

プラスチック気ほう体を用いた客電車車体の断熱構造

Plastic Foam Sound Proofing and Heat Insulation Construction of Electric Cars and Coaches

大谷 厳太郎* 安原 亘 男*
Itsutaro Otani Nobuo Yasuhara

内 容 梗 概

最近市場に現われた直接吹き付け、注入などの現場施行が可能な新しい断熱材である硬質ポリウレタンフォームについて、ほかの断熱材と一般的性質、ならびに車両の側構、床に利用したときの断熱、遮音特性、単位面積当たりの重量についてそれぞれ比較したところ、断熱、吸水率、遮音などの性能が比較的すぐれており、さらにこれを用いたときの問題点、施行要領について詳しく調べた結果、鋼板との引張接着強さはさび止め塗装の有無には関係なくフォームが破断する。軽合金板の場合にはその表面を脱脂処理しておけば、鋼板の場合に比べてやや劣るが良好な接着強さを有している。また吸水率はフォームの表皮の有無によって差があり、表皮を傷付けないことが必要である。次に施行時に発生する発泡熱、発泡圧はフォーム厚さが50 mm程度であれば鋼体にはほとんど影響せず、現車に実用してさしつかえなく、新幹線試作電車車体に施行することができた。

1. 緒 言

客電車車体の断熱構造の性能は、使用材料の性質によって大きく左右されその性能向上は断熱材料の発展にまつところが多い。

一般に車両の断熱構造は、

- (1) 断熱材が吸水によって性能が低下し、鋼体を腐食させる原因とならないこと。
- (2) 軽量構造であること。
- (3) 耐熱、耐燃性であること。
- (4) 遮音性がよいこと。
- (5) 施行時の作業性がよく、経済的であること。

などについて十分な考慮が払われなくてはならない。

最近市場に現われた、直接吹き付け、注入などの現場施行が可能な新しい断熱材である硬質ポリウレタンフォームは断熱、吸水率、遮音などの性能が比較的すぐれており、これを用いるに当たってほかの断熱材と一般的特性の比較ならびに問題点、施工法などについて検討したので以下に取りまとめて報告する。

2. 各種断熱材の一般的特性とその問題点

現在一般に車両に用いられている代表的な断熱材の一般的特性を第1表に示す。以下これについて比較検討してみることにする。

2.1 断 熱 性

プラスチック気ほう体（スチロフォーム、モルトブレン、硬質ポリウレタンフォーム）、グラスウールは優秀な断熱性能を示しており、比重も小さいので車両用断熱材に適しているといえる。

2.2 吸 水 性

プラスチック気ほう体の中でフォームの構成が単独気ほう体からなっている硬質ポリウレタンフォームは吸水率が比較的小さいので、吸水による断熱性能の低下が少なくまた直接吹き付け、注入などが可能なので施工面にすき間が存在せず浸水、結露の恐れが少なく鋼体腐食の心配がない。

2.3 耐 燃 性

断熱材は組成上から不燃性材料と燃性材料に大別され、プラスチック気ほう体は燃性材料であるが、車両に应用する場合、一般に難燃処理を施すので問題はない。

第1表 断熱材料の一般的性質

種 類	かさ比重	引張強さ (kg/cm ²)	破断時の 伸び(%)	熱伝導率 (kcal/ mh℃)	吸 水 率 % (容 積 比)	難燃性
第4種フェルト	0.16	—	—	0.038 (30℃)	吸 水 過 大	燃 性
アルフレックス	0.017	—	—	0.078 (30℃)	—	自 己 消 火 性
スプレーアスベスト	0.258	—	—	0.049 (30℃)	吸 水 過 大	不 燃 性
グラスウール	0.02	—	—	0.033 (30℃)	吸 水 過 大	不 燃 性
スチロフォーム	0.027	—	—	0.0375 (24℃)	1.4% (1日目)	自 己 消 火 性
モルトブレン	0.038	1.6	250	0.033 (24℃)	41%	自 己 消 火 性
硬質ポリウレタンフォーム(注入)	0.043	2.6~2.7	2.7~3.4	0.02 (24℃)	表 皮 な し 5~6%(10日目)	自 己 消 火 性
硬質ポリウレタンフォーム(吹き付け)	0.047	1.1~1.8	1.4~2.1	0.02 (24℃)	表皮から~ 4~5%(7日目) 表皮なし~ 8%(7日目)	自 己 消 火 性

第2表 断熱材の重量および価格の比較

種 類	厚 さ cm (熱伝導率一定)	重 量 (kg/m ²)	価 格	備 考
第 4 種 フ ェ ル ト	1.9	3.04	47	
ア ル フ レ ッ ク ス	3.9	0.66	35	
ス プ レー ア ス ベ ス ト	2.45	6.32	60	
ス チ ロ フ ォ ー ム	1.88	0.51	28	
グ ラ ス ウ ー ル	1.65	0.33	30	
モ ル ト ブ レ ー ン	1.65	0.63	45	
硬質ポリウレタンフォーム	1	0.47	100	吹付効率70%

注： 価格は硬質ポリウレタンフォームを1として百分率で示した。

2.4 作 業 性

断熱材を施行方法から分類すると今のところ次の二つに大別できる。

(1) 相手の形状に合わせて断熱材を切断し接着剤にてはりつける。

(2) 現車にて直接吹き付けまたは注入によって生成加工する。断熱材の接着部からの水分の浸透防止ならびに切断、接着剤の塗布などの作業が不要な点から、プラスチック気ほう体を現車にて直接発泡生成させる方法は浸水結露による鋼体の腐食防止になり今後発展する有望な施行法である。

