撃試験	裏面に貫通する 穴が開かないこと	(実施せず)	裏面に貫通する 穴が開かないこと	(実施せず)	_____	

注) ログ交差部加熱試験体においては、載荷加熱試験の軸方向変位の項目を除いた部分を判定項目とする。

3. 3 載荷荷重量算出と載荷方法（試験体記号：LC-1~7）

ログ壁体の許容応力度に相当する値が確立されていないため、本実験ではログの繊維方向と直角方向の長期許容全面圧縮応力度に相当する応力度を求め、昨年度と同様に、図3-28に示すログハウスの設計例の壁体に加わる荷重を基にして、最も厳しい荷重条件でログ壁体に加える載荷荷重量を算出して比較し、荷重の大きい方の値を採用して載荷荷重とすることとした。以下に計算結果を示す。

①長期全面圧縮応力度による載荷荷重の計算

ログ壁体：高さ2.9m、載荷幅2.7m

	丸ログ	角ログ	角ログ
	径19cm	9×15cm	11×19cm
	有効幅:8.4cm	有効幅:7.4cm	有効幅:8.6cm
L x (座屈方向のせい: cm)	8.4	7.4	8.6
A (断面積: Cm ²)	2,268	1,998	2,322
i=Lx/3.46	2.428	2.139	2.486
λ=Lk/i(=Lk290cm)	119.45	135.59	116.67
η=(λ/100) ² (100<λ)	1.427	1.839	1.361
Lfk (=0.3×Lfc/η)	1.577	1.224	1.653
(Lfc=7.5Kg/Cm ² : 繊維に直角方向の長期許容全面圧縮応力度)			
N (=Lfk×A)	3.58トン	2.44トン	3.84トン

②設計荷重による載荷荷重の計算

ログハウス壁体の1階部分の妻壁、桁行壁に加わる荷重の算出

(1)屋根に加わる1m²当たりの荷重

- ・固定荷重(瓦屋根仕様): 100(kg/m²)
 - ・積雪荷重: 100(cm)〔積雪量〕×3(kg/cm/m²)×0.5〔屋根勾配45°〕
= 150(kg/m²)
- 合計 250(kg/m²)

(2)2階床に加わる1m²当たりの荷重

- ・ロフト: 130(kg/m²)〔大梁〕+30(kg/m²)〔自重〕 = 160(kg/m²)

荷重計算例・・・広間のある小屋裏利用2階建て住宅の場合(図3-28参照)

7) 妻壁に加わる荷重

- ・屋根に加わる荷重 6(m)×3(m)×250(kg/m²)×1.4(√2) = 6,300(kg)
 - ・2階床に加わる荷重 8(m)×2.5(m)×160(kg/m²) = 3,200(kg)
- 合計 9,500(kg)

よって妻壁1m当たりの載荷荷重は、

$$9,500(\text{kg})/8(\text{m}) = \underline{1,188(\text{kg/m})}$$

となる。

1) 桁行壁に加わる荷重

- ・屋根に加わる荷重 10(m)×8(m)×0.5×250(kg/m²)×1.4(√2) = 14,000(kg)
 - ・2階床に加わる荷重 5(m)×8(m)×0.5×160(kg/m²) = 3,200(kg)
- 合計 17,200(kg)

よって桁行壁1m当たりの載荷荷重は、

$$17,200(\text{kg})/10(\text{m})/2 = \underline{860(\text{kg/m})}$$

以上の計算例の中で、最も厳しい荷重条件(1,188kg/m)を用い、開口率を50(%)と

した場合の1m当たりのログ壁体（盲壁）に加わる鉛直荷重は、

$$1,188 / 0.5 = 2,376(\text{kg/m}) \approx \underline{2,400(\text{kg/m})}$$

となる。

I S O 載荷加熱の場合、載荷長さが2.7mであるため、載荷荷重量は

$$2,400(\text{kg/m}) \times 2.7(\text{m}) = 6,480(\text{kg}) \approx \underline{6,500(\text{kg})}$$
となる。

以上の結果、ログ建築物の設計例の中で最も厳しい条件で計算した設計荷重は、ログ壁体の幅2.7mに対し 6.5トンとなり（2.4トン/m）、ログの全面横圧縮の長期許容応力度に相当する応力度は最大でも 3.8トンとなった。よって、本実験に用いる載荷荷重は値の大きな設計荷重の 6.5トンを採用することとした。

本実験では、図3-25に示すように2本のオイルジャッキで下部のH鋼を上昇させることによって壁体に加力を行い、ロードセルの抵抗変化によって載荷荷重（測定点番号：71, 72〔LC-1~7〕）を計測した。

3. 4 試験体の温度測定位置

ログ壁体防火3級加熱試験体（LA-1~4）の温度測定位置図を図3-2~5に、ログ壁体防火2級加熱試験体（LB-1, 2）の温度測定位置図を図3-3, 5に、ログ壁体I S O載荷加熱試験体（LC-1~7）の温度測定位置図を図3-6~11に、ログ交差部加熱試験体（LK-1~4）の温度測定位置図を図3-17, 19, 21, 23に示す。

3. 4. 1 ログ壁体加熱試験体（LA-1~4, LB-1, 2, LC-1~7）の温度測定位置

（図3-2~11参照）

（1）接合部

- ① 加熱側寄り（測定点番号：1~10）
- ② 非加熱側寄り（測定点番号：11~20）
- ③ 裏面（測定点番号：21~30）

（2）ログ継ぎ手上部（番号の小さい順に本実、腰掛けあり、雇い実）

- ① 加熱側寄り（測定点番号：31~33）
- ② 非加熱側寄り（測定点番号：34~36）
- ③ 裏面（測定点番号：37~39）

（3）ログ継ぎ手中央部（番号の小さい順に本実、腰掛けあり、雇い実）

- ① 加熱側寄り（測定点番号：40~42）
- ② 非加熱側寄り（測定点番号：43~45）
- ③ 裏面（測定点番号：46~48）

(4) ログ継ぎ手下部（番号の小さい順に本実、腰掛けあり、雇い実）

- ① 加熱側寄り（測定点番号：49～51）
- ② 非加熱側寄り（測定点番号：52～54）
- ③ 裏面（測定点番号：55～57）

3. 4. 2 ログ交差部加熱試験体（LK-1~4）の温度測定位置

（図3-17, 19, 21, 23参照）

(1) ログ交差部

- ① 内部加熱側寄り（端部）（測定点番号：1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25）
（LK-4では、測定点番号：1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22）
- ② 内部中央部（測定点番号：2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26）
（LK-4では、測定点番号：2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23）
- ③ 内部非加熱側寄り（端部）（測定点番号：3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27）
（LK-4では、測定点番号：3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24）
- ④ 交差部、非加熱側接点（裏面）（測定点番号：28～35）
（LK-4では、測定点番号：25～31）
- ⑤ 交差部・接合部、非加熱側接点（裏面）（測定点番号：48～55）
（LK-4では、測定点番号：44～50）

(2) 接合部（通しボルト間の中央）

- ① 内部加熱面寄り（測定点番号：36, 39, 42, 45）
（LK-4では、測定点番号：32, 35, 38, 41）
- ② 内部非加熱側寄り（測定点番号：37, 40, 43, 46）
（LK-4では、測定点番号：33, 36, 39, 42）
- ③ 非加熱側接点（裏面）（測定点番号：38, 41, 44, 47）
（LK-4では、測定点番号：34, 37, 40, 43）

3. 5 試験体の軸・面外方向変位測定位置（試験体記号：LC-1~7）

ログ壁体ISO载荷加熱試験体においては、以下の15点について壁体の加熱時の時間経過に伴う変位を測定した（図3-6～11参照）。

(1) 軸方向（測定点番号：75～80）

- ① 試験体上部（中央と、中央より左右1m離れた位置、測定点番号：75～77）
- ② 試験体下部（中央と、中央より左右1m離れた位置、測定点番号：78～80）

(2) 面外方向（測定点番号：81～89）

- ① 試験体上部（中央と、中央より左右1m離れた位置、測定点番号：81～83）
- ② 試験体中央部（中央と、中央より左右1m離れた位置、測定点番号：84～86）
- ③ 試験体下部（中央と、中央より左右1m離れた位置、測定点番号：87～89）

3. 6 炉内圧力の測定（試験体記号：LA-1~4, LB-1, 2, LC-1~7）

加熱中の炉内圧力を、(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社製）に記録した。炉内圧力の測定位置を図3-25, 26に示す。

3. 7 映像記録

加熱中の試験体の非加熱側の変化状況を2分間隔の写真撮影とVTRによって記録した。

3. 8 目視記録

加熱中の試験体の加熱側・非加熱側の変化状況を、目視により観察記録した。

3. 9 炭化状況の測定

ログ壁体加熱試験体においては、継ぎ手周辺部の3箇所と、接合部の9箇所について（炭化測定位置については、次章の図4-4, 9, 14, 19, 24, 29, 35, 41, 47, 53, 59, 65, 71参照）、ログ交差部加熱試験体においては、加熱側の交差部分全体と接合部の4箇所について炭化深さを測定した（炭化測定位置については、次章の図4-75, 78, 81, 84参照）。

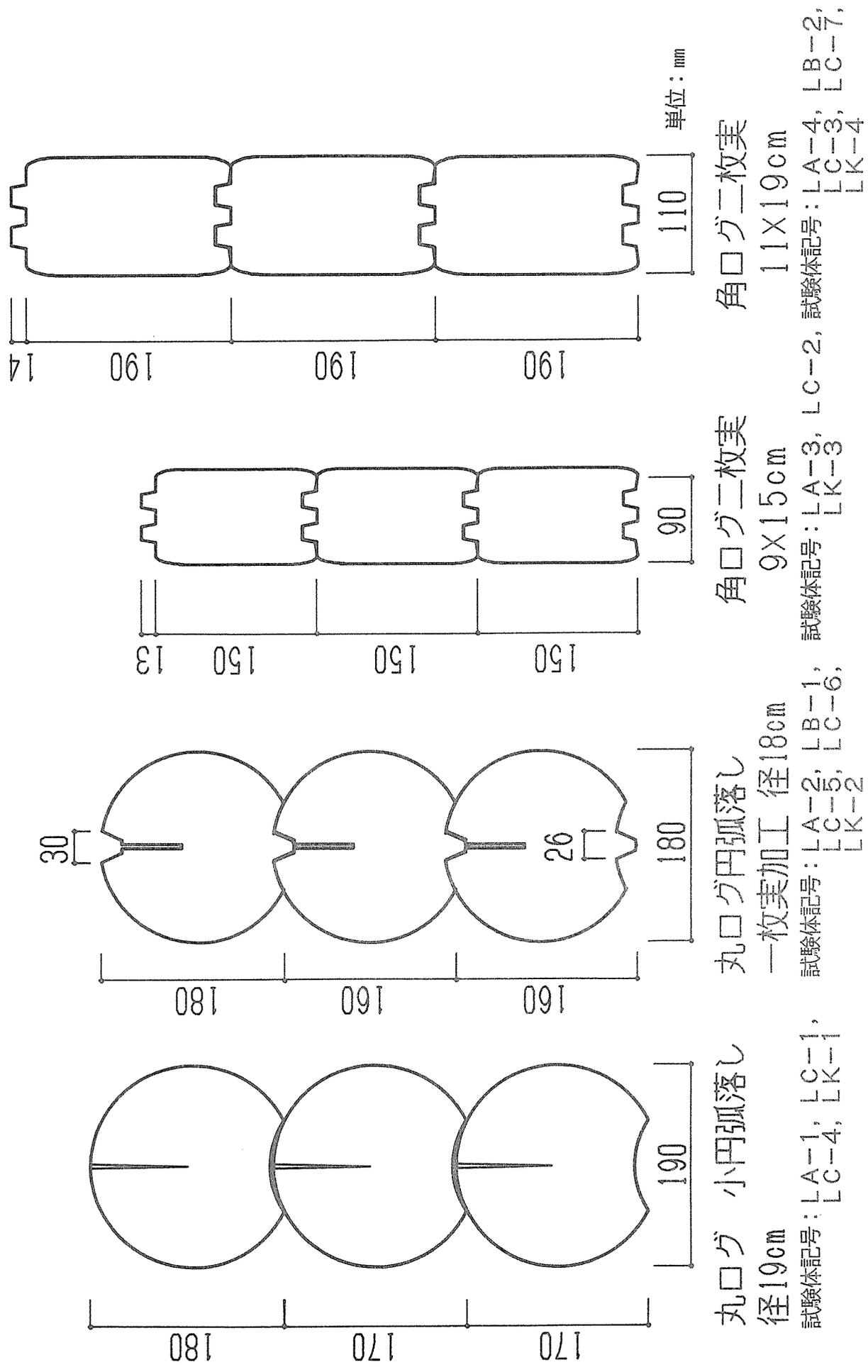
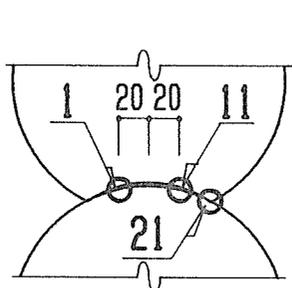
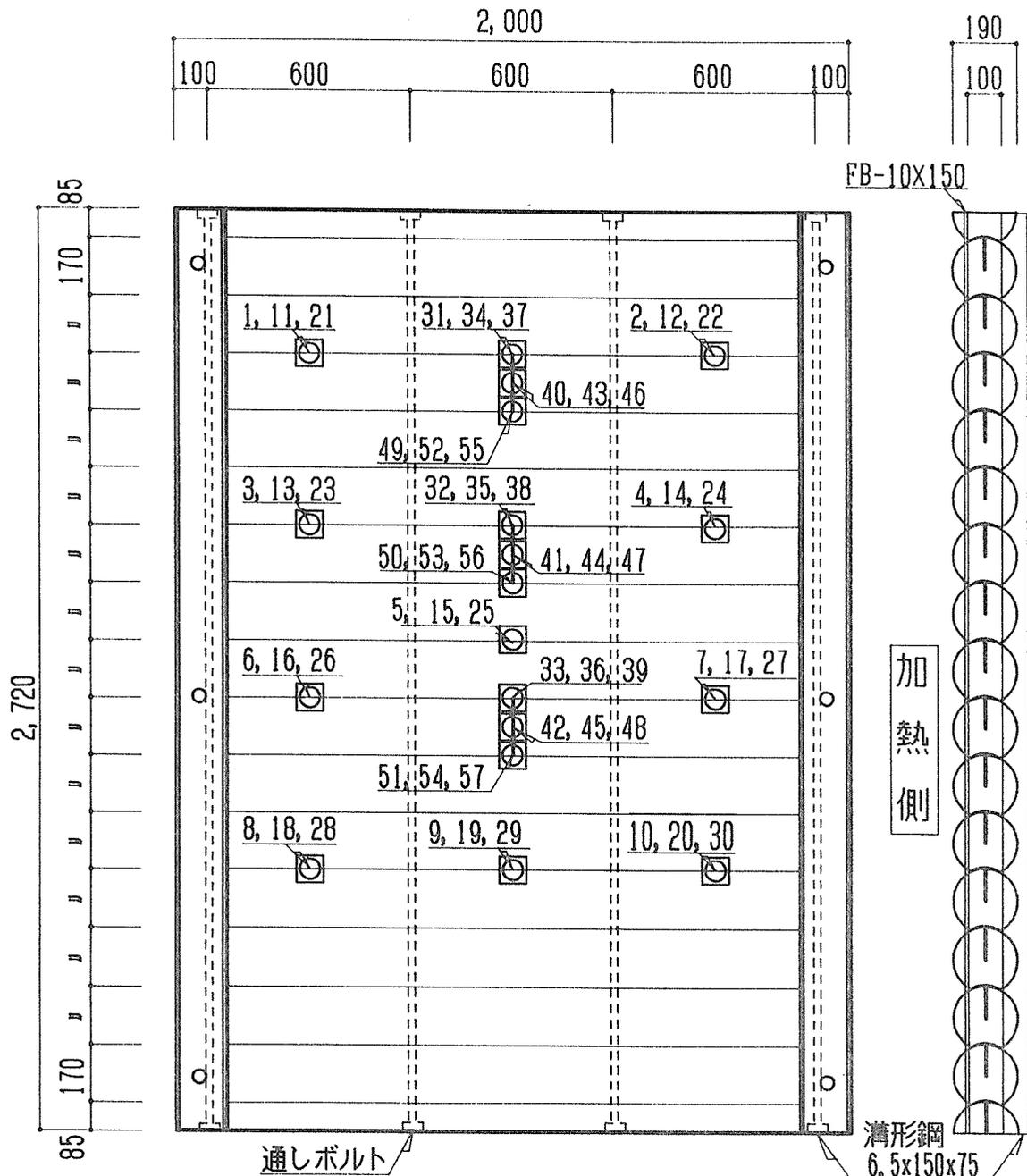
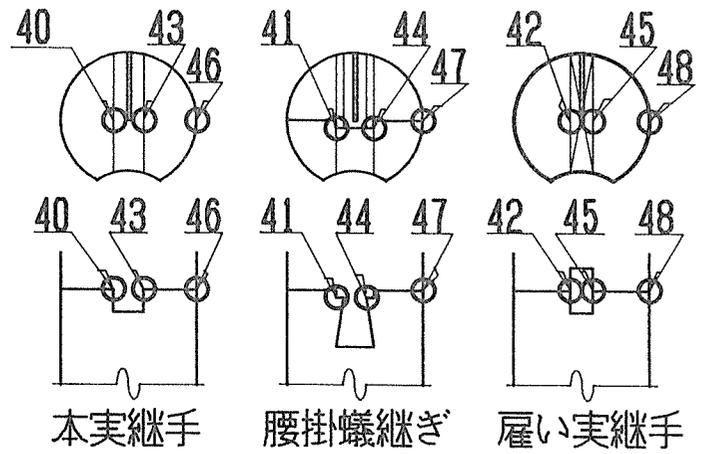


図3-1 各試験体のログ断面形状



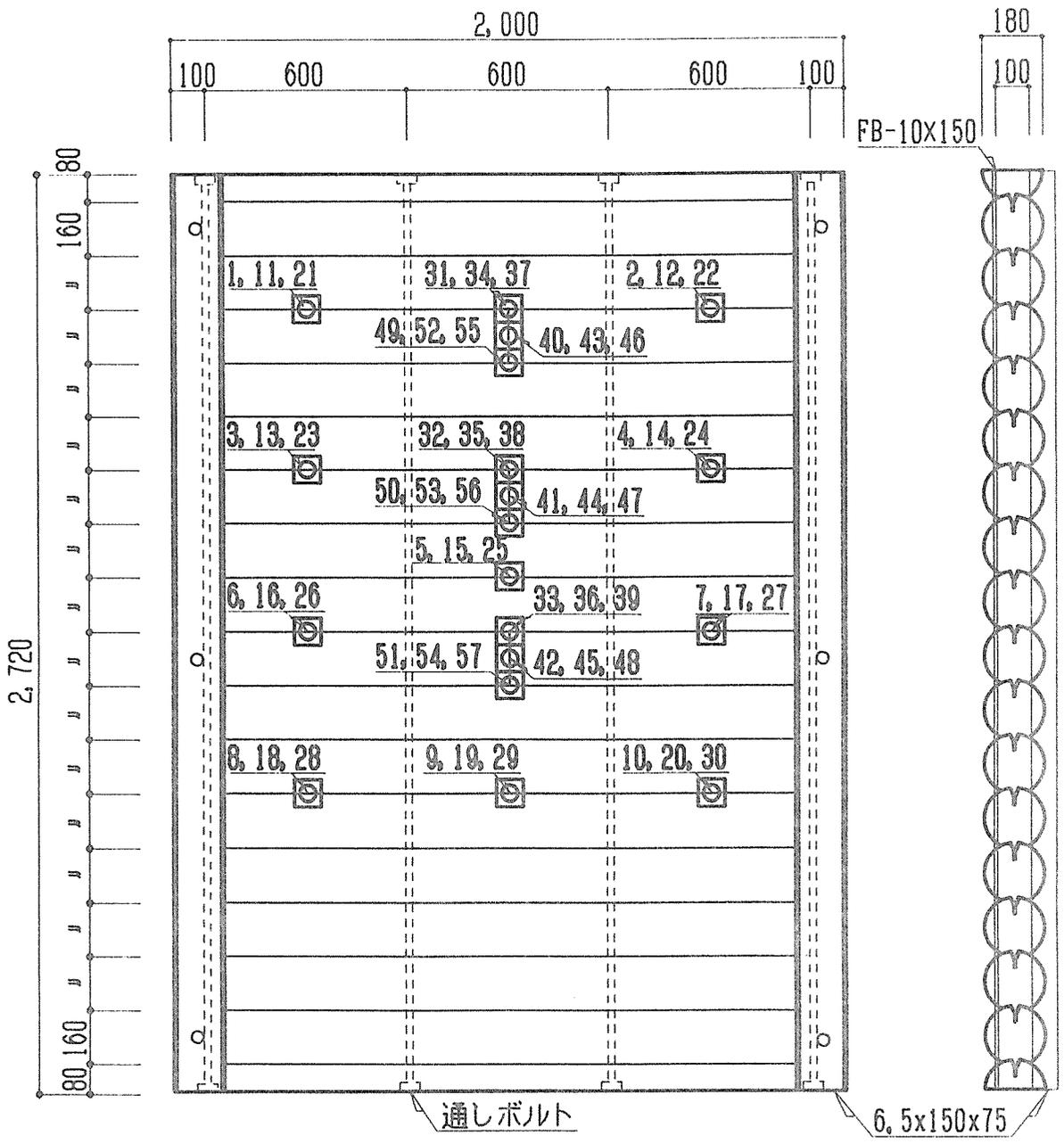
ログ接合部



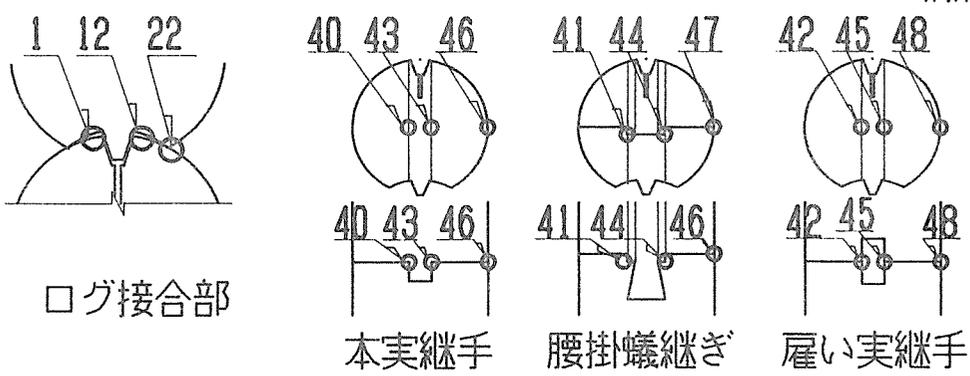
接合部には 1.5cm幅、
継ぎ手部のログ端部の
接合面全体に防火発泡材
を挿入した。

丸ログ、小円弧落し加工、丸太径 190mm 単位：mm

図3-2 試験体記号LA-1、試験体概要図 (温度測定位置図)



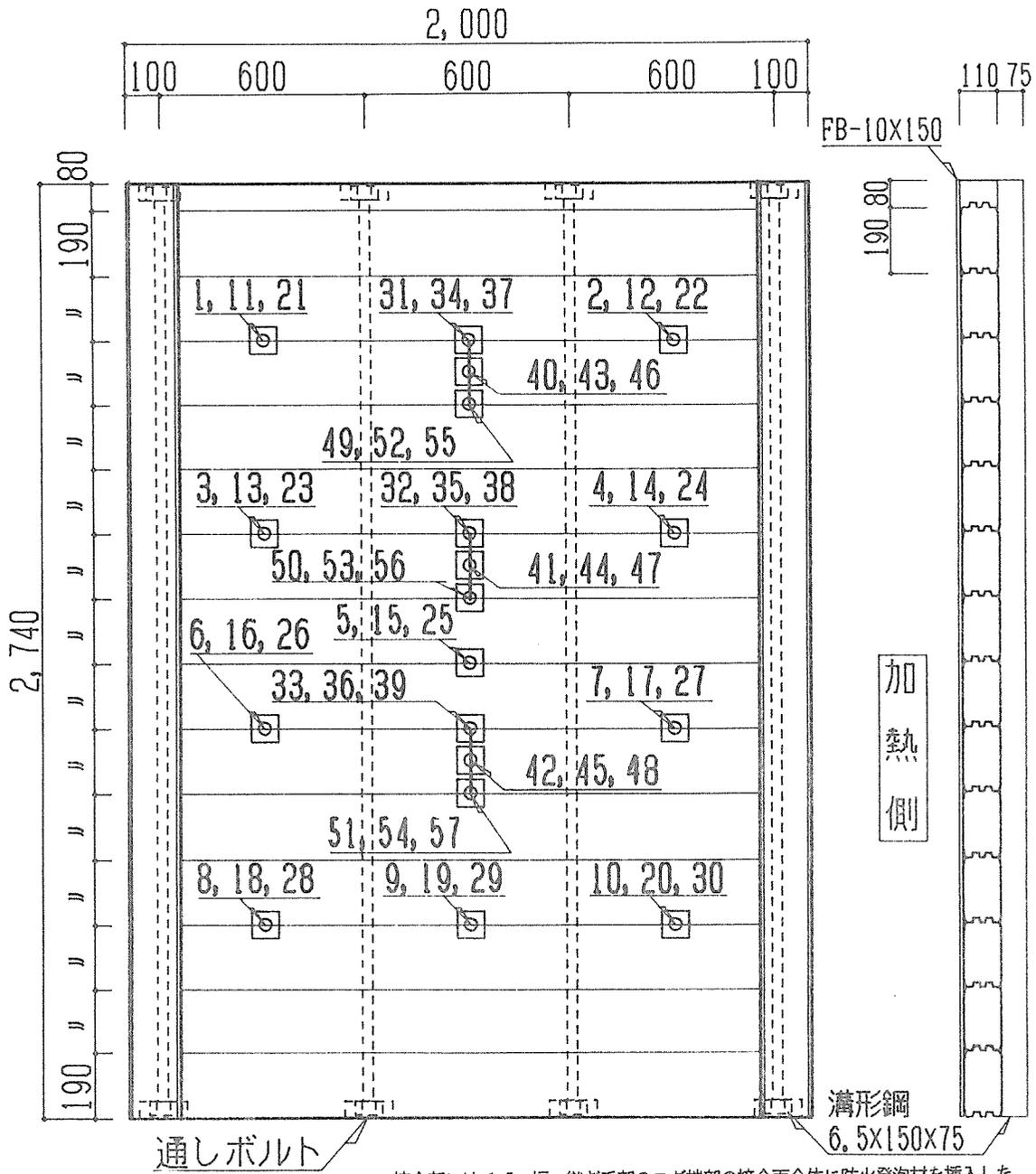
接合部には 1.5cm幅、継ぎ手部のログ端部の接合面全体に防火発泡材を挿入した。



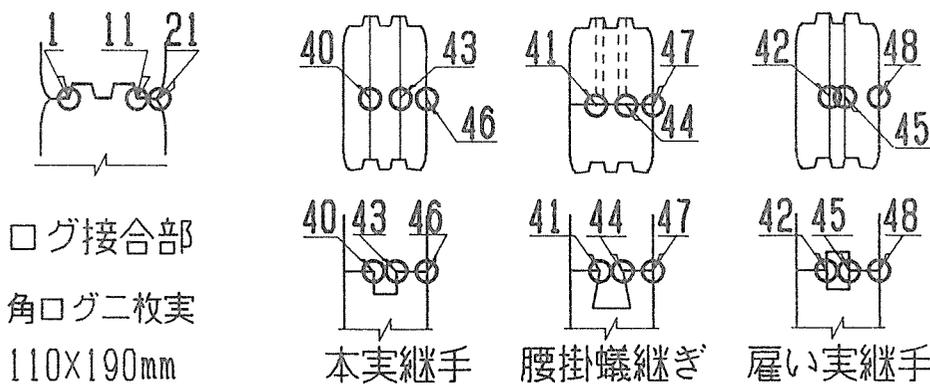
丸ログ、円弧落し一枚実加工丸太、径 18cm

単位：mm

図3-3 試験体記号LA-2、LB-1、試験体概要図 (温度測定位置図)



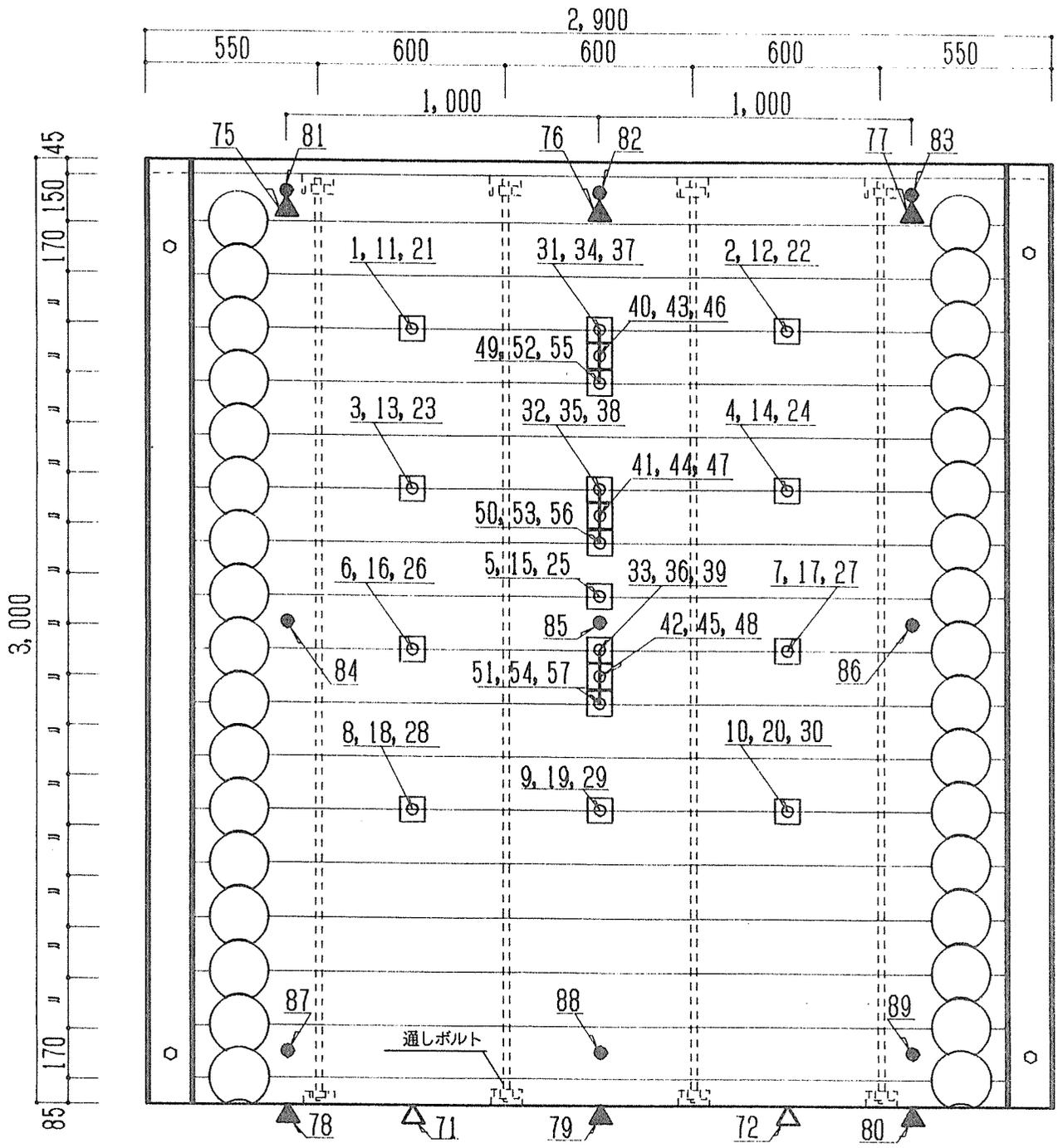
接合部には 1.5cm幅、継ぎ手部のログ端部の接合面全体に防火発泡材を挿入した。



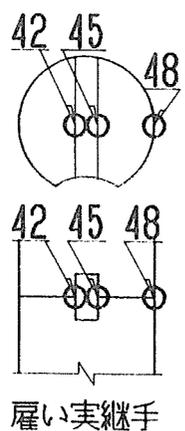
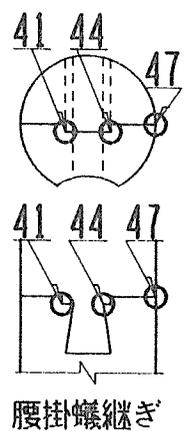
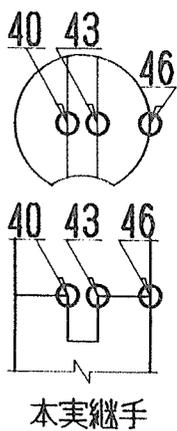
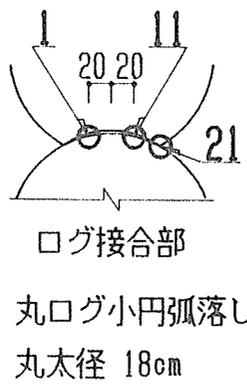
接合部には 1.5cm幅、継ぎ手部のログ端部の接合面全体に防火発泡材を挿入した。

単位：mm

図3-5 試験体記号LA-4、LB-2、試験体概要図(温度測定位置図)



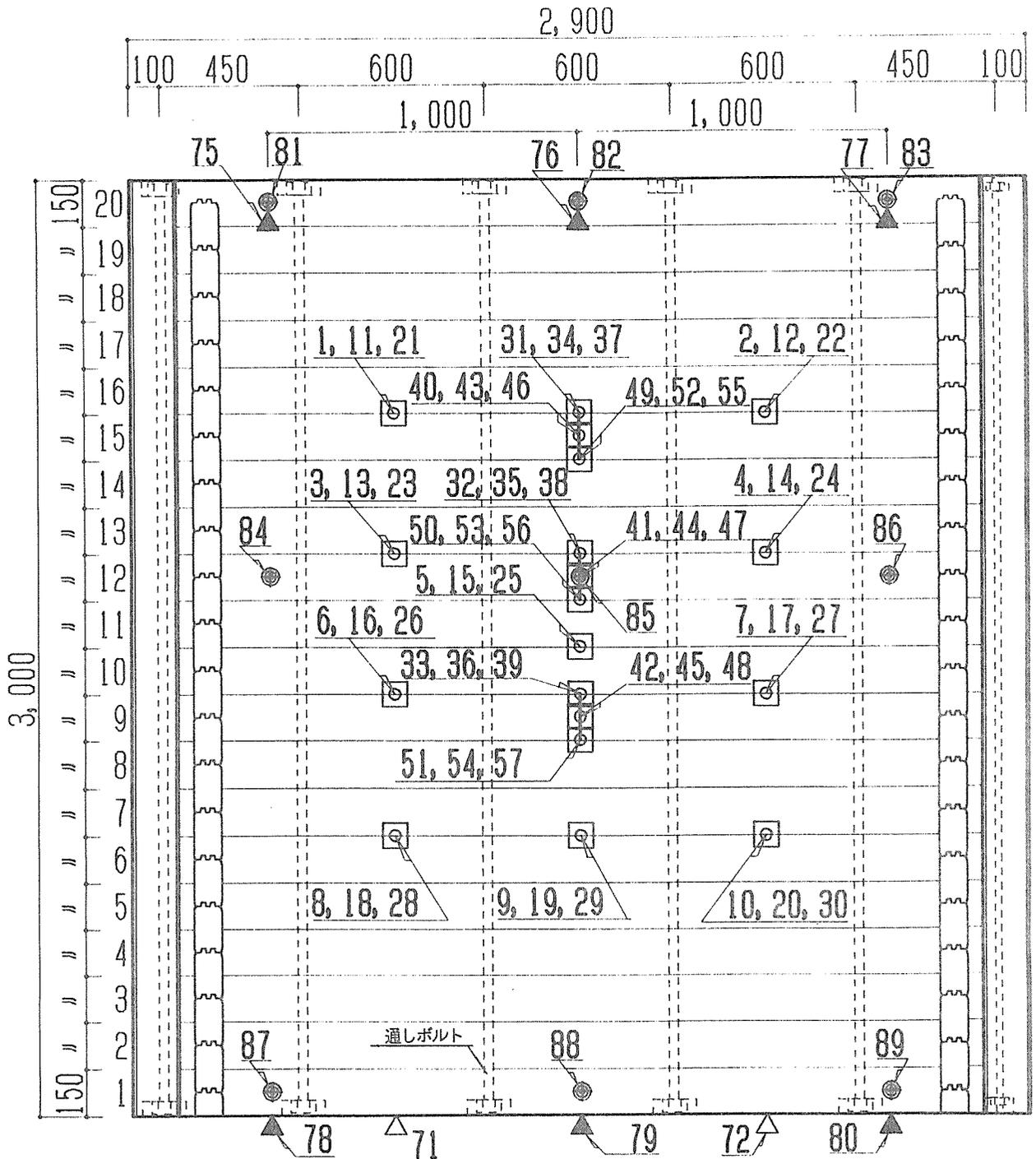
接合部には 1.5cm幅、継ぎ手部のログ端部の接合面全体に防火発泡材を挿入した。



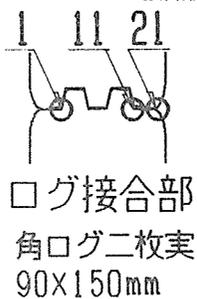
- △: 載荷位置
- ▲: 面内変位
- : 面外変位

単位: mm

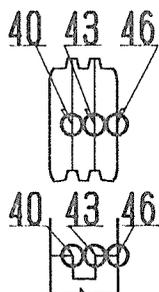
図3-6 試験体記号LC-1、試験体概要図 (温度・変位・載荷荷重測定位置図)



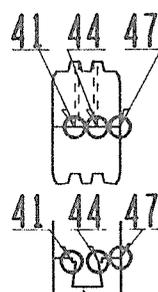
接合部には 1.5cm幅、継ぎ手部のログ端部の接合面全体に防火発泡材を挿入した。



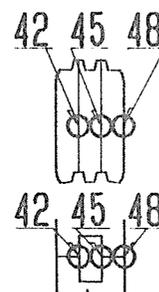
単位：mm



本実継手



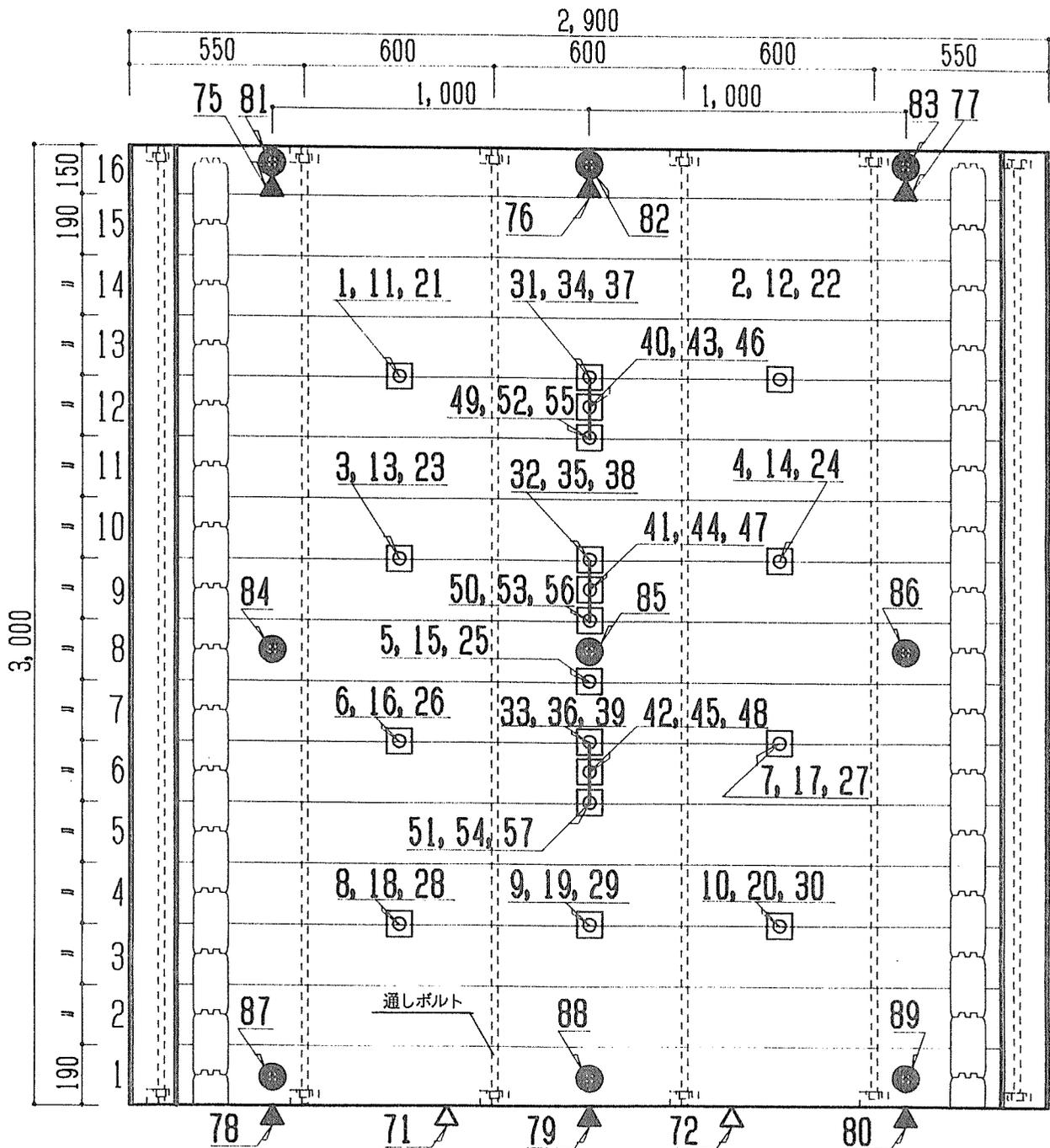
腰掛蟻継ぎ



雇い実継手

- △：載荷位置
- ▲：面内変位
- ：面外変位

図3-7 試験体記号LC-2、試験体概要図(温度・変位・載荷荷重測定位置図)



接合部には 1.5cm幅、継ぎ手部のログ端部の接合面全体に防火発泡材を挿入した。

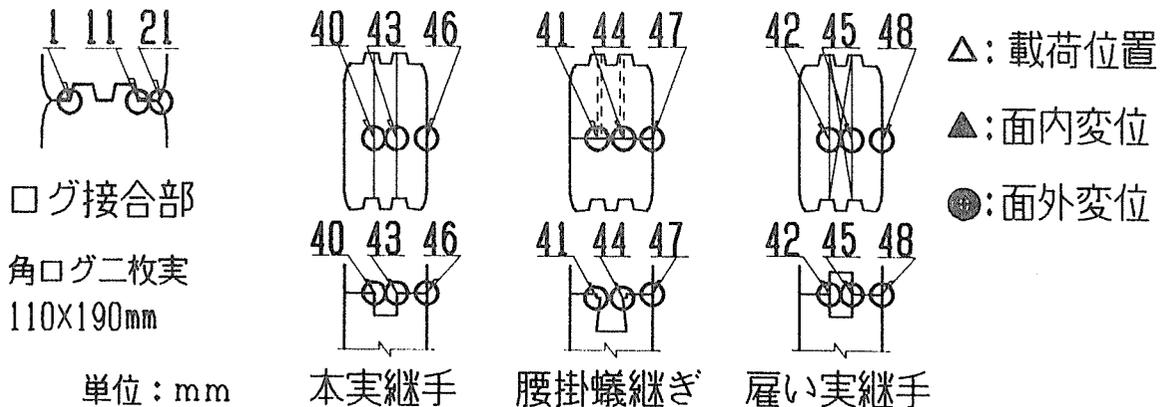
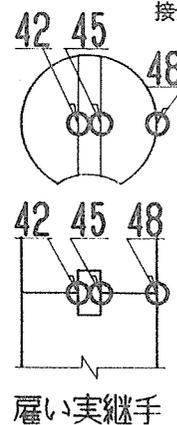
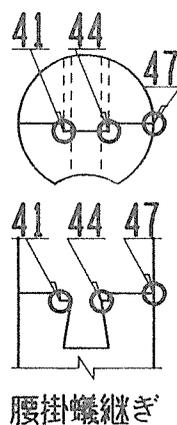
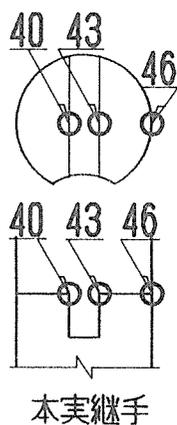
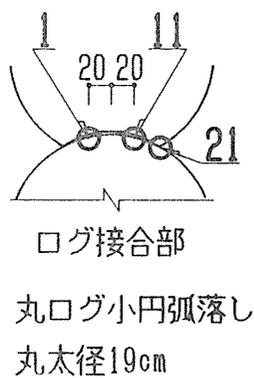
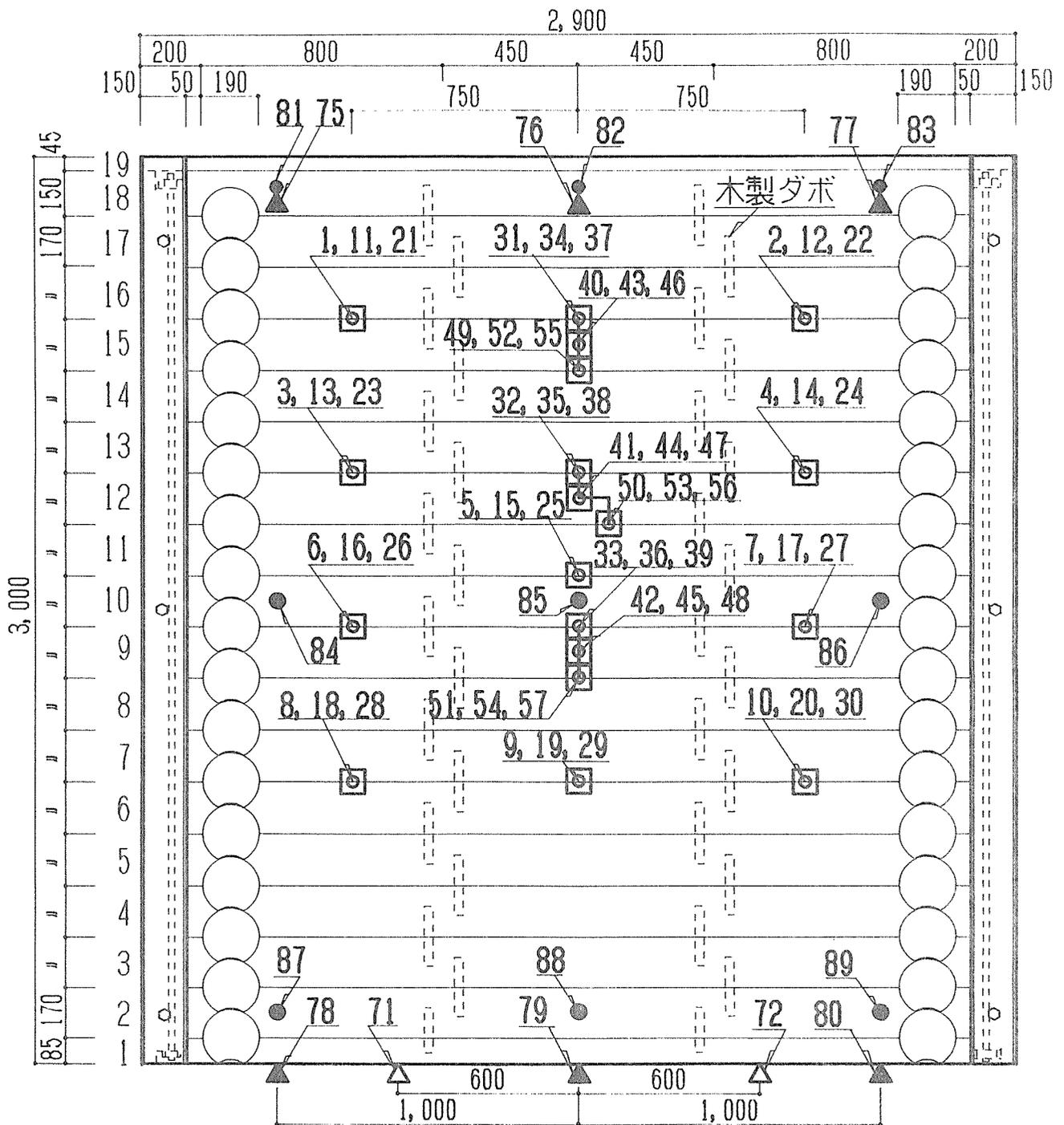


図3-8 試験体記号LC-3、試験体概要図(温度・変位・載荷荷重測定位置図)

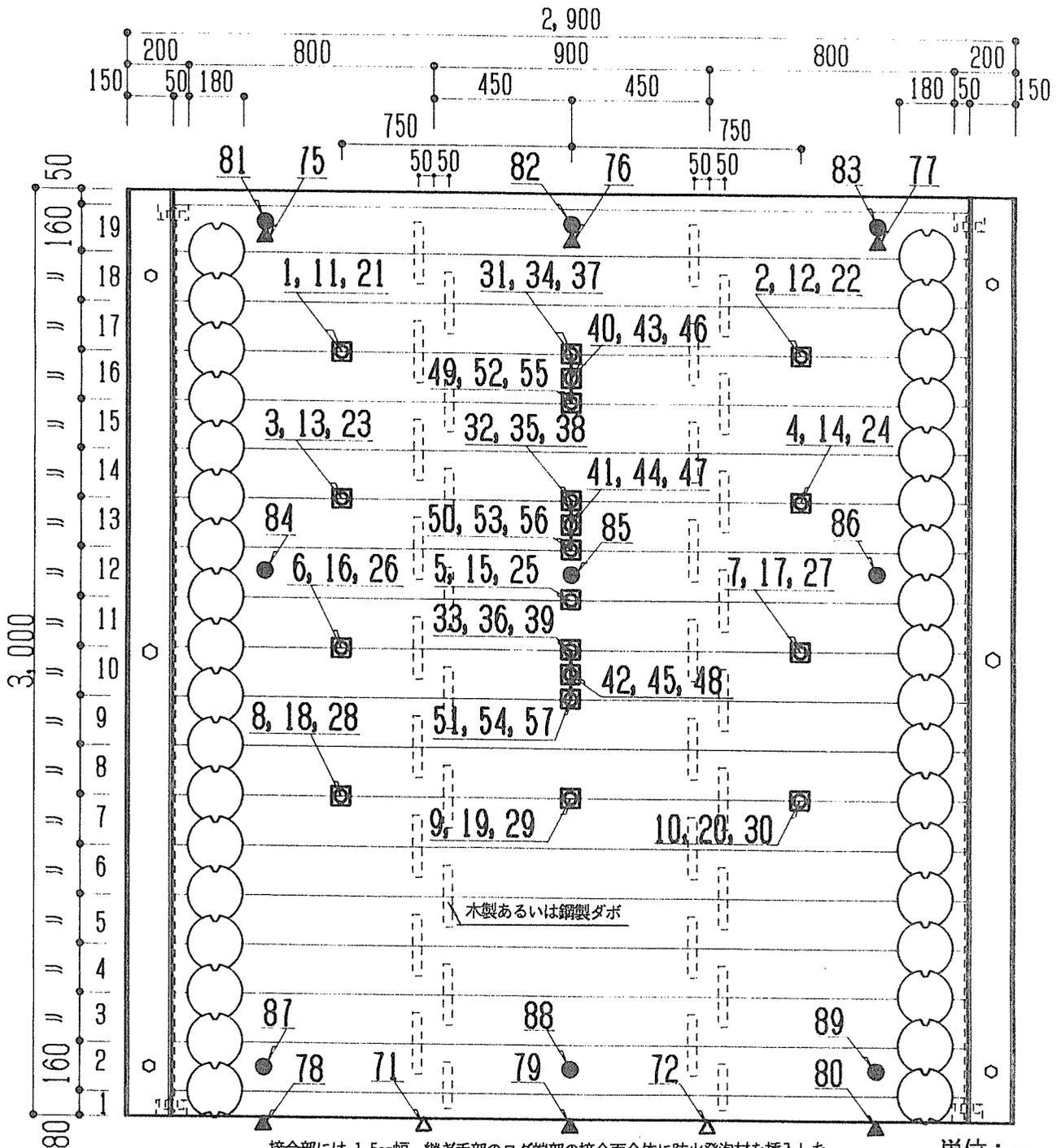


接合部には 1.5cm幅、継ぎ手部のログ端部の
接合面全体に防火発泡材を挿入した。

- △: 載荷位置
- ▲: 面内変位
- : 面外変位

単位: mm

図3-9 試験体記号LC-4、試験体概要図 (温度・変位・載荷荷重測定位置図)



接合部には 1.5cm幅、継ぎ手部のログ端部の接合面全体に防火発泡材を挿入した。

単位：mm

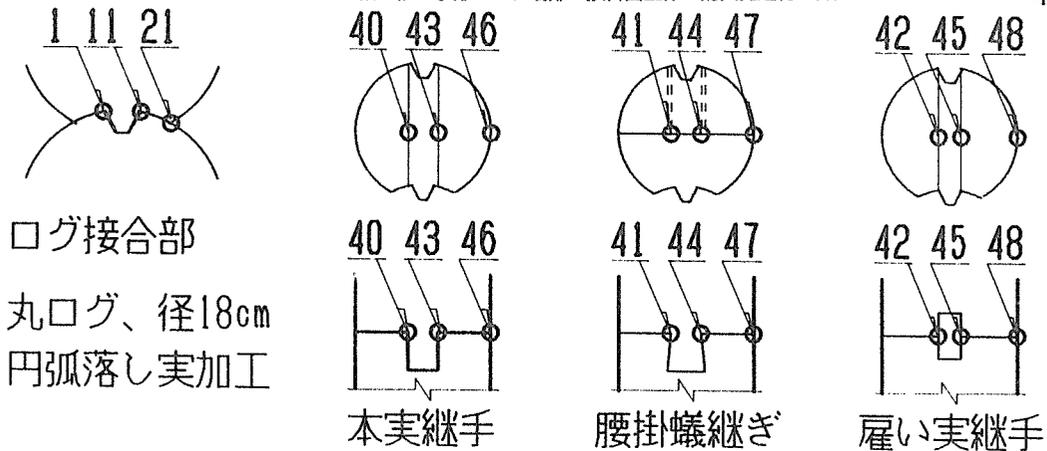


図3-10 試験体記号LC-5, 6、試験体概要図 (温度・変位・載荷荷重測定位置図)

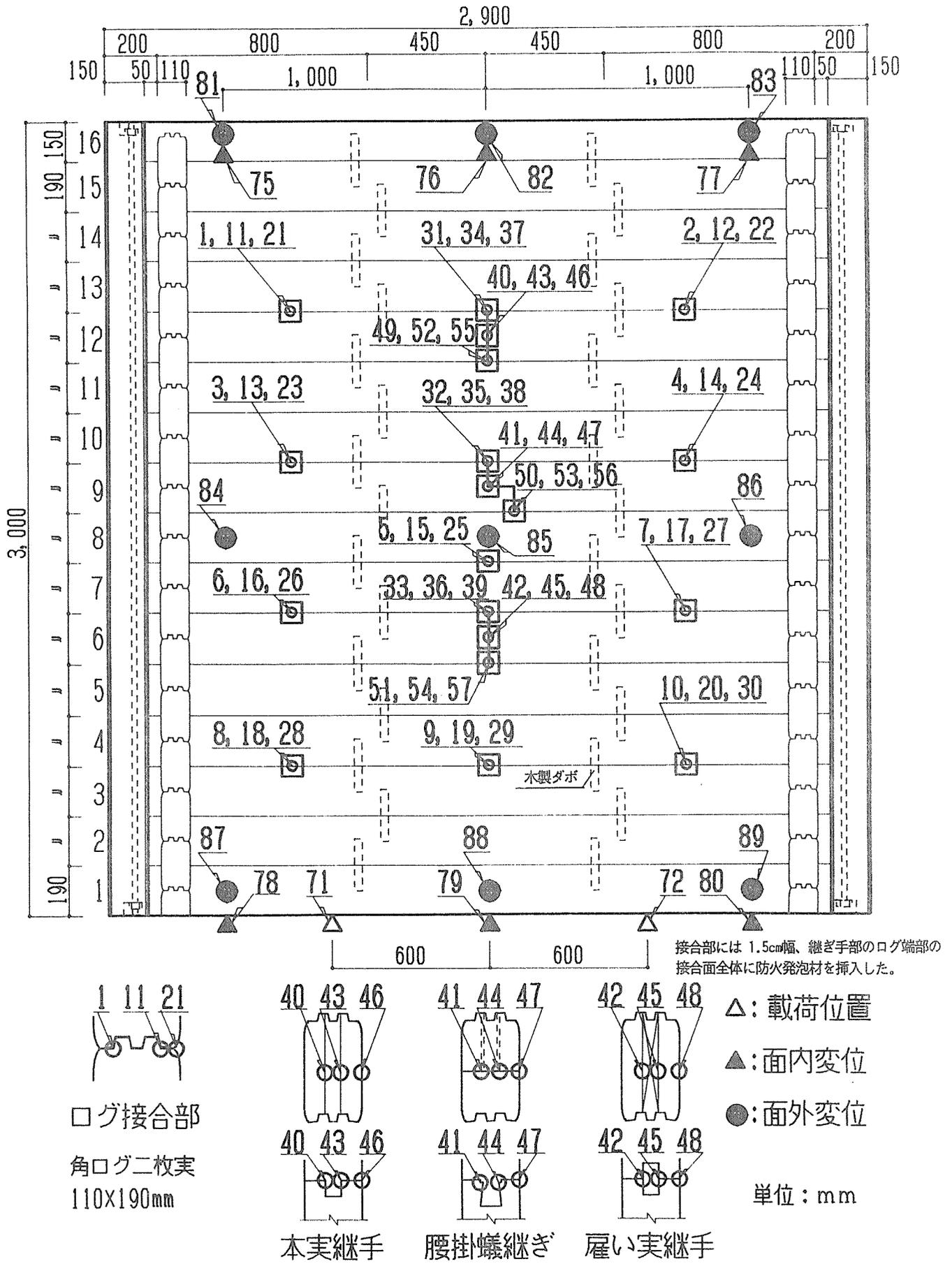
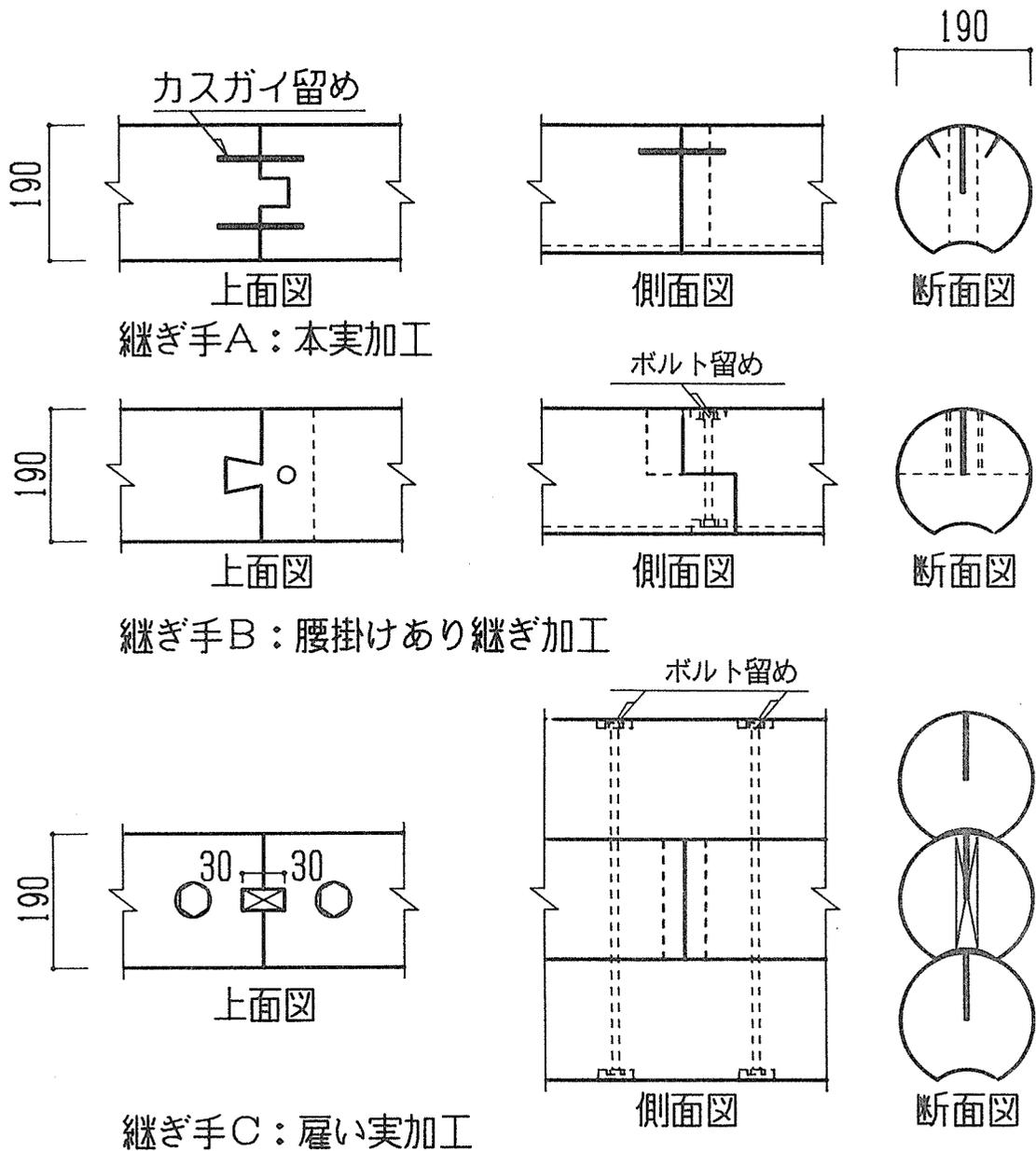


