

土木研究所資料

橋面舗装の寒期施工方法に 関する調査研究報告書

昭和62年12月

建設省土木研究所
道路部舗装研究室

「 Copyright © (1987) by P.W.R.I

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。」

橋面舗装の寒期施工方法に 関する調査研究報告書

舗装研究室 室長 安崎 裕
研究員 池田拓哉
研究員 伊藤正秀
岩崎尚義

要 旨

本州四国連絡橋の児島・坂出ルートに建設される下津井瀬戸大橋、北備讃瀬戸大橋、南備讃瀬戸大橋は、工程の関係上、舗装工事を寒冷期に実施する可能性が高く、従来の施工基準に従った気温条件下での施工が困難であることが予想される。このため本報告書では、橋面舗装の寒期施工において留意すべき事項について検討し、室内実験および屋外の試験施工を通じて、寒冷期の施工に用いる材料、施工機械、施工方法について調査した。その結果、施工においては鋼床版やグースアスファルト基層の加熱が重要であり、加燃機械としては、路上表層再生工法で使用する路面ヒータが適当であることがわかった。

橋面舗装においては、グースアスファルトの施工時に、床版面に存在する水分によってふくれ（ブリストリング）が発生することが多かったが、路面ヒータによる加熱は、水分除去に有効な方法であることが明らかになった。

キーワード：橋面舗装，本州四国連絡橋，グースアスファルト，ブリストリング，鋼床版

ま え が き

本州四国連絡橋は、海峡横断という架橋地点の特殊性から、過酷な自然条件にさらされ、また近くに代替道路がないこともあって共用後の維持管理には陸上部の橋梁よりも厳しい条件を伴う。このため橋面舗装についても、耐久性の高い構造であることが望まれる。

舗装を施工する場合、施工時の気温はその出来形を左右する重要な要素である。特に橋面舗装の場合、舗設する橋梁床版の裏面が外気に接して熱の放散が大きいため、その影響の程度は大きいと考えられる。

ところが、昭和62年度に舗装が施工される本州四国連絡橋児島・坂出ルート of 舗装施工開始時期は、各橋の桁の完成時期に制限されるため、吊橋3橋（下津井瀬戸大橋、北備讃瀬戸大橋、南備讃瀬戸大橋）の舗設は11月～3月の冬季となる可能性が高く、本州四国連絡橋の橋面舗装基準（案）の施工条件を満足しない厳しい条件下での舗装となる。

このような低温時においても十分な性能を有する舗装の施工について検討するため、本州四国連絡橋公団から委託をうけ、昭和61年度に「本州四国連絡橋の橋面舗装の寒期施工に関する調査試験」を実施した。本報告書はその調査成果についてとりまとめたものである。

目

次

まえがき

1	調査概要	1
1-1	調査の目的	1
1-2	現行の橋面舗装基準	1
2	室内試験	3
2-1	調査概要	3
2-1-1	調査目的	3
2-1-2	調査方法	3
2-2	接着層	3
2-2-1	試験方法	3
2-2-2	試験結果	5
2-3	グースアスファルト層	7
2-3-1	試験方法	7
2-3-2	試験結果	9
2-4	タックコート層	15
2-4-1	試験方法	15
2-4-2	試験結果	15
2-5	改質アスファルト層	16
2-5-1	試験方法	16
2-5-2	試験結果	17
2-6	目地工	20
2-6-1	試験方法	20
2-6-2	試験結果	21
2-7	考察	21
3	鋼床版の加熱実験	23
3-1	目的	23
3-2	加熱機械の選定	23
3-2-1	加熱機械に要求される諸条件	23
3-2-2	使用した加熱機械	23

3-2-3	加熱試験結果	25
3-2-4	考察	25
3-3	加熱実験の概要	26
3-3-1	実験場所	27
3-3-2	加熱用機械	28
3-3-3	使用材料	30
3-3-4	施工手順	32
3-3-5	温度測定方法	32
3-4	鋼床版の加熱実験	34
3-4-1	実験の方法	34
3-4-2	実験結果	35
3-4-3	基層の施工	37
3-5	グースアスファルトの加熱実験	40
3-5-1	実験方法	40
3-5-2	実験結果	41
3-5-3	表層の施工	44
3-6	事後調査	46
3-6-1	品質管理試験	46
3-6-2	接着力試験	47
3-7	考察	47
4	本四橋現場での応用	49
4-1	鋼床版の加熱	49
4-2	グースアスファルトの加熱	51
5	補足事項	54
	あとがき	56

付録

加熱実験全データ

加熱実験温度グラフ

1 調査概要

1-1 調査の目的

舗装を施工する場合、施工時の気温はその出来形を左右する重要な要素である。特に橋面舗装の場合、舗設する橋梁床版の裏面が外気に接して熱の放散が大きいと、その影響の程度は大きいと考えられる。現在、本州四国連絡橋（以下、本四橋という）における橋面舗装は、「本州四国連絡橋橋面舗装基準（案）」（昭和58年4月発行、以下、橋面舗装基準という）に従って設計、施工をすることとされているが、そこでは以上のような点を考慮して、舗設の各段階における施工最低気温を定めている。

ところが、昭和62年度に舗装の施工が予定される本四橋児島・坂出ルートでは、工程上、一部の橋梁については厳寒期の舗設工事となり、現行基準の気温の下での施工を確保することが困難であると予想される。そのため、予想される気温条件（3℃）の下で、所要の施工性、出来形を確保するための対策の確立、およびその効果の確認を目的として本調査試験を実施した。

1-2 現行の橋面舗装基準

前述のように本四橋の橋面舗装は、橋面舗装基準に従って実施することとされており、その中で規定されている各層施工の気象条件を表-1.1に示す。また、「アスファルト舗装要綱」において

表-1.1 本四橋面舗装基準各層の材料、施工条件

層	材 料 の 種 類	気温条件
接 着 層	瀝青・ゴム系	5℃以上
下 層	改質グースアスファルト混合物	10℃以上
タックコート工	アスファルト乳剤	5℃以上
上 層	改質アスファルト混合物Ⅰ、Ⅱ型	10℃以上
目 地 工	成形目地材（下層用） 注入目地材（上層用）	5℃以上

は、アスファルト混合物舗設時についてのみ施工時の気温に言及しており、これによると、原則として気温5℃以上での施工が望ましいとされているが、特別な配慮をした場合はこの限りではないとされている。橋面舗装基準においては、対象を鋼床版上の舗装とし、特に海峡部であることから風が強いことを考慮し、これより高い気温で施工するよう定めている。

児島・坂出ルートの舗設の際に予想される最低気温3℃は、いずれの施工段階についても橋面舗装基準の施工条件を満足しない。したがってこの気温条件の下で施工を行った場合、様々な問題が生じる可能性がある。予想される問題点およびその対策として考えられるものを表-1.2にまとめ

る。これらの対策は主として、

(1) 材料の改良

(2) 施工前の鋼床版、グースアスファルト層等の加温

に分けられる。しかし(1)に示す、グースアスファルトおよび改質アスファルトなどの材料について検討することは、施工工程の関係などもあり困難であると考えられる。したがって寒期の施工に当っては、事前の加温の作業が最も実現性の高い重要な手段である。また低温時には結露の可能性があるが、これも事前の加温により、除去することができると考えられる。

しかし、実際に低温下で加温して施工した場合の加温の効果、また反対に加温によって生じる問題点などについては全く検討されていない。したがってこれらの点について確認が必要とされ、2章以下に述べる調査試験を実施した。

表-1.2 寒期における橋面舗装施工上の問題点と対策

	接 着 層	下層グースアス層	タックコート工	上層改質アス層	目 地 工
問 題 点	- 養生時間が長い - 接着力低下 - 塗りむら	- 接着力低下 - 流動性低下	- 養生時間が長い - 養生中のタックコートの凍結 - 接着力低下 - 塗りむら	- 接着力低下 - 締固め不十分 - 平坦性の低下	- 接着力低下 - ひび割れの発生
対 策	- 速乾タイプの使用 - 施工面の加温	施工面の加温	- 分解促進タイプの使用 - 施工面の加温	施工面の加温	施工面の加温

2 室内試験

2-1 調査概要

2-1-1 調査目的

室内において実際の現場で予想される温度条件を再現し、接着層、グースアスファルト層、タックコート層、改質アスファルト層、目地について施工性の検討を行った。

2-1-2 調査方法

各種の条件で表-2.1に示す項目の試験を実施した。

室内試験に用いた各材料、試験方法、試験結果について以下に述べる。なお、使用した材料はすべて橋面舗装基準を満足するものであり、鋼版、型枠も橋面舗装基準に従って表面処理を施したものである。

表-2.1 試験項目一覧

種 別	試 験 項 目	目 的
接 着 層	指 触 乾 燥 時 間	養生時間の判定
	接 着 力	接着性の評価
	作 業 性	塗り作業性の判定
下層グースアス アスファルト層	流 動 性	流動性の判定
	復 元 性	数均し、レーキしやすさの判定
	接 着 力	グース、接着層一体の接着性の評価
	加 温	グースアス層全体の加温の可否
タックコート工	指 触 乾 燥 時 間	養生時間の判定
	作 業 性	塗り作業性の判定
上層改質 アスファルト層	接 着 力	グース、タックコート 改質アス層一体の接着性の評価
	締 固 め	締固めの難易の程度の判定
目 地 工 (成形、注入)	接 着 力	クラック、はく離の発生の検討

2-2 接着層

2-2-1 試験方法

試験条件、試験個数を表-2.2～4に示す。

(1) 指触乾燥時間

乾燥時間とは、接着材等が塗り付けられたのち粘着性を失い、乾燥した塗膜を形成するまでの

時間を表すものである。試験は次の手順で行った。

- ①表面をジンクリッチプライマー（亜鉛粉末とエチルシリケート縮合物塗料液を重量比71：29で混合した防錆材）で処理した鋼版および接着材を、各規定の温度に保った恒温室に入れ、4時間以上養生する。
 - ②鋼版を指定温度の室内に移動し、すばやく表面に接着材を塗布する。
 - ③塗布後5分おきに塗装部に指先を軽く触れ、接着材が指先に付着しなくなるまでの時間（指触乾燥時間）を測定した。
- なお、この指触乾燥時間の測定は後述の接着試験に影響しない部分で行った。

表-2.2 接着指触乾燥時間試験条件

接 着 材	種 類	標 準 タ イ プ						速 乾 タ イ プ							
	塗 布 量	0.2 ℓ / m ²													
	温 度 [℃]	5	3					5	3						
	鋼版の温度 [℃]	5	10	20	30	40	50	60	5	10	20	30	40	50	60
	室内の温度 [℃]	5	3					5	3						
試 験 回 数		各 3 回													

表-2.3 接着層接着力試験条件

接 着 材	種 類	標準タイプ				速乾タイプ			
	塗 布 量	0.2 ℓ / m ²							
	温 度 [℃]	5	3			5	3		
鋼版の温度 [℃]		5	10	20	30	5	10	20	30
室内の温度 [℃]		5	3			5	3		
試 験 回 数		各 3 回							

表-2.4 接着層作業性試験条件

接 着 材	種 類	標準タイプ	速乾タイプ
	塗布量	0.2 ℓ / m ²	
	温 度	3℃	
鋼版の材質		S S - 41	
鋼版の面積		3200cm ²	
鋼版の温度		3℃	
室内の温度		3℃	
試 験 回 数		各 1 回	

(2) 接着力試験

試験は以下の手順で行った。

- ①指触乾燥時間試験で作製した各々の供試体を規定の温度で4時間以上養生する。
- ②指触乾燥時間試験と同様の方法で2層目の接着材を塗布する。
- ③養生後、引張り試験用ジグを50g/cm²の荷重で圧着し、再度養生する。
- ④図-2.1に示す方法で引張り試験（20℃，引張り速度5mm/min）を行い、接着強度，変位置量，タフネスを測定する。

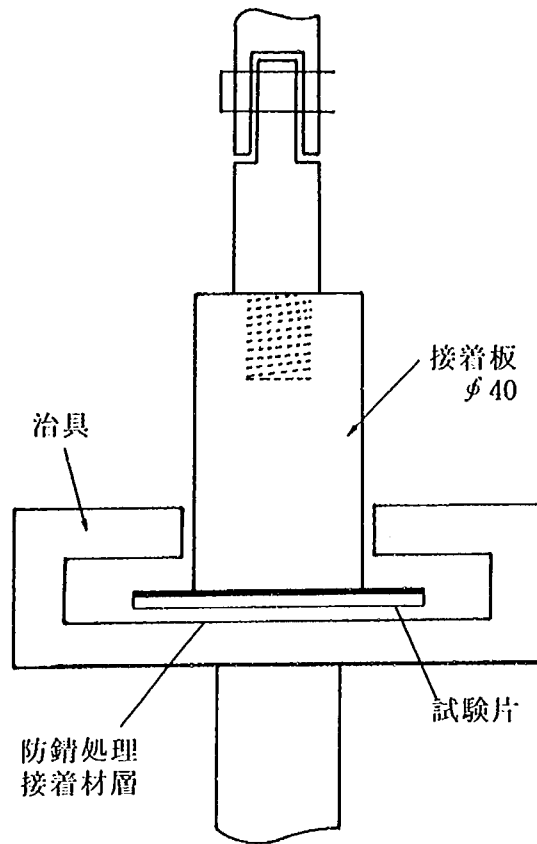


図-2.1 接着力試験用接着板および治具

(3) 作業性試験

3℃の温度条件下で鋼版（40cm×80cmの大きさのもの）に接着材を 0.2 l/m^2 ，ローラー刷毛で塗布し，作業性を確認する。

2-2-2 試験結果

(1) 指触乾燥時間試験

試験結果を図-2.2に示す。この結果より次のことがいえる。

①接着材の種類

速乾タイプは標準タイプよりかなり指触乾燥時間が短い。しかし，両者の差は鋼版の温度が高くなるにしたがって小さくなる。

②鋼版の加温の効果

鋼版の温度が高くなるにしたがって指触乾燥時間は短くなる。標準タイプ，速乾タイプとも，3℃の気温条件下でも鋼版を加温しておくことにより，5℃（橋面舗装基準の限界）の条件下より，指触乾燥時間を短縮することができる。一方，鋼版を60℃に加温した場合乾燥時間が短いため，仕上がり面が粗くなった。したがって実際の施工では，鋼版を20～30℃程度に加温することが適切と考えられる。

(2) 接着力試験

試験結果を図-2. 3に示す。

①接着材の種類

速乾タイプが標準タイプより高い接着強度を示している。ただし、両タイプの接着性については、「2-3グースアスファルト層」で述べるグースアスファルト層と一体で行う引張り試験の結果も踏まえて判断するべきである。

接着材のタイプにより、破断面の状態に差が見られる。速乾タイプでは接着材が伸びて粘りのある状態であるが、標準タイプでは端部が一気に切れた状態になっていた。

②鋼版の加温の効果

鋼版の温度と接着強度の関係については、ばらつきが大きく明確な傾向は認められない。3℃で鋼版を加温した条件下で施工された接着材の接着強度が、5℃での場合に比較して特に劣るとは断定できない。

(3) 作業性試験

3℃の条件下であっても、いずれのタイプも塗り作業性に支障はない。

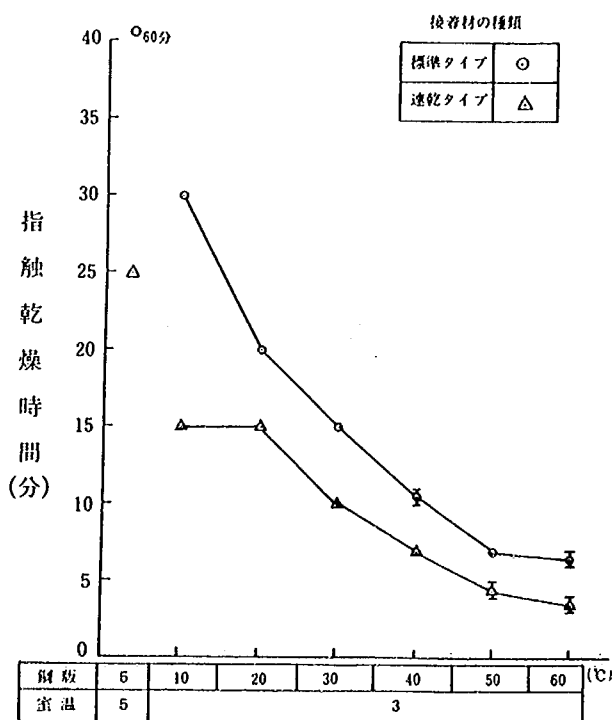


図-2. 2 接着層指触乾燥時間試験

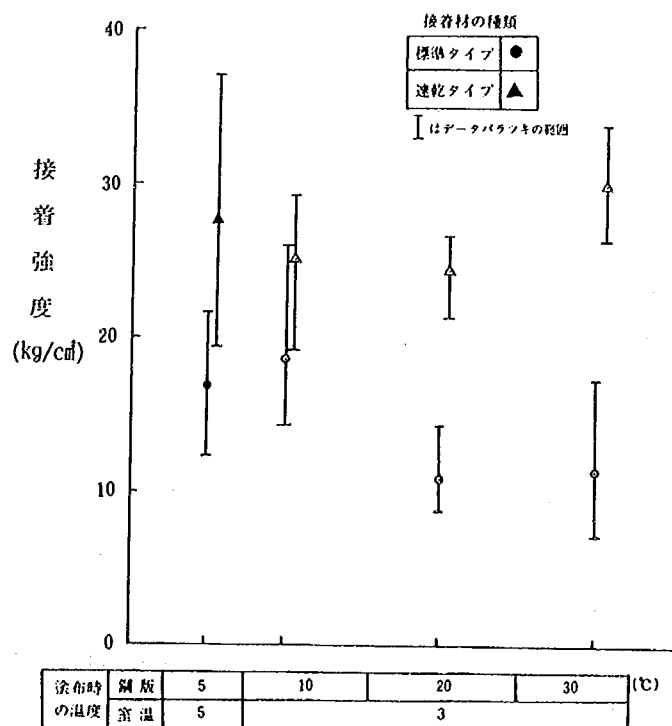


図-2. 3 接着層接着力試験

2-3 グースアスファルト層

2-3-1 試験方法

試験条件、試験個数を表-2.5～8に示す。

(1) 流動性試験

グースアスファルト混合物を 260℃で混合し、3℃、10℃の室温の下でリュエル流動性試験を実施し、混合物の温度および流動性を測定した。

表-2.5 グースアスファルト流動性試験条件

室内の温度 [℃]	3				10			
時 間 [分]	10	20	30	40	10	20	30	40
試 験 回 数	3, 10℃とも各3回							

表-2.6 グースアスファルト復元性試験条件

接 着 材	種 類	標 準 タ イ プ								
	塗布温度	5℃ (塗布量 0.2ℓ / m ² × 2回)								
型枠の温度		10℃			20℃			30℃		
室内の温度		10℃			3℃					
仕切り板温度		150℃								
放 置 時 間		1分	2分	3分	1分	2分	3分	1分	2分	3分
試 験 回 数		各 2 回								

表-2.7 グースアスファルト接着力試験条件

接 着 材	種 類	標準タイプ				速乾タイプ			
	型枠の温度〔℃〕	5	10	20	30	5	10	20	30
ゲ ー ス	室内の温度〔℃〕	5	3			5	3		
	型枠の温度〔℃〕	10		20	30	10		20	30
	室内の温度〔℃〕	10		3		10		3	
試 験 回 数		各 3 回							

表-2.8 グースアスファルト加温試験条件

接 種	種 類	標 準 タ イ プ		
材	塗布温度	20℃ (塗布量0.2ℓ/㎡×2回)		
	型枠の温度	20℃		
グ	室内の温度	20℃		
ース				
	種 類	プロパン		
ガ	火 力	一 定		
ス	高 さ	一 定		
バ				
ー	試 験 時 室 温	3℃		
ナ	加 熱 時 間	2 分	5 分	8 分
	試 験 回 数	各 2 回		

リュエル流動性試験は図-2.4に示す大型容器に、グースアスファルト混合物を一杯に満たし、混合物と同じ温度に加熱したリュエルの落錘球（重量995g）を載せ、自重で5cm沈下するのに要する時間を測定することによりグースアスファルト混合物の流動性を評価する方法である。

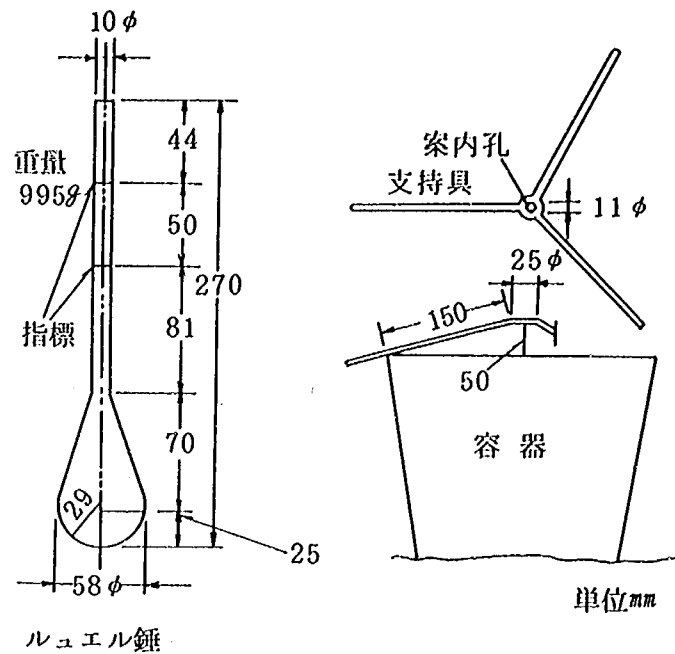


図-2.4 流動性試験器

(2) 復元性試験

本試験は以下の手順で実施した。

- ①規定の温度の下で接着層を塗布，養生する。
- ②型枠に熱電対を添付（図-2.5の位置，鋼版の上下面）し，規定温度で4時間養生する。
- ③グースアスファルト混合物を混合する。

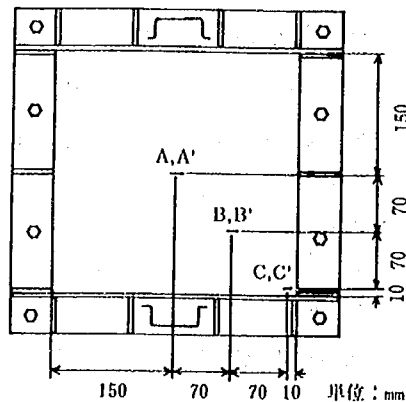


図-2.5 下層，上層，舗設時温度測定位置

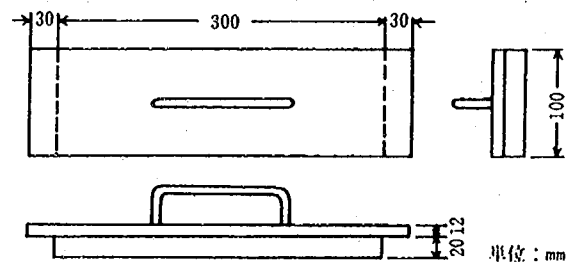


図-2.6 下層グースアスファルト復元性試験用仕切り板

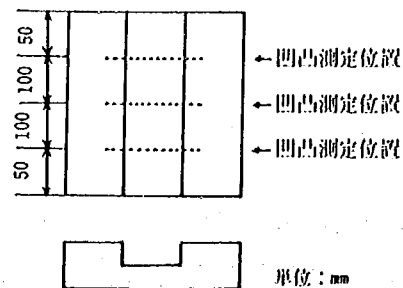


図-2.7 凹凸測定位置

- ④規定の温度の室内で、グースアスファルト混合物を型枠に投入し、温度測定を開始する。
- ⑤鋼製しきり板（図-2.6，150℃に保っておく）を，グースアスファルト混合物の中央に一定時間押しつけ，供試体表面に段差をつけた後取りはずす。
- ⑥供試体が室温まで十分達した後，残っている段差の面積をダイヤルゲージにより5mmピッチで3断面測定する。測定位置は図-2.7に示すとおりである。

(3) 接着力試験

規定の条件のもとで作製された供試体について，接着力試験を行った。試験方法は（社）日本道路協会「道路橋鉄筋コンクリート床版防水層設計施工資料」（昭和62年1月発行）に従い，次の手順で行った。

- ①鋼版，接着材，グースアスファルトで構成された供試体（30×30×4 cm）を，円形コアカッターで鋼版に達するまでボーリングし，水洗い後乾燥させる。
- ②円形の舗装面を，ディスクサンダーおよびワイヤブラシ等で目ならしをし，水洗い後乾燥させる。
- ③鋼製接着板をサンドペーパーで研磨し，三塩化エタンで脱脂後，エポキシ系接着剤を用いて接着し，24時間以上養生する。
- ④指定の試験温度で4時間以上養生し，図-2.8に示す油圧式接着試験機を用いて引張り試験（載荷速度約1 Kgf/cm²/sec）を行い接着力を測定する。

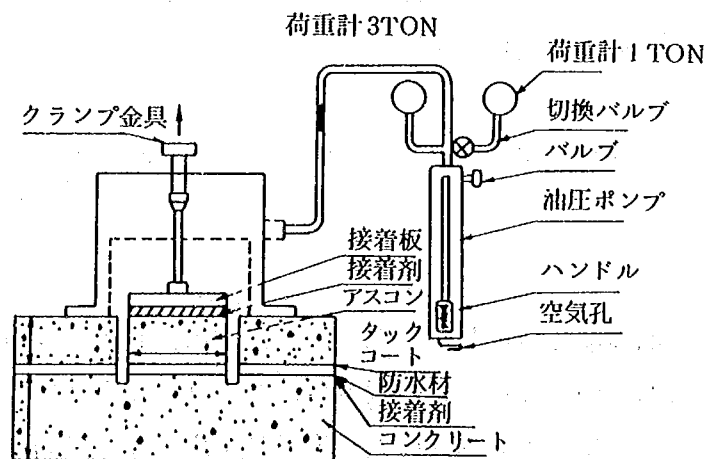


図-2.8 接着力試験方法

(4) 加温試験

所定の位置に熱電対を設置（供試体の中央，表面から0，1，2，3 cm，鋼版の上下面の6点）したグースアスファルト混合物供試体を，3℃の条件下でガスバーナーを用いて加熱し，その効果を確認した。ただし，供試体の表面温度が100℃を越えないこととした。

2-3-2 試験結果

(1) 流動性試験

流動性試験の結果を図-2.9に示す。試験室の温度の相違によるグースアスファルト混合物の温度降下、流動性変化の違いは明確でない。これは、容器の表面積に比較して混合物の量が大きいため、違いが明確でなかったものと考えられる。したがって流動性の判断は後述する復元性試験により判断することが適切と考えられる。

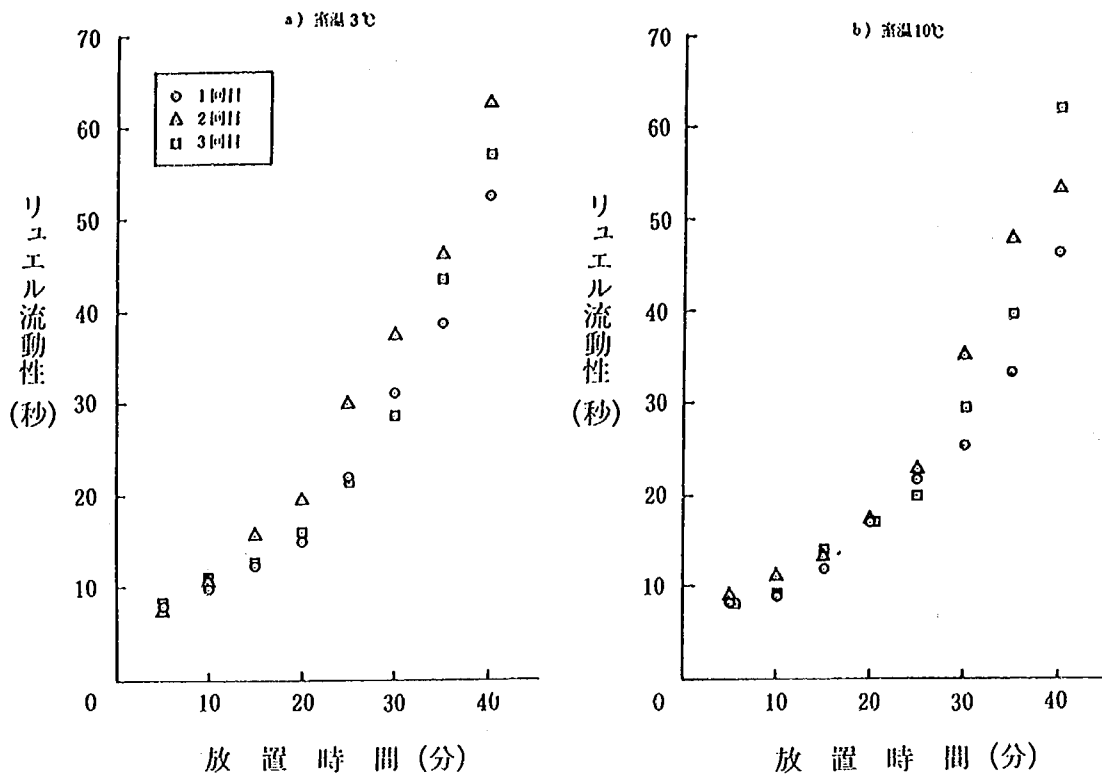


図-2.9 下層グースアスファルト流動性試験

(2) 復元性試験

試験結果を型枠の加熱温度で整理したものを図-2.10に、しきり板の放置時間で整理したものを図-2.11に示す。なお、図-2.10, 11の縦軸は、しきり板により生じた凹部（しきり板除去時は10cm²）がグースアスファルトの流動性により次第に平坦になって固まったのち、残留した凹部の面積であり、この値が小さいほど、復元性（流動性）が高く、敷ならし作業が容易であることを示している。

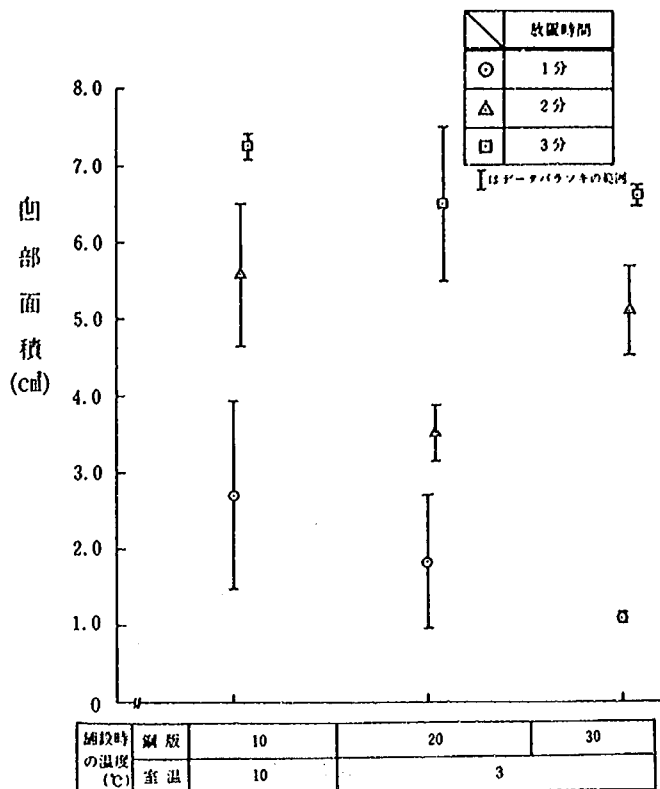


図-2.10 下層グースアスファルト復元性試験

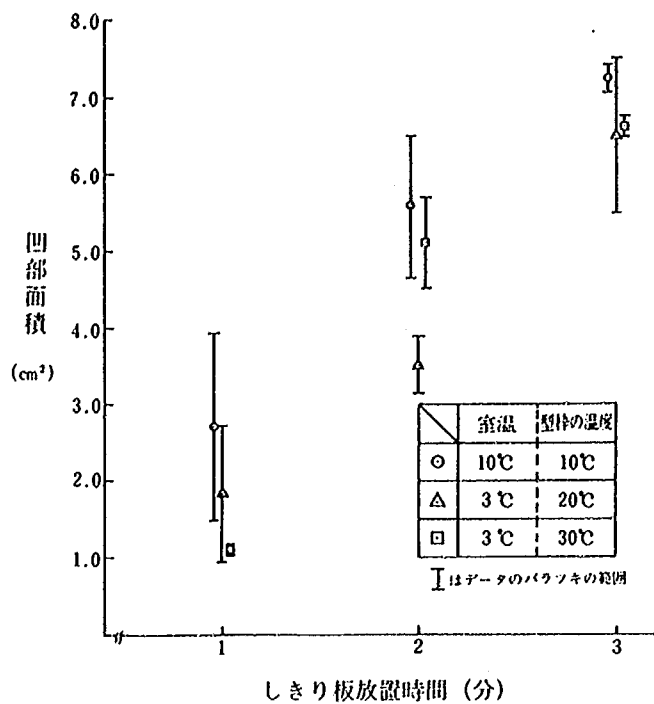


図-2.11 下層グースアスファルト復元性試験

この結果、次の様なことがいえる。

①型枠の加温の効果

しきり板の放置時間が短い（1分）の場合、型枠を加温することにより、復元性が上昇する傾向が見られる。したがって、1°Cの気温条件下でも型枠を加温すれば、橋面舗装基準の下で施工（10°C）した場合より復元性が低下することはないと判断される。

②しきり板放置時間の影響

放置時間と復元性の相関は高く、実際の施工に際しては、グースアスファルト混合物をクッカー（グースアスファルトを 200°C 以上の高温で加熱かく拌、混合する装置）より排出後、速やかにレーキを行う必要がある。なお、図-2.12(a), (b)に本試験の際の温度測定の一例を示す。この結果から試験施工の際の温度測定結果や、現場における作業時間の目安を得ることができる。

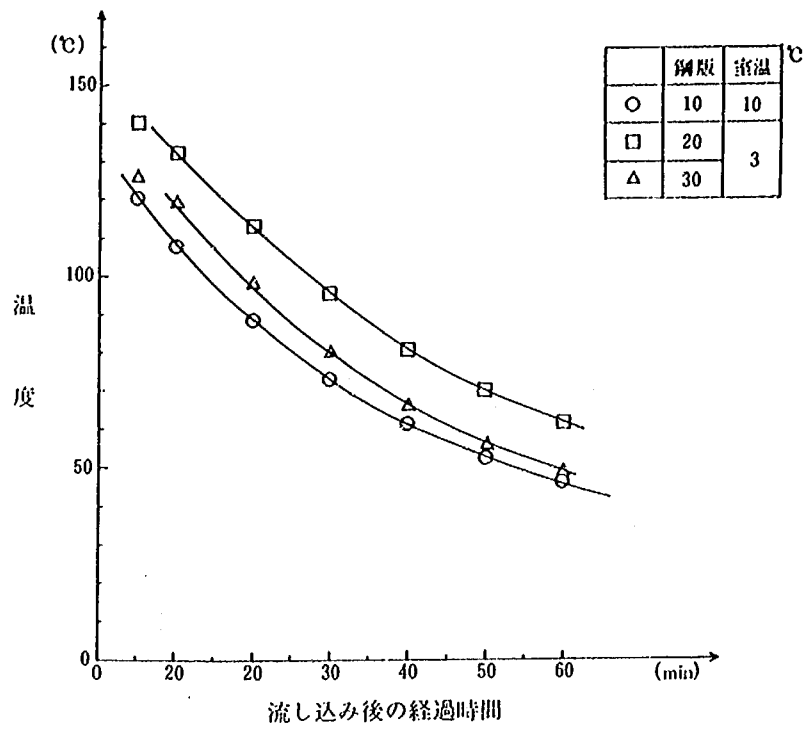


図-2.12(a) グースアスファルトの舗設後の温度降下 (鋼版上面)

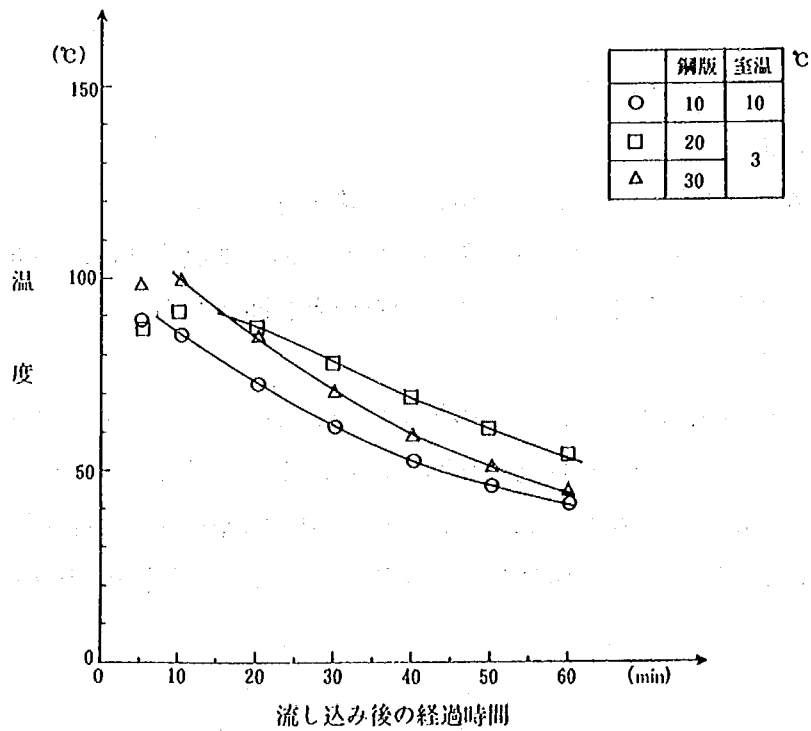


図-2.12(b) グースアスファルトの舗設後の温度降下 (鋼版下面)

(3) 接着力試験

接着力試験結果を、型枠の加熱温度で整理したものを図-2.13に示す。接着材単体の試験の場合（図-2.3）に比較して、強度のばらつきは小さい。

①接着材の種類

標準タイプ、速乾タイプの接着強度の間に差は見られず、いずれのタイプも十分な接着強度（10Kgf/cm²以上）を示している。

②型枠の加温の効果

いずれの温度条件についても同じような強度を示している。したがって気温3℃でも鋼版を加温すれば、十分な接着性が得られると考えられる。またばらつきはあるものの、気温3℃でも型枠を加温して施工すれば、10℃で施工した場合よりグースアスファルト層の温度降下は遅い。

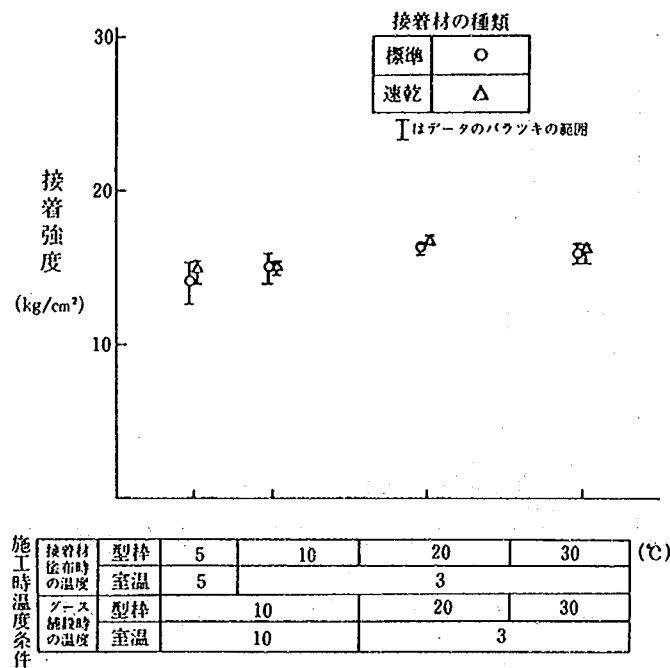


図-2.13 下層グースアスファルト接着力試験

(4) 加温試験

試験結果を図-2.14 (a), (b), (c)に示す。グースアスファルト層表面の温度の変化に対して、内部の温度上昇は非常に緩やかであり、20℃程度の加温ならば、ガスバーナで十分可能である。したがって実際の施工ではロードヒータ等を用いることにより、グースアスファルト層全体をこの程度に加温することは十分可能と考えられる。

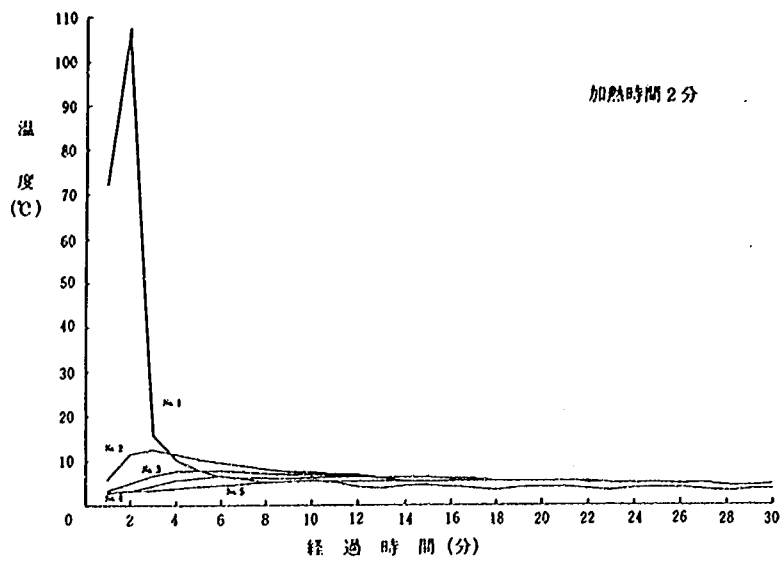


図-2.14(a) グースアスファルト加温試験 (加熱時間 2 分)

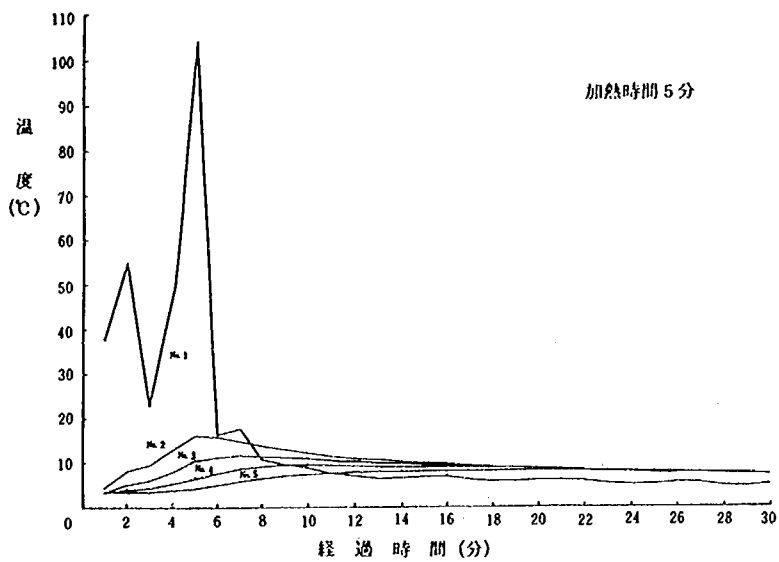


図-2.14(b) グースアスファルト加温試験 (加熱時間 5 分)

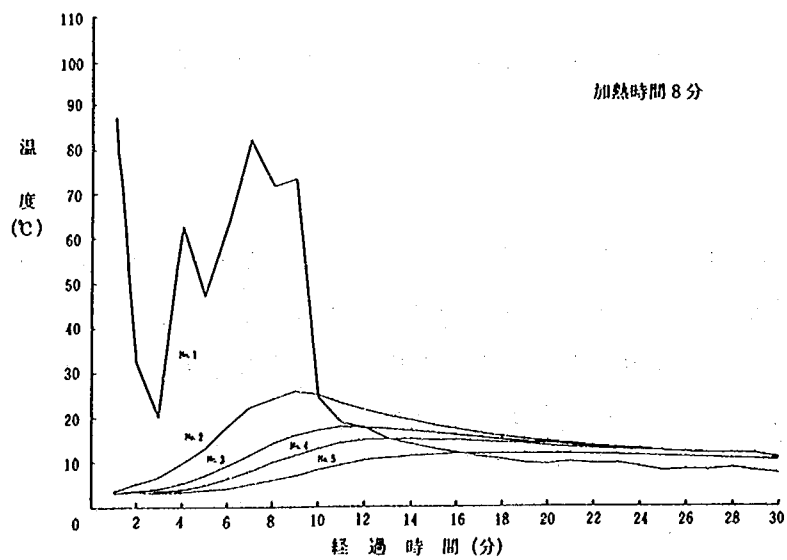


図-2.14(c) グースアスファルト加温試験 (加熱時間 8 分)

2-4 タックコート層

2-4-1 試験方法

試験条件、試験回数を表-2.9, 10に示す。

表-2.9 タックコート指触乾燥時間試験条件

タック コート	種	類	分 解 促 進 タイ プ							
	塗	布	量	0.3 ℓ / m ²						
	温	度 [℃]	5	3						
グースアスの温度 [℃]			5	10	20	30	40	50	60	
室 内 の 温 度 [℃]			5							
試 験 回 数			各 3 回							

