

三鷹第3船舶試験水槽の建設について

推進性能部

On the Mitaka No. 3 Ship Model Experiment Tank of the Ship Research Institute

By
Ship Propulsion Division

Abstract

This paper gives a general description of a new ship model experiment tank, "Mitaka No. 3 Ship Model Experiment Tank", built at the Ship Research Institute. The principal dimensions of the tank are 150 m × 7.5 m × 3.5 m.

In this report are given design considerations and general descriptions of the construction of the tank, which include the tank itself, the rails, the main carriage, the sub-carriage having the wind blower, the trolley wires, the wave absorbers, the wavemaker, the measuring instruments, the data processor and the building to house facilities.

The main features of the tank are as follows:

1. Towing carriage of box girders convenient to perform various kinds of experiments, not only on ship models but also on ocean structures
2. Strong tank wall and special apparatus, which enable the accurate tests in shallow water
3. Sub-carriage carrying a small wind blower to perform the tests in waves with wind
4. Wave maker of plunger type whose vertical position can be varied corresponding to the water level
5. Easy control of the carriage any one can drive

目次

三鷹第3船舶試験水槽完成図	3.3 水槽建屋	9
1. 緒言	4. 曳引車走行用レール等	10
2. 計画の概要	4.1 まえがき	10
3. 水槽本体および建屋	4.2 レールの機械加工	10
3.1 まえがき	4.3 レールの接続方法	10
3.2 水槽本体	4.4 チェア	12
3.2.1 概要	4.5 レールの敷設	12
3.2.2 構造	4.6 水準溝	11
3.2.3 内壁の仕上げ	4.7 ストッパー	11
3.2.4 給排水設備	5. 曳引車	11
3.2.5 浄化装置	5.1 計画の概要	11
	5.2 構造方式	14
	5.3 主桁と主要寸法等	15

原稿受付: 昭和48年6月7日

5.4	加減速度と走行速度	16	6.7	電源等	37
5.5	駆動部	16	6.7.1	A.C. 400 V 電源	37
5.5.1	概要	16	6.7.2	A.C. 200 V 電源	37
5.5.2	構成	17	6.7.3	A.C. 100 V 電源	37
5.6	制動装置	18	6.8	水面掃除機	38
5.6.1	電気制動	18	6.9	関連設備、艀装品等	38
5.6.2	バネ制動	18	6.9.1	連結桿	38
5.6.3	非常制動	19	6.9.2	位置指示灯	38
5.6.4	自動制動区域	21	6.9.3	清掃用ポンプ	39
5.6.5	制動装置の併用	21	6.10	塗 装	39
5.7	計測区域	22	6.11	試験成績	39
5.7.1	常用計測桁	22	6.11.1	重量計測	39
5.7.2	計測床	22	6.11.2	撓み計測	39
5.7.3	浅水実験用計測架台	23	6.11.3	自走試験, 自走時制動試験	39
5.7.4	計測補助桁	24	7.	動力装置および曳引車速度制御装置	40
5.8	一般電源	24	7.1	受変電設備	40
5.8.1	A.C. 200 V 電源	25	7.2	曳引車走行用動力	41
5.8.2	A.C. 100 V 電源 (一般用)	25	7.3	速度制御装置	41
5.8.3	A.C. 100 V 定電圧電源 (計測機器用)	26	7.3.1	共通部門	41
5.8.4	受配電盤, 電源コンセント配置等	26	7.3.2	デジタル速度制御装置	43
5.9	照明灯等	27	7.3.3	デジタル速度制御装置のチェック	44
5.9.1	床照明	27	7.3.4	定速投入制御および停止制御	44
5.9.2	作業灯	27	7.3.5	速度変更	44
5.9.3	ストロボライト	27	7.3.6	アナログ速度制御	44
5.9.4	標識灯	27	7.3.7	寸動走行	44
5.9.5	実験灯	27	7.4	曳引車運転操作盤	44
5.10	関連設備, 艀装品等	27	7.5	緊急停止およびインタロック	45
5.10.1	実験機器取付け用フレーム	27	7.5.1	第一緊急停止装置	45
5.10.2	手摺り	27	7.5.2	第二緊急停止装置	45
5.10.3	曳引車昇降台	27	7.5.3	インタロック	46
5.10.4	冷房機	28	7.6	付属艀装品	46
5.10.5	スケール類	28	7.6.1	デジタル計測記録装置	46
5.10.6	ドレインタンク	28	7.6.2	自航制御盤	46
5.11	塗 装	28	7.6.3	送風台車の電気艀装品	46
5.12	試験成績	28	7.7	トロリー線	46
5.12.1	中間検査	28	7.8	走行試験結果	47
5.12.2	完成検査	29	8.	消波装置	48
6.	送風台車	33	8.1	北端部消波装置	48
6.1	主桁と主要寸法等	33	8.2	南端部消波装置	49
6.2	走行性能	35	8.3	側面消波装置	49
6.3	重量, 加減速度	35	9.	造波装置	49
6.4	脚部, 自走用駆動部等	35	9.1	計 画	49
6.5	送風機	36	9.2	概 要	50
6.6	送風機の設置状態	36	9.3	操 作	50

9.4 紙テープ読込装置	51	10.2.4 プロペラ単独動力計	54
9.5 造波特性	52	10.2.5 流速計	54
10. 計測装置	52	10.2.6 その他の計測器	54
10.1 計画	52	11. 計算設備	55
10.2 計器の概要	52	12. 結言	56
10.2.1 抵抗動力計	52	参考文献	56
10.2.2 自航動力計	53	附録 工事記録写真	57
10.2.3 小型自航動力計	54		

1. 緒言

船舶の大型化、高速化および高性能化の世界的傾向にとまぬ、船舶改良の必要性が増大し、この目的にしたがって昭和41年度に三鷹第2船舶試験水槽¹⁾(通称400m水槽)が完成された。この400m水槽を使用して、大型船ならびに高速船の静水中および波浪中における定量的実験、後続波形の精度よい計測、大型模型を含めた相似則等、多くの研究に絶大な威力を発揮しているが、一方、目白支所の施設を日本造船技術センターに分離するに当って、中小型船の実験、各種の基礎的研究試験には不便を感じるほか、近年とみにその必要性を増大している制限水路影響の研究あるいは、風と波が共存する海面に相当する状態での実験ができず、是非とも中型試験水槽を設置する必要性が痛感された。このような状況のもとに今回、長さ150m、幅7.5m、深さ3.5mの中型試験水槽が完成されたので、その建設の概要について報告する。

年度別工事ならびに船研内の主担当者を表1.1に示す。なお、造波装置、計測装置ならびに送風機の特

表 1.1 年度別工事ならびに船研内主担当者

年度	工事区分	船研担当者	
45	水槽および建屋	田中, 横尾(直)	
	造波装置	北川, 岡本	
46	曳引車 送風台車 レール トロリー 側面消波装置	上田, 横尾(直), 足達 上田, 横尾(直), 村尾 門井, 小久保 荒井, 尾股, 黒部 川上, 田中	高橋 (筆)
	送風機	村尾, 上田, 北川	
	曳引車制御装置	荒井, 尾股, 黒部	
	計測装置	北川, 武井, 塩沢, 齊藤, 小山	
	計算装置	田中, 尾股	

については別の機会に発表の予定である。また、試験水槽建設の共通的問題については参考文献1)に記載されているので省略することにした。

2. 計画の概要

水槽の主要寸法、曳引車の最高速度、曳引車の構造形式等は、400m水槽で実験を行うにはあまりにも不便、かつ非能率的な実験、あるいは400m水槽では実験不可能な項目をも考慮して計画された。

本水槽は、主として定性的な開発研究に使用されるが、模型船を自航させる場合には定性的といえども、4m~5mの長さが必要である。この模型船について加速装置としては特殊なものを考えずに曳引車がスタートしてから定速度になるまでの時間、模型船ならびに計測器系の応答時間、減速、停止を考えて最少必要長さとして150mに決定した。この長さは2.5m模型を使用しての波浪中試験にとってもぎりぎりの数字と思われる。

水槽の幅および深さは、平水中での常用模型が4m~5m、また、波浪中での模型が約2.5mという考えのもとに、側壁影響および浅水影響をほとんど受けず、しかもblockage effectの研究を400m水槽と本水槽とを併用して行うに便利のように、幅7.5m、深さ3.5mと決定した。

曳引車最高速度は、主としてピッチ比の大きい模型プロペラの単独試験、また、一般船舶以外の実験、たとえばAir Cushion Vehicleの実験等を考慮し、さらに減速度を0.6gにとって、6m/sが決定された。水槽の長さの割に最高速度が大きく、しかも計測時間を長くとりたいという要求のために、後述するような曳引車制動方式にはかなりの注意がはらわれた。

また、非常に必要とされながらも、わが国ではあまり行われなかった浅水中での船舶の推進性能に関する研究を本格的に行うためには、水槽水の深さを加減でき、かつ、浅水中での造波も可能でなければなら

い。水槽側壁および造波機の設計に当っては、これらの条件を満足するように特別な考慮がなされた。さらに船舶等の航海性能を総合的に評価する目的をもって、送風機つき台車をも設置することとした。

本工事は、いずれの項目についても単年度予算にて実施されたが、以下その概算工事費を列挙すると、

昭和45年度	概算工事費 (百万円)
水槽および建屋	158
造波装置	28
昭和46年度	
曳引車, 送風機つき台車, レール, トロリー, 側面消波装置	136
曳引車制御装置	37
計測装置	40
計算設備	32

である。

以下に述べる諸設備の設計の根底となる思想は、取扱いを簡単にして、小人数の研究グループで容易に曳引車の運転および実験が遂行できるようにすることである。

なお、水槽および建屋の建設工事は、その設計、監督を建設省関東地方建設局に委任し、その他の工事は船舶技術研究所が直接にこれに当たった。

3. 水槽本体および建屋

3.1 まえがき

中型試験水槽は、図-3.1 に配置を示すように400m

水槽に並んで建設された。両水槽の間隔は、各水槽の側壁の内法で15.25mであるが、この距離を決定するには次の考え方を用いた。すなわち、図-3.2 に示すよ

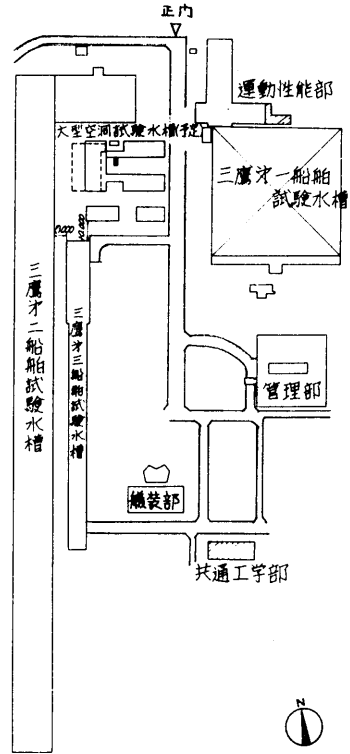


図-3.1 水槽配置図

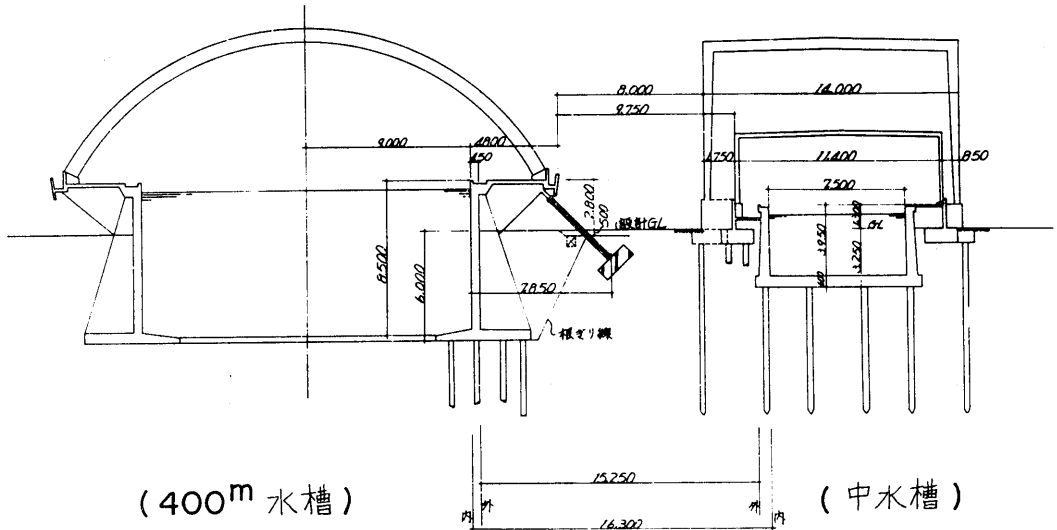
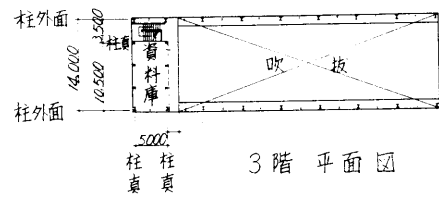
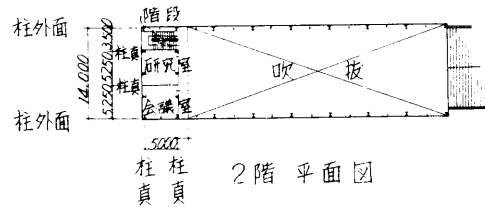
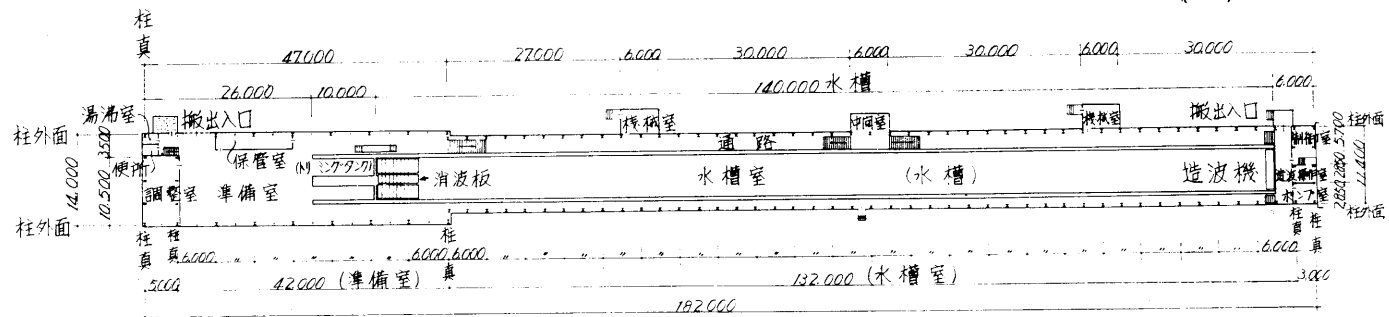


図-3.2 水槽の断面図



(東)



中型試験水槽 平面図

(西)