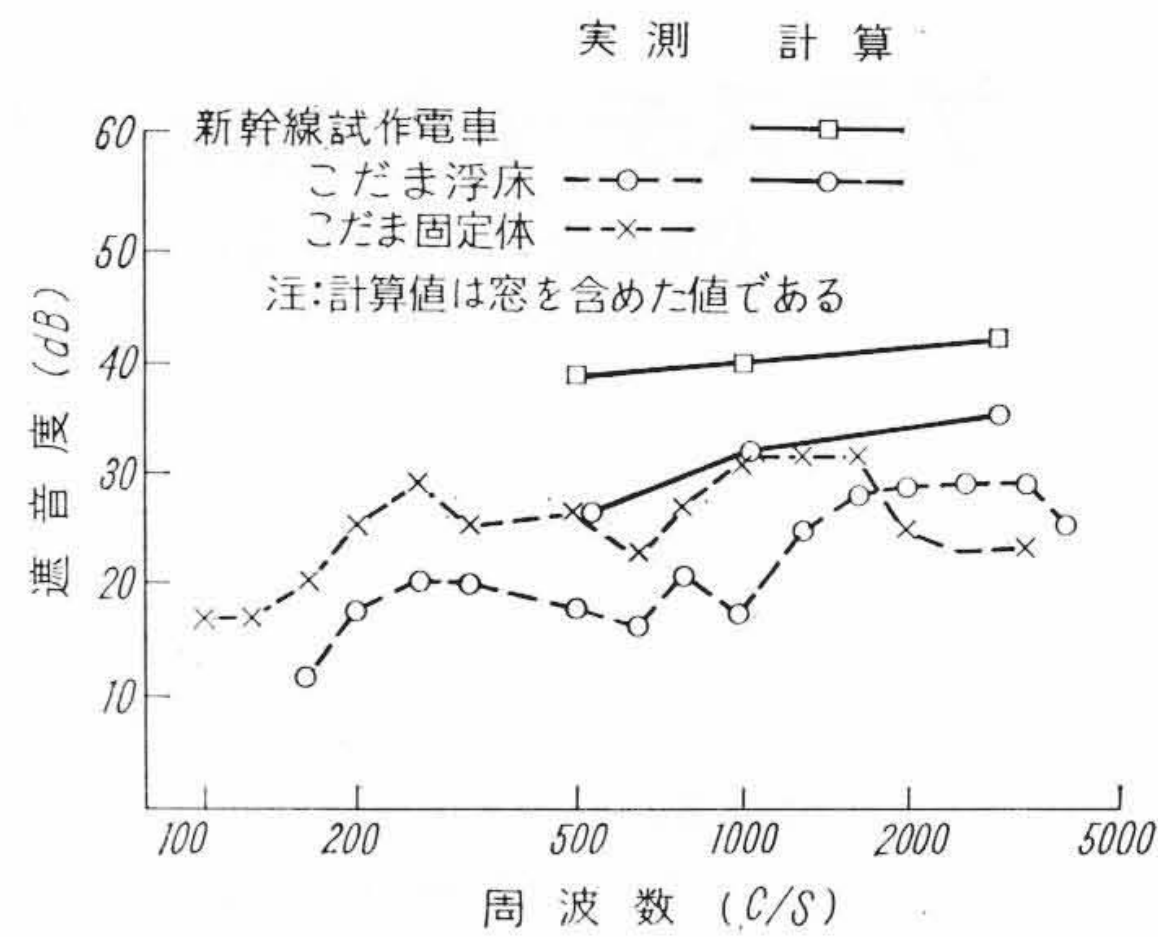
2.5 経 済 性

断熱性能が同一となる厚さで単位面積当たりの価格、重量を比較

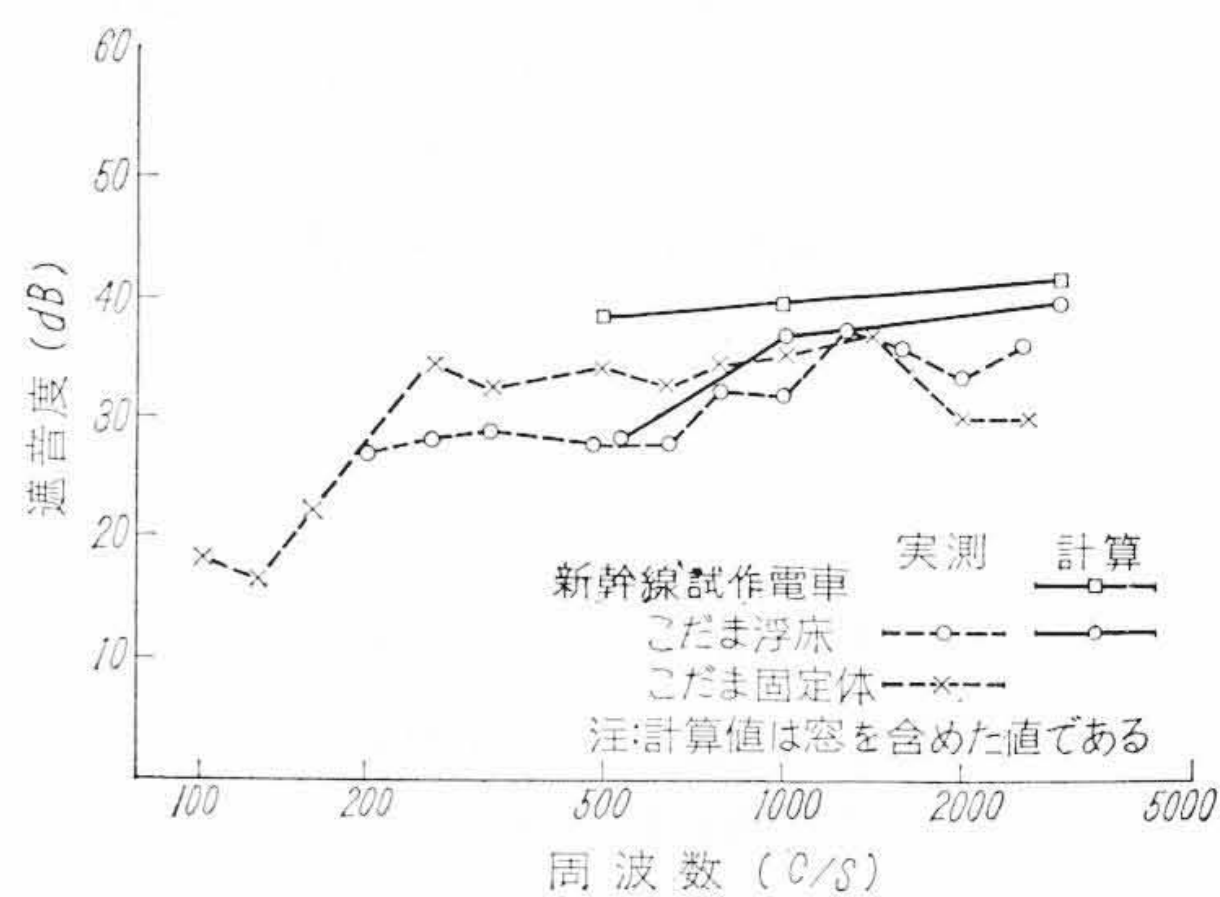
* 日立製作所笠戸工場

第3表 断熱構造の性能、重量

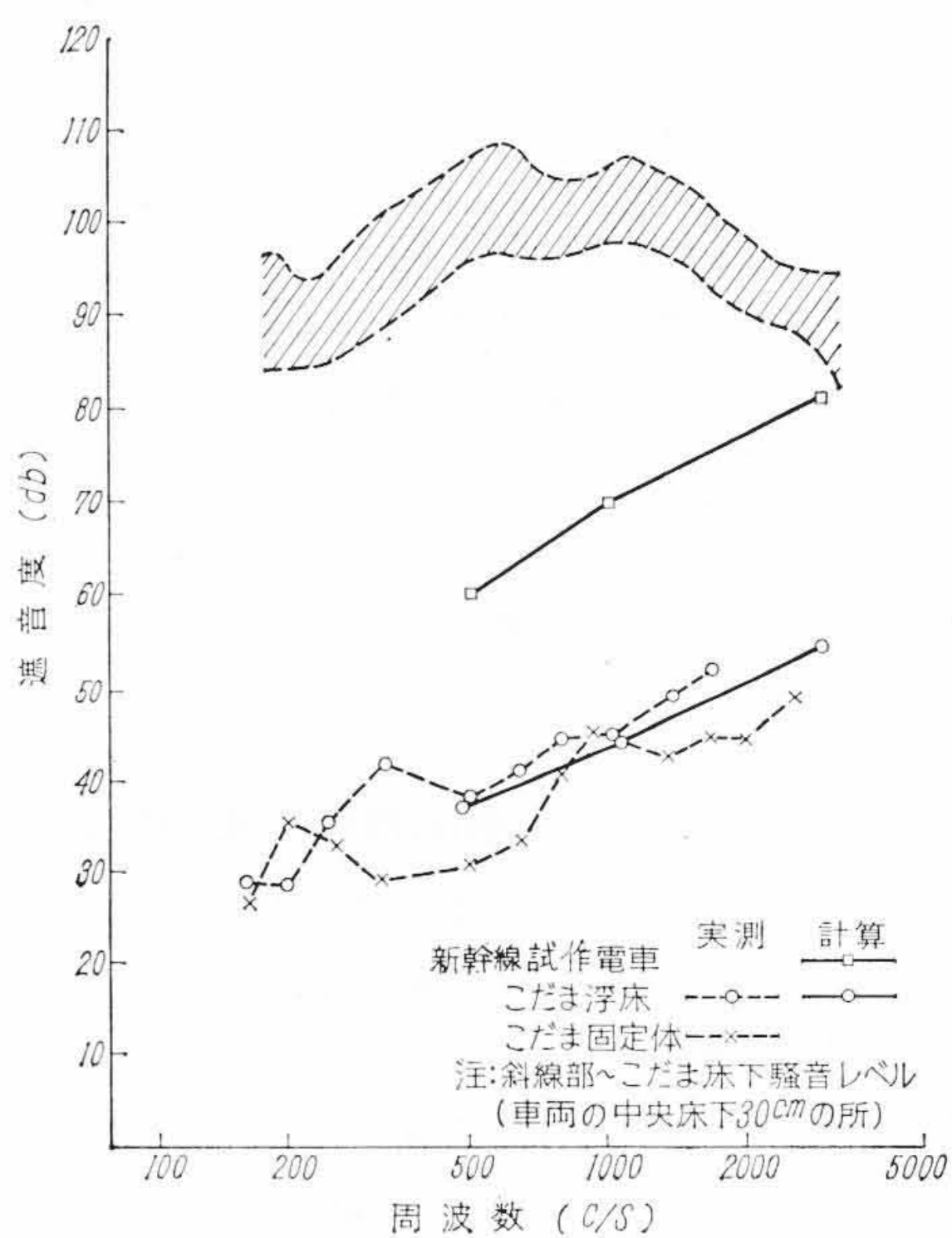
車 種	構 造	熱伝導率 (Kcal/m ² h°C)	重 量 (kg/m ²)
オシ 17	1.6t 外板 4 種フェルト 空 間 1.6t アルミプラスチック化粧板	1.3~1.5 (実測)	18.5
	(内) 5t ガラス 空 間 (外) 5t ガラス	2.3	25.6
	リノリウム 木 ビッチ入オガクズ ベニヤ	1.0~1.7 (実測)	47.6
あさかぜ	1.6t 外板 スプレーアスベスト 空 間 モルトアレン モダンボード	1.04 (実測)	20
	(外) 5t 熱線吸収ガラス 空 間 (密封) (内) 5t ガラス	2.8	28.5
	リノリウム 耐水ベニヤ スチロフォーム 1.2t キーストン板 1t アンダーシール	1.7 (実測)	32
こ だ ま	1.6t 外板 スプレーアスベスト グラスウール 1.6t アルミプラスチック化粧板	1.04 (実測)	27.1
	(外) 5t 熱線吸収ガラス 空 間 (密封) (内) 5t ガラス	2.8	28.5
	ビニールシート コルク板 耐水ベニヤ グラスウール 1.2t キーストン板 1t アンダーシール	1.7 (実測)	38.8
新 幹 線 試作電車	1.2t 外板 硬質ポリウレタンフォーム グラスウール 1.6t アルミヒッターライト	0.49	17
	(外) 熱線吸収強化ガラス 空 間 (密封) (内) ガラス	2.8	31.4
	上張り 耐水ベニヤ グラスウール 1t キーストン板 硬質ポリウレタンフォーム 0.3t Al 合金板	0.5	38
TEE (ドイツ)	2t 外板 (Al 合金板) 吹 付 鉱物繊維マット ベニヤ板 コルク裏張り	0.785	14.7
	(外) ガラス 空 間 密封 (内) ガラス	2.41	27.3
	ジュタン リノリウム 鉱物繊維マット 1.5t キーストン板 (Al 合金板)	0.428	29.3



