

625.23.011

車 体*

谷 雅 夫**

1. 鋼 体

1.1 鋼体の構造 第1図に鋼体を示す。車体幅は車両限界ほぼいっぱいにとり、最大幅は3380mm、長さは24500mmである。床下に取り付けられる電気機器の関係から、台わく上面高さが1220mm、床面高さが1300mmに決められた。床面から天井面までの高さは2200mmをとり、鋼体としての高さは3605mmである。更にこの上に空気調和装置が取り付けられ、これをおおう上屋根も含めた車両全体の高さは3975mmとなっている。第1表に従来車との諸元比較を示す。

鋼体は、台わく上面にキーストンプレートを張った従来と同様の軽量構造であるが、厚さ1.6mm以下の強度部材としての薄板には、耐候性高力鋼板(降伏点:35kg/mm²以上,引張強さ:約50kg/mm²)を使用していることが特徴である。第2表に示すように各部材の板厚は一段と薄いものを使用し、軽量化に努め、大きさの割に鋼体重量は少ない。

台わくは深さ220mmの平台わくで、機器配置に応じた横ばりの配置としている。側ばりの厚さは3.2mmで、ウェブを車体形状に合せているが、まくらばり付近は厚さ4.5mmとし、一部圧縮座屈に対する補強を行なっている。台車との接合部となるまくらばり部は、厚さ6mmの鋼板を主体に構成し、台車の空気ばねがまくらばり内にはいりこむ形状となっているのもこの車両の特徴である(第2図)。先頭車前頭部台わくは、衝突時を考慮し、排障装置からの衝突力を後部へ伝達できるように、側ばり、中ばり等、特に強化している。

側構の外形は腰部が8000mmR、窓部が3°傾斜の直線、上部が800mmRで長けた部で下屋根と合する。鉄道車両としての特徴を生かすため、窓はできるだけ大きくとり、その開口部は、1等の場合1880×630mm、2等で1470×630mmとなっている。側柱はまくらばり付近は厚さ3.2

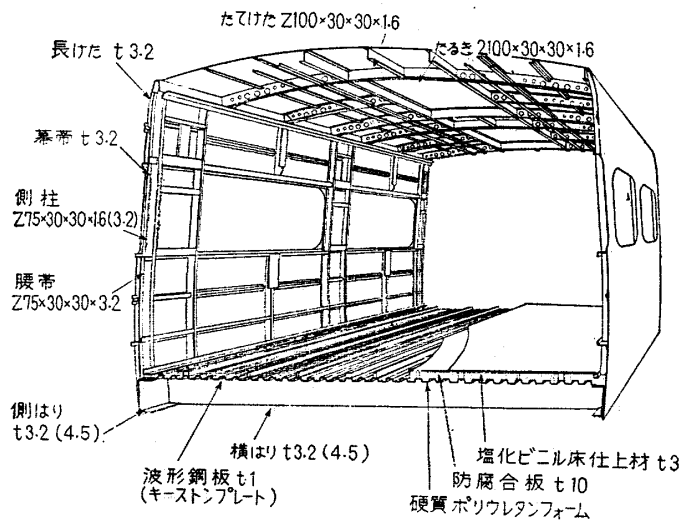
mm,のZ形軽量形鋼,車両中央部は,1等車は柱数が少ないので厚さ2.3mm,2等車は厚さ1.6mmを使用している。

第1表 鋼体諸元比較

車種(形式)	車体長さ mm	車体幅 mm	台車中心 間距離 mm	鋼体重量 t	車両重量 t
新幹線量産車(25)	24500	3380	17500	8.9	52
新幹線量産車(16)	24500	3380	17500	8.5	55
新幹線試作車(1005)	24500	3380	17500	8.6	58
試験用鋼体	25500	3380	19000	8.3	—
こだま(モハ151)	20000	2950	14150	6.7	38
通勤電車(モハ101)	19500	2800	13800	9.7	37
客車(ナハ10)	19500	2800	14000	6.7	24

第2表 鋼体部材比較(mm)

	新幹線車両	従来線車両 (こだま形,東海形)
外板	1.6	1.6
側柱	3.2(まくらばり付近) 2.3, 1.6(中間部)	3.2
屋根板	1.2	1.2
たるき	1.6	2.3
キーストン板	1.0	1.2
側ばり	3.2	3.2, 4.5
まくらばり上下板	6.0	9.0