図-3.3 水槽および建屋内の配置図

うに 400 m 水槽は G.L. (Ground Line) から 6 m 掘削して建設したよう (擁) 壁構造の水槽であるため、中型試験水槽工事に当っては既設水槽の側壁に対する土圧を損はないように計画する必要がある。このために、両水槽の底盤から引いた 45° の仮定の根切線を各水槽側幅への影響範囲と考え、これが地中で交差ししないような配置を図-3.2 のように定めたものである。

建屋と水槽本体の基礎は分離し、それぞれに G.L. から約 10 m 下の砂礫層に達するまで杭を打ってある。水槽建屋は、図-3.3 に配置図を示すように、実験準備場 (北側) と水槽場 (南側) とに分けられ、その主要寸法等を掲げると表-3.1 のとおりである。

表-3.1 水槽および建屋の主要寸法表

	長さ (m)	幅 (m)	高さ (G.L. より (m))	深さ (m)
実験準備場	47.0	14.0	10.3*	—
水槽場	135.0	11.4	5.2*	—
水槽	140.0	7.5	1.3	3.9
トリミング・タンク	10.0	1.2	—	1.7

(* 印は軒高を示す)

実験準備場は主に吹抜けであるが、北端部の 5 m の部分は 3 階建てで、1 階は計測器等の調整室、2 階は研究室、3 階は資料室となっている。本水槽は 400 m 水槽と異なり研究室は主として水槽の管理職員および長期の水槽使用者のために設けられ、比較的限られた面積になっている。しかし一方、実験準備場、調整室等はこの程度の規模の水槽としてはかなり十分な広さを有し、床の仕上げ等に関しても、ほぼ実験室並に扱っている。これは、水槽実験の質が多様化し、高度なものとなるにしたがって、実験もまた精密化し、計測器等も高性能化して塵、湿度にも注意をはらう必要があるからである。また、本水槽には模型船工場等は付属せず、400 m 水槽付属の工場で本水槽用の模型も製作する。このほか、水槽南端部には造波装置操作室、南側変電室および水面掃除用のポンプ室が設けられている。

3.2 水槽本体

3.2.1 概要

水槽本体は、内法寸法で 140 m × 7.5 m (幅) × 3.9 m (深さ) の主要寸法を持ち (標準水位は 3.5 m)、長さ

10 m、幅 1.2 m、深さ 1.7 m のトリミングタンクが付属している。

水槽天端 (頂部) と G.L. の高さ関係を検討することは、建設の費用と完成後の作業性を定める上で重要であるが、本水槽の場合には、使い易い水槽を目標とする立場と、水槽側壁の温度変化を避ける上から図-3.4 に断面図を示すように、水槽本体の深さの 2/3 を G.L. 以下に納めた、このような天端高さを選ぶことによって、図-3.4、図-3.5 に示すように水槽準備場および水槽両側の通路を極力平坦にとりながら、なおトリミングタンクまわりおよび曳引車レールの調整等の作業性を良好にすることができた。

一般的な配置は、南端に造波機 (ブランチャー型)、北端および東西両側に消波装置を設け、トリミングタンクには水密の水門を付けて同タンク内を独立に排水可能とした等、ほぼ 400 m 水槽と似た配置となっている。

3.2.2 構造

400 m 水槽はわずかの量しか水位を変えることができないが、本水槽では、浅水水槽としても使用することがあるために、一時的には乾水状態にも耐えるだけの強度をもたせるように一般の水槽よりも堅牢に設計した。本水槽の大部分の断面は、図-3.4 に示すように、底盤が厚さ 0.6 m、側壁は基部で 0.6 m、頂部で 0.4 m の厚みをもっている。しかし、水槽南端から 9 m の間の側壁は、造波装置の基礎と非常制動装置および可動側面消波装置の基礎を兼ねているために、特に補強して 0.7 m の一様な厚みを持たせてある。

本水槽には伸縮継手がなく、底盤と側壁下端部のコンクリート打継部に止水板 (高さ 150 mm、厚さ 4.5 mm の鋼板) が設けてあるだけで、構造としては一体型である。この結果、満水時と乾水時の水槽幅の変動は、水槽周囲の埋もどし前に実施された過満水テスト (写真-3.1 参照) で約 5 mm であったが、完成後は 1 mm 以下となり所期の目的を達した。工事後の側壁変位の減少については、滑動側壁を持つ船型試験水槽に関して大津留²⁾等の研究があり、傾向としては一致している。このほか、設計者の関東地方建設局によりカールソン型歪計、鉄筋応力計等が約 20 箇所の底盤、側壁内に取付けられ、約 2 年間の観測が続けられたが、特に目立った応力を示したものはない。コンクリートはすべて水密性のものとし (水セメント比 50% 以下、混和剤として AE 減水剤使用)、特に側壁には、コンクリート膨張剤デンカ CSA をセメント 11% 内

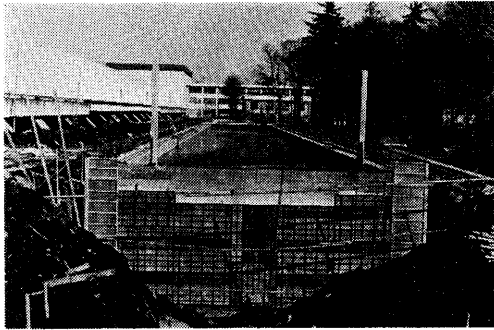


写真-3.1 埋戻前の注水試験
(造波機側より見る)

割で混合し、無収縮性を持たせた。これらを上記計測の結果から見ると、側壁コンクリートの歪は約 4×10^{-4} の膨張率を示し、多少収縮のあった底盤コンクリートに比べても一応の添加剤の効果が見られた。

3.2.3 内壁の仕上げ

水槽内壁の仕上げ精度について適度な指定基準を設けることは、水槽建設では建設費用と関連して困難な問題の一つであるが、特に本水槽は浅水水槽としても使用されるため底盤の仕上げ精度が重視された。底盤はモルタル仕上げとし、側壁はコンクリート型枠の支持精度を厳密に保ちその表面をグラインダ仕上げとしたが、当初の工事仕様に定めた「側壁の waviness の振幅は、10m 以下の波長のものについては 5mm 以下とする」という目標に達していることがわかった。

水槽建屋工事完成後に実施した水槽内壁の仕上げ精度の検査結果を底盤および側壁について示すと、図-3.6 および 3.7 のようになる。図-3.6 の底盤仕上げ精度は、水槽の中心線上と中心線から東西に各 2.5m の距離の平行線（側壁より各 1.25m）上で計測された。計測方法は水槽に約 120mm の水位に水をはり、水面と底盤までの深さを計ったもので、120mm より深いものに

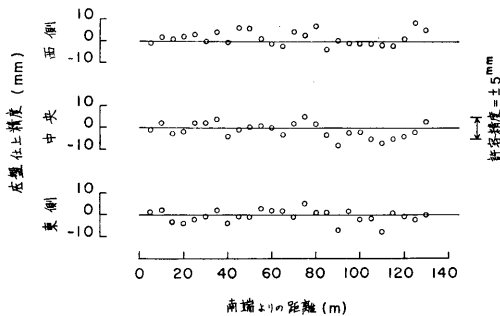


図-3.6 水槽底盤の仕上げ精度

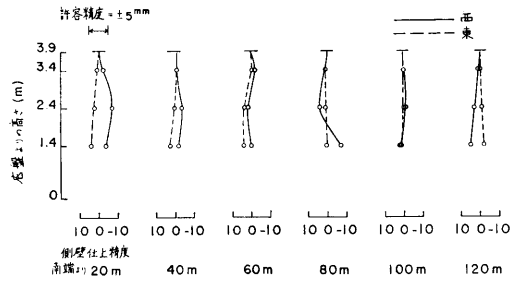


図-3.7 水槽側壁の仕上げ精度

負号、浅いものに正号を付けてある。図-3.7 の側壁の仕上げ精度は、水槽完工時の水の無い状態で内壁の頂部を基準にして、底盤より 1.4m, 2.4m および 3.4m の高さの出入りを計測したもので、基準より内側にある場合に負号、外側にある場合に正号を付けてある。

なお、上記の計測のほか、水槽側壁の直線度、工事期間中における水槽幅の変化の連続記録（この計測は、海洋開発工学部の大津留技官により実施された）、水槽長さ等が工事の各段階で計測比較されている。

3.2.4 給排水設備

3.5m の基準水位をとると水槽水は 3,570m³ あるが、浅水水槽として使用するために、水槽設備の内でも給排水の能力が重視された。完成後の実績によると、給水能力は約 6cm/時、排水能力は自然排水を併用すれば 20cm/時 となっており、フロートレス・スイッチによる自動給排水装置を備えている。水槽水は 400m 水槽と共用の井戸水で、図-3.8 の解説図に示すように、400m 水槽の観測室内で管系を分岐し、中型試験水槽準備場西側の中間貯水槽までいったん送水し、貯水槽から中型試験水槽への給水は、本水槽の給水ポンプによる方式となっている。400m 水槽用の管路との分岐は、モーターバルブにより遠隔操作で行われ、中間貯水槽に設けたフロートレス・スイッチと連動して自動的に給水することができる。このための送水ポンプは、既設の 400m 水槽給水ポンプを共用しているが、容量等を示すと、容量 100m³/時、揚程 10m、管径 150mmφ、5.5kW になっている。また中間貯水槽からの給水ポンプの性能は、容量 80m³/時、揚程 12m、管径 125mmφ、5.5kW である。

排水の方法は、次の 3 種である（図-3.8 参照）。

- 1) 容量 100m³/時、揚程 10m、管径 125mmφ、5.5kW の排水ポンプが設備され、水槽北西端のフロートレス・スイッチで制御される。
- 2) 自然排水孔、東側側壁に底盤から約 1.5m の高

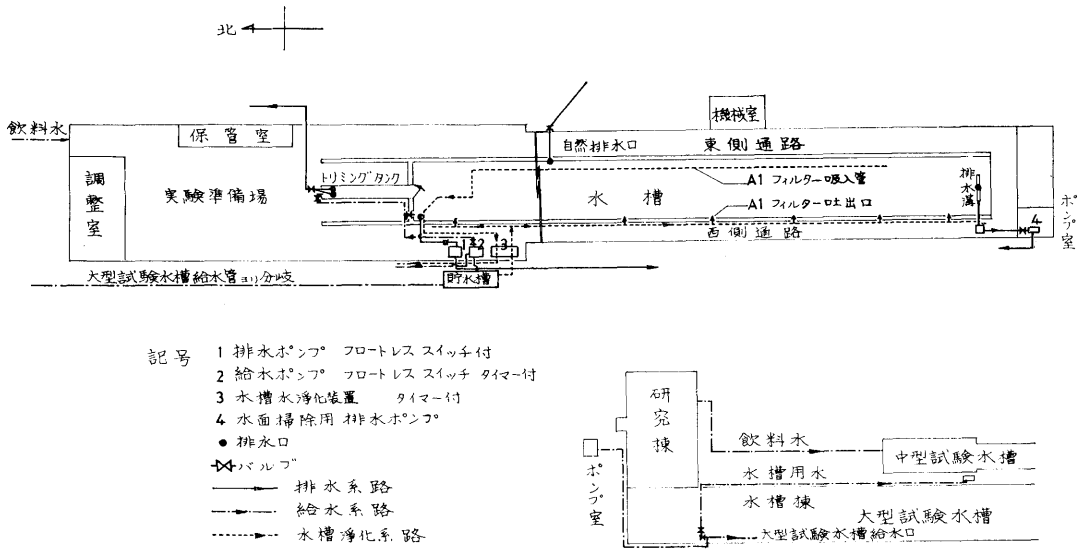


図-3.8 給排水系統図

さに管径 200 mmφ の自然排水孔があり、建屋外側から操作する。

- 3) トリミングタンク内の水を排水する場合には、トリミングタンク北端に管径 100 mmφ の自然排水孔がある。

なお、排水設備とは異なるが、水面掃除用の排水ポンプ（自吸式、容量 30 m³/時、揚程 8 m、管径 80 mmφ、2.2 kW）が水槽南端にあり、造波装置に付属している水面掃除用トラフに集められた汚水を排水するようになっている。また、トリミングタンク北端には、オーバーフローパイプ（管径 100 mmφ）があり、トリミングタンク内の集塵を兼ね、高さを調節することによって水位調整にも役立つようになっている。

3.2.5 浄化装置

浄化装置としては、ミウラ化学装置（株）製、A1 フィルター；PA-60-215 型を使用した。水の吸込みは水槽底東側に配置したビニールパイプにより行い、吐出孔は、標準水位下 0.1 m の西側側壁に 10 m ピッチで設けられている。吸込み用のパイプは浅水実験で妨げとなるので取外せるように敷設した。本装置の戸過能力は 60 m³/時 で、タイマーによる自動運転が可能である。また本装置は、水槽水の攪拌にも有効で、5° 程度の上下水温差を一晚の運転でほぼ均一化することができる。なお本装置では、中間貯水槽からの水を直接フィルターで戸過して水槽に給水することもできるようにしている。

3.3 水槽建屋

水槽建屋は、実験準備場と水槽場に分けられる。水槽場は、鉄骨構造で壁面および屋根材には ALC 板（軽量コンクリート板）を使用し、実験準備場は鉄骨構造で外装には亜鉛カラー鉄板を用いて 400 m 水槽と調和を保つように考えた。

水槽場には水槽本体のほかに、水槽中央東側に約 35 m² の中間室および 2 箇所に暖房、通風のための機械室を設けた。中間室は、最近の実験では水槽の中間で種々の観測および波高の計測を行う実験が多いが、このために水槽通路全域を広くとることの不経済をさけるために設けられたもので、計測器の搬入、電源等の便がある。水槽通路は、東側の主通路が幅約 1.3 m、西側が幅約 0.9 m となっている。

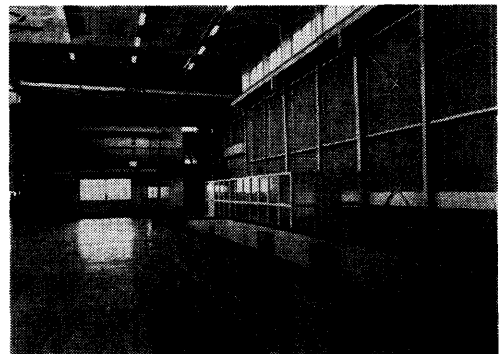


写真-3.2 実験準備場

実験準備場(写真-3.2)には天井走行の5tonクレーンを設備したが、このクレーンは実験準備場全体のほか主水槽の北端から11mのところまで延長している。これは、近年模型の種類が多様化しているので、1.2m幅のトリミングタンクでは実験準備のできない供試体(海洋構造物等)のために用意されたものである。また、水槽南端には造波装置調整等のために3tonのモノレール・ホイストを設置した。

特記すべき事項について述べると、水槽場の採光の一部は、通路壁の下部に6m間隔ではめ込みになっているガラスブロックによっている。本来船型試験水槽では、水槽水に微生物が繁殖するのを防ぐために、水面に直射光がささず、照度も200lux以下とする方が良くと報告されている。また別に、写真撮影等のためにも人工照明に頼る方がよく、400m水槽では完全に外光を遮断した建屋の設計とした。しかし、このため作業環境を悪くする難点があり、本水槽の建屋の採光の設計は両者を満足するよう意図した。すなわち、足もとに光を入れることによって、通路作業の安全と良好な環境を保ち、水槽側壁によって水面へ光の直射を防ぎ、目標として基準水面で約100luxの照度を得るように考えた。