第1図 側構上部の遮音度の比較



第2図 側構下部の遮音度の比較



第3図 床構造の遮音度の比較

した結果を第2表に示す。硬質ポリウレタンフォームは価格的には今のところほかの断熱材より比較的高価である。

3. 客電車車体の断熱構造の比較

冷暖房装置を設備した代表的な車両の断熱構造をとりあげ、その性能、重量について検討した結果を第3表に示す。なお表の中で「あさかぜ」、「こだま」の側構、床の熱伝導率⁽¹⁾は実測値を示す。

3.1 断熱性能(熱伝導率)の比較

断熱性能の程度を示す尺度として熱伝導率をもって比較した結果硬質ポリウレタンフォームとグラスウールを組み合わせた新幹線試作電車車体の断熱構造が、優秀な性能を有している。

3.2 重量の比較

車体構造を含む単位面積当たりの重量をもって比較した結果を示

したものであるが、その重量は車体の構造ならびに使用する材質によって大きく左右されている。

3.3 遮音特性の比較

車両の防音構造で一番進んでおり、実測資料も公表されている「こだま」と新幹線試作電車を比較した。これらの床は弾性的性質の異なる材料を交互に重ねた多層壁構造で、材料間の音波の反射をよくし、さらに多孔質材料を用いてその材料内での音波の減衰が有効に行なわれるように計画されている。したがって壁と壁とは互にある媒質を介して一定の間隔を保ち、互いに音波を短絡するつなぎ材がないものとして解析した(1)式⁽³⁾から得た計算値に多孔質材料の遮音度を加えた値を、「こだま」の実測値⁽²⁾と比較した結果を第1~3

図に示す。

$$T \cdot L = 10 \log_{10} \frac{1}{\tau} \dots \dots \dots (1)$$

ここに $T \cdot L$: 遮 音 度

$$\tau = \left(\frac{Pt}{Pi} \right)^2$$

$$= \left(\frac{1}{1 + \frac{1}{2} (Zw_1u_1 + Zw_2u_2e^{ik_1d_1} + Zw_3u_3e^{ik_2d_2} + Zw_4u_4e^{ik_3d_3})} \right)^2$$

Pi : 垂直入射音圧 dyne/cm²

Pt : 透 過 音 圧 dyne/cm²

Zw : 壁の機械インピーダンス

u : 壁を透過する粒子速度または壁の振動速度

$e^{ikd} = \cos kd + i \sin kd$, $k = w/c$, $w = 2\pi n$

c : 媒質中の音速 cm/s

n : 周 波 数 c/s

d : 壁 の 間 隔 cm

床については大体一致しており、側構では計算値の方が若干高くなっているが、これは実際の構造では壁間に音波を短絡するつなぎ材があるためである。硬質ポリウレタンフォームを 50 mm 施行した新幹線電車車体についても同様な計算を行なった結果を、「こだま」と比較した場合、床、側構ともに、遮音性能が向上しているものと推定できる。

4. 硬質ポリウレタンフォームの検討

以上により硬質ポリウレタンフォームを使用した車体の断熱構造は、価格の点を除いてすぐれた特性を有することがわかったが、さらに実際にこれを現車に应用した場合の問題点とその特性に及ぼす影響について検討した。

4.1 引張接着強さ

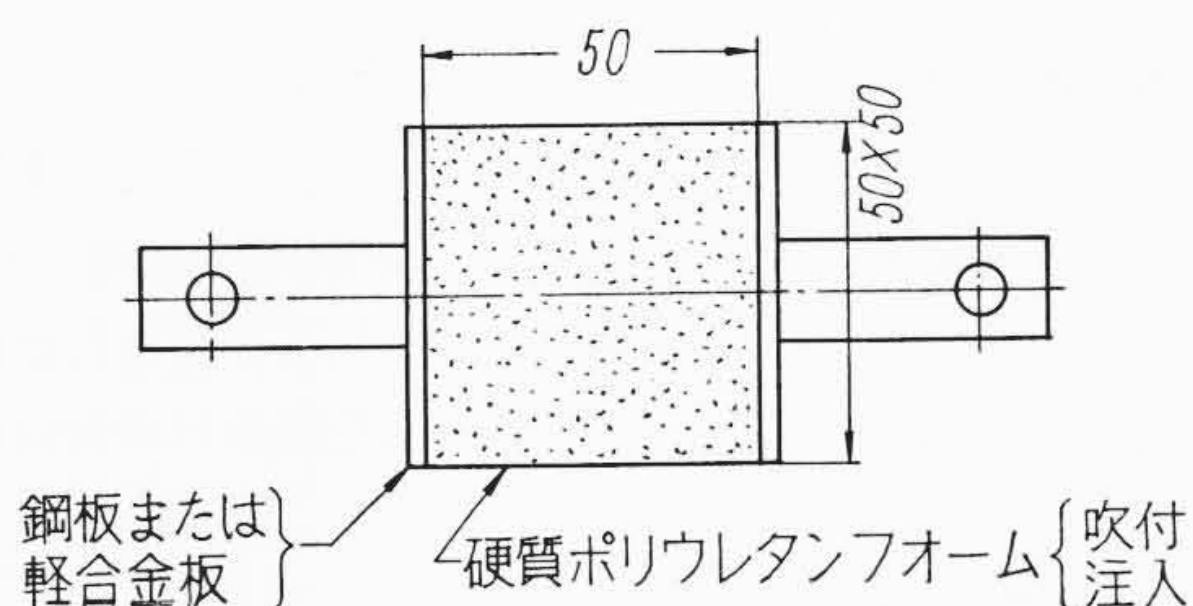
第4図に示すような試験片を作り、引張試験を行なって破断時の応力を求めた。試験結果を第4表に示す。この試験から

- (1) 鋼板との接着強さは、鋼板が無塗装、さび止め塗装のどちらでもほとんど変わらず、破断面はすべてフォームの部分であり特にさび止め塗装面に弱点があるという現象はなかった。
- (2) 軽合金板との接着強さは、鋼板の場合に比べてやや劣るが軽合金板面を脱脂処理した方が、無処理の場合より約2倍の強さを持っている。

さらに外的条件により鋼体が過熱された場合の引張接着強さがどのように変化するかを確認するため、恒温炉に入れて加熱した結果、80℃ 7時間で接着強さが約20%低下し、さらに長時間加熱が続くと接着強さの低下が進行するとともに、フォームによっては熱膨張によるき裂の発生が見受けられるものもあるので、実用的にはこの辺を使用の限界としておいた方が安全である。

4.2 熱 伝 導 率

硬質ポリウレタンフォームにはフロン発泡したもの、水発泡したものがあり、フロン発泡したものは気ほう中にフロン



第4図 引張接着強さ試験片

オン11が、水発泡したものは炭酸ガスが含まれる。しかるにこの二つの気体の熱伝導率は

フロン11の熱伝導率 0.0072 kcal/mh℃

炭酸ガスの熱伝導率 0.0126 kcal/mh℃

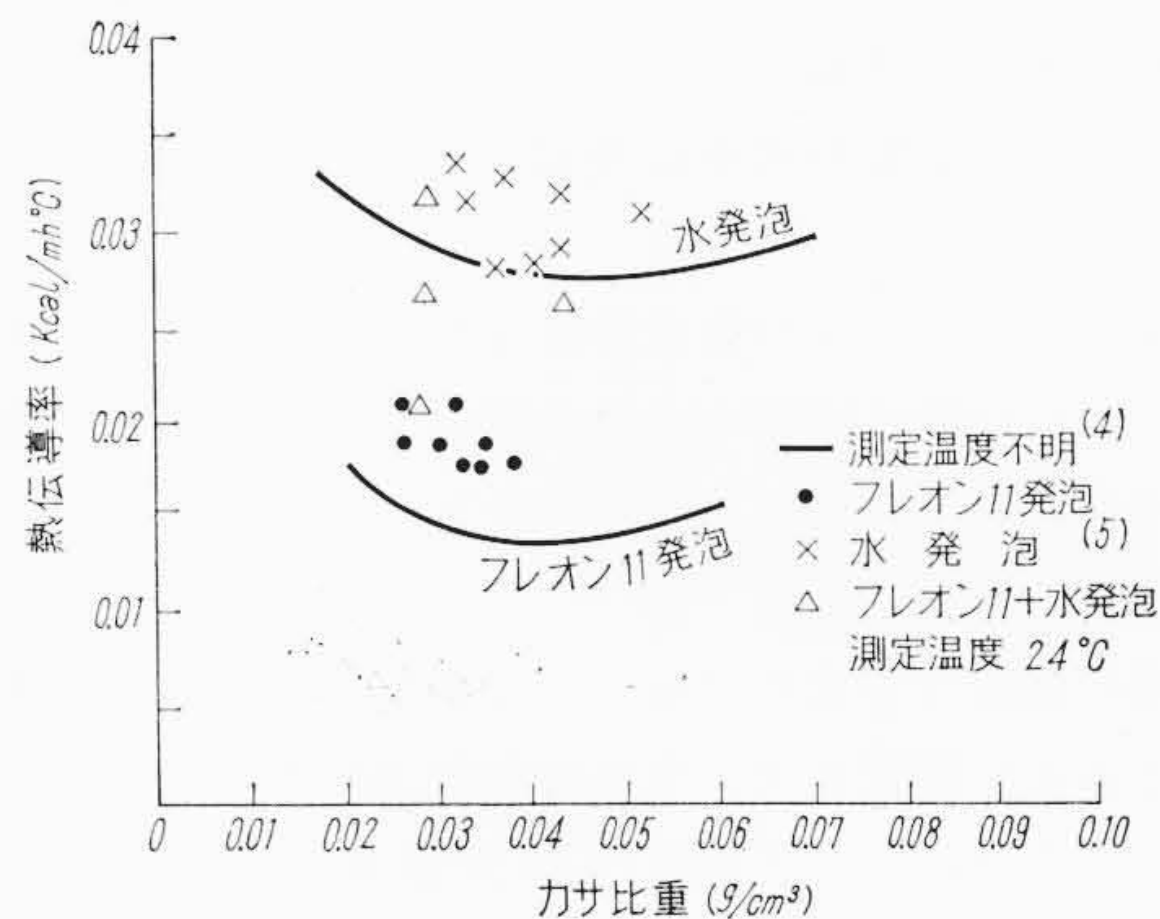
したがってフロン発泡の方が熱伝導率が小さくなる。第5図はカサ比重と熱伝導率の関係⁽⁴⁾⁽⁵⁾を示したものであるが、以上のことをよく表わしている。また熱伝導率が最低になるカサ比重は0.04前後である。