表-2.10 タックコート作業性試験条件

タックコート	種類	分解促進タイプ
	塗布量	0.3 ℓ/m ²
	温度	3 ℃
グースアスの面積		300 cm ²
グースアスの温度		3 ℃
室内の温度		3 ℃
試験回数		1 回

(1) 指触乾燥時間試験

接着層の試験と同様に、指定の温度に保ったタックコート材および供試体（鋼版とグースアスファルトの合板）を規定の温度の室内に搬入し、すばやくタックコート材を塗布した後、5分おきに指触乾燥時間を測定した。

(2) 作業性試験

3℃の温度条件下でグースアスファルト板（50×60cmの大きさのもの）にタックコート材をロー刷毛で塗布し、作業性を確認した。

2-4-2 試験結果

(1) 指触乾燥時間試験

試験結果をタックコート塗布時の鋼版の温度で整理したものを図-2.15に示す。

鋼版の温度が高いと指触乾燥時間は短くなる。しかし、鋼版の温度が30℃以上になると短縮の程度は小さい。鋼版が60℃でも塗りむらは生じなかった。また、3℃の条件下でも鋼版を加温すれば、指触乾燥時間に支障は生じなかった。

(2) 作業性試験

低温時でも特に作業に支障は生じない。

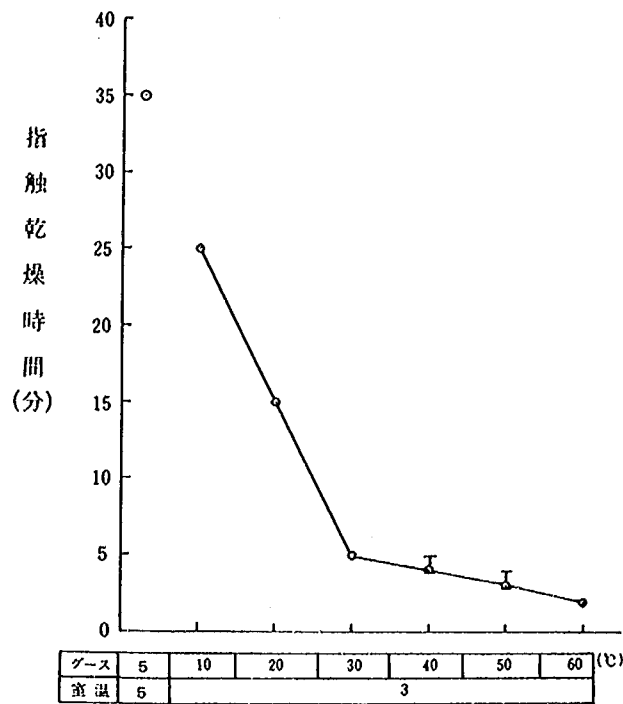


図-2.15 タックコート指触乾燥時間試験

2-5 改質アスファルト層

2-5-1 試験方法

試験条件，試験回数を表-2.11に示す。

表-2.11 改質アスファルト接着力，締固め試験条件

接 着 材	種 類	標 準 タ イ プ			
	型枠の温度 [°C]	5			
グーアス	室内の温度 [°C]	5			
	型枠の温度 [°C]	10			
タックコート	室内の温度 [°C]	10			
	種 類	分 解 促 進 タ イ プ			
改質アス	グースの温度 [°C]	5	10	20	30
	室内の温度 [°C]	5	3		
試 験 回 数	グースの温度 [°C]	10			20 30
	室内の温度 [°C]	10			3
	放 置 時 間 [°C]	10 20 30	10 20 30	10 20 30	10 20 30
試 験 回 数		接着力：3回，締固め度4回			

(1) 接着力試験

次の手順で試験を実施した。

- ①規定の温度条件で接着層、下層グースアスファルト層、タックコート層を施工する。この際図-2.5に示すように、グースアスファルト層の表面と型枠の底板の位置に熱電対を添付し養生する。
- ②供試体を規定の温度に保った室内に搬入後、改質アスファルト混合物を敷きならし、温度測定を開始する。
- ③一定時間放置後、パイプロプレート（45kg級）で混合物上を15往復させ転圧する。
- ④空冷後、コアボーリングを行い、接着力試験（2-3-1と同じ方法）を行う。

(2) 締固め試験

接着力試験の終わった供試体から密度測定用供試体を切り出し、密度を測定した。

2-5-2 試験結果

(1) 接着力試験

試験結果を舗設時のグースアスファルト層の温度で整理したものを図-2.16に、敷ならしから締固めまでの放置時間で整理したものを図-2.17に示す。

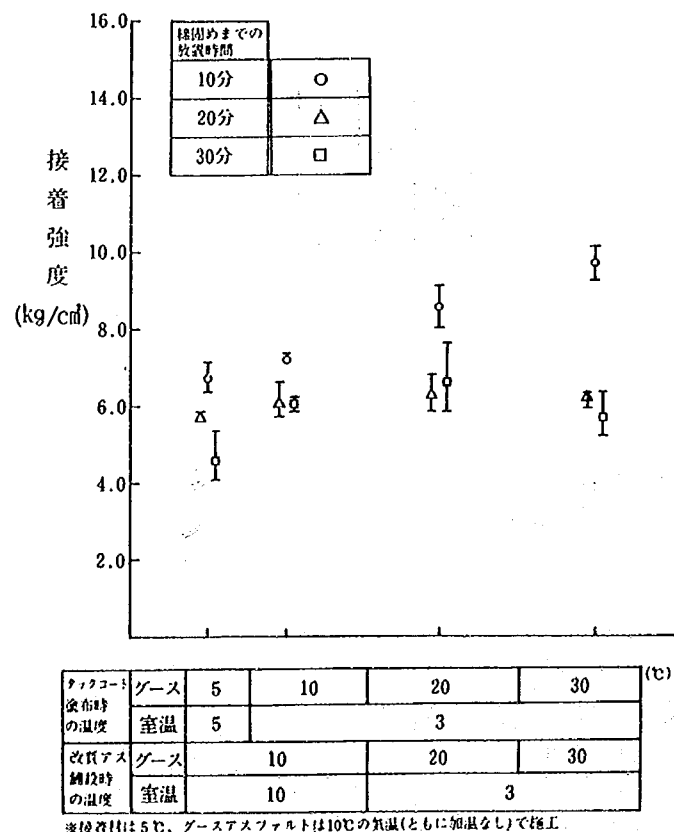


図-2.16 上層改質アスファルト接着力試験

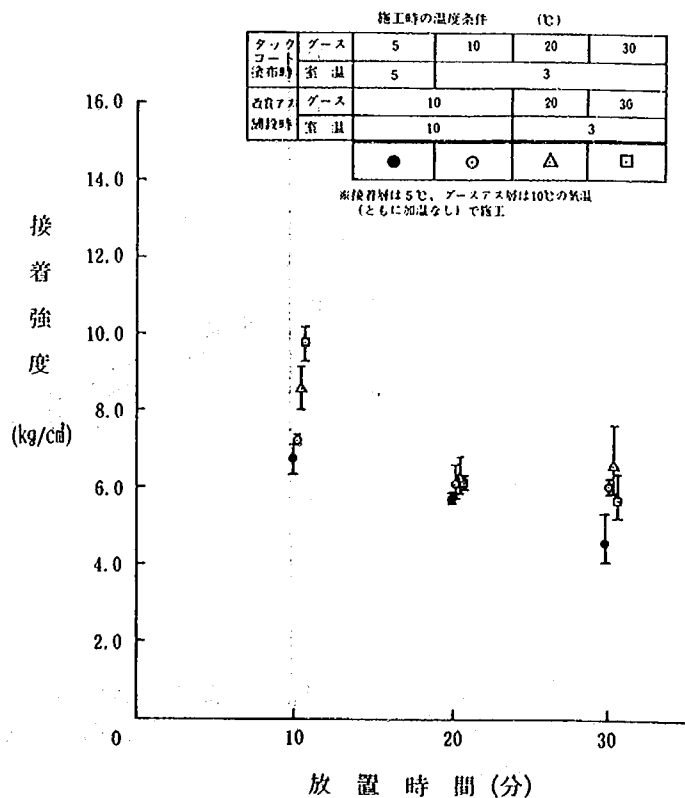


図-2.17 上層改質アスファルト接着力試験

①タックコート塗布時の温度の影響

図-2.16のタックコート塗布時のグースアスファルトの温度5℃と10℃の比較から、タックコート塗布時の温度条件の違いがタックコートの接着性に及ぼす影響について検討した。それによると、施工時の気温と接着強度の間に特に関係は認められず、3℃の気温条件下でもグースアスファルト層を事前に加温しておけば、基準内(10℃)で施工した場合に比較しても接着性に劣るということは認められない。

②グースアスファルト層の加温の効果

改質アスファルト混合物の敷きならしから締固めまでの放置時間が短い場合(10℃)、鋼版を加温することにより、接着強度が増大する傾向が認められる。放置時間が長くなると、舗設時の気温およびグースアスファルト層の温度と接着強度の間に特に関係は認められない。

③締固めまでの放置時間の影響

放置時間と接着強度の間には関係が認められ、放置時間が長くなるにしたがって接着性は低下しており、実際の施工では迅速に締固める必要がある。なお、図-2.18(a)、(b)に本試験における温度測定の一例を示す。3℃の気温下でもグースアスファルト層を事前に20℃以上に加温しておけば、気温、グースアスファルト層とも10℃の状態に舗設した場合により、舗設後の改質アスファルト層の温度降下が遅い。

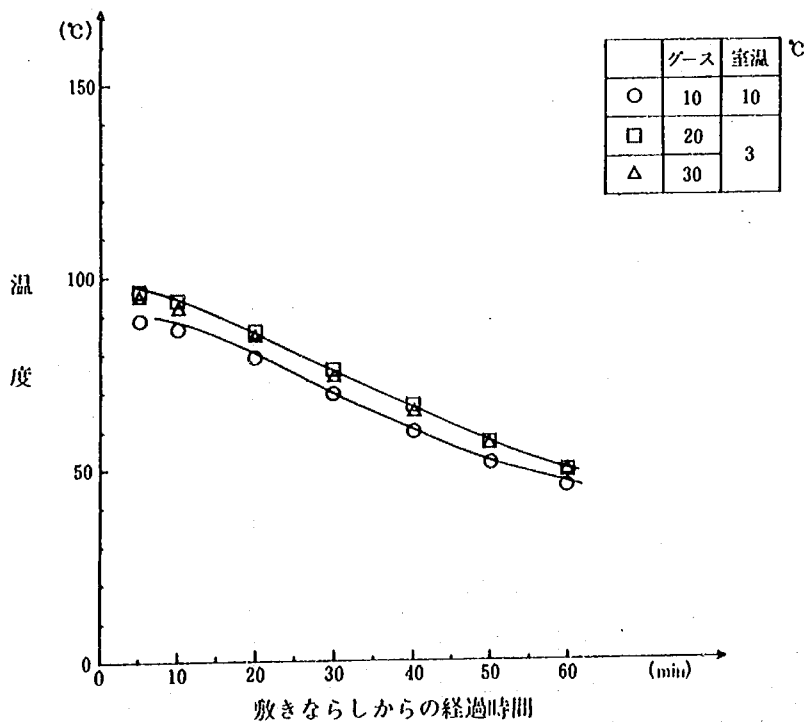


図-2.18(a) 改質アスファルト舗設後の温度降下(鋼版上面)

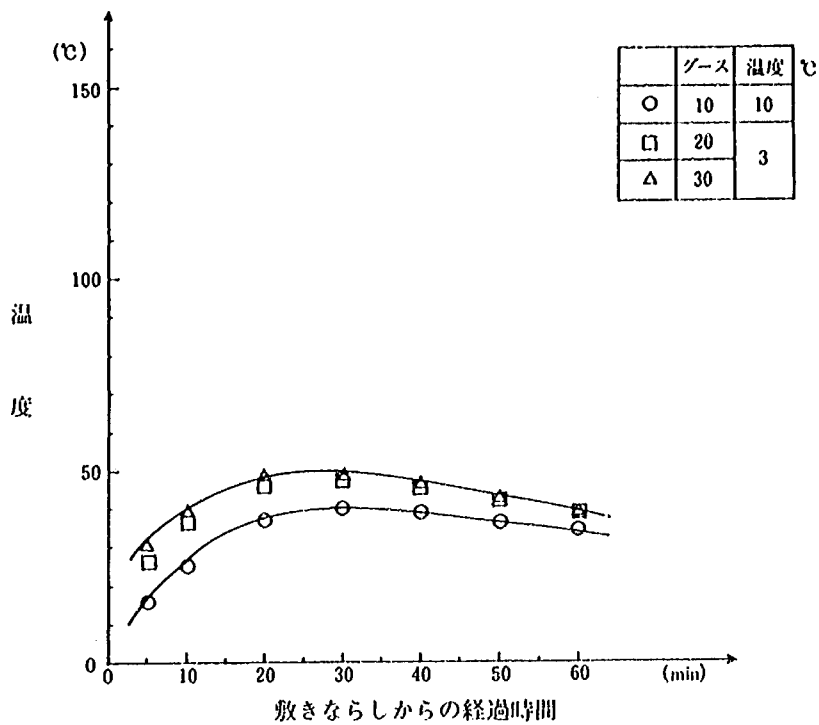


図-2.18(b) 改質アスファルト舗設後の温度降下 (鋼版下面)

(2) 締固め試験

試験結果を舗設等のガスアスファルト層の温度で整理したものを図-2.19に、敷ならしから締固めまでの放置時間で整理したものを図-2.20に示す。

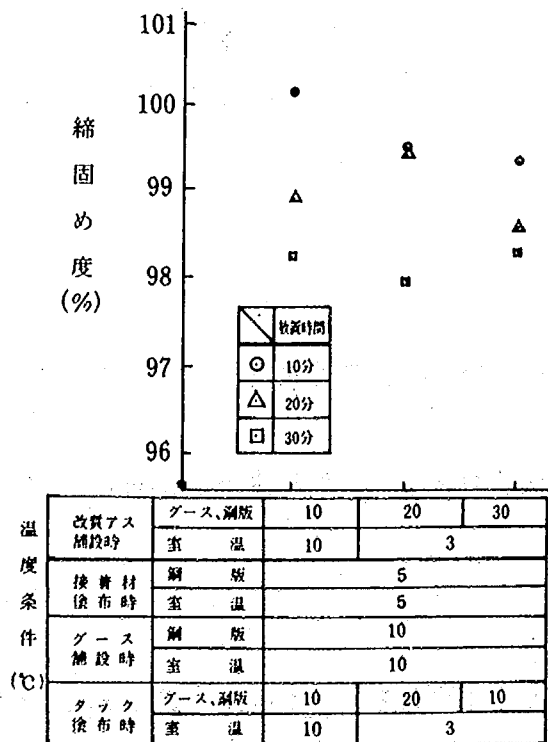


図-2.19 上層改質アスファルト締固め試験

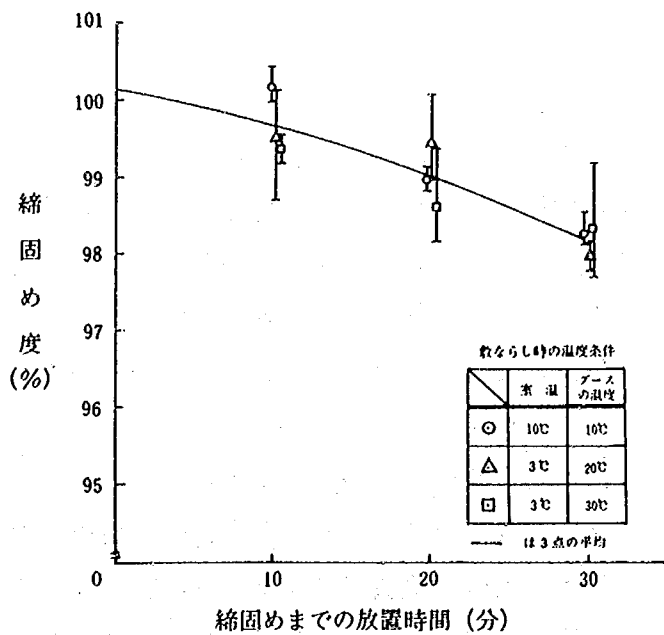


図-2.20 上層改質アスファルト締固め試験

①グースアスファルト層の加温の効果

グースアスファルト層の加温の程度と改質アスファルト層の締固め度の間には明確な傾向は認められない。ただし、放置時間が短い場合（10分）は、3℃の条件下での舗設による締固め度が基準内での舗設（10℃）による締固め度よりやや劣る傾向が見られる。

②締固めまでの放置時間の影響

放置時間は締固め度に大きく影響しており、放置時間が長くなるにしたがって締固め度は低下している。したがって締固め度の点からも、上層改質アスファルト層は敷ならし後、迅速に締固める必要がある。

2-6 目地工

2-6-1 試験方法

試験条件、試験回数を表-2.12に示す。また試験方法の概略について図-2.21に示す。

表-2.12 目地材接着力試験条件

目地材の種類	成 型 目 地				注 入 目 地			
目 地 の 種 類	グースアスファルトー鋼版				改質アスファルト混合物ー鋼版			
目地の温度〔℃〕	5	10	20	30	5	10	20	30
室内の温度〔℃〕	5	3			5	3		
目地材温度〔℃〕	5	3			210			
試 験 回 数	各 3 回							

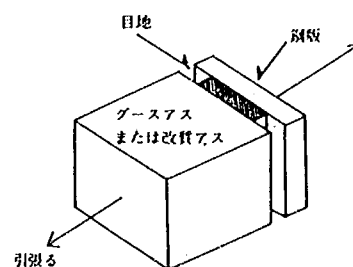


図-2.21 目地材引張り試験方法

(1) 成形目地材

以下の手順で試験を実施した。

- ①鋼版に成形目地材を接着材を用いて貼り付ける。
- ②型枠、鋼版、目地材を規定の温度で4時間養生した後、規定の気温の室内でグースアスファルト混合物を型枠に流し込み空冷する。
- ③供試体を型枠より外し、20℃で4時間養生した後、接着力試験（引張り速度 5 mm/min）を行う。

(2) 注入目地材

- ①接着材を鋼版に塗布、養生する。
- ②鋼版と改質アスファルト混合物片を型枠にセットする。
- ③型枠、鋼版、改質アスファルト混合物片を規定の温度で4時間養生した後、規定の気温の室内で注入目地材を注入する。注入温度は、210℃とする。
- ④空冷後、成形目地材の場合と同様にして引張り試験を行う。

2-6-2 試験結果

(1) 成形目地材

試験結果をグースアスファルト流し込み時の、気温および鋼版、目地材の温度で整理したものを図-2.22に示す。施工時の温度とこれらの温度の間に特に関係は認められない。

3℃の気温条件下でも鋼版、目地材を加温しておけば、接着性が低下することではなく、低い気温に伴うグースアスファルト混合物の収縮によるはがれやひび割れの恐れもない。

(2) 注入目地材

試験結果を目地材注入時の、気温および鋼版、改質アスファルト混合物片の温度で整理したものを図-2.23に示す。施工時の温度とこれらの温度の間に特に関係は認められない。

どの気温条件下でも鋼版、改質アスファルト層を加温しておけば、接着性が低下することではなく、低い気温に伴う目地材の収縮による、はがれやひび割れの恐れもない。

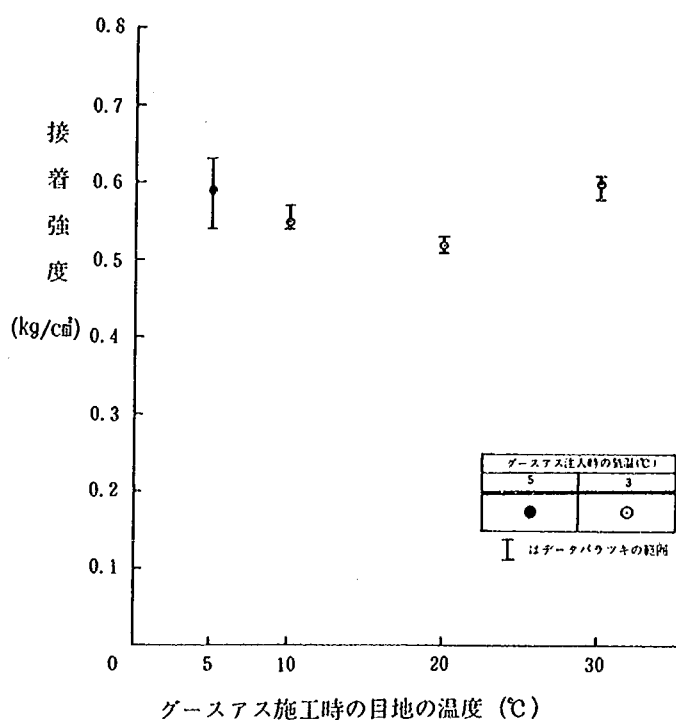


図-2.22 成形目地材接着力試験

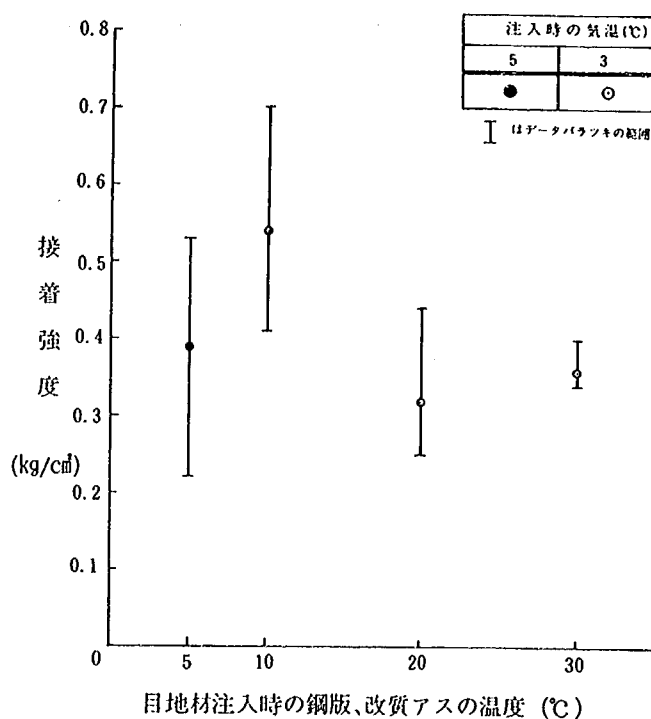


図-2.23 注入目地材接着力試験

2-7 考察

以上の室内試験の結果をまとめると次のようである。

(1) 施工全般について

- ①上層改質のアスファルト層の締固めを除き、いずれの施工段階においても、事前に加温を実施することによりどの気温条件下でも、現行の基準内で施工された場合と同等もしくはそれ以上の施工性および出来形を得ることができる。

②上層改質アスファルト層の締固めの際の加温の効果については、室内試験結果からは明確な傾向は見られなかった。

(2) 接着層

①標準タイプの接着材で十分施工可能である。

②鋼版の加温は20～30℃がよい。

(3) 下層グースアスファルト層

①敷ならしは迅速に行う。

②30℃程度に鋼版を加温しておくことで、作業性（復元性）が良好になる。

③バーナー等でも20℃程度なら、グースアスファルト層全体を加温することが可能である。

(4) タックコート

①事前のグースアスファルト層の加温は30℃程度が適当である。

(5) 上層改質アスファルト層

①締固めは迅速に行う必要がある。

②3℃で舗設した場合の締固め度への影響については、実大規模の屋外試験により、さらに検討する必要がある。

(6) 目地材

①成形目地材，注入目地材とも事前の鋼版等の加温は20～30℃程度でよい。

3 鋼床版の加熱実験

3-1 目的

室内実験の結果より、ある程度の加温による施工の効果が見られた。しかし、実際の現場での鋼床版橋梁では、室内実験では検討しきれないさまざまな環境条件や要因が混在しており、熱伝導理論にもとづく計算だけでは反映し切れない点も多い。また、室内実験では、加温用機器としてガスバーナーによる加熱を行っていたが、現場での作業性を考慮すると加熱能力が不足するので、より効果的な現場用加熱機器を選定する必要がある。そこで、これらの問題点を検討し、確認するために実際の鋼床版橋梁用いて試験施工を行った。

試験施工は、舗装走行実験場大ループ内にある橋梁2スパンを利用して、一方は橋面舗装基準の施工温度条件を満足する標準工区とし、もう一方は基準を満足しない条件下で加熱を行い、施工する工区として試験施工し比較検討を行った。

3-2 加熱機械の選定

屋外の実大試験施工で事前に鋼床版及びグースアスファルト層を加温する場合に第一に問題となる点は、加熱用の機械として何を選定するかである。そこで、加熱機械の選定を目的として予備調査を行った。

3-2-1 加熱機械に要求される諸条件

寒期の海上部での施工を想定した場合に、加熱機械に要求される条件は以下のとおりである。

- (1) 加熱能力……3℃程度に低下した鋼床版および基層の温度を20～30℃の間に上昇させることができること。
- (2) 加熱速度……施工の速度が1～2 m/min程度なので、この程度の速度に追従できること。また、実際の施工時に生じうる、速度の増減に対応できること。
- (3) 加熱範囲……少なくとも1車線分の幅員を加熱できること。
- (4) 作業性……寒期の風が強い海上で作業が可能であること。
- (5) 通気性……加熱によって発生した水蒸気を逃すことができること。
- (6) 実現性……新規の機械開発は必要としないこと。

3-2-2 使用した加熱機械

- (1) 路面ヒータ……路上再生工法で、アスファルト舗装路面を加熱する機械である。通常の路面ヒータは1車線分の幅員を加熱することが可能であるが、小規模な実験であったため、小規模工事用の路面ヒータ（加熱幅1.35～2.4m）を使用した。路面ヒータの走行速度は、1.0～1.5m/minであった。通常の路面ヒータの概要図を図3.1に示す。

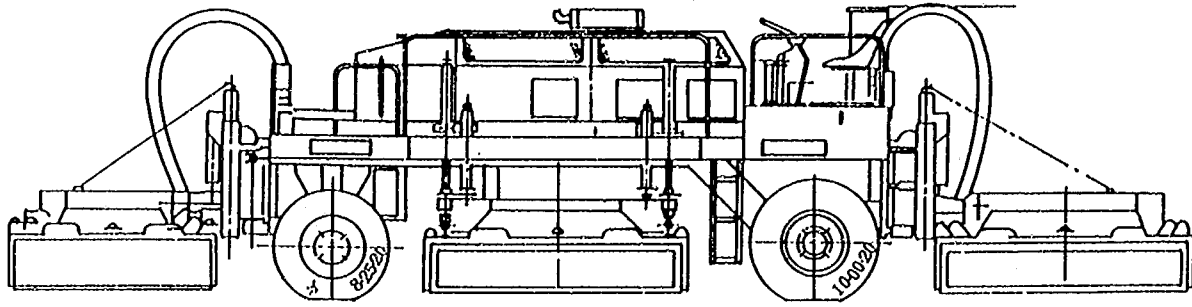
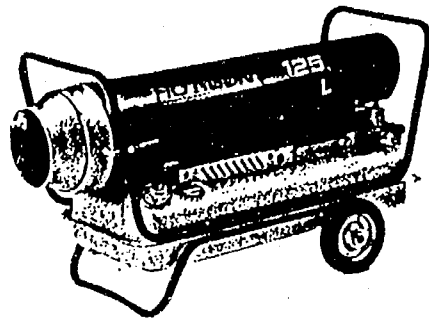


図-3.1 リサイクル路面ヒータ概要図

- (2) 温風ヒータ……図-3.2のような、工事現場で保温のため温風を発生させる機械で、全長1 m、直径約30cmの円筒の内部で灯油を燃焼させ、電気ファンで風を送る装置である。ただし、市販の機械は温風の吹き出し方向が水平なので、温風の吹き出し口に箱型のダクトを取り付け、温風が下方80cm×60cmの範囲に吹き出すようにした。



熱	出	力	36,280 kcal/h
燃		料	白 灯 油
外形寸法 (高×幅×長)			630×553×1,171 mm
重		量	50 kg

図-3.2 温風ヒータ概要図

- (3) 電気ヒータ……市販の家庭用の電気カーペットを使用した。カーペットを裏返しにして発熱面が鋼床版面に接触するようにし、上に発泡スチロールおよびビニールシートを敷いて保温した。
- (4) その他……検討の段階まで至らなかった案としては、鋼床版に直接通電し、床版の電気抵抗を利用して発熱させる方法、電磁調理機の原理を利用して、鋼床版に渦電流を発生させる方法などが考えられた。

3-2-3 加熱試験結果

(1) 路面ヒータ

実験に用いた路面ヒータの加熱能力は、最大で約30万kcal/時間であるが、この加熱条件で試験を行ったところ、3分間の加熱で鋼床版の温度が110℃に達してしまい、過熱状態になってしまった。そこで路面ヒータの加熱力を低下させ、発熱量を85,000kcal/時間にしたところ、2分間の加熱で最高温度が約40℃となり、10～20分程度冷却することで、20～30℃にすることができた。

(2) 温風ヒータ

温風ヒータによる加熱では、0.5m/minの移動速度のとき、1.5～2.5分の加熱で30℃前後の鋼床版温度を達成することができた。しかし、加熱は80cm×60cmの狭い範囲に対して行った。

(3) 電気ヒータ

電気ヒータによる加熱では、180分間の加熱によって25℃前後まで温度を上げることができた。しかし、それ以上は加熱を行っても、温度の上昇は見られなかった。

3-2-4 考察

(1) 路面ヒータの適用性

路面ヒータは、投入熱量やヒータの走行速度によって、鋼床版の温度上昇の程度が大きく異なり、実際の施工においてどの程度の設定にすることが適当か未知の要素がある。しかし、投入熱量を変えることで加熱速度を変化させることができ、加熱範囲、作業性、通気性のいずれも問題がない。特に、既存の施工機械をそのまま利用できる点が優れている。

(2) 温風ヒータの適用性

加熱幅員80cmに対して、移動速度を0.5m/minにすることで、比較的簡単に目標温度を達成することができたが、幅員3.5mを移動速度2.0m/minで加熱するためには、単純な比例計算で17.5台の温風ヒータを必要とし、これらを連結して、幅3.5mの範囲に均等に温風があたるようにしたダクトが必要となる。本州四国連絡橋の施工現場は、強風が予想されるため、風防のような形状をしたダクトが風を受けた場合、転倒する危険性があり、作業性に劣ることが予想される。

(3) 電気ヒータ

加熱時間は要するものの、特に温度調整をしなくても、目標温度に加熱できることが優れている。しかし、電気ヒータの場合には、施工速度に影響を与えないためには、一日の施工延長程度を覆うことができるだけのヒータを用意しなければならない。また、海上作業であるため電源を手配しなければならず、ヒータ自体も専用のものを開発することが必要となる。保温のため発泡スチロールおよびビニールシートをかける必要があるが、発生した水蒸気を閉じ込めることになり、結露を取り除くためには望ましくない。風が強い海上では保温材が飛ばないように工夫する必要がある。

(4) まとめ

以上の検討をまとめると表-3.1のようになる。

これらの検討結果にもとづき、屋外施工実験では路面ヒータを使用して、加熱条件の最適設定値を探るための調査をすることとした。

表-3.1 加熱機械の比較検討結果

機 種	加熱能力	加熱速度	加熱範囲	作 業 性	通 気 性	実 現 性
路面ヒータ	△	○	○	○	○	○
温風ヒータ	○	○	△	×	○	○
電気ヒータ	○	△	△	△	×	×

凡例 ○：問題なし
△：問題があるが工夫すれば解決可能
×：問題あり

3-3 加熱実験の概要

試験は、橋面舗装基準の施工条件を満足する標準工区と、基準を満足しない条件で、低温時に加熱を行って施工する比較対照工区を設けている。これらの施工の際には表-3.2に示す項目について試験、測定を行った。また、小規模ではあるが、寒冷な条件でホイールトラッキング試験の型枠を用いて実大施工と同じ断面を作製し、加温なしの状態での施工結果を推定するための試験を行った。

表-3.2 施工試験項目

試 験 ・ 測 定 項 目		目 的
加実 熱験	鋼 床 版	接着層、下層施工の場合の鋼床版の適切な加温方法、条件の検討
	グースアスファルト層	タックコート、上層施工の場合の鋼床版の適切な加温方法、条件の検討
施 工 時 品 質 管 理	試 験 練 り	一 般 品 質 ・ 出 来 形 管 理 項 目
	ひ び 割 れ の 有 無	
	横 断 凹 凸 量	
	縦 断 凹 凸 量	
	密 度	
	厚 さ	
	抽 出 試 験	
事 後 試 験	温 度	実際の施工時の鋼床版、下層の温度変化を確認する。
	ホイールトラッキング試験	グースアスファルト混合物、改質アスファルト混合物の耐流動性の確認
	曲 げ 試 験	グースアスファルト混合物、改質アスファルト混合物の曲げ性状の確認 施工完了後の断面から切り取った係試体についても実施
	接 着 力 試 験	鋼床版と下層、下層と上層の間の接着性を調べる。

(1) 鋼床版の加熱実験

接着層および基層の施工を行う場合の、適切な加熱方法および加熱条件を探ることを目的として、種々の条件で鋼床版の加熱を行い、床版の温度変化を測定した。

(2) グースアスファルト層（基層）の加熱実験

タックコートおよび表層施工を行う場合の、適切な加熱方法および加熱条件を探ることを目的として、種々の条件で基層の加熱を行い、基層の温度変化を測定した。

(3) 品質管理試験

一般橋梁舗装工事の品質管理・出来形管理項目に準じて、下記の事項について品質管理・出来形管理を行った。

①試験練り結果

②ひびわれの有無

③横断凹凸量

④縦断凹凸量

⑤密度

⑥厚さ

⑦抽出試験結果

(4) 事後調査

①ホイールトラッキング試験……施工に用いたグースアスファルトおよび改質アスファルト混合物で供試体を作製し試験を行った。

②曲げ試験……施工に用いたグースアスファルトおよび改質アスファルト混合物で供試体を作製し試験を行う。また、施工完了後の断面からも供試体を採取し、曲げ試験を行った。

③接着力試験……施工完了後、鋼床版と基層、基層と表層の間の接着力を調べた。

3-3-1 実験場所

試験橋梁は、本四橋の尾道・今治ルートに設けられた、因島大橋をモデルとした構造となっており、土木研究所舗装走行試験場内の地表面から掘り下げたコンクリートピットの中に施工されている（図-3.3）。

幅員は約4.5m、長さは約9.4mの鋼床版橋梁が2スパンあり、一方を橋面舗装基準を満足する条件で加温なしで施工する工区（1工区とする）、一方を橋面舗装基準を満足しない条件で加温して施工する工区（2工区とする）とした。なお、床版の厚さは12mmである。

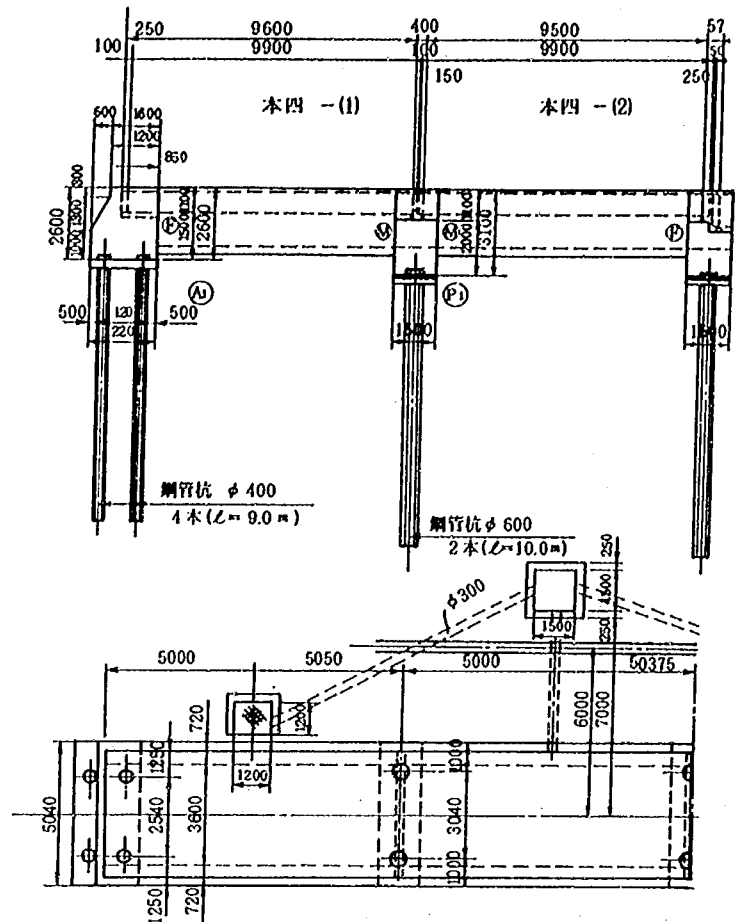
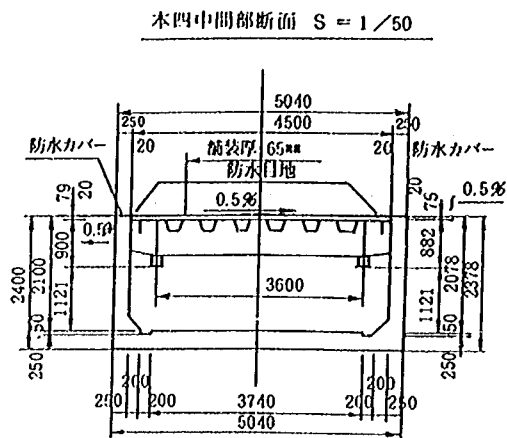


図-3.3 試験橋梁一般図および断面

3-3-2 加熱用機械

加熱機械として小型路面ヒータを用いた。路面ヒータの仕様を表-3.3に、概要を図-3.4に示す。

路面ヒータのパネルは、合計54本のガス赤外線ヒータで構成されており、各1本ごとに点火・消火が可能で、ヒータの点火または消火によって、熱の投入量が変わえられる構造となっている。図-3.5にヒータ番号対応図を、表-3.4に投入熱量とヒータの点火位置番号の関係を示した。

表-3.3 小型路面ヒータの仕様

1. 形式名称	ニイガタ NRH22 リサイクルヒータ		
2. 総重量	2,400 kg		
3. 性能			
機関出力	18 PS / 2600 rpm		
走行速度	前進 後進		
1速	0 ~ 4.60 km/h	0 ~ 3.68 km/h	
加熱幅	1.35 ~ 2.4 m		
総発熱量	58.4 万 kcal/h (最大)		
登坂角度	15°		
4. 寸法			
全長	作業時	7,880 mm	
	回送時	5,040 mm	
全幅	回送時	1,680 mm	
全高		2,600 mm (最大)	2,100 mm 作業時
輪距	前輪	935 mm	
	後輪	1,050 mm	
轴距		1,535 mm	

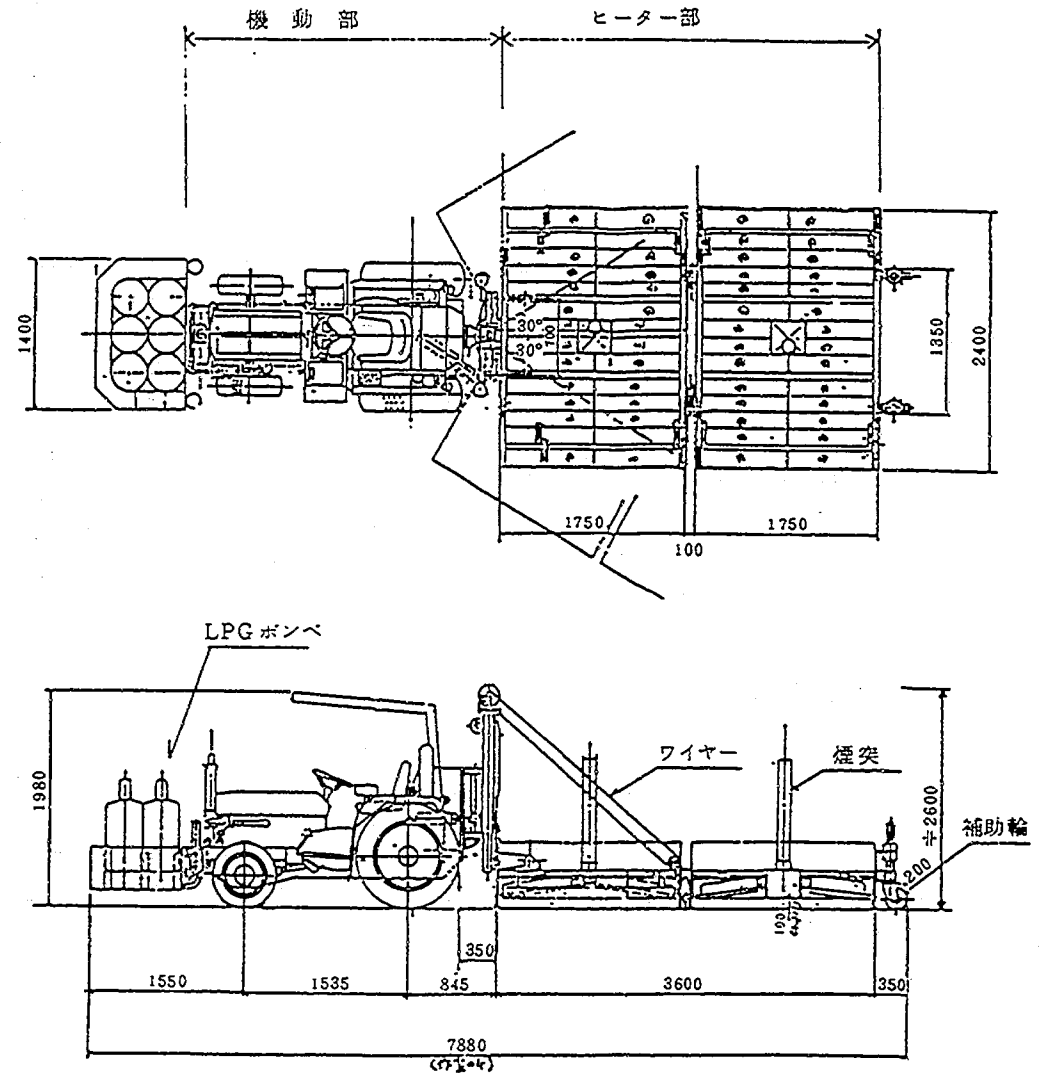


図-3.4 小型路面ヒータ概略図

← 進 行 方 向

1	15	29	43
2	16	30	44
3	17	31	45
4	18	32	46
5	19	33	47
6	20	34	48
7	21	35	49
8	22	36	50
9	23	37	51
10	24	38	52
11	25	39	53
12	26	40	54
13	27	41	55
14	28	42	56

図-3.5 加熱投下量とヒータ 点火位置図

表-3.4 投下熱量, ヒータの点火及びLPG圧力の関係表

投 下 熱 量 (kcal/h)	ヒ ー タ の 点 火 位 置 番 号	LPG 圧 力 (kg/cm^2)
53,000	29, 31, 33, 35, 36, 38, 40, 42	1.0
102,000	29, 31, 33, 35, 36, 38, 40, 42 44, 46, 48, 49, 51, 53, 55	1.0
195,000	29 から 56	1.0
390,000	1 から 56	1.0

3-3-3 使用材料

実験に用いた材料を表-3.5に示した。

表-3.5 使用材料表

(1) グースアスファルト用材料

材 料 名	産 地	納入者または製造所
砕 石 6 号	茨城県新治郡新治村	塚 田 陶 管 (株)
砕 石 7 号		
粗 砂	茨城県真壁郡協和町	相 模 鉄 道 (株)
細 砂	千葉県佐原市矢作	(株) 長 岡
石 粉	—	菱光石灰工業(株)
ストレートアスファルト20-40	—	三共油化工業(株)
精製トリニグットアスファルト	南米トリニグット島	三 菱 商 事 (株)

(2) 改質アスファルト用材料

材 料 名	産 地	納 入 者
6 号 砕 石	茨城県新治郡新治村	塚 田 陶 管 (株)
7 号 砕 石		
粗 砂	茨城県真壁郡協和町	相 模 鉄 道 (株)
細 砂	千葉県佐原市本矢作	(株) 長 岡
石 粉		菱光石灰工業(株)
シノファルト I 型		日瀝化学工業(株)

(3) その他の材料

項 目	材 料 名	納 入 者	備 考
防錆処理	ニッペジンキ1000QC	日本ペイント(株)	
接 着 材	カチコートS	日瀝化学工業(株)	
目 地 材	セシロールSS	〃	テープ型
タックコート	カチオゾールGM	〃	
〃	カチオゾールGMW	〃	寒冷期用

3-3-4 施工手順

試験施工の全体計画は、以下の通りである。

- (1) 既設舗装の撤去
- (2) 鋼床版の加熱実験
- (3) ケレンおよび無機ジンク塗装
- (4) 接着層の施工（標準および加温工区）
- (5) グースアスファルトの施工（標準および加温工区）
- (6) グースアスファルトの加温実験
- (7) タックコートの施工（標準および加温工区）
- (8) 改質アスコンの施工（標準および加温工区）