第1図 鋼 体

* 原稿受付 昭和39年7月10日。

** 正員, 日本国有鉄道臨時車両設計事務所(東京都千代田区丸の内1の1)。

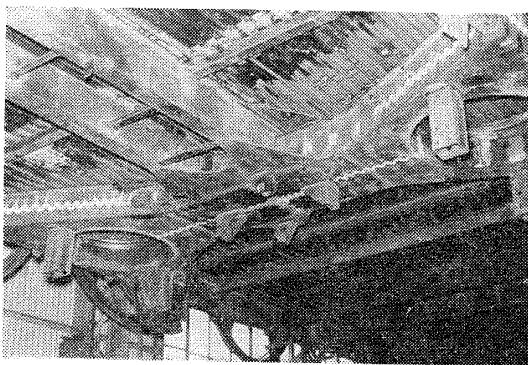
前頭部形状については、風洞実験により検討され、試作車の前頭部形状が決められた。量産車でもそれを踏しゅうしているが、製作の簡易化から前面は平面ガラスを使用している。列車の場合、車両断面に対して、列車長さが非常に長いので、前頭部形状は走行抵抗にそれほど影響しない。その外形は、先端の丸い部分の中心高さを、車体幅の最も広がったレール面上1700mmに合せ、側面的に、平面的に無理のない形状としている。

1.2 鋼体の強度 新幹線では、標準軌となり、寸法的に大幅に変更されると同時に、非常な軽量化を要求されたため、量産車を製作するに先立ち、試験用鋼体、試作車の鋼体、量産車の鋼体の3段階でそれぞれ強度検討、試験を行ない、最終結果を得ている。荷重条件はつぎのとおりである。

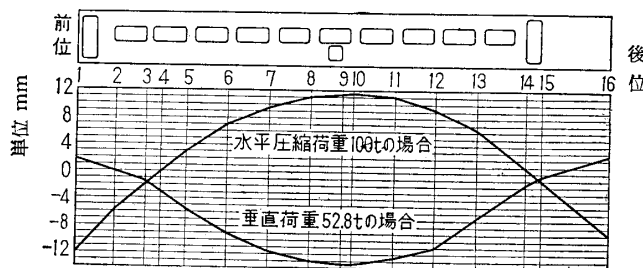
ばね上重量	43 t
振動による変動荷重	0.1 g
連結器高さにおける圧縮荷重	100 t
気圧	500 mmAq
(気圧繰返しを考慮した場合には)	200 mmAq

43 tの垂直荷重は、一般的にはそれほどきつい条件ではないが、車両修繕の際、3点支持の状態となっても、側構に支障がないよう補強が行なわれている。なお実測重量は車種により幾分異なるが、定員乗車時の車体重量(含取付機器)は、平均約40 tとなっている。

ATC装置の完備、道路との立体交差の点から、前後方向に大きな衝撃力の加わる可能性は少ないが、高



第2図 まくらばり



(注) 車種 25 形式

第3図 垂直荷重および圧縮荷重時車体たわみ曲線

速であることを考慮し、圧縮荷重は従来線より大きくとっている。垂直荷重試験および圧縮試験時の車体の変位を第3図に示す。

強度試験結果は第3表に示すとおりで、従来車の例も併記した。

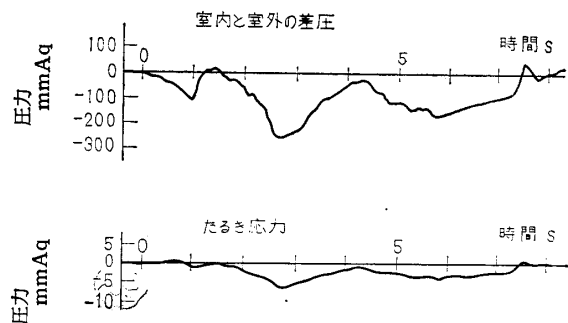
後に記述するごとく、車体を気密化したため、圧力変動荷重が鋼体に加えられることになったが、この場合問題とされるのは、鋼体の応力と変形である。変形については極部的に大きな変形がでないよう骨および補強の間隔を配慮した。

500 mmAq 加圧時の測定結果では、変形の大きい箇所としては屋根中央部であり、最大約10 mm 上方にふくらみ、これに対して側、床のそれは少ない。この時の鋼体の容積変化は約0.3%で、いずれも実用上問題にならない。

この鋼体では、屋根のたるき間隔は空気調和装置に合せ、側柱間隔は窓に合せているため、たるきと側柱が同一面にくる箇所は少ないが、窓中央部のように、側のつか柱とたるきが一致している部分では、変形がおきえられ、かつこの接合部が、車体断面上折点となっていることと合せて、比較的高い応力が生じ、これに対する補強を行なっている。第4図は量産車走行試験時のたるき中央部応力を示し、気圧変動に全く追従した変化となっている。後記のように200 mmAq程度の圧力変化は繰返し回数が多いと予想されるので、