次に周囲の環境によっては気ほう内に密閉されたフロン11の一部は空气中に逃げ、熱伝導率が大きくなることが考えられるが、第6図⁽⁵⁾に見られるように外気温度が60℃の場合、最初の値の約

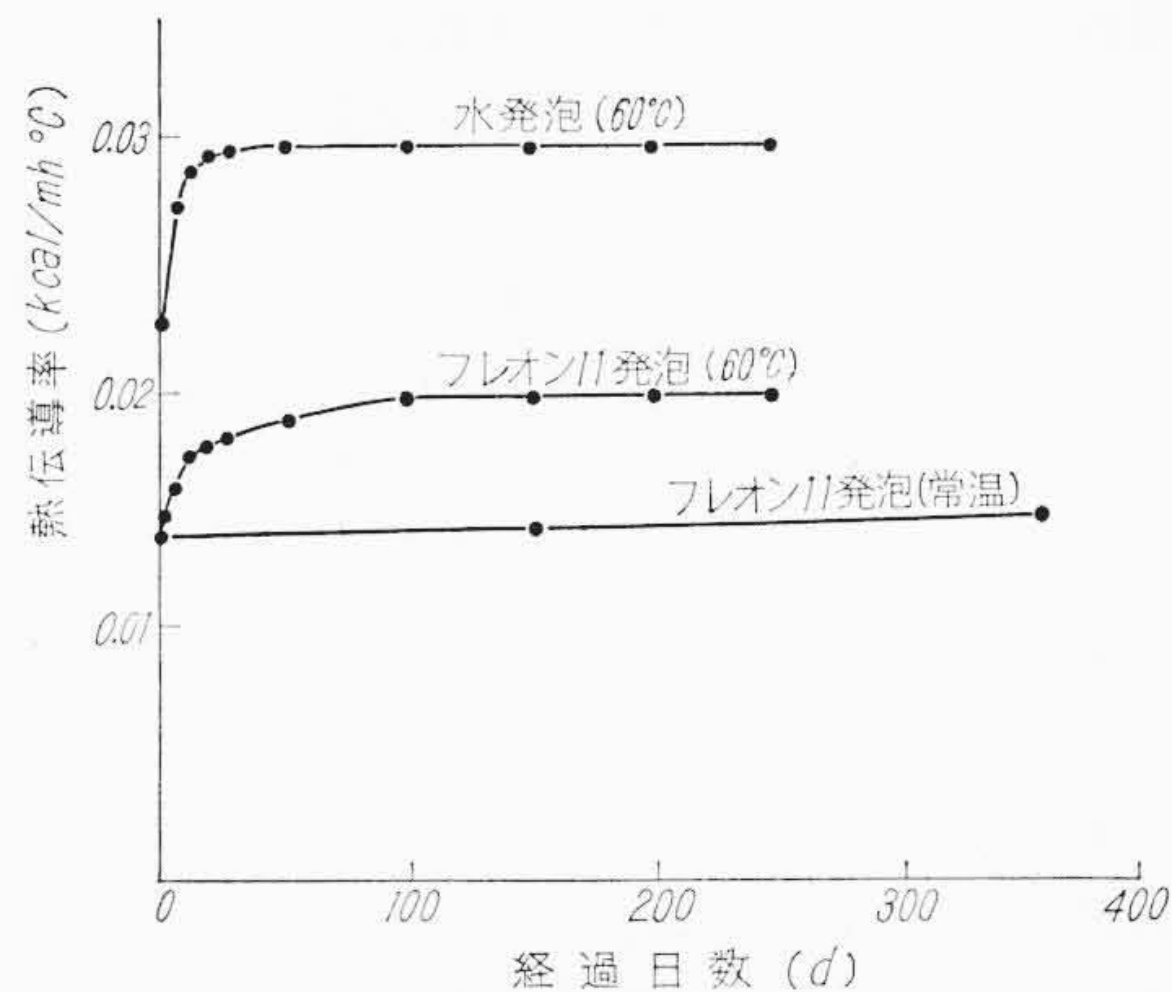
第4表 硬質ポリウレタンフォームの引張接着強さ

試 片 種 別		吹き付けフォーム			注 入 フォーム		
材質	表面処理	破断応力 (kg/ cm ²)	カサ比重	破断状態	破断応力 (kg/ cm ²)	カサ比重	破断状態
鋼	無 塗 装 (サンドペー パー仕上)	0.77	0.046	フォーム破断	1.32	0.049	フォーム破断
		1.05	0.05	フォーム破断	0.81	0.049	フォーム破断
	カシュープライ イマー (2 回 塗)	1.34	0.046	フォーム破断	1.19	0.052	フォーム破断
		—	—	—	1.34	0.049	フォーム破断
	鉛丹ペイント (1 回 塗)	1.6	0.05	フォーム破断	2.64	0.051	フォーム破断
		1.3	0.049	フォーム破断	2.2	0.051	フォーム破断
	鉛丹ペイント (2 回 塗)	1.4	0.052	フォーム破断	2.56	0.05	フォーム破断
		1.6	0.051	フォーム破断	2.34	0.049	フォーム破断
	シアナミッド (1 回 塗)	1.6	0.050	フォーム破断	2.64	0.051	フォーム破断
		1.3	0.049	フォーム破断	2.2	0.051	フォーム破断
シアナミッド (2 回 塗)	1.4	0.051	フォーム破断	2.56	0.05	フォーム破断	
	1.6	0.051	フォーム破断	2.34	0.049	フォーム破断	
軽合金板	無 処 理	—	—	—	0.68	0.048	接 着 面
		—	—	—	0.56	0.049	接 着 面
	トリクレン 脱 脂	—	—	—	1.25	0.048	接 着 面
		—	—	—	1.31	0.049	接 着 面