図3-11 試験体記号LC-7、試験体概要図(温度・変位・载荷荷重測定位置図)

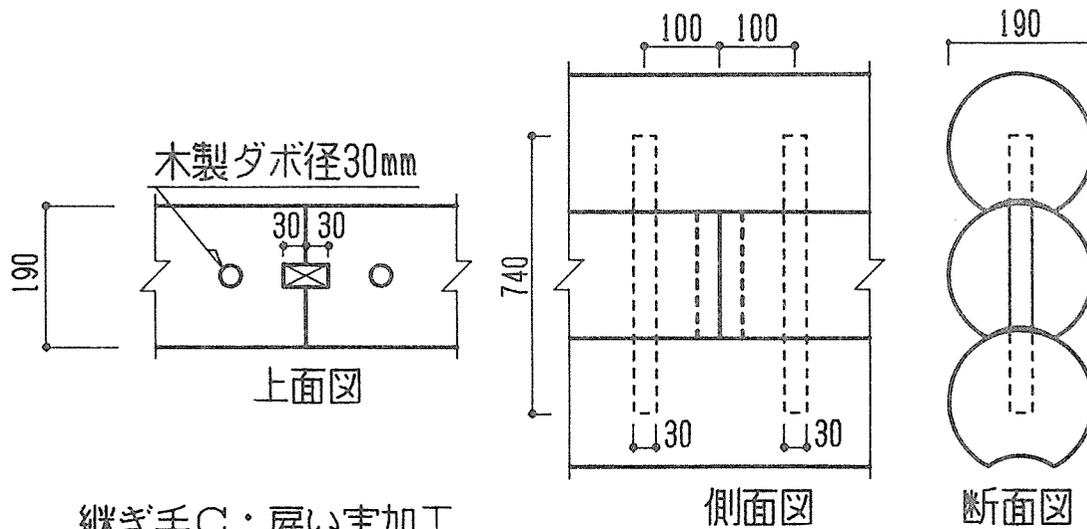
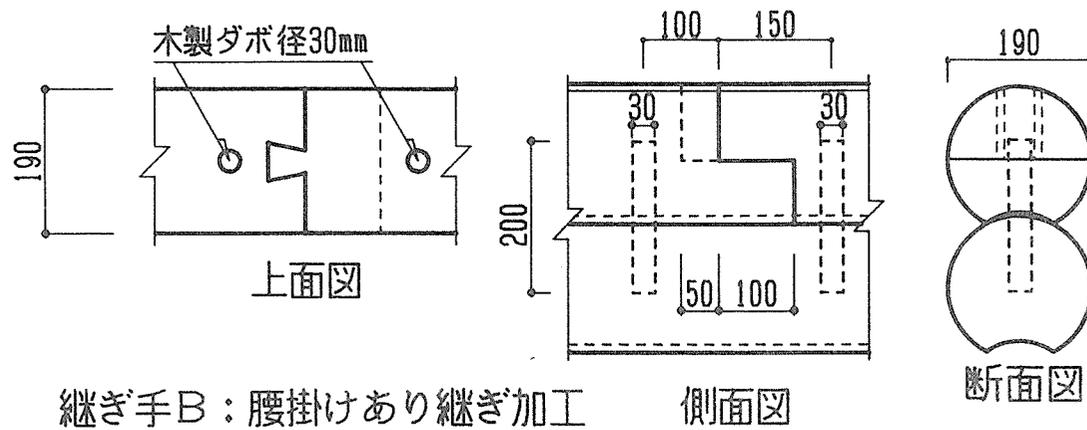
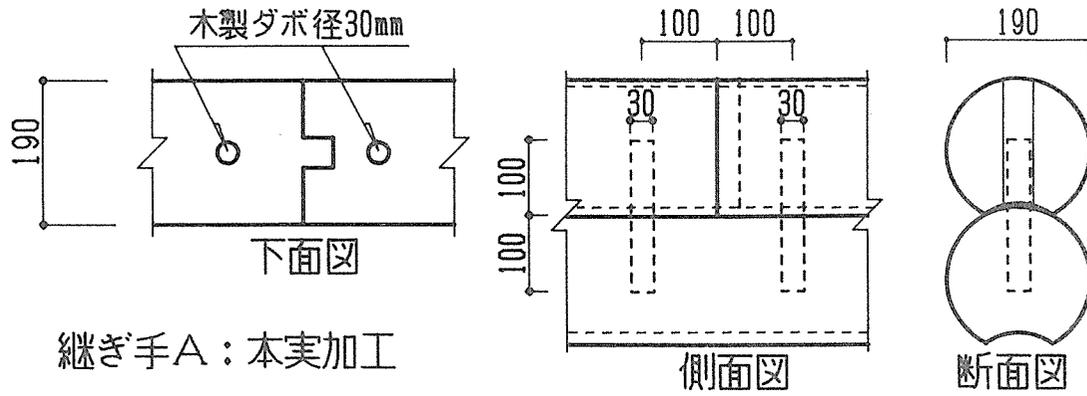


注) 各継ぎ手の接合面には、防火発泡材を挿入した。

試験体記号：LA-1, LC-1

図3-12(1) 丸ログ小円弧落とし、継ぎ手部分断面詳細図(通しボルト接合)

単位：mm

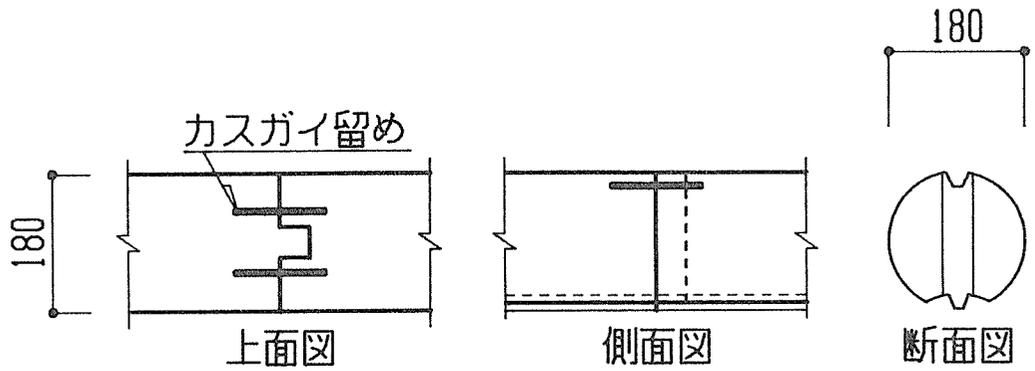


単位：mm

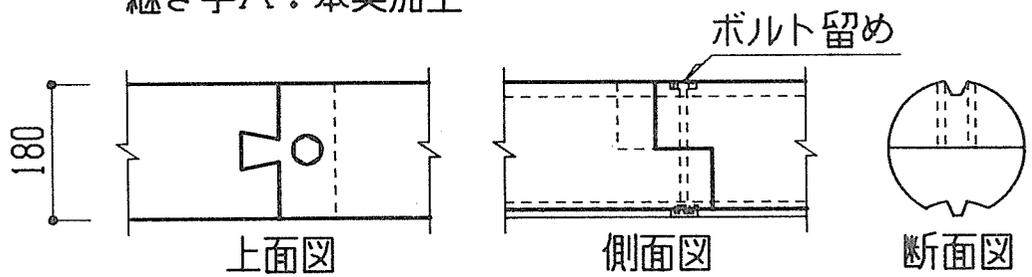
注) 各継ぎ手の接合面には、防火発泡材を挿入した。

試験体記号：LC-4

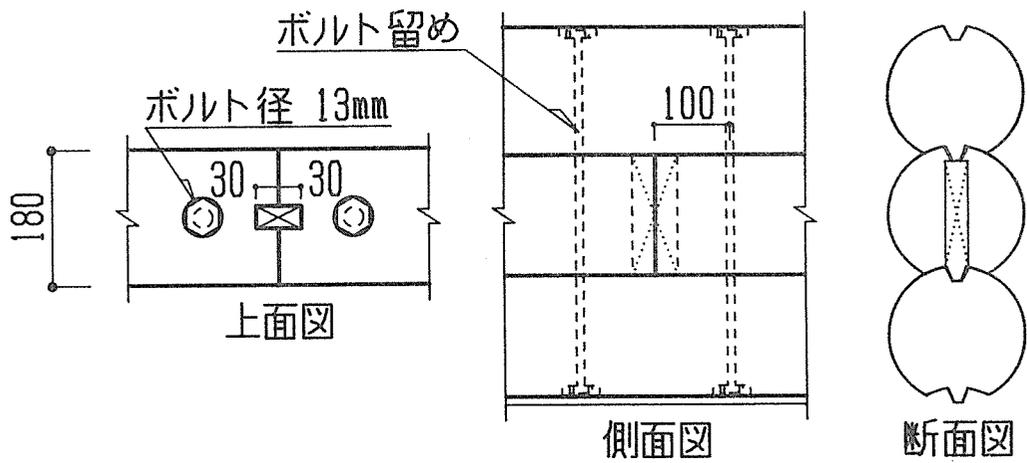
図3-12(2) 丸ログ小円弧落とし、継ぎ手部分断面詳細図(木製ダボ接合)



継ぎ手A：本実加工



継ぎ手B：腰掛けあり継ぎ加工



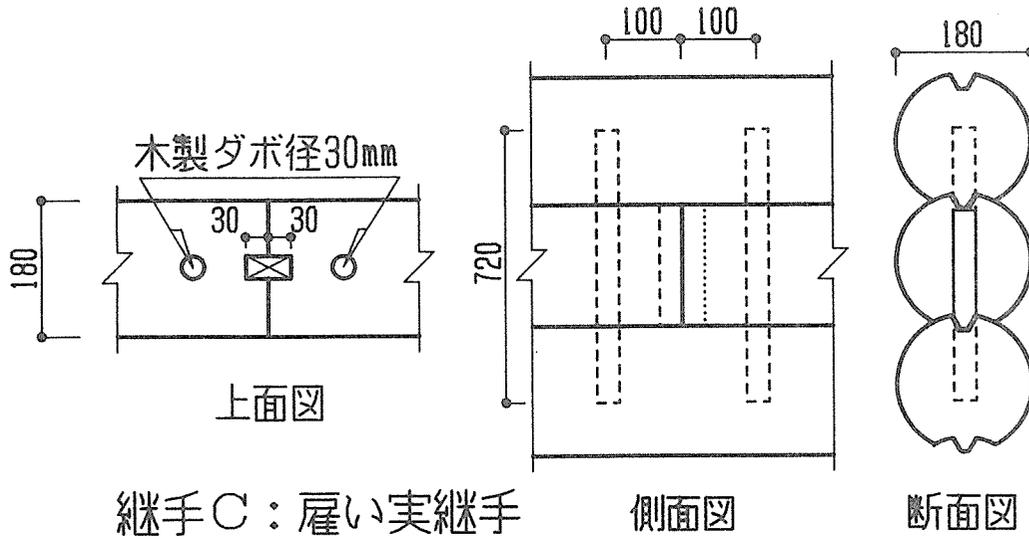
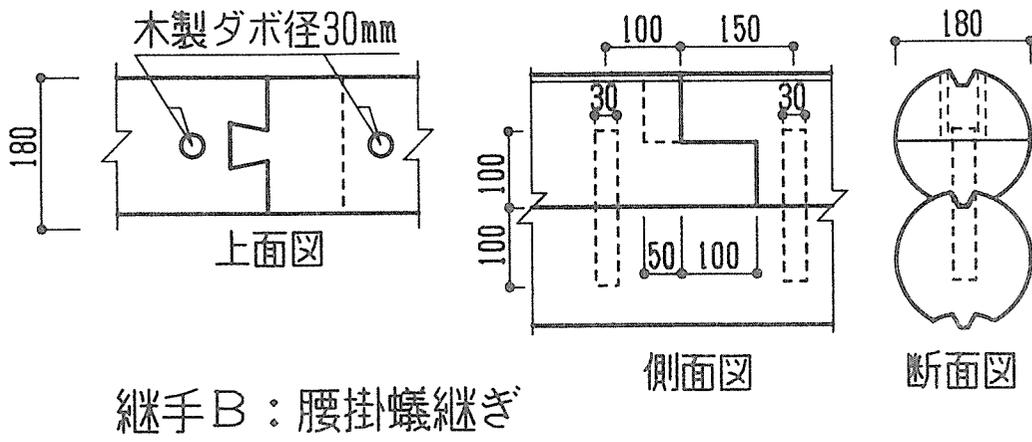
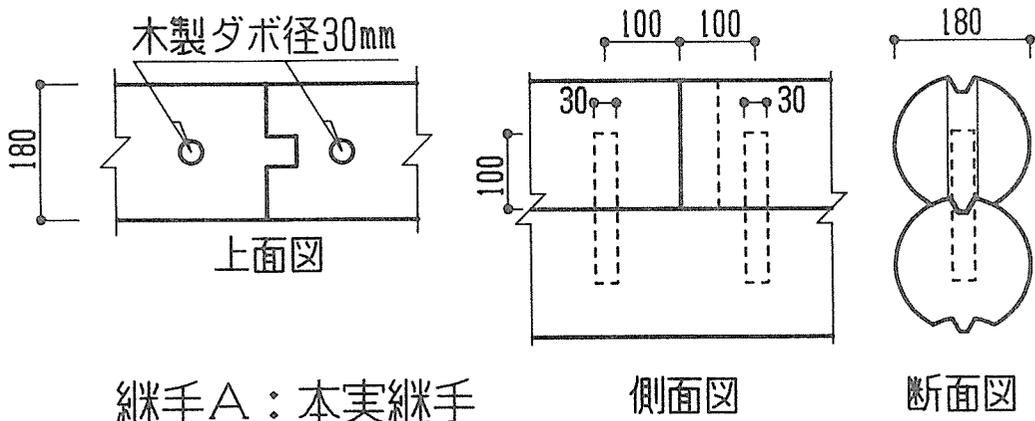
継ぎ手C：雇い実加工

注) 各継ぎ手の接合面には、防火発泡材を挿入した。

試験体記号：LA-2, LB-1

図3-13(1) 丸ログ円弧落とし実加工、継ぎ手部分断面詳細図 (通しボルト接合)

単位：mm

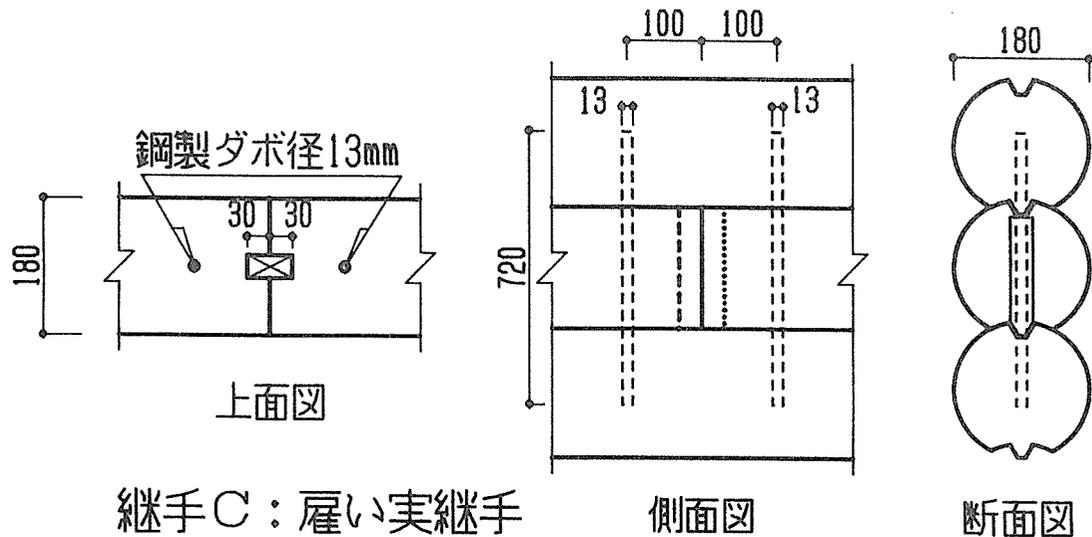
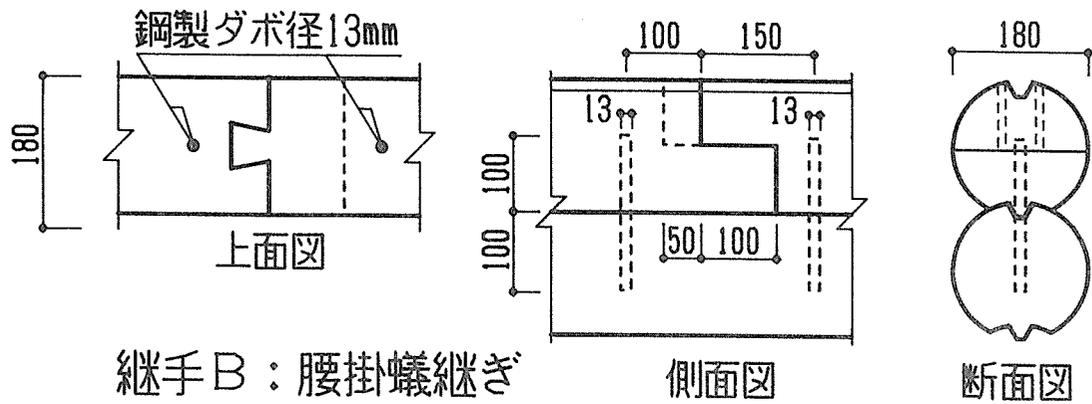
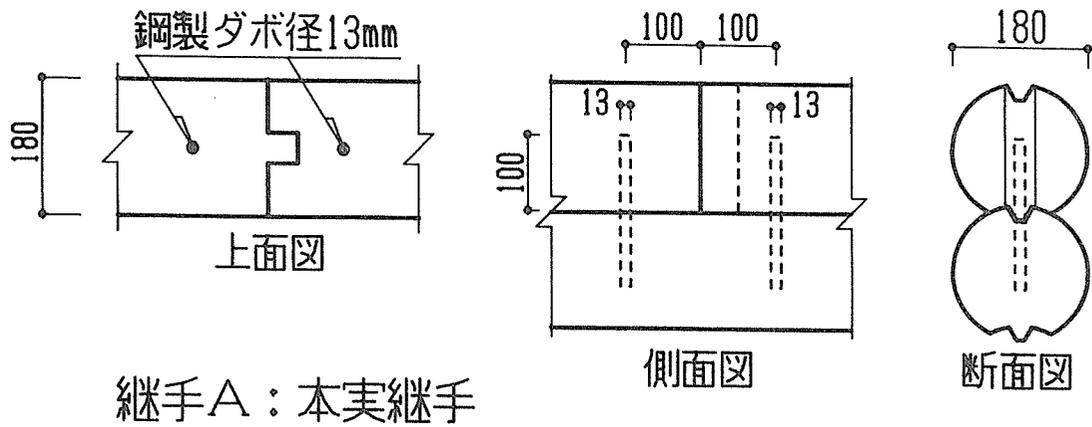


注) 各継ぎ手の接合面には、防火発泡材を挿入した。

試験体記号：LC-5

単位：mm

図3-13(2) 丸ログ円弧落とし実加工、継ぎ手部分断面詳細図(木製ダボ接合)

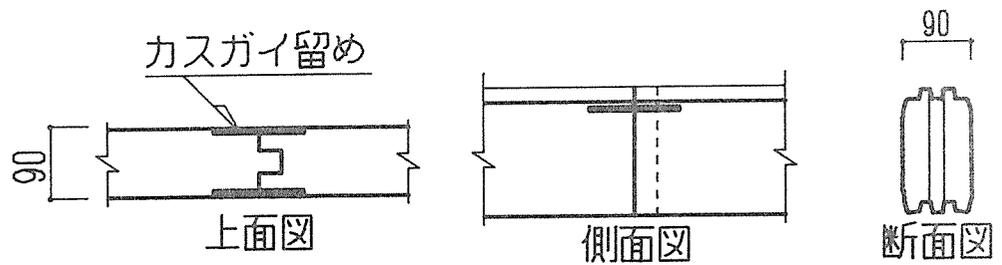


注) 各継ぎ手の接合面には、防火発泡材を挿入した。

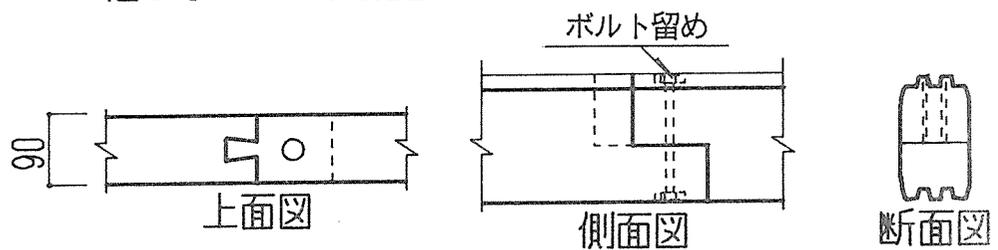
試験体記号：LC-6

単位：mm

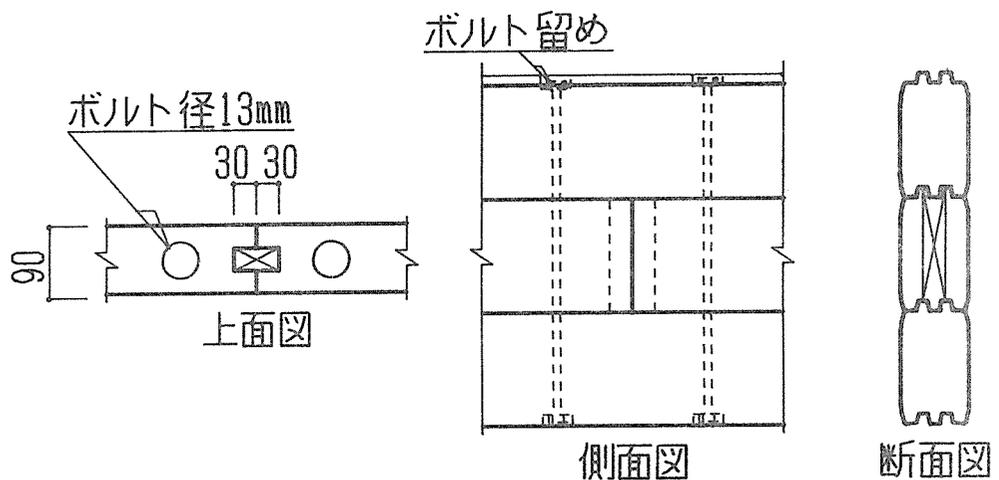
図3-13(3) 丸ログ円弧落とし実加工、継ぎ手部分断面詳細図 (鋼製ダボ接合)



継ぎ手A：本実加工



継ぎ手B：腰掛けあり継ぎ加工



継ぎ手C：雇い実加工

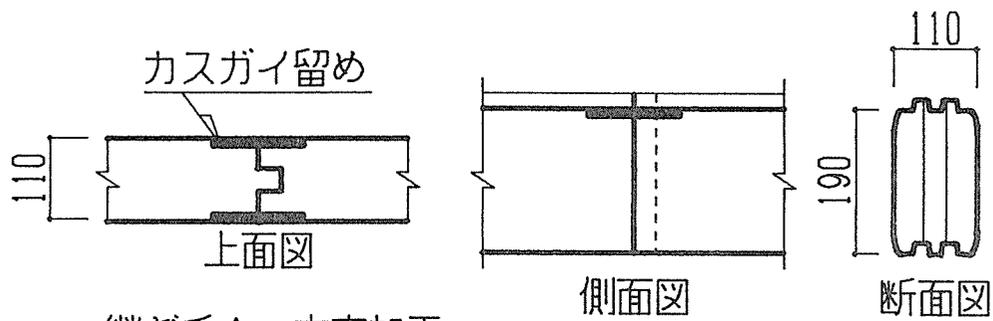
注) 各継ぎ手の接合面には、防火発泡材を挿入した。

試験体記号：LA-3, LC-2

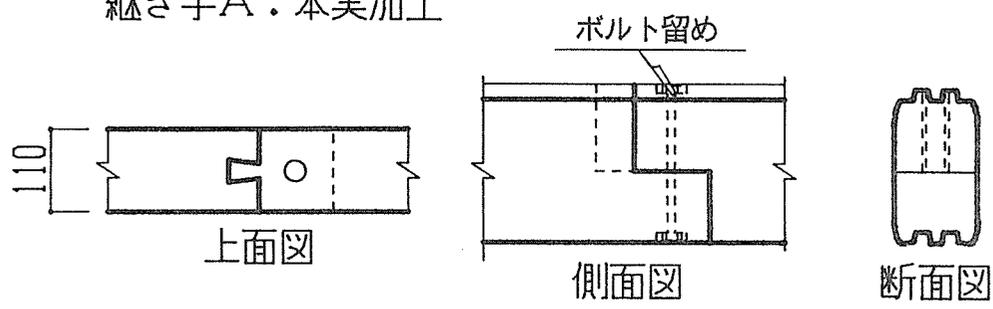
角ログ二枚実、90×150mm

単位：mm

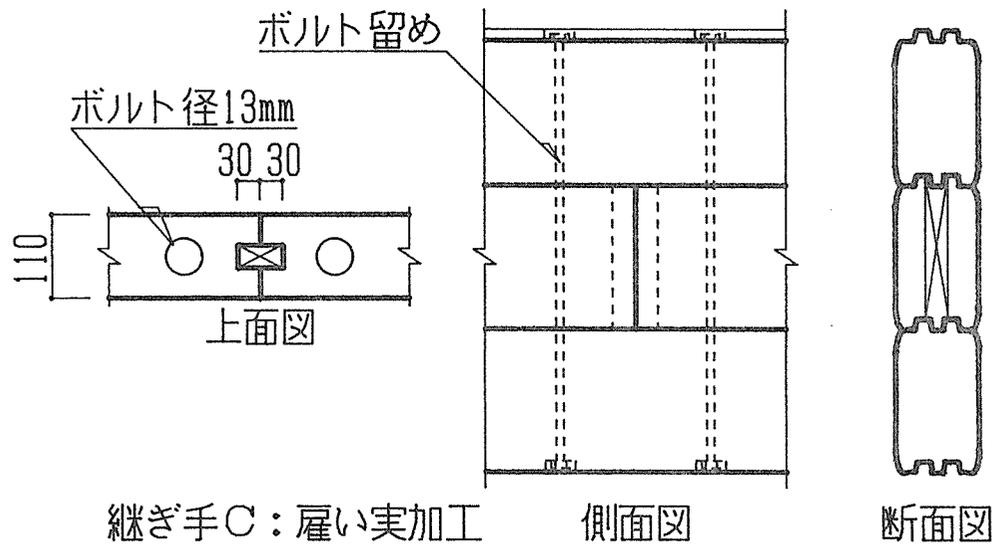
図3-14 角ログ二枚実(9×15)、継ぎ手部分断面詳細図(通しボルト接合)



継ぎ手A：本実加工



継ぎ手B：腰掛けあり継ぎ加工



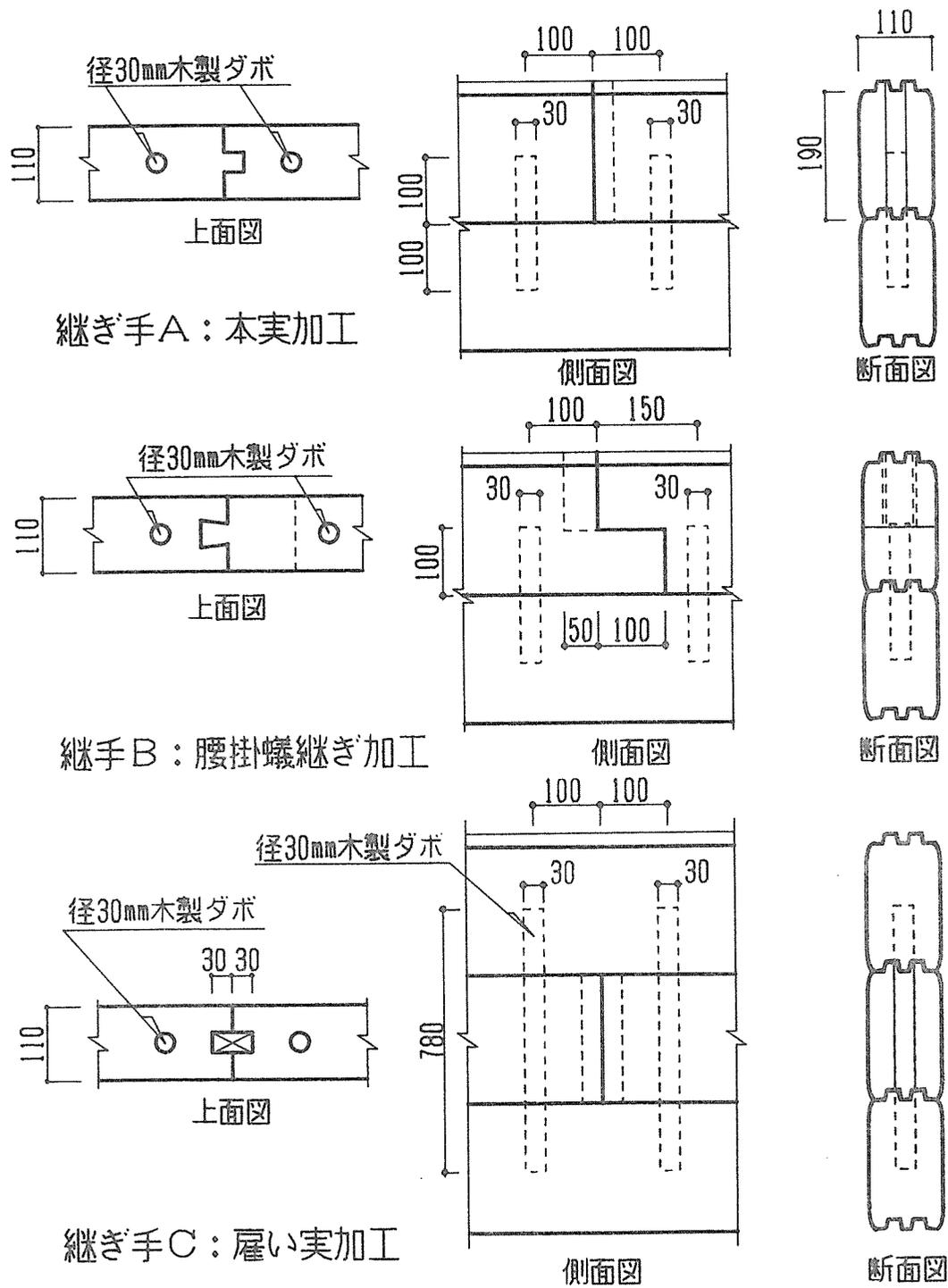
継ぎ手C：雇い実加工

注) 各継ぎ手の接合面には、防火発泡材を挿入した。

試験体記号：LA-4, LB-2, LC-3

角ログ二枚実、110X190mm 単位：mm

図3-15(1) 角ログ二枚実(11X19)、継ぎ手部分断面詳細図(通しボルト接合)

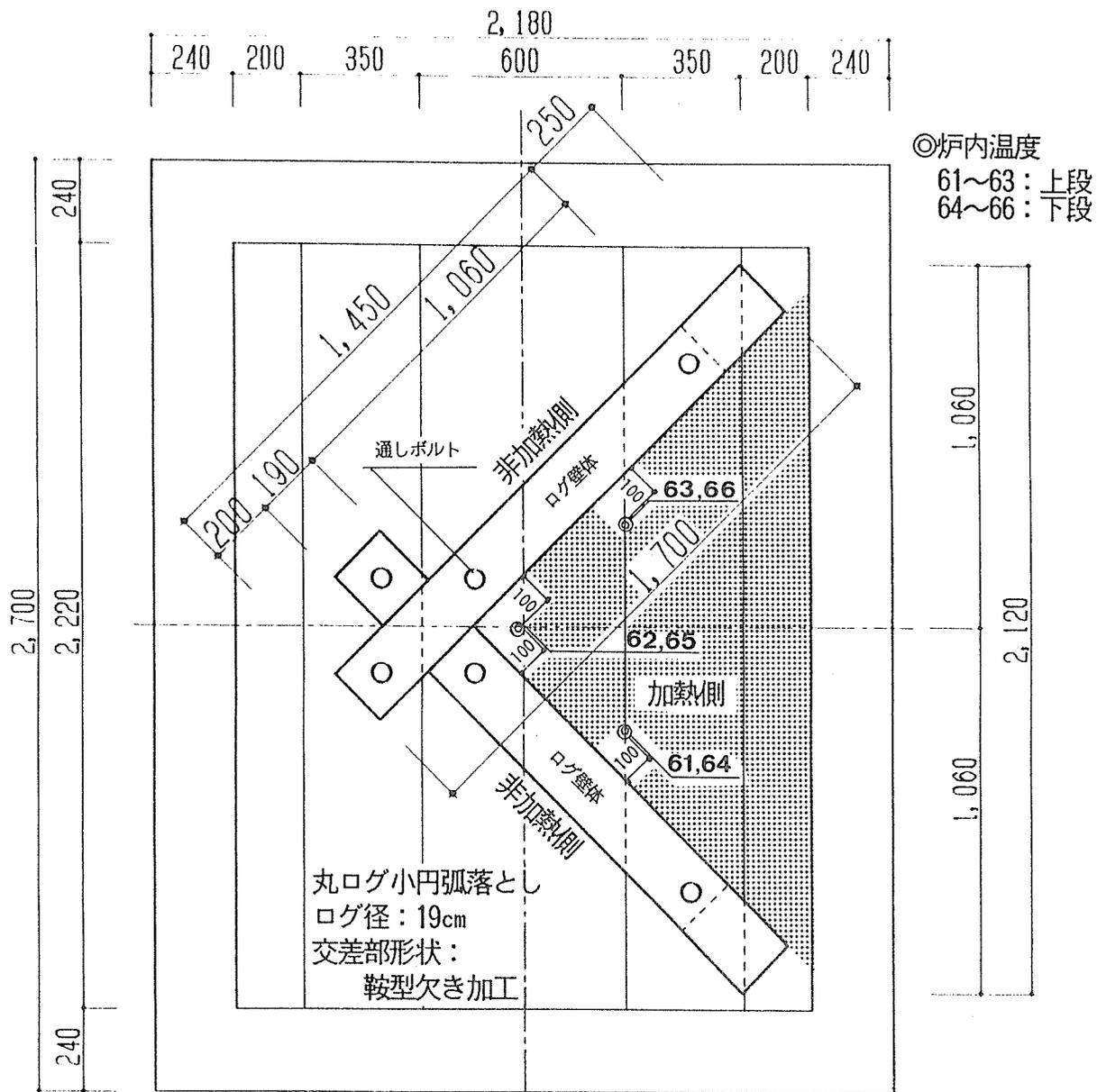


注) 各継ぎ手の接合面には、防火発泡材を挿入した。

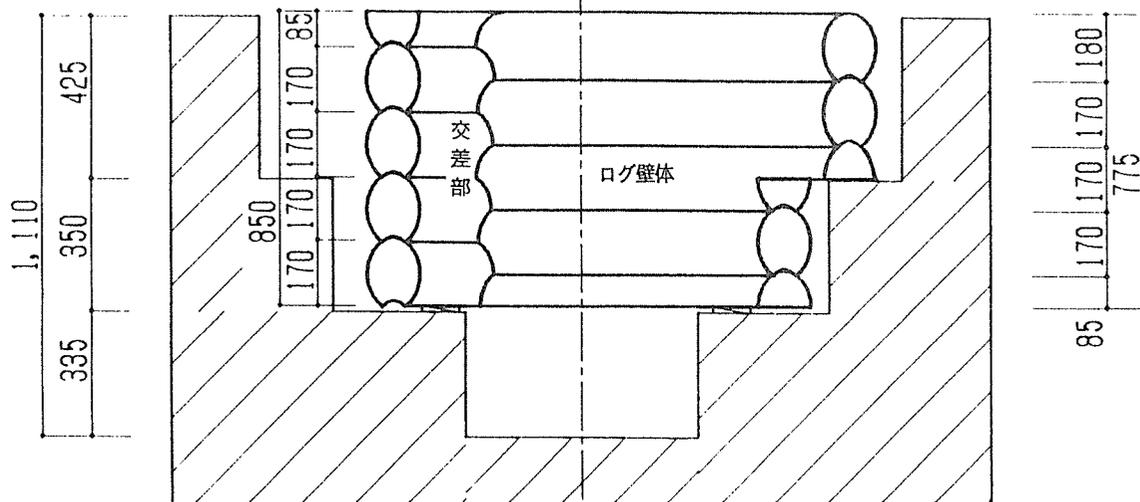
単位：mm

試験体記号：LC-7

図3-15(2) 角ログ二枚実(11×19)、継ぎ手部分断面詳細図(木製ダボ接合)



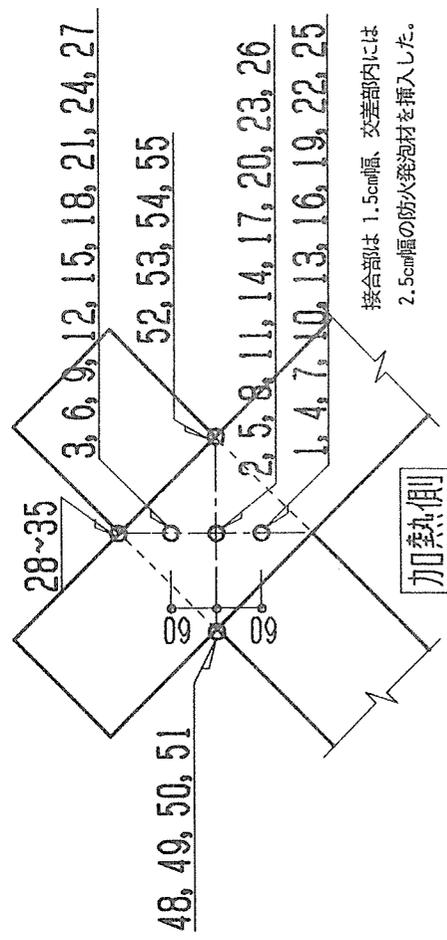
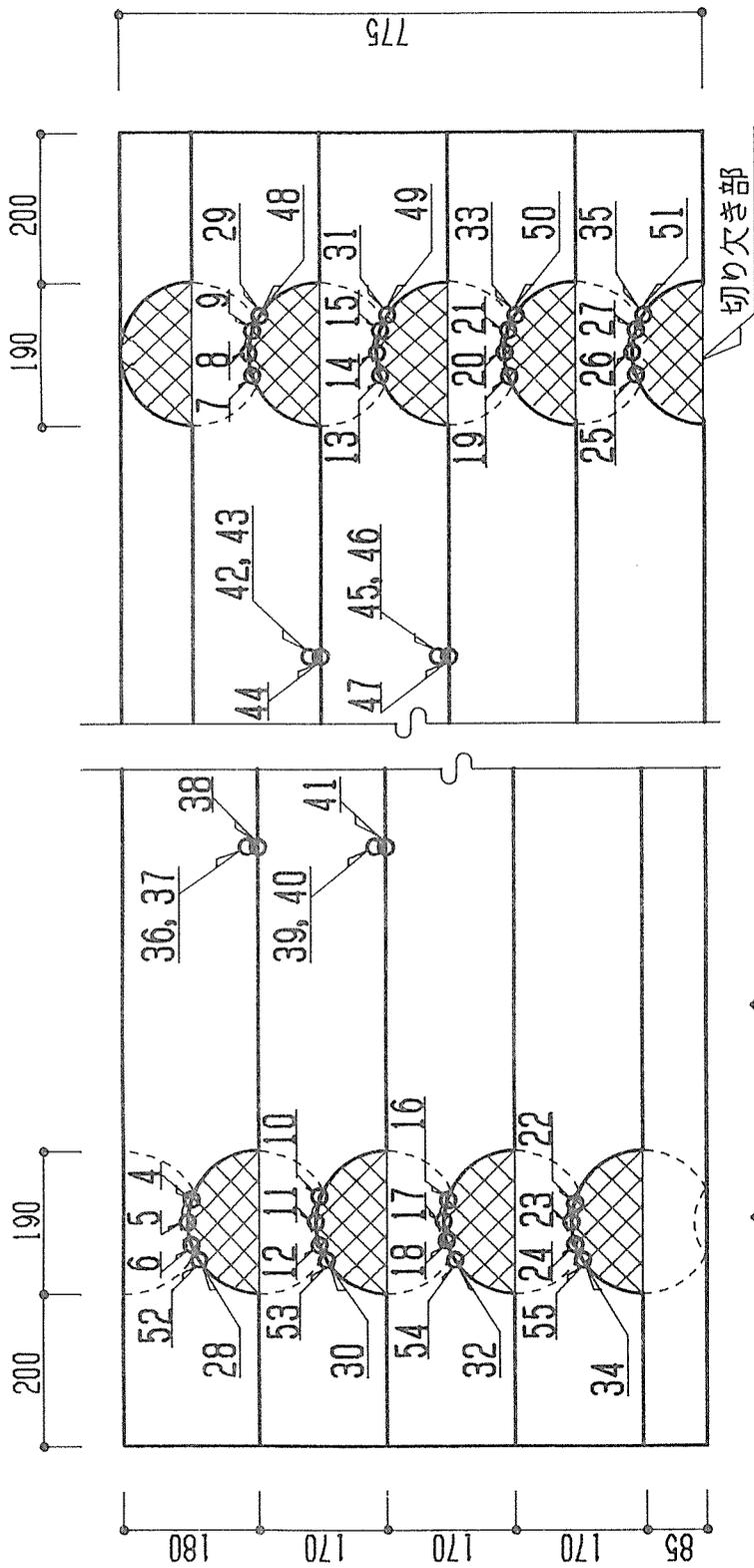
水平炉上面図



水平炉縦断面

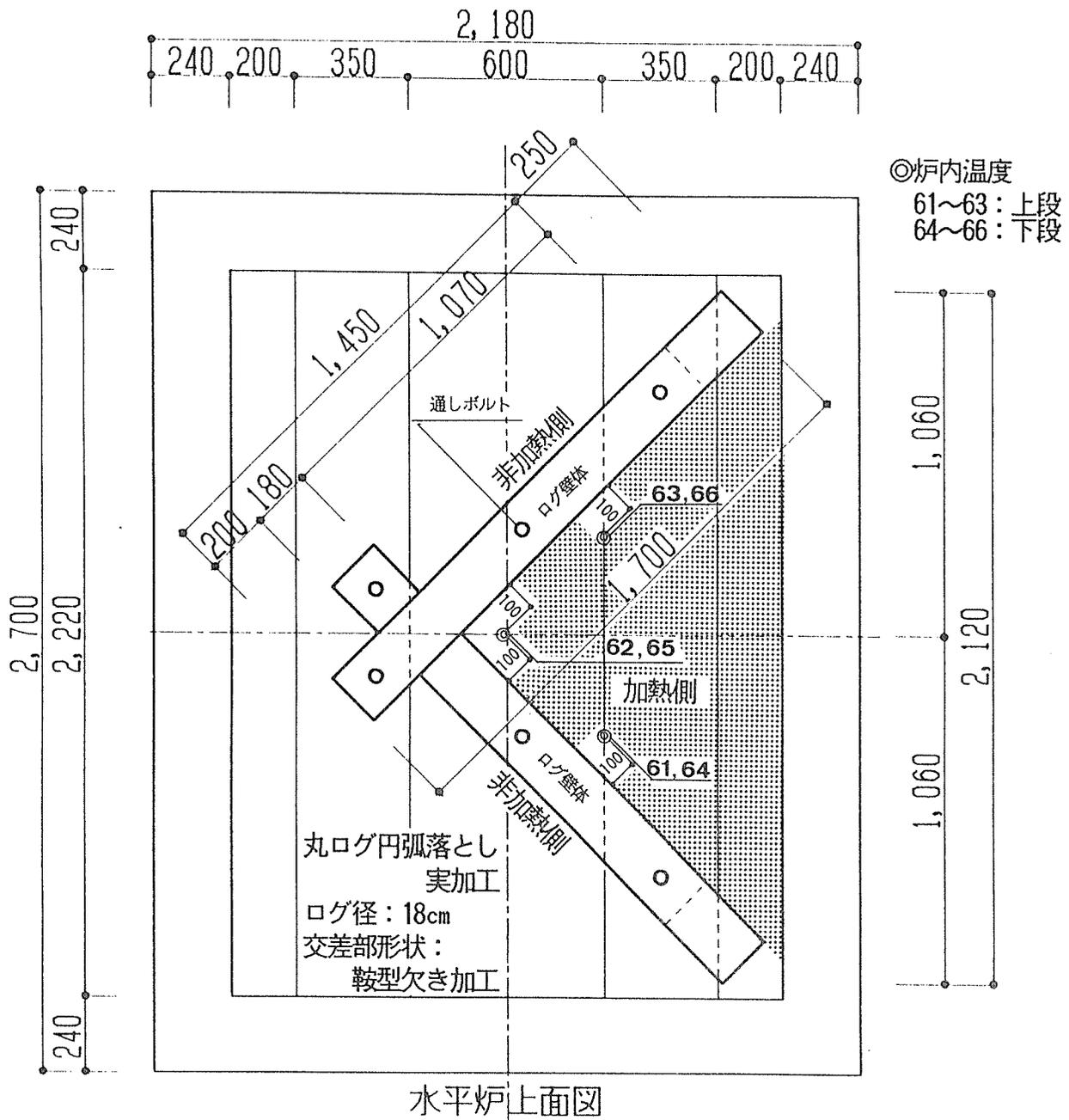
単位：mm

図3-16 試験体記号LK-1、試験体加熱炉設置図(炉内温度測定位置図)

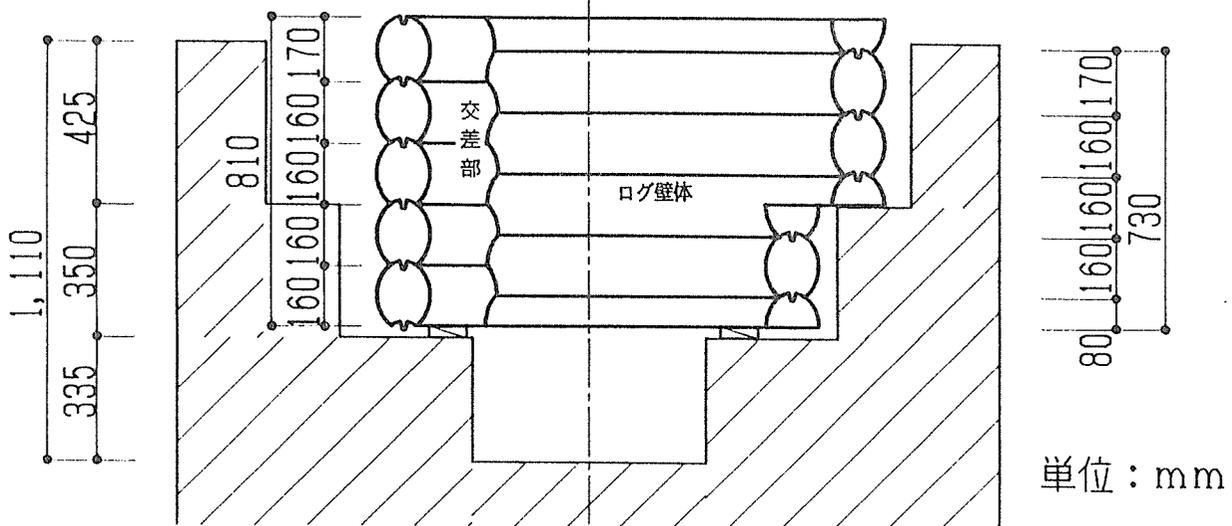


丸ログ小円弧落し加工 丸太径190mm
 交差部形状：鞍型欠き加工
 1~27:交差部対角線上、内部
 28~35:交差部対角線上、裏面
 36~47:一般接合部、内部・裏面
 48~55:交差部側壁交点
 単位：mm

図3-17 試験体記号LK-1、試験体温度測定位置図

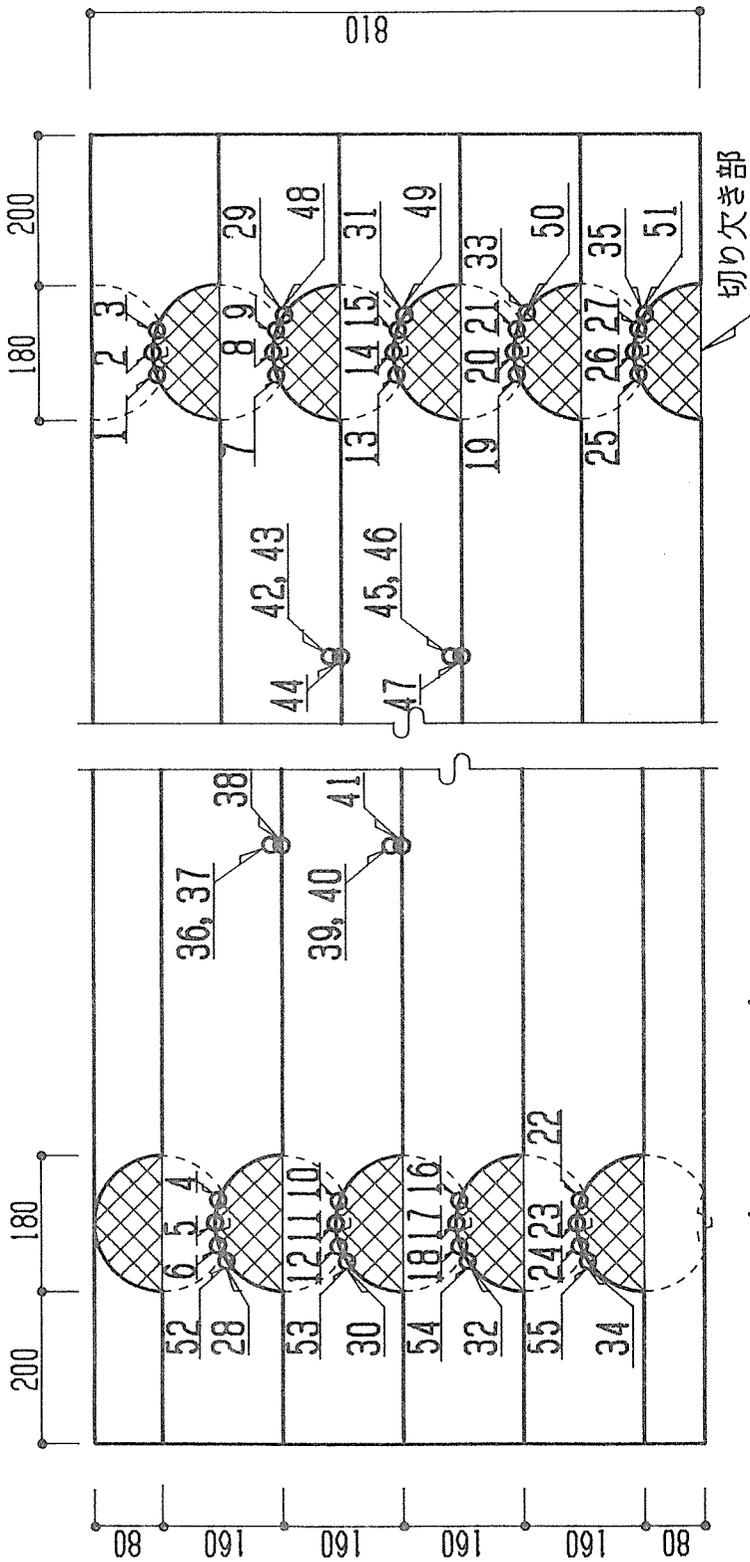


水平炉上面図



水平炉縦断面

図3-18 試験体記号LK-2、試験体加熱炉設置図(炉内温度測定位置図)



丸口楕円弧落し一枚裏加工 丸太径18cm

1~27:交差部対角線上、内部

28~35:交差部対角線上、裏面

36~47:一般接合部

48~55:交差部裏面、側壁交点

交差部形状:

鞍型欠き加工

単位: mm

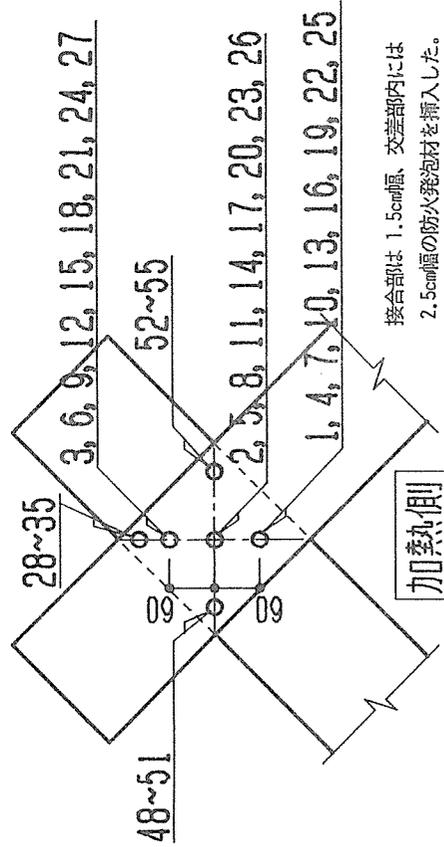
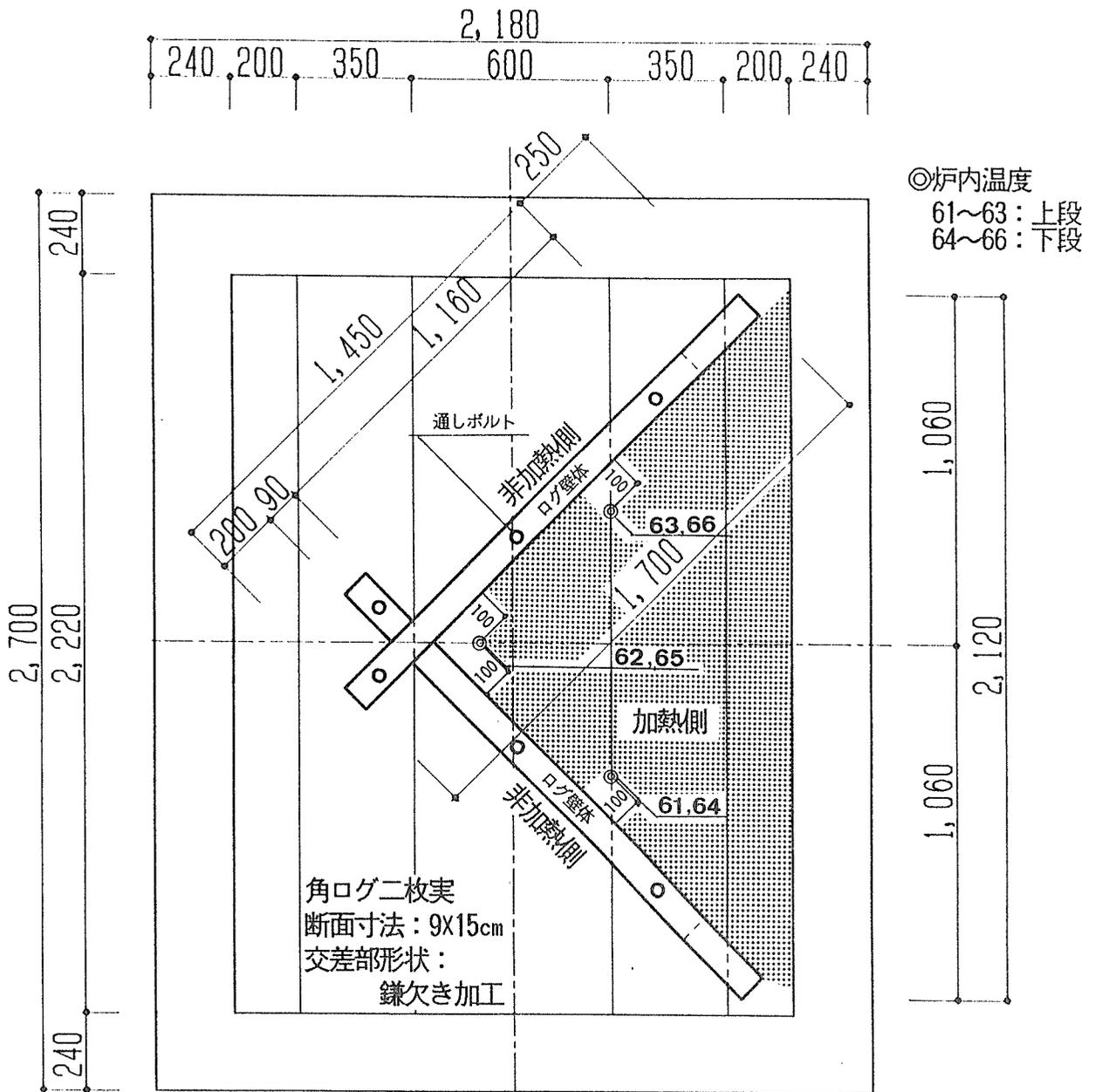
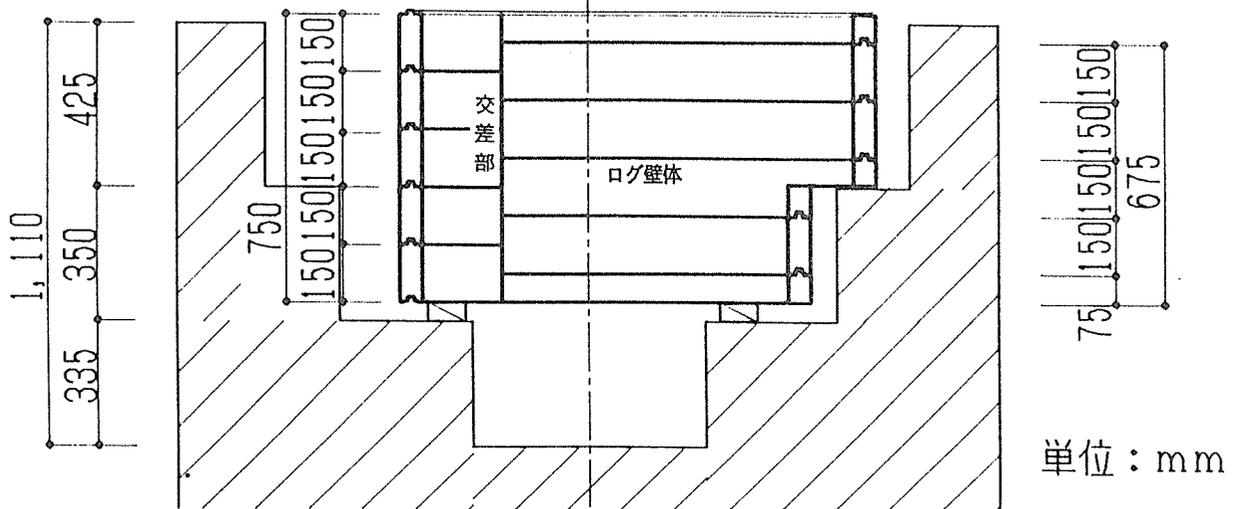


図3-19 試験体記号LK-2、試験体温度測定位置図

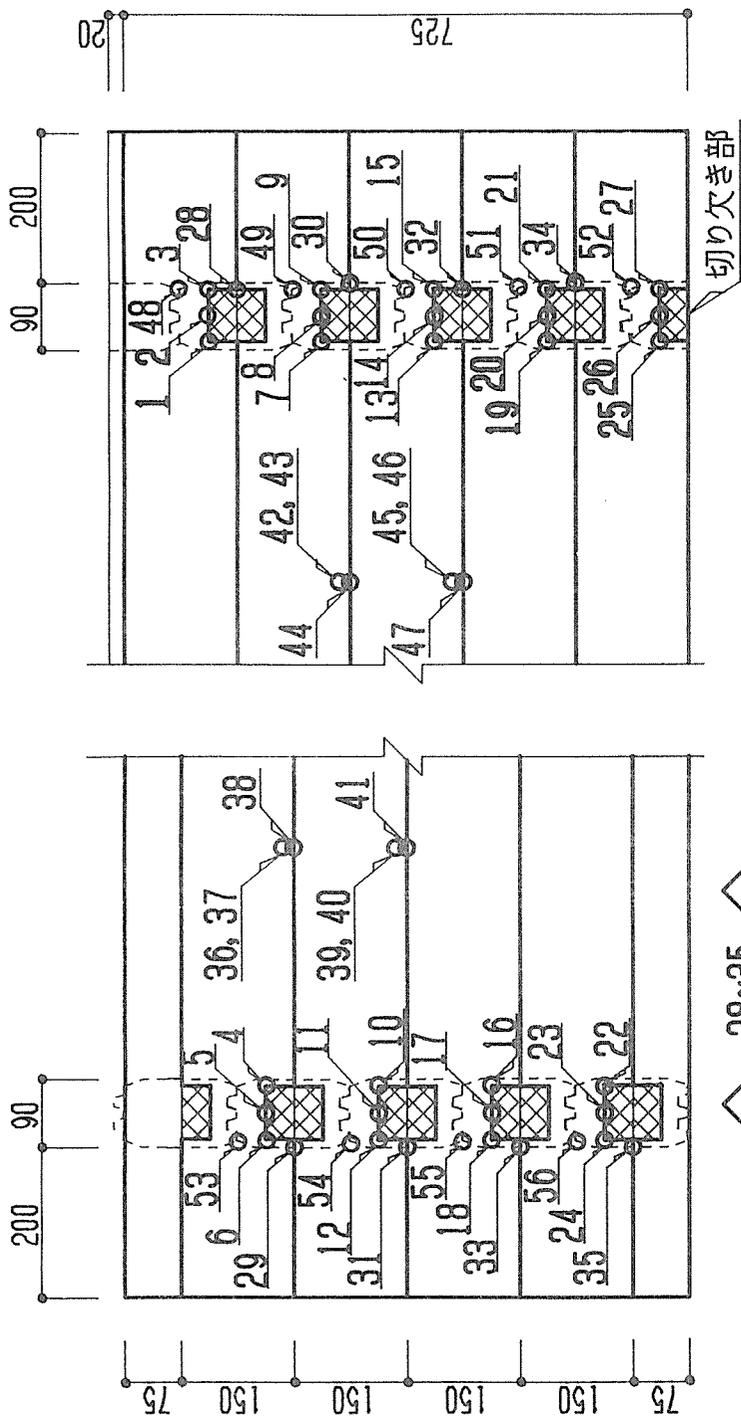


水平炉上面図



水平炉縦断面図

図3-20 試験体記号LK-3、試験体加熱炉設置図(炉内温度測定位置図)

