

港 湾 技 研 資 料

TECHNICAL NOTE OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF TRANSPORT, JAPAN

No. 121 June 1971

小名浜港第2ケーソンヤード機械設備実験報告

麻	山	和	正
岩	田	尚	生
守	口	照	明
白	鳥	保	夫
石	塚	浩	次

運輸省港湾技術研究所



小名浜港第2ケーソンヤード機械設備試験報告

目 次

要 旨	
1. まえがき	3
2. ケーソンヤード機械設備概要	3
3. 試験概要	4
4. 試験結果	5
4.1 横引力測定結果	5
4.2 進水力測定結果	7
4.3 進水台車車軸応力測定	8
4.4 衝撃音について	10
5. 横引力理論計算	12
6. あとがき	15

**A report on the caison yard No. 2 of the Onahama Port
Construction Office**

Kazumasa ASAYAMA *
Hisao IWATA **
Teruaki MORIGUCHI ***
Yasuo SHIRATORI ****
Koji ISHIZUKA ***

Synopsis

In this report authors tried to show their experiment carried out in the Onahama Port Construction Office caison yard No.2, where has 2100 tons caison construction capacity, to confirm it's safety and to obtain the design data for caison yards.

Caison traversing force, launching force and stress on the wheel-axles of the launching truck were measured in this experiment. From these measurements it was cleared that designed values were agreed pretty well with measured ones, and that the stress on the wheel-axles happened to change with the rail conditions.

In this report theoretical calculation on the unsteadiness of traversing force was tried also.

* Chief, Dredger and Construction Equipment Laboratory
** Senior Researcher, Dredger and Construction Equipment Laboratory
*** Member of Dredger and Construction Equipment Laboratory
**** Member of Working Craft Development Laboratory

小名浜港第2ケーソンヤード機械設備試験報告

麻山 和正*
岩田 尚生**
守口 照明***
白鳥 保夫****
石塚 浩次***

要 旨

この報告書は2100 ton ケーソンヤードにおける機械装置について安全性の確認、また今後の同様な設備の設計資料を得るために現地において実施した試験結果を紹介したものである。試験は第二港湾建設局小名浜港工事事務所第2ケーソンヤードの機械設備について実施し、ケーソン引出し時の横引力、進水力、進水台車車軸応力を測定した。測定結果は設計値と良く一致していたが、進水台車の車軸応力はレールの状態によって変化していることがわかった。

またこの報告書においては横引力の変動に対して理論計算を行っている。

1. ま え が き

最近の港湾事業量の増大に伴い新たな港湾の開発の必要性が生じ、その規模も大型化してきている。それ従って港湾開発のための建設設備も大型のものが必要となり、特にケーソン製作設備はその傾向が見られる。またそれに付随する機械設備を新たなものが製作、使用されるようになった。

このようにその規模が大型化するにつれ、機械設備の計画、設計に際しては土木工事とも関連させて安全性、経済性等十分な考慮が必要になってくる。一方、これらの基礎資料は現地において実際の設備について調査して得ることが望ましく、当研究所機材部においてもこれまでに3回ほど他のケーソンヤードの機械設備について実施してきている。今回の小名浜港第2ケーソンヤードの現地試験も上記と関連したものであり、実際の稼働状態における安全性を検討するとともに、今後の設計参考資料を得るために実施した。小名浜第2ケーソンヤードは最大2100 ton のケーソン製作能力を持つが、今回の試験のケーソンの重量は約1640 ton で、このケーソンを製作台から進水斜路までの横引力、ケーソンが進水する時の進水力、進水台車の車軸応力をひずみ応力測定により行った。測定数は3箇のケーソンの横引、進水に対して実施し、ほぼ満足する結果を得た。

この報告書においては上記の測定結果を述べるとともに、横引力の理論計算を行い今後の参考資料とした。

2. ケーソンヤード機械設備概要

小名浜港第2ケーソンヤードは昭和45年に築造され、

小名浜港の拡張に伴う外防波堤のケーソン製作に使用されている。その機械設備概要は次のとおりである。

(1) 進水台車

(イ) 最大積載ケーソン重量	2100 ton
(ロ) 台車長さ	17.55m
(ハ) 高さ	
陸側レール面から	1.10m
海側レール面から	2.80m
(ニ) 主桁幅	1.1m
(ホ) 主桁中心距離(レールゲージ)	8m
(ヘ) レールスパン	0.8m
(ト) 車輪数	96個

図-1に進水台車を示す。

(2) 主ウインチ(直巻)

(イ) 巻上荷重	6.7 ton
(ロ) 巻下荷重	2.25 #
(ハ) 巻上速度	2.4m/min
(ニ) 巻下速度	24~120 #
(ホ) モーター出力	37 kW
(ヘ) 速度制御	渦流ブレーキ方式

(3) 横引ウインチ(直巻)