第3表 鋼体剛性比較

車種 (形式)	相当曲げ剛性 $\times 10^{14}$ kgmm ²	曲げ固有振動数 c/s	相当ねじり剛性 $\times 10^{12}$ kgmm ²	ねじり固有振動数 c/s
新幹線量産車 (25)	1.7	11.3	42	5.7
新幹線量産車 (16)	1.8	12.0	42	5.2
新幹線試作車 (1005)	1.9	11.4	40	4.7
試験用鋼体	2.3	11.0	79	5.7
こだま (モハ 151)	0.9	12.7	40	5.1
通勤電車 (モハ 101)	1.3	10.0	48	6.0
客車 (ナハ 10)	1.4	14.0	58	6.9



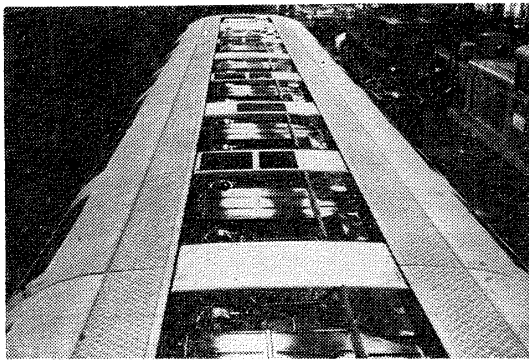
鉄道技術研究所の資料による。

第4図 トンネル通過時室内外圧力差とたるき応力の関係

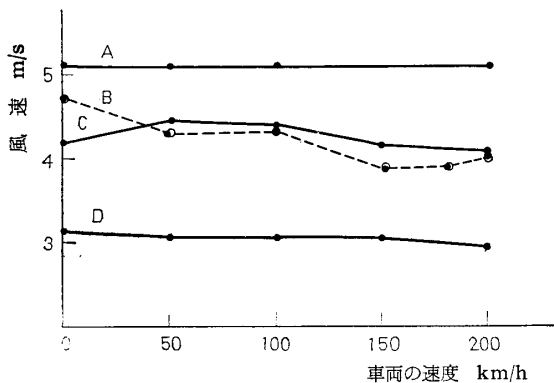
特に溶接部は実物大模型による疲れ試験によって、10年間の繰返し変動に耐えることを確認している。

2. 上屋根およびスカート

2.1 上屋根 走行抵抗をできるだけ少なくし、車体断面をおうとつ少ない形状に構成するために、鋼体上部には空気調和装置をおおう上屋根が、台わく下部には床下機器をおおう側スカートが取付けられた。これらのおおいは強度部材ではないので、軽量化のため軽合金が使用されている。鋼体上部に取付けられている部品は、集電に必要なパンタグラフを除けば、空気調和装置のみである。空気調和装置はユニット方式がとられているが、ユニットごとに熱交換器の通風を必要とし、所要の通風量が確保され、かつそれぞれの空気の流れが互いに短絡しないような構造としている。第5図には点検ぶたをはずした場合の上屋根外観を示す。熱交換器用空気は上屋根側面から吸入され、反対側側面より吐出されるが、風洞試験の結果では、吐出し部は低速時と高速時で、通風口整風金具形状によってそれほど左右されないが、吸入部は整風金具形状による通風量への影響は大きい。試験結果から最終形状が決められたが、第6図の走行試験結果に示すように、速度に関係なくほぼ一定の通風量が得られることが確



第5図 上屋根



(注) 熱交換器部 A, B, C, Dの4点で測定した。

第6図 空気調和ユニット熱交換器部風速と走行速度の関係

認されている。これら上屋根は製作上通風口のある側ブロック、点検ぶたのあるうちブロックにわけて組立てられる。

2.2 側スカート 側スカートは台わく側り下部に取付けられ、主抵抗器、シリコン整流器、変圧器のそれぞれのエリミネータに合わせて上屋根と同様の整風金具が取付けられている。スカートによって床下機器の整風効果をはかっているが、列車の走行抵抗にはスカートの有無はほとんど関係がない。また床下の電線は側下部にたなを設けこの上を配線させている。このため床下の配線は簡略化されたが、この電線たなはスカートの受も兼ねる構造となっている。このような電線配置は接触事故の少ない新幹線ではじめてとり得たものといえる。