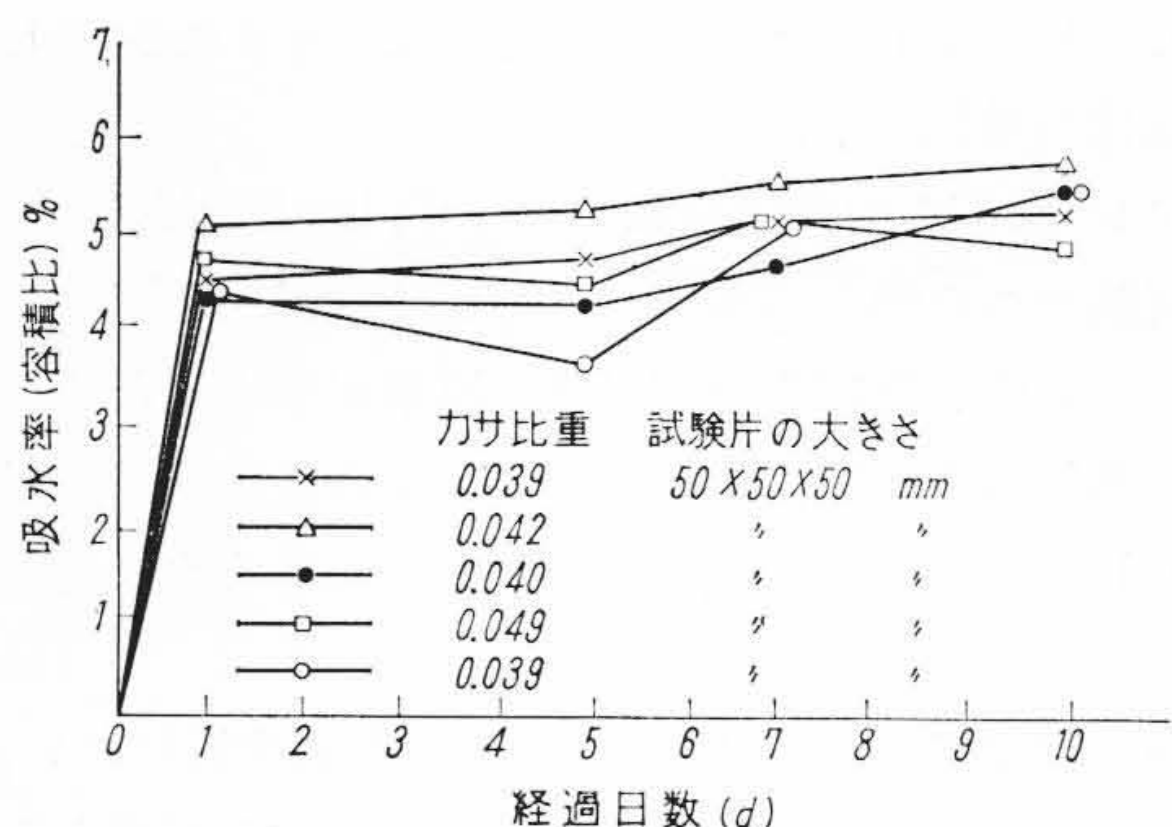
注: 試験状態, 温度: 27℃, 湿度: RH 90%。



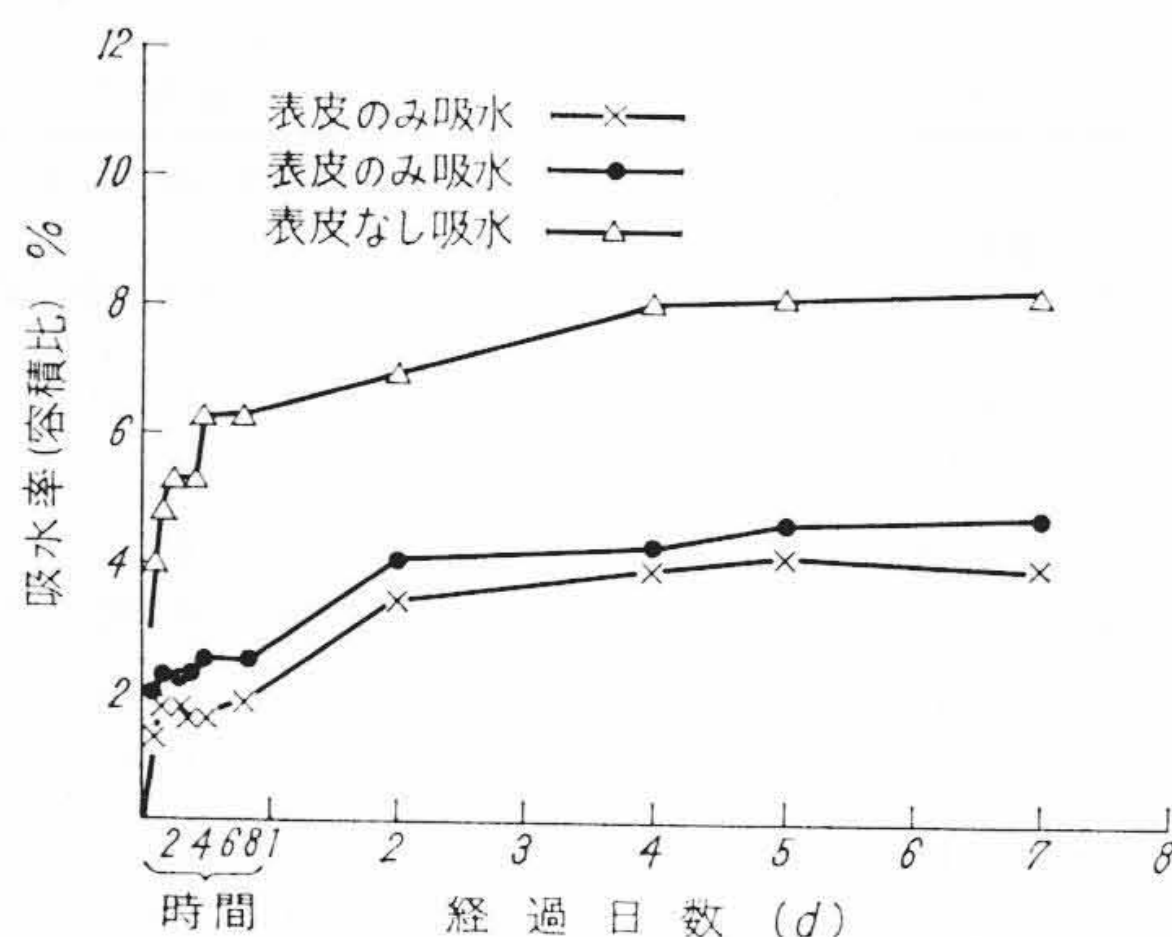
第5図 硬質ポリウレタンフォームのカサ比重と熱伝導率



第6図 硬質ポリウレタンフォームの熱伝導率と経過日数



第7図 硬質ポリウレタンフォームの吸水率(注入)



第8図 硬質ポリウレタンフォームの吸水率(吹き付け)

1.5 倍になりその後は一定になるようである。

4.3 吸水率

一定容積の試験片を常温の水中に浸漬して経過日数とともにてんびんで増加重量を実測し容積比でもって吸水率を表わしたのが第7図である。これは注入用のフォームの表皮を取り除いた状態で測定を行なったものであるが、最初の1日の間に急激に増しあとは徐々に吸水しているようである。第8図は吹き付けを行なったフォームの表皮を取り除いた状態のものおよび表皮のみを露出して残りはパラフィンでおおい常温の水中に浸漬し吸水率を測定したものである。

表皮を除いたフォームの吸水率は予期に反し非常に大きい。しかし表皮のみからの吸水率はその半分程度であり、吸水を防止するためには表皮を傷付けないことが必要である。

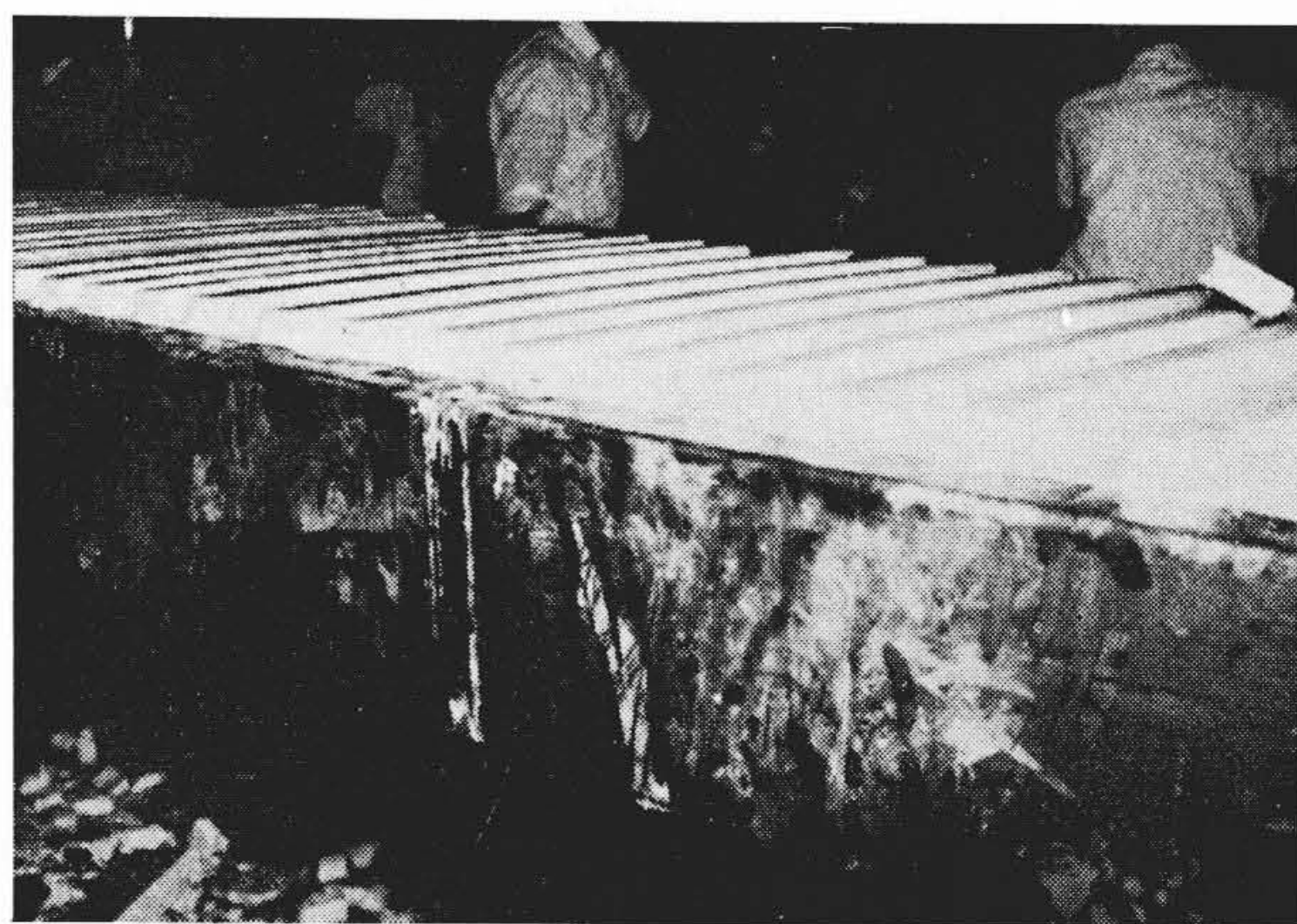
4.4 鋼板に対する腐食

鋼板表面に発泡させたフォームが鋼板面を腐食する要因となるものを考えると、鋼板とフォームの接触面に水分が存在した場合、フォームの各成分によって鋼板が腐食される場合、フォーム形成後、鋼板面まで水分が浸透した場合の3点が考えられる。以下おのおの場合について定性的に検討してみる。

