

表-5.5 スリップ試験結果

レールの状態	走行速度	加減速設定		加減速度測定値		スリップの有無	
		加速	減速	加速度	減速度	前西車輪	後東車輪
dry	南進 4 m/s	100%	100%	0.076 g	0.102 g	なし	なし
	" 6 m/s	"	"	0.068 g	0.095 g	"	"
	" "	"	"	0.076 g	0.102 g	"	"
wet	" 1 m/s	20%	6.5%	0.026 g	0.023 g	"	"
	" 1.5 m/s	"	"	0.026 g	0.023 g	"	"

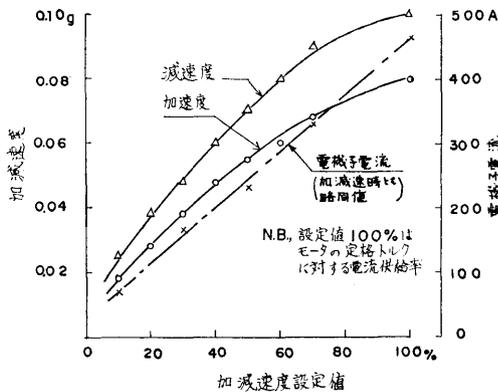


図-5.14 加速力，電気制動力試験の結果

の 0.08 g となっているが，減速度は約 0.1 g となった。その理由としては走行抵抗とか風圧抵抗などのためである。

5.12.2.8 バネ制動力試験

曳引車単独ではレールの dry condition において，2, 4, 6 m/s, wet condition において 4 m/s の速度で制動力試験を行った。制動レバーの作動から曳引車が停止するまでの時間，距離を計るとともに，加速度計による計測をも合わせ行った。送風台車(送風機搭載)を連結した場合の制動力試験はレールの dry condition において 1, 3, 5 m/s, wet condition において 3, 5 m/s の速度で行った。制動力が動いている間は必ずしも等減速力ではないので，時間，距離から等減速度と仮定して求めた値と，加速度計の記録から平均線を引いて求めた値の両者の平均値をとって 図-5.15 に示す。平常のレールの状態は，試験時の dry condition に近い状態であると想定しても，3rd, 4th のノッチにおける制動力は計画値より不足気味である。送風台車を連結した場合の制動力は曳引車単独時の 70% と推定していたが，3rd, 4th ノッチでは 55~60% となった。したがって，この試験後 3rd, 4th ノッチは対応する

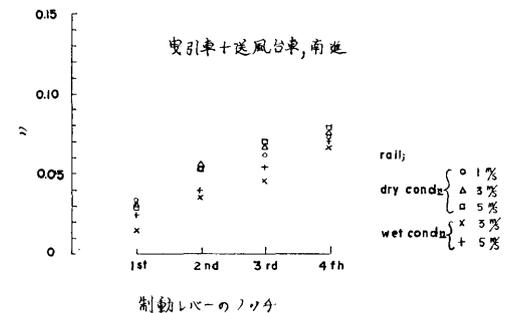
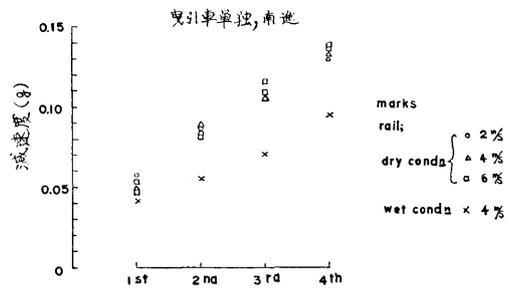


図-5.15 バネ制動力試験の結果

制動装置において，制動力調整ボルトを加減して制動力の増加を計った。さらに，制動シューが十分なじんできたと考えられる現時点では制動力試験時より制動力はかなり増加しているものと考えてよいであろう。減速度の記録例を 図-5.16 に示す。全般的には良好な減速度特性を示している。はじめの立上りの遅れはノッチ操作の遅れ，衝撃緩和回路による遅れ，シューの作動不揃い等によるためである。

5.12.2.9 非常制動力試験

曳引車単独では，0.5~3.0 m/s までの間で 6 種の速度，送風台車を連結した時は 0.5~2.5 m/s までの間で 7 種の速度で試験を行った。計測は，突入から停止に到るまでの時間と距離を計ること，曳引車に設置した

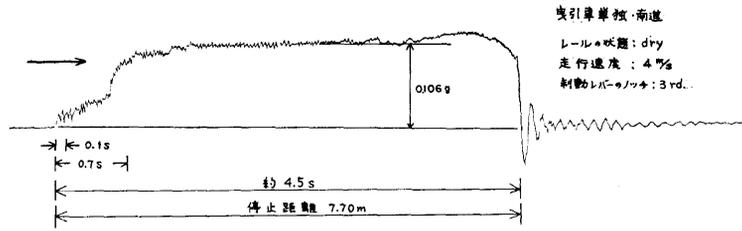


図-5.16 バネ制動の減速度の記録例

加速度計による減速度特性の記録, 非常制動装置の油圧シリンダの end plate に作用する油圧の記録などを行った。減速度特性の記録の1例を 図-5.17 に, ピストンストローク中の平均減速度を 図-5.18 に示す。

