JULY 1969

RIIS-RR-18-2

UDC 621.873

産業安全研究所研究報告

RESEARCH REPORT OF
THE RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

RR-18-2

揚貨装置のワイヤロープに作用する荷重
(けんか巻きの場合)

袴塚禎三・粂川壮一

労働省産業安全研究所

MINISTRY OF LABOUR
THE RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

揚貨装置のワイヤロープに作用する荷重

(けんか巻きの場合)

袴塚禎三*　粂川壮一*

The Tensions in Wire-ropes of Ships' Derricks

(on Union Purchase)

TEIZŌ HAKAMAZUKA*　SŌICHI KUMEKAWA*

We measured the tensions of wire-ropes on union purchase in which a pair of derricks is used in combination on ship rigs.

The measurments were followed by 7 typical layouts of derricks (Table-1), and the results are as the following.

1) The tensions of wire-ropes when the cargo load runs from side to side horizontally. The datum are Table-2～19. About 5 times tension of cargo load was acting at maximum in the topping-lift-wires of this derrick, and about 3 times in guys.
2) The tensions of wire-ropes at lifting up the load. Table-20 is the result. The maximum dynamic loads in topping-lift-wires were approximately 1.5 to 3 times of cargo load.
3) The shock loads in wire-ropes at sudden stop when cargo is moving down (Table-21). The maximum ratios of shock load to static load were about 6 in cargo runners, about 2.5 in topping-lift-wires or center guy and about 4 in guys.
4) The tensions in wire-ropes when cargo load is swinging in parpendicular or parallel direction to the ship center-line (Table-22). In this case, the max. load in wire-ropes was added approximately to the static load.

Besides, for the purpose to find the most suitable fixed position of the guy, we calculated the tensions of guys when a unit horizontal force is acting on the boomhead. The datum are Fig. 7～14. On these cases shown at $b<4$ m on $\theta=25°$, $b<3.3$ m on $\theta=35°$, $b<3$ m on $\theta=40°$ and $b<2.8$ m on $\theta=45°$, the positions where the guy tension get the minimum value are in the forward side to goose-neck. And on another cases the positions of the goose-neck side are desirable.

* 機械課 Mechanical Section

1. 緒　言

船舶の荷の積み卸しには，殆どが揚貨装置すなわち船舶に取り付けられているクレーンが使用され，陸上のクレーンが使用されることは極く少ない．この揚貨装置はジブクレーンの型式のものもあるが，極く稀であり，殆どが二本ブームのデリックの型式である．そして港湾労働においては，このような装置を使用することによってしばしば大事故を招いている．その原因には装置の段取りの不手際とか，操作不良とか，玉掛不良とか，これらに基づくブームの折損とか，様々であるが，共通的な原因として言えることは，操作する者が，装置の各部材にかかる力，特に運搬中のワイヤロープに力がどのようにかかるかを良く理解していなかったためと考えられる場合が多い．

更に詳しく言えば，デリック型式の揚貨装置が使用される場合，大別して分銅巻きとけんか巻きの二通りの使用法があるが，特に後者の場合，ガイは静力学的に不静定であること，ガイの固定する位置によって各ワイヤロープに作用する力が極端に変化する場合があること，一つのガイを緊張させることによって他のワイヤロープに極端に大きな張力を与える場合があることなどのため，荷重の傾向を直観的に理解することが難しい．もともとこれらの荷重の算定は，ワイヤロープやその他の部材のばね常数が定まれば計算によって求める事はできるが，実用上算定は繁雑であり，更に運転中は動荷重も加わるので，これらが総合された結果を把握し，安全な作業を推進するための参考とすべく以下述べるような実験を行なった．

2. 実験の施設

実験に使用した揚貨装置は，愛知総合職業訓練所（名古屋市）に設けられた訓練用の揚貨装置で陸上に設置されたものである．

構造の概要は **Fig.** 1, **Fig.** 2 に示すもので，仕様の大略は

カーゴハッチ	9 m×4 m
デリックブーム	5 t×12 m×2
カーゴウィンチ	3 t×2 台
デリックポスト	650 φ×10 m
ポスト間隔	4 m

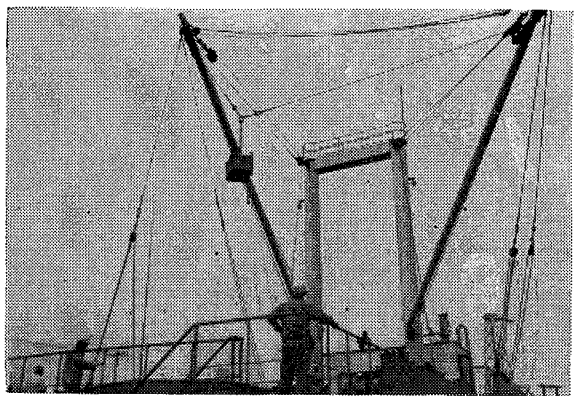


Fig. 1　The Whole View of Derriks
揚貨装置の全景

カーゴワイヤ	6×24　22φ
スタンディングガイ	
ペンダント	6×19　24φ
ロープ	マニラ　24φ
プリベンタガイ	
ペンダント	6×19　24φ
ガイ	6×24　20φ
トッピングリフト	6×24　24φ
センターガイ	マニラ　24φ

である．

ウィンチは油圧駆動で，その動力油圧は 33 kW の電動機により駆動されるポンプより送られる．また2台のウィンチはそれぞれ運転手を必要とするため，2名により共同運転を行なう．

ワイヤロープの荷重の測定は，ワイヤストレインゲージを利用したロードセル（**Fig.** 3）をワイヤロープの端にシャックルを介して連結し，9カ所（カーゴワイヤ2，トッピングリフトワイヤ2，スタンディングガイ2，ペンダントガイ2，センターガイ1）にかかる荷重について行なった．

使用したストレインメータおよび記録装置は，共和電業（株）製の動的歪測定器（DPM-6 CT）および電磁オッシログラフ RMV 型である．歪測定器のゲージにかかる電圧は約 2 V，5,000 Hz±5% であり，応答周波数特性は 0～1,000 Hz 内で，偏差 10% 以内である．オッシログラフのガルバノメータは固有振動数 400 Hz で現象 0～300 Hz の範囲内で感度一様（±5%）な特性を有するものである．尚歪ゲージは抵抗の 120 Ω ものを使用した．