(イ) 横引荷重	8 ton
(ロ) 横引速度	1.4m/min
(ハ) モーター出力	30 kW

図-2に小名浜港第2ケーソンヤードを示す。

* 機材部 作業船研究室長

*** 作業船研究室

** 主任研究官

**** 特殊作業船開発室

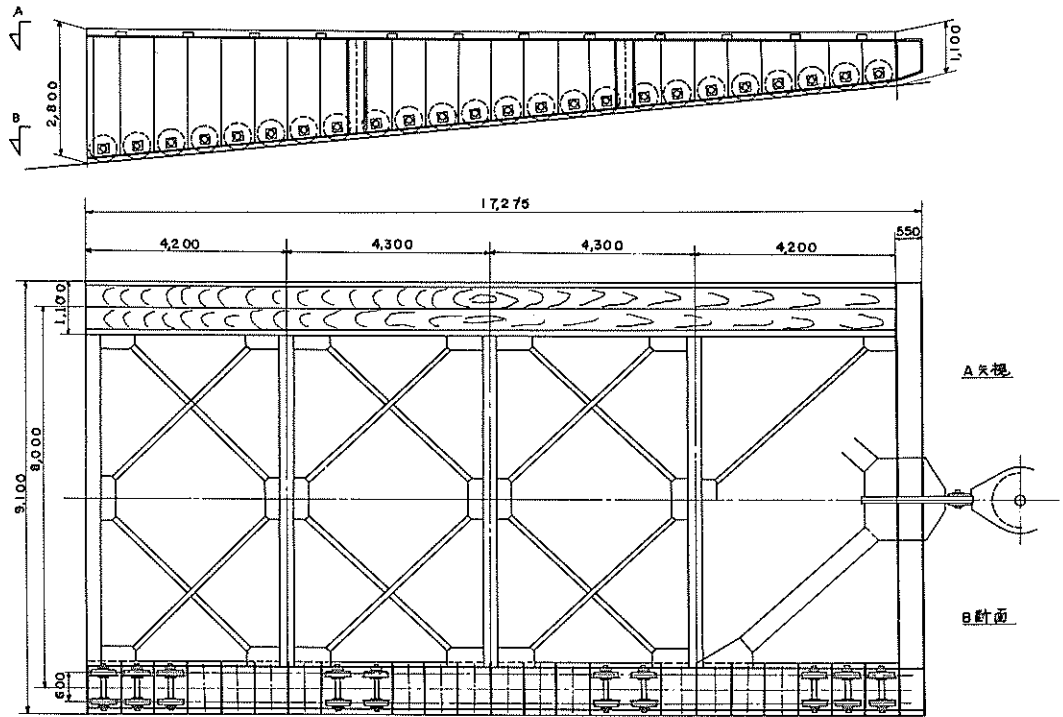


図-1 進水台車

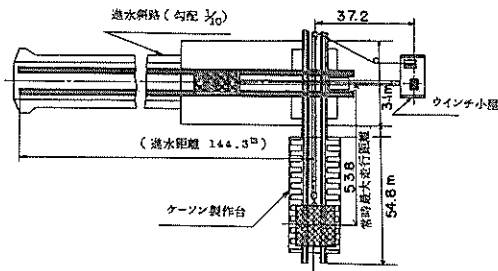


図-2 ケーソンの概略図

3. 試験概要

試験は機械設備の適当な箇所を選びひずみゲージを貼付し、応力を動ひずみ測定器を通じてオンログラフに記録させを行った。その際の記録は安全性を確める観点から横引、進水とも全行程で渡って行き、最大荷重、応力を求めるようにした。試験項目、内容を下記に示す。

1) 横引張力測定試験

ケーソン製作台からケーソンを進水斜路まで引出す場合の台車はトラバサによるクレードルにより行なわれている。その間の横引力測定はケーソン側ブロックの平行部と

ポスト側ブロック側板にゲージを貼付し、同時測定した。図-3に横引力を測定したゲージ貼付箇所を示す。また、巻取ウインチモーターの電流計からは横引力によるウインチ荷重を算定し、応力測定による横引力と対応させた。

2) 進水力測定試験

ケーソン進水力は $\frac{1}{10}$ 単一勾配の斜路をケーソン進水台車によって引降す時の力であり、横引力測定と同じ方法により陸上部からケーソン浮上まで測定した。その間の移動スピードは最初 3 m/min から段階的にスピードを増し、浮上近くではフリーランの状態にある。図-4に進水力を測定したアンカーレッジ部とロープエンド金具を示す。

3) 進水台車車軸応力測定

進水台車車軸は図-5に示すように台車両サイドとも車軸と台車側板による2点支持の曲げモーメント応力がかかる。車軸応力は車軸カラー中央部の穴から車軸上部にゲージを貼付し、ケーソン重量のみによる応力を測定した。この応力測定に際しては進水台車の最大応力の現われる車軸を調べることにより、片側について測定車軸を連続させるようにした。

以上試験は上記の3項目について実施し、その際の測定点数、ゲージ貼付数を表-1に示す。

表-1 測定点数、ゲージ貼付数

測定項目	ゲージ貼付箇所	測定点数	ゲージ貼付数
ケーソン横引力	ポスト側ブロック部	2点	4箇所
	ケーソン側ブロック部	1#	2#
ケーソン進水力	ロープエンド部	2#	4#
	アンカーレッジ部	2#	4#
進水台車車軸応力	右側車軸	10#	10#

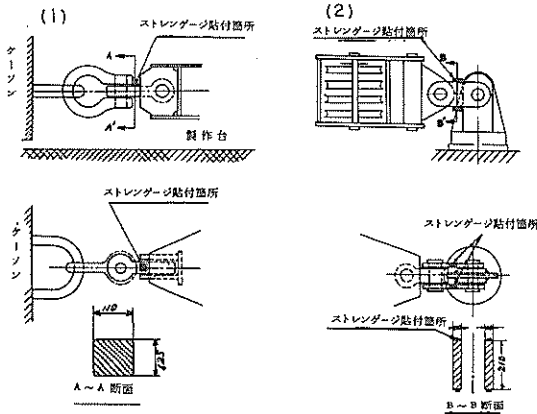


図-3 横引力測定箇所

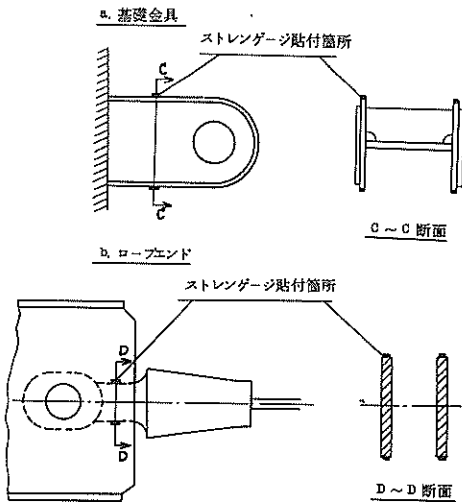


図-4 進水力測定箇所

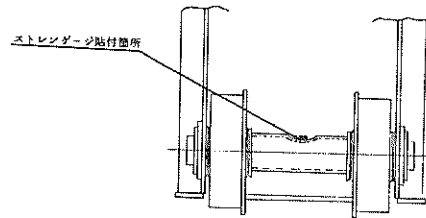
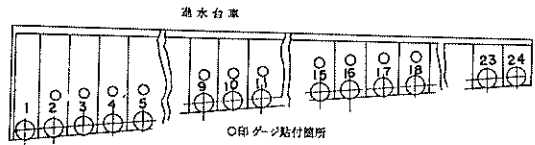


図-5 車軸応力測定箇所

4. 試験結果

4.1 横引力測定結果

横引力はトラバーサの摩擦抵抗によって決ってくるが、ケーソン横引や進水のようにロープ等を介して移動させる場合はロープの伸びによるバネ作用等により、ロープ一定スピードを巻取った場合でも波打ち現象として現われる。すなわち、このケーソン横引時においてもケーソン側とポスト間のロープが自重を持つバネとして作用し、ケーソン移動中に加速度を生じせしめる。したがって横引力は一定スピードで移動する際の摩擦抵抗に加速度によって生じた力を増減した波形になる。この波形になる原因としては静止摩擦と動摩擦の違いによって起ることも考えられるが、図-6に測定記録例を示す。