曳引車単独時においては, 作動開始時のピーク値が大きな値を示している。しかし, このピークの持続時間は極めて短いので人間には殆んど感じない。油圧は際立ったピークを示していないので, このピークの発生はピストンヘッドに取付けられた緩衝ゴムによるものと思われる。速度 2 m/s からストローク一杯の停止

距離となった。3 m/s までの実験データをもとにして, 6 m/s までの特性を電算機を使って求めたところ, 大体計画通りの値となることがわかった。

送風台車連結時は, 停止直前のピーク値が急上昇していることが目立つ。このピークの値の発生する原因としては, オリフィスの分布や, 油の粘性度などに関係していると思われるが, 実験値をもとにした計算結果では 3 m/s 以上になれば, ピーク値の曲線の傾斜がやや鈍ってくる傾向となった。停止距離は 1.5 m/s からストローク一杯となっている。

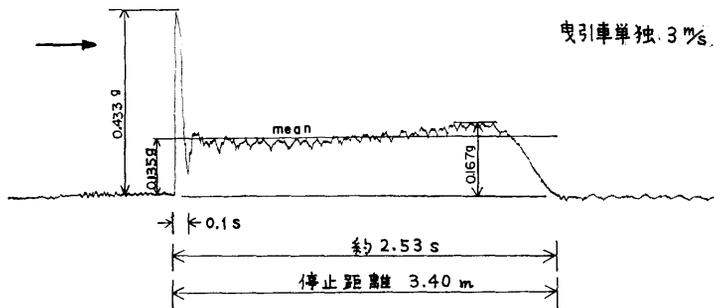


図-5.17 非常制動の減速度の記録例

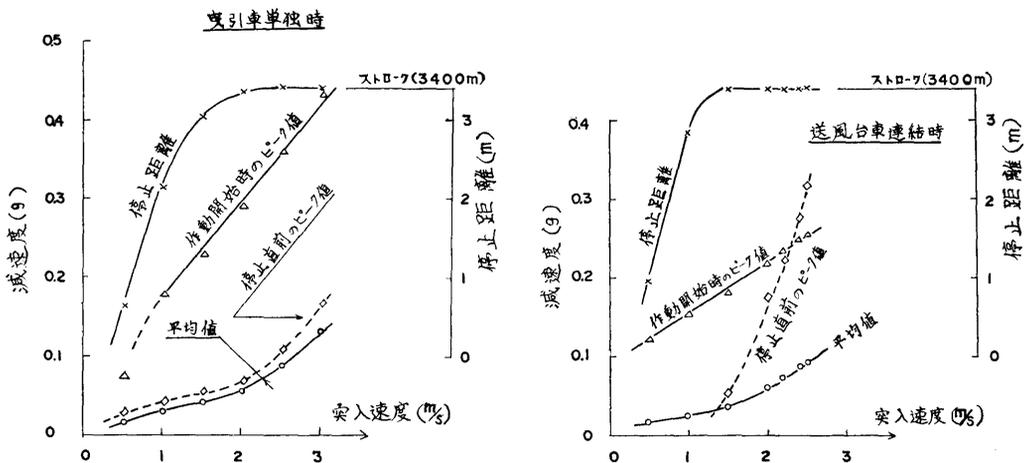


図-5.18 非常制動のピストンストローク中の平均減速度

5.12.2.10 強制振動試験

曳引車主桁の組立て完了時に、横主桁の中央位置、常用計測桁の中央位置に振動機を設置して桁の固有振動数を求める目的で強制振動試験を行った。振動機は動輪の重錘を重くしたり、取付け位置を変えることによって加振力を増したり、振動方向を変えたりすることのできるものである。試験結果としては、1次の固有振動数について記すと、横主桁の上下方向と水平方向がそれぞれ約 15.1 Hz, 約 16.1 Hz, 常用計測桁の上下方向と水平方向がそれぞれ約 13.75 Hz, 約 13.5 Hz であった。

5.12.2.11 走行振動試験

振動計測結果を図-5.19 に示す。図中の車輪軸受け

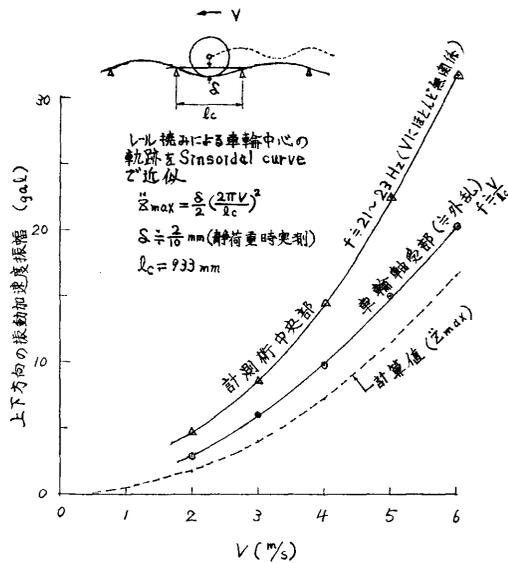


図-5.19 レール撓みによる走行振動試験結果

部で計測したものは大体レール撓みによる振動外力を示していると思われるが、これは近似計算値の約 1.4 倍である。記録波形には高い振動成分も含まれているが、基本的な外乱振動数は $f = V/l_c$ (Hz) である。常用計測桁の中央部においては、車輪軸受け部のものの約 1.5 倍でありその振動数は走行速度に殆んど関係なく 21~23 Hz 程度であって外乱振動数よりもかなり高い。この事実は文献 4) にも示されている。