- (1) 鋼板とフォームの接触面に水滴が存在していても、イソシアナートと直ちに反応して炭酸ガスを発生し、接触面に水分の残る心配はない。
- (2) イソシアナートは化学的性質として、活性基の水素を有する化合物とは反応するが、鉄などの無機質とはまったく反応しない。ポリエーテル樹脂も鉄を腐食させる要素はまったくなく逆にさび止め材として用いられるものであり、助剤もイソシアナートと直ちに反応し高分子を形成するので鋼板と反応して、さび発生の要因とはならない。
- (3) フォームの吸水率は表皮がない場合には相当大きいので、水分が透過する心配があり腐食の原因となる恐れがある。したがって従来と同様にさび止め塗装を行なったほうが安全である。



第9図 模型鋼体への吹付状況



注：キーストン板を取り除いた状態

第10図 注入発泡した硬質ポリウレタンフォーム

5. 施行方法について

5.1 吹付発泡試験

車両への実用化に当たり次の順序により各種の発泡試験を行なった。

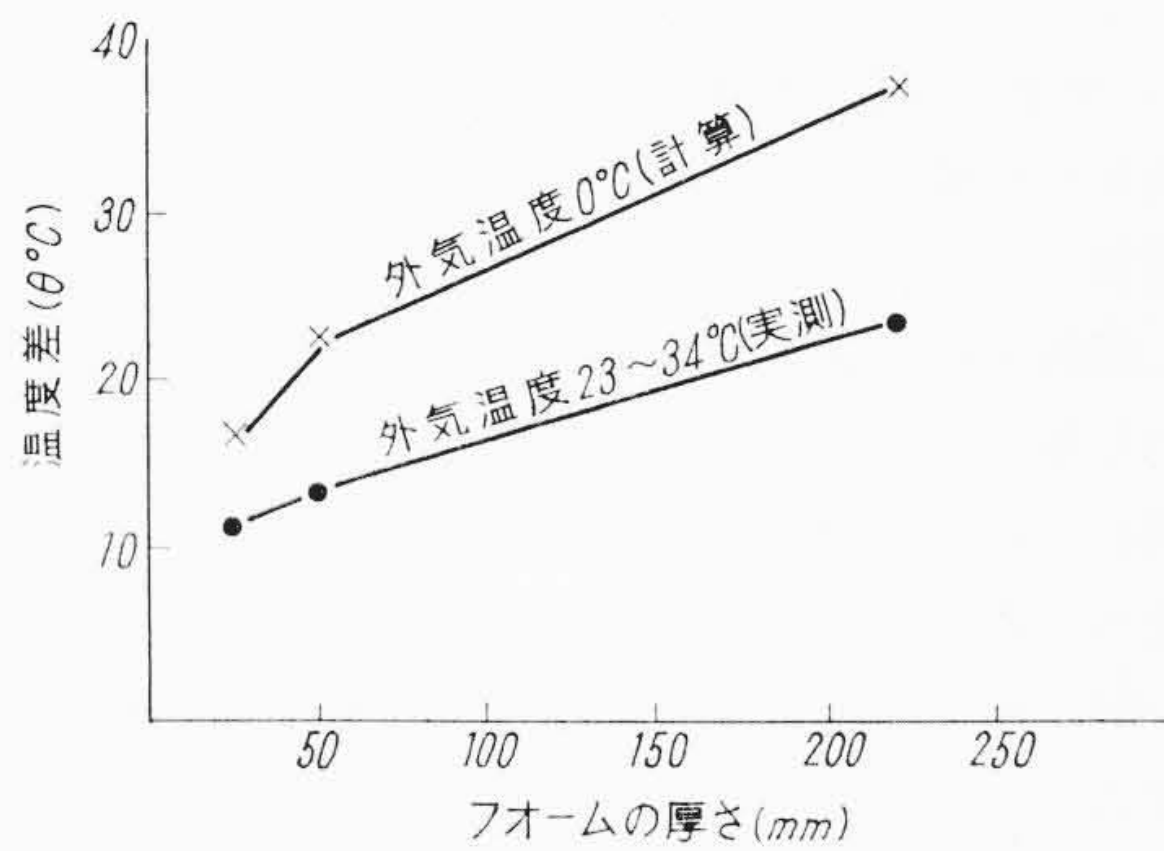
- (1) ベニヤ板を垂直に立て均等厚に吹き付けられるか確認する。
- (2) 模型鋼体を利用した垂直面、曲面、屋根裏に均等厚に吹き付けられるか確認する。
- (3) 模型鋼体を利用し一部に裏棧を取り付け、この部分への吹付具合を確認する。
- (4) 以上の試験が成功すれば、現車鋼体の一部に実施する。

以上の結果、吹付発泡フォームの厚さには一例をあげると平均値 24.5 mm、標準偏差 7.2 mm と相当の変動があり、特に裏棧のある部分への吹き付けは困難のようである。したがってこの部分については吹付発泡後一度表面を平滑に削ったのちに、表皮を新たに吹き付けるか、または注入発泡の併用によって平滑なフォームの仕上がり面ができるよう種々のくふうが必要である。

また発泡液の各成分が重合反応するとき熱を発生するが、この発泡熱による鋼板の温度上昇の一例をあげるとフォーム厚さ 25 mm の場合約 12℃ であった。現車にて吹き付けによりフォームを成生する作業方法の関係上、吹き付けに用いた原料と実際に付着したフォームとの間には相当の開きがあり約 60~70% で、吹付効率がよくなかった。これは経済性の上からも今後さらに検討を行なうべき重要な問題である。第9図に模型鋼体への吹付状況を示す。

5.2 注入発泡試験

模型台わくを作り注入厚さを 220 mm、50 mm と変えて試験を実



第11図 フォーム厚さと外板またはキーストン板表面の温度差

施した結果、注入状態は第10図に示すようにすみずみまでいきわたっており空洞の存在はほとんどなかった。フォームの発ぼう圧による台わくのふくれは、220 mm 注入試験ではキーストン板にはまったくなく、底板 (1.2 t×800×800) の中央部で 42 mm のふくれが見られた。50 mm 注入試験では底板のふくれを小さくするため底板に 10 mm のベニヤ板を当てたがこの場合もキーストン板はまったくふくれず、底板 (0.3 t×800×3,200 軽合金板+10 mm ベニヤ板) の中央で 23 mm のふくれが見られた。

また発ぼう液の各成分が重合反応するときの熱の発生は、吹き付けのときと同様でこの発ぼう熱による台わくの温度上昇の一例をあげるとフォーム厚さ 220 mm の場合約 24°C であった。

5.3 発ぼう熱の鋼体への影響

外気温度が 23~34°C 付近における吹き付け、注入発ぼう時の鋼体温度上昇を測定した結果からフォーム厚さと鋼体温度差の関係をj知るためにまとめたのが第11図である。これから冬期外気温度が 0°C 付近に降下したときの鋼体の温度上昇はフォームの生成をよくするために各成分を約 25°C 加熱するための熱量に相当する分だけさらに大きくなるものと推定される。この熱量による鋼体の温度上昇を外気への熱放散を無視して計算した値を同様に第11図に示す。この図から 50 mm 厚さに硬質ポリウレタンフォームを施行した場合の温度差によって生ずる熱膨張に対して鋼体の各部が安全かどうかを検討しなくてはならない。たとえば外板が熱膨張によって圧縮力を受けて挫屈を起こしふくれを生ずるとき、この値が極度に大きくなることは避けるべきである。またキーストン板も同様に圧縮力を受けるが挫屈に対して十分耐える必要がある。