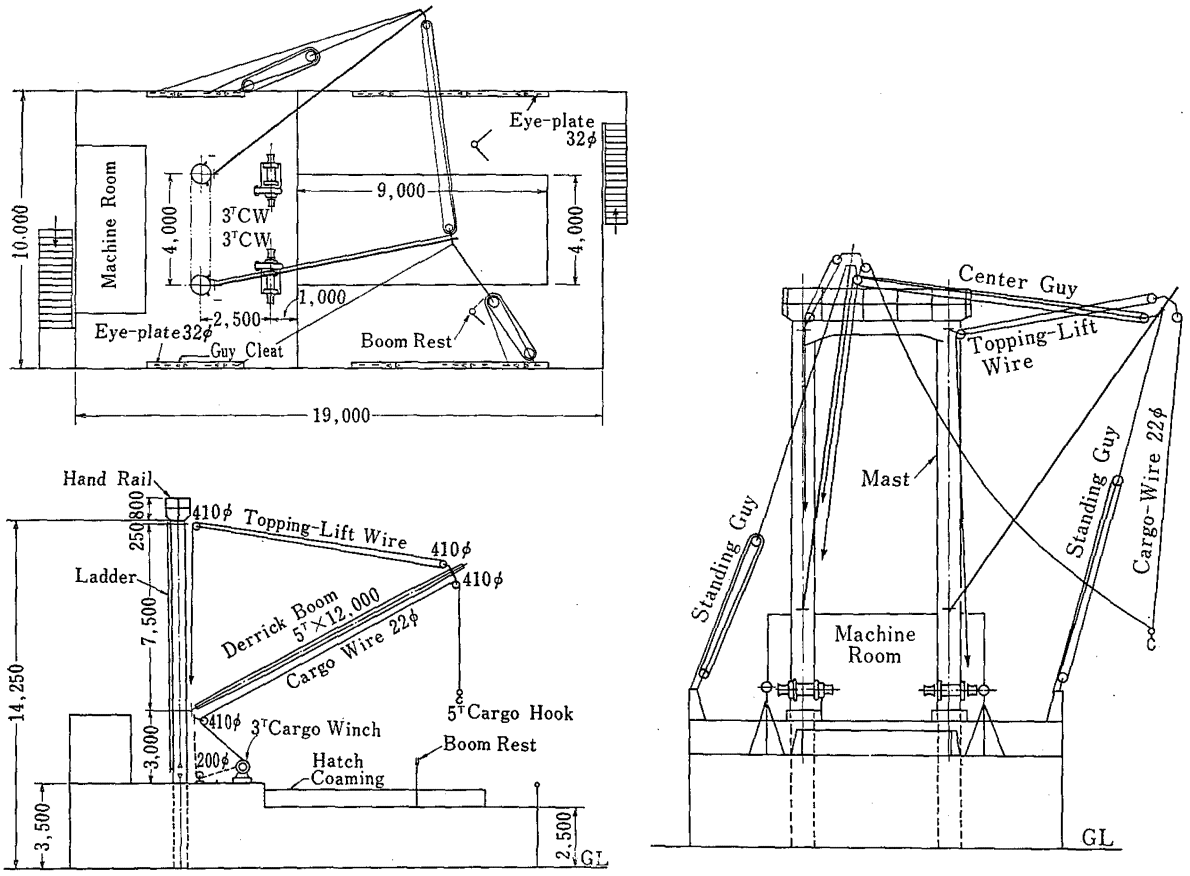


Fig. 2 The Projected plane and elevations of Equipment
揚 貨 装 置

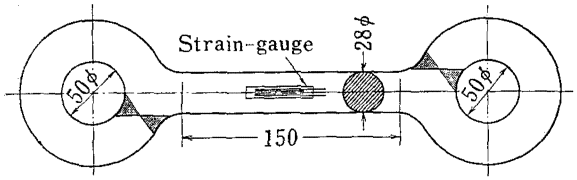


Fig. 3 Load-Cell
ロ ー ド セ ル

3. 実験の方法

実際の吊荷の経路は **Fig.** 4 の点線に示すようなものであるが，この過程を分けて考えると，巻き上げ，横移動，巻き下しの三つが考えられる．それぞれのこれらの過程の中で，ワイヤロープに大きな張力が働くと思われるのは，静的荷重では，荷を高く吊り上げて横移動させる場合であり，動的荷重では，地切りの瞬間と急停止した場合，および荷が揺動した場合などである．そこで

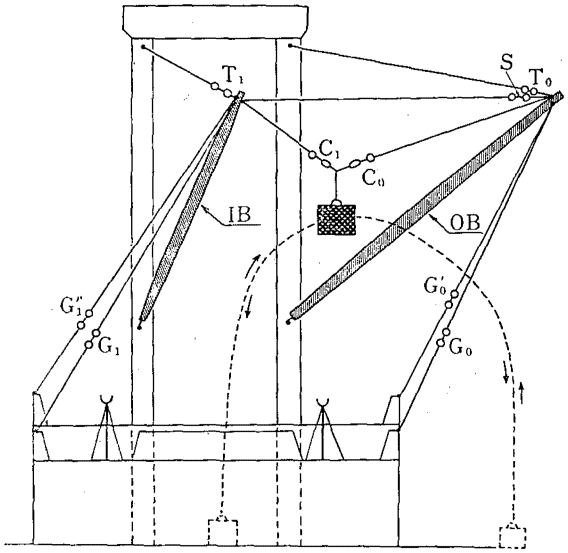


Fig. 4 The position of load-cell
ロードセル取付位置

（1）　横移動中における各ワイヤロープの張力
（2）　地切りの際における各ワイヤロープの最大張力
（3）　巻き下げ中急停止させた場合の各ワイヤロープの張力
（4）　吊り上げて荷が揺動した場合の各ワイヤロープの張力

の4過程に分けて測定した．

この測定に際して，ブームおよびガイの設定は，代表的な7種の場合を選定した．その条件を **Table. 1** に示す．なお，この表の中でブームの仰角とはブームが水平面となす角をいい，ブーム先端の位置bとは，ブーム先端と船の中心線との水平距離を表わすものである．またガイの固定位置はペンダントロープの延長線とブルワークとの交点を示すもので，実際にブロックやロープが固定された位置と若干異なる場合がある．この位置を表示するためのガイの位置mは **Fig. 5** に示すように，この点からグースネックの真横のブルワークの点までの距離を表わす．運転手からみて前方，つまりハッチの側をに＋とって表示した．

吊角ωは吊荷がハッチの中心線上にある時の二つのカーゴワイヤのなす角を示すものである．

Table. 1　The particulars set out on two pairs of derricks
デリックの設定条件

	Angle of Boom with Horizontal (θ°)		Position of Boom Head (b m)		The position of Guy Fixed (m m)				Angle between inboard and outboard Runners (ω°)
					Standing Guy		Preventer Guy		
	IB	OB	IB	OB	IB (m)	OB (m)	IB (m)	OB (m)	
No. 1	40°	25°	0	8	+10.0	+0.5	−2.0	−2.0	72°
No. 2	45°	35°	0	8	+10.0	+0.5	なし	なし	90°
No. 3	25°	40°	2	8	+ 8.0	+0.5	−2.0	−2.0	90°
No. 4	35°	45°	2	8	+ 7.0	+0.5	なし	なし	90°
No. 5	25°	40°	3	8	+ 5.5	+0.5	−2.0	−2.0	93°
No. 6	35°	45°	3	8	+ 2.0	+0.5	なし	なし	85°
No. 7-1	40°	40°	8	8	なし	なし	−2.0	−2.0	95°
No. 7-2									105°
No. 7-3									120°
No. 8	35°	45°	2	8	+ 7.0	+0.5	+4.0	−2.0	—

〔Note〕 IB＝Inboard Boom
OB＝Outboard Boom

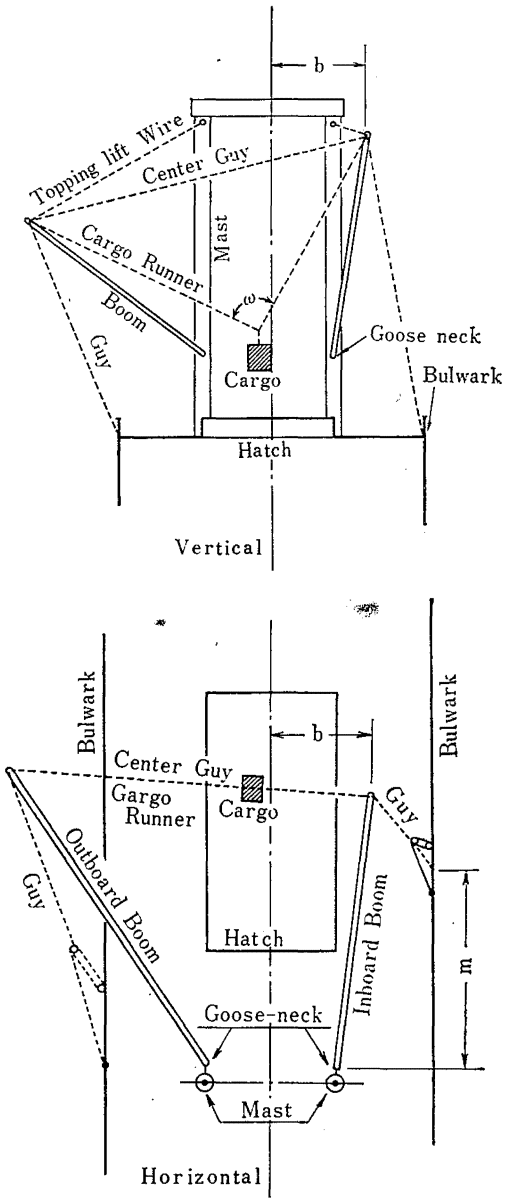


Fig. 5　Planes of Derricks
揚貨装置図

4.　測定の結果

（1）　横移動の場合

前述のブームおよびガイの設定条件により吊荷（500 kg のコンクリートブロック）を出来るだけ円滑に水平移動させ，各点（l＝船の中心線と吊荷の水平距離．OB 側を＋にとる）における各ワイヤロープに働いた荷重を測定した．その結果を **Table. 2**～**Table. 19** にて示す．

Table. 2 The Tensions in wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 1
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from IB Side to OB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	455	460	400	425	390	345	300	205	80
	O B	30	50	155	250	265	350	365	420	435
Topping-lift Wire (T)	I B	1,990	2,025	2,015	2,040	2,040	1,940	1,855	1,835	1,475
	O B	1,205	1,215	1,335	1,435	1,535	1,685	1,675	1,810	1,830
Center Guy (S)		120	95	35	20	10	10	10	30	90
Standing Guy (G)	I B	305	400	390	420	530	550	540	425	390
	O B	675	620	795	880	930	910	855	785	630
Preventer Guy (G′)	I B	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	O B	20	20	20	20	20	20	20	20	20

[Note] Preventer Guy loosed for test in Table. 2～Table. 19.