なお、本試験では、常用計測桁には荷重を一切塔載していないので、たとえば抵抗動力計などの重量物を塔載したときは、振動加速度はやや大きくなり、個有振動数は多少減少するものと思われる。

5.12.2.12 走行風圧によって起される波の計測

(328)

ボックスガード式の曳引車は走行中の横桁により空気をせきとめるためにトラス式曳引車よりも水面におよぼす影響が大きいと考えられたので、走行中の曳引車により誘起される波の計測を行った。水槽の長手中央において、幅の中心位置に容量型波高計 (分解能 ±0.3 mm) を設置し、実験の種類としては水位を 3 種類に変え、曳引車に計測床をつけた場合と完全に取除いた場合、曳引車の前後に長さ約 6 m の整流板を取付けた状態について波の計測を行った。結果を図-5.20

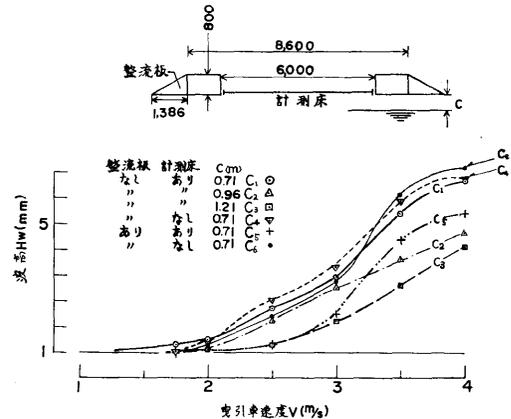


図-5.20 曳引車の走行によって起された波

に示すが、図中の波高は波高記録中の最大値である。基準水位における低速の場合は、整流板の水面におよぼす効果はかなり大きい。計測床の水面におよぼす影響はむしろ好ましい効果となっている。曳引車の通常の状態は床つき、整流板なしの状態であるから、この状態でたとえば 2.5 m/s で波型解析のための波形計測を行えば波長約 3 m, 波高 1.7 mm, 周期約 1.6 sec の波が混入することになる。整流板を取付ければ、前記の仮想実験状態で波高は 0.3 m/m 程度 (波高計の分解能と同程度) になる。曳引車は通常の状態にして置き、水位を下げていくと、2.5 m/s で波高を 0.3 m/m 程度にするためには基準水位から 50 cm も下げなければならないことがわかった。図-5.20 を全体的にみると、低速の場合は整流板を取付けることと水位を下げるのが同程度の効果があり、高速の場合は整流板の効果はあまり著しくなく水位下げた方が良くわかる。以上の事柄を考えると、ボックスガードの曳引車を使用して波高計測を行う時には、かなりの注意が必要である。

5.12.2.13 騒音の計測

実験環境の向上を計るため、設計段階から騒音防止

には極力留意した。環境騒音の計測は、曳引車のほぼ中央においたマイクロホンを水平面で一回転させ、そのときの最高値と最低値を記録した。結果を図-5.21に示す。停止時の騒音はサイリスタ冷却用ファン、パネ制動解除用油圧ポンプなどから発生しており、走行時はこれらの外に（ただし、南進中は油圧ポンプは停止している）、サイリスタ作動音、集電子の摺動音、駆動部からの機械音などが加わっている。

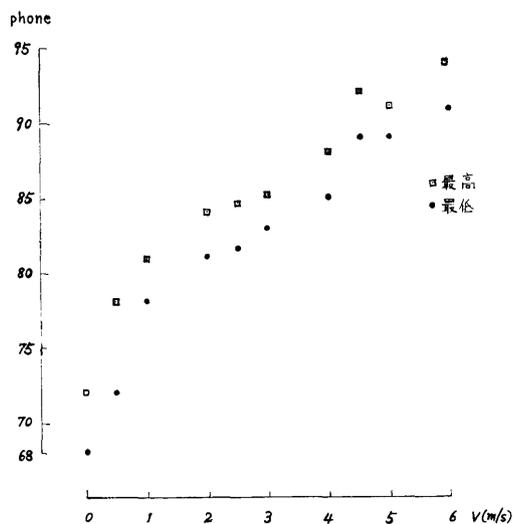


図-5.21 騒音計測結果

5.12.2.14 その他の試験

浅水実験用計測桁については、撓み計測、着脱性確認、取付けた状態での走行、制動などの各試験が行われた。また常用計測桁、計測補助桁、計測床などの着脱性確認、冷房機の作動確認試験なども行われた。