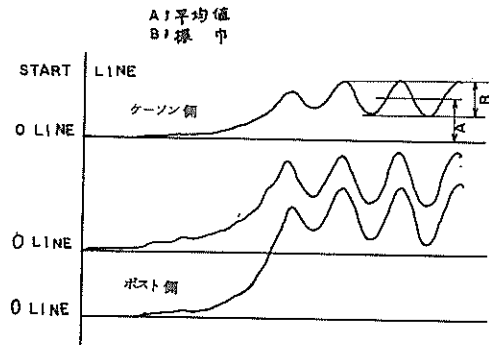


図-6 横引力測定記録

しかしながら、横引時のウィンチモーター容量、ロープ径についての設計、また製作されたものについての安全性にとっては最大値がおもに必要となることから、測定記録の

解析にあたっては振幅の値と平均的な荷重としての振幅の平均値について調べる。

図-7、8に横引力の測定結果を示す。図にはポスト側で測定した振幅、平均値、ケーソン側平均値および振幅の周期を示す。

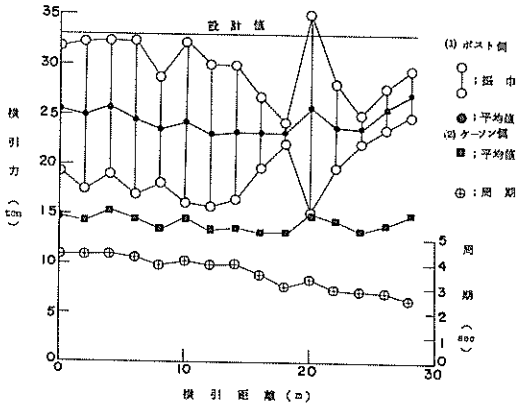


図-7 横引力測定結果

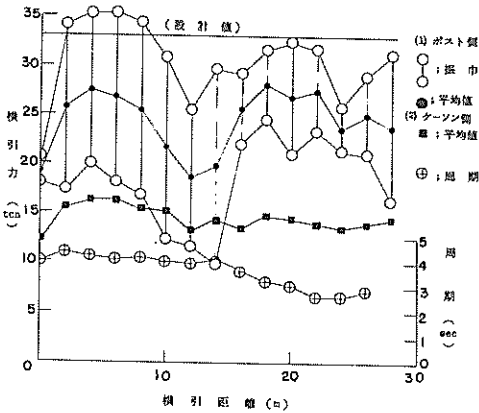


図-8 横引力測定結果

この二つの測定結果を見ると同じ横引力を測定しているにもかかわらず異った値を示している。これは両側定部のゲージ貼付箇所の応力分布が等分布とはなっておらず、たとえばポスト側のゲージ貼付箇所の横引状態における荷重を加えた場合の光弾性試験結果は図-9に示すようになっていた。ケーソン側については全体形状が複雑のため光弾性試験は行ってないが、同様に等分布状態ではなかったであろう。

この光弾性の試験結果によればポスト側のゲージ貼付部には等分布応力の2倍の応力の値であり、したがってポス

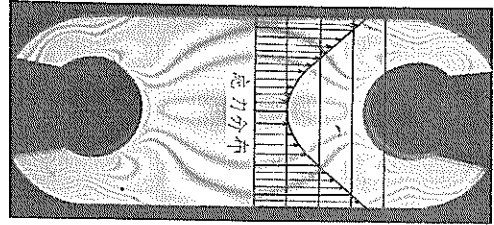


図-9 ポスト側応力分布

ト側の測定結果も作用する荷重の2倍の値を測定したことになる。ケーソン側についてはポスト側の結果から推定して反対に多少小さな値が測定されていたと考えられる。そこで今回の横引力の測定結果はポスト側の結果 $\frac{1}{2}$ にした図-7、8の値を採用することにした。これらの結果を見ると横引力はケーソン移動に伴って変化し、特に振幅は複雑に変化する。これはレール面も細部について見れば水平な状態でなく、ケーソン重量の加った時には微かな傾斜も起ったり、トラバーサの摩擦抵抗変化等によって起るであろう。しかしながら横引力の中間の値だけについては大略25 ton前後をもって変化している。またこれらの応力測定とは別にウインチモータの電流計の読取りから、設計時の機械効率によってウインチ荷重を計算すると30 tonになっていた。このウインチ荷重も途中のシープ等の摩擦を考慮すれば25 ton 付近の横引力となり、これら二つの測定結果から横引力は平均的には25 ton 前後の力であり、それに加速度等の影響を加えると上下10 ton ぐらいの幅で変動している。またこの横引力における振幅はかなり大きく、最大のもので20 ton 近くの間を変動するものもある。したがってこのような横引力の算定に当ってはこの振幅の値も考慮することが必要であろう。

ここでこのケーソンヤードにおける横引力の設計に際しての計算式、諸係数値は次のとおりであり、この計算式による今回の1640 ton ケーソン重量による横引力を図-7、8の実線で示す。

$$T = \left\{ \frac{f_1(W_1 + W_2)}{d} + \frac{f_2(W_1 + W_2 + W_3)}{d} + k(W_1 + W_2) + k(W_1 + W_2 + W_3) \right\} (1 + s)$$

- ここで T : 横引力 W_2 : クレードル重量
 W_1 : ケーソン重量 W_3 : トラバーサ重量
 d : トラバーサころ径
 f_1 : クレードルとトラバーサ間の転り摩擦係数 (0.05)
 f_2 : レールとトラバーサ間の転り摩擦係数(0.05)
 k : 付加抵抗 (5 kg/t)

s: 安全側として25%増

これらの設計計算式また図-7、8の実線で示す計算結果と測定値を比較した場合、測定値横引力の平均の値は設計計算式上において安全係数を見込まなかった値に大略等しくなることから、諸抵抗係数は設計値に近いものであろう。しかし横引ロープ強度、ウインチモータ容量の設計に当っては振幅の大きさを考慮することが良いだろう。