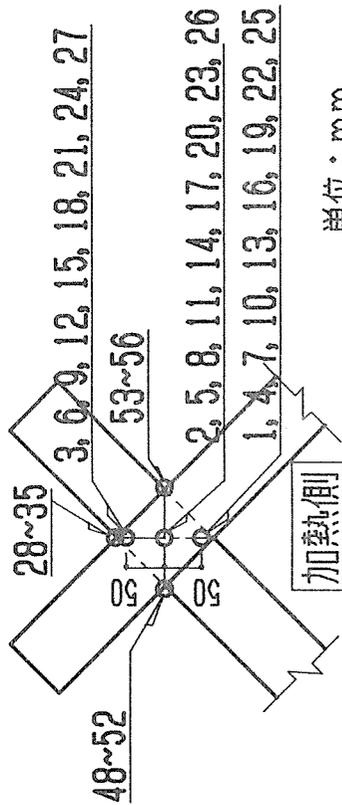


角ログ二枚実加工 90×150mm

- 1~27:交差部対角線上、内部
- 28~35:交差部対角線上、裏面
- 36~47:一般接合部 内部・裏面
- 48~55:交差部側壁交点

交差部形状:

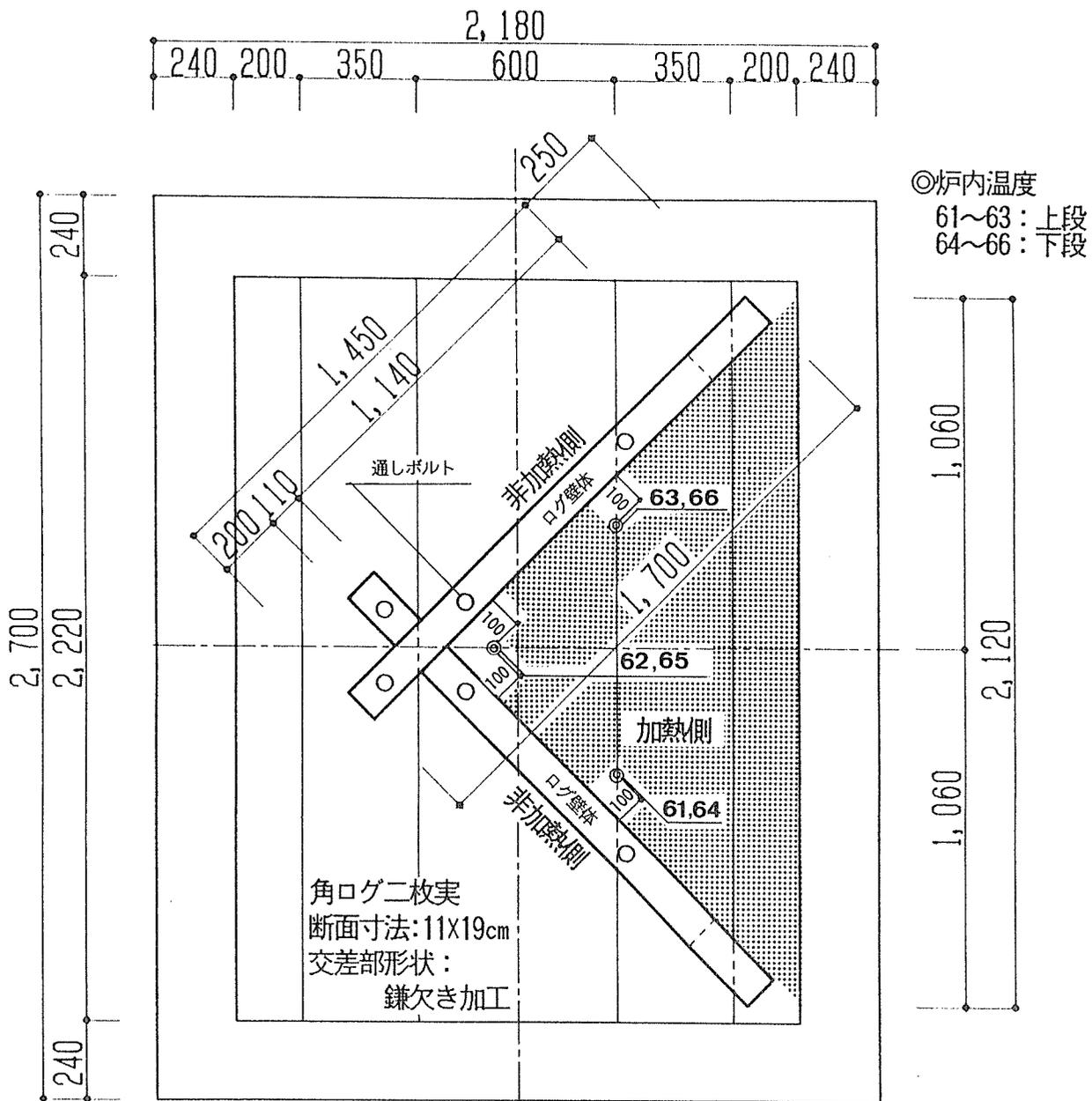
鎌欠き加工



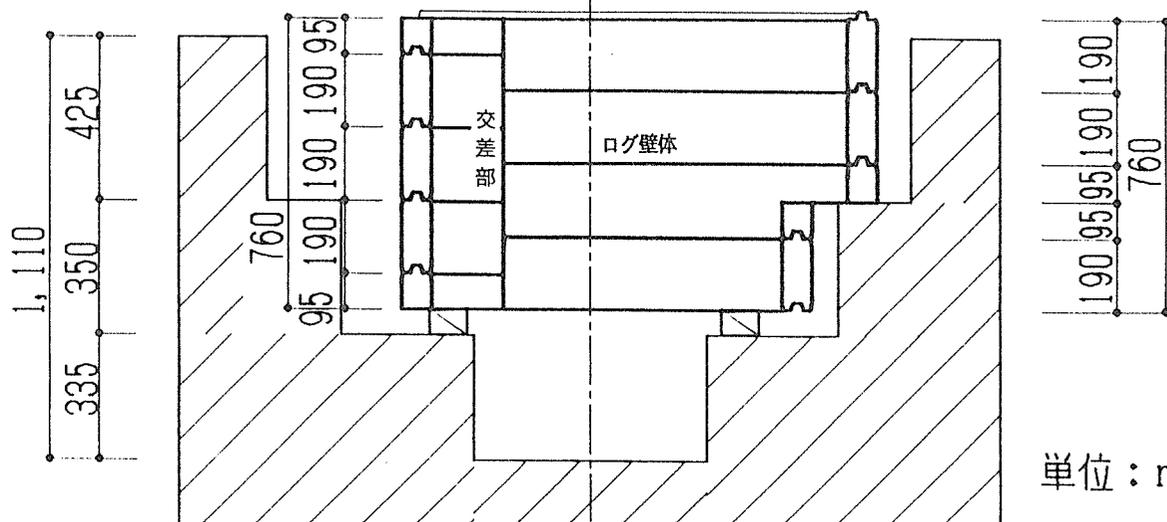
単位: mm

接合部は 1.5cm幅 交差部内には上面、側面に防火発泡材を挿入した。

図3-21 試験体記号LK-3、試験体温度測定位置図



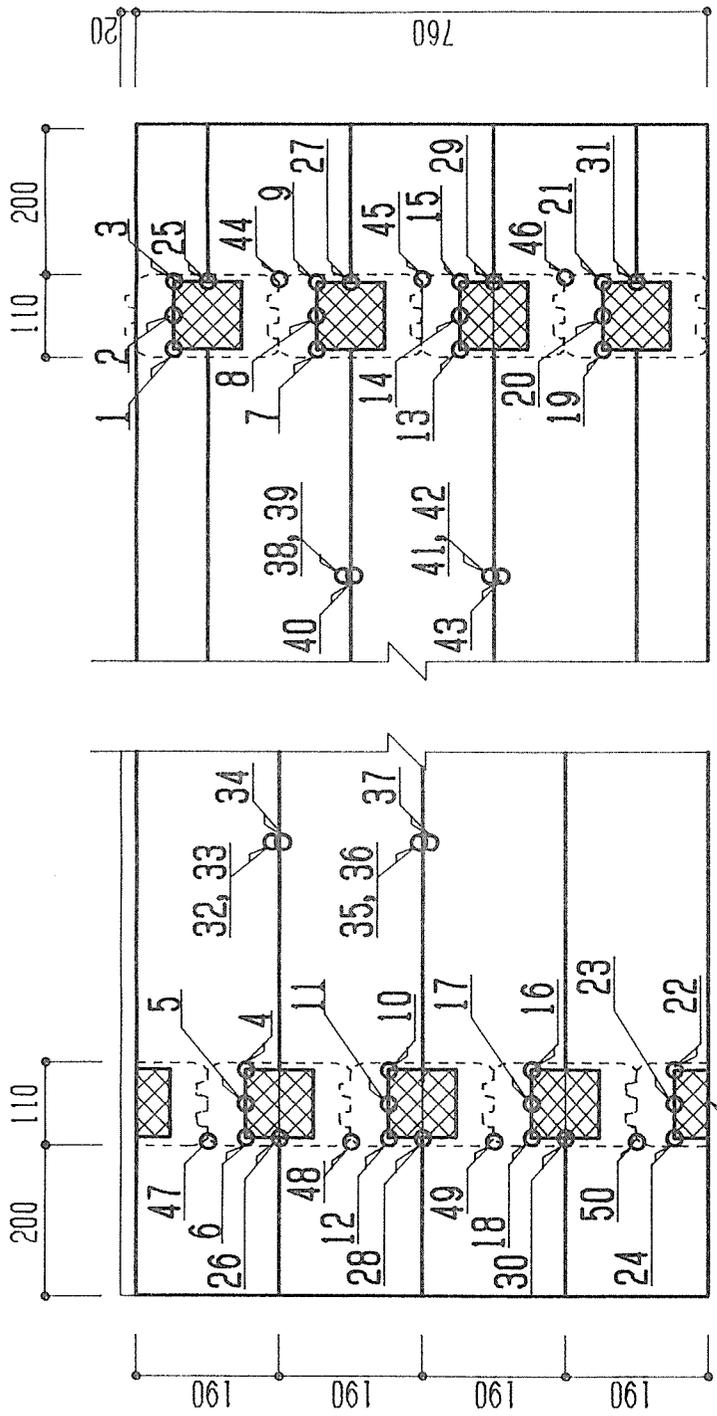
水平炉上面図



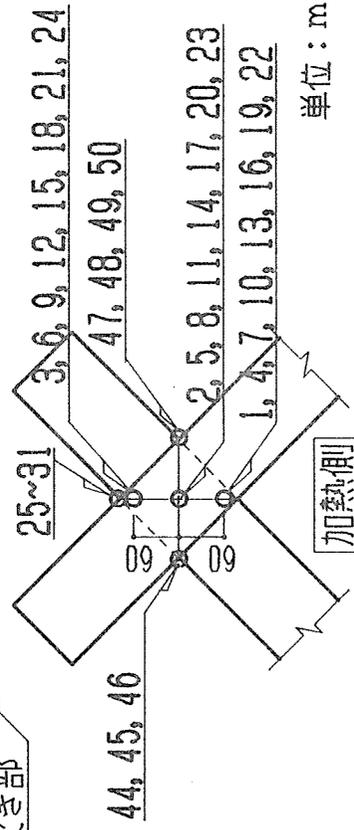
水平炉縦断面図

単位 : mm

図3-22 試験体記号LK-4、試験体加熱炉設置図(炉内温度測定位置図)



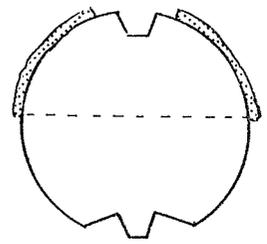
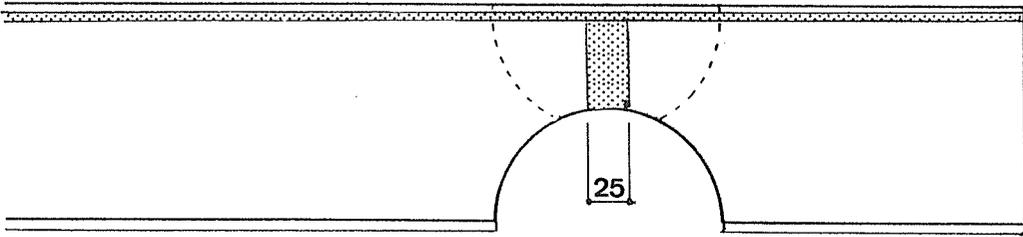
角ロゴニ枚実加工 11x19cm
 1~24:交差部対角線上、内部
 25~31:交差部対角線上、裏面
 32~43:一般接合部、内部・裏面
 44~50:交差部、裏面側壁交点
 交差部形状: 鎌欠き加工



接合部は、1.5cm幅 交差部内には上面、側面に防火発泡材を挿入した。

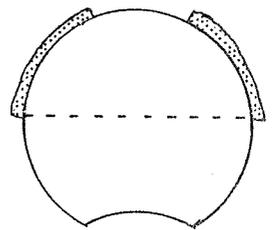
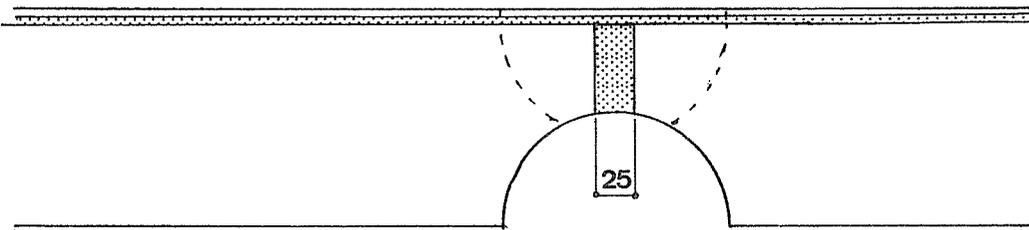
図3-23 試験体記号LK-4、試験体温度測定位置図

接合部は 1.5cm幅、
交差部内には 2.5
cm幅の防火発泡材
を挿入した。



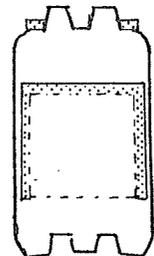
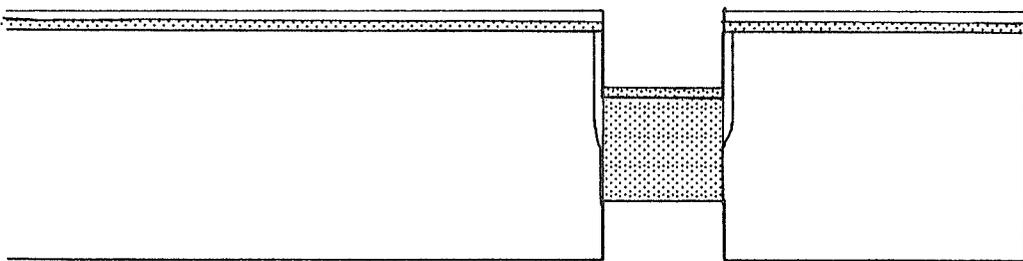
LK-1
丸ログ小円弧落とし ログ径：19cm 交差部形状：鞍型欠き加工

接合部は 1.5cm幅、
交差部内には 2.5
cm幅の防火発泡材
を挿入した。



LK-2
丸ログ円弧落とし実加工 ログ径：18cm 交差部形状：鞍型欠き加工

接合部は 1.5cm幅、
交差部内には上面、
側面に防火発泡材
を挿入した。



LK-3, 4
角ログ二枚実 断面寸法：9X15cm(LK-3), 11X19cm(LK-4) 交差部形状：鎌欠き加工

単位：mm

：防火発泡材

図3-24 交差部の加工形状と防火処理

● 1~9 : 炉内温度測定位置
 ◎ P1~P3 : 炉内圧力測定位置

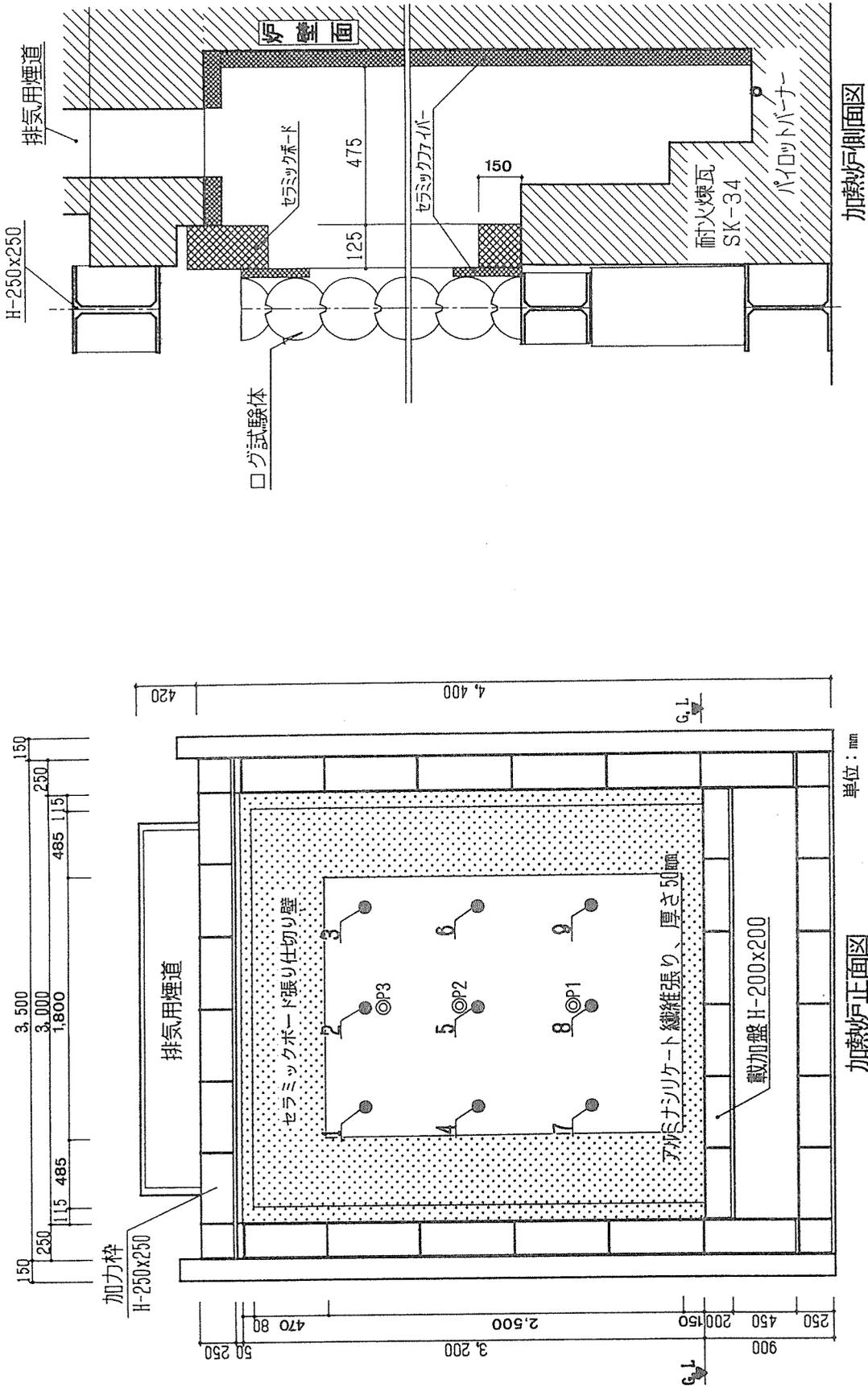


図3-25 大型垂直加熱試験炉概要図 (温度・炉内圧力測定位置図)

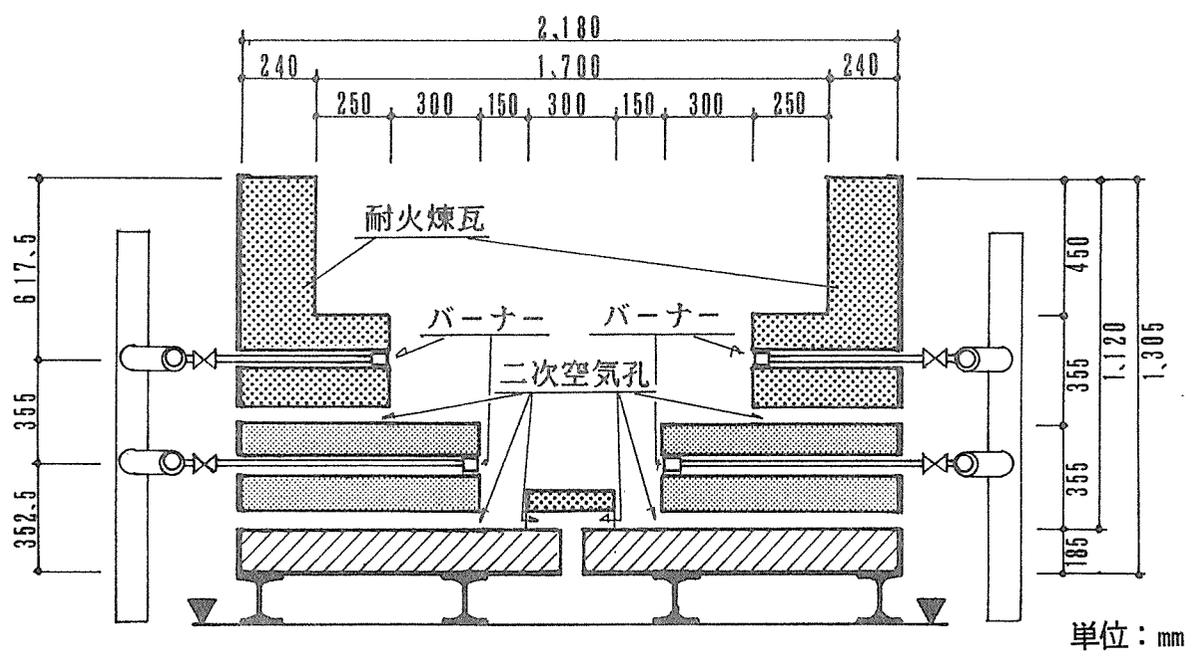
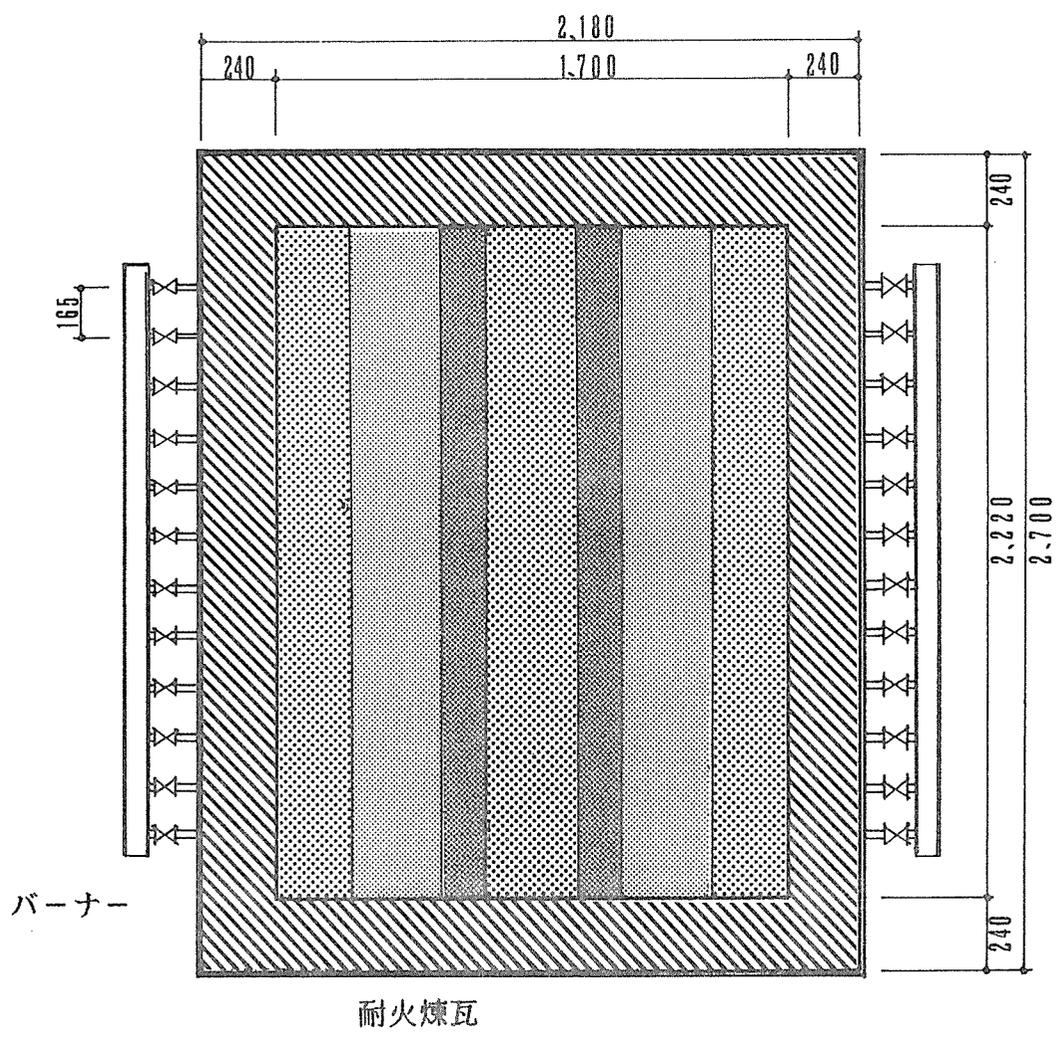


図3-27 水平加熱試験炉概要図

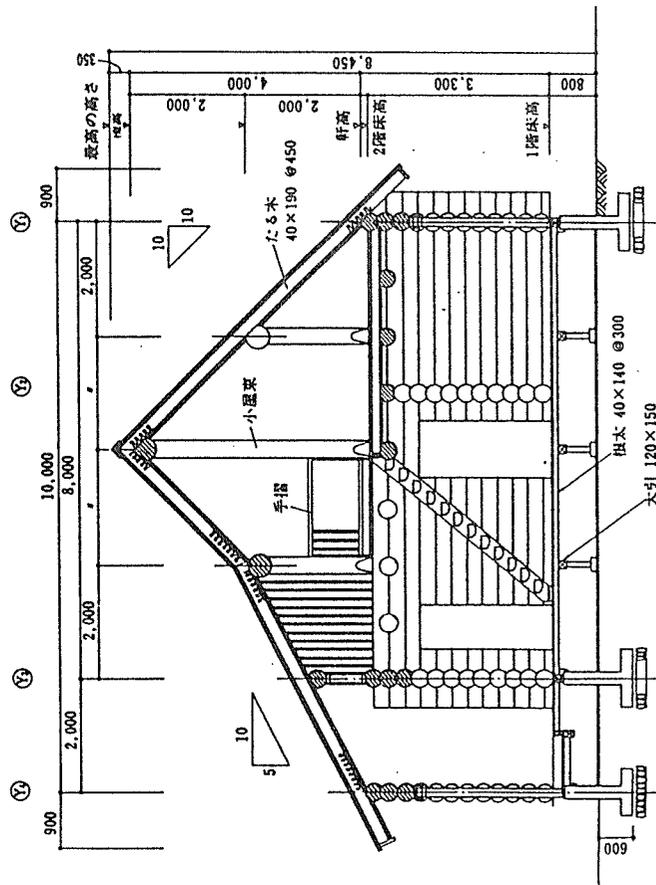
広間のある小屋裏利用2階建て住宅

設計条件

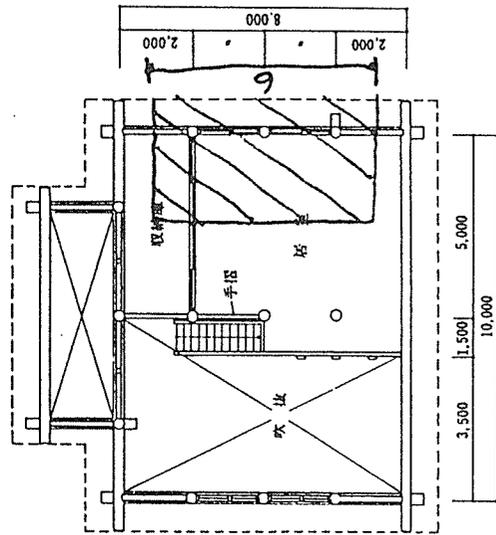
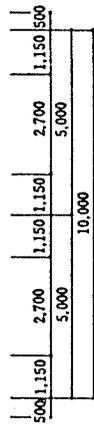
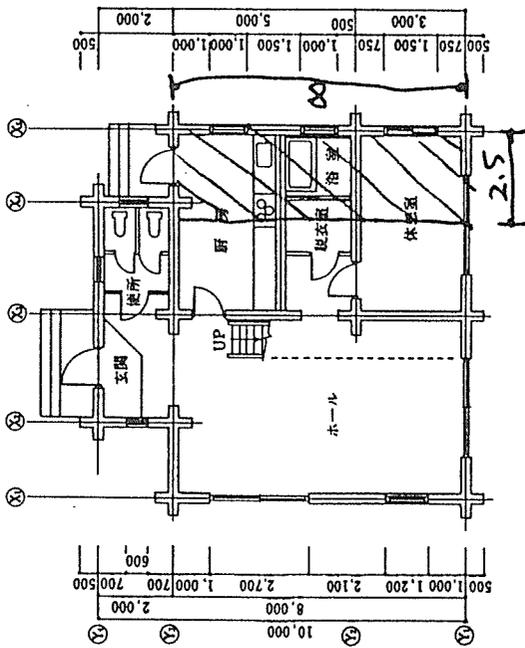
- 規模：1階床面積 92.00㎡
- 2階床面積 49.45㎡
- 延べ面積 141.45㎡
- 階数：小屋裏利用2階
- 建設地：多雪区域(垂直最深積雪量1m)，地震地域係数Z=1
- 地耐力：5 t/㎡
- 丸木材：φ30cm，見付高さ25cm
- だば：13mm φ(SR24)，通しボルトも同様

設計図

① 断面図



② 平面図



単位：mm

図3-28 載荷荷重量算出に用いたモデルハウス

4 実験結果

各試験体の観察概要、温度測定概要、加熱終了後の平均炭化深さ等の状況は以下ようであった。

4. 1 ログ壁体の土塗壁同等性能－ログ壁体防火3級加熱試験体の実験結果

4. 1. 1 試験体記号LA-1：丸ログ小円弧落とし、丸太径19cm

計 測 時 間： 90分

加熱開始後加熱側では、7分26秒頃にログ表面に着炎し、直ちに全体へと広がっていった。その後9分50秒頃から全体的に炎の勢いが衰え始め、13分34秒頃に全体的に炎が消えログ表面が赤熱状態となった後、28分10秒頃に完全に赤熱状態（残じん）が確認できなくなった。

一方非加熱側では、6分15秒頃からログ継ぎ手部から、7分10秒頃からログ接合部（通しボルト穴の直上）から順次（水蒸気混じりの）白煙が発生した。その後16分頃からは継ぎ手周辺が黒く変色するようになった。その後30分56秒頃に全体的に白煙量が徐々に減少し、90分に計測を終了したが、非加熱側には火炎貫通等の防火上の弱点となるような現象は発生しなかった。

各温度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ接合部の加熱面から深さ20mm位置では10.0分頃に最高82℃まで上昇し、深さ60mm位置では52.0分頃に最高33℃まで上昇し、裏面では49.5分頃に最高20℃まで上昇した。継ぎ手上部（ログ接合部）の加熱面から深さ20mm位置では7.5分頃に最高113℃まで上昇し、深さ60mm位置では21.0分頃に最高30℃まで上昇し、裏面では17.5分頃に最高36℃まで上昇した。ログ継手部中央の加熱側寄りでは12.5分頃に最高100℃まで上昇し、非加熱側寄りでは16.0分頃に最高93℃まで上昇し、裏面では40.0分頃に最高21℃まで上昇した。継ぎ手下部（ログ接合部）の加熱面から深さ20mm位置では9.5分頃に最高130℃まで上昇し、深さ60mm位置では11.0分頃に最高90℃まで上昇し、裏面では12.0分頃に最高73℃まで上昇した。ログ接合部の同一深さの温度の平均を図4-1に、ログ継ぎ手部周辺の同一深さの温度の平均を図4-2に、炉内加熱温度を図4-3に示す。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大9mm、平均7.2mm、ログ接合部では最大13mm、平均5.5mmであった。また継ぎ手上部のログ接合部では最大18mm、平均9.0mm、ログ継手部中央では最大7mm、平均6.3mm、継ぎ手下部のログ接合部では最大12mm、平均8.0mmであった。ログ壁体の炭化図を図4-4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17.4Pa、中央(1/2)で9.7Pa、下(1/4)で4.4Paであった。炉内圧力変化を図4-5に示す。

- ・燃料消費量（プロパンガス）： 2.8 (m³)
- ・260℃を超える加熱温度時間面積： 29.3 (×100℃・分)
- ・260℃を超える特性温度時間面積： 24.1 (×100℃・分)
- ・加熱比率： 1.21

- 加熱面より深さ約2 cm
- - - - 加熱面より深さ約6 cm
- · — 裏面

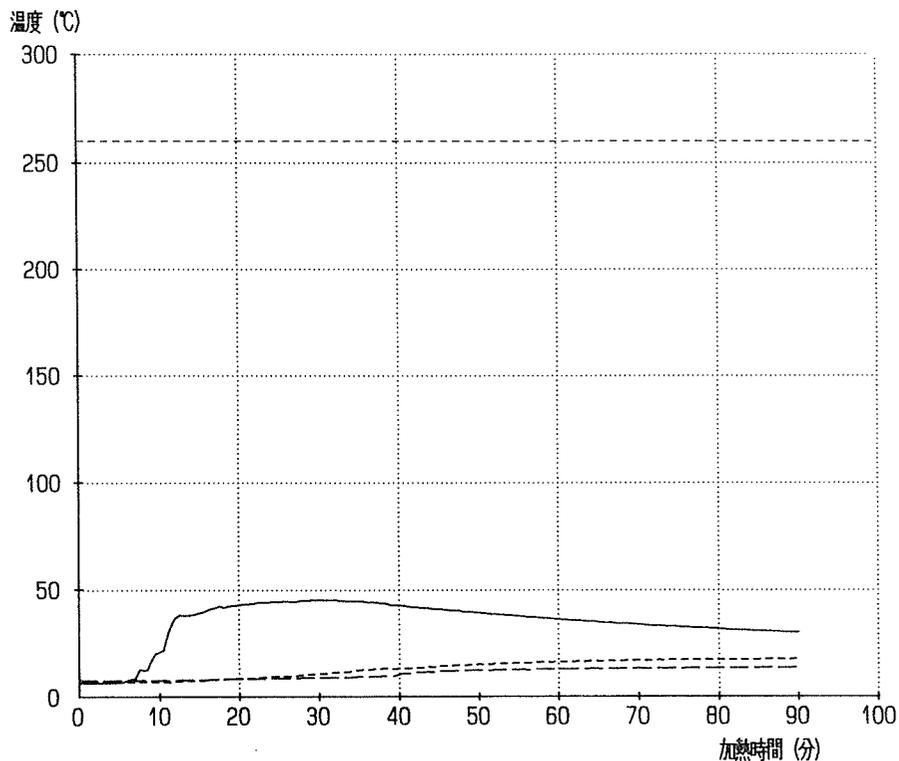


図4-1 試験体LA-1 ログ一般接合部の温度平均

- · — 上部 加熱面より深さ約2 cm
- - - - 上部 加熱面より深さ約6 cm
- · — 上部 裏面
- 中央部 内部加熱側
- - - - 中央部 内部非加熱側
- · — 中央部 裏面
- 下部 加熱面より深さ約2 cm
- - - - 下部 加熱面より深さ約6 cm
- · — 下部 裏面

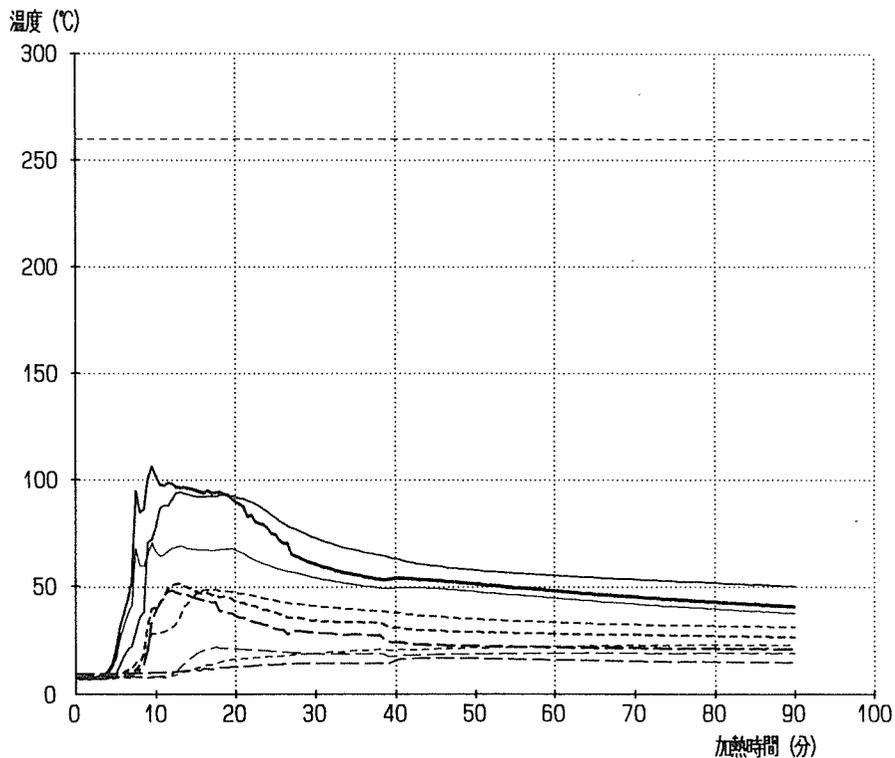


図4-2 試験体LA-1 継ぎ手部周辺の温度平均

- 炉内1
- 炉内2
- 炉内3
- 炉内4
- 炉内5
- 炉内6
- 炉内7
- 炉内8
- 炉内9
- 防火3級特性曲線

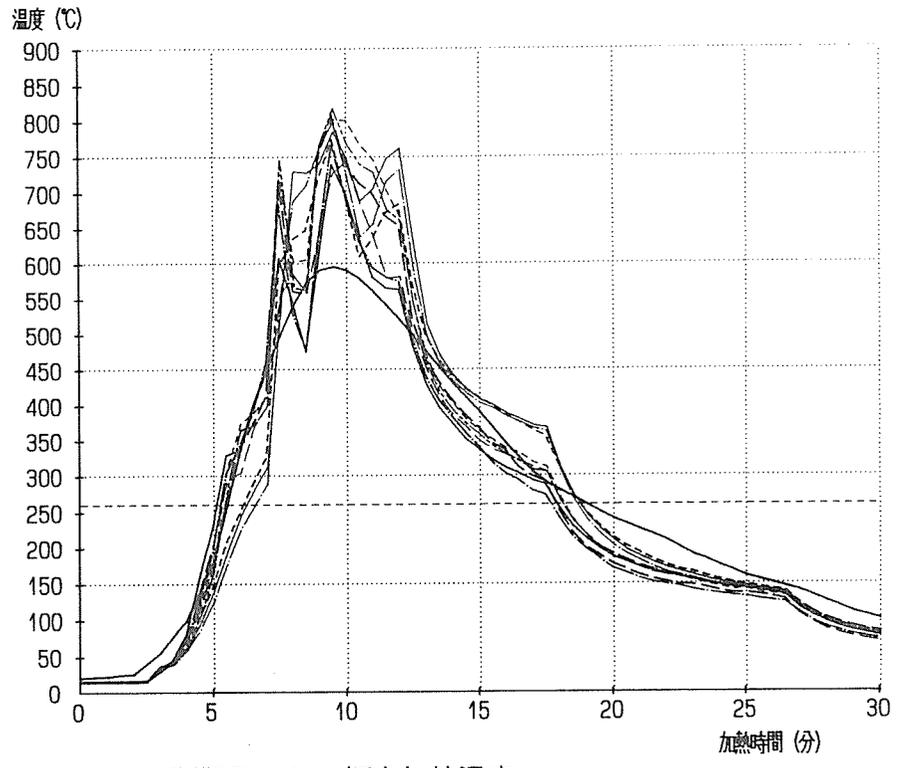
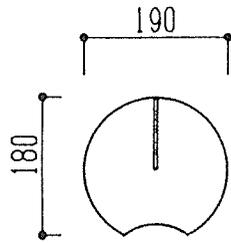
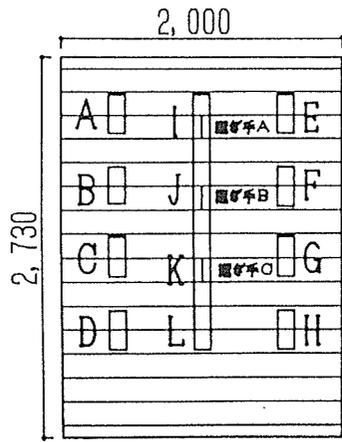


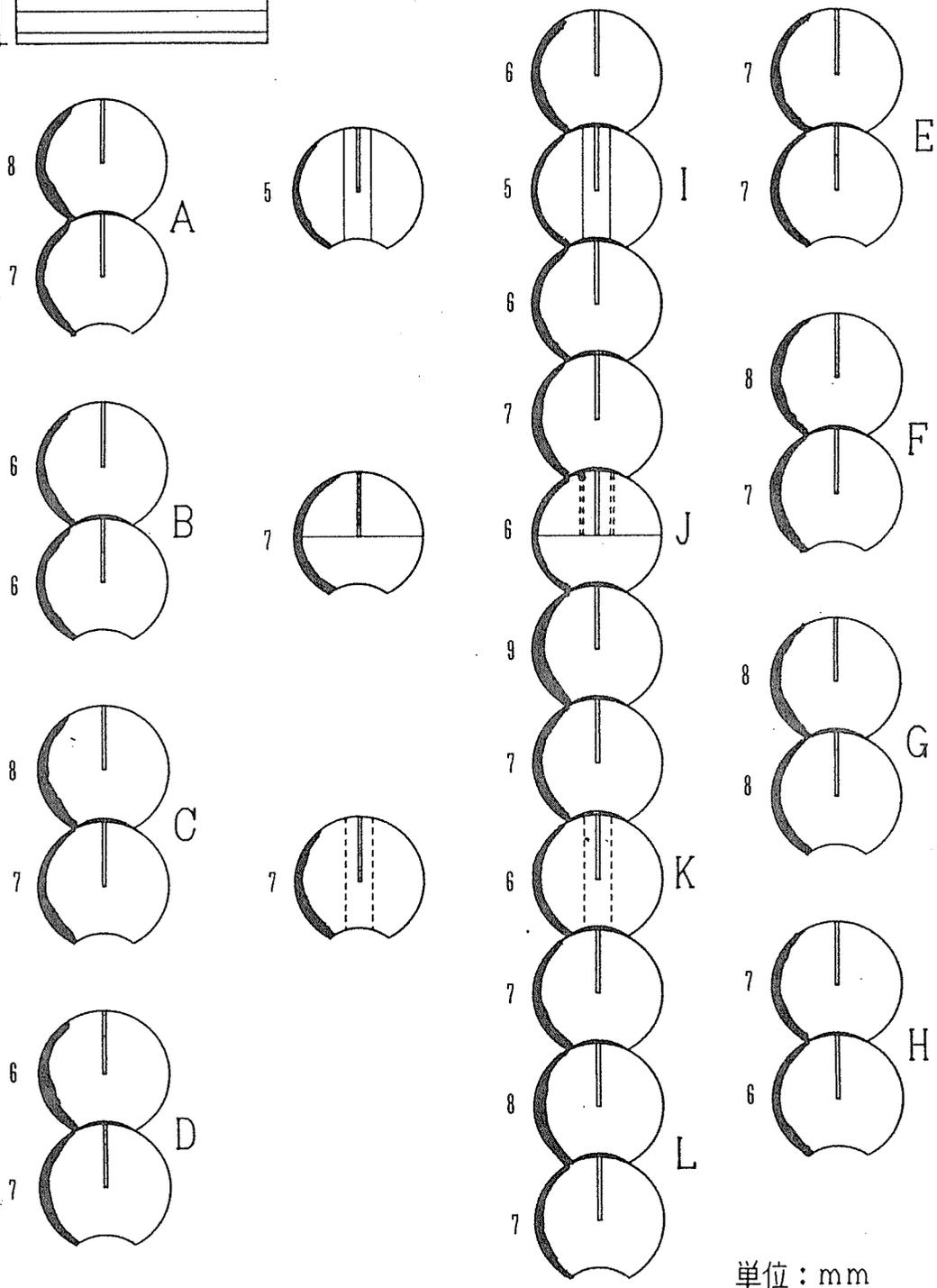
图4-3 試驗號LA-1 炉内加熱温度



丸ログ小円弧落し加工

丸太径 19cm

防火3級加熱



単位：mm

図4-4 試験標A-1 炭化深さ測定結果

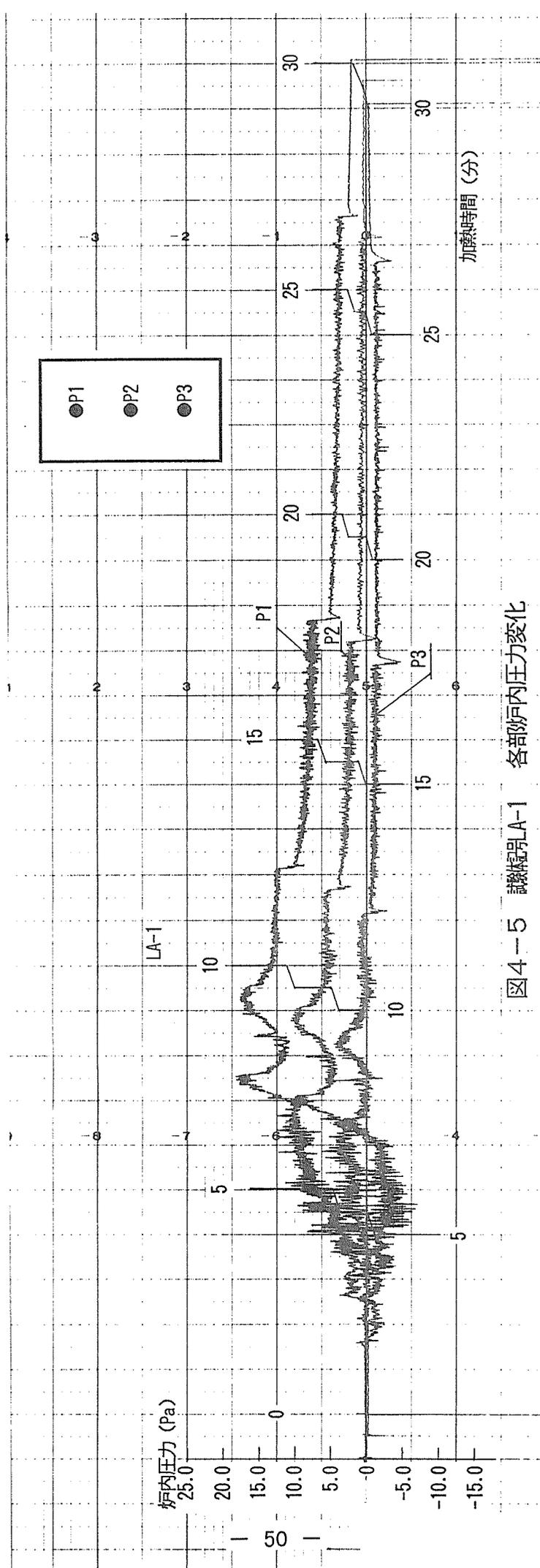


図4-5 試験炉LA-1 各部炉内圧力変化

4. 1. 2 試験体記号 LA-2 : 丸ログ円弧落とし実加工、丸太径18cm

計 測 時 間 : 90分

加熱開始後加熱側では、5分20秒頃からログ表面が徐々に黒く変色した後、7分20秒頃にログ表面に着炎し、7分35秒頃に全体へと広がっていった。その後10分30秒頃から全体的に炎の勢いが衰え始め、14分15秒頃に全体的に炎が消えログ表面が赤熱状態となった後、30分頃に完全に赤熱状態（残じん）が確認できなくなった。

一方非加熱側では、6分15秒頃からログ継ぎ手部から（水蒸気混じりの）白煙が発生した。その後26分40秒頃に全体的に白煙量が停止し、90分に計測を終了したが、非加熱側には火炎貫通等の防火上の弱点となるような現象は発生しなかった。

各温度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ接合部の加熱面から深さ20mm位置では26.5分頃に最高43℃まで上昇し、深さ60mm位置では79.5分頃に最高20℃まで上昇し、裏面では89.5分頃に最高14℃まで上昇した。継ぎ手上部（ログ接合部）の加熱面から深さ20mm位置では12.0分頃に最高83℃まで上昇し、深さ60mm位置では50.5分頃に最高32℃まで上昇し、裏面では76.5分頃に最高26℃まで上昇した。ログ継手部中央の加熱側寄りでは10.5分頃に最高98℃まで上昇し、非加熱側寄りでは79.0分頃に最高21℃まで上昇し、裏面では83.0分頃に最高14℃まで上昇した。継ぎ手下部（ログ接合部）の加熱面から深さ20mm位置では18.5分頃に最高103℃まで上昇し、深さ60mm位置では9.5分頃に最高74℃まで上昇し、裏面では11.5分頃に最高35℃まで上昇した。ログ接合部の同一深さの温度の平均を図4-6に、ログ継ぎ手部周辺の同一深さの温度の平均を図4-7に、炉内加熱温度を図4-8に示す。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大10mm、平均7.0mm、ログ接合部では最大20mm、平均4.4mmであった。また継ぎ手上部のログ接合部では最大23mm、平均14.7mm、ログ継手部中央では最大8mm、平均7.3mm、継ぎ手下部のログ接合部では最大7mm、平均5.7mmであった。ログ壁体の炭化図を図4-9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8.7Pa、下(1/4)で3.7Paであった。炉内圧力変化を図4-10に示す。

- ・燃料消費量（プロパンガス） : 2.8 (m³)
- ・260℃を超える加熱温度時間面積 : 30.6 (x100℃・分)
- ・260℃を超える特性温度時間面積 : 24.1 (x100℃・分)
- ・加熱比率 : 1.27

- 加熱面より深さ約2 cm
- - - 加熱面より深さ約6 cm
- - - 裏面

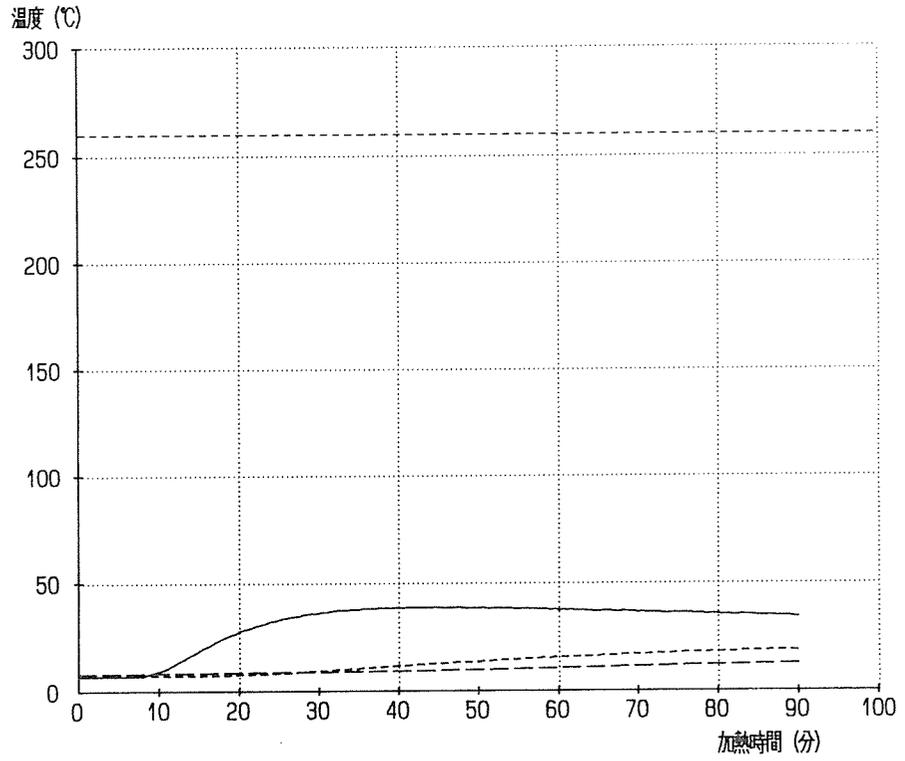


図4-6 試験体A-2 ログー一般接合部の温度平均

- 上部 加熱面より深さ約2 cm
- - - 上部 加熱面より深さ約6 cm
- - - 上部 裏面
- 中央部 内部加熱側
- - - 中央部 内部非加熱側
- - - 中央部 裏面
- 下部 加熱面より深さ約2 cm
- - - 下部 加熱面より深さ約6 cm
- - - 下部 裏面

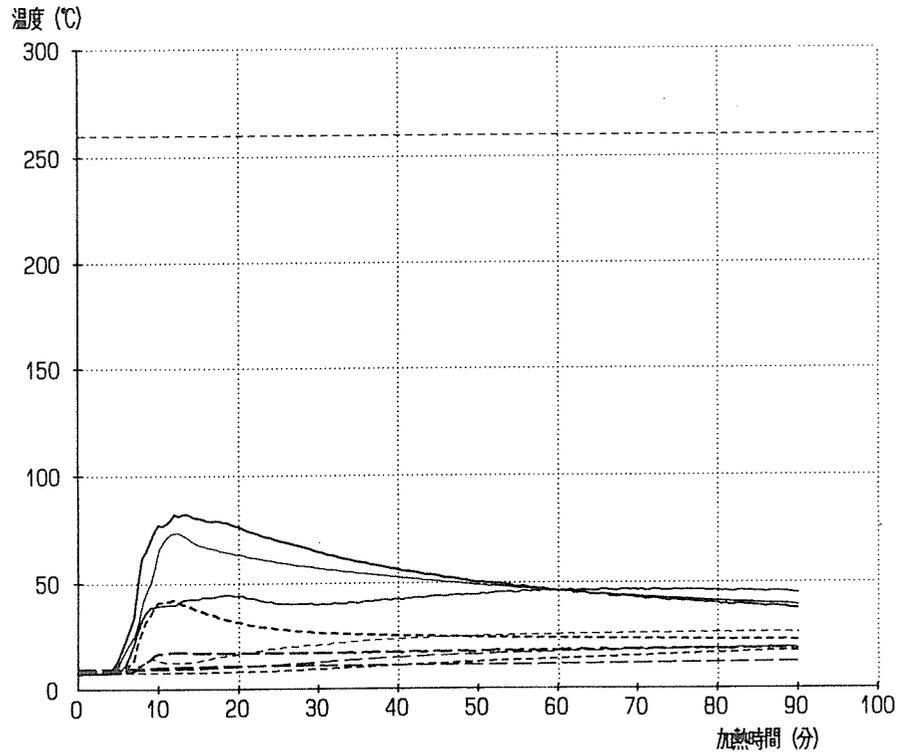


図4-7 試験体A-2 継ぎ手部周辺の温度平均

- 炉内1
- 炉内2
- 炉内3
- 炉内4
- 炉内5
- 炉内6
- 炉内7
- 炉内8
- 炉内9
- 防火3級特性曲線

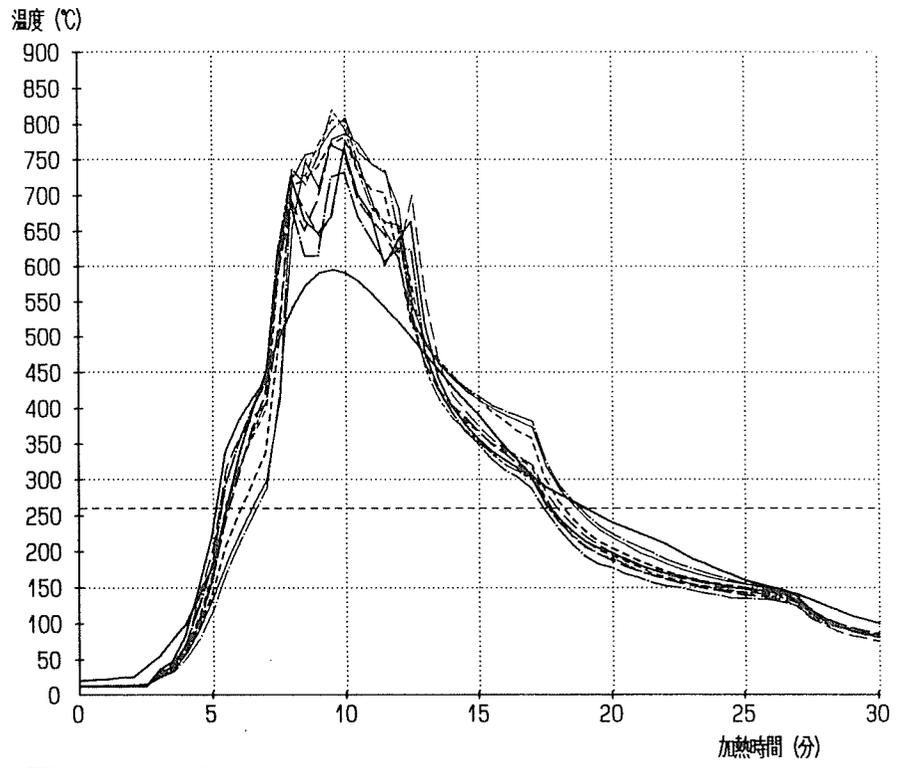
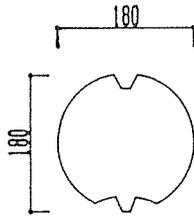
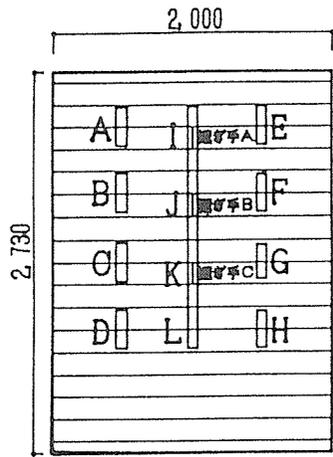


図4-8 試験記号LA-2 炉内加熱温度



丸ログ円弧落し
一枚実加工
丸太径 18cm
防火3級加熱

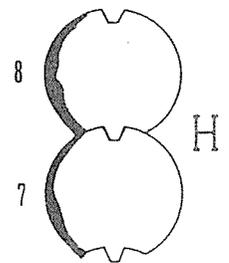
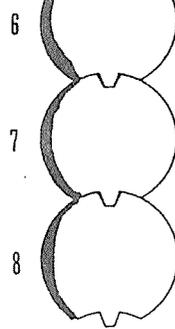
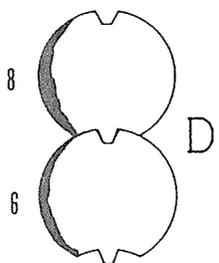
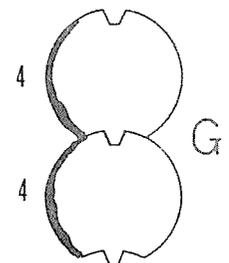
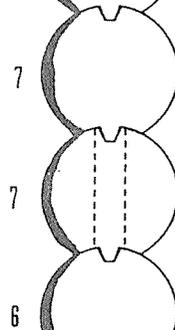
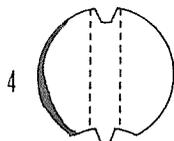
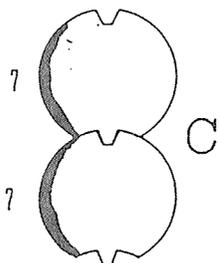
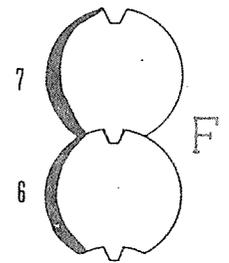
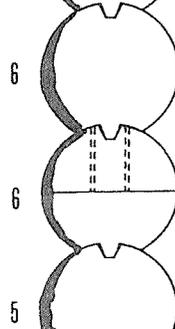
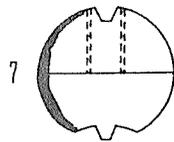
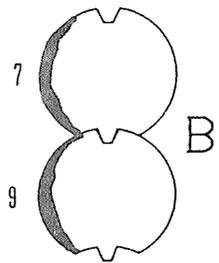
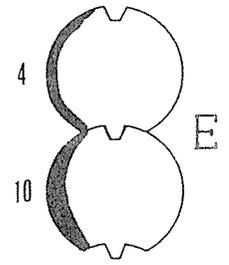
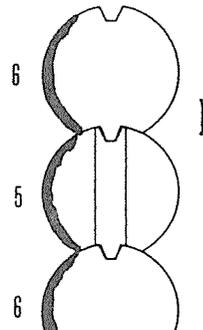
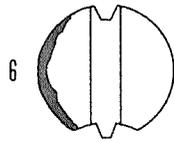
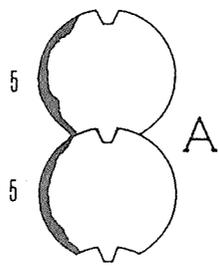