3-3-5 温度測定方法

この試験橋梁の既設舗装を撤去し、図-3.6 に示す位置に熱電対を設置した。熱電対は以下のように取り付けた。

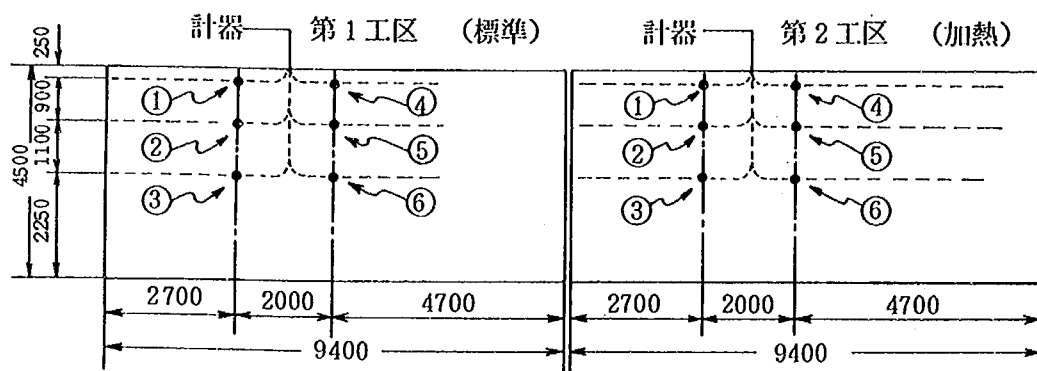


図-3.6 熱電対配置図

(1) 鋼床版表面

図-3.7のように熱電対の先端を露出させ、スリーブに挿入後ハンダで溶解し、圧着ペンチでスリーブをつぶす。これを、鋼床版に開けた径4mmの穴に挿入し、ハンマーでたたき込んだ。

(2) 鋼床版裏面

図-3.8に示すように、鋼床版の裏面にビスを使用して取付けた。

(3) グースアスファルト用

鉄製のL字金具と断熱材を用いて、図-3.9のような固定用器具を作製し、鋼床版に電気溶接した。これに、図-3.10のように鋼床版下部の穴より熱電対を引き込んで、グースアスファルト中間として高さ20mmのところに端子を固定した。さらにグースアスファルト表面測定用として、グースアスファルト舗設時に表面上に引き出しておき、後日再設置した。

設置位置と測点番号の対応を表-3.6に示す。

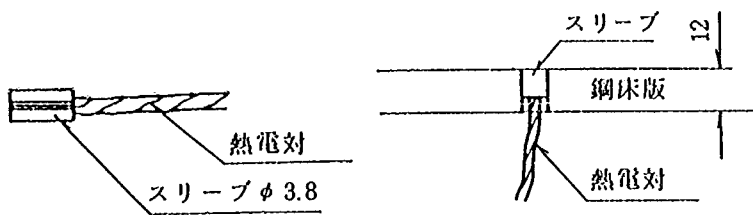


図- 3.7 熱電対の設置（鋼床版表面）

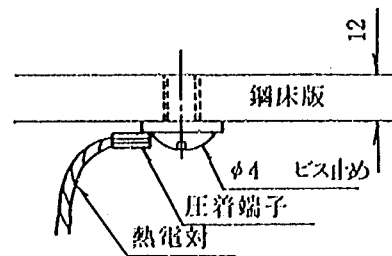


図- 3.8 熱電対の設置（鋼床版裏面）

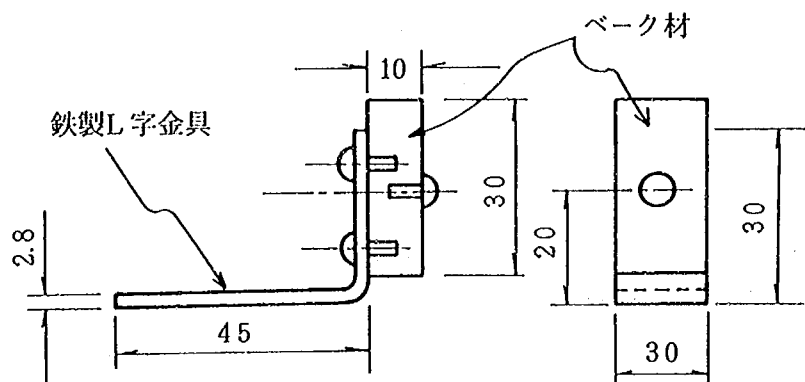


図- 3.9 ガース用熱電対固定金具詳細図

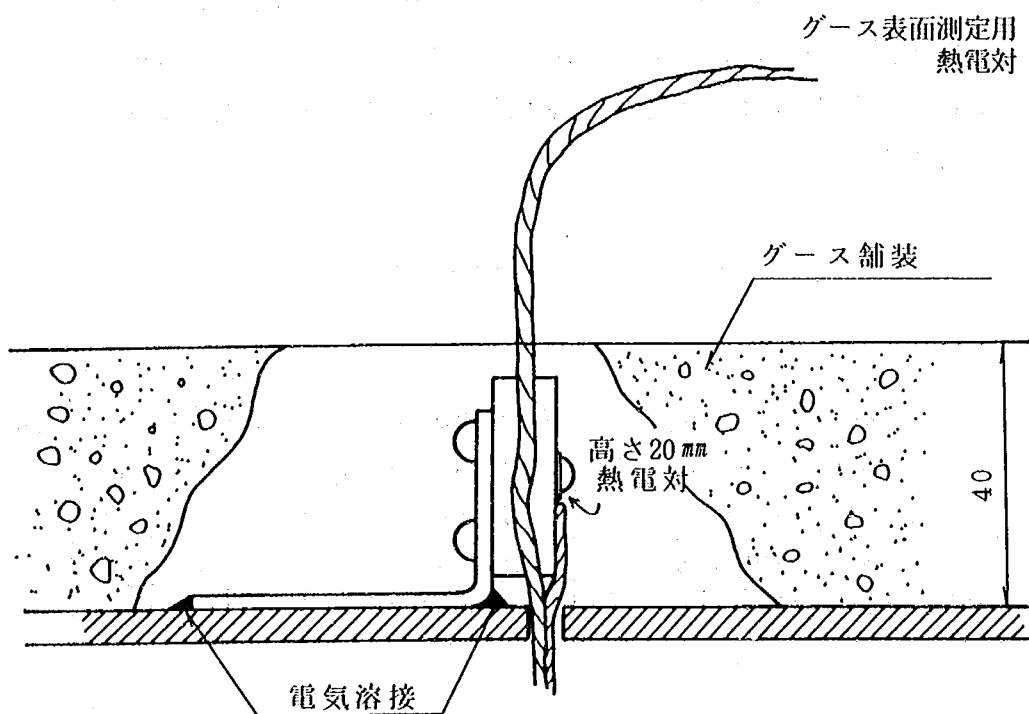


図- 3.10 ガース測定用熱電対の取り付け方法

表-3. 6 測定番号および項目

	ポイント別						工区別	測定項目
	①	②	③	④	⑤	⑥		
測定 番号	1	5	9	13	17	21	1, 2	鋼床版表面温度
	2	6	10	14	18	22	1, 2	裏面温度
	3	7	11	15	19	23	1, 2	ゲース中間温度
	4	8	12	16	20	24	1, 2	表面温度

3-4 鋼床版の加熱実験

路面ヒータで鋼床版の加熱を行う場合、鋼床版の温度に影響を与える要因としては、気温、鋼床版の初期温度、風速、投入熱量、走行速度などが考えられる。そこで、鋼床版を目的の温度に加熱するための条件を探るために、加熱実験を行った。

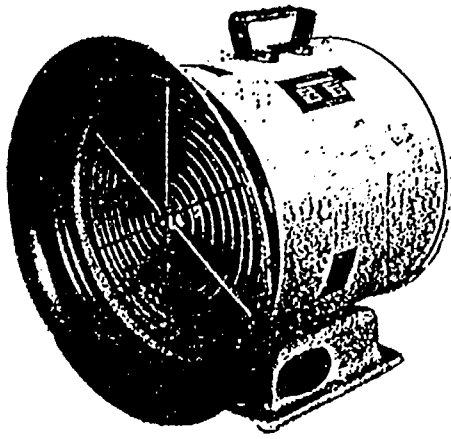
3-4-1 実験の方法

実験に使用した小型路面ヒータは、赤外線ヒータが1本ごとに点火・消火できるので、ヒータの加熱能力と走行速度を変えて、鋼床版の温度上昇特性を調べた。実験条件の組合せは表-3. 7のとおりである。なお、加熱能力を変えるのにヒータの着火本数を変化させたが、ヒータ面に対して着火しているヒータが均等にばらつくように配慮した。走行速度は、本四橋での実際の施工速度が1.0~2.0m/minと考えられるため、その範囲を含むように定めた。

ピット内部はそのままでは空気が循環せず、熱がこもってしまうため換気を行った。換気方法は、図-3. 11のような風量70m³/minの送風機を2基使用し、工区両端にあるマンホールの片側から空気を送った。なお、加熱実験を行ったときは風速が最大で2~3m/秒と、ほぼ無風に近い状態であったため、図-3. 12のように送風機を利用して温度測定点に風を送り、風を受けた状態での温度上昇および温度低下も調査した。

表-3. 7 実験条件の組合せ

ヒータ	長さ	幅	全加熱能力	面積当加熱能力	走行速度 (m/min)				
					0.8	1.0	1.5	2.0	3.0
後ろ1/4	1.7m	2.4m	53, 000 kcal/hr	12,990 kcal/m ² /hr	○	○	○	○	○
後ろ1/2	1.7	2.4	102, 000	25, 000	○	○	○	○	○
後ろ全開	1.7	2.4	195, 000	47, 794		○	○	○	○
前後全開	3.5	2.4	390, 000	47, 023				○	○

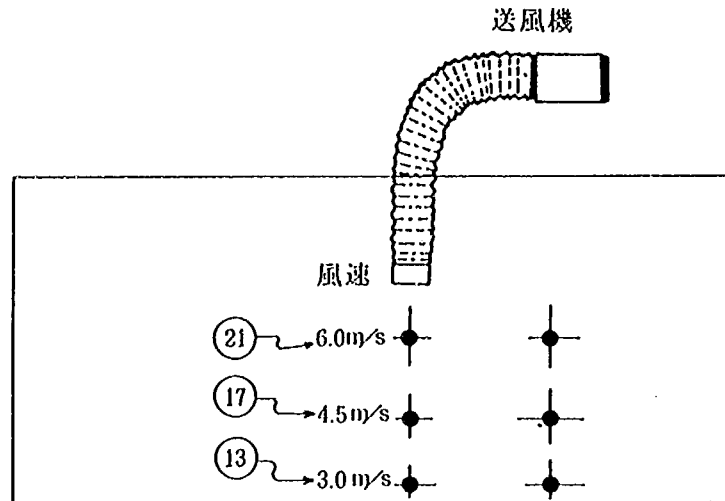


標準型

性能 72/79 (m^3/min)

重量 15.0 (kg)

図－ 3.11 送風機概要



図－ 3.12 横風送風方法

3－4－2 実験結果

(1) 温度上昇

路面ヒータの投入熱量別に加熱時間と、鋼床版の初期温度と加熱後の最高温度との差（以下温度上昇度とする）の関係を図－3.13に示した。図は、鋼床版表面のデータ（測点番号17）を平均して整理したものであるが、表面と裏面では温度の変化に差はなく、数値は同等となっている。ここで加熱時間は、次式によって算出している。

$$t = L / V \quad \dots (3.1)$$

t ：加熱時間（分）

L ：ヒータ長さ（m）（この場合は、1.7mまたは3.5m）

V ：走行速度（m/min）

図から加熱時間と温度上昇度は相関関係にあることがわかる。これらを、加熱時間と1分当たりの温度上昇率で図－3.14に整理した。図より、加熱時間が0.56分のときのデータを除けば、加熱時間が変化しても温度上昇率はほとんど変化せず、温度上昇率は単位面積当たりの加熱量のみに影響されることがわかる。

単位面積当たりの加熱量と温度上昇率との関係を図－3.15に示す。図の実線は全走行速度での平均値、破線は加熱時間0.56分のデータを除外したものである。この図より、両者の関係はほぼ直線的であり、加熱時間0.56分のデータの考慮の有無でもほとんど差がないことがわかる。

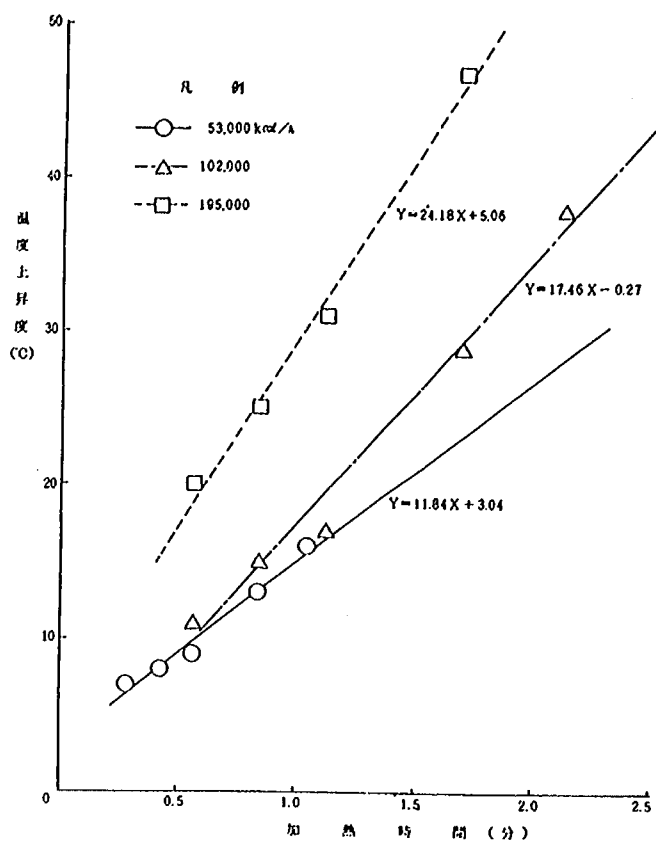


図-3.13 加熱時間と温度上昇度の関係 (鋼床版)

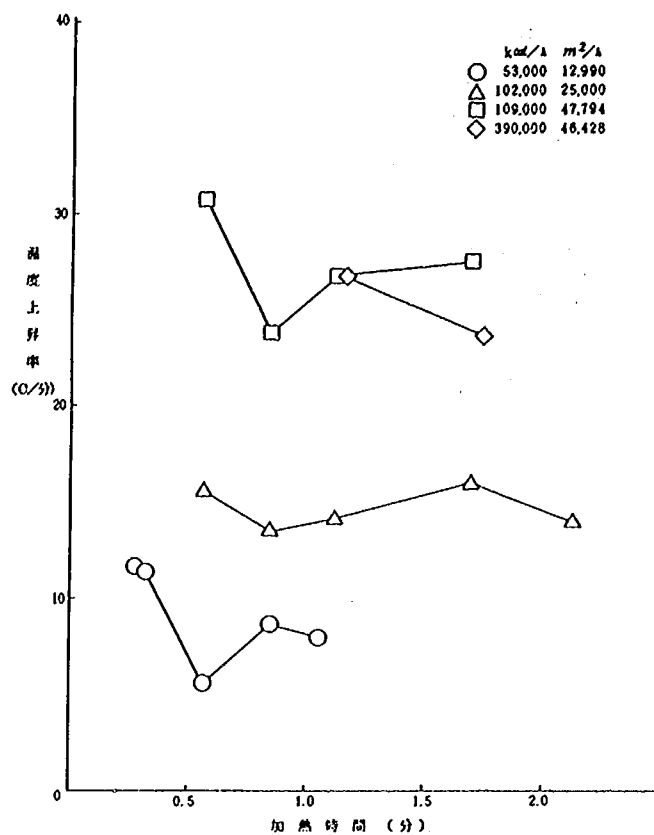


図-3.14 加熱時間と温度上昇率の関係 (鋼床版)

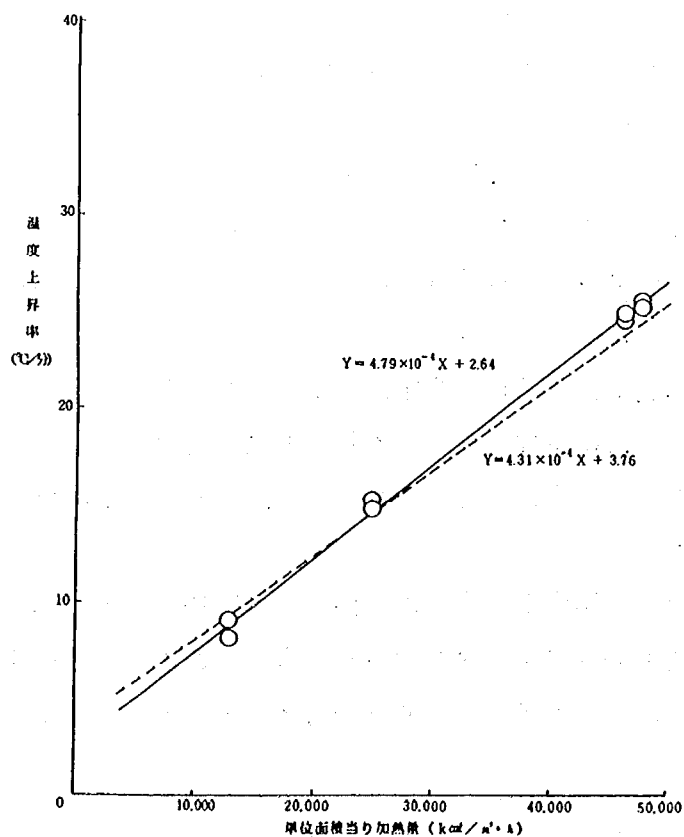


図-3.15 単位面積当り加熱量と温度上昇率の関係 (鋼床版)

(2) 温度低下

温度上昇度を横軸に、最高温度に達してから5分まで、5分から10分までの温度低下率を縦軸にとったものを図-3.16~17に示す。図より、温度低下率は、初期温度との差にほぼ比例していることがわかる。また、風の有無によって低下率に約2倍の差があることがわかる。

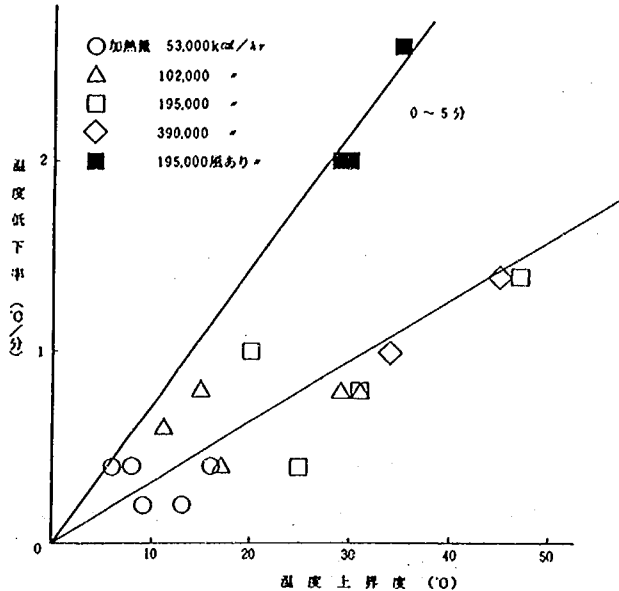


図-3.16 温度上昇度と温度低下率の関係（鋼床版）

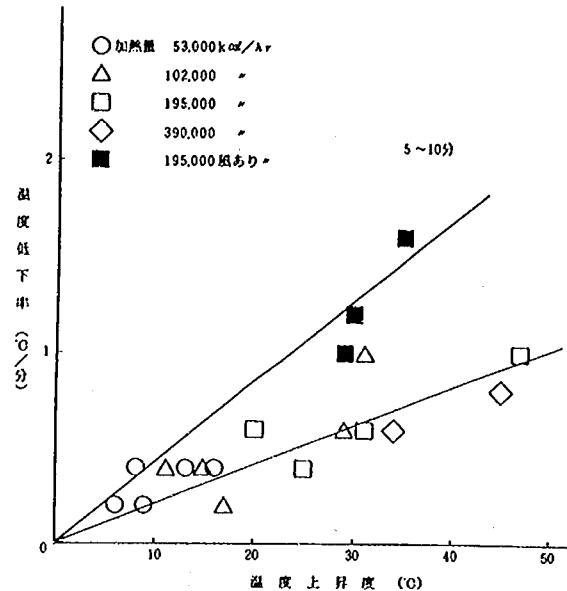


図-3.17 温度上昇度と温度低下率の関係（鋼床版）

3-4-3 基層の施工

(1) 接着層の施工

接着層第1層目の施工は、昭和62年2月13日の夜に行った。当日の気温は約4℃、鋼床版の温度は約5℃であった。

路面ヒータの加熱幅が2.4mであるのに対して、橋梁の幅員は4.5mであるので、橋梁の床版面全体を加熱するためには、路面ヒータを2回走行させる必要があった。橋梁の延長は9.4mであり、走行速度を1.0m/min程度と考えると、橋梁全長を走行するためには、走行速度の調整を含めて約10分を要する。また、1回目と2回目の加熱の間の路面ヒータの移動や方向転換には約10分を要する（図-3.18）。加熱終了後すぐに接着層を施工すると、路面ヒータがD点に到達したときには、A点では加熱後30分、B点では加熱後20分経過していることになる。

以上の条件より判断して、かなり大きな加熱が必要となる。したがって、温度低下率を前記の図-3.16および図-3.17から1℃/minとし、接着層施工時のA点での目標温度を20℃、B点での目標温度を30℃とすると、加熱目標温度は50℃となる。加熱量を195,000kcal/hr(47,794kcal/m²・hr)とすると、図-3.15から温度上昇率が25.5℃であり、鋼床版の初期温度との差が45℃なので加熱時間は、

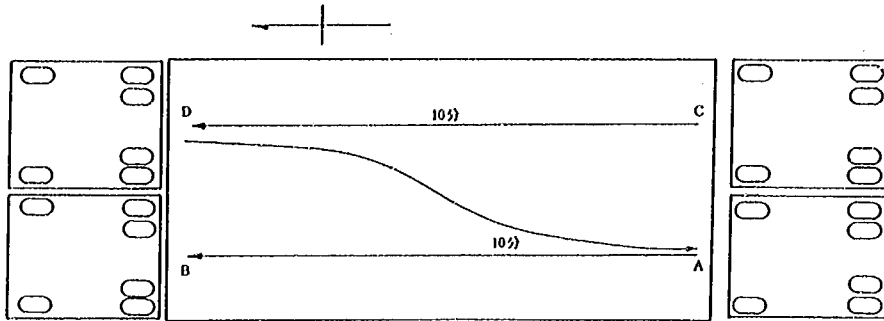
$$t = 45 / 25.5 = 1.76 \quad (\text{分}) \cdots (3.2)$$

となり、これよりヒータ長さが1.7mであるので走行速度は、

$$V = 1.7 / 1.76 = 0.97 \quad (\text{m/min}) \cdots (3.3)$$

となる。したがって、A点からB点までの走行速度は1.0m/minとした。

一方、加熱終了時点でのC点の目標温度を20℃、D点での目標温度を30℃とすると、初期鋼床版温度との差は25℃となる。したがって、加熱時間は $t = 0.98$ 分、走行速度は $V = 1.7\text{m/min}$ となる。



図－3.18 接着層施工の加熱方法

この設定値で路面ヒータを走行させ、ヒータがD点に達したときの鋼床版の温度分布を図－3.19に示す。このように目標値との誤差はかなり小さく、比較的簡単な計算で目標温度に合わせることが可能であるといえる。

接着層第2層目の施工を、気温6℃、鋼床版温度4℃の条件で続く2月14日の夜に行ったが、同様にかなりの実用的精度で加熱することができた。

	1層目(2/13)	2層目(2/14)
N	22℃ 26℃	23℃ 26℃
	26℃ 31℃	24℃ 28℃
	29℃ 30℃	31℃ 33℃

図－3.19 加熱終了直後の鋼床版温度（接着層施工時）

(2) グースアスファルト層の施工

①施工条件

鋼床版の幅員4.5mに対し、路面ヒータの最大幅員が2.4mであったため、全面を一度に加熱することは不可能である。そこで図－3.20のように、床版を2.4mと2.1mの2つに分けて施工した。

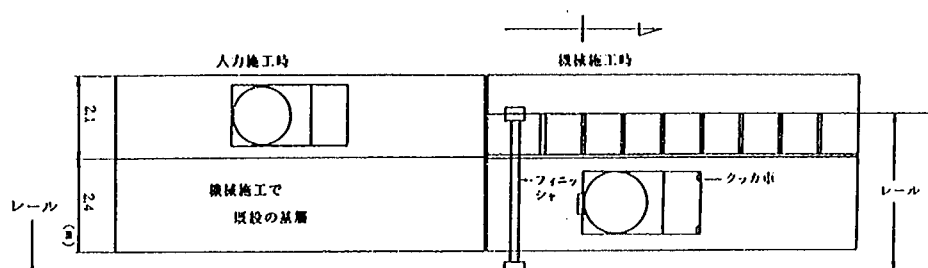
まず、鋼床版上および路肩部にレールを置き、グースアスファルトを敷きならすフィニッシャ

を設置した。次に幅員2.4mの部分（熱電対はこの部分に設置されている）を路面ヒータで加熱し、鋼床版の温度を上昇させた。当然ながら1工区ではこの工程は省略している。次にクッカ車を鋼床版上に乗り入れ、グースアスファルトを排出した。そして、フィニッシャで敷きならした。

次にフィニッシャが走行するレールを撤去し、残りの幅員2.1mの部分についても路面ヒータで同様に加熱し、グースアスファルトを敷きならした。ただし、フィニッシャの横方向への移動が困難だったため、敷きならしは人力施工とした。

1工区の施工は昭和62年2月19日の昼間に実施した。当日の気象は晴、気温は10℃、鋼床版の表面温度は20℃であった。

2工区の施工は昭和62年2月19日の夜間に実施した。当日の気象は晴、気温は3℃、鋼床版の表面温度は3℃であった。

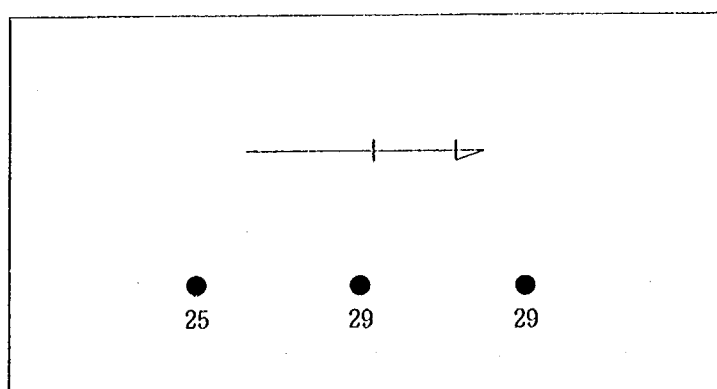


図－3.20 基層の施工方法

②施工状況

1工区の施工は、橋面舗装基準をほぼ満足する温度条件であったにもかかわらず、直径10cm前後のブリスタリングが多数発生した。

2工区の加温条件は、鋼床版の加温実験の結果より得られたグラフ（図－3.15）を使用し、床版温度3℃を20～30℃に上昇させるような加熱条件として、投入熱量195,000kcal/hr、走行速度1.5m/minを設定した。加熱完了直後の鋼床版の温度は、図－3.21に示すとおりである。2工区の



図－3.21 加熱完了後の路面温度（グース施工時）

施工でもプリスタリングが発生したが、直径が約 2 cm と小さなものであり、個数も 1 工区の 1 / 5 程度であった。また、2 工区の人力施工の部分についても、直径 2 cm 程度のプリスタリングが多数発生した。なお、2 工区の加熱時に路面ヒータの鉄輪に、接着層の材料が付着してしまうことがわかった。

3-5 グースアスファルトの加熱実験

3-5-1 実験方法

グースアスファルトの施工前に、L 型金具の高さ 2 cm の位置に熱電対の先端を固定し、グースアスファルト表面から 2 cm の位置の温度検出用とした。また、同一の金具にもう 1 本の熱電対を取付け、グースアスファルト表面の温度測定用とした。ただし、後者の先端は自由端とし、グースアスファルトの施工が完了した時点でグースアスファルト表面に固定した。(熱電対の位置は図-3. 6 および表-3. 8 を参照)

表-3. 8 品質管理試験結果

		1 工 区				2 工 区			
		1	2	3	平 均	1	2	3	平 均
密 度 g/cm^3	基 層	2.404	2.399	2.409	2.404	2.379	2.417	2.399	2.398
	表 層	2.360	2.329	2.366	2.352	2.386	2.354	2.363	2.368
締 固 度	表 層	99.5	98.2	99.7	99.2	100.6	99.2	99.6	99.8
厚 さ cm	基 層	3.9	3.8	3.8	3.8	3.9	3.6	3.7	3.7
	表 層	3.8	4.2	4.0	4.0	3.7	3.7	3.9	3.8
横断凹凸 mm	内 側	3.0	3.0	2.0	2.7	2.0	1.5	1.5	2.5
	外 側	4.0	3.5	3.0	3.5	1.5	1.0	3.0	1.8
縦断凹凸 mm	内側より 0.6 m 地点			$\sigma = 2.8$		$\sigma = 1.6$			
	内側より 1.2 m 地点			$\sigma = 3.0$		$\sigma = 2.0$			

実験条件を定める前に、予備的に加熱実験を行った。条件は、鋼床版の加熱実験と同様に、投入熱量を 195,000, 102,000, 53,000kcal/hr とした。バーナの点火位置図を図-3.22に示す。鋼床版の加熱実験では、図-3.22の(3)のようなまばらな点火パターンでも、鋼版の熱伝導率が高いため十分に加熱できたが、グースアスファルトは鉄に比較すると熱が伝わりにくいため、加熱状態にむらがあった。そこで(3)の条件は取りやめて、(4)の条件に代えた。

加熱実験の加熱条件は、以下のとおりとした。

まず投入熱量は、図-3.22の(1)(2)(4)の3段階、走行速度は実際の現場で生じうる範囲として、1.0, 2.0, 3.0m/minの3段階とした。熱電対のうち加熱条件が最も良かった、No20およびその2cm下のNo19のデータに着目して結果を説明する。

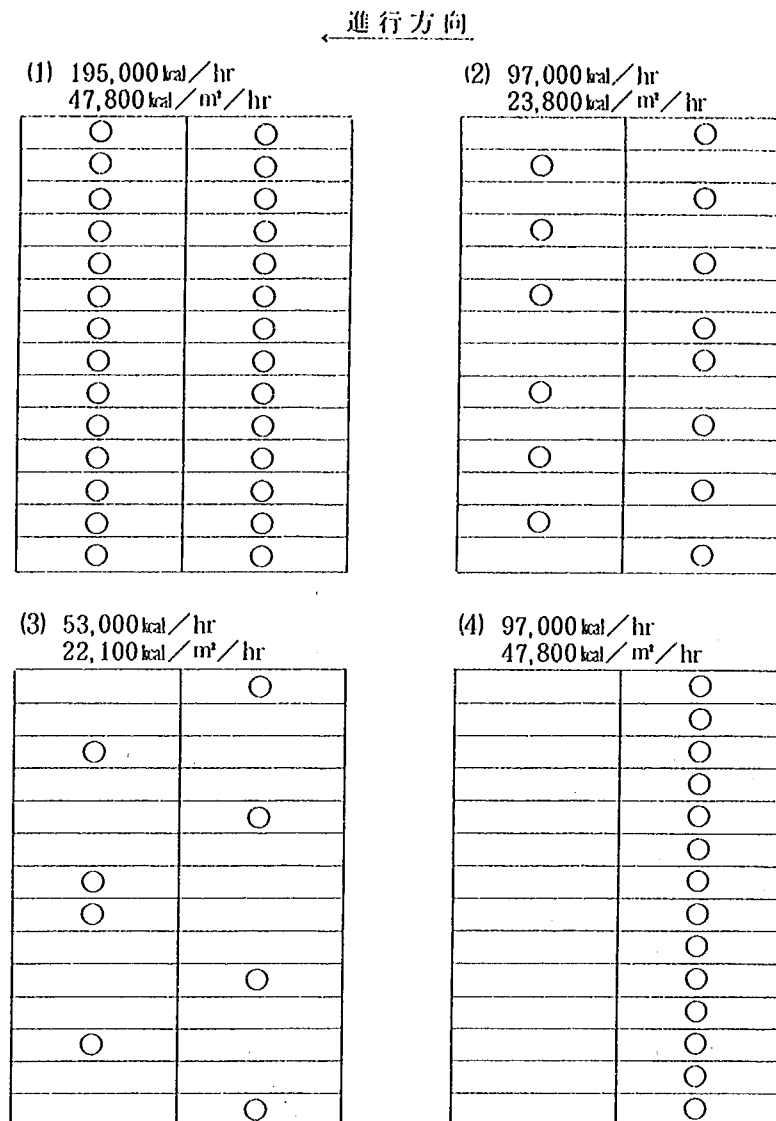


図-3.22 バーナの点火パターン

3-5-2 実験結果

(1) 温度上昇

加熱時間と温度上昇度の関係を図-3.23に示した。図の実線はグースアスファルト表面、破線は表面から2cm下のそれぞれ温度を表わしている。図より温度上昇度は加熱時間にはほぼ比例していた。また、加熱量と温度上昇率の関係を図-3.24に示した。これより、直線の傾きは投入熱量が大きいほど大きくなっている。

グースアスファルト表面の温度上昇度と、2cm下の温度上昇度は図-3.25のように比例関係にある。

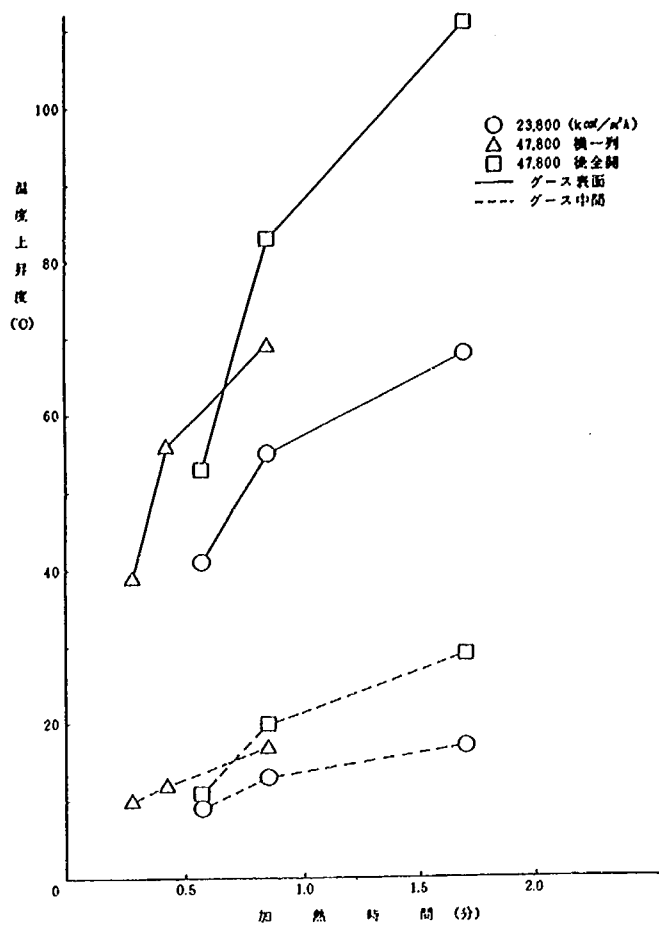


図-3.23 加熱時間と温度上昇度の関係

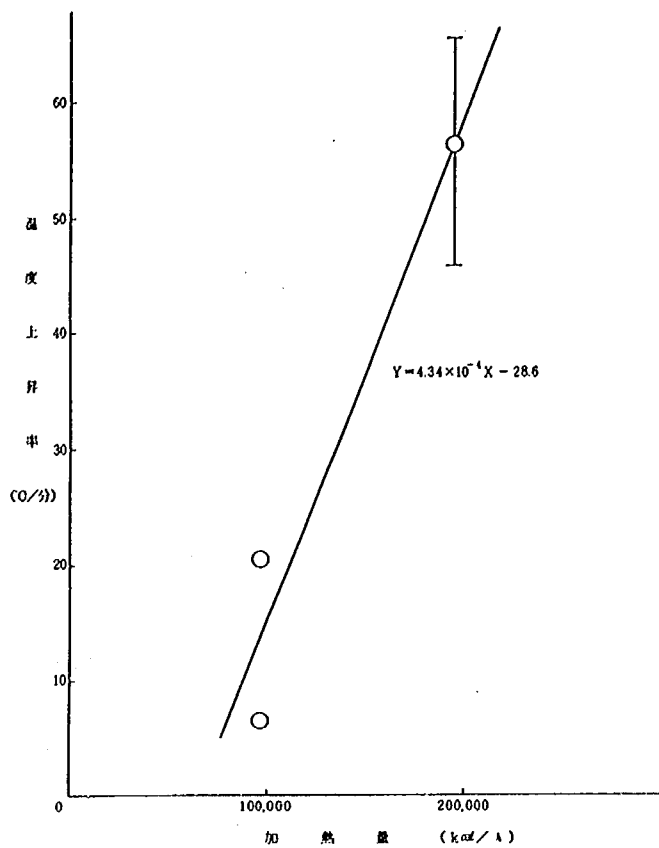


図-3.24 加熱量と温度上昇率の関係（ゲース表面）

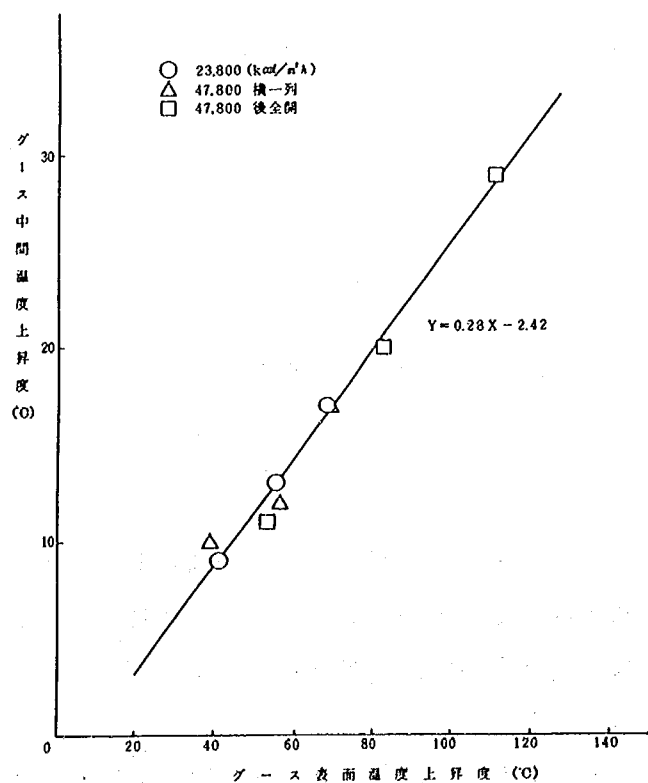


図-3.25 ゲース表面と中間（2 cm下）の温度上昇度の関係

(2) 温度低下

温度の低下は最初が速く、徐々に緩やかになる傾向にあった。温度のピークと5分後および10分後の測定点を直線で結んで温度の下降率を求め、横軸に表面の温度上昇度、縦軸に温度下降率を示すと、図-3.26および図-3.27のようになり、両者はほぼ比例関係にある。

表面の温度ピークと2cm下の温度ピークの時間差を調べると、図-3.28のようになり、0.5～1.5分後にピークに達する。また、10～15分後に表面と2cm下の温度が同一となり、その後は表面の方がやや高いまま、ほぼ同じ温度低下率で緩やかに温度が低下する。

鋼床版の加熱実験と同様に熱電対の温度測定点に風をあてて、風が温度低下に及ぼす影響を調査したが、風をあてない場合と温度低下の状態は変化しなかった(図-3.29)。鋼床版の加熱の際は、風があることにより温度低下率が2倍となったが、鋼床版に比べてグースアスファルトの熱容量が大きいことが、温度低下率を変化させなかった原因と考えられる。

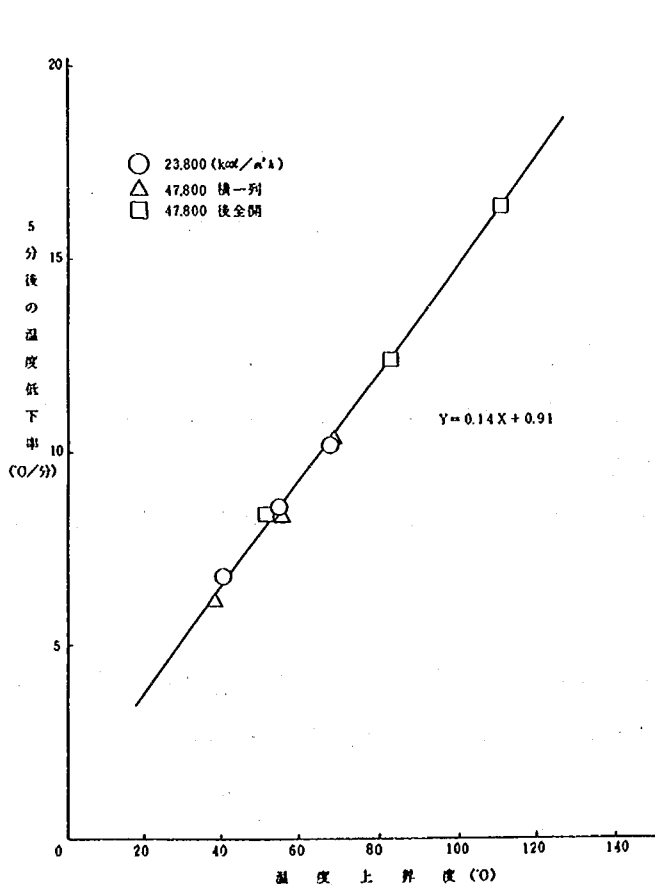


図-3.26 温度上昇度と5分後の温度低下率の関係 (グース表面)

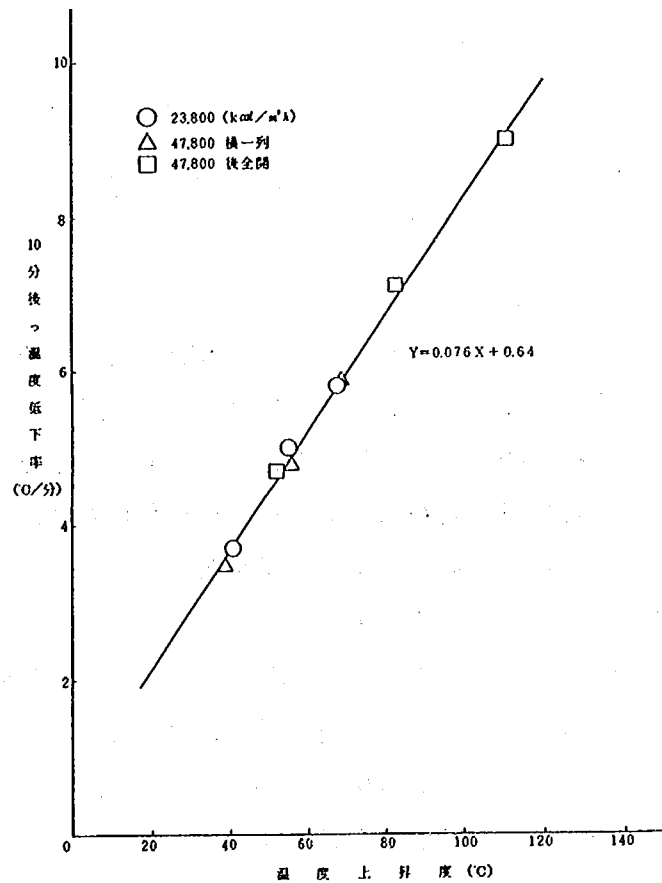


図-3.27 温度上昇度と10分後の温度低下率の関係 (グース表面)