4.2 進水力測定結果

進水力の測定はケーソンを勾配 $\frac{1}{10}$ の斜路を進水台車によって引降す時の張力の測定であり、その時の進水力はケーソン重量と台車重量の合計の降下分力、進水状態の台車車輪の転り、車軸の迂り両抵抗力、また横引力と同様ロープ伸びによる加速度現象による力を合計したものととなる。すなわち進水力も振動するが、この場合の振幅は横引力の場合と比較すると後に述べるようにそれほど大きくはなく、まずアンカレッジ部とロープエンド部で測定した進水力も振動するが、この場合の振幅は横引力の場合と比較すると後に述べるようにそれほど大きくはない。アンカレッジ部とロープエンド部で測定した進水力の平均値を図-10に示す。

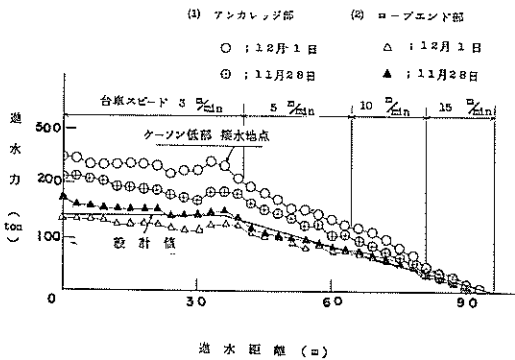


図-10 進水力測定結果

この測定結果も横引力測定結果と同様二つの測定箇所の結果は異っているが、これもゲージ貼付部の応力分布の複雑さによるものであろう。しかしながらロープエンドのゲージ貼付金具は図-4に示すように断面の変化部が円弧をもって製作されていることから比較的等分布応力になりやすいため、ロープエンドの測定値を進水力の測定結果とする。なお、アンカレッジ部は横引力測定におけるポスト側の形状に類似することから、多少大きな値となって計測されていたと考える。

この測定結果の進水力と設計進水力を比較した場合、計算式は後に示すが、1640ton ケーソン重量の場合には図-

10の実線となり良く一致していることがわかる。測定値は水際付近で少し高くなる傾向を示しているが、これはその付近のレール基礎状態が変化していることによると考えられる。なお、図中の設計値を示す実線の水中部分は、浮力を考慮し、その値を差引いた。

次に横引時には大きな値となった振幅は、進水力においては図-11、12に示すようになる。

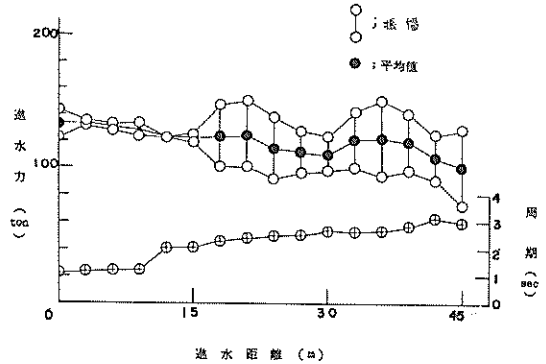


図-11 進水力振幅

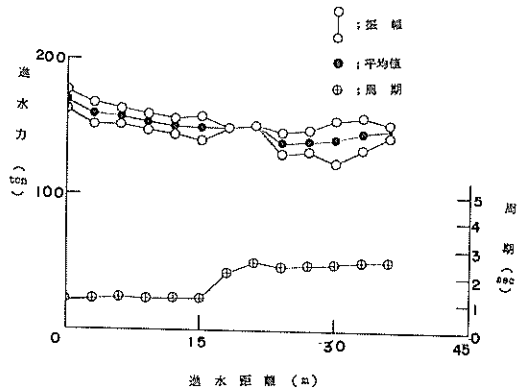


図-12 進水力振幅

図には進水距離40m以後については進水力の絶対値そのものが減少することから省略したが、進水力においてはケーソンおよび台車重量の降下分力、また、横引トラバーサの抵抗力に比べて進水台車の場合には迂り抵抗による抵抗力増加等によりそれほど大きな値とはならなかった。この測定結果から見れば振幅は振幅の平均値に対して最大のもでも上下20%ぐらいである。この振幅の大きさについてはそのときどきの状態によって左右される面が多く、進水力、横引力においても一定の傾向を示さなかった。

しかしながら進水力についての振幅は今回の測定結果からではそれほど考慮する必要なく、大略台車車輪、車軸の抵

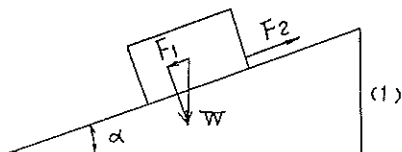
抗によって計算しても良いだろう。

次に小名浜港第2ケーソンヤードの進水力設計計算式および諸抵抗値を示すと次のとおりである。図-13を参照して進水力は、

$$F = F_1 - F_2$$

ここで F : 進水力 F_2 : 抵抗力

F_1 : 降下分力



(10)

図-13 進水時模図

によって計算され、抵抗力 (F_2) は次によっている。

$$F_2 = \frac{W}{D/2} (\mu \frac{d}{2} + f) (I - S)$$

ここに W : ケーソン重量+台車重量

D : 車輪径

d : 車軸径

μ : 車軸回り摩擦係数 (0.1)

f : 転り摩擦係数 (0.05)

S : 安全側として (0.25)

4.3 進水台車車軸応力測定

進水台車の車軸に加わる応力は斜路の状態、台車製作上の精度により異なるが、測定台車の車輪 (96個) に等しく作用するとした場合、1640 ton ケーソン重量に対し車輪1個あたり17.1 tonの荷重が加わり、車軸応力を2点支持の曲げモーメントにより計算すると887 kg/cm²である。しかしながら実際には車輪に均一に加わることはなく、少数の車軸に過大の応力状態になることがある。それゆえ設計に際しては十分な安全率を見込んでもおお危険な状態におちいることもある。この車軸応力測定は上記のようなことを考慮してなるべく数多くの車軸について測定することが良いが、測定計器等の制限もあり今回は前記のごとく片側10本の車軸について測定した。車軸応力は当然なこ