図4-9 試験片LA-2 炭化深さ測定結果

単位：mm

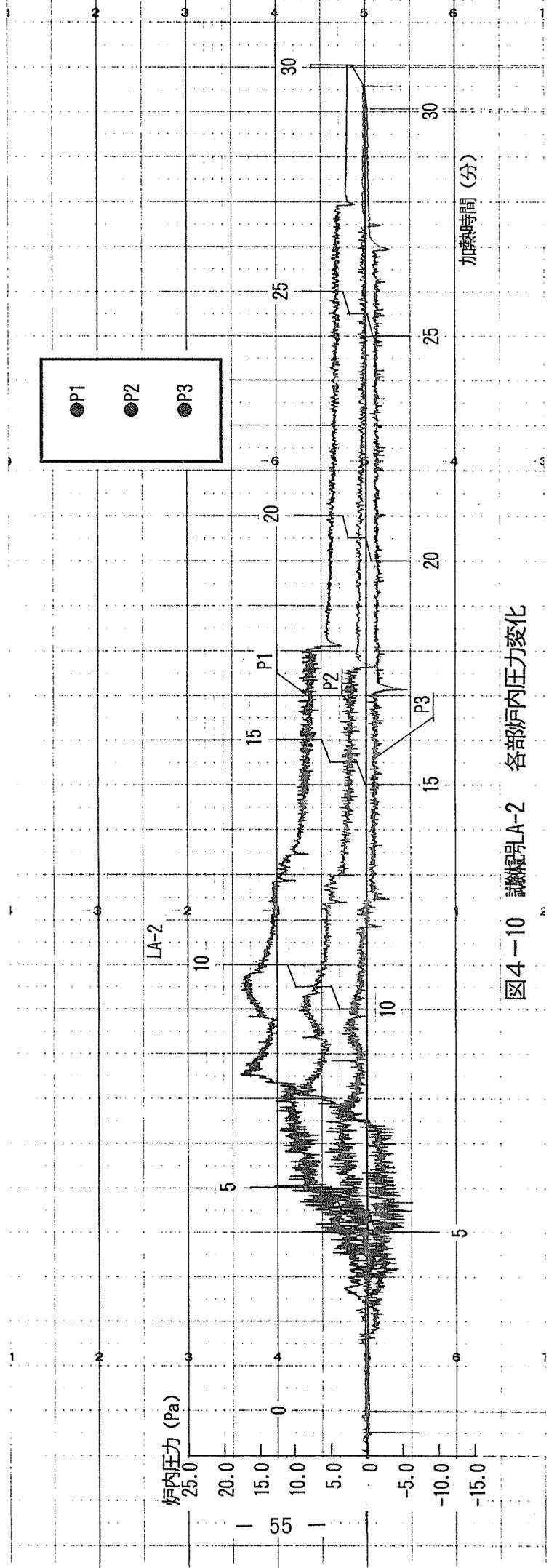


図4-10 試験炉LA-2 各部炉内圧力変化

4. 1. 3 試験体記号 LA-3 : 角ログ二枚実、断面寸法 9×15cm

計 測 時 間 : 90分

加熱開始後加熱側では、3分41秒頃からログ表面が徐々に黒く変色した後、8分05秒頃にログ表面に着炎し、8分15秒頃に全体へと広がっていった。その後9分頃から全体的に炎の勢いが衰え始め、13分頃に全体的に炎が消えログ表面が赤熱状態となった後、27分20秒頃に完全に赤熱状態（残じん）が確認できなくなった。

一方非加熱側では、6分28秒頃からログ継ぎ手部から（水蒸気混じりの）白煙が発生した。その後19分頃に全体的に白煙量が停止し、90分に計測を終了したが、非加熱側には火炎貫通等の防火上の弱点となるような現象は発生しなかった。

各温度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ接合部の加熱面から深さ15mm位置では20.5分頃に最高115℃まで上昇し、深さ60mm位置では56.0分頃に最高44℃まで上昇し、裏面では78.5分頃に最高23℃まで上昇した。継ぎ手上部（ログ接合部）の加熱面から深さ15mm位置では8.5分頃に最高184℃まで上昇し、深さ60mm位置では39.5分頃に最高55℃まで上昇し、裏面では65.0分頃に最高34℃まで上昇した。ログ継手部中央の加熱側寄りでは17.0分頃に最高83℃まで上昇し、非加熱側寄りでは79.5分頃に最高35℃まで上昇し、裏面では86.5分頃に最高23℃まで上昇した。継ぎ手下部（ログ接合部）の加熱面から深さ15mm位置では13.0分頃に最高100℃まで上昇し、深さ60mm位置では50.0分頃に最高47℃まで上昇し、裏面では74.0分頃に最高29℃まで上昇した。ログ接合部の同一深さの温度の平均を図4-11に、ログ継ぎ手部周辺の同一深さの温度の平均を図4-12に、炉内加熱温度を図4-13に示す。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大7mm、平均3.9mm、ログ接合部では最大2mm、平均0.2mmであった。また継ぎ手上部のログ接合部では最大0mm、平均0mm、ログ継手部中央では最大5mm、平均4.0mm、継ぎ手下部のログ接合部では最大0mm、平均0mmであった。ログ壁体の炭化図を図4-14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15.6Pa、中央(1/2)で8.7Pa、下(1/4)で3.1Paであった。炉内圧力変化を図4-15に示す。

- ・燃料消費量（プロパンガス） : 3.0 (m³)
- ・260℃を超える加熱温度時間面積 : 24.5 (×100℃・分)
- ・260℃を超える特性温度時間面積 : 24.1 (×100℃・分)
- ・加熱比率 : 1.02

- 加熱面より深さ約1.5cm
- - - 加熱面より深さ約6cm
- · — 裏面

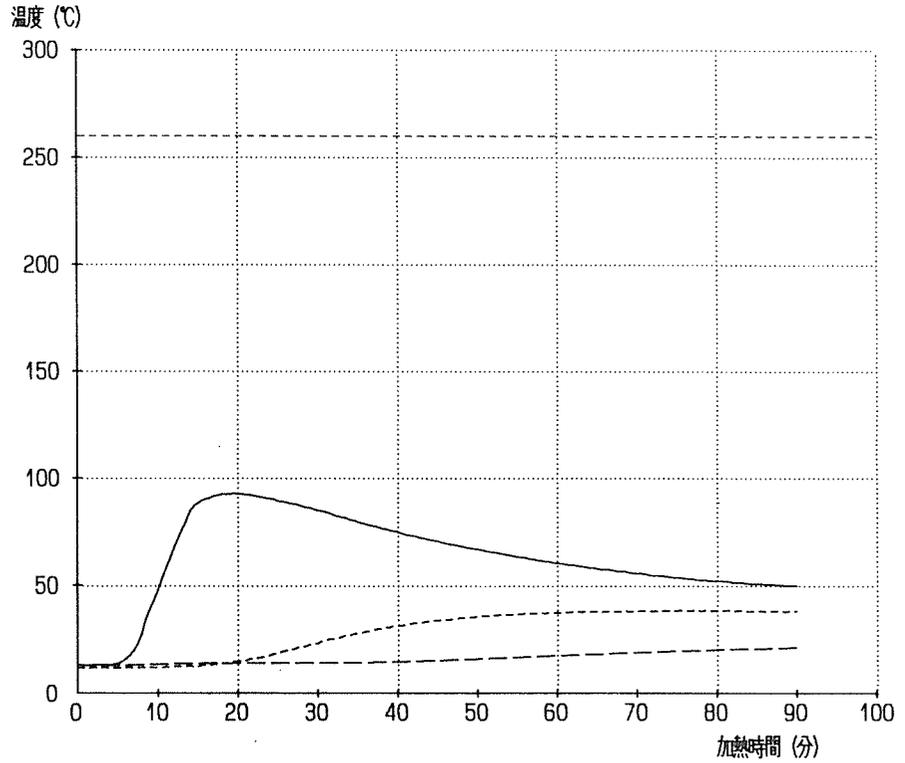


図4-11 試験機号LA-3 ログ一般接合部の温度平均

- 上部、加熱面より深さ約1.5cm
- - - 上部、加熱面より深さ約6cm
- · — 上部、裏面
- 中央部、内部加熱側
- - - 中央部、内部非加熱側
- · — 中央部、裏面
- 下部、加熱面より深さ約1.5cm
- - - 下部、加熱面より深さ約6cm
- · — 下部、裏面

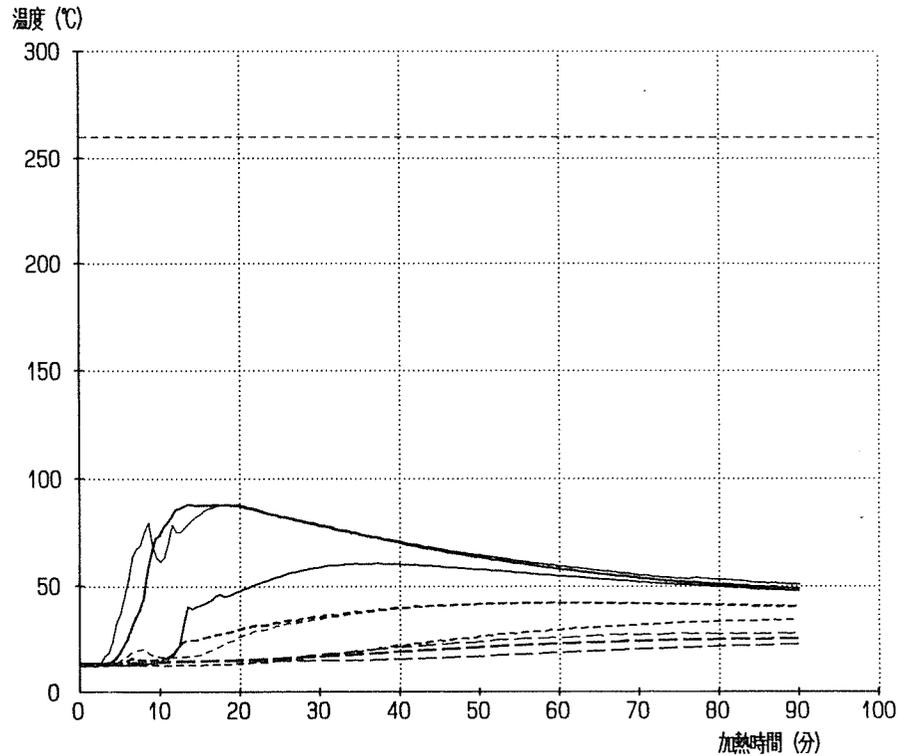


図4-12 試験機号LA-3 継ぎ手部周辺の温度平均

- 炉内1
- 炉内2
- 炉内3
- 炉内4
- 炉内5
- 炉内6
- 炉内7
- 炉内8
- 炉内9
- 防火3級特性曲線

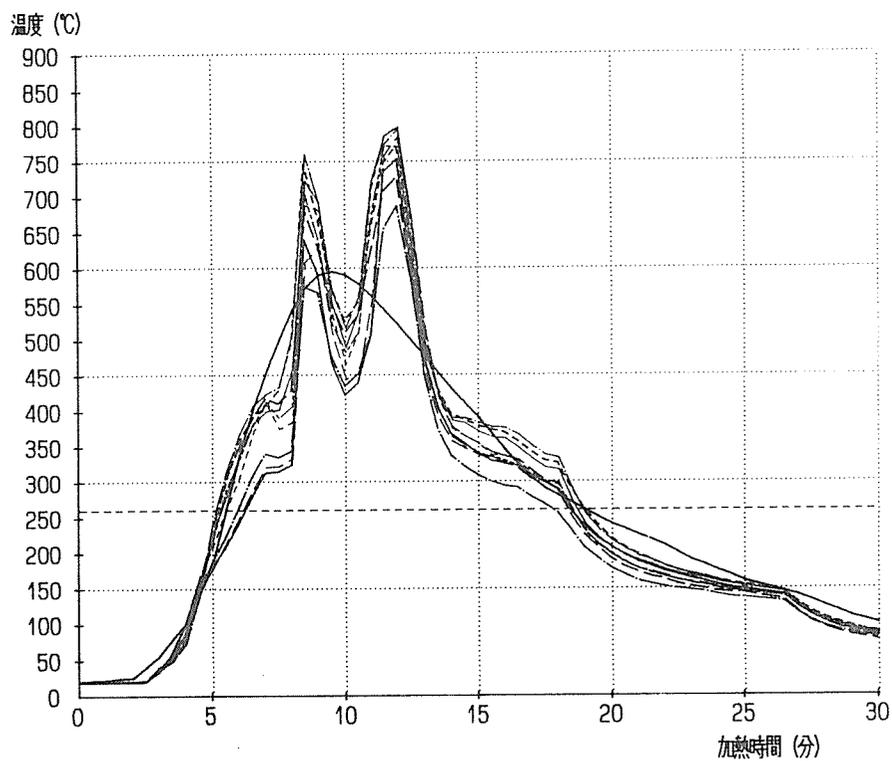
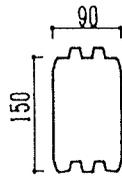
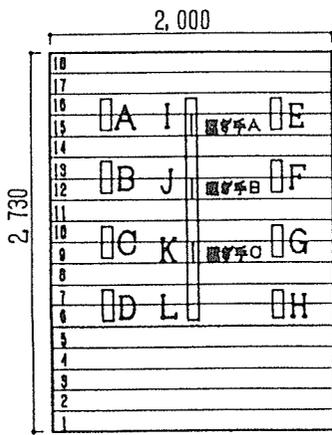
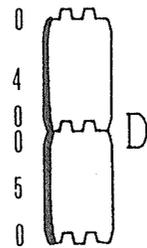
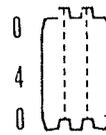
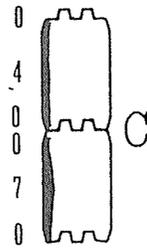
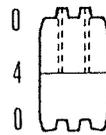
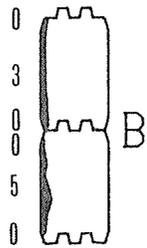
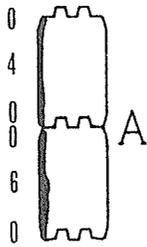


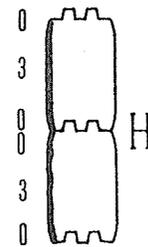
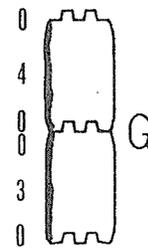
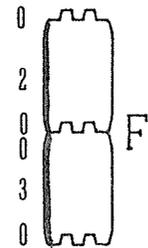
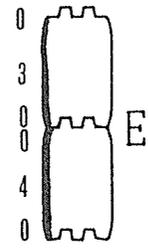
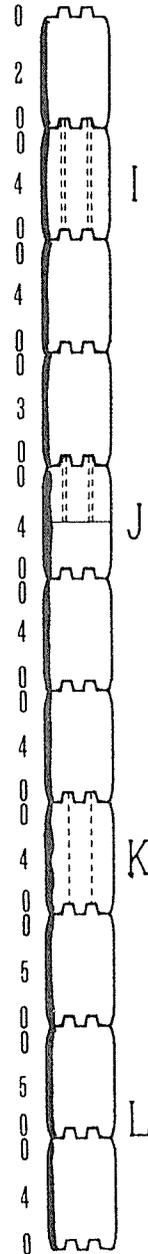
图4-13 試驗標号A-3 炉内加熱温度



角ログニ枚実
90×150mm
防火3級加熱



防火3級加熱
LA-3



単位：mm

図4-14 試験片LA-3 炭化深さ測定結果

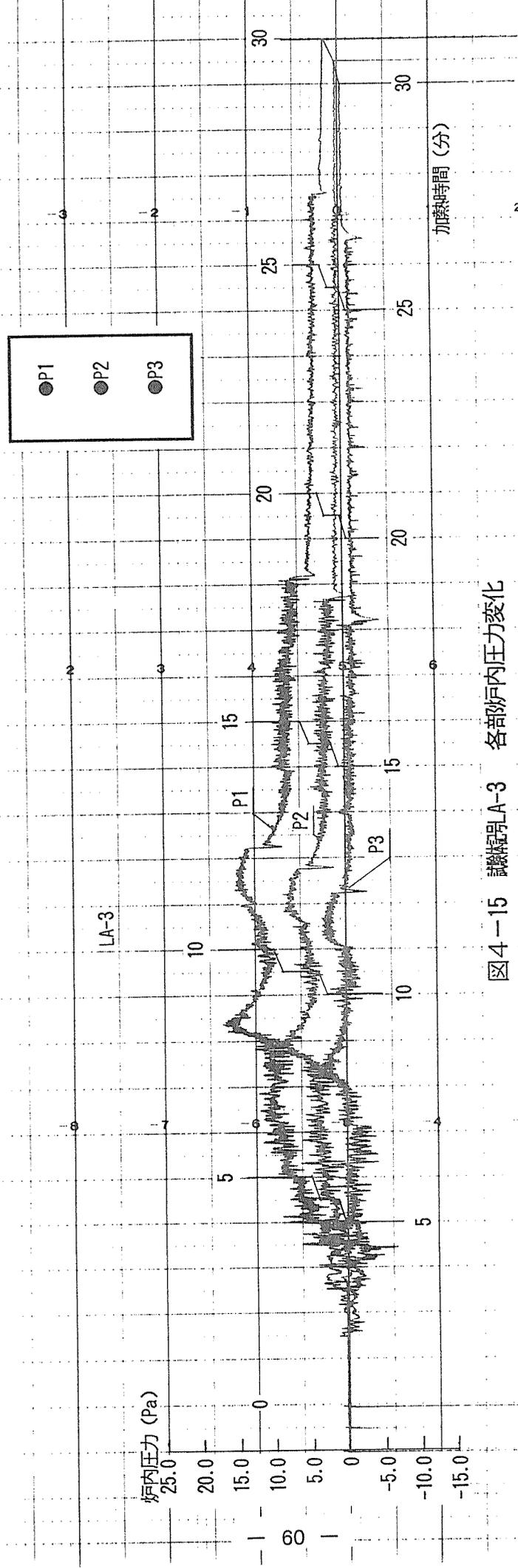


图4-15 罐爐A-3 各部炉内压力变化

4. 1. 4 試験体記号LA-4：角ログ二枚実、断面寸法11×19cm

計 測 時 間：130分

加熱開始後加熱側では、7分30秒頃からログ表面が徐々に黒く変色した後、7分50秒頃にログ表面に着炎し、直ちに全体へと広がっていった。その後11分30秒頃から全体的に炎の勢いが衰え始め、25分10秒頃に全体的に炎が消えログ表面が赤熱状態となった後、41分頃に完全に赤熱状態（残じん）が確認できなくなった。

一方非加熱側では、6分10秒頃からログ継ぎ手部から（水蒸気混じりの）白煙が発生した。その後12分15秒頃に全体的に白煙量が停止し、130分に計測を終了したが、非加熱側には火炎貫通等の防火上の弱点となるような現象は発生しなかった。

各温度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ接合部の加熱面から深さ15mm位置では23.5分頃に最高112℃まで上昇し、深さ75mm位置では88.0分頃に最高47℃まで上昇し、裏面では127.5分頃に最高26℃まで上昇した。継ぎ手上部（ログ接合部）の加熱面から深さ15mm位置では20.0分頃に最高137℃まで上昇し、深さ75mm位置では18.5分頃に最高79℃まで上昇し、裏面では105.5分頃に最高29℃まで上昇した。ログ継手部中央の加熱側寄りでは25.5分頃に最高100℃まで上昇し、非加熱側寄りでは62.0分頃に最高38℃まで上昇し、裏面では101.0分頃に最高21℃まで上昇した。継ぎ手下部（ログ接合部）の加熱面から深さ15mm位置では17.0分頃に最高101℃まで上昇し、深さ75mm位置では20.0分頃に最高59℃まで上昇し、裏面では119.0分頃に最高23℃まで上昇した。ログ接合部の同一深さの温度の平均を図4-16に、ログ継ぎ手部周辺の同一深さの温度の平均を図4-17に、炉内加熱温度を図4-18に示す。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大14mm、平均7.5mm、ログ接合部では最大15mm、平均2.8mmであった。また継ぎ手上部のログ接合部では最大11mm、平均5.7mm、ログ継手部中央では最大10mm、平均8.3mm、継ぎ手下部のログ接合部では最大6mm、平均4.3mmであった。ログ壁体の炭化図を図4-19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10.0Pa、下(1/4)で3.7Paであった。炉内圧力変化を図4-20に示す。

- ・燃料消費量（プロパンガス）：2.9 (m³)
- ・260℃を超える加熱温度時間面積：27.9 (x100℃・分)
- ・260℃を超える特性温度時間面積：24.1 (x100℃・分)
- ・加熱比率：1.16

- 加熱面より深さ約1.5cm
- - - - 加熱面より深さ約7.5cm
- - - - 裏面

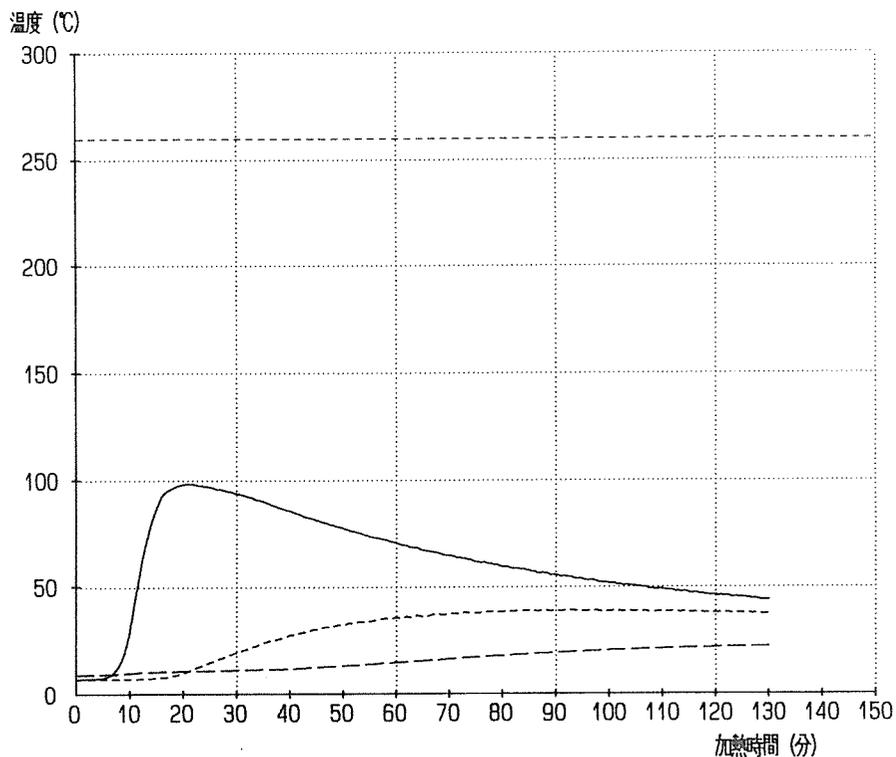


図4-16 試験体記号LA-3 ログー一般接合部の温度平均

- 上部 加熱面より深さ約1.5cm
- - - - 上部 加熱面より深さ約7.5cm
- - - - 上部 裏面
- 中央部 内部加熱側
- - - - 中央部 内部非加熱側
- - - - 中央部 裏面
- 下部 加熱面より深さ約1.5cm
- - - - 下部 加熱面より深さ約7.5cm
- - - - 下部 裏面

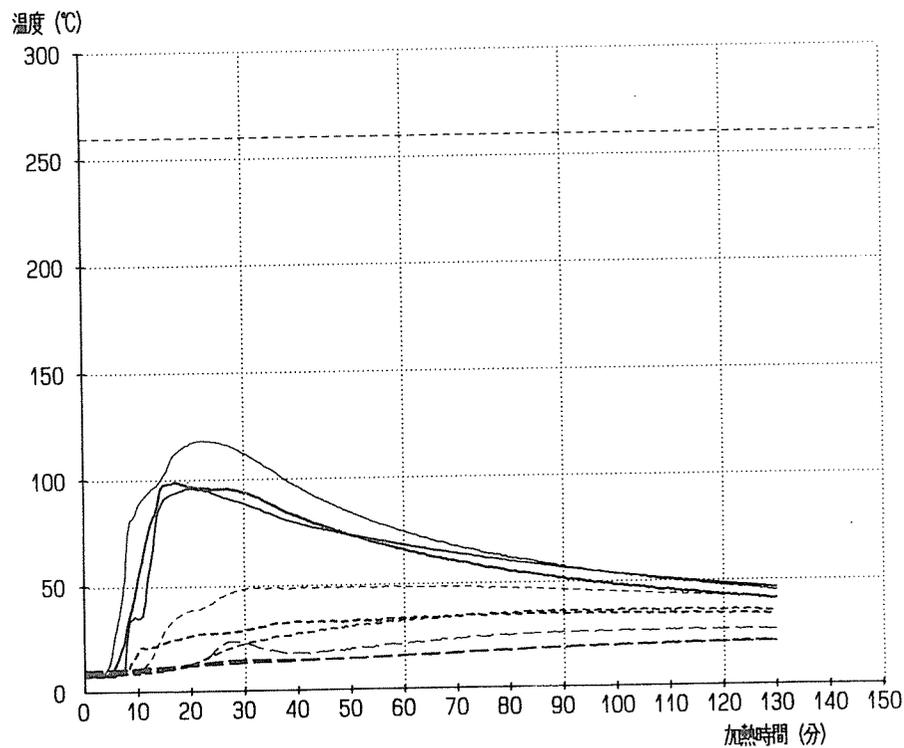


図4-17 試験体記号LA-4 継ぎ手部周辺の温度平均

- 炉内 1
- 炉内 2
- 炉内 3
- 炉内 4
- 炉内 5
- 炉内 6
- 炉内 7
- 炉内 8
- 炉内 9
- 防火 3 級特性曲線

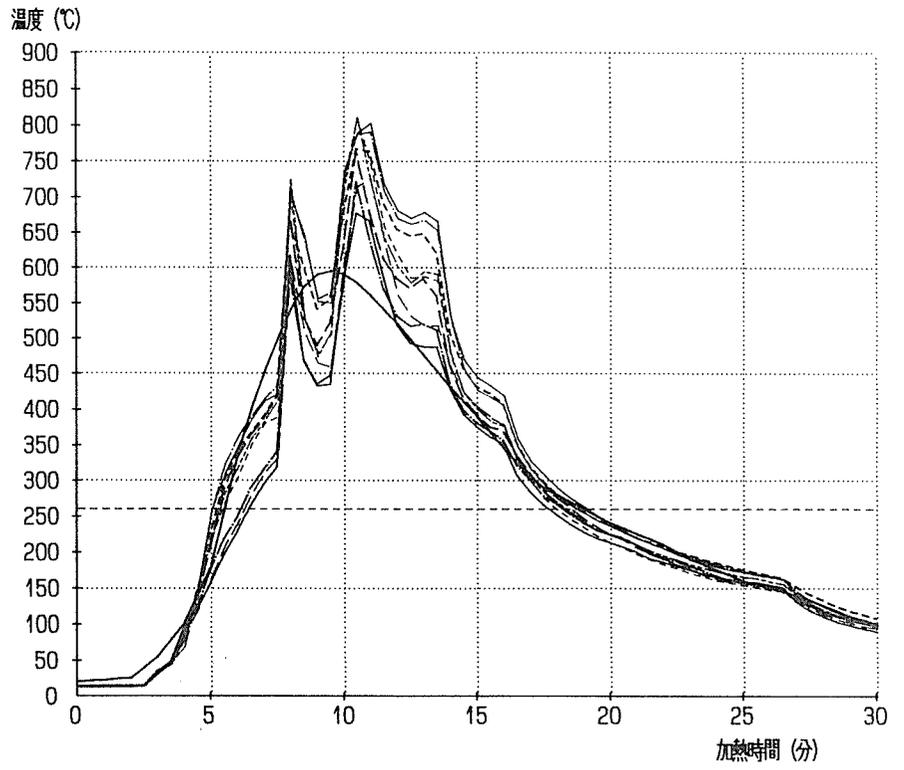
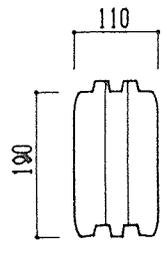
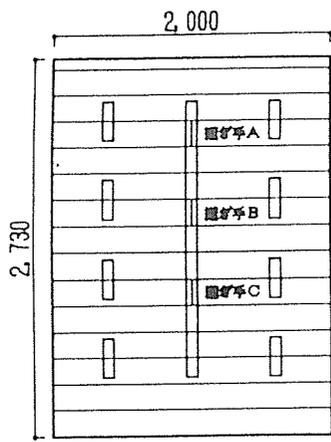
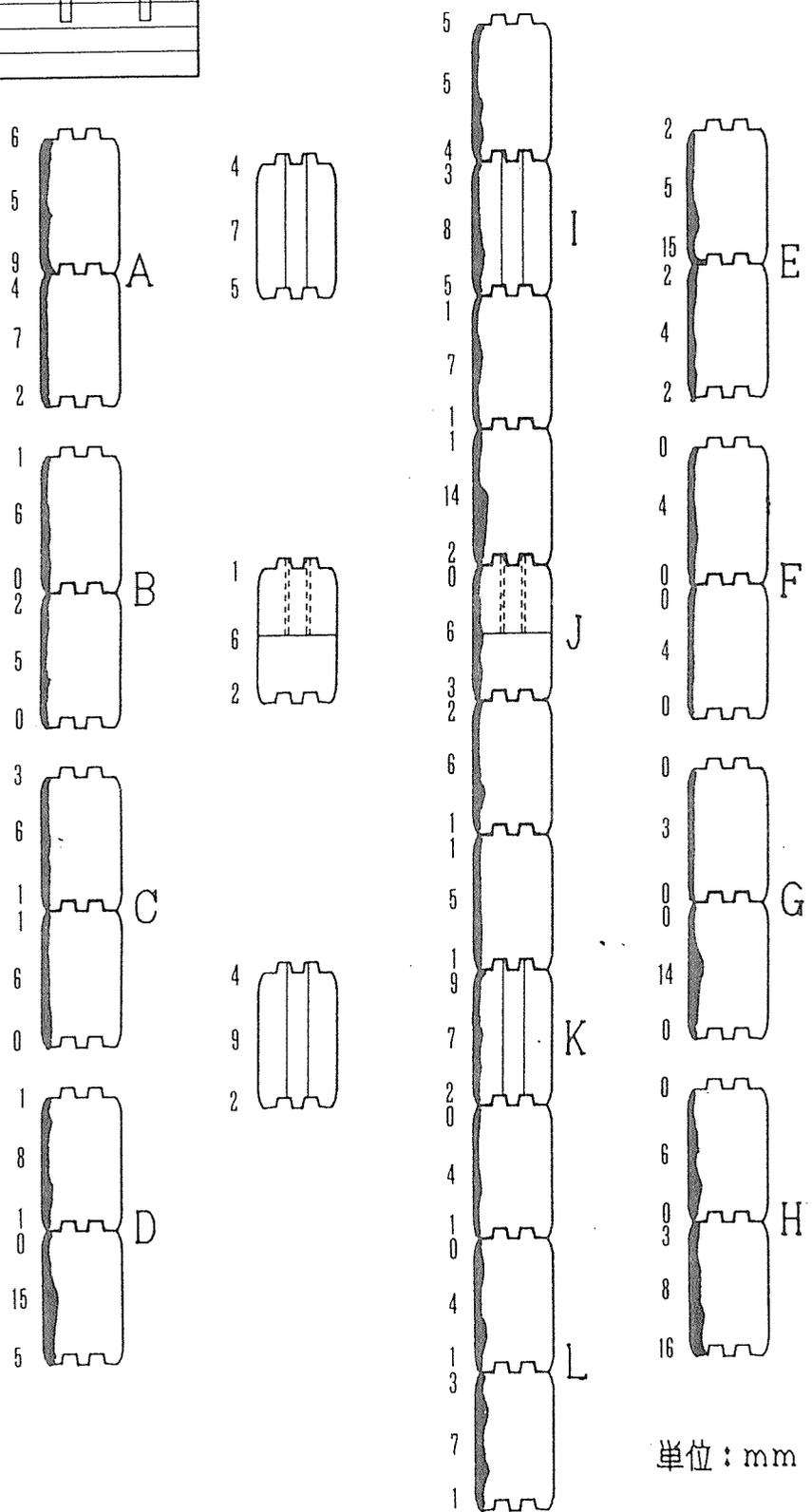


図4-18 試験記号LA-4 炉内加熱温度



角グ子二枚実
110X190mm
防火3級加熱



単位: mm

図4-19 試験片A-4 炭化深さ測定結果

● P1
● P2
● P3

炉内压力 (Pa)

25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0
-5.0
-10.0
-15.0

LA-4

10

P3

P2

P1

15

15

20

20

25

25

30

30

加熱時間 (分)

図4-20 試験記号A-4 各部炉内压力変化

4. 2 ログ壁体の防火性能－ログ壁体防火2級加熱試験体の実験結果

4. 2. 1 試験体記号LB-1：丸ログ円弧落とし実加工、丸太径19cm

計 測 時 間：120分

加熱開始後加熱側では、5分45秒頃からログ表面が徐々に黒く変色した後、6分20秒頃にログ表面に着炎し、6分35秒頃に全体へと広がっていった。その後13分15秒頃から全体的に炎の勢いが衰え始め、18分頃に全体的に炎が消えログ表面が赤熱状態となった後、35分頃に完全に赤熱状態（残じん）が確認できなくなった。

一方非加熱側では、5分40秒頃からログ継ぎ手部から（水蒸気混じりの）白煙が発生した。その後19分頃に本実継ぎ手を除き全体的に白煙量が停止し、32分頃から本実継ぎ手下部より火炎貫通した（35分30秒に火炎貫通部分を耐火接着剤等で塞ぐ）。120分に計測を終了したが、本実継ぎ手下部（火炎貫通部分）を除き、非加熱側には火炎貫通等の防火上の弱点となるような現象は発生しなかった。

各温度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ接合部の加熱面から深さ20mm位置では9.5分頃に最高84℃まで上昇し、深さ60mm位置では118.5分頃に最高32℃まで上昇し、裏面では104.5分頃に最高18℃まで上昇した。継ぎ手上部（ログ接合部）の加熱面から深さ20mm位置では最高30.0分頃に最高78℃まで上昇し、深さ60mm位置では106.5分頃に最高52℃まで上昇し、裏面では66.5分頃に最高43℃まで上昇した。ログ継手部中央の加熱側寄りでは17.0分頃に最高100℃まで上昇し、非加熱側寄りでは110.0分頃に最高82℃まで上昇し、裏面では115.0分頃に最高30℃まで上昇した。継ぎ手下部（ログ接合部）の加熱面から深さ20mm位置では30.3分頃に260℃を超え、最高518℃まで上昇し、深さ60mm位置では42.8分頃に260℃を超え、最高431℃まで上昇し、裏面では118.5分頃に260℃を超え、最高262℃まで上昇した。ログ接合部の同一深さの温度の平均を図4-21に、ログ継ぎ手部周辺の同一深さの温度の平均を図4-22に、炉内加熱温度を図4-23に示す。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大17mm、平均11.1mm、ログ接合部では最大20mm、平均8.1mmであった。また継ぎ手上部のログ接合部では最大17mm、平均14.3mm、ログ継手部中央では最大15mm、平均12.7mm、継ぎ手下部のログ接合部では最大83mm（火炎貫通）、平均35.0mmであった。ログ壁体の炭化図を図4-24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18.2Pa、中央(1/2)で10.6Pa、下(1/4)で3.7Paであった。炉内圧力変化を図4-25に示す。

- ・燃料消費量（プロパンガス）：4.1 (m³)
- ・260℃を超える加熱温度時間面積：65.3 (x100℃・分)
- ・260℃を超える特性温度時間面積：63.4 (x100℃・分)
- ・加熱比率：1.03

- 加熱面より深さ約2cm
- - - 加熱面より深さ約6cm
- - - 裏面

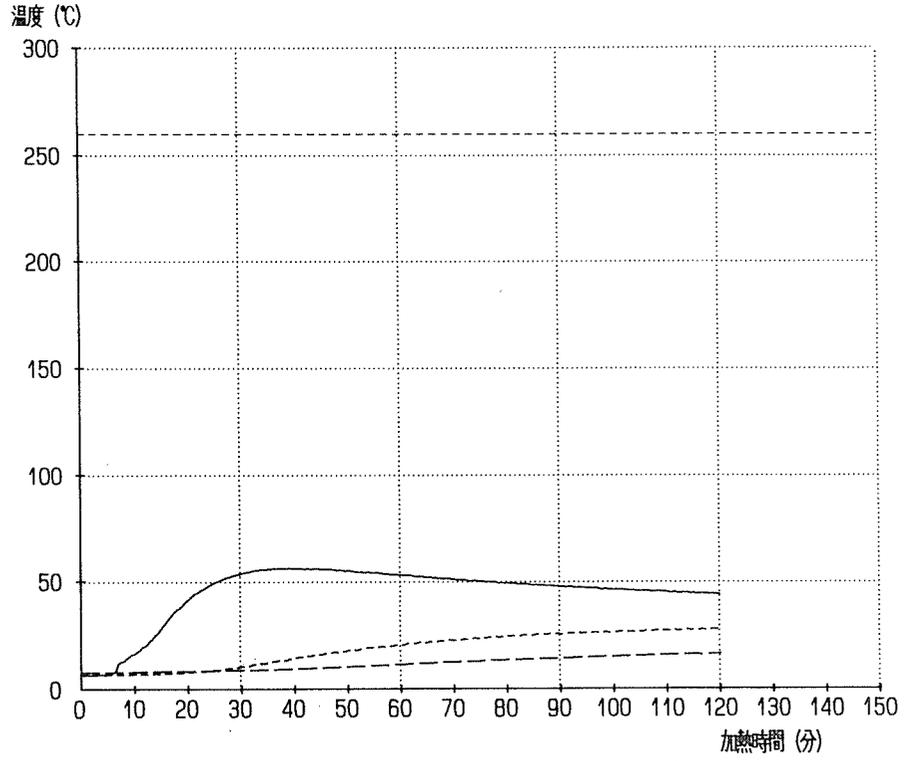


図4-21 試験体記号B-1 ログ一般接合部の温度平均

- 上部 加熱面より深さ約2cm
- - - 上部 加熱面より深さ約6cm
- - - 上部 裏面
- 中央部 内部加熱側
- - - 中央部 内部非加熱側
- - - 中央部 裏面
- 下部 加熱面より深さ約2cm
- - - 下部 加熱面より深さ約6cm
- - - 下部 裏面

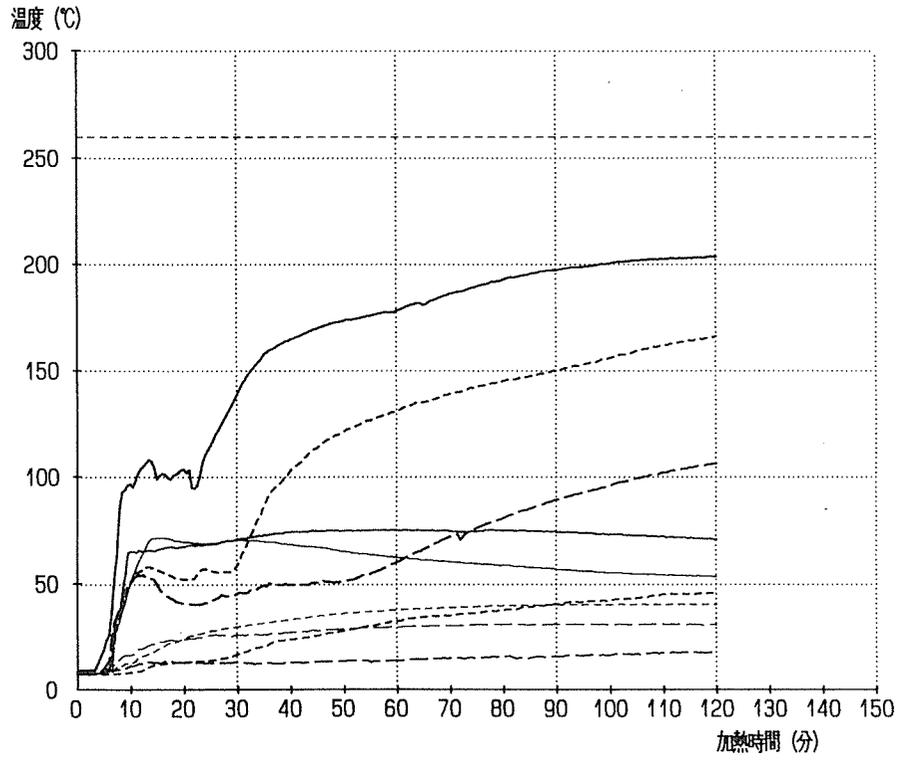


図4-22 試験体記号B-1 継ぎ手部周辺の温度平均

- 炉内 1
- 炉内 2
- 炉内 3
- 炉内 4
- 炉内 5
- 炉内 6
- 炉内 7
- 炉内 8
- 炉内 9
- 防火 2 級特性曲線

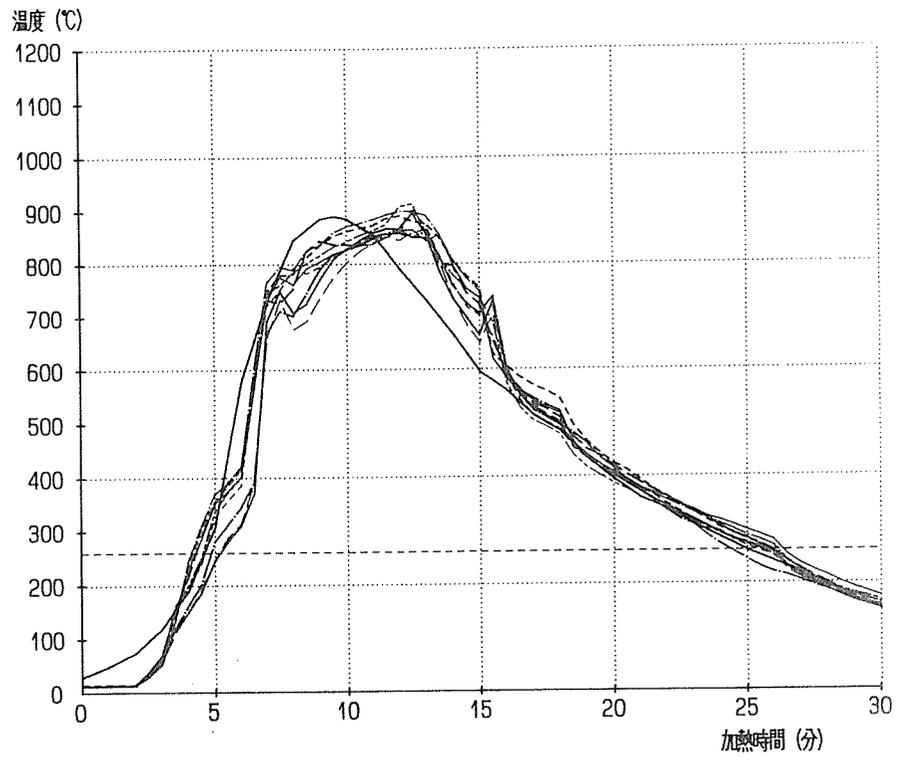
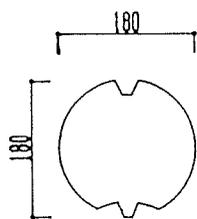
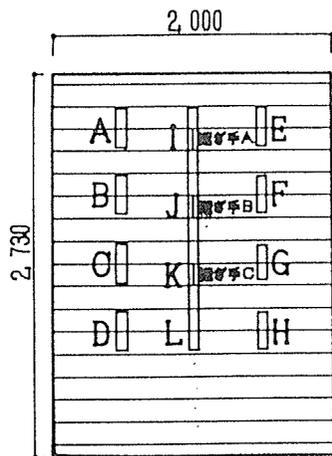


図4-23 試験記号LB-1 炉内加熱温度



丸口グ円弧落し

一枚実加工

丸太径 18cm

防火2級加熱

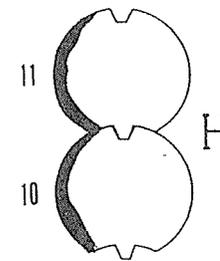
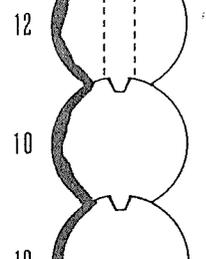
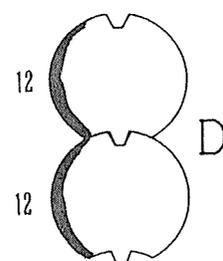
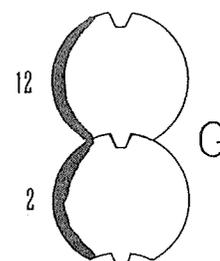
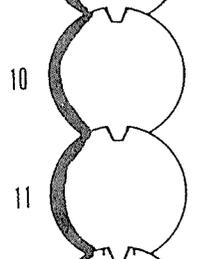
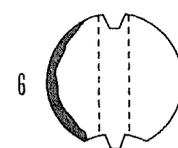
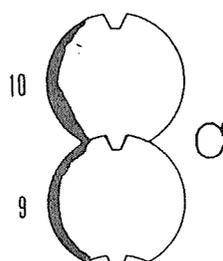
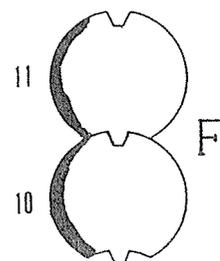
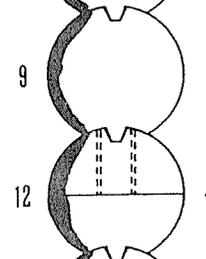
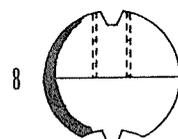
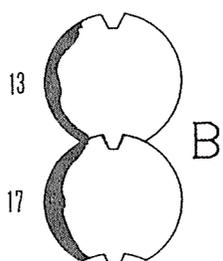
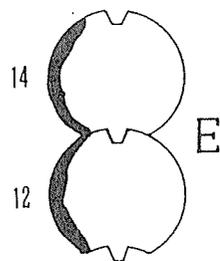
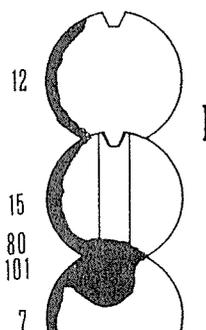
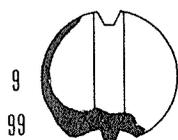
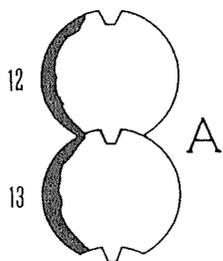
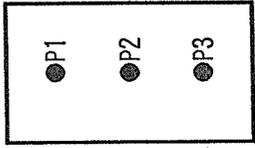
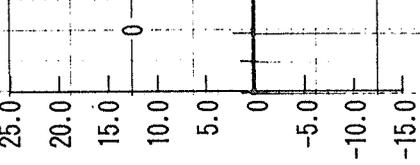


図4-24 識粒B-1 炭化深さ測定結果

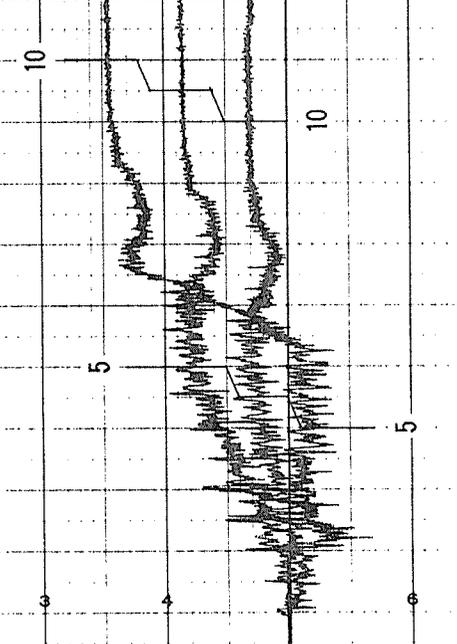
単位：mm



炉内压力 (Pa)



LB-1



15

P1

P2

P3

20

25

30

加熱時間 (分)

图4-25 试验炉LB-1 各部炉内压力变化

4. 2. 2 試験体記号LB-2：角ログ二枚実、断面寸法11×19cm

計 測 時 間：120分

加熱開始後加熱側では、5分20秒頃からログ表面が徐々に黒く変色した後、6分13秒頃にログ表面に着炎し、直ちに全体へと広がっていった。その後11分30秒頃から全体的に炎の勢いが衰え始め、17分頃に全体的に炎が消えログ表面が赤熱状態となった後、36分30秒頃に完全に赤熱状態（残じん）が確認できなくなった。その後は間欠的に試験体上部から火の粉が脱落してきた。

一方非加熱側では、6分14秒頃からログ継ぎ手部から（水蒸気混じりの）白煙が発生した。その後16分10秒頃に試験体側部を除き全体的に白煙量が停止し、120分に計測を終了したが、非加熱側には火炎貫通等の防火上の弱点となるような現象は発生しなかった。

各温度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ接合部の加熱面から深さ15mm位置では20.0分頃に最高227℃まで上昇し、深さ75mm位置では50.5分頃に最高66℃まで上昇し、裏面では111.0分頃に最高29℃まで上昇した。継ぎ手上部（ログ接合部）の加熱面から深さ15mm位置では20.0分頃に最高208℃まで上昇し、深さ75mm位置では44.0分頃に最高89℃まで上昇し、裏面では61.5分頃に最高51℃まで上昇した。ログ継手部中央の加熱側寄りでは22.0分頃に最高100℃まで上昇し、非加熱側寄りでは44.0分頃に最高93℃まで上昇し、裏面では82.0分頃に最高39℃まで上昇した。継ぎ手下部（ログ接合部）の加熱面から深さ15mm位置では16.5分頃に最高250℃まで上昇し、深さ75mm位置では41.0分頃に最高97℃まで上昇し、裏面では66.0分頃に最高32℃まで上昇した。ログ接合部の同一深さの温度の平均を図4-26に、ログ継ぎ手部周辺の同一深さの温度の平均を図4-27に、炉内加熱温度を図4-28に示す。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大15mm、平均11.4mm、ログ接合部では最大10mm、平均6.4mmであった。また継ぎ手上部のログ接合部では最大13mm、平均10.3mm、ログ継手部中央では最大12mm、平均10.3mm、継ぎ手下部のログ接合部では最大10mm、平均8.7mmであった。ログ壁体の炭化図を図4-29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10.0Pa、下(1/4)で3.7Paであった。炉内圧力変化を図4-30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：63.8 (×100℃・分)
- ・260℃を超える標準温度時間面積：63.4 (×100℃・分)
- ・加熱比率：1.01

- 加熱面より深さ約1.5cm
- - - 加熱面より深さ約7.5cm
- - - 裏面

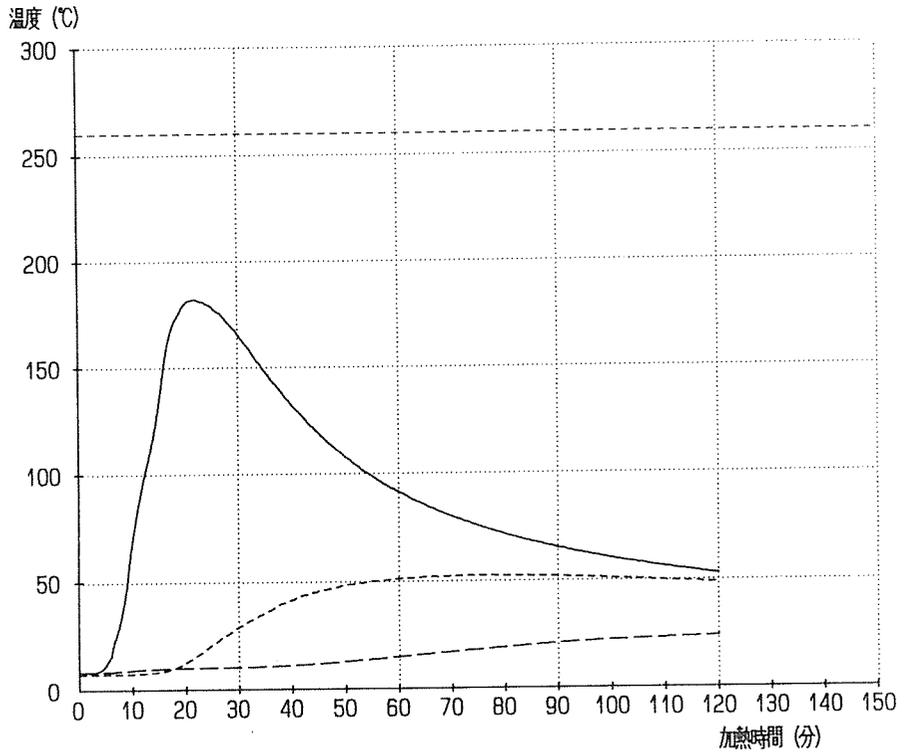


図4-26 試験機号LB-2 ログ一般接合部の温度平均

- 上部 加熱面より深さ約1.5cm
- - - 上部 加熱面より深さ約7.5cm
- - - 上部 裏面
- 中央部 内部加熱側
- - - 中央部 内部非加熱側
- - - 中央部 裏面
- 下部 加熱面より深さ約1.5cm
- - - 下部 加熱面より深さ約7.5cm
- - - 下部 裏面

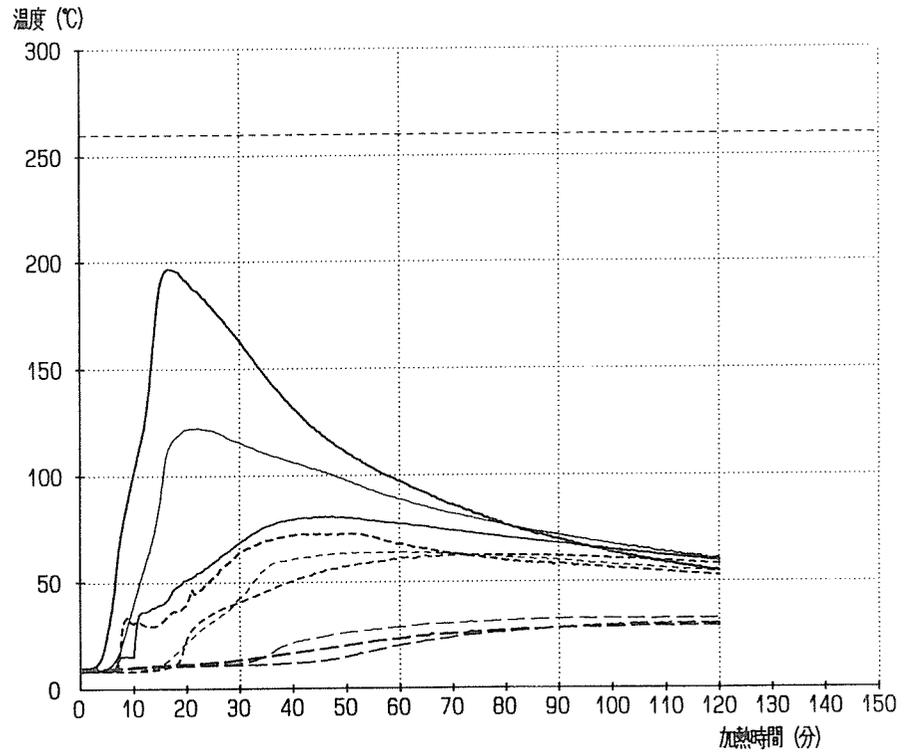


図4-27 試験機号LB-2 継ぎ手部周辺の温度平均

- 炉内1
- 炉内2
- 炉内3
- 炉内4
- 炉内5
- 炉内6
- 炉内7
- 炉内8
- 炉内9
- 防火2級特性曲線

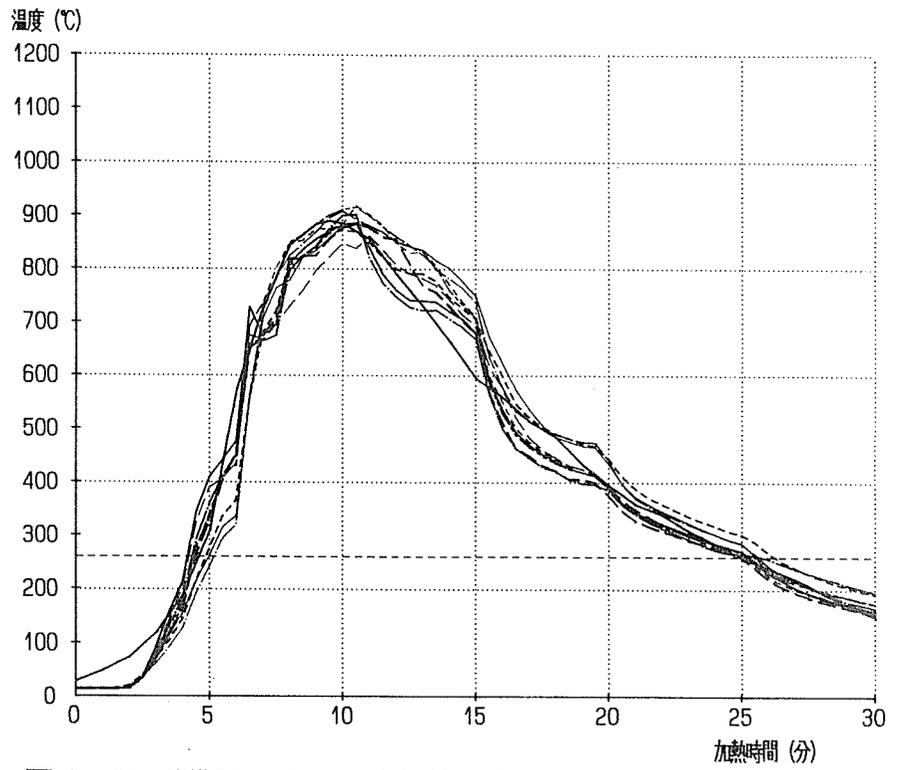
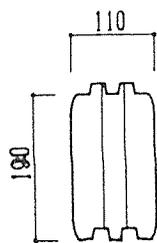
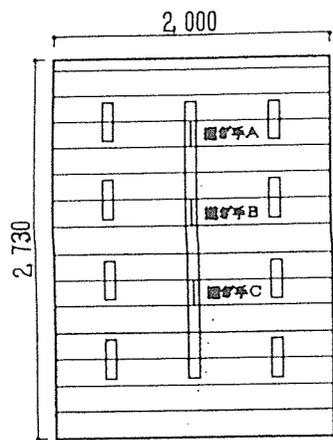
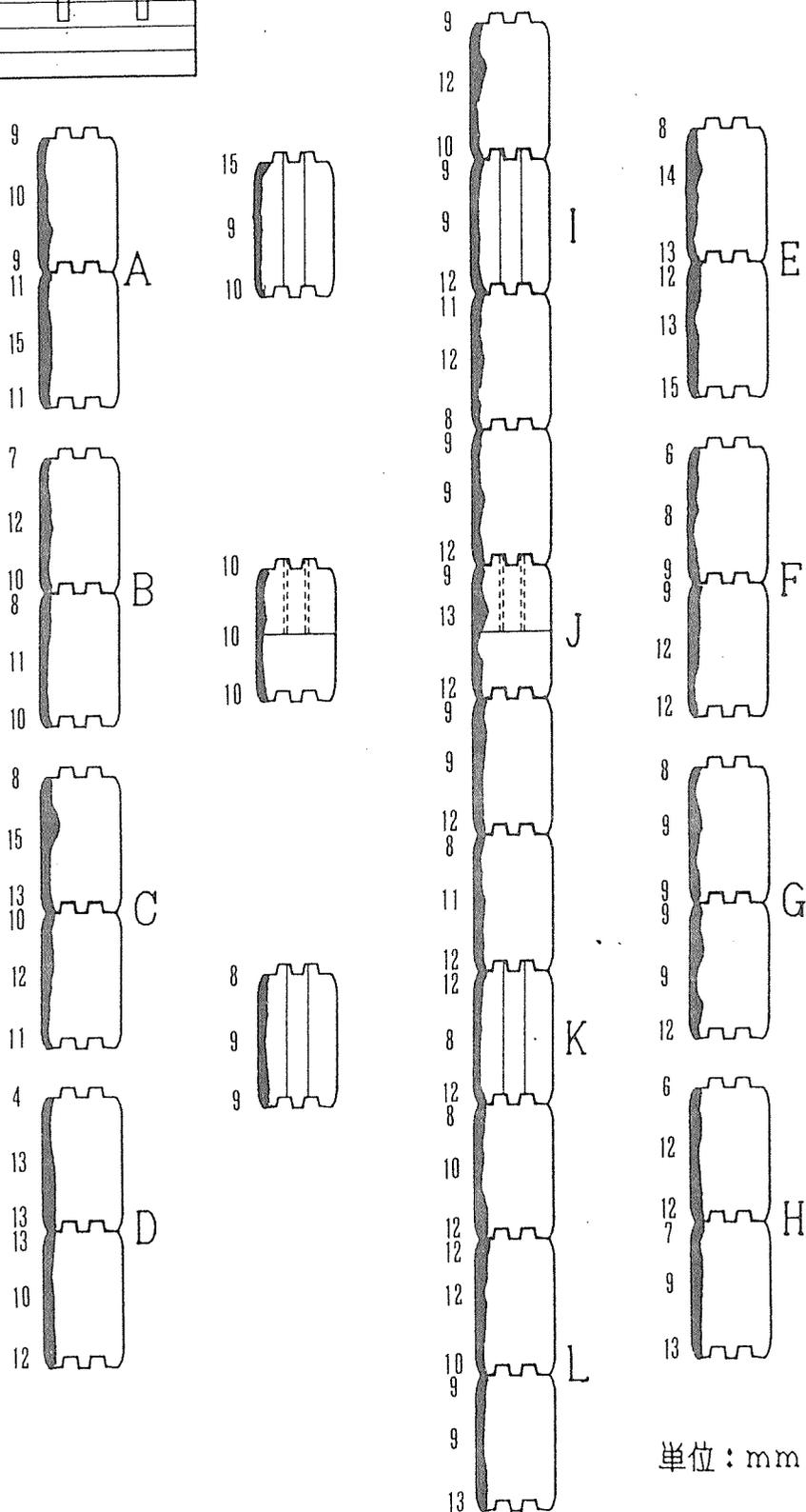