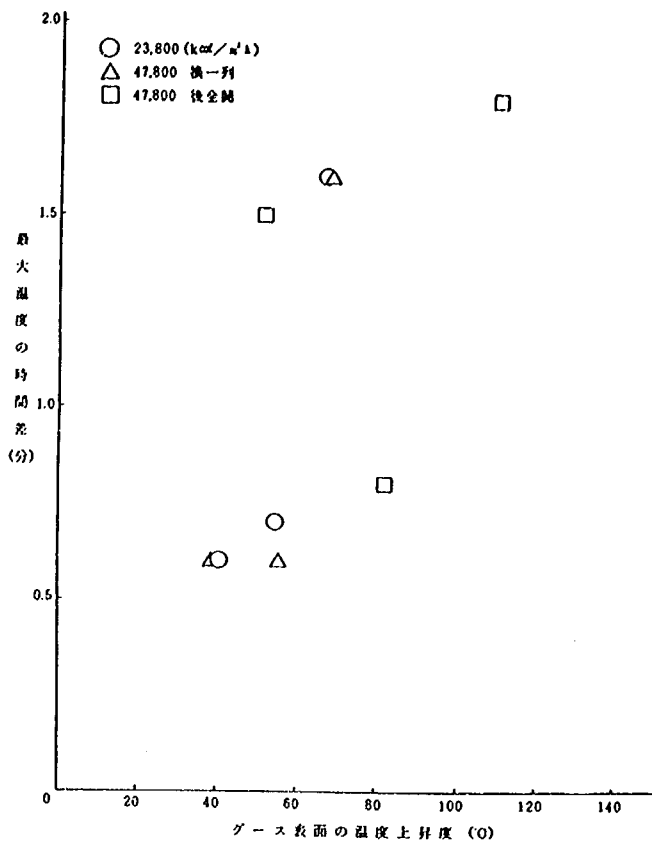


図-3.28 温度上昇度とグース表面・中間の最大温度の時間差の関係

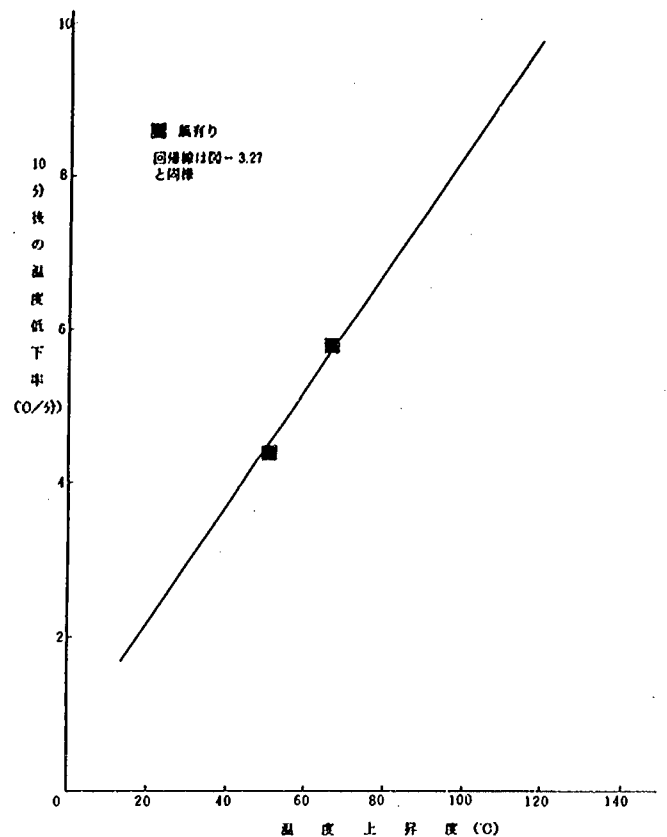


図-3.29 温度上昇度と10分後の温度低下率の関係（グース表面）

(3) その他

グースアスファルトは、鋼床版と同一の条件で比較すると、熱が上がりやすく、また下がりやすい。これは、グースアスファルトが黒色でよく射熱を受けやすいこと、熱伝導率が低く、薄い範囲に投下された熱がたまってしまうことなどが原因と考えられる。

加熱された路面の上をヒータパネルの鉄輪が走ることで、路面に変形を生じた。実際の施工では、鉄輪を取りはずす必要がある。

3-5-3 表層の施工

図-3.27を使用すると、表面と2cm下の部分の温度がほぼ同一となる10分後の温度を計算できる。グースアスファルトの初期表面温度を t_0 、最高温度を t_1 とする。このときの10分間の温度下降率は、

$$a = 0.076t_1 + 0.6 \cdots (3.4)$$

なので、10分後の路面温度は

$$\begin{aligned} t &= t_0 + t_1 - 10 \times (0.076t_1 + 0.6) \\ &= t_0 + 0.24t_1 - 6 \cdots (3.4) \end{aligned}$$

として表わせる。

たとえば、グースアスファルト表面の初期温度を 0°C とする。加熱最高温度をあまり高くすると混合物の劣化が心配されるため目標を 80°C とすると、加熱10分後の表面温度は 13.2°C となる。加熱目標温度の 80°C を実現するためには、図-3.23より単位面積当りの投入熱量を $47,800 \text{ kcal/m}^2/\text{hr}$

とし、加熱時間を1分にすればよいことがわかる。

表層の施工を想定すると、路面ヒータとフィニッシャの間隔は約10分と考えられる。施工実験に先立って実施した室内試験では、加熱の目標温度を20～30℃とすることが適当であることが指摘された。路面温度が低い状態でこの温度を達成するためには、一度加熱によりグースアスファルト舗装面を10℃程度温度上昇させたところで、再度路面ヒータを走行させる必要がある。

現場でこの作業を実際に行うには、1台の路面ヒータを反復走行させるか、2台の路面ヒータを直列に走行させることが考えられるが、現実的には前者の方法は施工性の点から実現できないと思われる。したがって、現場では2台の路面ヒータを用いて施工するのが有効と思われる。

図-3.30に2回走行による路面の加熱実験の結果を示す。これより、2回走行を行えば20～30℃の目標を達成できることがわかる。

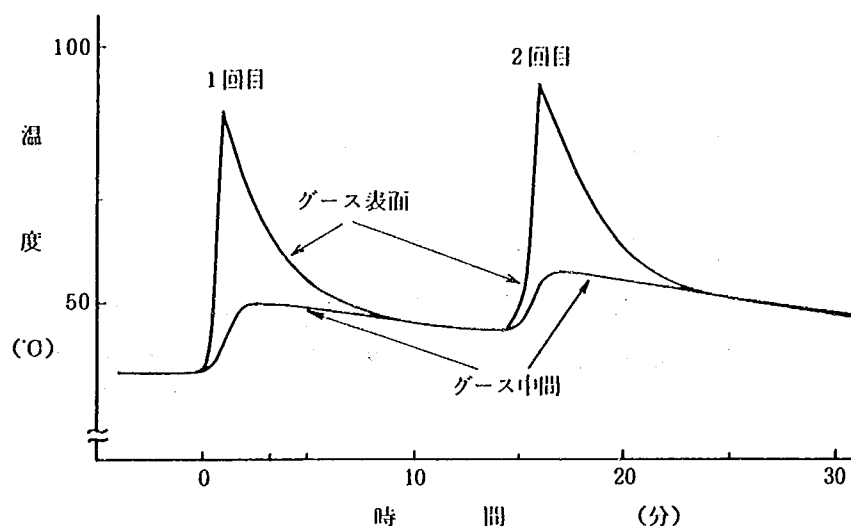


図- 3.30 2回加熱の温度データ

(1) タックコートの施工

1工区の施工は、昭和62年2月24日の昼間に実施した。当日の天候は晴、気温は15℃、路面温度は31℃で、橋面舗装基準を満たした状態であった。施工には、標準タイプのアスファルト乳剤PK-4を使用した。

2工区の施工は、昭和62年2月24日の夜間に実施した。当日の天候は晴、気温は3℃、路面温度は3℃であった。施工には、分解促進タイプのアスファルト乳剤を使用した。加熱条件は、図-3.22の(1)のとおり、走行速度は2.0m/min、1回加熱とした。

加熱の目標温度が30℃であったのに対し、加熱終了時の路面温度は図-3.31のとおりであった。加熱しない1工区と、加熱した2工区を比較すると、乳剤のタイプの違いも影響していることと思われるが、2工区の方が分解が速かった。

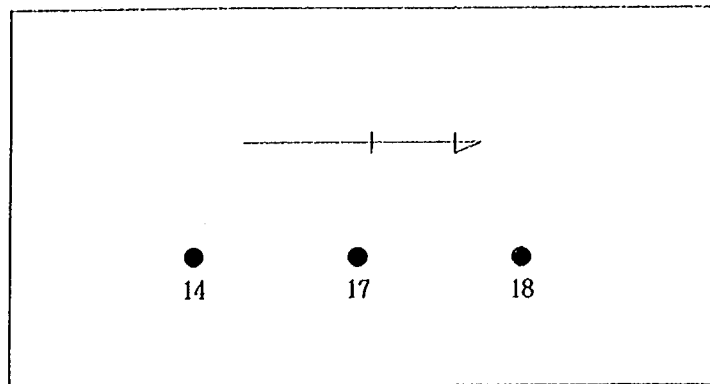


図-3.31 加熱完了後の路面温度（タックコート施工）

(2) 改質アスファルトの施工

表層の施工は、アスファルトフィニッシャを使用して敷きならした。

1工区の施工は、昭和62年2月27日の昼間に実施した。当日の天候は晴、気温は10℃、路面温度は26℃であった。

2工区の施工は、昭和62年2月27日の夜間に実施した。当日の天候は晴、気温は3℃、路面温度は8℃であった。加熱条件は、図-3.22の(1)のとおり、走行速度は2.0m/min、加熱間隔15分間の2回加熱とした。加熱の目標温度が30℃であったのに対し、加熱終了時の路面温度は図-3.32のとおりであった。

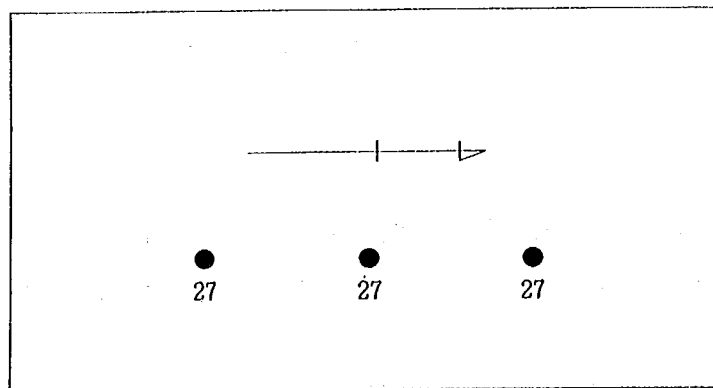


図-3.32 加熱完了後の路面温度（表層の施工）

3-6 事後調査

3-6-1 品質管理試験

品質管理試験の結果は表-3.8に示すとおりであり、1工区と2工区の間で大きな違いはなかった。

3-6-2 接着力試験

表層とグースアスファルト層の間、グースアスファルト層と鋼床版の間の接着力試験の結果を表-3.9に示す。表層とグースアスファルト層の接着力は、表層中間で破断してしまったため、表中の数値以上であることしかわからない。グースアスファルト層と鋼床版の間の接着力は、2工区の方がやや低いものの、十分な接着力が発揮されていた。

表-3.9 接着力試験結果表

(コアの断面積 78.5cm²)

種別	工区	No.	1 回 目			2 回 目		
			試験機の読み (kg)	接着力 (kg/cm ²)	備 考	試験機の読み (kg)	接着力 (kg/cm ²)	備 考
表層と 基層の 間	第1工区	2	220	2.8	表層3.5cmの位置で破断	—	—	—
		4	500	6.4	“ 1.0cm “	—	—	—
		6	520	6.6	表層表面で破断	—	—	—
	第2工区	8	550	7.0	同 上	—	—	—
		9	430	5.5	表層2.5cmの位置で破断	—	—	—
		11	350	4.5	“ 2.5cm “	—	—	—
基層と 鋼床版 の間	第1工区	1	250	3.2	“ 3.5cm “	920	11.7	接着層で破断
		3	—	—	—	900	11.5	接着層で破断
		5	410	5.2	表層表面で破断	1000	12.7	グース表面で破断
	第2工区	7	450	5.7	表層2.5cmの位置で破断	750	9.6	グース表面で破断
		10	420	5.4	“ 3.2cm “	760	9.7	同 上
		12	340	4.3	“ 3.0cm “	700	8.9	接着層で破断

※ 1回目接着力試験時舗装表面温度26℃, 2回目試験時舗装温度31℃, 鋼床版24℃

3-7 考察

- (1) 加熱目標値と加熱結果を比較すると、現場の精度としては十分と思われる。
- (2) 橋面舗装基準は、ブリストリングの発生防止に必ずしも有効ではない。床版温度での規定や、表面上の水分の有無の確認が必要と思われる。
- (3) 1工区に発生したブリストリングは、通常の橋面舗装に見られるものと同様な形状であり、鋼床版面に付着した水が原因と考えられる。それに対し2工区で発生したブリストリングは、形状が小さくなっていること、機械施工工区と人力施工工区で発生個数がかなり異なっていることを考慮して、2工区に発生したブリストリングの原因を推定すると、作業員が靴で持ち込んだ現場付近の土であることが推定できる。土の持ち込みが少ない機械施工工区では、ブリストリングの発生が少ないこと、1工区と2工区の機械施工工区を比較すると、2工区の方が発生が少ないこと、実際の本四橋の施工現場には土がないことを考慮すると、路面ヒータによる加熱がブリス

リングの防止にかなりの効果があることが予想される。

- (4) 加熱された接着層の材料が、路面ヒータのヒータパネルの鉄輪に付着することが観察された。牽引しているトラクタのゴム輪には付着していないことから、加熱後の路面には車輪を走行させない必要がある。試みに40℃程度に下がった表面にタイヤローラを乗り入れてみたが、接着材の付着は見られなかった。
- (5) グースアスファルト層の加温では、室内試験での目標温度にするために路面ヒータの2回走行を実施したが、1回走行でも橋面舗装基準の10℃以上が確保できるので十分であると思われる。

4 本四橋現場での応用

4-1 鋼床版の加熱

本四橋の現場でグースアスファルトを施工するために、鋼床版を加熱することを考える。

現場では、クッカ車とフィニッシャの前を路面ヒータが走ることになり、クッカ車はフィニッシャの直前を出入りするため、路面ヒータとフィニッシャの間はある程度の間隔をあける必要がある。

そこで、その間隔を15mとし、工事の進行速度を1.5m/min、鋼床版の施工目標温度を25℃、風が強く鋼床版の温度が3℃とする。ヒータが加熱した位置にフィニッシャが到着するまでの経過時間は、 $15/1.5=10$ 分間なので、加熱目標温度は次式によって算出できる。

$$T_t = T_f \times \frac{D}{V} + T_c$$

$$= 2 \times 15/1.5 + 25 = 45 \quad (^\circ\text{C}) \quad \dots (4.1)$$

V : 走行速度 (m/min) D : 間 隔 (m)

T_c : 施工目標温度 (℃) T_f : 温度低下 (℃/min)

T_t : 加熱目標温度 (℃) 風なし = 1

風あり = 2

加熱用機械として図-4.1の長さ2.2mの路面ヒータ1基を使用するものとする。走行速度はフィニッシャの速度に合せるとすれば加熱時間は、

$$t = \frac{L}{V}$$

$$= 2.2/1.5 = 1.47 \quad (\text{分}) \quad \dots (4.2)$$

L : ヒータ全長 (m)

t : 加熱時間 (分)

となる。これより1.47分で45℃上昇させるためには、温度上昇率を、

$$45/1.47 = 30 \quad (^\circ\text{C}/\text{min}) \quad \dots (4.3)$$

とする必要がある。図-4.2で30℃/minの温度上昇率を得るための、ヒータの単位面積当りの加熱量は約50,000kcal/m²・hrとなる。一方、路面ヒータの単位面積当りの加熱量は、最高出力にもとづいて計算すると、

$$1,400,000/4.4/(1.7+2.2+2.2) = 52,160 \quad (\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{hr}) \quad \dots (4.4)$$

であり、若干ガス圧を絞ることで目標加熱量とすることができることがわかる。

以上をまとめると、この現場条件では、路面ヒータの2.2mのヒータ1基を使用し、若干ガス圧下げて1.5m/minで走行すれば、目標温度を達成できることになる。

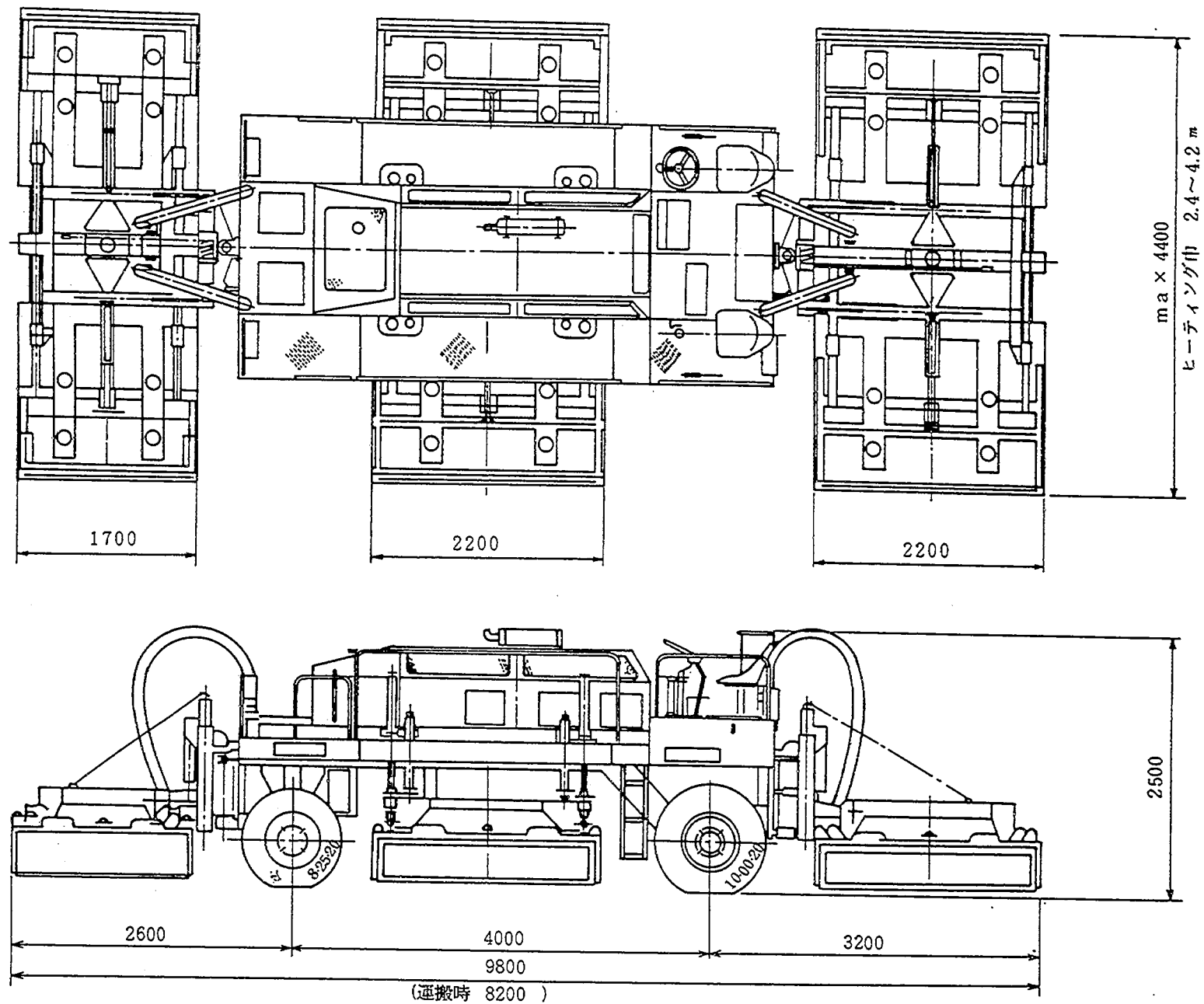


図-4.1 加熱機械 (路面ヒータ)

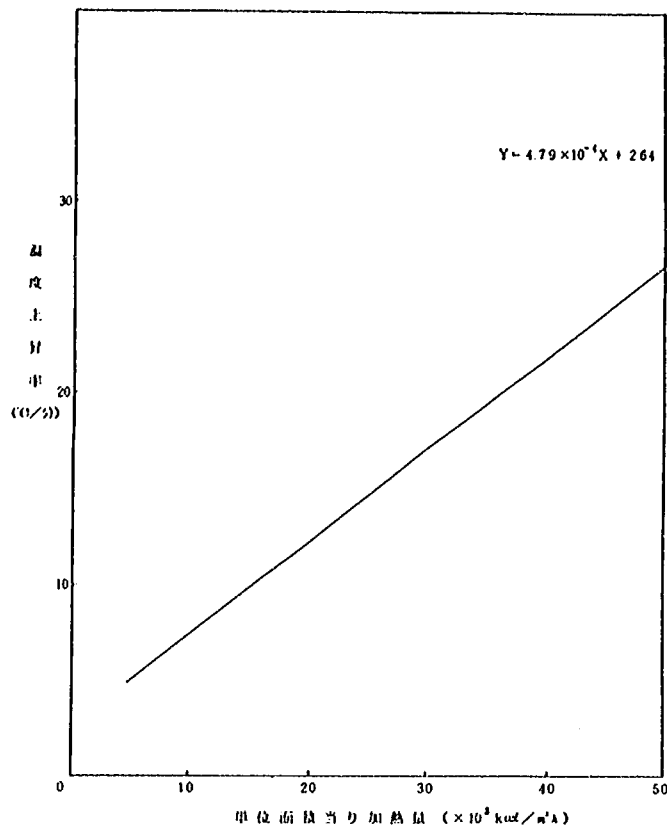


図-4.2 鋼床版の単位面積当り加熱量と温度上昇率

4-2 グースアスファルトの加熱

グースアスファルトの加熱についても同様に想定してみた。

現場での作業工程は、鋼床版加熱の場合とほぼ同様にクッカ車の代わりにダンプトラックが出入りするものとなり、その間隔および進行速度もそれぞれ15m および1.5m/minとなる。したがって路面ヒータとフィニッシャ間の時間間隔は約10分と考えられる。これより、図-4.3によると10分間の温度低下率は、

$$T_f = 0.076 T_r + 0.6 \cdots (4.5)$$

T_f : 温度低下率 (°C/min)

T_r : 温度上昇率 (°C)

となり、温度上昇度は次式による。

$$T_r = T_t - T_o \cdots (4.6)$$

T_o : 初期路面温度 (°C)

T_t : 加熱目標温度 (°C)

これらより、加熱目標温度を求める式は、

$$\begin{aligned} T_t &= T_c + 10 T_f \\ &= T_c + 10 \times \{ 0.076 \times (T_t - T_o) + 0.6 \} \\ &= T_c + 0.76 T_t - 0.76 T_o + 6 \cdots (4.7) \end{aligned}$$

T_c : 施工目標温度 (°C)

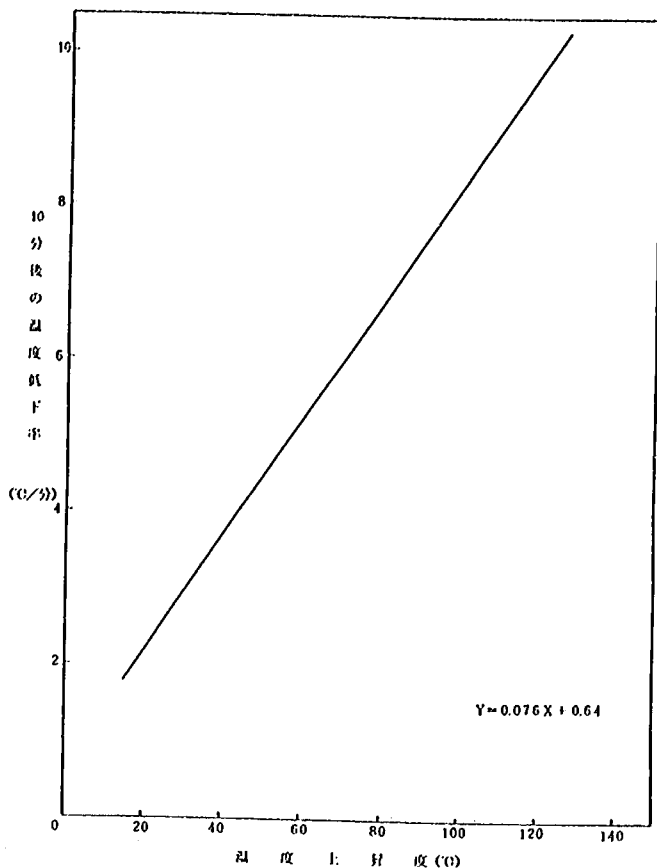


図-4.3 グースアスファルトの温度上昇度と温度低下率

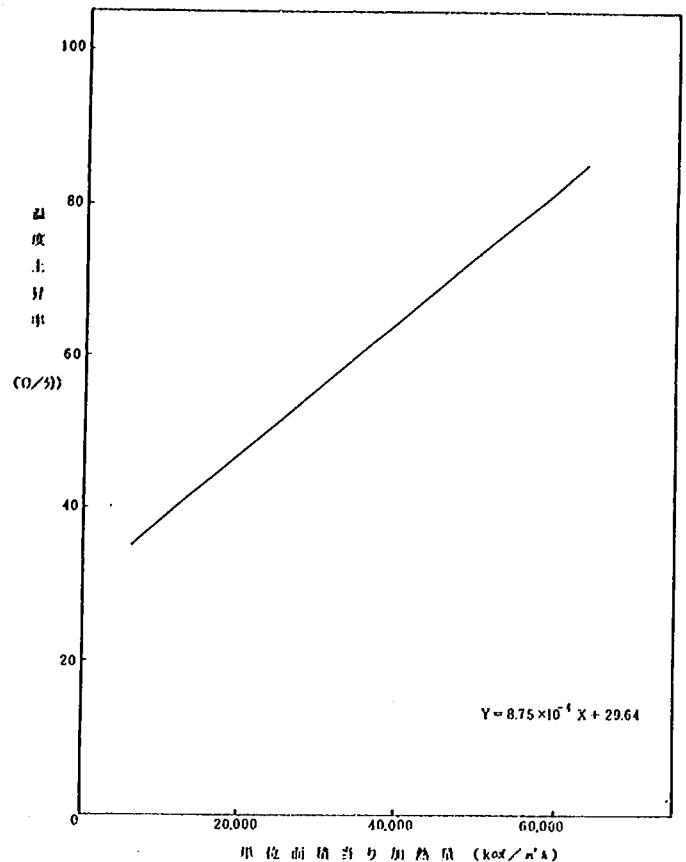


図-4.4 グースアスファルトの単位面積当り加熱量と温度上昇率

T_t を左辺に移行すると、

$$T_t = (T_c - 0.76T_0 + 6) / 0.24$$

$$= T_c / 0.24 - 3.17T_0 + 25 \dots (4.8)$$

として表わせる。たとえば、グースアスファルト表面の初期温度が0℃とする。施工目標温度を橋面舗装基準の10℃とすると、

$$T_t = T_c / 0.24 - 3.17T_0 + 25$$

$$= 10 / 0.24 - 3.17 \times 10 + 25$$

$$= 67 \text{ (°C)} \dots (4.9)$$

となり、67℃以上にグースアスファルト表面を加温することにより、橋面舗装基準の温度が達成できる。

そこで、施工目標温度を混合物の劣化を防ぐために上限の80℃とし、パネルの長さが2.2mの路面ヒータを1基使用するものとする加熱時間は、

$$t = 2.2 / 1.5 = 1.47 \text{ (分)} \dots (4.10)$$

となり、1.47分で80℃上昇させるための温度上昇率は、

$$80 / 1.47 = 54 \text{ (°C/min)} \dots (4.11)$$

となる。これより、図-4.4を用いれば54℃/minの温度上昇率を得るための単位面積当りの投入熱

量は約30,000kcal/m²・hrとなる。

以上のことから、グースアスファルトの加熱についても、路面ヒータ1基の使用で十分加熱できることがわかる。

5 補足事項

その他、現段階で加熱実験を通じて得られた成果は、以下のとおりである。

- (1) 鋼床版端部のリップの立上りの部分は加熱しにくい。端部のリップの部分は水がたまりやすく、水分の除去は十分に行うことが必要であるため、端部の加熱には十分な配慮を行うべきである。その対策としては、

①端部だけは、ヒータの個数を増やす。

実験に使用した路面ヒータは、バーナ1つずつを点火消火することができるため、後全開の条件で実施したときには、前部のバーナ2個だけを追加して点火することで、均一な加熱状態を得ることができた。しかし、この方法は橋梁の端部一杯に路面ヒータを運転する必要があり、オペレータの負担が大きいこと、一般の路面ヒータでは、このように細やかな火力調整が不可能という問題がある。

②端部からヒータを外に走行させる

この方法は確実であるが、ジョイントの乗り越えのときなどに、ヒータを破損しないように注意深く運転を行う必要がある。

③別の機械で追加加熱する

これも確実な方法といえる。しかし、ガスバーナの直火による加熱は、温度制御が難しいことや、LPガスは燃焼時に水蒸気を発生させ、加熱が不十分な部分に結露を生じる危険があるため、間接加熱とすることが必要である。そのために、実験に使用した小型路面ヒータのバーナ1本から成る、人が押して移動するような加熱機を製作することが望ましい。(図-5.1)

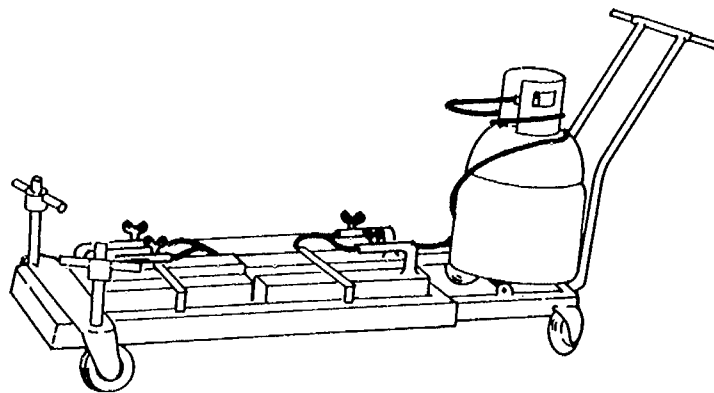


図-5.1 手押し式路面ヒータ

- (2) 現行の大型路面ヒータでは、実験に使用した路面ヒータのように細かな火力設定ができない。ガス圧による制御可能範囲はあまり広くなく、施工速度が1.0m/min程度に低下すると、鋼床版を加熱しすぎることになる。この程度の施工速度は十分に起りうるので、路面ヒータの改造等の対策が必要である。

- (3) 橋面舗装の施工において、水分が残っていると舗装に致命的な害を及ぼす。路面ヒータによる加熱では、30～40℃程度に加熱することは容易であり、確実に水分を除去することが可能である。結露が懸念される気象条件では、寒冷地に限らず路面ヒータによる加熱を行うことが望ましい。
- (4) 路面ヒータから側方5cm程度までは熱が伝わるが（ほとんど、ふく射によるものと考えられる）、10cm程度離れるとほとんど熱が伝わらない。
- (5) 今回の施工実験で使用した路面ヒータは、舗装会社が小規模な維持修繕を目的として開発したもので、そのままでは本四橋の現場に適用することができず、以下の点の改良が必要である。
- ① 2枚のヒータパネルを中吊りにし、後ろのパネルは鉄輪で支えるようにしているため、鉄輪が路面を傷付ける。加熱能力的にはパネル1枚なので、鉄輪を取りはずしてワイヤで吊る形にする。
 - ② 全開状態での使用を前提としているため、ガス圧が低い部分での発熱量がよくわかっていない。ガス圧による加熱能力の調整範囲を広げる。
 - ③ 加熱の精度向上のためには、0～3.0m/minの範囲で精度良く速度の調整ができるように、操作性を改善する。

あ と が き

橋面舗装基準に定められた施工気温より低い気温下での施工を行う場合の問題点および対策について検討を行い、室内実験および試験施工の結果より、各層の施工前に施工面を加温することによって低温下でも施工可能であろうとの見通しを得ることが出来たが、今回は土木研究所構内の実験施設で行った小規模な試験施工であり、本四橋などの大規模な施工現場での使用を考えた場合は、路面ヒータの一部改良が必要と思われる。

本研究より以上の成果が得られたが、寒期および寒冷地等で鋼床版橋梁の舗装を施工する際の参考とされたい。

付 録

データ集計表およびチャート紙の作業内容一覧表

試験 No.	内 容	測 点 No.
①～⑤	鋼床版加熱試験データ 53,000 kcal/h	1, 5, 9, 13, 17, 21
⑥～⑩	” 102,000	”
⑪～⑭	” 195,000	”
⑮～⑯	” 390,000	”
⑥A	” 参考データ	”
⑰	接着層一層目施工データ	”
⑱	接着層二層目施工データ	”
⑲	グースアスファルト施工時の加熱データ	1, 5, 9, 13, 15, 17, 19, 21, 23
⑳～㉔	グースアスファルト加熱試験データ 1 pass	全
㉕～㉙	” 2 pass	”
㉚	タックコート施工データ	”
㉛	改質アスファルト施工データ	”
㉜	鋼床版サイド強化加熱テストデータ	1, 5, 9, 13, 17, 21
㉝	”	”
㉞	” 220,000 kcal/hの加熱テストデータ	”
㉟	” 横風による影響テストデータ	”
㊱	” ジンク乾燥（2工区）	”
㊲	” （1工区）	”
㊳	グースアスファルト横風による影響テストデータ	全

鋼床版加熱試験データ集計表

備考 初期状態の鋼床版加熱テスト

試験 No.	投入加熱 能 力 [kcal / h]	月 / 日 時 刻	加熱 工 区	加熱 速度 [m / min]	気 温 [°C]	風 速 [m / s]	湿 度 [%]	測 定 No.	初 期 鋼版温度 [°C]	最大値迄 の 時 間 [min]	最 大 値 鋼版温度 [°C] (変化量)	上昇率 (最大迄の) η [°C / min]	最大値以後の経過温度 [°C] 上段：読み 下段：変化量					
													5 分後	10分後	15分後	20分後	25分後	30分後
①	53,000	2/10 15:20	2	0.8	15	2.0	35	1	21	2.2	33 (12)	5.5	29 / 4	27 / 2	24 / 3	23 / 1	22 / 1	21 / 1
								5	27	2.6	41 (14)	5.4	39 / 2	36 / 3	33 / 3	31 / 2	29 / 2	27 / 2
								9	32	2.8	47 (15)	5.4	44 / 3	42 / 2	39 / 3	37 / 2	36 / 1	33 / 3
								13	19	2.0	36 (17)	8.5	30 / 6	26 / 4	24 / 2	22 / 2	21 / 1	20 / 1
								17	27	"	43 (16)	8.0	41 / 2	39 / 2	36 / 3	34 / 2	32 / 2	30 / 2
								21	26	"	41 (15)	7.5	40 / 1	37 / 3	34 / 3	32 / 2	29 / 3	27 / 2
②	53,000	2/10 14:20	2	1.0	16	2.0	-	1	24	2.3	35 (11)	4.8	32 / 3	29 / 3	28 / 1	26 / 2	26 / 0	- / -
								5	31	3.0	44 (13)	4.3	42 / 2	40 / 2	39 / 1	37 / 2	36 / 1	- / -
								9	36	3.0	49 (13)	4.3	47 / 2	45 / 2	44 / 1	42 / 2	40 / 2	- / -
								13	23	1.5	36 (13)	8.7	33 / 3	29 / 4	27 / 2	25 / 2	24 / 1	- / -
								17	31	"	44 (13)	8.7	43 / 1	41 / 2	39 / 2	38 / 1	37 / 1	- / -
								21	27	"	43 (16)	10.7	42 / 1	40 / 2	38 / 2	36 / 2	35 / 1	- / -
③	53,000	2/10 17:01	2	1.5	8	0.5	60	1	12	1.4	18 (6)	4.3	16 / 2	14 / 2	13 / 1	12 / 1	12 / 0	11 / 1
								5	15	1.5	23 (8)	5.3	22 / 1	20 / 2	19 / 1	18 / 1	17 / 1	16 / 1
								9	20	1.6	27 (7)	4.4	26 / 1	24 / 2	23 / 1	21 / 1	20 / 1	19 / 1
								13	13	1.1	21 (8)	7.3	18 / 3	17 / 1	15 / 2	14 / 1	13 / 1	12 / 1
								17	16	1.6	25 (9)	5.6	14 / 1	23 / 1	21 / 2	20 / 1	18 / 2	17 / 1
								21	14	1.6	22 (8)	5.0	21 / 1	19 / 2	18 / 1	17 / 1	16 / 1	15 / 1

鋼床版加熱試験データ集計表

備考 初期状態の鋼床版加熱テスト

試験 No	投入加熱 能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m/min]	気温 [°C]	風速 [m/s]	湿度 [%]	測定 No	初 期 鋼版温度 [°C]	最大値迄 の時間 [min]	最大値 鋼版温度 [°C] (変化量)	上昇率 (最大迄) [°C/min]	最大値以後の経過温度 [°C] 上段：読み 下段：変化量⊖					
													5分後	10分後	15分後	20分後	25分後	30分後
④	53,000	2/12 16:54	2	2.0	8	1.2	55	1	11	0.6	18 (7)	11.7	16 2	14 2	13 1	12 1	11 1	-
								3	15	"	22 (7)	11.7	20 2	19 1	18 1	17 1	16 1	-
								9	14	0.7	20 (6)	8.6	19 1	18 1	17 1	16 1	15 1	-
								13	14	"	22 (8)	11.4	18 4	17 1	16 1	15 1	14 1	-
								17	15	"	23 (8)	11.4	21 2	19 2	18 1	17 1	16 1	-
								21	13	"	20 (7)	10.0	18 2	16 2	15 1	14 1	13 1	-
⑤	53,000	2/12 17:03	1	3.0	8	1.2	55	1	15	0.5	22 (7)	14.0	18 4	17 1	16 1	15 1	15 0	14 1
								5	15	"	22 (7)	14.0	19 3	18 1	17 1	16 1	15 1	14 1
								9	14	"	20 (6)	12.0	18 2	17 1	16 1	15 1	14 1	13 1
								13	14	0.6	21 (7)	11.7	18 3	17 1	16 1	15 1	14 1	13 1
								17	14	"	21 (7)	11.7	19 3	18 1	17 1	16 1	15 1	14 1
								21	14	"	20 (6)	10.0	18 2	17 1	16 1	15 1	14 1	13 1
⑥	102,000	2/12 18:00	2	0.8	6	0.4	70	1	10	2.9	39 (29)	10.0	29 10	23 6	19 4	17 2	15 2	14 1
								5	14	"	56 (42)	14.5	49 7	44 5	39 5	35 4	32 3	29 3
								9	18	3.0	54 (36)	12.0	48 6	43 5	38 5	35 3	32 3	29 3
								13	12	2.2	35 (23)	10.5	28 7	23 5	20 3	18 2	17 1	16 1
								17	16	"	47 (31)	14.1	43 4	38 5	35 3	32 3	30 2	27 3
								21	13	"	38 (25)	11.4	35 3	31 4	27 4	25 2	32 3	20 2

鋼床版加熱試験データ集計表

備考 初期状態の鋼床版加熱テスト

試験 No	投入加熱 能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m/min]	気 温 [°C]	風 速 [m/s]	湿 度 [%]	測 定 No	初 期 鋼版温度 [°C]	最大値迄 の時間 [min]	最 大 値 鋼版温度 [°C] (変化量)	上昇率 (最大迄の) η [°C/min]	最大値以後の経過温度 [°C] 上段:読み 下段:変化量 $\ominus$					
													5分後	10分後	15分後	20分後	25分後	30分後
⑦	102000	2/11 11:04	2	1.0	14	2.0	45	1	20	2.2	42 (22)	10.0	36 6	33 3	30 3	29 1	28 1	27 1
								5	25	"	54 (29)	13.2	51 3	47 4	45 2	44 1	43 1	42 1
								9	26	"	51 (25)	11.4	48 3	45 3	42 3	40 2	39 1	39 0
								13	24	2.3	46 (22)	9.6	42 4	38 4	36 2	35 1	34 1	34 0
								17	28	1.8	57 (29)	16.1	53 4	50 3	48 2	46 2	45 1	44 1
								21	28	"	52 (24)	13.3	49 3	46 3	43 3	42 1	41 1	40 1
⑧	102000	2/11 12:14	2	1.5	15	2.0	35	1	23	1.2	40 (17)	14.2	35 5	32 3	31 1	30 1	29 1	28 1
								5	29	"	48 (19)	15.8	45 3	44 1	43 1	42 1	41 1	40 1
								9	30	"	45 (15)	12.5	44 1	42 2	40 2	39 1	39 0	38 1
								13	28	"	43 (15)	12.5	41 2	38 3	37 1	36 1	35 1	35 1
								17	32	"	49 (17)	14.2	47 2	46 1	45 1	44 1	43 1	42 0
								21	32	"	45 (13)	10.8	44 1	43 1	42 1	41 1	40 1	40 1
⑨	102000	2/12 17:39	2	2.0	8	1.2	65	1	10	1.1	22 (12)	10.9	22 0	18 2	15 3	14 1	12 2	11 1
								5	15	"	30 (15)	13.6	27 3	24 3	22 2	21 1	19 2	18 1
								9	13	0.9	26 (13)	14.4	24 2	21 3	19 2	17 2	16 1	15 1
								13	13	1.1	25 (12)	10.9	21 4	18 3	16 2	15 1	14 1	13 1
								17	15	"	30 (15)	13.6	26 4	24 2	22 2	20 2	18 2	17 1
								21	12	"	24 (12)	10.9	21 3	18 3	16 2	15 2	14 1	13 1

鋼床版加熱試験データ集計表

備考 初期状態の鋼床版加熱テスト

試験 No.	投入加熱 能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m/min]	気 温 [°C]	風 速 [m/s]	湿 度 [%]	測 定 No.	初 期 鋼版温度 [°C]	最大値迄 の時間 [min]	最 大 値 鋼版温度 [°C] (変化量)	上昇率 (最大迄の) η[°C/min]	最大値以後の経過温度 [°C] 上段：読み 下段：変化量⊖					
													5分後	10分後	15分後	20分後	25分後	30分後
⑩	102.000	2/12 17:45	1	3.0	6	1.0	65	1	13	0.6	23 (10)	16.7	20/3	18/2	16/2	15/1	15/0	14/1
								5	14	"	26 (12)	20.0	23/3	21/2	19/2	18/1	17/1	16/1
								9	12	"	22 (10)	16.7	20/2	18/2	16/2	15/1	14/1	13/1
								13	12	0.7	23 (11)	15.7	19/4	17/2	15/2	14/1	14/0	13/1
								17	14	"	25 (11)	15.7	22/3	20/2	19/1	17/2	16/1	15/1
								21	12	"	22 (10)	14.3	20/2	17/3	16/1	15/1	14/1	13/1
⑪	195.000	2/12 10:30	1	1.0	11	1.5	45	1	20	2.2	71 (51)	23.2	56/15	48/8	44/	41/3	39/2	38/1
								5	26	"	76 (50)	22.7	68/8	64/4	60/	57/3	55/2	53/2
								9	25	"	75 (50)	22.7	65/10	57/8	53/	50/3	48/2	47/1
								13	20	1.7	66 (46)	27.1	55/11	47/8	43/	40/3	38/2	37/1
								17	25	"	72 (47)	27.6	65/7	60/5	57/	55/2	53/2	51/2
								21	25	"	71 (46)	27.1	64/7	57/7	53/	50/3	48/2	46/2
⑫	195.000	2/12 10:26	2	1.5	11	1.5	43	1	17	1.4	49 (32)	22.9	40/9	35/5	32/3	29/3	28/1	27/1
								5	24	1.4	56 (32)	22.9	52/4	50/2	48/2	46/2	45/1	44/1
								9	23	1.8	55 (32)	17.8	52/3	48/4	45/3	43/2	41/2	40/1
								13	19	1.6	48 (29)	18.1	42/6	38/4	35/3	34/1	32/2	31/1
								17	24	"	55 (31)	19.4	51/4	48/3	47/1	45/2	44/1	43/1
								21	22	"	52 (30)	18.8	48/4	44/4	41/3	40/1	38/2	37/1

鋼床版加熱試験データ集計表

備考 初期状態の鋼床版加熱テスト

試験 No.	投入加熱 能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m/min]	気 温 [°C]	風 速 [m/s]	湿 度 [%]	測 定 No.	初 期 鋼版温度 [°C]	最大値迄 の 時 間 [min]	最 大 値 鋼版温度 [°C] (変化量)	上昇率 (最大迄の) η[°C/min]	最大値以後の経過温度 [°C] 上段：読み 下段：変化量⊖					
													5 分後	10分後	15分後	20分後	25分後	30分後
⑬	195.000	2/12 9:10	2	2.0	5	1.2	58	1	6	1.0	27 (21)	21.0	21/6	18/3	16/2	15/1	15/0	15/0
								5	7	"	34 (27)	27.0	30/4	28/2	27/1	26/1	25/1	26/+1
								7	6	"	32 (26)	26.0	30/2	27/3	25/2	24/1	23/1	24/+1
								13	6	1.4	28 (22)	15.7	24/4	21/3	18/3	17/1	17/0	18/+1
								17	7	1.2	32 (25)	20.8	30/2	28/2	26/2	25/1	25/0	25/0
								21	7	"	30 (23)	19.2	27/3	25/2	23/2	26/3	26/0	26/0
⑭	195.000	2/12 18:40	1	3.0	5	1.0	70	1	12	0.6	30 (18)	30.0	25/5	21/4	18/3	17/1	16/1	15/1
								5	13	"	31 (18)	30.0	27/4	25/2	23/2	21/2	20/1	18/2
								7	11	"	28 (17)	28.3	25/3	22/3	20/2	18/2	17/1	15/2
								13	11	"	30 (19)	31.7	24/6	21/3	18/3	17/1	15/2	15/0
								17	13	"	33 (20)	33.3	28/5	25/3	23/2	21/2	20/1	18/2
								21	11	"	30 (19)	31.7	26/4	23/3	20/3	18/2	16/2	15/1
⑮	390.000	2/12 12:00	2	2.0	14	1.5	45	1	24	2.1	71 (47)	22.4	57/14	48/9	43/5	40/3	37/3	36/1
								5	32	"	78 (46)	21.9	72/6	68/4	65/3	61/4	58/3	56/2
								7	32	2.2	80 (48)	21.8	72/8	65/7	60/5	56/4	53/3	51/2
								13	27	2.5	69 (42)	16.8	59/10	52/7	48/4	45/3	43/2	41/2
								17	31	1.9	76 (45)	23.7	70/6	66/4	62/4	60/2	57/3	55/2
								21	30	1.9	75 (45)	23.7	68/7	62/6	57/5	54/3	50/4	48/2