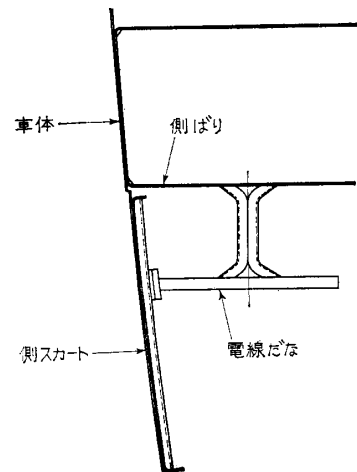
2.3 前頭排障装置 新幹線では道路とはすべて立体交差となっているので、従来線のような衝突事故はまずないであろうが、速度が高いので危険性が大きい。万一の障害物に備えて、車内の安全をはかるため、先頭車に排障装置が備えられている。この排障装置はつぎのような構成となっている。

- (1) 車体前頭部排障装置
- (2) 補助排障装置
- (3) 台車排障装置

(1) は比較的大きな障害物に対するもので、車体台わくに取付けられ、レール面上の下面高さは150mmである。(2) は(1)の下部に取付けられ、(1)では排障できない小さな障害物に対するもので、レールとの接触も考慮しゴム製である。(3) はばね下、すなわち台車軸箱に取付けられ、最大限にレールに近づけている。

車体前頭部排障装置を第8図に示す。排障装置として要求される条件は下記のとおりである。

- (1) 障害物を床下にまきこまず、排障あるいははね



第7図 側スカート

とばす。

- (2) その際車両に与える衝撃および損傷をできるだけ軽微におさえる。
- (3) 先頭のいかなる箇所に障害物が当たっても (1), (2) の機能が発揮される。

以上の点を考慮し、前頭部に変形しにくい重量物を幅方向いっぱい配置し、緩衝機構を経て台わくに衝突エネルギーを伝達させる構造とした。最外部は厚さ 16 mm の鋼板を図のごとく曲げたもので、前頭スカートと呼ばれ、車体上部と合せて先頭形状を構成させている。その後部にやはり厚さ 16 mm の鋼板を 5 枚等間隔に配置した緩衝板が設けられ、これも前頭スカートと同様な形状に曲げ、前頭部をおおっている。緩衝板はその両端部を溶接結合し支持棒を介して中ばりに取付けている。前頭スカートと緩衝板および支持装置で約 1.5 t の重量があり、重量物の配置と緩衝装置の役割を兼ねている。これらの取付は衝突の際、脱落の危険がないよう十分強固であると同時に、交換可能とするためボルトおよびコッタによっている。前頭スカートには冬期の降雪時に備えて、雪よけが取付けられている。量産車製作に先立ち、縮尺模型による打当試験を行ない、スカートおよび緩衝板の枚数、厚さ、変形状況、支持棒から車体へ伝達される力等が検討された。

上記の鋼板製排障装置はばね上に取付けられているため、その下面はレール面上 150 mm に制限されているので、前頭スカートのレール直上部に補助排障装置を取付けている。厚さ 22 mm のキャンバスいりゴム板を 2 枚重ねたもので、その下面はレール面上 30 mm に取付けられる。取付角度、およびゴム板の剛性等は現車による排障試験から決められた。