6. 送風台車

6.1 主桁と主要寸法等

主構造は、曳引車と同じくプレートによるボックスガーダとし、台車を構成する主桁についても曳引車と同じく前横桁、後横桁、東縦桁、西縦桁の4本である。主構造の強度はつぎの事柄を目標とした。

台車の中央に送風機（5 ton）を設置したとき横桁の中央部における荷重撓みが5 mm以内となること、さらに上記の状態では曳引車に連結し、曳引車側で0.23 g × 0.7 の制動力をかけたとき、横桁の中央部における水平撓みが10 mmを超えないこと、曳引車と連結して5 m/s で南進し、非常制動装置に突入したときの0.7 g に十分耐えること。

台車上の一般配置としては、4本の主桁で囲まれた区域は送風機の設置場所とし、台車に付随した電気機器は西縦桁上に、水面掃除機は前横桁の前面にそれぞれ設置することにした。

台車の主要寸法は、台車を水槽南端に収納したときの周辺条件と、塔載すべき送風機を基準として考えた。南端収納時の周辺条件とは台車を造波装置の直前に収納したとき台車の後面が非常制動装置のピストンストロークの最小位置と一致するか、それより少し引込んだ位置になるようにすれば、非常制動装置は、送風台車と関連なく曳引車に対して有効に作用させ得る。この観点から台車の長さを5 mにおさえた。台車が、水槽両側壁上に設けられている非常制動装置の間（8,370 mm）を進入して造波装置の直前に引込み得るように台車と非常制動装置とのクリアランスを65 mm

表-6.1 送風台車の主要目等

構造部	
長さ（横主桁の外側間隔）	5.000 m
幅（縦主桁の外側間隔）	8.240 m
桁高さ	0.600 m
縦主桁の幅	0.600 m
横主桁の幅	0.700 m
基準水面から主桁下面までの高さ	0.700 m
駆動部	
ホイールベース	4,300 mm
一輪駆動（自走用）	
構成：モータ（200 V, 3 φ, 2.2 kW VS モータ, 速度制御範囲 120~1200 r.p.m.）, 電磁ブレーキ（パネ圧平板式ブレーキ）, 減速機（減速比 1/17, サイクロ減速機）, トルクリミッター（定格トルク定量 9.0~42.9 kg・m, ゼットトルク 28 kg・m）, 手動クラッチ, 車輪（直径 400 mmφ, 踏面幅 80 mm, S45C）	
送風機	
構成：37 kW・VS モータ, 貫流ファン, 主ダクト（ディフューザ, コントラクションノズル, 整流ノズルよりなる）, 偏向ダクト	
送風機の外形寸法	
長さ×幅×高さ：6.305 m × 4.006 m × 3.985 m	
送風機の重量	5 ton
吹出口面積	1.000 m ² ~3.000 m ²
吹出風速	1.1~10 m/s (max. 10.7 m/s)
風速精度	吹出口面積の 85% で ±5%
ファンの回転数	136~506 r.p.m. (max. 545 r.p.m.)
送風台車速度	
単体自走時	0.1~1.0 m/s
曳引車と連結時	0.100~5.000 m/s
送風台車全体重量	
送風機完全塔載時	10.7 ton