鋼床版加熱試験データ集計表

備考 初期状態の鋼床版加熱テスト

試験 No.	投入加熱 能力 [kcal / h]	月／日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m / min]	気 温 [°C]	風 速 [m / s]	湿 度 [%]	測 定 No.	初 期 鋼版温度 [°C]	最大値迄 の 時 間 [min]	最 大 値 鋼版温度 [°C] (⊕変化量)	上昇率 (最大迄) η [°C / min]	最大値以後の経過温度 [°C] 上段：読み 下段：変化量⊖					
													5 分後	10分後	15分後	20分後	25分後	30分後
⑥	390.000	2/12 12:00	1	3.0	14	1.5	45	1	30	1.1	60 (30)	27.3	53 7	47 6	45 2	43 2	42 1	41 1
								5	36	"	68 (32)	27.3	63 5	60 3	57 3	55 2	54 1	53 1
								9	34	1.3	67 (33)	30.0	60 7	56 4	52 4	50 2	48 2	47 1
								13	29	"	64 (35)	26.9	55 9	50 5	46 4	43 3	42 1	41 1
								17	33	"	67 (34)	26.2	62 5	59 3	57 2	54 3	52 2	49 3
								21	33	"	68 (35)	26.9	62 6	57 5	54 3	51 3	49 2	47 2
○											()		／	／	／	／	／	／
											()		／	／	／	／	／	／
											()		／	／	／	／	／	／
											()		／	／	／	／	／	／
											()		／	／	／	／	／	／
											()		／	／	／	／	／	／
⑥A	102.000	2/11 10:00	1	0.8	11	2.0	55	1	11	2.2	32 (21)	9.5	26 6	24 2	22 2	21 1	20 1	20 0
	(2回目 参考データ)							5	15	"	45 (30)	13.6	41 4	38 3	36 2	35 1	34 1	33 1
								9	15	2.3	40 (25)	10.9	38 2	35 3	33 2	31 2	30 1	30 0
								13	14	2.7	44 (30)	11.1	35 9	31 4	28 3	27 1	26 1	26 0
								17	17	"	55 (38)	14.1	50 5	45 5	43 2	41 2	39 2	38 1
								21	16	"	48 (32)	11.9	44 4	40 4	38 2	36 2	35 1	35 0

鋼床版加熱試験データ集計表

備考 鋼床版加熱テスト

試験 No.	投入加熱 能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m/min]	気温 [°C]	風速 [m/s]	湿度 [%]	測定 No.	初 期 鋼版温度 [°C]	最大値迄 の 時 間 [min]	最 大 値 鋼版温度 [°C] (変化量)	上昇率 (最大迄) η[°C/min]	最大値以後の経過温度 [°C] 上段：読み 下段：変化量⊖					
													5 分後	10分後	15分後	20分後	25分後	30分後
⑦	195.000	2/13 19:34	2	1.8	5	1.0	66	1	6	2.0	41 (35)	17.5	28/13	22/6	19/3	17/2	15/2	14/1
	(+7300×2) ジंक上の加熱							5	6	1.2	36 (30)	25.0	30/6	26/4	24/2	22/2	20/2	18/2
								9	15	1.2	41 (26)	21.6	35/6	31/4	28/3	25/3	23/2	21/2
								13	7	2.2	38 (31)	14.1	27/11	22/5	18/4	16/2	15/1	13/2
								17	7	1.2	31 (24)	20.0	28/3	25/3	23/2	21/2	20/1	18/2
								21	14	1.2	36 (22)	18.3	32/4	28/4	25/3	23/2	21/2	19/1
⑧	195.000	2/14 20:28	2	1.8	7	2.5	35	1	6	2.0	45 (39)	19.5	33/12	25/8	21/4	18/3	16/2	15/1
	(+7300×2) カチコート一層目の上を加熱							5	5	1.1	36 (31)	28.2	31/5	28/3	25/3	22/3	20/2	18/2
								9	15	1.1	45 (30)	27.3	39/6	34/5	30/4	26/4	23/3	21/2
								13	6	1.9	42 (36)	18.9	31/11	24/7	20/4	17/3	15/2	14/1
								17	5	1.2	34 (29)	24.2	29/5	26/3	24/2	21/3	20/1	18/2
								21	13	1.2	41 (28)	23.3	35/6	30/5	27/3	24/3	21/3	20/1
											()		/	/	/	/	/	/
											()		/	/	/	/	/	/
											()		/	/	/	/	/	/
											()		/	/	/	/	/	/
											()		/	/	/	/	/	/
											()		/	/	/	/	/	/
											()		/	/	/	/	/	/

鋼床版加熱試験データ集計表

備考

試験 No.	投入加熱 能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m/min]	気温 [°C]	風速 [m/s]	湿度 [%]	測定 No.	初 期 鋼版温度 [°C]	最大値迄 の時間 [min]	最 大 値 鋼版温度 [°C] (変化量)	上昇率 (最大迄の) η[°C/min]	最大値以後の経過温度 [°C] 上段：読み 下段：変化量⊖					
													5 分後	10分後	15分後	20分後	25分後	30分後
①9	195.000	2/19 18:20	2	1.5	4	(1.0)	50	1	4	2.6	49 (45)	17.3	36/13	28/8	24/4	20/4	—/—	—/—
	(+7300×2)							5	3	1.5	35 (32)	21.3	30/5	27/3	25/2	23/2	—/—	—/—
								9	4	1.5	34 (30)	20.0	28/6	24/4	21/3	19/2	—/—	—/—
								13	5	2.7	48 (43)	15.9	36/12	28/8	23/5	20/3	—/—	—/—
								17	4	1.4	35 (31)	21.1	32/3	30/2	28/2	—/—	—/—	—/—
								21	4	1.4	34 (30)	21.4	29/5	25/4	22/3	20/2	—/—	—/—
	グース施工時の：鋼床版と20%高さの温度										()		—/—	—/—	—/—	—/—	—/—	—/—
									初期 温度	最大値迄 の時間	最大値 ()	上昇率	5 分後	15分後	30分後	60分後	90分後	120分後
		2/19 18:50	2	—	4	(1.0)	50	13	20	1.0	110 (90)	9.0	108/2	98/10	80/18	50/30	35/15	25/10
								15	15	2.5	228 (213)	(85.2)	175/53	135/40	102/33	62/40	40/22	27/13
											()		—/—	—/—	—/—	—/—	—/—	—/—
								17	27	1.6	137 (110)	6.9	136/1	128/8	115/13	89/26	71/20	57/24
								19	16	0	225 (209)	(∞)	200/25	157/43	128/29	98/30	77/21	62/15
											()		—/—	—/—	—/—	—/—	—/—	—/—
								21	20	1.5	125 (105)	7.0	124/1	116/8	102/14	75/27	57/18	45/12
								23	20	0	227 (207)	(∞)	195/32	154/41	125/29	85/40	65/20	50/15
											()		—/—	—/—	—/—	—/—	—/—	—/—
											()		—/—	—/—	—/—	—/—	—/—	—/—

グース加熱試験データ集計表

備考

試験 No	投入加熱 能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m/mm]	気 温 [℃]	風 速 [m/s]	湿 度 [%]	測 定 No	初 期 鋼版温度 [℃]	最大値迄 の 時 間 [min]	最大 値 鋼版温度 [℃] (変化量)	上 昇 率		最大 値 以 後 の 経 過 温 度						上段：読 下段：変化量	
												最大 値の差 [℃]	最大値迄 の時間 [min]	5 分 後	10 分 後	15 分 後	20 分 後	25 分 後	30 分 後	○	
														下降 率	下降 率						
20	97.000	2/21 16:30	2	1	6	1.5	51	1	17		()			20 +3	23 +3	23 0	22 1	21 1	20 1		
	(完全チドリ)							3	17	2.5	35 (18)	1.6	7.2	29 6	1.2 25 4	10 23 2	1 22 1	2 20 2	1 19 1		
								4	16	1.8	82 (66)		36.6	32 50	10.0 26 6	5.6 23 3	1 22 1	2 20 2	1 19 1		
								5	20		()			23 +3	27 +4	28 +1	27 1	25 2	25 0		
								7	20	3.0	44 (24)	1.5	8	35 9	1.8 30 5	1.4 27 3	1 26 1	1 25 1	2 23 2		
								8	20	1.8	80 (60)		33.3	38 42	8.4 31 7	4.9 28 3	2 26 2	1 25 1	2 23 2		
								9	22		()			23 +1	27 +4	28 +1	27 1	26 1	25 1		
								11	22	3.5	37 (15)	1.8	4.3	33 4	0.8 30 3	0.7 28 2	1 27 1	1 26 1	1 25 1		
								12	22	1.8	75 (53)		29.4	37 38	7.6 31 6	4.4 28 3	2 26 2	1 25 1	1 24 1		
								13	16		()			20 +4	23 +3	22 1	21 1	20 1	20 0		
								15	16	2.5	35 (19)	1.0	7.6	30 5	1.0 26 4	0.9 24 2	2 22 2	1 21 1	1 20 1		
								16	16	1.8	82 (66)		36.6	33 49	9.8 26 7	5.6 23 3	1 22 1	2 20 2	2 18 2		
								17	25		()			28 +3	31 +3	32 +1	32 0	30 2	29 1		
								19	25	3.0	42 (17)	1.6	5.6	37 5	1.0 34 3	0.8 32 1	2 30 2	1 29 1	1 28 1		
								20	24	1.8	92 (58)		37.8	41 51	10.2 34 7	5.8 32 2	3 29 3	1 28 1	1 27 1		
								21	25		()			27 +2	30 +3	30 0	30 0	29 1	28 1		
								23	25	2.9	42 (17)	1.5	5.9	36 6	1.2 33 3	0.9 31 2	2 29 2	1 28 1	1 27 1		
								24	24	1.8	86 (62)		34.4	40 46	9.6 33 7	5.3 30 3	2 28 2	1 27 1	1 26 1		

グース加熱試験データ集計表

備考

試験 No.	投入加熱 能力 [kcal / h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m/min]	気温 [℃]	風 速 [m/s]	湿度 [%]	測定 No.	初 期 鋼版温度 [℃]	最大値迄 の 時 間 [min]	最 大 値 鋼版温度 [℃]	最大値 変化量	上 昇 率 最大値迄 の 時 間 [℃/min]	最 大 値 以 後 の 経 過 温 度								上段：統一 下段：変化量	
														5 分 後		10 分 後		15 分 後	20 分 後	25 分 後	30 分 後	統一 変化量	
														下降 率		下降 率							
㊸	97.000	2/21 16:30	1	2	6	1.5	51	1	23					25 +2		26 +1		26 0	25 1	25 0	24 1		
	(完全チドリ)							3	22	1.9	34 (12)		1.4	6.3	29 5	1.0	27 2	0.7	26 1	25 1	24 1	24 0	
							4	20	1.0	91 (71)		71.0		33 58	1.6	26 7	6.5	23 3	22 1	21 1	20 1		
								5	22		()			24 +2		25 +1		25 0	24 1	24 0	23 1		
								7	22	1.9	31 (8)		1.4	4.7	28 3	0.6	25 3	0.6	25 0	24 1	23 1	22 1	
							8	20	1.0	76 (56)		56.0		32 44	8.8	25 7	5.1	22 3	21 1	20 1	20 0		
								9	21		()			22 +1		23 +1		23 0	22 1	22 0	21 1		
								11	21	1.8	28 (7)		1.5	3.9	26 2	0.4	23 3	0.5	23 0	22 1	21 1	20 1	
							12	18	1.0	73 (55)		55.0		28 45	9.0	22 6	5.1	20 2	20 0	19 1	18 1		
								13	20		()			22 +2		23 +1		23 0	23 0	22 1	21 1		
								15	19	1.5	35 (15)		0.4	10.6	27 8	1.6	24 3	1.1	23 1	22 1	21 1	20 1	
							16	17	1.1	77 (60)		54.6		31 46	9.2	24 7	5.3	21 3	20 1	19 1	18 1		
								17	22		()			24 +2		25 +1		25 0	25 0	24 1	23 1		
								19	22	1.6	35 (13)		0.7	8.1	30 5	1.0	27 3	0.8	25 2	25 0	24 1	23 1	
							20	20	1.1	73 (55)		50.0		32 43	8.6	25 7	5.0	24 1	23 1	22 1	21 1		
								21	21		()			23 +2		25 +2		25 0	24 1	23 1	22 1		
								23	21	1.7	31 (10)		1.4	5.9	28 3	0.6	26 2	0.5	25 1	23 2	22 1	22 0	
							24	19	1.1	85 (66)		60.0		30 55	1.0	25 5	6.0	22 3	21 1	20 0	20 0		

ガス加熱試験データ集計表

備考

試験 No	投入加熱 力 [kcal/h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m/min]	気 温 [℃]	風 速 [m/s]	湿 度 [%]	測 定 No	初 期 鋼版温度 [℃]	最大値迄 の 時 間 [min]	最 大 値 鋼版温度 [℃] (変化量)	上 昇 率		最 大 値 以 後 の 経 過 温 度						上段：読み 下段：変化量	
												最大の差 [℃]	最大値迄 の時間 [min]	5 分 後	10 分 後	15 分 後	20 分 後	25 分 後	30 分 後	5 分 後	10 分 後
														下 降 率	下 降 率						
②	97,000	2/21 17:30	1	3				1	21		()			23 +2	24 +1	24 0	23 1	23 1	22 1		
								3	20	2.0	31 (11)	1.6	5.5	27 4	0.8	25 2	0.6	24 1	23 1	22 1	21 1
								4	18	0.7	84 (66)		94.3	30 54	10.8	24 6	6.0	22 2	20 2	19 1	18 1
								5	20		()			22 +2	23 +1	23 0	22 1	21 1	20 1		
								7	20	1.9	28 (8)	1.5	4.2	25 3	0.6	23 2	0.5	22 1	21 1	21 0	20 1
								8	18	0.7	70 (52)		74.3	28 42	8.4	22 6	4.8	20 2	19 1	18 1	17 1
								9	18		()			20 +2	20 0	20 0	20 0	19 1	18 1		
								11	18	1.9	25 (7)	1.4	3.7	22 3	0.6	20 2	0.5	20 0	20 0	18 2	18 0
								12	15	0.7	64 (49)		70.0	24 40	8.0	19 5	4.8	18 1	16 2	15 1	15 0
								13	18		()			20 +2	20 0	20 0	19 1	18 1	18 0		
								15	17	1.2	27 (10)	0.7	8.3	22 5	1.0	20 2	0.7	20 0	18 2	17 1	17 0
								16	15	0.8	59 (44)		55.0	24 35	7.0	19 5	4.0	17 2	16 1	15 1	15 0
								17	21		()			22 +1	23 +1	23 0	22 1	21 1	20 1		
								19	20	1.2	29 (9)	0.6	7.5	26 3	0.6	23 3	0.6	22 1	21 1	21 0	20 1
								20	19	0.8	60 (41)		51.2	26 34	6.8	23 3	3.7	21 2	20 1	19 1	18 1
								21	20		()			21 +1	22 +1	21 1	20 1	20 0	19 1		
								23	19	1.9	26 (7)	1.5	3.7	23 3	0.6	22 1	0.4	21 1	20 1	20 0	19 1
								24	17	0.8	65 (48)		60.0	25 40	8.0	20 5	4.5	18 2	18 0	17 1	16 1

グース加熱試験データ集計表

備考

試験 No	投入加熱 能力 [kcal / h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m / min]	気温 [°C]	風 速 [m / s]	湿度 [%]	測定 No	初 期 鋼版温度 [°C]	最大値迄 の 時 間 [min]	最 大 値 鋼版温度 [°C]	最大値 の変化量 [°C]	上 昇 率		最 大 値 以 後 の 経 過 温 度						上段：読 り 下段：変化量			
													最大値迄 の 時 間 [min]	最大値迄 の 率 [°C / min]	5 分 後		10 分 後		15 分 後	20 分 後	25 分 後	30 分 後	5 分 後	10 分 後
															下降 率	下降 率								
23	97,000	2/21 15:30	2	1	7	2.0	43	1	18		()				22 +4		24 +2		25 +1	24 1	23 1	22 1		
	(横一列)							3	18	2.4	36 (18)		1.5	7.5	30 6	1.2	27 3	0.9	25 2	24 1	22 2	21 1		
								4	23	1.2	85 (67)			55.8	35 50	10.0	28 7	5.7	26 2	24 2	23 1	21 2		
								5	23		()				26 +3		29 +3		30 +1	29 1	27 2	26 1		
								7	23	2.5	44 (11)		1.5	8.4	36 8	1.6	32 4	1.2	30 2	28 2	27 1	26 1		
								8	23	1.2	80 (57)			47.5	40 40	8.0	33 7	4.7	31 2	28 3	27 1	26 1		
								9	24		()				26 +2		29 +3		30 +1	29 1	28 1	27 1		
								11	25	2.9	38 (13)		2.0	4.5	35 3	0.6	32 3	0.6	31 1	30 1	28 2	27 1		
								12	24	1.2	75 (51)			42.5	40 35	7.0	33 7	4.2	31 2	29 2	28 1	27 1		
								13	17		()				22 +5		24 +2		23 1	22 1	21 1	20 1		
								15	18	2.2	36 (18)		1.3	8.2	30 6	1.2	27 3	0.9	25 2	24 1	23 1	22 1		
								16	18	1.0	83 (65)			65.0	35 48	9.8	28 7	5.5	26 2	23 3	21 2	20 1		
								17	26		()				30 +4		33 +3		33 0	32 1	31 1	31 0		
								19	26	2.3	43 (17)		1.6	7.4	38 5	1.0	35 3	0.8	34 1	32 2	31 1	30 1		
								20	26	1.0	95 (69)			69.0	43 52	10.4	36 7	5.9	34 2	33 1	31 2	30 1		
								21	27		()				29 +2		32 +3		32 0	31 1	30 1	30 0		
								23	27	2.5	43 (16)		1.5	6.4	38 5	1.0	35 3	0.8	33 2	32 1	31 1	30 0		
								24	26	1.0	90 (64)			64.0	42 48	9.4	36 6	5.4	33 3	31 2	30 1	28 2		

グース加熱試験データ集計表

備考

試験 No.	投入加熱 能力 [kcal / h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m/min]	気温 [℃]	風 速 [m/s]	湿度 [%]	測定 No.	初 期 鋼版温度 [℃]	最大値迄 の 時 間 [min]	最大 値 鋼版温度 [℃] (変化量)	上 昇 率		最大 値 以 後 の 経 過 温 度						上段：読み 下段：変化量	
												最大 値の差 [℃]	最大値迄 7 [℃/min]	5 分 後		10 分 後		15 分 後	20 分 後	25 分 後	30 分 後
														下 降 率	下 降 率						
24	97000	2/21 15:30	1	2				1	25		()			27 +2		29 +2		29 0	28 1	27 1	27 0
	(横一列)							3	25	1.5	37 (12)	1.5	8.0	33 4	0.8	31 2	0.6	29 2	28 1	27 1	27 1
							4	23	0.5	96 (73)	146.0		38 58	11.6	31 7	6.5	28 3	26 2	25 1	25 0	
								5	25		()			26 +1		28 +2		28 0	27 1	27 0	26 1
								7	24	1.5	34 (10)	1.5	6.7	31 3	0.6	28 3	0.6	28 0	27 1	26 1	25 1
							8	22	0.5	80 (58)	116.0		35 45	9.0	28 7	5.2	26 2	25 1	24 1	23 1	
								9	24		()			25 +1		26 +1		26 0	25 1	25 0	24 1
								11	24	1.5	33 (9)	1.5	6.7	30 3	0.6	28 2	0.5	27 1	26 1	26 0	24 2
							12	22	0.5	75 (53)	106.0		32 43	8.6	27 5	4.8	25 2	24 1	23 1	22 1	
								13	22		()			25 +3		26 +1		26 0	25 1	24 1	24 0
								15	22	1.4	38 (16)	0.6	114	30 8	1.6	27 3	1.1	26 1	25 1	24 1	23 1
							16	20	0.7	87 (67)	95.7		35 52	10.4	28 7	5.9	25 3	23 2	23 0	22 1	
								17	25		()			26 +1		28 +2		28 0	28 0	27 1	26 1
								19	25	1.4	37 (12)	0.6	8.6	33 4	0.8	30 3	0.7	28 2	28 0	27 1	26 1
							20	23	0.7	79 (56)	80.0		37 42	8.4	31 6	4.8	28 3	27 1	26 1	24 2	
								21	24		()			26 +2		28 +2		28 0	27 1	26 1	25 1
								23	24	2.1	35 (11)	2.1	5.2	31 4	0.8	28 3	0.7	27 1	27 0	26 1	25 1
							24	23	0.7	90 (67)	95.7		35 55	11.0	29 6	6.1	27 2	25 2	25 0	23 2	

ガス加熱試験データ集計表

備考

試験 No.	投入加熱 能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m/min]	気温 [℃]	風 速 [m/s]	湿度 [%]	測定 No.	初 期 鋼版温度 [℃]	最大値迄 の 時 間 [min]	最 大 値 鋼版温度 [℃] (変化量)	上 昇 率		最 大 値 以 後 の 経 過 温 度						上段：読み 下段：変化量	
												最大の 差 [℃/min]	最大値迄 の 時 間 [min]	5 分 後		10 分 後		15 分 後	20 分 後	25 分 後	30 分 後
														下降 率	下降 率						
29	97.000	2/21 14:25	1	3				1	28		()			29 +1		30 +1		30 0	29 1	29 0	28 1
	(横一列)							3	28	1.4	36 (8)	1.0	5.7	33 3	0.6	31 2	0.5	30 1	29 1	28 1	28 0
								4	28	0.8	80 (52)		65.0	36 44	8.8	31 5	4.9	30 1	29 1	29 0	28 1
								5	27		()			29 +2		30 1		29 1	28 1	27 1	26 1
								7	27	1.5	34 (7)	1.1	4.7	32 2	0.4	30 2	0.4	29 1	28 1	27 1	27 0
								8	25	0.8	69 (44)		55.0	34 35	7.0	30 4	3.9	28 2	27 1	26 1	26 0
								9	27		()			28 1		29 +1		29 0	28 1	27 1	26 1
								11	28	1.7	34 (6)	1.2	2.1	33 1	0.2	31 2	0.3	30 1	29 1	28 1	27 1
								12	27	0.8	69 (42)		52.5	34 35	7.0	30 4	3.9	28 2	27 1	27 0	26 1
								13	25		()			26 +1		26 0		26 0	25 1	25 0	25 0
								15	25	1.1	35 (10)	0.5	9.1	30 5	1.0	27 3	0.8	26 1	25 1	25 0	25 0
								16	24	0.7	70 (46)		65.7	32 38	7.6	28 4	4.2	26 2	25 1	25 0	25 0
								17	27		()			29 2		30 1		30 0	29 1	28 1	28 0
								19	27	1.1	37 (10)	0.6	8.2	33 4	0.8	31 2	0.6	30 1	29 1	28 1	27 1
								20	27	0.7	66 (39)		55.7	35 31	6.2	31 4	3.5	30 1	28 2	28 0	27 1
								21	28		()			29 +1		30 +1		30 0	29 1	28 1	27 1
								23	28	1.9	35 (7)	1.4	3.7	33 2	0.4	30 3	0.5	30 0	29 1	28 1	27 1
								24	28	0.7	76 (48)		68.6	35 4	8.2	30 5	4.6	30 0	28 2	28 0	27 1

グース加熱試験データ集計表

備考

試験 No	投入加熱 能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m/mm]	気温 [°C]	風速 [m/s]	湿度 [%]	測定 No	初 期 鋼版温度 [°C]	最大値迄 の 時間 [min]	最大 値 鋼版温度 [°C] (変化量)	上昇率		最大 値 以 後 の 経 過 温 度						上段：読 る 下段：変化量⊖	
												最大 値の差 [°C]	最大値迄 の時間 [min]	5 分 後	10 分 後	15 分 後	20 分 後	25 分 後	30 分 後		
⊗	195,000	2/21 13:36	2	1	10	2.5	40	1	18		()			25 +7	32 +7	33 +1	32 1	31 1	29 2		
								3	19	3.0	54 (34)	1.5	11.6	43 11	22 38 5	16 35 3	33 2	31 2	30 1		
								4	19	2.3	140 (121)		52.6	52 88	176 41 11	99 37 4	34 3	32 2	30 2		
								5	19		()			26 +7	33 +7	35 +2	35 0	34 1	32 2		
								7	20	3.0	60 (40)	1.0	13.3	46 14	28 40 6	20 37 3	35 2	34 1	32 2		
								8	20	2.3	154 (134)		58.2	54 100	200 42 2	102 38 4	35 3	34 1	32 2		
								9	21		()			25 +4	33 +8	35 +2	35 0	35 0	34 1		
								11	23	4.0	50 (27)	2.1	6.7	45 5	10 41 4	09 39 2	37 2	35 2	34 1		
								12	24	2.3	115 (91)		39.5	55 60	120 44 11	71 40 4	37 3	35 2	33 2		
								13	17		()			24 +7	29 +5	29 0	28 1	27 1	26 1		
								15	19	2.7	48 (29)	1.2	10.7	40 8	16 35 5	13 33 2	31 1	28 3	27 1		
								16	19	1.9	123 (104)		54.7	47 76	152 37 10	86 35 2	32 3	29 3	28 1		
								17	21		()			27 +6	33 +6	35 +2	35 0	35 0	34 1		
								19	21	3.3	50 (29)	1.8	8.8	43 7	14 38 5	12 37 1	35 2	34 1	33 1		
								20	21	1.9	132 (111)		58.4	50 82	164 42 8	90 38 4	36 2	34 2	33 1		
								21	23		()			27 +4	34 +7	35 +1	35 0	35 0	34 1		
								23	25	2.6	52 (27)	1.2	10.4	45 7	14 41 4	11 38 3	37 1	36 1	35 1		
								24	25	1.9	125 (100)		52.6	52 73	156 43 9	82 40 3	37 3	36 1	35 1		

ガス加熱試験データ集計表

備考

試験 No	投入加熱 能力時刻 [kcal/h]	月/日	加熱 工区	加熱 速度 [m/min]	気温 [°C]	風速 [m/s]	湿度 [%]	測定 No	初 期 鋼版温度 [°C]	最大値迄 の時間 [min]	最大値 鋼版温度 [°C] (変化量)	上昇率		最大値以後の経過温度						上段：読み 下段：変化量	
												最大 値の 時差 [min]	最大値迄 [°C/min]	5分後	10分後	15分後	20分後	25分後	30分後	5分後	10分後
														下降 率	下降 率						
㊦	195,000	2/21	1	2				1	25		()			30 +5	33 +3	32 1	32 0	31 1	30 1		
								3	26	2.2	47 (21)	1.2	9.5	40 7	36 4	33 3	32 1	31 1	30 1		
								4	27	1.0	135 (108)		108	50 85	38 12	34 4	33 1	31 2	30 1		
								5	24		()			28 +4	31 +3	30 1	30 0	29 1	28 1		
								7	21	2.2	39 (18)	1.5	8.2	34 5	32 2	31 1	30 1	29 1	28 1		
								8	24	1.0	136 (112)		112.0	43 93	33 10	30 3	28 2	28 0	27 1		
								9	22		()			26 +4	29 +3	30 +1	30 0	29 1	28 1		
								11	24	2.5	39 (15)	2.0	7.2	37 2	34 3	33 1	32 1	31 1	30 1		
								12	27	1.0	118 (91)		118.0	44 74	36 8	32 4	31 1	30 1	29 1		
								13	20		()			25 +5	28 +3	30 +2	28 2	27 1	26 1		
								15	21	1.5	46 (25)	0.5	16.7	35 11	32 3	30 2	28 2	27 1	26 1		
								16	21	1.0	113 (92)		92.0	46 67	33 13	31 2	28 3	27 1	26 1		
								17	22		()			25 +3	30 +5	30 0	30 0	30 0	29 1		
								19	22	1.8	42 (20)	0.8	11.1	36 6	33 3	31 2	30 1	30 0	29 1		
								20	22	1.0	105 (83)		83.0	43 62	34 9	31 3	30 1	30 0	29 1		
								21	23		()			27 +4	31 +4	32 +1	31 1	30 1	30 0		
								23	24	2.5	40 (16)	1.5	6.4	36 4	34 2	32 2	31 1	30 1	30 0		
								24	26	1.0	123 (97)		97.0	46 77	37 9	33 4	32 1	30 2	30 0		

グース加熱試験データ集計表

備考

試験 No	投入加熱 能力 [kcal / h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m/min]	気温 [℃]	風 速 [m/s]	湿度 [%]	測定 No	初 期 鋼版温度 [℃]	最大値迄 の時間 [min]	最大 値 鋼版温度 [℃] (変化量)	上 昇 率		最大 値 以 後 の 経 過 温 度								上段：読み 下段：変化量⊖	
												最大の 時差 [min]	最大値迄 7 [℃/min]	5 分 後		10 分 後		15 分 後	20 分 後	25 分 後	30 分 後		
														下降 率	下降 率	下降 率	下降 率						
28	195.000	2/21 17:07	2	3	5	1.2	55	1	15		()			17 +2		18 +1		19 +1	18 1	17 1	16 1		
								3	15	1.8	26 (11)	1.2	6.1	23 3	0.6	20 3	0.6	19 1	18 1	17 1	16 1		
								4	14	0.8	68 (54)		67.5	24 44	8.8	20 4	4.8	18 2	17 1	16 1	15 1		
								5	20		()			22 +2		23 +1		23 0	23 0	23 0	22 1		
								7	19	1.7	33 (14)	1.1	8.2	27 6	1.2	24 3	0.9	23 1	22 1	21 1	20 1		
								8	19	0.8	65 (46)		57.5	28 37	7.4	24 4	4.1	22 2	21 1	20 1	20 0		
								9	20		()			22 +2		23 +1		23 0	23 0	22 1	21 1		
								11	20	2.2	30 (10)	1.8	4.5	27 3	0.6	25 2	0.5	23 2	22 1	22 0	21 1		
								12	20	0.8	57 (37)		46.2	28 29	5.8	25 3	3.2	23 2	22 1	21 1	20 1		
								13	15		()			17 +2		18 +1		19 +1	18 1	17 1	17 0		
								15	15	1.9	27 (12)	1.3	6.3	23 4	0.8	20 3	0.7	18 2	17 1	16 1	15 1		
								16	15	0.8	65 (50)		62.5	25 40	8.0	20 5	4.5	18 2	17 1	16 1	15 1		
								17	24		()			26 +2		27 +1		27 0	27 0	26 1	25 1		
								19	24	1.9	35 (11)	1.5	5.8	31 4	0.8	28 3	0.7	27 1	26 1	25 1	24 1		
								20	23	0.8	75 (53)		65.0	33 42	8.4	28 5	4.7	25 3	25 0	23 2	23 0		
								21	23		()			24 +1		25 +1		25 0	25 0	25 0	24 1		
								23	23	2.0	33 (10)	1.5	5.0	30 3	0.6	27 3	0.6	26 1	25 1	24 1	23 1		
								24	22	0.8	70 (48)		60.0	31 39	7.8	26 5	4.4	25 1	23 2	22 1	22 0		

試験No	投入加熱能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加熱 区	加熱 速度	気温 [℃]	風速 [m/s]	湿度 [%]
②9	195,000	2/23 14:00	2	3	15	1	55

ガス加熱試験データ集計表

備考 2 pass 加熱 (5 分)

測点 No	初期 温度 [℃]	時 差 [min]	1 pass 目 最大値温度 (変化量) [℃]	上昇率 最大値 の 時差 [℃/min]	最大値か ら 5 分後 [℃]	最大値か ら 10 分後 [℃]	2 pass 目 初期温度 [℃]	時 差 [min]	2 pass 目 最大値温度 (変化量) [℃]	上昇率 [℃/min]	最大値以後の経過温度								上段:読み 下段:変化量⊖	
											5 分後	下降 率	10 分後	下降 率	15 分後	20 分後	25 分後	30 分後		
1	22		()						()		25 / 3	0.6	29 / 4	0.4	31 / 2	31 / 0	30 / 1	29 / 1		
3	23	2.3	35 (12)	1.5	5.2		33	1.9	42 (9)	4.7	37 / 5	1.0	34 / 3	0.3	32 / 2	30 / 2	29 / 1	28 / 1		
4	23	1.3	76 (53)		40.7		36	0.7	84 (48)	68.5	42 / 42	8.4	36 / 6	0.6	35 / 1	32 / 3	29 / 3	30 / 1		
5	26		()						()		29 / 3	0.6	34 / 5	0.5	35 / 1	36 / 1	36 / 0	35 / 1		
7	26	2.0	41 (15)	1.0	7.5		38	1.4	48 (7)	7.1	42 / 6	1.2	39 / 3	0.3	38 / 1	37 / 1	35 / 2	35 / 0		
8	27	1.3	72 (45)		34.6		40	0.7	80 (40)	57.1	46 / 34	6.8	41 / 5	0.5	39 / 2	37 / 2	35 / 2	35 / 0		
9	29		()						()		31 / 2	0.4	35 / 4	0.4	38 / 3	39 / 1	38 / 1	38 / 0		
11	33	2.1	42 (9)	1.5	4.3		41	2.0	48 (7)	3.7	46 / 2	0.4	44 / 2	0.2	43 / 1	41 / 2	40 / 1	39 / 1		
12	33	1.3	71 (38)		29.2		45	0.7	77 (32)	45.7	50 / 27	5.4	45 / 5	0.5	43 / 2	41 / 2	38 / 3	39 / 1		
13	22		()						()		25 / 3	0.6	28 / 3	0.3	30 / 2	30 / 0	29 / 1	28 / 1		
15	23	2.0	33 (10)	1.5	5.0		31	1.5	40 (9)	6.0	36 / 4	0.8	34 / 2	0.2	33 / 1	32 / 1	30 / 2	30 / 0		
16	24	0.9	68 (44)		48.9		35	0.8	83 (48)	60.0	42 / 41	8.2	37 / 5	0.5	35 / 2	33 / 2	31 / 2	32 / 1		
17	26		()						()		28 / 2	0.4	33 / 5	0.5	35 / 2	36 / 1	37 / 1	36 / 1		
19	27	2.0	37 (10)	1.5	5.0		36	1.5	45 (9)	6.0	43 / 2	0.4	40 / 3	0.3	38 / 2	38 / 0	36 / 2	37 / 1		
20	27	0.9	73 (46)		51.1		41	0.8	86 (45)	56.2	47 / 39	7.8	43 / 4	0.4	40 / 3	39 / 1	36 / 3	38 / 2		
21	29		()						()		31 / 2	0.4	35 / 4	0.4	38 / 3	38 / 0	38 / 0	37 / 1		
23	31	2.0	41 (10)	1.5	5.0		39	1.5	48 (9)	6.0	44 / 4	0.8	42 / 2	0.2	40 / 2	39 / 1	37 / 2	37 / 0		
24	31	0.9	75 (44)		48.9		43	0.8	86 (43)	53.7	48 / 38	7.6	43 / 5	0.5	42 / 1	40 / 2	37 / 3	38 / 1		

試験No.	投入加熱能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加熱区	加熱速度	気温 [℃]	風速 [m/s]	湿度 %
③⑩	195.000	2/23 15:00	2	2	17	4	66

ガス加熱試験データ集計表

備考 2 pass 加熱 (15分)

測点 No.	初期 温度 [℃]	時 差 [min]	1 pass 目 最大値温度 (変化量) [℃]	上昇率 最大値間の 時差 [℃/min]	最大値か ら5分後 [℃]	最大値か ら10分後 [℃]	2 pass 目 初期温度 [℃]	時 差 [min]	2 pass 目 最大値温度 (変化量) [℃]	上昇率 [℃/min]	最大値以後の経過温度								上段:読み 下段:変化量⊖	
											5分後	下降 率	10分後	下降 率	15分後	20分後	25分後	30分後		
1	27		()						()		30 3	0.6	32 2	0.2	32 0	35 3	37 1	36 1		
3	28	2.3	45 (17)	1.8	7.4	38	35	34	2.6	50 (16)	6.1	43 7	1.4	40 3	0.3	37 3	36 1	34 2	33 1	
4	28	1.0	97 (69)		69.0	45	43	35	1.5	104 (69)	46.0	48 56	11.2	42 6	0.6	37 5	36 1	35 1	32 3	
5	34		()						()		37 3	0.6	40 3	0.3	41 1	44 3	46 2	46 2		
7	35	2.7	54 (19)	1.7	7.0	46	43	43	1.9	60 (17)	8.9	53 7	1.4	49 4	0.4	46 3	45 1	45 0	43 2	
8	35	1.0	98 (63)		63.0	52	45	43	1.5	121 (78)	52.0	55 66	13.2	50 5	0.5	45 5	43 2	43 0	41 2	
9	35		()						()		38 3	0.6	41 3	0.3	42 1	44 2	47 3	47 0		
11	37	2.3	50 (13)	1.6	5.6	48	45	45	2.3	56 (11)	4.8	53 3	0.6	50 3	0.3	48 2	46 2	45 1	43 2	
12	37	1.0	88 (51)		51.0	52	46	45	1.5	93 (48)	32.0	57 36	7.2	50 7	0.7	47 3	45 2	43 2	42 1	
13	26		()						()		29 3	0.6	31 2	0.2	31 0	33 2	35 2	35 0		
15	28	1.9	42 (14)	1.1	7.3	38	35	35	1.8	48 (13)	7.2	43 5	1.0	40 3	0.3	38 2	36 2	35 1	33 2	
16	28	1.1	90 (62)		56.3	45	38	35	1.0	94 (59)	59.0	47 47	9.4	42 5	0.5	38 4	36 2	35 1	33 2	
17	35		()						()		38 3	0.6	40 2	0.2	41 1	43 2	46 3	46 0		
19	36	2.8	50 (14)	2.0	5.0	47	44	43	2.5	56 (13)	5.2	52 4	0.8	50 2	0.2	46 4	45 1	45 0	43 2	
20	36	1.1	102 (62)		60.0	53	46	43	1.0	107 (64)	64.0	55 52	10.4	50 5	0.5	47 3	45 2	45 0	43 2	
21	34		()						()		35 1	0.2	39 4	0.4	39 0	40 1	42 2	42 2		
23	35	2.1	50 (15)	1.4	7.1	46	43	42	2.0	55 (13)	6.5	50 5	1.0	47 3	0.3	44 3	43 1	42 1	40 2	
24	36	1.1	95 (59)		53.6	50	44	43	1.0	100 (57)	57.0	52 48	9.6	47 5	0.5	45 2	42 3	41 1	39 2	

試験No	投入加熱能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度	気温 [℃]	風速 [m/s]	湿度
③1	97.000	2/23 14:25	1	3	15	1	55

ガス加熱試験データ集計表

備考 2 pass 加熱 (5分)

測点 No	初期 温度 [℃]	時 差 [min]	1 pass 目 最大値温度 (変化量) [℃]	上昇率		最大値か ら5分後 [℃]	最大値か ら10分後 [℃]	2 pass 目 初期温度 [℃]	時 差 [min]	2 pass 目 最大値温度 (変化量) [℃]	上昇率 [℃/min]	最大値以後の経過温度								上段:読み 下段:変化量⊖	
				最大 値間 の 時差 [min]	η [℃/min]							5分後	下降 率	10分後	下降 率	15分後	20分後	25分後	30分後		
1	30		()							()		33 3	0.6	35 2	0.2	34 1	33 1	33 0	31 2		
3	33	2.2	40 (7)	1.5	3.2			39	1.8	45 (6)	4.6	40 5	1.0	37 3	0.3	36 1	35 1	33 2	34 1		
4	35	0.8	78 (43)		53.7			45	0.6	86 (41)	68.3	45 41	8.2	42 3	0.3	40 2	37 3	36 1	36 0		
5	33		()							()		35 2	0.4	35 0	0	35 0	35 0	35 0	35 0		
7	29	2.2	37 (8)	1.5	3.6			37	1.2	43 (6)	5.0	37 6	1.2	36 1	0.1	35 1	34 1	33 1	32 1		
8	29	0.8	64 (35)		43.7			40	0.6	77 (37)	61.6	42 35	7.0	37 5	0.5	35 2	35 0	34 1	33 1		
9	30		()							()		33 3	0.6	35 2	0.2	34 1	33 1	33 0	33 0		
11	32	2.2	38 (6)	1.5	3.6			38	1.2	42 (4)	3.3	38 4	0.8	36 2	0.2	36 0	35 1	35 0	34 1		
12	35	0.8	66 (31)		38.7			41	0.6	79 (38)	63.3	43 36	7.2	40 3	0.3	39 1	37 2	37 0	36 1		
13	25		()							()		29 4	0.8	32 3	0.3	29 3	30 1	30 0	30 0		
15	27	1.5	36 (9)	0.6	5.6			35	1.0	42 (7)	7.0	35 7	1.4	33 2	0.2	33 0	33 0	33 0	30 3		
16	27	0.9	58 (31)		34.4			43	0.5	65 (22)	44.0	39 26	5.2	35 4	0.4	35 0	34 1	34 0	32 2		
17	30		()							()		33 3	0.6	35 2	0.2	35 0	35 0	35 0	35 0		
19	28	1.2	37 (9)	0.6	7.5			37	1.5	44 (7)	4.6	38 6	1.2	35 3	0.3	35 0	35 0	34 1	32 2		
20	30	0.9	62 (32)		35.5			40	0.5	68 (28)	56.0	41 27	5.4	37 4	0.4	36 1	35 1	35 0	34 1		
21	30		()							()		33 3	0.6	36 3	0.3	35 1	35 0	34 1	34 0		
23	32	2.5	39 (7)	2.0	2.8			39	1.4	42 (3)	2.1	38 4	0.8	37 1	0.1	36 1	36 0	35 1	35 0		
24	35	0.9	61 (26)		28.9			43	0.5	63 (20)	40.0	42 21	4.2	39 3	0.3	39 0	37 2	36 1	31 1		

試験No	投入加熱能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加工 熱区	加熱 速度	気温 [°C]	風速 [m/s]	湿度 [%]
③2	97,000	2/23 15:30	1	2	17	4	66

ガス加熱試験データ集計表

備考 2pass 加熱 (10分)

測点 No	初期 温度 [°C]	時 差 [min]	1 pass 目		最大値か ら5分後 [°C]	最大値か ら10分後 [°C]	2 pass目 初期温度 [°C]	時 差 [min]	2 pass 目 最大値温度 (変化量) [°C]	上昇率 η [°C/min]	最大値以後の経過温度								上段:読み 下段:変化量 $\ominus$	
			最大値温度 (変化量) [°C]	上昇率 η [°C/min]							5分後	下降 率	10分後	下降 率	15分後	20分後	25分後	30分後		
1	33		()						()		35 2	0.4	35 0	0	38 3	40 2	37 3	38 1		
3	34	2.0	45 (11)	1.2	5.5	40	38	1.6	49 (11)	6.9	44 5	1.0	41 3	0.3	38 3	37 1	35 2	35 0		
4	34	1.0	88 (54)		54.0	46	40	0.6	100 (60)	100.0	48 52	10.4	41 7	0.7	37 4	36 1	34 2	33 1		
5	35		()						()		36 1	0.2	37 1	0.1	39 2	40 1	39 1	39 0		
7	33	2.0	43 (10)	1.2	5.0	39	37	1.8	46 (9)	5.0	43 3	0.6	39 4	0.4	37 2	36 1	34 2	34 0		
8	32	1.0	83 (51)		51.0	43	38	0.6	86 (48)	80.0	45 41	8.2	38 7	0.7	35 3	34 1	32 2	32 0		
9	33		()						()		34 1	0.2	35 1	0.1	37 2	38 1	37 1	37 0		
11	34	2.0	42 (8)	1.2	4.0	39	38	2.0	45 (7)	3.5	42 3	0.6	38 4	0.4	37 1	36 1	35 1	35 0		
12	35	1.0	85 (50)		50.0	44	40	0.6	86 (46)	76.6	45 41	8.2	38 7	0.7	36 2	35 1	34 1	33 1		
13	29		()						()		31 2	0.4	32 1	0.1	34 2	35 1	34 1	34 0		
15	29	1.6	42 (13)	0.5	8.1	35	34	2.0	47 (13)	6.5	40 7	1.4	35 5	0.5	33 2	33 0	32 1	31 1		
16	29	1.2	71 (42)		35.0	38	35	1.2	77 (42)	35.0	43 34	6.8	36 7	0.7	34 3	33 1	30 3	29 1		
17	35		()						()		36 1	0.2	37 1	0.1	39 2	40 1	40 0	40 0		
19	33	2.2	45 (12)	1.0	5.4	40	38	2.0	49 (11)	5.5	44 5	1	41 3	0.3	38 3	38 0	37 1	36 1		
20	34	1.2	77 (43)		35.8	42	40	1.2	84 (44)	36.6	46 38	7.6	40 6	0.6	37 3	37 0	35 2	34 1		
21	34		()						()		35 1	0.2	37 2	0.2	39 2	40 1	39 1	38 1		
23	35	2.2	44 (9)	1.5	4.1	40	39	2.0	48 (9)	4.5	44 4	0.8	40 4	0.4	38 2	38 0	37 1	37 0		
24	35	1.2	76 (41)		34.2	45	42	1.2	79 (37)	30.8	47 32	6.4	40 7	0.7	38 2	37 1	35 2	35 0		