また実験準備場の床の仕上げについては、先にも述べたように従来のモルタル仕上げを改め、ビニール系緑色の塗床とした。これによってモルタル等の粉状の埃の発生を絶ち、計測器の保守に役立たせると同時に、実験準備場の作業環境を工場に近い性格のものから、実験室に近いものに改め、細い神経を必要とする今後の作業に適合するようになった。

本水槽に必要な電力は400m水槽の動力室より分岐し、実験準備場建屋西側の屋外受変電キュービクルで受電している。このキュービクルに設置した機器は、3.3kV 3相 50Hz、500kVA受電設備、3.3kV/415V 3相 400kVAトランス(曳引車、造波装置用)、3.3kV/210V 3相 75kVAトランス(一般動力用)、3.3kV/105V 単相 3線式 30kVAトランス(一般照明等)および低圧盤一式である。

本項の最後に暖房および通風について付記しておく。水槽建屋の設計で、湿気が多い水槽内の暖房、通風は困難な問題の一つであるが本水槽は壁および屋根材に断熱効果のよいものを使用しているので当面下記設備で満足している。すなわち実験準備場に1台、水槽場の機械室(図-3.3参照)2箇所各1台の換気装置を兼ねた熱風炉を設け、水槽場内は東側通路の

ダクトで送風している。容量は、実験準備場のものが100,000Kcal/H、水槽場のものが1台当り75,000Kcal/Hで、A重油を使用している。貯油槽は、南側機械室の北側地下にあるが、1,900lの貯油量がいくぶん小さすぎた感がある。

4. 曳引車走行用レール等

4.1 まえがき

本水槽において使用する曳引車走行用レールに関しては400m水槽建設時の経験を生かし、レールの加工、継目の接続、溶接手順等は、その際に使用した方法をほとんどそのまま採用したが、一部変更、改良した部分もある。すなわち400m水槽と比較して、

- 1) レールの高低、蛇行の調整代を大きくした。
- 2) 1)に関連しチエアの構造を若干変えた。
- 3) レール接続部の継目板とレールの接触面の機械加工法を変更し、継目板の形状を変えた。
- 4) 曳引車の強制々動は、専用のブレーキレールを設けず、レール頭部側面を利用して行うこととした。

曳引車走行用レール等配置図を図-4.1に示す。

4.2 レールの機械加工

レールとしてはJNR 50 Tレールを採用し、これを加工して所要の形状に仕上げた。レール形状図を図-4.2に示す。機械加工としては、1本の長さを約6mに切断したレール頭部の上面と両側面および底部の下面と両側面を切削加工した後研磨し、その後両端の加工精度の悪い部分を切り落とし、1本5.598m(チエア間隔の整数倍)の長さのレールとした。レールの機械加工はレールが現場で敷設された場合と同じ状態にして行われた。すなわち、工作機械のテーブル上に所定の間隔に支持具を設置し、その上にレールを敷設し、高低、蛇行の調整を行った後レールを固定して機械加工を行った。

加工後のレールの真直度の検査は、上記の状態を保って、オートコリメータにより行われた。レールの加工精度については頭部の上面および側面の真直度は $\pm 2/100$ mm、表面粗度は6S以上、頭部の下面および側面の表面粗度は25Sとした。

なお、レール頭部の硬度は、素材で $H_S=40\sim 42$ ($H_B=269\sim 285$)、加工後で $H_S=43$ ($H_B=290$)であった。

4.3 レールの接続方法

レールの接続する手順としては、レールの脚部両側面に断目板を当て、コッターおよびボルトにより締め

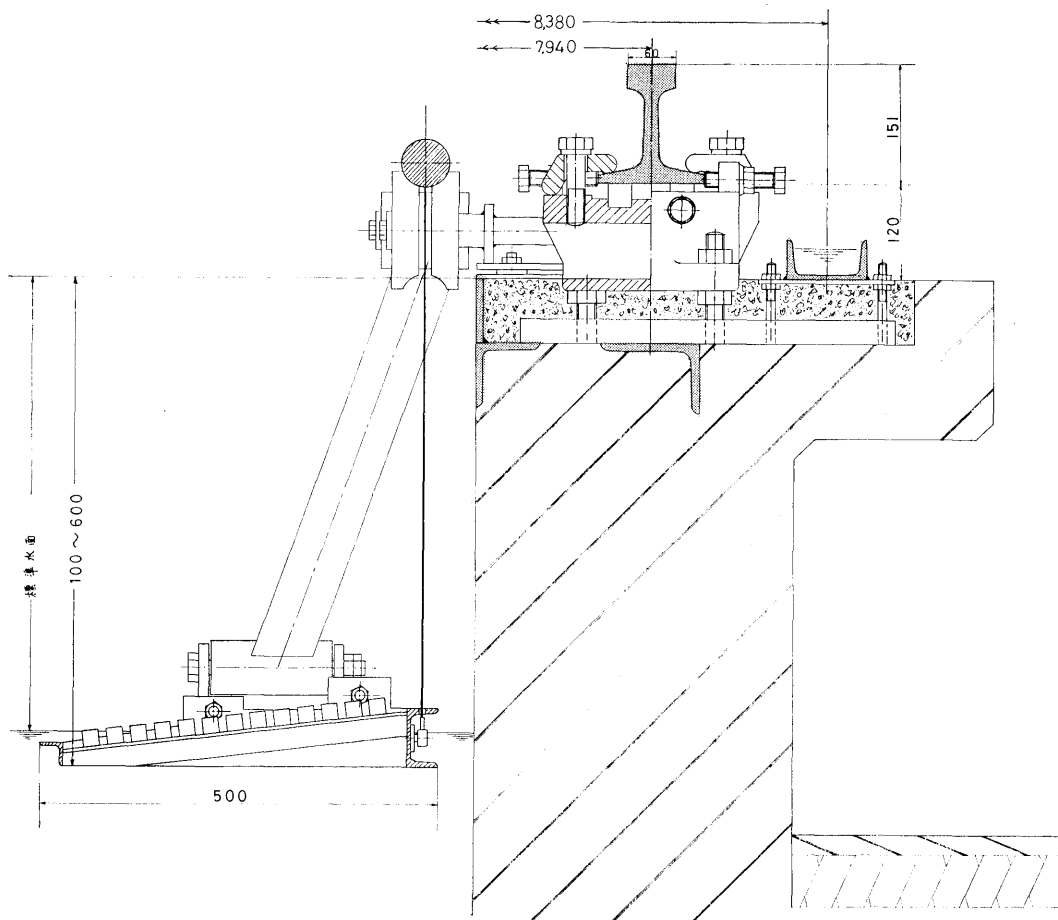


図-4.1 曳引車走行用レール等配置図

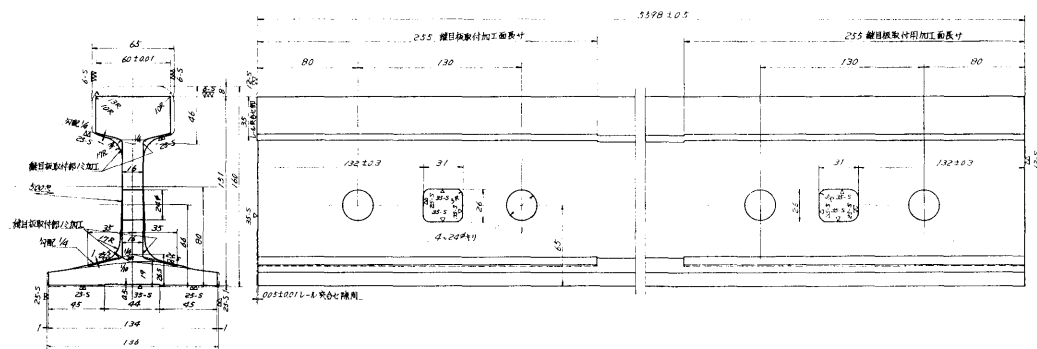


図-4.2 レール形状図

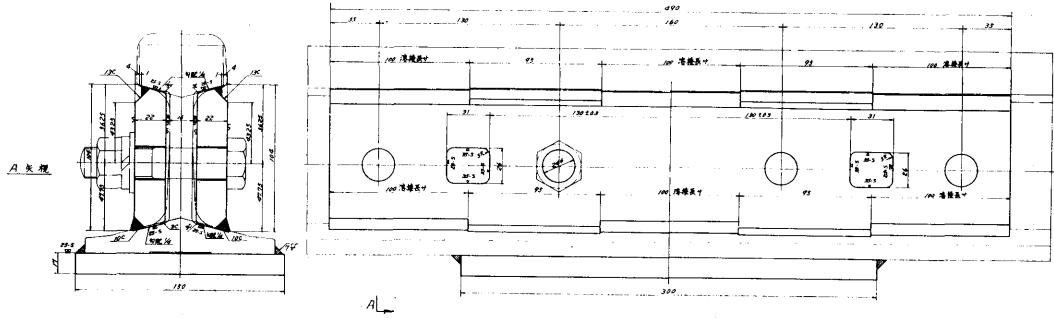


図-4.3 レール接続部

つけ、その後にレールと断面板を溶接して一体とし、レール底面にも継目板を溶接し補強した。なお、現場におけるレールの接続作業を容易にするため、レールと継目板の両者とも、その接触面に機械加工を施した。すなわち、工場において1組のレールをその突き合わせ面で上下、左右の食い違いのないように治具により固定し、レールの継目板の接触する部分に継目板の形状と同じ浅い溝を設け、この溝に継目板をはめこんで締めつけることにより接続部に食い違いが生じないようにし、この1組のレールと継目板に合いマークを打ち、現場においてレールを接続する場合には、この組み合わせを再現することはよりレール敷設作業の効率向上をはかった。レールの接続部の詳細を 図-4.3 に示す。

レールと継目板を溶接する際の熱応力による歪の影響を考察して、1組のレールの接続部で片側のレールの突き合わせ面の下部（頭部を除き脚部および底部にわたり）に 5/100 mm のぬすみをとり接続部にギャップを作り、継目板をコッターおよびボルトで締めつけることによりレール頭部にわずかに上向きの変形を与え、この状態で溶接することにより溶接後に接続部上面に水平よりさらに下向きの歪を生じないようにし、溶接完了後、グラインダー仕上げおよびきさげ仕上げにより、わずかに残った上面の歪を落とし、真直とした。

また、接続部の強度をその他の一般部分と比較する目的で、レール敷設完了後に曳引車を除行させてレールの撓みをダイヤルゲージで計測したが、チェアに支持されたレールの中央での撓みは一般部分で約 0.20 mm、継目部で 0.16 mm であり、したがって、継目部でも一般部分と同等以上の強度を有することを確認した。

4.4 チェア

試験水槽本体の建設時に、水槽両側壁の天端に幅 550 mm、深さ 80 mm の切欠きをレール敷設のために予め準備しておいたが、この切欠きに予めうめこまれている2列の山型鋼に4本のアンカーボルトを溶接し、このアンカーボルトでチェアを支持した。敷設初期のチェア自身の高低、傾きおよび蛇行の調整はアンカーボルトによって行われ、その後、切欠きを無収縮性モルタルにより充填してチェアを固定した。チェアの構造を 図-4.4 に示す。レールの高低、傾きの調整は、1/6 の勾配をもつ左右一対のくさびで行われ、蛇行の調整は左右の押しボルトで行う方式とした。また、くさびが 1/6 と比較的大きな勾配をもつため、曳引車走行時等の振動でゆるむ恐れがあるため、押しボルトによりとめてある。高低の調整代は基準高さより上下に各 5 mm、蛇行の調整代は基準中心より左右に各 15 mm である。曳引車の振動の問題と関連してチェアの設置間隔を 933 mm とした。

4.5 レールの敷設

レールの敷設精度を 表-4.1 に示す。

表-4.1 レール敷設精度

	高 低	蛇 行	傾 き
東 側	±2/10 mm	±1 mm	±1 mm/1,000 mm
西 側 (基準 レール)		±1/10 mm	

レールの敷設精度の計測は、レール上面の高低に関しては、レール上面と水準溝の基準水面との間の距離を触針型デプスマイクロメータにより計測し、側面の蛇行に関しては、水槽長さ 150 m にわたり線径 0.5 mm のピアノ線を張りレール側との距離をインサ

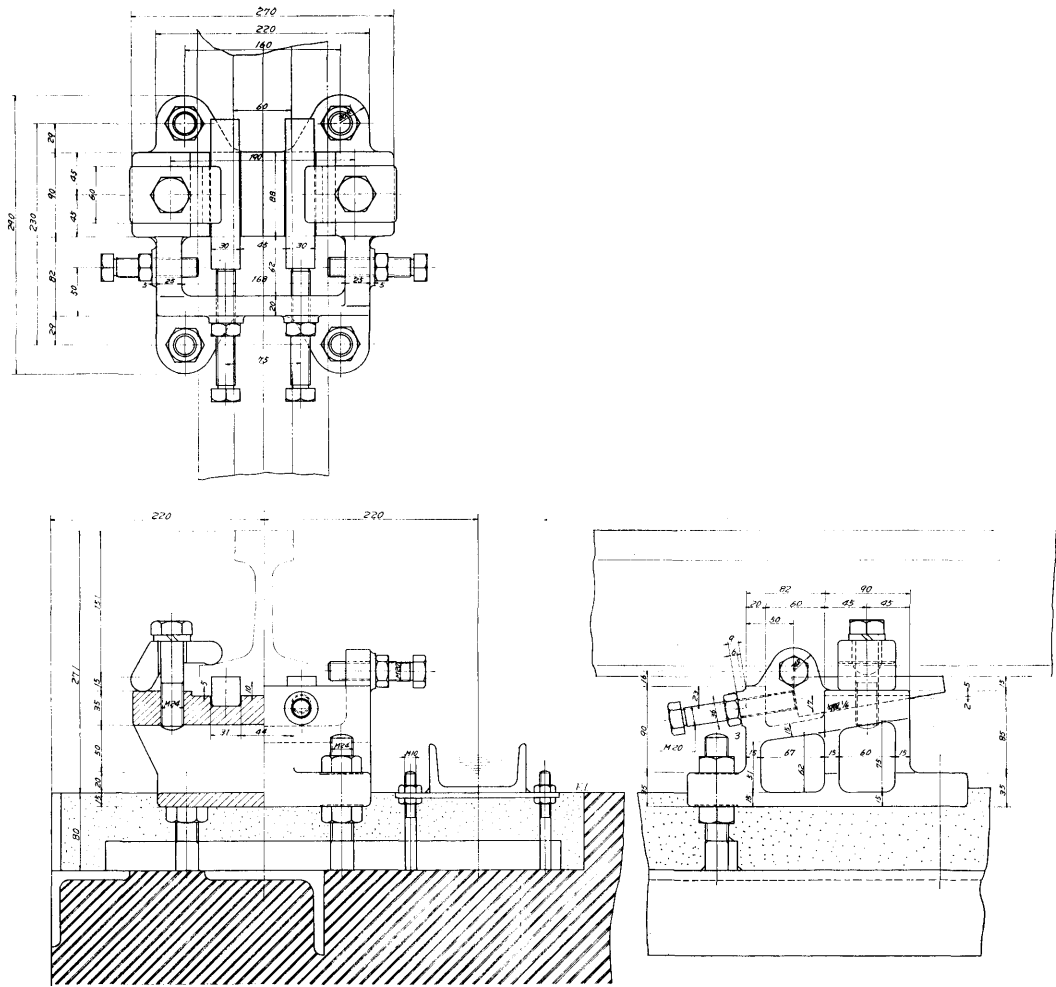


図-4.4 チェアの構造

イドマイクロメータにより計測し、また、レールの傾きに関してはレール上面に長手方向に垂直に精密水準器 (0.1mm/1mm) を置いて計測した。

4.6 水準溝

レールの外側に高低計測用基準水面をつくる水準溝を敷設した。

水準溝は幅 100 mm、高さ 50 mm、長さ 9.8 m のみぞ型鋼を溶接して縦方向に接続して作られた。東西両水準溝は北端において連通管により接続し東西両水面が同一高さになるようにしてある。