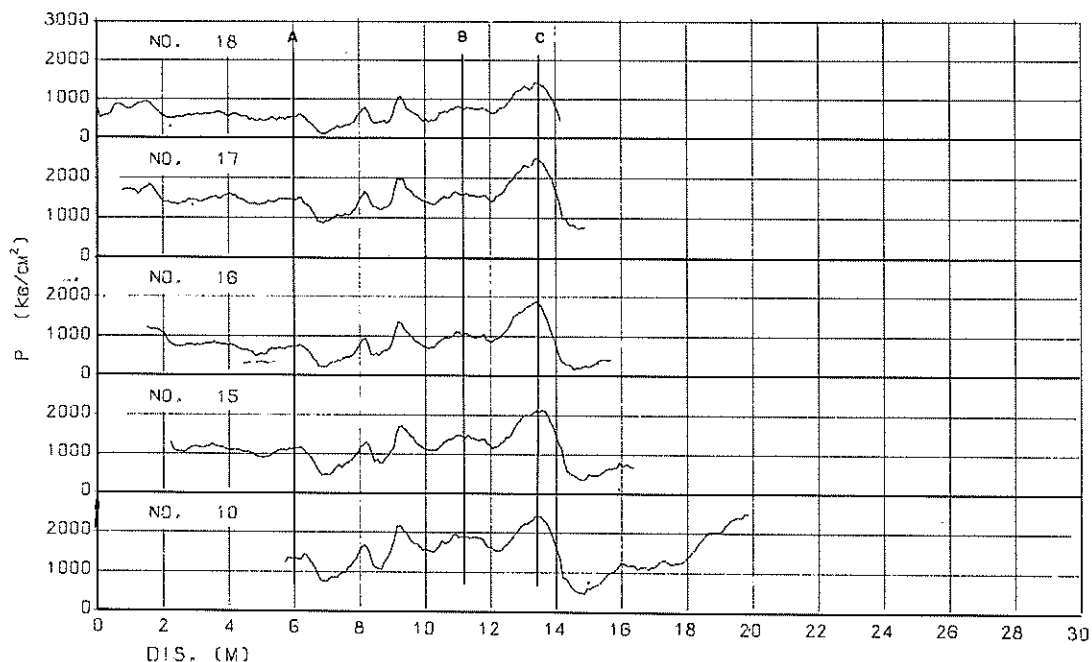


図-14 車軸応力測定結果

とながら台車移動に従って変化し、その変化はレールの支持状態の変化によって起るであろう、そこで図上で車軸間距離を図上で移動し、進水斜路上の同一地点を各車軸が通過する際の応力状態を示したものが図-14、15、16である。この測定は台車自重の作用している状態を基点として測定し、測定点数は水中部に入った時の防水加工の不備のため少なくなっている。

図-14、15は陸上部、図-16は水中部を含めて示しているが、この結果によれば車軸応力変化は全くレールの基礎の状態によって起ることがわかる。

次に応力の絶対値は台車製作上の誤差範囲もあり、その取付状態によって大略決まると考えられ、台車のどの位置

で最大になるかはわからなかった。しかし図-14、15、16において各車軸の変化の比、たとえば図-14においてA点とB、C点の車軸応力比が大略等しいことから、車軸取付上の精度がわかり、常に最大荷重を受ける車軸もわかるであろう。今回車軸応力の最大値は 3000 kg/cm^2 以上の値があり、特に進水開始から30m地点の水際付近で顕著である。この車軸の許容応力は 1900 kg/cm^2 であり、この値以上の車軸、地点が台車移動に伴ってかなりあることは、レールの基礎について今後さらに検討していくことが必要であろう。