图4-28 試驗標号LB-2 炉内加熱温度

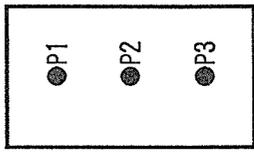


角口グ二枚実
110X190mm
防火2級加熱



単位：mm

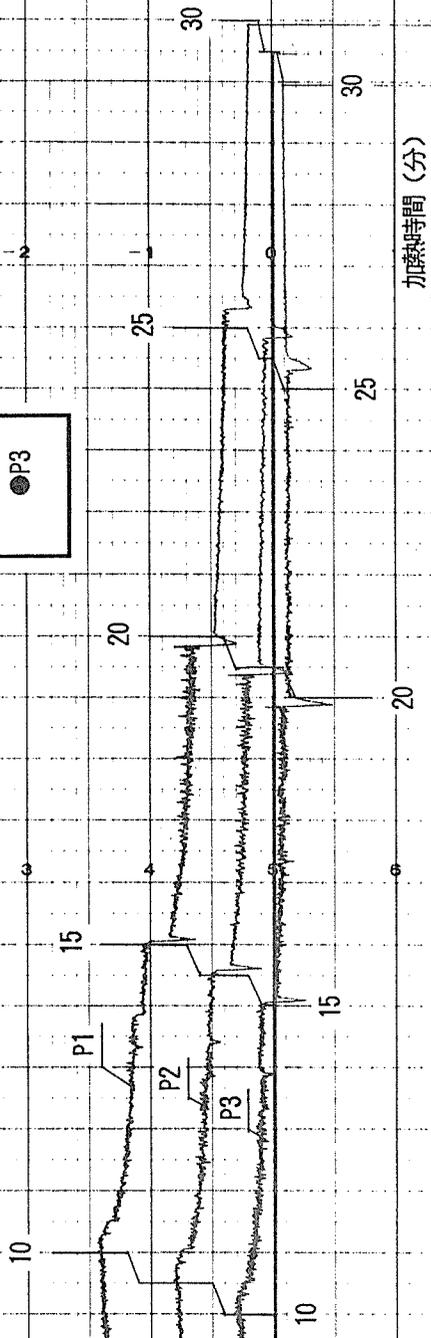
図4-29 試験片B-2 炭化深さ測定結果



炉内压力 (Pa)

25.0
20.0
15.0
10.0
5.0
0
-5.0
-10.0
-15.0

LB-2



加熱時間 (分)

図4-30 試験炉LB-2 各部炉内压力变化

4. 3 ログ壁体の準耐火性能－ログ壁体 I S O 載荷加熱試験体の実験結果

4. 3. 1 試験体記号 L C - 1 : 丸ログ小円弧落とし、丸太径19cm

袖壁との交差部形状：鞍型欠き加工

ログ取合部の接合方法：通しボルト、径13mm

加熱時間：45分

加熱開始後加熱側では、3分14秒頃からログ表面が徐々に黒く変色した後、3分37秒頃にログ表面に着炎し、直ちに全体へと広がっていった。9分20秒頃からは安定した燃焼となり、25分50秒頃にはログ表面に割れが確認されるようになった。

一方非加熱側では、3分20秒頃からログ継ぎ手部から、3分38秒頃からログ接合部から順次白煙が発生した。その後9分05秒頃に煙の影響でログ接合部が黒く変色した。その後31分16秒頃（他方は41分24秒頃）に雇い実継ぎ手の長ボルト穴上部に位置するログ接合部から火炎貫通したため、45分に加熱を終了した。

各温度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ接合部の加熱面から深さ20mm位置では30.8分頃に260℃を超え、最高351℃まで上昇し、深さ60mm位置では最高99℃まで上昇し、裏面では最高71℃まで上昇した。継ぎ手上部（ログ接合部）の加熱面から深さ20mm位置では36.0分頃に260℃を超え、最高325℃まで上昇し、深さ60mm位置では最高99℃まで上昇し、裏面では最高99℃まで上昇した。ログ継ぎ手部中央の加熱側寄りでは最高100℃まで上昇し、非加熱側寄りでは最高68℃まで上昇し、裏面では最高30℃まで上昇した。継ぎ手下部（ログ接合部）の加熱面から深さ20mm位置では最高230℃まで上昇し、深さ60mm位置では最高92℃まで上昇し、裏面では最高68℃まで上昇した。ログ接合部の同一深さの温度の平均を図4-31に、ログ継ぎ手部周辺の同一深さの温度の平均を図4-32に、炉内加熱温度を図4-33に示す。

約6.5tの載荷荷重による最大変位は、軸方向では下部・左が7.9mm、面外方向では中央部・左が9.2mmであった。軸・面外方向最大変位、載荷荷重変化を図4-34に示す。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大51mm、平均39.3mm、ログ接合部では最大52mm、平均33.5mmであった。また継ぎ手上部のログ接合部では最大37mm、平均34.0mm、ログ継ぎ手部中央では最大44mm、平均38.0mm、継ぎ手下部のログ接合部では最大47mm、平均36.0mmであった。ログ壁体の炭化図を図4-35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19.0Pa、中央(1/2)で11.3Pa、下(1/4)で4.4Paであった。炉内圧力変化を図4-36に示す。

- ・燃料消費量（プロパンガス）：13.7 (m³)
- ・260℃を超える加熱温度時間面積：231.6 (x100℃・分)
- ・260℃を超える標準温度時間面積：218.7 (x100℃・分)
- ・加熱比率：1.06

- 加熱面より深さ約2 cm
- - - - 加熱面より深さ約6 cm
- · — · 裏面

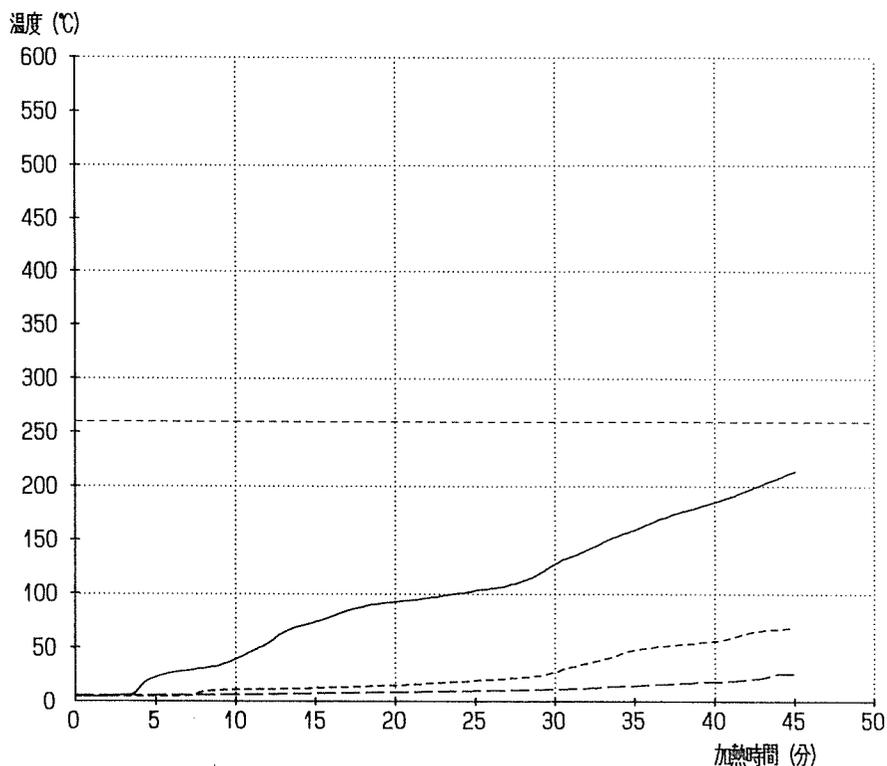


図4-31 試験体C-1 ログ一般接合部の温度平均

- 上部 加熱面寄り深さ約2 cm
- - - - 上部 加熱面より深さ約6 cm
- · — · 上部 裏面
- 中央部 内部加熱側
- - - - 中央部 内部非加熱側
- · — · 中央部 裏面
- 下部 加熱面より深さ約2 cm
- - - - 下部 加熱面より深さ約6 cm
- · — · 下部 裏面

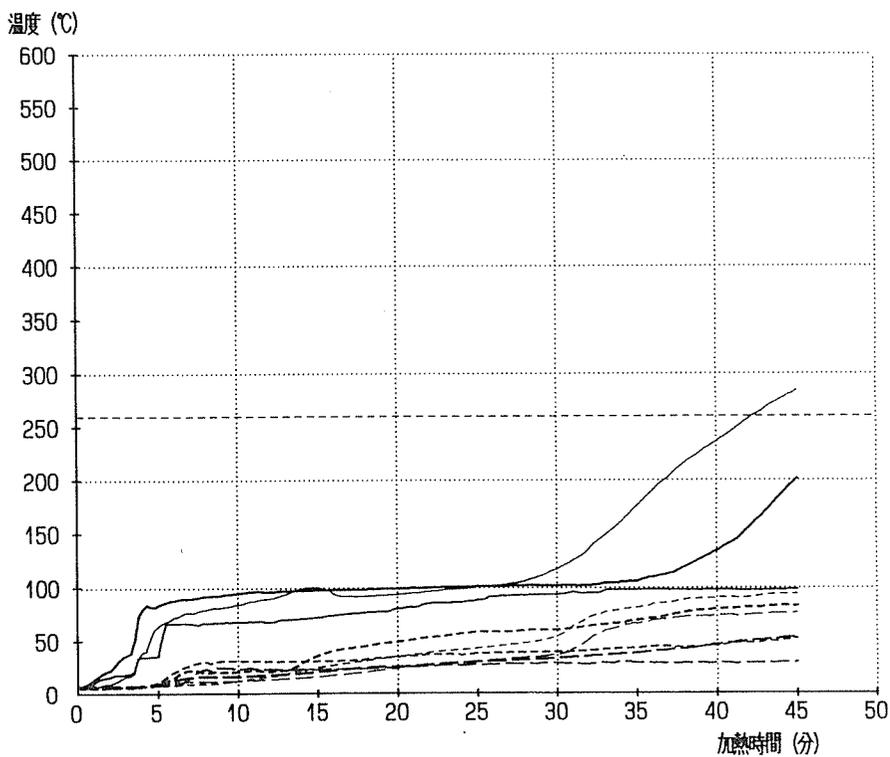


図4-32 試験体C-1 継ぎ手部周辺の温度平均

- 炉内1
- 炉内2
- 炉内3
- 炉内4
- 炉内5
- 炉内6
- 炉内7
- 炉内8
- 炉内9
- ISO標準曲線

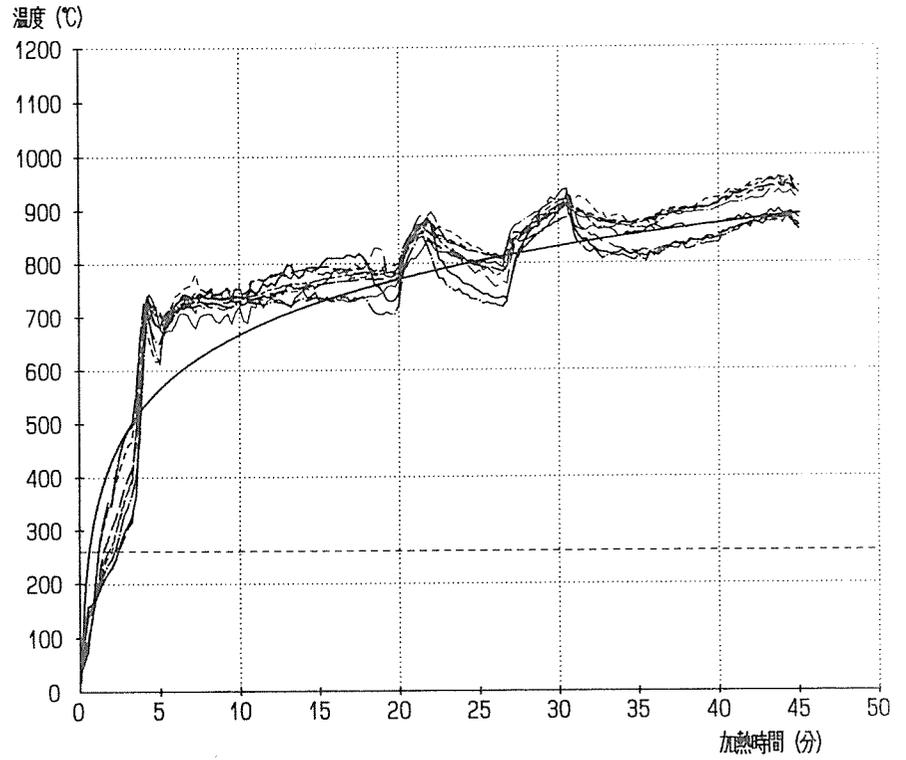


図4-33 試験機号LC-1 炉内加熱温度

- 軸方向最大変位
- 面外方向最大変位
- 載荷荷重

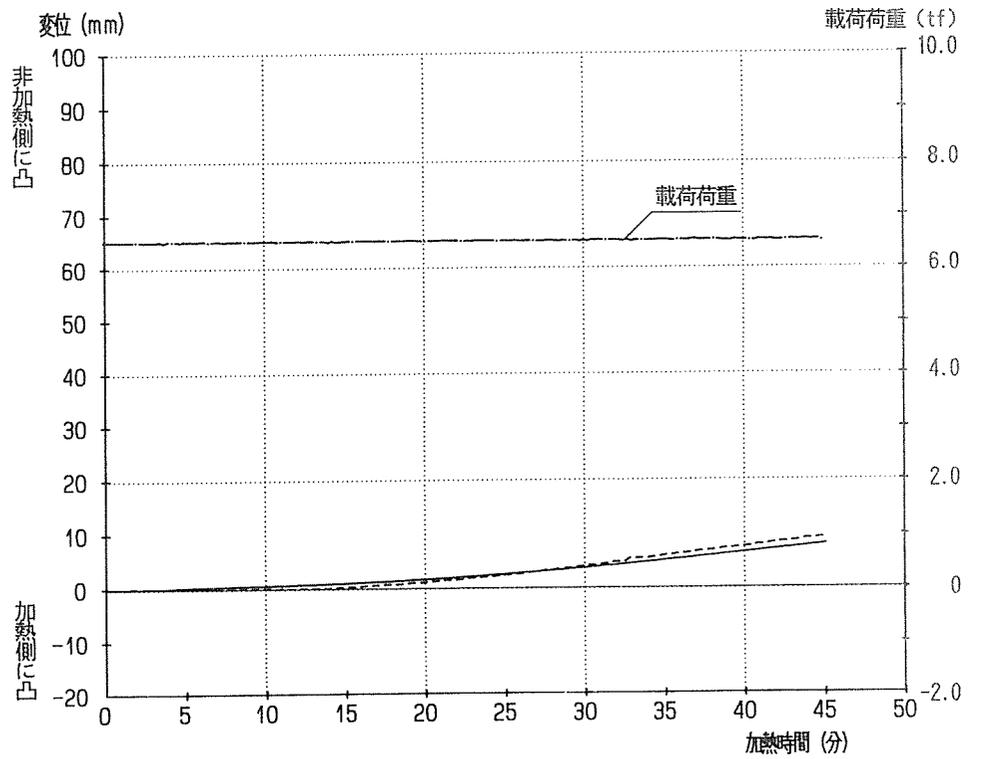
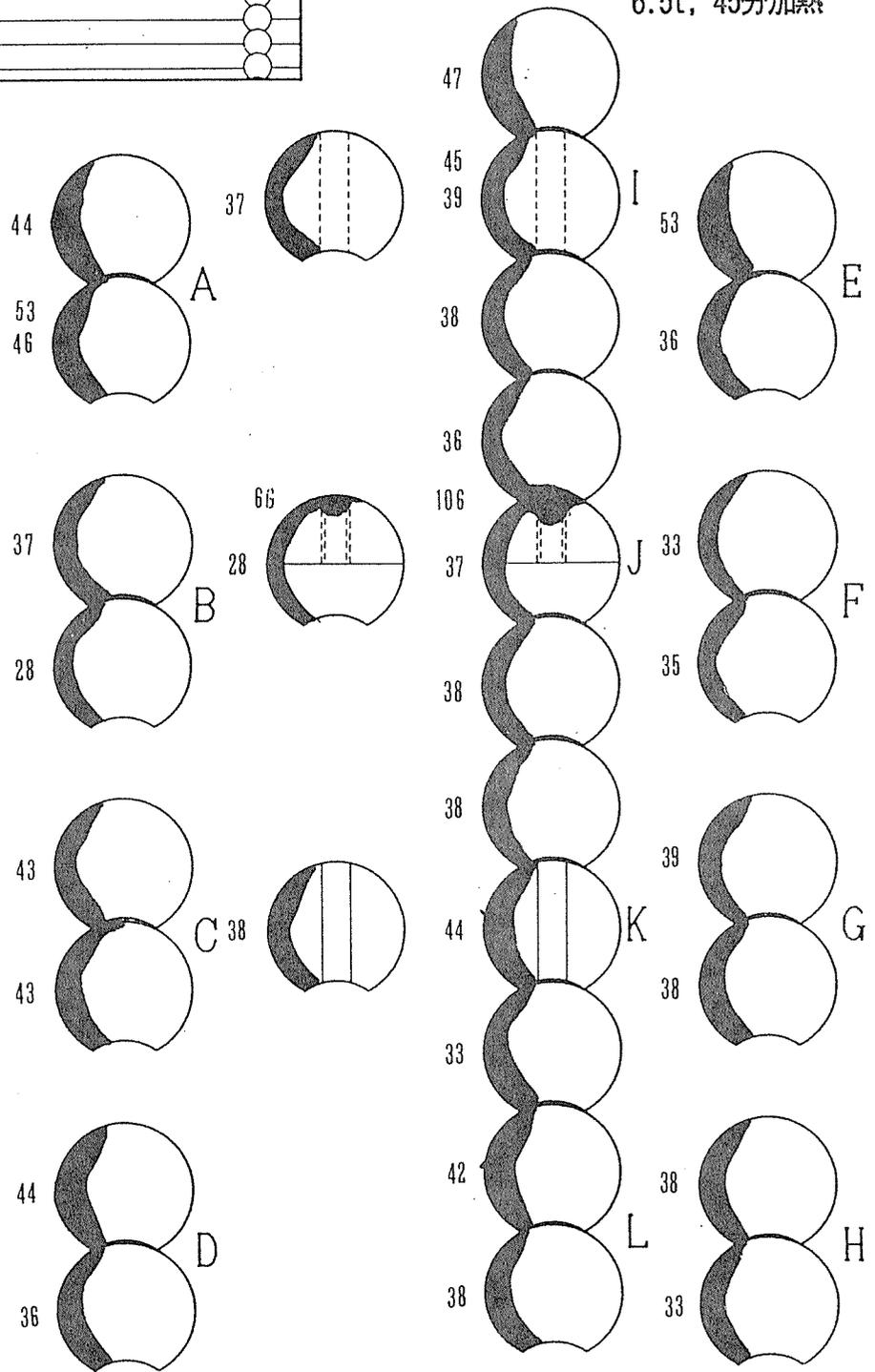
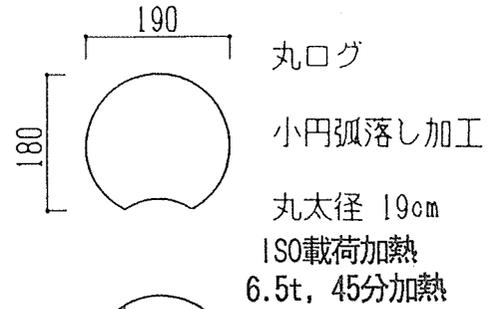
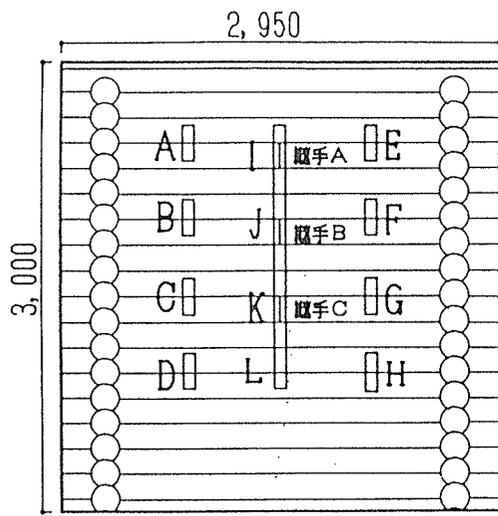
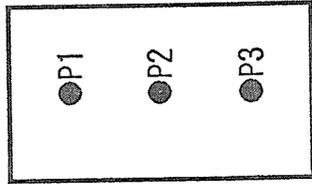


図4-34 試験機号LC-1 軸・面外方向最大変位、載荷荷重変化

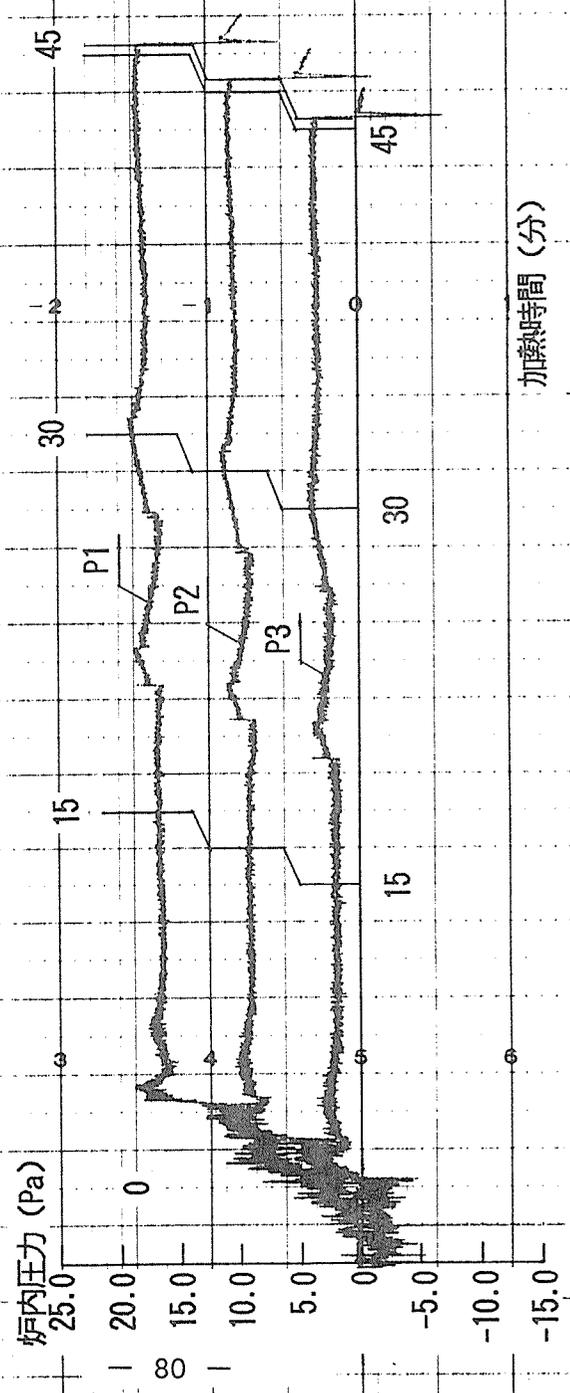


単位：mm

図4-35 試験体乳C-1 炭化深さ測定結果



LC-1



加熱時間 (分)

圖4-36 爐內壓力LC-1 各部內壓力變化

4. 3. 2 試験体記号 LC - 2 : 角ログ二枚実、断面寸法 9×15cm

袖壁との交差部形状 : 鎌欠き加工

ログ取合部の接合方法 : 通しボルト、径13mm

加熱時間 : 36分

加熱開始後加熱側では、3分03秒頃にログ表面に着炎し、4分05秒頃に全体へと広がっていった。その後14分20秒頃からログ表面からの脱落物が発生するようになった。

一方非加熱側では、9分45秒頃からログ接合部（袖壁との交差部付近）から、21分55秒頃からログ継ぎ手部から順次白煙が発生し、30分頃には継ぎ手周辺が黒く変色するようになった。その後34分頃から試験体が大きく座屈したため、36分に加熱を終了した。

各温度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ接合部の加熱面から深さ15mm位置では22.9分頃に260℃を超え、最高434℃まで上昇し、深さ60mm位置では最高97℃まで上昇し、裏面では最高59℃まで上昇した。継ぎ手上部（ログ接合部）の加熱面から深さ15mm位置では23.1分頃に260℃を超え、最高373℃まで上昇し、深さ60mm位置では最高101℃まで上昇し、裏面では最高85℃まで上昇した。ログ継ぎ手部中央の加熱側寄りでは最高230℃まで上昇し、非加熱側寄りでは最高99℃まで上昇し、裏面では最高76℃まで上昇した。継ぎ手下部（ログ接合部）の加熱面から深さ15mm位置では21.7分頃に260℃を超え、最高464℃まで上昇し、深さ60mm位置では最高93℃まで上昇し、裏面では最高73℃まで上昇した。ログ接合部の同一深さの温度の平均を図4-37に、ログ継ぎ手部周辺の同一深さの温度の平均を図4-38に、炉内加熱温度を図4-39に示す。

約6.5tの載荷荷重による最大変位は、軸方向では下部・中央が17.7mm、面外方向では中央部・左が82.7mmであった。軸・面外方向最大変位、載荷荷重変化を図4-40に示す。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大21mm、平均18.0mm、ログ接合部では最大29mm、平均20.5mmであった。また継ぎ手上部のログ接合部では最大30mm、平均26.0mm、ログ継ぎ手部中央では最大20mm、平均18.3mm、継ぎ手下部のログ接合部では最大30mm、平均22.7mmであった。ログ壁体の炭化図を図4-41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10.0Pa、下(1/4)で3.4Paであった。炉内圧力変化を図4-42に示す。

- ・燃料消費量（プロパンガス） : 10.9 (m³)
- ・260℃を超える加熱温度時間面積 : 177.6 (×100℃・分)
- ・260℃を超える標準温度時間面積 : 163.3 (×100℃・分)
- ・加熱比率 : 1.09

- 加熱面より深さ約1.5cm
- - - - 加熱面より深さ約6cm
- - - - 裏面

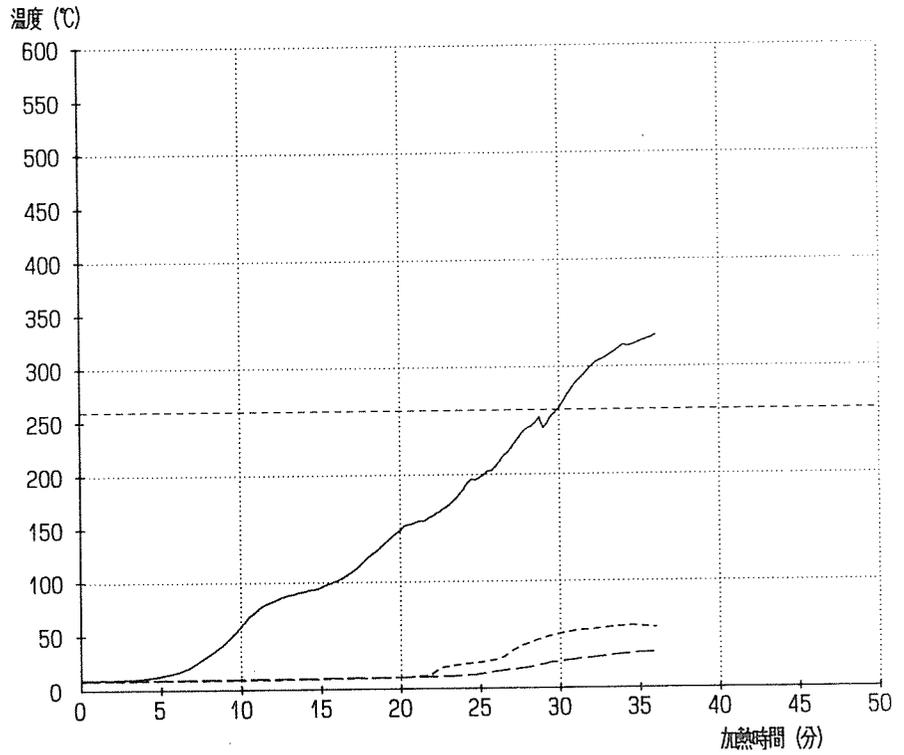


図4-37 試験体記号LC-2 ログー一般接合部の温度平均

- 上部 加熱面より深さ約1.5cm
- - - - 上部 加熱面より深さ約6cm
- - - - 上部 裏面
- 中央部 内部加熱側
- - - - 中央部 内部非加熱側
- - - - 中央部 裏面
- 下部 加熱側より深さ約1.5cm
- - - - 下部 加熱面より深さ約6cm
- - - - 下部 裏面

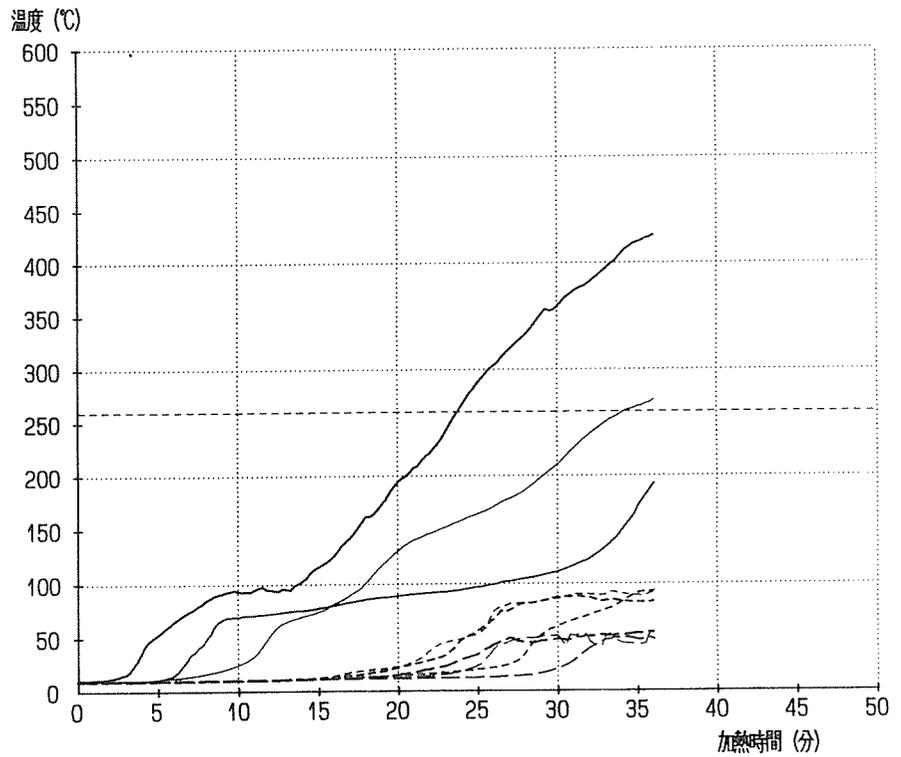


図4-38 試験体記号LC-2 継ぎ手部周辺の温度平均

- 炉内 1
- 炉内 2
- 炉内 3
- 炉内 4
- 炉内 5
- 炉内 6
- 炉内 7
- 炉内 8
- 炉内 9
- ISO標準曲線

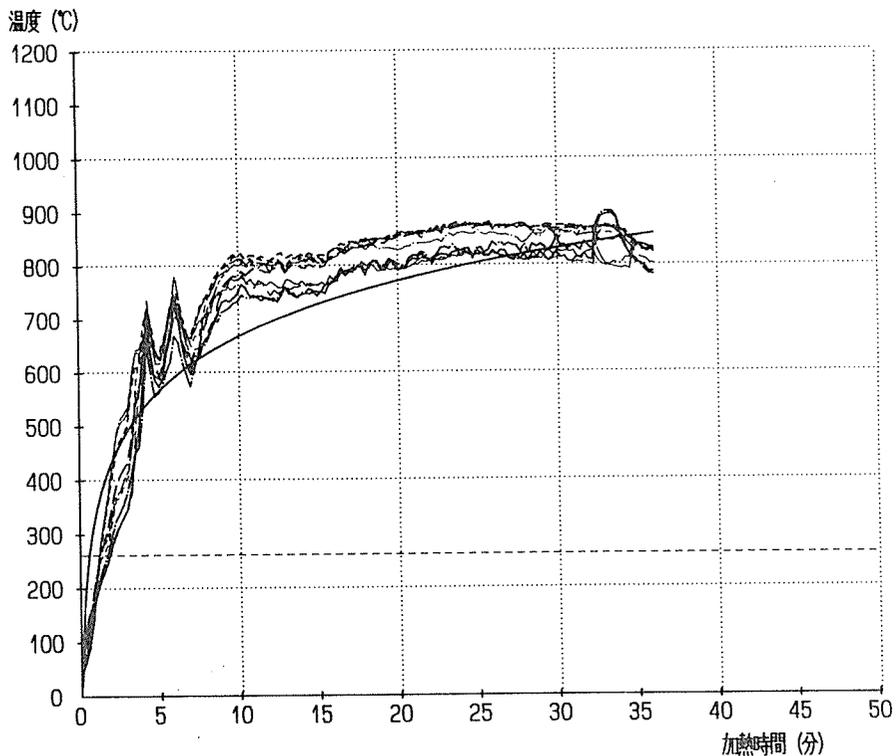


図4-39 試験体記号LC-2 炉内加熱温度

- 軸方向最大変位
- 面外方向最大変位
- 載荷荷重

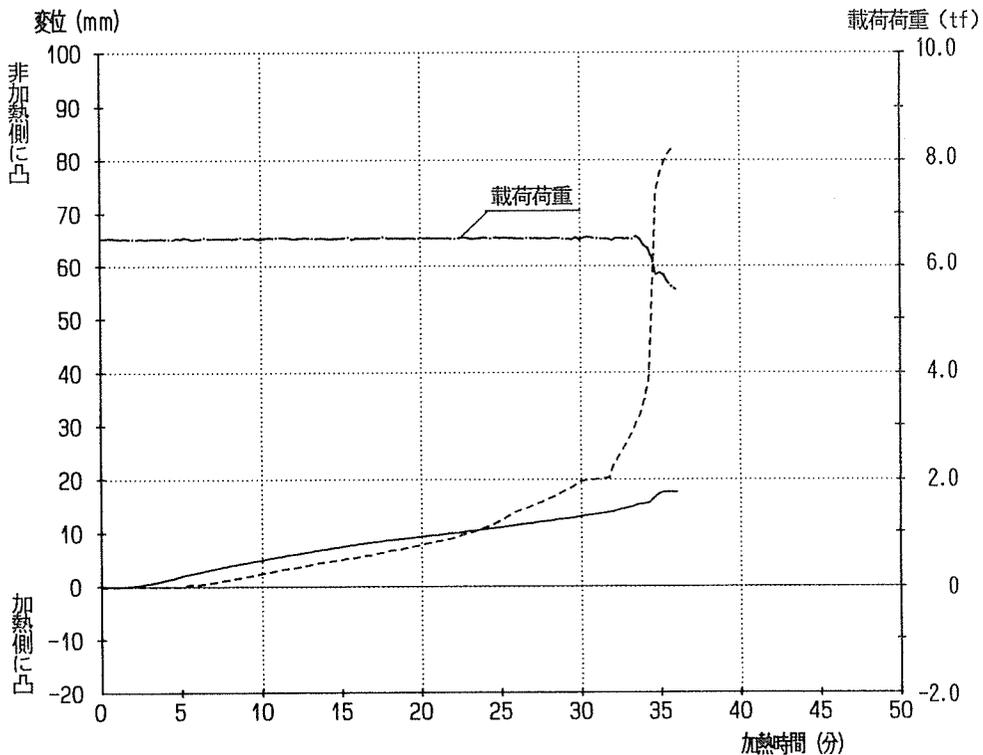
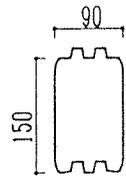
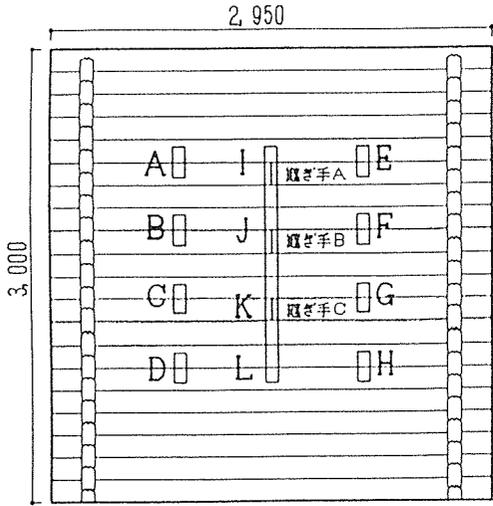


図4-40 試験体記号LC-2 軸・面外方向最大変位、載荷荷重変化



角ログ二枚実

90×150mm

ISO载荷加熱
6.5t, 36分加熱

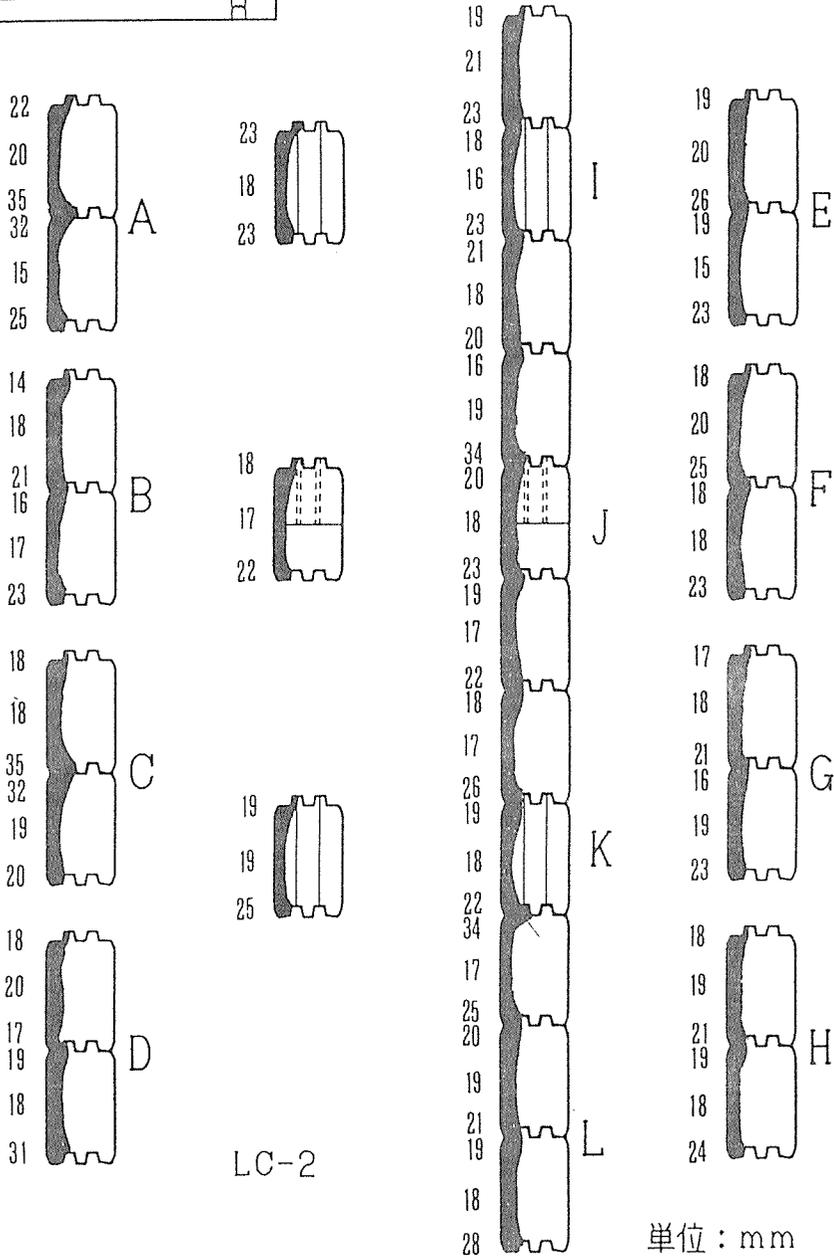
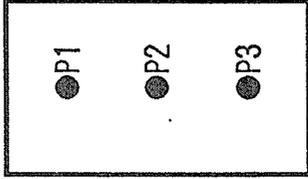


図4-41 試料LC-2 炭化深さ測定結果



LC-2

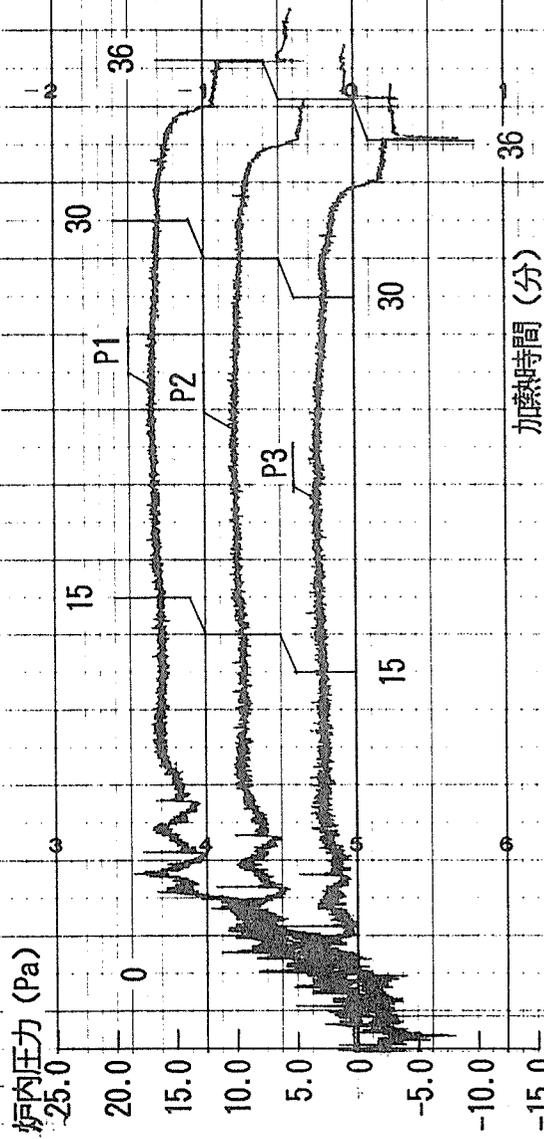


図4-42 試験炉LC-2 各部炉内圧力変化

4. 3. 3 試験体記号 LC-3 : 角ログ二枚実、断面寸法11×19cm

袖壁との交差部形状 : 鎌欠き加工

ログ取合部の接合方法 : 通しボルト、径13mm

加熱時間 : 68分

加熱開始後加熱側では、2分20秒頃からログ表面が徐々に黒く変色した後、2分40秒頃にログ表面に着炎し、3分20秒頃に全体へと広がっていった。その後11分頃からログ表面からの脱落物が発生するようになった。

一方非加熱側では、3分24秒頃からログ継ぎ手部から、11分06秒頃からログ接合部（袖壁との交差部付近）から順次白煙が発生し、23分49秒頃から袖壁周辺部の白煙発生が著しく増していった。その後49分55秒頃から全体的に白煙発生箇所位置するログ表面が変色し（濡れ）、67分30秒頃から試験体が大きく座屈したため、68分に加熱を終了した。

各温度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ接合部の加熱面から深さ15mm位置では20.8分頃に260℃を超え、最高815℃まで上昇し、深さ75mm位置では62.7分頃に260℃を超え、最高327℃まで上昇し、裏面では最高56℃まで上昇した。継ぎ手上部（ログ接合部）の加熱面から深さ15mm位置では18.3分頃に260℃を超え、最高840℃まで上昇し、深さ75mm位置では最高193℃まで上昇し、裏面では最高75℃まで上昇した。ログ継ぎ手部中央の加熱側寄りでは44.0分頃に260℃を超え、最高534℃まで上昇し、非加熱側寄りでは最高119℃まで上昇し、裏面では最高71℃まで上昇した。継ぎ手下部（ログ接合部）の加熱面から深さ15mm位置では21.6分頃に260℃を超え、最高690℃まで上昇し、深さ75mm位置では最高107℃まで上昇し、裏面では最高90℃まで上昇した。ログ接合部の同一深さの温度の平均を図4-43に、ログ継ぎ手部周辺の同一深さの温度の平均を図4-44に、炉内加熱温度を図4-45に示す。

約6.5tの載荷荷重による最大変位は、軸方向では上部・右が31.2mm、面外方向では中央部・左が85.7mmであった。軸・面外方向最大変位、載荷荷重変化を図4-46に示す。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大48mm、平均40.3mm、ログ接合部では最大74mm、平均53.2mmであった。また継ぎ手上部のログ接合部では最大58mm、平均58.0mm、ログ継ぎ手部中央では最大45mm、平均44.3mm、継ぎ手下部のログ接合部では最大60mm、平均55.0mmであった。ログ壁体の炭化図を図4-47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10.2Pa、下(1/4)で3.7Paであった。炉内圧力変化を図4-48に示す。

- ・燃料消費量（プロパンガス） : 20.7 (m³)
- ・260℃を超える加熱温度時間面積 : 391.7 (x100℃・分)
- ・260℃を超える標準温度時間面積 : 371.7 (x100℃・分)
- ・加熱比率 : 1.05

- 加熱面より深さ約1.5cm
- - - - 加熱面より深さ約7.5cm
- - - - 裏面

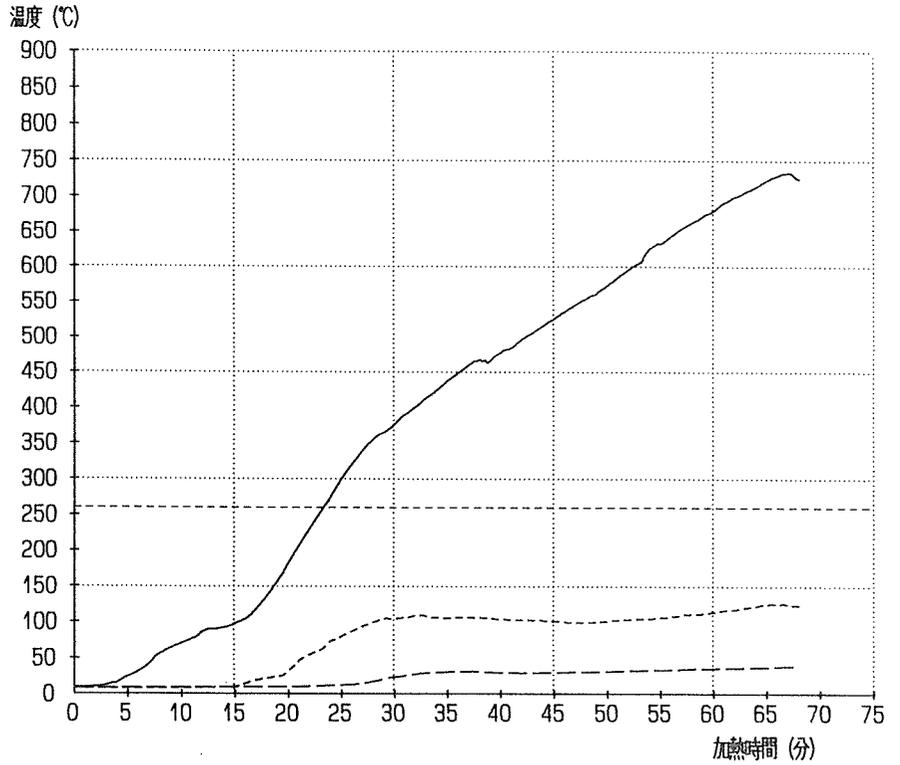


図4-43 試験機号LC-3 ログー一般接合部の温度平均

- 上部 加熱面より深さ約1.5cm
- - - - 上部 加熱面より深さ約7.5cm
- - - - 上部 裏面
- 中央部 内部加熱側
- - - - 中央部 内部非加熱側
- - - - 中央部 裏面
- 下部 加熱面より深さ約1.5cm
- - - - 下部 加熱面より深さ約7.5cm
- - - - 下部 裏面

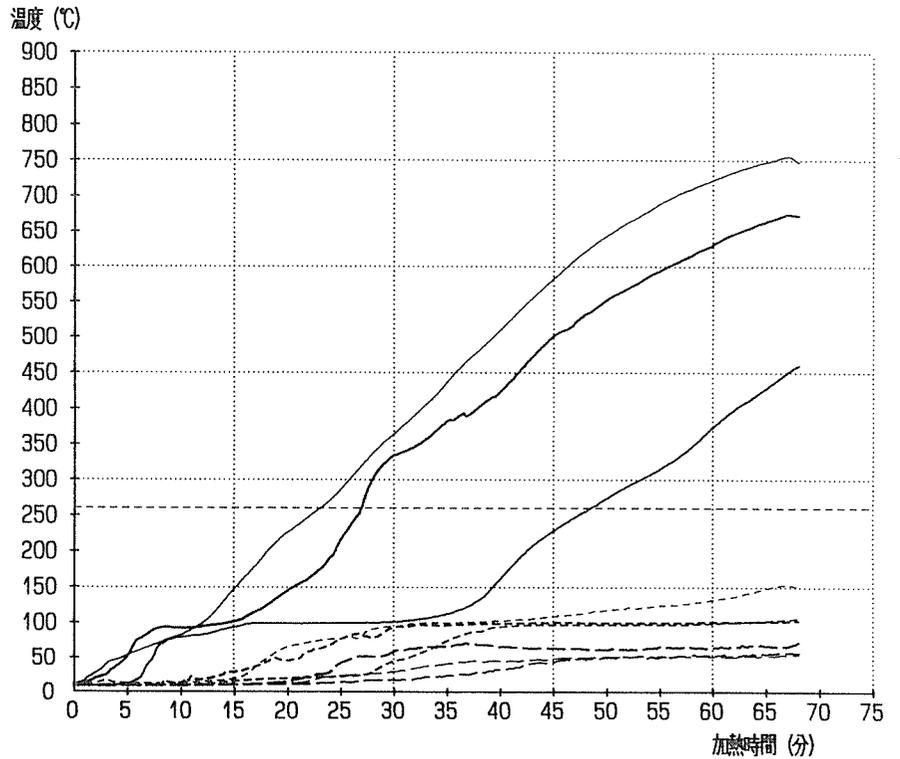


図4-44 試験機号LC-3 継ぎ手部周辺の温度平均

- 炉内1
- 炉内2
- 炉内3
- 炉内4
- 炉内5
- 炉内6
- 炉内7
- 炉内8
- 炉内9
- ISO標準曲線

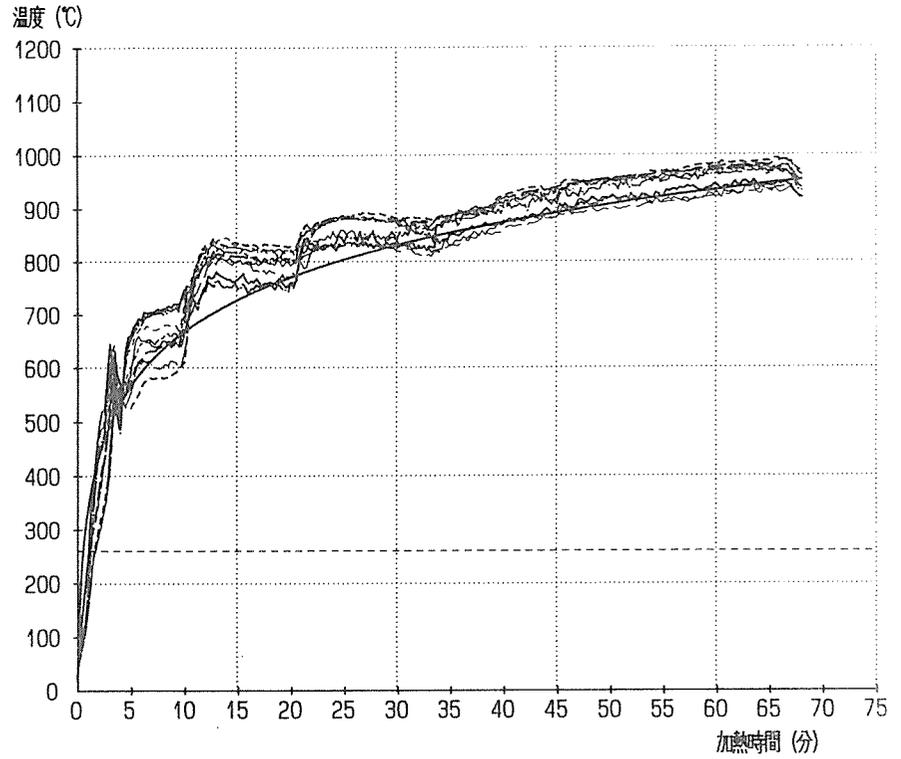


図4-45 試験体記号LC-3 炉内加熱温度

- 軸方向最大変位
- 面外方向最大変位
- 載荷荷重

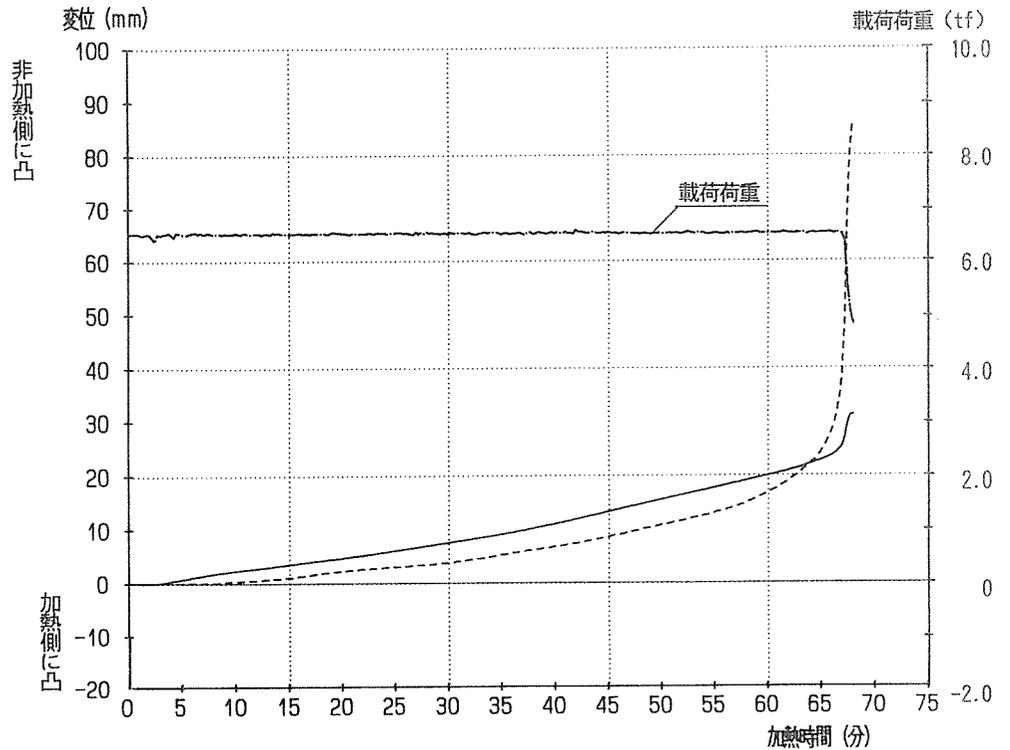


図4-46 試験体記号LC-3 軸・面外方向最大変位、載荷荷重変化

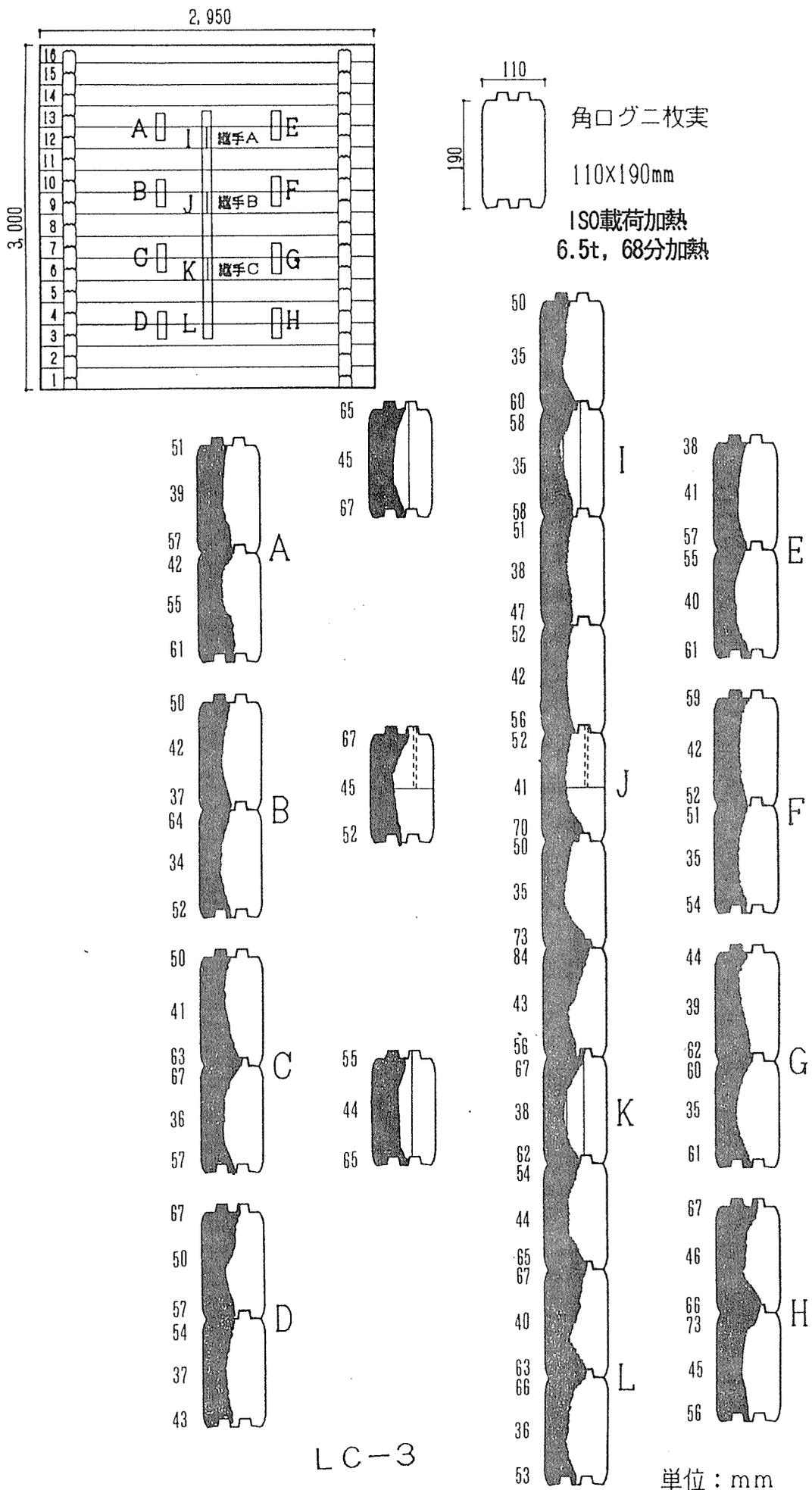


図4-47 試験片LC-3 炭化深さ測定結果

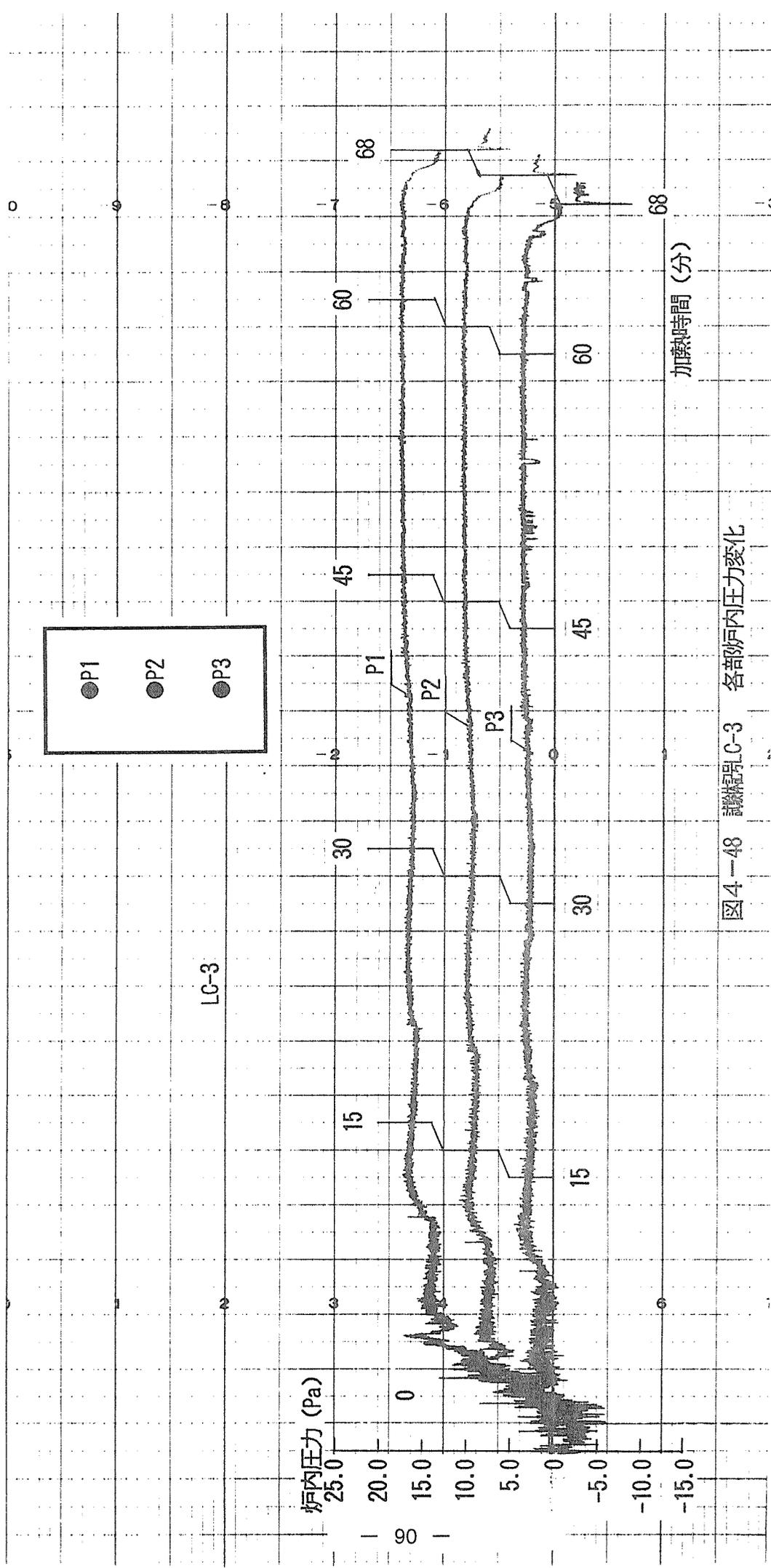


図4-48 試験炉LC-3 各部炉内圧力変化

4. 3. 4 試験体記号 LC - 4 : 丸ログ小円弧落とし、丸太径19cm

袖壁との交差部形状：鞍型欠き加工

ログ取合部の接合方法：木製ダボ、径30mm

加熱時間：150分

加熱開始後加熱側では、2分34秒頃からログ表面が徐々に黒く変色した後、3分42秒頃にログ表面に着炎し、直ちに全体へと広がっていった。その後6分10秒頃からログ表面からの脱落物（炭化層、発泡材等）が発生するようになった。