更に安全を期して、台車軸箱からもレールにぎりぎりに近づけて厚さ 25 mm のゴム板が装着されている。

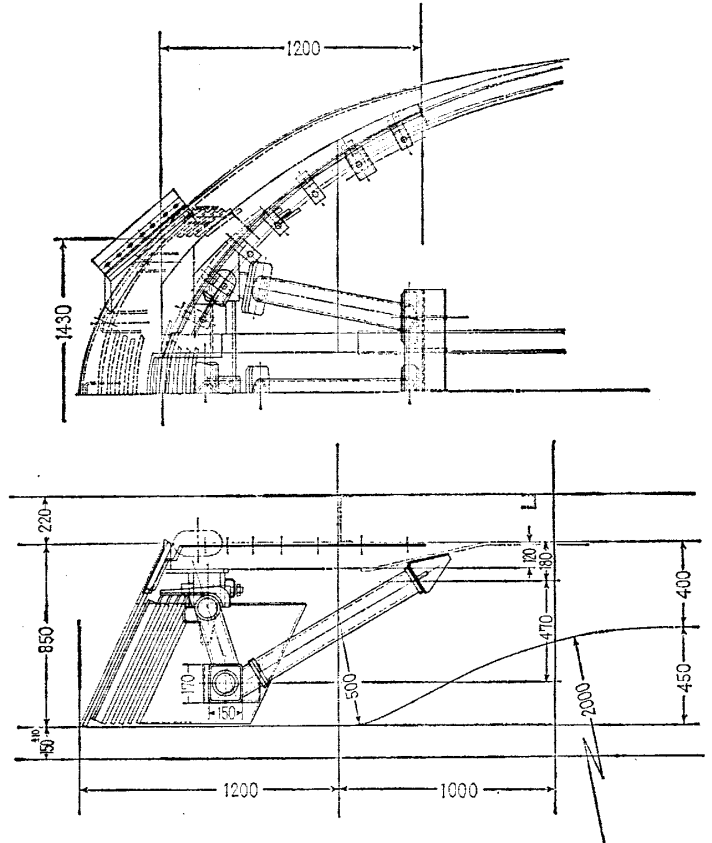
3. 内部化粧

3-1 側および天井 第 9 図に車体断面図を示す。内張りは軽合金板を基板とするメラミンプラスチック化粧板を主体に用いている。天井は空気調和装置点検ふた部との色合せがむずかしいので、塗装としている。気密壁となる内妻仕切も強度上、薄鋼板を用いているのでやはり塗装仕上げである。

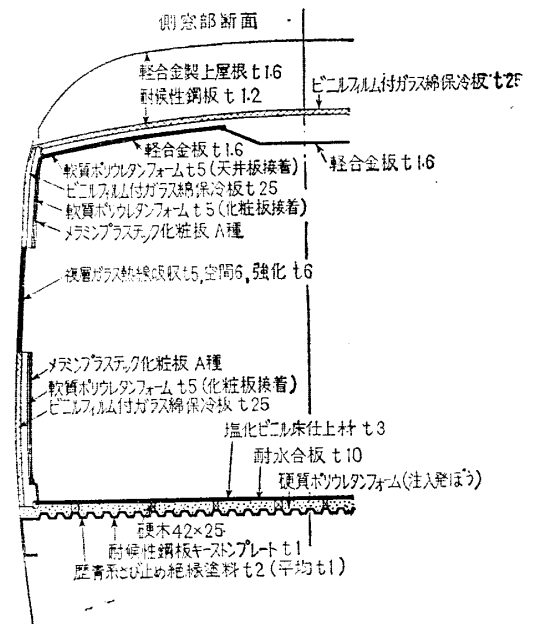
側と屋根の絶縁物としては、外板および屋根板裏面

には、厚さ 25 mm のビニルフィルム付ガラス綿保温材を、室内側の内張裏面には厚さ 10 mm の軟質ポリウレタンフォームを接着している。これまでの車両の資料から推定して、熱貫流率は、約 $1.0 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ と考えられる。

客室側窓は複層ガラスを用いた固定窓としているの



第 8 図 前頭排障装置



第 9 図 車体断面における防音断熱材

で、熱貫流率も比較的lowく、防音効果も上がっている。

3.2 床構造 客室の床はこの車両独特の構造で、硬質ポリウレタンフォームを現場で注入発泡させている。注入箇所は第9図に示す床合板とキーストプレートの間で、幅 3.35 m、長さ約 20 m、厚さ 42~67 mm の空間で、合板に約 15 mm の穴をあけ、800 mm 角程度を一時に発泡させる。最初の数両については合板下部にポリエチレンフィルムをひいて、発泡後、合板をはがして内部状況を検査したが、ほとんど完全に空間が埋められている。現場発泡による断熱材の特徴として、下記の点があげられる。

- (1) 継目のない連続した保温層が得られる。
- (2) 接着性が強く、壁に密着した保温層が得られ、かつ独立気ほうであるから気密構造に役立つ。
- (3) 断熱材の切断、接着の作業が不要である。

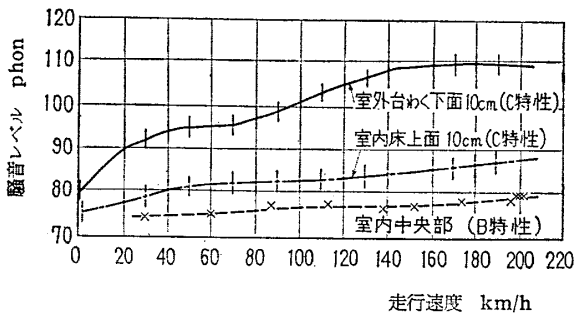
第4表にこの車両に使用している材料の仕様、および施工方法を示す。なお発泡圧により床板におうとつができるおそれがあるので、相当の重量、あるいは強固なわくで、発泡時、床板を押えている。床合板には厚さ 3 mm の塩化ビニル床仕上材を重ねている。