5.4 発ぼう圧のキーストン板への影響

50 mm 厚さの注入発ぼう試験の結果における底板の 10 mm ベニヤ板のふくれよりフォームの発ぼう圧を逆算すると 213 g/cm² になる。この発ぼう圧力によるキーストン板のふくれ δ を両端支持として(1)式より計算すると、

$$\delta = \frac{5 Pl^4}{384 EI} \dots\dots\dots (2)$$

ここに P : フォームの発ぼう圧力 0.0213 kg/cm²

l : キーストン板のスパン 890 mm

E : キーストン板のヤング率 2.1×10^6 kg/cm²

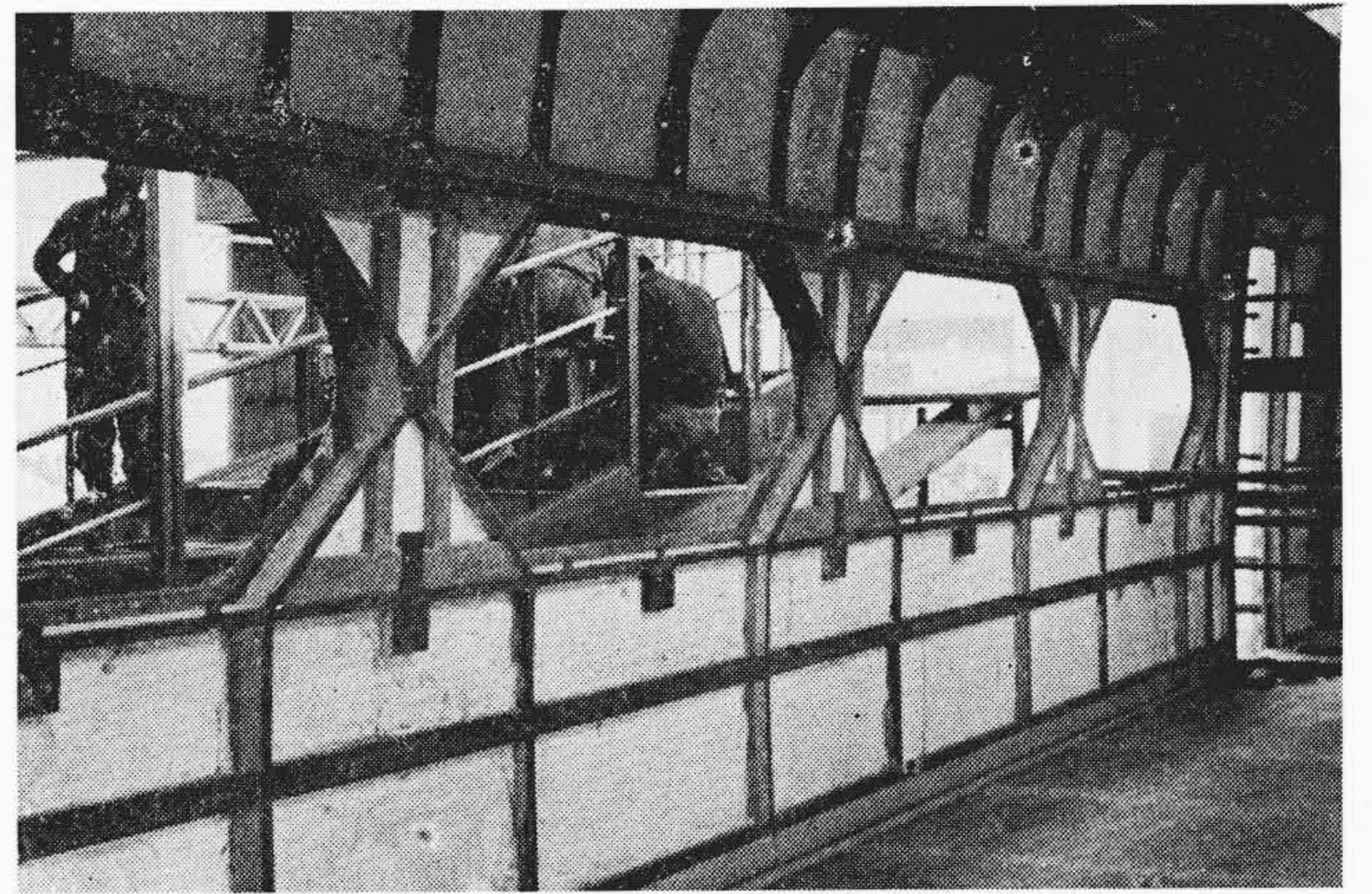
I : キーストン板の単位幅の断面二次モーメント
0.146 cm⁴/cm

$$\therefore \delta = 0.57 \text{ mm}$$

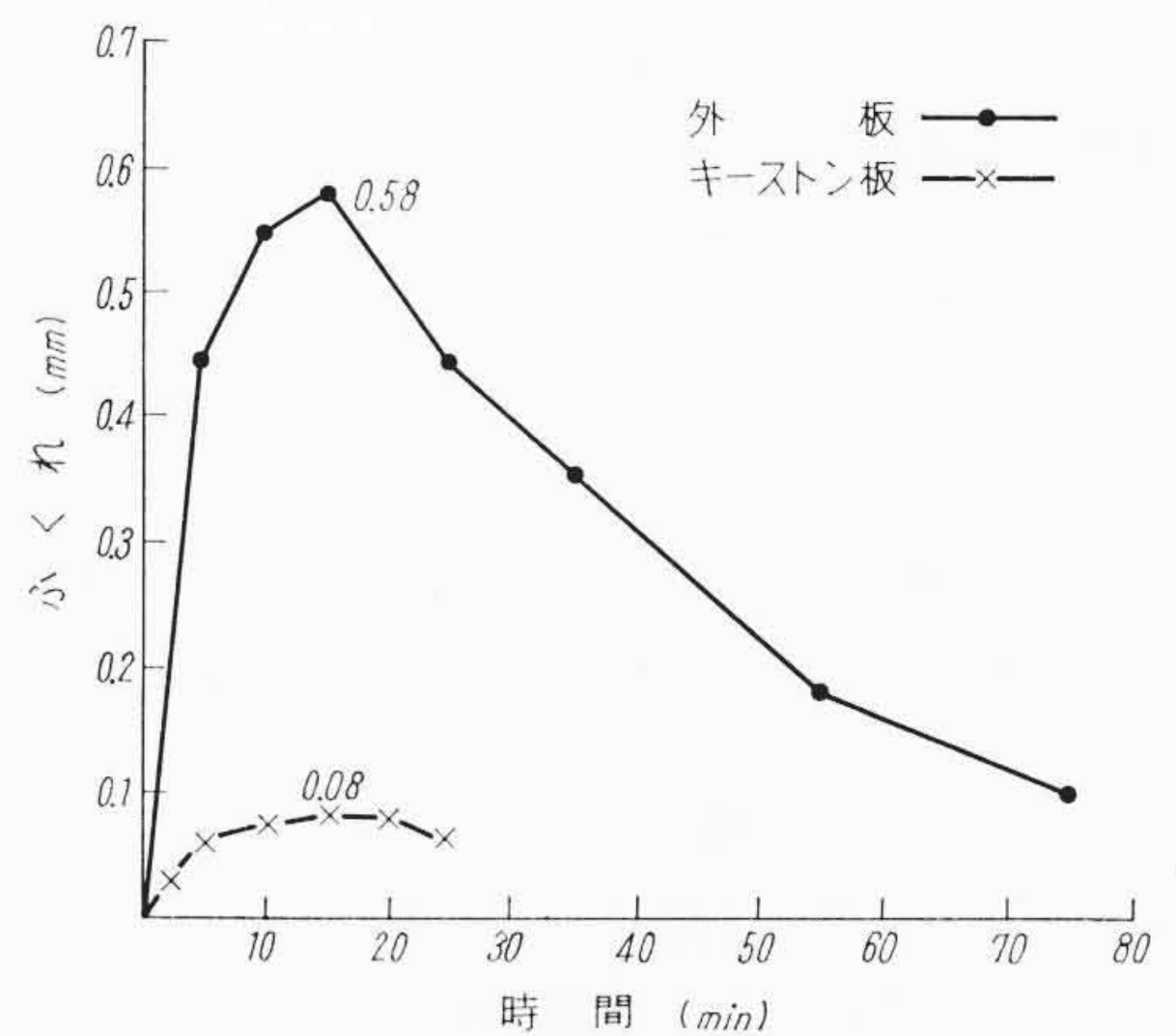
実際には両端は固定に近い状態にあると思われるからさらに小さい値になるはずでほとんど問題にならない。