一方非加熱側では、3分51秒頃からログ継ぎ手部から、4分29秒頃からログ接合部（袖壁との交差部付近）から順次白煙が発生し、10分20秒頃からダボ穴に接するログ接合部から白煙が発生した。その後あちらこちらから白煙が発生し、しだいに煙発生箇所のログ表面が黒く変色していった。その後軸方向への変位が大きくなり、載荷が困難になったため、150分に加熱を終了した。

各よ度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ接合部の加熱面から深さ20mm位置では41.7分頃に260℃を超え、最高992℃まで上昇し、深さ60mm位置では113.5分頃に260℃を超え、最高683℃まで上昇し、裏面では最高98℃まで上昇した。継ぎ手上部（ログ接合部）の加熱面から深さ20mm位置では41.3分頃に260℃を超え、最高880℃まで上昇し、深さ60mm位置では121.2分頃に260℃を超え、最高447℃まで上昇し、裏面では最高108℃まで上昇した。ログ継ぎ手部中央の加熱側寄りでは98.8分頃に260℃を超え、最高744℃まで上昇し、非加熱側寄りでは最高124℃まで上昇し、裏面では最高84℃まで上昇した。継ぎ手下部（ログ接合部）の加熱面から深さ20mm位置では36.2分頃に260℃を超え、最高919℃まで上昇し、深さ60mm位置では114.0分頃に260℃を超え、最高508℃まで上昇し、裏面では最高104℃まで上昇した。ログ接合部の同一深さの温度の平均を図4-49に、ログ継ぎ手部周辺の同一深さの温度の平均を図4-50に、炉内加熱温度を図4-51に示す。

約6.5tの載荷荷重による最大変位は、軸方向では上部・中が44.8mm、面外方向では中央部・右が68.5mmであった。軸・面外方向最大変位、載荷荷重変化を図4-52に示す。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大109mm、平均75.8mm、ログ接合部では最大80mm（火炎貫通）、平均69.9mmであった。また継ぎ手上部のログ接合部では最大80mm（火炎貫通）、平均69.7mm、ログ継ぎ手部中央では最大90mm、平均86.7mm、継ぎ手下部のログ接合部では最大80mm（火炎貫通）、平均74.7mmであった。ログ壁体の炭化図を図4-53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9.7Pa、下(1/4)で2.9Paであった。炉内圧力変化を図4-54に示す。

- ・燃料消費量（プロパンガス）：55.4 (m³)
- ・260℃を超える加熱温度時間面積：1043.9 (x100℃・分)
- ・260℃を超える標準温度時間面積：1010.7 (x100℃・分)
- ・加熱比率：1.03

- 加熱面より深さ約2 cm
- - - 加熱面より深さ約6 cm
- - - 裏面

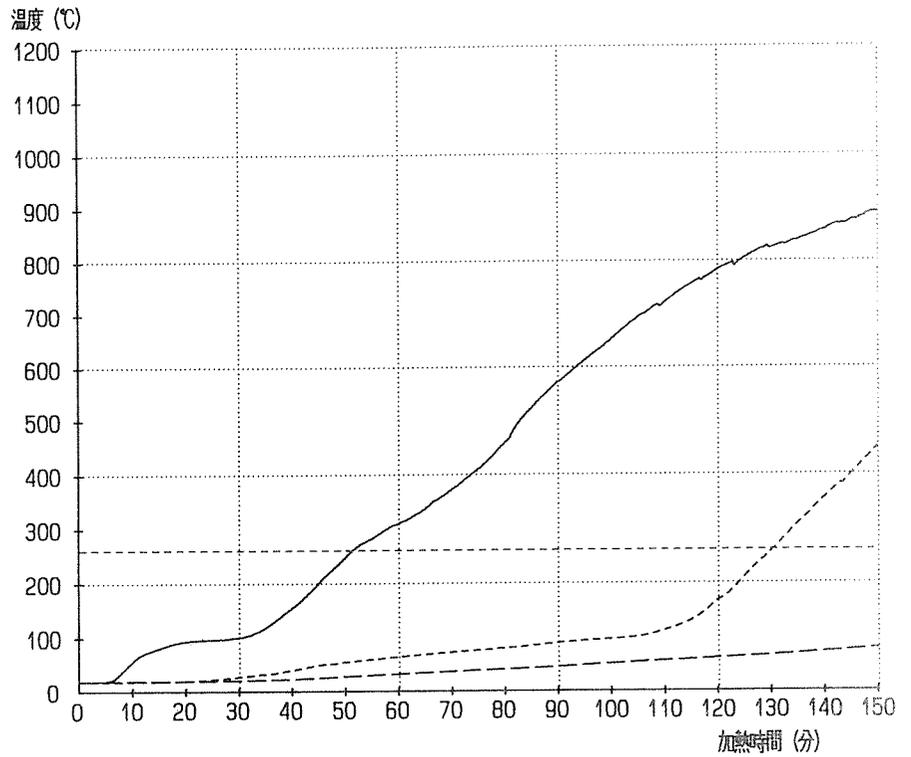


図4-49 試験体号C-4 ログー一般接合部の温度平均

- 上部 加熱面より深さ約2 cm
- - - 上部 加熱面より深さ約6 cm
- - - 上部 裏面
- 中央部 内部加熱側
- - - 中央部 内部非加熱側
- - - 中央部 裏面
- 下部 加熱面より深さ約2 cm
- - - 下部 加熱面より深さ約6 cm
- - - 下部 裏面

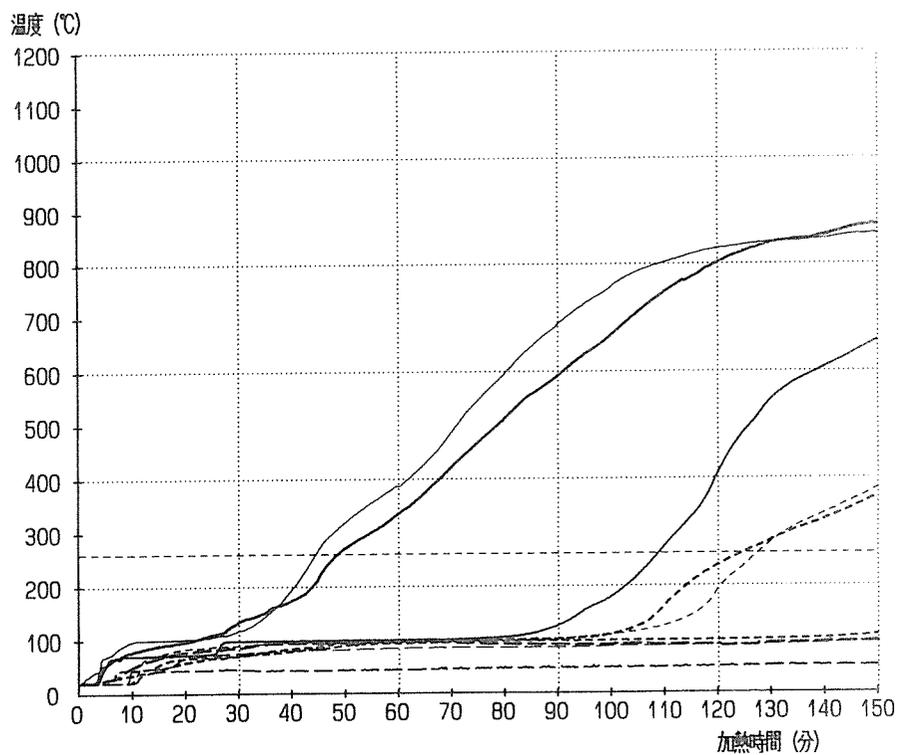


図4-50 試験体号C-4 継ぎ手部周辺の温度平均

- 炉内1
- - - 炉内2
- - - 炉内3
- - - 炉内4
- - - 炉内5
- 炉内6
- - - 炉内7
- - - 炉内8
- 炉内9
- ISO標準曲線

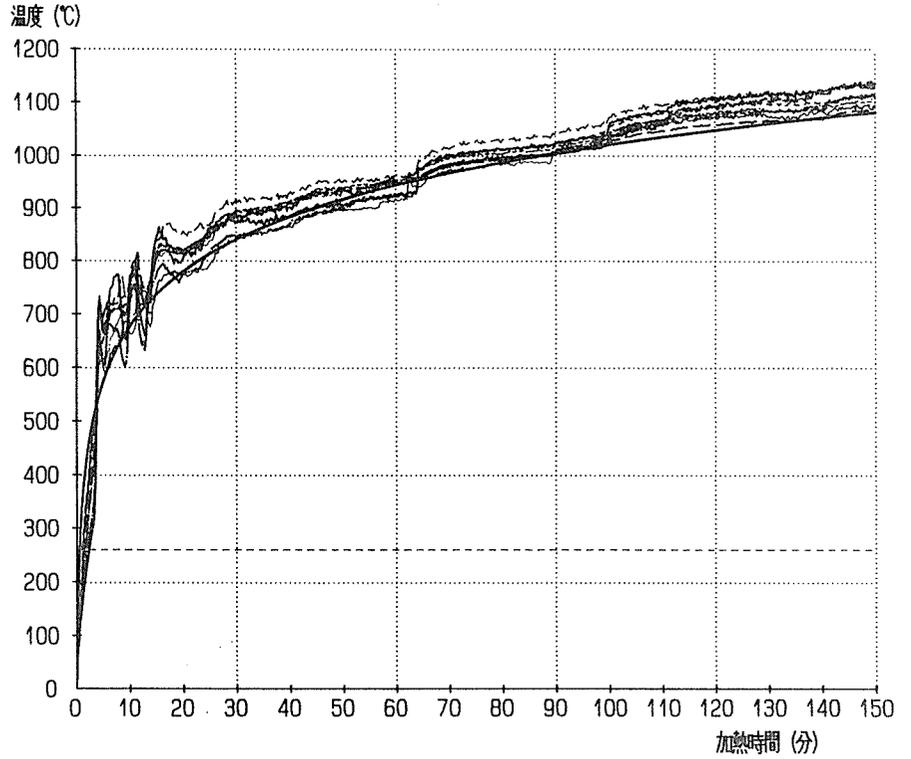


図4-51 試験機LC-4 炉内加熱温度

- 軸方向最大変位
- - - 面外方向最大変位
- 載荷荷重

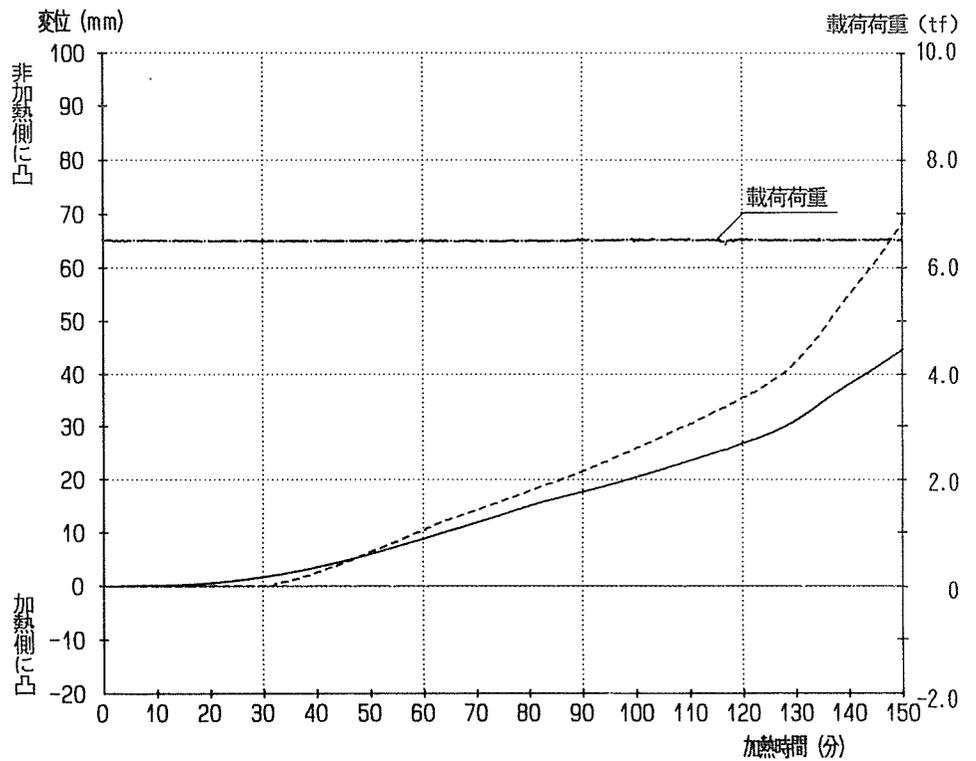
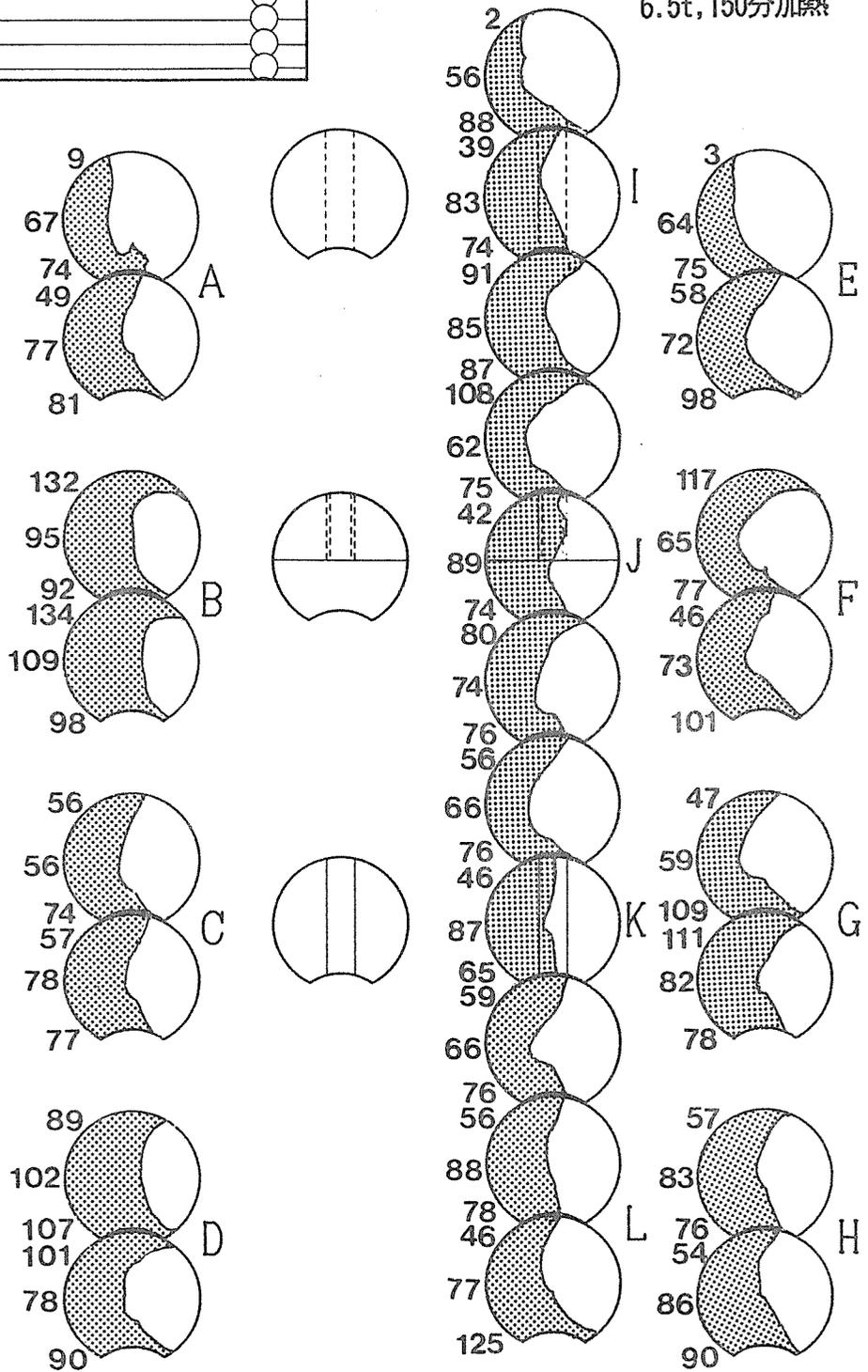
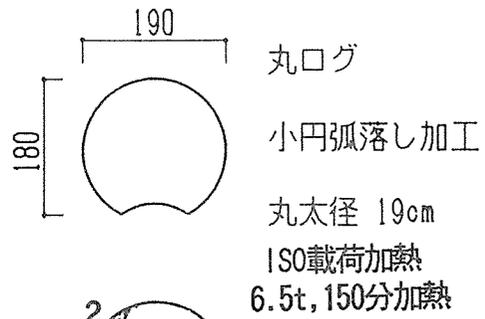
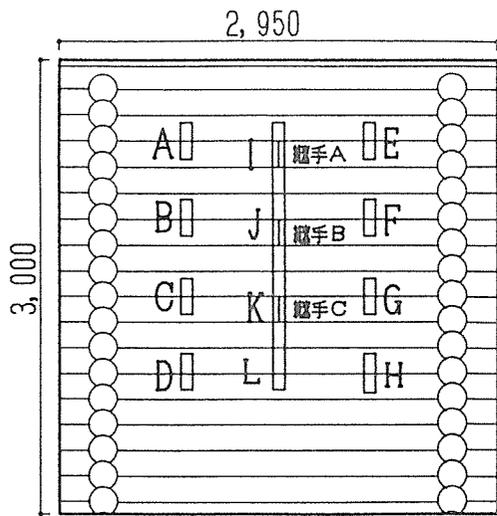


図4-52 試験機LC-4 軸・面外方向最大変位、載荷荷重変化



単位：mm

図4-53 試験記号LC-4 炭化深さ測定結果

試験体記号：LC-4

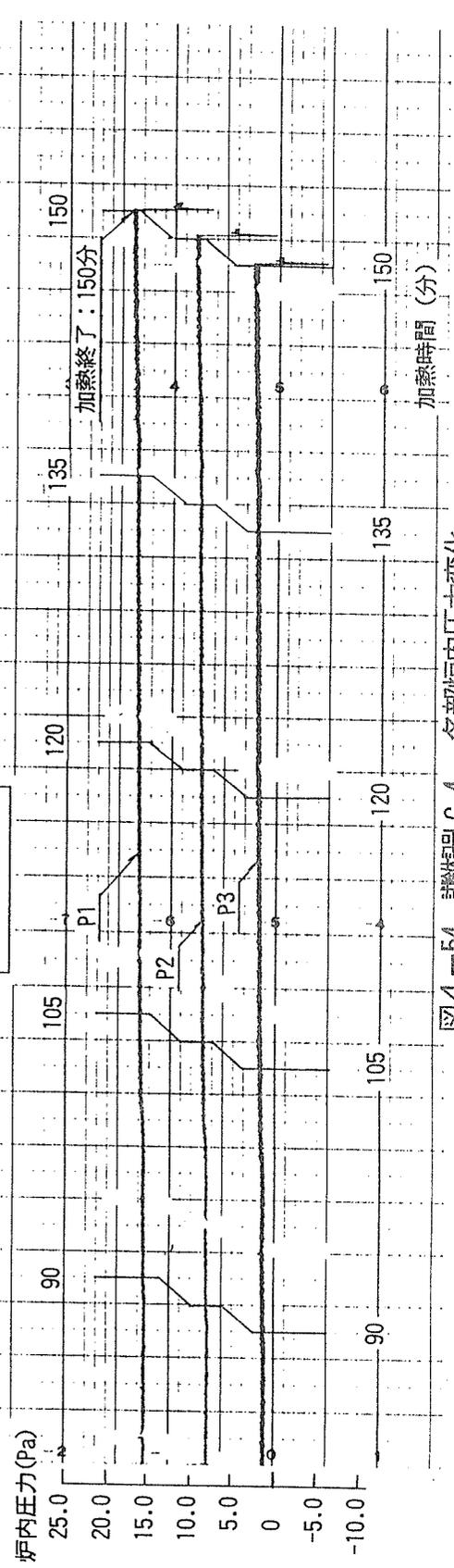
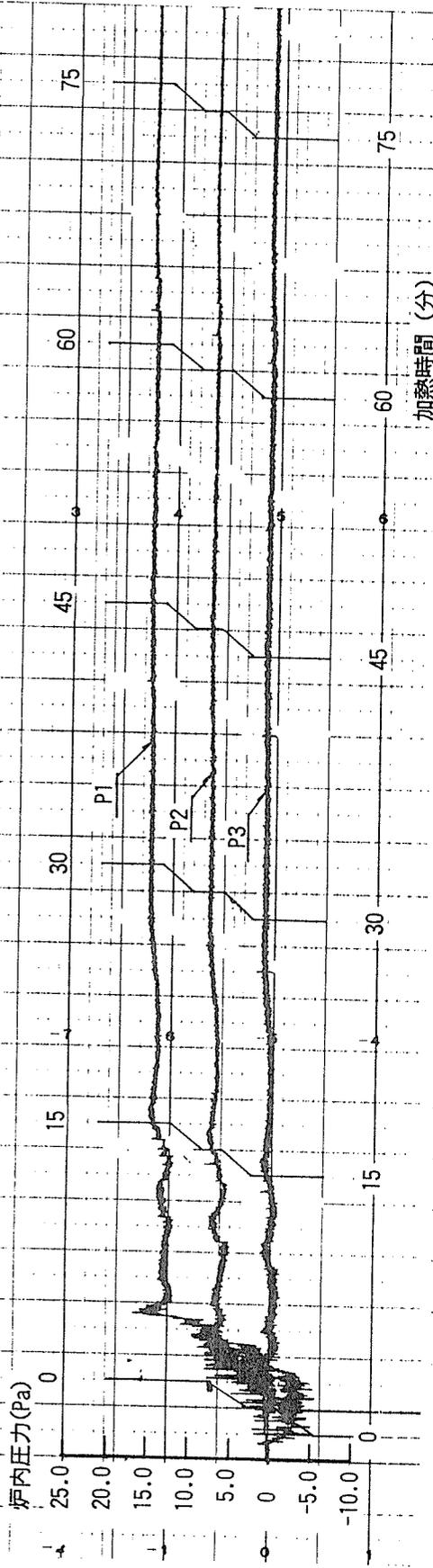


図4-54 試験体LC-4 各部炉内圧力変化

4. 3. 5 試験体記号 LC - 5 : 丸ログ円弧落とし実加工、丸太径18cm

袖壁との交差部形状 : 鞍型欠き加工

ログ取合部の接合方法 : 木製ダボ、径30mm

加熱時間 : 51分

加熱開始後加熱側では、2分42秒頃からログ表面が徐々に黒く変色した後、3分53秒頃にログ表面に着炎し、直ちに全体へと広がっていった。その後17分20秒頃からログ表面に細かい割れが生じ、23分11秒頃から発泡材等の脱落物が発生するようになった。

一方非加熱側では、3分50秒頃からはログ継ぎ手部、ダボ穴に接するログ接合部から、6分45秒頃からはログ接合部（袖壁との交差部付近）から順次白煙が発生し、次第に全体的に白煙量が増していった。その後40分20秒頃から炉外側への反りが目立ち始め、その後も試験体が大きく座屈したため、51分に加熱を終了した。

各温度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ接合部の加熱面から深さ20mm位置では43.9分頃に260℃を超え、最高306℃まで上昇し、深さ60mm位置では最高82℃まで上昇し、裏面では最高43℃まで上昇した。継ぎ手上部（ログ接合部）の加熱面から深さ20mm位置では最高151℃まで上昇し、深さ60mm位置では最高76℃まで上昇し、裏面では最高59℃まで上昇した。ログ継手部中央の加熱側寄りでは最高101℃まで上昇し、非加熱側寄りでは最高95℃まで上昇し、裏面では最高27℃まで上昇した。継ぎ手下部（ログ接合部）の加熱面から深さ20mm位置では最高222℃まで上昇し、深さ60mm位置では最高97℃まで上昇し、裏面では最高72℃まで上昇した。ログ接合部の同一深さの温度の平均を図4-55に、ログ継ぎ手部周辺の同一深さの温度の平均を図4-56に、炉内加熱温度を図4-57に示す。

約6.5tの載荷荷重による最大変位は、軸方向では上部・中が19.1mm、面外方向では中央部・左が90.8mmであった。軸・面外方向最大変位、載荷荷重変化を図4-58に示す。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大40mm、平均33.3mm、ログ接合部では最大25mm、平均20.5mmであった。また継ぎ手上部のログ接合部では最大30mm、平均24.7mm、ログ継手部中央では最大38mm、平均35.7mm、継ぎ手下部のログ接合部では最大27mm、平均24.3mmであった。ログ壁体の炭化図を図4-59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14.9Pa、中央(1/2)で7.7Pa、下(1/4)で1.0Paであった。炉内圧力変化を図4-60に示す。

- ・燃料消費量（プロパンガス） : 17.3 (m³)
- ・260℃を超える加熱温度時間面積 : 274.3 (x100℃・分)
- ・260℃を超える標準温度時間面積 : 262.3 (x100℃・分)
- ・加熱比率 : 1.05

- 加熱面より深さ約2 cm
- - - 加熱面より深さ約6 cm
- · - 裏面

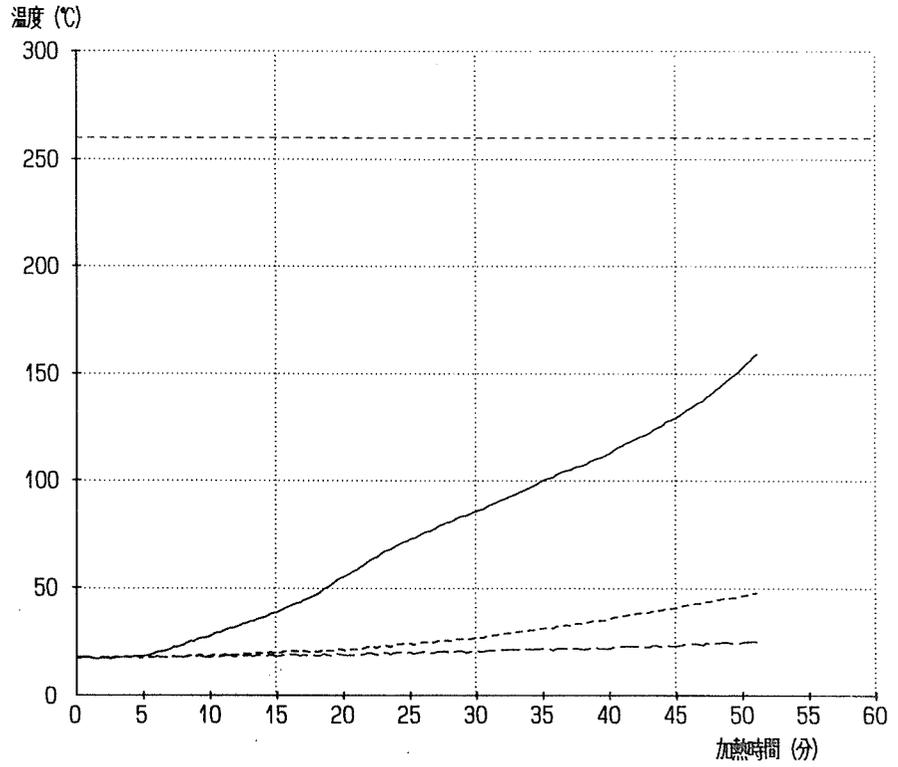


図4-55 試験記号LC-5 ログ一般接合部の温度平均

- · - 上部 加熱面より深さ約2 cm
- - - 上部 加熱面より深さ約6 cm
- · - 上部 裏面
- 中央部 内部加熱側
- - - 中央部 内部非加熱側
- · - 中央部 裏面
- 下部 加熱面より深さ約2 cm
- - - 下部 加熱面より深さ約6 cm
- · - 下部 裏面

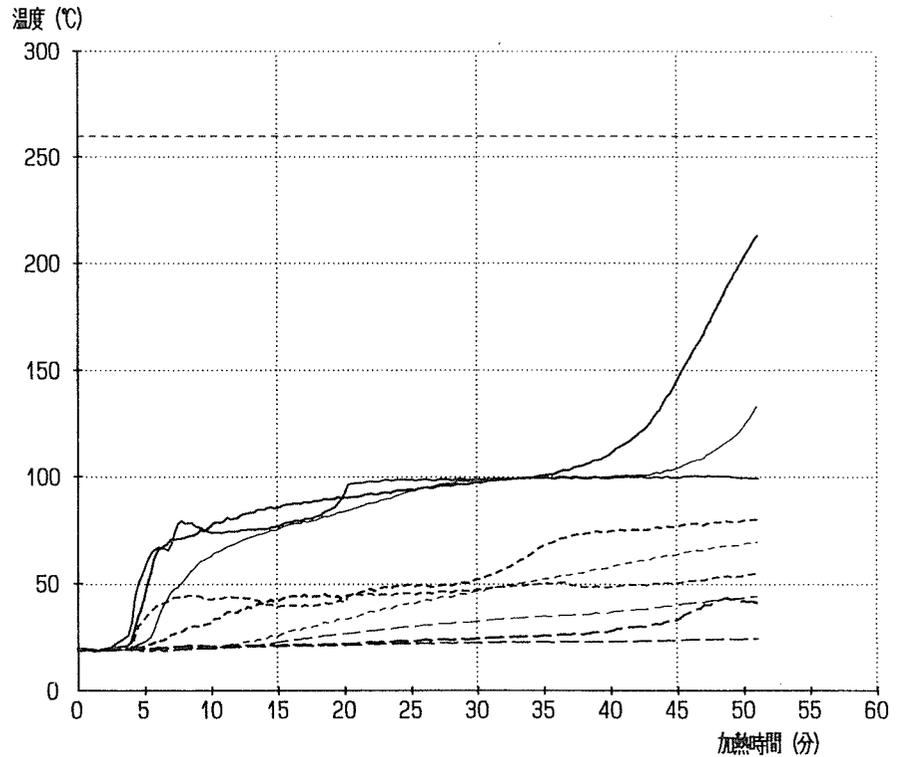


図4-56 試験記号LC-5 継ぎ手部周辺の温度平均

- 炉内1
- 炉内2
- 炉内3
- 炉内4
- 炉内5
- 炉内6
- 炉内7
- 炉内8
- 炉内9
- ISO標準曲線

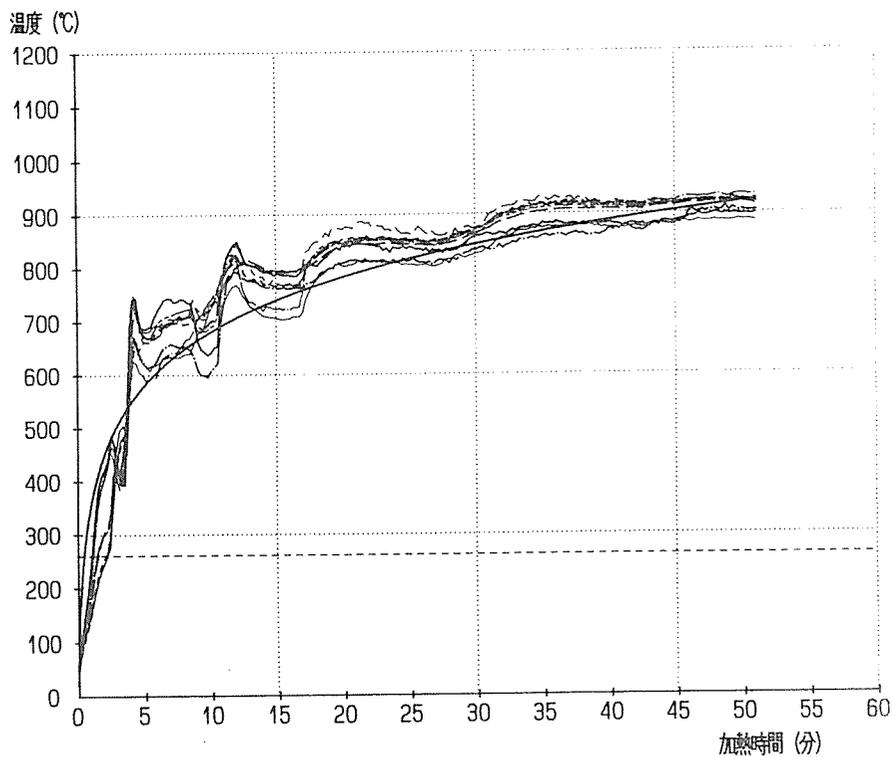


図4-57 試験体記号LC-5 炉内加熱温度

- 軸方向最大変位
- 面外方向最大変位
- 載荷荷重

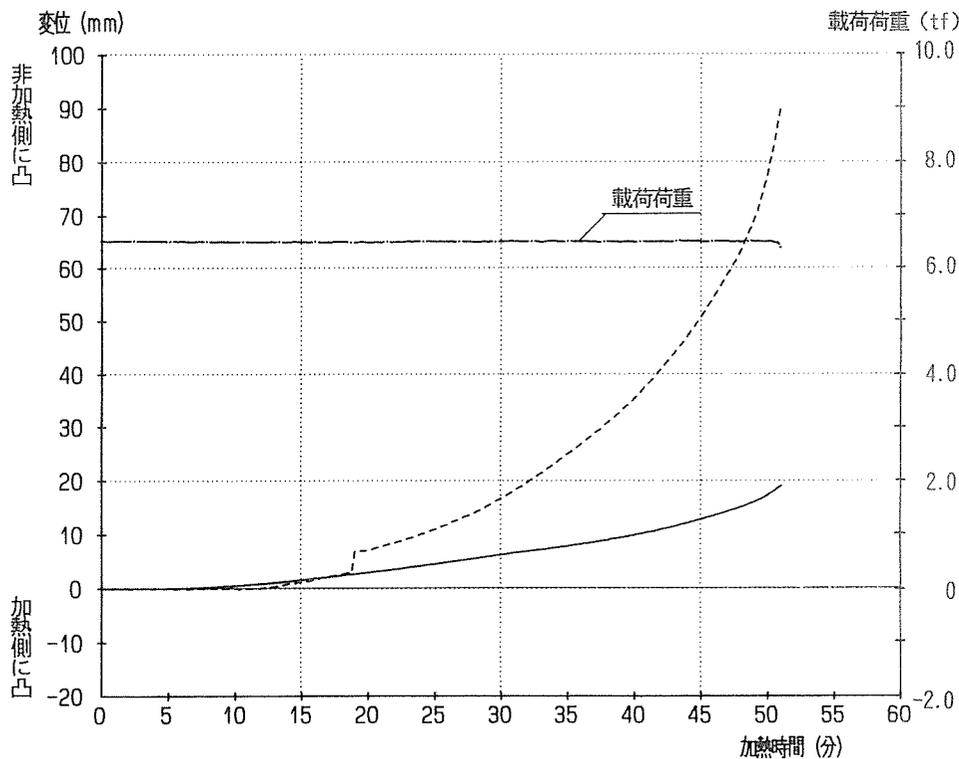
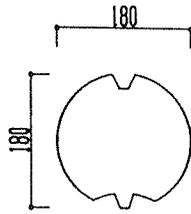
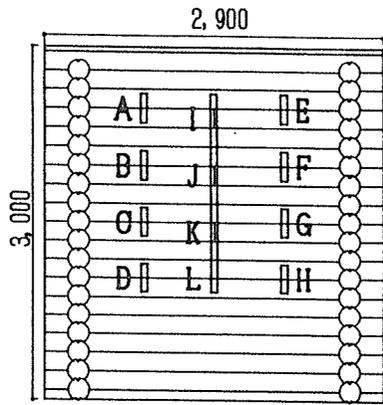


図4-58 試験体記号LC-5 軸・面外方向最大変位、載荷荷重変化



丸ログ円弧落し

一枚実加工

丸太径 18cm

ISO载荷加熱

6.5t, 51分加熱

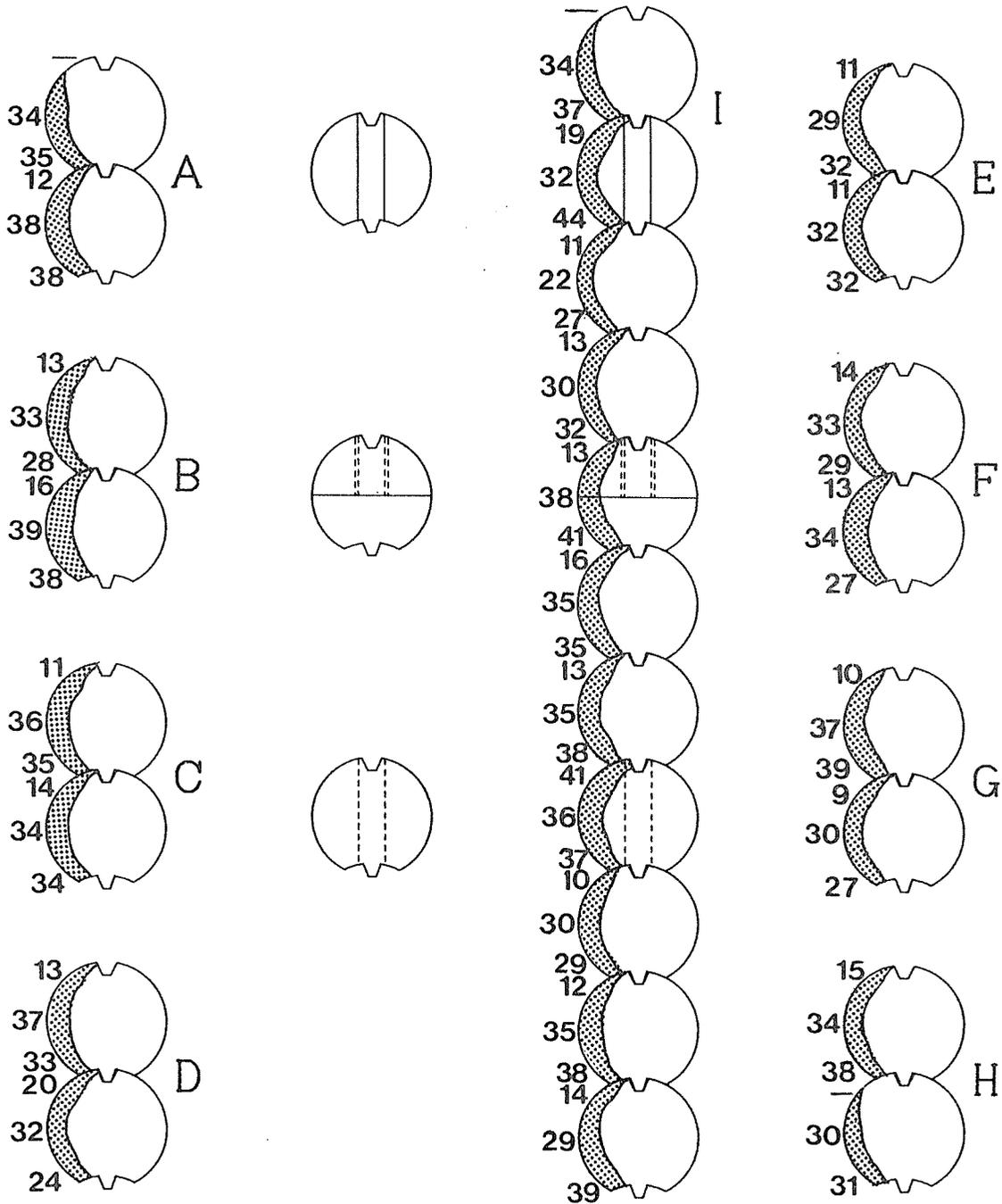


図4-59 試験体丸C-5 炭化深さ測定結果

単位：mm

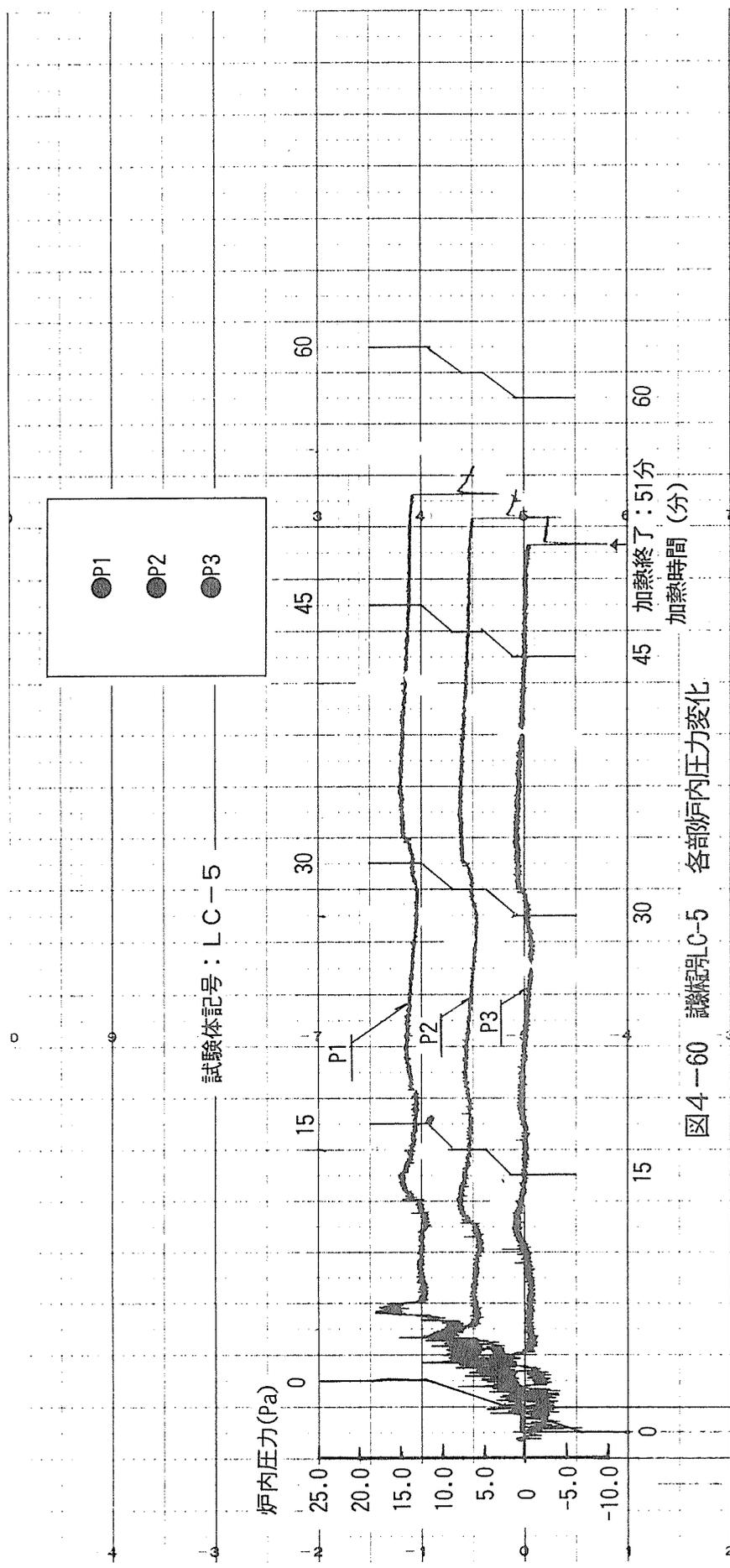


図4-60 試験体記号LC-5 各部炉内圧力変化

4. 3. 6 試験体記号 LC-6 : 丸ログ円弧落とし実加工、丸太径18cm

袖壁との交差部形状 : 鞍型欠き加工

ログ取合部の接合方法 : 鋼製ダボ、径13mm

加熱時間 : 99分

加熱開始後加熱側では、2分10秒頃からログ表面が徐々に黒く変色した後、3分04秒頃にログ表面に着炎し、直ちに全体へと広がっていった。その後5分05秒頃からログ接合部の発泡材が膨らみ始め、50分頃からログ表面に割れが確認できるようになった。

一方非加熱側では、3分15秒頃からログ継ぎ手部から、3分47秒頃からログ接合部（袖壁との交差部付近）から順次白煙が発生し、30分頃から袖壁周辺部の白煙発生が増していった。その後44分05秒頃から白煙発生箇所位置するログ表面が変色し（濡れ）、しだいに試験体が大きく座屈したため、99分に加熱を終了した。

各温度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ接合部の加熱面から深さ20mm位置では58.3分頃に260℃を超え、最高650℃まで上昇し、深さ60mm位置では最高100℃まで上昇し、裏面では最高67℃まで上昇した。継ぎ手上部（ログ接合部）の加熱面から深さ20mm位置では65.1分頃に260℃を超え、最高502℃まで上昇し、深さ60mm位置では最高100℃まで上昇し、裏面では最高69℃まで上昇した。ログ継手部中央の加熱側寄りでは88.4分頃に260℃を超え、最高379℃まで上昇し、非加熱側寄りでは最高100℃まで上昇し、裏面では最高69℃まで上昇した。継ぎ手下部（ログ接合部）の加熱面から深さ20mm位置では50.4分頃に260℃を超え、最高568℃まで上昇し、深さ60mm位置では最高173℃まで上昇し、裏面では最高101℃まで上昇した。ログ接合部の同一深さの温度の平均を図4-61に、ログ継ぎ手部周辺の同一深さの温度の平均を図4-62に、炉内加熱温度を図4-63に示す。

約6.5tの載荷荷重による最大変位は、軸方向では上部・中が41.1mm、面外方向では中央部・左が69.6mmであった。軸・面外方向最大変位、載荷荷重変化を図4-64に示す。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大75mm、平均53.7mm、ログ接合部では最大54mm、平均44.8mmであった。また継ぎ手上部のログ接合部では最大41mm、平均39.3mm、ログ継手部中央では最大75mm、平均63.3mm、継ぎ手下部のログ接合部では最大41mm、平均39.0mmであった。ログ壁体の炭化図を図4-65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14.9Pa、中央(1/2)で8.1Pa、下(1/4)で1.2Paであった。炉内圧力変化を図4-66に示す。

- ・燃料消費量（プロパンガス） : 25.9 (m³)
- ・260℃を超える加熱温度時間面積 : 469.5 (x100℃・分)
- ・260℃を超える標準温度時間面積 : 435.5 (x100℃・分)
- ・加熱比率 : 1.08

- 加熱面より深さ約2 cm
- - - 加熱面より深さ約6 cm
- - - 裏面

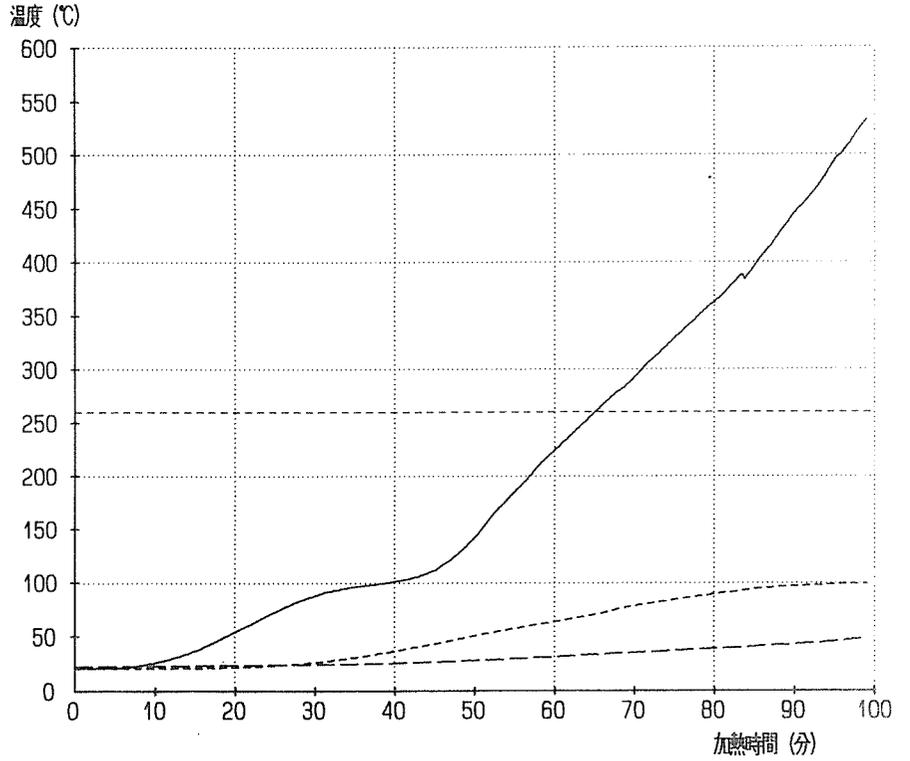


図4-61 試験体LC-6 ログ一般接合部の温度平均

- - - 上部 加熱面より深さ約2 cm
- - - 上部 加熱面より深さ約6 cm
- - - 上部 裏面
- 中央部 内部加熱側
- - - 中央部 内部非加熱側
- - - 中央部 裏面
- 下部 加熱面より深さ約2 cm
- - - 下部 加熱面より深さ約6 cm
- - - 下部 裏面

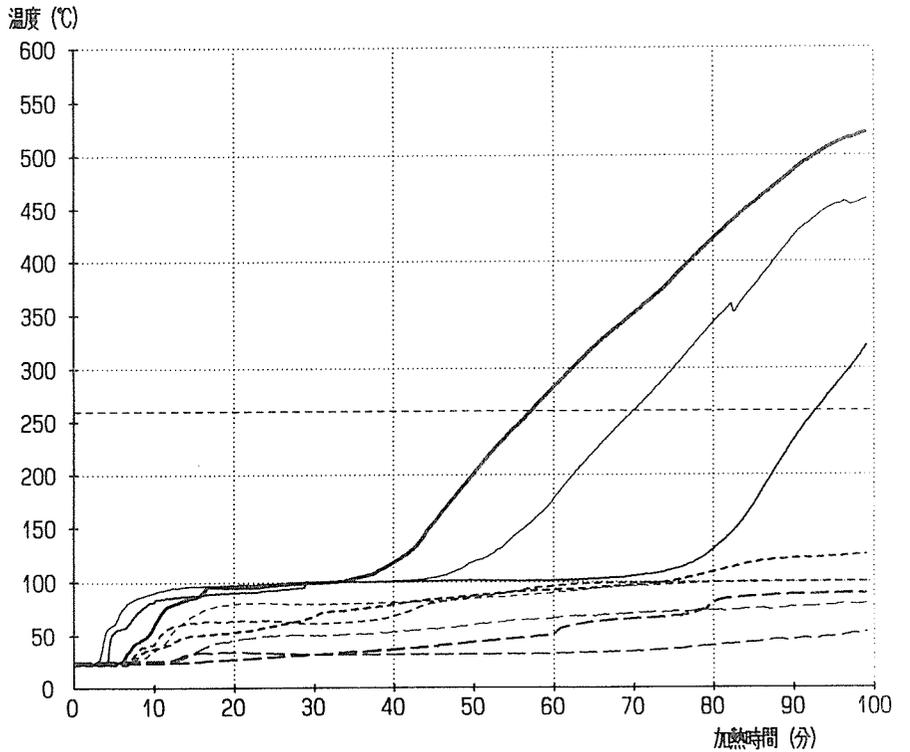


図4-62 試験体LC-6 継ぎ手部周辺の温度平均

- 炉内 1
- - - 炉内 2
- 炉内 3
- - - 炉内 4
- - - 炉内 5
- 炉内 6
- - - 炉内 7
- - - 炉内 8
- 炉内 9
- ISO標準曲線

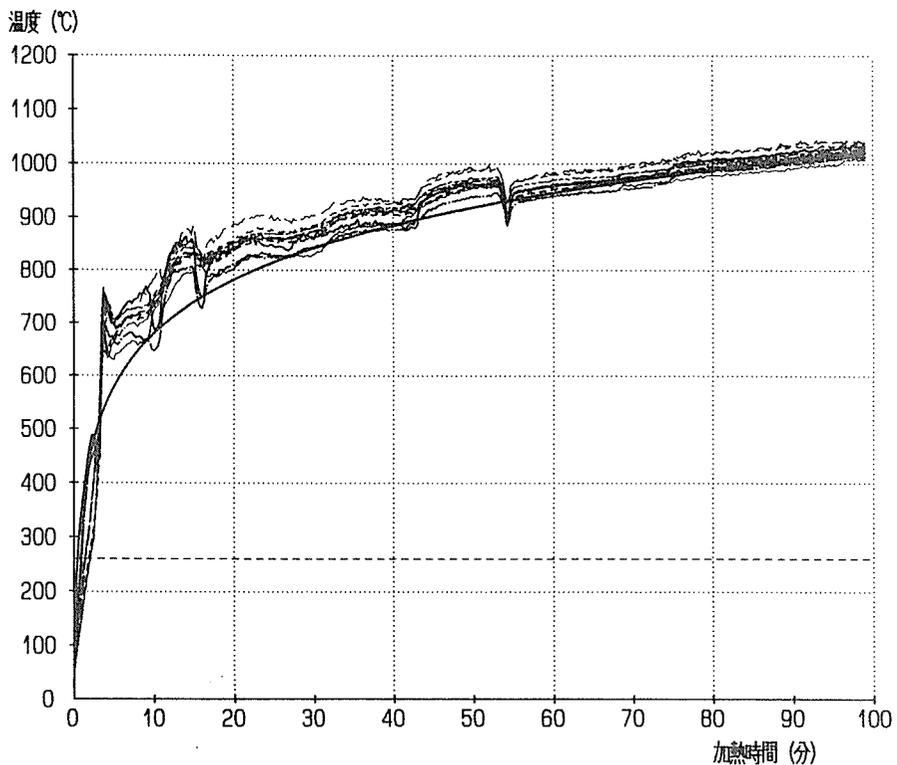


図4-63 試験機号LC-6 炉内加熱温度

- 軸方向最大変位
- - - 面外方向最大変位
- 載荷荷重

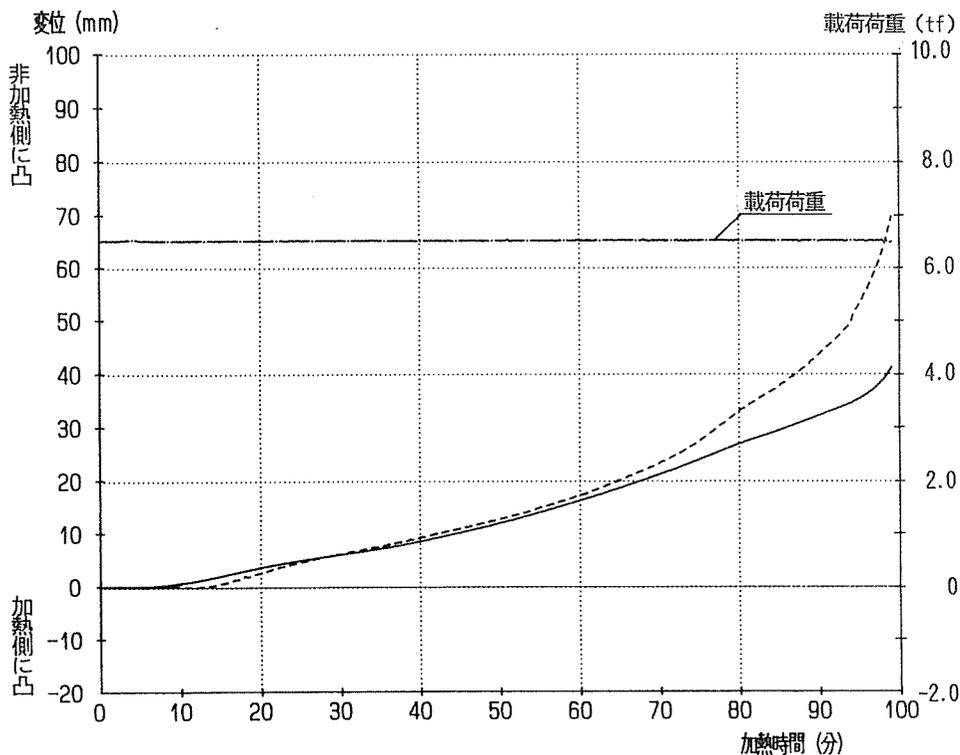
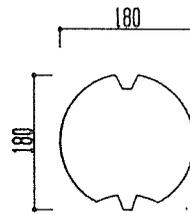
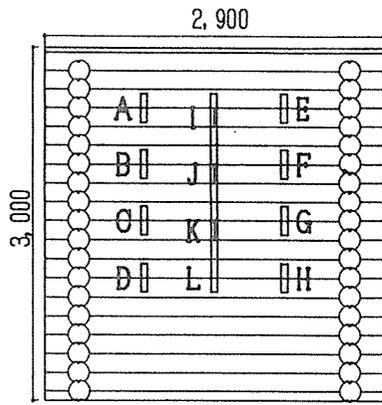