Table. 3 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 1
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from OB Side to IB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	485	465	435	425	390	345	295	140	0
	O B	0	80	160	250	320	370	345	425	590
Topping-lift Wire (T)	I B	2,025	2,005	1,985	2,055	2,030	1,895	1,890	1,520	1,395
	O B	1,095	1,220	1,340	1,460	1,585	1,715	1,715	1,830	1,970
Center Guy (S)		135	90	40	10	0	5	10	55	150
Standing Guy (G)	I B	295	335	360	495	550	530	465	400	385
	O B	595	670	745	905	995	1,010	970	780	615
Preventer Guy (G′)	I B	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	O B	20	20	20	20	20	20	20	20	20

Table. 4 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 2
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from IB Side to OB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	—	395	395	300	320	210	210	105	0
	O B	—	50	100	215	215	330	305	395	385
Topping-lift Wire (T)	I B	—	2,065	2,120	1,990	2,030	1,855	1,855	1,705	1,585
	O B	—	1,290	1,330	1,475	1,520	1,655	1,670	1,805	1,785
Center Guy (S)		—	165	125	80	70	55	80	110	175
Standing Guy (G)	I B	—	925	765	1,000	900	1,030	905	975	850
	O B	—	795	925	915	965	915	975	930	955
Preventer Guy (G′)	I B	—	0	0	0	0	0	0	0	0
	O B	—	0	0	0	0	0	0	0	0

Table. 5 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 2
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from OB Side to IB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	395	430	385	370	315	265	130	50	0
	O B	0	25	160	220	300	340	450	375	500
Topping-lift Wire (T)	I B	2,160	2,130	2,035	2,080	1,970	1,910	1,630	1,710	1,585
	O B	1,115	1,225	1,370	1,470	1,605	1,645	1,850	1,770	1,860
Center Guy (S)		210	160	105	70	50	60	95	145	215
Standing Guy (G)	I B	850	810	965	950	1,000	910	990	850	820
	O B	905	950	945	940	960	1,015	920	955	935
Preventer Guy (G′)	I B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	O B	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table. 6 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 3
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from IB Side to OB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		−2	−1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	525	510	515	470	470	450	430	395	355	235	95
	O B	75	125	205	260	330	395	430	455	485	490	530
Topping-lift Wire (T)	I B	2,180	2,195	2,275	2,360	2,435	2,475	2,435	2,345	2,215	1,855	1,545
	O B	1,220	1,265	1,370	1,475	1,600	1,700	1,800	1,855	1,915	1,955	1,945
Center Guy (S)		130	85	55	35	30	25	25	25	30	40	95
Standing Guy (G)	I B	545	595	710	835	950	1,035	1,065	1,050	1,005	940	570
	O B	670	760	825	985	1,150	1,265	1,375	1,255	1,185	965	710
Preventer Guy (G′)	I B	120	110	130	140	175	180	195	190	170	125	115
	O B	40	50	45	50	50	50	50	75	105	50	50

Table. 7 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick : No. 3
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from OB Side to IB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		−2	−1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	—	560	550	530	510	535	490	395	275	190	—
	O B	—	80	160	265	330	385	455	515	525	530	—
Topping-lift Wire (T)	I B	—	2,065	2,125	2,320	2,435	2,525	2,525	2,280	1,990	1,690	—
	O B	—	1,165	1,260	1,420	1,545	1,660	1,840	1,890	1,925	1,965	—
Center Guy (S)		—	115	80	40	30	25	30	30	35	60	—
Standing Guy (G)	I B	—	505	545	765	915	1,030	1,150	1,020	835	645	—
	O B	—	640	705	935	1,420	1,290	1,370	1,030	1,030	845	—
Preventer Guy (G′)	I B	—	105	115	130	150	175	205	185	125	115	—
	O B	—	50	50	55	55	55	75	65	50	50	—

Table. 8 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 4
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from IB Side to OB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		−1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	400	335	355	340	320	240	200	135	0	0
	O B	110	205	285	310	340	365	400	460	415	440
Topping-lift Wire (T)	I B	2,225	2,225	2,295	2,332	2,295	2,180	2,030	1,975	1,755	1,660
	O B	1,340	1,435	1,555	1,605	1,675	1,730	1,765	1,810	1,840	1,845
Center Guy (S)		75	25	5	0	0	10	55	50	180	165
Standing Guy (G)	I B	885	1,000	1,340	1,240	1,285	1,210	1,125	1,070	910	905
	O B	1,145	1,260	1,415	1,480	1,430	1,355	1,250	1,170	1,035	980
Preventer Guy (G′)	I B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	O B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table. 9 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 4
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from OB Side to IB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		−1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	—	415	410	410	370	350	265	200	80	0
	O B	—	180	355	335	345	365	370	435	410	335
Topping-lift Wire (T)	I B	—	2,105	2,480	2,585	2,515	2,385	2,185	1,920	1,775	1,740
	O B	—	1,340	1,470	1,600	1,645	1,710	1,735	1,830	1,820	1,785
Center Guy (S)		—	35	0	0	0	0	0	25	65	120
Standing Guy (G)	I B	—	1,000	1,230	1,390	1,415	1,340	1,175	1,405	875	935
	O B	—	1,170	1,440	1,595	1,585	1,580	1,440	1,315	1,165	895
Preventer Guy (G′)	I B	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	O B	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table. 10 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 5
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from IB Side to OB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		−3	−2	−1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Wire (C)	I B	460	420	380	425	425	415	410	380	310	270	215	10
	O B	0	0	145	210	280	355	400	420	420	470	565	540
Topping-lift Wire (T)	I B	2,290	2,320	2,330	2,405	2,510	2,625	2,630	2,580	2,465	2,250	2,000	1,655
	O B	1,195	1,185	1,305	1,430	1,540	1,613	1,705	1,800	1,850	1,890	1,930	1,940
Center Guy (S)		140	110	55	20	10	5	0	0	0	5	25	90
Standing Guy (G)	I B	835	860	965	1,095	1,225	1,440	1,550	1,540	1,470	1,335	1,105	860
	O B	760	675	805	955	1,135	1,260	1,385	1,320	1,280	1,155	965	730
Preventer Guy (G′)	I B	0	0	0	0	10	0	10	25	0	15	15	15
	O B	30	30	30	30	40	50	40	45	40	40	40	35

Table. 11 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 5
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from OB Side to IB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		−3	−2	−1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	405	425	405	425	400	400	385	400	320	255	80	0
	O B	10	20	120	175	285	340	390	435	445	510	455	505
Topping-lift Wire (T)	I B	2,195	2,175	2,235	2,325	2,540	2,555	2,595	2,580	2,355	2,155	1,730	1,620
	O B	1,135	1,175	1,280	1,380	1,520	1,640	1,760	1,805	1,860	1,980	1,890	1,960
Center Guy (S)		140	75	30	0	0	0	0	0	0	15	50	115
Standing Guy (G)	I B	705	800	870	1,025	1,305	1,390	1,475	1,555	1,500	1,195	860	860
	O B	610	615	775	910	1,080	1,200	1,330	1,435	1,235	1,170	825	675
Preventer Guy (G′)	I B	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	O B	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