6. 新幹線試作電車への施行

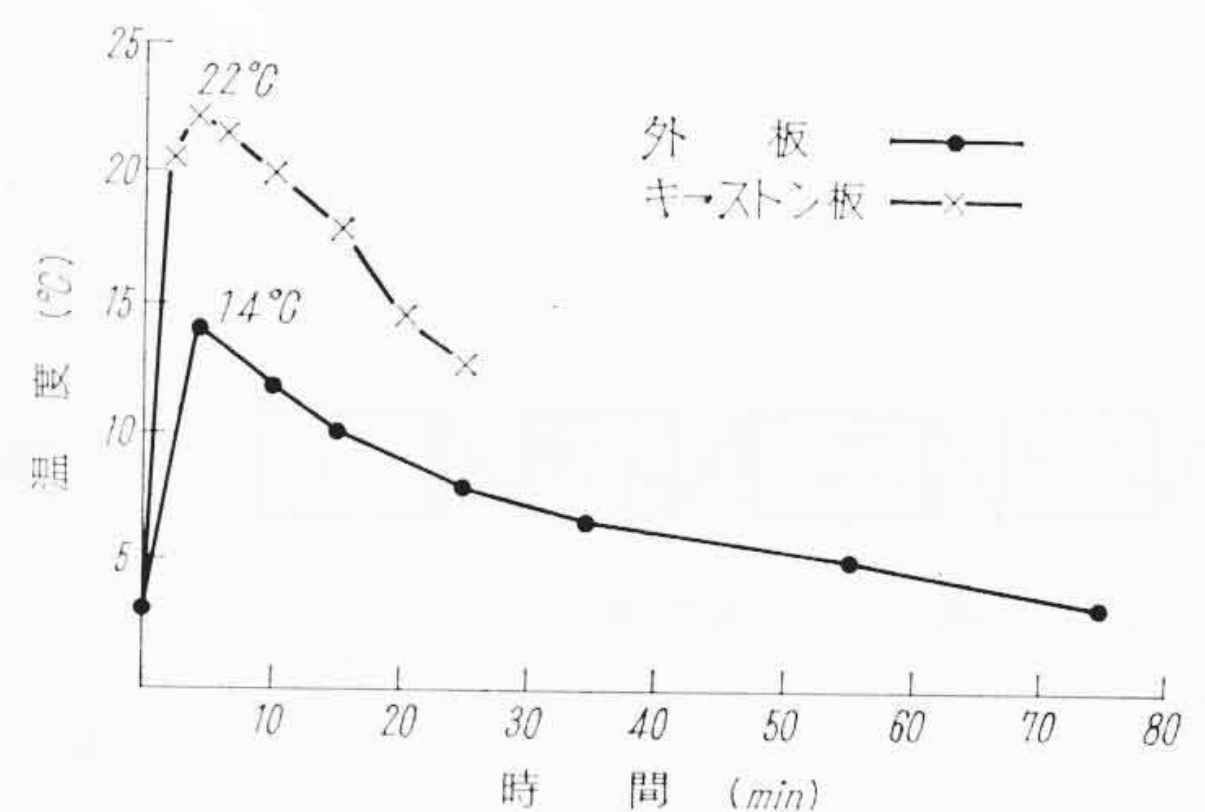
前項に述べた結果をもとにして新幹線試作電車への施行方法を立



第12図 吹付施行完了の新幹線試作車体



第13図 発ぼう熱による鋼体の変形



第14図 発ぼう熱による鋼体の温度上昇

案し、現車への吹き付け、注入作業を行なったが、ささいな問題は別として大体において当初の計画どおり順調に施行することができた。以下これについて述べる。

6.1 側構への吹付発ぼう

さび止め塗装を行なった鋼体へ、次のような順序で吹き付けを実施した。

- (1) 吹き付けを行なっては困る部分、たとえば柱の内張取付面などにのり付紙テープをはり、側窓はポリエチレンフィルムでつぶし、キーストン板の上面には保護敷物を置いた。
- (2) 吹付時に発生するガスを逃がすため排気扇を取り付け、室内の換気を行なった。
- (3) 発ぼう機を吹付状態に調整したのち試験片を作り吸水率、カサ比重難燃性を確認してから吹付作業を行なった。
- (4) 吹付発ぼう。
- (5) 凹凸のはげしい表面を平滑に削ってフォームの厚さを一定にし切削面には新しく吹付発ぼうによる表皮を作り吸水の防止を行なった。第12図は吹付完了後の状態を示す。

また施行時に発生する発ぼう熱による外板の温度上昇、ならびに外板に直角方向のふくれによる変形をダイヤルゲージで測定した結果を第13、14図に示す。温度、変形の測定位置は腰板中央部である。

6.2 台わくの注入発ぼう

さび止め塗装を行なった台わくへ、次のような順序で注入を実施した。

(1) 1回の注入範囲を決定し硬質ポリウレタンフォームのスラブで仕切り、キーストン板のみぞと横ばり、まくらばりとのすき間を注入口だけ残してフォームのスラブで埋めて、生成フォームの漏れを防いだ。

(2) 0.3 mmの軽合金底板をベニヤ板にて支持し、底板のふくれを小さくするようにした。なお注入発ぼう後ベニヤ板は取り除いた。

(3) 注入機を注入状態に調整したのち試験片を作り吸水率、カサ比重難燃性を確認してから注入作業を行なった。

(4) 注入個所の容積を前もって算出して注入量を決定し注入作業を行なった。

施行時に発生する発ぼう熱によるキーストン板の温度上昇、ならびにキーストン板に直角方向のふくれによる変形をダイヤルゲージで測定した結果を第13、14図に示す。温度、変形の測定位置は横ばりスパンが550 mmの箇所のキーストン板の中央部である。

7. 結 言

客電車車体の断熱構造の全般について調査、検討し、新幹線試作電車に新しい断熱材を応用した結果、次のことが明らかになった。

(1) 新幹線試作電車の断熱構造は断熱性能、重量とも比較的に

優秀であるが、価格がほかの車両より相当に高価である。

(2) 「こだま」の遮音性能と比較した結果、新幹線試作電車の断熱構造は相当に優秀な遮音性能を示していると推定される。

(3) 硬質ポリウレタンフォームの応用については、

(i) 鋼板との引張接着強さはさび止め塗装の有無には関係なく強力な接着力を有しており、軽合金板との引張接着強さは鋼板の場合に比べてやや劣るが表面を脱脂処理した方がしない場合に比べて約2倍の接着力を持っている。

(ii) フォームの表皮を傷付けると吸水率が増加するから注意を要する。

(iii) 発ぼう熱、発ぼう圧により鋼体に永久変形を起こすようなことはない。

(iv) 吹付発ぼうによる吹付効率は今のところよくない。

以上客電車車体に新しい断熱材を利用した場合について述べたが細部にわたっては多少の問題が残されており、これらについては今後さらに研究して完全なものとし、新しい断熱材の出現を切望する声に答えたい。

終わりに新幹線試作電車の断熱構造をとおしてこのような検討の機会を与えていただいた日本国有鉄道臨時車両設計事務所の方々に厚くお礼申しあげる。

参 考 文 献

- (1) 長谷川：機械学会論文集，Vol. 24，No. 148，p. 954
- (2) 車協：高速電車の防音に関する報告書
- (3) 久我：音響入門
- (4) ブリジストンタイヤ株式会社技術本部：ポリウレタン，p. 93
- (5) 相川：鉄道技術研究所速報（昭36-12）



新 案 の 紹 介



登録新案第569707号

今村好信・石塚富男

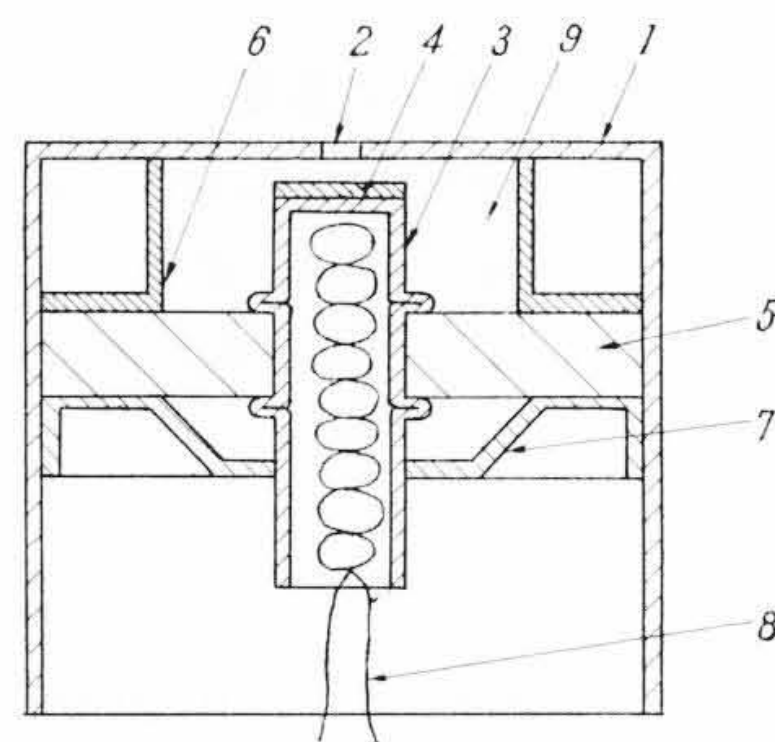
陰極線管のカソードグリッド構体

一般にブラウン管などのような陰極線管はけい光膜などに多大のガスを吸蔵しているので、管内を管の動作に必要な良好な真空状態にするためには製作ときに管全体を高温に加熱し、かつ長時間の排気が必要とする。

またかなり慎重な排気を行なった管といえども実際動作の場合電子衝撃によってけい光膜を発光させるときにはけい光面などより有害ガスの発光をみて真空度を劣化させるとともに、このガスはカソードの電子放射能力を害し管の寿命を短縮させることがある。

この考案は排気中および動作中を通じカソード付近に有害ガスが存在することを防止するために電子放射性物質の近傍のカソード、グリッド間隔片にジルコニウム、チタンなどのゲッタ作用を有する金属を用いることで、1は電子放出孔2を備えた端面を有する金属製円筒状第1グリッド、3は金属製カソードスリーブ、4は第1グリッドの電子放出孔2に対向するごとくカソードスリーブの一端に塗布した電子放射性物質、5はカソード支持絶縁板、6はカソード、グリッド間隔片、7は第1グリッド1の内面に溶接した金属製保持板、8はカソード加熱用ヒータである。

この考案のカソードグリッド構体は上述のように構成され、カソードグリッド間隔片6にはジルコニウム、チタンなどのゲッタ作用



を有する金属を用いているので、陰極線管の製造ときの高温排気ならびに管の使用状態においてカソードスリーブ3と第1グリッド1の空間9に有害ガスが存在してもジルコニウム、チタンなどのゲッタ作用によって吸収されることとなり、電子放射性物質4の劣化を防止することができ、かつ陰極線管の真空度を向上する効果もあり構造もきわめて簡単である。
(福田)