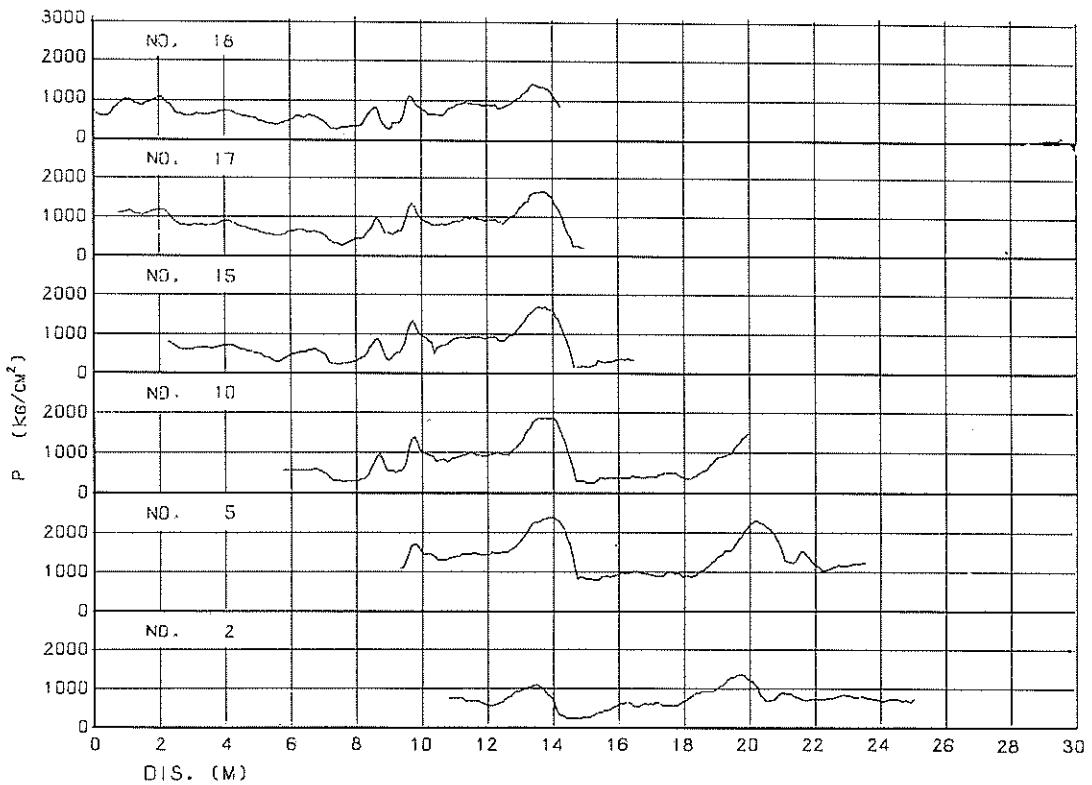


図-15 車軸応力測定結果

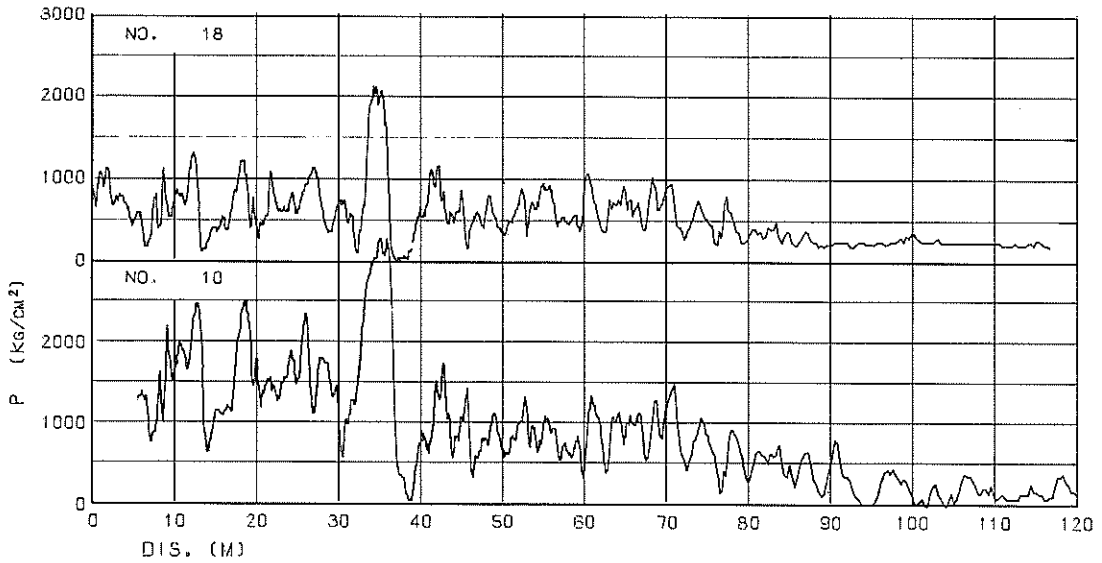


図-16 車軸応力測定結果

4.4 衝撃音について

今回の測定は以上の横引、進水力、台車車軸応力について行ったものだったが、進水時の測定に際して台車に何回かの衝撃音が発生し、場所によってはかなり強く、台車上部では動揺が激しかった。衝撃の性格からいって台車の一部に亀裂等の入る危険もあり、また今後のためにも原因を明らかにし、対策を講ずる必要がある。そこでここでは進水時の測定記録中に現われた衝撃による変化から性格的なこと、およびその後の調査結果を述べるとともに車軸応力に対する影響を調べてみた。

まず衝撃の間隔は図-17に示すとおりであった。この間隔は大略70cm近辺にあり、車軸間距離(70cm or 80cm)に一致しているようにも考えられる。また進水力の記録には図-18に示すように減少する方向に現れ、この原因が台車が一時停止状態になるのか、衝撃波によるかはこの記録だけからはわからなかった。

以上、今回の衝撃発生原因の性格的なものを述べたが、衝撃間隔にしても定まったものでなく、これらのことによっては原因をつきとめることは困難であろう。しかし基本的には斜路レールと車輪の当りの変化で起ると考えられる。すなわち台車車輪がレールの継目に落ち込む場合、高い部分に乗る場合、またこの台車のように多数の車輪で支持さ

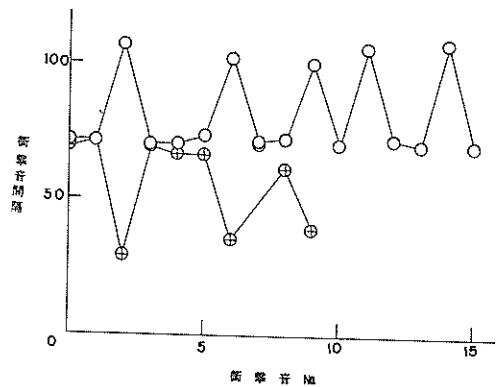


図-17 衝撃音周期

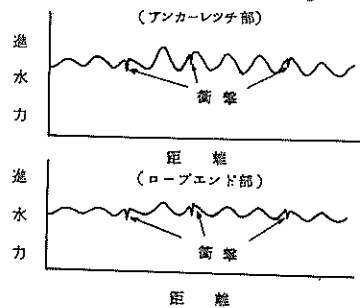


図-18 衝撃による進水力変化

れている場合は左右レールの高低差の不安定さによっても起るであろう。しかし、これらの原因はケーソンの重量が実際にかかった状態でのものであり、その測定は困難である。

この外にも車輪とレールの当りを悪くするものとしては車軸がレールに対して傾斜している場合が考えられる。この場合、傾斜している車軸の車輪が斜め方向に進み、その結果ある限度でフレームの強度によるか、車輪のフランジ部とレール側面で押戻される。この際に衝撃が発生し、今回の衝撃の発生の原因の一つと考えられる。

その後の調査によるこの進水台車の車軸の傾斜の測定方法と測定結果を図-19と表-2に示す。この測定結果に

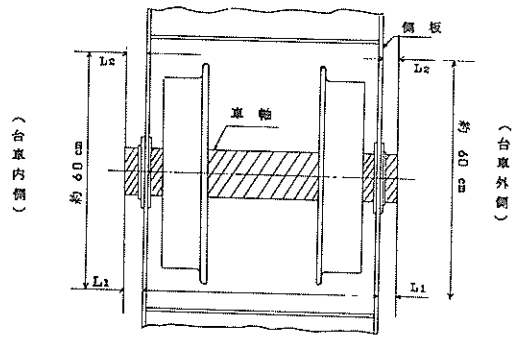


図-19 車軸傾斜測定方法

表-2 車軸取付測定結果

右側車軸

車軸 No.	台車外側		台車内側		車軸 No.	台車外側		台車内側	
	L_1	L_2	L_1	L_2		L_1	L_2	L_1	L_2
1	63cm	59cm	59cm	62cm	13	62cm	55cm	-	-
2	64	59	56	61	14	60	56	-	-
3	62	59	57	61	15	61	56	58	62
4	62	57	57	62	16	62	58	58	61
5	63	58	56	62	17	57	58	-	-
6	61	56	58	65	18	59	59	-	-
7	61	56	-	-	19	58	57	-	-
8	61	58	-	-	20	58	59	-	-
9	64	57	57	61	21	58	57	61	61
10	61	56	56	61	22	57	59	61	59
11	61	57	0	0	23	58	58	0	0
12	60	56	0	0	24	58	63	0	0

左側車軸

(-: 測定不可能箇所)

車軸 No.	台車外側		台車内側		車軸 No.	台車外側		台車内側	
	L_1	L_2	L_1	L_2		L_1	L_2	L_1	L_2
1	61	57	59	63	13	58	58	-	-
2	58	58	60	62	14	61	58	-	-
3	62	60	57	60	15	61	58	59	60
4	60	57	58	64	16	60	59	59	60
5	61	60	59	60	17	61	58	-	-
6	61	60	58	59	18	60	55	-	-
7	59	57	-	-	19	61	57	-	-
8	60	59	-	-	20	60	57	-	-
9	59	58	58	61	21	60	56	59	60
10	60	57	59	60	22	60	60	59	60
11	61	56	-	-	23	60	59	-	-
12	60	56	-	-	24	63	59	-	-