客室以外の床構造は、従来車とほぼ同様で、床鋼板の上に塩化ビニル床仕上材を重ねているが、気密維持のため、床鋼板の四周は連続溶接としている。

第4表 硬質ポリウレタンフォームの仕様および施工方法

材 料	ポリオール	ポリエステル } いずれも可
	イリシャネート	TDI } いずれも可
発 泡 材	フレオン	
注 入 法	ワンショット法 } いずれも可	
性 質	かさ比重*	0.04 g/cm ³
	熱伝導率*	0.02 kcal/m ² h°C (30±5°Cにおいて)
	圧縮量**	2 mm 以下 (圧縮荷重 25 kg)
	圧縮応力**	1.3 kg/mm ² (降伏点において)

注) * 試験片の大きさ 300×300×50 mm
 ** 試験片の大きさ 50×50×40 mm



第10図 室内外騒音と走行速度の関係

第10図は走行試験結果で、床下(室外)と室内の騒音レベルと走行速度の関係を示す。室内のレベルは停車中、B特性で75 phon 以下、200 km/h 走行時、約 80 phon を示し、従来車と比較し、走行速度の割には比較的lowい値である。

4. 塗装および色彩

車体外部の塗色はアイボリーを基調とし、ブルーの帯を配したもので、試作車では2種類の塗別を行なったが、量産車では評判のよいB編成のものに合せた。塗色の選定には、従来車との類似を避け、高速車両として適していること、塗料の耐候性等の条件が検討された。塗装は試作車による比較試験結果から、アクリル樹脂エナメルを自然乾燥としている。試作車では上塗り塗料として、フタル酸樹脂エナメル、ハイソリッドラッカおよびアクリル樹脂エナメルの3種を用い、1年半の車両使用結果は第5表に示すとおりである。高価ではあるが、アクリル樹脂エナメルが、塗膜のよごれ、鏡面反射率、退色、光沢の減退などを総合して耐候性にすぐれ、量産車に採用された。なお従来車はフタル酸樹脂エナメルを使用している。

車体内部は前記のごとく、大部分は化粧板を使用しているが、天井を除く塗装部は、アミノアルキド樹脂エナメルの焼付塗装である。天井はたばこのヤニによる黄変を防ぐため、耐汚染性の高いアクリル樹脂エナメルの160°C焼付塗装としている。塗色は白(N 8.5)で、半つや消し(60°鏡面反射率70)としているが、これ以上反射率を落とすと耐汚染性が低下する。室内の配色は、2等はほぼ従来どおり、1等は腰掛モケット

第5表 試作車の外板塗装屋外耐候試験結果

色	上塗り塗料	車両の番号	色の変化	60°鏡面反射率光沢減退率(%)	塗膜のよごれ
アイボリー	アクリル樹脂エナメル	1003	赤味減退	14	ほとんどめだたない
		1001	赤味減退 淡かっ色よごれ付着	29	よごれがめだち、まだらとなっている
	1002	15			
	1005	28			
	ハイソリッドラッカエナメル	1004	33		
1006		34			
ブルー	アクリル樹脂エナメル	1003	ごくわずか青味増加	+4(増加)	ほとんどめだたない
	フタル酸樹脂エナメル	1001	ほとんどかわらず	7	よごれがめだちまだらとなっている
		1002	ごくわずか青味増加	6	
		1005	ごくわずか暗み増加	22	
	ハイソリッドラッカエナメル	1004	青味減退 暗み増加	27	
		1006	わずか青味減退、暗み増加	11	

[注1] 1年6箇月後の塗膜の状態を示す。
 [注2] 鉄道技術研究所測定結果による。

とも合せて、黄色系を主体としている。

5. 車体の気密化

5.1 トンネル通過中の圧力変化^(*) 列車の走行に際して、列車前頭部は常時速度の二乗に比例した動圧をうけている。空気の密度 ρ 、列車速度 v の場合、先頭部の動圧は $1/2\rho v^2$ であり、200 km/h (55.5 m/s) ではこれが 200 mmAq 程度になる。これは先頭部のみについてであるが、さらにトンネル突入時には列車の突入によるトンネル内空気の圧縮、列車側部を通過して後部へ流れる空気の影響、およびそれら衝撃波の反射のため、トンネル内の圧力すなわち列車の側圧が変化する。

列車がトンネルに突入した場合を考えると、トンネル断面積に対する列車面積の割合を R (新幹線の場合 $R \approx 0.2$) とすると、列車前面によって押される空気の体積は Rv である。このうち大部分が後部へ逃げるとすると列車側部の相対速度は

$$\frac{R}{1-R}v + v = \frac{1}{(1-R)}v$$

となる。列車側部、先頭部、列車前方の圧力をそれぞれ、 p_1 、 p_2 、 p_3 とすると

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho\left(\frac{1}{1-R}v\right)^2 = p_2 = p_3 + \frac{1}{2}\rho v^2$$