図4-64 試験機号LC-6 軸・面外方向最大変位、載荷荷重変化



丸ログ円弧落し

一枚実加工

丸太径 18cm

ISO載荷加熱

6.5t, 99分加熱

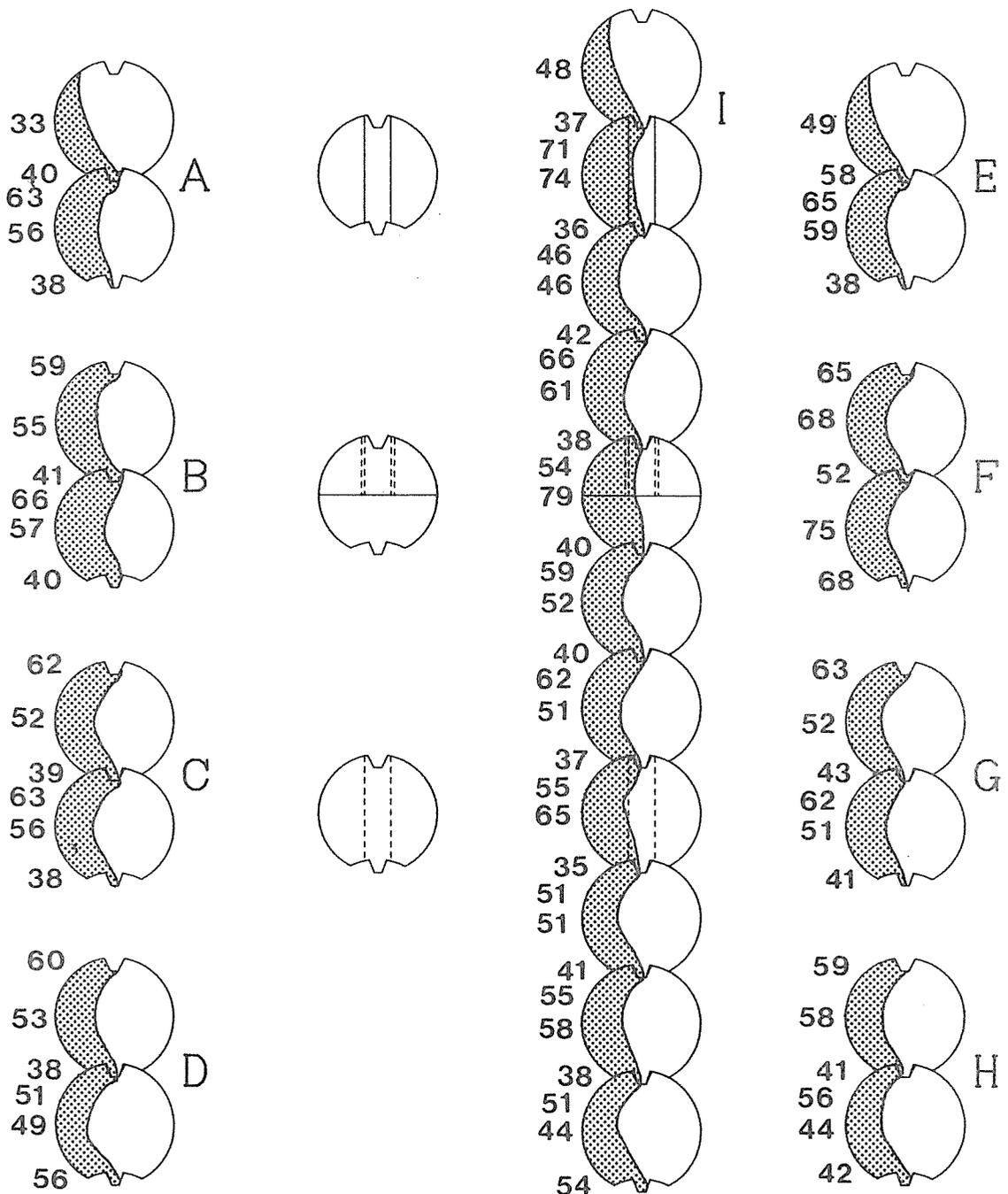


図4-65 試験機C-6 炭化深さ測定結果

単位：mm

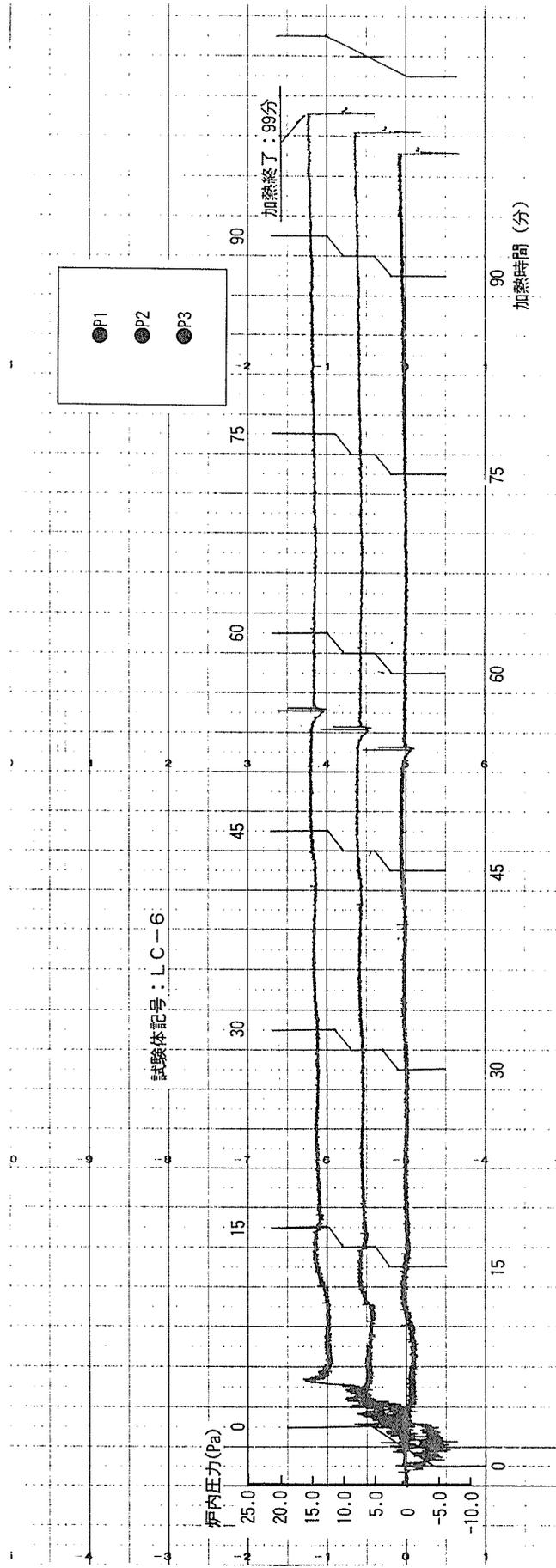


图 4-66 试验号 LC-6 各部位炉内压力变化

4. 3. 7 試験体記号 LC-7 : 角ログ二枚実、断面寸法11×19cm

袖壁との交差部形状 : 鎌欠き加工

ログ取合部の接合方法 : 木製ダボ、径30mm

加熱時間 : 76分

加熱開始後加熱側では、3分17秒頃にログ表面に着炎し、直ちに全体へと広がっていった。その後7分28秒頃からログ表面に細かい割れが発生し始め、9分33秒頃から全体的に接合部の発泡材が膨らみ始めた。

一方非加熱側では、2分02秒頃からログ継ぎ手部から、3分30秒頃からダボ穴に接するログ接合部から、15分20秒頃からログ接合部（袖壁との交差部付近）から順次白煙が発生し、26分40秒頃から継ぎ手周辺部からの白煙発生が著しく増していった。その後33分57秒頃から全体的に白煙発生箇所位置するログ表面が変色し（濡れ）、74分30秒頃から試験体が大きく座屈したため、76分に加熱を終了した。

各温度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ接合部の加熱面から深さ15mm位置では18.1分頃に260℃を超え、最高930℃まで上昇し、深さ75mm位置では最高102℃まで上昇し、裏面では最高57℃まで上昇した。継ぎ手上部（ログ接合部）の加熱面から深さ15mm位置では16.7分頃に260℃を超え、最高881℃まで上昇し、深さ75mm位置では最高90℃まで上昇し、裏面では最高64℃まで上昇した。ログ継手部中央の加熱側寄りでは43.2分頃に260℃を超え、最高700℃まで上昇し、非加熱側寄りでは最高105℃まで上昇し、裏面では最高85℃まで上昇した。継ぎ手下部（ログ接合部）の加熱面から深さ15mm位置では21.3分頃に260℃を超え、最高780℃まで上昇し、深さ75mm位置では最高98℃まで上昇し、裏面では最高95℃まで上昇した。ログ接合部の同一深さの温度の平均を図4-67に、ログ継ぎ手部周辺の同一深さの温度の平均を図4-68に、炉内加熱温度を図4-69に示す。

約6.5tの載荷荷重による最大変位は、軸方向では上部・中が34.9mm、面外方向では中央部・左が66.8mmであった。軸・面外方向最大変位、載荷荷重変化を図4-70に示す。

試験体の各位置の炭化深さは、一般部ログ表面では最大54mm、平均42.1mm、ログ接合部では最大76mm、平均54.3mmであった。また継ぎ手上部のログ接合部では最大55mm、平均53.3mm、ログ継手部中央では最大58mm、平均55.7mm、継ぎ手下部のログ接合部では最大52mm、平均47.0mmであった。ログ壁体の炭化図を図4-71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15.3Pa、中央(1/2)で8.0Pa、下(1/4)で1.0Paであった。炉内圧力変化を図4-72に示す。

- ・燃料消費量（プロパンガス） : 35.6 (m³)
- ・260℃を超える加熱温度時間面積 : 634.2 (×100℃・分)
- ・260℃を超える標準温度時間面積 : 606.0 (×100℃・分)
- ・加熱比率 : 1.05

- 加熱面より深さ約1.5cm
- - - - 加熱面より深さ約7.5cm
- - - - 裏面

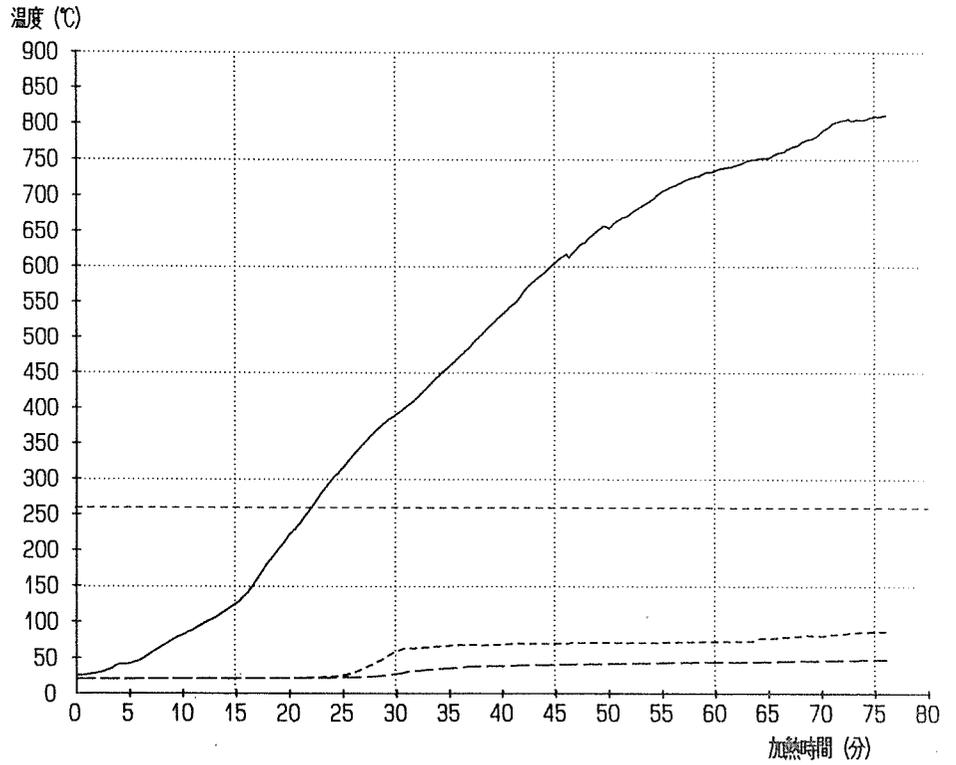


図4-67 試験体記号LC-7 ログ一般接合部の温度平均

- 上部 加熱面より深さ約1.5cm
- - - - 上部 加熱面より深さ約7.5cm
- - - - 上部 裏面
- 中央部 内部加熱側
- - - - 中央部 内部非加熱側
- - - - 中央部 裏面
- 下部 加熱面より深さ約1.5cm
- - - - 下部 加熱面より深さ約7.5cm
- - - - 下部 裏面

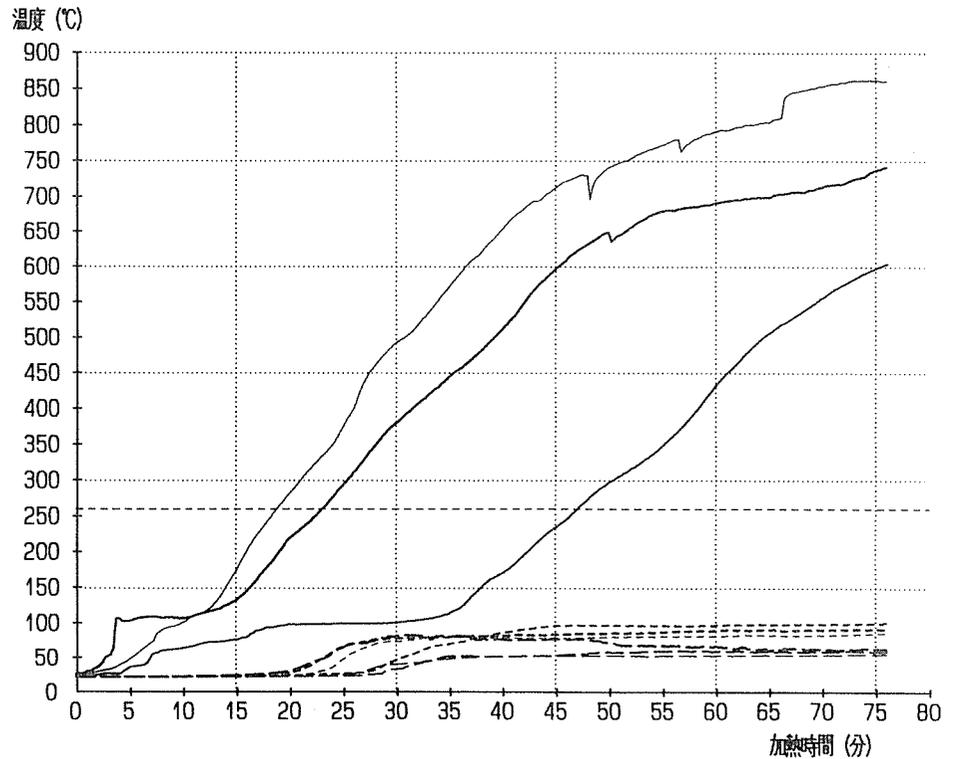


図4-68 試験体記号LC-7 継ぎ手部周辺の温度平均

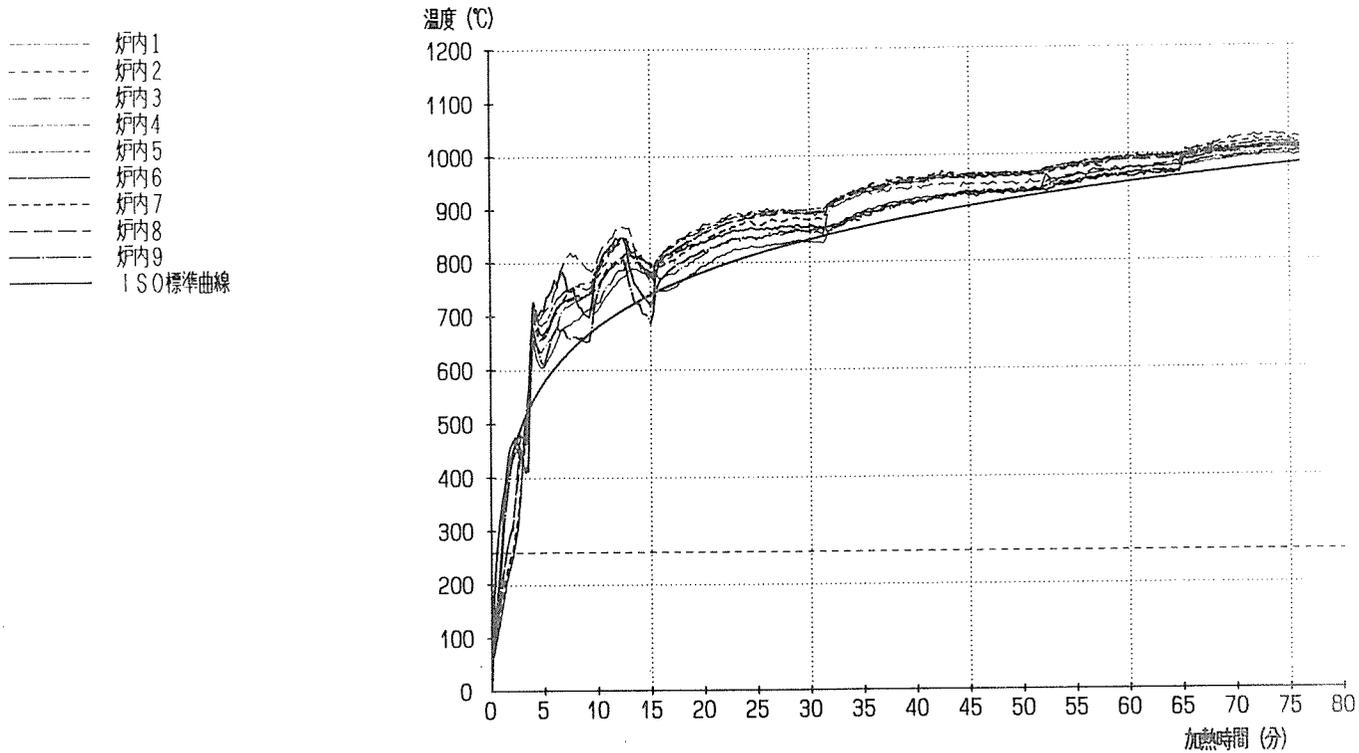


図4-69 試験体記号LC-7 炉内加熱温度

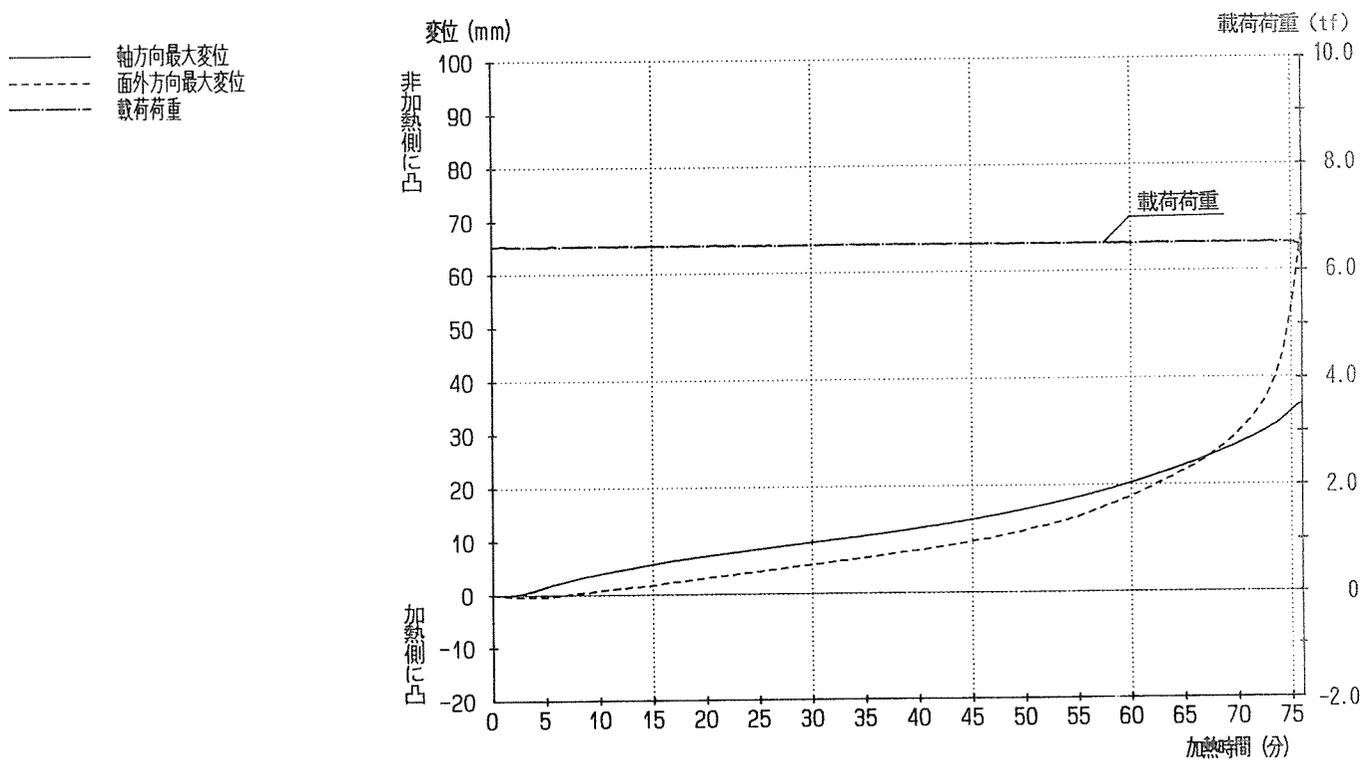


図4-70 試験体記号LC-7 軸・面外方向最大変位、載荷荷重変化

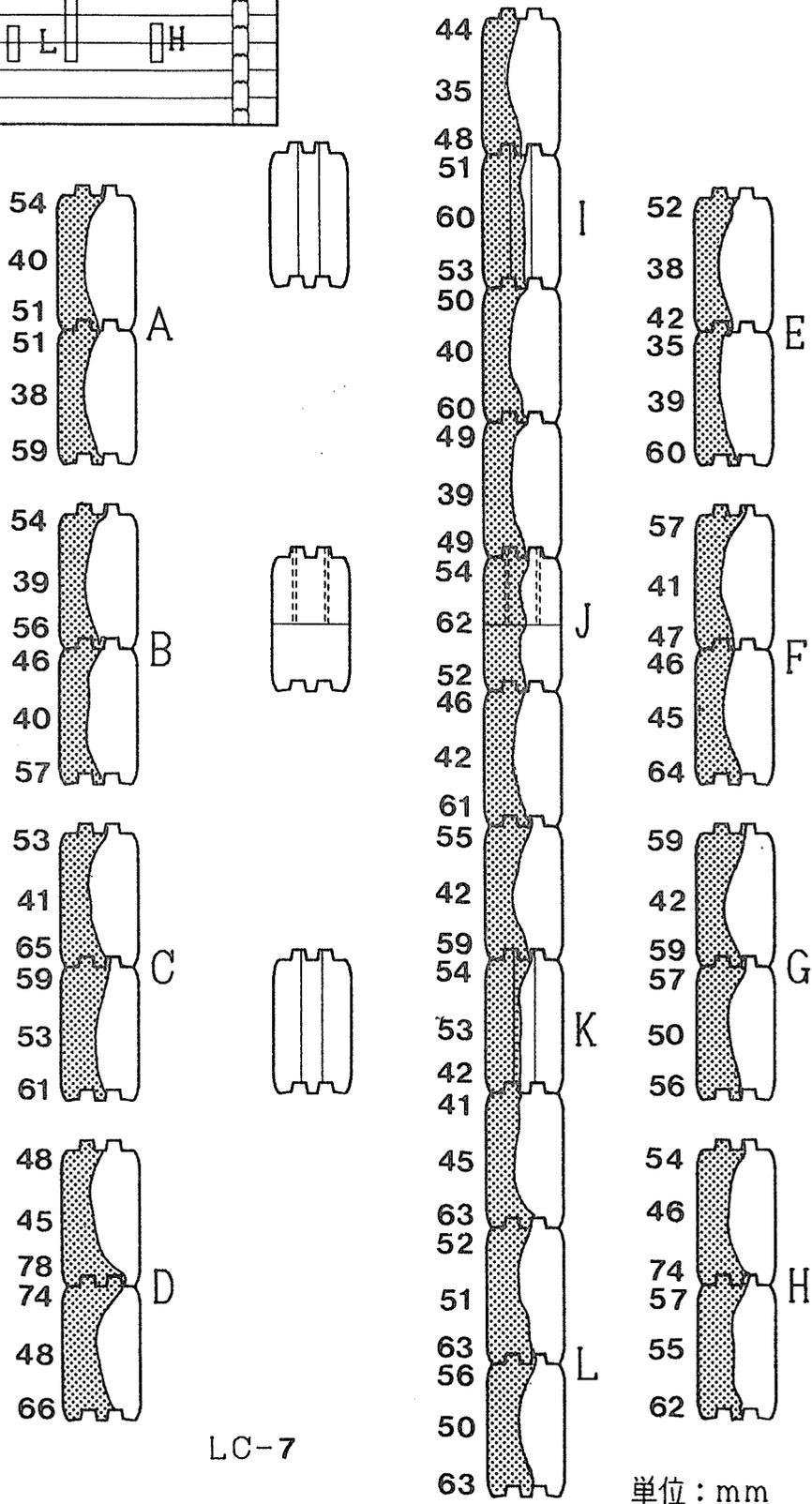
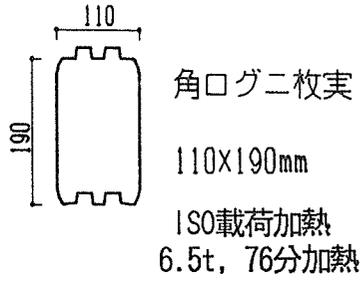
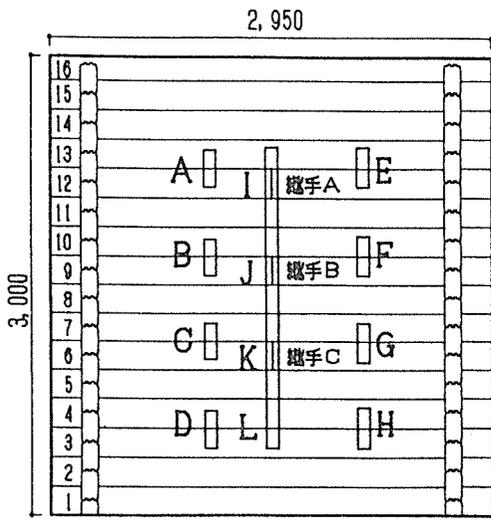
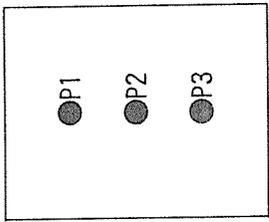


図4-71 試験機LC-7 炭化深さ測定結果



試驗體記号：LC-7

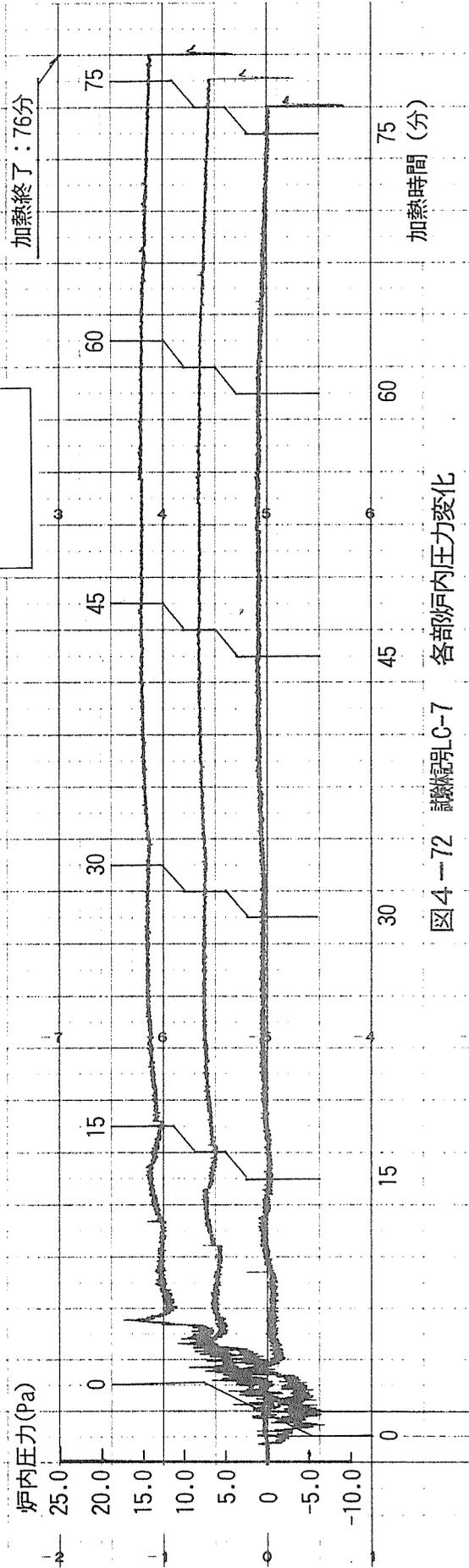


图4-72 試驗體LC-7 各部炉内压力变化

4. 4 ログ交差部分の防・耐火性能—ログ交差部加熱試験体の実験結果

4. 4. 1 試験体記号LK-1：丸ログ小円弧落とし、丸太径19cm

交 差 部 形 状：鞍型欠き加工

加 熱 時 間：110分

加熱開始後非加熱側では、55秒頃から突出部分のログ接合部（木口面）より、2分15秒頃からログ交差部・接合部接点より、43分15秒頃からログ交差部接点より白煙が発生し始め、その後も相次いで突出部分のログ接合部、ログ交差部・接合部接点、ログ交差部接点より白煙が発生した。その後35分頃から接合部より白煙が発生し始めた。その後101分10秒頃からログ交差部・接合部接点が焦げ始め、105分頃にその部分の温度が初期温度+180℃を超えたため（また試験体上部からログ表面に着炎したため）、110分に加熱を終了した（加熱終了後にその部分より火炎貫通）。

各温度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ交差部内部の加熱側寄り(1/4)では56.5分頃に260℃を超え最高759℃まで上昇し、中央部では最高159℃まで上昇し、非加熱側寄り(3/4)では最高84℃まで上昇した。また交差部の非加熱側接点部分では最高62℃まで上昇し、交差部と接合部の接点部分では最高240℃まで上昇した。また接合部の加熱面より深さ20mm位置では34.3分頃に260℃を超え最高984℃まで上昇し、加熱面より深さ60mm位置では86.2分頃に260℃を超え最高571℃まで上昇し、非加熱側接点部分（裏面）では最高104℃まで上昇した。各部温度平均を図4-73に、炉内加熱温度を図4-74に示す。

炭化深さ測定においては、ログ交差部・一般部接点におけるログ一般部表面では最大118mm、平均93.7mm、接合部では最大80mm（火炎貫通）、平均75.6mm、交差部内部の対角線方向では、最大107mm、平均82.7mmの炭化層が確認された。また交差部以外のログ一般部表面では最大94mm、平均69.2mm、接合部では最大80mm（火炎貫通）、平均66.6mmの炭化層が確認された。ログ交差部分の炭化図を図4-75に示す。

- ・燃料消費量（プロパンガス）：10.0（m³）
- ・260℃を超える加熱温度時間面積：731.7（×100℃・分）
- ・260℃を超える標準温度時間面積：690.5（×100℃・分）
- ・加熱比率：1.06

- 交差部内、加熱側寄り
- 交差部内、中央
- 交差部内、非加熱側寄り
- 交差部、非加熱側接点
- 交差部・接合部、非加熱側接点
- 接合部内、加熱面より深さ約2 cm
- 接合部内、加熱面より深さ約6 cm
- 接合部、非加熱側接点
- 炉内、加熱面より10 cm
- ISO標準曲線

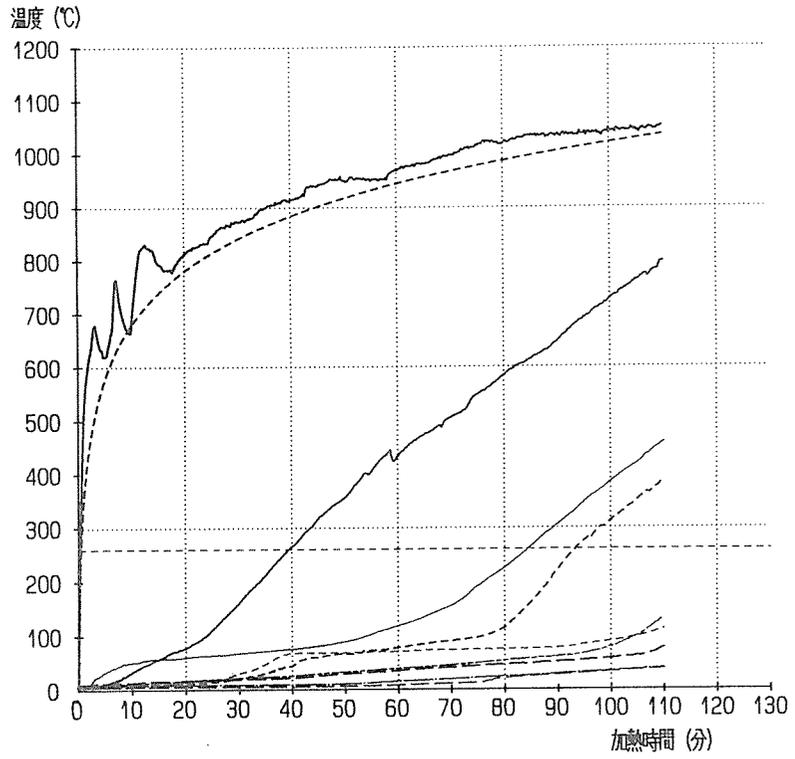


図4-73 試験体K-1 各部温度平均

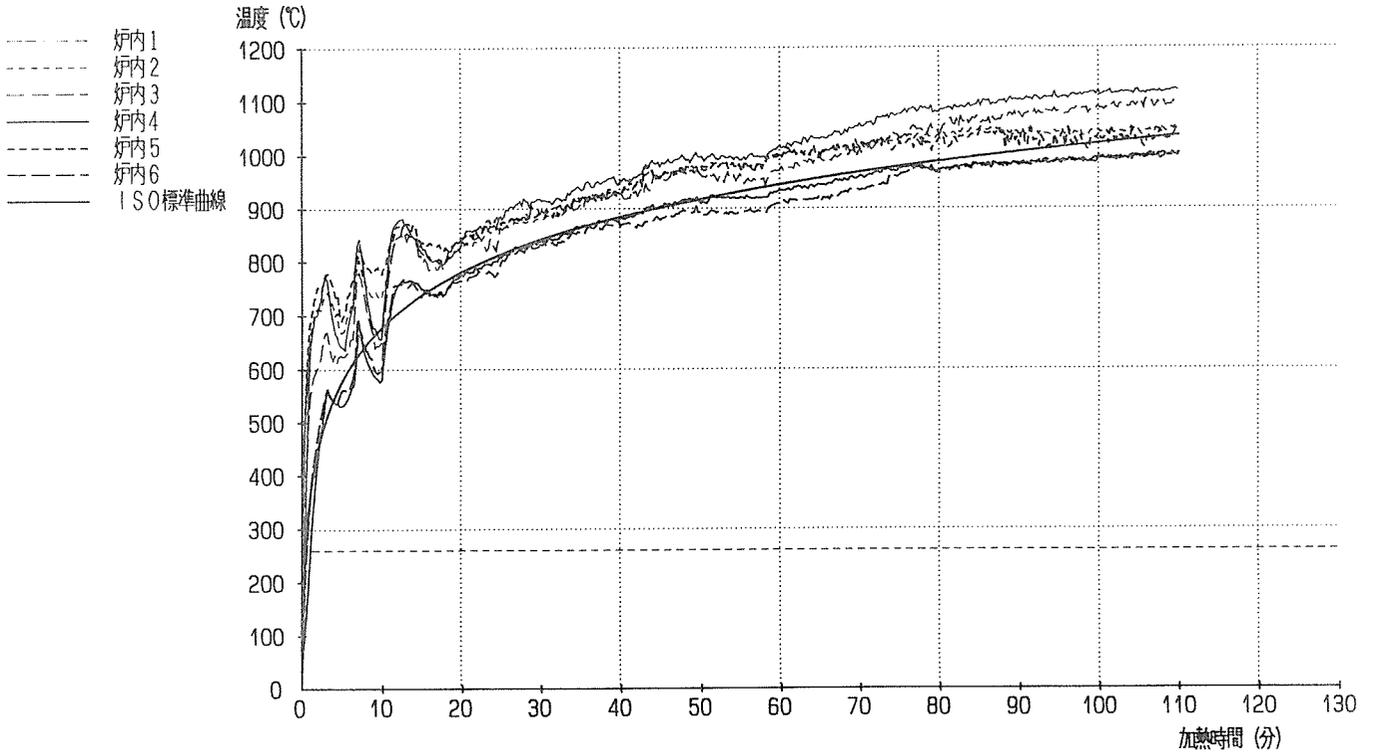


図4-74 試験体K-1 炉内加熱温度

4. 4. 2 試験体記号LK-2：丸ログ円弧落とし実加工、丸太径18cm

交 差 部 形 状：鞍型欠き加工

加 熱 時 間：130分

加熱開始後非加熱側では、3分15秒頃からログ交差部・接合部接点より、4分45秒頃から突出部分のログ接合部（木口面）より、13分55秒頃からログ交差部接点より白煙が発生し始め、その後も相次いで突出部分のログ接合部、ログ交差部・接合部接点、ログ交差部接点より白煙が発生した。その後69分50秒頃から接合部より白煙が発生し始めた。その後128分33秒頃から接合部内部の非加熱側寄りの発泡材が膨らみ始め、128分50秒頃にその部分から火炎貫通したため、130分に加熱を終了した。

各温度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ交差部内部の加熱側寄り(1/4)では75.9分頃に260℃を超え最高723℃まで上昇し、中央部では最高216℃まで上昇し、非加熱側寄り(3/4)では最高49℃まで上昇した。また交差部の非加熱側接点部分では最高46℃まで上昇し、交差部と接合部の接点部分では最高132℃まで上昇した。また接合部の加熱面より深さ20mm位置では69.1分頃に260℃を超え最高926℃まで上昇し、加熱面より深さ60mm位置では128.0分頃に260℃を超え最高347℃まで上昇し、非加熱側接点部分（裏面）では最高74℃まで上昇した。各部温度平均を図4-76に、炉内加熱温度を図4-77に示す。

炭化深さ測定においては、ログ交差部・一般部接点におけるログ一般部表面では最大128mm、平均87.8mm、接合部では最大80mm（火炎貫通）、平均63.9mm、交差部内部の対角線方向では、最大99mm、平均74.4mmの炭化層が確認された。また交差部以外のログ一般部表面では最大90mm、平均76.3mm、接合部では最大80mm（火炎貫通）、平均60.8mmの炭化層が確認された。ログ交差部分の炭化図を図4-78に示す。

- ・燃料消費量（プロパンガス）：14.4 (m³)
- ・260℃を超える加熱温度時間面積：849.0 (×100℃・分)
- ・260℃を超える標準温度時間面積：848.3 (×100℃・分)
- ・加熱比率：1.00

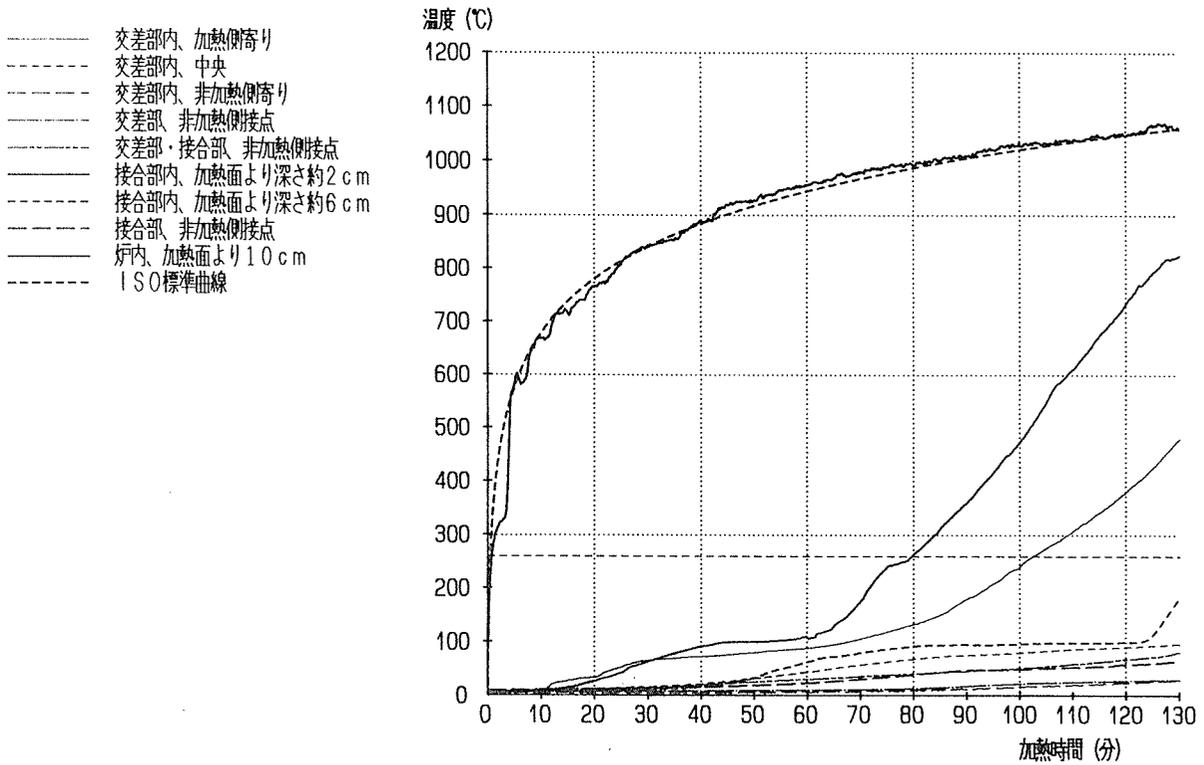


図4-76 試験体記号K-2 各部温度平均

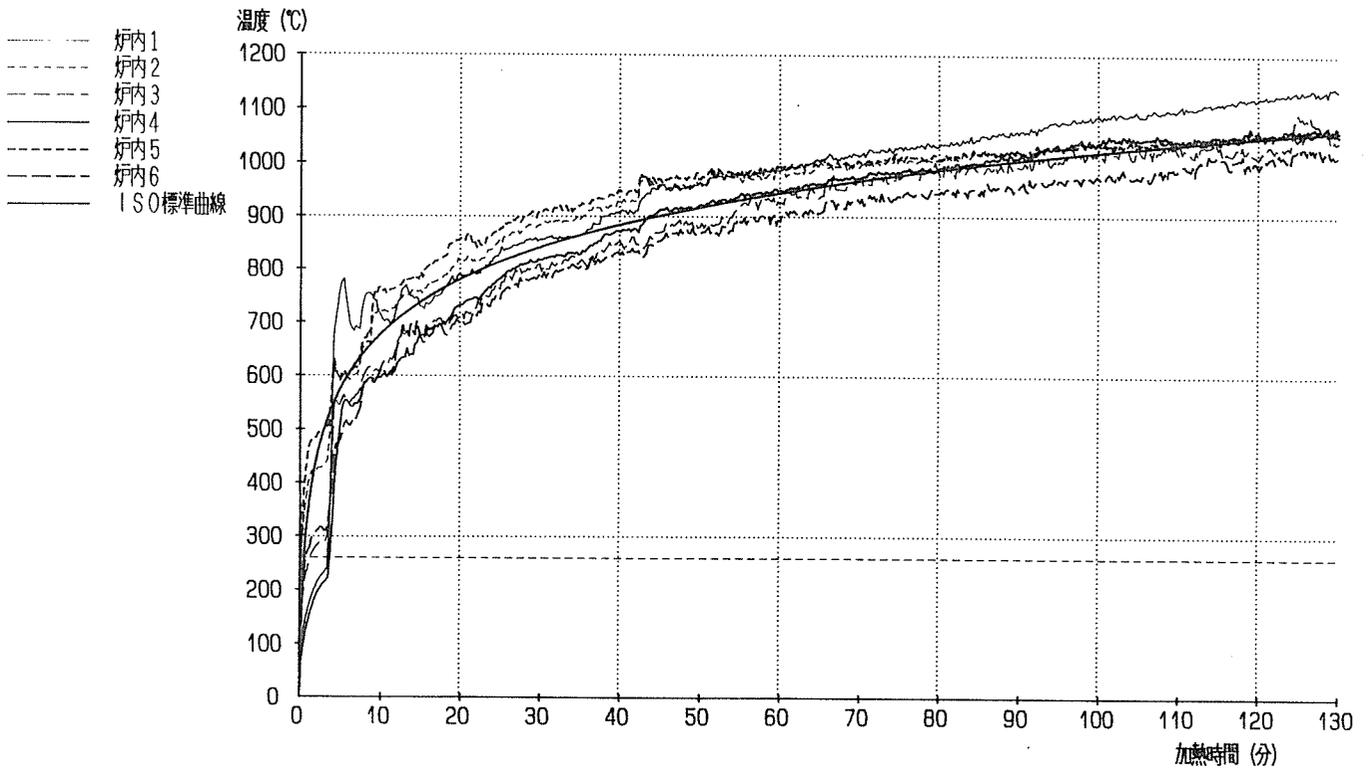


図4-77 試験体記号K-2 炉内加熱温度

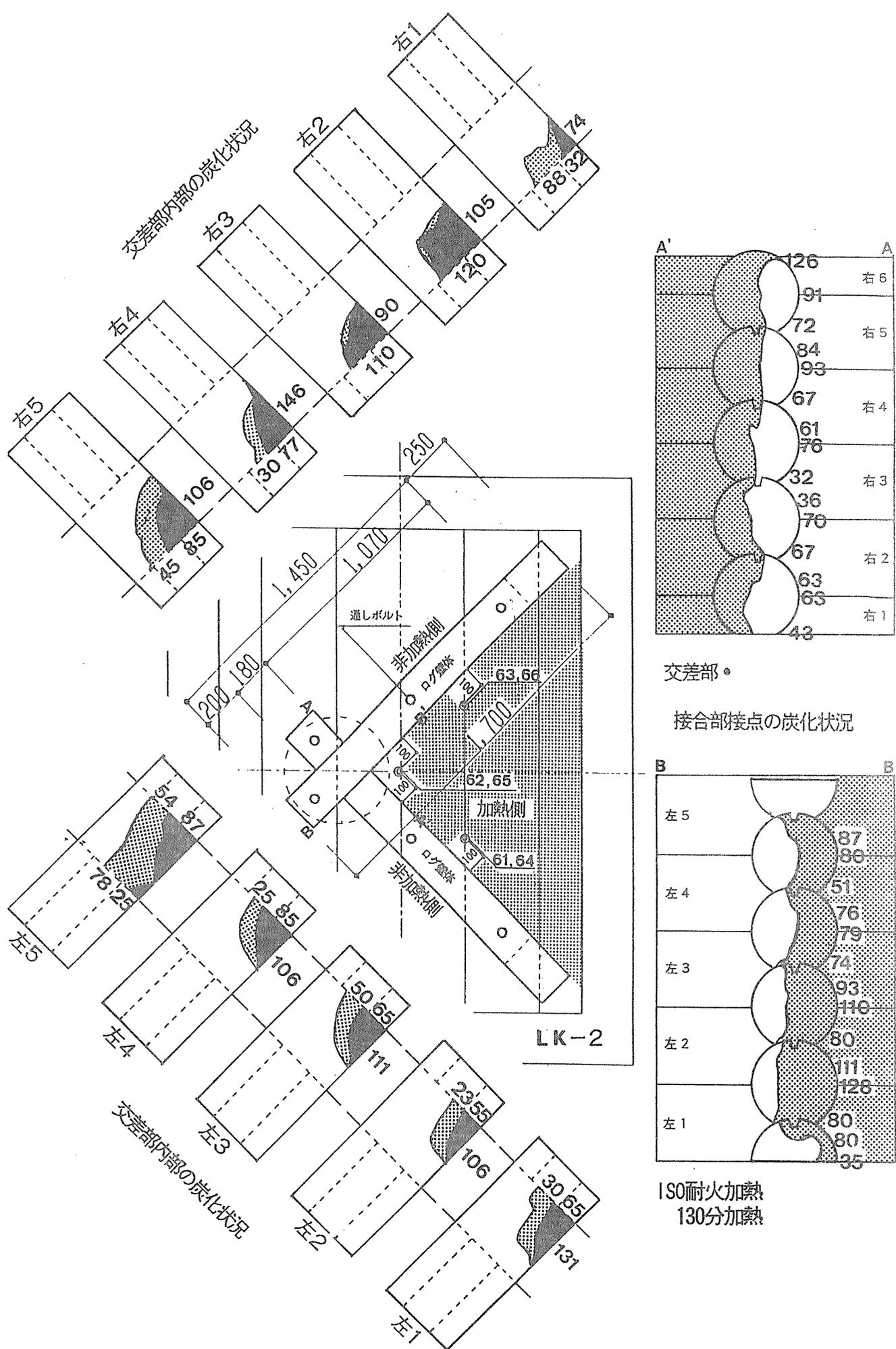


図4-78 試験体LK-2 ログ交差部炭化深さ測定結果

4. 3. 3 試験体記号LK-3：角ログ二枚実、断面寸法 9×15cm

交 差 部 形 状：鎌欠き加工

加 熱 時 間：102分

加熱開始後非加熱側では、11分20秒頃から突出部分のログ接合部（木口面）より、11分38秒頃からログ交差部接点より、15分30秒頃からログ交差部・接合部接点より白煙が発生し始め、その後も相次いで突出部分のログ接合部、ログ交差部・接合部接点、ログ交差部接点より白煙が発生した。その後58分05秒頃から接合部より白煙が発生し始めた。その後59分53秒頃から接合部内部の非加熱側寄りの発泡材が膨らみ始め、その後も相次いで発泡材が膨らみ、さらに弾けて白煙が発生した。その後99分20秒頃から接合部が焦げ始め、101分25秒頃に別の接合部から火炎貫通したため、102分に加熱を終了した。

各温度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ交差部内部の加熱側端部では33.4分頃に260℃を超え最高730℃まで上昇し、中央部では最高132℃まで上昇し、非加熱側端部では最高97℃まで上昇した。また交差部の非加熱側接点部分では最高56℃まで上昇し、交差部と接合部の接点部分では最高101℃まで上昇した。また接合部の加熱面より深さ15mm位置では16.1分頃に260℃を超え最高1012℃まで上昇し、加熱面より深さ60mm位置では93.4分頃に260℃を超え最高661℃まで上昇し、非加熱側接点部分（裏面）では97.2分頃に260℃を超え最高474℃まで上昇した。各部温度平均を図4-79に、炉内加熱温度を図4-80に示す。

炭化深さ測定においては、ログ交差部・一般部接点におけるログ一般部表面では最大41mm、平均38.0mm、接合部では最大64mm、平均61.6mm、交差部内部の対角線方向では、最大54mm、平均47.0mmの炭化層が確認された。また交差部以外のログ一般部表面では最大80mm、平均57.5mm、接合部では最大74mm（火炎貫通）、平均67.4mmの炭化層が確認された。ログ交差部分の炭化図を図4-81に示す。

- ・燃料消費量（プロパンガス）：10.1 (m³)
- ・260℃を超える加熱温度時間面積：640.1 (x100℃・分)
- ・260℃を超える標準温度時間面積：628.9 (x100℃・分)
- ・加熱比率：1.02

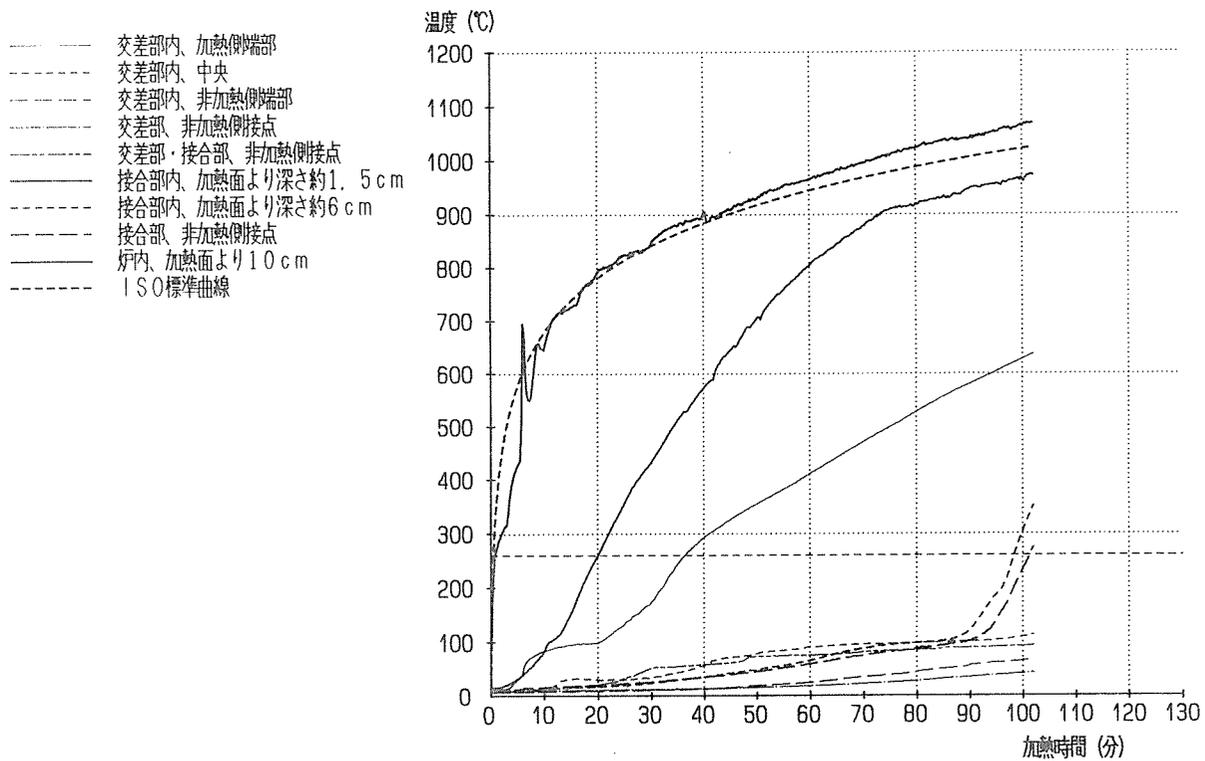


図4-79 試験体引K-3 各部温度平均

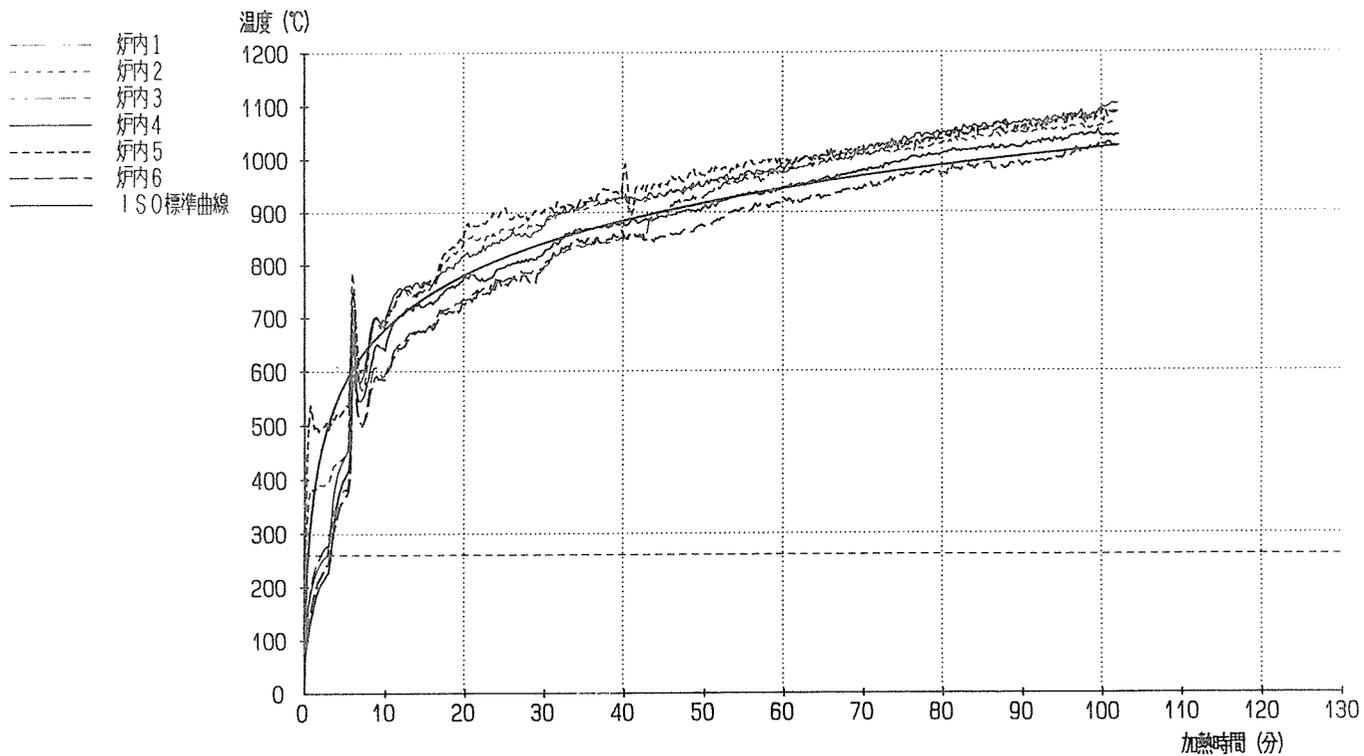


図4-80 試験体引K-3 炉内加熱温度

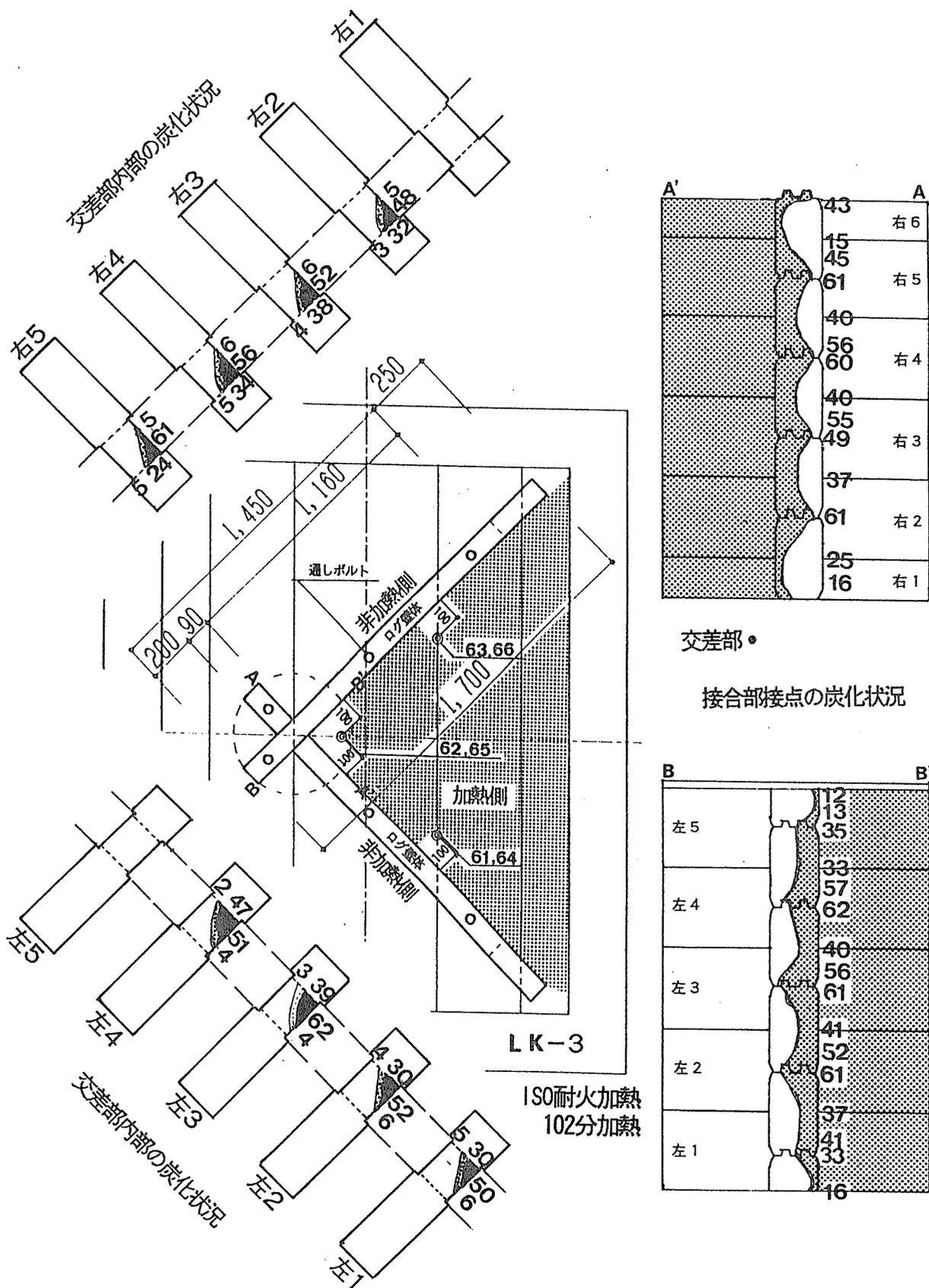


図4-81 試験体LK-3 ログ交差部炭化深さ測定結果

4. 3. 4 試験体記号LK-4：角ログ二枚実、断面寸法11×19cm

交 差 部 形 状：鎌欠き加工

加 熱 時 間：101分

加熱開始後非加熱側では、11分40秒頃からログ交差部・接合部接点より、12分20秒頃からログ交差部接点より、12分30秒頃から突出部分のログ接合部（木口面）より白煙が発生し始め、その後も相次いで突出部分のログ接合部、ログ交差部・接合部接点、ログ交差部接点より白煙が発生した。その後28分05秒頃から接合部より白煙が発生し始めた。その後87分頃から接合部内部の非加熱側寄りの発泡材が膨らみ始め、その後も相次いで発泡材が膨らみ、さらに弾けて白煙が発生した。その後92分50秒頃から接合部が焦げ始め、99分30秒頃にその部分から火炎貫通したため、101分に加熱を終了した。

各温度測定位置の同一位置での最高温度は、ログ交差部内部の加熱側端部では34.6分頃に260℃を超え最高709℃まで上昇し、中央部では最高101℃まで上昇し、非加熱側端部では最高99℃まで上昇した。また交差部の非加熱側接点部分では最高62℃まで上昇し、交差部と接合部の接点部分では最高97℃まで上昇した。また接合部の加熱面より深さ15mm位置では18.9分頃に260℃を超え最高940℃まで上昇し、加熱面より深さ75mm位置では最高129℃まで上昇し、非加熱側接点部分（裏面）では最高99℃まで上昇した。各部温度平均を図4-82に、炉内加熱温度を図4-83に示す。

炭化深さ測定においては、ログ交差部・一般部接点におけるログ一般部表面では最大54mm、平均49.7mm、接合部では最大77mm、平均67.0mm、交差部内部の対角線方向では、最大60mm、平均55.3mmの炭化層が確認された。また交差部以外のログ一般部表面では最大76mm、平均63.7mm、接合部では最大90mm（火炎貫通）、平均78.7mmの炭化層が確認された。ログ交差部分の炭化図を図4-84に示す。

- ・燃料消費量（プロパンガス）：9.2 (m³)
- ・260℃を超える加熱温度時間面積：629.1 (×100℃・分)
- ・260℃を超える標準温度時間面積：621.2 (×100℃・分)
- ・加熱比率：1.01