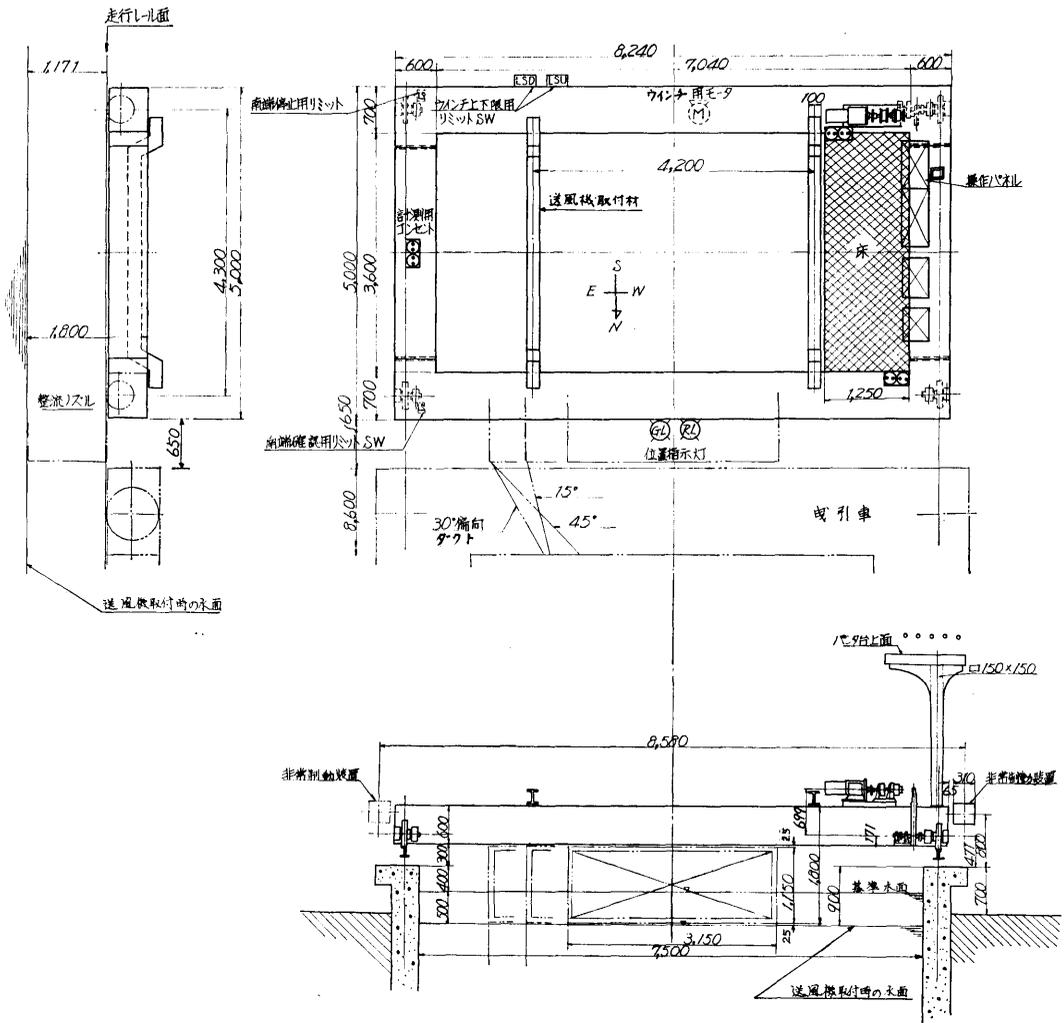


図-6.1 送風台車の一般配置図

として台車幅を 8,240 mm とした。一方、送風機の大きさおよび設置方法 (6.6 参照) を考慮した結果、送風機の設置場所 (前述のとおり 4 本の主桁で囲まれた区域) の長さは 3,600 mm 必要となり、したがって、前後横桁の桁幅は 700 mm となった。横桁の水平強度については、この桁幅によるものの不足分を板厚で補うこととした。送風機の設置場所の幅は台車幅から東西縦桁の桁幅 (600 mm) を差し引いた 7,040 mm とした。横桁の桁高さは垂直強度の観点から 600 mm とし基準水面から主桁下面までの高さは曳引車におけると同様に 700 mm とした。

このようにして決定された送風台車の主要目等、一般配置および完成写真をそれぞれ表-6.1, 図-6.1, 写

真-6.1 に示す。

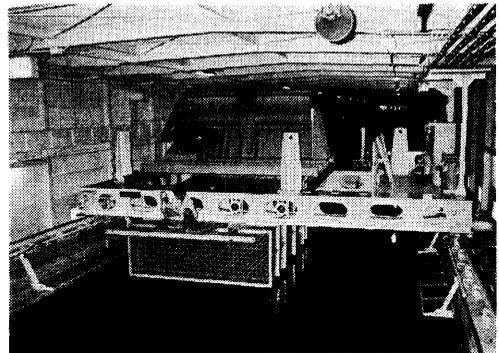


写真-6.1 送風台車の全景

6.2 走行性能

送風台車は、曳引車に連結され曳引車の動力によって走行する場合と、送風台車単独で自走する場合がある。

連結時運転を行うときの速度は、原則として下記の速度範囲とした。

南進	0.1~5 m/s
北進	0.1~3 m/s

自走時の速度範囲とその速度安定度はつぎのとおり。

南北進とも (0.1~1.0) m/s ±25%; full scale の ±10%

6.3 重量, 加減速度

重量は、台車 5 ton 送風機 5 ton, 計 10 ton を目標としたが完成時重量は台車が 5.7 ton であった。連結時運転のときの加減速力の発生は曳引車側であるが、そのときの加減速能力は曳引車単独時の約 7 割

$$\left(= \frac{\text{曳引車重量}}{\text{曳引車重量} + \text{送風台車重量}} \right) = \frac{23.6 \text{ ton}}{23.6 \text{ ton} + 10.7 \text{ ton}}$$

となる。連結時 5 m/s のときの非常制動力は **5.6.3** ですでに述べたとおりである。

以上は連結時のときであるが、単独自走時は加減速度とも 0.015 g とした。

6.4 脚部, 自走用駆動部等

台車支持脚部は、4 隅 1 基ずつ計 4 基である。ホイールベースは可能限度に大きくとった結果 4,300 mm となった。車輪荷重は、送風機の設置のしかた (6.6 参照) によって各車輪に対する配分がかなり異なるが、荷重の最大値を推定すると 4 ton 弱となる。このことから車輪直径を 400 mmφ とした。駆動力の接続されていない 3 基の脚部は、車輪, 車軸, 調整機構つき軸受から構成されている。

自走用駆動部の組込まれた脚部は前西隅のものであり、駆動部の主な構成要素はつぎのとおり。

変速機つき交流モータ, 電磁制動装置 (以後電磁ブレーキと呼ぶ), 減速機, トルクリミッター, チェーンドライブ機構 (スプロケット, チェーン), 手動クラッチ機構など。これらの駆動部構成を 図-6.2 に示す。構成要素のうち, モータ, 電磁ブレーキ, 減速機, トルクリミッターの主な仕様は 表-6.1 中に示されている。