となる。外気圧を基準にとれば、 $p_1 = 0$ である。これから

$$\text{先頭部では } p_2 \approx 310 \text{ mmAq}$$

$$\text{列車前方では } p_3 \approx 110 \text{ mmAq}$$

となる。つまりトンネルに突入したために先頭部圧力も列車前方の圧力も約 100 mmAq 上昇し、これが音速でトンネル出口へ向かって伝ばする。走行試験結果からも約 100 mmAq が実測されている。同様に列車後部が突入した場合にも圧力変化があり、この場合には 200 km/h で約 100 mmAq 低下する。突入時の圧力波はトンネル出口で反射し、符号が逆となり -100 mmAq の反射波としてもどってくる。後尾突入時の影響と反射波が重なった場合には -200 mmAq まで圧力が低下する。この反射波を列車が受ける回数は、トンネル長さ L 、音速 c とすると

$$\frac{L/v}{2L/c} - \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \frac{c-v}{v}$$

であり、トンネルの長さに関係なく 200 km/h では、一つのトンネルについて約 2.5 回となる。また列車およびトンネル表面のあらさ、すなわち粘性による影響で、列車側部の圧力は後尾が突入するまで上昇する。この圧力上昇は列車長さに比例し、新幹線の最終状態

^(*) 鉄道技術研究所資料による。

16 両編成で 150~200 mmAq が予想される。以上は対向列車のない場合であるが、対向列車のある場合は、相互の圧力波が重なり気圧変化はさらに大きくなる。なおこれらの圧力変化は第 11 図にみるごとく比較的急激である。人間の耳への影響は圧力の絶対値 p よりも $\frac{dp}{dt}$ がきくといわれるが、上記の圧力変化では 100 mmAq 以上になると相当強く感じ、しかも新幹線では回数が多いので不快である。

高い圧力変化が起ると考えられる 300 m 以上のトンネルは東海道で 38 箇所であるが、圧力変化として下記の値が予想され、気密の程度、強度検討の条件とした。

(1) 対向列車のない場合

最大 200 mmAq

最小 -200 mmAq

変化回数 (10 年間) 10^6

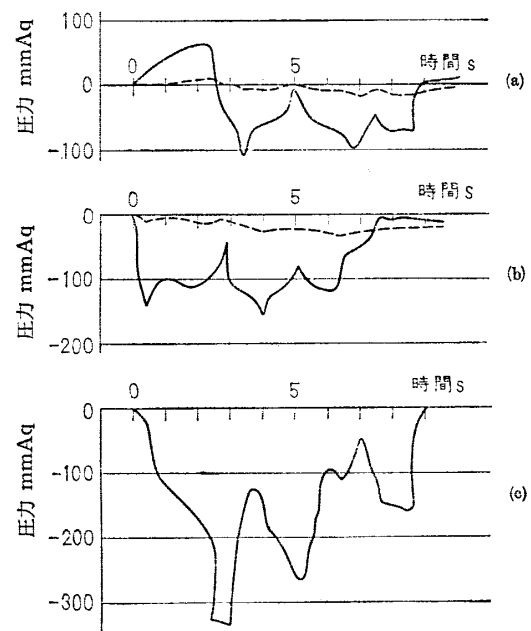
(2) 対向列車のある場合

最大 300 mmAq

最小 -450 mmAq

変化回数 (10 年間) 10^4

5.2 気密方法 室内の圧力変化は圧力変化に相当する空気の流入を意味する。この車両の客室容積は



- (注) 1. トンネル長さ 471 m } における
通過時間 約 8 s } 実測値
速度 200 km/h }
2. — 室外圧力変化
..... 室内圧力変化
3. (a), (b): 対向列車のない場合
(c): 対向列車のある場合
4. (a): 先頭車 (トンネル突入時の正圧が大きい)
(b)(c): 後尾車
鉄道技術研究所資料による。

第 11 図 トンネル内気圧変化

約 140 m^3 (長さ 20 m, 高さ 2.2 m, 幅 3.2 m) であるから, たとえば 200 mmAq の室内圧変化は, 2.8 m^3 の空気量の流入に相当する. したがって室外圧力変化に対して室内圧を一定に保つためには,

(1) 空気の流入が行なわれないよう車体を気密化する.