Table. 12 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 6
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from IB Side to OB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	408	380	375	359	325	280	165	120	25
	O B	160	235	280	320	380	390	445	445	465
Topping-lift Wire (T)	I B	1,725	1,715	1,675	1,665	1,610	1,505	1,425	1,270	1,190
	O B	1,345	1,470	1,530	1,615	1,685	1,745	1,790	1,780	1,830
Center Guy (S)		55	20	10	5	0	5	20	60	115
Standing Guy (G)	I B	1,030	1,180	1,265	1,340	1,375	1,290	1,220	1,055	960
	O B	1,100	1,245	1,290	1,335	1,360	1,295	1,235	1,000	965
Preventer Guy (G′)	I B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	O B	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table. 13 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 6
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from OB Side to IB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	420	410	385	325	320	265	190	40	0
	O B	230	290	340	395	395	430	440	485	485
Topping-lift Wire (T)	I B	1,765	1,740	1,735	1,705	1,630	1,525	1,425	1,200	1,155
	O B	1,390	1,485	1,600	1,700	1,720	1,750	1,805	1,905	1,890
Center Guy (S)		30	0	0	0	5	5	35	80	140
Standing Guy (G)	I B	1,125	1,314	1,390	1,470	1,445	1,340	1,140	1,120	915
	O B	1,185	1,305	1,425	1,475	1,415	1,275	1,095	1,075	960
Preventer Guy (G′)	I B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	O B	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Table. 14 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 7
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs form IB Side to OB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		−4	−3	−2	−1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	390	410	400	390	355	335	295	265	240	175	130	80	50
	O B	205	260	305	315	355	395	400	425	430	440	475	505	495
Topping-lift Wire (T)	I B	1,305	1,330	1,215	1,235	1,165	1,125	1,075	1,035	1,020	950	920	885	860
	O B	995	1,040	1,090	1,120	1,200	1,260	1,285	1,325	1,365	1,410	1,445	1,500	1,530
Center Guy (S)		125	75	75	70	70	75	75	80	85	100	145	140	175
Standing Guy (G)	I B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	O B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preventer Guy (G′)	I B	710	870	815	925	920	915	860	825	765	715	625	545	525
	O B	745	850	885	890	950	1,005	925	870	795	780	640	685	620

Standing guy loose for test, as follower.

Table. 15 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 7
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from OB Side to IB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		−4	−3	−2	−1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	360	365	365	385	360	340	335	190	145	130	95	50	—
	O B	235	240	295	325	375	360	395	460	465	505	485	490	—
Topping-lift Wire (T)	I B	1,275	1,305	1,275	1,225	1,265	1,245	1,165	1,140	915	850	875	870	—
	O B	1,030	1,030	1,095	1,160	1,220	1,230	1,285	1,440	1,425	1,465	1,480	1,525	—
Center Guy (S)		85	85	75	75	75	75	80	80	110	110	135	165	—
Standing Guy (G)	I B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	O B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—
Preventer Guy (G′)	I B	745	785	835	860	845	905	815	810	620	610	550	525	—
	O B	890	885	910	890	1,015	905	865	860	850	765	695	685	—

Table. 16 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 7
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from IB Side to OB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	315	300	260	235	190	155	90	20	0
	O B	320	360	395	430	435	445	465	455	465
Topping-lift Wire (T)	I B	1,120	1,080	1,040	1,000	950	930	850	820	820
	O B	1,120	1,190	1,235	1,290	1,360	1,400	1,435	1,440	1,450
Center Guy (S)		260	270	270	275	285	300	305	340	365
Standing Guy (G)	I B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	O B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preventer Guy (G′)	I B	1,580	1,580	1,575	1,500	1,440	1,360	1,275	1,170	1,090
	O B	1,645	1,635	1,665	1,600	1,535	1,435	1,385	1,215	1,195

Table. 17 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 7
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from OB Side to IB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	—	335	310	265	225	125	70	40	—
	O B	—	400	395	410	420	415	455	435	—
Topping-lift Wire (T)	I B	—	1,175	1,130	1,020	1,020	940	925	870	—
	O B	—	1,160	1,205	1,265	1,315	1,360	1,455	1,425	—
Center Guy (S)		—	150	155	155	160	170	185	210	—
Standing Guy (G)	I B	—	0	0	0	0	0	0	0	—
	O B	—	0	0	0	0	0	0	0	—
Preventer Guy (G′)	I B	—	1,085	1,110	995	975	835	760	725	—
	O B	—	1,085	1,065	1,030	980	870	785	685	—

Table. 18 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 7
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from IB Side to OB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	410	385	345	310	230	160	115	0	—
	O B	440	485	480	455	460	420	435	430	—
Topping-lift Wire (T)	I B	1,170	1,115	1,050	1,030	985	905	905	870	—
	O B	1,150	1,205	1,225	1,305	1,375	1,410	1,415	1,515	—
Center Guy (S)		95	95	95	95	100	110	130	155	—
Standing Guy (G)	I B	0	0	0	0	0	0	0	0	—
	O B	0	0	0	0	0	0	0	0	—
Preventer Guy (G′)	I B	1,365	1,390	1,325	1,255	1,130	975	870	685	—
	O B	1,340	1,365	1,310	1,230	1,120	940	805	635	—

Table. 19 The Tensions in Wire-ropes (kg) Lay out of Derrick ; No. 7
各ワイヤロープにかかる張力 (kg) Cargo runs from OB Side to IB Side

Wire Ropes \ Position of cargo load (l m)		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Cargo Runner (C)	I B	405	385	405	285	225	165	60	0	70
	O B	460	535	530	465	460	435	465	460	440
Topping-lift Wire (T)	I B	1,145	1,130	1,110	1,035	965	935	890	870	870
	O B	1,150	1,250	1,310	1,335	1,340	1,410	1,510	1,545	1,415
Center Guy (S)		90	95	105	95	95	110	155	175	205
Standing Guy (G)	I B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	O B	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Preventer Guy (G′)	I B	1,360	1,335	1,290	1,180	1,080	945	740	625	550
	O B	1,325	1,315	1,245	1,165	1,060	905	675	590	550

（2） 地切りの際の各ワイヤロープにかかる張力

デリックの設定は **Table.** 1 の No. 8 により行なった．吊荷（500 kg）はハッチの中心線上に置き，合図者の合図により2人の運転者に同時に巻き上げをさせた．この地切りの瞬間の各ワイヤロープの張力の変化を **Fig.** 6, **Fig.** 7 に示す．またこの瞬間の最大値を **Table.** 20 に示した．