駆動部の操作等についての主な内容を挙げればつぎのとおりである。

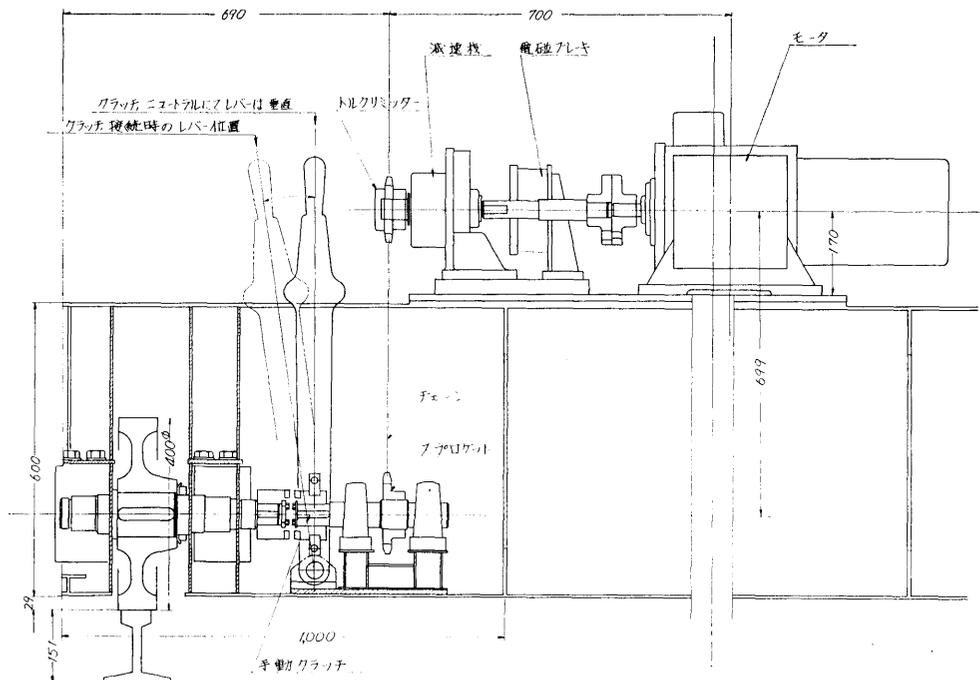


図-6.2 自走用駆動部

① 速度設定は速度設定器（ポテンショメータ）によって行い、発進および停止は南進、北進の起動あるいは停止のボタンをおせばよい。また、変速は走行中でも自由に行える。

② 何らかの原因によって発生するかもしれない過大負荷に対する防護策としてはトルクリミッターが設けられた。

③ 手動クラッチを使用しているため、送風台車を連結桿（6.9.1 参照）によって曳引車に連結したときは必ずクラッチを切離さなければならない。

④ 電磁ブレーキは、モータ側からみてクラッチに到るまでの動力軸に取付けられているので、連結時には無効となるが、台車単独では通電時は常に有効となり、停電時には自動的に制動がかかる。電磁ブレーキは、パネ力によって圧着される制動板によって動力軸に直接制動力が作用するものであり、解除保持は電磁力によって行われている。作動あるいは解除は簡単なボタン操作によって行うことができる。

⑤ 水槽南端には自走時の自動停止用のリミットスイッチが設けられており、これによって駆動回路の遮断と電磁ブレーキの作動を行わせている。この自動停止機能は安全確保と、無人で水面掃除を行わせるため

である。

6.5 送風機

送風機の仕様は主として風浪中の船舶性能に関する試験、A.C.V. に関する試験を可能とする要求から決定された。送風機の製作に関する作業は、機関開発部によってその一切が行われた。

送風機の主な構成とその主要目等は図-6.1と表-6.1に示されているとおりである。これらのうち、モータ、貫流ファンを除くディフューザ、コントラクションノズル、整流ノズル、偏向ダクトは軽量にするためにすべてアルミ板によって製作された。

モータから整流ノズルまでは送風台車によって支持されるが、偏向ダクトは曳引車によって支持されるので、この間は、フレキシブルジョイント（ネオプレン・スポンジパッキング）によって結合される。また、送風機を使用しないときは格納するが、この格納時のために貫流ファンと整流ノズルは切離すことができる。