よれば進行方向に向かって右側の車軸が上部（陸側）から16番目まで連続して4~7m/80mの範囲で傾斜していることがわかる。このような車軸の傾斜による原因と類似したものととして横引時にトラバサが傾斜して設置した場合、同様な衝撃の発生が他のケーソンヤードで報告され、今回の衝撃の発生のもっと大きな原因と考えられる。しかし今後において台車側板のレールに対する平行度、車軸の長手方向と端面の直角度について調べることが必要であろう。この衝撃による台車の危険な箇所、危険度は発生原因によって異なるが、今回測定した車軸応力には図-20に示すように現れていた。すなわち車軸応力には強く影響を受ける

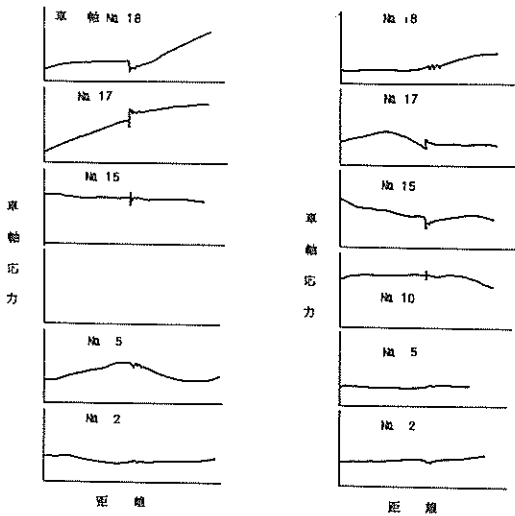


図-20 衝撃による車軸応力変化

ものとそれほどでもない車軸があるが最大の衝撃応力は約1000 kg/cm²以上のものも見られ、それ以前にケーソン重量によって応力が大きな値となっている場合は危険であろう。

現在の段階では今回の衝撃発生原因ははっきりつかめず、今後さらに詳しい調査が必要であろう。

5. 横引力理論計算

横引力の測定結果横引力は振幅が大きく、設計時の計算にあたっては平均の力だけではなくこの最大値を考慮することが必要であろう。この振動する原因としてはロープのバネ作用、またトラバサの静止摩擦と転り摩擦抵抗の違い等によるものと考えられる。そしてこの振幅および周期はロープ縦弾性係数、ロープ間隔、ケーソン重量、移動速度、トラバサ摩擦抵抗等によって決まる。これらの関係を調べるため、横引時の状態を模図すると図-21に示すこと

くなる。

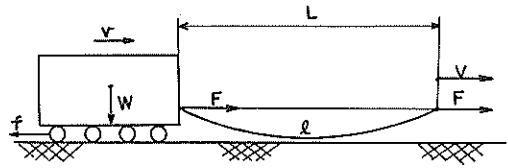


図-21 横引時模図

この時の運動方程式は次のようになる。

$$F = \frac{W}{g} \ddot{x} + f \dots \dots \dots (1)$$

- ここで W : ケーソン重量
- g : 重力の加速度
- \ddot{x} : ケーソン移動加速度
- f : トラバサ転り抵抗
- F : 横引力

すなわち横引力は加速度による力にトラバサ転り抵抗を加えたものになる。一方自重を持つロープを両端で水平方向に引張る時の釣合式は、ロープ端の垂直方向力=0として次のようになる。

$$P = \frac{q \cdot L}{24 \left(\frac{\ell + \lambda}{L} - 1 \right)} \dots \dots \dots (2)$$

- ここで P : 水平方向張力
- L : ロープ間隔
- q : ロープ単位長さ間隔
- ℓ : ロープの長さ
- λ : ロープの伸び

また一般にロープの伸びはロープの縦弾性係数をもって次のように現わされる。

$$\lambda = \frac{D}{A \cdot E} \cdot \ell \dots \dots \dots (3)$$

- ここで E : ロープ縦弾性係数
- A : ロープ実断面積

この(3)式を(2)式に代入し、 $P \equiv F$ として初期条件を与えて(1)式を解けば横引力が得られるわけである。

しかしながらこの解法は(2)、(3)式から水平張力は3次式になり、またロープ長が時間とともに変化することから一般の解法はむずかしく、電子計算機によった。

今回の横引力の測定結果を参考に、すなわち振動している横引力の平均値を抵抗力として、 $t=0$ のとき $v=0$ また $v \geq 0$ としてロープ間隔3.5mのときの計算結果と測定

結果を示したもの図-22である。

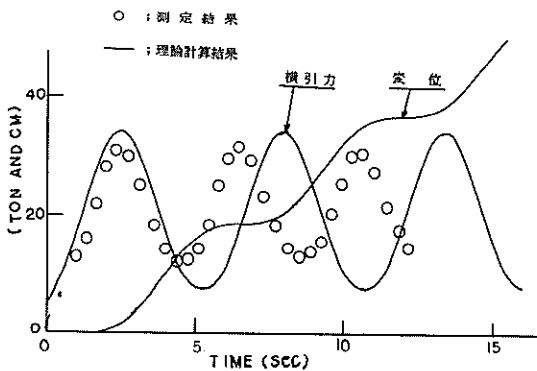
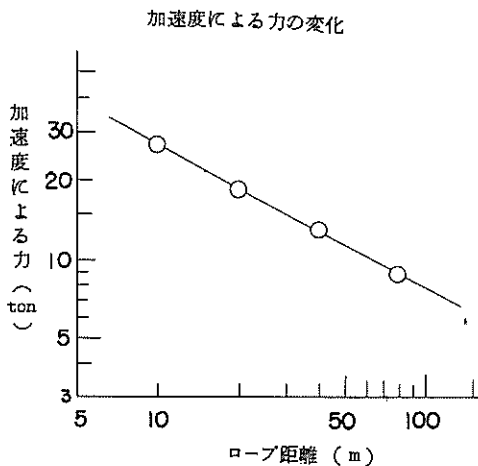


図-22 理論計算結果

この結果は横引力そのものは比較的一致しているが、しかしロープ間隔の短い場合は計算結果と測定結果は異っている。これは(1)式の解法にあたって次の仮定をしたことによるとと思われる。