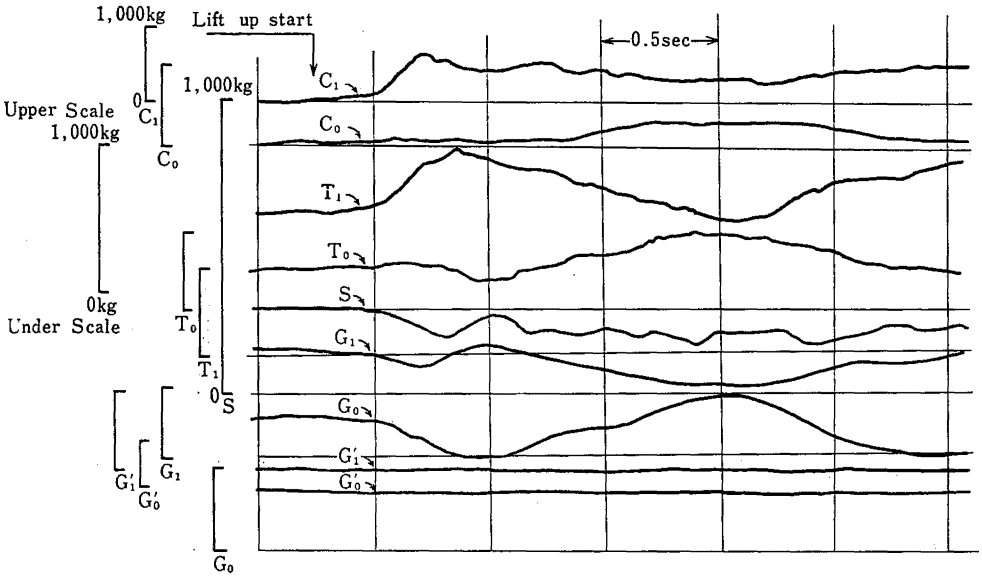


Fig. 6 Oscillograph of tensions at lifting up (Low speed)
地切りの際の張力のオッシログラフ（低速）

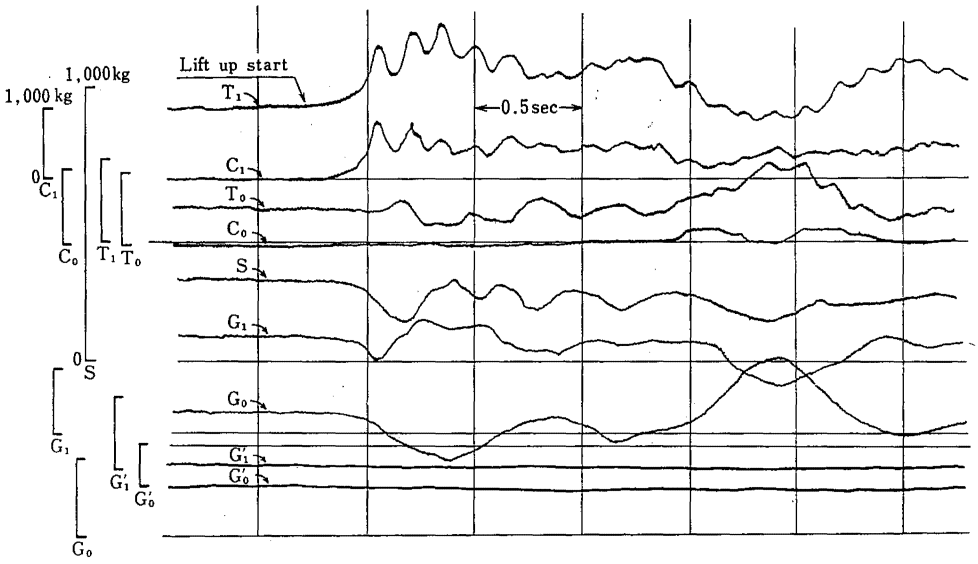


Fig. 7 Oscillograph of tensions at lifting up (High speed)
地切りの際の張力のオッシログラフ（高速）

Table. 20 The Tensions on Wire-ropes at Lifting up (kg)
地切りの際に各ワイヤロープにかかる張力 (kg)

Wire-Ropes		Before lift up	Operated by double gear: At lifting up	Operated by double gear: load by lifting up only	Operated by single gear: At lifting up	Operated by single gear: load by lifting up only
Cargo Wire (C)	I B	0	640	640	540	540
	O B	0	380	380	650	650
Topping-lift Wire (T)	I B	1,570	2,310	740	2,640	1,570
	O B	365	875	510	985	620
Center Guy (S)		305	180	−125	155	−150
Standing Guy (G)	I B	1,540	1,310	−230	1,770	230
	O B	1,500	1,785	285	2,170	670
Preventer Guy (G′)	I B	—	—	—	—	—
	O B	—	—	—	—	—

[Note] Preventer Guy loosed for test.

(3) 巻き下げ急停止させた場合

デリックのブーム・ガイの設定は **Table.** 1 の No. 8 による. 吊荷 (500 kg) をハッチの略中央にて一定の高さまで吊り上げ停止させ, しかる後所定の距離を巻き下し急停止させ, その際の各ワイヤロープにかかる張力を測定した. そのオッシログラフの例を **Fig.** 8, **Fig.** 9 に示す. **Fig.** 8 はテスト No. 3, **Fig.** 9 は No. 9 の場合である.

Table. 21 のテスト No. 1・No. 2 は吊荷がハッチ中央でハッチコーミング上端より 2 m の高さから 2 m 降下させ急停止した場合, No. 3・No. 4・No. 5 はコーミング上端より 3 m の高さから 3 m 降下させて急停止させた場合, No. 6・No. 7 はハッチコーミング上端より 3 m の高さから 5 m だけ荷を降下させて急停止させた場合, No. 8 はコーミング上 2 m より 2 m 降下急停止, No. 9・No. 10 はコーミング上 3 m 上り 3 m 降下させた場合である.

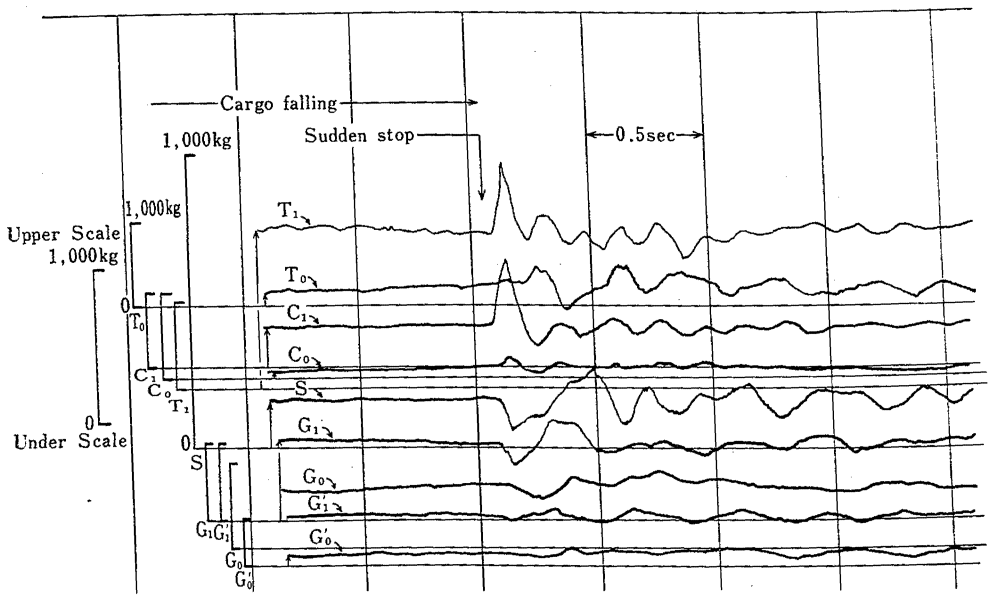


Fig. 8 Shock loads on Wire-ropes at sudden stop (winch low speed)
急停止の際の衝撃荷重 (低速)

Table. 21 Shock Loads on Wire-ropes at Sudden Stop (kg)
下降急停止の際の衝撃張力 (kg)

No. Test		Cargo Bunners (C)		Topping-lift Wire (T)		Center Guy (S)	Standing Guy (G)		Preventer Guy (G′)		Note	
		I B	O B	I B	O B		I B	O B	I B	O B	Fall of Cargo	Gear
No. 1	i	1,255	170	2,510	320	315	1,465	870	200	445	2m	Double
	ii	440	50	1,860	185	240	1,190	750	100	400		
	iii	2.86	3.32	1.35	1.75	1.31	1.23	1.16	2.00	1.10		
No. 2	i	785	320	2,070	463	280	1,420	950	180	525	2m	〃
	ii	440	50	1,860	185	240	1,190	750	100	400		
	iii	1.75	6.26	1.11	2.53	1.16	1.19	1.27	1.80	1.30		
No. 3	i	1,290	170	2,620	410	330	1,465	2,290	205	565	3m	〃
	ii	440	50	1,860	185	240	1,190	750	100	400		
	iii	2.88	3.32	1.40	2.25	1.37	1.23	3.06	2.05	1.41		
No. 4	i	1,310	145	2,650	420	335	1,465	880	190	550	3m	〃
	ii	440	50	1,860	185	240	1,190	750	100	400		
	iii	2.92	2.86	1.42	2.30	1.40	1.23	1.17	1.90	1.36		
No. 5	i	1,350	330	2,525	505	270	1,405	790	195	300	3m	〃
	ii	495	140	1,780	280	185	1,100	725	60	290		
	iii	2.74	2.34	1.41	1.81	1.92	1.28	1.09	3.27	1.03		
No. 6	i	1,020	275	2,255	510	245	1,250	825	160	400	5m	〃
	ii	485	110	1,745	285	130	1,110	765	60	315		
	iii	2.11	1.44	1.29	1.79	2.04	1.12	1.08	2.68	1.26		
No. 7	i	1,160	450	2,345	635	255	1,300	890	160	500	5m	〃
	ii	460	180	1,725	310	180	1,105	730	90	330		
	iii	2.52	2.49	1.35	2.02	1.40	1.17	1.21	1.77	1.50		
No. 8	i	870	740	1,945	590	205	1,500	1,155	135	580	2m	Single
	ii	415	140	1,715	300	170	1,055	695	50	250		
	iii	2.11	5.24	1.13	1.96	1.18	1.42	1.60	2.72	2.37		
No. 9	i	2,040	365	3,210	720	415	1,760	1.015	280	515	3m	〃
	ii	455	125	1,660	275	160	1,040	750	65	274		
	iii	4.50	2.86	1.93	2.62	2.59	1.69	1,44	4.40	1.87		
No.10	i	1,845	380	2,900	640	370	1,600	820	265	515	3m	〃
	ii	450	55	1,645	245	170	1,035	690	85	315		
	iii	4.12	6.81	1.76	2.60	2.17	1.54	1.18	3.18	1.62		