4.7 ストップパー

東西両レールの北端に曳引車暴走停止用のストップパーを設置した。ストップパーは、空気-油圧式のもので

曳引車が初速 0.5 m/s で衝突した場合 0.25 m の距離で停止する容量を有する。曳引車を衝突させて減速度を計測した結果、曳引車速度が 0.5 m/s の時の減速度は最大約 0.17 g であった。

5. 曳引車

5.1 計画の概要

中水槽の曳引車を計画するに当たって、つぎのような要望が出された。まず、推進性能部内からの要望はシンプルで軽々な骨組とし、しかも通常の実験、簡単な基礎的実験などには準備および実験に当たって、あまり人手を必要としないように工夫すること、保安装置は万全を期し、万一、運転操作にミスがあっても曳引車

は自動装置で安全に停止でき、損傷などを受けないようにすること、すなわち、水槽専任者でなくても実験者が安心感をもって容易に実験ができること、また、計測床の配置、照明効果、騒音減少、夏期冷房などに配慮して実験環境の向上を計ること、曳引車に常備する機器、艀装品などは必要最少限度にとどめ、曳引車の通常の状態を極力シンプルかつクリアにすること、高性能の検出器も出現しつつあるので極力振動を軽減すること、さらに、浅水時の実験を可能にすることなどであった。機関開発部からは、風浪中のA.C.V. (Air Cushion Vehicle) に関する諸試験ができるように計画されたいとの申し出があった。風浪中の実験という意味では、推進性能部は計画当初から風浪中の船舶の諸性能に関する実験を可能にするように考えていたし、運動性能部からも同様の主旨の申し出があった。また、海洋開発工学部、運動性能部からは海洋開発構造物に関する諸試験ができるような曳引車の構造配置にされたいとの要望が出された。

以上の事柄のほかに、定速度走行性能を高度に保持し、保守個所を少なくし、その作業は簡単にできるようにすることなどを意図した。短い日数で上述の内容をすべて満足させるような基本設計と仕様固めを行うことは至難の業であり、予算枠内でできるだけ要望の実現を計ること、製作日数を見込んだ発注期限内に仕様固めを行うこと、この2つの作業を行うだけで当初は精一杯であった。したがって、構造方式、重量、材質などについての比較検討、外力、強度などに対する初期設計計算、常備機器、艀装品に対する工夫などについては前もって十分な方策を講じていたとはいえない。

完成した曳引車の一般配置を図-5.1、全景の写真を写真-5.1 に示す。

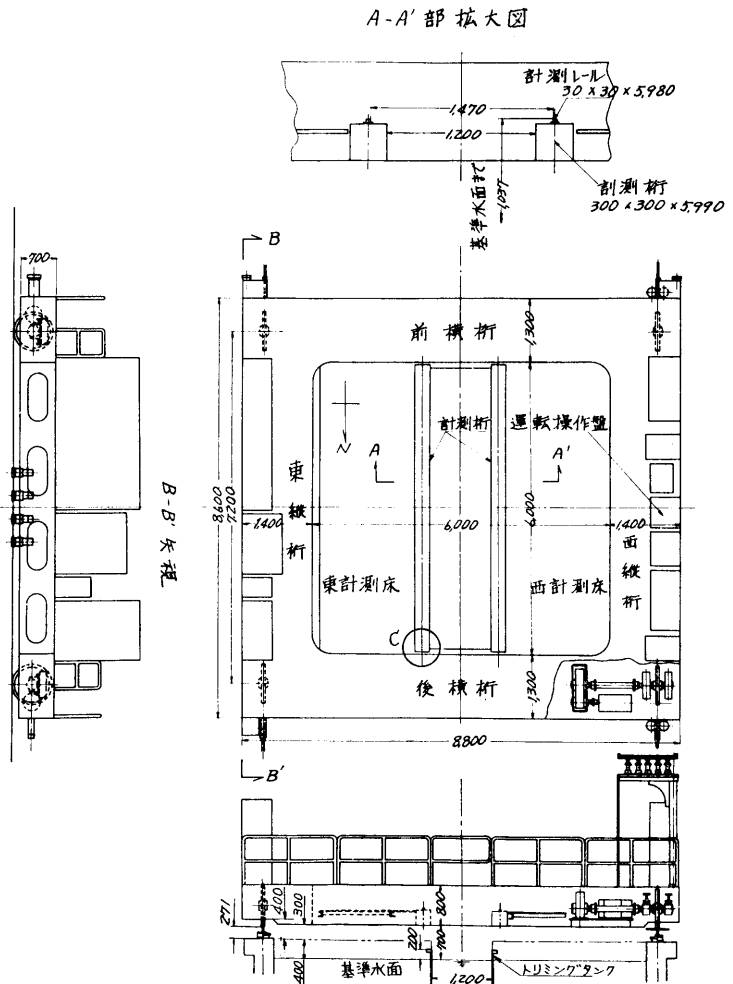


図-5.1 曳引車の主桁構成および一般配置



写真-5.1 曳引車の全景

5.2 構造方式

計画概要でのべたような特殊実験すなわち、①浅水時の抵抗・推進性能試験、②風浪中の船舶性能に関する

る試験, ③風浪中の A.C.V. に関する試験, ④海洋開発用構造物に関する諸試験等を可能にするためには, 曳引車の主構造方式として, 400m 水槽の曳引車のような金属パイプによる背高な立体トラス桁方式や, あるいは, 東京大学の船型試験水槽曳引車, (財)日本造船技術センターの第2水槽曳引車のような型鋼ないしは型管によるトラス桁方式を採用しても初期以後の細部設計段階でいろいろな困難に遭遇することが予期されたので, これらの困難を避け, しかも短日数で設計, 製作が可能であるボックスガードを主構造方式に採用することにした。ボックスガードを構成する材料は SS-41 の鋼板を全面的に使用することにした。

構造方式にはそれぞれ長所・短所がある。しかも短所といっても設計者の努力によって必ずしも短所とならない事柄もある。ボックスガードによる曳引車について, 一般的に考えられている長所と短所を参考までに示せばつぎのようである。短所としては, ①重量が大きくなり, このために大きな動力を要したり, 外乱が大きくなったりする傾向にある。②レール撓みや駆動部などから発生する振動が計測部に伝わりやすい。③溶接組立てを行った場合は精度の経年劣化をきたししやすい。④曳引車の走行による風圧によって水面に波のたつおそれがある。⑤床面が同一平面に納めにくい。⑥床照明が効果的にできない等があげられる。長所としては, ①強度計算が容易。②固有振動数の初期推定が可能。③構造をシンプルにすることができる。④曳引車上をかなりクリヤーとすることが可能。⑤実験の多様性に対処しやすい。⑥局部強度がとりやすい。⑦工作が容易であり現場工期の短縮が計れるなどであろう。

5.3 主桁と主要寸法等

主構造方式としてプレートによるボックスガードを採用したことは前述のとおりである。曳引車を構成する主桁としては水槽幅をまたぐいわば橋桁としての前横桁, 後横桁, これら前後横桁の両端を結ぶ東縦桁, 西縦桁の計4本であり, これらの主桁によって大部分の耐荷重(垂直, 水平など)強度, 機器設置面積などをまかなうこととした。これら4本の主桁の断面形状はいずれも箱型である。

曳引車の主要寸法等は大体つぎのようにして決めた。曳引車の長さについては, 常用模型船の長さを基礎として考えた。2章で述べられているように通常の試験においては長さ5m程度の模型船が使用されるとすれば模型船の取付部の長さは6m必要であり, さら

に, 曳引車の前後を構成する2本の横桁の幅をこれに加えたものが曳引車の長さとなる。桁幅は後述の条件から1.300mとしたので結局曳引車長さは8.600mとなった。主桁下面と基準水面との間隔は, 供試物体の浮上高さを想定して0.700mとしたが, この寸法はつぎのような事柄に関係しているので重要である。すなわち, 曳引車桁下面とトリミングタンク天端との間隔, 実験準備場の床から曳引車桁下面までの高さなどが小さくなると実験準備作業が困難となる。さらにこれは計測機器の設計にも関係する寸法である。曳引車の幅は走行用レールの敷設間隔によっておのずから決まる寸法であり, レール間隔7.940mに対して曳引車の幅は, 8.800mとなった。前後横桁の桁高さ(中央部)は桁の垂直撓み剛性(目標は完成時の曳引車中央部に1.3tonを塔載したとき横桁中央部における荷重撓みが, 0.5m/m以内となること)や, 駆動部を桁内に完全に収納することなどから0.800mとした。同じく桁幅は制動時の水平曲げ剛性, 駆動部収納の関係, ホイルベースをできるだけ最良に近づけるなどの要因を勘案して, 1.300mとした。東西縦桁の寸法は, 主桁の上面をそろえること, レール上面の高さとの関係, 制動時の水平荷重に耐えること, 桁上面に機器の据付面積をとること, 前後横桁との結合を強固にすることなどの要因を考慮して決定した。

4本の主桁に囲まれた部分は計測区域をなすものであり, この区域の説明については後述する。

主桁の製作は, それぞれ個々に溶接組立てが行われたが, 残留応力による経年変化を防止するために, 組立て後十分な焼鈍処理が施された。総合組立てにおける主桁相互の結合は経年変化を避ける意味で溶接を行わず面衝合わせによるリーマボルト締めによった。主要寸法等を表-5.1に, 主桁の構成等を図-5.1に示す。

表-5.1 曳引車の主要寸法等

構造部	
長さ(横主桁の外側間隔)	8.600 m
幅(縦主桁の外側間隔)	8.800 m
桁高さ(横主桁の中央部)	0.800 m
縦主桁の幅	1.400 m
横主桁の幅	1.300 m
基準水面から主桁下面までの高さ	0.700 m
実験準備場床から主桁下面までの高さ	1.400 m
曳引車速度(単独時)	0.100~5.999 m/s
曳引車常備重量	23.6 ton

5.4 加減速度と走行速度

最大加速度は、車輪をスリップさせない条件から、レールと車輪との間のすべり摩擦係数で決定されるが水槽内では常時湿度が高いのでかなりの wet condition を想定して 0.08g (g は重力の加速度) とした。減速度の最大値を決めるにあたっては、曳引車については損傷、破壊等のないこと、実験員に対しては被害のないこと等を目安として最大減速度を 0.7g (曳引車に送風台車を連結して 5m/s で走ったとき 0.7g, 曳引車単独走行では 6m/s で同じく 0.6g…… いずれも後述する) とした。最大減速度に関して上に述べたことはあくまでも非常制動力についてであり、通常の使用時は計測機器、供試物体の両方に損傷を与えないように通常使用時最大減速度を 0.23g と決定した。加減速度を決め、有効走行距離 (水槽長さから非常制動距離, 曳引車長さなどを差引いた距離) を仮定すれば走行速度とその時の計測時間の関係が求められる。最高速時といえども最低約 10 秒程度の計測時間が必要であるという考え方から最高速度を 6m/s とした。

5.5 駆動部

5.5.1 概要

本曳引車は中型であるため、400m 水槽の曳引車におけるような 1 駆動部あたり 2 車輪からなるボギー方式 (車輪荷重を軽減させるためと、レール撓みから発生する起振外力を減少させるため) を本曳引車に採用するとすれば、駆動部の収納が非常に窮屈になるので、単車輪の駆動部を 4 隅に配置することとした。初期計画では常備全重量 (w) を 20 ton と考え 1 車輪当りの荷重を 5 ton としたが、表-5.1 と試験結果の項に示すように完成時重量は 23.6 ton となったので 18% アップとなった。レール幅は 400m 水槽も中水槽も同じであるので、両曳引車 (400m 水槽: 重量約 52.3 ton 8 車輪, 車輪直径約 955 mm ϕ , 中水槽: 重量 23.6 ton, 4 車輪, 車輪直径 800 mm ϕ) における車輪に対する負荷条件 (踏面応力, ヘルツ応力等) は殆んど同一となった。4 車輪に対する静荷重差が $W/4 \times 10\%$ 以内となるように塔載機器の配置を工夫した。

駆動部の構成としては、組込み、分解、調整などの作業が容易であるように十分考慮した結果、東大船型試験水槽曳引台車⁹⁾ と殆んど同じ方式が採用され最終的には、図-5.2, 表-5.2, 写真-5.2 に示すような駆動部となった。レールチエアピッチ l_0 , 東西レールのチエア相互の位置関係 (チエアシフトと名付ける), 曳引車前後の車輪間隔 l_w (ホイールベース) とレ

ールチエアピッチとの関係の 3 つの要素は、レールの撓みによって発生する振動外力に直接関係する。曳引車は比較的複雑な構造をもった弾性体であるために、その中央計測部の振動を最小にするには上記要素の内容を如何に選択すればよいか、簡単には答が導き出せない。横桁の中央部で振動変位を零とするようにチエアシフトに関しては横桁を仮に剛体と考え、チエアシフトを $\frac{1}{2}l_0$ として、横桁両端に作用する

表-5.2 駆動部の主要目

4 輪駆動		
ホイールベース		7.200 m
車輪	直径	800 $^{+0.025}_{-0}$ mm
	踏面幅	80 $^{+0.02}_{-0.05}$ mm
材質		シリコンマンガン鋼 SSW-QI
表面硬度		Hs 50~53
動的釣合い良さ		JIS 1 級
歯車	ギヤー ピニオン	
	歯形	ハスバ (並歯)
	モジュール	2 (歯直角)
	ネジレ角	10°
	減速比	6.68
	精度	JIS 1 級
	軸中心距離	351.337 mm
	歯数	301 45
	ピッチ円径	611.286 mm 91.388 mm
	材質	SCM 2 SCM 3
回転数	143 rpm 958 rpm	
モータ	30 kW 30 sec 定格,	958 rpm 4 台