グース加熱試験データ集計表

備考 タックコート施工時

試験 No.	投入加熱 能力 [kcal / h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m/min]	気温 [℃]	風 速 [m/s]	湿度 [%]	測定 No.	初 期 鋼版温度 [℃]	最大値迄 の 時 間 [min]	最 大 値 鋼版温度 [℃] (変化量)	上 昇 率		最 大 値 以 後 の 経 過 温 度						上段：読み 下段：変化量○	
												最大値迄 の時間差 [min]	最大値迄 [℃/min]	5 分 後		10 分 後		15 分 後	20 分 後	25 分 後	30 分 後
														下降 率	下降 率						
㊤	195.000	2/24 21:20	2	2.0	10	1.5	62	1	7		()			11 / 4	0.8	13 / 2	0.2	14 / 1	13 / 1	13 / 0	12 / 1
								3	7	2.5	22 (15)	1.8	6.0	17 / 5	1.0	14 / 3	0.3	13 / 1	13 / 0	13 / 0	12 / 1
								4	7	1.2	65 (58)		48.3	19 / 46	9.2	15 / 4	0.4	13 / 2	12 / 1	11 / 1	10 / 1
								5	7		()			11 / 4	0.8	14 / 3	0.3	15 / 1	15 / 0	14 / 1	14 / 0
								7	7	1.9	24 (17)	1.0	8.9	18 / 6	1.2	15 / 3	0.3	14 / 1	13 / 1	13 / 0	12 / 1
								8	7	1.2	85 (78)		65.0	25 / 60	12	15 / 10	1.0	13 / 2	12 / 1	12 / 0	11 / 1
								9	7		()			10 / 3	0.6	13 / 3	0.3	14 / 1	15 / 1	13 / 2	13 / 0
								11	7	3.0	20 (13)	2.0	4.3	16 / 4	0.8	17 / 1	0.1	15 / 2	15 / 0	14 / 1	13 / 1
								12	7	1.2	51 (44)		36.6	20 / 31	6.2	20 / 0	0	16 / 4	14 / 2	13 / 1	12 / 1
								13	7		()			11 / 4	0.8	13 / 2	0.2	14 / 1	13 / 1	13 / 0	13 / 0
								15	7	2.1	22 (15)	1.3	7.1	18 / 4	0.8	15 / 3	0.3	14 / 1	13 / 1	13 / 0	12 / 1
								16	7	1.2	65 (58)		48.3	21 / 44	8.8	15 / 6	0.6	13 / 2	12 / 1	11 / 1	10 / 1
								17	7		()			10 / 3	0.6	14 / 4	0.4	15 / 1	15 / 0	15 / 0	14 / 1
								19	7	2.5	22 (15)	1.6	6.0	18 / 4	0.8	15 / 3	0.3	15 / 0	15 / 0	14 / 1	13 / 1
								20	7	1.2	71 (64)		53.3	22 / 49	9.8	16 / 6	0.6	14 / 2	13 / 1	12 / 1	12 / 0
								21	7		()			10 / 3	0.6	13 / 3	0.3	15 / 2	15 / 0	15 / 0	14 / 1
								23	7	2.0	22 (15)	1.2	7.5	19 / 3	0.6	18 / 1	0.1	16 / 2	15 / 1	15 / 0	14 / 1
								24	7	1.2	69 (62)		51.6	22 / 47	9.4	22 / 0	0	16 / 6	14 / 2	13 / 1	12 / 1

試験No	投入加熱能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加工 熱区	加熱 速度	気温 [℃]	風速 [m/s]	湿度 [%]
③4	195.000	2/27 20:40	2	2	5	1.4	50

ガス加熱試験データ集計表

備考 2工区 改質施工時

測点 No	初期 温度 [℃]	時 差 [min]	1 pass 目 最大値温度 (変化量) [℃]	上昇率 最大値間 の 時差 [℃/min]	最大値か ら5分後 [℃]	最大値か ら10分後 [℃]	2 pass 目 初期温度 [℃]	時 差 [min]	2 pass 目 最大値温度 (変化量) [℃]	上昇率 [℃/min]	最大値以後の経過温度								上段：読み 下段：変化量⊖	
											5分後	下降 率	10分後	下降 率	15分後	20分後	25分後	30分後		
1	8		()						()		13 5	1.0	16 3	0.3	16 0	20 4	22 2	26 4		
3	8	2.5	28 (20)	1.6	8.0	22	18	24	34 (16)	6.6	28 6	1.2	41 13	1.3	56 15	60 4	62 2	62 0		
4	8	1.2	87 (79)		65.8	25	18	0.6	90 (72)	120.0	31 59	11.8	70 39	3.9	85 15	84 1	79 5	73 6		
5	8		()						()		13 5	1.0	16 3	0.3	17 1	22 5	25 3	30 5		
7	8	2.0	31 (23)	1.0	11.5	23	18	2.0	37 (19)	9.5	30 7	1.4	48 18	1.8	62 14	66 4	68 2	68 0		
8	8	1.2	97 (89)		74.1	26	18	0.6	97 (79)	131.6	32 65	1.3	85 53	5.3	90 5	87 3	84 3	80 4		
9	8		()						()		12 4	0.8	15 3	0.3	17 2	20 3	22 2	27 5		
11	8	2.9	22 (14)	2.0	4.8	23	19	2.6	30 (11)	3.8	27 3	0.6	42 15	1.5	53 11	59 6	62 3	65 3		
12	8	1.2	58 (50)		41.6	36	19	0.6	62 (43)	71.6	30 32	6.4	62 32	3.2	75 13	77 2	77 0	75 2		
13	8		()						()		13 5	1.0	15 2	0.2	15 0	20 5	21 1	27 6		
15	8	2.0	25 (17)	1.5	8.5	20	16	2.0	33 (17)	8.5	27 6	1.2	40 13	1.3	50 10	61 11	62 1	60 2		
16	8	0.5	77 (69)		138.0	25	16	0.9	85 (69)	76.6	32 53	10.6	66 34	3.4	84 18	83 1	78 5	72 6		
17	9		()						()		13 4	0.8	15 2	0.2	16 1	20 4	23 3	30 7		
19	9	2.0	23 (14)	1.5	7.0	20	16	2.7	32 (16)	5.9	27 5	1.0	43 16	1.6	55 12	61 6	64 3	65 1		
20	9	0.5	74 (65)		130.0	23	16	0.9	88 (72)	80.0	32 56	11.2	70 38	3.8	81 11	82 1	80 2	76 4		
21	9		()						()		12 3	0.6	15 3	0.3	16 1	19 3	21 2	25 4		
23	9	2.0	23 (14)	1.5	7.0	21	20	2.1	32 (12)	5.7	27 5	1.0	38 11	1.1	50 12	56 6	60 4	62 2		
24	9	0.5	65 (56)		112.0	21	20	0.9	72 (52)	57.8	30 42	8.4	60 30	3.0	75 15	76 1	75 1	73 2		

鋼床版加熱試験データ集計表

備考 初期状態の鋼床版加熱テスト

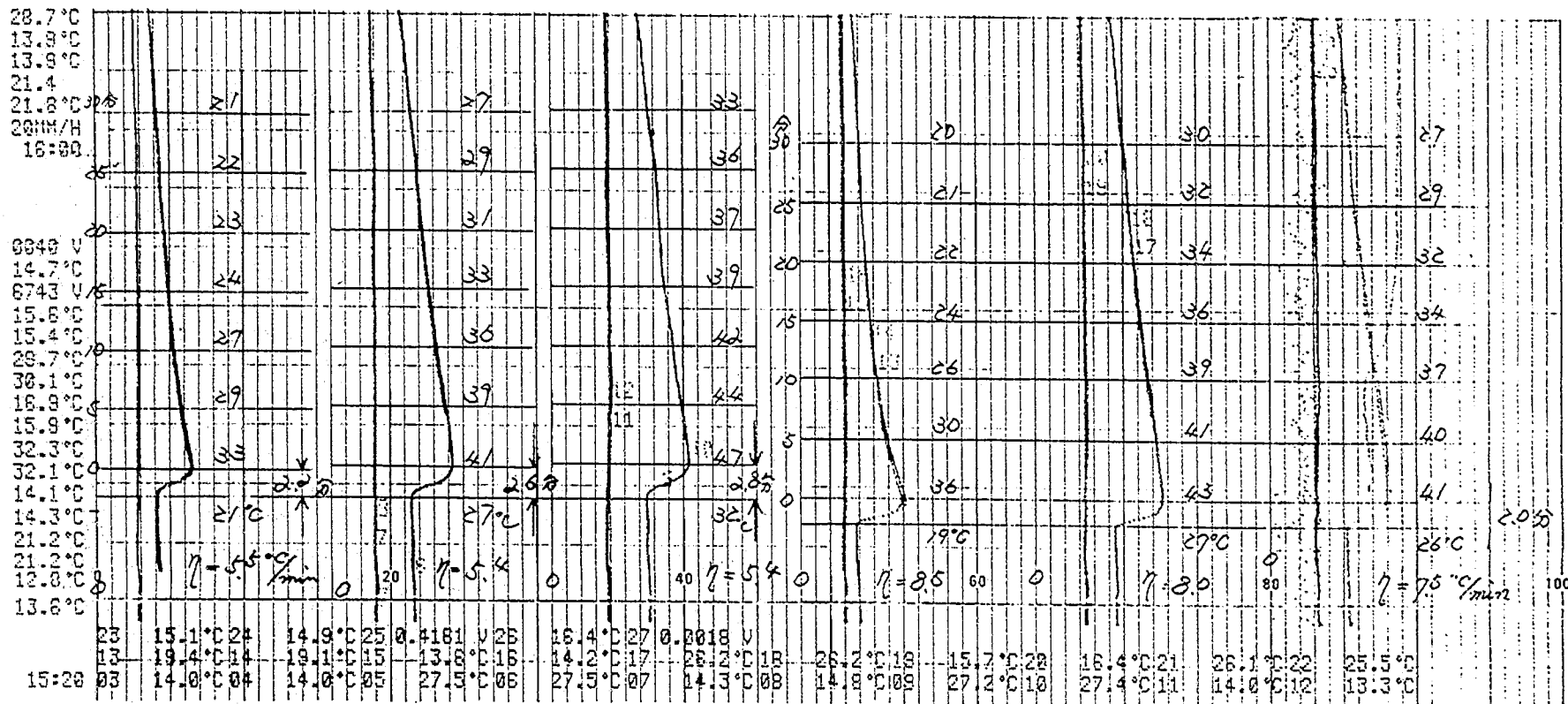
試験 No.	投入加熱 能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m/min]	気 温 [°C]	風 速 [m/s]	湿 度 [%]	測 定 No.	初 期 鋼版温度 [°C]	最大値迄 の時間 [min]	最大値 鋼版温度 [°C] (変化量)	上昇率 (最大迄) [°C/min]	最大値以後の経過温度 [°C] 上段：読み 下段：変化量⊖					
													5分後	10分後	15分後	20分後	25分後	30分後
①	102.000	2/11 16:10	2	1	8	0~ 0.5	28	1	16	1.8	49 (33)	18.3	37 12	30 7	1.25分後 29 1	／	／	／
	(7300×2)							5	20	"	48 (28)	15.6	43 5	39 4	38 1	／	／	／
	両サイドヒーター 1本ずつ点火							9	20	"	50 (30)	16.7	45 5	40 5	38 2	／	／	／
	合計116.60kcal/h							13	20	2.0	56 (36)	18.0	46 10	39 7	37 2	／	／	／
								17	23	"	55 (32)	16.0	49 6	45 4	42 3	／	／	／
								21	21	"	55 (34)	17.0	47 8	43 4	40 3	／	／	／
②	102.000	2/11 18:00	2	15	7	0.8	65	1	29	1.4	29 (21)	15.0	22 7	18 4	16 2	14 2	13 1	12 1
								5	24	"	24 (16)	11.4	22 2	21 1	19 2	18 1	16 2	15 1
	鋼床版サイドより250% ヒーターをラップさせ加熱							9	-	-	- ()	-	／	／	／	／	／	／
								13	26	1.6	26 (16)	25.6	22 4	18 4	17 1	15 2	14 1	13 1
								17	23	1.0	23 (14)	14.0	22 1	20 2	18 2	17 1	16 1	15 1
								21	-	-	- ()	-	／	／	／	／	／	／
③	219.000	2/11 18:35	2	1.0	8	1.1	45	1	10	3.1	65 (55)	17.7	47 18	37 10	28 9	25 3	22 3	20 2
								5	13	"	73 (60)	19.4	64 9	57 7	50 7	45 5	39 6	35 4
	(195000+24000) 中央部小ヒーター2本点火							9	13	"	70 (57)	18.4	63 7	55 8	47 8	43 4	37 4	34 3
	両サイド大ヒーター2本点火 (両側, 3番目)							13	12	2.4	56 (44)	18.3	44 12	36 8	30 4	27 3	24 4	22 2
								17	14	2.3	64 (50)	21.7	57 7	51 6	46 5	41 5	37 4	33 4
								21	8	3.1	57 (49)	15.8	50 7	42 8	39 3	32 7	28 4	25 3

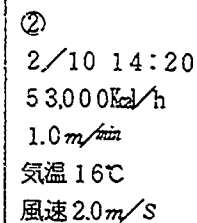
鋼床版加熱試験データ集計表

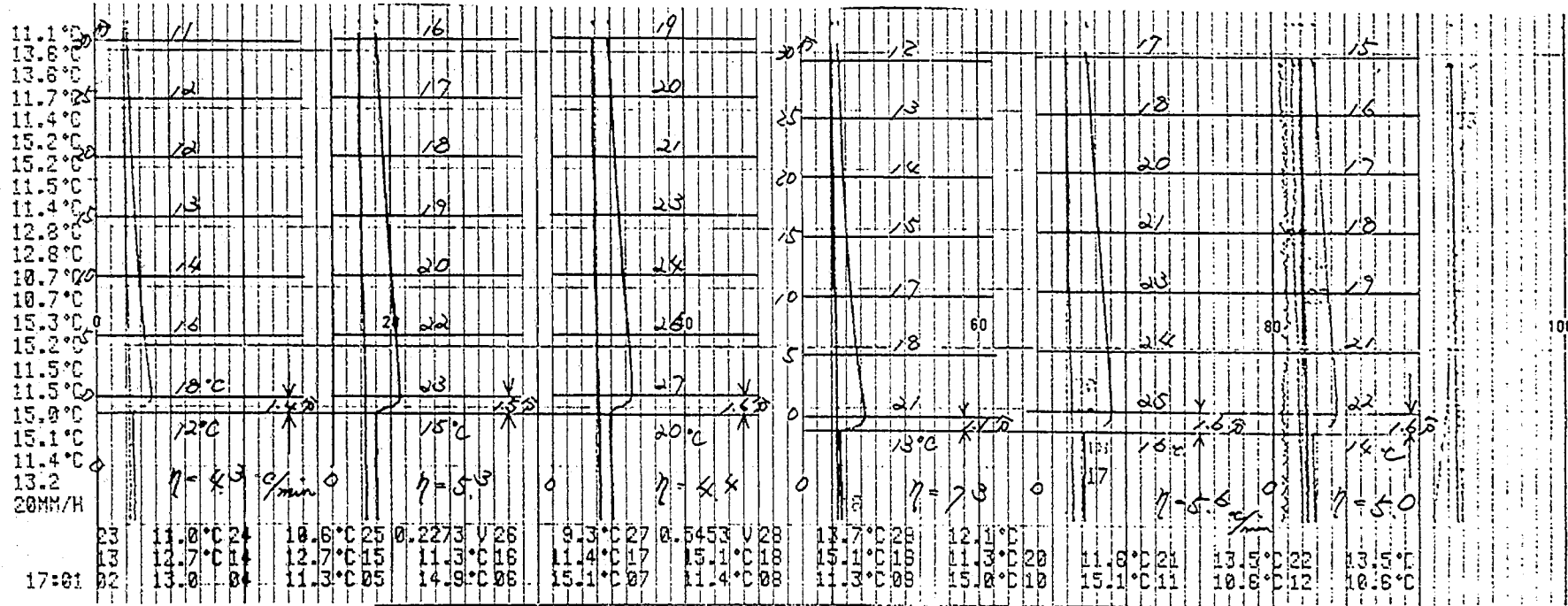
備考 初期状態の鋼床版加熱テスト

試験 No	投入加熱 能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加熱 工区	加熱 速度 [m/min]	気温 [°C]	風 速 [m/s]	湿 度 [%]	測 定 No	初 期 鋼版温度 [°C]	最大値迄 の時間 [min]	最 大 値 鋼版温度 [°C] (変化量)	上昇率 (最大迄の) η [°C/min]	最大値以後の経過温度 [°C] 上段：読み 下段：変化量 $\ominus$					
													5 分後	10分後	15分後	20分後	25分後	30分後
①	195.000	2/12 18:23	2	1.5	5	(1.0)		1	9	1.4	40 (31)	22.1	30 10	23 7	20 3	17 3	16 1	15 1
	(横風による影響テスト)							5	16	"	49 (33)	23.6	42 7	38 4	35 3	32 3	30 2	27 3
								9	13	1.7	44 (31)	18.2	40 4	35 5	30 5	27 3	25 2	23 2
						3.0		13	11	1.3	40 (29)	22.3	30 10	23 7	20 3	17 3	15 2	14 1
						4.5		17	13	"	43 (30)	23.1	34 10	28 6	25 3	21 4	18 3	17 1
						6.0		21	9	"	44 (35)	26.9	31 13	23 8	18 5	15 3	13 2	12 1
②	ジंक乾燥 195.000	2/13 11:35	2	1.2		1.0	63	1	11	2.3	37 (26)	11.3	31 6	27 4	24 3	22 2	21 1	20 1
	⑦7300×2 サイド補強加熱の為、片サイド2本点火							5	13	1.5	48 (35)	23.3	42 6	38 4	35 3	33 2	31 2	29 2
	合計210.000							9	13	1.5	44 (31)	20.6	39 5	35 4	32 3	30 2	28 2	26 2
								13	11	2.5	45 (34)	13.6	36 9	30 6	27 3	25 2	23 2	21 2
								17	13	1.0	39 (26)	26.0	35 4	33 2	30 3	29 1	28 1	27 1
								21	13	1.0	34 (21)	21.0	31 3	28 3	26 2	25 1	24 1	23 1
③	ジंक乾燥 195.000	2/13 11:44	1	1.2				1	12	2.1	41 (29)	13.8	34 7	29 5	25 4	24 1	22 2	21 1
	⑦7300×2 サイド補強加熱							5	13	1.3	45 (32)	24.6	40 5	37 3	35 2	33 2	30 3	29 1
	合計210.000							9	13	1.3	43 (30)	23.1	38 5	35 3	31 4	29 2	27 2	26 1
								13	12	2.5	39 (27)	10.8	32 7	27 5	25 2	23 2	21 2	20 1
								17	13	1.0	35 (22)	22.0	33 2	30 3	29 1	27 2	26 1	25 1
								21	14	1.0	31 (17)	17.0	30 1	27 3	25 2	24 1	23 1	22 1

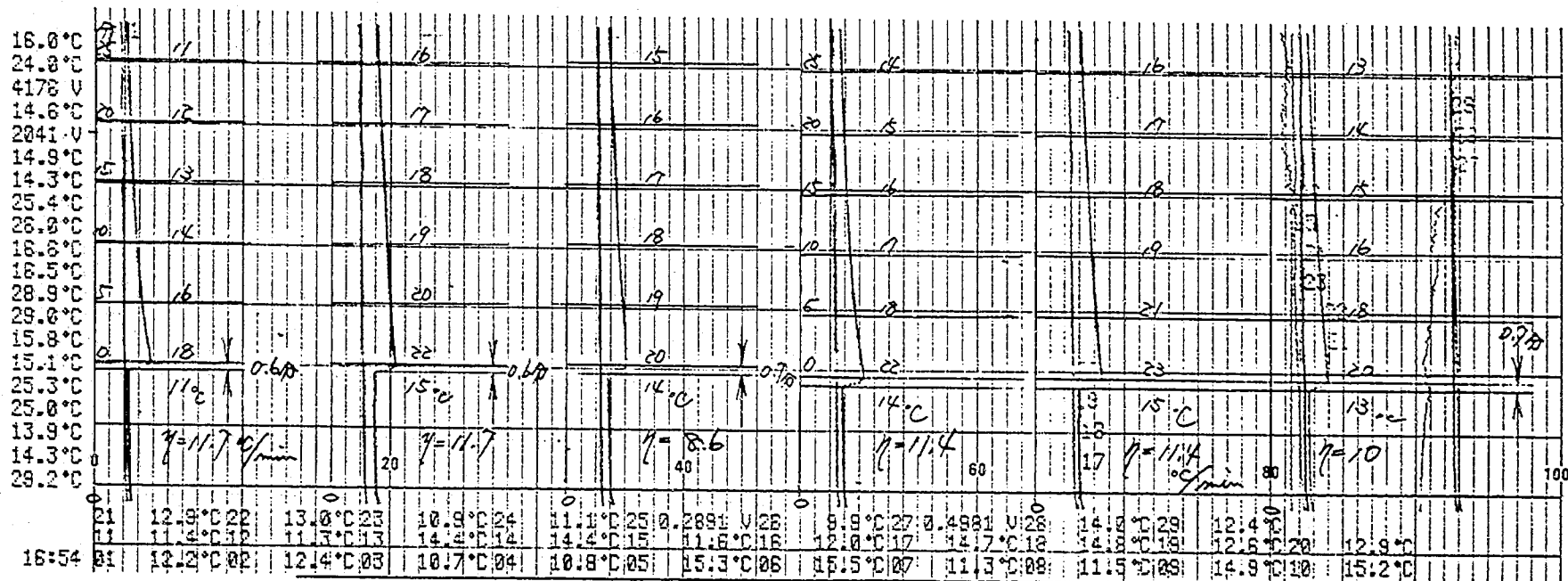
試験 No.	投入加熱 能力 [kcal/h]	月/日 時刻	加 熱 工 区	加 熱 速 度 [mm/min]	気 温 [℃]	風 速 [m/s]	湿 度 [%]	測 定 No.	初 期 鋼版温度 [℃]	最大値迄 の 時 間 [min]	最 大 値 鋼版温度 [℃] (変化量)	上 昇 率		最 大 値 以 後 の 経 過 温 度						上段：読み 下段：変化量			
												最大の 時差 [mm]	最大値迄 の [℃/min]	5 分 後		10分 後		15分 後	20分 後	25分 後	30分 後	み 変化量	
														下 降 率	下 降 率								
①	195,000	2/24 10:43	2	3.0	6	1.0	90	1	10		()			13 3	0.6	15 2	0.2	15 0	15 0	15 0	15 0		
								3	12	2.1	23 (11)	1.8	5.2	20 3	0.6	18 2	0.2	17 1	17 0	17 0	17 0		
								4	8	0.9	63 (55)		61.1	24 39	7.8	21 3	0.3	20 1	19 1	19 0	19 0		
								5	12		()			15 3	0.6	17 2	0.2	18 1	19 1	19 0	19 0		
								7	13	1.5	26 (13)	1.1	8.6	26 0	0	22 4	0.4	20 2	20 0	20 0	21 1		
								8	13	0.9	80 (67)		74.4	25 55	11	22 3	0.3	21 1	21 0	21 0	22 1		
								9	12		()			14 2	0.4	16 2	0.2	17 1	17 0	17 0	18 1		
								11	13	2.1	22 (9)	1.8	4.3	20 2	0.4	20 0	0	20 0	20 0	20 0	20 0		
								12	13	0.9	47 (34)		37.8	24 23	4.6	22 2	0.2	21 1	20 1	20 0	21 1		
								13	10		()			12 2	0.4	13 1	0.1	13 0	13 0	13 0	13 0		
								15	11	1.5	21 (10)	0.9	6.6	18 3	0.6	17 1	0.1	16 1	15 1	15 0	15 0		
								16	12	1.0	58 (46)		46.0	21 37	7.4	18 3	0.3	17 1	16 1	16 0	16 0		
								17	11		()			13 2	0.4	15 2	0.2	15 0	16 1	16 0	16 0		
								19	11	2.2	21 (10)	1.6	4.5	18 3	0.6	17 1	0.1	16 1	15 1	15 0	16 1		
								20	11	1.0	62 (51)		51.0	21 41	8.2	18 3	0.3	17 1	16 1	16 0	17 1		
								21	11		()			12 2	0.4	13 1	0.1	14 1	14 0	14 0	14 0		
								23	11	1.5	20 (9)	1.0	6.0	17 3	0.6	15 2	0.2	15 0	15 0	15 0	15 0		
								24	11	1.0	51 (40)		40.0	18 33	6.6	15 3	0.3	15 0	15 0	15 0	15 0		



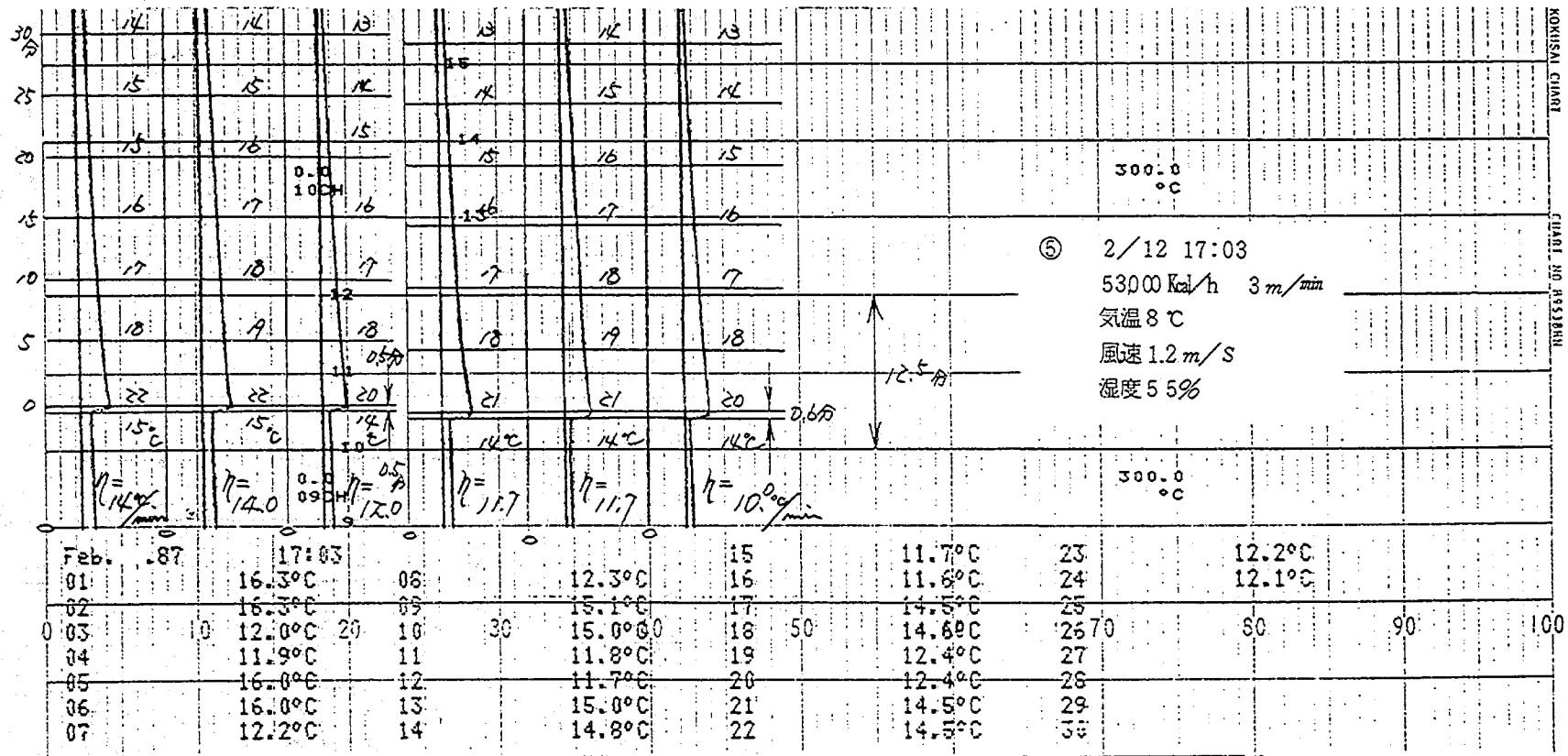


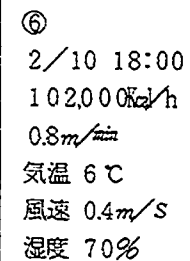


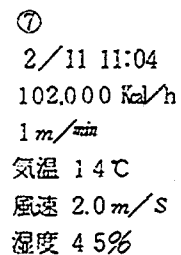
③
2/10 17:01
53.000 kcal/h
1.5 m/min
気温 8℃
風速 0.5 m/s
湿度 60%



④
2/12 16:54
53.000 Kcal/h
2 m/min
气温 8℃
风速 12 m/s
湿度 55%







14.3°C	28	30	40	38	30	35	42	40	10
28.4°C	29	31	41	39	28	35	43	40	
3728 V									
12.6°C									
5319 V									
12.8°C	30	32	42	39	20	38	44	41	
13.1°C									
32.2°C	31	33	43	40	15	37	45	42	
32.1°C									
13.3°C	32	34	44	42	10	38	46	43	25
35.2°C									
35.5°C	35	37	45	44	5	41	47	44	28
12.9°C									
12.5°C									
28.6°C	40	42	48	45	0	43	49	45	
28.6°C									
12.7°C	28°C	29°C	30°C	31°C	28°C	32°C	34°C	32°C	
12.7°C									
31.6°C	$\eta = 14 \frac{^\circ\text{C}}{\text{min}}$	$\eta = 15.8$	$\eta = 12.5$	$\eta = 12.5$	$\eta = 14.2$	$\eta = 10.8$			
31.6°C									
23	13.4°C 24	13.6°C 25	13.8°C 26	13.0°C 27	13.8°C 28	14.8°C 29	13.9°C 30	13.9°C 31	13.9°C 32
12:14	27.5°C 14	27.3°C 15	27.8°C 16	27.1°C 17	27.0°C 18	27.0°C 19	27.0°C 20	27.0°C 21	27.0°C 22
02	22.8°C 04	22.4°C 05	22.8°C 06	22.1°C 07	22.6°C 08	22.8°C 09	22.8°C 10	22.8°C 11	22.8°C 12

③

2/11 12:14

102,000 Kcal/h

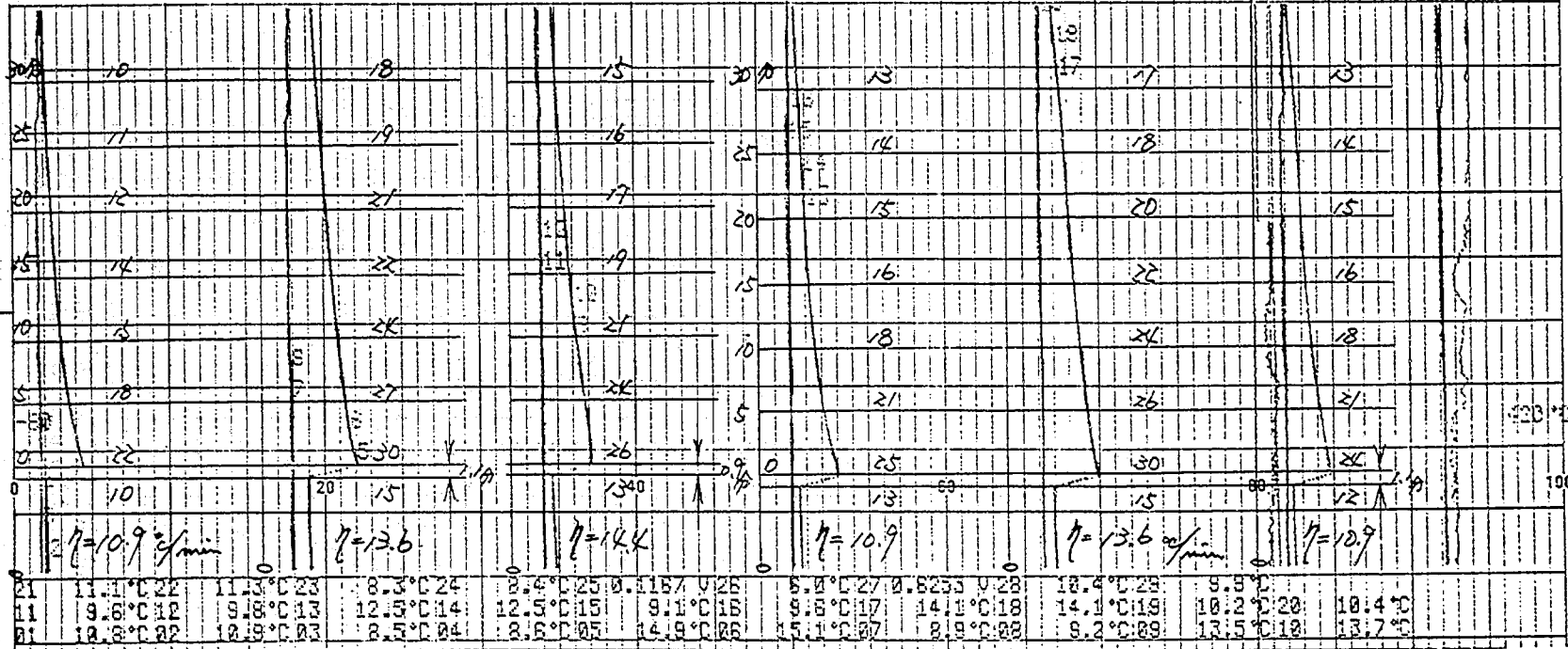
 1.5 m/min

氣溫 15℃

風速 2.0 m/s

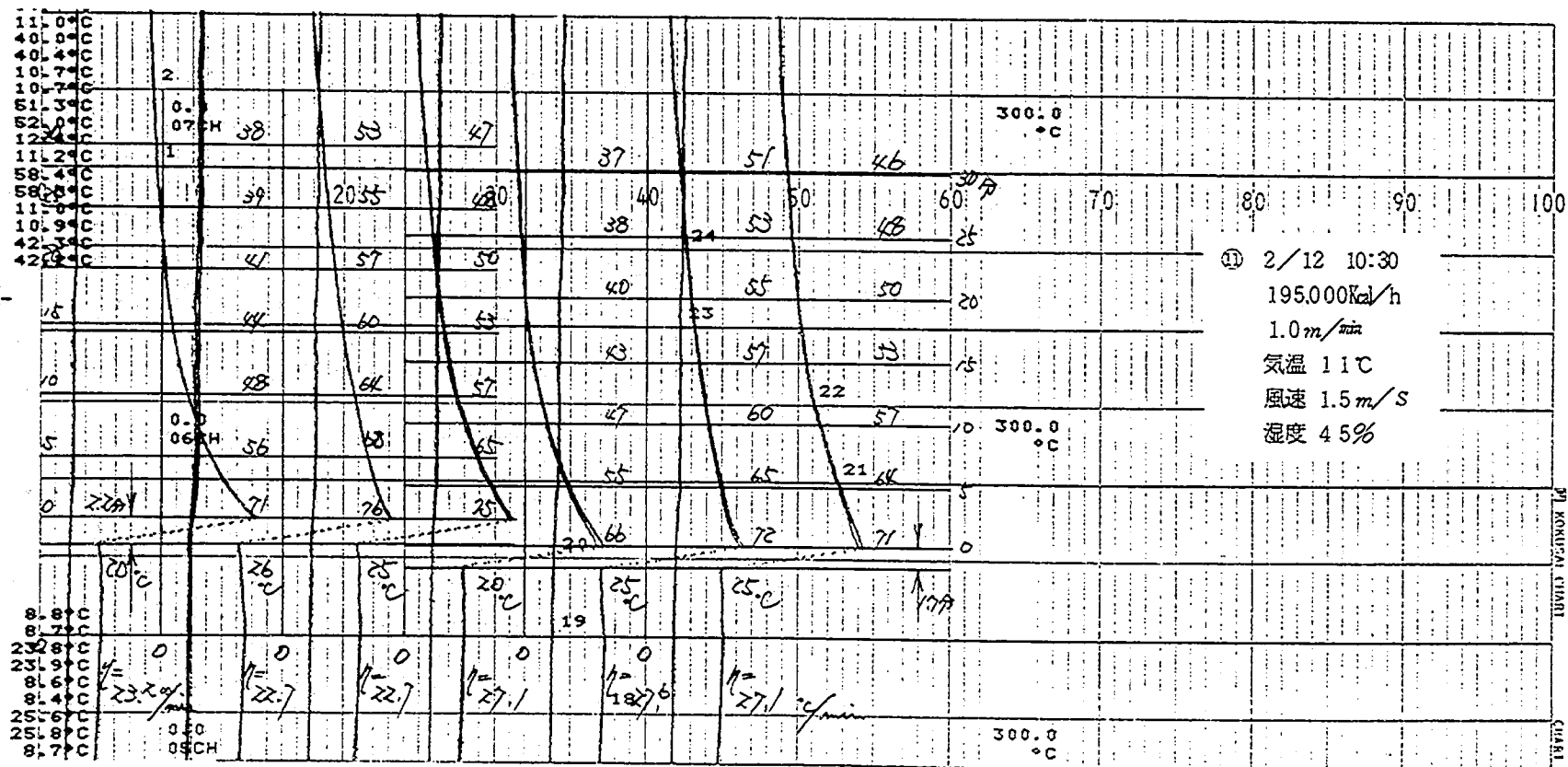
湿度 35%

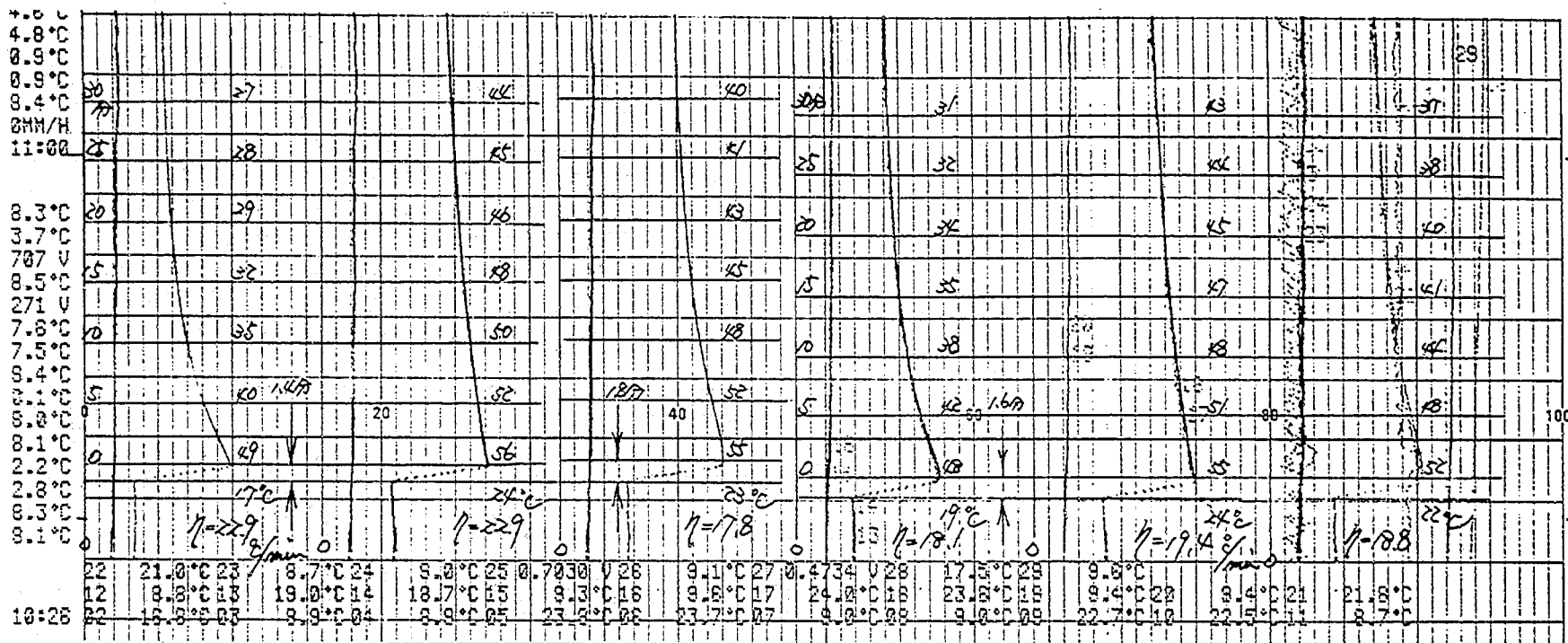
8.2°C
19.5°C
19.4°C
8.6°C
8.3°C
23.1°C
23.0°C
8.2°C
8.0°C
14.4°C
14.5°C
20MM/H
18:00



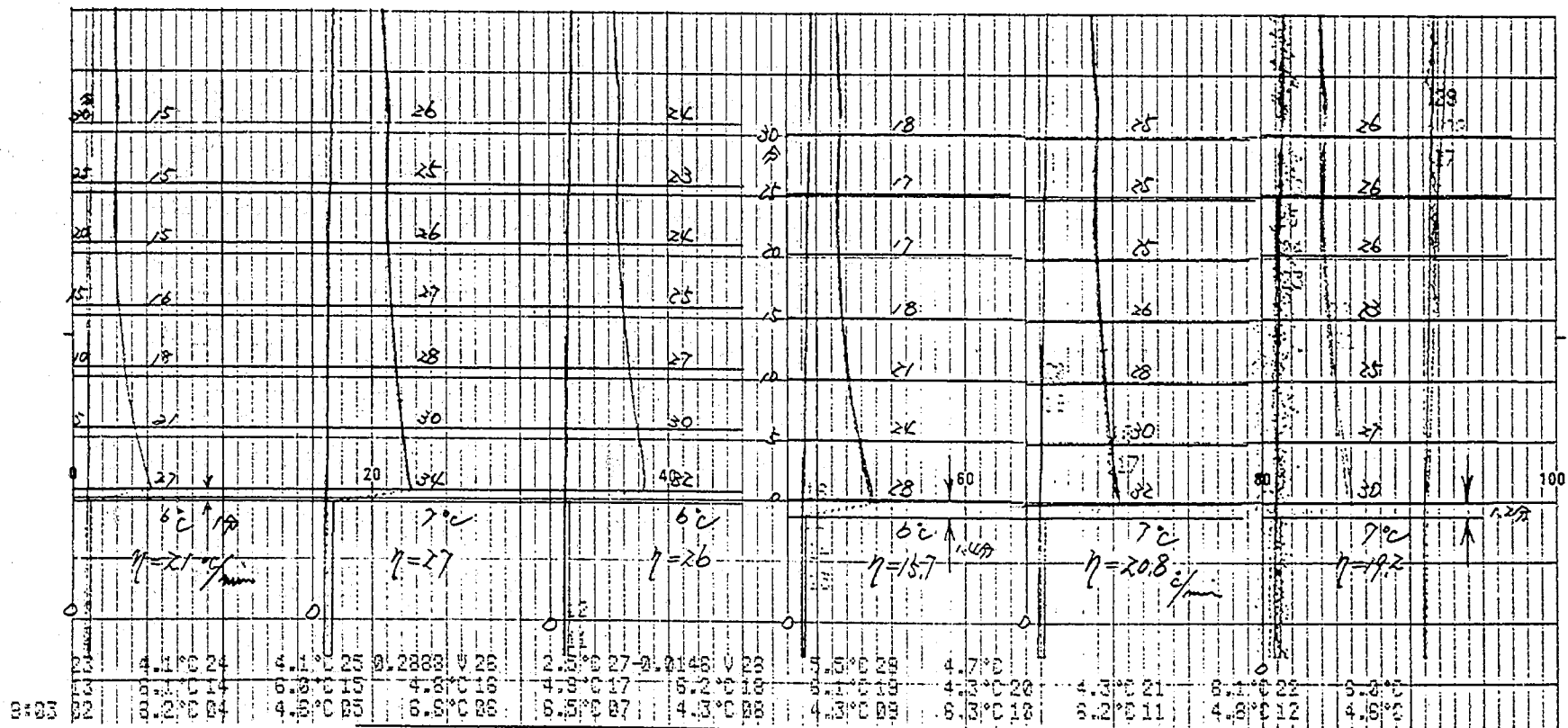
mm/h
18:01_

10.9°C	11.8°C	17.0°C	17.3°C	10.7°C	10.8°C	17.7°C	17.8°C	11.1°C	11.0°C	20.9°C	20.9°C	10.6°C	10.6°C	17.8°C	17.7°C
14	16	0.0 12CH	13	13	15	13	300.0 °C								
15	7	14	250	14	16	14	25	⑩ 2/12 17:45	102,000 Kcal/h	3 m/min					
15	18	22	5	20	30K	1740	15	50	20	60	気温 6°C	90	100		
16	19	16	5	15	10	19	16	15			風速 1.0 m/s				
18	21	18	10	17	19	20	17	10			湿度 65%				
20	20	0.0 11CH	20	5	19	22	20	5			300.0 °C				
23	26	22	0	23	25	22	1	16.7	2/min	13	15.7	°C/min			
13	14	12	16	22	14	12	0.7R	5	20.0	17	15.7				
								9	16.7	21	14.3				