6.6 送風機の設置状態

送風機の設置状態に関してはつぎの5通りが考えられている。

- ① 標準状態
- ② 15° 偏向状態

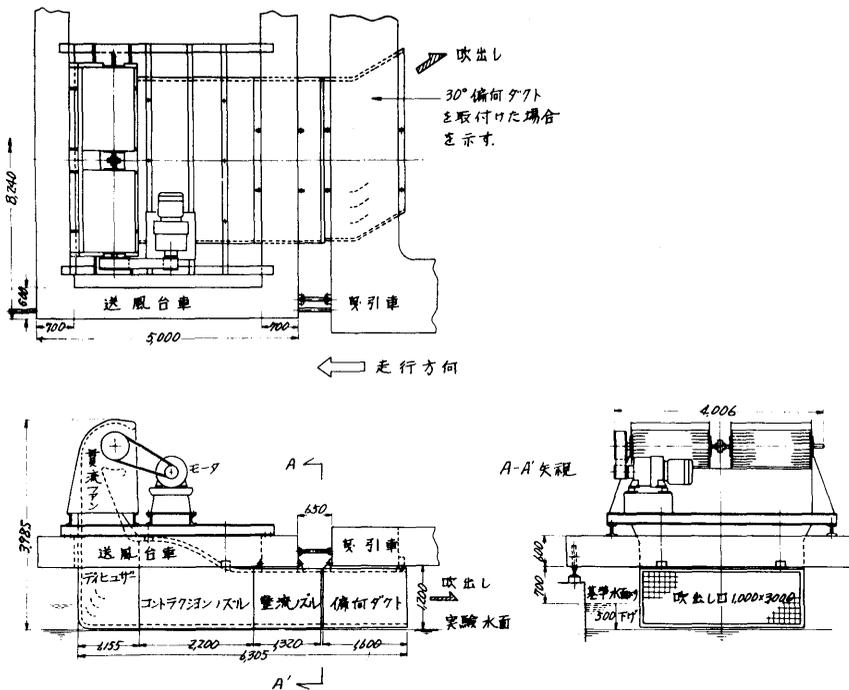


図-6.3 30° 偏向吹出の状態

リミットスイッチ、位置指示灯に給電されている。計測用コンセントは台車上の3ヶ所に2ヶずつ計6ヶが配置された。

6.8 水面掃除機

送風台車の自走によって水面掃除を行うこととし、水槽幅と同じ長さの掃除板を台車の最前面に取付けた。掃除板のあげおろしは、台車前面に設けられた昇降ガイドに沿って電動ウインチで行われる。この水面掃除機は基準水面のときを対象としており、掃除板の下端が水面下30cmに達したときウインチは自動停止する。引揚げ時も同様に掃除板の下端が水面上70cmに達したときウインチは自動停止する。掃除板は、金属パイプの平面トラスからなる骨組に、パンチングメタルのプレートが張られたものである。さらに、このプレートに耐水ベニヤ板を張って使用している。

水面掃除はこの形式の場合、0.2~0.3m/s位の速度で行うと効果がよい。しかし、この速度では水槽南端に到るまで約12~8分位要するので、6.4の⑤で述べたように南端に自動停止用のリミットスイッチが設けられ、これによって無人で水面掃除もできるようにした。掃除板が水槽南端の造波装置直前に達し、水面掃除用集塵樋(図-9.1参照)を水面まで降ろし、水面掃除用排水ポンプを起動させれば浮遊物を含んだ汚水は屋外に排出される。

水面掃除機の概略を 図-6.5 に示した。

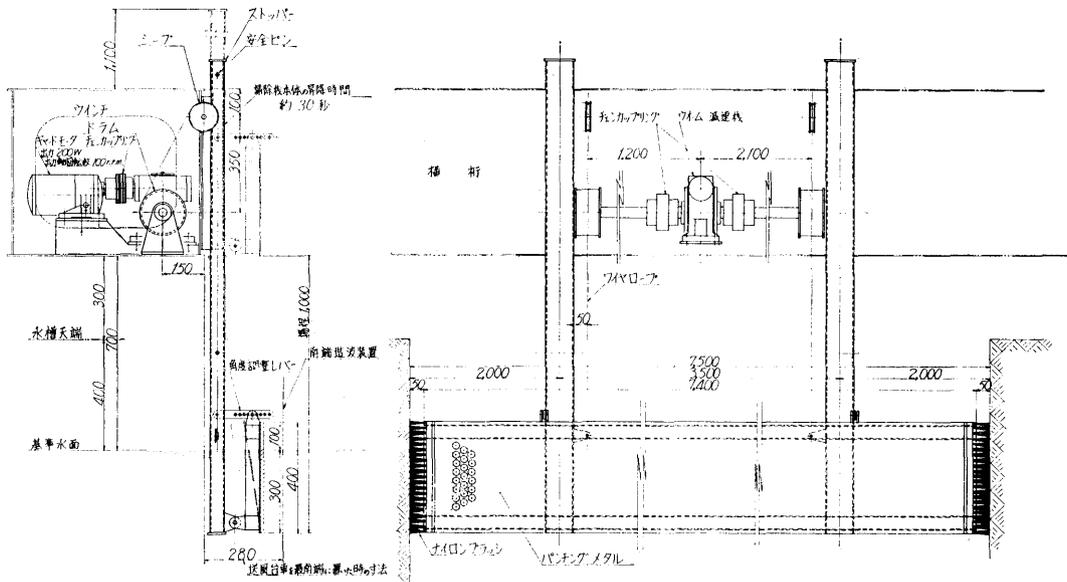


図-6.5 水面掃除機

6.9 関連設備、繕装品等

送風台車の基本的な機能に関する設備として集電塔、ストッパー受け(南端に設けられた送風台車用のストッパーに対するもの)、バッファ(曳引車との緩衝用として台車北側に取付けられている)、ガイドローラ、脱線防止具、連結桿、整流ノズルの吊り金具、送風機格納時の支持台などがあり、保安に関するものとしては、曳引車の場合と同様にトロリー線の下面に防護ネットが張られ、また、台車の位置を示す指示灯が設けられた。その他、昇降用ステップ、床、手摺り、レール掃除機、清掃用ポンプ、C型フックなどが設備された。