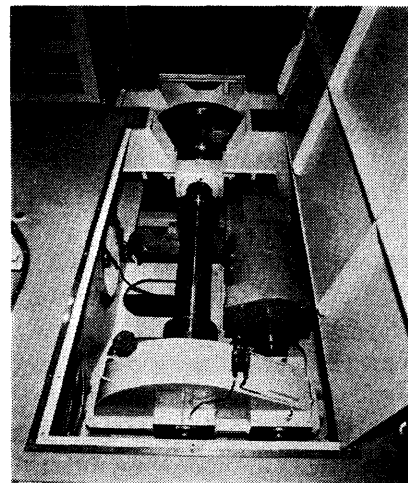


写真-5.2 駆動部

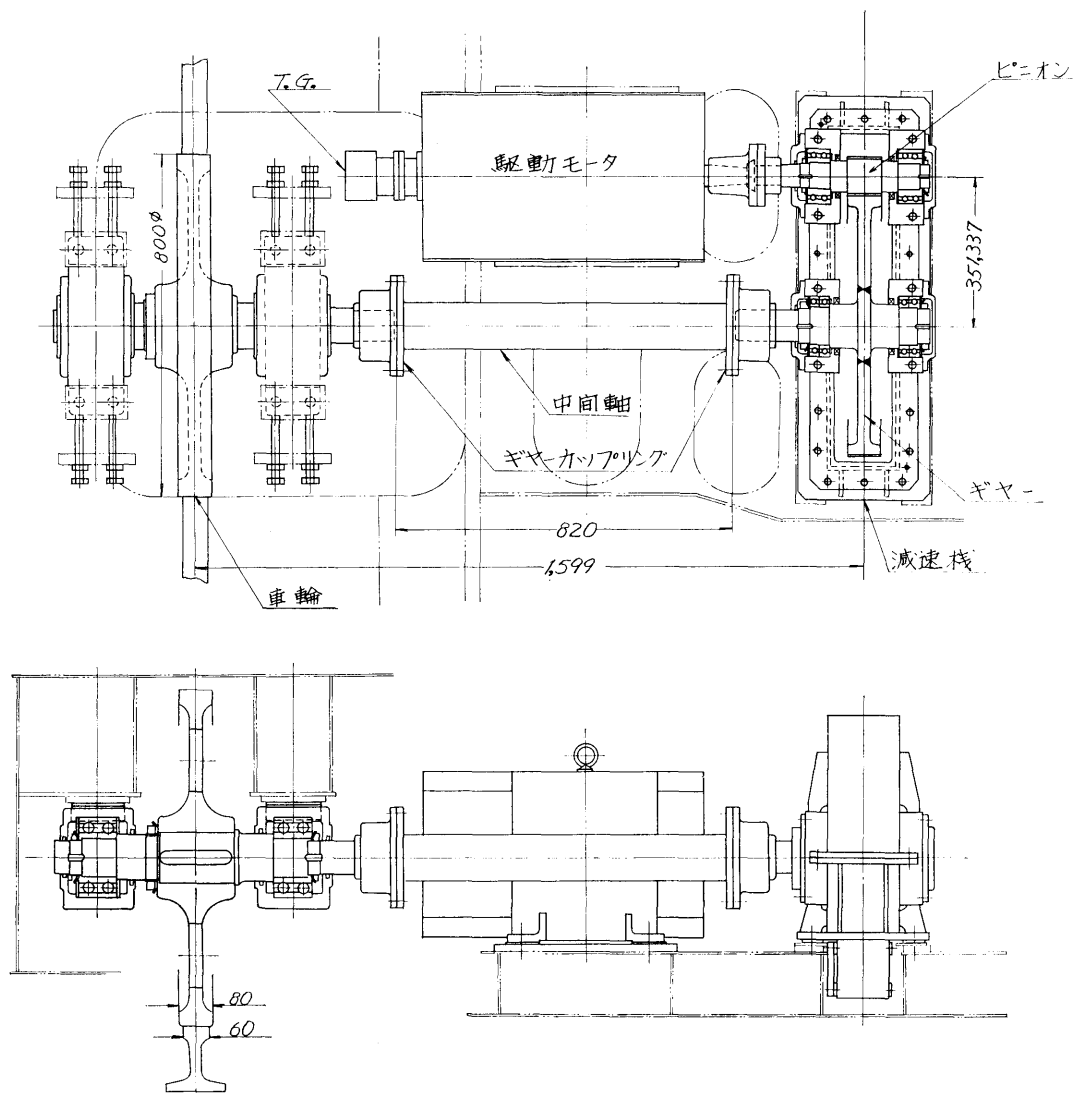


図-5.2 駆動部

振動の位相を π だけずらしたが、これは横桁の自然振動の基本数と振動外力との共振を避ける意味では安全サイドではないかと考えた。ホイールベースとチエアピッチとの関係を $l_w = l_c \cdot m$ で表すと、この m についてもチエアシフトの場合と同様に $m = n + \frac{1}{2}$ (n : 正の整数) とすることを考えたが、計測区域の長さならびに駆動部と横桁端部の取合わせの都合上最終的には、 $l_w = l_c(7 + 0.717) = 7,200 \text{ mm}$ と決定した。チエアピッチ l_c は、文献 4) を参考にするとともに、市販レールを経済的長さに切断すること、加工機械 (切

削、研磨) の容量をも考え合わせて 933 mm とした。

5.5.2 構成

駆動部の主な構成要素はモータ、減速機、中間軸、車輪、調整機構を含む車輪軸受け部からなっている。

以下参考となる事柄を取り出して説明を加える。

車輪: 400 m 水槽曳引車用の車輪は特別製作であったが、今回は鉄道車輪メーカーから量産規格の鍛鋼車輪を購入し焼入切削加工を行った。その結果、非常に良質でしかも安価であった。なお、車輪は静的、動的バランスが十分とられた。

減速機: モータを軽量にし、バックラッシュを少なくするために減速比が 6.68 (301:45) の 1 段減速とした。曳引車速度が 6 m/s のときモータの回転数は 958 rpm である。減速歯車は油密室に納められている。

中間軸と軸継手: 中間軸の両端はギヤー軸と中間軸にギヤーカップリングを用いてそれぞれ結合されている。ギヤーカップリングを採用した理由は結合する両軸間に多少の芯違い、傾きがあっても円滑に動力伝達を行い得て、今後、車輪軸の再調整を行う場合にもその個所の調整だけで済むからである。

5.6 制動装置

本水槽では運転の専任者をおかず、実験グループが自ら運転を行うことをたてまえてしていること、短い水槽ながらかなりの高速で走る能力を有していることのため、制動装置には慎重な検討を加え、安全確保に万全を期さねばならない。このような観点から本曳引車にはつぎのような 3 種類の制動装置を設け、しかも手動操作によるほか、種々のリレーによる自動作動の機能をもたせた。

電気制動装置 (以下電気制動と呼ぶ) 0.01~0.08 g

バネ制動装置 (バネ制動と呼ぶ) 0~0.15 g

非常制動装置 (非常制動と呼ぶ) 0~0.7 g

以下これらの制動装置についての参考事項を記す。

5.6.1 電気制動

走行用モータの電力回生制動を利用した制動であって、その原理、機能、利害点等については改めて記すまでもない。制動力の設定は南進、北進の区別なく運転操作盤の減速度設定器により 0.01 g~0.08 g の間で任意に設定することができ、停止ボタンを押せば設定減速度が作動する。また曳引車が、水槽の南北端に設けられている自動制動区域 (後述) に進入すれば本制動の全力値 (約 0.08 g) が自動的に作動する。ただし、最南端の非常制動区域に進入すれば進入と同時に本制動は自動的に解除される仕組みとなっている。電気制動は曳引車の運転制御装置に依存しているため、運転制御装置の故障時と停電時には無効となる。制動力は曳引車が停止すれば自動消滅する。

5.6.2 バネ制動

本制動は 5.6.1 の電気制動よりもさらに大きな制動力を得るためであり、低速走行時の非常用、高速走行時の通常用として使用されるものである。本制動は曳引車の走行用レールの頂部両側面を制動シューではさむ方式で、制動力は圧縮コイルバネで発生させている。本制動を作用させないためのシューの解放は油圧力に

よって行うので、油圧力の低下が制動力の発生となり安全サイドの制動装置である。制動装置は東西縦桁下にそれぞれ 4 基ずつ計 8 基設けられ、東西の 1 基が一对となって 1 段の作動をするので本制動は 4 段階の制動力を発生する。すなわち、運転操作盤に設けられた本制動用レバーを回すことにより 図-5.3 に示すような制動力が得られる。

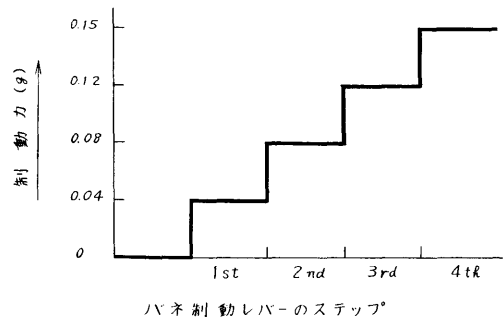


図-5.3 バネ制動のレバーと制動力の関係

本制動が作動する場合を挙げると次のとおりである。

- ① 運転操作盤上のレバーを操作したとき
- ② 曳引車の駆動用電源がシャ断したとき (停電時を含む)
- ③ 制御電源切のボタンスイッチを押したとき
- ④ 3 m/s 以上で北進して水槽北端に設けられている自動制動区域内の作動点に進入したとき (このときは本制動の全力値および電気制動の全力値 0.15 g+0.08 g が作動する……この場合を北端非常制動と呼ぶ)
- ⑤ 制動装置の油圧系統上の故障などで油圧が異状に低下したとき。

本制動装置の構造部分を 図-5.4 に示す。本図に示されているように、制動力はバネ押しボルトにより、シューとレールの間隙は、間隙調整ボルトによってそれぞれ調整可能である。また、シューの作動速度は油圧回路中の流量絞り弁によって加減ができ、衝撃的な作動を防止している。

本制動の開放は制動レバーを戻すことによって自動的に行われるが、故障時、通電停止時、停電時に本制動を開放するには油圧系路中に設けられている手動ポンプを使用する。

曳引車の制御電源を投入して後、油圧ポンプを作動させれば、蓄圧ポンプ (窒素ガスが 35 kg/cm² で封入

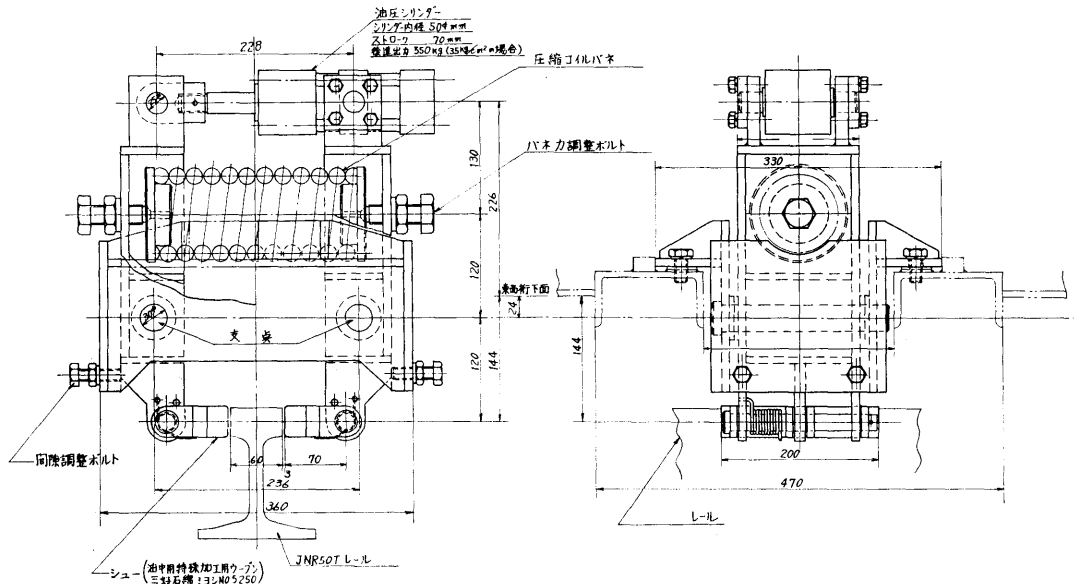


図-5.4 バネ制動装置の構造

されている)の圧力が 90 kg/cm^2 になるまで油圧ポンプは onload 運転し、 45 kg/cm^2 まで圧力が低下するまで(自然低下時間は約 35 分)油圧ポンプは unload 運転となる。蓄圧ポンベの入れ込み圧力、切離し圧力に対する油圧ポンプの自動運転はそれぞれの圧力検出スイッチによって行われる。ただし、南向きに発進し、走行している間は計測を邪魔させないためにたとえ入れ込み圧力以下に下ってもポンプは一切運転しないようになっている。ただし、注意喚起のために 35 kg/cm^2 になればベルになる。制動シユを開放維持させるための油圧シリンダー圧力は 25 kg/cm^2 としているので蓄圧ポンベから出る油圧系路には減圧弁が設けられている。油圧シリンダーには圧力検出スイッチが取付けられており、油圧シリンダー内の圧力が 25 kg/cm^2 以下になると制動力発生信号を出し曳引車を停止させる。また、 25 kg/cm^2 より高い状態ではシユ開放の信号を出す。

モータ、油圧ポンプ、圧力計、圧力設定スイッチ、パルプ類、手動ポンプ等は油圧装置のユニットとしてまとめられ、これを西縦桁上に、オイルタンクはユニット直下の西縦桁内に、蓄圧ポンベは前横断内にそれぞれ設置された。油圧ポンプは振動源となるので特殊防振ゴムを使って取付けられている。また、油圧装置ユニットは騒音源でもあるので、密閉函に収められている。

5.6.3 非常制動

非常制動装置は、高速走行時にバネ制動をかけても停止距離が不足した場合、あるいは制動を忘れられたとき、または制動装置が何らかの原因によって故障した場合などに対処する目的で作られた。暴走時の最悪事態の場合でも曳引車、実験者に障害を与えずに安全に停止させることをねらいとして設置した。しかし一方、非常制動装置の占める区域は曳引車の走行可能距離を減殺することになり、したがって、短い水槽においてはこの区域をできるだけ短くする必要がある。上記の事柄を勘案して必要限度一杯と考えられる大きな減速度とせざるを得なかった。

本制動は、シリンダー内の流体をピストンでおしてシリンダー壁のオリフィスから噴出させるときに発生する流体抵抗を応用した方式のものである。

設計はほぼ下記の条件で行われた。

- (1) 曳引車単独(重量 23.6 ton)で 6 m/s で進入したとき 0.6 g の制動力が得られること。
- (2) 曳引車が送風台車(重量約 10 ton 後述)を連結して 5 m/s で進入したとき 0.7 g の制動力が得られること。
- (3) 進入速度(v)と制動減速度(α)との間に大体次のような関係が成立つような制動力を発生させること。すなわち (1) の場合 $\alpha = 0.6 \text{ g} \times (v/6)^2$
(2) の場合 $\alpha = 0.7 \text{ g} \times (v/5)^2$