⑫
2/12 10:26
195.000 Kcal/h
1.5 m/min
气温 11°C
风速 1.5 m/s
湿度 43%



⑬

2/12 9:10

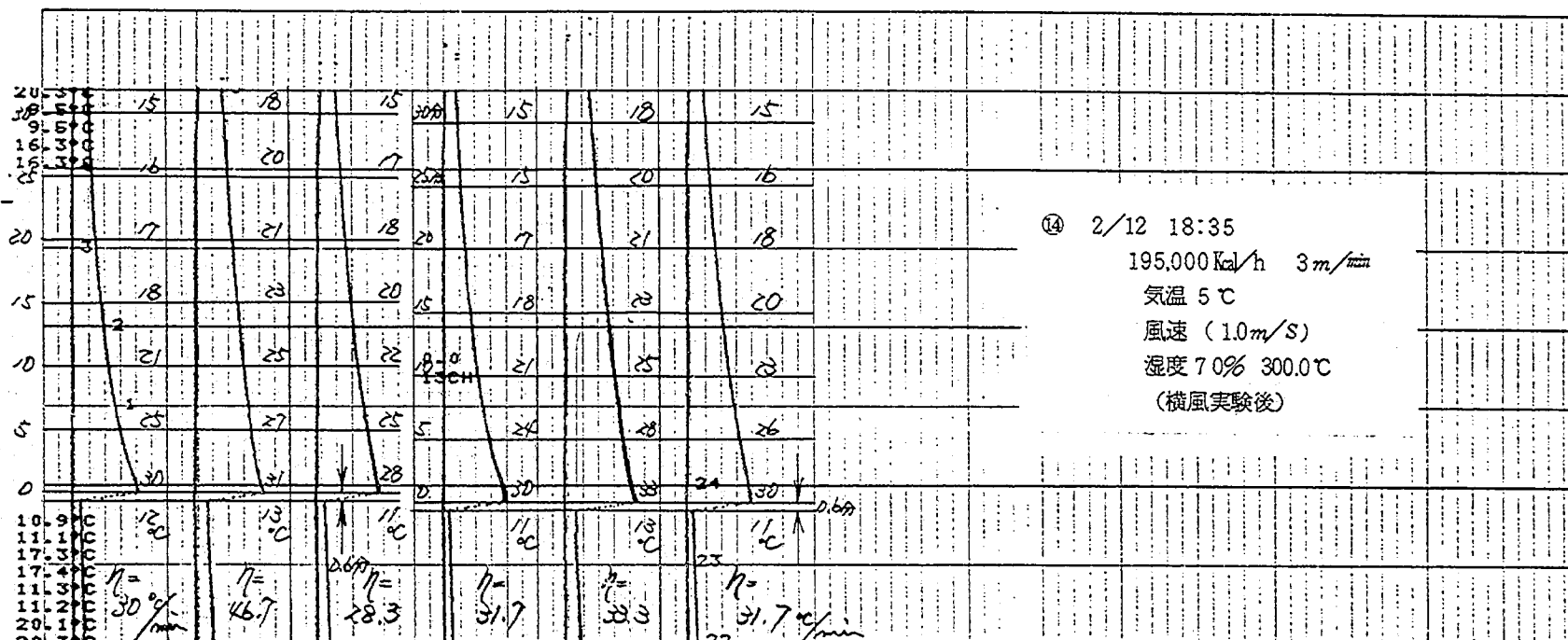
195,000 Kcal/h

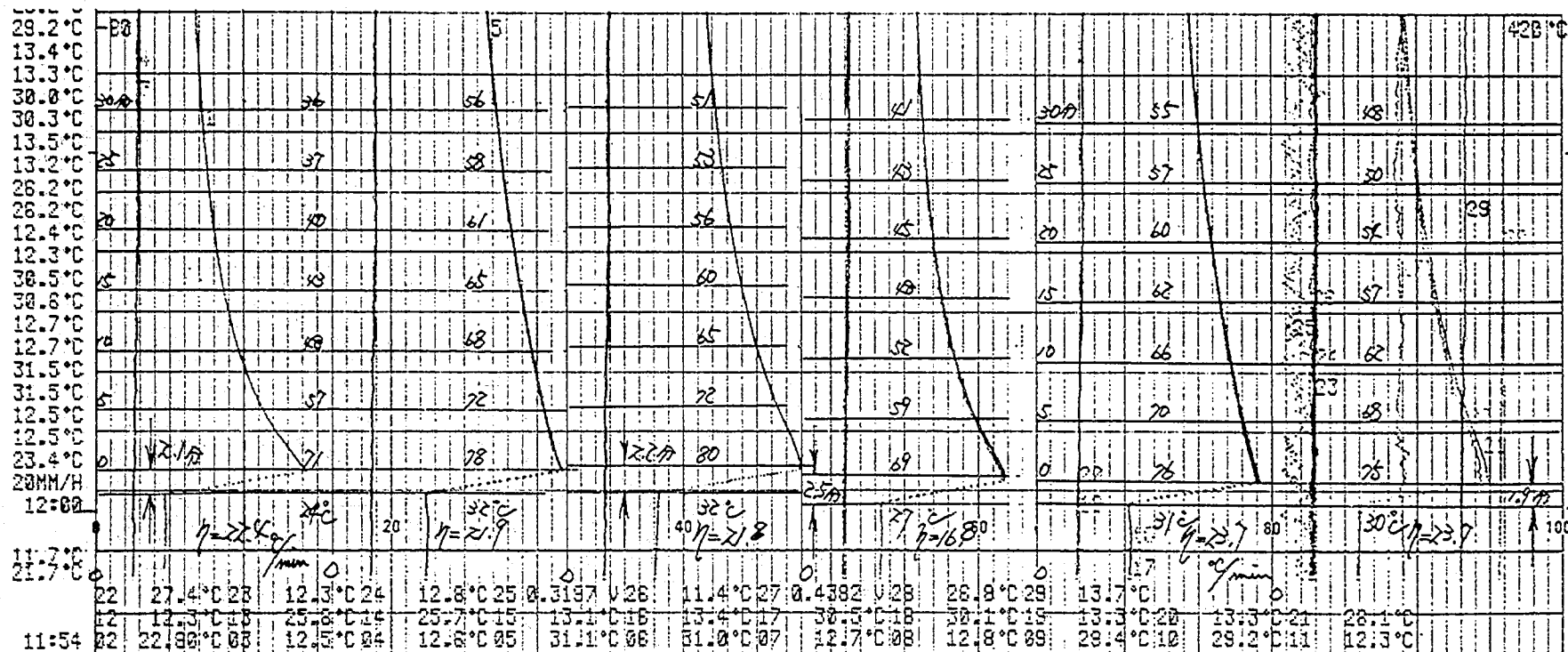
2.0 m/min

気温 5°C

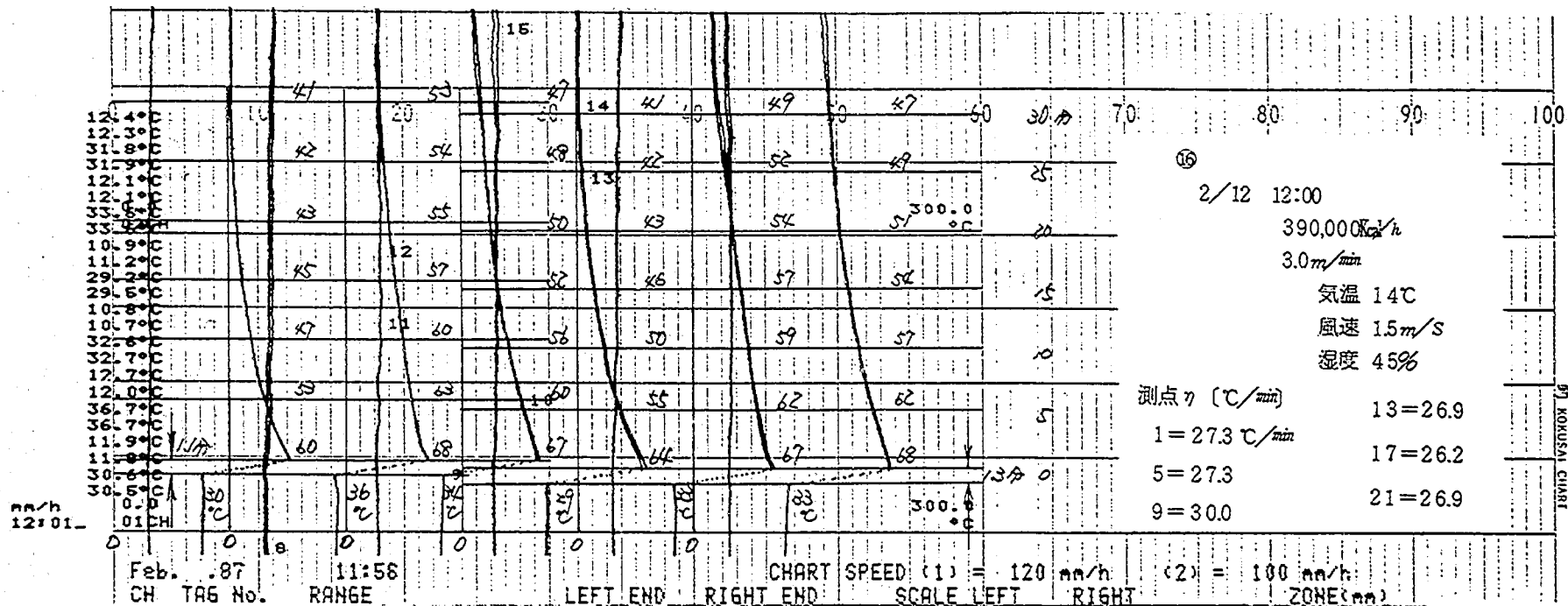
風速 1.2 m/s

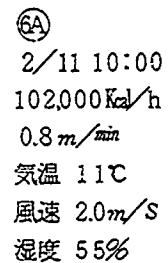
湿度 58%

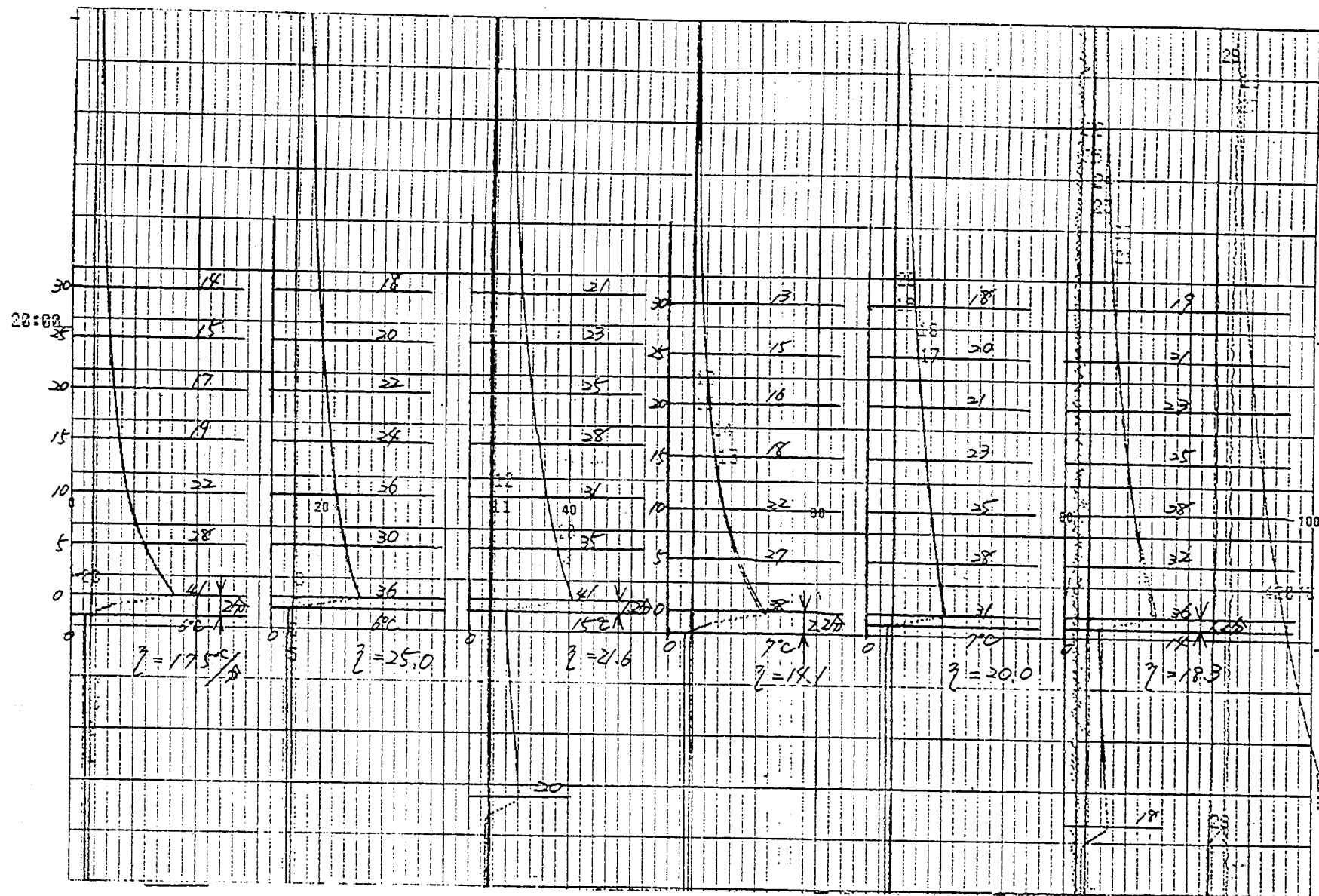




05
2/12 12:00
390,000 Kcal/h
2 m/min
气温 14°C
风速 1.5m/s
湿度 45%







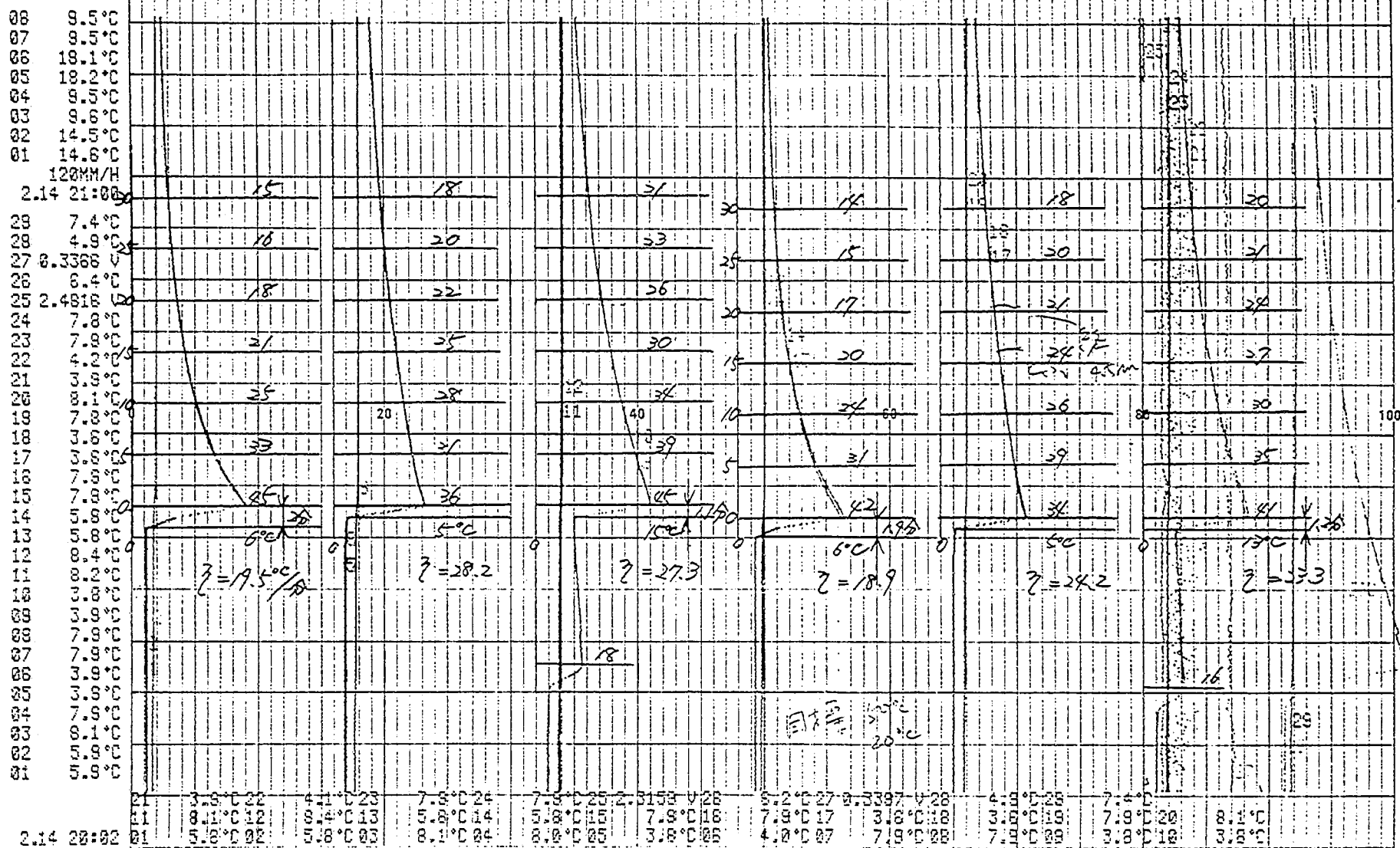
⑦

ジंक上の加熱（2工区） 2/13 19:34

目標

カチコート1層目施工
施工後20分にて指着なし

反対側 195,000 0.9m/min (55℃Cup) 気温 5℃
測点側 " 1.8m/min (30℃Cup) 風速 1m/s
(サイド2本点火) 湿度 65%

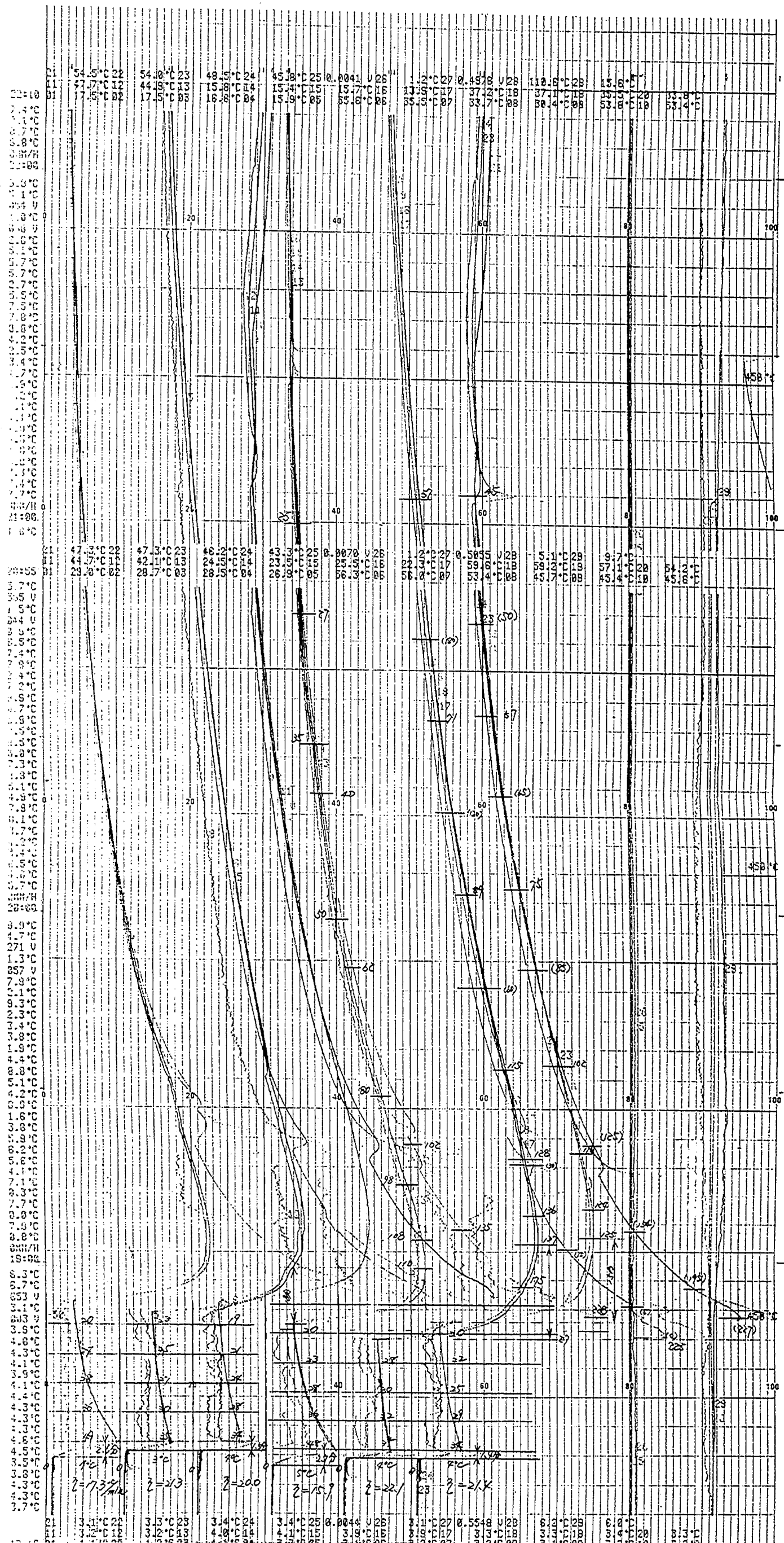


⑬

カチコート層施工後の加熱（2工区） 2/14 20:28

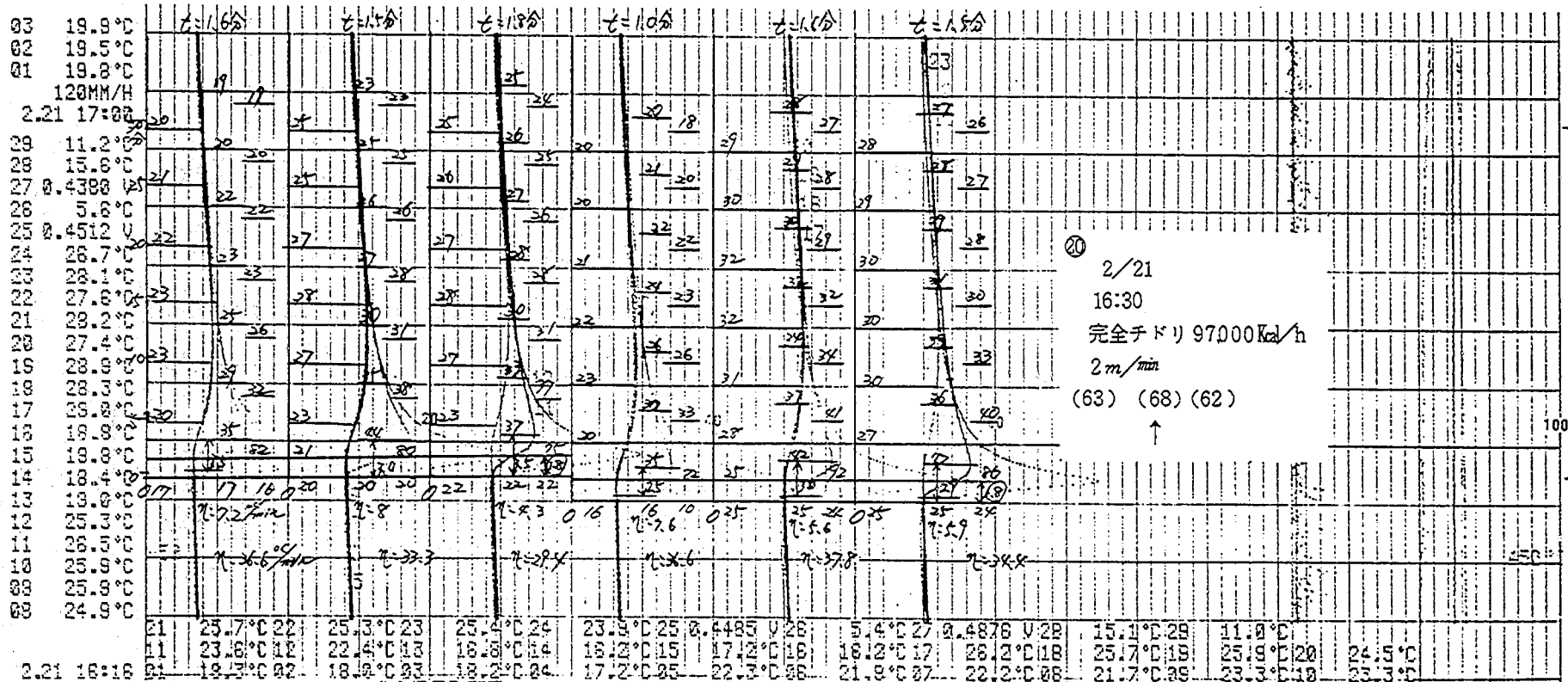
目標

カチコート2層目施工 反対側 195,000 1.0m/min (50℃ up) 気温 7℃
測点側 195,000 1.8m/min (30℃ up) 風速 2.5m/s
湿度 35%



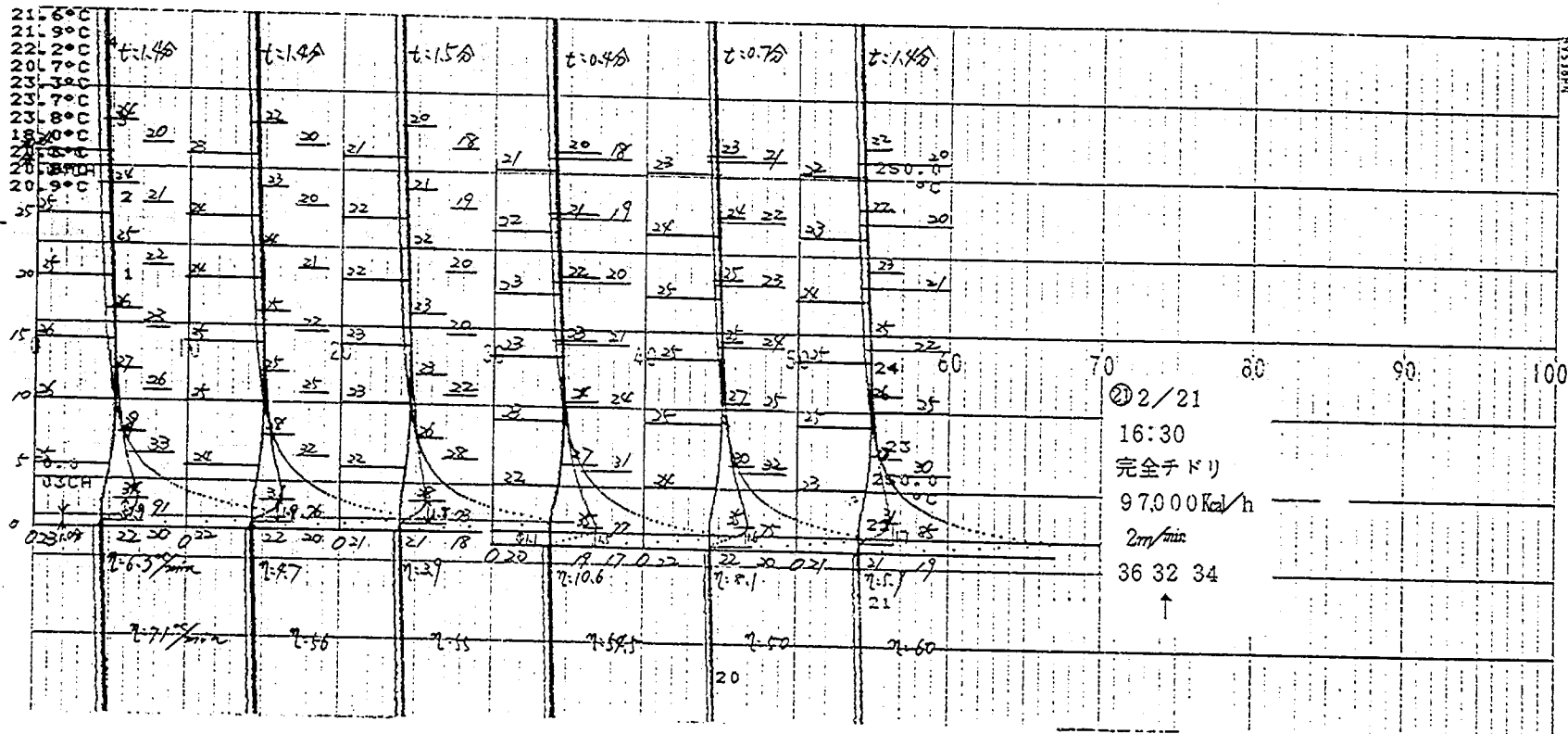
⑤
2/19 18:30
195,000 Kcal/h
(+7300x2)
気温 4°C
風速 (1.0 m/s)
湿度 50%

グース施工時の加熱 (2工区) 2/19 18:30
195,000 Kcal/h 1.5 m/min 気温 4°C 湿度 50%
(+7300x2片側) (30°C目標) 風速 (1.0 m/s)