6.9.1 連結桿

後横桁の後面の両端に曳引車と連結するための堅牢な連結桿が設けられている。連結する場合は、バッファの頭部(緩衝用ゴムヘッド)を取り除いた後、連結桿をたて曳引車に結合する。連結された状態で曳引車と送風台車との間隔は(650±1.0)mmとなる。

6.9.2 位置指示灯

送風台車の後横桁の軽目孔内に緑、赤の2灯が取付けられている。この指示灯は台車の位置を曳引車上から確認するためのものであり、台車が非常制動のピストンストロークより引込んだ位置に収納されていれば絶色灯が、それ以外の位置にあれば赤色灯が点灯す

る。したがって、曳引車を南進させる場合は必ずこの送風台車の位置指示灯と、非常制動の作動準備指示灯(5.6.3参照)がともに緑色に点灯していることを確認してから運転しなければならない。

6.9.3 清掃用ポンプ

消波板、水槽壁などに注水して清掃を行うためのポンプを送風台車の東西端部に1基ずつ設置した。ポンプの揚水側は水槽の底近くからも揚水ができる能力をもち、揚水パイプも十分な長さをもっている。また、吐出側には、ノズルが取り付けられており、かなり強い射水能力をもっている。中水槽でたとえばポリマー中での実験を行った場合はこの清掃用ポンプで洗滌を行うことになろう。

6.10 塗 装

台車の塗装は曳引車における塗装(5.11参照)と殆んど同じであるため、記述を省略する。

6.11 試験成績

中間検査としては次のような項目が行われた。車輪に対しては、材料試験、化学組成分析、寸法計測、振れ計測、釣合試験などが行われた。車輪軸に対しては、車輪の検査項目から振れ計測と釣合試験を除く項目について試験計測が行われた。さらに、主桁については工場内仮組立時に寸法検査が、駆動部については工場内確認運転が行われた。検査結果はいずれも成績良好であった。

完成検査は次のような項目について行われた。すなわち、車輪取付け精度の計測、重量計測、撓み計測、自走試験、自走時制動試験、連結走行試験、連結時制動

試験、水面掃除試験、送風機試験などが行われた。これらのうち重量計測、撓み計測、自走試験・自走時制動試験について以下簡単に触れる。以下の記述以外の試験についても、その成績はおおむね良好であった。

6.11.1 重量計測

送風機は各位置に移動させたり、格納位置に設置したりするのでいわば移動荷重とも考えられる。したがって、台車としての付属装備はすべて含み、送風機のみは搭載しない固定重量状態において、曳引車における同じ方法で重量計測が行われた。計測結果は次のとおりであった。

前西部	1.9 ton	後西部	1.3 ton
前東部	1.3 ton	後東部	1.2 ton

したがって、合計 5.7 ton であった。この結果重心位置は、台車中心より前方へ 264 mm、西側へ 425 mm の位置となった。ただし、送風機格納時の支持台は所定の位置に設置されていた。

6.11.2 撓み計測

撓み計測は次のような状態で行われた。すなわち、送風機は搭載せずに、前後横桁には、中心から東西へ 2,100 mm の位置に各 1,250 kg 合計 5 ton の荷重を搭載したときのそれぞれの桁中央における撓み(桁等の自重撓みは除く)が計測された。前横桁と後横桁における撓み計測結果はそれぞれ 1.95 mm、1.85 mm であった。

6.11.3 自走試験、自走時制動試験

試験結果を表-6.2に示す。表に示すとおり成績は良好であった。

表-6.2 自走試験・自走時制動試験結果

	自 走 試 験			自 走 時 制 動 試 験			
	設定速度 (m/s)	計測速度 (m/s)	電流値 (A)	制動距離 (m)	制動時間 (sec.)	平均減速度 (g)	加速度計記録による平均減速度 (g)
南 進	0.2	0.190	4.5	0.2	1.7	0.014	0.015
	0.4	0.395	4.5	0.6	2.9	0.015	0.015
	0.6	0.585	4.5	1.4	3.9	0.019	0.016
	0.8	0.790	4.75	2.0	5.9	0.012	0.014
	1.0	1.005	4.75	3.6	7.0	0.015	0.015
北 進	0.2	0.190	4.6	0.25	1.8	0.016	0.015
	0.4	0.395	4.75	0.6	3.1	0.013	0.014
	0.6	0.585	4.8	1.8	4.3	0.020	0.017
	0.8	0.790	4.75	2.2	6.1	0.012	0.014
	1.0	0.985	4.75	3.7	7.1	0.015	0.015