i : Shock Load　ii : Tensions of Wire-ropes at Static Load　iii : Ratio i/ii

（4） 吊荷が揺動した場合の各ワイヤロープの張力

荷を吊り上げて揺動させた場合，それによって各ワイヤロープには動荷重が作用する．これを測定するために，ブーム・ガイの設定は **Table.** 1 の No. 4 と同じくし，吊荷を一定の位置すなわち，ハッチ中央・内ブーム直下，外ブーム直下において一定の高さ（吊荷の底面がブルワークの高さに等しい）になっている三つの場合について行なった．揺動は荷を所定の位置まで巻き上げた後，人手によって荷を次第に揺動させ，一定の振幅（振幅約 3m）になった時，外力を加えるのを停止し，この時の各ワイヤロープの張力を記録した．揺動の方向は，船体と同一方向の場合と，これに直角な方向とについて行なった．記録は，静かに荷を吊った場合を基準とし，揺動により増減した分を測定した．**Table.** 22 はこれを示す．

5. ガイの位置による張力の変化

以上の測定は，ガイの位置の設定がそれぞれ1ケースであるため，ガイの設定位置による影響は解らない．

ガイの下端はブルワーク等に固定される．言うまで

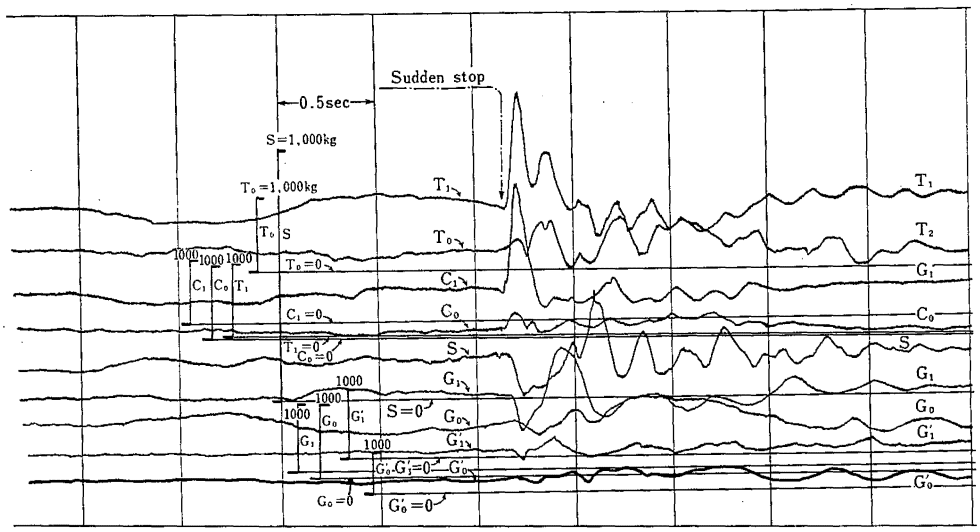


Fig. 9 Shock loads on Wire-ropes at sudden stop (winch high speed)
急停止の際の衝撃荷重（高速）

Table. 22 Dynamic Loads of Wire-ropes when Cargo is swinging (kg)
吊荷が揺動した場合の動荷重（kg）

No. of Test	Wire-ropes									Note		
	Cargo Runner (C)		Topping-lift Wire (T)		Center Guy (S)	Standing Guy (G)		Preventer Guy (G′)		Direction of Swing (to the fore and aftline of the Vessel)	Position of Cargo	Angle between Runners (ω°)
	I B	O B	I B	O B		I B	O B	I B	O B			
No. 1	+34 −137	+124 −91	+309 −369	+274 −206	+18 −18	+151 −202	+374 −329	0	0	perpendicular	Center in Hatch	60°
No. 2	+5 −5	+8 −8	+79 −58	+36 −39	+15 −15	+42 −42	+37 −37	0	0	parallel	〃	65°
No. 3	±9	±38	±93	±16	±1	±12	±52	0	0	parallel	under IB Head	—
No. 4	±0	±0	±188	±69	±29	±183	±217	0	0	perpendicular	〃	—
No. 5	±27	±51	±103	±168	±16	±103	±176	0	0	parallel	on Bull work	—
No. 6	±172	±169	±494	±399	±39	±334	±427	0	0	perpendicular	〃	—
No. 7	±0	±8	±133	±168	±29	±127	±168	0	0	parallel	under OB Head	—
No. 8	±69	±69	±236	±163	±24	±175	±284	0	0	perpendicular	〃	—

もなく作業中ガイにかかる張力はできるだけ小さいことが望ましい．しかしその位置によっては張力が極端に大きくなる場合があるので，計算により求めた結果を図表にて示す．

前述の揚貨装置を対象として行なったものであるが計算は，ブーム先端に一定の水平力（方向は船に直角）が働いたとき，各位置のガイに働く張力を求め，これを上記一定水平力との比 G/S_H で表わした．

$$\sin\eta=\frac{2-b}{L\cos\theta} \quad ①$$

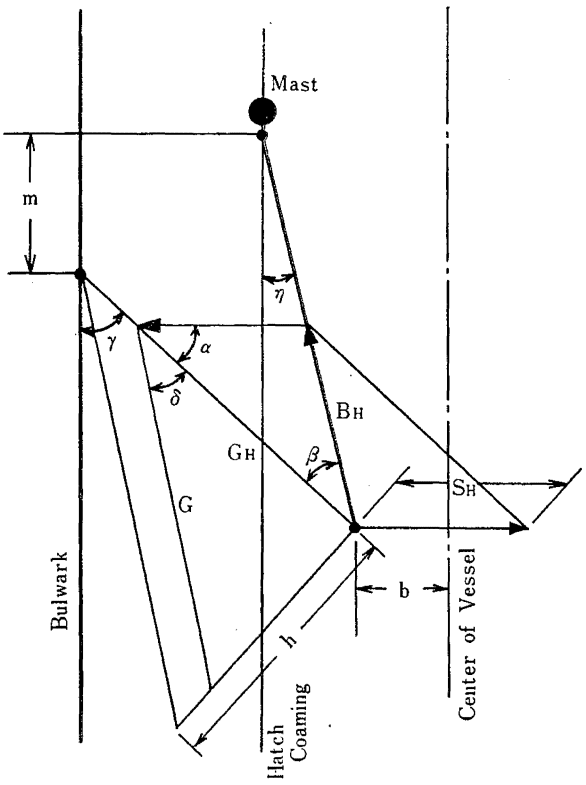
$$\tan\gamma=\frac{5-b}{L\cos\theta\cos\eta-m} \quad ②$$

$$\beta=\gamma-\eta \quad ③$$

$$\frac{G_H}{\sin\eta}=\frac{S_H}{\sin\beta} \quad ④$$

$$p\sin\gamma=5-b \quad ⑤$$

L : Boom length
b : Horizontal distance from boom head to Vessel center-line.
m : Position of fixed point of guy.
η : Horizontal angle between boom and vessel center-line.
S_H : Horizontal load at boomhead.
Bu : Horizontal component of the boom axis load.
G_H : Horizontal component of guy tension.
G : Tenision in guy.
δ : Angle of guy with horizontal.
h : Vertical hight of guy from low end.
P : Horizontally length of guy.
γ : Angle between bulwark and horizontal projecttion of guy.