11
10
09
08
07
06
05
04
03
02
01

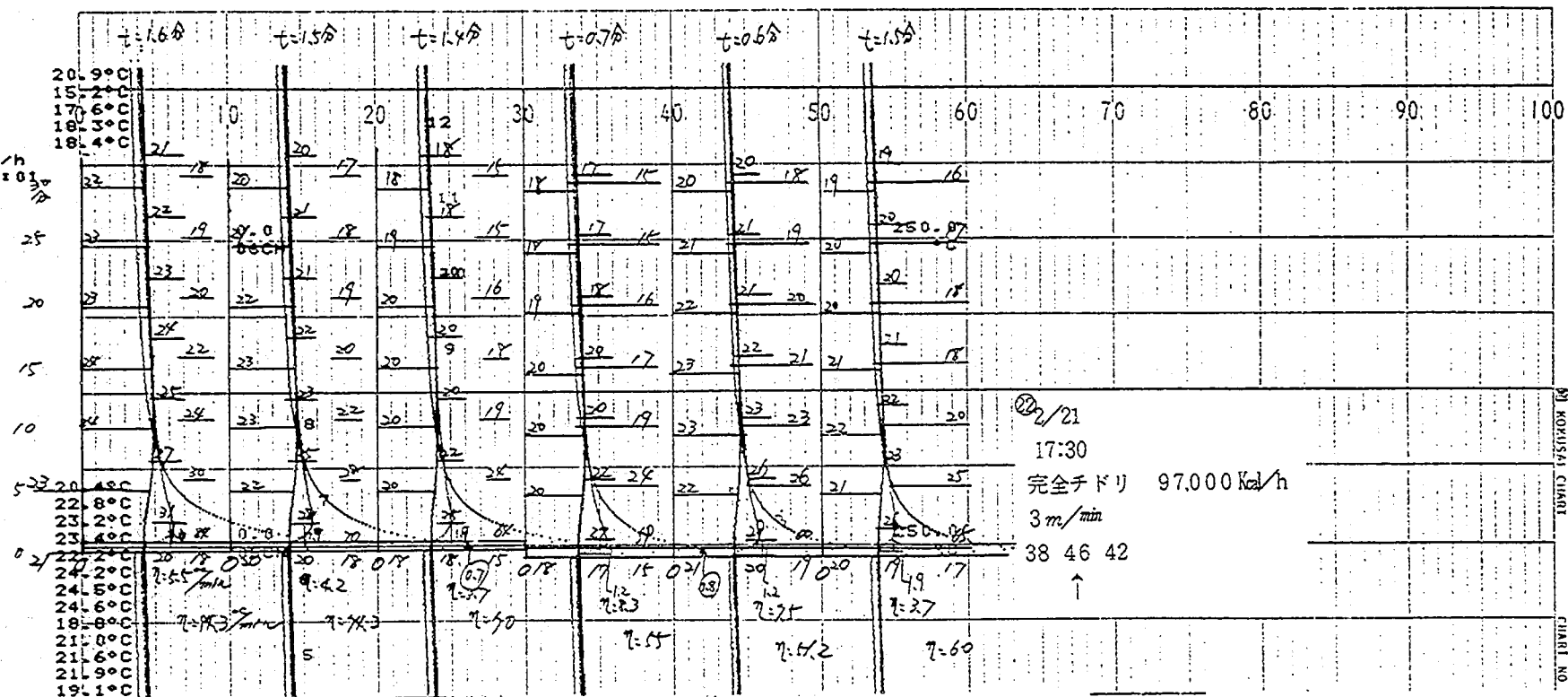
120mm/h
Feb. 21 17:01



05
04
03
02
01

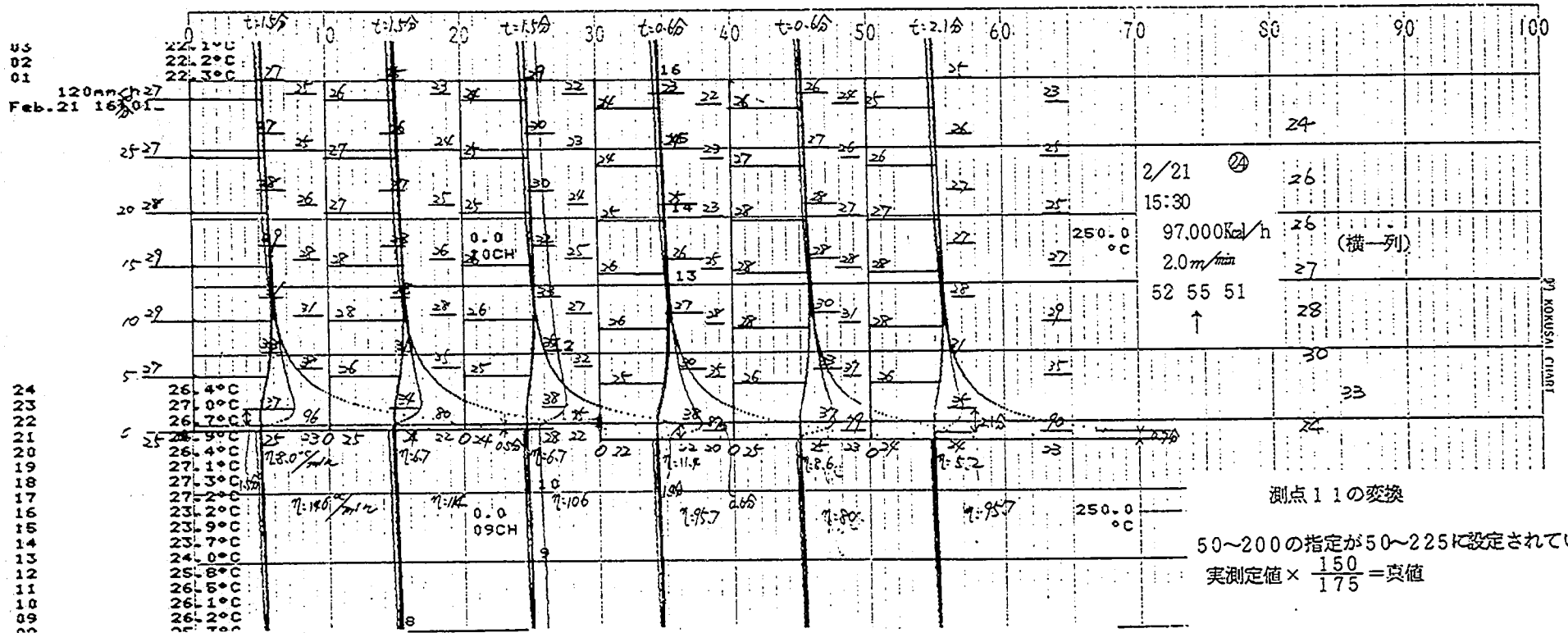
120mm/h
Feb. 21 18:01

24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12



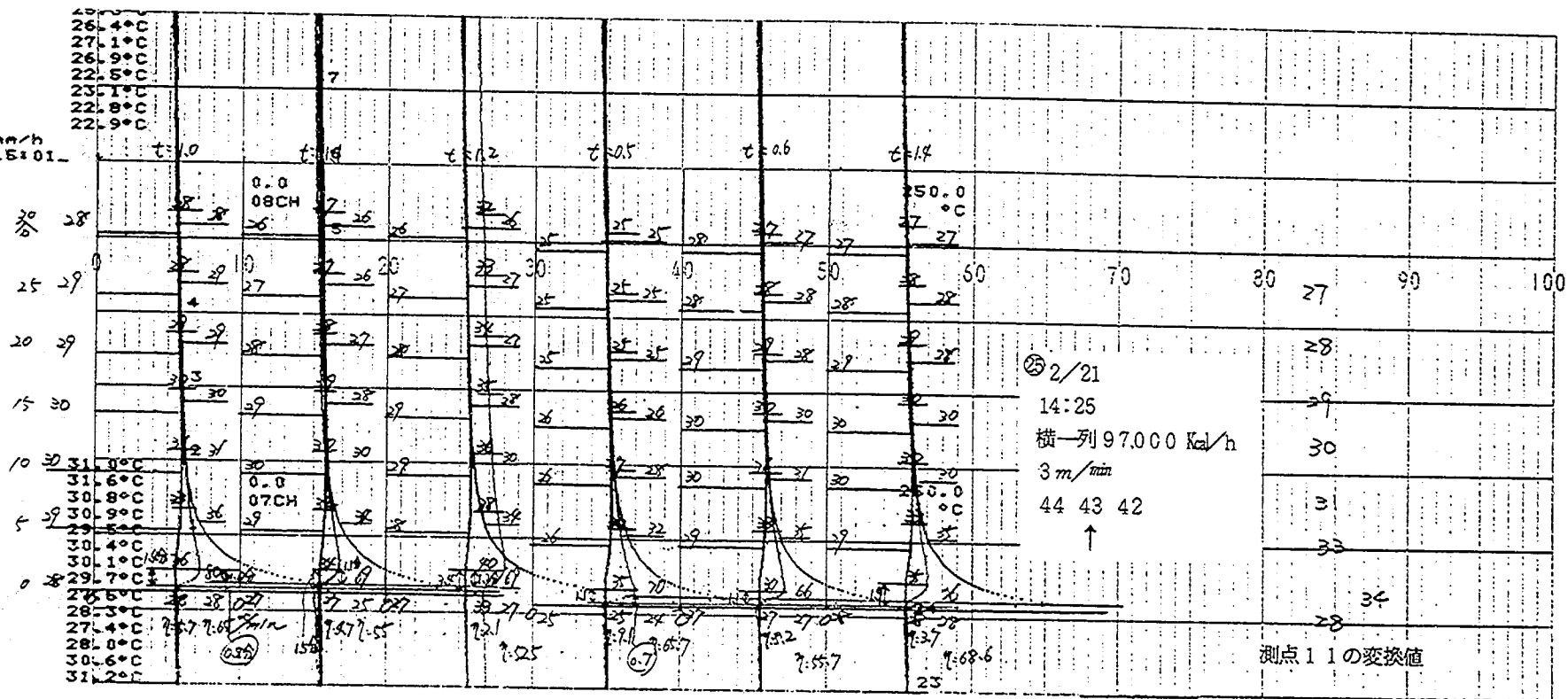
20 KOKUSAI CHIKU

CHART NO

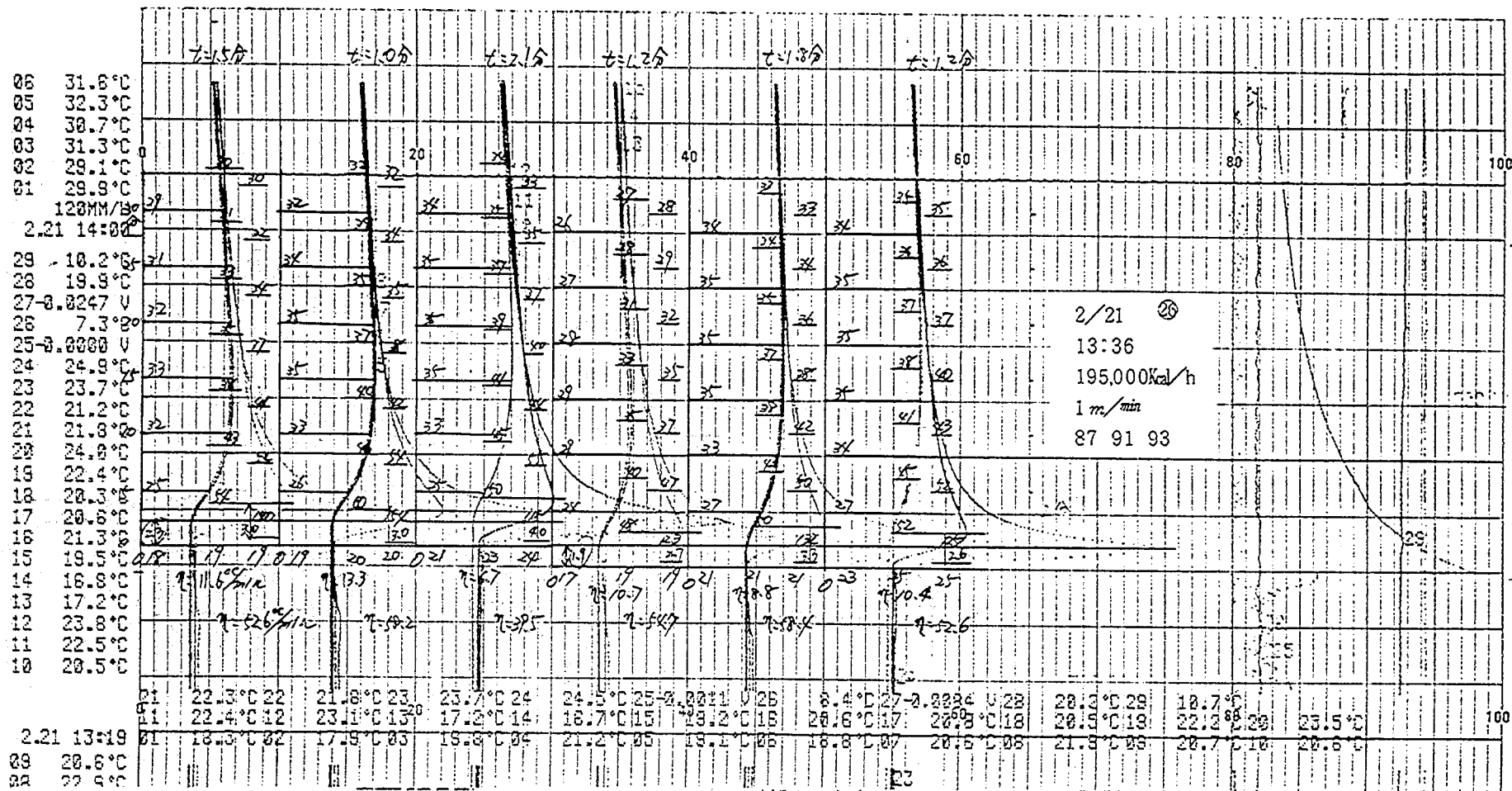


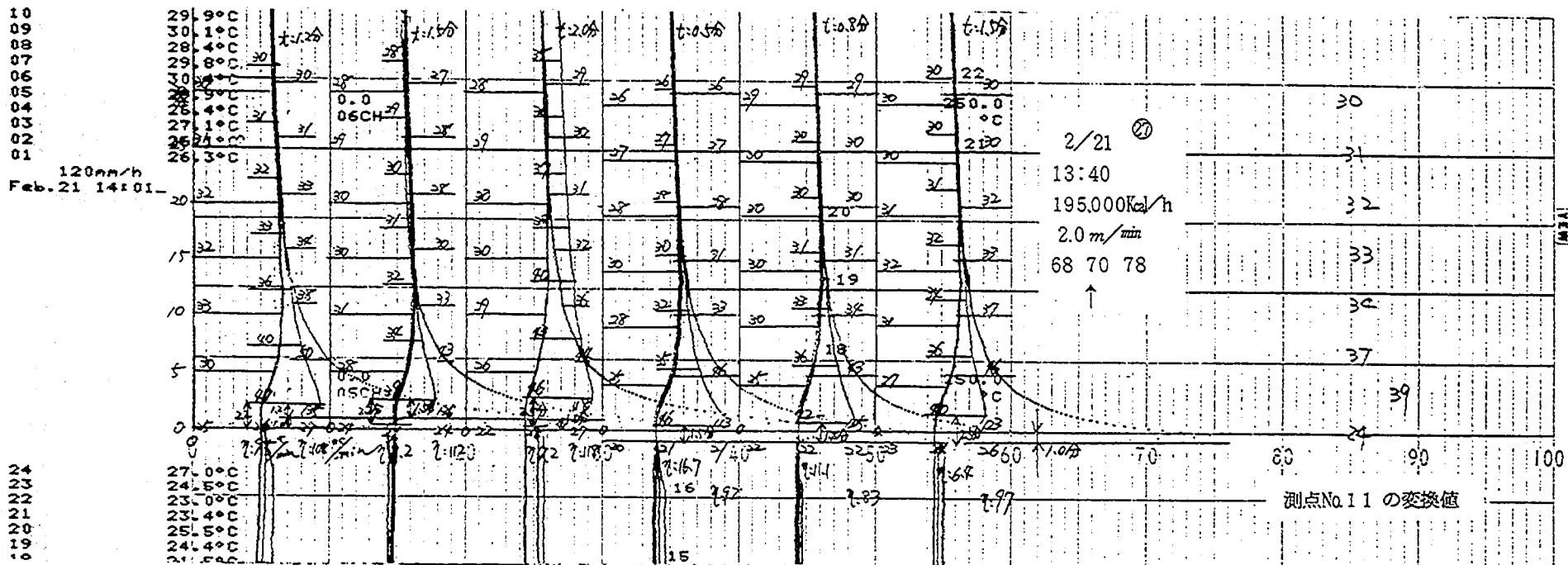
00
07
06
05
04
03
02
01

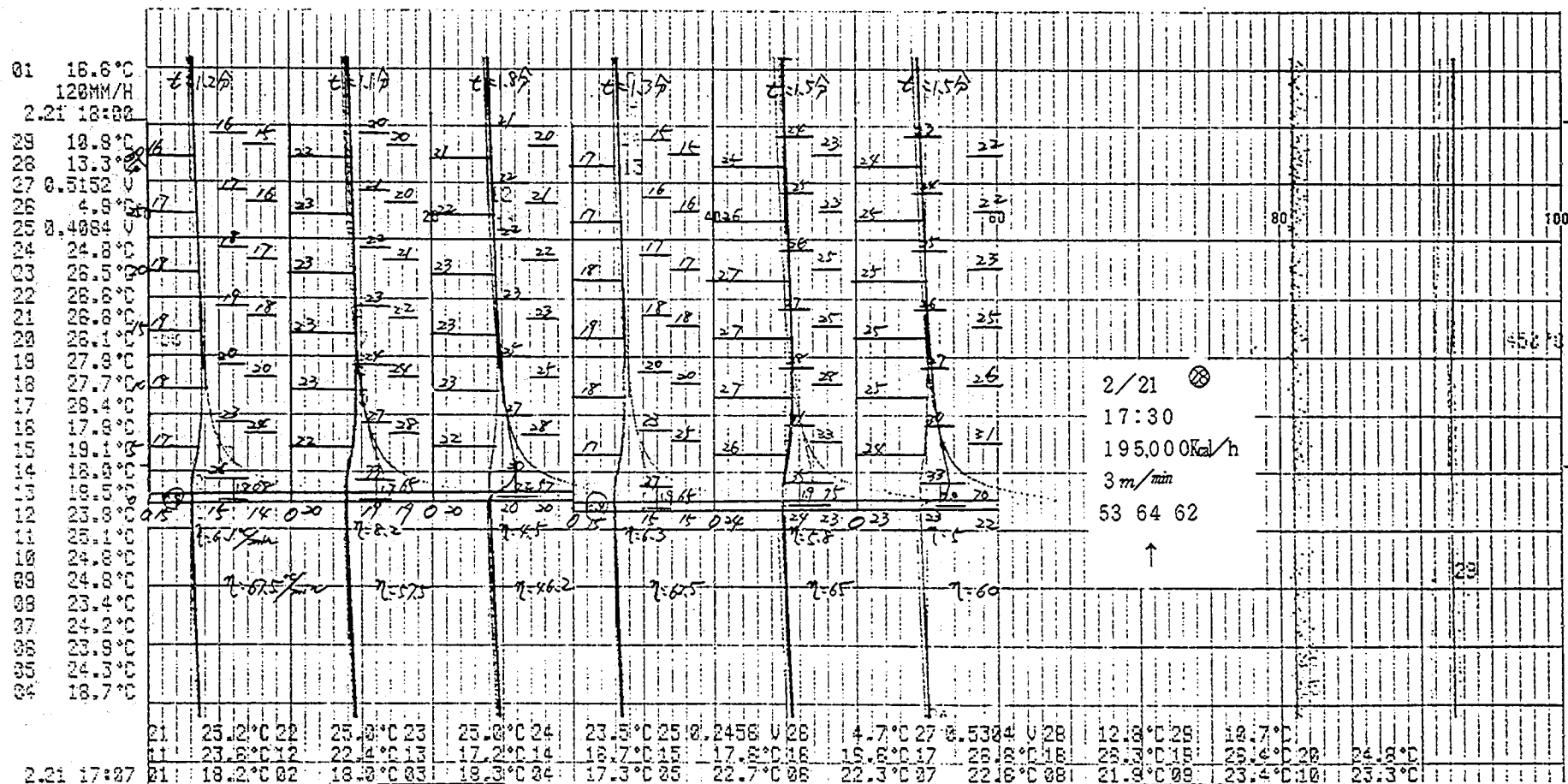
120mm/h
Feb. 21 15:01

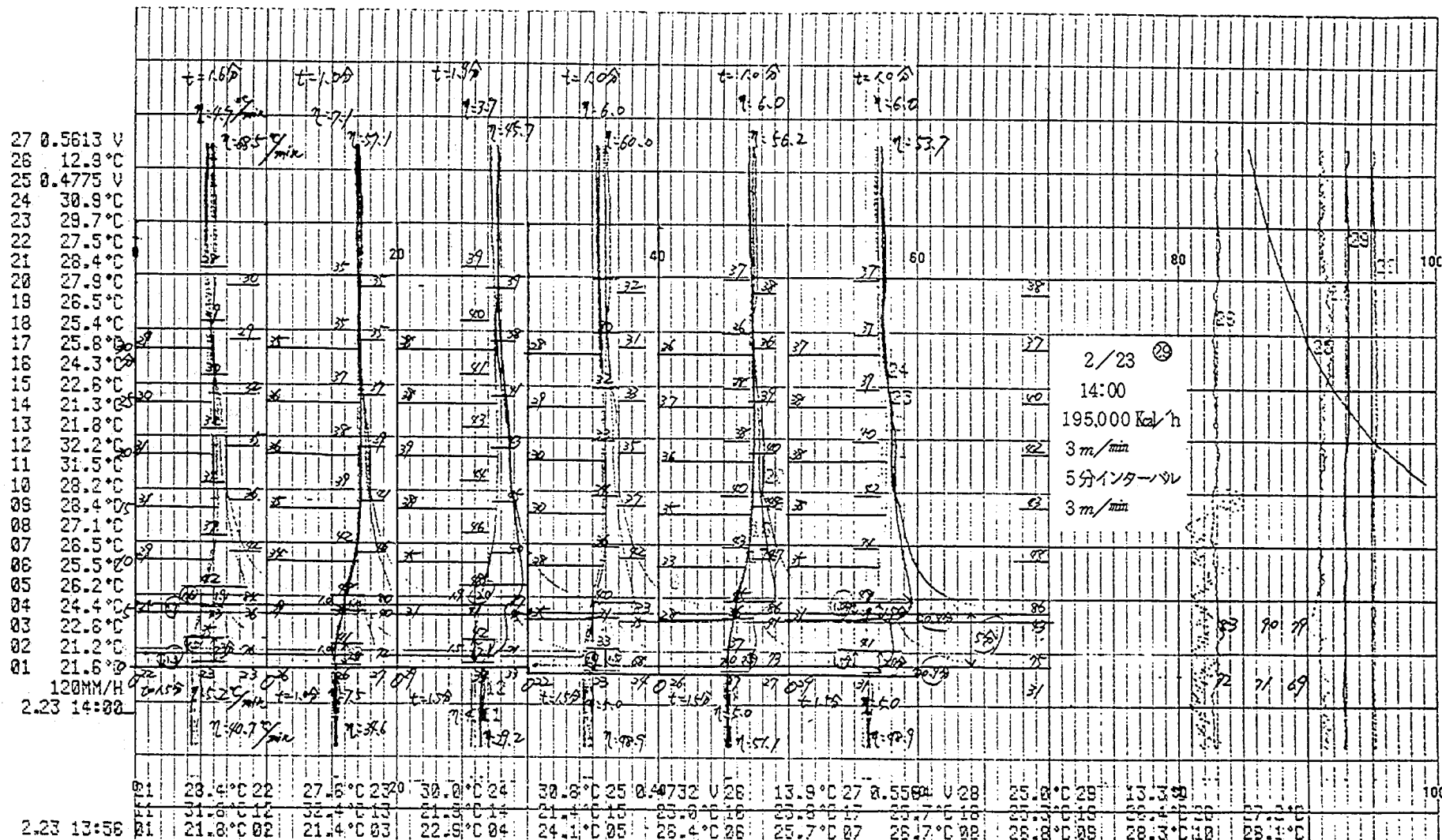


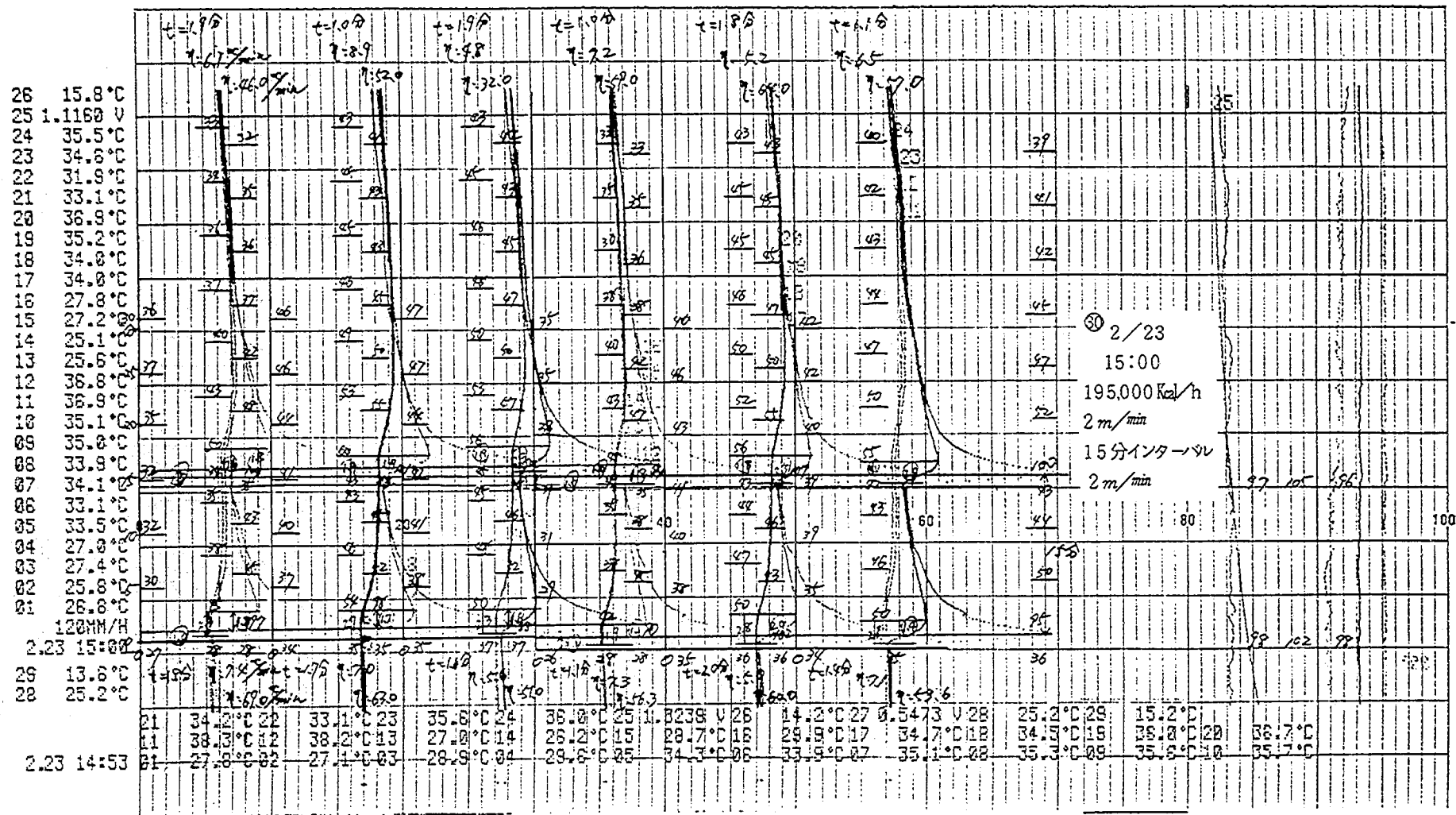
24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11







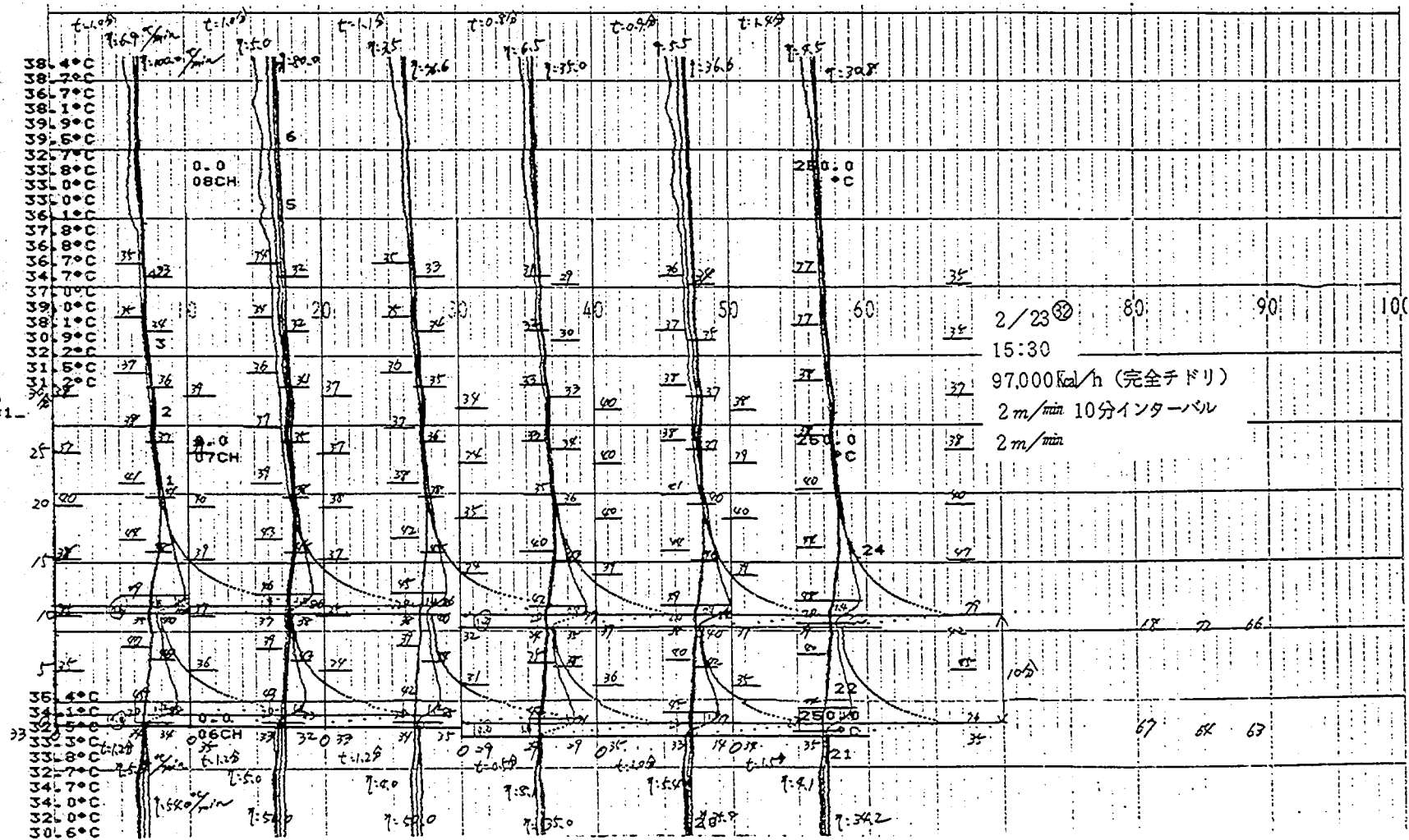


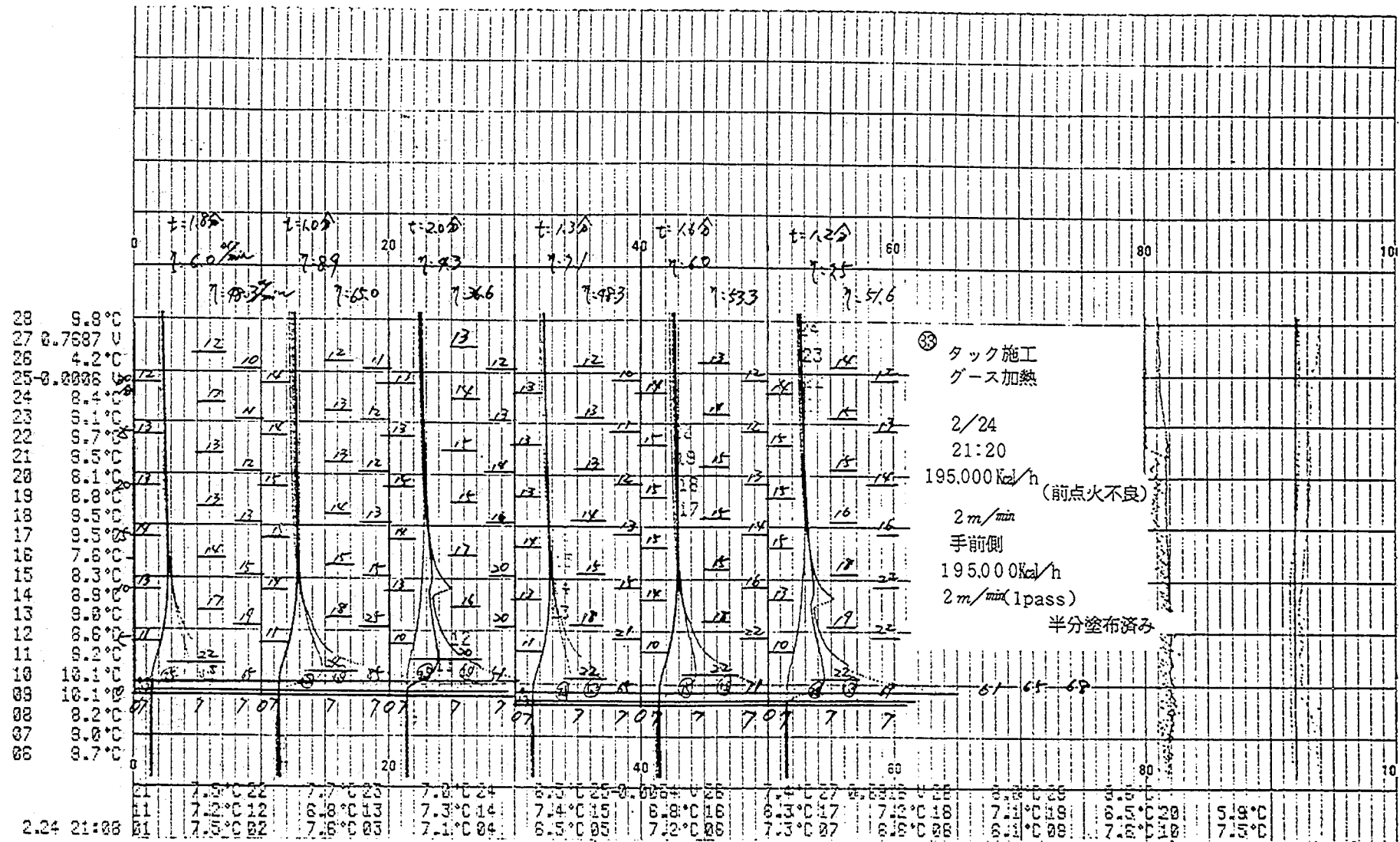


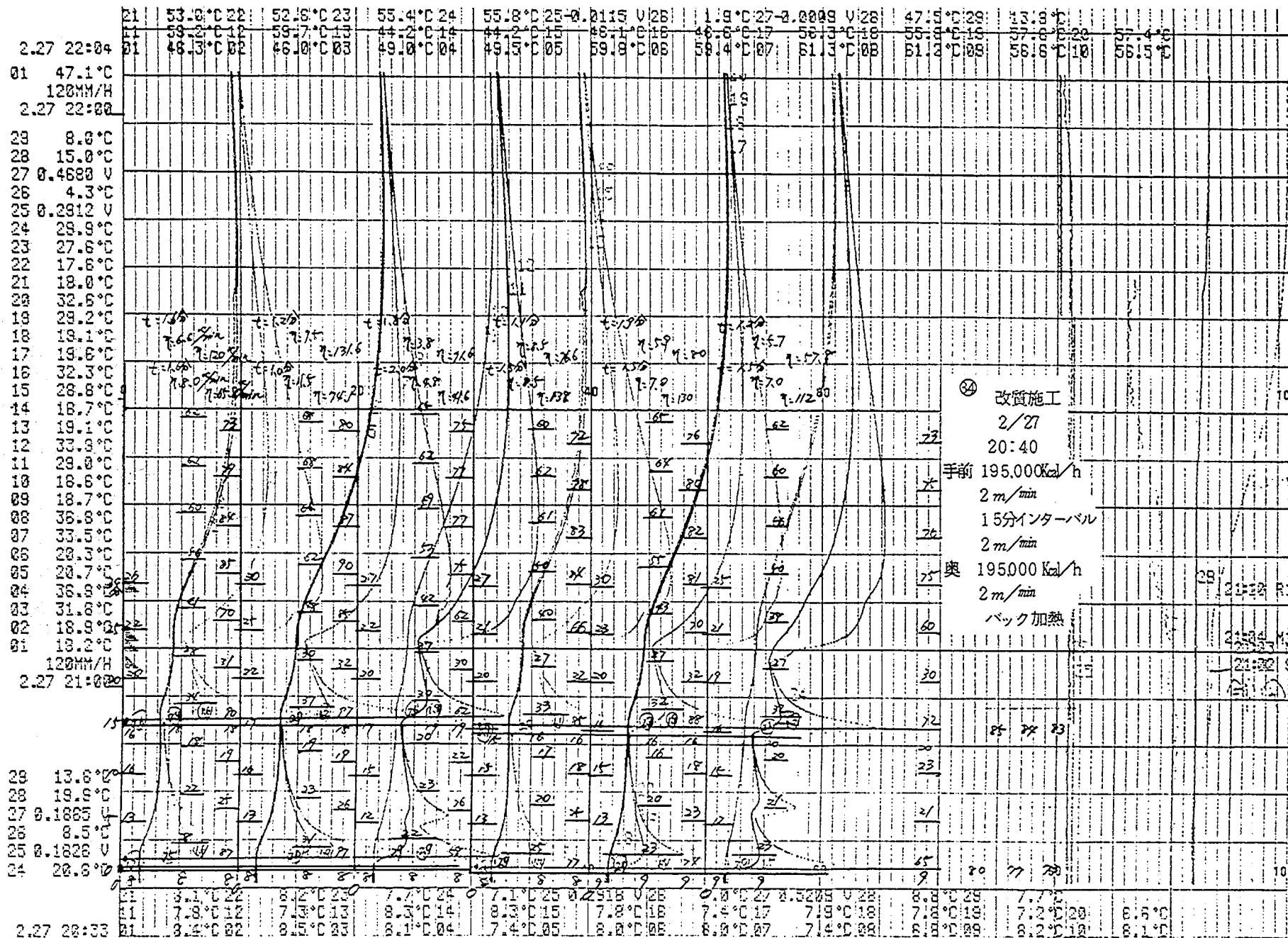
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
09
08
07
06
05
04
03
02
01

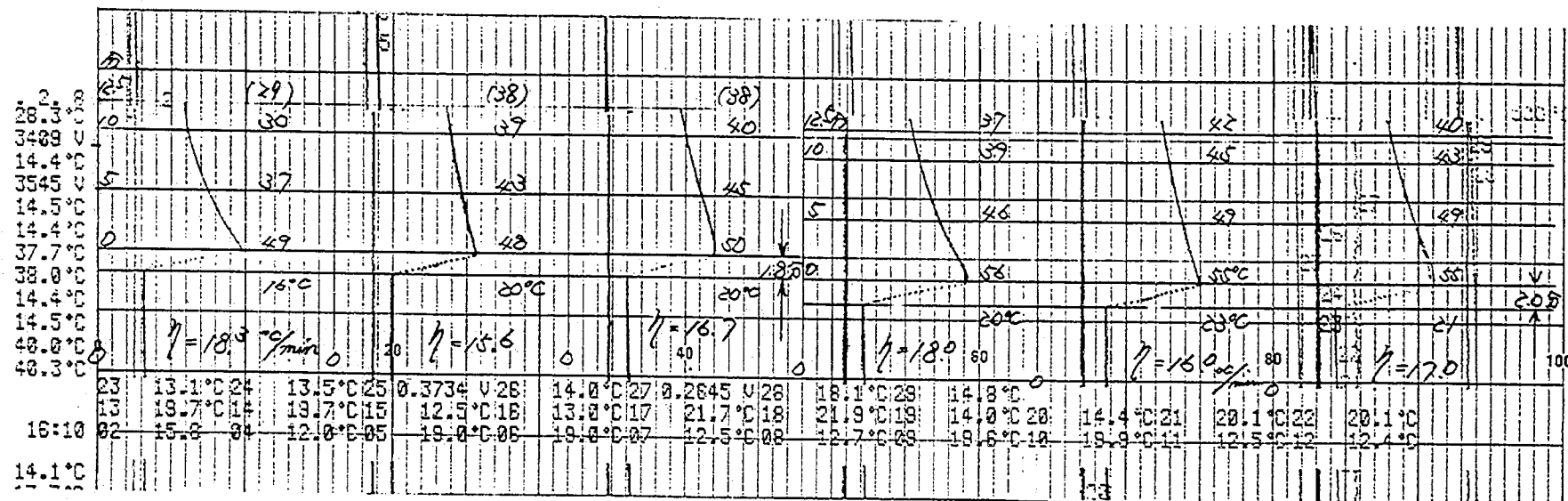
120mm/h
Feb. 23 16:01

24
23
22
21
20
19
18
17
16
15

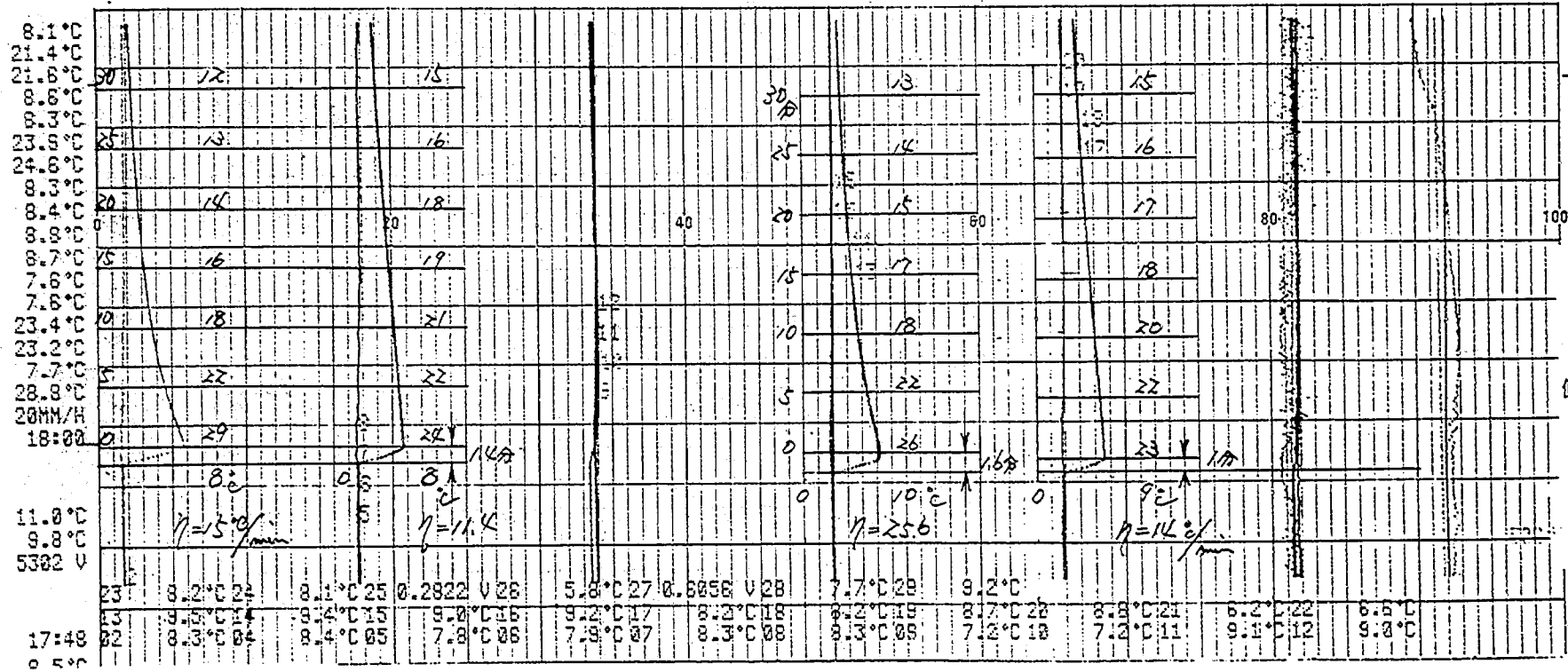




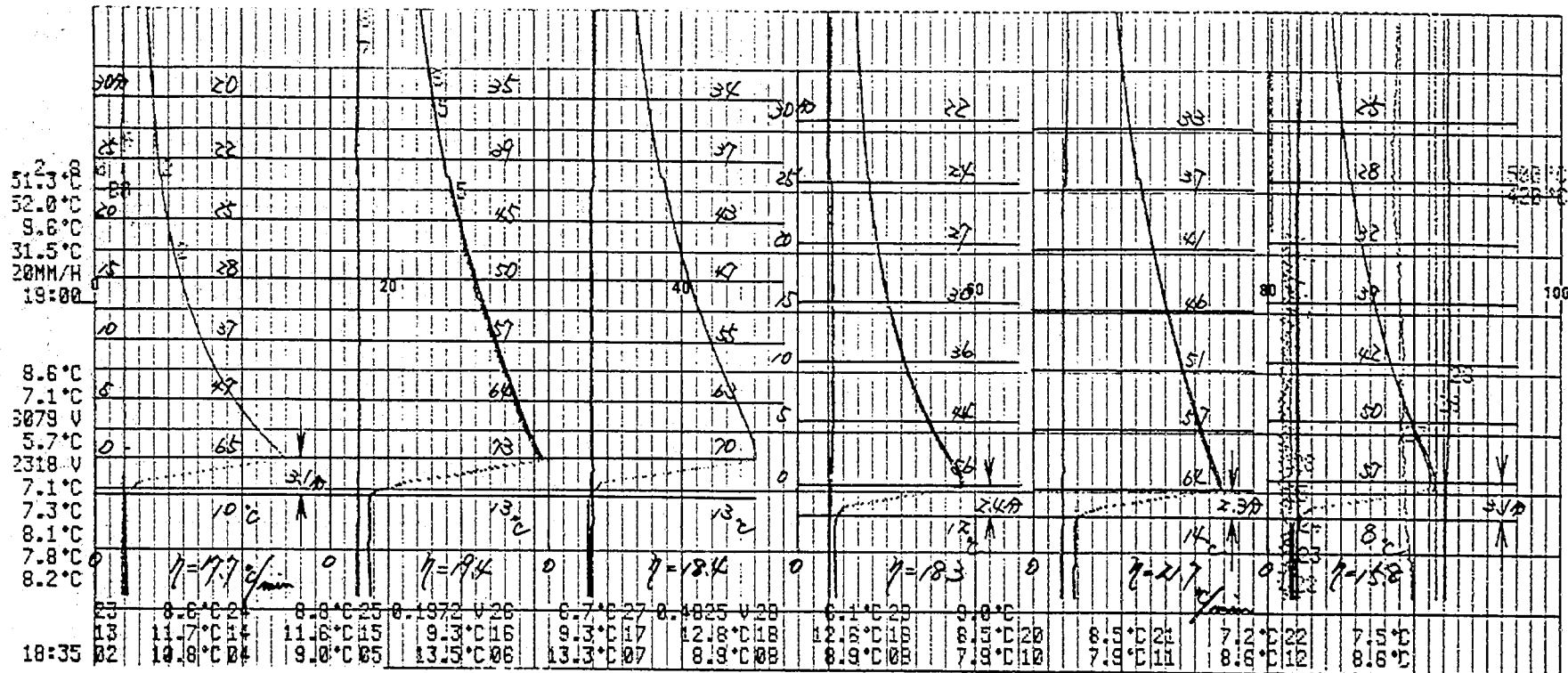




⑤
2/11 16:10
102,000kcal+14,600
=117,000kcal/h
両サイド1本点火
1m/min
気温8℃
風速/(微風)
湿度28%

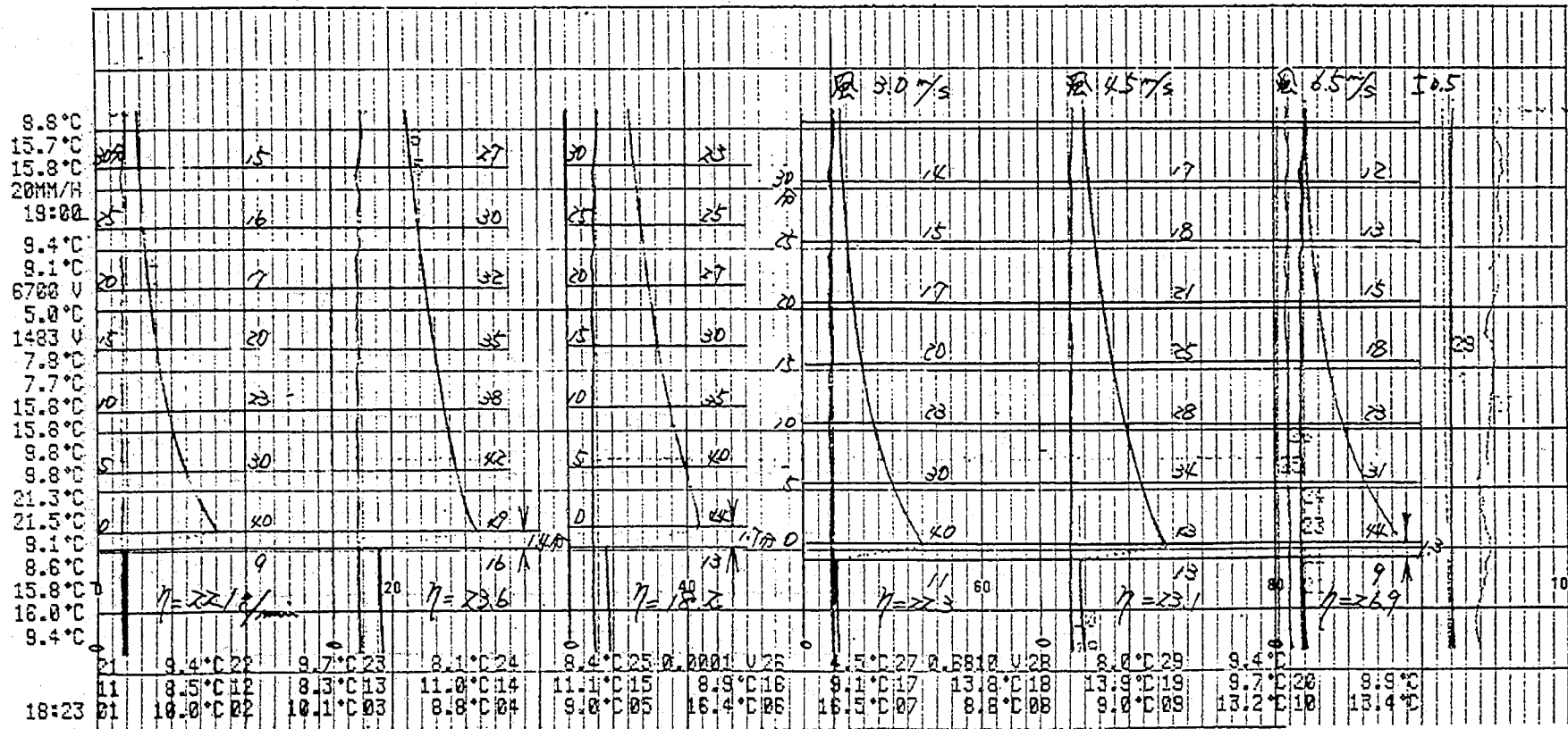


①
 2/11 18:00
 102,000 kcal/h
 1.5 m/min
 側面250%ラップ
 気温 7℃
 風速 0.8 m/s 390cr
 湿度 65%
 手前側 250%ラップ
 させ加熱したもの

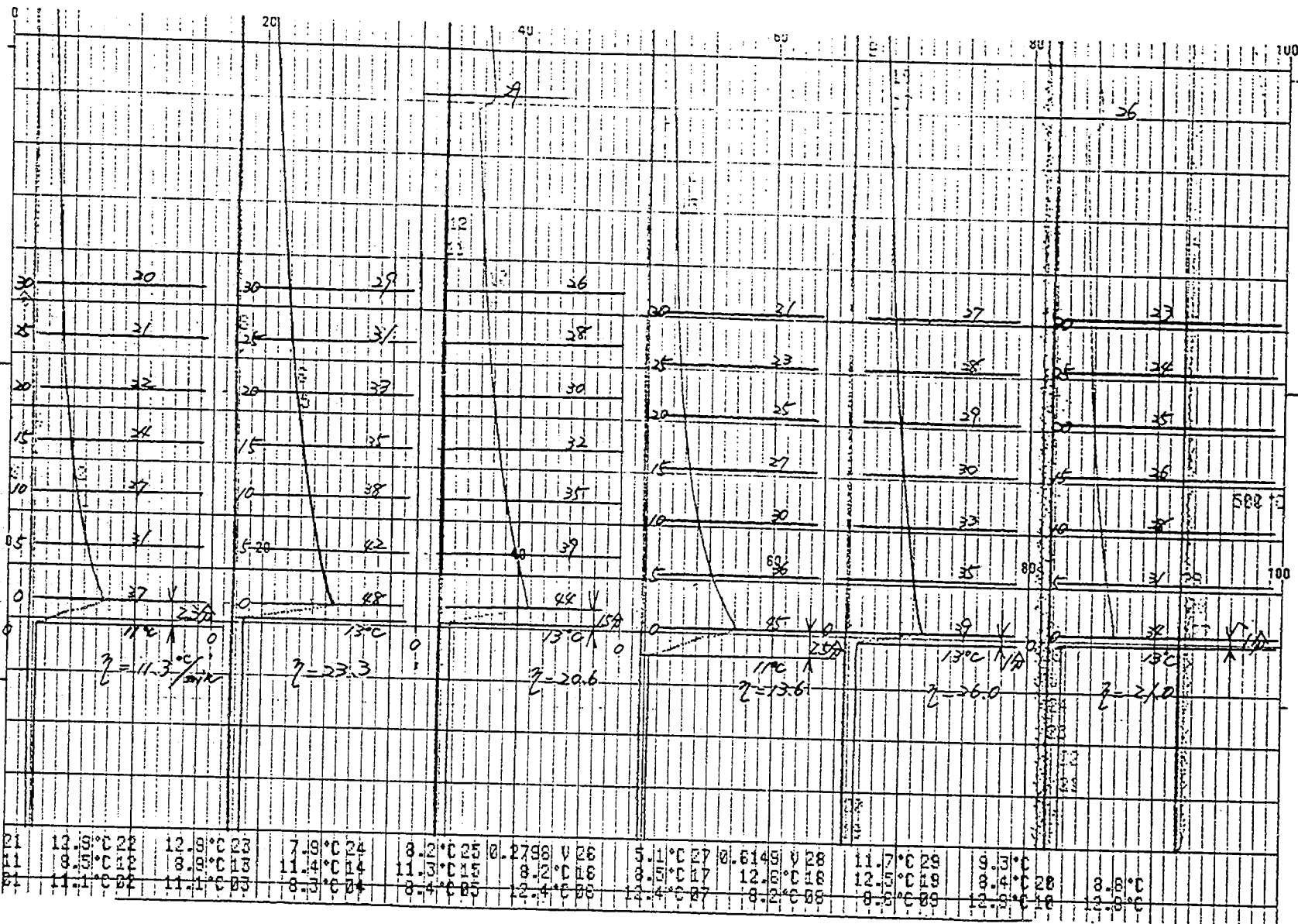


①

2/11 18:35
 195,000 Kcal + 24,000 Kcal
 計 219,000 Kcal/h
 1 m/min
 気温 8°C
 風速 1.1 m/s
 湿度 45%



①
2/12 18:23
195,000 Kcal/h
1.5 m/min
気温 5℃
風速 (1.0 m/s)
湿度 70%
ブロー-にて横風

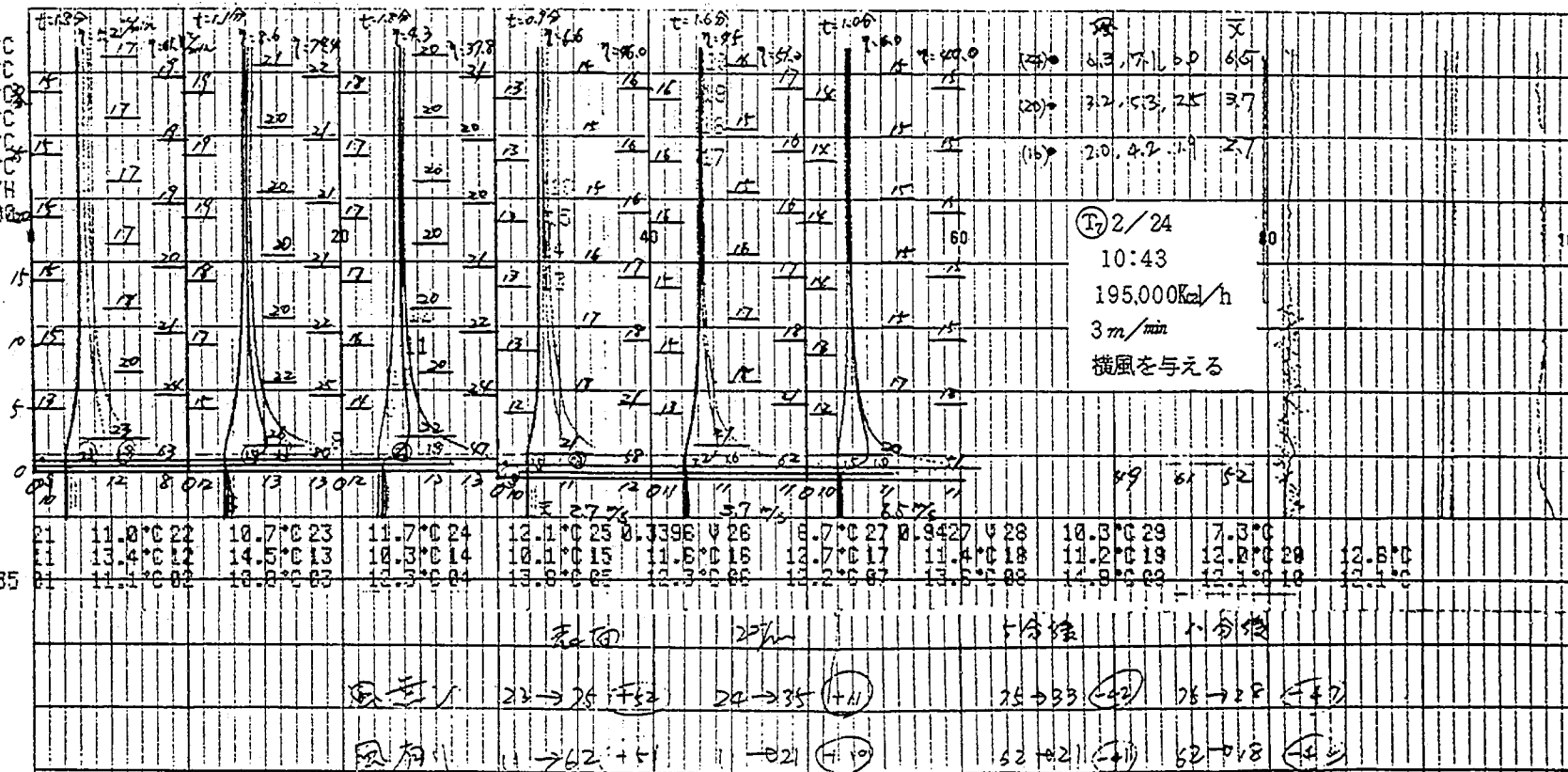


(T₅) ジंक面の加熱乾燥 (2工区) 2/13 11:30
 195,000Kcal/h 1.2 m/min
 気温 5℃
 風速 1.5 m/s
 湿度 65%

[illegible]

06 19.1°C
05 19.2°C
04 19.3°C
03 17.8°C
02 15.7°C
01 16.1°C

120MM/H
2.24 11:00



橋面舗装の寒期施工方法に関する
調査研究報告書

I S S N 0386-5878
土研資料第 2525 号
昭和62年12月()
道路部舗装研究室

要 旨

本州四国連絡橋の児島・坂出ルートに建設される下津井瀬戸大橋、北備瀬戸大橋、南備瀬戸大橋は、工程の関係上、舗装工事を寒期に実施する可能性が高く、従来の施工基準に従った気温条件下での施工が困難であることが予想される。このため本報告書では、橋面舗装の寒期施工において留意すべき事項について検討し、室内実験および屋外の試験施工を通じて、寒期の施工に用いる材料、施工機械、施工方法について調査した。その結果、施工においては鋼床版やグースアスファルト基層の加熱が重要であり、加熱機械としては、路上表層再生工法で使用する路面ヒータが適当であることがわかった。
橋面舗装においては、グースアスファルトの施工時に、床版面に存在する水分によってふくれ（プリスタリング）が発生することが多かったが、路面ヒータによる加熱は、水分除去に有効な方法であることが明らかになった。

キーワード：橋面舗装、本州四国連絡橋、グースアスファルト、プリスタリング、鋼床版

郵便はがき

305-□□

四十円切手
をはって下
さい。

筑城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

舗装研究室 御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第 2525 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印