- (1) 横引力の振動はロープの伸びによって起る。

$$\begin{aligned}
 W &= 1700 \text{ ton} \\
 f &= 20 \text{ ton} \\
 V &= 20 \text{ m/min} \\
 E &= 10.000 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$



- (2) 摩擦抵抗は一定

- (3) ウインチモータの巻取りスピードは変化しない。

上記仮定のうち(1)は(2)の仮定とも関連したものであり、横引力が振動するのはロープの伸びの他にトラバーサの転り摩擦が静から動に移った場合の抵抗変化によっても起ると考えられる。しかし転り摩擦を一般的に現わす方法はなく、静止と動摩擦係数値についても、両者の限界についてははっきりわからずこの場合は一定とした。またウインチモータのトルク特性も横引力の振動によって変わってくると考えられるが、この設備のウインチモータについてわからず考慮できなかった。しかしあるトルク特性を与えて計算した場合は、測定値に一致する傾向にある。いずれにしても上記の仮定したことについてさらに検討することや、実際の運転状況や速度変動を把握することが必要であろう。しかしここでは今後の参考資料、また大略の目安としてロープ間隔、ケーン移動速度、ロープ縦弾性係の変化した場合の横引力の変化を調べてみる。図-23、24、25に計算結果を示す。

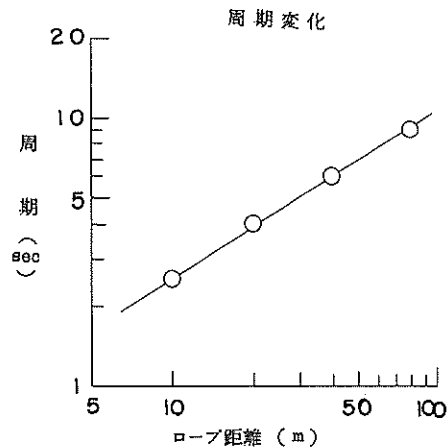


図-23 ロープ間隔による影響

$W = 1700 \text{ ton}$
 $f = 20 \text{ ton}$
 $L = 40 \text{ m}$
 $E = 10,000 \text{ kg/cm}^2$

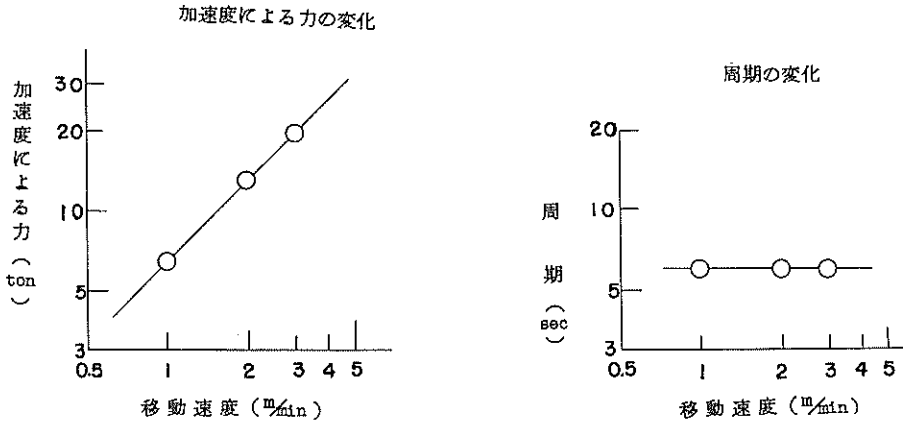


図-24 移動速度による影響

$W = 1700 \text{ ton}$
 $f = 20 \text{ ton}$
 $L = 40 \text{ m}$
 $V = 2.0 \text{ m/min}$

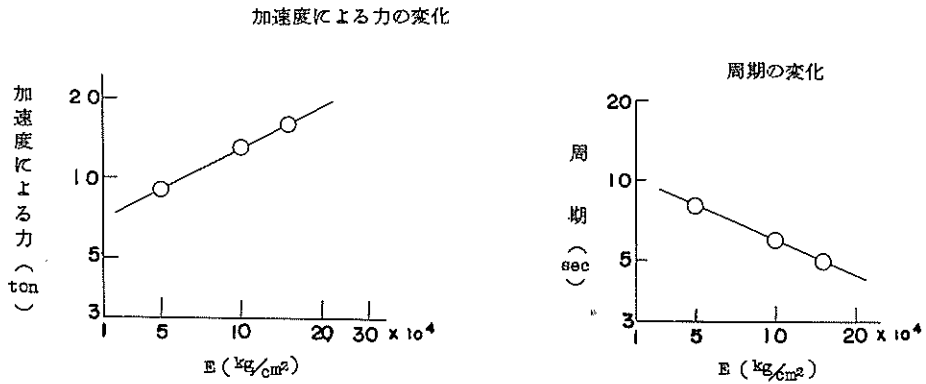


図-25 ロープ縦弾性係数による影響

6. あとがき

以上、小名浜港第2ケーソンヤードの機械設備についての現地試験結果を述べた。この試験の結果次のことがわかった。

(1) 横引力測定結果

横引時の垂直荷重は約1750ton(ケーソン+クレードル+トラバーサ)になり、その時の横引力の平均値は約25ton前後であった。

(2) 進水力測定結果

1/10 斜路進水時における垂直荷重約1740ton(ケーソン+台車)のとき、陸上部分の進水力は約140ton前後である。

(3) 車軸応力測定結果

車軸応力の最大値は水際付近で起り約3000kg/cm²以上

の応力がある。また車軸応力は斜路レールの基礎の状態によって変化する。

(4) 横引力の理論計算結果

横引時における移動スピード、ロープ縦弾性係数、ロープ間隔の変化に対して、横引力の加速度の影響が傾向的に解った。

このような調査は他のケーソンヤードについても行い、そのデータを集積していくことが必要であるが、今後の機会においてはさらに詳しく検討していく予定である。今回の調査は小名浜港工事事務所の協力を得て行なわれ、ここに厚く感謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) 小名浜港ケーソンヤード機械設備完成図書

港 湾 技 研 資 料 No. 121

1971・6

編集兼発行人 運輸省港湾技術研究所

発 行 所 運輸省港湾技術研究所
 横須賀市長瀬3丁目1番1号

印 刷 所 株式会社 東京プリント
 東京都港区西新橋3-24-9 飯田ビル

Published by the Port and Harbour Research Institute
Nagase, Yokosuka, Japan.