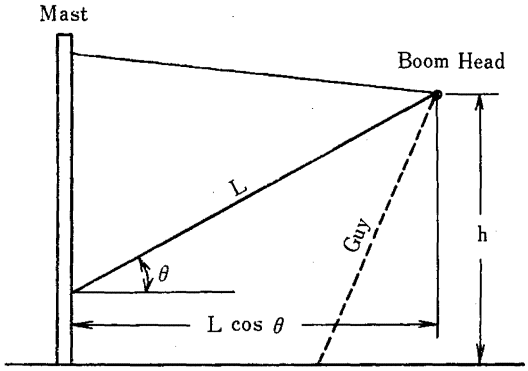


Fig. 10 Diagram of Guy
ガイ計算図

$$\delta=\tan^{-1}\frac{h}{p} \qquad ⑥$$

$$G\cos\delta=G_H \qquad ⑦$$

これより

$$G/S_H=\frac{2-b}{f(b,m)}$$

$$f(b\cdot m)=L\cos\theta\cdot\sin$$

$$\left[\tan^{-1}\frac{5-b}{L\cos\sin^{-1}\frac{2-b}{L\cos\theta}}-\sin^{-1}\frac{2-b}{L\cos\theta}\right].$$

$$\cos\tan^{-1}\frac{h\sin\tan^{-1}\frac{5-b}{L\cos\theta\cos\sin^{-1}\frac{2-b}{L\cos\theta}}}{5-b}$$

ここに　L：ブームの長さ
b：ブーム先端の位置
m：ガイの固定位置
η：ブームの割り角
S_H：ブーム先端にかかる水平外力
B_H：ブーム軸方向の水平分力
G_H：ガイの水平分力
G：ガイにかかる力
δ：ガイの水平面となす角
h：ガイの垂直距離
p：ガイの水平距離
γ：ブルワークとガイの水平投影とのなす角

ブームの仰角θは 45°, 40°, 35°, 25°の4種の場合，ブーム先端の位置bはハッチ中央から舷外3mまでの間を対象とした．**Fig.** 11～**Fig.** 14は，ブームの先端の位置を決めた場合，**Fig.** 15～**Fig.** 18は，ガイの固定位置を決めた場合の張力変化を示す．