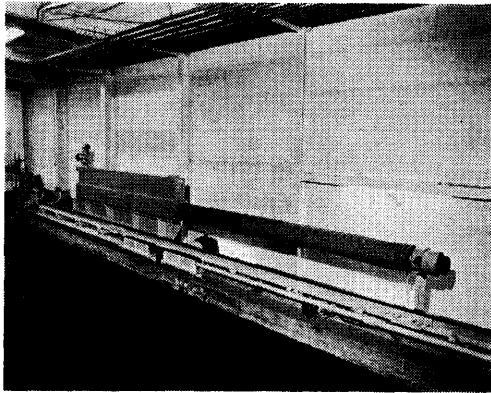


写真-5.3 非常制動装置

(4) 制動装置の作動中は減速度が殆んど一定値となり、振動性状を示さないこと。特に、制動の開始時と、停止時の直前に減速度に極端なピークが現れないこと。

(5) 制動距離はすべての場合に対して約3mであること。

本制動の特性に関する計算方式の概略については、文献 1) を参照されたい。

本制動の外形図と写真をそれぞれ 図-5.5 と 写真-5.3 に、水槽南端部に設置した配置を 図-5.6 に示す。

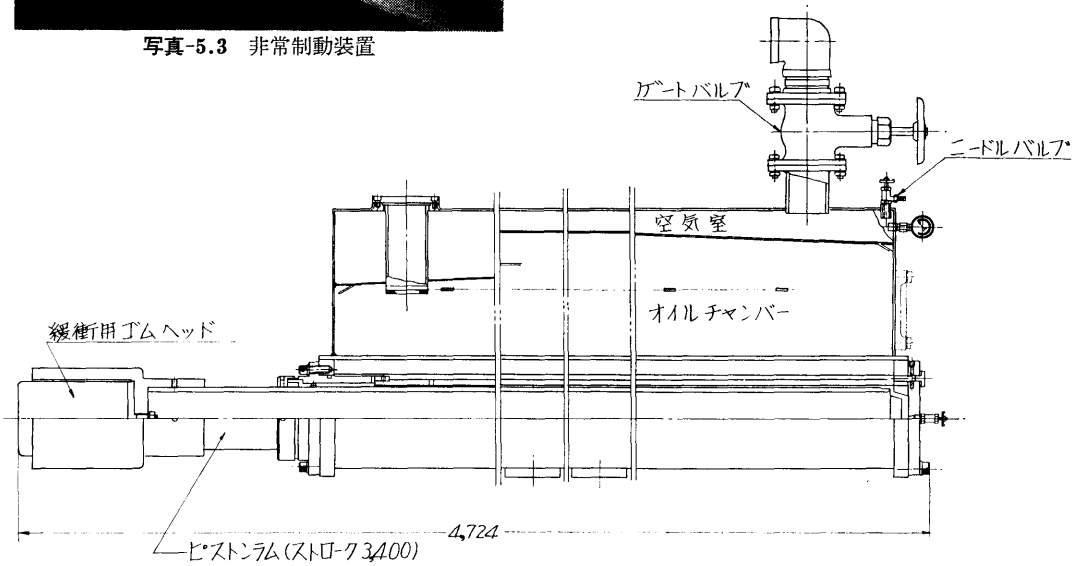
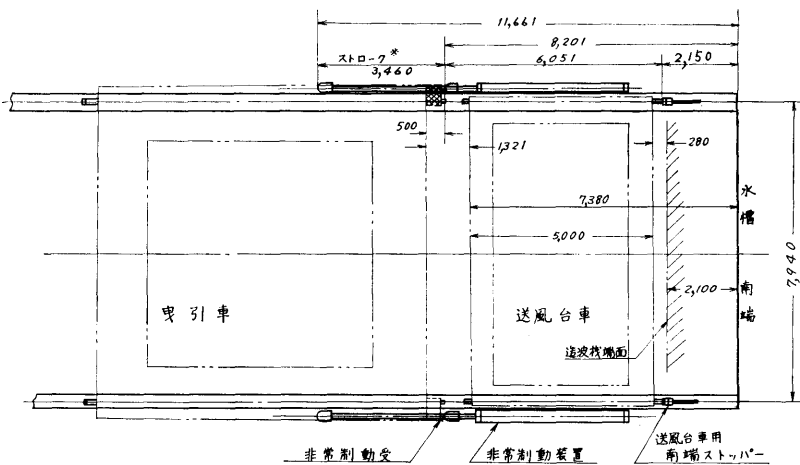


図-5.5 非常制動装置の外形図



※:ピストンストローク 3400+ゴムヘッド 縮み60

図-5.6 非常制動装置の配置図

緩衝流体にはオイルを使用し、ピストンラムのストロークは 3,400 mm とした。1 基の発生する最大制動力は約 12 ton である。

一端停止後の戻し力を許すとすればオイルチャンバー上の空気室のゲートバルブを絞れば制動力の増大を計ることもできる。非常制動の使用後はピストンラムを必ず復帰しておかねばならないが、復帰させる場合は、ゲートバルブを閉じ、ニードルバルブに空気コンプレッサーを継ぎ、圧縮空気を空気室に送り込めばピストンラムは、容易に復帰させ得る。完全に復帰すれば、確認用の緑色灯（作動準備完了の確認を水槽北端部の曳引車上から行い得るための指示灯）が自動点灯する。このようにして復帰した後にゲートバルブを開放しておく。

非常制動装置の設置されている区域は、通常、送風台車の収納位置として利用される。

5.6.4 自動制動区域

安全性の確保に万全を期すため、水槽側の所定位置に遮磁板を、曳引車側には無接触リレーをそれぞれ取付け、これらの作用によって制動装置を自動的に作動させるようにした。手動操作による制動は勿論常時確保されている。無接触リレーの作用点と制動の作動内容を 図-5.7 に示す。

図-5.7 において①、②点は北進時のみ、③～⑦点は南進時のみ有効となるように進行方向選択ボタンと連動したシーケンスが組まれている。

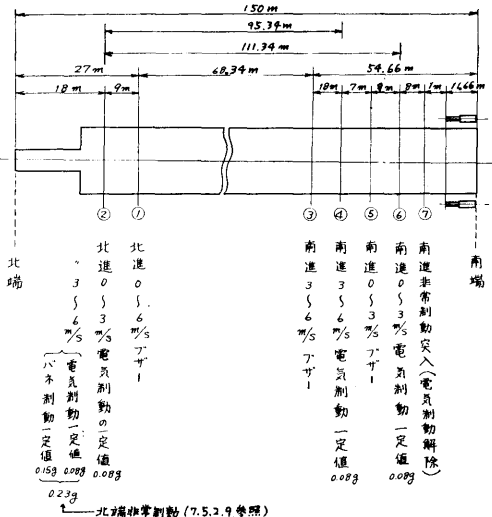


図-5.7 自動制動の作動内容（曳引車単独運転時の例）

0~3 m/s における②、⑤、⑥、3~6 m/s における②、③、④の動作選択についても、速度設定器からの指令によってそれぞれ専用の無接触リレーを作動させ得る。

①～⑦点の水槽端からの距離を決定した根拠は表-5.3 に示すとおりである。無接触リレーは、北進時に

表-5.3 自動制動区域におけるリレーの作動点設定の根拠

北進時：②点

	速度範囲 (m/s)	減速度 (g)	停止 距離 (m)
曳引車単独	3 (0~3)	0.08	5.7
曳引車	6 (3~6)	0.08 + 0.15 = 0.23	8.0
+送風台車	3 (0~3)	0.08 × 0.7 = 0.056	8.2
	5 (3~5)	0.23 × 0.7 = 0.161	7.9

南進時：⑥点

	速度範囲 (m/s)	減速度 (g)	停止 距離 (m)
曳引車単独	3 (0~3)	0.08	5.7
曳引車	3 (0~3)	0.08 × 0.7 = 0.056	8.2
+送風台車			

南進時：④点

	速度範囲 (m/s)	減速度 (g)	停止 距離 (m)
曳引車単独	6 (3~6)	0.08	23.0
曳引車	5 (3~5)	0.08 × 0.7 = 0.056	22.8
+送風台車			

作用するものは曳引車の北側の集電塔に、南進時に作用するのは南側の集電塔にそれぞれ取付けられているので、表-5.3 にみられるように北進時の曳引車はトリミングタンク北端から約 10m の地点に、南進時の曳引車は非常制動装置に達する地点でそれぞれ停止する。

①、③、⑤は、曳引車がそれぞれ②、④、⑥に到る前にベルを鳴らすためのリレーである。

⑦は、非常制動に進入する直前に電気制動の回路のみを遮断するリレーである。これらの自動制動を避けて自動制動区域に曳引車を進入させる場合は自動制動リセットボタンスイッチを押して通過すれば無接触リレーは作動しない。

低速走行 (0~3 m/s) において自動制動のかからない走行距離は②～⑥間から略曳引車全長を差引いた 102 m である。

5.6.5 制動装置の併用

電気制動の設定値あるいは電気制動の一定値（自動

制動において使用される)と非常制動との併用はなく(前述のように、非常制動区域に進入した場合には電気制動はオフになる)バネ制動のみ併用されるのでそのときの併用最大制動力は 0.23 g である。バネ制動と非常制動の併用は、曳引車単独で 6 m/s の速度のとき最大制動力は 0.75 g、送風台車連結では 5 m/s の速度のとき約 0.81 g に達することも可能性としてないわけではない。換言すれば単独あるいは連結時における最高速度で南進してそのまま非常制動に突入し、非常制動の最大値の作動中に、さらにバネ制動のレバーを一杯までまわすか、あるいはこの間にバネ制動の全力値が自動的に作動するような事態(5.6.2 参照)が発生したときには併用の最大制動力が作動する。しかし、非常制動に到るまでの各種の事態に対する種々の対策がすべて無効となったり、あるいはそれまでに何んらの対処もとらなかったという可能性は極めて少ない上に、また、上述の併用を行うことの可能性は殆んど皆無であろうと考えられる。

5.7 計測区域

図-5.1 に示されているように4本の主桁によって囲まれた区域は、いわゆる計測区域として使用される場所であり、長さ×幅=6m×6mである。この区域は通常の試験の場合は図-5.1 に示す状態で使用されるが、特殊使用に対しては、図-5.1 に示す2本の計測桁東西の計測床をとりはずしてこの計測区域を完全にクリアーとすることもできる。

5.7.1 常用計測桁

通常使用の状態においては、計測区域の中央部に2本の常用計測桁が渡され、この2本の桁に計測機器類が取付けられる。本計測桁は断面 300 mm×300 mm のボックスガダである。前後横桁の内側に計測桁、計測床を支持するための長さ 4.5 m のレール(計測部支持レールと名付ける)が設けられているが、このレール上の任意の位置に計測桁を設置することができ、いずれの位置においても計測桁上面に取付けられている計測レール(30 mm×30 mm 長さ約 6 m のステンレス製)上面と基準水面までの距離は 1,037 mm に保たれる。2本の計測桁を曳引車中心に対して対面においたとき、その内面間隔がトリミングタンク幅と同じ 1,200 mm となる位置を計測桁の標準位置としており、このときの計測レール内面間隔は 1,470 mm である。計測レールの要目を表-5.4 に示す。本水槽における通常試験用計測機器は、計測桁を標準位置に設置したときに取付けられるようになっているが、400 m 水槽

表-5.4 計測レールの要目

レールの長さ	5,980 mm
レールの内面間隔	1,470 mm
レールの上面から基準水面までの距離	1,037 mm

用小型 P.O.T. 動力計(P.O.T.: プロペラ単独試験)を本水槽において使用する場合には東側の計測桁のみを 400 mm 東へ移設することにした。計測桁のこの状態を仮りに P.O.T. 位置と名付けると、計測桁は標準位置と P.O.T. 位置においてのみノックピンで位置が固定される。計測桁の標準位置における寸法関係を図-5.1 中の拡大図および図-5.10 に示す。計測桁は前後の両端(図-5.1 中の C 部)を図-5.8 に示す固着方

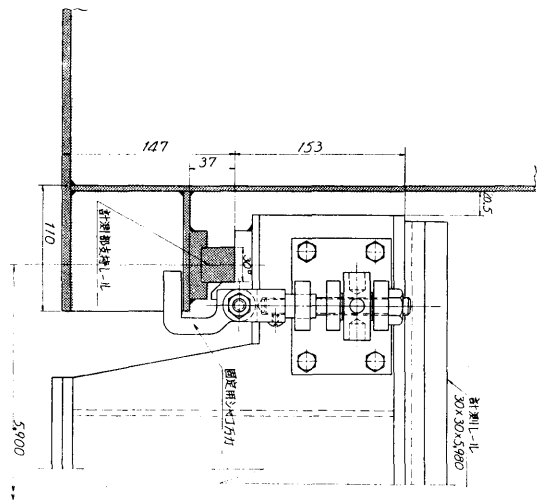


図-5.8 常用計測桁の固着方法

法で固着するだけであり、ねじれ、まがりなどの経年変化をきたすおそれがあったので、計測桁全体に対して溶接組立後十分な焼鈍処理が施された。強度条件は桁1本の中央に 0.65 ton の集中荷重をのせ、この点の荷重撓みが 1.0 mm 以内になることを目標とした。計測桁の内部には計測用および実験灯用の電源コンセントが設置された。

5.7.2 計測床

図-5.1 中に示されているように、一対の計測桁の外側に東計測床、西計測床を設けた。

計測床は計測部支持レール(5.7.1 中に記したもの)にさし渡された溝型鋼によって支持され、この型鋼に床板をはめ込む構造となっている。溝型鋼と床板の取りはずしは容易である。一般には西床が計測作業に使用され、東床は補助的なものと考えており船側波形の観測を行うときは東床をはずすことになる。床上の計