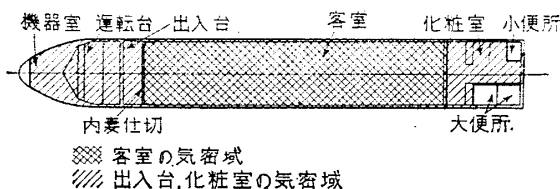
(2) 室外圧力変化に応じて, 室内圧を調節する. 等の方法が考えられるが, 圧力変化が急激なため, (2) の方法は困難であり, 車体の気密化がとられた. 第 12 図に車両の気密区分を示す. 車両全体を気密とすることが理想であるが, 便所は気密外としている. これは便所の汚物処理に貯留タンク式を採用し, 便所を気密内としたときの臭気の処理が困難であること, また汚物がつくため気密部の完全な保守点検が期待できないことなどの理由による. また内ばり部分も気密外である. したがって外妻の引戸あるいは便所の戸を開けた場合には, 室内は気密でなくなるため, 客室両端の内妻仕切壁も気密とし上記の戸の開閉には客室内の気密が影響されないよう, 二重の気密となっている. 車体気密化の問題点としては,

(1) 各部の気密方法特に戸, 窓等の開閉部分の気密化

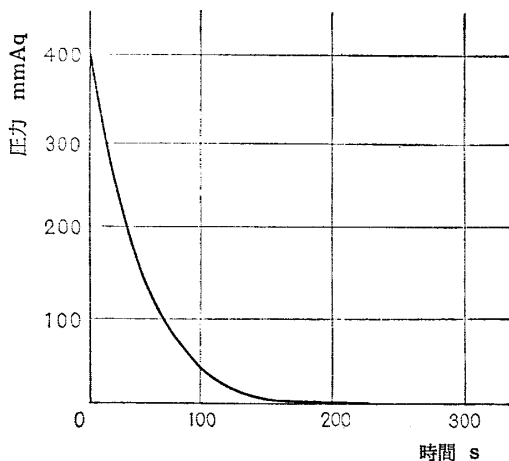
(2) 車内の換気

(3) 圧力鋼体としての強度

等があげられる. 車両の場合は航空機などと異なり, 車両間の往来もあり, 常時乗客によって開閉される多数の戸も, 閉めた場合には気密化せねばならず, 困難



第 12 図 気密の区分



第 13 図 完成車の気密試験

な問題の一つであった. また換気と気密は両立しない問題であり, 結局トンネル通過中は換気口を閉じ, 気密を維持する構造とした. トンネル区間は全線の約 13 % であり, トンネル通過中換気が行なわれないが時間が短いので問題はない. なお換気送風機に容積形を用いれば理論的には室内圧は一定に維持できるが, 装置が大きく, 構造的に車両に取付けられなかった. 車体が気密化されれば圧力変化がそのまま負荷として車体各部に加わるわけで前記の鋼体をはじめ, 戸, ガラス等の強度については, それぞれ十分試験検討を行なった. 各部の気密方法をまとめると以下ようになる.

(1) 固定部分

(a) 連続溶接 (外板と骨, 内妻, 便所仕切板, 骨等)

(b) シール材または接着材 (ガラス取付部, 内張板, 配管, 配線部)

(c) 発泡材 (床, 溶接不可能な板と骨の部分)

(2) 開閉部分

(a) 固定形状のゴムと戸の押しつけ (引戸, 引窓仕切開戸)

(b) 膨張性シール (側開戸, 側開窓)

(c) ゴム板, ビニルスポンジ (空気調和ユニット取付部, 締切弁, 点検口)

(d) 水封装置 (洗面所, ビュフェの排水部)

各部構造の詳細は後に記述する. シール材は, 接着性の強いネオプレン系シール材, あるいは弾性のあるチオコール系シール材を各部に適した使い方をしてい. 水封装置は U 字管を利用したもので高さ 500 mm としている.

5.3 試験および気密度 大気圧 P_0 のもとにおいて体積 V の容器に, 面積 s の穴があいている場合, 容器内圧力を p_0 から p まで減少させるに要する時間 T は

$$T = \frac{\sqrt{2\rho}}{P_0} \frac{V}{s} (\sqrt{p_0} - \sqrt{p})$$

で表わされる. この車両では $V=140 \text{ m}^3$ であるが, 試作車の走行結果から, $s=50 \text{ cm}^2$ 以下であれば十分で, かつ耳にもほとんど感じられないことが確認され, 車両の気密度も, これに目標がおかれた.

製作途中の鋼体時および車両の完成時のそれぞれについて, 室内を 500 mmAq まで加圧し, 圧力の自然降下状態を測定し, 気密度の確認を行なっている (第 13 図). 第 11 図において, 実線は室外の圧力変化, 点線はこれに対する気密化された量産車の室内圧力変化で, 圧力 p も, 圧力変化 $\frac{dp}{dt}$ もきわめて小さい.