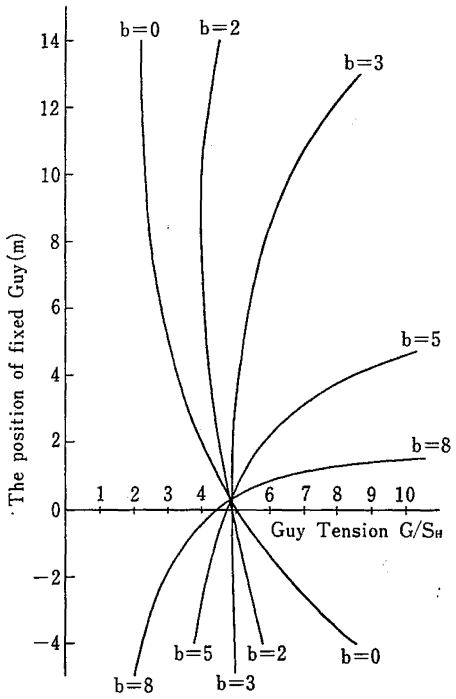


Fig. 11 Guy Tensions on $\theta=45°$
ガイ張力 $\theta=45°$

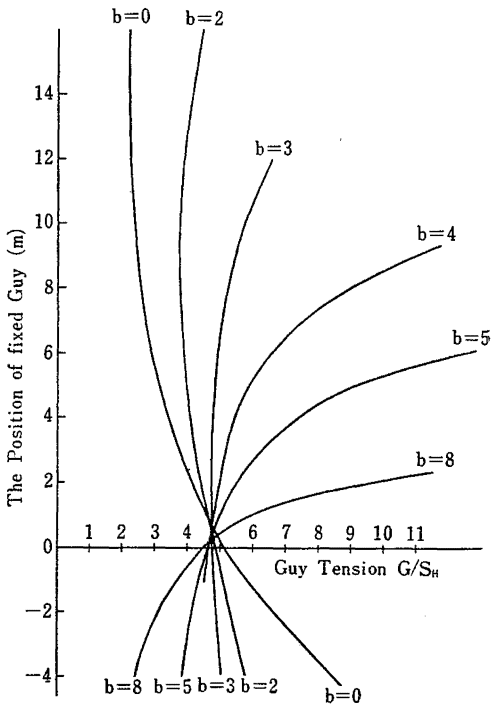


Fig. 12 Guy Tensions on $\theta=40°$
ガイ張力 $\theta=40°$

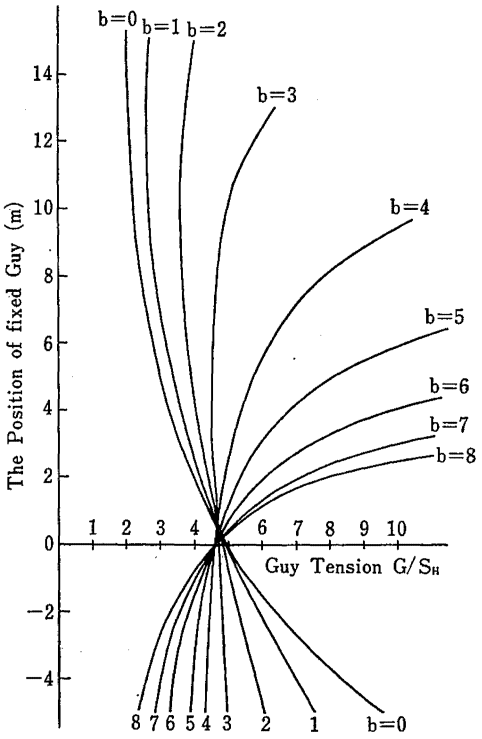


Fig. 13 Guy Tensions on $\theta=35°$
ガイ張力 $\theta=35°$

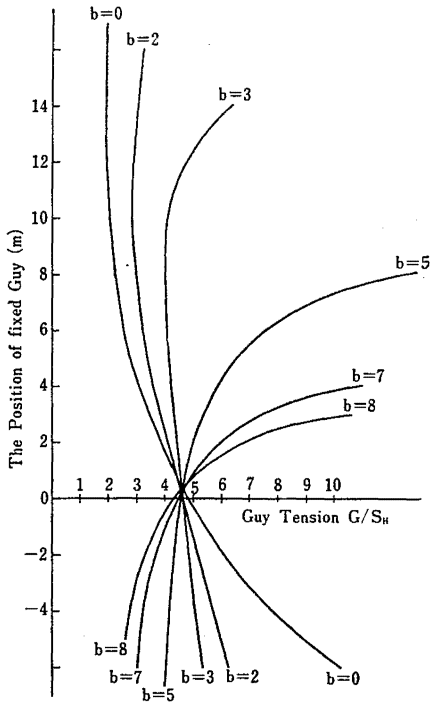


Fig. 14 Guy Tensions on $\theta=25°$
ガイ張力 $\theta=25°$

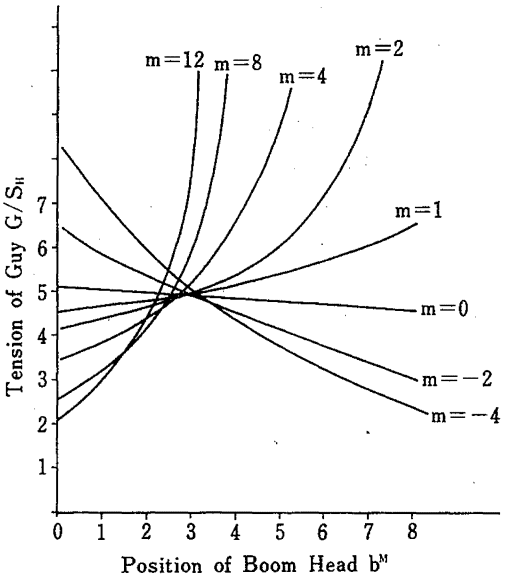


Fig. 15 Guy Tensions on Derrick Angle 45°

ブーム仰角 45° の場合のガイの張力

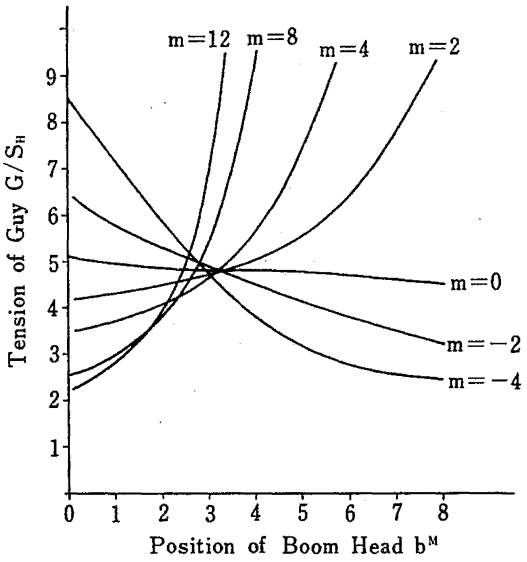


Fig. 16 Guy Tensions on Derrick Angle 40°

ブーム仰角 40° の場合のガイの張力

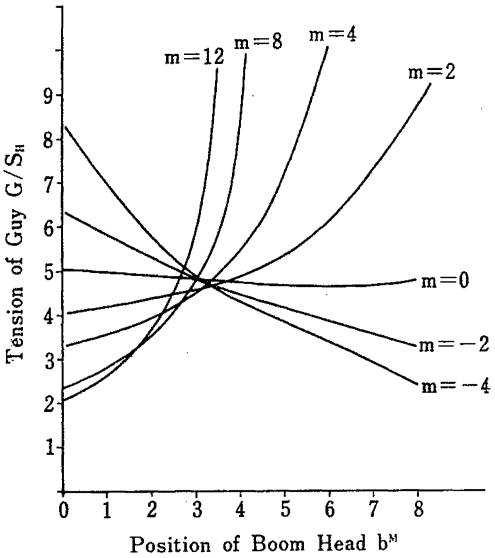


Fig. 17 Guy Tensions on Derrick Angle 35°

ブーム仰角の 35° 場合のガイの張力

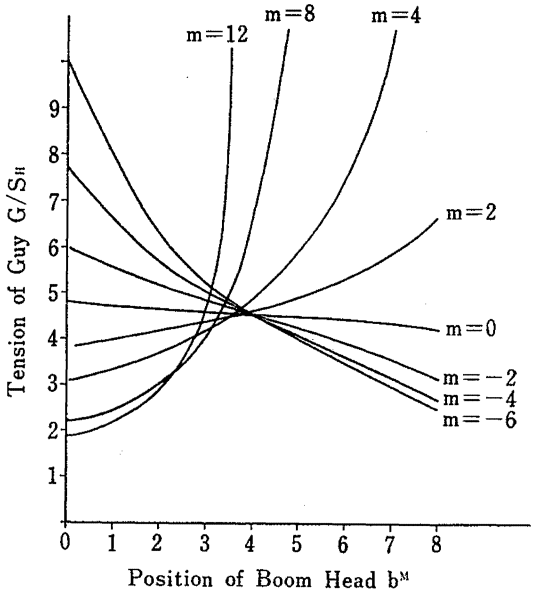


Fig. 18 Guy Tensions on Derrick Angle 25°

ブーム仰角 25° の場合のガイの張力

6. 考　察

Table. 2～**Table**. 19 に至る測定は，出来るだけ円滑に荷を移動させたものであるが，測定した荷重の変動はそれ程滑らかではない．これは2人の運転士がそれぞれウインチを運転するために充分な協同動作が出来ないためと見られるもので，通常の運転では更に大きな変動荷重が発生する事が予測されるであろう．

また，ガイにかかる張力は，カーゴワイヤーの水平分力とセンターガイの張力の水平分力の和に比例して発生するものであるが，これらの実験装置の設定では，静力学的には不静定であり，なお各ワイヤロープのばね定数も不明であったので，その張力の予測ができなかった．この実験で，センターガイの初張力は概略 200 kg 程度であることが確認できた．またカーゴ

ワイヤーの水平分力は荷が両ブームの略中央にある時，最大となるので，500 kg の荷でもガイには 1.5 ton を越す張力が働く事が認められる．また，ガイの張力に応じてトッピングリフトにも大きな張力が作用し，何れの場合も 2 ton を越す張力が作用している．

地切りの際の動荷重 **Table**. 20 は両カーゴワイヤーを同時に巻き上げる事は不可能に近く，何れもどちらか一方が先に引き上げられるため，二者は相当の開きが認められる．両者の和は静荷重の 2 倍強となっている．

また，下降急停止の際の衝撃張力は地切りの際より大きな動荷重が働き **Table**. 21 に示す様に，カーゴワイヤでは静荷重の最大 6.8 倍，平均 2～3 倍の張力が働く．

トッピングリフトも同様に 2 倍程度の荷重が作用するが，スタンディングガイは逆に余り大きい張力とはならない．吊荷の揺動もまた **Table**. 22 大きな張力となるが，荷が前後に揺れる際はそれ程大きな変動とはならないが，左右に振れる場合は極めて大きな影響を及ぼす．これは，荷の振幅は同じでも振り角が異なるためである．

ガイの設定位置による変化は計算にて示したが，$\theta=25°$ の場合は，ブーム先端の位置が $b\fallingdotseq 4$ m，$\theta=35°$ では $b=3.3$ m，$\theta\fallingdotseq 40°$ では $b\fallingdotseq 3$ m，$\theta=45°$ では $b\fallingdotseq 2.8$ m 以内であれば先端の位置に応じてガイにかかる張力の小さい点はグースネックの位置より前にある事が解る．又これらの点より外にブーム先端がある場合には，グースネックの真横より更に後にガイを固定した方が良い．然し余り後にとるとジャックナイフの危険があるので，グースネックの横付近が無難であろう．この付近にとれば，ブーム先端の位置が変ってもガイにかかる張力は余り変化しないですむ．

7. 結　言

以上の実験によって標準的な段取りによるワイヤロープの荷重の傾向が確認された．特に巻き下げ急停止の場合には，吊荷静荷重の数倍の動荷重の働くことや揺動によっては 5 割増の張力ともなる事が解った．ただし実験に使用した揚貨装置は訓練用に陸上に設置されたものであるので，本船の場合と若干の相違がある事は懸念されるが，左程大きいものではないであろう．

参 考 文 献

1) L. LINDER "Safe Working Loads of Lifting Tackle" Coubro & Scrutlon LTd and Maritim e & Industrial Sevvices LTd.

(昭和 44 年 5 月 30 日受付)

産業安全研究所研究報告　RIIS-RR-18-2

昭和 44 年 7 月 25 日　発行

発行所／労働省産業安全研究所

東京都北多摩郡清瀬町梅園1丁目4番6号
電　話　(0424)　91—4 5 1 2 番 (代)

印 刷 所　新 日 本 印 刷 株 式 会 社

郵便番号　180—04

UDC 621.873

揚貨装置のワイヤロープに作用する荷重（けんか巻きの場合）

袴塚禎三・粂川壮一

産業安全研究所研究報告 RIIS-RR-18-2, 1～18 (1969)

揚貨装置のけんか巻きの場合の各ワイヤロープにかかる張力を測定した．揚貨装置の設定は代表的な7つの型を選び，次の様な操作における各ワイヤロープの張力を測定した．

1) 吊荷が横に水平移動する時．この結果ではトッピングリフトワイヤには吊荷の重量の約5倍，ガイには約3倍の張力がかかることがある．

2) 地切りの際．

3) 吊荷を急停止させた場合．

4) 吊荷が船の方向又はこれと直角に揺動した場合．

なおこの外，ガイの最適固定位置を知るために，位置による張力の変化を計算により求めた．

（表 22，図 18）

UDC 621.873

The Tensions in Wire-ropes of Ship's Derricks (on Union Purchase)

T. Hakamazuka, S. Kumekawa

Research Report of the Research Institute of Industrial Safety

RIIS-RR-18-2, 1～18 (1969)

We measured the tensions of wire ropes on union purchase. Measurments of the following loads were done for 7 typical layouts of derricks.

1) The tensions of wire-ropes when the cargo load runs from side to side horizontally.

2) The tensions when the load is being lifted up.

3) The shock loads at sudden stop.

4) The tensions when cargo load is swinging.

Besides, we calculatel and discussed the tensions of guy.

(22 Tables, 18 Illus.)