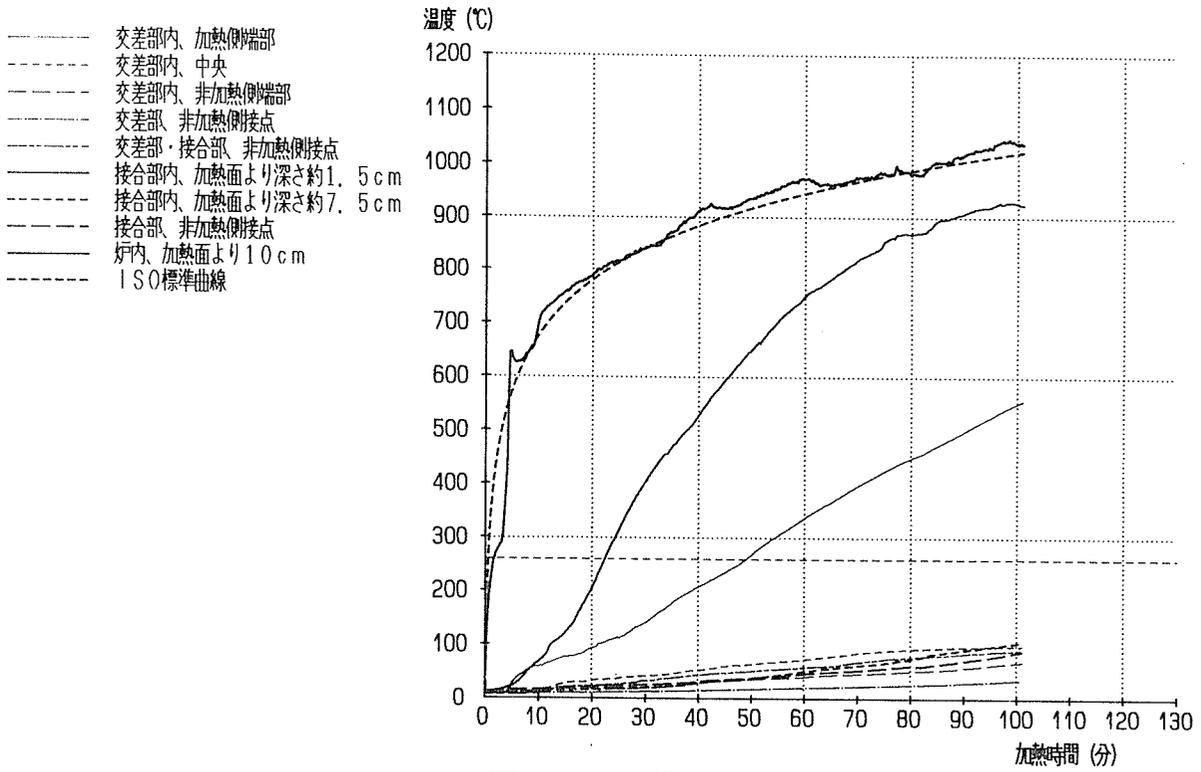


図4-82 試験炉K-4 各部温度平均

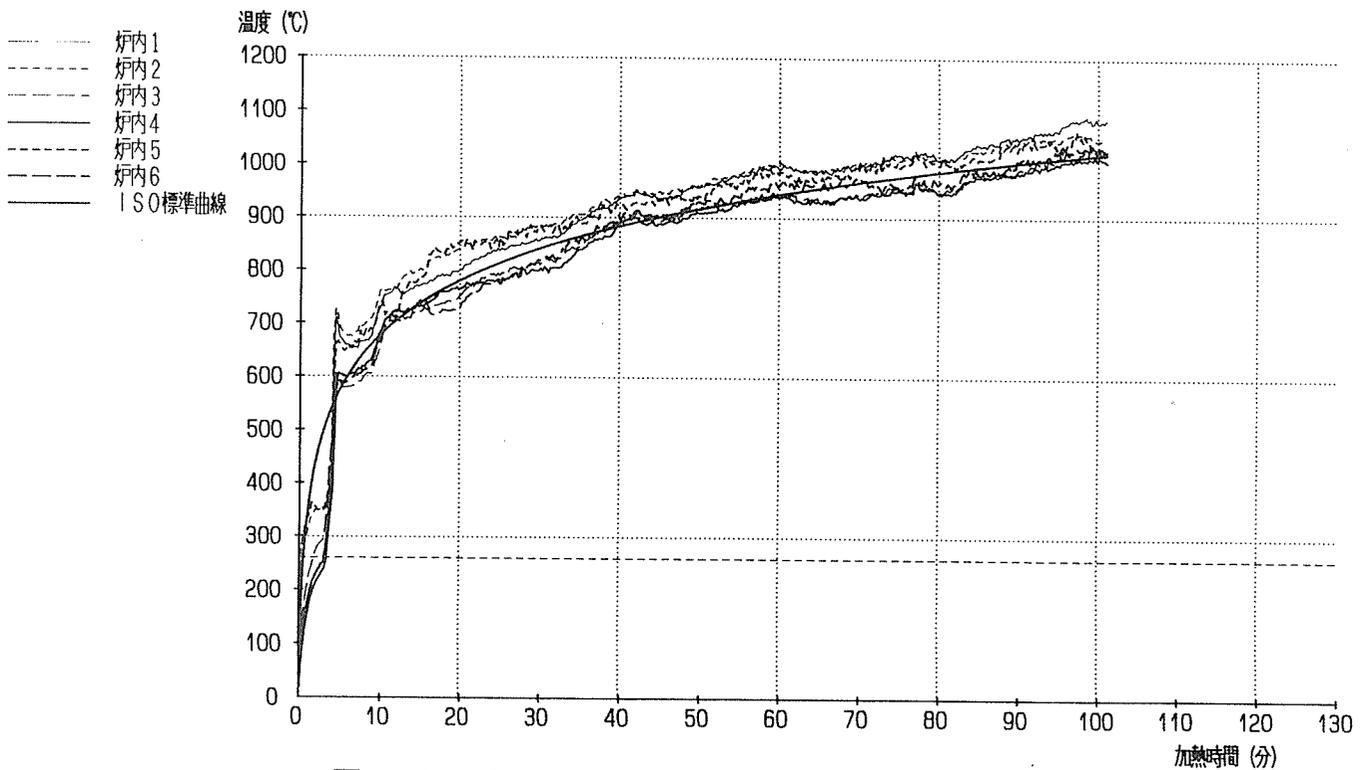


図4-83 試験炉K-4 炉内加熱温度

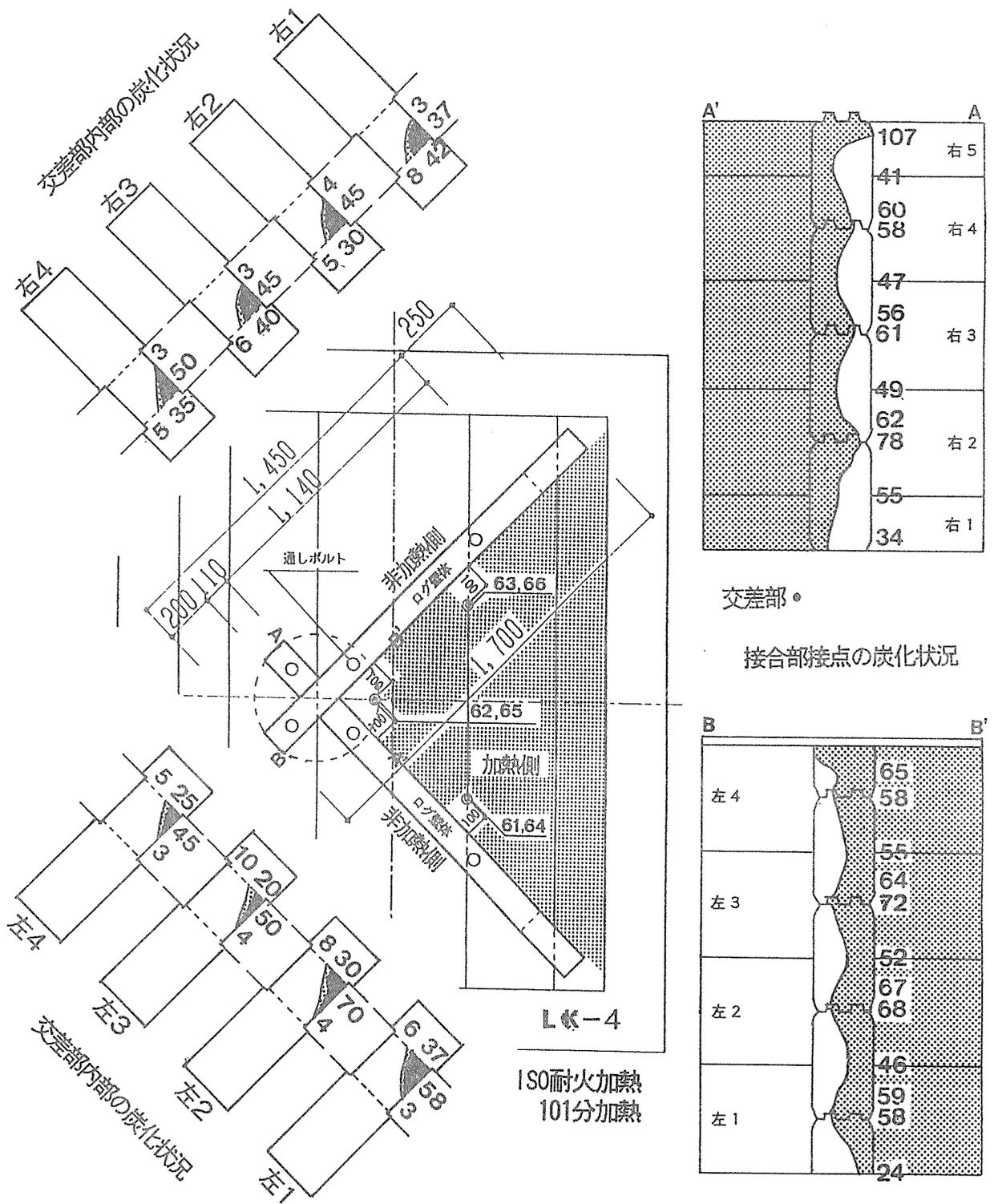


図4-84 試験標号LK-4 ログ交差部炭化深さ測定結果

5. 結果概要

防火2級及び防火3級加熱試験結果の概要を表5-1及び5-2に、ISO 載荷加熱試験結果の概要を表5-3（その1及びその2）に、交差部の結果概要を表5-4に示す。ログ壁体の炭化深さの測定結果については表5-5に、ログ交差部の炭化深さ測定結果については表5-6に示す。

1) 防火3級加熱試験結果について

- ① 角ログ11×19cmの試験体では、加熱面の炎が25分過ぎに消えたが、火気は41分頃まで残存した。その他の試験体では、15分以内に炎が消え、火気の残存はいずれも30分以内であった。
- ② 非加熱側は、小円弧落とし加工丸ログ（径19cm）試験体において、39分頃まで煙の発生が見られたが、その他の試験体ではいずれも20分以内に煙の発生が止まった。その後の計測及び目視観察では、各測定位置の温度も低下し、裏面側への燃え抜けも認められなかった。
- ③ 試験終了後の加熱面の炭化状況観察では、通しボルト位置、雇い実緊結用のボルト位置の炭化が他の位置より進んでいた。
- ④ ログの組立に挿入したウレタン系熱膨張材は、加熱側で発泡し、炎の侵入を防いでいた。

2) 防火2級加熱試験結果について

- ① 円弧実加工丸ログ（径18cm）の試験体では、本実加工継手部分と継手下部のログ部材の間から燃え抜けが32分に生じたが、その他の継手位置やログ部材位置では、加熱終了後90分（加熱開始から120分後）経過しても燃え抜けは生じず、各測定位置の温度も低下した。
- ② 角ログ11×19cmの試験体では、加熱側は17分頃に炎が消え、火気も43分過ぎに消失し、非加熱側では46分頃に煙の発生も止まり、加熱終了90分経過後（加熱開始から120分後）においても、燃え抜けは無く、各測定位置の温度も低下した。
- ③ 試験終了後の加熱面の炭化状況観察では、通しボルト位置及び雇い実緊結用ボルト挿入位置の炭化が他の位置より進んでいた。
- ④ ログの組立に挿入したウレタン系熱膨張材は、加熱側で発泡し、炎の侵入を防いでいた。

3) ISO 載荷加熱試験について

- ① 小円弧加工丸ログ（径19cm）の試験体では、加熱開始後31分過ぎに雇い実継ぎ 手付近及び雇い実を緊結しているボルト位置から燃え抜けが生じ、その後燃焼が 拡大し始めたので45分に加熱を終了したが、他の位置からの燃え抜けはなく、又 面外方向の変位も 9.2mm程度と少なく、継ぎ手及び継ぎ手周辺の防火措置をより 強化・改良すれば1時間程度の耐火性能は確保できると思われる。
- ② 角ログ 9×15cmの試験体では、加熱開始後34分頃から変位が急増し、試験体が 座屈して載荷が困難となったために36分に加熱を終了した。継ぎ手部分は加熱終 了時まで燃え抜けず、熱膨張材による防火措置が有効であった。
- ③ 角ログ11×19cmの試験体では、加熱開始後67分頃から変位が急増し、試験体が 座屈して載荷が困難となったために68分に加熱を終了した。継ぎ手部分は加熱終 了時まで燃え抜けず、熱膨張材による防火措置が有効であった。
- ④ 丸ログでは通しボルト用に開けた穴が大きいと、ボルト穴を通して燃焼が広が る傾向が認められ、ボルト穴周辺の防火措置が必要であると思われる。
- ⑤ ログ壁体の組立を通しボルトを使用せずにダボを用いた場合の耐火性能は、小 円弧落とし（丸太径19cm）では加熱開始150分後に座屈を生じたので加熱終了 したが、変位変化の状況から試験体両側面の加熱されていない部分で荷重を受け ていたと推測され、試験体中央部に正しく載荷されていなかったため150分間 の加熱ができたものと推定される。
- ⑥ 丸ログ円弧落とし実加工、丸太径18cmで木製ダボを用いた試験体では、加熱開 始後51分に座屈を生じたために加熱を終了した。
- ⑦ 丸ログ円弧落とし実加工、丸太径18cmで鋼製ダボを用いた試験体では、加熱開 始後99分に面外方向の変位が大きくなったために加熱を終了したが、変位変化 の状況から見て、試験体側面の加熱されていない部分で載荷荷重を受けていた可 能性があり、結果的には木製ダボに比べ耐火性能が大きくなっていたが、各部の 炭化状況から見てダボの違いによる大きな差異はなかったと思われる。
- ⑧ 角ログ11×19cm、二枚実加工の部材を木製ダボで組み立てた試験体では、加熱 開始後76分に座屈を生じたため加熱終了した。
- ⑨ 以上の結果、角ログ寸法 9×15cmの壁体では30分程度の、丸ログ19cm小円弧加 工では45分から1時間程度の、角ログ11×19cmの壁体では1時間程度の延焼防止 性能が確保できることが明らかとなった。又、通しボルトの代わりに木製及び鋼 製ダボを用いた場合の性能的な差はあまり認められなかった。

4) ログ交差部の耐火性能について

- ① 丸ログ径19cm、小円弧加工の試験体では、105分30秒に交差部裏面側の温度が初期温度+ 180℃を超えたので110分に加熱を終了した。
- ② 丸ログ径18cm、円弧実加工の試験体では、127分30秒に交差部の裏面側温度が初期温度+ 180℃を超え、129分にログ一般接合部の通しボルト位置が燃え抜けたので130分に加熱を終了した。
- ③ 角ログ 9×15cm、二枚実加工の試験体では、95分30秒にログ接合一般部の裏面側温度が初期温度+ 180℃を超え、101分25秒にログ一般接合部から火炎が貫通したため102分に加熱を終了した。
- ④ 角ログ11×19cm、二枚実加工の試験体では、99分30秒にログ一般接合部から火炎が貫通したため101分に加熱を終了した。

表5-1-1 ログ壁体、防火3級加熱試験体の試験結果概要

試験体記号 (断面形状)	温度測定時間 (分)	加熱面から各温度測定位置が最も早く260℃を超えた時間(分)						加熱終了となる条件等 ・時間 ・位置				
		ログ接合部内		ログ継ぎ手一部		ログ継ぎ手全部						
		加熱側 裏面	非加熱側 裏面	加熱側 裏面	非加熱側 裏面	加熱側 裏面	非加熱側 裏面					
LA-1 丸ログ小円弧 落とし ログ径19cm	90	Max. 82℃	Max. 33℃	Max. 30℃	Max. 36℃	Max. 85℃	Max. 45℃	Max. 16℃	Max. 101℃	Max. 90℃	Max. 63℃	計測終了 (火炎貫通 発生せず)
		10.0	52.0	20℃	22℃	Max. 98℃	Max. 93℃	Max. 21℃	Max. 96℃	Max. 26℃	Max. 20℃	
				Max. 100℃	Max. 20℃	Max. 100℃	Max. 30℃	Max. 15℃	Max. 130℃	Max. 56℃	Max. 73℃	
LA-2 丸ログ円弧落 とし裏加工 ログ径18cm	90	Max. 43℃	Max. 20℃	Max. 32℃	Max. 26℃	Max. 98℃	Max. 21℃	Max. 14℃	Max. 103℃	Max. 22℃	Max. 17℃	計測終了 (火炎貫通 発生せず)
		25.5	79.5	Max. 71℃	Max. 19℃	Max. 48℃	Max. 16℃	Max. 12℃	Max. 84℃	Max. 47℃	Max. 19℃	
				Max. 83℃	Max. 14℃	Max. 44℃	Max. 16℃	Max. 17℃	Max. 70℃	Max. 74℃	Max. 35℃	
LA-3 角ログ二枚実 9×15cm	90	Max. 115℃	Max. 44℃	Max. 55℃	Max. 34℃	Max. 83℃	Max. 33℃	Max. 23℃	Max. 83℃	Max. 39℃	Max. 25℃	計測終了 (火炎貫通 発生せず)
		20.5	56.0	Max. 65℃	Max. 29℃	Max. 57℃	Max. 35℃	Max. 23℃	Max. 84℃	Max. 47℃	Max. 29℃	
				Max. 90℃	Max. 23℃	Max. 52℃	Max. 35℃	Max. 23℃	Max. 100℃	Max. 44℃	Max. 24℃	
LA-4 角ログ二枚実 11×19cm	130	Max. 112℃	Max. 47℃	Max. 52℃	Max. 29℃	Max. 97℃	Max. 38℃	Max. 21℃	Max. 99℃	Max. 40℃	Max. 23℃	計測終了 (火炎貫通 発生せず)
		23.5	88.0	Max. 106℃	Max. 28℃	Max. 94℃	Max. 34℃	Max. 20℃	Max. 101℃	Max. 36℃	Max. 23℃	
				Max. 137℃	Max. 25℃	Max. 100℃	Max. 38℃	Max. 21℃	Max. 100℃	Max. 59℃	Max. 20℃	

表5-3 (2) ログ壁体、ISO載荷加熱試験体 (ダボ接合) 結果概要

試験体記号 (断面形状)	加熱時間 (分)	試験荷重 (tf)	最大変位		ログ接合部内			ログ継ぎ手上部			ログ継ぎ手中部			ログ継ぎ手下部			火災直通となる 条件等 ・時間 ・位置	
			軸方向 (mm)	外 (mm)	Max. 割	割	裏面	Max. 割	割	裏面	Max. 割	割	裏面	Max. 割	割	裏面		
																		ログ継ぎ手 形状
LC-4 丸ログ小円弧 落とし実加工 (木製丸、径30mm) ログ径19cm	150	6.5	44.8 (下部・中)	68.5 (中・右)	Max. 98℃	113.5	41.7	Max. 108℃	121.2	41.3	Max. 101℃	110.3	Max. 101℃	Max. 76℃	59.8	Max. 205℃	Max. 104℃	150分00秒 試験体の急激な 座屈 (軸方向変 位の上昇)
LC-5 丸ログ円弧 落とし実加工 (木製丸、径30mm) ログ径18cm	51	6.5	19.1 (下部・中)	90.8 (中・左)	Max. 43℃	Max. 82℃	43.9	Max. 44℃	Max. 68℃	Max. 115℃	Max. 46℃	Max. 101℃	Max. 27℃	Max. 222℃	Max. 45℃	Max. 26℃	50分30秒 試験体の急激な 座屈	
LC-6 丸ログ円弧 落とし実加工 (木製丸、径13mm) ログ径18cm	99	6.5	41.1 (下部・中)	69.6 (中・左)	Max. 67℃	Max. 100℃	58.3	Max. 85℃	Max. 100℃	72.3	Max. 100℃	88.4	Max. 100℃	Max. 69℃	Max. 100℃	Max. 99℃	99分00秒 試験体の急激な 座屈	
LC-7 角ログ二枚実 (木製丸、径30mm) 11×19cm	76	6.5	34.9 (下部・中)	66.8 (中・左)	Max. 57℃	Max. 102℃	18.1	Max. 64℃	Max. 86℃	20.8	Max. 100℃	48.6	Max. 100℃	Max. 85℃	Max. 96℃	Max. 85℃	75分30秒 試験体の急激な 座屈	

表5-4 ログ交差部 I S O 耐火加熱試験、結果概要

試験体記号 (断面形状)	交差部 形状	加熱 時間 (分)	加熱面から各温度測定位置が最も早く 260℃を超えた時間 (分)						加熱終了となる条件等 ・時間 ・位置		
			接合部内			交差部内				試験体裏面	
			加熱側 寄り	非加熱 側寄り	裏面	加熱側 寄り	中央	非加熱 側寄り		交差部	交差部・ 接合部裏面
LK-1 丸ログ小円弧落とし、ログ径19cm	鞍型欠	110	34.3	86.2	Max. 104℃	56.5	Max. 159℃	Max. 84℃	Max. 62℃	Max. 240℃	105分00秒 交差部・接合部接点温度が、初期温度+180℃を超えたため
LK-2 丸ログ円弧落とし実加工、ログ径18cm	き加工	130	69.1	128.0	Max. 74℃	75.9	Max. 216℃	Max. 49℃	Max. 46℃	Max. 132℃	128分50秒 ログ一般接合部(通しボルト穴に隣接)より火炎貫通
LK-3 角ログ二枚実 断面寸法：9×15cm	鎌欠き	102	16.1	93.4	97.2	33.4	Max. 132℃	Max. 97℃	Max. 56℃	Max. 101℃	95分30秒 ログ一般接合部(初温度+180℃)
LK-4 角ログ二枚実 断面寸法：11×19cm	加工	101	18.9	Max. 129℃	Max. 99℃	34.6	Max. 101℃	Max. 99℃	Max. 62℃	Max. 97℃	101分25秒 ログ一般接合部より火炎貫通 99分30秒 ログ一般接合部より火炎貫通

注) いずれの試験体も、交差部内に防火発泡材を挿入した。

表5-5 ログ壁体、加熱試験体の平均炭化深さ、平均炭化速度測定結果

試験体 記号	ログの 断面形状	ログ表面 燃焼時間 (分)	平均炭化深さ (mm)				平均炭化速度 (mm/min)			
			一般表面 接合部	継ぎ手周辺			一般表面 接合部	継ぎ手周辺		
				上部	中央	下部		上部	中央	下部
LA-1	丸ログ小円弧落とし 径19cm	13.3	7.2 5.5	9.0	6.3	8.0	0.54 0.41	0.68	0.47	0.60
LA-2	丸ログ円弧落とし 実加工 径18cm	13.3	7.0 4.4	14.7	7.3	5.7	0.53 0.33	1.11	0.55	0.43
LA-3	角ログ二枚実 9X15cm	13.3	3.9 0.2	0.0	4.0	0.0	0.29 0.02	0.00	0.30	0.00
LA-4	角ログ二枚実 11X19cm	13.3	7.5 2.8	5.7	8.3	4.3	0.56 0.21	0.43	0.62	0.32
LB-1	丸ログ円弧落とし 実加工 径18cm	20.5	11.1 8.1	14.3	12.7	35.0*	0.54 0.40	0.70	0.62	—
LB-2	角ログ二枚実 11X19cm	20.5	11.4 6.4	10.3	10.3	8.7	0.56 0.31	0.50	0.50	0.42
LC-1	丸ログ小円弧落とし 径19cm	45	39.3 26.5	34.0	40.0	36.0	0.87 0.59	0.76	0.89	0.80
LC-2	角ログ二枚実 9X15cm	36	18.0 18.9	26.0	18.3	22.7	0.50 0.53	0.72	0.51	0.63
LC-3	角ログ二枚実 11X19cm	68	40.3 48.5	58.0	44.3	55.0	0.59 0.71	0.85	0.62	0.81
LC-4	丸ログ小円弧落とし 径19cm	150	75.8 69.9	69.7	86.7	74.7	0.51 0.47	0.46	0.58	0.50
LC-5	丸ログ円弧落とし 実加工 径18cm	51	33.3 20.5	24.7	35.7	24.3	0.65 0.40	0.48	0.70	0.48
LC-6	丸ログ円弧落とし 実加工 径18cm	99	53.7 44.8	39.3	63.3	39.0	0.54 0.45	0.40	0.64	0.39
LC-7	角ログ二枚実 11X19cm	76	42.1 54.3	53.3	55.7	47.0	0.55 0.71	0.70	0.73	0.62

注) 防火2, 3級加熱では、(ログ表面燃焼時間) = { (消炎時間) - (着炎時間) }
 ISO耐火加熱では、(ログ表面燃焼時間) = (加熱時間)
 (平均炭化速度) = (平均炭化深さ) / (ログ表面燃焼時間)

*: 火炎貫通部分

表5-6 ログ交差部加熱試験体の平均炭化深さ、平均炭化速度測定結果

試験体 記号	ログの 断面形状	ログ表面 燃焼時間 (分)	平均炭化深さ (mm)				平均炭化速度 (mm/min)			
			一般表面 接合部	交差部周辺			一般表面 接合部	交差部周辺		
				一般表面	接合部接点	内部		一般表面	接合部接点	内部
LK-1	丸ログ小円弧落とし 径19cm	110	69.2 66.6*	93.7	75.6*	82.7	0.63 0.61*	0.85	0.69*	0.75
LK-2	丸ログ円弧落とし 実加工 径18cm	130	76.3 60.8*	87.8	63.9*	74.4	0.59 0.47*	0.68	0.49*	0.57
LK-3	角ログ二枚実 9X15cm	102	57.5 67.4*	38.0	61.6	47.0	0.56 0.66*	0.37	0.60	0.40
LK-4	角ログ二枚実 11X19cm	101	63.7 78.7*	49.7	67.0	55.3	0.63 0.78*	0.49	0.66	0.55

注) (ログ表面燃焼時間) = (加熱時間)
 (平均炭化速度) = (平均炭化深さ) / (ログ表面燃焼時間)

*: 火炎貫通部分

6. 平成6年度実施事業のまとめ

本年度実施した壁構造の防火3級加熱、防火2級加熱及びISO載荷加熱試験の結果並びに壁交差部のISO耐火加熱試験の結果は、以下のものであった。

6.1 防火3級加熱について

試験体の加熱面は、試験の初期に着炎して炉内温度を上昇させたが、加熱試験の後半になると炉内温度が低下するとともに試験体表面の燃焼が緩やかとなり25分頃までには炎を発生する燃焼はなくなり、火気の残存と発煙も40頃には認められなくなり、試験体のログ接合部の内部温度も最高温度で115℃と木材出火危険温度といわれる260℃に比べて低く、加熱終了後に試験体を放置しての計測及び観察でも温度は低下し、非加熱面側への燃え抜けなどの現象は見られなかった。これらの結果から見て、厚みや質量のあるログのような木材では周囲温度が低下すれば加熱面の燃焼が抑制され、更に加熱終了後も燃焼が鎮静化して燃え抜けが生じるような現象も認められないことが明らかとなった。従って、今回実験したログ部材は、土塗り壁と同等以上の性能を有するものと考えられる。

6.2 防火2級加熱について

試験体の加熱面は、表面に着炎するとともに全面が燃焼しているが、試験後半に炉内温度が徐々に低下するに従って表面の燃焼が緩やかとなり、加熱開始後18分頃には加熱面の炎は消え、加熱面の赤熱状態も43分過ぎに認められなくなった。

径18cm丸ログ小円弧加工では、本ぎね加工継ぎ手部分が32分頃に燃え抜けたが、その他の継ぎ手部及びログ部材の組立位置では加熱終了後90分間放置しても燃え抜けは認められなかった。又、ログ接合部内部は最高温度が227℃程度で木材出火危険温度といわれる260℃に達していなかった。その後の放置で50℃以下にまで低下し、燃え抜けや延焼の危険性は少ないと思われる。

以上の結果から、今回実験を行ったログ部材については、丸ログの本ぎね加工継手を除けば、防火2級加熱に対して、加熱終了後の燃え抜けが生じないことが確認され、防火構造とほぼ同等の性能を有すると考えられる。

6.3 ISO載荷加熱試験について

載荷加熱試験では、丸ログ、角ログとも通しボルトの位置から燃え抜けることが多く見られ、ボルトを通す穴の径とログ部材が組み立てられたときの接触部分の幅との差が小さくならないように考慮することが防火性能上重要であることが明らかとなった。特に、継ぎ手の補強をボルトで行う場合に、ボルト頭部分を座掘りすると断面欠損が大きくなり、防火上の大きな弱点部分となるためボルトによる補強は避けるべきと思われる。又、通しボルトによるログ壁体の緊結の代わりに鋼製又は木製ダボを用いると性能が多少低下する

ことが認められた。

内部火災に対する延焼防止性能として、角ログの断面寸法 9×15cmでは30分程度の、角ログ11×19cmでは60分程度の耐火性能が見込め、丸ログでは小円弧落とし、円弧落とし実加工とも径18cm以上であれば60分の耐火性能が確保できることが明らかとなった。

6.4 壁交差部の加熱試験について

壁交差部は、ログ部材を欠き込んで組み立てるために断面欠損が大きくなり、防火性能上の弱点となり、交差部に防火発泡材による防火処置を行うと90分程度の延焼防止性能を有することが認められた。

6.5 その他

- ① ログ部材の組立時の目地部分は、目地の隙間を通して燃焼が内部に進行する恐れがあるため防火上の弱点となり易いので、目地部には燃えにくいシール材や熱発泡性の材料などで処理することが必要である。この処理は角ログよりも丸ログの方が重要である。
- ② 丸ログでは通しボルト用に開けた穴の寸法が大きいと、ログ部材を組み立てたときの重なり幅が少なくなり、ボルト穴がある位置のログ部材の燃焼が早くなり、ボルト穴を通して燃焼が広がる恐れがあるため、ログ部材上面のボルト穴とボルトの間に断熱材や熱膨張材等を埋めること及び必要以上の寸法で穴を開けることを避ける等の措置を行うことが防火性能の向上を図るためには必要と思われる。

7. 本事業のまとめ

平成4年度から平成6年度までに実施した各実験から得られた結果の概要を表7-1から表7-8に示し、これらをまとめたものを表7-9に示す。

7. 1 平成4年度の実施内容と結果の概要

平成4年度は、一般的なログの断面形状（丸ログ、角ログ）による壁体に、ログの継ぎ手を想定した部分を組み込んで試験体を製作し、防火構造の試験方法である防火2級加熱試験及び室内火災の延焼防止性能の確認のためにISO/834の標準加熱曲線に沿って無載荷で耐火加熱試験を行った。その結果の概要は表7-1及び表7-2に示すように、ログの継ぎ手部分が弱点であり、防火2級加熱では継ぎ手に何らかの防火処理を行えば加熱終了後も燃え抜けが生じないことが明らかとなった。又、継ぎ手部分に防火処理を行えば、耐火加熱で1時間程度の遮熱、遮炎性能が見込めることなどが明らかとなった。

7. 2 平成5年度の実施内容と結果の概要

平成5年度は、丸太組工法の住宅金融公庫工事共通仕様書による3種類の継ぎ手をログ壁体に組み込み、クロロプレン系ゴムガスケット材をログ部材の目地部分及び継ぎ手部分に挿入して試験体を組み立てた。又、ログ壁体の開口部周囲が防火上の弱点となると思われるため、開口部を組み込んだ試験体を製作しそれぞれに最も厳しい設計荷重に相当する荷重を載荷しながらISO耐火加熱試験を行った。更に、ログの壁交差部分は、ログ部材の断面欠損が大きくなるために隙間からの燃焼が進めば、防火上の弱点部分になると推定されるため、交差部分だけの試験体を製作し、水平炉によりISO/834の標準曲線による耐火加熱試験を行った。

これらの結果を表7-3から表7-5に示す。

- 1) ISO載荷加熱試験では、雇い実が75分過ぎに、腰掛けあり継ぎが79分に燃え抜け、本実加工は110分に試験体が座屈した。燃え抜けはいずれも継ぎ手位置であったが、面外方向への変位が大きくなり始めた頃に燃え抜けが生じた。燃え抜けや座屈は、75分以降であり、継ぎ手及びログ部材の組立目地部に防火処置を行えば60分以上の遮熱、遮炎性能があることが認められた。
- 2) 開口部を含む試験体では、いずれも乙種防火戸相当の木製窓を組み込んで載荷加熱試験を行った結果、木製窓のかまち部分に着炎して非加熱側のログ壁体に火炎が拡大したためにそれぞれ26分頃及び38分頃に加熱を終了したが、開口部とログ壁体との取り付け部分からの燃焼は認められなかったため、30分程度の加熱試験では開口部周辺が防火上特に弱点となることは認められなかった。
- 3) ログ交差部のISO耐火加熱試験では、角ログ9×15cmが25分頃、天然丸ログでは29分半頃に燃え抜け、径18cmの丸ログ円弧落とし実加工の場合は53分過ぎ

に燃え抜けた。従って、 9×15 cmの寸法の角ログ並びに天然丸ログの交差部は30分以下の、丸ログ円弧実加工では60分以下の遮熱、遮炎性能であった。これらの交差部に防火処置を行えば前者では30分の後者では60分の遮熱、遮炎性能が確保できると思われる。

7. 3 平成6年度の実施内容と結果の概要

平成6年度は、土塗り壁同等性能の確認のために防火3級加熱、防火構造の性能確認のために防火2級加熱、建物内延焼防止性能の確認のためのISO载荷加熱、ログ壁体交差部の延焼防止のためのISO耐火加熱を行った。これらの結果を表7-6から表7-8に示す。

1)防火3級加熱試験では、試験体の加熱面は炉内温度が低下するとともに表面の燃焼が緩やかとなり25分頃までには炎を発生する燃焼はなくなり、火気の残存と発煙も40分頃には認められなくなった。ログ接合部の内部温度も最高温度で 115°C 程度で、加熱終了後に試験体を放置しての計測及び観察でも温度は低下し、非加熱面側への燃え抜けなどの現象は見られなかった。これらの結果から見て、厚みや質量のあるログのような木材では周囲温度が低下すれば加熱面の燃焼が抑制され、更に加熱終了後も燃焼が鎮静化して燃え抜けが生じるような現象も認められないことが明らかとなった。

2)防火2級加熱試験では、試験体の加熱面は炉内温度が徐々に低下するに従って表面の燃焼が緩やかとなり、加熱開始後18分頃には加熱面の炎は消え、加熱面の赤熱状態も43分過ぎに認められなくなった。径18cm丸ログ小円弧加工では、本ぎね加工継ぎ手部分が32分頃に燃え抜けたが、その他の継ぎ手部及びログ部材の組立位置では加熱終了後90分間放置しても燃え抜けは認められなかった。又、ログ接合部内部は最高温度が 227°C となったが、その後の放置で 50°C 以下にまで低下し、燃え抜けや延焼の危険性は少ないと思われる。

3)ISO载荷加熱試験では、丸ログ、角ログとも通しボルトの位置から燃え抜けることが多く見られ、ボルトを通す穴の径とログ部材が組み立てられたときの接触部分の幅との差が小さくならないように考慮することが防火性能上重要であることが明らかとなった。特に、継ぎ手の補強をボルトで行う場合に、ボルト頭部分を座掘りすると断面欠損が大きくなり、防火上の大きな弱点部分となるためボルトによる補強は避けるべきと思われる。又、通しボルトによるログ壁体の緊結の代わりに鋼製又は木製ダボを用いた場合は、多少性能が低下すると思われる。

4)壁交差部のISO耐火加熱試験では、壁交差部に防火発泡材による防火処置を行うと90分程度の延焼防止性能を有することが認められた。

7. 4 まとめ

本事業で実施した開発試験の結果を表7-9に示す。これらの結果をまとめると、以下のようである。

- 1)防火性能を向上させるためには、ログの組み立て時の目地部に図7-1に示すような耐熱性のシートや加熱により膨張して隙間からの熱や炎の進入を防ぐ防火材料を用いることが必要である。これまでの実験結果では、ログ部材の組立時の目地部分は、目地の隙間を通して燃焼が内部に進行する恐れがあるため防火上の弱点となり易いので、目地部には耐熱性のシートや熱膨張性の材料などで処理することが必要である。この処理は四面加工して部材の密着度の高い角ログよりも丸ログの方が重要である。又、ログの継ぎ手は燃焼の進行を早めるためになるべく用いない方が防火上有利であるが、継ぎ手を必要とする場合は図7-1の使用例に示すように継ぎ手部分に防火材料を挿入すること等の防火処置が必要である。これらの防火材料は、熱に対して強いだけでなく、吸水性が少ないことや老化しないことなどの耐久性のあるものを使用すべきである。
- 2)ログ部材に通しボルト用に開けた穴の寸法が大きいと、ログ部材を組み立てたときの重なり幅が少なくなり、ボルト穴がある位置のログ部材の燃焼が早くなり、ボルト穴を通して燃焼が広がる恐れがあるため、ログ部材上面のボルト穴とボルトの間に断熱材や熱膨張材等を埋めること及び必要以上の寸法で穴を開けることを避ける等の措置を行うことが防火性能の向上を図るためには必要である。
- 3)これらの防火処置を行ったログ部材は、角ログでは厚さ9cm以上、丸ログでは丸太径18cm以上であれば加熱終了後の燃え抜けが生じないことが確認され、土塗り壁と同等以上の性能を有していた。
- 4)又、同様の処置を行えば、今回実験を行ったログ部材については、丸ログの本ぎね加工継手を除けば、防火2級加熱に対して、加熱終了後の燃え抜けが生じないことが確認され、角ログでは厚さ9cm以上、丸ログでは径18cm以上であれば防火構造に匹敵する性能を有することが明らかとなった。
- 5)内部火災に対する延焼防止性能として、角ログの断面寸法9×15cmでは30分程度の、角ログ11×19cmでは60分程度の耐火性能が見込め、丸ログでは小円弧落とし、円弧落とし実加工とも径18cm以上であれば60分の耐火性能が確保できることが明らかとなった。
- 6)壁の交差部分は、交差部に防火発泡材による防火処置を行うと90分程度の延焼防止性能を有することが認められた。

表7-1 平成4年度、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
			加熱側 の状況	加熱終了 時間	燃え抜け	燃え抜け位置	
A-1	丸ログ 円弧・実加工	120分	15'12"炎が消える。 40'00"赤熱消える。	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	18'30"炎が消える。	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	16'00"炎が消える。 47'50"赤熱消える。	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	17'00"炎が消える。 31'00"赤熱消える。	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	16'45"炎が消える。 30'00"赤熱消える。	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	15'40"炎が消える。 26'30"赤熱消える。	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7-2 平成4年度、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℃を超えた時間			ログ継手部、260℃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	裏面	深さ6cm	深さ12cm	裏面			
A-2	丸ログ 円弧・実加工	75分	70'30"	(97℃) 75'00"	(81℃) 75'00"	(101℃) 75'00"	(76℃) 75'00"	(82℃) 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℃) 100'00"	(193℃) 100'00"	22'00"	70'15"	(75℃) 100'00"	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℃) 97'00"	41'00"	67'45"	(144℃) 97'00"	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7-3 平成5年度ログ継ぎ手試験体の試験結果概要（丸ログ円弧落とし美加工、径18cm）

試験体記号	継ぎ手形式 補材	加熱時間 分	試験荷重 (tf)	最大変位量		加熱面から各温度測定位置が最も早く260℃を越えた時間(分)												燃え抜け (継手側部) ・時間 ・位置					
				軸方向 (mm)	面外方向 (mm)	ログ一般接合部				ログ継ぎ手周辺部(上段:防火処理なし、下段:防火処理あり)				ログ継ぎ手下部									
						深さ 3cm	深さ 6cm	壁裏面	体面	深さ 3cm	深さ 7.5cm	深さ 10.5cm	壁裏面	体面	深さ 3cm	深さ 6cm	壁裏面		体面				
LC-1	本実 ひら 金物	110	6.5	27.7	83.6	71.8	107.0	97℃	100℃	92℃	192℃	110.0	110.0	110.0	136℃	108℃	108℃	95℃	56.5	108.5	107.0	98℃	出現せず
LC-2	腰掛け あり ボルト	84	6.5	15.5	63.7	80.8	93℃	49℃	143℃	71℃	84.0	79.0	84.0	102℃	70℃	101℃	78℃	83.8	21.8	27.9	84.0	209℃	79分00秒 継手中央
LC-3	雇い実 (長) ボルト	80	6.5	10.0	26.6	76.3	95℃	30℃	124℃	98℃	36.1	54.4	49.0	77.0	76.5	98℃	195℃	150℃	54.0	75.5	79.0	57℃	75分40秒 継手上部

表7-4 平成5年度ログ開口部試験体の試験結果概要（丸ログ円弧落とし美加工、径18cm）

試験体記号	丸太材 に対する 窓額 縁の納 まりの 位置	加熱時間 分	試験荷重 (tf)	最大変位量		加熱面から各温度測定位置が最も早く260℃を越えた時間(分)												燃え抜け ・時間 ・位置						
				軸方向 (mm)	面外方向 (mm)	ログ一般接合部				上枠・額縁・丸太受け材内部				非加熱側										
						深さ 3cm	深さ 6cm	壁裏面	体面	上枠・額縁 接点、 非加熱側	丸太 受け材 下中央	上額縁 接点	丸太 上額縁 接点	丸太 窓縦 接点 (裏側)	縦額縁 窓縦 接点	窓下枠 丸太 接点								
L0-1*	外側	38	4.2	5.2	10.4	36.0	50℃	94℃	99℃	50℃	94℃	29.1	38.0	38.0	105℃	110℃	89℃	150℃	20.5	38.0	37.6	38.0	38.0	31分51秒と ガラスの間の 隙の間
L0-2	内側	35	4.2	3.2	6.7	35.0	23℃	145℃	66℃	23℃	145℃	34.0	35.0	35.0	126℃	117℃	92℃	161℃	35.0	35.0	26.1	28℃	34.5	25分50秒と ガラスの間の 隙の間

* : 框とガラスの接点を耐火接着剤で補強する。

表 7-5 平成5年度ログ交差部試験体の試験結果概要

試験体 記号	ログの断面形状	交差部の形状	加熱 時間 (分)	加熱面から各温度測定位置が最も早く260℃越えた時間 (分)								加熱終了となる現象等 ・ 時間 ・ 位置	
				ログ一般接合部		交差部内部			移動熱				
				深さ	深さ	非加熱側 側寄り	非加熱側 側寄り	非加熱側 側寄り	非加熱側 側寄り	非加熱側 側寄り	非加熱側 側寄り		非加熱側 側寄り
LK-1	角ログ2枚実 90×150mm	鎌欠き加工	35	最高181℃ 深さ 27mm	最高91℃ 深さ 53mm	最高39℃ 側接点	4.0	最高157℃ 側寄り	最高143℃ 中央	最高36.0℃ 側接点	最高153℃ 側接点	測定せず	25分02秒 ログ交差部・一般接合部 接点より火炎貫通
LM-1	丸ログ円弧落とし 実加工 径180mm	通しボルトが 交差部の外側	62	最高89℃ 深さ 48.9	最高62.0℃ 深さ 62.0	最高54℃ 側接点	28.4	最高59℃ 側寄り	最高62.0℃ 中央	最高62.0℃ 側寄り	最高45℃ 側接点	測定せず	59分45秒 ログ交差部・一般接合部 接点より火炎貫通
LM-1			60	最高142℃ 深さ 60.0	最高74℃ 深さ 60.0	最高63℃ 側接点	34.4	最高84℃ 側寄り	最高60.0℃ 中央	最高60.0℃ 側寄り	最高35℃ 側接点	測定せず	53分30秒 ログ交差部・一般接合部 接点より火炎貫通
LM-2	丸ログ 小円弧落とし 末口径200~235mm	サドルノッチ加工	33	最高93℃ 深さ 33.0	最高83℃ 深さ 33.0	最高39℃ 側接点	21.7	最高132℃ 側寄り	最高30.3℃ 中央	最高33.0℃ 側寄り	最高76℃ 側接点	233℃ 火炎貫通前	29分27秒 ログ交差部・ノッチ部 分接点より火炎貫通

注)

1: 温度測定位置は、深さ28mmと46mmである。

2: 温度測定位置はログ一般接合部中央の欠き込み部分の上部と下部である。

表 7-6 平成6年度、ログ壁構造、防火2級・3級加熱試験結果概要

試験体 記号	ログ形状等	加熱方法	計測終了 時間	加熱側の状況	非加熱側の状況		備考・その他の観察状況等
					燃え抜け	燃え抜け位置等	
LA-1	丸ログ径19cm 小円弧落とし	防火3級	90分	13' 30" 炎が消える 28' 10" 赤熱消滅	なし	39' 00" 煙止まる	通しボルト位置の燃焼が大きい。
LA-2	丸ログ径18cm 円弧実加工	防火3級	90分	14' 15" 炎が消える 30' 00" 赤熱消滅	なし	20' 00" 煙止まる	通しボルト位置の燃焼が大きい。
LA-3	角ログ 9×15cm 二枚実加工	防火3級	90分	13' 00" 炎消える 27' 20" 赤熱消滅	なし	15' 40" 煙止まる	
LA-4	角ログ11×19cm 二枚実加工	防火3級	130分	25' 10" 炎消える 41' 00" 赤熱消滅	なし	12' 20" 煙止まる	
LB-1	丸ログ径18cm 円弧実加工	防火2級	120分	18' 00" 炎消える 35' 00" 赤熱消滅	32' 00"	本実加工継手の 下部とログの間	腰掛けあり継ぎ、雇い実加工の継手からの 燃え抜けは認められなかった。
LB-2	角ログ11×19cm 二枚実加工	防火2級	120分	17' 00" 炎消える 43' 15" 赤熱消滅	なし	46' 00" 煙止まる。	試験体側面からの煙は32' 30"に止まる。

* : ログ接合部及び継手部には、ウレタン系の熱膨張材を挿入した。

表 7-7 平成6年度、ログ壁構造、載荷加熱試験結果概要（LC-1～LC-7）

試験記号	ログ形状	材種	加熱時間(分)	試験荷重(tf)	最大変位		ログ一般部		本実周辺部		腰掛け蟻部		雇い実部		加熱終了時の状況
					軸方向(mm)	面外方向(mm)	A	B	A	B	A	B	A	B	
LC-1	丸ログ、径19cm 小円弧落とし 通しボルト		45	6.5	7.9	9.2	36.0	99℃	217℃	95℃	40.9	34℃	31'16"に雇い実のボルト位置から燃え抜け、壁体に燃え広がる		
								57℃	100℃	62℃	97℃	12℃			
LC-2	角ログ、9×15cm 二枚実加工 通しボルト		36	6.5	17.7	82.7	21.9	33℃	32.8	61℃	23.1	61℃	座屈により載荷が困難となり、加熱を終了。		
								59℃	133℃	35℃	230℃	64℃			
LC-3	角ログ、11×19cm 二枚実加工 通しボルト		68	6.5	29.7	85.7	20.8	49℃	21.6	60℃	22.4	56℃	座屈により載荷が困難となり、加熱を終了。		
								56℃	44.6	49℃	44.0	60℃		56.0	63℃
LC-4	丸ログ、径19cm 小円弧落とし 木製ダボ、径3×長20cm		150	6.5	44.8	68.5	41.7	107℃	46.2	101℃	49.0	80℃	座屈により載荷が困難となり、加熱を終了。		
								97℃	98.3	48℃	111	38℃			
LC-5	丸ログ、径18cm 円弧落とし一枚実加工 木製ダボ、φ30×200mm		51	6.5	19.1	90.8	43.9	67℃	44℃	151℃	59℃	133℃	座屈により載荷が困難となり、加熱を終了。		
								43℃	24℃	99℃	27℃	100℃		23℃	
LC-6	丸ログ、径18cm 円弧落とし一枚実加工 鋼製ダボ、φ13×200mm		99	6.5	41.1	69.6	58.3	85℃	72.7	74℃	65.1	81℃	変位が上昇し始めたため加熱を終了。		
								67℃	88.4	69℃	90.5	41℃		98.4	49℃
LC-7	角ログ、11×19cm 二枚実加工 木製ダボ、φ30×200mm		76	6.5	34.9	66.8	18.1	85℃	18.5	54℃	16.8	54℃	座屈により載荷が困難となり、加熱を終了。		
								67℃	48.6	69℃	43.1	59℃		46.6	51℃
								99℃	22.3	79℃	25.9	57℃			

注1：ログ継ぎ手部及び組み立て目地部には、ウレタン・グラファイト系の熱膨張材を挿入した。

注2：温度結果は、上段が継手上部とログ部材の間、中段が継手中央部、下段が継手下部とログ部材の間。

注3：A=ログ接合部・継手部の加熱側から深さ約3cm位置の温度、B=非加熱側表面温度

表7-8 ログ交差部加熱試験体の試験結果の概要（ISO耐火加熱）

試験体記号 (断面形状)	交差部 形状	加熱 時間 (分)	加熱面から各温度測定位置が最も早く 260℃を超えた時間 (分)						加熱終了となる条件等 ・ 時間 ・ 位置		
			接合部内		交差部内		試験体裏面				
			加熱側 寄り	非加熱 側寄り	裏面	加熱側 寄り	中央	非加熱 側寄り		交差部	交差部・ 接合部接点
LK-1 丸ログ小円弧落とし、ログ径19cm	鞍型欠	110	34.3	86.2	Max. 104℃	56.5	Max. 159℃	84℃	Max. 62℃	Max. 240℃	105分00秒 交差部・接合部接点温度が、初期温度+180℃を超えたため
LK-2 丸ログ円弧落とし 実加工、ログ径18cm	き加工	130	69.1	128.0	Max. 74℃	75.9	Max. 216℃	49℃	Max. 46℃	Max. 132℃	128分50秒 ログ一般接合部（通しボルト穴に隣接）より火炎貫通
LK-3 角ログ二枚実 断面寸法：9×15cm	鎌欠き	102	16.1	93.4	97.2	33.4	Max. 132℃	97℃	Max. 56℃	Max. 101℃	95分30秒 ログ一般接合部、通（初期温度+180℃） 101分25秒 ログ一般接合部より火炎貫通
LK-4 角ログ二枚実 断面寸法：11×19cm	加工	101	18.9	Max. 129℃	Max. 99℃	34.6	Max. 101℃	99℃	Max. 62℃	Max. 97℃	99分30秒 ログ一般接合部より火炎貫通

注) いずれの試験体も、交差部内に防火発泡材を挿入した。

温度測定位置は以下の通りである。

- ・ 丸ログ小円弧落とし：接合部内、交差部内、交差部内、
『加熱側寄り』は加熱面より約2cm位置、『非加熱側寄り』は加熱面より約6cm位置
『加熱側寄り』は加熱側交差部・接合部中央との中間部（加熱面より1/4）、
『非加熱側寄り』は交差部中央と非加熱側交差部・接合部中央との中間部（加熱面より3/4）
- ・ 丸ログ円弧落とし実加工：接合部内、交差部内、
『加熱側寄り』は加熱面より約2cm位置、『非加熱側寄り』は加熱面より約6cm位置
『加熱側寄り』は加熱側交差部・接合部中央との中間部（加熱面より1/4）、
『非加熱側寄り』は交差部中央と非加熱側交差部・接合部中央との中間部（加熱面より3/4）
- ・ 角ログ二枚実(9×15)：接合部内、交差部内、
『加熱側寄り』は加熱面より約1.5cm位置、『非加熱側寄り』は加熱面より約6cm位置
『加熱側寄り』は加熱側寄りの切り欠き端部、『非加熱側寄り』は非加熱側寄りの切り欠き端部
- ・ 角ログ二枚実(11×15)：接合部内、交差部内、
『加熱側寄り』は加熱面より約1.5cm位置、『非加熱側寄り』は加熱面より約7.5cm位置
『加熱側寄り』は加熱側寄りの切り欠き端部、『非加熱側寄り』は非加熱側寄りの切り欠き端部

表7-9 ログ形状と防火性能（平成4年度～6年度、防火・耐火試験実施結果概要）

ログの種類	径	等	土塗り壁同等性能 （防火3級加熱）	防火構造同等性能 （防火2級加熱）	延焼防止性能 （ISO耐火加熱）	準耐火性能 （ISO載荷加熱）	交差部・防火性能 壁交差部・ISO加熱
丸ログ 小円弧落とし加工	19cm		試験開始 90分後 燃え抜けなし(6)* ³	試験開始 150分後 燃え抜けなし(4)* ¹	試験開始 100分後 継ぎ手位置より 燃え抜け(4)* ¹	試験開始 31分後 継ぎ手位置より燃え 抜け、拡大(6)* ³	試験開始 105分後 燃え抜け(6)* ³
丸ログ 円弧落し実加工	18cm		試験開始 90分後 燃え抜けなし(6)* ³	試験開始 68分後 燃え抜け(4)* ¹ 試験開始 120分後 燃え抜けなし(6)* ³	試験開始 75分後 継ぎ手位置より 燃え抜け(4)* ¹	燃え抜け時間(5)* ² 75分:雇いざね 79分:腰掛けあり 110分:本ざね	試験開始53分、59分 後に燃え抜け(5)* ² 試験開始 129分後 燃え抜け(6)* ³
角ログ 実加工 一枚実(4) 二枚実(5)(6)	9x15cm		試験開始 90分後 燃え抜けなし(6)* ³	試験開始 120分後 燃え抜けなし(4)* ¹	試験開始 97分後 継ぎ手位置より 燃え抜け(4)* ¹	試験開始 36分後 座屈(6)* ³	試験開始 25分後 燃え抜け(5)* ² 試験開始 101分後 燃え抜け(6)* ³
天然丸ログ	20～25cm		試験開始 130分後 燃え抜けなし(6)* ³	試験開始 120分後 燃え抜けなし(6)* ³	試験開始 68分後 座屈(6)* ³	試験開始 99分後 燃え抜け(6)* ³	試験開始 29分後 燃え抜け(5)* ²

注1=()内は、実験実施年度

注2=ISO載荷加熱は、設計荷重6.5トンを載荷した。

注3=*1:平成4年度は、ログ継ぎ手位置にセラミックファイバーを挿入した。

*2:平成5年度は、ログの継ぎ手及び組立目地にクロプレキシ樹脂系スケット材を挿入した。

*3:平成6年度は、ログの継ぎ手及び組立目地にグラファイト混入ウレタン系熱膨張剤を挿入した。

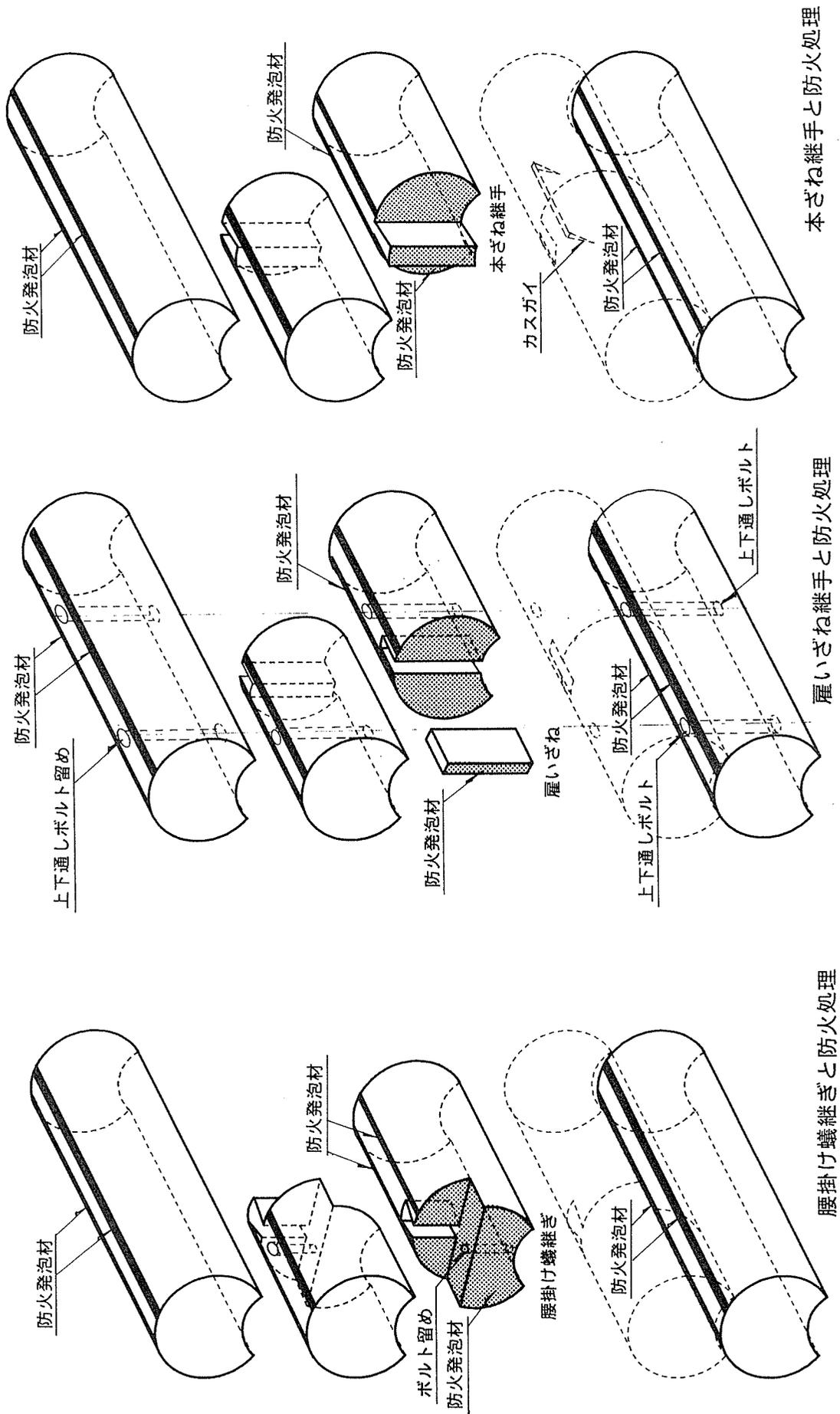


図 7-1 継ぎ手部及びログ部材組立部の防火処置例

参 考 資 料（以下の図表を参考資料として別冊にまとめた）

1. 温度測定結果

各試験体の同一深さの温度変化、荷重変化、軸方向・面外方向変位を、別図1-1～別図17-8に示す。

試験体記号	LA-1	別図1-1	～	別図1-12
試験体記号	LA-2	別図2-1	～	別図2-12
試験体記号	LA-3	別図3-1	～	別図3-12
試験体記号	LA-4	別図4-1	～	別図4-12
試験体記号	LB-1	別図5-1	～	別図5-12
試験体記号	LB-2	別図6-1	～	別図6-12
試験体記号	LC-1	別図7-1	～	別図7-14
試験体記号	LC-2	別図8-1	～	別図8-14
試験体記号	LC-3	別図9-1	～	別図9-14
試験体記号	LC-4	別図10-1	～	別図10-14
試験体記号	LC-5	別図11-1	～	別図11-14
試験体記号	LC-6	別図13-1	～	別図13-14
試験体記号	LC-7	別図13-1	～	別図13-14
試験体記号	LK-1	別図14-1	～	別図14-8
試験体記号	LK-2	別図15-1	～	別図15-8
試験体記号	LK-3	別図16-1	～	別図16-8
試験体記号	LK-4	別図17-1	～	別図17-8

各試験体の時間経過に伴う同一深さの温度変化、載荷荷重変化、軸方向・面外方向変位を、別表1-1～別表17-12に示す。

試験体記号	LA-1	別表1-1	～	別表1-16
試験体記号	LA-2	別表2-1	～	別表2-16
試験体記号	LA-3	別表3-1	～	別表3-16
試験体記号	LA-4	別表4-1	～	別表4-16
試験体記号	LB-1	別表5-1	～	別表5-16
試験体記号	LB-2	別表6-1	～	別表6-16
試験体記号	LC-1	別表7-1	～	別表7-22
試験体記号	LC-2	別表8-1	～	別表8-22
試験体記号	LC-3	別表9-1	～	別表9-22
試験体記号	LC-4	別表10-1	～	別表10-22
試験体記号	LC-5	別表11-1	～	別表11-22
試験体記号	LC-6	別表13-1	～	別表13-22
試験体記号	LC-7	別表13-1	～	別表13-22
試験体記号	LK-1	別表14-1	～	別表14-12
試験体記号	LK-2	別表15-1	～	別表15-12
試験体記号	LK-3	別表16-1	～	別表16-12
試験体記号	LK-4	別表17-1	～	別表17-12

各試験体の 100℃到達時、260℃到達時、最高温度、加熱終了時の温度、温度測定位置の炭化深さの一覧表を、別表18-1~17に示す。

試験体記号	LA-1	別表18-1
試験体記号	LA-2	別表18-2
試験体記号	LA-3	別表18-3
試験体記号	LA-4	別表18-4
試験体記号	LB-1	別表18-5
試験体記号	LB-2	別表18-6
試験体記号	LC-1	別表18-7
試験体記号	LC-2	別表18-8
試験体記号	LC-3	別表18-9
試験体記号	LC-4	別表18-10
試験体記号	LC-5	別表18-11
試験体記号	LC-6	別表18-13
試験体記号	LC-7	別表18-13
試験体記号	LK-1	別表18-14
試験体記号	LK-2	別表18-15
試験体記号	LK-3	別表18-16
試験体記号	LK-4	別表18-17

2. 観察記録

各試験体の試験時の観察記録を、別表 観-1~17に示す。

試験体記号	LA-1	別表 観-1
試験体記号	LA-2	別表 観-2
試験体記号	LA-3	別表 観-3
試験体記号	LA-4	別表 観-4
試験体記号	LB-1	別表 観-5
試験体記号	LB-2	別表 観-6
試験体記号	LC-1	別表 観-7
試験体記号	LC-2	別表 観-8
試験体記号	LC-3	別表 観-9
試験体記号	LC-4	別表 観-10
試験体記号	LC-5	別表 観-11
試験体記号	LC-6	別表 観-13
試験体記号	LC-7	別表 観-13
試験体記号	LK-1	別表 観-14
試験体記号	LK-2	別表 観-15
試験体記号	LK-3	別表 観-16
試験体記号	LK-4	別表 観-17