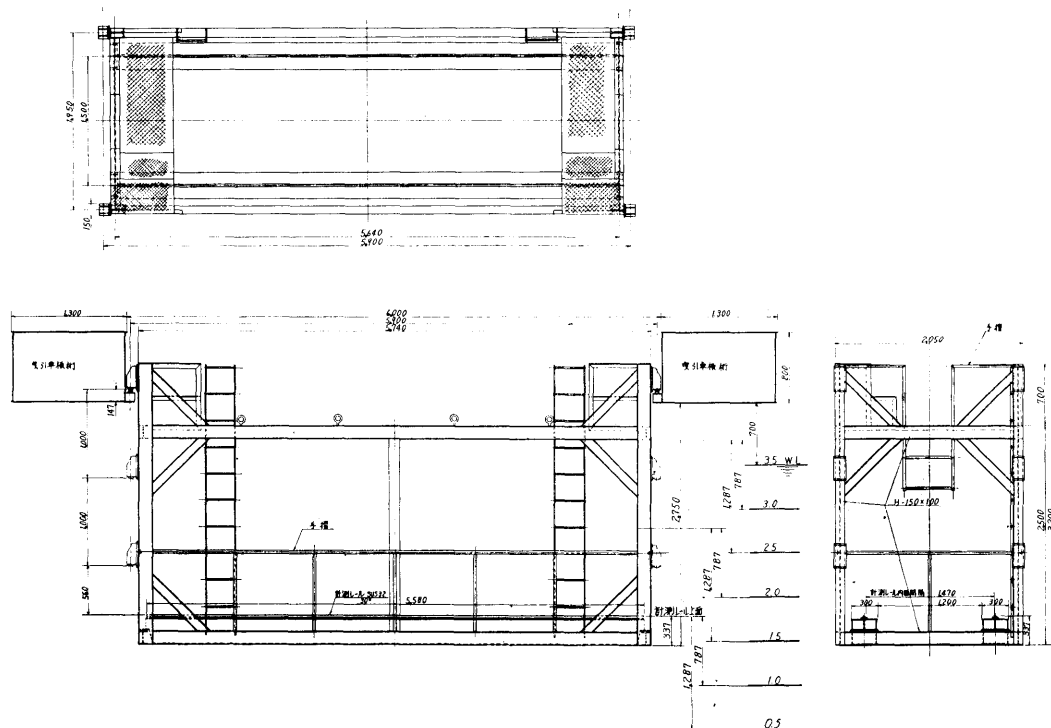


図-5.9 浅水実験用計測架台

測員等の移動による振動が計測機器に伝わることを防止するために東西の計測床はいずれも計測桁とは直接には接続されていない。西床の床板は全体を5分割してあり、その中の1枚は扉式で、上方にもち上げ、たて掛けられるようになっている。この開口部は実験準備床からリフト（テーブルリフター）を使って中量計測機器を曳引車上に搭載するときに利用される。東床の長手両端面と計測桁および東縦桁との間には、いずれも間隙が設けられている。計測桁側の間隙は実験準備のときの便利を計ったものであるが、補助床板で塞ぐこともできる。一方、東縦桁側の間隙は、カメラ、写真ランプを吊り上げるためのものである。なお、東床の裏面には一般照明用ランプのグリップをはさむためのパイプが2条取付けられている。

床板は耐水合板に淡茶色のロンリュームが張られ真鍮板で縁取りされている。床強度は 200 kg/m^2 、東西床とも全荷重 $1 \text{ ton}/12 \text{ m}^2$ に耐えうるものである。さらに曳引車の4本の主桁上面にもすべりどめの意味で床張りと同じロンリュームが張られている。

5.7.3 浅水実験用計測架台

船舶の推進性能におよぼす浅水影響（浅い海域にお

ける速力試験とか浅い水路を航行する場合）を研究するために本計測架台が製作された。本架台の設計に対する要件としては、(1) 最高走行速度 3 m/s 、(2) 最高加減速度 0.08 g 、(3) 本架台中に設けられる計測桁の中央に 1.3 ton を搭載して、その点の荷重撓みが 3 mm 以内、(4) 長さ×幅×高さは $7 \text{ m} \times 2.1 \text{ m} \times 3.7 \text{ m}$ 以内、(5) 重量を 2 ton 以内とするなどを目標とした。製作された本架台を図-5.9および写真-5.4に示す。本架台は、常用計測桁、計測床などを取りはずし

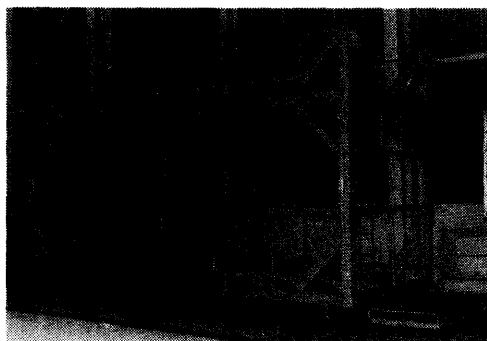


写真-5.4 浅水実験用計測架台

た後の曳引車中央部にはめ込まれ、計測部支持レールによって支持される。支持部の金具を3段階に取りかえることによって0.5mの水深までの実験が可能である。

本架台の中には、5.7.1における常用計測桁と全く同じ計測桁が、標準位置と同じ状態で取付けられている。

本架台への計測用、電灯用等の電源引込みについては何らの用意も施されていない。

本架台の積込み手順を参考までに記すとつぎのとおりであり、4人1日程度の作業量であろう。

① 水槽水を所定の水位までさげ、水槽北端部中央の可動消波板を水槽底に沈める。② 曳引車からは常用計測桁、西床全部、東床の補助床板を取りはずし、曳引車を水槽北端の消波ビーチ上に配置する。③ 本

架台の所定水位位置に支持金具をつけ、クレーンで吊った後キャスターを取りはずして曳引車に積込む、④ 芯合わせを行ってから支持レールと本架台をシャコ万力で締める。

5.7.4 計測補助桁

400m 水槽の曳引車用として数種の計測補助桁が製作されたが、多種の用途に便利に使用されているので今回も図-5.10に示すような計測補助桁が製作された。本補助桁は常用計測桁上の計測レールに架設し、この計測レールを締めつけて強固に固着するようになっている。図中の浅型、深型がそれぞれ4本ずつ用意されている。

5.8 一般電源

曳引車で使用される各種電源のうち、特に曳引車駆動用電源を除くその他のものを一般電源と称した。

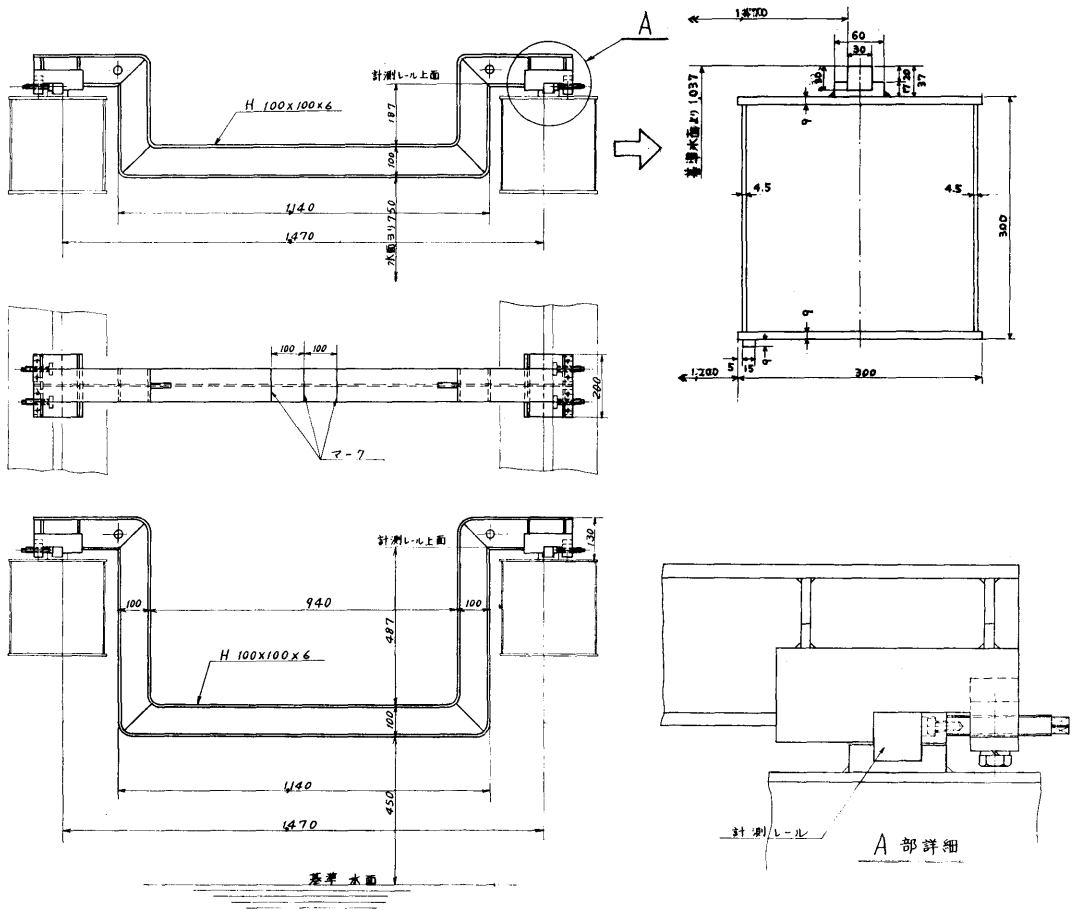


図-5.10 計測補助桁

トロリー線には A.C. 415 V 3φ 50 Hz が給電されているので、これをパンタグラフによって曳引車の 400 V 受配電盤に引込み、さらに 400 V/205 V 50 kVA と 400 V/105 V 15 kVA の絶縁トランスを用いて 205 V と 105 V の一般電源とした。A.C. 200 V と A.C. 100 V の回路図を図-5.11 および図-5.12 に示す。

5.8.1 A.C. 200 V 電源

A.C. 200 V は主として補助動力用として使用されるもので、曳引車速度制御用、模型プロペラ回転用モータの制御用、バネ制動の油圧ポンプ用、冷房機用、映画照明用、作業灯用および速度制御盤スペースヒータ用である。

5.8.2 A.C. 100 V 電源（一般用）

A.C. 100 V は計測床照明灯，標識

⊙	3Pコンセント
⊘	コンセント
HL	作業灯(700W 高圧水銀灯)
JB	ジョイントボックス
記号	名称

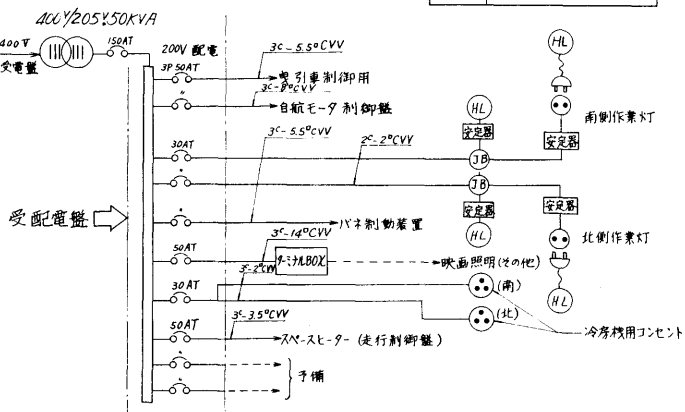


図-5.11 A.C. 200 V 電路図

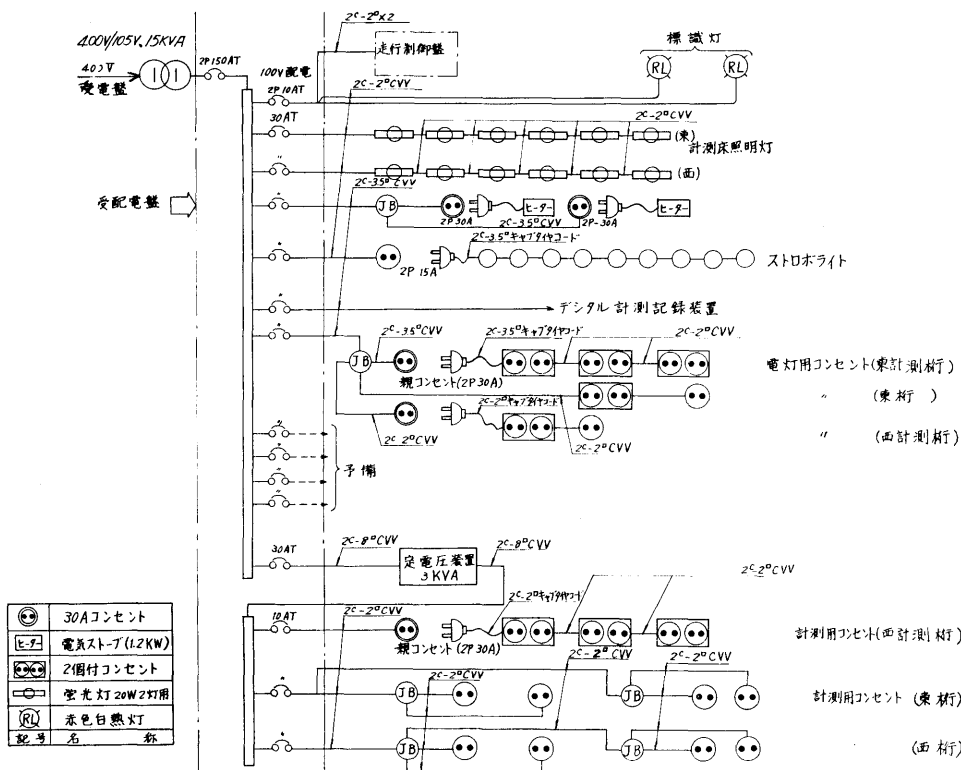


図-5.12 A.C. 100 V 電路図

灯, ストロボライト用電源, 実験用電灯 (以下略して実験灯), ヒータおよびデジタル計測記録装置に使用される。

5.8.3 A.C. 100 V 定電圧電源 (計測機器用)

5.8.2 にのべた A.C. 100 V 電源の配電盤から一回路を分岐して, これを定電圧装置 (AVR) に入れた。計測機器の電源は定電圧電源からとることをたてまえとした。定電圧装置は容量 3 kVA, 入力電圧 100 V ± 15 V に対して出力電圧は 100 V ± 1 V, 歪率 3% 以内の磁気増幅型である。

5.8.4 受配電盤, 電源コンセント配置等

400 V の受配電盤, 200 V, 100 V の配電盤は 1 つの盤にまとめて西縦桁上に設置された。205 V 50 kVA, 105 V 15 kVA の各トランス, 100 V 3 kVA AVR は, いずれも西縦桁上に設置された。ただし, AVR は振動源となるので防振ゴムを介して設置された。

映画照明用電源は, 東縦桁の軽目孔を利用して取付けたターミナル箱に接続されており, 箱には

赤字で A.C. 220 V 15 kVA の標示が何されている。

実験灯用電源は, 東縦桁, 東西計測桁の軽目孔内に分散して, 計 12 ケのコンセントに接続されている。コンセント 1 ケ当りの容量は max. 15 A であり, コンセントには電灯用の標示が付されている。

定電圧の計測用電源は, 東西縦桁, 東西計測桁内に分散され計 14 ケのコンセントに接続されており, コンセント 1 ケ当りの容量は max. 15 A であり, 計測用の標示が付されている。

なお, 常用計測桁内には前述のとおり実験灯用と計測用の電源コンセントが設けられているが, 計測桁を移動あるいは撤去することがあるので, これらのコンセントには固定配線による給電ができず, したがって, 曳引車主桁側に設けられた親コンセントに主幹ケーブルを接続して給電する。

電源コンセント類の配置を受配電盤, 電気機器等の配置などと合わせて 図-5.13 に示す。

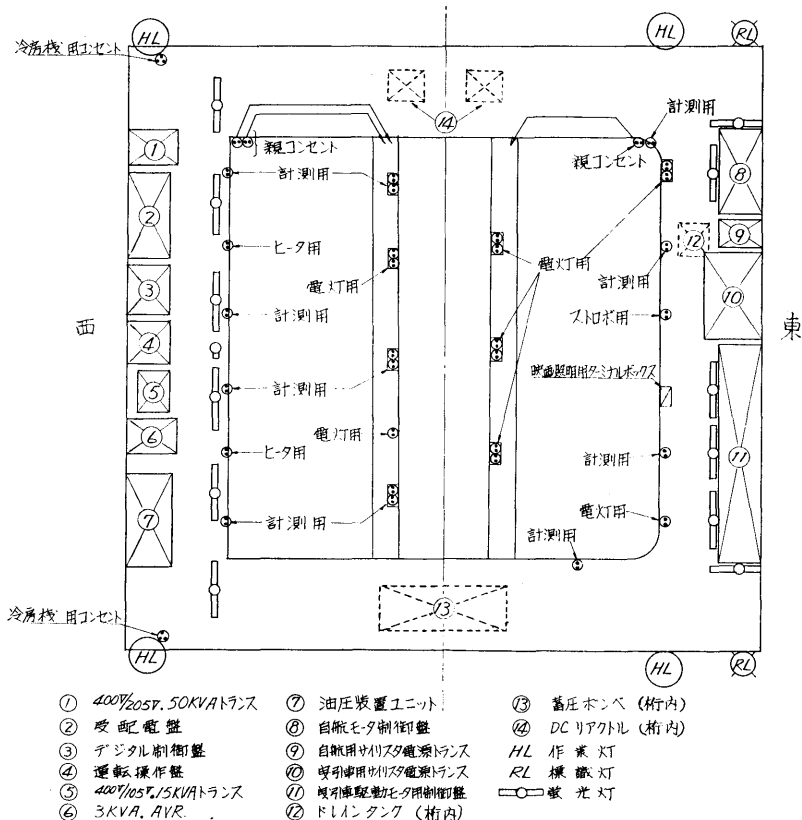


図-5.13 電気関係等配置図

5.9 照明灯等

5.9.1 床照明

ボックスガーダ型曳引車の場合には照明具を取付ける柱がないために床上（模型船取付部，計測床，主桁上面）を効果的に照明することはかなり困難であり，かりに水槽天井灯のみに頼るとすると，照度不足となる。このような事情から場所別の必要照度，効果的照明（高さ，角度，均一照度等）といった面をある程度犠牲にせざるを得ず，結局，可能な方法でできるだけ照明を行うということにした。

曳引車の東側は，東縦桁上の駆動制御盤の頂部に蛍光灯を取付け，西側は防護ネット（5.10 参照）のフレームに蛍光灯を取付けて，それぞれの床照明を施した。蛍光灯としては，主として 20 W 並列の防湿，防振型器具を使用した。

5.9.2 作業灯

作業灯は水槽槽路上の作業に対して照明を行うとともに，曳引車の走行にともなう障害の有無を監視するためのものであり，曳引車西側前後の集電塔を利用して 1 基ずつ，東側は前後横桁上の東端に専用台を設けて 1 基ずつ，計 4 基設置した。使用灯は 700 W の高圧水銀灯であり，器具は容易に取りはずし可能にされている。

5.9.3 ストロボライト

ストロボライトの配置には，東計測床と東縦桁との間にある 150 mm の間隙が利用された。この間隙にそって東縦桁に写真撮影用フレームが設けられているが，ストロボライトやカメラはこのフレームに補助器具を使って固定される。東計測床を敷設している場合は，床下を通して模型船等を照明し，撮影することになる。長い被写体に対して略均一照度になるようにストロボライトは上記フレームにそって 6 個配置され，それぞれに付属された受光器が親のフラッシュ光を受けて同時に発光する方式とした。

5.9.4 標識灯

曳引車東側の前後にそれぞれ 1 基ずつ赤色標識灯が設けられた。この標識灯は曳引車の進行状態を示すもので，水槽内のどの位置にあっても赤色点灯を認めれば，曳引車はその位置に近づいていることを示す。遠ざかっているときや停止しているときは一切点灯しない。

5.9.5 実験灯

実験灯とは模型船等の供試体あるいは，計測機器などを照明するための電灯（たとえば，リフレクターラ

ンプ）であり，その取付けは東側床下面に設けられている 2 条の金属パイプにクリップではさむことにした。実験灯用の電源は，5.8.4 でも述べたように計測桁の軽目孔を利用して取付けられている電灯用コンセントからとることになっている。

以上のうち床照明用の蛍光灯，作業灯，標識灯の配置を図-5.13 に示す。

5.10 関連設備，繕装品等

曳引車としての基本的な機能を発揮するための設備として，集電塔（西側の前，後に 1 基ずつつけられた），ストッパー受け（北端部ストッパーに対するもの），非常制動受け，バッファー受け（送風台車との緩衝用として非常制動受けに並んで取付けられている），ガイドローラ，脱線防止金具，送風台車連結装置，偏向ダクトの吊金具（6 章参照）が設けられた。保安設備としては西縦桁上のトロリー線下面に防護ネットが張られた。また，実験に関連したものとしては，写真撮影台，流速計取付け台，曳引車の縦中心線の標示片，実験機器取付け用フレーム，写真撮影用フレーム，ドレインタンク，実験番号標示器，スケール類が製作ないしは設備された。

そのほか，手摺り，曳引車昇降台，昇降用の補助足場と補助ステップ，冷房機，ヒータ，手動油圧式テーブルリフターなどが製作ないし購入された。

これらのうち多少参考となる事項について説明を加える。

5.10.1 実験機器取付け用フレーム

曳引車の前後面すなわち，前横桁の前面と後横桁の後面の水槽幅方向に長さ約 7 m の型鋼が上下に 2 条取付けられた。このフレームには任意に開孔等を行ってもよいことにし，実験の便利を計った。写真撮影台，流速計取付け台はこのフレームを利用して曳引車に取付けられている。

5.10.2 手摺り

曳引車上の保安必要な個所に，クロームメッキの施こされた金属パイプ製の手摺りが取付けられた。手摺りは約 1.5 m 位の長さに分割されており，それらの全部が差込み式となっている。したがって unnecessary 場合には，その個所を容易に取りはずすことができる。

5.10.3 曳引車昇降台

建屋，水槽北端部のフローレベルなどの工夫次第で曳引車の昇降をかなり便利にすることも可能であるが，本水槽にはこのような面での特別な工夫は施こされていない。また，曳引車をボックスガーダ型とした

ためもあって、水槽北端部のフローから曳引車上面まで 2.2 m となってしまった。このために、かなり脚長の昇降台が設けられている。曳引車上面から水槽通路までの高さは 1.8 m であり、水槽の途中で曳引車から通路に降りるときは昇降用の補助足場と補助ステップを使うことにした。

5.10.4 冷房機

実験環境の向上を計るために冷房機を設置した。西計測床上に前後から冷風を送り込むため、前後横桁上に 1 基ずつ計 2 基の空冷式冷房機(冷房能力 4500 kcal/h, 風量 14 m³/min)を備えたが、室内、室外ユニットを 1 つの長い堅牢な枠に納めて 1 基とし、クレーンによって夏季のみ曳引車上に搭載することにした。室外ユニットから出る熱排気は西側通路に捨てている。計測床上にスポット的に乾燥冷風を送ることができるので、高温多湿の環境にあっても快適な計測作業ができるようになった。

5.10.5 スケール類

実験準備、計測作業を便利にするためにつぎの個所にスケール(1 mm 目盛の汎用スケール)をはりつけた。

- ① 常用計測桁の計測レールの近傍
- ② 浅水実験用架台内の計測レールの近傍

計測器を 2 本の計測桁にさし渡して取付ける場合、計測器の桁材の位置が、両計測桁上のスケールで同一目盛になるようにすれば桁材は水槽中心線に対して直角となる。

- ③ 計測部支持レールの近傍

計測桁を支持レール上において任意位置に移動させる場合、前後のスケールの同一目盛にあわせれば、計測桁を水槽中心線と平行に設置することができる。

- ④ 東縦桁の外面

この個所のスケールは、東通路上に設定した測定点と、走行する曳引車(あるいは供試物体)との位置関係を見出すための目安用である。

5.10.6 ドレインタンク

自航試験時は模型船内へ、P.O.T. 時は P.O.T. 用動力計内へ漏水するが、これらの漏水は油を含んでいるので水槽へ捨てることはできない。したがってこれを曳引車上においたポンプで揚水し、一時、曳引車上に貯水しておくためにドレインタンクを設けた。ドレインタンクは給排水栓、水位ゲージのついた容量 0.2 m³ の密閉型タンクであり東縦桁内に収納されている。

5.11 塗 装

塗装は下地処理、下塗り錆止め、上塗り化粧塗装の

順で行われた。下地処理はディスクサンダー等によりルーズミルスケール、赤錆び等を落す。下塗り錆止めは鉄面用の速乾性メタルプライマーを刷毛によって 2 回塗りし、4 時間余りの自然乾燥を行って硬化させた。上塗り化粧塗装はボデラック 1000 級の塗料を刷毛によって 2 回塗りし、自然放置乾燥とした。塗装色は、全般的には淡青緑色(dusty jade green)としたが、非常制動装置や一部注意箇所は黄色とした。

5.12 試験成績

検査としては中間検査と完成時検査とがあるが、完成時検査の成績に主眼をおいて記述することとし、中間検査については項目だけを挙げ、参考事項以外は内容を省略する。

5.12.1 中間検査

材料試験(引張、カタサ、曲げ、衝撃)と化学組成分析は、車輪、車輪軸、ギヤカップリング、大歯車、大歯車軸、小歯車、などの部品材料について行われた。

機械加工後の精密寸法計測は、車輪、車輪軸、車輪軸受け、中間軸、減速車室、大歯車、大歯車軸、小歯車、小歯車軸などについて行われた。

歯切り精度については、大歯車、小歯車に対して単一ピッチ、隣接ピッチ、累積ピッチについての各誤差およびマタギ歯厚などが調べられ、JIS 1 級であることが確認された。

動的釣合い試験は、車輪、大歯車、小歯車について行われ、最終的にはいずれも JIS 1 級の釣合良さとなった。

車輪の焼入れ硬度は、Hs 50~53 であった。

駆動部の組立て精度については、工場内組立て時に、車輪の振れ、大歯車、小歯車の振れ、歯当り、バックラッシュなどについて調べられたが、バックラッシュは 0.17~0.23 mm であった。

駆動部の無負荷運転試験は、回転数は正逆方向についてステップ状に上げ下げしながら異常音の有無、潤滑油のまわり具合、軸受部の温度上昇、振動の有無、回転数と電流の関係等について調べられた。

曳引車の横主桁と常用計測桁については桁単体時に撓み計測が行われた。単体の横桁の中央部に 1.65 ton を搭載したときの中央部荷重撓みは 1.7 mm であった。同じく常用計測桁については 0.65, 0.50, 0.25 ton に対して 0.98, 0.71, 0.35 mm であった。

工場内に設けられた仮設レール上で、曳引車主要部の仮組みが行われ、主要な寸法と精度のチェック、駆

動部仮運転、制動装置の動作確認試験などが行われた。

以上いずれも成績良好であった。

5.12.2 完成検査

曳引車が完成した時点でならし調整運転を行っている時につきのような予期せぬトラブルが発生した。主として曳引車の発進時すなわち速度制御回路を投入したときに曳引車全体が激しい共振を起し、しかも制御回路を遮断しない限りは共振が持続してやまないといった現象が時折り現れた。共振を起す原因について種々の推論を行い、これらの推論のもとに各種計測を行ったが、原因究明の過程のすべてに触れることはここでは省略する。最終的には制御回路の電流応答周波数と中間軸の振り固有振動数が一致したときに共振が起ることが判明したので、応答周波数を支障ない限度に落とすと同時に、中間軸の振り剛性を十分に増加させることでこの問題を解決した。

完成検査は非常に多種類にわたって行われたが、ここでは、その中の主なもの、また、今後の参考となるものについて記述する。

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。

5.12.2.1 車輪の取付け精度

車輪各個について、鉛直線との平行性、レールとの平行性が調べられた。この調査時における曳引車の状態は、レールとガイドローラとのすきまがすべて0.15 mm に調整された状態である。この状態で個々の車輪は、レール幅より両側へ 10.0 mm 出張ることになる(車輪の踏面幅=レール幅+20 mm)が、実際には9.83 mm, 10.17 mm (後西部車輪) および 9.21 mm, 10.79 mm (前東部車輪)であった。鉛直線との平行性は、0.01 mm/800 mm から 0.06 mm/800 mm であり、レールとの平行性では 0.00 mm/800 mm から 0.02 mm/800 mm の範囲であった。

5.12.2.2 計測部支持レールの取付け精度

南北のレールの内面間隔は $(5,870 \pm 0.5)$ mm, 両レール上面の水平度は ± 0.05 mm の精度であることを確認した。

5.12.2.3 計測レールの取付け精度

常用計測桁を標準位置(5.7.1 参照)に取付けた状態で計測レールの取付け精度を調べた。東西の計測レールの平行度はレールの内面間隔で $(1,470 \pm 0.13)$ mm であった。レール上面の水平度については、走行レールからの高さを基準として、東側レールは (336 ± 0.87)

mm, 西側レールは同じく (336 ± 0.87) mm であった。東西レールの高低差の最大傾斜は 0.04 mm/1470 mm であった。

5.12.2.4 重量、重心測定

計測機器、冷房機、写真撮影台等は塔載せず、曳引車の常備と考えている状態で重量計測を行った。東西の計測床は所定の位置に、常用計測桁は標準位置にそれぞれ設置し、手摺りは全部はめ込み、ドレインタンクは空槽の状態とした。計測方法はロードセルによるもので、曳引車の4隅を各個に持ち上げて計測を行った。

前西部	5.7 ton	後西部	5.6 ton
前東部	6.0 ton	後東部	6.3 ton

合計 23.6 ton 最大荷重差 0.6 ton であった。

この結果重心位置は、曳引車中心点より後方へ 31.5 mm, 東側へ 168 mm となり、殆んど曳引車中心と考えられる。

5.12.2.5 撓み計測

1) 常用計測桁

桁1本当り中央集中荷重 0.65 ton に対して中央の荷重撓みは 0.8 mm であった(目標値は 1.0 mm 以内)。

2) 横桁の垂直撓み

曳引車の中央部に 1.3 ton 塔載したときの横桁中央部における荷重撓みは 0.22 mm であった(目標値は 0.5 mm 以内)。

3) 横桁の水平撓み

この測定は制動時の荷重を想定して行ったものであり、横桁の中央に水平の静荷重をかけ、荷重点の撓みを計測した。荷重 1, 1.5, 5.06 ton に対して撓みはそれぞれ 0.08, 0.12, 0.41 mm であった。

4) 浅水実験用架台内の計測桁

桁1本当り中央集中荷重 0.65 ton に対して中央の荷重撓みは 1.4 mm であった(目標値は 3.0 mm 以内)。

5.12.2.6 スリップ試験

レール面をアルコールで拭いた直後の dry condition と、レール面を水でぬらした wet condition の2つのレール状態においてスリップ試験を行った。結果を表-5.5 に示す。表に見られるように、通常のレールの状態では加減速度を 0.08 g 位までとってもスリップの起らないことが推察される。

5.12.2.7 加速力、電気制動力試験

通常のレール状態において、曳引車単独時の加速力、電気制動力の試験を行った。結果を図-5.14 に示す。加減速度設定値を 100% にしたとき加速度は所定